

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 349**

51 Int. Cl.:

D07B 1/14 (2006.01)

D07B 1/18 (2006.01)

F16G 11/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2016** **PCT/NL2016/050793**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017** **WO17086778**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2016** **E 16810491 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3377694**

54 Título: **Cable con un primer y un segundo guardacabos y al menos un hilo, y método para producir un cable de bobinado sin fin**

30 Prioridad:

19.11.2015 NL 2015822

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.09.2023

73 Titular/es:

CABIN AIR GROUP B.V. (100.0%)
Bokkewiel 6
8502 TX Joure, NL

72 Inventor/es:

VAN DER SCHUIT, RINZE JAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 949 349 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

Cable con un primer y un segundo guardacabos y al menos un hilo, y método para producir un cable de bobinado sin fin

La invención se refiere a un cable según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Un cable de este tipo se puede utilizar en distintos tipos de industria, incluyendo, pero no limitado a, la de alta mar, la minería, la elevación de cargas pesadas y la construcción. En alta mar, un cable de este tipo se puede utilizar como línea de amarre para una instalación flotante de exploración o producción de petróleo, o para un aerogenerador flotante. En la minería y la elevación de cargas pesadas, tal cable se puede utilizar como péndulo para una grúa. En la construcción, tal cable se puede utilizar como elemento de tensión en un puente o como cable de suspensión de un tejado.

Un cable de este tipo se conoce a partir del documento WO-A1-2005/075286, que describe un cable que se utiliza como estay para veleros. El estay comprende fibras plásticas portantes que se extienden entre un primer y un segundo guardacabos y giran alrededor de estos guardacabos formando una pila de fibras.

15 El documento JP-2014/218335 describe un cordón colgante que incluye un guardacabo en el que se forma una parte de ranura. Las hebras de fibra de carbono se colocan alternativamente en las partes de ranura de los dos guardacabos dispuestos a un intervalo predeterminado, respectivamente.

Una desventaja del cable conocido es que se desgasta más rápidamente de lo que cabría prever en base a las propiedades de las fibras y de la carga en el cable.

20 La invención pretende resolver este problema, o al menos proporcionar una alternativa. En particular, la invención pretende proporcionar un cable con una vida útil más larga.

Este objetivo se consigue mediante un cable según la reivindicación 1.

25 Un cable comprende un primer guardacabos y un segundo guardacabos, y al menos un hilo principal. El hilo principal comprende fibras de un primer tipo. El primer guardacabo y el segundo guardacabo se proporcionan en extremos opuestos del cable. El hilo principal se extiende desde el primer guardacabo hasta el segundo guardacabo, gira alrededor del segundo guardacabo, se extiende desde el segundo guardacabo hasta el primer guardacabo, y gira alrededor del primer guardacabo, de manera que el hilo principal forme vueltas alrededor del primer y segundo guardacabos. Cada guardacabo comprende una superficie de apoyo y contiene una pila de capas de vueltas del hilo principal. El cable comprende fibras de un segundo tipo, en donde el segundo tipo es diferente del primer tipo. Una pila que comprende al menos una primera capa de fibras del segundo tipo se encuentra sobre la superficie de apoyo de al menos uno del primer y segundo guardacabos. La pila de capas de vueltas del hilo principal está situada en la parte superior de la pila de las fibras del segundo tipo.

30 En el contexto de este documento, una vuelta de un hilo puede ser o bien un bucle semicontinuo o bien un bucle continuo. El término bucle semicontinuo se refiere al hecho de que el hilo tiene una longitud finita con extremos distintos, mientras que en un bucle continuo el hilo no tiene extremos. Así, en un bucle semicontinuo, al menos un hilo se enrolla alrededor del primer y segundo guardacabos una pluralidad de veces, formando una pluralidad de bucles alrededor de estos guardacabos, que no es completamente continua, ya que los extremos del hilo no están conectados entre sí. Dentro del contexto de este documento, un guardacabo se define como un anillo de cualquier forma y hecho de cualquier material alrededor del cual se hace girar al menos un hilo.

40 La invención se basa en el conocimiento de que los cables de este tipo que se someten a un gran número de ciclos de carga fallan después de un período prolongado, porque las cargas cíclicas variables dan como resultado un pequeño movimiento de las vueltas de la primera capa de hilos a lo largo de la superficie de apoyo del guardacabo. La repetición de este movimiento un gran número de veces da como resultado el desgaste y la rotura de los hilos de esta capa inferior. Después de que se rompan, la siguiente capa de hilos comienza a desgastarse, hasta que se han desgastado tantas capas que las capas restantes ya no pueden soportar toda la carga aplicada sobre el cable, y éste falla por completo. La pila de las fibras del segundo tipo evita el contacto directo entre el hilo principal y la superficie de apoyo. Como resultado, el hilo principal no se desgasta debido a los movimientos del hilo principal en relación con la superficie de apoyo. Las propiedades de las fibras del segundo tipo se eligen de manera que su desgaste sea menor que el del hilo principal.

45 Se observa que el documento JP-2010/239983 describe un artículo amortiguador que comprende una parte o la totalidad de una pieza de conexión que conecta un producto a un oponente a ser conectado, que tiene la propiedad de realizar una transformación irreversible, tal como la rotura, el alargamiento, etc., cuando se aplica a la pieza de conexión una carga establecida previamente de manera arbitraria, está compuesto por varios tipos de materiales constituyentes cuyas cargas establecidas cambiadas por etapas.

En una realización, las fibras del segundo tipo tienen un coeficiente de fricción relativo al material de la superficie de apoyo, por ejemplo acero inoxidable, que es inferior a un coeficiente de fricción relativo al material de la superficie de apoyo de las fibras del primer tipo. Gracias al menor coeficiente de fricción, cualquier movimiento entre el hilo auxiliar y la superficie de apoyo da como resultado que se genere menos calor y, por tanto, menos desgaste.

- 5 En una realización, las fibras del segundo tipo tienen un módulo de elasticidad más alto que el módulo de elasticidad de las fibras del primer tipo. Esto da como resultado un menor alargamiento del hilo auxiliar cuando el cable está sometido a una carga y, por tanto, un menor movimiento entre el hilo auxiliar y la superficie de apoyo cuando el cable está sometido a ciclos de carga.

- 10 En una realización, el cable comprende al menos un hilo auxiliar, que comprende las fibras del segundo tipo. El hilo auxiliar se extiende desde el primer guardacabo hasta el segundo guardacabo, gira alrededor del segundo guardacabo, se extiende desde el segundo guardacabo hasta el primer guardacabo, y gira alrededor del primer guardacabo, de manera que el hilo auxiliar forma vueltas alrededor del primer y segundo guardacabos, y la primera capa de las fibras del segundo tipo es una primera capa de vueltas del hilo auxiliar. Teniendo las fibras del segundo tipo en forma de hilo auxiliar y enrollando este también alrededor de los guardacabos, las fibras del segundo tipo se alargarán junto con los hilos principales bajo carga. Esto reduce el movimiento entre las fibras del segundo tipo y los hilos principales, dando como resultado un desgaste aún menor.

- 15 En una realización alternativa, el cable comprende una hoja hecha de fibras del segundo tipo. La hoja comprende al menos la primera capa de las fibras del segundo tipo, y se coloca sobre la superficie de apoyo de al menos uno del primer y segundo guardacabos. Dicha hoja se coloca fácil y rápidamente sobre la superficie de apoyo del guardacabo, después de lo cual puede iniciarse directamente el bobinado del hilo principal.

Cabe señalar que el documento GB-1495604 describe una eslinga que comprende una madeja alargada de múltiples vueltas de filamentos o hilos, insertada en un manguito protector de manera que los bucles sobresalen de cada extremo del manguito. Sobre los bucles se colocan manguitos protectores adicionales, de modo que estos bucles no puedan experimentar ningún efecto dañino externo. La eslinga puede estar provista de guardacabos.

- 25 En particular, la hoja fabricada con las fibras del segundo tipo es una hoja no tejida, una hoja tejida, una hoja trenzada o una hoja de punto.

- 30 En una realización, la pila de las fibras del segundo tipo comprende una pluralidad de capas, en particular al menos cinco capas, más en particular al menos diez capas, más en particular al menos veinte capas. Debido a que hay más de una capa de las fibras del segundo tipo, una o más de estas capas pueden desgastarse antes de que surja el contacto directo entre el hilo principal y la superficie de apoyo. Esto aumenta aún más la vida útil del cable.

