

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 388**

51 Int. Cl.:

B63B 21/66 (2006.01)

B66D 1/36 (2006.01)

H01B 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2016 PCT/EP2016/054148**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016 WO16135322**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2016 E 16707095 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 3261912**

54 Título: **Conjunto de remolque**

30 Prioridad:

27.02.2015 FR 1500390

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

05.12.2019

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**WARNAN, FRANÇOIS;
JOURDAN, MICHAËL y
JEZEQUEL, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 734 388 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Conjunto de remolque

5 La presente invención se refiere a los cables de arrastre carenados usados en un buque para arrastrar un cuerpo sumergible arrojado al mar y al manejo de estos cables. Se refiere, más particularmente, a los cables de arrastre carenados por medio de escamas o de tramos articulados entre sí. Se aplica, igualmente, a cualquier tipo de elemento alargado carenado destinado a estar al menos parcialmente en inmersión.

10 El contexto de la invención es el de una construcción naval o buque destinado a arrastrar un objeto sumergible tal como un sonar de inmersión variable integrado en un cuerpo remolcado. En un contexto de este tipo, en fase no operativa, el cuerpo sumergible está almacenado a bordo del buque y el cable está arrollado alrededor del carrete de un cabrestante que permite arrollar y desarrollar el cable, es decir, desplegar y recuperar el cable. De manera inversa, en fase operativa, el cuerpo sumergible está en inmersión detrás del buque y es arrastrado por este último por medio del cable cuyo extremo conectado al cuerpo sumergible está en inmersión. El cable es arrollado/desarrollado por el cabrestante a través de un dispositivo de guiado del cable que permite guiar el cable tal como se ilustra en los documentos US3379162 o WO2009060025.

15 Para obtener una fuerte inmersión a unas velocidades de remolque importantes, el cable de remolque está carenado, lo que permite reducir su resistencia hidrodinámica, así como las vibraciones generadas por la fluencia hidrodinámica alrededor del cable. El cable está revestido de un carenado segmentado compuesto por carenas rígidas que presentan unas formas destinadas a reducir la resistencia hidrodinámica del cable. El papel de la funda constituida por las carenas consiste en reducir las turbulencias de estela producidas por el movimiento del cable en el agua, cuando este
20 está zambullido en el agua y es arrastrado por el buque. La rigidez de las carenas es necesaria para unas inmersiones grandes que van de la mano de unas velocidades grandes de remolque de al menos 20 nudos. Los carenados flexibles son interesantes únicamente para perfilar de manera económica unas cadenas o unos cables de boyas sometidos a unas corrientes marinas o, en el peor de los casos, arrastrados a unas velocidades de 6 a 8 nudos. En el caso del uso de elementos de carenado rígidos, la segmentación del carenado en carenas es necesaria para que el cable pueda
25 pasar a través de unos elementos de guiado del tipo polea y de forma que pueda soportar una oscilación lateral del cable en caso de cambio de rumbo del buque y de forma que se pueda arrollar sobre el carrete de un cabrestante.

En estado de funcionamiento normal, las carenas están montadas móviles en rotación alrededor del eje longitudinal del cable. En efecto, es necesario que las carenas puedan girar libremente alrededor del cable, con el fin de que se orienten correctamente con respecto al flujo del agua. Sin embargo, cada carena está conectada a sus dos vecinas axialmente y en rotación alrededor del cable, de forma que pueda pivotar con respecto a ellas alrededor de un eje
30 paralelo al eje x de un ángulo máximo escaso del orden de algunos grados. Esta conexión entre carenas permite, en particular, que el conjunto de carenado pueda pasar con fluidez por todos los elementos de guiado. Como continuación, la rotación de una carena conlleva una rotación de sus vecinas y poco a poco la del conjunto de las carenas. Desde este momento, tanto cuando el cable está desplegado en el agua como cuando está arrollado alrededor del carrete, cualquier cambio de orientación de una de las carenas, afecta poco a poco al conjunto de las carenas que carenan el cable. De este modo, cuando el cable está desplegado en el mar, las carenas se orientan naturalmente en el sentido de la corriente generada por el movimiento de la construcción. De la misma forma, el dispositivo de guiado está configurado convencionalmente para orientar y guiar las carenas que lo atraviesan, de forma que presenten una orientación predefinida con respecto al carrete del cabrestante, todas las carenas adoptan durante la subida del cable
35 una misma orientación en relación con el carrete, orientación que permite arrollar el cable reteniendo las escamas paralelas entre sí de giro a giro.

Ahora bien, el solicitante ha constatado que, cuando se llega a arrollar el cable carenado alrededor del carrete de un cabrestante, con el fin de recuperar el cuerpo remolcado, sucede ocasionalmente que el carenado esté fuertemente deteriorado, incluso aplastado en el momento de su paso por los dispositivos de guiado, lo que puede hacer no disponible todo el sistema sonar. Incluso puede suceder que esto deteriore el dispositivo de guiado. A título de ejemplo, algunos sistemas de sonares de inmersión variable instalados en algunos buques y operados de manera normal por unas tripulaciones militares encuentran unos problemas de aplastamiento de carenas aproximadamente una vez al año y, a veces, bastante más a menudo. Este aplastamiento puede tener unas consecuencias limitadas, pero también puede degenerar, bloquear el cabrestante o dañarlo y conducir, de este modo, a la no disponibilidad de todo el sistema de remolque y, por consiguiente, del sonar.
45

Una finalidad de la presente invención es limitar los riesgos de deterioro del carenado de un cable remolcado.

Para este propósito, el solicitante ha, en primer lugar, en el marco de la presente invención, identificado y estudiado la causa de este problema de aplastamiento de las carenas por observación del cable carenado en situación operativa y por modelización del cable carenado en situación operativa y de las diferentes fuerzas que actúan sobre él, en concreto, los flujos hidrodinámicos y aerodinámicos, así como la gravedad.
55

Durante la fase operativa, el cable carenado es remolcado por el buque y presenta un extremo en inmersión. Muy a menudo, el punto de remolque de un cable o de un carenado es un punto de una polea que se encuentra a una cierta altura por encima del agua. Por punto de remolque se entiende la posición del punto de apoyo del cable sobre un

dispositivo embarcado a bordo del buque, que es el más cercano al extremo en inmersión del cable o respectivamente del carenado. Cuando el buque avanza, por la acción de la resistencia, el cable se aleja del espejo de popa para desaparecer debajo del agua un poco más lejos que en la vertical del punto de remolque. La longitud de cable carenado en situación aérea se encuentra aumentada con respecto a la altura sencilla de remolque por encima del agua, ya que el cable se encuentra inclinado con respecto a la vertical. Se observa que la última carena que todavía está en apresamiento con el buque, es decir, la carena que está en el punto de remolque, a menudo en apoyo sobre la polea o en apoyo sobre un dispositivo de guiado embarcado a bordo del buque, se encuentra orientada correctamente en el sentido del flujo, aunque esté bastante por encima en el aire (Borde de ataque frente al flujo y borde de fuga en la resistencia). La primera carena en el agua (es decir, la carena justo en inmersión) se supone que toma una orientación correcta en el flujo que proviene de la velocidad del buque (Borde de ataque frente al flujo y borde de fuga en la resistencia). Pero entre estas dos carenas destacables, la columna de carenado puede torcerse, puesto que está, en el aire, justo sometida a unas vibraciones, un flujo de aire insignificante y la gravedad. Por efecto de las sollicitaciones del mar, de las condiciones de remolque y de las olas, se observan regularmente unas situaciones de torsión de esta columna aérea. La primera causa de torsión está causada por la gravedad desde el momento en que el cable se ha separado de la vertical, lo que le sucede necesariamente desde el momento en que la velocidad de remolque es suficiente. Por efecto de la gravedad, la columna de carenado entre el punto de remolque y el mar va a torcerse de un lado (en el aire), luego, va a enderezarse (en el agua). Esta es la situación nominal de la columna de carenado. Esta torsión es función de la firmeza intrínseca de la columna de carenado, pero, igualmente, de la longitud aérea. Una situación en la que la parte aérea del carenado 2 está un poco torcida, es decir, en torsión alrededor del eje del cable, está representada en la figura 1A. En la figura 1A, la dirección vertical en el sistema de referencia terrestre está representada por el eje z y se ha representado la orientación de la sección de algunas carenas en las zonas A, B y C delimitadas por unos trazos punteados. En la situación representada en la figura 1A, la última carena 3 que se encuentra en apresamiento con el buque está orientada verticalmente (borde de fuga hacia arriba), como está representado esto en la zona A. Las carenas que se encuentran en el aire entre la polea P y la superficie del agua S están acostadas por el efecto de la gravedad. Dicho de otra manera, como es visible en la zona B, el borde de fuga de las carenas está orientado hacia abajo (entre la polea P y la superficie S del agua, las carenas han girado alrededor del cable). En cambio, las carenas que se encuentran en el agua están enderezadas por la acción del flujo del agua que actúa según la flecha FO, como está representado esto en la zona C (borde de fuga y de ataque situados aproximadamente a la misma profundidad).

De vez en cuando, sucede que, según las condiciones de mar, unos cúmulos de agua o unas olas rompientes se abaten más o menos hacia el espejo de popa del buque, creando, entonces, en la parte aérea del cable un flujo momentáneamente inverso del que reina más abajo y que corresponde a la velocidad de avance del buque. Estas masas de agua son perfectamente capaces de torcer todavía más la columna de carenado y de colocarla en oposición a la posición esperada en el flujo normal de remolque. En este caso, el carenado se disloca y efectúa, en su parte aérea, un semigiro alrededor del cable. Esto significa que dos carenas de la parte aérea de la columna de carenado, presentan unos bordes de fuga que forman entre sí un ángulo de 180 grados alrededor del cable. La parte del carenado situada entre estas dos carenas está dislocada o en torsión. A partir de esta situación, puede suceder que estas partes de carenados que están, por lo tanto, del revés con respecto al flujo medio dado por la velocidad del buque, se encuentren, entonces, de repente, bañadas de nuevo por este flujo medio (a causa de los movimientos del buque, del de las olas etc.), por lo tanto, la parte de carenado del revés está solicitada para que regrese al buen sentido (conectado al flujo medio normal). Entonces, puede:

- anular su semigiro y regresar a su posición inicial describiendo la rotación inversa de la que la había llevado del revés. Entonces, se encuentra correctamente orientada.
- o añadir al semigiro existente otro semigiro que la vuelve a llevar a la buena orientación en el flujo, pero lo que tiene como consecuencia que disloca en 1 giro (o 360 °) la parte aérea del carenado por encima de la misma y que disloca de la misma manera una porción por debajo de la misma en un giro (o 360 °, pero esta vez en el otro sentido). La parte que estaba inicialmente del revés regresa a la buena orientación en el flujo medio conectado a la velocidad del buque, pero, por lo tanto, se han producido dos dislocaciones en un giro una por encima en el aire y la otra por debajo en el agua. Se habla de torsión completa del carenado (que se puede traducir como twist en terminología anglosajona). Esta torsión completa es una situación estable de la columna de carenado o del carenado 2. Está representada en la figura 1B. Esta situación puede describirse de la siguiente manera: entre el punto de remolque R y la superficie del agua S, la columna de carenado efectúa un giro completo en el sentido de la flecha F1 alrededor del cable. La columna de carenado 2 atraviesa la superficie S y permanece correctamente orientada sobre una cierta longitud L del orden de algunos metros o menos a veces. Luego, la columna de carenado 2 efectúa un giro completo en el agua, en sentido inverso, representado por la flecha F2 para regresar a la buena orientación en el flujo. Dicho de otra manera, el carenado experimenta una torsión doble completa alrededor del cable. La torsión doble comprende una torsión completa aérea, situada por encima de la superficie del agua y una torsión completa en inmersión, situada por debajo de la superficie del agua. Toda la parte del carenado situada por debajo de esta torsión doble completa ya no está afectada en absoluto por lo que pasa por encima de ella (sus carenas están correctamente orientadas en el flujo).

La configuración en la que el carenado experimenta una torsión doble es estable, pero está fuertemente degradada y corre el riesgo fuertemente de aportar, a continuación, unas grandes alteraciones sobre el conjunto del sistema.

El solicitante ha descubierto que cuando un carenado experimenta una torsión doble completa, en algunas

condiciones, el carenado va a deteriorarse fuertemente en el agua y esta parte deteriorada va a causar unos grandes daños al cable carenado e, incluso, al conjunto del sistema carenado durante el arrollamiento del cable y, más precisamente, durante su paso por el dispositivo de guiado del cable.

5 Analizando la torsión doble completa, el solicitante ha constatado que la torsión en inmersión puede considerarse como "enganchada" sobre el cable. Dicho de otra manera, la posición de la torsión en inmersión es fija con respecto al cable a lo largo del eje del cable. En cambio, su contraparte aérea, la torsión aérea, permanece situada en el mismo lugar entre el punto de remolque R y la superficie del agua S. No es fija con respecto al cable según el eje del cable, sino fija con respecto a la superficie S del agua o al punto de remolque. Cuando el cable se alza o desciende, las carenas que experimentan la torsión en inmersión siguen el movimiento del cable que se alza o desciende, mientras que la torsión aérea permanece fija con respecto a la superficie del agua. De ello resulta que un desarrollo del cable hace zambullir la torsión en inmersión a una profundidad más importante, mientras que la torsión aérea permanece en el mismo sitio con respecto a la superficie del agua (entonces, las 2 torsiones se alejan una de la otra). La figura 1C representa una situación en la que el cable ha sido desarrollado con respecto a la situación de la figura 1B (véase flecha). La distancia L2 que representa la distancia entre la parte del carenado a la que se refiere la torsión en inmersión y el punto de entrada del carenado en el agua es superior a la distancia L1 que representa esta misma distancia en la situación de la figura 1B. A la inversa, un alzamiento del cable, con respecto a la situación de la figura 1B, según la flecha representada en la figura 1D, hace subir la torsión en inmersión, mientras que la torsión aérea todavía permanece en el mismo sitio con respecto a la superficie del agua (entonces, las dos torsiones se acercan una a la otra).

20 Entonces, hay que mirar lo que pasa para una torsión en un giro en inmersión y remolcada de este modo. Esta torsión que se despliega sobre una escasa altura obliga a las carenas a navegar del revés o transversal al flujo. La acción del flujo sobre estas carenas es, entonces, muy importante (proporcional a la superficie, el ángulo, la densidad del agua y el cuadrado de la velocidad) esta acción se traduce en unos pares de torsión potentes que tienden a forzar las carenas a alinearse en el flujo, pero se topan con la firmeza del giro de dislocación que, entonces, aumenta. Entonces, pasa 25 que se produce un equilibrio y que la torsión en un giro se encuentra terriblemente reducida de altura y el carenado experimenta unos esfuerzos violentos que van a apretar la torsión en inmersión por el efecto de la velocidad de remolque. Dicho de otra manera, el giro completo del carenado alrededor del cable va a efectuarse sobre una distancia cada vez más corta. Unas observaciones en el mar han mostrado que la columna de carenado podía efectuar un giro completo alrededor del cable sobre una longitud de menos de 50 cm. Durante el remolque, el flujo hidrodinámico ejerce un par muy importante sobre las carenas mal orientadas que puede llegar hasta el deterioro del carenado, incluso hasta la rotura completa de las carenas.

35 Durante la subida de una torsión en inmersión, el carenado ha sido solicitado muy largamente y muy fuertemente, ha conservado la memoria de su deformación (es decir, de su dislocación) y la torsión en inmersión sale del agua todavía muy prieta durante el alzamiento y no desaparece durante el alzamiento. Se habla de torsión remanente. Según la duración de exposición del carenado a esta torsión en inmersión y remolcada, la torsión en inmersión va a poder volverse permanente o bastante larga para resorberse, que la hace durante un tiempo bastante largo totalmente no adecuada para acoplarse en el dispositivo de guiado del cable, aunque no se rompa la continuidad del carenado. Del lado de torsión aérea no hay ningún daño, efectivamente, hay una torsión aplicada, pero en ningún momento puede dañar el cable.

40 Cuando la torsión en inmersión todavía muy prieta se presenta, entonces, en el dispositivo del guiado, por ejemplo, la polea, las carenas afectadas por esta torsión en inmersión no pueden colocarse correctamente en el dispositivo de guiado, en concreto, en la polea, se acúan en el dispositivo de guiado. Entonces, es toda la columna de carenado que penetra después en el dispositivo de guiado la que se encuentra metódicamente destruida si se prosigue el alzamiento, ya que, poco a poco, cada carena sigue la orientación de la que la precede. Esta situación puede conllevar, 45 incluso, la rotura del dispositivo de guiado.

La invención propone un dispositivo de guiado configurado para limitar los riesgos de daño del carenado del cable.

Para este propósito, la invención tiene por objeto un conjunto de remolque que comprende un elemento alargado carenado por medio de un carenado que comprende una pluralidad de carenas, comprendiendo las carenas un canal destinado a recibir el objeto alargado y estando perfiladas de manera que reduzcan el arrastre hidrodinámico del objeto 50 alargado al menos parcialmente en inmersión, estando dichas carenas montadas pivotantes sobre el elemento alargado alrededor del eje longitudinal del canal, comprendiendo además, el conjunto de remolque un dispositivo de remolque y de manejo destinado a arrastrar el elemento alargado carenado mientras que este último está parcialmente en inmersión, comprendiendo un cabrestante que permite arrollar y desarrollar el elemento alargado carenado a través de un dispositivo de guiado que permite guiar el elemento alargado, el dispositivo de guiado comprende una primera garganta cuyo fondo está formado por el fondo de la garganta de una polea, estando la primera garganta delimitada por una primera superficie que presenta un perfil cóncavo en un plano radial de la polea, estando la anchura de la primera garganta y la curvatura del perfil de la primera superficie curva en el plano radial determinadas de manera que permitan hacer bascular la carena, por rotación de la carena alrededor del eje del elemento alargado por el efecto de la tracción del elemento alargado con respecto al dispositivo de guiado según su eje longitudinal, desde una posición 55 volteada en la que la carena está orientada borde de fuga hacia el fondo de la primera garganta, hasta una posición aceptable en la que está orientada borde de ataque hacia el fondo de la primera garganta. Ventajosamente, la anchura

de la primera garganta y la curvatura del perfil de la primera superficie curva en el plano radial están determinadas en función del radio R de la polea de la longitud máxima CAR, tomada paralelamente a la cuerda que separa el borde de fuga de las carenas del carenado del eje del elemento alargado, de la longitud de cuerda máxima LC de las carenas y del espesor máximo E de las carenas. Ventajosamente, el dispositivo de guiado comprende una primera garganta cuyo fondo está formado por el fondo de la garganta de una polea, estando la primera garganta delimitada por una primera superficie cóncava cuya sección en un plano radial de la polea es una primera curva cóncava que comprende el fondo coincidente con el fondo de una segunda garganta de referencia delimitada por una segunda superficie curva cuya sección en el plano radial BB es una curva de referencia en V, siendo la abertura de la V al menos igual al doble de un ángulo umbral α_s y la anchura de la V lv , tomada según una recta d paralela al eje de la polea, es al menos igual a una anchura umbral ls dada por:

$$ls = 0,7 * lid$$

$$lid = 2(LC + E) * \text{sen}(\alpha_s)$$

$$\alpha_s = \alpha_i * \frac{R}{R - CAR}$$

donde α_i es un ángulo límite superior a 45° e inferior a 90° , donde R es el radio de la polea y donde CAR es la distancia máxima que separa el borde de fuga BF de las carenas del carenado del eje del elemento alargado tomada paralelamente a la cuerda CU de las carenas, donde LC es la longitud de cuerda de las carenas y E es el espesor máximo de las carenas, en el que la primera curva coincide con la segunda curva en dos puntos extremos de la curva de referencia, la primera curva está en cualquier punto comprendido entre cada uno de los puntos extremos y el fondo coincidente con la segunda curva o más cercana al eje de la polea que la segunda curva según el radio de la polea en el plano radial.

