

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 517**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/44**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2009 PCT/EP2009/053059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.09.2010 WO10105657**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2009 E 09779152 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2409190**

54 Título: **Cable óptico con capacidad de desforrado mejorada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.04.2017**

73 Titular/es:

**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)  
Viale Sarca 222  
20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**DAVIES, MARTIN;  
FRAMPTON, SIMON, JAMES;  
PIKE, ROGER y  
SUTEHALL, RALPH**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 609 517 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 óptico con capacidad de desferrado mejorada

La presente invención se refiere a cables ópticos, y más concretamente, a cables ópticos que comprenden un tubo amortiguador, que aloja las fibras ópticas y una vaina alrededor de dicho tubo amortiguador.

5 Un tubo amortiguador que aloja de manera holgada fibras ópticas generalmente es denominado "tubo holgado".

Estos cables se requiere que tengan una cierta resistencia a la tracción para soportar tanto el esfuerzo durante las operaciones de tendido de los cables como para soportar las cargas aplicadas al propio cable, por ejemplo en el caso de instalación aérea.

10 Con este fin, la construcción de cable incluye uno o más miembros de resistencia. De modo preferente, se utilizan miembros de resistencia diametralmente opuestos.

Típicamente, sobre todo cuando se trata de un número limitado de fibras del cable, se utiliza una construcción de tubo central, en la que el tubo amortiguador queda axialmente dispuesto y una vaina rodea coaxialmente el tubo amortiguador. En otro caso, puede ser utilizada una construcción multitubo dentro de la vaina.

15 Con el fin de potenciar al máximo su rendimiento a tracción del cable es importante que todos los elementos constitutivos del cable trabajen como uno solo y que no exista un deslizamiento relativo entre el tubo amortiguador, los miembros de resistencia y la vaina del cable.

La conformidad de todos estos elementos se obtiene incrustando los miembros de resistencia dentro de la vaina del cable y seleccionando el material de la vaina y el material de los miembros de resistencia para que se obtenga entre ellos una adherencia adecuada.

20 El grosor de la vaina debe ser tal que amortigüe los elementos del cable alojados en su interior, pero en algunos casos también deben considerarse otros objetivos. Por ejemplo, cuando el cable es utilizado en una instalación de suspensión, sus miembros de resistencia pueden fabricarse de modo ventajoso en metal para soportar las condiciones medioambientales adversas de esta aplicación; sin embargo, la coexistencia de conductores eléctricos aéreos puede provocar formación de arcos de tensión eléctrica a través de los miembros de resistencia metálicos, por tanto es importante dotar al cable de una vaina suficientemente gruesa para impedir este flujo eléctrico.

30 El documento EP 945 746-A2 divulga un cable de fibra óptica que incorpora un cuerpo cilíndrico dispuesto en el centro, estando las fibras ópticas alojadas dentro del cuerpo cilíndrico. Una cinta adhesiva que ofrece una resistencia adhesiva al menos en la superficie para que se sitúe en contacto con el cuerpo cilíndrico. Es más preferente incorporar dicha resistencia adhesiva sobre ambas superficies, para una adherencia mejorada con la vaina, que asegure la unión de ambos extremos del material con forma de correa.

35 El documento WO 2005/096053 A1 divulga un cable, que comprende un núcleo para guiar al menos un elemento de transferencia y una vaina que rodea el núcleo del cable, utilizada para proteger el elemento de transferencia, provisto de al menos dos puntos débiles que están distribuidos en la dirección de la periferia del cable, que se extienden en dirección longitudinal respecto de dicho cable, y que están dispuestos dentro de la vaina del cable. Una superficie que está fabricada a partir de un material de vaina de cable adyacente a un correspondiente punto débil y que está orientado de manera que esté encarado hacia el punto débil respectivo, está respectivamente dispuesto dentro de la vaina del cable. El material de la vaina del cable sobre el lado de la respectiva superficie encarada hacia el punto débil no está unido a o no está aproximadamente unido al material de la vaina del cable restante. Los puntos débiles están dispuestos de tal manera que un segmento de la vaina del cable pueda ser separado en dichos puntos débiles cuando la vaina del cable se separe. La vaina del cable puede así ser retirada de una manera comparativamente sencilla sin que se produzca ningún daño sustancial a los restantes componentes del cable.