- 35 En una realización, una altura total de la pila se define como la distancia desde la primera capa de las fibras del segundo tipo hasta una última capa de vueltas del hilo principal, y una altura de la pila de las fibras del segundo tipo es al menos el 1%, en particular al menos el 2%, más en particular al menos el 5%, de la altura total de la pila. Esto aumenta la vida útil del cable, debido a que la pila de las fibras del segundo tipo se desgasta antes de que surja el contacto directo entre el hilo principal y la superficie de apoyo.

- 40 En una realización, la altura total de la pila se define como la distancia desde la primera capa de las fibras del segundo tipo hasta la última capa de vueltas del hilo principal, y la altura de la pila de las capas de las fibras del segundo tipo es inferior al 25%, en particular inferior al 15%, y más en particular inferior al 10% de la altura total de la pila. Una altura máxima de la pila de las fibras del segundo tipo proporciona un equilibrio entre la vida útil prolongada y el coste y grosor adicionales del cable debidos a estas capas.

En una realización, la superficie de apoyo de al menos uno de los guardacabos está provista de un recubrimiento de reducción de fricción.

- 45 Dentro del contexto de este presente documento, un recubrimiento de reducción de fricción es un recubrimiento que proporciona a la superficie de apoyo un coeficiente de fricción entre la superficie de apoyo y los hilos que es inferior al coeficiente de fricción entre una superficie de apoyo de acero inoxidable pulido manualmente con una rugosidad superficial de R_A de $0,3 \mu\text{m}$ y los mismos hilos.

- 50 Aplicando un recubrimiento de reducción de fricción en la superficie de apoyo del guardacabo, se reduce el desgaste debido al movimiento repetitivo entre los hilos y la superficie de apoyo, de modo que pasa más tiempo antes de que los hilos empiecen a romperse. Un recubrimiento de reducción de fricción es ventajoso en combinación con las fibras del segundo tipo de la presente invención, es decir, las fibras que se encuentran en la superficie de apoyo son las fibras del segundo tipo.

En una realización, el recubrimiento de reducción de fricción comprende un fluoropolímero. Este recubrimiento de reducción de fricción tiene un bajo coeficiente de fricción.

En particular, el recubrimiento de reducción de fricción comprende politetrafluoroetileno. Este material, así como algunos materiales de reducción de fricción relacionados, se venden bajo la marca comercial Teflon®, propiedad de DuPont.

5 En una realización, las superficies de apoyo de ambos guardacabos están provistas del recubrimiento de reducción de fricción.

En una realización, el guardacabo es un guardacabo metálico, en particular un guardacabo de acero. Un guardacabo metálico tiene buenas propiedades mecánicas.

En particular, la superficie de apoyo se trata previamente mediante chorro abrasivo antes de aplicar el recubrimiento. Esto da como resultado una mejor adherencia del recubrimiento al guardacabo.

10 En particular, la superficie de apoyo se trata previamente mediante pulido antes de aplicar el recubrimiento. Más en particular, la superficie de apoyo se pule manualmente. Tal superficie pulida disminuye aún más el desgaste de los hilos.

15 En una realización, la superficie de apoyo sin el recubrimiento tiene una rugosidad superficial R_A en el rango de 0,1 - 3,0 μm . Una rugosidad de la superficie en este rango proporciona tanto un menor desgaste de los hilos, como/o una mejor adherencia del recubrimiento al guardacabo.

En particular, la superficie de apoyo tiene una rugosidad superficial R_A en el rango de 0,24 - 0,36 μm , más en particular 0,27 - 0,33 μm . Una rugosidad superficial en este intervalo da como resultado un menor desgaste de los hilos.

20 En una variante, la superficie de apoyo tiene una rugosidad superficial R_A en el rango de 1,6 - 2,4 μm , en particular 1,8 - 2,2 μm . Una rugosidad superficial en este rango proporciona una mejor adherencia del recubrimiento al guardacabo.

25 En una realización, el cable comprende al menos una primera fibra conductora para monitorizar el cable. La primera fibra conductora está diseñada para señalar el desgaste de las vueltas del hilo rompiéndose cuando se rompe una parte predeterminada de vueltas del al menos un hilo. En particular, la primera fibra conductora se coloca en el primer guardacabo entre las vueltas del al menos un hilo a una primera altura predeterminada de la pila medida desde el interior de la pila, y la primera altura predeterminada es inferior al 50% de la altura de la pila.

30 Este aspecto de la invención se basa en el conocimiento anteriormente descrito del mecanismo de desgaste de los cables de este tipo. Una vez que las vueltas de hilo próximas a la fibra conductora se desgastan y se rompen, la fibra conductora en sí misma también se romperá. Localizando la fibra conductora a una altura predeterminada en la pila, y midiendo si la fibra conductora sigue siendo conductora en toda su longitud, un usuario puede deducir que una cierta parte de los hilos se ha roto. Si las propiedades relevantes del material, tales como la resistencia al desgaste, de los hilos y la fibra conductora son las mismas, se romperán aproximadamente al mismo tiempo. Por consiguiente, la fibra conductora se rompe cuando aproximadamente todas las capas de hilos por debajo de la fibra conductora se han roto. Si las propiedades de los materiales relevantes difieren, es decir, o bien los hilos o bien la
35 fibra conductora se desgasta más rápidamente que el otro, la rotura no será al mismo tiempo, pero será posible determinar qué parte de las vueltas de hilo se ha roto cuando se rompe la fibra conductora, en base a la diferencia conocida entre las propiedades de los materiales relevantes, y/o en base a las pruebas de desgaste. La altura exacta predeterminada de la fibra conductora se determinará sobre la base de estas diferencias y del margen de seguridad deseado del cable, es decir, la diferencia entre la carga de rotura anunciada y la carga de rotura real de un cable nuevo. Cuando la fibra conductora se rompe y, como resultado, deja de ser conductora, el usuario sabe que una cierta cantidad de la carga del cable ha desaparecido y que la carga de rotura real del cable está cerca de la carga de rotura anunciada y que el cable se debería sustituir inmediatamente o en un periodo de tiempo conocido. Colocando la fibra conductora a una altura predeterminada que es inferior al 50% de la altura de la pila, la fibra conductora está dentro de la mitad inferior de los hilos, y al menos el 50% de los hilos sigue intacto cuando se rompe
40 la fibra conductora. Como resultado, un cable según la invención proporciona una indicación mucho más fiable de la resistencia residual, y por tanto del desgaste, que un cable de la técnica anterior del que sólo se podía medir el alargamiento.

45 Una fibra conductora es ventajosa en combinación con las fibras del segundo tipo de la presente invención. En particular, se coloca una fibra conductora en el primer guardacabo entre la pila de capas de vueltas del hilo principal y la pila de fibras del segundo tipo. Esto permite señalar que prácticamente todas las fibras del segundo tipo se han desgastado y que se necesita sustituir el cable en un periodo de tiempo especificado, por ejemplo, inmediatamente, a medida que las vueltas del hilo principal empiezan a desgastarse. Sin embargo, una fibra conductora también es ventajosa en un cable sin hilos auxiliares, es decir, en una realización en donde los hilos principales se encuentran en la superficie de apoyo.

55

En particular, la altura predeterminada es inferior al 40%, más en particular inferior al 30%, aún más en particular inferior al 20% de la altura de la pila. Una altura predeterminada más baja da como resultado un cable que requiere menos vueltas de hilo para la misma carga de diseño, ya que la fibra conductora permitirá una advertencia más temprana de que una parte correspondiente de los hilos se ha roto.

- 5 En una realización, el cable comprende una pluralidad de fibras conductoras. La pluralidad de fibras conductoras incluye la primera fibra conductora. Usando una pluralidad de fibras conductoras, se puede obtener un conocimiento más detallado y/o fiable de la resistencia residual y la esperanza de vida del cable.

- 10 Una realización comprende una pluralidad de fibras conductoras, en donde al menos dos de la pluralidad de fibras conductoras están situadas en el primer guardacabo en la misma capa de vueltas del hilo principal o auxiliar, separadas unas de otras en la dirección de la anchura del primer guardacabo. Esto permite una monitorización más fiable del cable en casos de cargas desiguales en uno de los guardacabos, que pueden dar como resultado un desgaste más rápido en un lado, en la dirección de la anchura, del respectivo guardacabo que en el otro lado.

- 15 En particular, una parte de la pluralidad de fibras conductoras se coloca en el primer guardacabo entre las vueltas del al menos un hilo a una o más alturas predeterminadas adicionales de la pila, en donde las alturas predeterminadas adicionales de la pila son diferentes de la primera altura predeterminada de la pila. La colocación de las fibras conductoras a diferentes alturas permite obtener un conocimiento más detallado de la resistencia residual y de la esperanza de vida del cable, ya que la rotura de cada una de las fibras conductoras corresponde a una cierta cantidad de desgaste de las vueltas del hilo.