Ventajosamente, el ángulo límite α_i está dado por la siguiente fórmula:

$$\alpha_i = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \text{Arctan}(Cf)$$

donde Cf es el coeficiente de frotamiento entre el material que forma la parte exterior de la cola de la carena y el material que forma la superficie que delimita la garganta de la polea.

Ventajosamente, la primera garganta es la garganta de la polea.

Ventajosamente, la primera curva cóncava presenta un perfil en U entre los puntos extremos

Ventajosamente, las carenas comprenden una carena que comprende una protuberancia que recibe el elemento alargado y que comprende un borde de ataque, una cola que presenta una forma ahusada que se extiende a partir de la protuberancia y que comprende un borde de fuga, la primera curva cóncava está definida en un plano radial de la polea de forma que, cuando la carena se extiende borde de ataque perpendicular al plano radial, sea cual sea la posición de una carena en la primera garganta, cuando la protuberancia de la carena está en apoyo sobre la primera curva cóncava y que el elemento alargado ejerce sobre la carena, en el plano radial, un esfuerzo de presión de la protuberancia de la carena contra la polea, comprendiendo dicho esfuerzo de presión F_p una componente CP perpendicular al eje de la polea y una componente lateral CL, el borde de fuga de la carena no está en contacto con la primera curva cóncava o está en contacto con una parte de la primera curva cóncava que forma, con una recta dp del plano radial perpendicular al eje x_a que se extiende desde el eje del elemento alargado x hasta el borde del fuga de la carena, un ángulo γ al menos igual a un ángulo de deslizamiento α_t . El ángulo de deslizamiento está dado por la siguiente fórmula:

$$\alpha_t = \text{Arctan}(Cf)$$

Donde Cf es el coeficiente de frotamiento entre el material que forma la parte exterior de la cola de la carena y el material que forma la superficie que delimita la garganta de la polea.

Ventajosamente, la primera curva presenta un perfil en U y presenta una zona central, que presenta una anchura igual a $g*lid$ donde lid es la anchura ideal y g está comprendida entre 0,7 y 1, entre los puntos extremos coincidentes con los puntos extremos de la curva de referencia que presenta una anchura igual a $g*lid$, estando la zona central delimitada por las dos curvas siguientes:

- una curva superior que presenta un primer radio de curvatura R1 igual a $\frac{1}{2} * g*lid$ que pasa por el fondo y cuyo centro está situado sobre una recta perpendicular al eje de la polea que pasa por el fondo,
- una curva inferior INF que comprende una porción central CENT que se extiende sustancialmente de manera paralela al eje de la polea simétrica con respecto a un plano perpendicular al plano radial que pasa por el fondo y que se extiende, a lo largo del eje de la polea sobre una primera anchura igual a $g*lid$ y que comprende, a ambos lados de la porción central CENT, unas porciones laterales LAT1 y LAT2 que conectan la porción central a los puntos extremos 133, 134 y que presenta un segundo radio de curvatura R2 igual a $\frac{1}{4} * g*lid$.

Ventajosamente, las carenas son rígidas.

5 Ventajosamente, el carenado comprende una pluralidad de tramos de carenado, comprendiendo cada tramo de carenado una pluralidad de carenas conectadas entre sí según el eje del elemento alargado y articuladas entre sí, siendo los tramos de carenado libres en rotación alrededor del eje del elemento alargado unos con respecto a los otros.

Ventajosamente, los tramos de carenado presentan unas alturas respectivas según el eje del canal, definidas en función de las firmezas angulares k de los tramos de carenado respectivos y en función de la longitud de cuerda LC de dichas carenas de dichos tramos respectivos de manera que impida la formación de una torsión completa sobre dichos tramos respectivos.

10 Ventajosamente, los tramos de carenado presentan unas alturas respectivas inferiores a una altura máxima $hmáx$, tal que:

$$hmáx \leq \frac{\pi * k}{F LC^2}$$

donde F es una constante entre 250 y 500.

15 Ventajosamente, al menos una carena que comprende un borde de ataque y un borde de fuga, comprende un borde de apoyo que comprende un primer borde de apoyo en bisel con respecto al borde de ataque, estando el primer borde de apoyo dispuesto de forma que la distancia entre el borde de ataque y el borde de apoyo, tomada perpendicularmente al borde de ataque, disminuye continuamente, a lo largo de un eje paralelo al borde de ataque, desde un primer extremo del primer borde de apoyo hasta un segundo extremo del primer borde de apoyo, estando dicha carena denominada carena biselada.

20 Ventajosamente, el borde de apoyo está dispuesto de forma que la distancia entre el borde de apoyo y el borde de ataque disminuye continuamente, a lo largo de un eje paralelo al borde de ataque, desde el primer extremo del primer borde de apoyo hasta una primera cara lateral de la carena más cercana al segundo extremo del primer borde de apoyo que al primer extremo del primer borde de apoyo.

Ventajosamente, el borde de apoyo es el borde de fuga.

25 Ventajosamente, la carena biselada está dimensionada de manera que sea más resistente a un esfuerzo de presión aplicado según una dirección perpendicular, al borde de ataque y que conecta el borde de ataque al borde de fuga, que las otras carenas.

30 Ventajosamente, la carena biselada comprende dos partes adosadas a lo largo del primer borde de apoyo, estando la carena configurada de manera que esté retenida sustancialmente en una configuración desplegada cuando está sometida al flujo hidrodinámico del agua, estando las dos partes dispuestas, una con respecto a la otra alrededor del primer borde de apoyo, de forma que la carena presenta un borde de fuga paralelo al borde de ataque y una sección constante a lo largo del borde de ataque y está configurada de manera que permite el pivotamiento relativo entre las dos partes alrededor del primer borde de apoyo cuando un par de pivotamiento relativo entre las dos partes aplicado alrededor de un eje formado por el primer borde de apoyo excede un umbral predeterminado de forma que la carena
35 pasa de la configuración desplegada a una configuración replorada alrededor del borde de apoyo.

Ventajosamente, al menos un tramo entre dichos tramos comprende al menos una carena de extremo adyacente a solo otra carena que pertenece a dicho tramo que presenta un borde de apoyo que comprende un primer borde de apoyo en bisel con respecto al borde de ataque, estando el primer borde de apoyo dispuesto de forma que la distancia entre el borde de ataque y el primer borde de apoyo, tomada perpendicularmente al borde de ataque, disminuye continuamente, a lo largo de un eje paralelo al borde de ataque, desde un primer extremo del primer borde de apoyo hasta un segundo extremo del primer borde de apoyo más alejado de la otra carena que el primer extremo, según el eje paralelo al borde de ataque.

Ventajosamente, las carenas son rígidas.

45 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto con la lectura de la descripción detallada que sigue, hecha a título de ejemplo no limitativo y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

50 - la figura 1A ya descrita representa un cable carenado, por medio de carenas rígidas conectadas axialmente entre sí, remolcado parcialmente en inmersión desde su parte en inmersión hasta una polea de guiado en una situación en la que el cable no experimenta una torsión doble, la Figura 1B representa el cable de la figura 1A en el mismo estado de inmersión (es decir, de arrollamiento y de desarrollamiento) que en la figura 1A, pero que experimenta una torsión doble; la figura 1C representa el cable de la figura 1A que presenta la torsión doble de la figura 1B en una configuración en la que el cable ha sido desarrollado con respecto a la figura 1B; la figura 1D representa el cable de la figura 1A que presenta la torsión doble de la figura 1B en una configuración en la que el cable ha sido alzado con respecto a la figura 1B,

- la figura 2 representa esquemáticamente un buque que remolca un objeto remolcado por medio de un cable carenado,
- la figura 3 representa esquemáticamente una porción de cable carenado según la invención por medio de un carenado según la invención,
- 5 - la figura 4a representa una sección de una carena del carenado según la invención según el plano de corte AA representado en la figura 2, la figura 4b representa esquemáticamente una vista de lado de la carena de la figura 4a vista según la flecha b,
- la figura 5 representa esquemáticamente un tramo de cable carenado según la invención que penetra en una polea de guiado del cable,
- 10 - en las figuras 6a a 6b, se han representado unos cortes de una polea según la técnica anterior, según la cara lateral de la carena que penetra borde de fuga hacia el fondo de la garganta, en el momento donde entra en apoyo sobre la polea (figura 6a), luego, después, cuando el cable ha sido tirado hacia la derecha en la figura 5 (figura 6b), es decir, que el cable ha sido alzado y que su tensión ha aplastado la carena),
- en la figura 7, se ha representado un corte parcial según un plano radial BB (véase figura 5) de un ejemplo de polea según un primer modo de realización de la invención, así como una curva de referencia,
- 15 - en la figura 8a se ha representado esquemáticamente una sección de una polea, según un segundo modo de realización de la invención, en un plano formado por una cara lateral de la primera carena que entra en contacto con la polea (equivalente del plano M en la figura 5) que comprende el punto de contacto con la polea, las figuras 8b y 8c representan unas secciones de la polea según unos planos sucesivamente ocupados por la misma cara lateral de la carena cuando se arrolla el cable,
- 20 - en las figuras 9a y 9b se han representado unas secciones, según unos planos radiales, de dos ejemplos de poleas según un tercer modo de realización,
- en la figura 10 se han representado esquemáticamente, en un plano BB, unas curvas inferiores y superiores de una primera curva en fondo de bañera,
- 25 - en las figuras 11a a 11c se han representado, en unos planos sucesivos paralelos al plano M unas secciones de la polea, así como las orientaciones sucesivamente adoptadas por la cara lateral de la carena de referencia cuando se arrolla el cable, llegando la carena volteada sobre la polea de la figura 7,
- en las figuras 12a a 12c se han representado esquemáticamente en vista de lado una carena según un primer modo de realización de la invención y un tramo de carenado que comprende una carena según la invención que penetra en una polea, en perspectiva (12a) en vista de lado a la entrada en la polea (figura 12b), en vista en corte según el plano M visible en la figura 12a, en vista en corte según el plano Q visible en la figura 12d,
- 30 - en la figura 13, se ha representado esquemáticamente un ejemplo de carena según un segundo modo de realización de la invención,
- en la figura 14, se ha representado, en un plano radial de la polea una porción de una primera curva cóncava que respeta una característica ventajosa de la invención,
- 35 - en la figura 15, se ha representado, un círculo construido con respecto a una carena y que verifica la característica ventajosa de la invención.

De una figura a la otra, los mismos elementos se marcan por las mismas referencias.

40 La invención está relacionada con un carenado destinado a revestir un objeto alargado, por ejemplo, un objeto flexible como un cable o un objeto rígido como una columna de perforación en el mar, destinado a estar al menos parcialmente en inmersión. El elemento alargado está convencionalmente destinado a ser remolcado por una construcción flotante. El carenado está destinado a reducir las fuerzas generadas por la corriente sobre este elemento alargado cuando está en inmersión en agua y es arrastrado en el agua por una construcción naval.

45 La invención tiene como objeto, igualmente, un conjunto de remolque tal como se representa en la figura 2, que comprende un elemento alargado 1 carenado por medio de un carenado según la invención. En la continuación del texto, la invención se describirá en el caso donde el elemento alargado es un cable, pero se aplica a otros tipos de elementos alargados flexibles.

50 El cable 1 arrastra un cuerpo remolcado 101, que comprende, por ejemplo, una o varias antenas sonar. El cuerpo remoldado 101 está mecánicamente amarrado al cable 1 de manera apropiada. La puesta en el agua y la salida del agua del cuerpo remolcado 101 está realizada por medio de un cabrestante 5 dispuesto sobre un puente 103 del buque 100.

El conjunto de remolque según la invención comprende, igualmente, un dispositivo de remolque y de manejo del cable carenado que comprende:

- Un cabrestante 5 que permite arrollar y desarrollar el cable 1 carenado,
- 55 - un dispositivo de guiado 4 que permite guiar el cable 1, el dispositivo de guiado está dispuesto corriente abajo del cabrestante visto del extremo destinado a estar en inmersión 6, del cable 1. Dicho de otra manera, el cable 1 es arrollado alrededor del cabrestante 5 (o desarrollado por medio del cabrestante) a través del dispositivo de guiado 4.

60 El dispositivo de guiado 4 está montado ventajosamente sobre una estructura portadora 7 destinada a estar fijada al buque que puede ser basculante o fija.

El dispositivo de guiado permite guiar el cable 1, es decir, limitar la oscilación lateral del cable con respecto al cabrestante, según una dirección paralela al eje de rotación del carrete del cabrestante. Está configurado, además, ventajosamente para modificar la dirección del cable entre su extremo destinado a estar en inmersión 6 y el cabrestante 5 en un plano sustancialmente perpendicular al eje del cabrestante permitiendo al mismo tiempo asegurar el radio de curvatura del cable, con el fin de que no descienda por debajo de un cierto umbral en este plano.

En el ejemplo no limitativo representado en la figura 3, el dispositivo de guiado es una polea 4. El dispositivo de guiado puede comprender, además, entre otros un pasacabo que permite asegurar el radio del cable y/o un dispositivo de bobinado que permite disponer el cable correctamente sobre el carrete y/o al menos un deflector que forma una superficie que permite modificar la orientación de una carena con respecto al deflector por rotación de la carena alrededor del eje del cable por el efecto de la tracción del cable durante su arrollamiento/desarrollamiento. Esta última puede estar realizada por una polea.

En la figura 3, se ha representado esquemáticamente una porción de cable 1 revestida de un carenado 11 según la invención. Este carenado 11 comprende una pluralidad de tramos de carenado 12a, 12b. Cada tramo de carenado 12a, 12b comprende una pluralidad de carenas 13, 13a. En la figura 3, se han representado dos tramos de carenado 12a y 12b que comprenden cada uno 5 carenas de carenado, pero en la práctica, el carenado puede comprender muchos más tramos de carenado que comprendan muchas más carenas.

Las carenas son ventajosamente rígidas. Por carenas rígidas, se entiende, en la presente solicitud de patente, que las carenas están configuradas de manera que no se deformen sustancialmente por efecto del flujo hidrodinámico, cuando están en inmersión y eventualmente son arrastradas según la dirección del borde de ataque. Dicho de otra manera, las carenas conservan sustancialmente la misma forma cuando están sometidas al flujo hidrodinámico. Las carenas pueden deformarse eventualmente por el efecto de esfuerzos superiores a los desarrollados por el flujo hidrodinámico. Están realizadas, por ejemplo, de material plástico duro como, por ejemplo, el Politereftalato de etileno (PET) o el polioximetileno (POM).

Cada carena 13, 13a presenta un perfil hidrodinámico, del tipo del representado en la figura 4a, en un plano AA perpendicular al eje x del cable (o eje del canal 16). Dicho de otra manera, cada carena 13, 13a está perfilada de manera que reduzca la resistencia hidrodinámica del cable 1 cuando el cable 1 es arrastrado. Las carenas 13a son unas carenas que presentan las mismas características que las carenas 13, pero que pueden diferir de las carenas 13 por las características que se formulan a continuación por el hecho de su posición en los tramos 12a, 12b. Cada carena 13 comprende una protuberancia 14 ancha destinada a recibir el cable 1 y una cola 15 que presenta una forma ahusada que se extiende a partir de la protuberancia 14. La protuberancia 14 aloja un canal 16 de eje perpendicular al plano de la hoja, destinado a recibir el cable 1. La protuberancia 14 comprende el borde de ataque BA y la cola 15 comprende el borde de fuga BF que son los puntos extremos de la carena 13 en el plano de corte. La carena 13 presenta más particularmente en este plano un perfil en forma de ala. El perfil de la carena permite una fluencia menos turbulencia del agua alrededor del cable. El perfil hidrodinámico presenta, por ejemplo, una forma de gota de agua o un perfil NACA, es decir, un perfil definido por el NACA que es un acrónimo de la expresión anglosajona "National Advisory Committee for Aeronautics".

En la figura 4b, se ha representado una vista de la carena según la flecha B, que es la misma vista que en la figura 3. La carena presenta una forma alargada desde el borde de ataque BA hasta el borde de fuga BF. Vista de lado, la carena 13 presenta una forma sustancialmente rectangular delimitada por el borde de fuga BF y el borde de ataque BA paralelos al eje xc del canal 16 y conectados por dos caras laterales 17, 18. Las caras laterales 17, 18 se extienden sustancialmente de manera perpendicular al borde de ataque BA. Las caras laterales están dispuestas en los extremos respectivos del canal 16.

En la figura 4a, se ha referenciado la longitud de cuerda LC de la carena 13 que es la longitud máxima del segmento de recta llamada cuerda CU que conecta el borde de fuga BF y el borde de ataque BA de la carena 13 según una dirección perpendicular al eje del canal xc. Dicho de otra manera, la cuerda es el segmento de recta que conecta los puntos extremos de una sección de la carena. El espesor máximo E de la carena es la distancia máxima que separa la primera cara longitudinal 22 de la segunda cara longitudinal 23 según una dirección perpendicular a la cuerda CU en el plano de corte de la carena. En el modo de realización de la figura 4b, la distancia que separa el borde de fuga y el borde de ataque es constante a lo largo del eje del canal xc paralelo al borde de ataque BA. La longitud de cuerda es esta distancia. Las caras longitudinales 22 y 23 se extienden paralelamente al borde de ataque BA.