45 El documento US 5,050,957 se refiere a un cable de fibra óptica que incluye un núcleo que comprende al menos una fibra óptica que está encerrada dentro de un miembro tubular relativamente rígido compuesto por un material plástico. Dispuesta alrededor del miembro tubular se encuentra una camisa que está compuesta por un material plástico que es sustancialmente menos rígido que el del miembro tubular. El material plástico de la camisa se caracteriza por una resistencia de corte que es sustancialmente inferior a la del material plástico del miembro tubular. Dispuestos dentro de la camisa y encajados con el miembro tubular se encuentran dos grupos de miembros de resistencia diametralmente opuestos. Cada uno de los miembros de resistencia está dispuesto en un encaje próximo con el miembro tubular. El encaje de los miembros de resistencia con el miembro tubular (así como con la vaina), aunque proporciona una resistencia mejorada al cable, provoca la separación de la vaina respecto del miembro tubular para que resulte relativamente difícil.

50 La vaina del cable debe ser fácilmente desmontable. Por ejemplo, cuando el cable llega hasta la instalación del cliente, el tubo amortiguador que contiene la fibra debe quedar al descubierto y pueda accederse a las fibras ópticas para que queden conectadas al aparato del usuario o a las correspondientes fibras de otros aparatos.

5 El documento US 4,456,331 ilustra un cable de comunicaciones que comprende un núcleo, una pluralidad de canales cada uno de los cuales está dimensionado para contener una capa de fibras ópticas que discurran a lo largo de la superficie periférica exterior del núcleo y una vaina externa que cubra el núcleo, pudiendo abrirse la vaina en emplazamientos situados por encima de al menos alguno o, de modo preferente, todos los canales de forma que se pueda obtener acceso externo a las fibras del canal. De modo preferente, una tira retirable de la vaina definida por zonas de debilidad se extiende por encima de cada canal.

En este cable, las fibras están alojadas dentro de canales fabricados dentro de la propia vaina y no están protegidos por una carcasa tubular independiente.

10 El documento US 5,067,830 afronta los problemas de acceso del cable en el tramo medio y describe un tubo que soporta una guía de ondas óptica, presentando el tubo una primera indentación en sentido longitudinal en su superficie exterior y una segunda indentación en sentido longitudinal adyacente a la primera indentación en sentido longitudinal. El tubo del cable puede también tener una tercera indentación en sentido longitud en su superficie exterior situada en un ángulo de 180° desde la primera indentación en sentido longitudinal y una cuarta indentación en sentido longitudinal en su superficie interior situada en un ángulo de 180° desde la segunda indentación en sentido longitudinal. Con esta disposición, se puede utilizar una herramienta cortadora en tiras del tubo con menos peligro para las guías de onda ópticas situadas dentro del tubo.

En este cable las fibras están dispuestas en cintas rígidamente alojadas dentro del tubo.

20 Una manera habitual para retirar la vaina del cable de alrededor del tubo amortiguador incorpora la etapa de practicar dos cortes longitudinales a lo largo de la vaina del cable. Los cortes deben estar dispuestos entre los miembros de resistencia para asegurar que la cuchilla cortadora atraviese el exterior del tubo amortiguador. Para ayudar a la identificación de la posición del corte, pueden disponerse unos surcos sobre la superficie de la vaina del cable como se muestra, por ejemplo, en el documento FR 2633402.

25 Sin embargo, es difícil traccionar el cortador a lo largo del cable tanto para la fuerza de tracción requerida para cortar todo el grosor de la vaina y debido a que la profundidad del corte tiene que ser cuidadosamente controlada para rebanar la vaina sustancialmente de forma completa pero sin dañar el tubo amortiguador subyacente.

A la vista de este problema se ha descubierto que suministrando un elemento de separación sin enlace incrustado en la porción interior de la vaina en la superficie de conexión con la superficie exterior del tubo amortiguador, el grosor de la vaina destinada a ser cortada, la cuchilla de corte es mantenida separada del tubo amortiguador, y se facilita la separación de la vaina del cable respecto del tubo amortiguador.

30 Mediante el término "elemento de separación sin unión" pretende significarse un elemento que o bien no se pegue o adhiera a la superficie del elemento amortiguador y a la superficie interior de la vaina o bien que presente una resistencia inherente suficientemente baja para impedir la unión del tubo amortiguador con la vaina.