- 20 Más en particular, el cable comprende una segunda fibra conductora provista en el primer guardacabo entre las vueltas del al menos un hilo a una segunda altura predeterminada de la pila, y la segunda altura predeterminada de la pila es inferior a la primera altura predeterminada de la pila. La segunda fibra conductora a una altura predeterminada inferior permite un preaviso del desgaste del cable. Aunque el desgaste no sea tan grande como para que sea necesario sustituir el cable, la segunda fibra conductora se romperá cuando el cable se utilice y se desgaste, lo que permite al usuario observar que ha ocurrido un desgaste hasta un nivel predeterminado y que se podrían o deberían realizar acciones, tales como pedir un cable nuevo.

- 25 En una realización, la primera fibra conductora se extiende al menos desde el primer guardacabo hasta el segundo guardacabo, y se coloca en el segundo guardacabo entre las vueltas del al menos un hilo aproximadamente a la misma primera altura predeterminada de la pila medida desde el interior de la pila que en el primer guardacabo. Esta realización proporciona una solución sencilla para medir el desgaste en ambos guardacabos con una sola fibra conductora. El desgaste en un guardacabo podría ser mayor que en el otro guardacabo. La fibra conductora se romperá en el guardacabo donde el desgaste sea mayor, permitiendo emitir una señal de advertencia al usuario. Para el usuario no es importante saber dónde ocurre el desgaste, sino que es mucho más importante saber que hay desgaste en uno o más de los puntos críticos de uno de los guardacabos.

- 30 En una realización, el cable comprende una cubierta de cable que se extiende alrededor del cable desde el primer guardacabo hasta el segundo guardacabo, y agrupa todos los hilos y fibras principales del segundo tipo que se extienden entre el primer y el segundo guardacabo en un haz compacto en una sección media del cable. Esto da como resultado un cable compacto.

- 35 En una realización, las fibras del primer tipo muestran menos fluencia que las fibras del segundo tipo. En particular, las fibras del primer tipo son fibras de carbono, fibras de basalto o fibras de plástico, en particular fibras de poliamida, fibras de poliéster, fibras de polipropileno, fibras de polietileno, fibras de aramida, fibras de LCAP o fibras de PBO. Cada uno de estos tipos de fibras tiene sus propias propiedades, lo que las hace adecuadas para fines específicos. Una ventaja de los hilos de aramida es que muestran una fluencia muy baja.

En una realización, las fibras del segundo tipo son fibras de HMPE. Este tipo de fibras tiene un módulo de elasticidad relativamente alto y un coeficiente de fricción bajo.

- 40 La invención se refiere además a un método para producir un cable de bobinado sin fin, tal como se define en la reivindicación 14.

- 45 Un vídeo publicado por Fibremax en Youtube (www.youtube.com/watch?v=D-lag89iO2E) describe un método para fabricar un cable sin fin, que comprende los pasos de: colocar un primer y un segundo guardacabo a una distancia predeterminada, enrollar fibras alrededor del primer y segundo guardacabos, hasta que se proporcione un número predeterminado de capas de vueltas de fibras tanto en el primer guardacabo como en el segundo guardacabo.

Las realizaciones preferidas del cable y del método se definen en las reivindicaciones dependientes. La invención, sus efectos y ventajas se explicarán con más detalle sobre la base del dibujo esquemático, en el que:

La fig. 1 muestra un extremo de un cable según la invención;

La fig. 2 muestra una sección transversal a través de un guardacabo del cable de la fig. 1;

La fig. 3 muestra el detalle III de la fig. 2;

La fig. 4 muestra el detalle IV de la fig. 2;

La fig. 5 muestra el detalle V de la fig. 2;

La fig. 6 muestra una vista superior del cable de la fig. 1;

5 La fig. 7 muestra una vista en planta del cable de la fig. 1;

La fig. 8 muestra la sección VIII-VIII de la fig. 6;

La fig. 9 muestra la sección IV-IV de la fig. 6, y

La fig. 10 muestra una sección transversal a través de un guardacabo de una segunda realización de un cable según la invención.

10 Las figuras 1-9 muestran un cable según una primera realización de la invención, que se denota en su totalidad por el número de referencia 1. El cable 1 tiene un primer guardacabo 2 y un segundo guardacabo 4, una pluralidad de hilos principales 6, una pluralidad de hilos auxiliares 7, y una pluralidad de fibras conductoras, en esta realización cuatro fibras ópticas 8, 18, 108, 118 para señalar el desgaste del cable 1. El primer guardacabo 2 y el segundo guardacabo 4 están hechos de acero inoxidable, y están dispuestos en extremos opuestos del cable 1. La pluralidad de hilos principales 6 son en esta realización diez hilos principales 6 que se extienden todos desde el primer hasta el segundo guardacabo, giran alrededor del segundo guardacabo 4, se extienden desde el segundo guardacabo 4 hasta el primer guardacabo 2, y giran alrededor del primer guardacabo 2. De esta manera, cada uno de la pluralidad de hilos principales 6 forma un bucle semicontinuo alrededor del primer y segundo guardacabos. Este bucle se repite una pluralidad de veces, en esta realización 950 veces. Así, cada uno de los hilos principales 6 da 950 vueltas, dando como resultado un total de 9500 vueltas de hilos principales 6. Los hilos principales 6 consisten en fibras, en esta realización fibras de aramida de 3220 dTex. Estos hilos principales se venden bajo el nombre Twaron® 2200 de Teijin Aramid. La pluralidad de hilos auxiliares 7 son en esta realización diez hilos auxiliares 7 que se extienden desde el primer al segundo guardacabo, giran alrededor del segundo guardacabo 4, se extienden desde el segundo guardacabo 4 al primer guardacabo 2, y giran alrededor del primer guardacabo 2. De esta manera, cada uno de las pluralidad de hilos auxiliares 7 forma un bucle semicontinuo alrededor del primer y segundo guardacabos. Este bucle se repite una pluralidad de veces, en esta realización 50 veces. Así, cada uno de los hilos auxiliares 7 da 50 vueltas, dando como resultado un total de 500 vueltas de hilos auxiliares 7. Los hilos auxiliares 7 consisten en fibras, en esta realización fibras de HMPE (polietileno de alto módulo), que se venden bajo el nombre Dyneema® de DSM Dyneema B.V. Este tipo de fibras tiene un mayor módulo de elasticidad y un menor coeficiente de fricción que las fibras de aramida de los hilos principales 6.

La figura 2 muestra que el guardacabo 2 sostiene una pila principal 9 que comprende una pila 19 con una pluralidad de capas 10 de vueltas de los hilos principales 6, y una pila 119 con una pluralidad de capas 110 de vueltas de los hilos auxiliares 7. La pila 119 con la pluralidad de capas 110 de vueltas de los hilos auxiliares 7 está dispuesta sobre una superficie de apoyo 40 del primer guardacabo 2. La pila 19 de capas 10 de vueltas de los hilos principales 6 se dispone sobre la pila 119 de vueltas de los hilos auxiliares 7. Esto se muestra con más detalle en las figuras 3 y 4. El segundo guardacabo 4 contiene capas de las mismas vueltas de los hilos principales 6 y de los hilos auxiliares 7 de la misma manera y, por tanto, no se muestra en detalle. Las propiedades de los hilos auxiliares 7, en esta realización tanto un mayor módulo de elasticidad, como un menor coeficiente de fricción, que las fibras de los hilos principales 6, dan como resultado un menor desgaste de los hilos auxiliares 7, que el desgaste de los hilos principales 6 si estos estuvieran en contacto directo con la superficie de apoyo 40. Al mismo tiempo, las fibras de los hilos principales 6 muestran una menor fluencia que los hilos auxiliares 7, dando como resultado un cable 1 dimensionalmente más estable que un cable fabricado solo con los hilos auxiliares 7.

El interior de la pila 12 se define como el lado de una primera capa 13 de vueltas de los hilos auxiliares 7 que está más próximo al centro 14 del guardacabo 2. El exterior de la pila 16 se define como el lado de una última capa 15 de vueltas de los hilos principales 6 que está más alejado del centro 14 del guardacabo 2. La altura h de la pila se define como la distancia desde el interior de la pila 12 hasta el exterior de la pila 16.

