

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 778**

51 Int. Cl.:

**H01B 7/18** (2006.01)

**H01B 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2013 PCT/EP2013/074646**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2014 WO14080019**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2013 E 13795752 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2923364**

54 Título: **Cable autoportante y combinación que comprende una disposición de suspensión y tal cable autoportante**

30 Prioridad:

**23.11.2012 WO PCT/SE2012/051297**

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

**10.05.2017**

73 Titular/es:

**NKT CABLES GROUP A/S (100.0%)  
Vibeholms Alle 25  
2605 Brøndby, DK**

72 Inventor/es:

**EFRAIMSSON, LARS y  
STRÖM, BENGT**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 611 778 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 autoportante y combinación que comprende una disposición de suspensión y tal cable autoportante

### Campo técnico

5 El campo técnico se refiere a un cable autoportante y a una combinación que comprende una disposición de suspensión y tal cable autoportante.

### Antecedentes

10 Un cable, tal como un cable eléctrico que comprende al menos un conductor eléctrico, tiene que ser doblable para enrollarse en espiras sobre un tambor de cable, por ejemplo después de la fabricación, y para transportar el cable a un lugar de instalación. Cuando se suspende entre unos puntos de suspensión, debido a la gravedad que actúa sobre el cable, el cable se doblará en, y entre, los puntos de suspensión. Para permitir este doblado o flexión del cable, se permite un movimiento relativo entre una porción exterior y una porción interior del cable en las direcciones longitudinales. Para algunos tipos de cables, el movimiento relativo entre las porciones interior y exterior puede ser del orden de magnitud de 0-10 mm, o incluso mayor en ciertas regiones a lo largo del cable.

15 Un cable autoportante está diseñado para soportar fuerzas relacionadas con su propio peso y preferiblemente también fuerzas externas que afectan al cable autoportante, tales como viento y árboles que caen. Al menos un conductor en una porción interior del cable autoportante o al menos un hilo portante en la porción interior del cable autoportante están diseñados para soportar estas fuerzas. Un conductor puede comprender uno o varios hilos que están hechos de aluminio y/o cobre. Por lo tanto, una solución es dejar que el propio conductor actúe como el elemento de soporte. En un punto de suspensión de un cable autoportante, las fuerzas que actúan sobre el cable autoportante se transfieren mediante una disposición de suspensión a una estructura portante del cable autoportante, típicamente una especie de poste. Se conocen diversos tipos de disposiciones de suspensión. Algunos tipos de disposiciones de suspensión se acoplan con una superficie exterior del cable autoportante y así las fuerzas tienen que ser transferidas entre una porción exterior que comprende la superficie exterior y la porción interior del cable autoportante.

25 El documento WO 2012/005638 revela un cable autoportante que comprende una capa intermedia dispuesta entre una porción exterior y una porción interior del cable autoportante. Se permite el movimiento relativo entre las porciones interior y exterior. En un punto de suspensión, donde el cable autoportante está sometido a fuerzas radiales desde una disposición de suspensión, la capa intermedia proporciona un acoplamiento de fricción entre las porciones interior y exterior, por medio del cual pueden transferirse fuerzas que actúan a lo largo del cable autoportante entre las porciones interior y exterior.

30 El documento WO 2012/005641 revela un cable autoportante similar al del documento WO 2012/005638.

35 El documento US 6288339 revela un cable autoportante que comprende una camisa exterior, un conductor aislado y dispuesta fijada entre ellos, una banda de blindaje. Una superficie interior de la camisa, la banda de blindaje, así como una superficie exterior del conductor aislado están provistas de ondulaciones. Esta solución tiene el efecto de que las capas pueden deslizarse una con relación a otra en cierta medida cuando se dobla el cable.

40 Cuando, en respuesta a fuerzas radiales dirigidas hacia dentro, tales como las aplicadas desde una disposición de suspensión dispuesta en los extremos de suspensión del cable con la forma de una espiral que se extiende alrededor y a lo largo de una porción de la camisa exterior del cable del documento US6288339, las capas onduladas se acoplan entre ellas, evitando así el deslizamiento entre la camisa exterior y el conductor aislado. Sin embargo, las ondulaciones, en particular en el lado interior de la camisa, pueden romperse bajo una carga elevada. Esto puede ocurrir en particular durante condiciones de temperatura ambiente altas, tales como alrededor de 50 ° C o más. A medida que las ondulaciones comienzan a romperse en una región de carga tan alta del cable autoportante, la fuerza de carga puede transferirse a ondulaciones adyacentes, cuyas ondulaciones adyacentes pueden, a su vez, romperse. El agarre entre la camisa exterior y la banda de blindaje se pierde en las porciones o regiones del cable en donde las ondulaciones se han roto. Finalmente, puede producirse un deslizamiento no deseado entre la camisa exterior y el conductor aislado interior. Tal deslizamiento podría llevar a la ruptura de toda la camisa exterior y a que la disposición de suspensión con la forma de una espiral se desenrolle de la camisa exterior del cable autoportante.

### Sumario

50 Un objeto de las realizaciones reveladas en este documento es proporcionar un cable autoportante alternativo y una combinación de dicho cable y una disposición de suspensión en la que las fuerzas puedan transferirse mejor entre las porciones exterior e interior del cable autoportante, así como proporcionar una resiliencia de cable mejorada contra cargas elevadas en al menos algunas regiones del cable autoportante, tal como, por lo menos, los extremos de suspensión del cable autoportante.

Según un aspecto, el objeto se consigue mediante un cable autoportante que comprende una porción exterior y una porción interior. La porción interior comprende al menos un conductor aislado. La porción exterior comprende una primera superficie interior y una superficie externa, estando dispuesta la superficie externa para acoplarse con una disposición de suspensión. La porción interior comprende una primera superficie exterior, estando apoyada la primera superficie exterior contra la primera superficie interior. La porción exterior comprende una capa exterior y una cinta metálica adherida a la capa exterior. La capa exterior comprende la superficie externa y la cinta metálica comprende la primera superficie interior.

Dado que la porción exterior comprende la cinta metálica que, a su vez, comprende la primera superficie interior, se proporciona la base para un acoplamiento de fricción ventajoso con la primera superficie exterior, es decir, entre las porciones exterior e interior del cable autoportante. La primera superficie interior, que es de metal y está adaptada para, durante la carga local, el acoplamiento por fricción con el material de la primera superficie exterior, aumenta la eficacia de un agarre funcional entre la primera superficie exterior y la primera superficie interior. De este modo, se puede conseguir una fricción incrementada, de hecho, un acoplamiento por fricción, cuando se aplica una fuerza dirigida radialmente hacia dentro, por ejemplo, desde una disposición de suspensión dispuesta externamente, sobre el cable autoportante. De este modo, la primera superficie interior de la cinta metálica de la porción exterior "muerde" la primera superficie exterior de la porción interior, alcanzando unos coeficientes de fricción de corta duración (tanto cinéticos como estáticos) del orden de aproximadamente 0,8 a cerca y hasta 1,0. Mediante el diseño específico del cable de autoportante, éste puede adaptarse para que, con una carga o cargas específicas, entre en tal acoplamiento de fricción. Como resultado, se alcanza el objeto mencionado anteriormente.

Sorprendentemente, los inventores han descubierto que una cinta metálica, incluso una cinta metálica sin ondular plana, en algunas realizaciones, que se adhiere a un lado interior de una porción exterior de un cable autoportante y que está dispuesta adyacente a una primera superficie exterior de una porción interior del cable autoportante, puede proporcionar la fricción suficiente necesaria entre las porciones exterior e interior del cable autoportante - no sólo durante la carga normal, sino también cuando regiones, o la totalidad, del cable autoportante están sometidas a influencias de carga relativamente altas - para transferir fuerzas longitudinales que actúan sobre el cable autoportante entre la porción exterior y la porción interior en al menos uno de un punto, línea o región de suspensión a lo largo del cable autoportante. Durante las fuerzas de carga elevadas, aplicando una fricción incrementada en este o en estos puntos, líneas o regiones de suspensión del cable autoportante, esto puede conducir a un acoplamiento de fricción en estas partes. Durante las condiciones normales de carga, al transferir las fuerzas longitudinales que actúan sobre el cable autoportante entre la porción exterior y la porción interior en las porciones del cable autoportante más alejadas de este punto, línea o región sobre o a lo largo del cable autoportante, esto puede llevar a una menor fricción en estas y en las otras regiones del cable autoportante.