35 Ejemplos de elementos con resistencia inherente baja incluyen elementos fibrosos como por ejemplo aramida (poliamida aromática) o hebras de vidrio (que tienen una muy alta resistencia en la dirección longitudinal pero no tienen resistencia transversal, dado que los filamentos que forman las hebras no están enlazados entre sí).

En el caso de que se utilicen elementos sólidos con resistencia transversal considerable, no se contempla el uso de materiales no adhesivos o el uso de revestimientos antiadhesivos.

40 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se ha descubierto un cable óptico que comprende un tubo amortiguador que aloja al menos una fibra óptica, una vaina que rodea dicho tubo amortiguador y dos miembros de resistencia longitudinal diametralmente opuestos dispuestos en un plano axial e incrustados en la vaina, en el que al menos un elemento de separación sin unión está dispuesto en una porción de la superficie exterior del tubo amortiguador y la superficie de la vaina, situados en un plano axial que no contiene los miembros de resistencia, en el que el plano axial del al menos un elemento de separación forma un ángulo sustancialmente de 90° con el plano axial del miembro de resistencia, extendiéndose el al menos un elemento de separación sin unión, alrededor de la circunferencia del tubo amortiguador a lo largo de un ángulo de extensión de entre 30° y 120°.

50 A los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, excepto cuando se indique lo contrario, todos los números que expresan volúmenes, cantidades, porcentajes, etc., deben considerarse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Así mismo, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximo y mínimo divulgados e incluyen cualquier intervalo intermedio entre ellos, los cuales pueden o pueden no ser enumerados en la presente memoria de manera concreta.

De modo preferente, el tubo amortiguador y la vaina están axialmente dispuestos.

De modo preferente, el cable incluye dos elementos de separación diametralmente opuestos.

En una forma de realización preferente, la altura de el al menos un elemento de separación en la dirección radial oscila entre un 20% y un 80% del grosor de la vaina.

De modo preferente, al menos un surco longitudinal está dispuesto en la superficie exterior de la vaina, de manera que al menos un surco longitudinal esté situado en un plano axial que atraviese el al menos un elemento de separación.

5 De modo más preferente, el surco longitudinal está situado en el mismo lado del elemento de separación con respecto al tubo amortiguador.

De modo preferente, el al menos un elemento de separación se extiende alrededor de la circunferencia del tubo amortiguador a lo largo de un ángulo de extensión de 30° a 120° y el plano axial del al menos un surco longitudinal está dispuesto en un ángulo con el plano axial del al menos un elemento de separación que es inferior a la mitad del ángulo de extensión.

10 La descripción que sigue se ofrecen detalles adicionales de algunas formas de realización ejemplares de la invención, con referencia a las figuras adjuntas.

Fig. 1 muestra un cable de acuerdo con una primera forma de realización de la invención.

Fig. 2 muestra un cable de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención.

Fig. 3 muestra un cable de acuerdo con una tercera forma de realización de la invención.

15 Fig. 4 muestra de forma esquemática una etapa del proceso de retirada de la vaina del cable.

Fig. 5 muestra de manera esquemática una etapa adicional del proceso de retirada de la vaina del cable.

En la forma de realización de la fig. 1 se muestra la sección transversal del cable óptico, que comprende un tubo amortiguador 1, que contiene una pluralidad de fibras 2 ópticas, rodeadas por una vaina 3.

20 Típicamente las fibras 2 ópticas están alojadas de forma holgada dentro del tubo amortiguador 1, de manera que sustancialmente no exista un acoplamiento mecánico entre las fibras y el tubo amortiguador, impidiendo de esta manera que una carga aplicada al tubo amortiguador sea transmitida a las fibras.

De modo preferente, el tubo amortiguador 1 está fabricado a partir de un polímero termoplástico, como por ejemplo tereftalato polibutileno (PBT). La vaina 3 puede, de modo ventajoso, ser fabricada en polietileno, de modo preferente polietileno de alta densidad (HDPE).

25 Dos miembros 4 de resistencia diametralmente opuestos están incrustados dentro de la vaina 3.

En la forma de realización de la fig.1, cada uno de los miembros 4 de resistencia pueden estar fabricados en forma de un torón de alambres metálicos (por ejemplo, alambres de acero chapados de latón).

30 Como alternativa, si se desea un cable dieléctrico, los miembros 4 de resistencia pueden ser dieléctricos, como por ejemplo barras de vidrio o resina reforzada con fibras de aramida, como se muestra en la fig. 3 con referencia a la fig. 4a.

