

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 287**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2013 PCT/EP2013/065931**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15014386**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2013 E 13741797 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3028084**

54 Título: **Cable óptico para redes terrestres**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.12.2018

73 Titular/es:
PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
Prysmian S.p.A.
20126 Milano, IT

72 Inventor/es:
LANG, IAN, DEWI;
ROBERTS, PAUL, JOHN;
DAVIES, MARTIN, VINCENT y
SUTEHALL, RALPH

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 692 287 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 para redes terrestres

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de los cables ópticos. Más particularmente, la presente invención se refiere a un cable óptico para redes terrestres; en especial - pero no exclusivamente - a redes de acceso ópticas tales como redes FTTH (fibra hasta el hogar) y redes FTTP (hasta las instalaciones).

Antecedentes de la técnica

10 Se sabe que un cable óptico típicamente comprende un núcleo óptico que incluye una o más fibras ópticas, y una funda externa que envuelve el núcleo óptico. La funda externa está hecha, típicamente, de un material polimérico y tiene la función principal de proteger el núcleo óptico desde el punto de vista mecánico.

15 Dentro de la funda externa, las fibras ópticas pueden estar dispuestas de varias maneras. En particular, en los denominados "cables de tubos holgados", las fibras ópticas se disponen de manera holgada dentro de uno o más tubos de amortiguación. Cada tubo de amortiguación típicamente contiene múltiples fibras, y las fibras individuales están libres para moverse una con relación a la otra dentro del tubo de amortiguación. En los denominados "cables de tubos holgados centrales" (en forma resumida, "cables CLT"), todas las fibras ópticas del cable se disponen de manera holgada dentro de un único tubo de amortiguación, que, a su vez, es envuelto por la funda externa. En los denominados "cables de múltiples tubos holgados" (en forma resumida, "cables MLT"), las fibras ópticas se dividen en cambio en múltiples unidades (por ejemplo, 3, 4 o 6 unidades), en el que las fibras ópticas de cada unidad están dispuestas de manera holgada dentro de un respectivo tubo de amortiguación. Los tubos de amortiguación se trenzan luego de acuerdo con una hélice abierta o una disposición S-Z, típicamente alrededor a un elemento de resistencia central. También es posible proporcionar un ligante alrededor de los tubos de amortiguación para retenerlos. Tanto en los cables CLT como en los cables MTL, la funda externa puede comprender dos elementos de resistencia laterales (típicamente, hechos de acero o resina reforzada con fibras) incorporados dentro del espesor de la funda y colocados en posiciones diametralmente opuestas.

25 Los cables de tubos holgados se usan típicamente para aplicaciones en las cuales las fibras ópticas deben extraerse individualmente del cable y empalmarse, por ejemplo, en aplicaciones FTTH y FTTP. Por ejemplo, los cables de caída de redes FTTH o FTTP se implementan típicamente como cables CLT o MLT con un diámetro particularmente reducido (menos de 10 mm).

30 Para extraer una o más fibras ópticas de un cable de tubos holgados y empalmarlas, es necesario cortar un tramo de la funda externa y retirarlo del cable. Para este propósito, se conocen herramientas especiales con cuchillas adecuadas para hacer cortes longitudinales en la funda del cable. Durante las operaciones de corte, es deseable evitar cualquier impacto accidental de las cuchillas contra los elementos de resistencia de acero incorporados dentro del espesor de la funda. Dichos impactos pueden efectivamente dañar las cuchillas, y las cuchillas dañadas pueden herir las manos de los operadores, especialmente si no usan guantes protectores.

35 Para reducir el riesgo de estos impactos accidentales, se conoce la provisión de ranuras sobre la superficie exterior de la funda, que típicamente están dispuestos en un plano longitudinal, perpendicular al plano longitudinal que contiene los elementos de resistencia de acero. Dichos ranuras ayudan a guiar las cuchillas a lo largo de una trayectoria que no interfiere con los elementos de resistencia de acero. No obstante, cuando la porción de la funda a cortar es más bien larga (pocos metros o más) es probable que las cuchillas se desvíen de la trayectoria definida por los ranuras.

45 El documento US 2012/0063731 describe un cable óptico que incluye una pluralidad de subunidades de fibras ópticas con amortiguación apretada, trenzadas en una configuración S-Z. Una camisa (que consiste solamente de un material) rodea las subunidades. El exterior de la camisa incluye al menos dos regiones de debilidad en forma de dos ranuras longitudinales paralelas; a saber, regiones donde el espesor de la camisa es menor en comparación con el resto de la camisa. Para acceder a las subunidades, la camisa se pandea intencionalmente en la región entre las ranuras para formar un nervio. El nervio se corta luego con una herramienta o con las uñas del usuario. Posteriormente, el borde cortado de la camisa entre los ranuras se sujeta y se estira longitudinalmente. Las ranuras sirven como un concentrador de tensión, permitiendo que la tira de material de camisa entre las ranuras se separe del resto de la camisa y se desprenda. Las ranuras también podrían estar ubicadas hasta 180° alejadas entre sí sobre los lados opuestos del cable. En esta configuración, el instalador podría extraer la camisa en dos mitades, como si pelara una banana, en lugar de desprender una única tira estrecha. Para que funcione de manera efectiva como concentrador de tensión para producir la división preferencial de la camisa, las ranuras tendrían una profundidad igual a al menos 15 % del espesor de la camisa.

55 El documento US 2006/133749 A1 divulga una cinta de fibra óptica que tiene una pluralidad de fibras ópticas conectadas por una matriz curable por radiación y un procedimiento para fabricar la misma. La cinta de fibra óptica incluye al menos una porción de rasgado preferencial formada por una porción debilitada en la matriz, teniendo la porción debilitada de la matriz un nivel de curado reducido en comparación con el material de la matriz circundante,

creando así la porción debilitada. En otra realización, la cinta de fibra óptica está formada por dos subunidades que tienen, cada una, una pluralidad de fibras ópticas, en el que las subunidades están conectadas por una matriz secundaria.

5 El documento WO 2012/071490 A2 divulga cables contruidos con discontinuidades en la camisa del cable que permiten que la camisa se rasgue para proporcionar acceso al núcleo del cable. Las discontinuidades pueden ser tiras de material que se extienden longitudinalmente en la camisa del cable. Las discontinuidades permiten que una sección de la camisa del cable se retire del resto de la camisa utilizando una fuerza de desprendimiento relativamente baja.