Las carenas 13 están destinadas a estar montadas sobre el cable 1 de manera que puedan pivotar alrededor del eje longitudinal del cable 1, es decir, alrededor del eje longitudinal del canal 16.

Las carenas 13 que pertenecen a un mismo tramo de carenado 12a o 12b están conectadas entre sí por medio de un dispositivo de acoplamiento 20 que permite la rotación relativa de dichas carenas 13 unas con respecto a las otras alrededor del cable 1. El dispositivo de acoplamiento 20 conecta las carenas entre sí a la vez axialmente, es decir, a lo largo del cable de remolque, pero también en rotación alrededor del cable 1. El dispositivo de acoplamiento 20 permite la rotación relativa de las carenas unas con respecto a las otras alrededor del eje del cable, es decir, del canal 16. Esta oscilación está permitida, ya sea de manera libre, ya sea con un tope. La rotación de una carena alrededor del cable no conlleva, entonces, a la carena adyacente en rotación. La oscilación puede obtenerse de manera

solicitada con un retorno más o menos fuerte hacia la posición alineada (sin rotación relativa de las carenas unas con respecto a las otras alrededor del cable). En este último caso, la rotación de una carena alrededor del cable conlleva en rotación a las carenas adyacentes del mismo tramo alrededor del cable. Ventajosamente, el juego entre las carenas adyacentes es sustancialmente nulo, de modo que cualquier rotación relativa entre las carenas implica la deformación elástica del dispositivo de acoplamiento. Esto permite que las carenas de un mismo tramo adopten una orientación con respecto al cable que le permite oponer la resistencia más escasa a la corriente provocada por el desplazamiento del cable en el agua. El dispositivo de acoplamiento permite esta rotación relativa con una amplitud máxima, es decir, una oscilación angular máxima. De esta manera, la rotación de una carena conlleva una rotación de las carenas vecinas y poco a poco la del conjunto de las carenas del mismo tramo 12a o 12b. Todas las carenas de un mismo tramo adoptan durante la subida del cable una misma orientación en relación con el tambor, lo que permite arrollar el cable reteniendo las escamas paralelas unas a las otras de giro a giro.

Ventajosamente, el dispositivo de acoplamiento 20 permite la rotación relativa de las carenas unas con respecto a las otras de forma que permita el arrollamiento del cable alrededor de un cabrestante, la oscilación lateral del cable debido, por ejemplo, a unos cambios de rumbo del buque. El dispositivo de acoplamiento permite estos movimientos de rotación relativos de las carenas unas con respecto a las otras con unas oscilaciones angulares respectivas máximas. El dispositivo de acoplamiento 20 representado en la figura 3, comprende una pluralidad de dispositivos de acoplamiento individuales 19, que comprenden, por ejemplo, una eclisa, que permiten cada uno conectar una carena a una carena adyacente a dicha carena, es decir, acoplar las carenas de un mismo tramo de dos en dos. Dicho de otra manera, cada dispositivo de acoplamiento individual permite conectar una carena a otra carena adyacente a dicha carena únicamente. Las carenas adyacentes forman unos pares de carenas. Las carenas de los pares de carenas respectivos de un mismo tramo de carenado están conectadas por medio de dispositivos de acoplamiento individuales distintos. El dispositivo de acoplamiento permite, de este modo, conectar individualmente cada carena de un tramo de carenado a cada una de sus carenas adyacentes. Ventajosamente, los dispositivos de acoplamiento individuales están configurados de modo que se deformen elásticamente durante la rotación relativa de las carenas alrededor del cable. Se trata de una torsión de los dispositivos de acoplamiento individuales.

Ventajosamente, las carenas 13 están inmovilizadas en traslación con respecto al cable 1 según el eje del cable x. Esto permite evitar que las carenas 13 se apiñen o se distancien a lo largo del cable 1, lo que podría tener como consecuencia unos problemas de bloqueo del carenado 11 durante el arrollamiento del cable carenado alrededor del carrete del cabrestante 5 o incluso en el paso del dispositivo de guiado 4. Para este propósito, cada tramo de carenado 12a, 12b comprende un dispositivo de inmovilización 21 que coopera con una carena 13a de dicho tramo 12a, 12b y destinado a cooperar con el cable 1, de forma que inmovilice la carena 13a en traslación a lo largo del eje del cable. En la realización de la figura 3, la carena 13a es la carena más alejada del extremo destinado a estar en inmersión 6 situada en la dirección de la flecha f (llamada carena de cabecera). Estando las carenas conectadas entre sí, el bloqueo realizado por el dispositivo de inmovilización sobre una carena 13a se repercute sobre las otras carenas del mismo tramo. La instalación de un dispositivo de inmovilización por carena no es necesaria, lo que permite limitar los costes y el tiempo de montaje, así como el peso del cable carenado. Como variante, el tramo comprende varios dispositivos de inmovilización que cooperan cada uno con una carena del tramo. El dispositivo de inmovilización comprende, por ejemplo, un manguito 21 fijado al cable por engaste y que coopera con la carena 13a, con el fin de inmovilizarla en traslación con respecto al cable según el eje x del cable 1.

Según la invención, los tramos de carenado 12a y 12b son libres en rotación, unos con respecto a los otros, alrededor del eje del canal 16, es decir, alrededor del eje del cable 1 cuando están montados sobre el cable 1. Dicho de otra manera, las carenas 13, que pertenecen a dos tramos de carenado distintos 12a y 12b son libres en rotación unas con respecto a las otras, alrededor del eje del canal, es decir, alrededor del cable 1. Cada tramo 12a, 12b es relativamente flexible en rotación alrededor del cable, aunque se observe una cierta firmeza en torsión. Esta flexibilidad no hace más que amplificarse con la longitud desplegada. Por esta razón, el hecho de recortar el carenado en tramo de carenados libres en rotación unos con respecto a los otros permite limitar los riesgos de formación de las torsiones dobles y, por lo tanto, limitar los riesgos de deterioro del carenado, puesto que las torsiones de los tramos de carenado no se transmiten de un tramo al otro. El carenado puede estar instalado a todo lo largo del cable. Dicho de otra manera, el carenado se extiende sobre toda la longitud del cable. Como variante, el carenado se extiende a lo largo del cable sobre una longitud inferior a la longitud del cable.

El carenado está destinado a carenar un elemento alargado. Igualmente, está destinado a ser remolcado por medio de un dispositivo de remolque tal como se describe en la presente solicitud de patente.

Las alturas h, de los tramos de carenado respectivos, es decir, sus longitudes según el eje x del cable, son inferiores a una altura máxima hmáx. Como variante, al menos uno de los tramos presenta una altura inferior a esta altura máxima hmáx. En la figura 3 los dos tramos presentan la misma longitud, pero esto no es una obligación. La altura máxima hmáx se elige de manera que sea lo suficientemente escasa como para impedir la formación de una torsión aérea completa sobre el tramo, por ejemplo, de una torsión completa sobre el tramo. El tramo alterado puede dar un giro completo sobre sí mismo y se realinea en el flujo, puesto que está desacoplado de sus vecinos, este tramo ya no los altera y ya no hay ni torsión aérea, ni torsión en inmersión. Esta configuración permite evitar que unas torsiones en inmersión completas antiguas penetren en el dispositivo de guiado y, por lo tanto, limita los riesgos de deterioro del carenado. Por otra parte, esta configuración permite evitar tener que instaurar un proceso de vigilancia, por la tripulación, o un dispositivo de vigilancia que tenga como propósito detectar unas torsiones en inmersión, así como un

proceso mecánico o manual que tenga como propósito resorber una torsión doble detectada o que tenga como propósito ayudar a que una torsión remanente en inmersión que sale del agua penetre en el dispositivo de guiado sin ocasionar daños.

- 5 Un tramo de carenado T que experimenta una torsión de un ángulo θ alrededor del eje x de un cable (o del canal 16) está sometido a un par C aplicado alrededor del eje x del cable 1. El par C que permite obtener este ángulo de torsión está dado por la siguiente fórmula:

$$C = \frac{k\theta}{h}$$

- 10 Donde k es la firmeza angular en torsión del tramo de carenado angular en torsión alrededor del eje del cable (o del canal) expresada en $\text{Nm}^2/\text{radianes}$, h es la altura del tramo de carenado, es decir, la longitud del tramo de carenado según el eje del cable o el eje longitudinal del borde de ataque.

- 15 La altura máxima $hm_{\text{máx}}$ depende de la firmeza en torsión de los tramos de carenado. Cuanto más presenten los tramos de carenado una firmeza importante alrededor del eje del cable, más pueden presentar una altura importante. Cuanto más importante es la longitud de cuerda del carenado, más alterado estará el tramo de carenado por las solicitaciones del mar y las condiciones de remolque y más escasa es la altura máxima de los tramos de carenado. Las alteraciones en torsión generadas por las solicitaciones del mar y las condiciones de remolque son proporcionales a la superficie de las carenas del tramo (por lo tanto, a la longitud de cuerda) y al brazo de palanca (por lo tanto, a la longitud de cuerda del carenado). La altura máxima $hm_{\text{máx}}$ está dada, por lo tanto, por la siguiente fórmula:

$$hm_{\text{máx}} \leq \frac{\pi * k}{F LC^2}$$

- 20 Donde F es una constante calculada según una configuración que se ha identificado como que es la más solicitante y que tiene en cuenta el flujo y el reflujo de la estela y LC es la longitud de la cuerda de las carenas del tramo de carenado.

La constante F está comprendida entre 250 y 500. F depende de la velocidad máxima a la que se desea arrastrar el cable. Si se desea arrastrar el cable a una velocidad de 20 nudos, F se fija en 400. F es más escasa si la velocidad máxima disminuye.

- 25 Tradicionalmente, para unos carenados que presentan una firmeza angular en torsión k del orden de 4 a 5 Nm^2/rad y una longitud de cuerda LC de 0,125 m, la altura máxima es del orden de 2 m si se fija la constante en 400.

- 30 El carenado según la invención presenta unas ventajas incluso en el caso donde no se busca arrollar el cable alrededor de un cabrestante. En efecto, el hecho de que el carenado según la invención minimice los riesgos de formación de torsiones dobles permite limitar los riesgos de deterioro del carenado conectados con el envejecimiento de las torsiones en inmersión sin que penetren en un dispositivo de guiado. El carenado según la invención limita, por lo tanto, las necesidades en cuanto a mantenimiento del cable.

- 35 Ventajosamente, el dispositivo de guiado del conjunto de remolque según la invención está configurado de manera que permita modificar la orientación de una carena del carenado con respecto al dispositivo de guiado por rotación de la carena alrededor del eje del cable, por el efecto de la tracción del cable con respecto al dispositivo de guiado (según el eje del cable), cuando la carena presenta una orientación en la que está en apoyo sobre el dispositivo de guiado y en la que la línea de acción de fuerza ejercida por el cable sobre el dispositivo de guiado se extiende sustancialmente según la dirección que se extiende desde el eje del cable hasta el borde de fuga de la carena.

- 40 Ventajosamente, el dispositivo de guiado está configurado para voltear una carena desde una posición volteada en la que está orientada cola hacia abajo, hasta una posición aceptable en la que está orientada cola hacia arriba. Las orientaciones hacia arriba y hacia abajo están definidas con respecto a un eje vertical conectado al cabrestante.

- 45 Estas configuraciones permiten facilitar el arrollamiento del cable carenado sobre el cabrestante. En efecto, cuando se llega a arrollar el cable alrededor del carrete del cabrestante, la primera carena de cada tramo a sacar del agua sube hacia el dispositivo de guiado y, no estando conectada a las carenas del tramo anterior, va a voltearse borde de fuga hacia abajo por efecto de la gravedad conllevando con ella a las carenas siguientes del mismo tramo de carenado. Si el dispositivo de guiado no permite un volteo de este tipo, las carenas van a llegar mal orientadas sobre el carrete del cabrestante (se prefiere arrollar las carenas borde de fuga hacia arriba para evitar los deterioros del carenado, ya que el borde de ataque es más resistente).

- 50 Para este propósito, el dispositivo de guiado comprende una guía o un conjunto de guías que permiten el cambio de orientación o basculación de la carena. Esta guía o conjunto de guía puede, por ejemplo, comprender una polea y/o un deflector o cualquier otro dispositivo que permita modificar la orientación de las carenas alrededor del eje del cable. Un ejemplo no limitativo de este tipo está descrito en la solicitud de patente francesa publicada con el número FR2923452. Estos dispositivos están dispuestos convencionalmente corriente arriba o corriente abajo de la polea vista del cabrestante. Son cóncavos convencionalmente, es decir, del tipo con garganta, de forma que definan un

alojamiento destinado a recibir la carena para asegurar su basculación. Estas guías pueden ser adecuadas para seguir el cable en caso de oscilación lateral del cable paralelamente al eje de la polea (o del cabrestante), estando, por ejemplo, montadas pivotantes alrededor de un eje sustancialmente vertical.

5 Hasta ahora, todas las poleas de remolque están configuradas de manera que hagan pasar la protuberancia de las carenas hacia el fondo de la garganta y la cola hacia el exterior de la garganta. Esta disposición es lógica, puesto que el cable de remolque, sede de los esfuerzos, se encuentra necesariamente alojado en la protuberancia de las carenas, es decir, en la proximidad del borde de ataque. Todas las poleas de remolque presentan, entonces, una garganta estrecha en V. Esta disposición se vuelve necesaria a causa de las conexiones entre todas las carenas. Saliendo del mar y llegando a la polea de remolque, las carenas que, durante su trayecto aéreo, tienen tendencia a orientarse borde de fuga hacia abajo (del revés, por lo tanto), se encuentran, de este modo, enderezadas poco a poco gracias a las conexiones intercarenas. Cuando una carena está bien posicionada en la garganta de la polea, durante el alzamiento (pero también el devanado) todas las siguientes van poco a poco a enderezarse y a pasar de la mejor manera la polea.

10 Por otra parte, los dispositivos que permiten el volteo del carenado (o enderezadores) son poco resolutivos cuando están instalados corriente abajo de la polea, vista del extremo libre del cable porque la posición del cable posee en este lugar al menos dos grados de libertad: longitudinal y lateral y los dispositivos enderezadores actuales no son capaces de seguir correctamente el cable según estas dos direcciones o bien se trata de dispositivos complejos.

15 En el caso de una polea con garganta estrecha en V, si el dispositivo de guiado está desprovisto de dispositivo de volteo corriente abajo de la polea vista del extremo libre del cable o si este dispositivo no es resolutivo, unas carenas que entran cola hacia abajo en la polea van a poder acuíñarse en la garganta y, si no están dimensionadas para resistir el esfuerzo ejercido por el cable en esta orientación, van a deformarse y a conllevar la deformación de las siguientes carenas. Esta situación está representada en las figuras 5 y 6a a 6b. En la figura 5, se ha representado una porción de un cable 1 carenado que penetra en una polea P con garganta 50. En esta figura, se arrolla el cable 1 que penetra, entonces, en la polea siguiendo el sentido de la flecha. En esta figura, el eje xp de la polea es perpendicular al plano de la hoja. Las carenas 13 de un primer grupo de carenas 12a están orientadas borde de fuga BF hacia el exterior de la garganta y borde de ataque hacia la garganta. La carena destacable 13a es la carena de cabecera del tramo 12b, es decir, la carena 13a del tramo 12b que está más alejada del extremo del cable destinado a estar en inmersión 6. La carena 13a se presenta a la polea P borde de fuga BF hacia la garganta de la polea y borde de ataque BA hacia el exterior de la garganta. Esta carena destacable 13a pertenece a un segundo grupo de carenas 12b.

20 Si la polea P es una polea de la técnica anterior, la sección de la polea de la técnica anterior en el plano M que pasa por el borde lateral 18 que conecta el borde de fuga BF y el borde de ataque BA de la carena de cabecera es tal como es visible en la figura 6a. La figura 6b es una sección de la polea P de la técnica anterior en otro plano que comprende el borde lateral 18 de la carena de cabecera 13a situado a la derecha del plano M en la figura 5, ya que el cable 1 ha sido, alzado, es decir, tirado según la flecha representada en la figura 5 entre la figura 5 y la figura 6b, haciendo avanzar la carena destacable 13a en la garganta. La garganta de la polea presenta una sección en V que presenta una abertura comprendida entre 20 ° y 50 °. El fondo de la V presenta una forma sustancialmente complementaria del borde de ataque, de forma que cuando una carena penetra en la polea borde de ataque hacia arriba, las carenas siguientes conectadas a esta carena también van a tomar esta orientación durante el arrollamiento del cable. En cambio, si una carena de cabecera 13a llega borde de fuga hacia la garganta 105, como es este el caso en la figura 6a, la garganta es demasiado estrecha para que la carena se voltee borde de fuga hacia arriba por el efecto de la tracción del cable con respecto a la garganta de la polea a lo largo de su eje. La tensión del cable obliga a la carena de cabecera 13a a descender hacia el fondo de la garganta. En efecto, durante la tracción del cable a lo largo de su eje en la polea, desarrolla una fuerza, sobre la carena, orientada según la línea de acción de fuerza indicada por la flecha en la figura 6a. Ahora bien, si la carena no está dimensionada para resistir esta sollicitación, se deforma y se rompe (o se deteriora), como se representa en la figura 6b.

25 Con el fin de paliar estos inconvenientes, la invención tiene como propósito confiar una función de volteo de las carenas alrededor del eje del cable a la propia polea.

30 Para este propósito, la invención consiste en prever un conjunto de remolque que comprende un dispositivo de guiado del cable dispuesto corriente abajo del cabrestante visto del extremo del cable destinado a estar en inmersión, comprendiendo el dispositivo de guiado una primera garganta cuyo fondo está formado por el fondo de la garganta de una polea, estando la primera garganta configurada de manera que permita hacer bascular una carena del carenado, por rotación de la carena alrededor del eje del cable x por el efecto de la tensión del cable, desde una posición volteada en la que la carena está orientada borde de fuga (o cola) hacia el fondo de la primera garganta, hasta una posición aceptable en la que está orientada borde de ataque (o protuberancia) hacia el fondo de la primera garganta, es decir, borde de fuga hacia el exterior de la garganta. Las dimensiones y la forma del perfil de la primera garganta, en concreto, la anchura de la primera garganta y la curvatura del perfil de la primera superficie curva (que se definirá ulteriormente) en el plano radial están determinadas en función del radio R de la polea de la longitud máxima CAR, tomada paralelamente a la cuerda que separa el borde de fuga BF de las carenas del carenado, del eje x del elemento alargado 1, de la longitud de cuerda LC de las carenas y del espesor máximo E de las carenas, de forma que permita hacer bascular la carena de la posición volteada a la posición aceptable.