Además, se mantiene una alta flexibilidad (capacidad de doblado) del cable autoportante, lo cual es, en particular, una propiedad importante cuando se utiliza el cable autoportante, por ejemplo como cables marinos o aéreos.

Tras una investigación más detallada, se ha encontrado que cuando el cable autoportante es sometido a fuerzas dirigidas radialmente hacia dentro aplicadas por una disposición de suspensión que encierra al menos parcialmente el cable en un punto, línea o región de suspensión, una fuerza longitudinal, es decir, una fuerza que actúa a lo largo de una dirección longitudinal del cable, se transfiere entre las porciones exterior e interior entrando en un acoplamiento de fricción entre la cinta metálica de la porción exterior y la primera superficie exterior de la porción interior. El acoplamiento por fricción y la fuerza longitudinal hacen que la primera superficie interior y la cinta metálica se deformen localmente en muchos lugares por debajo de la disposición de suspensión. En una realización ventajosa particular éstas se deforman directamente debajo de donde la disposición de suspensión aplica dicha fuerza dirigida radialmente hacia dentro sobre al menos un punto, línea o región de suspensión a lo largo del cable autoportante. Sin embargo, cada una de las deformaciones locales de la cinta metálica no migra a deformaciones locales adyacentes. Por consiguiente, la cinta metálica vista en su conjunto debajo de la disposición de suspensión no se rompe ventajosamente; y, en la porción exterior, la fuerza longitudinal se distribuye uniformemente entre la cinta metálica y la capa exterior porque la cinta metálica y la capa exterior están ventajosamente unidas entre ellas, en realizaciones a lo largo de toda la superficie interior de la cinta metálica. De este modo, la transferencia de la fuerza longitudinal entre las porciones exterior e interior se distribuye también uniformemente sobre la parte del cable autoportante que está sometido a las fuerzas radiales, es decir, la porción del cable por debajo de la disposición de suspensión, ventajosamente sólo las partes directamente debajo de donde la disposición de suspensión hace contacto con la capa exterior. Además, las propiedades de doblado del cable, en regiones del cable que no están sometidas a fuerzas dirigidas radialmente hacia el interior, son suficientes, por ejemplo, para permitir un cierto grado de movimiento longitudinal mutuo de la porción interior y exterior del cable.

Otra ventaja es que el apoyo friccional entre la primera superficie interior y la primera superficie exterior a lo largo del cable reduce las vibraciones y las oscilaciones cuando el cable está sometido a fuertes vientos.

El cable autoportante, que en lo que sigue también se denomina cable, está diseñado para soportar fuerzas relacionadas con su propio peso, tales como la fuerza gravitatoria y preferiblemente también fuerzas externas que afectan al cable autoportante, como viento, nieve, hielo y árboles que caen. Las fuerzas, que a menudo ocurren localmente, tienden a actuar a lo largo del cable autoportante, es decir, en una dirección longitudinal del cable autoportante. Al menos un conductor en la porción interior del cable autoportante y/o al menos un hilo portante en la

porción interior del cable autoportante pueden estar diseñados para soportar estas fuerzas longitudinales. En el punto, región o líneas de suspensión del cable autoportante, las fuerzas longitudinales que actúan sobre el cable autoportante son transferidas a través de la disposición de suspensión a una estructura portante hacia el cable autoportante, por ejemplo una estructura portante con la forma de un poste o una pared para aplicaciones aéreas, o una boya flotante o suspendida para aplicaciones marinas, o la orilla de un taladro para aplicaciones mineras, o una o más combinaciones de las mismas. Se conocen diversos tipos de disposiciones de suspensión en donde algunos, tales como, por ejemplo, una espiral de extremo muerto, se acoplan con una superficie exterior del cable autoportante. De este modo, las fuerzas longitudinales tienen que ser transferidas entre una porción exterior que comprende la superficie exterior y la porción interior del cable autoportante diseñado para soportar las fuerzas longitudinales. La disposición de suspensión somete al cable autoportante a fuerzas radiales y, por lo tanto, las fuerzas de fricción entre las porciones exterior e interior permiten la transferencia de las fuerzas longitudinales entre las porciones exterior e interior del cable autoportante. En porciones del cable autoportante que no están sometidas a fuerzas radiales, se permite, incluso se incita, un movimiento longitudinal, así como concéntrico, relativo mutuo, entre las porciones interior y exterior, en el cable autoportante.

El cable autoportante puede estar diseñado para tensiones diferentes, por ejemplo, para cables de baja tensión, hasta 1 kV, y para cables de alta tensión, superiores a 1 kV. El propio conductor puede comprender uno o más hilos metálicos, típicamente fabricados de aluminio y/o cobre. El conductor aislado puede comprender una o más capas aislantes y capas semiconductoras alrededor del conductor. Por ejemplo, los conductores diseñados para una tensión de hasta 1 kV pueden comprender solamente una capa aislante, mientras que un conductor para tensiones más altas puede comprender capas aislantes y semiconductoras.

Según realizaciones, la cinta metálica puede ser continua. Esto significa que la cinta metálica tendida se extiende a lo largo de toda la longitud del cable dispuesto, ya esté dispuesto en secciones, en donde cada sección tendida hace contacto y sigue a la sección previamente tendida, por ejemplo en contacto o sin contacto entre ellas, o se enrolla desde de una cinta larga singular. Esto se puede lograr, por ejemplo enrollando helicoidalmente una cinta metálica, que tiene una longitud de cinta más larga que la anchura de la cinta, tal como al menos 10 veces más larga que la anchura de la cinta, alrededor de la porción interior con un cierto paso, o envolviendo alternativamente la cinta metálica a lo largo de toda la longitud del cable, es decir, la longitud de la cinta metálica se aproxima a la longitud de la parte del cable y su anchura se aproxima a la circunferencia de la porción interior. Por consiguiente, la cinta metálica puede formarse a partir de una chapa metálica o una lámina metálica relativamente delgada, que puede extenderse alrededor de la circunferencia interior de la porción exterior, preferiblemente a lo largo de toda su circunferencia.

Según las realizaciones, un coeficiente de fricción entre la primera superficie interior y la primera superficie exterior puede ser de al menos 0,4. De esta manera, se puede proporcionar, incluso mejorado, en regiones del cable sometidas radialmente a fuerzas dirigidas radialmente hacia dentro, un acoplamiento por fricción entre la primera superficie interior y la primera superficie exterior suficiente para transferir una fuerza longitudinal a lo largo del cable entre las porciones interior y exterior del cable. Puede lograrse un coeficiente de fricción entre las superficies primera interior y primera exterior de al menos 0,4, por ejemplo, cuando la primera superficie exterior comprende un material metálico o similar al caucho. La fricción entre las superficies primera interior y primera exterior puede incluir fricción abrasiva y/o fricción adhesiva. El coeficiente de fricción entre la primera superficie interior y la primera superficie exterior puede variar a medida que las superficies primera interior y primera exterior se deslizan una contra otra; sin embargo, el coeficiente de fricción es de al menos 0,4. En cables sometidos a altas cargas y/o altas temperaturas ambiente, puede ser preferible una fricción abrasiva o adhesiva para conseguir una alta fricción. Un coeficiente de fricción más elevado puede ser ventajoso, tal como al menos 0,6, tal como al menos 0,7. Los coeficientes de fricción que se utilizan aquí, cuando no se menciona nada más, se refieren en general al coeficiente cinético de fricción. El coeficiente estático de fricción es ventajosamente en general durante cargas bajas tan bajas como sea posible entre las dos superficies, preferiblemente por debajo de 0,4, tal como por debajo de 0,3.

Según realizaciones, la primera superficie interior y/o la primera superficie exterior pueden estar provistas de salientes. De esta manera pueden proporcionarse otras disposiciones para un acoplamiento de fricción entre las superficies primera interior y primera exterior.