10 El documento EP 1 308 763 A2 divulga una nueva construcción de tubos amortiguadores para cables de fibra óptica que ofrece una forma de acceder a las fibras ópticas dentro de un tubo amortiguador mientras reduce el riesgo de dañar las fibras, como ocurre a veces al cortar la capa exterior del tubo amortiguador. Un tubo amortiguador (12) para uso en un cable de fibra óptica de la presente invención comprende un tubo (12) que tiene una pared de tubo, teniendo la pared una superficie interior y exterior, en el que una porción interna (12a) de la pared del tubo, más cercana a la superficie interior, está hecha de un material que tiene una mayor sensibilidad a las muescas que una
15 porción exterior (12b) de la pared del tubo más cercana a la superficie exterior.

Sumario de la invención

Los inventores han advertido que el cable del documento US 2012/0063731 exhibe algunas desventajas.

20 Antes que nada, las ranuras básicamente son áreas de la funda más delgadas, que reducen la estabilidad mecánica de la funda para que su pandeo sea más fácil a medida que el cable se dobla a los efectos de extraer la camisa. No obstante, es indeseable que la camisa se pandee siempre que el cable se dobla o tuerce con fines distintos de la extracción de la camisa; por ejemplo, para enrollar el cable en un tambor o colocarlo a lo largo de una trayectoria curvada estrecha (que es muy común durante la instalación de redes FTTH o FTTP). Por lo tanto, usar las ranuras que se divulgan en el documento US 2012/0063731 provoca de manera desventajosa un desequilibrio entre la
25 facilidad de extracción de la camisa y el rendimiento mecánico de la camisa (en particular, rendimiento de doblado y torsión).

30 Asimismo, para atenuar dicho desequilibrio, es posible considerar incrementar el espesor de la camisa. No obstante, como el diámetro externo de los cables para las aplicaciones FTTH o FTTP está sujeto a restricciones de espacios estrechos (porque los espacios disponibles para la instalación de cables en dichas aplicaciones son típicamente muy estrechos y porque el tamaño externo de los cables ha de ser compatible con el tamaño de los otros componentes, tales como conectores, clavijas, etc.), un incremento del espesor de la camisa puede lograrse solamente al reducir el diámetro interno de la camisa. No obstante, esto implica de manera desventajosa una reducción del espacio disponible para el núcleo óptico dentro del cable, que a su vez implica una reducción del recuento máximo de fibras en el cable (es decir, el número máximo de unidades de fibras ópticas que pueden disponerse en el cable).

35 En vista de lo anterior, el solicitante ha sorteado el problema de proporcionar un cable óptico para redes terrestres (en particular, aunque no exclusivamente, redes FTTH o FTTP) cuya funda se puede extraer fácilmente y, al mismo tiempo, es capaz de mantener su rendimiento mecánico incluso cuando el cable se dobla o tuerce, durante toda la vida del cable, sin necesitar ninguna reducción del recuento de fibras en el cable.

40 El solicitante encontró que el problema anterior se resuelve mediante un cable óptico que comprende un núcleo óptico y una funda externa que rodea el núcleo óptico, en el que la funda está hecha de dos materiales diferentes; en particular, un primer material que tiene una primera resistencia a la fractura superior y un segundo material que tiene una segunda resistencia a la fractura inferior (a saber, la resistencia a la fractura del primer material es superior a la resistencia a la fractura del segundo material). Los dos materiales se disponen de tal manera que el segundo material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior del cable a lo largo de un área de extensión longitudinal de la superficie exterior de la funda.

45 Como se sabe, la resistencia a la fractura de un material indica la cantidad de tensión requerida para propagar un defecto preexistente (por ejemplo, una fisura) en el material. Se sabe que un parámetro denominado "factor de intensidad de tensiones" (K) se usa para determinar la resistencia a la fractura. Un subíndice en números romanos por lo general indica el modo de fractura (existen tres modos de fractura diferentes). En particular, se sabe que el modo de fractura I es la condición en la cual el plano de la fisura es normal a la dirección de mayor carga de tensión, y el modo I de resistencia a la fractura se determina mediante el factor de intensidad de tensiones K_I (expresado en $\text{Pa} \sqrt{\text{m}}$). También se conoce que el factor de intensidad de tensiones K_I de un material depende en general del espesor del material (porque el estado de tensión adyacente a la fisura cambia con el espesor del material), hasta que el espesor excede una dimensión crítica. Una vez que el espesor excede la dimensión crítica, el valor de K_I se vuelve sustancialmente constante, y este valor K_{IC} es una propiedad del material independiente de la geometría del
50 material, que se denomina "resistencia a la fractura en deformación plana" o, en forma resumida, "resistencia a la fractura".

De acuerdo con la presente invención, en la funda del cable, la resistencia a la fractura K_{IC} del primer material es superior a la resistencia a la fractura K_{IC} del segundo material.

