(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 665 998**

(51) Int. CI.:

G02B 6/44 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2013 PCT/EP2013/075515**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2014 WO14086845**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2013 E 13802574 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2929386**

(54) Título: **Cable óptico y procedimiento de fabricación de un cable óptico asociado**

(30) Prioridad:

04.12.2012 FR 1261616

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.04.2018

(73) Titular/es:

ACOME, SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE ET PARTICIPATIVE, SOCIÉTÉ ANONYME COOPÉRATIVE DE PRODUCTION À CAPITAL VARIABLE (100.0%)
52 rue du Montparnasse
75014 Paris, FR

(72) Inventor/es:

LALLINEC, PATRICE y
MAHERAULT, JÉRÔME

(74) Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

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 y procedimiento de fabricación de un cable óptico asociado.

Campo de la invención

La invención se refiere a un cable óptico y a un procedimiento de fabricación de un cable óptico asociado.

Estado de la técnica

Para instalaciones en zonas densas en las que se deben insertar los cables ópticos en unos conductos ya existentes, se prefiere utilizar unos cables ópticos que presenten una tasa de llenado elevada, es decir que presenten un diámetro reducido y que contengan un número elevado de módulos ópticos.

En estos cables ópticos de alta densidad, los módulos ópticos están dispuestos en el interior de la funda, estando "cableados", es decir que están ensamblados entre sí en hélice o en SZ (hélice con sentido de enrollamiento alternado). El cableado de los elementos ópticos permite distribuir las tensiones de enrollado o de curvatura (también denominado "plegado" del cable óptico, de manera idéntica sobre el conjunto de los elementos ópticos que contiene. De esta manera, el cable óptico es capaz de soportar unas curvaturas de diámetro reducido (diámetro de curvatura inferior o igual a 30 veces el diámetro del cable), sin degradación de las características de transmisión de los elementos ópticos. La norma NF EN 60794-1-2 define un método que permite evaluar la degradación del factor de transmisión de las fibras ópticas cuando se somete el cable a un plegado (método E11A).

Sin embargo, debido a este cableado, los módulos ópticos son de difícil acceso y la extracción de un módulo puede necesitar una retirada total de la funda sobre una longitud por lo menos igual a la longitud de módulo a derivar.

Por otro lado, se conoce a partir del documento FR 2 810 747 un cable óptico que comprende una funda de protección que rodea una cavidad y una pluralidad de módulos ópticos que se extienden longitudinalmente en el interior de la cavidad. La disposición de los módulos longitudinalmente (es decir sin cableado) y la baja tasa de llenado de la cavidad proporcionan un cierto grado de libertad de los módulos dentro de la cavidad, permitiendo por un lado limitar las tensiones que se ejercen sobre los módulos bajo el efecto de una curvatura del cable óptico, y facilitando por otro lado la extracción de un módulo con vistas a realizar una derivación.

El documento EP 1 921 478 describe, por su parte, un cable óptico que comprende una funda de protección que rodea una cavidad y una pluralidad de micromódulos que se extienden en paralelo en el interior de la cavidad. El cable óptico puede presentar una tasa de llenado comprendida entre 0,3 y 0,7, preferentemente del orden de 0,3 a 0,35, estando la tasa de llenado definida como la relación entre la suma de las secciones transversales del conjunto de los elementos y la sección de la cavidad. Con el fin de facilitar la extracción de los módulos, la superficie externa de los módulos está recubierta con un lubricante que forma una película.

Sin embargo, teniendo en cuenta los intersticios existentes entre los micromódulos, la tasa de llenado de 0,7 prevista por este documento correspondería a un volumen ocupado completamente por la cavidad y provocaría un bloqueo de los micromódulos entre sí. En realidad, la solución propuesta por este documento es aplicable solo para una tasa de llenado de la cavidad que no exceda 0,35.

Finalmente, el documento FR 2 908 524 tiene prevé fabricar un cable de telecomunicación de fibras ópticas que presente un gran número de fibras ópticas (de 600 a 1000 fibras) dispuestas paralelamente entre sí con una tasa de llenado del orden de 0,5, con el fin de facilitar su extracción en varias decenas de metros. Con este fin, el documento propone un procedimiento de fabricación en el que se insertan las fibras ópticas en una extrusora de funda con una velocidad de inserción superior a la velocidad de extrusión de la funda, bajo el efecto de la fuerza de gravedad, permitiendo así crear un excedente de longitud de las fibras en la funda.

Resumen de la invención

Un objetivo de la invención es proponer un cable óptico que contiene unos elementos no-cableados que pueden ser de alta densidad, siendo al mismo tiempo poco sensible a la curvatura.

Este objetivo se alcanza en el marco de la presente invención gracias a un cable óptico que comprende:

- una funda que comprende una pared que delimita una cavidad interna, y
- una pluralidad de elementos longitudinales que se extienden en paralelo en la cavidad interna,

en el que los elementos longitudinales presentan una tasa de volumen ocupado por la cavidad comprendida entre 0,5 y 0,9, estando la tasa de volumen ocupado definida como la relación entre la suma de las secciones

transversales de los elementos longitudinales y la sección de la cavidad interna, dividida entre un coeficiente K, estando el coeficiente K definido en la tabla 1 en función del número de elementos longitudinales, y

en el que cada elemento longitudinal está dispuesto en la cavidad interna presentando un excedente de longitud con respecto a la funda, constatado a 20ºC sin tensión de alargamiento sobre el cable óptico, y en el que la dispersión de los excedentes de longitudes es inferior o igual al 0,1%, estando la dispersión de los excedentes de longitudes definida como la diferencia entre el mayor excedente de longitud y el menor excedente de longitud.

En el marco de la presente invención, la expresión "en paralelo" significa que los elementos longitudinales no están cableados pero están dispuestos longitudinalmente, unos al lado de los otros, en el interior de la funda.

Debido a la baja dispersión de los excedentes de longitud (inferior o igual al 0,1%), los elementos longitudinales se posicionan naturalmente en las zonas de curvatura del cable óptico de manera que se obtenga una distribución homogénea de las tensiones sobre los diferentes elementos, y esto a pesar de una alta tasa de volumen ocupado (que puede ir hasta 0,9).

Más allá de una tasa de volumen ocupado de 0,9, se produce un fenómeno de bloqueo parcial de los elementos longitudinales, que impide su libre desplazamiento en la cavidad.

El cable óptico puede presentar además las características siguientes:

- la tasa de volumen ocupado de la cavidad interna está comprendida entre 0,7 y 0,9,
- cada elemento longitudinal presenta un excedente de longitud comprendido entre el 0% y el 0,5% de la longitud de la funda,
- los elementos longitudinales incluyen unos módulos ópticos, comprendiendo cada módulo óptico una envuelta de material plástico y una o varias fibras ópticas contenidas en la envuelta,
- los elementos longitudinales incluyen por lo menos 6 módulos ópticos,
- la pared de la funda es tubular y rodea la cavidad, y la funda comprende dos elementos portadores incrustados en la pared y dispuestos en unas posiciones diametralmente opuestas,
- los elementos portadores son de polímero reforzado con unas fibras o de metal,
- los elementos longitudinales incluyen un cable hidroinflable, un elemento de refuerzo, una fibra óptica desnuda, un conductor metálico o una combinación de estos elementos,
- la pared de la funda está formada de un material no propagador de llama con baja tasa de liberación de humo y con casi ausencia de gases halogenados (LSOH), tal como un material que contiene polipropileno o polietileno, polietileno, policloruro de vinilo, o una combinación de estos materiales,
- la funda comprende además una envuelta de protección que se extiende entre la pared y los elementos longitudinales.