Según realizaciones, la cinta metálica puede comprender un metal tal como cobre, aluminio, acero dulce o zinc, o combinaciones de los mismos. De esta manera pueden proporcionarse disposiciones adicionales para un acoplamiento de fricción entre las superficies primera interior y primera exterior.

Según realizaciones, la primera superficie exterior puede estar provista de depresiones. De esta manera pueden proporcionarse disposiciones adicionales para un acoplamiento de fricción entre las superficies primera interior y primera exterior.

Según realizaciones, en una región radialmente descargada del cable autoportante, la primera superficie interior y la primera superficie exterior están dispuestas en apoyo deslizante entre ellas a lo largo de una dirección longitudinal del cable autoportante. De esta manera, las porciones interior y exterior del cable autoportante pueden moverse una con relación a otra en porciones del cable, cuyas porciones no están sometidas a ninguna carga radial sustancial.

5 Según realizaciones, en una región del cable autoportante sometida a fuerzas dirigidas radialmente hacia dentro, la primera superficie interior y la primera superficie exterior están dispuestas en acoplamiento de fricción entre ellas para transferir una fuerza a lo largo de una dirección longitudinal del cable autoportante desde la porción exterior hasta la porción interior. De esta manera, la fuerza a lo largo de la dirección longitudinal del cable autoportante puede ser soportada por la porción interior del cable autoportante.

10 Según realizaciones, la porción interior puede comprender una primera porción interior y una segunda porción interior. La primera porción interior puede comprender la primera superficie exterior y la segunda porción interior puede comprender el al menos un conductor aislado. De esta manera, la primera porción interior puede ser elegida y/o diseñada para proporcionar el coeficiente de fricción, mientras que la segunda porción interna puede ser elegida y/o diseñada para proporcionar suficientes propiedades aislantes.

15 Según realizaciones, la primera porción interior puede comprender una banda de blindaje. De esta manera, se puede disponer la primera superficie exterior sobre un componente que tiene una función adicional en el cable autoportante. La banda de blindaje puede bloquear al menos parcialmente un campo eléctrico. La banda de blindaje puede estar hecha de un metal y/o comprender un hilo o cinta metálicos que se extienden longitudinalmente. De este modo, la primera superficie exterior y la primera superficie interior comprenden ambas metal para un contacto deslizante de metal a metal sin carga y un contacto de acoplamiento de metal a metal con carga radial.

20 Se harán evidentes otras características y ventajas de las realizaciones del presente documento al estudiar las reivindicaciones adjuntas y la siguiente descripción detallada. Los expertos en la técnica se darán cuenta de que se pueden combinar diferentes características de realizaciones para crear realizaciones distintas de las descritas a continuación, sin apartarse del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas.

#### Breve descripción de los dibujos

Los diversos aspectos, incluyendo características y ventajas particulares, se comprenderán fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que:

- 25 La figura 1 muestra un cable autoportante según realizaciones,
- La figura 2 ilustra una sección transversal a través de un cable autoportante según realizaciones,
- Las figuras 3a-3c ilustran secciones transversales parciales a través de diferentes realizaciones de cables autoportantes,
- La figura 4 ilustra una sección transversal a través de un cable autoportante según realizaciones y una porción agrandada de la sección transversal,
- 30 Las figuras 5a-5d ilustran secciones transversales parciales a través de diferentes realizaciones de cables autoportantes, y
- La figura 6 ilustra una combinación que comprende una disposición de suspensión y un cable autoportante según realizaciones, estando dispuesta dicha disposición de suspensión para suspender un cable autoportante, revelado en el presente documento, en un punto de suspensión.

#### 35 Descripción detallada

40 A continuación se describirán más detalladamente realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran realizaciones de ejemplo. Las características reveladas de las realizaciones pueden combinarse tan fácilmente como se comprendan por un experto en la técnica. Los números semejantes hacen referencia a elementos similares en todo el documento. Las funciones o construcciones bien conocidas no se describirán necesariamente en detalle por motivos de brevedad y/o claridad.

- 45 La figura 1 muestra un cable autoportante 2 según realizaciones. Se muestra una parte extrema del cable 2 en una condición parcialmente abierta con fines ilustrativos. El cable 2 comprende una porción exterior 4 y una porción interior 6, siendo una ventaja la capacidad aumentada de doblado del cable. La porción exterior 4 encierra la porción interior 6.
- 50 La porción interior 6 comprende al menos un conductor aislado 8, en estas realizaciones tres conductores aislados 8, por ejemplo para proporcionar una tensión de corriente alterna trifásica. La porción interior 6 comprende una primera superficie exterior 16. La porción interior 6 comprende una primera porción interior 7 y una segunda porción interior 9. La segunda porción interior 9 comprende los tres conductores aislados 8. La primera porción interior 7 puede estar hecha de metal. Por ejemplo, la primera porción interior 7 puede comprender una banda 11 de blindaje hecha de metal que encierra la segunda porción interior 9. Puede haber tres bandas 11 de blindaje que se extienden a lo largo de la dirección longitudinal del cable 2, una banda 11 de blindaje por conductor aislado 8, extendiéndose cada banda 11 de blindaje esencialmente de manera longitudinal a lo largo de una parte orientada más hacia el exterior del conductor 8. El metal de la banda 11 de blindaje puede ser, por ejemplo, cobre, aluminio, acero dulce o zinc. La primera porción interior 7 comprende la primera superficie exterior 16.

La porción exterior 4 comprende una primera superficie interior 10 en un interior de la porción exterior 4 y una superficie externa 12. La primera superficie exterior 16 se apoya contra la primera superficie interior 10. Ventajosamente, la primera superficie exterior 16 y la primera superficie interior 10 no están unidas entre ellas, sino que son capaces de acoplarse en una relación de deslizamiento al menos longitudinalmente a lo largo de la longitud del cable.

5

La porción exterior 4 comprende una capa exterior y una cinta metálica adherida a la capa exterior (ambas no mostradas en la figura 1). La cinta metálica se extiende continuamente alrededor de una circunferencia interior de la porción exterior 4. La capa exterior comprende la superficie externa 12 y la cinta metálica comprende la primera superficie interior 10.

10 Un coeficiente de fricción entre la primera superficie interior 10 y la primera superficie exterior 16 puede ser de al menos de 0,4. De este modo, cuando el cable 2 se somete a fuerzas dirigidas radialmente hacia el interior que actúan sobre la superficie externa 12 y se somete a una fuerza longitudinal a lo largo de una dirección longitudinal 13 del cable 2, la fricción entre las superficies primera interior y la primera exterior 10, 16 permite que la fuerza longitudinal sea transferida entre las porciones exterior e interior 4, 6 del cable 2. La superficie externa 12 del cable 2 está dispuesta para acoplarse con una disposición de suspensión, tal como una espiral de extremo muerto, discutida con relación a la figura 6 siguiente. Tal disposición para acoplarse con la superficie externa 12 del cable podría comprender solamente la superficie de caucho o polímero, ya sea sin otras características de acoplamiento, o colocada o dispuesta con indicaciones específicas para mostrar dónde colocar la disposición de suspensión con respecto a la superficie externa del cable.

15

20 La primera superficie interior 10 y/o la primera superficie exterior 16 pueden estar provistas de orificios o salientes, por ejemplo la banda 11 de blindaje puede estar ondulada a lo largo de la dirección longitudinal 13.

La figura 2 ilustra una sección transversal a través de un cable autoportante 2 según realizaciones. El cable 2 comprende también una porción exterior 4 y una porción interior 6. La porción exterior 4 encierra la porción interior 6. De nuevo, la porción interior 6 comprende tres conductores aislados 8. De nuevo, la porción exterior 4 comprende una capa exterior y una cinta metálica adherida a la capa exterior y que se extiende continuamente alrededor de una circunferencia interior de la porción exterior 4. La capa exterior comprende una superficie externa 12 y la cinta metálica comprende una primera superficie interior 10.