- 5 Para acceder al núcleo óptico del cable, se realiza un corte longitudinal pequeño (a saber, pocos centímetros) con una cuchilla en la porción anteriormente mencionada del segundo material con resistencia a la fractura inferior. Posteriormente, los bordes cortados del segundo material con resistencia a la fractura inferior se estiran para separarse a mano. La fuerza de separación hace que el material con resistencia a la fractura inferior se fracture, lo que de esta manera propaga el corte pequeño inicial en sentido longitudinal a lo largo de la funda a través de todo su espesor.
- 10 De esta manera, porciones muy largas (a saber, varios metros) de funda pueden extraerse fácilmente del cable con un riesgo mínimo de daños. La cuchilla efectivamente se usa para hacer solo un corte inicial muy pequeño, que luego se propaga a lo largo del cable a la longitud deseada, a mano (o sea, sin el uso de ninguna cuchilla) y, por lo tanto, de manera muy segura.
- Asimismo, usar dos materiales de funda diferentes en lugar de una característica geométrica de la funda (es decir, ranuras) para facilitar la extracción de la funda, es ventajoso por el hecho de que, al elegir de manera adecuada la dureza de los dos materiales de funda, la funda obtenida es delgada y, al mismo tiempo, mecánicamente estable y capaz de conservar su integridad también cuando el cable se dobla o tuerce.
- 15 En un aspecto, la presente invención se refiere a un cable óptico que comprende un núcleo óptico y una funda externa que rodea el núcleo óptico, en el cual la funda externa comprende un primer material que tiene una primera resistencia a la fractura superior y un segundo material que tiene una segunda resistencia a la fractura inferior, en el que el primer material y el segundo material se disponen de tal manera que el segundo material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior del cable a lo largo de al menos un área de extensión longitudinal de una superficie exterior de la funda, en el que el primer material y el segundo material se seleccionan de manera que una relación entre la resistencia a la fractura superior K_{IC} del primer material y la resistencia a la fractura inferior K_{IC} del segundo material está comprendida entre 1,2 y 7,5.
- 20 Preferentemente, el segundo material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior del cable a lo largo de dos áreas de extensión longitudinal de la superficie exterior de la funda.
- 25 Incluso más preferentemente, las áreas de extensión longitudinal de la superficie exterior de la funda se disponen en posiciones diametralmente opuestas.
- Preferentemente, el primer material y el segundo material se disponen de tal manera que al menos una porción del segundo material con resistencia a la fractura inferior accesible desde el exterior del cable se extiende sustancialmente a través de todo el espesor de la funda.
- 30 De acuerdo con algunas realizaciones, dicha al menos una porción del segundo material con resistencia a la fractura inferior tiene una sección transversal en forma de un sector anular.
- Preferentemente, dicha al menos una porción del segundo material con resistencia a la fractura inferior tiene un ancho angular inferior a 90°.
- En forma preferente, la funda tiene un espesor sustancialmente uniforme.
- 35 Más preferentemente, la funda tiene un espesor comprendido entre 0,3 mm y 2,1 mm.
- Preferentemente, para los cables CLT, el espesor nominal de la funda es de aproximadamente 1,9 mm, mientras que para los cables MLT es de aproximadamente 0,4 mm.
- 40 De acuerdo con otras realizaciones, dicha al menos una porción del segundo material con resistencia a la fractura inferior tiene una sección transversal anular, en el que el primer material con resistencia a la fractura superior está dispuesto en una posición externa para rodear sustancialmente el segundo material con resistencia a la fractura inferior, y la funda comprende al menos un ranura adecuado para hacer el segundo material con resistencia a la fractura inferior accesible desde el exterior del cable a lo largo del área de extensión longitudinal de la superficie exterior de la funda.
- 45 Preferentemente, la funda comprende dos ranuras adecuadas para hacer el segundo material con resistencia a la fractura inferior accesible desde el exterior del cable a lo largo de dos áreas de extensión longitudinal de la superficie exterior de la funda.
- Preferentemente, la relación entre la resistencia a la fractura K_{IC} del primer material y la resistencia a la fractura K_{IC} del segundo material está comprendida entre 3,0 y 4,0.
- Preferentemente, el primer material y el segundo material tienen sustancialmente la misma dureza.
- 50 Preferentemente, el primer material y el segundo material comprenden un mismo compuesto.
- Opcionalmente, el primer material y el segundo material tienen diferentes colores.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar un cable óptico. El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- proporcionar un núcleo óptico; y
- formar una funda externa que rodea el núcleo óptico,

- 5 en el que la funda externa comprende un primer material que tiene una primera resistencia a la fractura superior y un segundo material que tiene una segunda resistencia a la fractura inferior, y en el que el primer material y el segundo material se disponen de tal manera que el segundo material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior del cable a lo largo de al menos un área de extensión longitudinal de una superficie exterior de la funda, en el que el primer material y el segundo material se seleccionan de manera que una relación entre la resistencia a la fractura mayor K_{IC} del primer material y la resistencia a la fractura inferior K_{IC} del segundo material está comprendida entre 1,2 y 7,5.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención resultará completamente clara al leer la siguiente descripción detallada, que ha de interpretarse con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 15 - La figura 1 es una vista transversal de un cable óptico de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
- La figura 2 es una vista transversal de un cable óptico de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;
- 20 - La figura 3 es una vista transversal de un cable óptico de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;
- La figura 4 es una vista transversal de un cable óptico de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención;
- La figura 5 es una vista transversal de un cable óptico de acuerdo con una quinta realización de la presente invención; y
- 25 - La figura 6 es una vista transversal de un cable óptico de acuerdo con una sexta realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

Las figuras 1 a 6 no están a escala.

- 30 La figura 1 muestra un cable 1 óptico de acuerdo con una primera realización de la presente invención. El cable 1 óptico de acuerdo con la primera realización de la presente invención es un cable de caída para aplicaciones FTTH o FTTP.

El cable 1 óptico comprende un núcleo 100 óptico y una funda 101 que rodea el núcleo 100 óptico.

- 35 El núcleo 100 óptico comprende un tubo 102 de amortiguación y un número de fibras 103 ópticas dispuestas de manera holgada dentro del tubo 102 de amortiguación. El tubo 102 de amortiguación preferentemente tiene un diámetro externo inferior a 4 mm, más preferentemente, inferior a 2,5 mm. El tubo 102 de amortiguación está hecho preferentemente de un material polimérico termoplástico; por ejemplo, PBT (tereftalato de polibutileno). El número de fibras 103 ópticas preferentemente abarca desde 1 hasta 12. A modo de ejemplo no limitativo, el cable ilustrado en la figura 1 comprende 4 fibras 103 ópticas. Las fibras 103 ópticas son preferentemente fibras monomodo que cumplen con la norma ITU-T G652. Los intersticios entre las fibras 103 ópticas dentro del tubo 102 de amortiguación se llenan preferentemente con un material 104 de bloqueo de agua; por ejemplo, un gel tixotrópico.

- 40 La funda 101 preferentemente comprende dos primeras porciones 105 de extensión longitudinal hechas de un primer material con resistencia a la fractura superior, y dos segundas porciones 106 de extensión longitudinal hechas de un segundo material con resistencia a la fractura inferior.

- 45 Cada una de las primeras porciones 105 y las segundas porciones 106 tiene una sección transversal en forma de sector anular.

La anchura angular de las dos primeras porciones 105 es preferentemente superior a la anchura angular de las segundas porciones 106. En particular, la anchura angular de cada primera porción 105 es preferentemente superior a 90°, mientras que la anchura angular de cada segunda porción 106 es preferentemente inferior a 90°.