La invención se refiere asimismo a un procedimiento de fabricación de un cable óptico tal como se ha definido anteriormente, que comprende unas etapas de:

- formar la pared de la funda por extrusión de un material plástico calentado alrededor de los elementos longitudinales,
- en la extrusión, incrustar unos elementos portadores en la pared de la funda, ejerciendo al mismo tiempo una tensión sobre los elementos portadores para alargar los elementos portadores, y después
- una vez enfriada la pared, relajar la tensión ejercida sobre los elementos portadores de manera que los elementos portadores se retraigan, provocando una retracción de la funda para crear un excedente de longitud de los elementos longitudinales con respecto a la funda.

Preferentemente, la relajación de la tensión crea un excedente de longitud de los elementos longitudinales comprendido entre el 0% y el 0,5%.

En un modo de realización del procedimiento, los elementos longitudinales se alimentan con la ayuda de un cordón donante que tiene una velocidad de alimentación sincronizada con la velocidad de desplazamiento de la funda.

En otro modo de realización del procedimiento, los elementos longitudinales se alimentan con la ayuda de un cabrestante donante que tiene una velocidad de alimentación sincronizada con la velocidad de desplazamiento de la funda.

Presentación de los dibujos

Otras características y ventajas se desprenderán también a partir de la descripción siguiente, la cual es puramente ilustrativa y no limitativa y debe leerse con relación a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa, de manera esquemática, en sección transversal, un cable óptico de acuerdo con un modo de realización de la invención,
- la figura 2 representa, de manera esquemática, el área de la sección transversal de la cavidad interna del cable de la figura 1,
- la figura 3 representa, de manera esquemática, el área de la sección transversal ocupada por los elementos longitudinales,
- la figura 4 representa, de manera esquemática, en sección longitudinal, el cable óptico de la figura 1, cuando no está sometido a ninguna tensión,
- la figura 5 representa, de manera esquemática, en sección longitudinal, el cable óptico de la figura 1, cuando está sometido a una curvatura,
- la figura 6 representa, de manera esquemática, una línea de fabricación de un cable óptico de acuerdo con un modo de realización de la invención.

Descripción detallada de un modo de realización

El cable óptico 1 representado en la figura 1 comprende una funda 2, y una pluralidad de elementos longitudinales 3.

La funda 2 comprende una pared 4 de forma general cilíndrica que rodea una cavidad interna longitudinal 5, y unos elementos portadores 6 incrustados en la pared 4 y dispuestos en posiciones diametralmente opuestas.

La pared 4 de la funda 2 está formada de un material no propagador de llama con baja tasa de liberación de humo y con casi ausencia de gases halogenados (LSOH), tal como un material que contiene polipropileno o polietileno, de polietileno, de policloruro de vinilo o una combinación de estos materiales.

Los elementos portadores 6 son de polímero reforzado con unas fibras o de metal.

La pared 4 de la funda 2 puede comprender además una envuelta de protección 7 (representada en línea de puntos) que se extiende entre la pared y los elementos longitudinales.

Los elementos longitudinales 3 se extienden en paralelo en la cavidad interna 5. Dicho de otra manera, los elementos longitudinales 3 no son cableados en hélice o en SZ, sino que están dispuestos a lo largo, unos al lado de los otros.

El cable óptico 1 comprende por lo menos 6 elementos longitudinales 3. Los elementos longitudinales 3 pueden ser unos módulos ópticos 8.

Cada módulo óptico 8 comprende una envuelta 9 de material plástico y una o varias fibras ópticas 10 contenidas en la envuelta 9.

Los elementos longitudinales 3 pueden incluir también un cable inflable, un elemento de refuerzo, una fibra óptica desnuda, un conductor metálico. Diferentes elementos longitudinales pueden estar presentes en el cable en combinación.

Además, los elementos longitudinales 3 presentan una tasa de volumen ocupado TE de la cavidad 5 comprendida entre 0,5 y 0,9, preferentemente comprendida entre 0,7 y 0,9. La tasa de volumen ocupado TE se define como la relación sF/S de la sección total ocupada por los elementos y sus intersticios (sF) sobre la sección de la cavidad interna del cable (S). Los intersticios considerados son los espacios entre los elementos longitudinales cuando los elementos longitudinales están posicionados unos contra otros, estando lo más próximos posible, sin deformarse. La tasa de volumen ocupado TE se estima como la relación entre la suma de las secciones transversales de los elementos longitudinales (sE) y la sección de la cavidad interna (S), dividida por un coeficiente K.

En el caso de un cable óptico que comprende n módulos ópticos, la tasa de volumen ocupado es:

$$TE = sF/S$$

con sF = sE/K y sE = n x s

en la que TE es la tasa de volumen ocupado, s es el área de la sección de un módulo óptico, S es el área de la sección de la cavidad interna, y K es un coeficiente comprendido entre 0,5 y 0,875 que depende de n.

La tabla 1 define el valor del coeficiente K en función del número de elementos longitudinales en la cavidad interna del cable (los valores del coeficiente K se indican en la página web www.packomania.com, en la sección "Circles in a circle", en la columna "density").

La figura 2 representa, de manera esquemática, mediante unos rayados el área de la sección transversal S de la cavidad interna 5 del cable óptico.

La figura 3 representa, de manera esquemática, mediante unos rayados, el área de la sección transversal sF ocupada por el conjunto de los elementos longitudinales 3, estando los elementos longitudinales colocados unos contra otros, estando los más próximos posibles, sin deformarse.

Como aparece en la figura 3, el área de la sección transversal ocupada por los elementos longitudinales 3 es superior a la suma de las áreas de las secciones transversales individuales de los elementos longitudinales 3. El coeficiente K permite tener en cuenta esta diferencia.

La figura 4 representa, de manera esquemática, en sección longitudinal, el cable óptico 1 de la figura 1, cuando no está sometido a ninguna tensión.

Como aparece en la figura 4, los elementos longitudinales 3 están dispuestos en la funda 2 presentando un excedente de longitud con respecto a la funda 2 (o sobrelongitud). Este excedente de longitud está comprendido preferentemente entre el 0% y el 0,5% de la longitud de la funda 3. Debido a este excedente de longitud, los elementos longitudinales 3 presentan ligeras ondulaciones en el interior de la funda 2. Gracias al excedente de longitud de cada uno de los elementos longitudinales 3, cuando la funda 2 no está sometida a ninguna tensión, los elementos longitudinales 3 no están en tensión.

Además, la dispersión de los excedentes de longitudes, es decir la diferencia entre el menor excedente de longitud y el mayor excedente de longitud, constatados a 20ºC sin tensión de alargamiento sobre el cable óptico, es inferior o igual al 0,1%.

La figura 5 representa, de manera esquemática, en sección longitudinal, el cable óptico 1 de la figura 1, cuando se somete a una curvatura.

Como aparece en la figura 5, cuando se curva el cable 1, los elementos longitudinales 3 se posicionan naturalmente alrededor del eje X del cable óptico 1 pasando alternativamente de un lado y después del otro lado del eje X del cable óptico 1.

Así, las tensiones de curvatura sufridas por el cable óptico 1 se reparten de manera homogénea sobre los diferentes elementos longitudinales 3. Dicho de otra manera, los elementos longitudinales 3 no sufren alargamiento.