25

La porción interior 6 comprende una primera porción interior que comprende tres primeras porciones interiores separadas 7', 7'', 7''' y una segunda porción interior 9. La segunda porción interior 9 comprende los tres conductores aislados 8. La primera porción interior comprende una primera superficie exterior 16 que se extiende parcialmente sobre cada una de las tres primeras porciones interiores separadas 7', 7'', 7'''. La primera superficie exterior 16 se apoya contra la primera superficie interior 10 en porciones de la primera superficie interior 10. La primera porción interior está hecha de metal, es decir, cada una de las tres primeras porciones interiores separadas 7', 7'', 7''' comprende una cinta metálica o una chapa metálica. El metal puede ser, por ejemplo, cobre, aluminio, acero dulce o zinc. Conjuntamente con los hilos 17 de blindaje, las primeras porciones interiores separadas 7', 7'', 7''' forman un blindaje para bloquear campos eléctricos. De nuevo, un coeficiente de fricción entre la primera superficie interior 10 y la primera superficie exterior 16 puede ser de al menos 0,4.

30

35

Cada uno de los conductores 8 comprende una serie de hilos metálicos. Alrededor de cada uno de los conductores 8 están dispuestas capas aislantes y capas semiconductoras. Apoyándose contra un conductor 8 está una capa semiconductor interior 19 seguida por una capa aislante 21 y una capa semiconductor exterior 23 más cercanas a las primeras porciones interiores separadas 7', 7'', 7'''.

40

Las figuras 3a-3c ilustran secciones transversales parciales a través de diferentes realizaciones de cables autoportantes 2. Las secciones transversales se toman a lo largo de una dirección longitudinal 13 de los respectivos cables 2. Las secciones transversales parciales no se extienden radialmente a través de todo el cable, sino que, por el contrario, muestran una sección cortada, que podría cortarse a lo largo de la línea A de la figura 2. Los cables 2 de cada realización comprenden una porción exterior 4 y una porción interior 6. La porción interior 6 y la porción exterior 4 pueden comprender una o varias capas de tipos diferentes, una capa de aislamiento de plástico, un blindaje metálico, un blindaje semiconductor, etc. La porción exterior 4 comprende al menos una capa exterior 18 y una cinta metálica 20 (ilustrada sólo en la figura 3a), cuya cinta metálica 20 se adhiere a la capa exterior 18 y se extiende continuamente alrededor de una circunferencia interior de la porción exterior 4. La capa exterior 18 puede comprender un polietileno negro. La capa exterior 18 comprende una superficie externa 12 y la cinta metálica 20 comprende una primera superficie interior 10.

45

50

La porción interior 6 comprende una primera porción interior 7 y una segunda porción interior 9.

La primera porción interior 7 comprende una primera superficie exterior 16. La primera superficie exterior 16 se apoya contra la primera superficie interior 10. De nuevo, un coeficiente de fricción entre la primera superficie interior 10 y la primera superficie exterior 16 es de al menos 0,4. Convenientemente, la primera porción interior 7 puede estar hecha de metal. Así, por ejemplo, la primera porción interior 7 comprende un tejido, un trenzado o una cinta metálica con salientes y/o aberturas. Los salientes y/o aberturas se pueden disponer según un patrón o una

55

estructura, tal como una estructura ondulada o una estructura de panel. El metal puede ser, por ejemplo, cobre, aluminio, acero dulce o zinc.

5 La segunda porción interior 9 comprende un conductor 8 y dispuesto allí alrededor de una envoltura 25. El conductor 8 puede comprender una pluralidad de hilos metálicos, por ejemplo, hechos de aluminio y/o cobre. La envoltura 25 comprende una capa semiconductora interior 19, una capa aislante 21 y una capa semiconductora exterior 23. Las capas semiconductoras interior y exterior 19, 23 pueden comprender capas de polietileno extruidas. La capa aislante 21 puede comprender una capa extruida de polietileno reticulado, PEX o XLPE. El cable 2 puede comprender una o más segundas porciones 9 dispuestas dentro de la primera porción interior 7.

10 En estas realizaciones, la primera superficie interior 10 y/o la primera superficie exterior 16 están provistas de unos salientes primera y/o segunda 22, 24 según se detallará a continuación.

15 La segunda porción interior 9 comprende la envoltura 25 alrededor de al menos un conductor 8, comprendiendo la envoltura 25 una segunda superficie exterior 30. La segunda superficie exterior 30 está provista de unos terceros salientes 32 y la primera porción interior 7 comprende una segunda superficie interior 34. La segunda superficie exterior 30 se apoya contra la segunda superficie interior 34. (Los números de referencia se ilustran principalmente en la figura 3b).

La segunda superficie interior 34 puede estar provista de unos cuartos salientes 36 que se emparejan con los terceros salientes 32. La porción interior 6 puede comprender una o más porciones adicionales entre la primera porción interior 7 y la segunda porción interior 9 para aumentar las propiedades de doblado del cable 2.

20 La figura 3a ilustra realizaciones del cable autoportante 2, en el que la primera superficie exterior 16 está provista de unos primeros salientes 22. Además, la primera superficie interior 10 es sustancialmente lisa.

La figura 3b ilustra realizaciones del cable autoportante 2, en el que la primera superficie exterior 16 es sustancialmente lisa. Además, la primera superficie interior 10 está provista de unos segundos salientes 24.

La figura 3c ilustra realizaciones del cable autoportante 2, en el que la primera superficie exterior 16 está provista de los primeros salientes 22. Además, la primera superficie interior 10 está provista de unos segundos salientes 24.

25 La figura 4 ilustra una sección transversal a través de un cable autoportante 2 según realizaciones, y una porción agrandada de la sección transversal. El cable 2 comprende una porción exterior 4 y una porción interior 6. La porción exterior 4 encierra la porción interior 6. La porción interior 6 comprende un conductor aislado 8. La porción exterior 4 comprende una primera superficie interior 10 en un interior de la porción exterior 4 y una superficie externa 12. La porción interior 6 comprende una primera superficie exterior 16. La primera superficie exterior 16 se apoya contra la primera superficie interior 10.

30 La porción exterior 4 comprende una capa exterior 18 y una cinta metálica 20 adherida a la capa exterior 18. La capa exterior 18 puede comprender un polímero tal como, por ejemplo, un polietileno. La cinta metálica 20 se adhiere a la capa exterior 18 mediante una capa 40 de polímero, tal como una capa de poliéster, y una capa de unión 42. La capa 40 de polímero puede estar provista además de hilos metálicos que se extienden longitudinalmente (no mostrados) para aumentar la propiedad autoportante del cable 2, además éstos pueden actuar para aumentar el efecto de deformación desde una disposición de suspensión alrededor del cable 2, así como el efecto de blindaje eléctrico. La capa de unión 42 puede comprender un pegamento u otro agente de unión, tal como polietileno con un punto de fusión más bajo que el polímero de la capa exterior 18, de tal manera que la capa de unión 42 se fundirá y se unirá con la capa exterior 18 durante la extrusión de la capa exterior 18. La cinta metálica 20 se extiende continuamente alrededor de una circunferencia interior de la porción exterior 4. La capa exterior 18 comprende la superficie externa 12 y la cinta metálica 20 comprende la primera superficie interior 10. La cinta metálica 20, la capa 40 de polímero y la capa de unión 42 pueden tener cada una de ellas grosores de capa de aproximadamente 5µ a aproximadamente 50µ. Alternativamente, se puede usar una cinta metálica más delgada, de aproximadamente 5µ a aproximadamente 0,1 µ, pero en ese caso es una ventaja disponer la cinta metálica 20 unida a la capa de polímero, y también puede ser ventajoso aumentar el grosor de la capa de polímero desde aproximadamente 50µ a aproximadamente 200µ.

35 Como una alternativa adicional a la realización mostrada en la figura 4, se puede aumentar el grosor de la capa metálica, eliminando así la necesidad de una capa 40 de polímero, hasta un grosor del orden de alrededor de 50µ hasta alrededor de 500µ. Si se usa tal grosor de cinta metálica aumentado, se puede dotar ventajosamente también a la cinta metálica con salientes u orificios, porque la tendencia a la deformación disminuye con el aumento de grosor de la capa metálica.