35 Cuando el borde de fuga (o cola) está orientado hacia el fondo de la primera garganta, esto significa que el borde de

5 fuga (o el extremo fino de la cola) está situado a una distancia más escasa que el borde de ataque (o que la protuberancia) del eje de la polea xp. El eje de la polea es el eje alrededor del que pivota la polea con respecto al cabrestante, es decir, con respecto a la parte fija del cabrestante. Ventajosamente, el eje de la polea es sustancialmente horizontal, es decir, está destinado a extenderse paralelamente a la superficie del agua por estado de mar tranquilo cuando el dispositivo de remolque está fijado sobre una construcción naval o buque. El fondo 26 de la garganta de la polea forma un círculo de radio R cuyo centro se encuentra sobre el eje de la polea.

10 En la figura 7, se ha representado una sección de la polea P de la figura 5, en el plano radial BB de la polea P, en el caso donde la polea P es una polea según un modo de realización preferente de la invención. Un plano radial de una polea es un plano que está formado por un radio r de la polea y el eje xp de la polea alrededor del que pivota la polea. El radio r presenta una longitud R.

La primera garganta 24 está delimitada por una primera superficie cuya sección en el plano radial BB es la primera curva cóncava 25 (curva en U representada en negrita en la figura 7). La primera curva cóncava 25 comprende un fondo 26 de la primera garganta 24. El fondo es el punto de la primera garganta 24 que está más cercano al eje xp de la polea.

15 En la figura 7, se ha representado, igualmente, una curva de referencia 28 en V. La curva de referencia 28 en V es la sección, en el plano radial BB, de una segunda superficie curva que delimita una segunda garganta de referencia 29 o segunda garganta virtual. El fondo de la segunda garganta, es decir, el fondo de la curva de referencia 28 es el fondo 26. El fondo V es el punto de intersección de las dos patas 31, 32 de la V.

20 Según la invención, la abertura de la V αv es al menos igual al doble de un ángulo umbral αs y la anchura del V lv , tomada según una recta d paralela al eje de la polea, es al menos igual a una anchura umbral ls dada por:

$$ls = 0,7 * lid$$

Donde

$$lid = 2(LC + E) * sen(\alpha s)$$

$$\alpha s = \alpha i * \frac{R}{R - CAR}$$

25 lid es una anchura ideal de la V, donde αi es un ángulo límite superior a 45° e inferior a 90° , donde R es el radio de la polea y donde CAR (representada en la figura 4a) es la longitud máxima, que separa el borde de fuga BF de las carenas del carenado del eje del cable, tomada paralelamente a la cuerda CU de las carenas, donde LC es la longitud de cuerda de las carenas y E es el espesor máximo de las carenas.

30 En un modo preferente de la invención, la anchura de la V es al menos igual a lid. El volteo se hace, entonces, más fácilmente.

Ventajosamente, el ángulo límite αi está dado por la siguiente fórmula:

$$\alpha i = \pi/4 + \frac{1}{2} Arctan(Cf)$$

35 donde Cf es el coeficiente de frotamiento entre el material que forma la parte exterior de la cola de la carena y el material que forma la superficie que delimita la garganta de la polea. El material que forma la parte exterior de la cola de la carena es el material que forma la carena cuando está realizada con un único material.

40 En la realización de la figura 7, la primera curva 25 es coincidente con la segunda curva 28 en los puntos extremos 33, 34 de la segunda curva 28. Los puntos extremos 33, 34 de la segunda curva son los puntos de la segunda curva que están espaciados en la anchura lv según una recta paralela al eje de la polea xp. Delimitan la primera garganta y la segunda garganta según un eje paralelo al eje de la polea y según un eje paralelo al radio de la polea que pasa por el fondo 26. La primera curva 25 es, en cualquier punto comprendido entre cada uno de los puntos extremos 33, 34 y el fondo 26, coincidente con la segunda curva o más cercana al eje de la polea xp que la segunda curva según el radio de la polea en el plano de corte BB.

45 Por consiguiente, para asegurar el volteo deseado, la primera curva cóncava 25 que delimita la primera garganta 24 puede presentar el perfil visible en la figura 7 o bien encontrarse, entre los puntos de extremo, en cualquier otro punto que no sea el fondo y los puntos de extremo 33, 34, debajo de la curva 28 y al menos a una distancia del eje igual a la distancia que separa el fondo de la polea del eje de la polea (Radio R de la polea). Dicho de otra manera, la primera curva cóncava se sitúa en cualquier punto en el espacio delimitado por la curva 28, pasando la recta d1 paralela al eje por el fondo 26 y pasando las rectas d3 y d4 paralelas al radio r por los puntos 33 y 34.

50 La primera curva cóncava 25 es la curva que delimita la primera garganta 24 destinada a recibir el cable carenado en un plano radial (véase figura 7).

En la figura 14, se ha representado en trazos punteados, en un plano radial una porción 250 de una primera curva cóncava que respeta una característica ventajosa de la invención. La carena 13 se extiende borde de ataque perpendicular al plano radial. Esta característica es la siguiente: la primera curva cóncava está definida en un plano radial BB de la polea de forma que, cuando la carena se extiende borde de ataque BA perpendicular al plano radial BB, sea cual sea la posición de una carena en la primera garganta 24, cuando la protuberancia 14 de la carena 13 está en apoyo sobre la primera curva cóncava y el cable 1 ejerce sobre la carena 13, en el plano radial, un esfuerzo de presión de la protuberancia de la carena contra la polea, dicho esfuerzo de presión F_p que comprende una componente CP perpendicular al eje de la polea y una componente lateral CL (es decir, paralela al eje de la polea), el borde de fuga BF de la carena 13 no está en contacto con la primera curva cóncava o está en contacto con una parte 251 de la primera curva cóncava que forma, con una recta dp del plano radial perpendicular al eje xa que se extiende desde el eje del cable x hasta el borde del fuga de la carena, un ángulo y al menos igual a un ángulo de deslizamiento α . El ángulo de deslizamiento está dado por la siguiente fórmula:

$$\alpha = \text{Arctan}(Cf)$$

Esta característica permite evitar que la carena bloquee el cable en la garganta cuando el cable se mueve lateralmente en la garganta, es decir, paralelamente al eje de la polea. En efecto, si se respeta esta condición angular, se asegura un deslizamiento de la carena en caso de empuje lateral del cable. Dicho de otra manera, una polea que presenta un perfil tal como el que se define con referencia a la figura 14, permite asegurar el volteo de la carena desde una posición volteada hasta una posición aceptable.

La primera curva cóncava 25 y, por consiguiente, el perfil de la primera garganta, la obtiene el experto en la materia por simulaciones a partir de esta definición.

En la práctica, para un ángulo α del orden de 10° , una primera curva que forma una línea curva que presenta en cualquier punto un radio de curvatura al menos igual a la mitad de la longitud de cuerda LC de la carena permite asegurar el deslizamiento de la carena en caso de empuje lateral del cable. Una línea curva es una línea desprovista de ángulo vivo o sobresaliente (en el sentido matemático del término). En efecto, si se traza, como es visible en la figura 15, un círculo Cr que pasa por la protuberancia de la carena 14 y el borde de fuga BF de la carena 13 cuya tangente T al nivel del borde de fuga forma un ángulo α con la recta dp, el radio RA de este círculo es aproximadamente igual a un 55% de la longitud de cuerda LC de la carena, lo que es superior al valor de un 50% por el que se opta más arriba. Ventajosamente, las dimensiones y la forma del perfil primera garganta están determinadas, de forma que permitan hacer bascular una carena de referencia que presenta una longitud máxima CAR, tomada paralelamente a la cuerda que separa el borde de fuga BF de las carenas del carenado, una longitud de cuerda LC de las carenas y un espesor máximo E y eventualmente en función del coeficiente de frotamiento CF entre la carena de referencia y la polea. Estas dimensiones y perfil están definidos ventajosamente de forma que aseguren la basculación de la carena desde una posición volteada hasta una posición aceptable sin deformar esta carena de referencia.

En la realización de la figura 7, la anchura de la primera garganta l_{gb} es igual a la anchura de la V lv. Como variante, la primera garganta se extiende más allá de los puntos extremos. Puede comprender la garganta de la polea únicamente o comprender la garganta de la polea y estar delimitada, a cada lado de la polea por unos deflectores o placas verticales (es decir, perpendiculares al eje de la polea) o sustancialmente verticales. La primera garganta puede, además, ser la garganta de la polea que comprende, más allá de la V o por encima de la V unas paredes verticales (es decir, perpendiculares al eje de la polea) o sustancialmente verticales. Las paredes y placas tales como se definen permiten impedir que el cable abandone la primera garganta en caso de oscilación lateral.

En la realización de la figura 7, la primera garganta es la garganta 24 de la polea. Como variante, la primera garganta comprende la garganta de la polea. El fondo de la primera garganta es el fondo de la garganta de la polea. En cambio, la primera garganta se extiende más allá de la garganta de la polea. Está delimitada, por ejemplo, al menos de un lado de la polea con respecto a un plano perpendicular al eje de la polea, por un deflector o una placa. El deflector o placa puede ser fijo con respecto a la polea o móvil en rotación con respecto a la polea alrededor del eje de la polea. Ventajosamente, la primera garganta comprende unos bordes laterales que permiten limitar la oscilación lateral del cable. Los bordes laterales pueden extenderse completamente dentro de la parte situada entre los dos puntos extremos o bien parcialmente y extenderse también parcialmente más allá de estos puntos.

La polea, y más precisamente la garganta de la polea, presenta un perfil constante. Dicho de otra manera, es el mismo según todos los planos radiales de la polea.

La primera curva 25 y la segunda curva 28 son simétricas con respecto a un plano perpendicular al eje xp de la polea y que comprende un radio de la polea que pasa por el fondo 26. Este plano es, entonces, el plano mediano de la garganta.

En este momento, vamos a explicar de manera más precisa cómo se ha obtenido el perfil de polea según la invención tal como se representa en la figura 7. El solicitante ha partido de la constatación de que hay que abrir la V de la figura 6a para que la cola pueda despejarse sobre el lado durante el arrollamiento del cable. En la figura 8a, se ha representado una sección parcial de una polea 40 según un segundo modo de realización, en el plano M, que es un plano formado por una cara lateral 18 de la carena de cabecera 13a del segmento 12b que entra en contacto con la

5 polea. La cara lateral comprende el punto de la carena que entra el primero en contacto con la polea. La polea presenta un perfil en V abierta que permite obtener el volteo. En esta figura, la polea 40 comprende una garganta 44 en V. La carena destacable 13a está en apoyo sobre una primera pata de la V 45 borde de ataque hacia el fondo 46 de la garganta 44. La abertura de la garganta αg es tal que el ángulo formado entre la línea de acción de fuerza (representada por la flecha representada en la carena) y la segunda pata 47 αf es superior a 90° . En este caso, se da a la cola una vía de despeje que le permite voltearse según las flechas representadas en la figura 8a para adoptar la posición representada en la figura 8c pasando por la posición representada en la figura 8b siguiendo el movimiento indicado por las flechas por pivotamiento alrededor del eje del cable por la acción de la tensión del cable (ejercida según la línea de acción de fuerza) cuando el cable es arrastrado a lo largo de la garganta. Como es visible en la figura 10 8a, la dirección de la línea de acción de fuerza es sustancialmente paralela a la primera pata 45. Esto es por lo que la abertura de la V αg en el plano M, que es al menos igual al doble del ángulo límite αi es sustancialmente igual a αf . Por consiguiente, la abertura de la V αg es superior a 90° . Para tener en cuenta los frotamientos entre la cola de la carena y la superficie de la garganta, la abertura límite $\alpha g = 2 \cdot \alpha i$ es al menos igual a 95° y preferentemente al menos igual a 100° .

15 La característica angular no es suficiente para obtener el volteo bueno de las carenas. Es necesario que la anchura de la garganta l_{gm} , en el plano M, sea al menos igual a una anchura límite l_i que está dada por la siguiente fórmula:

$$l_{id} = 2(LC + E) * \text{sen } \alpha i$$

Ahora bien, como es visible en la figura 5, el perfil de la garganta de la polea en el plano BB es la proyección, obre un plano que forma un ángulo β con el plano M, del perfil de la garganta en el plano M. El ángulo β depende de la longitud CAR que es la longitud máxima que separa el borde de fuga BF de las carenas del carenado del eje del cable tomada paralelamente a la cuerda CU de la carena 13a. Está definido de la siguiente manera:

$$CAR = R - R \cos \beta$$

$$CAR = R(1 - \cos \beta)$$

$$\beta = \arccos\left(1 - \frac{CAR}{R}\right)$$

25 Por lo tanto, hay que corregir la V anteriormente definida por el sesgo introducido por el ángulo β . La abertura αv de la V formada por la segunda curva 28 en el plano BB es al menos igual a un ángulo umbral αs . El ángulo umbral αs está dado por la siguiente fórmula:

$$\alpha s = \frac{\alpha i}{\cos \beta}$$

De donde

$$\alpha s = \alpha i * \frac{R}{R - CAR}$$

Por consiguiente, la anchura de la V l_v en el plano BB es al menos igual a la anchura ideal l_{id} dada por la siguiente fórmula:

$$l_{id} = 2(LC + E) * \text{sen } \alpha s$$

35 La primera curva 25 que delimita la primera garganta 24 presenta al menos desde el primer punto de extremo 33 hasta el segundo punto extremo 34 una forma cóncava.

Puede presentar al menos desde el primer punto de extremo 33 hasta el segundo punto extremo 34 una forma de V o bien presentar varios ángulos vivos sobresalientes AS, como se representa en las figuras 9a y 9b. Dicho de otra manera, la curva forma sustancialmente una línea quebrada. En estas figuras, las curvas presentan un ángulo vivo o sobresaliente al nivel del fondo 26 y son simétricas con respecto al plano perpendicular al eje de la polea y que comprende un radio de la polea. Estos perfiles son más resolutivos para asegurar el volteo de las carenas que el perfil en V. Estos perfiles son ventajosamente, pero no necesariamente simétricos con respecto a un plano perpendicular al eje de la polea que pasa por el fondo 26. Como variante, la primera curva presenta unos ángulos vivos o sobresalientes y presenta una tangente sustancialmente paralela al eje de la polea x_p en el fondo. Entonces, el fondo es el punto de la curva situado sobre el plano mediano de la garganta.

45 Ventajosamente, como se representa en la figura 7, la primera curva 25 es, entre los puntos extremos 33, 34, una línea curva. Dicho de otra manera, se trata de una curva cóncava desprovista de ángulo vivo o sobresaliente (en el sentido matemático del término). Se habla de perfil en U. En otras palabras, la curva nunca comprende sustancialmente más de una tangente en un mismo punto. Su derivada es sustancialmente continua.

50 Cuando la primera garganta (o primera curva) presenta una sección en forma de V (primera curva en V), debe presentar una anchura al menos igual a l_{id} para que el volteo esté garantizado. Cuando la primera garganta (o primera

5 curva) presenta una sección tal que la primera curva es en U, entonces, puede presentar una anchura inferior que puede llegar hasta $0,7 \cdot lid$, ya que no presenta ángulos vivos en los que la cola de la carena pueda acuñarse. En este caso, la abertura de la V también puede ser inferior al ángulo umbral. Dicho de otra manera, la V debe presentar una anchura al menos igual a $0,7 \cdot lid$. En cambio, el volteo puede resultar más difícil que cuando la V presenta una anchura al menos igual a lid . Por debajo de este umbral, no se está seguro de que el volteo tenga lugar.

Ventajosamente, en el caso de una primera garganta que presenta un perfil en U, la primera garganta es en fondo de bañera. La garganta en fondo de bañera presenta la ventaja de asegurar una reorientación cierta y fluida de la carena y permite orientar la carena en una posición sustancialmente acostada en el fondo de la garganta.

10 Esto significa que la primera curva presenta una zona central, esta zona central presenta una anchura igual a $g \cdot lid$ donde lid es la anchura ideal y g está comprendida entre 0,7 y 1, entre los puntos extremos coincidentes con los puntos extremos de una curva de referencia en V 128 que presenta una anchura igual a $g \cdot lid$. La zona central está delimitada por las dos curvas (véase zona sombreada) 10:

- una curva superior SUP que presenta un primer radio de curvatura R1 radio igual a $\frac{1}{2} \cdot g \cdot lid$ que pasa por el fondo y cuyo centro está situado sobre una recta perpendicular al eje de la polea que pasa por el fondo,
- 15 - una curva inferior INF que comprende una porción central CENT que se extiende sustancialmente de manera paralela al eje de la polea simétrica con respecto a un plano perpendicular al plano radial que pasa por el fondo y que se extiende, a lo largo del eje de la polea sobre una primera anchura igual a $\frac{1}{2} \cdot g \cdot lid$ y que comprende, a ambos lados de la porción central CENT, unas porciones laterales LAT1 y LAT2 que conectan la porción central a los puntos extremos 133, 134 y que presenta un segundo radio de curvatura R2 igual a $\frac{1}{4} \cdot g \cdot lid$. Cada porción lateral se extiende sobre una anchura igual a $\frac{1}{4} \cdot g \cdot lid$ según el eje de la polea. Los centros de las porciones laterales son simétricos uno del otro con respecto al plano vertical PV que pasa por el fondo y perpendicular al eje de la polea xp

La zona central puede ser una de las dos curvas. La curva inferior es el modo de realización preferente de la invención.

25 Ventajosamente, la zona central de la primera curva está formada por una polea que presenta una garganta cuya anchura es la anchura de la zona central.

Ventajosamente, la primera curva comprende unas partes superiores que se extienden sustancialmente de manera perpendicular por encima de los puntos extremos de la V, de forma que impidan que el cable se salga de la primera garganta durante una oscilación vertical del cable. Estas placas están solidarizadas con la polea o pertenecen a la polea o son fijas con respecto al eje de la polea.

30 Las primeras curvas comprendidas entre la curva superior y la curva inferior presentan la ventaja de verificar la condición angular que permite evitar que la carena impida la oscilación lateral del cable.