La primera, segunda, tercera y cuarta fibras ópticas 8, 18, 108, 118 están diseñadas para señalar el desgaste de las vueltas de los hilos auxiliares 7 rompiéndose cuando una parte predeterminada de las vueltas de los hilos auxiliares 7 se rompe. Las figuras 2 y 5 muestran que la primera y la tercera fibra óptica 8, 108 están situadas en el primer guardacabo 2 entre los hilos principales 6 y los hilos auxiliares 7 a una primera altura predeterminada h1 de la pila principal 9 medida desde el interior de la pila 12, separadas en la dirección de la anchura del primer guardacabo 2. La primera altura predeterminada h1 es en esta realización el 5% de la altura de la pila h. La primera y tercera fibras ópticas 8, 108 realizan la misma función en esta realización, en el sentido de que ambas señalan cuando sustancialmente todas las vueltas de los hilos auxiliares 7 se han roto, y el cable 1 se debería reemplazar. Debido a una carga desigual, puede ser que las vueltas de los hilos auxiliares 7 de un lado del guardacabo 2 se desgasten más rápidamente que las del otro lado. Por consiguiente, es ventajoso tener dos fibras ópticas 8, 108 a la misma altura h1, pero en lados opuestos del guardacabo 2. Si las vueltas de los hilos auxiliares 7 de un lado se rompen

más pronto que las del otro lado, esto dará como resultado la rotura de la primera o tercera fibra óptica 8, 108 que está en el lado en el que se han roto más vueltas de los hilos auxiliares 7.

El cable 1 tiene una segunda y una cuarta fibra óptica 18, 118, que están dispuestas en el primer guardacabo 2 entre las vueltas de los hilos auxiliares 7 a una segunda altura predeterminada h2 de la pila principal 9. La segunda altura predeterminada h2 de la pila principal 9 es inferior a la primera altura predeterminada h1 de la pila principal 9, en este caso el 3% de la altura de la pila h. La segunda y la cuarta fibra óptica 18, 118 realizan la misma función, en el sentido de que ambas proporcionan una alerta temprana sobre el desgaste de las vueltas de los hilos auxiliares 7. En esta realización hay dos fibras ópticas 18, 118 a la segunda altura predeterminada h2 de la pila principal 9, separadas en la dirección de la anchura del primer guardacabo 2, en caso de que haya una carga desigual y el desgaste desigual resultante de las vueltas de los hilos auxiliares 7.

Las figuras 6 y 7 muestran que, en esta realización, la primera fibra óptica 8 se extiende desde el primer guardacabo 2 hasta el segundo guardacabo 4, y se coloca en el segundo guardacabo 4 entre los hilos principales 6 y los hilos auxiliares 7 a la misma primera altura predeterminada h1 de la pila principal 9 medida desde el interior de la pila que en el primer guardacabo 2.

Las figuras 1, 7 y 8 muestran una carcasa 20. Ambos extremos 22, 24 de la primera fibra óptica 8 están situados en la carcasa 20.

En esta realización, la descripción anterior con relación a la presencia de la primera fibra óptica 8 en el segundo guardacabo 4, y la posición de los extremos en la carcasa 20 se aplica también a la segunda, tercera y cuarta fibras ópticas 18, 108, 118, y no se muestra en las figuras 6, 7 y 8 en aras de la claridad.

Una fuente de luz, en esta realización una luz láser 26, se proporciona en la carcasa 20 y está conectada de manera operativa al primer extremo 22 de la primera fibra óptica 8. Otras luces láser 26 están conectadas a los primeros extremos de la segunda, tercera y cuarta fibras ópticas (no mostradas en la figura 8).

Una cubierta de cable 28 se extiende alrededor del cable 1 desde el primer guardacabo 2 hasta el segundo guardacabo 4, y agrupa todas las vueltas de los hilos principales 6 y los hilos auxiliares 7 que se extienden entre el primer y el segundo guardacabos 2, 4 en un haz compacto 30 en una sección central 32 del cable 1. En esta realización, la cubierta del cable 28 también cubre las vueltas de los hilos principales 6 y los hilos auxiliares 7 en los guardacabos 2, 4. En esta realización, la carcasa 20 está situada entre la sección media 32 del cable 1 y el guardacabo 2.

Haciendo referencia a la fig. 2, el primer guardacabo 2 tiene una superficie de apoyo 40. En esta realización, la superficie de apoyo 40 tiene forma cilíndrica, en donde el centro de la superficie de forma cilíndrica coincide con el centro 14 del guardacabo 2. La primera capa de vueltas de los hilos auxiliares 7 descansa sobre la superficie de apoyo 40 del guardacabos 2. La superficie de apoyo 40 del guardacabo 2 ha sido pretratada puliendo manualmente la superficie hasta una rugosidad superficial RA de aproximadamente 0,3 µm. La superficie de apoyo 40 está provista de un recubrimiento de reducción de fricción 42, en esta realización un recubrimiento de politetrafluoroetileno (PTFE, vendido bajo la marca comercial Teflon®). En esta realización, el recubrimiento de PTFE comprende una resina que asegura la adherencia del recubrimiento a la superficie de apoyo, cuyo sistema de recubrimiento se vende bajo el nombre Cruson 166 de Cruson Coatings B.V. El espesor de la capa de recubrimiento es de 20 - 30 µm. En esta realización, el segundo guardacabo 4 tiene una superficie de apoyo con la misma forma que la superficie de apoyo 40, y también está provisto de un recubrimiento de PTFE. La aplicación de tales recubrimientos 42 sobre una superficie de apoyo 40 pulida manualmente da como resultado un aumento de la vida útil.

El cable 1 se utiliza de la siguiente manera en una realización de la invención, para monitorizar el cable y determinar la resistencia residual. Un usuario mide si la segunda y cuarta fibras ópticas 18, 118 siguen siendo conductoras de la luz. Con este propósito, la segunda y cuarta fibras ópticas están conectadas permanentemente a las luces láser 26, que a su vez están conectadas operativamente a una batería (no mostrada). También es posible proporcionar un interruptor entre la batería y las luces láser 26, o conectar una batería a las luces láser cada vez que se realiza la medición. Si la segunda y cuarta fibras ópticas 18, 118 son conductoras de la luz, entonces la luz se emitirá desde los respectivos extremos 24 en la carcasa 30, lo que se observará por el usuario. Si ambos extremos 24 emiten luz, entonces se sabe que el cable 1 tiene al menos una cierta resistencia residual.

La medición se repetirá después de una cantidad de tiempo predeterminada. La duración de la cantidad de tiempo predeterminada depende del diseño y el uso del cable, y se puede mostrar en forma de gráfico o tabla en un manual de servicio. Si, por ejemplo, la vida útil de diseño es de tres años, entonces la cantidad de tiempo predeterminada puede ser de uno o más meses, pero inferior a un año. Si la vida útil de diseño es, por ejemplo, de diez años o más, entonces la cantidad de tiempo predeterminada puede ser de uno o varios años.

Si en la medición resulta que una de la segunda y cuarta fibras ópticas 18, 118, o ambas, ya no son conductoras, entonces el usuario sabe que las vueltas de los hilos auxiliares 7 que corresponden a la altura h2 de la segunda y cuarta fibra óptica se han desgastado, y que tiene que prepararse para sustituir el cable 1 en un futuro próximo. Tales preparativos incluirán típicamente el pedido de un cable de repuesto.

Según esta realización de la invención, el usuario monitoriza repetidamente si la primera y, en este caso, la tercera fibras ópticas 8, 108 siguen siendo conductoras de la luz de la misma manera que se ha descrito en relación con la segunda y la cuarta fibras ópticas 18, 118. Siempre que la primera fibra óptica 8 y la tercera fibra óptica 108 sigan emitiendo luz en sus segundos extremos 24, el cable 1 sigue siendo seguro de utilizar y la medición se debería repetir después de una cantidad de tiempo predeterminada. Esta cantidad de tiempo predeterminada se puede especificar en el manual de servicio, y puede ser la misma que, o diferente de, en particular más corta que, la cantidad de tiempo predeterminada para medir si la segunda y cuarta fibras ópticas 18, 118 siguen siendo conductoras de la luz. Si la primera fibra óptica 8, la tercera fibra óptica 108, o ambas, ya no son conductoras de la luz, el usuario debería de dejar de utilizar el cable dentro de un periodo de sustitución. En esta realización, el periodo de sustitución es de cero días. En otras palabras, el usuario debería de dejar de utilizar inmediatamente el cable 1 y sustituirlo por uno nuevo. Gracias a la baja fricción y al alto módulo de elasticidad de la primera capa de fibras de HMPE, el cable de esta realización de la invención puede soportar hasta 40 millones de ciclos de carga, lo que es muy favorable en comparación con los aproximadamente 70.000 ciclos de carga de un cable de acero comparable.

La figura 10 muestra un cable 201 según una segunda realización de la invención. Los elementos del cable 201 que son similares a los de la primera realización se denotan con los mismos números de referencia y no se describirán en detalle. Aunque la figura 10 muestra una sección transversal a través de un primer guardacabo 2 del cable 201, se entiende que también hay un segundo guardacabo, y las vistas lateral y superior del cable 201 son similares a las de la primera realización, como se describió anteriormente.