40 Alrededor del conductor 8, la porción interior 6 comprende una capa aislante 44 y una capa semiconductora 45 de tipo termoplástico, caucho o elastómero termoplástico (TPE), con alta fricción contra el metal. La capa semiconductora 45 comprende la primera superficie exterior 16. Un coeficiente de fricción entre la primera superficie interior 10 y la primera superficie exterior 16 es de al menos 0,4. De este modo, cuando el cable 2 es sometido a una fuerza radial que actúa sobre la superficie externa 12 y es sometido a una fuerza longitudinal a lo largo de una dirección longitudinal del cable 2, la fricción entre las superficies primera interior y primera exterior 10, 16 permite

que una fuerza longitudinal sea transferida entre las porciones exterior e interior 4, 6 del cable 2. La superficie externa 12 del cable 2 está dispuesta para acoplarse con una disposición de suspensión tal como un hilo, por ejemplo con la forma de una espiral discutida en relación con la figura 6 siguiente.

5 Las figuras 5a-5d ilustran secciones transversales parciales a través de realizaciones diferentes de cables autoportantes 2. Las secciones transversales se toman a lo largo de una dirección longitudinal 13 de los respectivos cables 2. Las secciones transversales parciales no se extienden radialmente a través de todo el cable, sino que, por el contrario, muestran una sección cortada, que podría cortarse a lo largo de la línea A de la figura 2 o  
10 alternativamente a lo largo de la línea B de la figura 4. Los cables 2 de cada realización comprenden una porción exterior 4 y una porción interior 6. La porción exterior 4 comprende una capa exterior 18 (sólo ilustrada en la figura 5a) y una cinta metálica 20 (sólo ilustrada en las figuras 5a y 5d) adherida a la capa exterior 18 y que se extiende continuamente alrededor de una circunferencia interior de la porción exterior 4. La capa exterior 18 puede comprender un polietileno negro. La capa exterior 18 comprende una superficie externa 12 y la cinta metálica 20 comprende una primera superficie interior 10.

15 La porción interior 6 comprende una primera superficie exterior 16. En la porción interior 6, una capa aislante 44 está dispuesta alrededor de un conductor 8. La capa aislante 44 puede comprender un termoplástico, caucho o un tipo de elastómero termoplástico (TPE), con alta fricción contra el metal. La primera superficie exterior 16 se apoya contra la primera superficie interior 10. Por consiguiente, la porción interior 6 comprende una capa aislante 44 alrededor de al menos un conductor 8, y la capa aislante 44 comprende la primera superficie exterior 16. De nuevo, un coeficiente de fricción entre la primera superficie interior 10 y la primera superficie exterior 16 puede ser al menos de 0,4.

20 En algunas de estas realizaciones, la primera superficie interior 10 y/o la primera superficie exterior 16 están provistas de los salientes primero y/o segundo 22, 24, como se detallará a continuación. La primera superficie exterior 16, que está provista de los primeros salientes 22, puede mejorar las propiedades de doblado del cable 2 en comparación con un cable 2 que comprende una primera superficie exterior lisa 16. En realizaciones complementarias o alternativas, la primera superficie interior 10 y/o la primera superficie exterior están provista de un patrón de orificios, burbujas, abollonados, así como de cualquier combinación de los mismos. El experto en la  
25 técnica conoce otros mecanizados del metal de esta clase que mejoran el patrón de agarre. Las dimensiones de tales salientes 22, 24, agujeros, burbujas, abollonados y/o combinaciones de los mismos son, por ejemplo, las que tienen pasos y/o diámetros máximos internos entre y, en cada uno de, tales mecanizaciones que están en realizaciones de alrededor de 0,01 mm hasta alrededor de 1,0 mm, preferiblemente alrededor de 0,05 mm a  
30 aproximadamente 0,4 mm, lo más preferiblemente alrededor de 0,1 mm a aproximadamente 0,2 mm, por ejemplo para una cinta metálica como la mencionada anteriormente que tiene un grosor aproximado del orden de alrededor de 5 $\mu$  a alrededor de 50 $\mu$ .

La figura 5a ilustra realizaciones del cable autoportante 2, en el que la primera superficie exterior 16 está provista de los primeros salientes 22. La primera superficie interior 10 es sustancialmente lisa. En estas realizaciones, la capa  
35 aislante 44 comprende la primera superficie exterior 16.

La figura 5b ilustra realizaciones del cable autoportante 2, en el que la primera superficie exterior 16 es sustancialmente lisa. La primera superficie interior 10 está provista de los segundos salientes 24. En estas realizaciones, la capa aislante 44 comprende la primera superficie exterior 16.

40 La figura 5c ilustra realizaciones del cable autoportante 2, en el que la primera superficie exterior 16 está provista de los primeros salientes 22. La primera superficie interior 10 está provista de los segundos salientes 24. En estas realizaciones, la capa aislante 44 comprende la primera superficie exterior 16.

45 La figura 5d ilustra realizaciones del cable autoportante 2, en el que la primera superficie exterior 16 es sustancialmente lisa y la primera superficie interior 10 es sustancialmente lisa. En estas realizaciones, la porción interior comprende la capa aislante 44 alrededor de al menos un conductor 8 y una capa metálica 46 está adherida al exterior de la capa aislante 44. La capa metálica 46 comprende la primera superficie exterior 16. Por ejemplo, la cinta metálica 20 puede estar hecha de aluminio y la capa metálica 46 puede estar hecha de aluminio. Por lo tanto, se puede conseguir un coeficiente de fricción de al menos 0,4. Dado que la capa metálica 46 comprende la primera superficie exterior 16 en estas realizaciones, la capa aislante 44 puede comprender un material aislante diferente al de un material similar al caucho, por ejemplo un polietileno reticulado (XLPE), PE, PP o PVC. Alternativamente, en  
50 lugar de una capa aislante 44 se puede proporcionar un sistema de tres capas como se ilustra en relación con la segunda porción interior 9 en las figuras 3a-3c.

La figura 6 ilustra una realización de una combinación según la invención de una disposición 50 de suspensión y un cable autoportante 2, según realizaciones reveladas en el presente documento, en un punto de suspensión. La disposición 50 de suspensión comprende una llamada espiral de extremo muerto o simplemente denominada, espiral. La disposición 50 de suspensión está dispuesta para unir el cable 2 a, por ejemplo, un poste 54 en un extremo de suspensión del cable 2. La disposición 50 de suspensión comprende uno o más hilos metálicos 52  
55 retorcidos alrededor del cable 2 en una espiral. Un extremo 56 del hilo 52 está fijado al poste 54.

En cada uno de los dos extremos de suspensión del cable 2, el cable 2 puede someterse a la fuerza más grande, cuya fuerza tiene que transferirse desde el cable 2 a través de la disposición 50 de suspensión al poste 54. Según el tipo de cable de auto-suspensión, el cable 2 puede diseñarse para soportar, por ejemplo, una fuerza de 100 kN a lo largo del cable 2. La fuerza a lo largo del cable 2 comprende la fuerza de gravedad G del propio cable 2. Sin embargo, aparecen fuerzas mayores en la región de la figura de fuerza mencionada anteriormente cuando el cable 2 se somete a cargas de objetos extraños, tales como, por ejemplo, árboles que caen sobre el cable 2.

En una realización ventajosa, la combinación de una disposición de suspensión y un cable de autoportante puede estar dimensionada específicamente para soportar cargas pesadas. Ejemplos de fuerzas de carga de esta clase, tales como las que se pueden experimentar durante la operación normal de la combinación (que cuelga suspendida), se someten a una presión total de entre aproximadamente 1 MPa ( $\text{N/mm}^2$ ) a alrededor de 3 MPa en total a lo largo de la región de suspensión del cable. Durante situaciones de carga pesada, tales como árboles que caen, viento que sopla y/o deposición de nieve, se pueden experimentar cargas mayores, por ejemplo, presiones totales de alrededor de 5 MPa a alrededor de 6 MPa durante un período de carga en el orden de 1 a 6 días, o más. Además, con el fin de soportar cargas extremas, tales como árboles grandes que caen o un poste que se afloja, la combinación puede diseñarse para cargas extremas en la región, punto o línea de suspensión que resulten en presiones totales de hasta alrededor de 10 MPa a alrededor de 20 MPa o más, durante un período de carga corto del orden de aproximadamente 1 segundo hasta aproximadamente 10 minutos, o incluso más.