Además, cuando el cable óptico 1 ya no está curvado, los elementos longitudinales 3 recuperan espontáneamente una posición parecida a la que se ilustra en la figura 4.

La figura 6 representa, de manera esquemática, una línea de fabricación 11 de un cable óptico de acuerdo con un primer modo de realización de la invención.

Como se ilustra en la figura 6, la línea de fabricación 11 comprende un puesto de alimentación de elementos longitudinales 12, un puesto de alimentación de elementos portadores 13, un puesto de enfundado 14, un puesto de enfriamiento 15, un puesto de arrastre 16 y un puesto de enrollamiento 25.

El puesto de alimentación de elementos longitudinales 12 comprende una pluralidad de bobinas de alimentación 17 sobre las cuales se enrollan los elementos longitudinales 3, y una oruga donante 18 que permite tirar de los elementos longitudinales 3 para desenrollar los elementos longitudinales 3 desde las bobinas 17 y suministrar los elementos longitudinales 3 a una velocidad de suministro controlada hacia el puesto de enfundado 14.

El puesto de alimentación de elementos portadores 13 comprende dos bobinas de alimentación 19 sobre las

cuales se enrollan los elementos portadores 6, y unos frenos (no representados) adaptados para oponerse a la rotación de las bobinas 19. Oponiéndose a la rotación de las bobinas 19, los frenos mantienen en tensión los elementos portadores 6, lo cual genera un alargamiento de los elementos portadores 6. Controlando la fuerza de frenado ejercida por los frenos sobre las bobinas 19, es posible controlar de manera precisa el alargamiento de los elementos portadores 6 en la entrada del puesto de enfundado 14.

El puesto de enfundado 14 comprende una cabeza de extrusión 20 que recibe en la entrada los elementos longitudinales 3, los elementos portadores 6 y material plástico 21 destinado a formar la funda del cable óptico 1.

El puesto de enfriamiento 15 comprende un depósito de enfriamiento 22 en el que se desplaza el cable óptico 1.

El puesto de arrastre 16 comprende una oruga de arrastre 23 que permite tirar del cable óptico 1 para arrastrarlo en desplazamiento. La puesta en movimiento de la oruga 23 provoca el desplazamiento del cable 1 a lo largo de la línea de fabricación y el desenrollado de los elementos longitudinales 3 y de los elementos de refuerzo 6 desde las bobinas 17 y 19, ajustándose la velocidad de desplazamiento del cable 1 por la velocidad de avance de la oruga de arrastre 23.

El puesto de enrollamiento 25 comprende una bobina 24 (o tambor) sobre la cual se enrolla el cable óptico 1 con vistas a su almacenamiento.

Según una primera etapa (A), los elementos longitudinales 3 se desenrollan a partir de las bobinas de alimentación 17.

Simultáneamente, según una segunda etapa (B), los elementos de refuerzo 6 se desenrollan a partir de las bobinas de alimentación 19. Bajo la acción de los frenos, las bobinas de alimentación 19 ejercen una tensión sobre los elementos portadores 6, lo cual provoca el alargamiento de los elementos portadores 6.

Según una tercera etapa (C), los elementos longitudinales 3 pasan a la oruga donante 18. La oruga donante 18 tiene una velocidad de alimentación sincronizada con la velocidad de avance de la oruga de arrastre 23, de manera que los elementos longitudinales se llevan en la entrada del cabezal de extrusión 20 con una velocidad de desplazamiento idéntica a la velocidad de desplazamiento del cable óptico 1 a la salida del cabezal de extrusión 20.

Según una cuarta etapa (D), los elementos longitudinales 3 y los elementos portadores 6 son arrastrados desplazándose a través del cabezal de extrusión.

Simultáneamente, según una quinta etapa (E), la pared 4 de la funda 2 se forma por extrusión del material plástico 21 calentado alrededor de los elementos longitudinales 3, estando los elementos portadores 6 incrustados en la pared 4 de la funda 2.

Según una sexta etapa (F), el cable óptico 1 en curso de formación es arrastrado en desplazamiento por la oruga de arrastre 23. El cable óptico 1 se desplaza por el depósito de enfriamiento (22), lo cual provoca una solidificación del material plástico que forma la pared 4 de la funda 2.

Según una séptima etapa (G), una vez solidificada la pared 4, la tensión ejercida sobre los elementos portadores 6 se relaja de manera que la funda 2 vuelve a una longitud natural creando un excedente de longitud de los elementos longitudinales 3 con respecto a la funda 2.

Según una octava etapa (H), se enrolla el cable óptico 1 alrededor de la bobina 24.

En el modo de realización del procedimiento que se acaba de describir, se utilizan una o varias orugas donantes 18, cuya velocidad de suministro está sincronizada con la velocidad de la línea de enfundado. La o las orugas donantes 18 suministran los elementos longitudinales 3 exactamente a la velocidad de desplazamiento del cable óptico 1 a salida de la cabeza de extrusión 20.

En otro modo de realización, la o las orugas donantes 18 son sustituidas por un cabrestante donante cuya velocidad de alimentación está sincronizada con la velocidad de desplazamiento del cable óptico 1 a la salida del cabezal de extrusión 20.

La utilización de una o varias orugas donantes o de uno o varios cabrestantes donantes permite ajustar con precisión la velocidad de alimentación de los elementos longitudinales 3 a la entrada del cabezal de extrusión y por consiguiente obtener en el cable óptico final un excedente de longitud sustancialmente idéntico de todos los elementos longitudinales 3, es decir que la dispersión de los excedentes de longitud de los elementos longitudinales es inferior o igual al 0,1%.

El excedente de longitud de los elementos longitudinales 3 está determinado por el alargamiento aportado a los

elementos portadores 6 incrustados en la pared 4 de la funda 2. La relajación de la tensión ejercida sobre los elementos portadores 6 libera el excedente de longitud deseada de los elementos longitudinales 3. Así, un alargamiento del 0,2% sobre cada elemento portador 6 genera un excedente de longitud del 0,2% de cada uno de los elementos longitudinales 3 en el cable óptico final.

El alargamiento de un elemento portador 6 se obtiene aplicando un esfuerzo de tracción sobre el elemento portador 6, calculándose el esfuerzo de tracción en función del módulo de elasticidad y de la sección del elemento portador 3:

$$F = E \times Sp \times l$$

en la que F es el esfuerzo de tracción, E es el módulo de elasticidad del elemento portador, Sp es la sección transversal del elemento portador y l es el alargamiento del elemento portador deseado.

Ejemplo 1: Realización de un cable óptico uni-tubo que comprende 94 fibras ópticas repartidas en 47 microcables empujables de dos fibras (MCP2).

Según un primer ejemplo de realización, el cable óptico comprende:

- una funda que comprende una pared de material no propagador de llama con baja tasa de liberación de humo y con casi ausencia de gases halogenados (LSOH), y dos elementos portadores de polímero reforzado con unas fibras (FRP), presentando cada elemento portador un diámetro de 1,05 milímetros, y

- 47 módulos ópticos en forma de micro-cables empujables que presentan un diámetro externo de 1,2 milímetros, comprendiendo cada módulo una envuelta que contiene 2 fibras ópticas.

El cable óptico no comprende ningún otro elemento longitudinal.

La pared de la funda presenta una forma tubular. La superficie externa de la pared presenta una forma cilíndrica de revolución que tiene un diámetro externo de 14 milímetros.

La sección de la cavidad interna es de 75 milímetros cuadrados.