En las figuras 11a a 11c se han representado, en unos planos sucesivos paralelos al plano M, unas orientaciones sucesivamente adoptadas por la cara lateral de la carena de referencia que comprende el primer punto a entrar en contacto con la polea, cuando se arrolla el cable. La carena 13a llega borde de fuga hacia abajo (figura 11a en el plano M) y cuando se tira del cable, pivota alrededor del eje del cable (véase figura 11b), por el efecto de la tensión del cable, hasta alcanzar la posición sustancialmente en llano en la que el borde de ataque está girado hacia el fondo de la garganta y el borde de fuga está girado hacia el exterior de la garganta (figura 11c). Este perfil permite facilitar y simplificar la basculación de una carena, ya que la porción central allanada de la garganta de la polea implica una distancia importante entre el eje de la reacción de la garganta de la polea sobre la carena (eje que va del borde de fuga hacia el centro de la porción de círculo formada por la porción central) y el eje de rotación de la carena (que se extiende según el eje del borde de fuga - hacia el eje del canal xc o eje del cable x), por el hecho de la distancia importante entre el eje del cable y el centro de la porción de círculo formada por la porción central. Este perfil permite, además, que el cable y su carenado que se han colocado sustancialmente en llano lleguen a apoyarse sin peligro sobre los flancos de la polea cuando el cable está solicitado lateralmente (es decir, paralelamente al eje de la polea) en caso de viraje del navío, por ejemplo. Si el cable y el borde de ataque del carenado están posicionados del lado bueno, permanecen ahí. Si están del lado malo, el perfil de la polea permite casi un volteo suavemente que permite que el cable (allí donde se asientan los esfuerzos) llegue a apoyarse contra el flanco de la polea. Este deslizamiento está presente, pero menos fluido, en las otras configuraciones de poleas.

50 En resumen, la polea según la invención y más generalmente el dispositivo de guiado según la invención permite asegurar el enderezamiento de una carena que toma apoyo sobre la polea con una orientación del borde de fuga hacia el fondo de la garganta de la polea y del borde de ataque en la vertical del borde de fuga. La carena conlleva consigo a las carenas a las que está conectada en rotación alrededor del cable, es decir, las carenas del mismo tramo. La polea según la invención permite, igualmente, enderezar las carenas de un cable organizado en un único tramo en el que las carenas están todas conectadas entre sí en rotación alrededor del cable en caso de rotura de una conexión intercarenas, por ejemplo, por el efecto de una torsión doble, lo que permite asegurar un paso del cable carenado por la polea sin deformación de las carenas. Permite, igualmente, enderezar la carena de cabecera de un carenado que comprende un único tramo que se extiende sobre una longitud inferior a la longitud del cable a partir del extremo destinado a estar en inmersión. También permite enderezar unas carenas de un cable carenado que comprende unas

carenas que son todas libres en rotación alrededor del cable unas con respecto a las otras. Además, permite, debido a su anchura, asegurar el guiado de un cable organizado en un único tramo que presenta una torsión remanente (torsión en inmersión muy prieta no resorbida en el paso de la polea) sin deformar las carenas, lo que no es posible con una polea en V estrecha.

- 5 El dispositivo de guiado según la invención es eficaz y sencillo, ya que no necesita la instauración de dispositivo seguidor de cable (es decir, adecuado para seguir el cable cuando se desplaza lateral y verticalmente con respecto a la polea).

10 La polea según la invención y, más generalmente, el dispositivo de guiado según la invención, debido a su perfil, no asegura un volteo de la carena hasta una situación en la que el borde de fuga está situado en la vertical del borde de ataque. Por ejemplo, en el caso de la polea en fondo de bañera, la carena se voltea en una posición en la que está sustancialmente en llano (borde de fuga ligeramente levantado hacia arriba). Por lo tanto, debe pivotar aproximadamente $\frac{1}{4}$ de giro frente a $\frac{1}{2}$ giro (si tuviera que adoptar la posición borde de fuga por encima y en la vertical del borde de ataque), lo que facilita la operación de enderezamiento de la carena por la polea.

15 Ventajosamente, el dispositivo de guiado comprende, entre el cabrestante y la polea, un dispositivo de enderezamiento que permite orientar las carenas que salen de la polea en dirección del cabrestante alrededor del eje del cable, de forma que presenten una orientación predeterminada con respecto al carrete del cabrestante, por ejemplo, borde de ataque hacia abajo y borde de fuga en la vertical del borde de ataque. Estos dispositivos no son eficaces realmente más que cuando se conoce perfectamente la posición del cable (y este es el caso a la salida de la polea).

20 En la realización de las figuras 4a y 4b, las carenas de los tramos presentan una sección constante, es decir, fija, a lo largo del borde de ataque. Por sección, se entiende el perfil de la carena en un plano transversal, es decir, un plano que se extiende perpendicularmente al borde de ataque BA, es decir, al eje del canal xc. Por sección constante, se entiende una sección que presenta sustancialmente la misma forma y las mismas dimensiones en todos los planos transversales, sean las que sean sus posiciones a lo largo del borde de ataque entre las caras laterales 17, 18. Dicho de otra manera, el borde de fuga BF es sustancialmente paralelo al borde de ataque BA sobre toda la anchura l de la carena. La anchura l de la carena es la distancia entre las dos caras laterales 17, 18 según un eje paralelo al borde de ataque BA.

El borde de fuga BF constituye un borde de apoyo paralelo al borde de ataque BA.

30 Como variante, como es visible en las figuras 12a a 12c, al menos una carena 130 del carenado es una carena biselada. Una carena biselada es una carena que comprende un borde de apoyo BAPa que comprende un primer borde de apoyo en bisel Bza con respecto al borde de ataque BAa, estando el bisel realizado de forma que la distancia entre el borde de ataque BAa y el primer borde de apoyo en bisel Bza, tomada según un eje perpendicular al borde de ataque BAa y al eje xc del canal 16 varía linealmente a lo largo del eje xc. Por primer borde de apoyo en bisel Bza, se entiende un primer borde de apoyo Bza que se extiende de manera longitudinal sustancialmente según una recta que está en sesgo o inclinada con respecto al borde de ataque BAa. Extendiéndose el primer borde de apoyo Bza longitudinalmente en un primer plano que contiene un plano o paralelo en plano definido por el borde de ataque BAa y la cuerda CU de la carena. Dicho de otra manera, el primer borde de apoyo Bza está en sesgo con respecto al borde de ataque BAa en este primer plano.

40 El borde de apoyo BAPa se extiende longitudinalmente entre dos extremos E1 y E2. El borde de apoyo BAPa está dispuesto de forma que la distancia entre el borde de apoyo BAPa y el borde de ataque BAa disminuye continuamente desde un primer extremo E1 del primer borde de apoyo Bza hasta una primera l cara lateral 180 de la carena más cercana al segundo extremo del primer borde de apoyo Bza que al primer extremo del borde de apoyo, según un eje paralelo al borde de ataque BA.

45 En la realización de la figura 12b, esta cara lateral 180 es la cara lateral de la carena 130a más alejada del extremo libre 6 del cable (visible en la figura 2) en el sentido inverso de la flecha. La otra cara lateral 170 es la cara lateral de la carena 130a más cercana al extremo libre 6 del cable. Esta característica permite facilitar el volteo de la carena 130 cuando entra en apoyo sobre la polea por su borde de fuga, durante el arrollamiento del cable, es decir, durante la tracción del cable con respecto al eje de la polea xp según la flecha f. En efecto, en la figura 12b, se ha representado la posición P', sobre la polea 4 de la figura 7, del punto donde la carena 130a entra en contacto con la polea 4 por el hecho de la tracción del cable con respecto al eje de la polea xp en el sentido de la flecha. Este punto está situado a una distancia B' (representado en la figura 12b) del cable 1 perpendicularmente al eje del cable x. Se ha representado, igualmente, la posición P, sobre la polea 4, el punto donde una carena 13 que hubiera tenido la forma representada en las figuras 4a y 4b habría entrado en contacto con la polea P. Este punto está situado a una distancia dB del cable 1 perpendicularmente al eje del cable x. La distancia dB' es inferior a la distancia dB, por consiguiente, el volteo de la carena está facilitado y, por consiguiente, el volteo de las carenas del tramo también está facilitado. Esto es válido en el caso de la polea de la invención, pero también en el caso de cualquier dispositivo de guiado, en particular, del tipo que permite modificar la orientación de la carena con respecto al dispositivo de guiado por rotación de la carena alrededor del eje del cable. En particular, el borde de apoyo en bisel permite facilitar la reorientación de una carena en cualquier dispositivo de guiado que permita modificar la orientación de la carena con respecto al dispositivo de guiado por rotación de la carena alrededor del eje del cable (o del canal) cuando la carena entra en apoyo sobre una superficie

de apoyo del dispositivo de guiado por el borde de apoyo. Dicho de otra manera, el borde de apoyo en bisel facilita, en particular, la reorientación de la carena por cualquier dispositivo de guiado que comprenda una superficie que se oponga a la tracción del cable carenado durante el arrollamiento o durante el desarrollamiento del cable. La invención funciona, por ejemplo, con unos dispositivos de guiado que permiten asegurar el seguimiento del cable en caso de oscilación lateral y/o vertical del cable. De manera general, la presencia de una carena biselada permite limitar los riesgos de deterioro del carenado, en concreto, en presencia de una torsión doble facilitando la basculación de una carena a su entrada en un dispositivo de guiado, lo que limita los riesgos de que el carenado se acuñe en el dispositivo de guiado.

Este modo de realización presenta, igualmente, una ventaja en el caso de una polea que presenta un perfil constante y, más particularmente, de una polea según la invención. En efecto, el punto de contacto P' está situado en un plano M' situado a una distancia D' más escasa que la distancia D a la que está situado el plano M (que comprende el punto P), con respecto al eje de la polea, paralelamente al eje del cable x. Por consiguiente, la garganta de la polea es menos profunda según el plano M' que según el plano M. En efecto, el perfil de la garganta en el plano M (o M') es la proyección del perfil de la garganta en un plano radial que pasa por el plano P (o respectivamente P') sobre el plano M (o respectivamente M') que forma un ángulo β (o respectivamente β' inferior a β) con el plano radial en el punto considerado. Ahora bien, el hecho de que la garganta sea menos profunda según el plano M' que según el plano M, implica que la polea es más llana según el plano M que según el plano M' al menos al nivel del fondo (es decir, al nivel de la porción central de la curva que delimita la garganta). Si la carena entra en contacto sobre la porción central de la polea en fondo de bañera, la porción central es más llana en el plano M' que en el plano M, dicho de otra manera, el radio de la superficie de contacto en el punto P es más importante en el plano M' que en el plano M, lo que facilita la basculación de la carena por el efecto de la tracción del cable con respecto al eje de la polea.

En la realización de la figura 12b, la carena biselada que comprende el bisel es la carena 130a de cabecera del tramo, es decir, la carena más alejada del extremo del cable destinado a estar en inmersión. Esto permite facilitar la basculación de la carena 130a durante el arrollamiento del cable y facilitar la basculación de todo el tramo 120, ya que la carena, que está conectada en rotación alrededor del cable a las otras carenas del tramo, conlleva a todas las carenas del tramo 120 en su movimiento alrededor del cable. La carena de cabecera 130a es una carena que es adyacente a solo otra carena 130b que pertenece al mismo tramo 120. El primer borde de apoyo Bza de la carena de cabecera 130a está dispuesto de forma que la distancia entre el borde de ataque BAa y el primer borde de apoyo en bisel Bza disminuye continuamente, a lo largo de un eje paralelo al borde de ataque BAa, desde un primer extremo E1 del primer borde de apoyo Bza hasta un segundo extremo E2 del primer borde de apoyo Bza más alejado de la otra carena 130b que el primer extremo E1, según el eje paralelo al borde de ataque BAa.

Como variante, la carena biselada es la carena de cola del tramo, es decir, la carena más cercana al extremo del cable destinado a estar en inmersión. Esto permite facilitar la basculación de la carena durante el desarrollamiento del cable (cuando la carena entra en apoyo sobre la polea del otro lado de la polea con respecto al eje de la polea) y facilitar la basculación de todo el tramo porque la carena (por propagación del movimiento de rotación sobre todo el tramo). La carena de cola es una carena que es adyacente a solo otra carena que pertenece al mismo tramo. El primer borde de apoyo está configurado de forma que la distancia entre el borde de ataque BAa y el primer borde de apoyo en bisel disminuye, a lo largo del borde de ataque BAa, desde un primer extremo del primer borde de apoyo frente a la otra carena hasta un segundo extremo del primer borde de apoyo más alejado de la otra carena que el primer extremo, según el eje paralelo a BAa. El otro extremo del primer borde de apoyo está más cercano a una cara lateral que el primer extremo del borde de apoyo. Este modo de realización, como el anterior, permite asegurar la basculación de todas las carenas de los tramos de carenado, sin tener que prever únicamente unas carenas biseladas sobre todo el carenado, lo que tendría como efecto limitar las prestaciones del carenado en cuanto a reducción de la resistencia.

Las otras carenas no son unas carenas biseladas. No comprenden un primer borde de apoyo en bisel. El borde de apoyo es el borde de fuga y es sustancialmente paralelo al borde de ataque sobre toda su longitud.

Ventajosamente, cada tramo comprende al menos una carena de extremo (de cabecera o de cola) que comprende un borde en bisel.

En una variante, un carenado que comprende un único tramo tal como se ha definido más arriba puede comprender una carena con un borde de apoyo en bisel. Este tramo se extiende, por ejemplo, sobre una longitud inferior a la longitud del cable a partir del extremo destinado a estar en inmersión. En este caso, la carena de cabecera del tramo es ventajosamente una carena que comprende un borde de apoyo biselado dispuesto como para la carena de cabecera anteriormente descrita.

En otra variante, el tramo se extiende sobre toda la longitud del cable.

En todas las configuraciones de carenado (del tipo que comprende un tramo, varios tramos o que comprende unas carenas todas libres en rotación unas con respecto a las otras alrededor del elemento alargado), todas las carenas podrían ser unas carenas biseladas. Esto permitiría facilitar la basculación de cada carena en caso de rotura de conexión intercarena corriente abajo de la carena vista de la polea, cuando las carenas están inicialmente conectadas. En el caso donde las carenas son libres en rotación unas con respecto a las otras, esto permite facilitar la basculación de cada carena a su llegada sobre un dispositivo de guiado. De manera más general, la carena biselada permite evitar

tener que conectar las carenas unas a las otras y, por lo tanto, permite limitar los costes del carenado y el tiempo de montaje del carenado.

Si se quiere facilitar la reorientación de las carenas en caso de arrollamiento del cable, el bisel se realiza de forma que la distancia entre el borde de ataque BA y el primer borde de apoyo en bisel disminuya, a lo largo del eje xc, desde el extremo del primer borde de apoyo más cercano al extremo del cable destinado a estar en inmersión hasta el extremo del borde de apoyo opuesto al extremo del cable destinado a estar en inmersión y, de manera inversa, si se desea facilitar la basculación durante el desarrollamiento del cable.

En la realización de las figuras 12a y 12b, el borde de apoyo BAPa es el borde de fuga BF. Comprende el primer borde de apoyo en bisel Bza y un segundo borde de apoyo Bla que se extiende paralelamente al eje x y está situado a una distancia fija del borde de ataque a lo largo del eje x. El primer borde de apoyo en bisel está conectado a la cara lateral 180 y al segundo borde de apoyo Bla, según la dirección del borde de ataque por unos redondeos de conexión o chaflanes. La longitud de cuerda máxima LC es la distancia entre este segundo borde de apoyo Bla y el borde de ataque. Como variante, el borde de apoyo no presenta un segundo borde de apoyo Bla que se extienda paralelamente al eje x. El bisel se extiende sustancialmente sobre toda la anchura de la carena y está ventajosamente, pero no necesariamente, conectado a las caras laterales por unos cantos matados de conexión o chaflanes.

Como es visible en las figuras 12c y 12d que representan unas secciones de la carena según unos planos respectivos N y Q, representados en la figura 12a, paralelos al borde de ataque y perpendicular a las caras laterales 170, 180, la carena comprende una primera porción espesa 130a1 visible en la figura 12c y una segunda porción delgada 130a2 que presenta un segundo espesor inferior al primer espesor e1 de la parte espesa. El segundo espesor e2 es sustancialmente igual al espesor del extremo de la cola 15 opuesto al extremo de la cola conectado a la protuberancia 14 de la carena. El primer borde comprende una primera porción Bza1 que se extiende en la primera porción espesa 130a1 de la carena y una segunda porción Bza2 que se extiende en la parte delgada. La primera porción del primer borde de apoyo Bza1 está conectada a las caras longitudinales 122, 123 por unos chaflanes respectivos 132, 133 respectivos. Dicho de otra manera, la carena comprende unos chaflanes que conectan la primera porción del primer borde de apoyo Bza1 a las caras longitudinales 122, 123 respectivas. Esto permite adelgazar el borde de fuga en la parte espesa de la carena y, por lo tanto, limitar los riesgos de que la carena llegue a acuñarse sobre el dispositivo de guiado. Como variante, los chaflanes se extienden sobre toda la longitud del primer borde de apoyo.

Como variante, la primera porción del borde de ataque Bza1 está conectada a las caras laterales por unas superficies abultadas respectivas. Por superficies abultadas se entiende unas superficies combadas convexas. Este modo de realización permite, igualmente, limitar el espesor del borde de apoyo. Como variante, las superficies combadas se extienden sobre toda la longitud del primer borde de apoyo. Los chaflanes y superficies combadas son dos soluciones técnicas no limitativas, permiten obtener la característica según la que al menos una primera porción del primer borde de apoyo Bza1 presenta un espesor e3 inferior al espesor de la carena en cualquier plano longitudinal paralelo al borde de ataque y perpendicular a las caras laterales de la carena que cruzan la primera porción del primer borde de apoyo Bza1. El espesor de la carena en un plano de corte es la distancia que separa la primera cara longitudinal 122 de la segunda cara longitudinal 123 según una dirección perpendicular a la cuerda CU en el plano de corte de la carena. Ventajosamente, la primera porción Bza1 presenta el mismo espesor que el segundo borde de apoyo Bla que se extiende paralelamente al eje x y está situado a una distancia fija del borde de ataque a lo largo del eje x.

En este momento, vamos a describir un borde de apoyo de una carena según un segundo modo de realización de la invención con referencia a la figura 13. Todo lo que se ha dicho sobre la implantación de la carena sobre un carenado, la configuración del carenado, sobre el espesor del borde de apoyo y sobre la disposición entre el primer borde de apoyo y el segundo borde de apoyo permanece válido.