- 50 Más preferentemente, la anchura angular de cada primera porción 105 está comprendida entre 110° y 140°, mientras que la anchura angular de cada segunda porción 106 está comprendida entre 40° y 70°.

Las primeras porciones 105 se ubican preferentemente en posiciones diametralmente opuestas, y también las segundas porciones 106 se ubican preferentemente en posiciones diametralmente opuestas.

Todas las porciones 105, 106 de funda tienen, preferentemente, sustancialmente un mismo espesor, de tal manera

que la funda 101 tenga un espesor sustancialmente uniforme a lo largo de su perímetro. Más preferentemente, la funda 101 tiene un diámetro externo sustancialmente uniforme a lo largo de su perímetro. El diámetro externo de la funda 101 es preferentemente inferior a 10 mm; más preferentemente, inferior a 8 mm; con mayor preferencia, sustancialmente igual a 6 mm.

- 5 De acuerdo con realizaciones no ilustradas en los dibujos, al menos una de las segundas porciones 106 de funda puede exhibir una ranura o muesca opcional. Dicha ranura opcionalmente puede estar provista de una franja de identificación y/o códigos de identificación impresos en chorro de tinta que permiten la identificación del cable 1.

10 Preferentemente, el primer material con resistencia a la fractura superior y el segundo material con resistencia a la fractura inferior se seleccionan de tal manera que la relación entre la resistencia a la fractura K_{IC} del primer material y la resistencia a la fractura K_{IC} del segundo material es superior a 1,2. Asimismo, la relación entre la resistencia a la fractura K_{IC} del primer material y la resistencia a la fractura K_{IC} del segundo material es preferentemente inferior a 7,5. De acuerdo con realizaciones particularmente preferidas, la relación entre la resistencia a la fractura K_{IC} del primer material y la resistencia a la fractura K_{IC} del segundo material está comprendida entre 3,0 y 4,0. En particular, el primer material preferentemente tiene una resistencia a la fractura K_{IC} comprendida entre 0,9 y 2,8 MPa \sqrt{m} ,
15 mientras que el segundo material tiene una resistencia a la fractura K_{IC} comprendida entre 0,4 y 0,7 MPa \sqrt{m} .

20 El primer y el segundo materiales son preferentemente compatibles desde el punto de vista mecánico; en particular, exhiben sustancialmente la misma dureza y las propiedades de adhesión recíproca. En particular, el primer y el segundo material son preferentemente mezclas y el segundo material son preferentemente mezclas diferentes que comprenden un mismo compuesto; por ejemplo, polietileno. Además de dicho compuesto, el primer material comprende otro compuesto que incrementa su resistencia a la fractura; por ejemplo, polipropileno. Esto brinda una unión fuerte y continua entre todos los sectores 105 y 106, lo que de esta manera brinda a la funda 101 estabilidad mecánica y mejora su rendimiento de protección mecánica.

25 Preferentemente, el primer y el segundo materiales tienen diferentes colores, para permitir la identificación visual de las segundas porciones 106 desde el exterior del cable. Opcionalmente, al menos uno entre el primer material y el segundo material puede ser un material transparente o traslúcido, lo que permite que la estructura interna del cable 1 esté parcialmente visible desde el exterior del cable 1.

30 El solicitante realizó pruebas positivas al usar, como primer material, una mezcla de PEHD (polietileno de alta densidad) y PP (polipropileno) y, como segundo material, PELD (polietileno de baja densidad). Más particularmente, se ha realizado una prueba positiva al usar, como primer material, una mezcla de un 20 % de PEHD (Borealis 6063), un 78 % de PP (Repsol Ispen® PB 140 G2M) y un 2 % de colorante negro y, como segundo material, una mezcla de un 98 % de PELD (Borealis 8706) y un 2 % de colorante verde.

35 La funda 101 se extrude preferentemente por medio de un equipo de extrusión dual que comprende dos extrusoras (una por cada material de la funda) al cargarse en una cruceta única desde diferentes puntos de entrada. Un cartucho se encaja en la cruceta, que divide el flujo del primer material proporcionado por una de las dos extrusoras, para formar un tubo circunferencialmente cerrado de primer material que rodea el núcleo 100 óptico. El segundo material proporcionado por la otra extrusora se carga en cambio en una placa dispuesta frente a la cruceta, que está configurada para dividir el flujo del segundo material en dos semiflujos e incrementar su presión para permitir que penetren a través del espesor del primer material, lo que en consecuencia forma las segundas porciones 106 de la funda 101.

40 El cable 1 también comprende, preferentemente, dos elementos 107 de resistencia dispuestos dentro del espesor de la funda 101.

Los dos elementos 107 de resistencia se disponen en posiciones diametralmente opuestas, incorporados dentro del espesor de las primeras porciones 105 de la funda.

45 Preferentemente, cada elemento 107 de resistencia comprende un número de trenzas metálicas (tres, en la realización de la figura 1); por ejemplo, trenzas de acero revestidas.

Los elementos 107 de resistencia están dispuestos, preferentemente, sobre un plano longitudinal perpendicular al plano longitudinal que contiene el bisector de las segundas porciones 106 de la funda.

50 El cable 1 también comprende dos cordones 108 de apertura opcionales dispuestos entre el núcleo 100 óptico y las segundas porciones 106 de la funda hechas del segundo material con resistencia a la fractura inferior. Cada cordón 108 de apertura está hecho, preferentemente, de hilos no metálicos; por ejemplo, hilos de aramida o hilos de poliéster. Los cordones 108 de apertura contribuyen ventajosamente a proteger el núcleo 100 desde el punto de vista mecánico.

55 Para extraer una porción de pocos metros de la funda 101 del cable 1 para acceder a las fibras 103 ópticas comprendidas en el mismo, primero se identifican las dos segundas porciones 106 de la funda hechas de material con resistencia a la fractura inferior, por ejemplo, sobre la base de su color (que, tal como se mencionó con anterioridad, es preferentemente diferente del color de las primeras porciones 105 de la funda) y/o sus ranuras o

muecas (de estar presentes) y/o sus franjas o códigos de identificación (de estar presentes).