La fuerza sobre el cable 2 se extiende a lo largo de una dirección longitudinal 13 del cable 2 según las realizaciones reveladas en el presente documento. Los hilos retorcidos 52 se acoplan por fricción con una superficie externa 12 del cable 2. La fuerza en la dirección longitudinal 13 hace que disminuya el diámetro de la espiral formada por los hilos retorcidos 52. Por lo tanto, el punto, línea o región de suspensión del cable autoportante 2, parcialmente encerrado por los hilos retorcidos 52, está sometido a fuerzas F radialmente dirigidas hacia dentro. Las fuerzas F dirigidas radialmente hacia dentro pueden hacer que la primera superficie interior 10 de la porción exterior 4 del cable 2 y la primera superficie exterior 16 de la porción interior 6 del cable 2 en, o a lo largo del, punto, línea o región de suspensión se acoplen por fricción entre ellas para la transferencia de la fuerza a lo largo de la dirección longitudinal 13 desde la porción exterior 4 hasta la porción interior 6. Los hilos retorcidos 52 pueden extenderse hasta 2-4 metros a lo largo del cable 2 con el fin de distribuir las fuerzas F dirigidas radialmente hacia dentro al cable 2. La longitud real de la región o línea de suspensión puede seleccionarse ventajosamente con relación al peso del cable por metro, el diámetro del cable, la suavidad del material seleccionado para la porción exterior 4 y la capa metálica.

Los hilos retorcidos 52 pueden estar provistos de una superficie rugosa para asegurar un buen acoplamiento de fricción con la superficie exterior 12 del cable 2. Los hilos retorcidos pueden disponerse sobre el cable 2 con un patrón tendido diferente de una espiral de extremo muerto, tal como por ejemplo un patrón helicoidal, un patrón de meandros a lo largo de la longitud del cable o circunferencialmente, un patrón de puntadas y cualquier combinación de los mismos, capaz de proporcionar una deformación de la cinta metálica en sentido periférico, en sentido puntual y/o en sentido lineal extendiéndose longitudinalmente. Los hilos retorcidos pueden estar hechos de diferentes materiales, tales como metal, fibra de vidrio o polímero blindado de fibra de carbono o combinaciones de los mismos para proporcionar una disposición de suspensión fuerte y duradera. El término hilos también puede incluir cintas o filamentos agrupados.

Tanto el cable de autoportante, según las realizaciones, como la combinación según realizaciones de una disposición de suspensión y tal cable pueden utilizarse ventajosamente en aplicaciones aéreas, mineras o marinas. Las aplicaciones marinas pueden incluir la distribución de energía que alimenta las centrales de energía eólica o producida por olas en alta mar, plataformas de petróleo/gas y bombas de campo, así como la energía transportada lejos de instalaciones de energía undimotriz hacia la costa o entre instalaciones.

La siguiente discusión se refiere a los cables según realización reveladas en el presente documento: según se discute inicialmente, en la región del cable 2 sometida a fuerzas F dirigidas radialmente hacia dentro, el deslizamiento entre la primera superficie exterior 16 y la porción exterior 4 tiene lugar por la primera superficie interior 10 y, por lo tanto, la cinta metálica 20 se deforma localmente. La primera superficie interior 10 es cizallada por la primera superficie exterior 16; sin embargo, sin romper la cinta metálica 20 más que localmente. Una fuerza longitudinal a lo largo del cable 2 puede así extenderse uniformemente a lo largo de dicha región. Por lo tanto, una disposición de suspensión 50 que somete al cable 2 a fuerzas F dirigidas radialmente hacia dentro, tal como una espiral, se mueve en menor medida y de una manera más controlada, con respecto a la porción exterior 4 del cable 2 en realizaciones reveladas en el presente documento, que en un cable de la técnica anterior, tal como el cable revelado en el documento US 6288339. Por lo tanto, el riesgo de que la porción exterior 4 se rompa, o que la espiral se desenrolle del cable 2, es menor para los cables 2 según las realizaciones reveladas en este documento que en los cables de la técnica anterior.

Algunos metales, tales como cobre y aluminio se endurecen cuando se deforman. El acoplamiento de fricción entre la primera superficie exterior 16 y la primera superficie interior 10 puede deformar la primera superficie interior 10 cuando el cable 2 se somete a fuerzas F dirigidas radialmente hacia dentro y una fuerza a lo largo de la dirección longitudinal 13 del cable 2. Cuando la cinta metálica 20 está hecha de, por ejemplo, cobre o aluminio, debido al endurecimiento por deformación, la fricción entre las superficies primera interior y primera exterior 10, 16 aumenta a

5 medida que el material de la cinta metálica 20 se endurece localmente en donde se deforma la primera superficie interior 10. Finalmente, no tiene lugar más deformación en un área local. En su lugar, la deformación puede continuar en un área local diferente. De este modo, la carga se extiende sobre la región de la porción exterior 4 encerrada por el hilo o espiral sin que se rompa la porción exterior 4. Se consigue una distribución uniforme de la fuerza a lo largo de la dirección longitudinal 13 desde la porción exterior 4 hasta la porción interior 6. El hilo o espiral pueden transferir una carga mayor a un cable 2 según las realizaciones reveladas en el presente documento que en cables de la técnica anterior.

10 En lo que se sigue se presentan coeficientes aproximados de fricción,  $\mu$ , para algunas combinaciones de material que implican a la cinta metálica 20 que comprende la primera superficie interior 10 y la primera superficie exterior 16 de la porción interior 6. Así, éstos son ejemplos de combinaciones de materiales adecuadas.

Cobre - Cobre -  $\mu = 0,4 - 1,2$

Cobre - Acero dulce -  $\mu = 0,5$

Cobre - Cobre Estañado  $\mu = 0,4 - 1,1$

Aluminio - Aluminio -  $\mu = 0,4 - 1,1$

15 Aluminio - Acero dulce -  $\mu = 0,6$

Metal - Caucho -  $\mu = 0,5 - 1,5$

20 Las realizaciones de ejemplo descritas anteriormente pueden combinarse según lo entienda un experto en la técnica. Por ejemplo, la cinta metálica 20 puede adherirse a la capa exterior 18 según se describe en relación con la figura 4 en todas las realizaciones reveladas. Aunque se ha hecho referencia a realizaciones de ejemplo, muchas alteraciones, modificaciones y similares diferentes se harán evidentes para los expertos en la técnica. Por ejemplo, la cinta metálica 20 como tal puede adherirse a la capa exterior 18 por medio de una capa de unión. La capa de unión puede comprender un pegamento u otro agente de unión, como se explicó con relación a la figura 4. Pueden utilizarse otros tipos de disposiciones de suspensión diferentes de hilos o espirales, que someten al cable a fuerzas dirigidas radialmente hacia el interior, tales como abrazaderas de tensión, en el punto de suspensión del cable. Una primera superficie interior 10 o una primera superficie exterior 16 fabricadas sustancialmente lisas pueden deformarse en particular bajo una carga radial cuando una superficie sustancialmente lisa se apoya contra una superficie opuesta que está provista de salientes. Una superficie producida, por ejemplo, enrollando un metal en una lámina o banda proporciona un ejemplo de una superficie sustancialmente lisa. En consecuencia, también se consideran otras superficies de lisura similar como superficies sustancialmente lisas. Por lo tanto, ha de entenderse que el documento anterior es ilustrativo de diversas realizaciones de ejemplo y que la invención se define solamente por las reivindicaciones adjuntas.

30 Según se usa en el presente documento, el término "que comprende" o "comprende" es abierto, e incluye una o más características, elementos, etapas, componentes o funciones indicados, pero no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, elementos, pasos, componentes, funciones o grupos de los mismos.