En la figura 13, el borde de apoyo BAPb conecta las dos caras laterales 270, 280. La carena 230 está formada por dos partes 231, 232 adosadas a lo largo del primer borde de apoyo en bisel Bzb. La carena está configurada de manera que sea retenida en una configuración desplegada (visible en la figura 13), cuando está sometida al flujo hidrodinámico del agua, en la que las dos partes 231, 232 están dispuestas, una con respecto a la otra alrededor del primer borde de apoyo, de forma que la carena presenta un borde de fuga paralelo al borde de ataque y una sección constante a lo largo del borde de ataque. Dicho de otra manera, la longitud de cuerda es constante. La carena es retenida en la posición desplegada en tanto en cuanto que el par de pivotamiento relativo entre las dos partes alrededor de un eje formado por el primer borde de apoyo Bzb es inferior o igual a un umbral predeterminado. La dirección longitudinal del primer borde de apoyo es la dirección del eje formado por el borde de apoyo. El umbral es superior al par que puede ser ejercido por el flujo hidrodinámico del agua sobre la carena cuando la carena está en inmersión y eventualmente es arrastrada según el eje del borde de fuga, borde de ataque. La carena está configurada, igualmente, de manera que permita el pivotamiento relativo entre las dos partes 231, 232 alrededor del primer borde de apoyo Bzb (véase la flecha), cuando un par de pivotamiento relativo entre las dos partes 231, 232, aplicado alrededor del eje formado por el primer borde de apoyo Bzb excede el umbral, de forma que la carena de extremo pasa de la configuración desplegada a una configuración replegada alrededor del borde de apoyo. El eje formado por el primer borde de apoyo es un eje contenido en el primer borde de apoyo y paralelo al eje longitudinal del primer borde de apoyo. En la configuración replegada, la carena no presenta una sección constante y el borde de fuga no es paralelo al borde de ataque sobre toda su longitud. En la posición replegada, la carena está plegada según el primer borde de apoyo Bzb. En la posición desplegada, la carena está desplegada. Este modo de realización permite limitar o evitar

las reducciones de prestaciones en cuanto a reducción de la resistencia hidrodinámica de la carena facilitando al mismo tiempo la progresión de la carena en la polea y su volteo.

5 La primera parte 231 se extiende desde un lado del primer borde de apoyo delimitada por el primer borde de apoyo Bzb, el segundo borde de apoyo (si existe) Blb, el borde de ataque BA, una cara lateral 280 y la porción de la otra cara lateral 270 que se extiende entre el borde de ataque BA y el primer borde de apoyo Bzb.

La segunda parte 232 está delimitada por el primer borde de apoyo Bzb, la parte de la primera cara lateral 270 que se extiende desde Bzb hasta el borde de fuga BF y la parte del borde de fuga BF situada entre Bzb y la primera cara lateral 270.

10 La primera parte 231 está realizada, por ejemplo, de un material rígido y la segunda parte 232 está realizada de un material dúctil o flexible que no se deforma sustancialmente cuando el par de pivotamiento relativo entre las dos partes alrededor del primer borde de apoyo es inferior o igual al umbral y que se pliega cuando el par excede el umbral, en concreto, cuando el punto de intersección entre el borde de fuga y la primera cara lateral 270 entra en tope contra un dispositivo de guiado. La segunda parte puede, por ejemplo, estar realizada de poliuretano. La primera parte puede estar realizada de poliuretano con una rigidez superior a la de la segunda parte o bien de POM o de PET. Como
15 variante, las dos partes presentan una rigidez tal que no se deforman por el efecto de un par superior al umbral, pero están conectadas por una conexión pivote alrededor del primer borde de apoyo y la carena comprende un dispositivo de estabilización configurado para retener las dos partes en la posición relativa desplegada cuando el par de pivotamiento relativo es inferior o igual al umbral y de forma que permita la rotación entre las dos partes, de forma que pasen a la posición relativa plegada alrededor del primer borde de apoyo cuando el par rebasa el umbral. El dispositivo
20 de acoplamiento es, por ejemplo, un dispositivo que comprende un fusible o un muelle de compresión.

Ventajosamente, al menos una carena biselada o cada carena biselada está dimensionada de manera que sea más resistente a un esfuerzo de presión, aplicado según una dirección perpendicular al borde de ataque que conecta el
25 borde de ataque al borde de fuga, que las otras carenas del tramo considerado (que no están biseladas), o de manera más general que las otras carenas no biseladas. Esta característica permite limitar los riesgos de deformación y de rotura de las carenas cuando se acoplan en el dispositivo de guiado, se voltean y atraviesan este dispositivo de guiado. Para este propósito, esta carena está realizada, por ejemplo, con un material más duro que las otras carenas y/o comprende unas nervaduras que aseguran este refuerzo suplementario. Ventajosamente, el carenado comprende al
30 menos una carena de extremo biselada reforzada y que coopera con el dispositivo de inmovilización. Esto permite reducir los costes y eventualmente el peso del carenado, ya que una sola de la o de las carenas biseladas difiere(n) de las otras, siendo todas las otras idénticas.

La invención está relacionada, igualmente, con un conjunto que comprende un buque, estando el conjunto de remolque embarcado a bordo del buque. El buque está destinado a desplazarse a una velocidad nominal por un estado de mar nominal. El conjunto de remolque está instalado sobre el buque de modo que el punto de remolque esté situado a una altura nominal.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de remolque que comprende un elemento alargado carenado por medio de un carenado que comprende una pluralidad de carenas (13), comprendiendo las carenas un canal (16) destinado a recibir el objeto alargado y estando perfiladas de manera que reduzcan el arrastre hidrodinámico del objeto alargado al menos parcialmente en inmersión, estando dichas carenas (13) montadas pivotantes sobre el elemento alargado alrededor del eje longitudinal del canal (16), comprendiendo, además, el conjunto de remolque un dispositivo de remolque y de manejo destinado a arrastrar el elemento alargado carenado mientras que este último está parcialmente en inmersión, comprendiendo un cabrestante (5) que permite arrollar y desarrollar el elemento alargado carenado (1) a través de un dispositivo de guiado (4) que permite guiar el elemento alargado (1),
caracterizado porque el dispositivo de guiado comprende una primera garganta (24) cuyo fondo (26) está formado por el fondo de la garganta de una polea (4), estando la primera garganta (24) delimitada por una primera superficie (25) que presenta un perfil cóncavo en un plano radial de la polea, estando la anchura de la primera garganta y la curvatura del perfil de la primera superficie curva en el plano radial determinadas de manera que permitan hacer bascular la carena, por rotación de la carena alrededor del eje del elemento alargado x por el efecto de la tracción del elemento alargado con respecto al dispositivo de guiado según su eje longitudinal, desde una posición volteada en la que la carena está orientada borde de fuga hacia el fondo de la primera garganta, hasta una posición aceptable en la que está orientada borde de ataque hacia el fondo de la primera garganta.

2. Conjunto de remolque según la reivindicación anterior, en el que el dispositivo de guiado comprende una primera garganta (24) cuyo fondo está formado por el fondo (26) de la garganta de una polea (4), estando la primera garganta (24) delimitada por una primera superficie cóncava cuya sección en un plano radial de la polea es una primera curva cóncava (25) que comprende el fondo (26) coincidente con el fondo de una segunda garganta de referencia (29) delimitada por una segunda superficie curva cuya sección en el plano radial BB es una curva de referencia (28) en V, siendo la abertura de la V al menos igual al doble de un ángulo umbral α_s y la anchura de la V l_v , tomada según una recta d paralela al eje de la polea, es al menos igual a una anchura umbral l_s dada por:

$$l_s = 0,7 * lid$$

$$lid = 2(LC + E) * \text{sen}(\alpha_s)$$

$$\alpha_s = \alpha_i * \frac{R}{R - CAR}$$

donde α_i es un ángulo límite superior a 45° e inferior a 90° , donde R es el radio de la polea y donde CAR es la distancia máxima que separa el borde de fuga BF de las carenas del carenado del eje del elemento alargado tomada paralelamente a la cuerda CU de las carenas, donde LC es la longitud de cuerda de las carenas y E es el espesor máximo de las carenas, en el que la primera curva (25) coincide con la segunda curva (28) en dos puntos extremos (33, 34) de la curva de referencia (28), la primera curva (25) está en cualquier punto comprendido entre cada uno de los puntos extremos (33, 34) y el fondo (26) coincidente con la segunda curva (28) o más cercana al eje de la polea (xp) que la segunda curva (28) según el radio de la polea en el plano radial BB.

3. Conjunto de remolque según la reivindicación anterior, en el que el ángulo límite α_i está dado por la siguiente fórmula:

$$\alpha_i = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \text{Arctan}(Cf)$$

donde Cf es el coeficiente de frotamiento entre el material que forma la parte exterior de la cola de la carena y el material que forma la superficie que delimita la garganta de la polea.

4. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera garganta es la garganta de la polea.

5. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera curva cóncava (25) presenta un perfil en U entre los puntos extremos.

6. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las carenas comprenden una carena que comprende una protuberancia (14) que recibe el elemento alargado y que comprende un borde de ataque (BA), una cola (15) que presenta una forma ahusada que se extiende a partir de la protuberancia (14) y que comprende un borde de fuga (BF), siendo la sección de la primera superficie en el plano radial de la polea una primera curva cóncava, estando la primera curva cóncava definida en un plano radial (BB) de la polea de forma que, cuando la carena se extiende borde de ataque (BA) perpendicular al plano radial (BB), sea cual sea la posición de una carena en la primera garganta (24), cuando la protuberancia (14) de la carena (13) está en apoyo sobre la primera curva cóncava y que el elemento alargado (1) ejerce sobre la carena (13), en el plano radial, un esfuerzo de presión de la protuberancia (14) de la carena (13) contra la polea, dicho esfuerzo de presión F_p que comprende una componente CP perpendicular al eje de la polea y una componente lateral CL el borde de fuga (BF) de la carena (13) no está en

contacto con la primera curva cóncava o está en contacto con una parte (251) de la primera curva cóncava que forma, con una recta dp del plano radial perpendicular al eje xa que se extiende desde el eje del elemento alargado x hasta el borde del fuga de la carena, un ángulo γ y al menos igual a un ángulo de deslizamiento α . El ángulo de deslizamiento está dado por la siguiente fórmula:

$$5 \quad \alpha t = \text{Arctan}(Cf)$$

Donde Cf es el coeficiente de frotamiento entre el material que forma la parte exterior de la cola de la carena y el material que forma la superficie que delimita la garganta de la polea.

7. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera curva presenta un perfil en U y presenta una zona central, que presenta una anchura igual a g^*lid donde lid es la anchura ideal y g está comprendida entre 0,7 y 1, entre los puntos extremos coincidentes con los puntos extremos de la curva de referencia que presenta una anchura igual a g^*lid , estando la zona central delimitada por las dos curvas siguientes:

- una curva superior que presenta un primer radio de curvatura R1, radio igual a $\frac{1}{2} * g^*lid$ que pasa por el fondo y cuyo centro está situado sobre una recta perpendicular al eje de la polea que pasa por el fondo,
- una curva inferior INF que comprende una porción central CENT que se extiende sustancialmente de manera paralela al eje de la polea simétrica con respecto a un plano perpendicular al plano radial que pasa por el fondo y que se extiende, a lo largo del eje de la polea sobre una primera anchura igual a g^*lid y que comprende, a ambos lados de la porción central CENT, unas porciones laterales LAT1 y LAT2 que conectan la porción central a los puntos extremos 133, 134 y que presenta un segundo radio de curvatura R2 igual a $\frac{1}{4} * g^*lid$.

8. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las carenas son rígidas.

9. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el carenado comprende una pluralidad de tramos de carenado (12), comprendiendo cada tramo de carenado (12) una pluralidad de carenas (13) conectadas entre sí según el eje del elemento alargado y articuladas entre sí, siendo los tramos de carenado (12) libres en rotación alrededor del eje del elemento alargado unos con respecto a los otros.

10. Conjunto de remolque según la reivindicación anterior, en el que los tramos de carenado presentan unas alturas respectivas según el eje del canal, definidas en función de las firmezas angulares k de los tramos de carenado respectivos y en función de la longitud de cuerda LC de dichas carenas de dichos tramos respectivos de manera que impida la formación de una torsión completa sobre dichos tramos respectivos.

11. Conjunto de remolque según la reivindicación anterior, en el que los tramos de carenado presentan unas alturas respectivas inferiores a una altura máxima $hmáx$, tal que:

$$30 \quad hmáx \leq \frac{\pi * k}{F LC^2}$$

donde F es una constante entre 250 y 500.

12. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una carena que comprende un borde de ataque (BAa) y un borde de fuga (BAPa), comprende un borde de apoyo que comprende un primer borde de apoyo (Bza) en bisel con respecto al borde de ataque (BA), estando el primer borde de apoyo (Bza) dispuesto de forma que la distancia entre el borde de ataque (BAa) y el borde de apoyo (BAPa), tomada perpendicularmente al borde de ataque (BAa), disminuye continuamente, a lo largo de un eje paralelo al borde de ataque (BAa), desde un primer extremo (E1) del primer borde de apoyo (Bza) hasta un segundo extremo del primer borde de apoyo (E2), estando dicha carena denominada carena biselada.

13. Conjunto de remolque según la reivindicación anterior, en el que el borde de apoyo está dispuesto de forma que la distancia entre el borde de apoyo (BAPa) y el borde de ataque (BAa) disminuye continuamente, a lo largo de un eje paralelo al borde de ataque (BAa), desde el primer extremo (E1) del primer borde de apoyo (Bza) hasta una primera cara lateral (180) de la carena más cercana al segundo extremo del primer borde de apoyo (Bza) que al primer extremo del primer borde de apoyo.

14. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en el que el borde de apoyo es el borde de fuga.

15. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que la carena biselada está dimensionada de manera que sea más resistente a un esfuerzo de presión aplicado según una dirección perpendicular al borde de ataque y que conecta el borde de ataque al borde de fuga, que las otras carenas.

16. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en el que la carena biselada comprende dos partes (231, 232) adosadas a lo largo del primer borde de apoyo (Bzb), estando la carena configurada de manera que esté retenida sustancialmente en una configuración desplegada cuando está sometida al flujo hidrodinámico del agua, estando las dos partes (231, 232) dispuestas, una con respecto a la otra alrededor del primer borde de apoyo (Bzb), de forma que la carena presenta un borde de fuga paralelo al borde de ataque (BA) y una

5 sección constante a lo largo del borde de ataque y está configurada de manera que permite el pivotamiento relativo entre las dos partes (231, 232) alrededor del primer borde de apoyo (Bzb) cuando un par de pivotamiento relativo entre las dos partes (231, 232) aplicado alrededor de un eje formado por el primer borde de apoyo (Bzb) excede un umbral predeterminado de forma que la carena pasa de la configuración desplegada a una configuración replegada alrededor del borde de apoyo.

10 17. Conjunto de remolque según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15 cuando dependen de la reivindicación 9, en el que al menos un tramo entre dichos tramos comprende al menos una carena de extremo adyacente a solo otra carena que pertenece a dicho tramo que presenta un borde de apoyo que comprende un primer borde de apoyo (Bza) en bisel con respecto al borde de ataque (BA), estando el primer borde de apoyo (Bza) dispuesto de forma que la distancia entre el borde de ataque (BA) y el primer borde de apoyo (Bza), tomada perpendicularmente al borde de ataque (BA), disminuye continuamente, a lo largo de un eje paralelo al borde de ataque, desde un primer extremo (E1) del primer borde de apoyo (Bza) hasta un segundo extremo (E2) del primer borde de apoyo (Bza) más alejado de la otra carena (130b) que el primer extremo (E1), según el eje paralelo al borde de ataque.