El cable mostrado en la fig. 1 es un "cable de tubo holgado central", destinado para su uso como cable de bajada, por ejemplo como enlace final que conecte una línea óptica principal de una red óptica hasta la instalación de un consumidor.

Este tipo de cable puede ser instalado ya sea aéreo o subterráneo.

35 Típicamente, con un cable que tenga un diámetro de vaina exterior de aproximadamente 6 mm y un tubo amortiguador con un diámetro exterior de aproximadamente 2,2 mm, un grosor de vaina mínima de aproximadamente 1,0 mm sobre los miembros de resistencia es preferente, en particular en el caso de ser utilizados miembros de resistencia metálicos, tanto para la resistencia mecánica de la vaina como para asegura el aislamiento eléctrico cuando el cable se utilice en un cable aéreo con el fin de impedir que la tensión eléctrica forme arcos a través de los miembros de resistencia metálica cuando el cable se sitúe en contacto con los conductores eléctricos aéreos con corriente. En dicho caso, es importante asegurar un grosor de vaina entre los miembros de resistencia metálicos y el punto de contacto más próximo en el que el conductor de electricidad pueda ser lo suficientemente grueso para impedir la formación de arcos eléctricos.

45 En el ejemplo, el grosor nominal de la vaina del cable, a través del plano "f" de los miembros 4 de resistencia metálica es de aproximadamente 1,9 mm.

Pueden utilizarse diferentes tamaños y grosores en otras formas de realización, por ejemplo cuando se requiera un número de fibras mayor o menor en el tubo amortiguador, o en el caso de que nos encontremos con cargas de tracción mayores o menores, etc. También pueden ser utilizados elementos de protección adicionales, en el caso de que se requiera una protección adicional.

En cualquier caso, con el fin de potenciar al máximo el rendimiento a tracción del cable es importante que todos los componentes del cable (excepto las fibras cuando el cable esté fabricado con el denominado "diseño holgado") trabajen como una unidad y que no exista un deslizamiento relativo entre el tubo amortiguador, los miembros de resistencia y la vaina del cable.

- 5 Cuando el cable alcance la instalación del usuario, la vaina y los miembros de resistencia ya no se necesitan, y el tubo amortiguador es suficiente para proporcionar la protección requerida para las fibras ópticas para la última protección de conexión.

Por consiguiente, la vaina del cable y los miembros de resistencia incrustados en aquél deben ser retirados.

- 10 Con el fin de retirar la vaina del cable de alrededor del tubo amortiguador, se practican típicamente dos cortes longitudinales a lo largo de la vaina del cable en un área dispuesta entre los miembros de resistencia con el fin de asegurar que los cortes discurran por el exterior del tubo holgado central.

El proceso de corte se muestra de forma esquemática en las figs. 4, 5.

- 15 A la distancia requerida del extremo del cable, después de que se haya practica una pertinente marca sobre la vaina del cable, el cable es circunferencialmente cortado hasta los miembros 4 de resistencia, con la cuchilla 5 o con un cortador circunferencial apropiado.

- 20 A continuación, una herramienta de corte, de modo preferente, un desferrador 6 adecuadamente diseñado (no mostrado en detalle y de forma esquemática ejemplificado en el dibujo mediante un par de cuchillas cortadoras diametralmente opuestas) es deslizado sobre la vaina 3 del cable asegurando que las cuchillas, los cortadores desferrador 6 estén en 90° con respecto a los miembros de resistencia de alambre, hasta el corte circunferencia, entonces las cuchillas o el desferrador 6 son traccionados a lo largo de la vaina 3 del cable hacia el extremo del cable obteniendo dos cortes longitudinales a lo largo de la vaina 3 para su completo grosor.

- 25 Finalmente, como se muestra en la fig. 5, las dos mitades de la vaina 3 del cable son separadas hasta que el corte circunferencial, que deja al descubierto el tubo amortiguador 1, que contiene las fibras 2 ópticas. A continuación las dos mitades de la vaina 3 del cable junto con los alambres de acero de los miembros 4 de resistencia son cuidadosamente cortados, dejando el tubo amortiguador 1 listo para un ensamblaje en una junta o punto de terminación.