5 Posteriormente, dos cortes longitudinales pequeños (a saber, cortes de pocos centímetros) se hacen preferentemente en posiciones diametralmente opuestas, en las segundas porciones 106 de la funda 101, cerca de un extremo libre del cable 1. Dichos cortes pueden realizarse uno por uno mediante un cortador provisto de una única cuchilla. Alternativamente, los cortes pueden hacerse por medio de una herramienta que tiene dos cuchillas opuestas que realizan ambos cortes al mismo tiempo.

10 Los cortes preferentemente cruzan la funda 101 a través de todo su espesor. Los cordones 108 de apertura protegen el núcleo 100 óptico de los daños debido a los impactos accidentales de la(s) cuchilla(s) contra el tubo 102 de amortiguación. Los cortes dividen la funda 101 en dos mitades sustancialmente idénticas (o semifundas), incluyendo cada semifunda una de las primeras porciones 105 de la funda hechas de material con resistencia a la fractura superior.

15 Posteriormente, el operador puede tomar las dos semifundas con sus manos y separarlas. En este caso, los bordes cortados de las segundas porciones 106 de la funda se separan. La fuerza de separación causa que las segundas porciones 106 de la funda se fracturen, lo que de esta manera propaga los cortes pequeños iniciales en sentido longitudinal a lo largo de la funda 101 a través de todo su espesor. Las semifundas pueden estirarse hasta que los cortes en la funda 101 se hayan propagado a la longitud deseada, por ejemplo, algunos metros. Por lo tanto, la funda del cable 101 se extrae del cable 1 como si se pelara una banana.

20 Una porción del núcleo 100 óptico que tiene sustancialmente la misma longitud que la longitud de la funda extraída se expone en consecuencia. El operador puede entonces retirar el tubo 102 de amortiguación del núcleo 100 óptico con un cortador adecuado, y así exponer las fibras 103 ópticas comprendidas en el mismo. El operador puede luego llevar a cabo el empalme y otras operaciones de instalación sobre las fibras ópticas 103.

25 Por lo tanto, ventajosamente, la funda 101 del cable óptico 1 puede extraerse de manera muy fácil y segura. De hecho, las cuchillas solamente se necesitan para realizar los cortes iniciales en la funda 101, que son muy cortos y, en consecuencia, pueden realizarse con un riesgo mínimo de herida para el operador. La presencia de porciones de resistencia a la fractura inferior longitudinales en la funda del cable permite entonces propagar longitudinalmente los cortes a lo largo de la funda al simplemente separar las dos mitades de la funda, sin necesidad de usar ninguna herramienta potencialmente dañina con las cuchillas. Además, esta última operación es, en consecuencia, muy segura.

30 Asimismo, ventajosamente, no es necesario proporcionar ranuras sobre la superficie exterior de la funda 101 para indicar las posiciones de corte preferidas. De hecho, las áreas donde los primeros cortes pueden realizarse de manera segura pueden ser fácilmente identificadas por el operador sobre la base de su color, ya que (tal como se mencionó con anterioridad), en dichas áreas, el color de la funda es diferente del exhibido en el resto de la funda.

35 Asimismo, en el cable 1, no se necesitan ranuras para propagar los cortes a lo largo de la funda ya que, de acuerdo con la presente invención, el efecto de propagación del corte se alcanza al usar dos materiales diferentes con diferente resistencia a la fractura en la funda. La ausencia de ranuras sobre la superficie exterior de la funda es ventajosa por el hecho de que, tal como se analizó anteriormente, las ranuras son básicamente áreas de la funda más delgadas, que reducen la estabilidad mecánica y resistencia de la funda.

40 Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, al usar dos materiales diferentes en lugar de una característica geométrica (es decir, ranuras) de una funda que consiste en un material solamente a los efectos de la extracción fácil de la funda, es posible tener una funda muy delgada que, al mismo tiempo, es mecánicamente estable y capaz de conservar su integridad también cuando el cable se dobla o tuerce. La reducción del espesor de la funda finalmente genera, tal como se explicó con anterioridad, un espacio incrementado disponible para alojar el núcleo del cable y, por lo tanto, un recuento de fibras incrementado. Por ejemplo, al reducir el espesor de la funda en los cables de caída, el diámetro del núcleo puede crecer desde 2,2 mm hasta 3,4 mm, por lo que se obtiene un incremento de unidades de fibras ópticas que va desde 24 hasta 48.

La figura 2 ilustra un cable 2 óptico de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

El cable 2 óptico de acuerdo con la segunda realización de la presente invención es un cable de caída para aplicaciones FTTH o FTTP.

El cable 2 óptico comprende un núcleo 200 óptico y una funda 201 que rodea el núcleo 200 óptico.

50 El núcleo 200 óptico comprende un tubo 202 de amortiguación y un número de fibras 203 ópticas. Las características del núcleo 200 óptico y sus componentes son similares a los del núcleo 100 óptico ilustrado en la figura 1. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

55 De acuerdo con la segunda realización, la funda 201 comprende una primera porción 205 de extensión longitudinal hecha de un primer material con resistencia a la fractura superior y una segunda porción 206 de extensión longitudinal hecha de un segundo material con resistencia a la fractura inferior.

La primera porción 205 y la segunda porción 206 tienen secciones transversales concéntricas, anulares.

La primera porción 205 está dispuesta en una posición externa con respecto a la segunda porción 206 para rodear la segunda porción 206.

5 La funda 201 preferentemente comprende dos ranuras (o muescas) 209 colocadas sustancialmente en posiciones diametralmente opuestas en la primera porción 205.

10 Las ranuras 209 tienen una profundidad igual o superior al espesor de la primera porción 205 anular. De esta manera, la primera porción 205 anular se divide en dos medias porciones y la segunda porción 206 anular es accesible desde el exterior del cable 2 entre las dos medias porciones 205. En otras palabras, cada ranura 209 básicamente es una abertura pasante que permite el acceso a la segunda porción 206 desde el exterior del cable 2.
 15 La forma y el tamaño de las ranuras 209 se seleccionan en consecuencia para optimizar la accesibilidad de la segunda porción 206 desde el exterior del cable 2, sin afectar la estabilidad mecánica de la funda 201. En particular, las ranuras 209 preferentemente tienen un perfil romo. Asimismo, la profundidad de la ranura es preferentemente inferior a 1 mm; más preferentemente, inferior a 0,8 mm; con mayor preferencia, sustancialmente igual a 0,6 mm. De esta manera, incluso cuando el cable 2 se dobla o tuerce, por ejemplo, durante la instalación, la presencia de las ranuras 209 no perjudica la integridad de la funda.