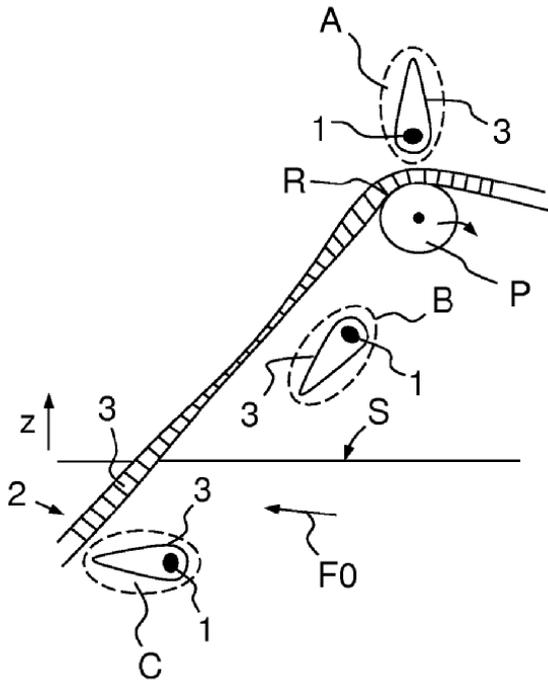


FIG. 1A

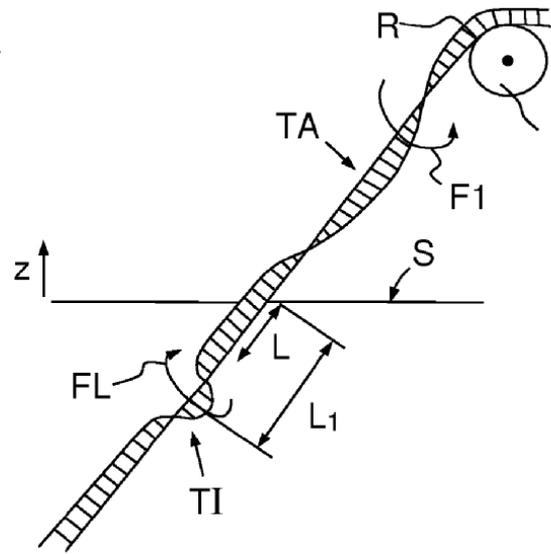


FIG. 1B

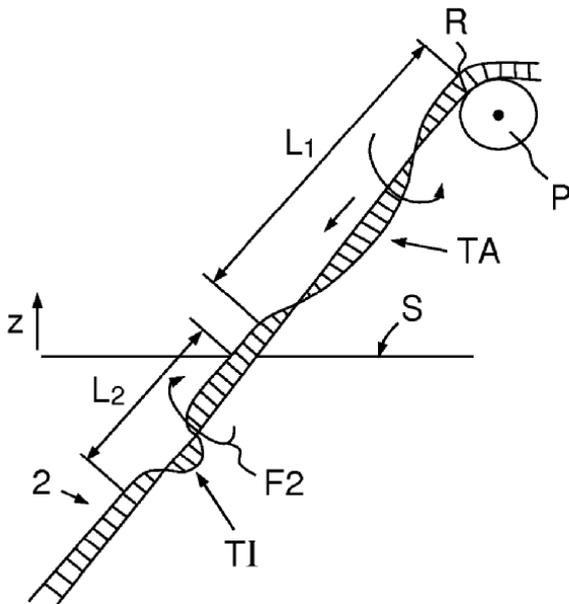


FIG. 1C

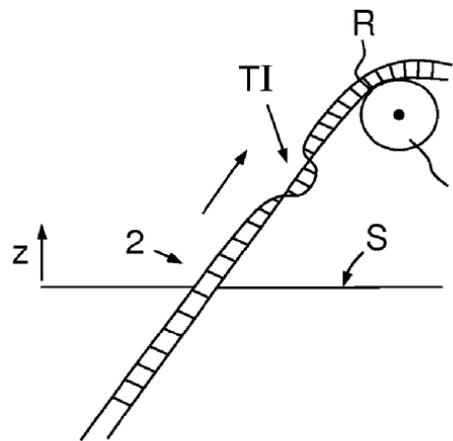
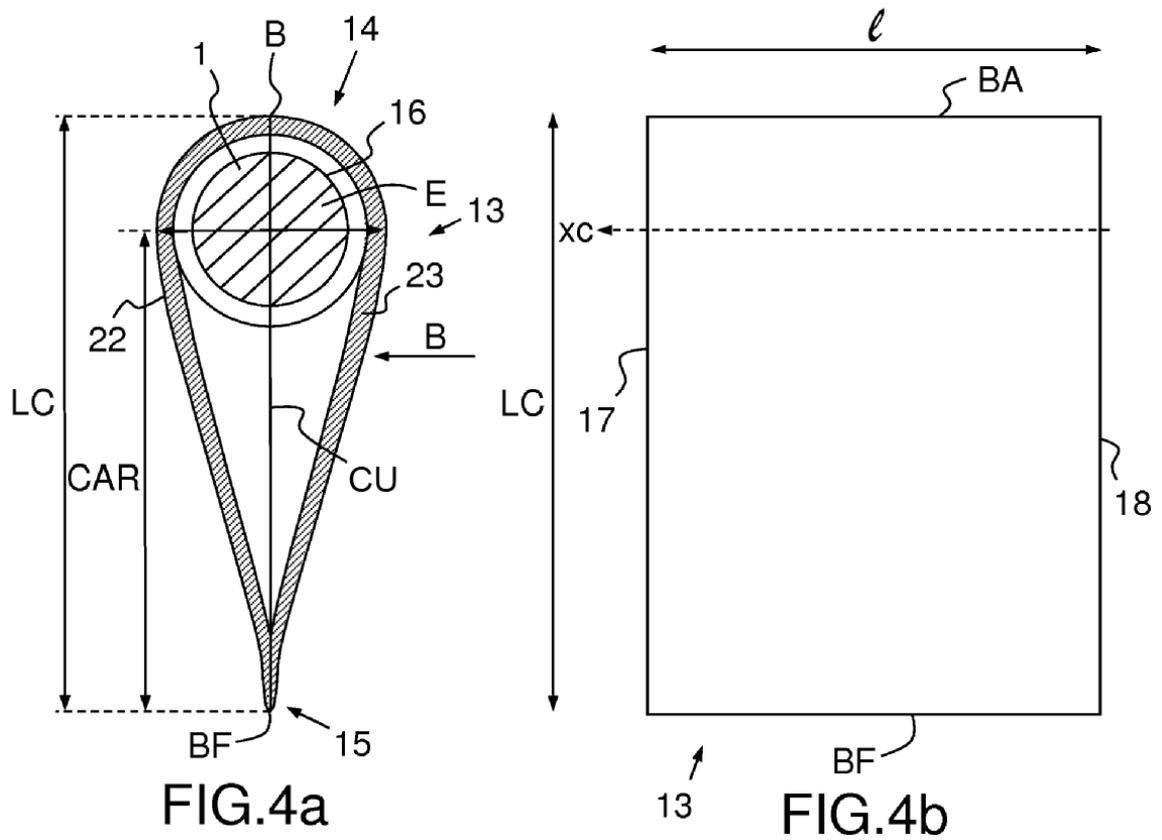
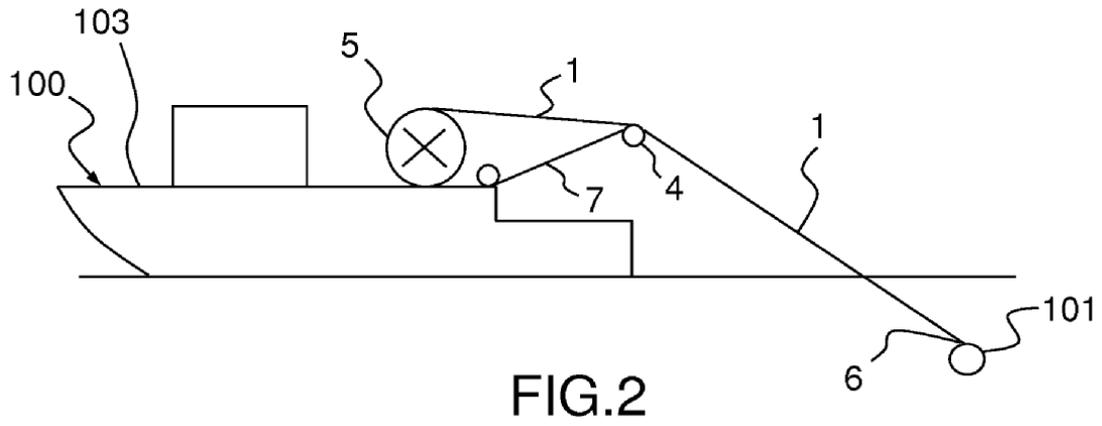


FIG. 1D



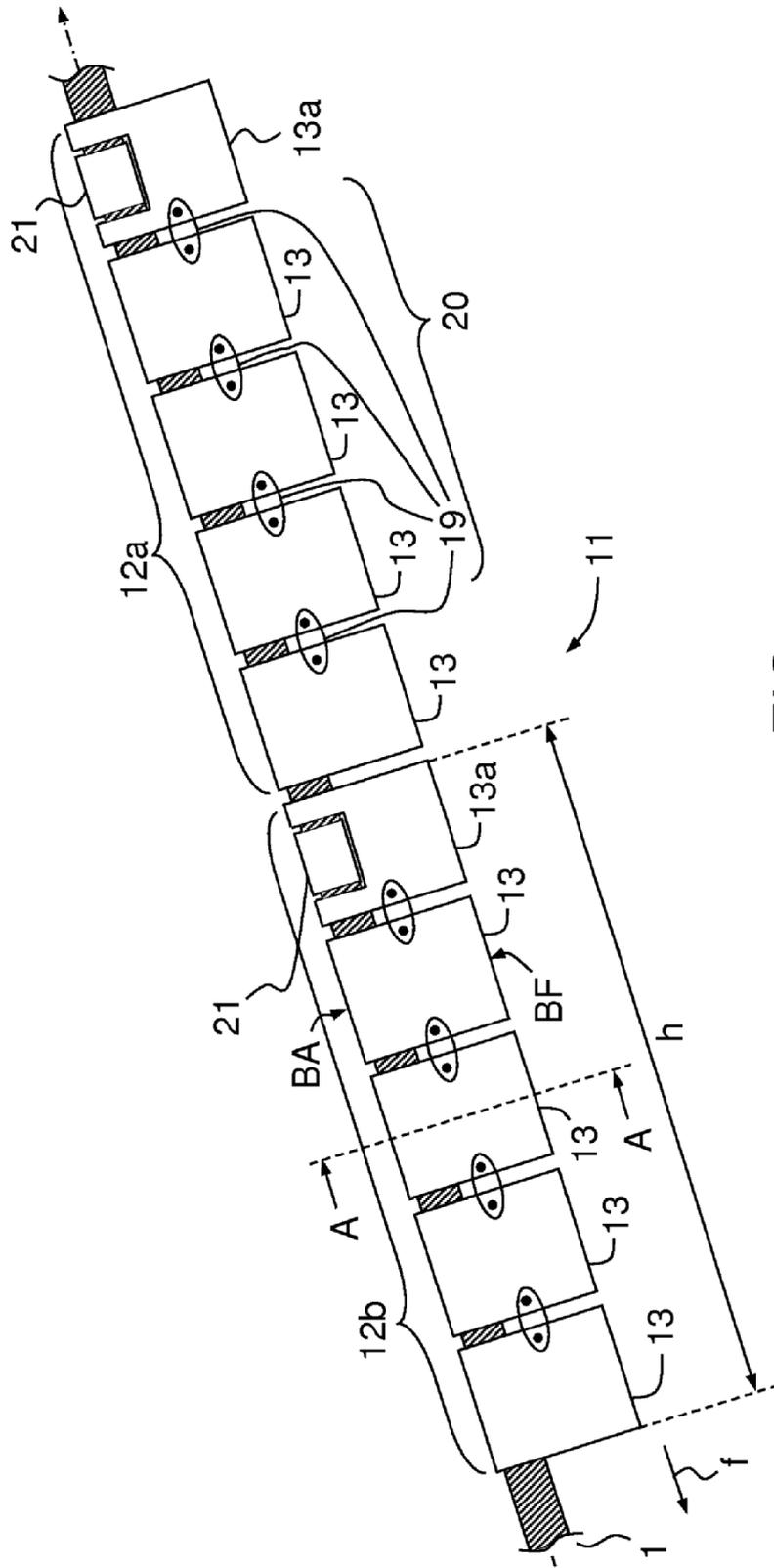


FIG.3

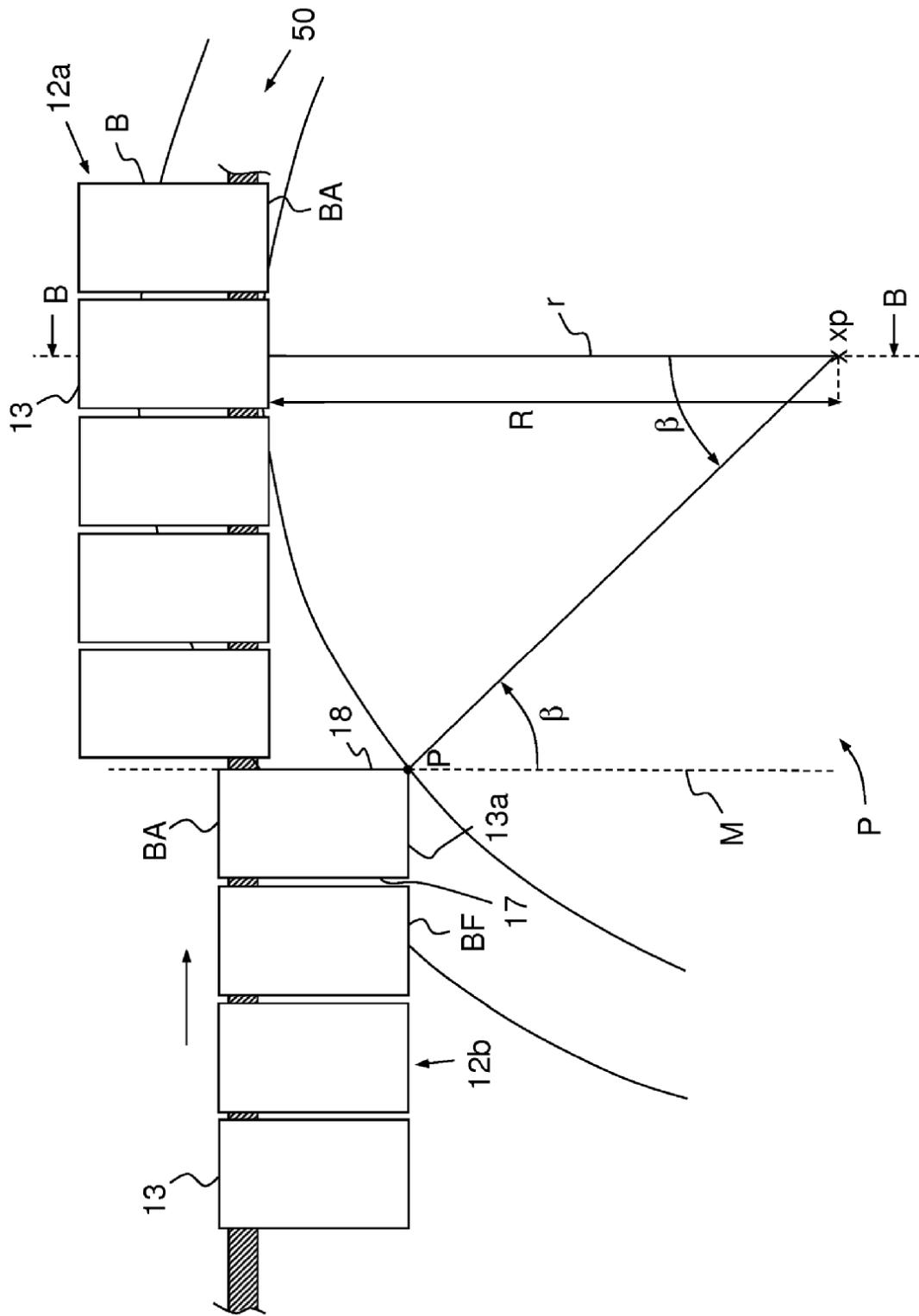
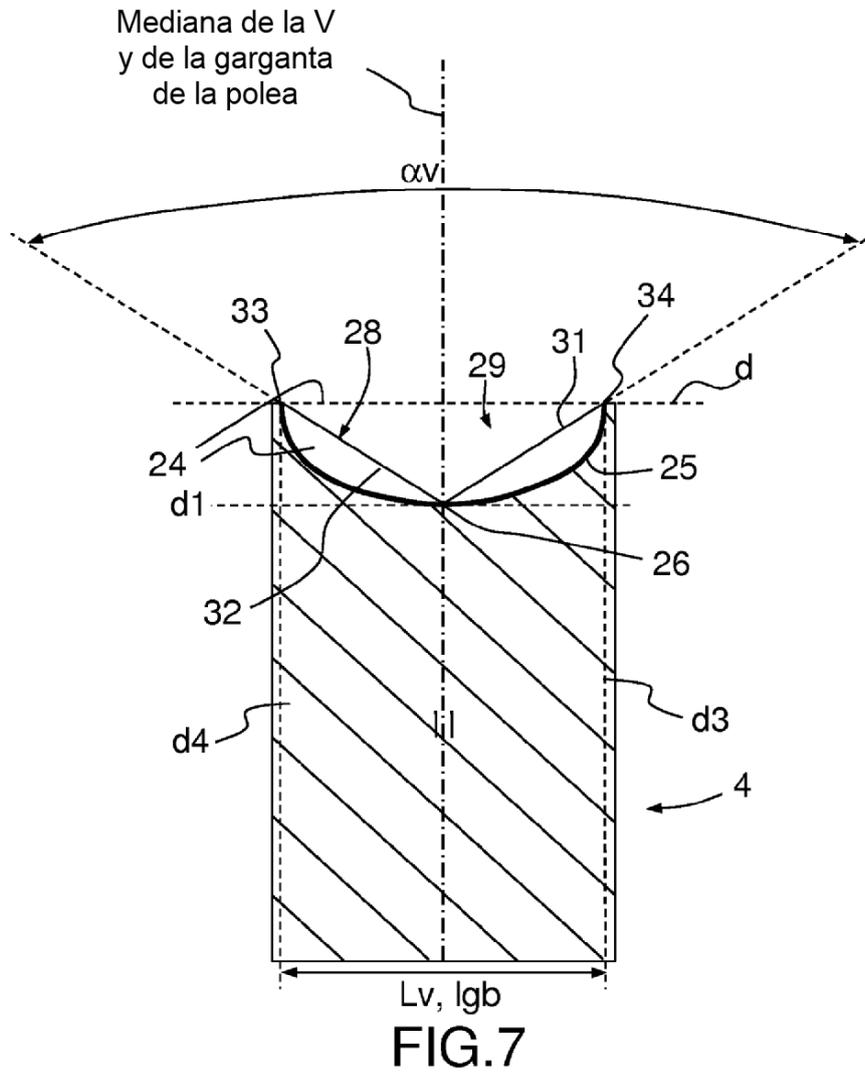
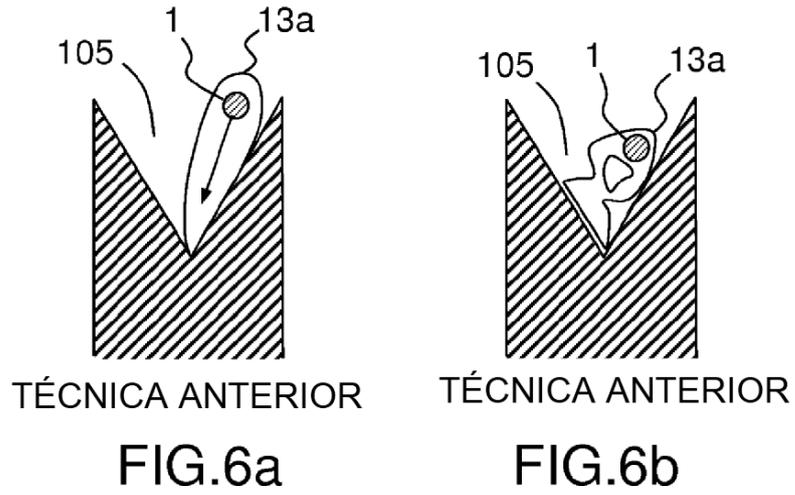
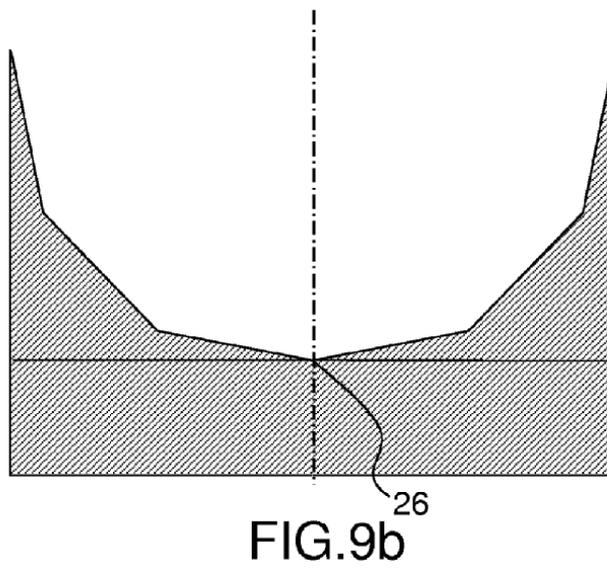
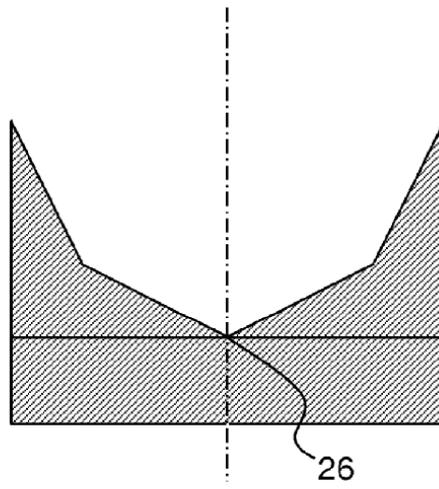
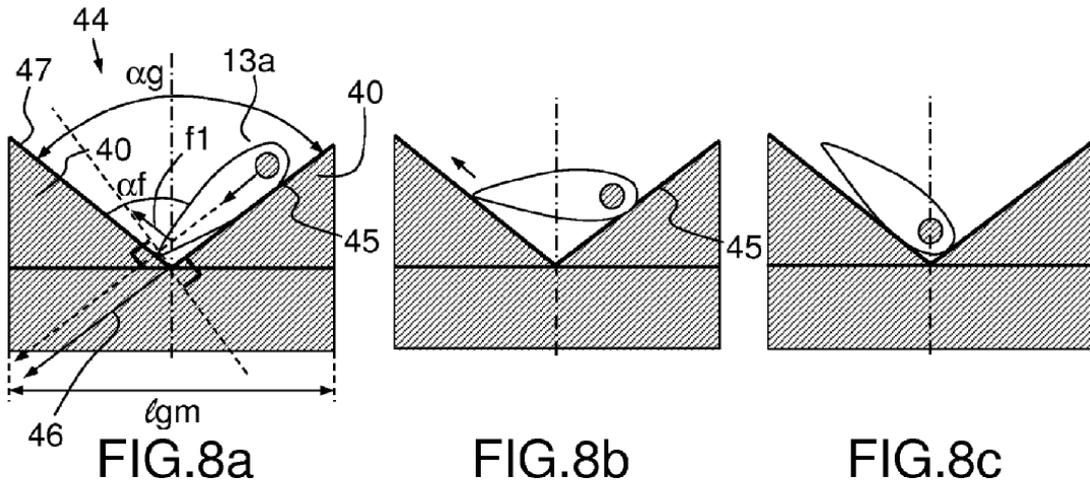
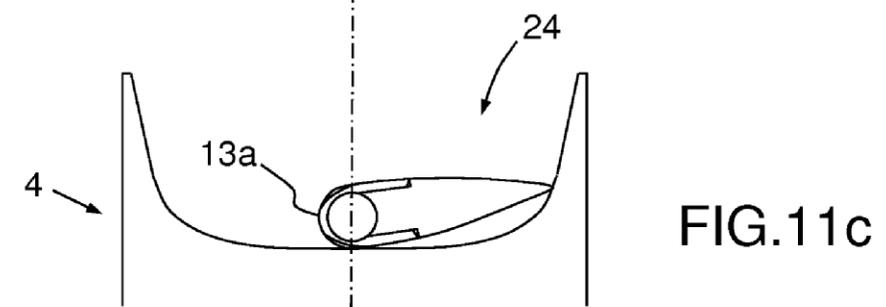
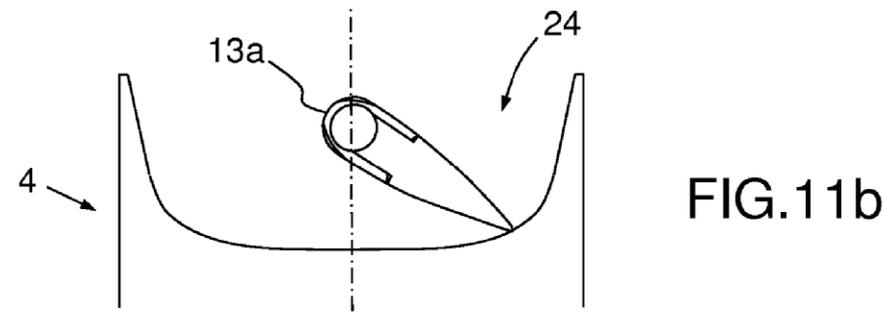
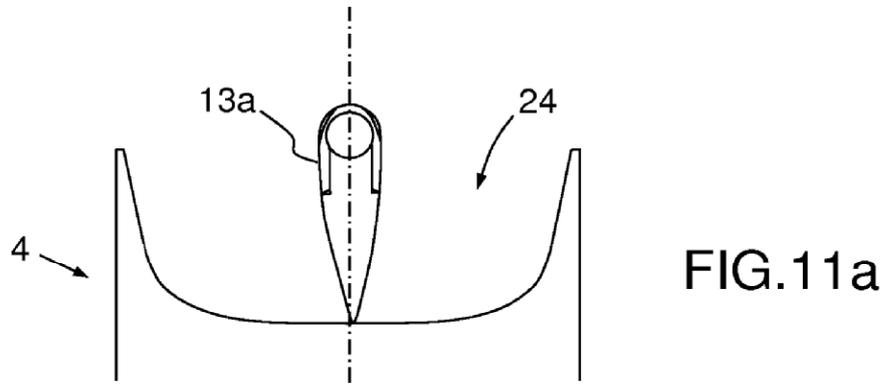
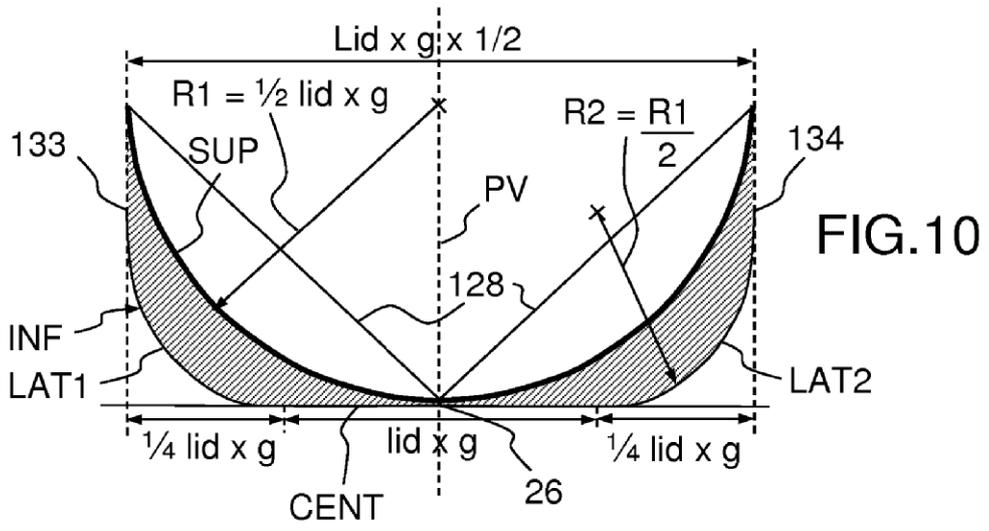