- 30 Dado que la operación de corte longitudinal puede o bien provocar un daño al tubo amortiguador 1 o bien resulte difícil debido a la profundidad de la vaina 3 que debe ser cortada, con el fin de facilitar la operación de un elemento de 10 de separación sin unión (o, de modo preferente, un par de elementos 7 de separación sin unión diametralmente opuestos) se dispone entre el tubo amortiguador 1 y la vaina 3, dispuestos en un plano axial "e" (véase la Fig. 1).

Estos elementos 7 de separación reducen el grosor radial de la vaina 3 del cable en correspondencia con la línea de corte longitudinal B y de esta manera reducen la resistencia a las cuchillas 6 de desferrado.

- 35 Así mismo, un posible error en la profundidad del corte no provoca que las cuchillas 6 contacten y dañen el tubo amortiguador 1, sino solo una porción del grosor de los elementos 7 de separación.

- 40 De modo preferente, la altura  $h_2$  de los elementos 7 de separación (en la dirección radial) desde la superficie exterior del tubo amortiguador 1 es de un 20 a un 80% del grosor de la vaina, con el fin de dejar una porción sólida  $h_1$  de la vaina 3 (véase la fig. 1) de aproximadamente de un 80 a un 20% del grosor de la vaina  $h$  dependiendo del tamaño del cable y del uso pretendido, con el fin de que ambos mantengan una suficiente resistencia de la vaina y faciliten la operación de corte longitudinal.

La anchura de los elementos 7 de separación, de modo preferente, es tal que permite una tolerancia suficiente en la alineación angular del plano "e" de las cuchillas de corte longitudinales. Dicho plano debe teóricamente ser de 90° con el plano que contiene los ejes geométricos de los miembros 4 de resistencia, pero en el caso de una operación manual se puede aceptar una determinada cantidad de desplazamiento angular.

- 45 En la práctica, la cantidad de los elementos 7 de separación es, de modo preferente, tal que se corresponda con un ángulo  $W$  de 30 a 120°, (simétricamente dispuesto con respecto al plano "e") con el fin de no reducir excesivamente la superficie de contacto entre el tubo amortiguador 1 y la vaina 3 y no interferir con los miembros 4 de resistencia.

De modo preferente, los elementos 7 de separación presentan un contorno redondeado.

- 50 Los elementos 7 de separación están fabricados "no enlazados" de un material que no se pega o adhiere a la vaina del cable, para que la vaina pueda ser fácilmente separada de los elementos 7 de separación.

Si se requiere puede aplicarse un agente no adhesivo sobre la superficie de los elementos 7 de separación.

Como alternativa, pueden fabricarse unos elementos 7 de separación no enlazantes a partir de un material que presente una baja resistencia al desgarro de manera que no provoquen resistencia cuando la vaina de corte sea retirada del tubo amortiguador 1, no provocando de esta manera ninguna flexión entre la vaina 3 y el tubo amortiguador 1.

- 5 De modo preferente, los elementos 7 de separación están fabricados a partir de un material no metálico, como por ejemplo aramida (poliamida aromática) e hilos de vidrio (de modo preferente no impregnados con una resina polimerizada).

De modo preferente, los elementos 7 de separación presentan un punto de fusión más elevado que el del material de la vaina del cable, parra que no se dañe o altere durante el proceso de extrusión de la vaina 3 ni sea sometido a una unión con la vaina debido a su fusión o ablandamiento parcial durante la extrusión.

10 En el caso de que los elementos 7 de separación estén fabricados a partir de un material que presente una resistencia a la tracción considerable, pueden contribuir a incrementar la fuerza de tracción a la que el cable sea sometida (o permitir una reducción correspondiente del tamaño de los miembros de resistencia).

Las ventajas de la invención incluyen:

- 15 - La reducción del grosor radial de la vaina en el punto de corte asegura una disminución de la fuerza requerida para traccionar el desferrador del cable a lo largo del cable;
- si la reducción en el grosor radial de la vaina se llevó a cabo sobre el exterior del cable dando como resultado un cable ovalado entonces:
- 20 el cable quedaría sometido a una posibilidad incrementada de "galope" (baja frecuencia, alta amplitud) al ser sometida a un viento de través,
- sería difícil diseñar una sujeción de tensión con la cual fijar el cable al poste,
- el rendimiento eléctrico del cable se reduciría;
- la introducción de un material sin unión como hilos de aramida / vidrio dentro del cable puede provocar un aumento en la resistencia a tracción del cable;
- 25 - el uso de un material sin enlace, como por ejemplo hilos de aramida / vidrio asegura que la vaina del cable no se pegue a aquél y facilite la retirada de la vaina;
- debido a que parte de la vaina del cable está todavía en contacto con el tubo amortiguador no hay una "capa deslizante" entre los dos manteniendo así el rendimiento a tracción / óptico del cable.