El excedente de longitud de los módulos ópticos, medido a 20ºC sin tensión de alargamiento sobre el cable óptico, es del 0,05% con una dispersión del 0,06%.

El cable óptico obtenido presenta una tasa de volumen ocupado de las fibras en la cavidad de 0,9.

La medición de tensión al plegado se efectúa según el ensayo normalizado E11A definido por la norma NF EN 60794-1-2.

Para un diámetro de mandril de 240 milímetros, la degradación del factor de transmisión de las fibras ópticas medida a una longitud de onda de 1550 nanómetros es inferior a 0,01 decibelios, lo cual significa que no hay degradación.

Ejemplo 2: Realización de un cable óptico unitubo que comprende 192 fibras ópticas repartidas en 48 tubos compactos de 4 fibras (CT4)

Según un segundo ejemplo de realización, el cable óptico comprende:

- una funda que comprende una pared de material no propagador de llama con baja tasa de liberación de humo y con casi ausencia de gases halogenados (LSOH), y dos elementos portadores de polímero reforzado con unas fibras (FRP), presentando cada elemento portador un diámetro de 1,05 milímetros, y

- 48 módulos ópticos en forma de tubos compactos de 4 fibras que presentan un diámetro externo de 0,85 milímetros, comprendiendo cada módulo óptico una envuelta que contiene 4 fibras ópticas.

El cable óptico no comprende ningún otro elemento longitudinal.

La pared de la funda presenta una forma tubular. La superficie externa de la pared presenta una forma cilíndrica de revolución que tiene un diámetro externo de 12 milímetros.

La sección de la cavidad interna es de 49,3 milímetros cuadrados.

El excedente de longitud de los módulos ópticos, medido a 20ºC sin tensión de alargamiento sobre el cable óptico, es del 0,13% con una dispersión del 0,04%.

El cable óptico obtenido presenta una tasa de volumen ocupado de las fibras en la cavidad de 0,7.

La medición de tensión al plegado se efectúa según el ensayo normalizado E11A definido por la norma NF EN 60794-1-2.

Para un diámetro de mandril de 200 milímetros, la degradación del factor de transmisión de las fibras ópticas medida a una longitud de onda de 1550 nanómetros es inferior a 0,01 decibelios, lo cual significa que no hay degradación.

Tabla 1

Densidad del apilamiento en función del número de elementos									
Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K
>1500	0,875	101	0,813	201	0,834	301	0,848	401	0,850
2	0,500	102	0,814	202	0,833	302	0,846	402	0,851
3	0,646	103	0,812	203	0,833	303	0,845	403	0,850
4	0,686	104	0,812	204	0,833	304	0,844	404	0,850
5	0,685	105	0,813	205	0,831	305	0,844	405	0,850
6	0,667	106	0,813	206	0,832	306	0,845	406	0,851
7	0,778	107	0,813	207	0,832	307	0,845	407	0,852
8	0,733	108	0,813	208	0,832	308	0,842	408	0,853
9	0,689	109	0,815	209	0,833	309	0,843	409	0,854
10	0,688	110	0,815	210	0,833	310	0,842	410	0,853
11	0,714	111	0,816	211	0,834	311	0,843	411	0,854
12	0,739	112	0,817	212	0,835	312	0,843	412	0,854
13	0,724	113	0,819	213	0,835	313	0,844	413	0,854
14	0,747	114	0,819	214	0,834	314	0,844	414	0,855
15	0,734	115	0,820	215	0,835	315	0,845	415	0,855
16	0,751	116	0,820	216	0,835	316	0,845	416	0,855
17	0,740	117	0,820	217	0,835	317	0,844	417	0,855
18	0,761	118	0,821	218	0,836	318	0,844	418	0,856
19	0,803	119	0,821	219	0,838	319	0,845	419	0,856
20	0,762	120	0,822	220	0,836	320	0,845	420	0,857
21	0,761	121	0,823	221	0,836	321	0,845	421	0,859
22	0,743	122	0,819	222	0,836	322	0,844	422	0,855
23	0,748	123	0,816	223	0,835	323	0,845	423	0,854
24	0,751	124	0,817	224	0,836	324	0,845	424	0,853
25	0,755	125	0,817	225	0,836	325	0,846	425	0,854
26	0,765	126	0,817	226	0,835	326	0,846	426	0,853
27	0,774	127	0,818	227	0,834	327	0,847	427	0,853
28	0,774	128	0,819	228	0,835	328	0,847	428	0,853
29	0,770	129	0,819	229	0,834	329	0,847	429	0,853
30	0,781	130	0,819	230	0,835	330	0,847	430	0,853
31	0,783	131	0,819	231	0,834	331	0,848	431	0,852
32	0,774	132	0,820	232	0,835	332	0,847	432	0,852
33	0,784	133	0,820	233	0,836	333	0,847	433	0,852
34	0,778	134	0,822	234	0,838	334	0,847	434	0,851
35	0,780	135	0,822	235	0,841	335	0,847	435	0,851
36	0,791	136	0,822	236	0,839	336	0,847	436	0,852
37	0,810	137	0,821	237	0,839	337	0,847	437	0,851
38	0,784	138	0,821	238	0,841	338	0,846	438	0,852
39	0,783	139	0,821	239	0,840	339	0,845	439	0,852
40	0,788	140	0,821	240	0,841	340	0,845	440	0,852
41	0,778	141	0,821	241	0,842	341	0,845	441	0,852
42	0,778	142	0,822	242	0,841	342	0,846	442	0,852
43	0,781	143	0,821	243	0,840	343	0,848	443	0,853
44	0,783	144	0,820	244	0,840	344	0,846	444	0,853
45	0,785	145	0,823	245	0,840	345	0,848	445	0,853
46	0,786	146	0,822	246	0,840	346	0,848	446	0,853
47	0,788	147	0,824	247	0,841	347	0,849	447	0,853
48	0,791	148	0,826	248	0,840	348	0,850	448	0,853