Al menos una de las ranuras 209 está provista opcionalmente de una franja de identificación y/o códigos de identificación impresos en chorro de tinta que permiten la identificación del cable 2.

20 Las características del primer material con resistencia a la fractura superior y el segundo material con resistencia a la fractura inferior son preferentemente iguales a las analizadas con anterioridad, con referencia a la primera realización. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada. La funda 201 es preferentemente extraída por un equipo de extrusión que comprende una matriz de extrusión modificada con una ranura doble que permite la coextrusión de ambas porciones 205, 206 anulares de la funda 201.

25 El cable 2 también comprende, preferentemente, dos elementos 207 de resistencia dispuestos dentro del espesor de la funda 201. En particular, los dos elementos 207 de resistencia se disponen en posiciones diametralmente opuestas, incorporados dentro del espesor de la segunda porción 206 anular. Preferentemente, cada elemento 207 de resistencia comprende un número de trenzas metálicas (tres, en la realización de la figura 2); por ejemplo, trenzas de acero revestidas. Los elementos 207 de resistencia están dispuestos preferentemente sobre un plano longitudinal perpendicular al plano longitudinal que contiene el bisector de las ranuras 209.

30 El cable 2 también comprende dos cordones 208 de apertura opcionales dispuestos entre el núcleo 200 óptico y la segunda porción 206 de la funda hecha del segundo material con resistencia a la fractura inferior. Los cordones 208 de apertura están alineados preferentemente con las ranuras 209. Cada cordón 208 de apertura está hecho preferentemente de hilos no metálicos; por ejemplo, hilos de aramida o hilos de poliéster.

35 Para retirar una porción de unos pocos metros de la funda 201 del cable 2 para acceder a las fibras 203 ópticas comprendidas en el mismo, preferentemente se identifican primero las dos ranuras 209. Su identificación resulta fácil por el hecho de que, tal como se analizó con anterioridad con referencia a la primera realización, también en esta segunda realización los materiales de la primera porción 205 anular y la segunda porción 206 anular (lo que es visible desde el exterior del cable a través de las ranuras 209) tienen diferentes colores.

40 Con posterioridad, se realizan preferentemente dos cortes longitudinales pequeños (es decir, cortes de unos pocos centímetros) en posiciones diametralmente opuestas, en la segunda porción 206 de la funda 201 (a saber, donde la segunda porción 206 es accesible desde el exterior del cable a través de las ranuras 209), cerca de un extremo libre del cable 2. Dichos cortes pueden realizarse uno por uno mediante un cortador provisto de una única cuchilla. Alternativamente, los cortes pueden realizarse por medio de una herramienta que tiene dos cuchillas opuestas que realizan ambos cortes al mismo tiempo. Los cortes preferentemente cruzan la funda 201 a través de todo su espesor. Los cordones 208 de apertura protegen el núcleo 200 óptico de los daños debido a los impactos
 45 accidentales de la(s) cuchilla(s) contra el tubo 202 de amortiguación. Los cortes dividen la funda 201 en dos mitades sustancialmente idénticas (o semifundas), donde cada semifunda incluye una de las medias porciones 205 hecha de material con resistencia a la fractura superior.

50 Posteriormente, el operador puede tomar las dos semifundas con sus manos y separarlas. En este caso, los bordes cortados de la segunda porción 206 de la funda se separan. La fuerza de separación hace que la segunda porción 206 de la funda se fracture, lo que de esta manera propaga los cortes pequeños iniciales en sentido longitudinal a lo largo de la funda 201 a través de todo su espesor. Las semifundas pueden estirarse hasta que los cortes en la funda 201 se hayan propagado a la longitud deseada; por ejemplo, algunos metros. Por lo tanto, la funda del cable 201 se extrae del cable 2 como si se pelara una banana.

55 Una porción del núcleo 200 óptico que tiene sustancialmente la misma longitud que la longitud de la funda extraída se expone en consecuencia. El operador puede entonces retirar el tubo 202 de amortiguación del núcleo 200 óptico con un cortador adecuado, y así exponer las fibras 203 ópticas comprendidas en el mismo. El operador puede entonces llevar a cabo el empalme y otras operaciones de instalación sobre las fibras 203 ópticas.

Por lo tanto, de manera ventajosa, también de acuerdo con la segunda realización, la funda 201 del cable 2 óptico puede ser extraída en forma muy fácil y segura. De hecho, las cuchillas se necesitan solamente para realizar los cortes iniciales en la funda 201, que son muy cortos y que, en consecuencia, pueden realizarse con un riesgo mínimo de herida para el operador. La presencia de porciones con resistencia a la fractura inferior longitudinales en la funda del cable permite entonces propagar longitudinalmente los cortes a lo largo de la funda al simplemente separar las dos mitades de la funda, sin necesidad de usar ninguna herramienta potencialmente dañina con las cuchillas. Asimismo, esta última operación es, por consiguiente, muy segura.

Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, al usar dos materiales de funda diferentes - en lugar de concentradores de tensión en forma de ranuras en una funda que consiste solamente de un material - las propiedades de resistencia, resistencia a la abrasión y torsión del cable se mantienen de manera ventajosa y no cambian durante toda la vida del cable propiamente dicho. Asimismo, a pesar de la presencia de dos materiales diferentes dentro de la funda 201, el cable 2 de acuerdo con la segunda realización tiene una resistencia incrementada al doblado, donde su funda 201 es muy estable desde el punto de vista mecánico también cuando el cable se dobla. Asimismo, la funda 201 exhibe de manera ventajosa un riesgo particularmente reducido de rajarse en las uniones, debido a la disposición concéntrica de los dos materiales.

La figura 3 muestra un cable 3 óptico de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. El cable 3 óptico de acuerdo con la tercera realización de la presente invención es un cable de caída para aplicaciones FTTH o FTTP.

El cable 3 óptico comprende un núcleo 300 óptico y una funda 301 que rodea el núcleo 300 óptico.