El cable 201 comprende una pluralidad de hilos principales 6, y una pluralidad de fibras conductoras, en esta realización dos fibras ópticas 8, 108, para señalar el desgaste del cable 201. El primer 2 y el segundo guardacabo están hechos de acero inoxidable y se proporcionan en extremos opuestos del cable 201. La pluralidad de hilos principales 6 es en esta realización de diez hilos principales 6 todos los cuales forman vueltas sobre el primer y el segundo guardacabo. Los hilos principales 6 consisten en fibras, en esta realización fibras de aramida de 3220 dTex. El cable comprende además una hoja 219, tejida con hilos auxiliares 207. Los hilos auxiliares 207 consisten en fibras, en esta realización fibras de HMPE.

La figura 10 muestra que el guardacabos 2 sostiene una pila principal 9 que comprende una pila 19 con una pluralidad de capas 10 de vueltas de los hilos principales 6, y la hoja 219 hecha de los hilos auxiliares 207. La hoja 219 hecha de los hilos auxiliares 207 se proporciona en una superficie de apoyo 40 del primer guardacabo 2. Se encuentra en esa parte de la superficie de apoyo 40 que sostiene realmente los hilos principales 6 y se extiende un par de centímetros más allá de la superficie de apoyo 40, sustancialmente en la misma dirección que los hilos principales 6.

La pila 19 de capas 10 de vueltas de los hilos principales 6 se dispone sobre la hoja 219 de los hilos auxiliares 207. El segundo guardacabo sostiene capas de las mismas vueltas de los hilos principales 6 y una segunda hoja tejida de los hilos auxiliares 207 de la misma manera, y no se muestra en detalle. Las propiedades de los hilos auxiliares 207, en esta realización tanto un mayor módulo de elasticidad, como un menor coeficiente de fricción, que las fibras de los hilos principales 6, dan como resultado un menor desgaste de los hilos auxiliares 207, que el desgaste de los hilos principales 6 si estos estuvieran en contacto directo con la superficie de apoyo 40.

La primera y segunda fibras ópticas 8, 108 están diseñadas para señalar el desgaste de las vueltas de los hilos auxiliares 207 rompiéndose cuando una parte predeterminada de las vueltas de los hilos auxiliares 207 se rompe, como se ha descrito con más detalle en relación con la primera realización. En esta realización la primera y segunda fibra óptica 8, 108 están colocadas en el primer guardacabo 2 entre los hilos principales 6 y los hilos auxiliares 207 en una primera altura predeterminada de la pila principal 9, separadas en la dirección de la anchura del primer guardacabo 2. La primera altura predeterminada es en esta realización el 2% de la altura de la pila h e igual al grosor de la lámina 219. La primera y segunda fibras ópticas 8, 108 realizan la misma función en esta realización, en el sentido de que ambas señalan cuándo se han roto sustancialmente todos los hilos auxiliares 207 de la hoja 219, y el cable 201 se debería sustituir. Debido a una carga desigual, podría ser que los hilos auxiliares 207 de un lado del guardacabo 2 se desgasten más rápidamente que los del otro lado. Por consiguiente, es ventajoso tener dos fibras ópticas 8, 108 a la misma altura, pero en lados opuestos del guardacabo 2, como se ha descrito anteriormente.

Una cubierta de cable 28 se extiende alrededor del cable 201 desde el primer guardacabo 2 hasta el segundo guardacabo, y agrupa todas las vueltas de los hilos principales 6 que se extienden entre el primer y el segundo guardacabos 2 en un haz compacto en una sección central del cable 201. Además, la cubierta de cable 28 cubre tanto los hilos principales 6 como la hoja 219 de los hilos auxiliares 207 en los guardacabos.

El primer guardacabos 2 tiene una superficie de apoyo 40. En esta realización, la superficie de apoyo 40 es una superficie de forma cilíndrica, en donde el centro de la superficie de forma cilíndrica coincide con el centro 14 del guardacabo 2. La hoja 219 de los hilos auxiliares 7 se encuentra sobre la superficie de apoyo 40 del guardacabo 2. La superficie de apoyo 40 del guardacabo 2 ha sido pretratada puliendo manualmente la superficie hasta una rugosidad superficial RA de aproximadamente 0,3 μm . La superficie de apoyo 40 de esta realización no está provista de un recubrimiento de reducción de fricción. El segundo guardacabo tiene una superficie de apoyo con la misma forma que la superficie de apoyo 40.

Son posibles diversas variantes dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Las características de las realizaciones preferidas descritas anteriormente se pueden sustituir por cualquier otra característica dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, tales como las características descritas en relación con la otra realización preferida, y en los párrafos siguientes.

- 5 Se pueden utilizar diferentes tipos de hilos principales, tales como hilos de aramida con un peso de 1610 dTex, 6440 dTex o 4830 dTex, con o sin recubrimiento. En lugar de utilizar fibras de aramida, se podrían utilizar otros tipos de fibras plásticas, tales como fibras de poliamida, fibras de poliéster, fibras de polipropileno, fibras de polietileno, fibras de HMPE, fibras de LCAP o fibras de PBO. El cable podría incluso comprender otros tipos de hilos principales, por ejemplo, hilos hechos de fibras de carbono, un metal o una fibra natural, tal como fibras hechas de basalto. Los hilos
- 10 de fibras pueden estar formados al 100% por el tipo de fibra correspondiente, pero también podrían contener una pequeña parte de material auxiliar, por ejemplo, un recubrimiento de las fibras para proteger las fibras contra el desgaste o las influencias medioambientales. Como tal material auxiliar es solamente una pequeña parte en peso, y no contribuye a la resistencia del cable, se considera que la frase "hilo compuesto de fibras" incluye realizaciones con tales materiales auxiliares en el contexto de este documento.
- 15 Los tipos de fibra alternativos para los hilos o láminas auxiliares son fibras con un módulo de elasticidad más elevado, y/o un coeficiente de fricción más bajo en relación con el acero inoxidable, que las fibras del hilo principal del cable relevante.

- Un cable según la invención puede estar hecho de más o menos de diez hilos principales, tal como un hilo principal, dos hilos principales o al menos cinco hilos principales. El número de vueltas del hilo principal depende de la
- 20 resistencia requerida del cable y de la resistencia de un hilo principal individual, así como del margen de seguridad requerido. El número de capas de hilo principal depende del número requerido de vueltas de hilo principal y de la anchura disponible en el guardacabo, dando como resultado un número máximo de vueltas de hilo principal en la dirección de la anchura.

- Un cable según la invención puede estar hecho de más o menos de diez hilos auxiliares, tal como un hilo auxiliar, dos hilos auxiliares o al menos cinco hilos auxiliares. El número de capas de hilos auxiliares en la pila de capas es al menos uno, pero suele ser una pluralidad de capas. El número de capas depende del tiempo de vida requerido del cable; cuantas más capas, más tiempo transcurre antes de que los hilos auxiliares se desgasten, dando como resultado un contacto directo entre los hilos principales y la superficie de apoyo del guardacabo. En lugar de dos
- 25 capas distintas de fibras auxiliares y principales, son posibles otras realizaciones. Una realización tiene al menos una pila tanto con hilos auxiliares como con hilos principales, en particular una primera pila con hilos auxiliares, y una segunda pila tanto con hilos auxiliares como con principales. Una realización adicional comprende una tercera pila solamente con hilos principales. Otra realización tiene más de dos tipos de hilos, preferiblemente dispuestos en pilas separadas, y/o en una o más pilas, cada pila que comprende uno o más tipos de hilos.
- 30

- La hoja con fibras del segundo tipo puede ser una hoja tejida, una hoja no tejida, una hoja trenzada o una hoja de punto. La hoja con fibras del segundo tipo se coloca sobre la superficie de apoyo del guardacabo respectivo antes de que se enrolen los hilos principales alrededor de los guardacabos. La hoja con fibras del segundo tipo de la realización mostrada se cubre sobre la superficie de apoyo y sus extremos sueltos se extienden más allá de la superficie de apoyo. En una realización alternativa, la hoja con fibras del segundo tipo se enrolla alrededor del guardacabo respectivo una o una pluralidad de veces antes de que los hilos principales se enrolen alrededor de los
- 35
- 40 guardacabos.

Aunque se prefiere proporcionar una carcasa y una luz láser permanente, también se podrían tener los extremos instalados en una carcasa sin luz láser permanente o los extremos sueltos de la fibra conductora que salen del cable y conectar un dispositivo de medición, en el caso de una luz láser de una fibra óptica, a un extremo de la fibra conductora cada vez que se prueba el cable.