Densidad del apilamiento en función del número de elementos									
Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K
49	0,788	149	0,825	249	0,840	349	0,852	449	0,854
50	0,792	150	0,828	250	0,839	350	0,849	450	0,854
51	0,791	151	0,831	251	0,838	351	0,849	451	0,855
52	0,796	152	0,830	252	0,839	352	0,849	452	0,855
53	0,792	153	0,828	253	0,841	353	0,849	453	0,856
54	0,802	154	0,828	254	0,839	354	0,849	454	0,854
55	0,816	155	0,829	255	0,837	355	0,850	455	0,855
56	0,797	156	0,829	256	0,836	356	0,849	456	0,854
57	0,799	157	0,828	257	0,837	357	0,849	457	0,854
58	0,798	158	0,827	258	0,838	358	0,849	458	0,855
59	0,799	159	0,827	259	0,838	359	0,849	459	0,855
60	0,803	160	0,826	260	0,839	360	0,850	460	0,854
61	0,813	161	0,825	261	0,839	361	0,851	461	0,853
62	0,795	162	0,825	262	0,840	362	0,849	462	0,853
63	0,797	163	0,823	263	0,840	363	0,850	463	0,853
64	0,797	164	0,824	264	0,843	364	0,850	464	0,853
65	0,799	165	0,825	265	0,842	365	0,850	465	0,853
66	0,798	166	0,825	266	0,842	366	0,850	466	0,853
67	0,797	167	0,826	267	0,843	367	0,849	467	0,854
68	0,798	168	0,826	268	0,843	368	0,848	468	0,853
69	0,803	169	0,827	269	0,843	369	0,847	469	0,853
70	0,801	170	0,828	270	0,844	370	0,847	470	0,853
71	0,801	171	0,828	271	0,843	371	0,847	471	0,853
72	0,802	172	0,828	272	0,843	372	0,848	472	0,854
73	0,802	173	0,828	273	0,843	373	0,848	473	0,853
74	0,805	174	0,828	274	0,842	374	0,848	474	0,854
75	0,802	175	0,828	275	0,843	375	0,848	475	0,855
76	0,803	176	0,829	276	0,842	376	0,849	476	0,855
77	0,802	177	0,828	277	0,842	377	0,849	477	0,856
78	0,803	178	0,828	278	0,840	378	0,850	478	0,857
79	0,805	179	0,828	279	0,840	379	0,850	479	0,858
80	0,805	180	0,828	280	0,841	380	0,850	480	0,859
81	0,808	181	0,828	281	0,841	381	0,850	481	0,860
82	0,812	182	0,829	282	0,841	382	0,851	482	0,858
83	0,811	183	0,828	283	0,841	383	0,850	483	0,858
84	0,815	184	0,828	284	0,843	384	0,850	484	0,859
85	0,823	185	0,829	285	0,840	385	0,849	485	0,859
86	0,811	186	0,831	286	0,842	386	0,849	486	0,859
87	0,810	187	0,832	287	0,841	387	0,849	487	0,859
88	0,809	188	0,832	288	0,842	388	0,850	488	0,859
89	0,807	189	0,832	289	0,843	389	0,849	489	0,860
90	0,809	190	0,833	290	0,843	390	0,849	490	0,860
91	0,815	191	0,833	291	0,844	391	0,849	491	0,860
92	0,806	192	0,834	292	0,844	392	0,850	492	0,860
93	0,807	193	0,835	293	0,845	393	0,850	493	0,860
94	0,809	194	0,834	294	0,846	394	0,850	494	0,860
95	0,808	195	0,834	295	0,848	395	0,850	495	0,860
96	0,811	196	0,835	296	0,846	396	0,850	496	0,860
97	0,811	197	0,834	297	0,847	397	0,849	497	0,859
98	0,813	198	0,836	298	0,847	398	0,850	498	0,860
99	0,813	199	0,839	299	0,847	399	0,850	499	0,862
100	0,814	200	0,836	300	0,848	400	0,850	500	0,859
501	0,857	601	0,859	701	0,862	801	0,864	901	0,867
502	0,856	602	0,859	702	0,862	802	0,864	902	0,867
503	0,856	603	0,859	703	0,861	803	0,864	903	0,867
504	0,856	604	0,859	704	0,862	804	0,864	904	0,867
505	0,856	605	0,859	705	0,861	805	0,865	905	0,867
506	0,855	606	0,859	706	0,861	806	0,864	906	0,868
507	0,855	607	0,859	707	0,861	807	0,865	907	0,868
508	0,855	608	0,859	708	0,861	808	0,865	908	0,868

Densidad del apilamiento en función del número de elementos									
Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K
509	0,854	609	0,859	709	0,861	809	0,865	909	0,868
510	0,854	610	0,860	710	0,861	810	0,865	910	0,869
511	0,855	611	0,860	711	0,861	811	0,866	911	0,869
512	0,855	612	0,860	712	0,861	812	0,865	912	0,870
513	0,855	613	0,860	713	0,862	813	0,866	913	0,871
514	0,855	614	0,860	714	0,862	814	0,866	914	0,867
515	0,856	615	0,860	715	0,863	815	0,866	915	0,867
516	0,856	616	0,860	716	0,863	816	0,866	916	0,867
517	0,856	617	0,860	717	0,863	817	0,866	917	0,868
518	0,856	618	0,860	718	0,864	818	0,866	918	0,868
519	0,856	619	0,860	719	0,864	819	0,867	919	0,868
520	0,855	620	0,859	720	0,864	820	0,866	920	0,868
521	0,855	621	0,859	721	0,865	821	0,866	921	0,868
522	0,855	622	0,859	722	0,864	822	0,867	922	0,869
523	0,856	623	0,859	723	0,865	823	0,868	923	0,868
524	0,856	624	0,859	724	0,865	824	0,867	924	0,868
525	0,857	625	0,859	725	0,865	825	0,867	925	0,868
526	0,858	626	0,859	726	0,865	826	0,867	926	0,868
527	0,858	627	0,860	727	0,865	827	0,867	927	0,869
528	0,859	628	0,861	728	0,865	828	0,867	928	0,869
529	0,858	629	0,861	729	0,865	829	0,867	929	0,869
530	0,858	630	0,862	730	0,866	830	0,867	930	0,870
531	0,858	631	0,863	731	0,866	831	0,867	931	0,870
532	0,858	632	0,862	732	0,865	832	0,867	932	0,869
533	0,858	633	0,862	733	0,865	833	0,867	933	0,869
534	0,858	634	0,863	734	0,865	834	0,867	934	0,869
535	0,858	635	0,862	735	0,866	835	0,867	935	0,869
536	0,858	636	0,863	736	0,865	836	0,867	936	0,868
537	0,858	637	0,864	737	0,865	837	0,867	937	0,868
538	0,858	638	0,862	738	0,865	838	0,867	938	0,868
539	0,858	639	0,863	739	0,865	839	0,867	939	0,868
540	0,858	640	0,862	740	0,865	840	0,867	940	0,868
541	0,858	641	0,862	741	0,865	841	0,867	941	0,867
542	0,857	642	0,862	742	0,865	842	0,867	942	0,867
543	0,858	643	0,862	743	0,866	843	0,867	943	0,867
544	0,857	644	0,862	744	0,866	844	0,867	944	0,866
545	0,856	645	0,862	745	0,867	845	0,868	945	0,866
546	0,857	646	0,862	746	0,865	846	0,868	946	0,866
547	0,858	647	0,863	747	0,864	847	0,869	947	0,865
548	0,856	648	0,863	748	0,864	848	0,865	948	0,866
549	0,856	649	0,864	749	0,863	849	0,865	949	0,866
550	0,857	650	0,863	750	0,863	850	0,865	950	0,866
551	0,856	651	0,863	751	0,863	851	0,865	951	0,866
552	0,857	652	0,862	752	0,863	852	0,865	952	0,866
553	0,858	653	0,862	753	0,863	853	0,865	953	0,866
554	0,858	654	0,862	754	0,863	854	0,865	954	0,866
555	0,859	655	0,862	755	0,863	855	0,865	955	0,867
556	0,859	656	0,863	756	0,863	856	0,866	956	0,867
557	0,859	657	0,862	757	0,863	857	0,866	957	0,867
558	0,859	658	0,862	758	0,863	858	0,866	958	0,867
559	0,860	659	0,862	759	0,864	859	0,866	959	0,867
560	0,860	660	0,862	760	0,864	860	0,866	960	0,867
561	0,861	661	0,862	761	0,864	861	0,866	961	0,867
562	0,861	662	0,861	762	0,864	862	0,866	962	0,867
563	0,861	663	0,861	763	0,864	863	0,866	963	0,867
564	0,862	664	0,861	764	0,864	864	0,866	964	0,867
565	0,864	665	0,861	765	0,864	865	0,866	965	0,867
566	0,862	666	0,860	766	0,864	866	0,866	966	0,867
567	0,862	667	0,859	767	0,864	867	0,866	967	0,867
568	0,862	668	0,860	768	0,864	868	0,866	968	0,867