35

## REIVINDICACIONES

1. Un cable autoportante (2) que comprende una porción exterior (4) y una porción interior (6), comprendiendo porción interior (6) al menos un conductor aislado (8) y comprendiendo la porción exterior (4) una primera superficie interior (10) y una superficie externa (12), estando dispuesta la superficie externa (12) para acoplarse con una disposición (50) de suspensión, en el que la porción interior (6) comprende una primera superficie exterior (16), apoyándose la primera superficie exterior (16) contra la primera superficie interior (10), **caracterizado** por que la porción exterior (4) comprende una capa exterior (18) y una cinta metálica (20) adherida a la capa exterior (18), en el que la capa exterior (18) comprende la superficie externa (12), y en el que la cinta metálica (20) comprende la primera superficie interior (10), preferiblemente la cinta metálica (20) es continua, más preferiblemente la cinta metálica (20) comprende un metal tal como cobre, aluminio, acero dulce o zinc, o combinaciones de los mismos.
2. El cable autoportante (2) según la reivindicación 1, en el que un coeficiente de fricción entre la primera superficie interior (10) y la primera superficie exterior (16) es de al menos 0,4, tal como al menos 0,6, tal como al menos 0,7.
3. El cable autoportante (2) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera superficie interior (10) y/o la primera superficie exterior (16) están provistas de salientes (22, 24), preferiblemente la primera superficie interior (10) está provista de unos segundos salientes (24), la primera superficie exterior (16) está provista de unos primeros salientes (22).
4. El cable autoportante (2) según la reivindicación 1, en el que la primera superficie exterior (16) es sustancialmente lisa y preferiblemente la primera superficie interior (10) es sustancialmente lisa.
5. El cable autoportante (2) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera superficie exterior (16) está provista de depresiones.
6. El cable autoportante (2) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que en una región radialmente descargada del cable autoportante (2) la primera superficie interior (10) y la primera superficie exterior (16) están dispuestas en apoyo deslizante entre ellas a lo largo de una dirección longitudinal (13) del cable autoportante (2).
7. El cable autoportante (2) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que por lo menos en un punto, una línea o una región del cable autoportante (2) sometido a fuerzas (F) dirigidas radialmente hacia dentro, la primera superficie interior (10) y la primera superficie exterior (16) están dispuestas en acoplamiento de fricción entre ellas para transferir una fuerza a lo largo de una dirección longitudinal (13) del cable autoportante (2) desde la porción exterior (4) hasta la porción interior (6).
8. El cable autoportante (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la porción interior (6) comprende una primera porción interior (7) y una segunda porción interior (9), comprendiendo la primera porción interior (7) la primera superficie exterior (16) y comprendiendo la segunda porción interior (9) el al menos un conductor aislado (8), preferiblemente la primera porción interior (7) está hecha de metal.
9. El cable autoportante (2) según la reivindicación 8, en el que la primera porción interior (7) comprende una banda de blindaje y preferiblemente un tejido, un trenzado o una cinta metálica con salientes o aberturas.
10. El cable autoportante según una cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, en el que la segunda porción interior (9) comprende una envoltura (25) alrededor del al menos un conductor (8), comprendiendo la envoltura (25) una segunda superficie exterior (30), estando la segunda superficie exterior (30) provista de unos terceros salientes (32), y en el que la primera porción interior (7) comprende una segunda superficie interior (34), apoyándose la segunda superficie exterior (30) contra la segunda superficie interior (34).
11. El cable autoportante (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la porción interior (6) comprende una capa aislante (44) alrededor del al menos un conductor (8), y en el que la capa aislante (44) comprende la primera superficie exterior (16) o en el que una capa metálica (46) está adherida al exterior de la capa aislante (44), comprendiendo la capa metálica (46) la primera superficie exterior (16).
12. El cable autoportante (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la cinta metálica (20) tiene un grosor del orden
- de alrededor de 50 $\mu$  a alrededor de 500 $\mu$ , o
  - de alrededor de 5 $\mu$  a alrededor de 50 $\mu$  y estando la cinta metálica (20) pegada a una capa de polímero, o
  - la cinta metálica (20) tiene un grosor inferior a aproximadamente 5 $\mu$  y el grosor de la capa de polímero es de aproximadamente 50 $\mu$  a aproximadamente 200 $\mu$ .
13. Una combinación de una disposición (50) de suspensión y un cable autoportante (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, comprendiendo dicha disposición (50) de suspensión uno o más hilos metálicos (52) retorcidos alrededor del cable (2), tal como en una espiral, de tal manera que un punto, línea o región de suspensión

del cable autoportante (2), que está parcialmente encerrado por los hilos retorcidos (52), esté sometido a fuerzas (F) dirigidas radialmente hacia dentro y preferiblemente dicha espiral es una espiral de extremo muerto.

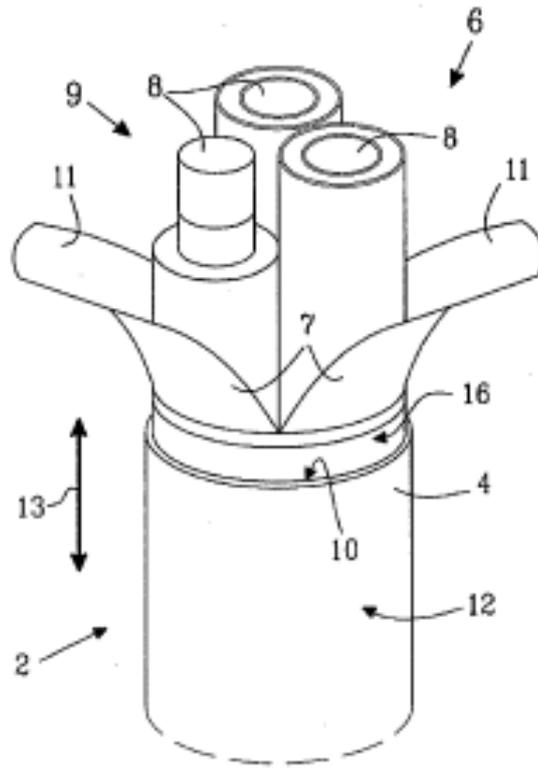
5 14. La combinación según la reivindicación 13, estando dispuesta dicha disposición (50) de suspensión para fijar el cable (2) a una estructura de soporte, tal como una pared y/o boya de poste (54) en un extremo de suspensión del cable (2) y preferiblemente un extremo (56) del hilo (52) se puede fijar a la estructura de soporte.

15. La combinación según una cualquiera de las reivindicaciones 13-14, en la que los hilos retorcidos (52) se extienden hasta dos metros a lo largo del cable (2) para distribuir las fuerzas (F) dirigidas radialmente hacia dentro con respecto al cable (2).

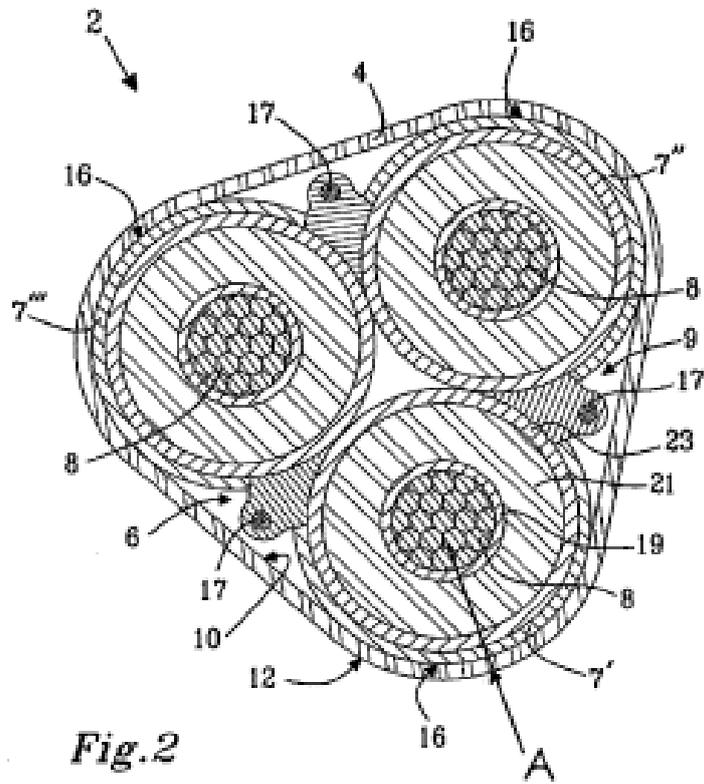
10 16. La combinación según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en la que la combinación que está dispuesta de tal manera que, cuando están presentes fuerzas (F) dirigidas radialmente hacia dentro, los hilos retorcidos (52) se acoplan por fricción con una superficie externa (12) del cable (2), de tal manera que la fuerza en la dirección longitudinal (13) hace que disminuya un diámetro de la espiral formada por los hilos retorcidos (52) y las fuerzas (F) dirigidas radialmente hacia dentro hacen que la primera superficie interior (10) de la porción exterior (4) del cable (2) y la primera superficie exterior (16) de la porción interior (6) del cable (2) se acoplen por fricción entre ellas para transferir la fuerza a lo largo de la dirección longitudinal (13) desde la porción exterior (4) hasta la porción interior (6).