- 45 La fibra conductora puede ser cualquier fibra capaz de transportar una señal. En lugar de una fibra óptica, es posible otro tipo de conductividad dentro del alcance de la invención, tal como una fibra conductora eléctrica, por ejemplo una fibra de carbono o una fibra metálica conductora eléctrica.

- La ubicación más importante para monitorizar el desgaste es el área en la que las vueltas de hilo llegan por primera vez al guardacabo y comienzan a girar alrededor del guardacabo. Dentro del alcance de la invención, sería suficiente proporcionar solo una fibra conductora allí, o fibras conductoras en los puntos de entrada/salida de las vueltas de hilo en cada guardacabo.
- 50

- En una realización sencilla, puede haber una fibra conductora a una primera altura predeterminada para señalar justo cuando el cable necesita ser sustituido inmediatamente, o en un momento conocido en un futuro próximo. Alternativamente uno puede tener múltiples fibras conductoras a esta primera altura predeterminada para este
- 55 propósito. En particular, la una o más fibras conductoras a la primera altura predeterminada pueden estar allí para señalar cuándo es el momento de pedir un nuevo cable. El usuario puede seguir utilizando el cable durante un cierto período de tiempo cuando una o más de sus fibras conductoras ya no son conductoras, cuyo cierto período de tiempo depende del uso, del tiempo real hasta el momento en que la fibra conductora dejó de conducir y de la vida

útil prevista del cable. Esto se puede mostrar en un gráfico y/o tabla en el manual de servicio.

El número de fibras conductoras a la primera altura predeterminada puede ser de una, dos o más de dos. El número de fibras conductoras a la segunda altura predeterminada puede ser una, dos o más de dos. El número de fibras conductoras a la primera y segunda altura predeterminada puede ser el mismo o diferente. A una altura, puede haber una fibra conductora, mientras que a la otra altura puede haber múltiples fibras conductoras, por ejemplo, dos, tres, cuatro o más.

En una realización puede haber fibras conductoras a más de una o dos alturas predeterminadas, en particular a tres o más alturas predeterminadas. Esto aumenta el conocimiento del desgaste y la vida útil restante del cable.

En una realización, hay al menos una fibra conductora en la pila de fibras principales, con el fin de señalar si una parte de las fibras principales se ha desgastado.

Un manual de servicio que muestre los periodos de tiempo predeterminados, y los periodos de vida útil restantes, puede ser un manual en papel o un manual digital, este último que puede ser un programa fuera de línea en un ordenador, o teléfono inteligente, u otro dispositivo digital adecuado de un usuario o del proveedor del cable, y/o una aplicación en línea en una página web.

El periodo de sustitución puede ser superior a cero días, y depende del diseño y el periodo de vida del cable, así como del tiempo transcurrido desde el momento en que se empezó a utilizar el cable hasta el fallo de la fibra conductora. El periodo de sustitución se puede especificar en el manual de servicio. Esto es en particular útil si el cable solamente comprende una o más fibras conductoras a una altura. En tal realización, no hay ninguna advertencia previa que indique que se debería pedir un cable nuevo. Es ventajoso en tal realización colocar la fibra conductora a una altura predeterminada, correspondiente al desgaste de una parte de vueltas de hilo que todavía está bien dentro de un límite de seguridad.

En lugar de introducir luz por un extremo de una fibra óptica y observar si sale luz por el otro extremo, también uno podría introducir luz y observar por el mismo extremo. Esto puede ser ventajoso cuando el cable es relativamente largo, tales como los cables utilizados para el amarre de estructuras flotantes en alta mar. En tal realización, la fibra óptica está provista de un espejo para reflejar la luz más allá de al menos un guardacabo. Preferiblemente, tal espejo es un reflector de Bragg distribuido, tal como una rejilla de Bragg de fibra. Si no se refleja la luz por el reflector de Bragg distribuido, la fibra óptica se rompe entre el extremo donde se introduce y mide la luz y el reflector de Bragg distribuido.

En una realización adicional, la medición de la fibra conductora se hace de forma automatizada. Se proporciona una fuente de energía, tal como una batería o un panel solar, así como un circuito electrónico de control que comprende un transmisor por cable o inalámbrico, tal como un transmisor WiFi o un transmisor Bluetooth, y un ojo óptico. El circuito de control proporciona un impulso eléctrico, que se transforma en luz mediante un láser en el caso de una fibra óptica. El circuito de control determina si la fibra conductora sigue siendo conductora, midiendo si la luz, o la corriente eléctrica en el caso de una fibra conductora eléctrica, sale por el otro extremo de la fibra conductora y activa el ojo óptico. El resultado de la medición se transmite a un ordenador externo a través del transmisor. El circuito de control puede comprender un temporizador para realizar la medición a intervalos de tiempo predeterminados, o puede realizar la medición a petición a través del ordenador externo.

El guardacabo puede estar hecho de un plástico en lugar de un metal, o de un metal diferente al acero inoxidable, incluyendo, pero no limitado a, diferentes aleaciones de acero, aleaciones de aluminio, aleaciones de magnesio y titanio.

La superficie de apoyo puede tener una de varias formas, tales como parte de un cilindro, parte de un elipsoide u otra superficie curva. El recubrimiento puede comprender otro fluoropolímero, tal como un poli(perfluoroalcoxi alcano) (PFA), poli(etileno-propileno fluorado) (FEP), fluoruro de polivinilideno (PVDF), polietilenclorotrifluoroetileno (ECTFE), y/o polietilentetrafluoroetileno (ETFE). En una variante, el recubrimiento comprende microchapado de cromo, disulfuro de tungsteno (tal como el vendido bajo la marca Dicronite® de Lubrication Sciences International), BAM (boruro de aluminio y magnesio), recubrimiento cerámico, nitruro de titanio (TiN), y/o carbono tipo diamante (DLC). Son posibles varios métodos de unión entre el guardacabo y el recubrimiento, dependiendo del tipo de recubrimiento y del material y pretratamiento de la superficie de apoyo, incluyendo el uso de imprimaciones, adhesivos y el uso de ajuste de forma. En lugar de ambos, la superficie de apoyo de un solo guardacabo puede tener un recubrimiento de reducción de fricción.

La aplicación de un recubrimiento en la superficie de apoyo también es ventajosa cuando sólo se utilizan hilos principales. Los ensayos han demostrado que, en una realización con hilos principales de fibras de aramida, la aplicación de un recubrimiento de PTFE sobre una superficie de apoyo pulida manualmente da lugar a un aumento del periodo de vida, en términos de número de ciclos de carga, de la primera capa de hilos de aproximadamente tres a siete veces el periodo de vida de una capa similar de hilos sobre una superficie de apoyo de acero pulido manualmente sin recubrimiento. Si se aplican hilos auxiliares según la invención, el recubrimiento mejora el periodo de vida, pero el efecto es menor que en un cable sin hilos auxiliares. Del mismo modo, el efecto de un recubrimiento sobre las fibras principales es menor en un cable con hilos auxiliares que en un cable sin hilos auxiliares. Se

apreciará que, cuando está presente un recubrimiento, el coeficiente de fricción pertinente es el coeficiente de fricción entre el hilo auxiliar y el material de recubrimiento.

En lugar de pulir manualmente la superficie de apoyo, se puede aplicar el electro pulido a la superficie de apoyo, lo que da como resultado una superficie aún más lisa.