Densidad del apilamiento en función del número de elementos									
Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K
569	0,861	669	0,860	769	0,864	869	0,866	969	0,867
570	0,861	670	0,860	770	0,864	870	0,867	970	0,868
571	0,862	671	0,861	771	0,865	871	0,867	971	0,868
572	0,861	672	0,861	772	0,865	872	0,867	972	0,868
573	0,861	673	0,861	773	0,865	873	0,867	973	0,868
574	0,862	674	0,861	774	0,865	874	0,867	974	0,868
575	0,862	675	0,861	775	0,865	875	0,867	975	0,869
576	0,860	676	0,862	776	0,865	876	0,867	976	0,868
577	0,860	677	0,862	777	0,865	877	0,867	977	0,869
578	0,860	678	0,861	778	0,865	878	0,867	978	0,869
579	0,861	679	0,861	779	0,865	879	0,867	979	0,869
580	0,860	680	0,861	780	0,866	880	0,867	980	0,868
581	0,860	681	0,862	781	0,866	881	0,867	981	0,868
582	0,860	682	0,861	782	0,866	882	0,867	982	0,868
583	0,861	683	0,862	783	0,867	883	0,867	983	0,868
584	0,858	684	0,863	784	0,866	884	0,867	984	0,868
585	0,859	685	0,863	785	0,866	885	0,867	985	0,868
586	0,857	686	0,863	786	0,866	886	0,867	986	0,868
587	0,857	687	0,864	787	0,866	887	0,867	987	0,868
588	0,858	688	0,864	788	0,866	888	0,867	988	0,868
589	0,858	689	0,864	789	0,866	889	0,867	989	0,867
590	0,859	690	0,865	790	0,865	890	0,867	990	0,867
591	0,859	691	0,863	791	0,865	891	0,866	991	0,867
592	0,859	692	0,863	792	0,865	892	0,866	992	0,868
593	0,859	693	0,863	793	0,865	893	0,866	993	0,867
594	0,859	694	0,863	794	0,865	894	0,866	994	0,867
595	0,859	695	0,863	795	0,864	895	0,866	995	0,867
596	0,860	696	0,863	796	0,864	896	0,866	996	0,867
597	0,860	697	0,863	797	0,864	897	0,866	997	0,866
598	0,859	698	0,862	798	0,864	898	0,866	998	0,867
599	0,859	699	0,862	799	0,864	899	0,866	999	0,867
600	0,859	700	0,862	800	0,864	900	0,866	1000	0,867
1001	0,867	1101	0,867	1201	0,871	1301	0,871	1401	0,872
1002	0,868	1102	0,867	1202	0,871	1302	0,871	1402	0,872
1003	0,869	1103	0,868	1203	0,870	1303	0,872	1403	0,871
1004	0,867	1104	0,867	1204	0,870	1304	0,872	1404	0,872
1005	0,867	1105	0,867	1205	0,870	1305	0,872	1405	0,872
1006	0,868	1106	0,868	1206	0,869	1306	0,872	1406	0,871
1007	0,868	1107	0,868	1207	0,870	1307	0,872	1407	0,872
1008	0,868	1108	0,868	1208	0,870	1308	0,872	1408	0,871
1009	0,869	1109	0,869	1209	0,870	1309	0,871	1409	0,872
1010	0,868	1110	0,868	1210	0,870	1310	0,872	1410	0,871
1011	0,869	1111	0,868	1211	0,870	1311	0,872	1411	0,872
1012	0,869	1112	0,869	1212	0,870	1312	0,872	1412	0,872
1013	0,869	1113	0,868	1213	0,870	1313	0,871	1413	0,872
1014	0,870	1114	0,869	1214	0,869	1314	0,871	1414	0,872
1015	0,871	1115	0,869	1215	0,869	1315	0,871	1415	0,872
1016	0,868	1116	0,869	1216	0,870	1316	0,871	1416	0,873
1017	0,869	1117	0,870	1217	0,870	1317	0,871	1417	0,873
1018	0,869	1118	0,869	1218	0,870	1318	0,872	1418	0,873
1019	0,869	1119	0,869	1219	0,870	1319	0,872	1419	0,873
1020	0,870	1120	0,870	1220	0,870	1320	0,872	1420	0,873
1021	0,870	1121	0,870	1221	0,870	1321	0,871	1421	0,873
1022	0,870	1122	0,870	1222	0,870	1322	0,871	1422	0,873
1023	0,870	1123	0,869	1223	0,870	1323	0,872	1423	0,873
1024	0,870	1124	0,869	1224	0,869	1324	0,871	1424	0,872
1025	0,870	1125	0,869	1225	0,869	1325	0,871	1425	0,873
1026	0,871	1126	0,870	1226	0,870	1326	0,871	1426	0,873
1027	0,871	1127	0,870	1227	0,870	1327	0,871	1427	0,873
1028	0,868	1128	0,870	1228	0,870	1328	0,871	1428	0,873

Densidad del apilamiento en función del número de elementos									
Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K
1029	0,868	1129	0,871	1229	0,870	1329	0,871	1429	0,873
1030	0,868	1130	0,870	1230	0,870	1330	0,871	1430	0,873
1031	0,868	1131	0,870	1231	0,871	1331	0,871	1431	0,873
1032	0,868	1132	0,871	1232	0,871	1332	0,871	1432	0,873
1033	0,868	1133	0,871	1233	0,871	1333	0,871	1433	0,873
1034	0,868	1134	0,870	1234	0,871	1334	0,870	1434	0,873
1035	0,868	1135	0,871	1235	0,871	1335	0,871	1435	0,873
1036	0,869	1136	0,870	1236	0,871	1336	0,871	1436	0,873
1037	0,869	1137	0,871	1237	0,871	1337	0,871	1437	0,873
1038	0,870	1138	0,870	1238	0,871	1338	0,871	1438	0,873
1039	0,870	1139	0,870	1239	0,871	1339	0,871	1439	0,873
1040	0,869	1140	0,870	1240	0,871	1340	0,871	1440	0,872
1041	0,869	1141	0,870	1241	0,871	1341	0,871	1441	0,873
1042	0,869	1142	0,870	1242	0,871	1342	0,871	1442	0,873
1043	0,869	1143	0,869	1243	0,871	1343	0,871	1443	0,873
1044	0,870	1144	0,869	1244	0,871	1344	0,871	1444	0,873
1045	0,871	1145	0,869	1245	0,870	1345	0,871	1445	0,873
1046	0,866	1146	0,869	1246	0,870	1346	0,870	1446	0,873
1047	0,866	1147	0,869	1247	0,870	1347	0,871	1447	0,872
1048	0,867	1148	0,868	1248	0,869	1348	0,871	1448	0,872
1049	0,866	1149	0,868	1249	0,869	1349	0,871	1449	0,872
1050	0,866	1150	0,868	1250	0,868	1350	0,871	1450	0,872
1051	0,867	1151	0,868	1251	0,868	1351	0,870	1451	0,872
1052	0,867	1152	0,868	1252	0,869	1352	0,870	1452	0,873
1053	0,868	1153	0,869	1253	0,869	1353	0,870	1453	0,873
1054	0,867	1154	0,869	1254	0,869	1354	0,870	1454	0,872
1055	0,868	1155	0,868	1255	0,869	1355	0,871	1455	0,872
1056	0,868	1156	0,868	1256	0,869	1356	0,871	1456	0,872
1057	0,868	1157	0,868	1257	0,869	1357	0,871	1457	0,872
1058	0,867	1158	0,868	1258	0,869	1358	0,871	1458	0,871
1059	0,868	1159	0,869	1259	0,869	1359	0,871	1459	0,872
1060	0,868	1160	0,868	1260	0,869	1360	0,871	1460	0,872
1061	0,868	1161	0,869	1261	0,870	1361	0,870	1461	0,872
1062	0,868	1162	0,869	1262	0,869	1362	0,870	1462	0,872
1063	0,868	1163	0,869	1263	0,870	1363	0,870	1463	0,872
1064	0,868	1164	0,869	1264	0,869	1364	0,870	1464	0,873
1065	0,868	1165	0,870	1265	0,869	1365	0,870	1465	0,873
1066	0,868	1166	0,869	1266	0,870	1366	0,871	1466	0,873
1067	0,868	1167	0,869	1267	0,870	1367	0,871	1467	0,873
1068	0,868	1168	0,869	1268	0,869	1368	0,871	1468	0,874
1069	0,869	1169	0,870	1269	0,869	1369	0,871	1469	0,874
1070	0,868	1170	0,870	1270	0,870	1370	0,871	1470	0,874
1071	0,868	1171	0,870	1271	0,870	1371	0,871	1471	0,874
1072	0,868	1172	0,870	1272	0,870	1372	0,871	1472	0,874
1073	0,868	1173	0,869	1273	0,870	1373	0,871	1473	0,874
1074	0,868	1174	0,869	1274	0,870	1374	0,871	1474	0,874
1075	0,869	1175	0,870	1275	0,870	1375	0,871	1475	0,874
1076	0,869	1176	0,870	1276	0,871	1376	0,871	1476	0,875
1077	0,869	1177	0,870	1277	0,871	1377	0,872	1477	0,875
1078	0,869	1178	0,870	1278	0,871	1378	0,872	1478	0,874
1079	0,869	1179	0,870	1279	0,871	1379	0,872	1479	0,875
1080	0,870	1180	0,871	1280	0,871	1380	0,871	1480	0,874
1081	0,870	1181	0,870	1281	0,871	1381	0,872	1481	0,875
1082	0,870	1182	0,869	1282	0,871	1382	0,872	1482	0,875
1083	0,869	1183	0,869	1283	0,871	1383	0,872	1483	0,875
1084	0,869	1184	0,869	1284	0,870	1384	0,871	1484	0,875
1085	0,869	1185	0,870	1285	0,870	1385	0,871	1485	0,875
1086	0,868	1186	0,869	1286	0,871	1386	0,871	1486	0,874
1087	0,869	1187	0,869	1287	0,871	1387	0,871	1487	0,875
1088	0,869	1188	0,868	1288	0,871	1388	0,871	1488	0,875