20 17. La combinación según la reivindicación 16, en la que el cable y la disposición (50) de suspensión al menos durante dicha carga específica, cooperan para hacer que la primera superficie interior y la cinta metálica se deformen localmente en muchos lugares por debajo de la disposición (50) de suspensión, en particular directamente por debajo de donde la disposición (50) de suspensión aplica dicha fuerza (F) dirigida radialmente hacia dentro sobre al menos un punto, línea o región de suspensión a lo largo del cable autoportante (2), proporcionando, por ejemplo, un coeficiente estático de fricción de alrededor de 0,8 o superior, tal como alrededor de 0,9 o superior, tal como alrededor de 1,0, y preferiblemente los hilos retorcidos (52) están provistos de una superficie rugosa que se acopla con la superficie exterior (12) del cable (2).

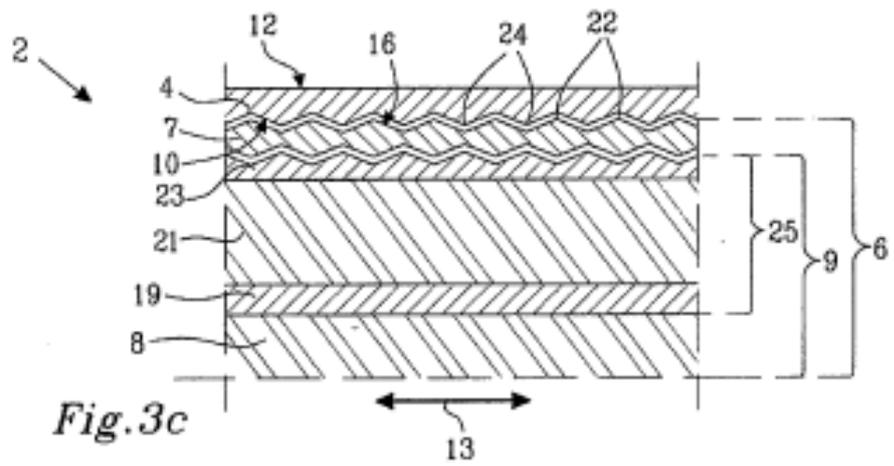
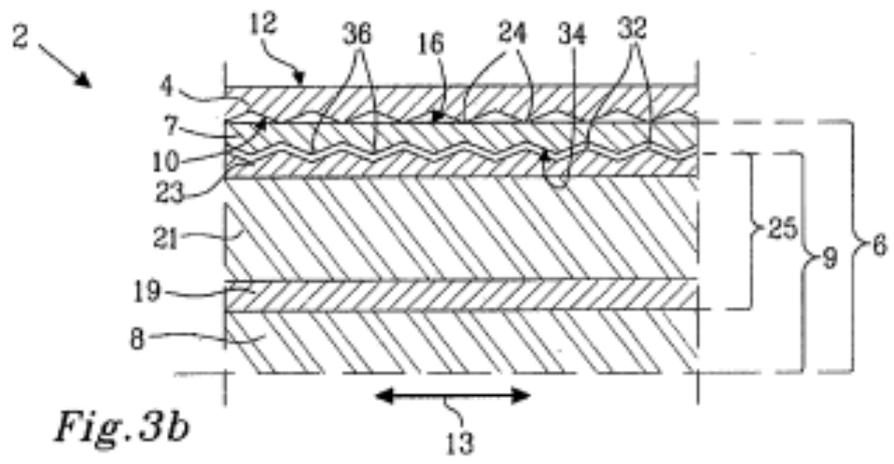
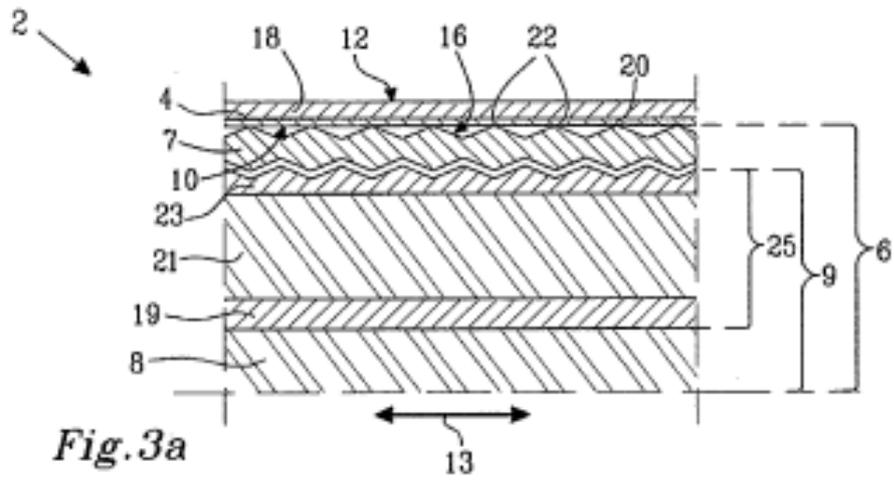
25 18. Uso del cable autoportante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, así como de la combinación según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17 en aplicaciones aéreas, mineras o marinas.

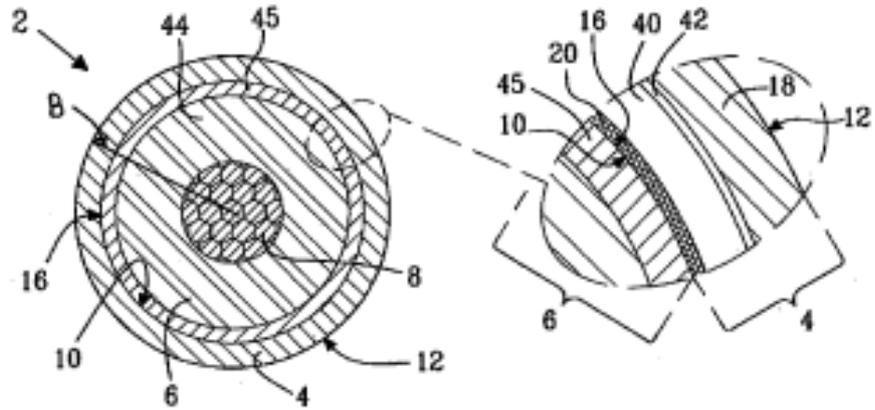


*Fig. 1*

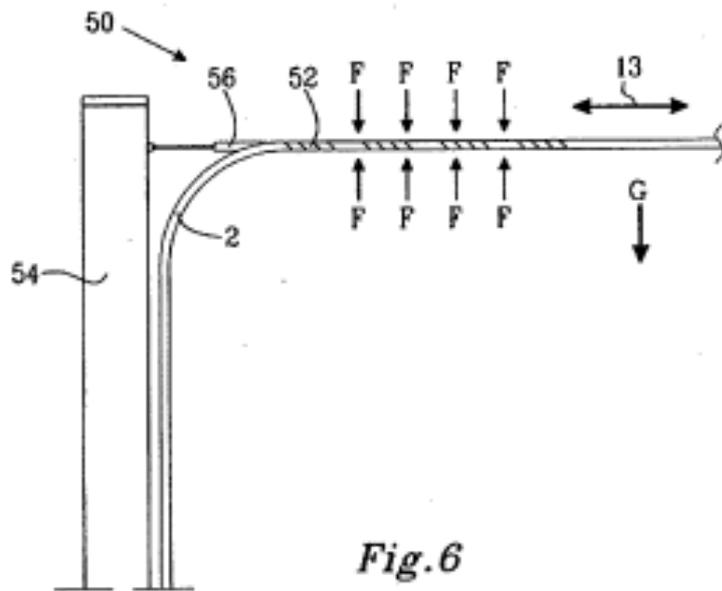


*Fig.2*





*Fig. 4*



*Fig. 6*