- 5 Es posible tener un cable tanto con un recubrimiento de reducción de fricción como con una fibra conductora, como en la realización preferida, pero también es ventajoso tener un cable que comprenda un hilo auxiliar u hoja, y un guardacabo con un recubrimiento de reducción de fricción según se reivindica, pero sin una fibra conductora, o un cable que comprenda un hilo auxiliar u hoja y una o más fibras conductoras, pero sin un recubrimiento de reducción de fricción, o un cable que comprenda un hilo auxiliar u hoja sin fibras conductoras y sin recubrimiento de reducción de fricción.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Un cable (1), que comprende un primer guardacabo (2) y un segundo guardacabo (4), y al menos un hilo principal (6), en donde
el hilo principal (6) comprende fibras de un primer tipo,
5 el primer guardacabo (2) y el segundo guardacabo (4) se proporcionan en extremos opuestos del cable (1),
el hilo principal (6) se extiende desde el primer guardacabo (2) hasta el segundo guardacabo (4), gira alrededor del segundo guardacabo (4), se extiende desde el segundo guardacabo (4) hasta el primer guardacabo (2), y gira alrededor del primer guardacabo (2), de manera que el hilo principal (6) forme vueltas alrededor del primer y segundo guardacabos (2, 4), y
10 cada guardacabos (2, 4) comprende una superficie de apoyo (40), y sostiene una pila (19) de capas (10) de vueltas del hilo principal (6), caracterizado por que
el cable (1) comprende fibras de un segundo tipo, en donde el segundo tipo es diferente del primer tipo,
una pila (119) que comprende al menos una primera capa (13) de fibras del segundo tipo, o una lámina (219) hecha de las fibras del segundo tipo, se encuentra sobre la superficie de apoyo (40) de al menos uno del primer y
15 segundo guardacabos (2, 4), y
la pila (19) de capas (10) de vueltas del hilo principal (6) está situada en la parte superior de la pila (119) de las fibras del segundo tipo, o en la parte superior de la hoja (219) hecha de las fibras del segundo tipo.
2. El cable según la reivindicación 1, en donde las fibras del segundo tipo tienen un coeficiente de fricción relativo a un material de la superficie de apoyo (40), en particular acero inoxidable, que es inferior a un coeficiente de fricción relativo a un material de la superficie de apoyo (40), en particular acero inoxidable, de las fibras del primer tipo, y/o en donde las fibras del segundo tipo tienen un módulo de elasticidad que es más alto que el módulo de elasticidad de las fibras del primer tipo.
20
3. El cable según la reivindicación 1, o 2, que comprende al menos un hilo auxiliar (7), que comprende las fibras del segundo tipo, en donde el hilo auxiliar (7) se extiende desde el primer guardacabo (2) hasta el segundo guardacabo (4), gira alrededor del segundo guardacabo (4), se extiende desde el segundo guardacabo (4) hasta el primer guardacabo (2), y gira alrededor del primer guardacabo (2), de manera que el hilo auxiliar (7) forma vueltas alrededor del primer y segundo guardacabos (2, 4), y la primera capa (13) de las fibras del segundo tipo es una primera capa (13) de vueltas del hilo auxiliar (7).
25
4. El cable según las reivindicaciones 1, o 2, en donde la lámina (219) hecha de las fibras del segundo tipo es una lámina no tejida, una lámina tejida, una lámina trenzada o una lámina de punto.
30
5. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde la pila (119) de las fibras del segundo tipo comprende una pluralidad de capas (110), en particular al menos cinco capas, más en particular al menos diez capas, más en particular al menos veinte capas.
6. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde una altura total de la pila (h) se define como la distancia desde la primera capa (13) de las fibras del segundo tipo hasta una última capa (15) de vueltas del hilo principal (6), y una altura de la pila (h1) de las capas de las fibras del segundo tipo es al menos el 1%, en particular al menos el 2%, más en particular al menos el 5%, de la altura total de la pila (h).
35
7. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde una altura total de la pila (h) se define como la distancia desde la primera capa (13) de las fibras del segundo tipo hasta una última capa (15) de vueltas del hilo principal (6), y una altura de la pila (h1) de las capas de las fibras del segundo tipo es inferior al 25%, en particular inferior al 15%, más en particular inferior al 10% de la altura total de la pila (h).
40
8. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie de apoyo (40) de al menos uno de los guardacabos está provista de un recubrimiento de reducción de fricción (42), en particular que comprende un fluoropolímero, más en particular politetrafluoroetileno.
9. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde el guardacabo (2) es un guardacabo metálico, en particular la superficie de apoyo (40) tiene una rugosidad superficial R_A en el intervalo de 0,1 - 3,0 μm .
45
10. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una primera fibra conductora (8) para monitorizar el cable (1), en donde la primera fibra conductora (8) está colocada en el primer guardacabo (2) en la pila (19) de capas (10) de vueltas del hilo principal (6) o en la pila (119) de las fibras del segundo tipo, en particular, la primera fibra conductora (8) se coloca entre la pila (19) de capas (10) de vueltas del hilo principal (6) y la pila (119) de las fibras del segundo tipo.
50
11. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de fibras conductoras (8, 18, 108, 118), en donde al menos dos de la

pluralidad de fibras conductoras (8, 108) están colocadas en el primer guardacabo (2) en la misma capa (110) de vueltas del hilo principal (6) o fibras del segundo tipo, separadas unas de otras en una dirección de la anchura del primer guardacabo (2).

5 12. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una cubierta de cable (28) que se extiende alrededor del cable (1) desde el primer guardacabo hasta el segundo guardacabo (2, 4), y agrupa todos los hilos principales (6) y fibras del segundo tipo que se extienden entre el primer y el segundo guardacabo (2, 4) en un haz compacto (30) en una sección intermedia (32) del cable (1).

10 13. El cable según una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde las fibras del primer tipo son fibras de carbono, fibras de basalto, fibras de poliamida, fibras de poliéster, fibras de polipropileno, fibras de polietileno, fibras de aramida, fibras de LCAP o fibras de PBO, y/o las fibras del segundo tipo son fibras de HMPE.

14. Un método para producir un cable de bobinado sin fin, que comprende los pasos de:

colocar un primer guardacabo y un segundo guardacabo a una distancia predeterminada uno de otro, cuya distancia corresponde a una longitud de cable requerida,

15 proporcionar al menos un hilo principal que comprenda fibras de un primer tipo, y proporcionar fibras de un segundo tipo, en donde el segundo tipo es diferente del primer tipo,

formar una pila que comprenda al menos una primera capa de las fibras del segundo tipo sobre la superficie de apoyo de al menos uno del primer y segundo guardacabos, o proporcionar una hoja con fibras del segundo tipo y colocar la hoja sobre la superficie de apoyo del guardacabo respectivo, antes de enrollar el hilo principal alrededor del primer y el segundo guardacabo,

20 enrollar el hilo principal en la parte superior de la pila de, o la hoja con, las fibras del segundo tipo desde el primer guardacabo hasta el segundo guardacabo, dar media vuelta alrededor del segundo guardacabo, volver al primer guardacabo y dar media vuelta alrededor del primer guardacabo,

repetir el paso anterior hasta que se proporcione un número predeterminado de capas de vueltas del hilo principal tanto en el primer guardacabo como en el segundo guardacabo.

25 15. El método según la reivindicación 14, en donde la formación de una pila que comprenda al menos la primera capa de las fibras del segundo tipo sobre la superficie de apoyo de al menos uno del primer y segundo guardacabos comprende

proporcionar un hilo auxiliar que comprenda las fibras del segundo tipo,

30 enrollar el hilo auxiliar desde el primer guardacabo hasta el segundo guardacabo, dar media vuelta alrededor del segundo guardacabo, volver al primer guardacabo, y dar media vuelta alrededor del primer guardacabo, y

repetir el paso anterior hasta que se proporcione un número predeterminado de capas de vueltas del hilo auxiliar tanto en el primer guardacabo como en el segundo guardacabo.