30 Como se muestra en la forma de realización de la fig. 2, la identificación del plano adecuado para llevar a cabo el corte longitudinal de la vaina 3 puede venir facilitado mediante un par de surcos 8 longitudinales, alineados en un plano "g" a 90° con el plano "f" que contiene los miembros 4 de resistencia, esto es, en el plano "e" (de la Fig. 1) donde están dispuestos los elementos 7 de separación.

35 En el caso de que los elementos 7 de separación y los surcos 8 no puedan situarse en el mismo plano (ya sea por razones técnicas o debido a tolerancias de fabricación), el surco que contiene el plano "g" puede disponerse en un ángulo  $\alpha$  con el plano "e" inferior a  $\frac{1}{2}$  del ángulo "w" cubierto por los elementos 7 de separación.

Los surcos 8 pueden ser fabricados durante la fabricación de la vaina 3 del cable. De modo preferente, la profundidad de los surcos puede ser de aproximadamente 0,5 mm. Sin embargo, se pueden utilizar surcos más profundos o más superficiales, dependiendo del diseño y el tamaño del cable específico.

40 Los surcos 8 tienen la ventaja de identificar adecuadamente la posición en la que los cortes longitudinales tienen que practicarse con el fin de desferrar la vaina 3 del cable. Así mismo, contribuyen a reducir el grosor radial de la vaina 3 del cable, facilitando con ello la tracción del desferrador 6 longitudinal a lo largo del cable.

El proceso de fabricación implica la disposición de los elementos del cable de manera conjunta y la extrusión de la vaina del cable alrededor de ellos.

45 Dentro de la cruceta del extrusor, donde se forman los materiales de vaina alrededor de los elementos del cable, hay un troquel de extrusión. Mediante el diseño del troque adoptando la forma longitudinal del cable se formarán unos surcos dentro de la vaina del cable.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Cable óptico que comprende un tubo amortiguador (1) que aloja al menos una fibra óptica (2) una vaina (3) que rodea dicho tubo amortiguador (1) y dos miembros (4) de resistencia diametralmente opuestos dispuestos en un plano axial (f) e incrustados dentro de la vaina (3), en el que al menos un elemento (7) de separación sin enlace está dispuesto entre una porción de la superficie exterior del tubo amortiguador (1) y una superficie interior de la vaina (3), situándose en un plano axial (e) que no contiene los miembros (4) de resistencia, en el que el plano (e) axial del al menos un elemento (7) de separación forma un ángulo sustancialmente de  $90^\circ$  con el plano (f) axial de los miembros (4) de resistencia, extendiéndose el al menos un elemento de separación sin enlace alrededor de la circunferencia del tubo amortiguador (1) según un ángulo de extensión (W) de  $30^\circ$  a  $120^\circ$ .
- 10 2.- Cable óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tubo amortiguador (1) y la vaina (3) están axialmente dispuestos.
- 3.- Cable óptico de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye dos elementos (7) de separación diametralmente opuestos.
- 15 4.- Cable óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la altura ( $h_2$ ) del al menos un elemento (7) de separación en la dirección radial oscila entre un 20% y un 80% del grosor de la vaina.
- 5.- Cable óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos un surco (8) longitudinal está dispuesto en la superficie exterior de la vaina (3), de forma que al menos un surco (8) longitudinal está situado en un plano axial (g, g') que atraviesa el al menos un elemento (7) de separación.
- 20 6.- Cable óptico de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el surco (8) longitudinal está situado por el mismo lado del elemento (7) de separación con respecto al tubo amortiguador (1).
- 7.- Cable óptico de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el plano (g') axial del al menos un surco (8) longitudinal está dispuesto en un ángulo ( $\alpha$ ) con el plano (e) axial del al menos un elemento (7) de separación que es inferior a la mitad del ángulo (W) de extensión.