FIG.5







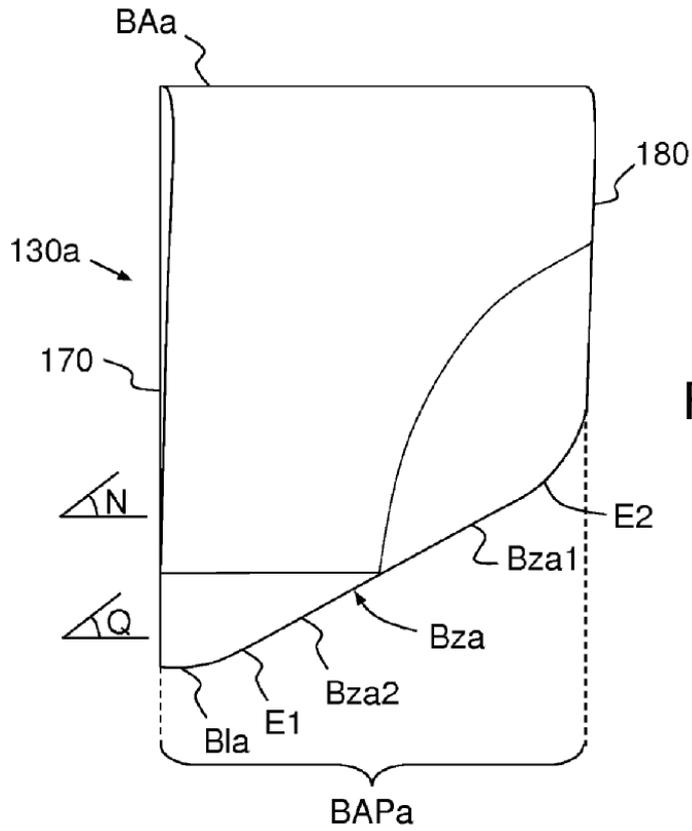


FIG.12a

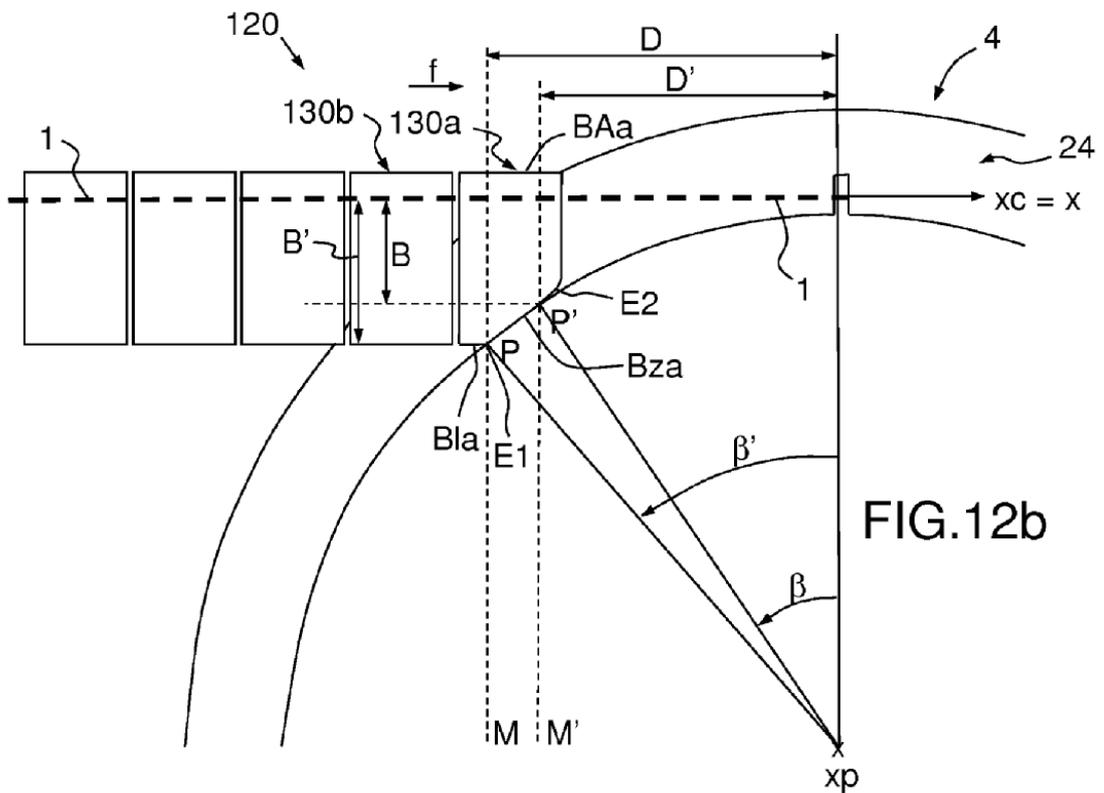


FIG.12b

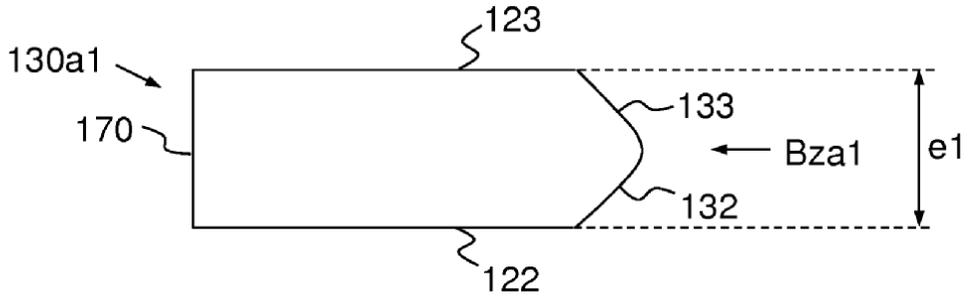


FIG.12c



FIG.12d

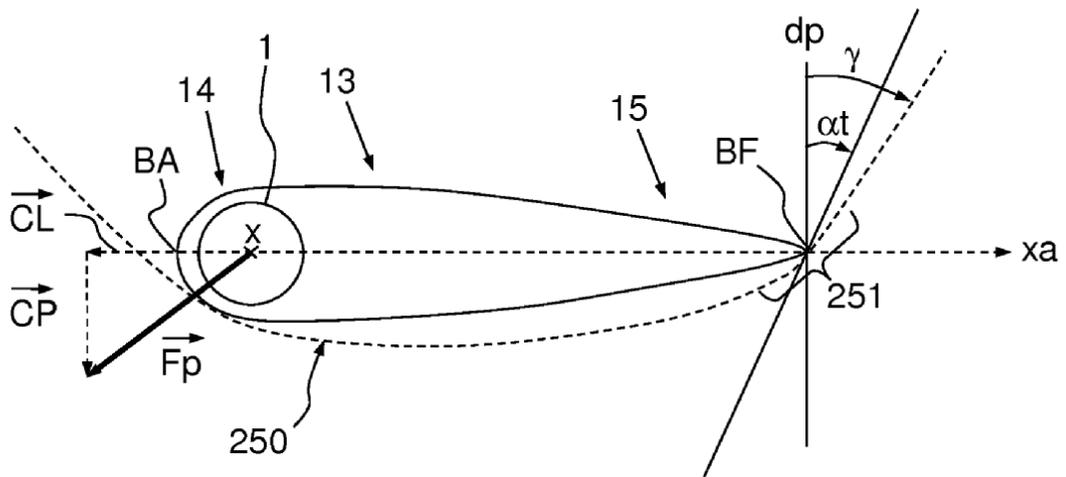


FIG.14

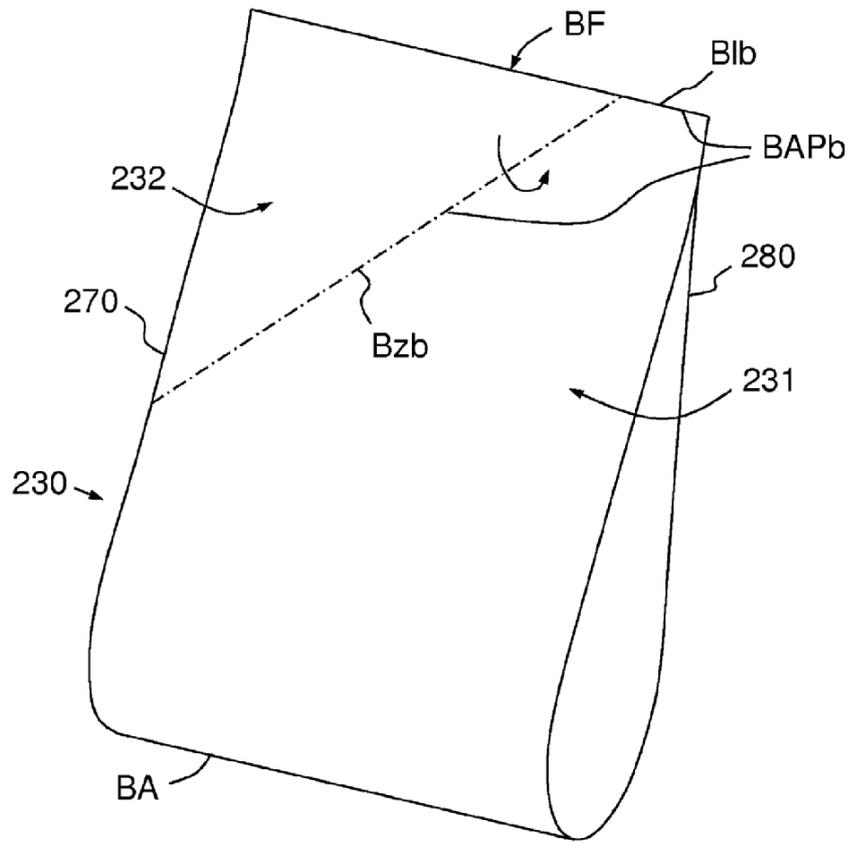


FIG.13

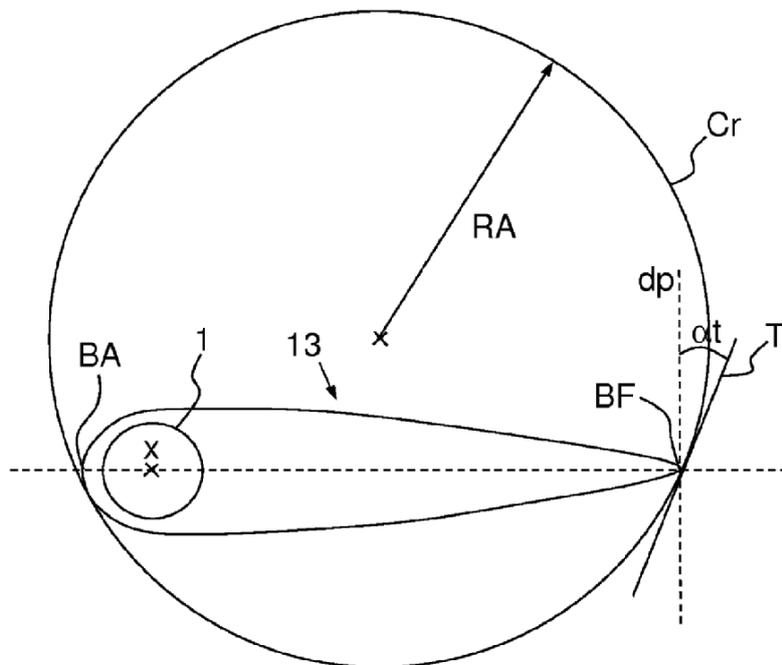


FIG.15