Densidad del apilamiento en función del número de elementos									
Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K	Número de elementos	K
1089	0,869	1189	0,869	1289	0,870	1389	0,871	1489	0,875
1090	0,870	1190	0,869	1290	0,870	1390	0,871	1490	0,875
1091	0,870	1191	0,869	1291	0,870	1391	0,871	1491	0,875
1092	0,870	1192	0,869	1292	0,870	1392	0,871	1492	0,875
1093	0,869	1193	0,869	1293	0,870	1393	0,871	1493	0,875
1094	0,869	1194	0,870	1294	0,871	1394	0,871	1494	0,875
1095	0,868	1195	0,870	1295	0,870	1395	0,871	1495	0,875
1096	0,868	1196	0,870	1296	0,871	1396	0,871	1496	0,875
1097	0,869	1197	0,870	1297	0,871	1397	0,871	1497	0,874
1098	0,869	1198	0,870	1298	0,870	1398	0,871	1498	0,874
1099	0,868	1199	0,871	1299	0,871	1399	0,872	1499	0,875
1100	0,867	1200	0,871	1300	0,871	1400	0,872	1500	0,874

Más allá de 1500 elementos, el coeficiente K vale 0,875.

REIVINDICACIONES

1. Cable óptico (1) que comprende:

- una funda (2) que comprende una pared (4) que delimita una cavidad interna (5), y
- una pluralidad de elementos longitudinales (3) que se extienden en paralelo en la cavidad,

en el que los elementos longitudinales (3) presentan una tasa de volumen ocupado por la cavidad interna (5) comprendido entre 0,5 y 0,9, estando la tasa de volumen ocupado definida como la relación entre la suma de las secciones transversales de los elementos longitudinales y la sección de la cavidad interna, dividida entre un coeficiente K, estando el coeficiente K definido en la tabla 1 en función del número de elementos longitudinales, y

en el que cada elemento longitudinal (3) está dispuesto en la cavidad interna (5) presentando un excedente de longitud con respecto a la funda (2), constatado a 20ºC, sin tensión de alargamiento sobre el cable óptico (1), caracterizado por que la dispersión de los excedentes de longitud es inferior o igual al 0,1%, estando la dispersión de los excedentes de longitud definida como la diferencia entre el mayor excedente de longitud y el menor excedente de longitud.

2. Cable óptico según la reivindicación 1, en el que la tasa de volumen ocupado de la cavidad interna está comprendida entre 0,7 y 0,9.

3. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que cada elemento longitudinal (3) presenta un excedente de longitud comprendido entre el 0% y el 0,5% de la longitud de la funda (2).

4. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los elementos longitudinales (3) incluyen unos módulos ópticos (8), comprendiendo cada módulo óptico (8) una envuelta (9) de material plástico y una o varias fibras ópticas (10) contenidas en la envuelta (9).

5. Cable óptico según la reivindicación 4, en el que los elementos longitudinales (3) incluyen por lo menos 6 módulos ópticos (8).

6. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la pared (4) de la funda (2) es tubular y rodea la cavidad interna (5), y la funda (2) comprende dos elementos portadores (6) incrustados en la pared (4) y dispuestos en unas posiciones diametralmente opuestas.

7. Cable óptico según la reivindicación 6, en el que los elementos portadores (6) son de polímero reforzado con unas fibras o de metal.

8. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los elementos longitudinales (3) incluyen un cable hidroinflante, un elemento de refuerzo, una fibra óptica desnuda, un conductor metálico o una combinación de estos elementos.

9. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la pared (4) de la funda (2) está formada por un material no propagador de llama con baja tasa de liberación de humo y con casi ausencia de gases halogenados (LSOH), tal como un material que contiene polipropileno o polietileno, de polietileno, policloruro de vinilo o una combinación de estos materiales.

10. Cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la funda (2) comprende además una envuelta de protección (7) que se extiende entre la pared (4) y los elementos longitudinales (3).

11. Procedimiento de fabricación de un cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende unas etapas de:

- formar la pared (4) de la funda (2) por extrusión de un material plástico calentado alrededor de los elementos longitudinales (3),

- en la extrusión, incrustar unos elementos portadores (6) en la pared (4) de la funda (2), ejerciendo al mismo tiempo una tensión sobre los elementos portadores (6) para alargar los elementos portadores (6), y después

- una vez enfriada la pared (4), relajar la tensión ejercida sobre los elementos portadores (6) de manera que los elementos portadores se retraigan, provocando una retracción de la funda (2) para crear un excedente de longitud de los elementos longitudinales (3) con respecto a la funda (2),

en el que los elementos longitudinales (3) son alimentados con la ayuda de una oruga donante (18) o de un cabrestante donante que tiene una velocidad de alimentación sincronizada con una velocidad de desplazamiento

de la funda (2) de manera que la dispersión de los excedentes de longitud es inferior o igual al 0,1%, estando la dispersión de los excedentes de longitudes definida como la diferencia entre el mayor excedente de longitud y el menor excedente de longitud.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la relajación de la tensión crea un excedente de longitud de los elementos longitudinales (3) comprendido entre el 0% y el 0,5%.