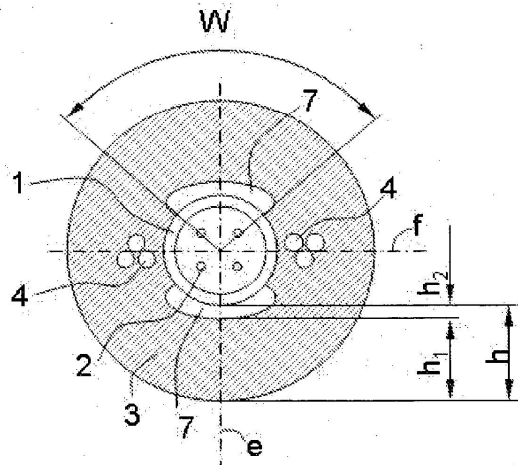


Fig. 1

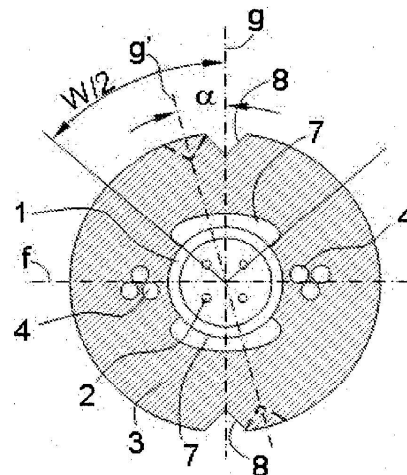


Fig. 2

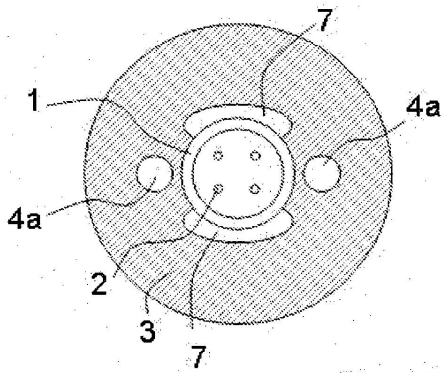


Fig. 3



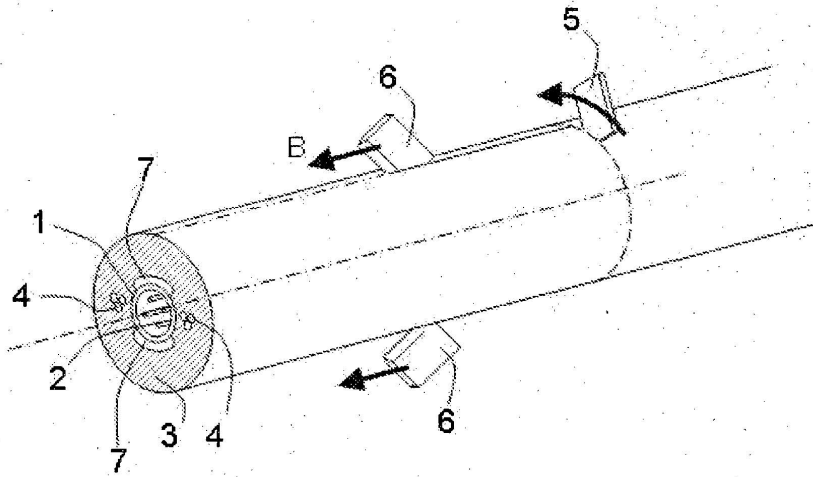


Fig. 4

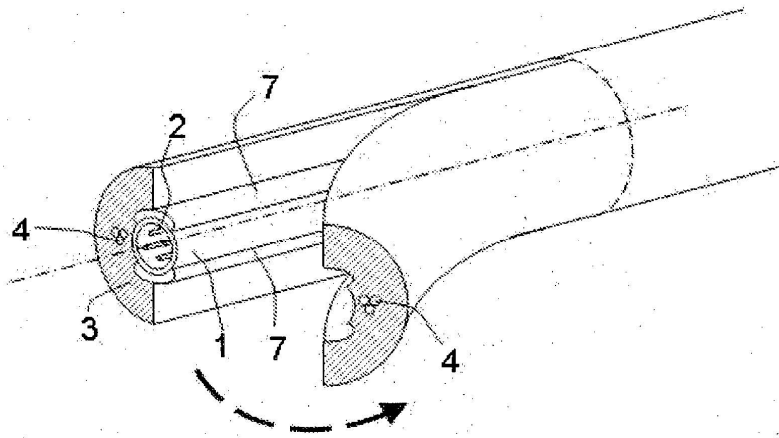


Fig. 5