El núcleo 300 óptico comprende un número de unidades 310 ópticas, en el que cada unidad 310 óptica comprende un número de fibras 303 ópticas. A los efectos de la presente descripción y las reivindicaciones, una unidad óptica se refiere a un conjunto que comprende una o más fibras ópticas (cada una de las cuales está constituida por un núcleo de vidrio, un revestimiento de vidrio, una capa de amortiguación única o dual) y una capa externa (por ejemplo, un elemento de retención o un tubo de amortiguación) que rodea dicha una o más fibras ópticas para retener la(s) fibra(s) óptica(s) y/o protegerlas del daño.

El número de unidades 310 ópticas comprendido en el núcleo 300 óptico preferentemente abarca desde 2 hasta 4. El número de fibras 303 ópticas por cada unidad 310 preferentemente abarca desde 2 hasta 12. En consecuencia, el recuento de fibras del cable 3 abarca desde 4 hasta 48 fibras 303 ópticas. A modo de ejemplo no limitativo, en el cable ilustrado en la figura 3, el núcleo 300 óptico comprende 4 unidades 310 y cada unidad 310 comprende 4 fibras 303 ópticas, donde el recuento de fibras es igual a 16. Las fibras 303 ópticas son preferentemente fibras monomodo que cumplen con la norma ITU-T G652. Cada unidad 310 óptica también comprende, preferentemente, un elemento 311 de retención para retener las fibras 303 de cada unidad 310. Los intersticios entre las unidades de fibras 310 ópticas están preferentemente llenos de un material 304 de bloqueo de agua; por ejemplo, un gel tixotrópico. Opcionalmente, un tubo de amortiguación (no ilustrado en los dibujos) puede rodear todas las unidades de fibras 310 ópticas.

La funda 301 preferentemente tiene una estructura similar a la del cable 1 ilustrada en la figura 1; a saber: comprende dos primeras porciones 305 de extensión longitudinal diametralmente opuestas hechas de un primer material con resistencia a la fractura superior y dos segundas porciones 306 de extensión longitudinal diametralmente opuestas hechas de un segundo material con resistencia a la fractura inferior, donde cada una de las primeras porciones 305 y las segundas porciones 306 tienen una sección transversal en forma de un sector anular. Las características geométricas de las primeras y segundas porciones 305, 306, así como también las características del primer y el segundo materiales, son las mismas que las descritas con anterioridad con referencia a la primera realización. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

El cable 3 también comprende, preferentemente, dos elementos 307 de resistencia dispuestos dentro del espesor de la funda 301. En particular, los dos elementos 307 de resistencia se disponen en posiciones diametralmente opuestas, incorporados dentro del espesor de las primeras porciones de la funda 305. Preferentemente, cada elemento 307 de resistencia comprende un número de trenzas metálicas (tres, en la realización de la figura 3); por ejemplo, trenzas de acero revestidas. Los elementos 307 de resistencia están dispuestos, preferentemente, sobre un plano longitudinal perpendicular al plano longitudinal que contiene el bisector de las segundas porciones de la funda 306.

El cable 3 también comprende dos cordones 308 de apertura opcionales entre el núcleo 300 óptico y las segundas porciones 306 de la funda hechas del segundo material con resistencia a la fractura inferior. Cada cordón 308 de apertura está hecho preferentemente de hilos no metálicos; por ejemplo, hilos de aramida o hilos de poliéster.

La extracción de la funda 3 del cable 3 es similar a la operación de extracción de la funda 101 del cable 1 que se ilustra en la figura 1 tal como se describió con anterioridad. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

Al extraer un tramo de la funda 301 como si se pelara una banana, tal como se describió con anterioridad, se expone una porción del núcleo 300 óptico que tiene sustancialmente la misma longitud que la longitud de la funda extraída. Como ningún tubo de amortiguación está comprendido preferentemente en el núcleo 300 óptico, las unidades 310 ópticas quedan expuestas directamente. El operador puede entonces desprender una o más unidades 310 al retirar su elemento 311 de retención (ya sea a mano o mediante una herramienta), y así exponer las fibras 303 ópticas comprendidas en el mismo. El operador puede entonces llevar a cabo el empalme y otras operaciones de instalación sobre las fibras 303 ópticas.

Por lo tanto, esta tercera realización exhibe las mismas ventajas que la primera, a saber: la funda puede ser extraída en forma muy fácil y segura y no se necesitan ranuras sobre la superficie externa de la funda a los efectos de extraer la funda, de tal manera que la funda es delgada y mecánicamente estable al mismo tiempo. La figura 4 ilustra un cable 4 óptico de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención. El cable 4 óptico de acuerdo con la cuarta realización de la presente invención es un cable de caída para aplicaciones FTTH o FTTP.

El cable 4 óptico comprende un núcleo 400 óptico y una funda 401 que rodea el núcleo 400 óptico.

El núcleo 400 óptico comprende un tubo 402 de amortiguación y un número de unidades 410 ópticas dispuestas de manera holgada dentro del tubo 402 de amortiguación. Cada unidad 410 óptica comprende un número de fibras 403 ópticas. El tubo 402 de amortiguación está hecho preferentemente de un material polimérico termoplástico; por ejemplo, PBT (tereftalato de polibutileno). El número de unidades 410 ópticas comprendidas en el núcleo 400 óptico preferentemente abarca desde 2 hasta 4. El número de fibras 403 ópticas por cada unidad 410 preferentemente abarca desde 2 hasta 12. En consecuencia, el recuento de fibras del cable 4 abarca desde 4 hasta 48 fibras 403 ópticas.

A modo de ejemplo no limitativo, en el cable ilustrado en la figura 4 el núcleo 400 óptico comprende 3 unidades 410 y cada unidad 410 comprende 4 fibras 403 ópticas, donde el recuento de fibras es igual a 12. Las fibras 403 ópticas son preferentemente fibras monomodo que cumplen con la norma ITU-T G652. Cada unidad 410 óptica preferentemente comprende un elemento 411 de retención para retener las fibras de cada unidad 410. Los intersticios entre las unidades 410 ópticas preferentemente están llenos de un material 404 de bloqueo de agua; por ejemplo, un gel tixotrópico. De acuerdo con una variante no ilustrada en los dibujos, el núcleo 400 óptico no comprende ningún tubo 402 de amortiguación.