FIG. 1

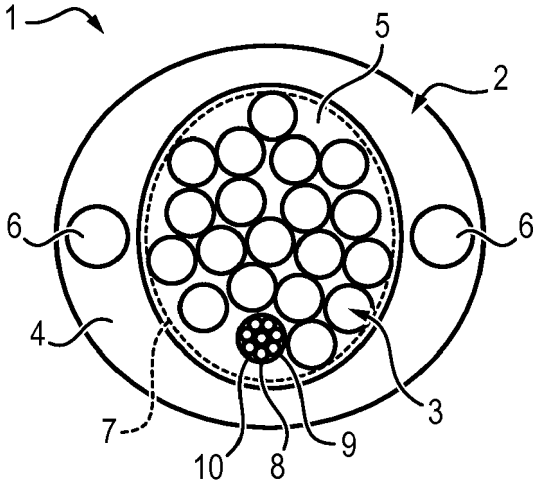


FIG. 2

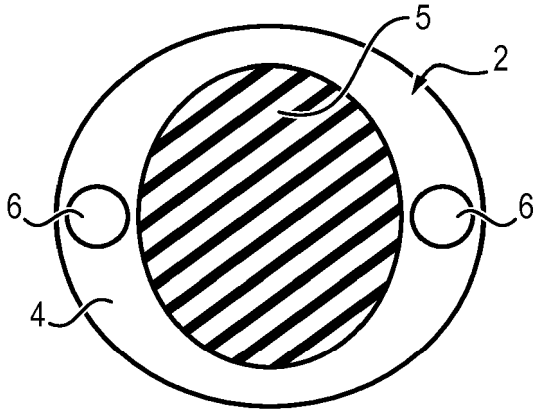


FIG. 3

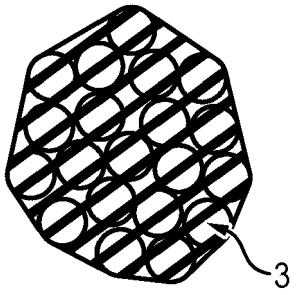


FIG. 4

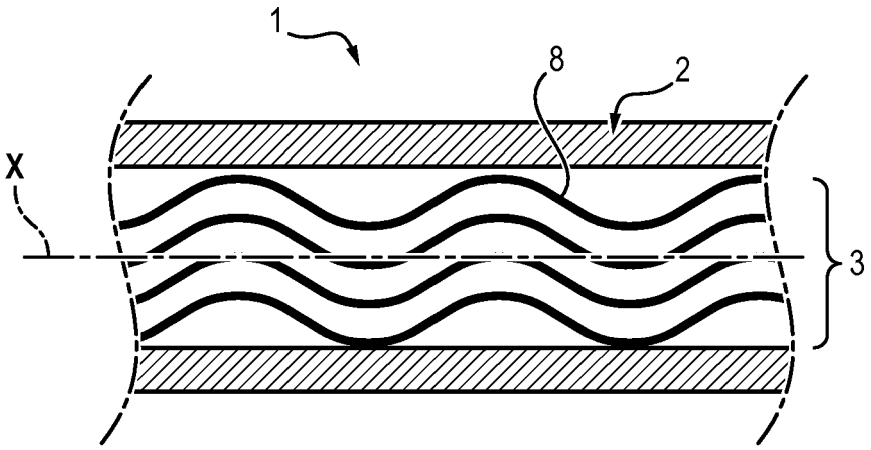


FIG. 5

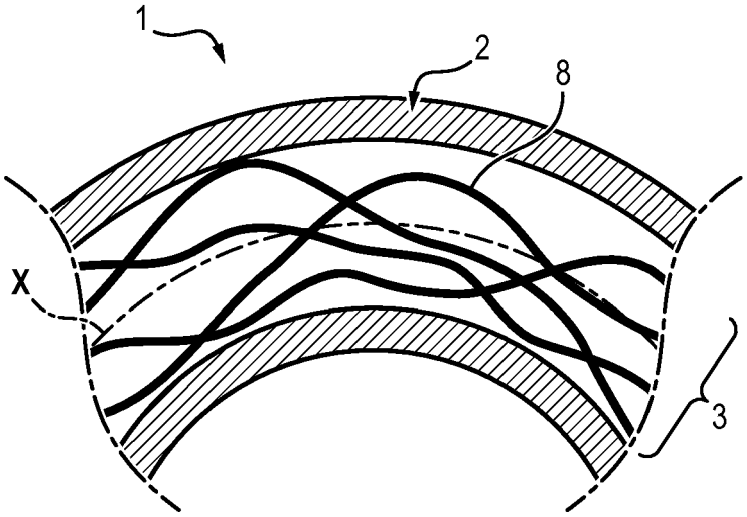
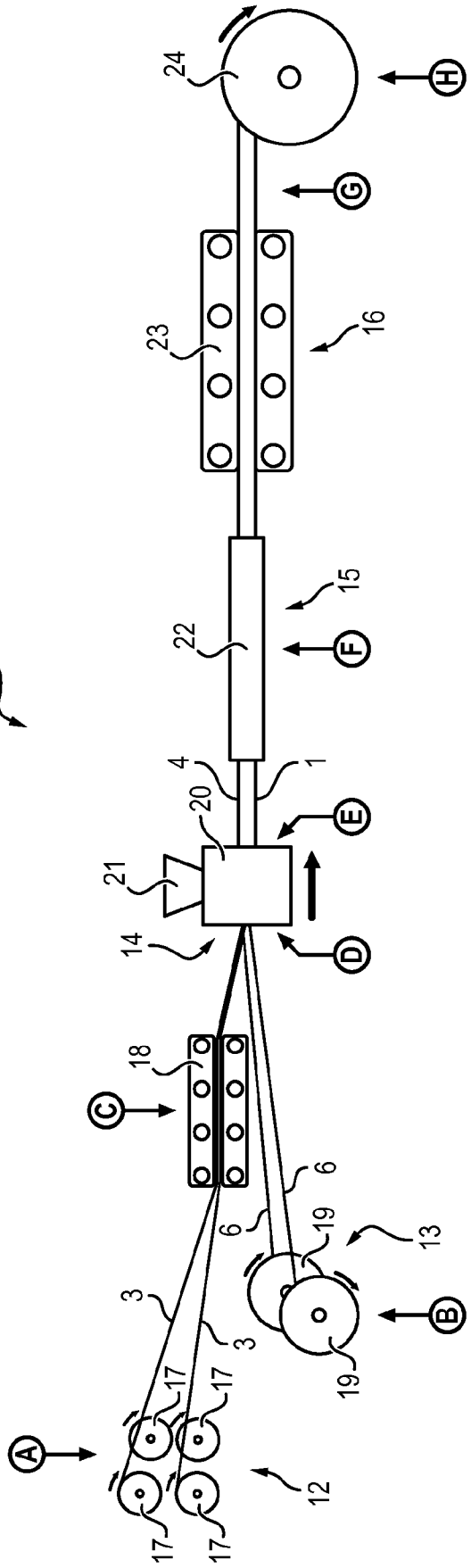


FIG. 6


11
24
H
G
23
16
22
15
F
4
1
20
E
21
14
D
18
C
6
6
19
13
3
3
B
19
17
17
A
12
17
17