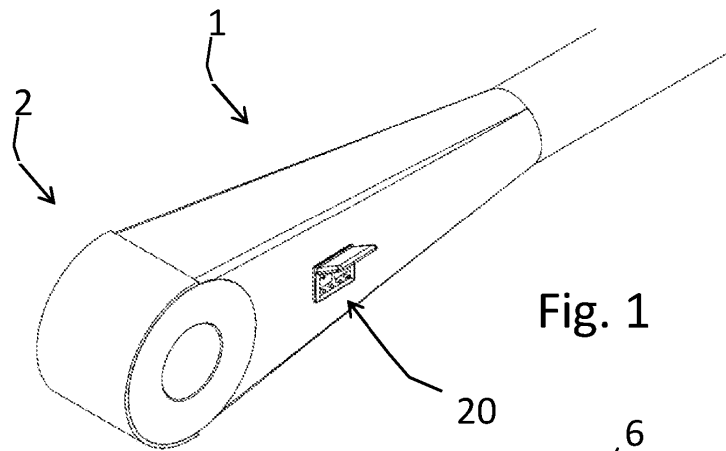


Fig. 1

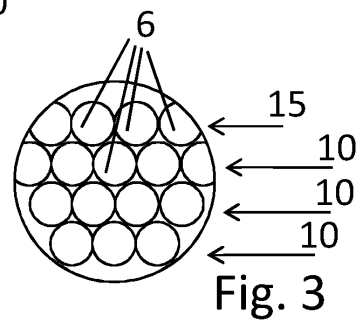


Fig. 3

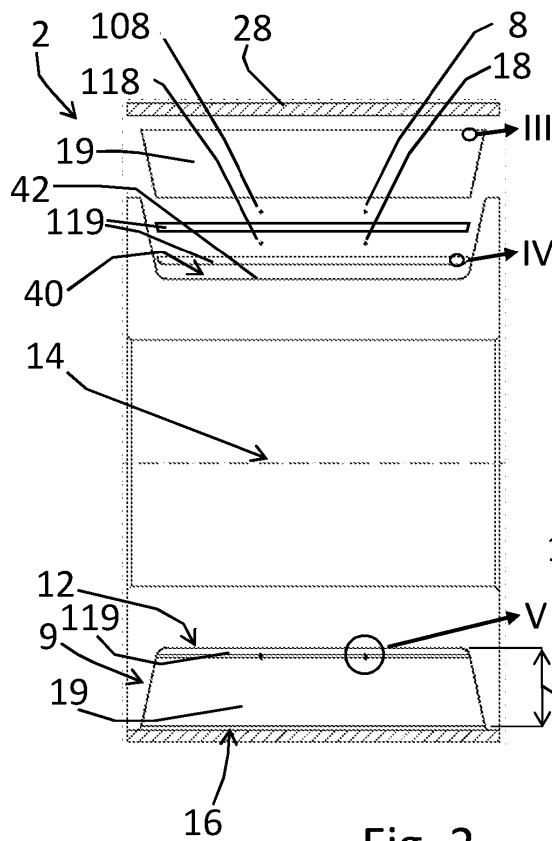


Fig. 2

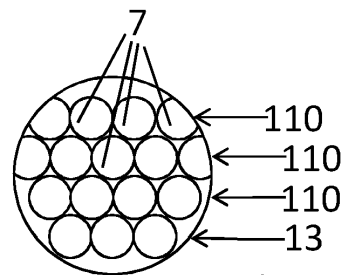


Fig. 4

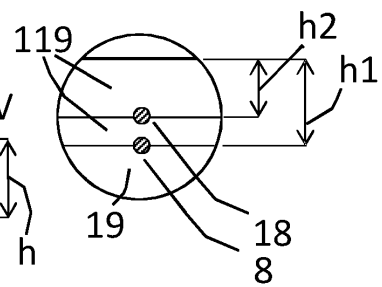
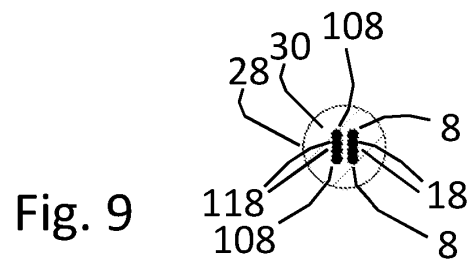
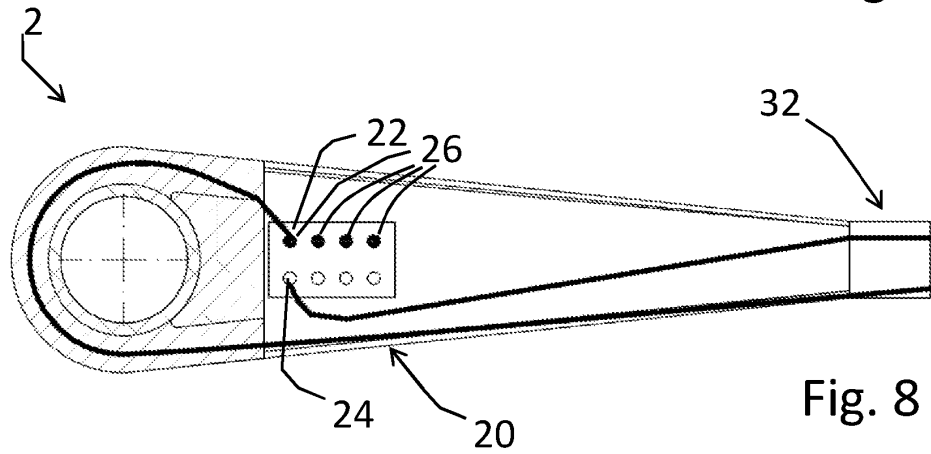
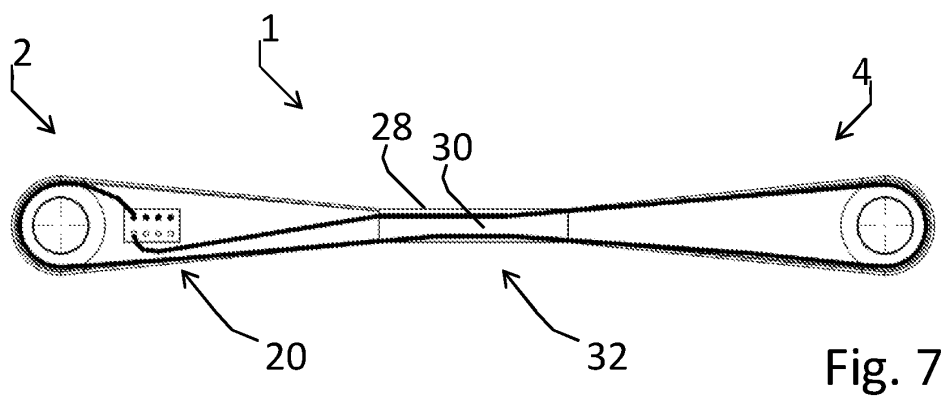
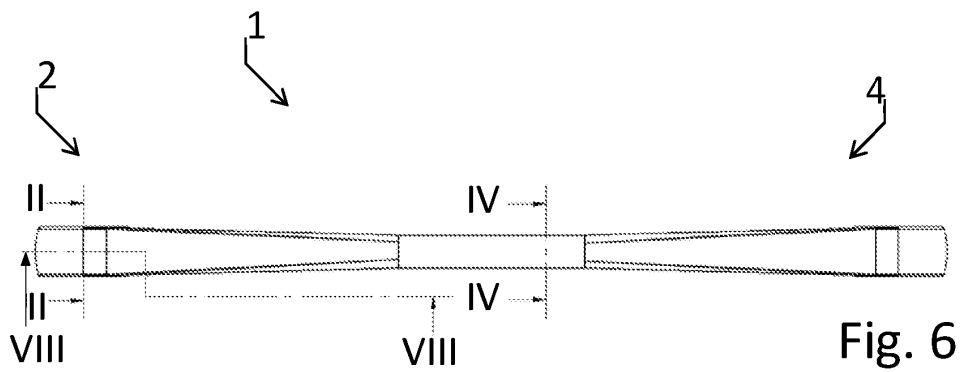


Fig. 5



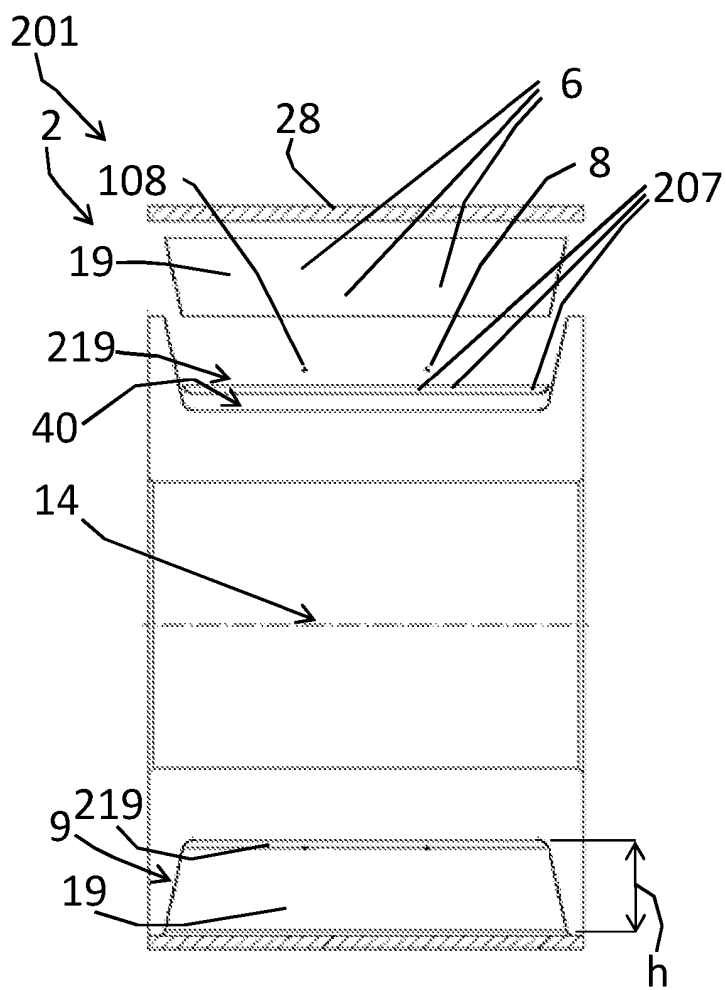


Fig. 10