La funda 401 preferentemente tiene una estructura similar a la del cable 2 ilustrado en la figura 2; a saber: comprende una primera porción 405 de extensión longitudinal hecha de un primer material con resistencia a la fractura superior y una segunda porción 406 de extensión longitudinal hecha de un segundo material con resistencia a la fractura inferior, donde la primera porción 405 y la segunda porción 406 son concéntricas, y en el que la primera porción 405 está en una posición externa y comprende dos ranuras 409 diametralmente opuestas en forma sustancial que la dividen en dos medias porciones y hacen que la segunda porción 406 sea accesible desde el exterior del cable 4 a lo largo de dos áreas longitudinales incluidas entre las dos medias porciones 405.

Las características geométricas de las primeras y segundas porciones 405, 406 y las ranuras 409, así como también las características del primer y el segundo materiales, son iguales a las descritas anteriormente con referencia a la segunda realización. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

El cable 4 también comprende, preferentemente, dos elementos 407 de resistencia dispuestos dentro del espesor de la funda 401.

En particular, los dos elementos 407 de resistencia se disponen en posiciones diametralmente opuestas, incorporados dentro del espesor de la segunda porción 406. Preferentemente, cada elemento 407 de resistencia comprende un número de trenzas metálicas (tres, en la realización de la figura 4); por ejemplo, trenzas de acero revestidas. Los elementos 407 de resistencia están dispuestos preferentemente sobre un plano longitudinal perpendicular al plano longitudinal que contiene el bisector de las ranuras 409.

El cable 4 también comprende dos cordones 408 de apertura opcionales dispuestos entre el núcleo 400 óptico y la segunda porción 406 de la funda hecha del segundo material con resistencia a la fractura inferior. Los cordones 408 de apertura están preferentemente alineados con las ranuras 409. Cada cordón 408 de apertura está hecho preferentemente de hilos no metálicos; por ejemplo, hilos de aramida o hilos de poliéster.

La extracción de la funda 4 del cable 4 es similar a la operación de extracción de la funda 201 del cable 2 que se ilustra en la figura 2 tal como se describió anteriormente. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

Al retirar un tramo de la funda 401 como si se pelara una banana, tal como se describió con anterioridad, se expone una porción del núcleo 400 óptico que tiene sustancialmente la misma longitud que la longitud de la funda extraída. El operador puede entonces retirar el tubo 402 de amortiguación del núcleo 400 óptico con un cortador adecuado, y así exponer las unidades de fibras 410 ópticas comprendidas en el mismo. El operador puede entonces desprender una o más unidades 410 de fibras al retirar su elemento 411 de retención (ya sea a mano o mediante una herramienta), y así exponer las fibras 403 ópticas comprendidas en el mismo. El operador puede entonces llevar a cabo el empalme y otras operaciones de instalación sobre las fibras 403 ópticas.

Esta cuarta realización exhibe entonces las mismas ventajas que la segunda: la funda puede ser extraída en forma muy fácil y segura, y la funda del cable exhibe una resistencia particularmente alta al doblado, y un riesgo particularmente reducido de rajado en las uniones.

5 La estructura de la funda ilustrada en las figuras 1 y 3, así como también la estructura de la funda ilustrada en las figuras 2 y 4, puede aplicarse no solamente a los cables de caída, sino también a otros tipos de cables ópticos terrestres, independientemente de la construcción de su núcleo óptico.

Por ejemplo, la figura 5 ilustra un cable 5 óptico de acuerdo con una quinta realización de la presente invención. El cable 5 óptico de acuerdo con la quinta realización de la presente invención es un cable de múltiples tubos holgados para redes terrestres.

10 El cable óptico 5 comprende un núcleo 500 óptico y una funda 501 que rodea el núcleo 500 óptico.

El núcleo 500 óptico comprende ocho unidades 510 ópticas, donde cada unidad 510 óptica comprende un respectivo tubo 502 de amortiguación y un respectivo número de fibras 503 ópticas dispuestas de manera holgada dentro del tubo 502 de amortiguación. El número de fibras 503 ópticas por cada unidad 510 preferentemente abarca desde 2 hasta 12.

15 A modo de ejemplo no limitativo, en el cable ilustrado en la figura 5, cada unidad 510 comprende 12 fibras 503 ópticas, donde el recuento de fibras es igual a 96. Una o más unidades 510 ópticas pueden ser reemplazadas por rellenos correspondientes, si se necesita un recuento de fibras menor. Las fibras 503 ópticas son preferentemente fibras monomodo que cumplen con la norma ITU-T G652. Cada tubo 502 de amortiguación está hecho preferentemente de un material polimérico termoplástico; por ejemplo, PBT (tereftalato de polibutileno). En cada
20 unidad 510 óptica, los intersticios entre las fibras 503 ópticas están llenos preferentemente de un material de bloqueo de agua; por ejemplo, un gel tixotrópico. Asimismo, los espacios libres entre la funda 501 y las unidades 510 ópticas están llenas, preferentemente, de elementos de bloqueo de agua 504.

25 El núcleo 500 óptico también comprende, preferentemente, un elemento 507 de resistencia no metálico central. Las unidades 510 ópticas están preferentemente trenzadas alrededor del elemento 507 de resistencia de acuerdo con una configuración S-Z.

30 La funda 501 preferentemente tiene una estructura similar a la del cable 1 ilustrada en la figura 1, a saber: comprende dos primeras porciones 505 de extensión longitudinal diametralmente opuestas hechas de un primer material con resistencia a la fractura superior y dos segundas porciones 506 de extensión longitudinal diametralmente opuestas hechas de un segundo material con resistencia a la fractura inferior, donde cada una de las primeras porciones 505 y segundas porciones 506 tienen una sección transversal en forma de un sector anular.

Las características geométricas de las primeras y segundas porciones 505, 506, así como también las características del primer y el segundo materiales, son iguales a las descritas anteriormente con referencia a la primera realización. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

35 El cable 5 también comprende dos cordones 508 de apertura opcionales debajo de las segundas porciones 506 de la funda hechas del segundo material con resistencia a la fractura inferior.

La extracción de la funda 5 del cable 5 es similar a la operación de extracción de la funda 101 del cable 1 que se ilustra en la figura 1 tal como se describió con anterioridad. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

40 Ante la extracción de un tramo de la funda 501 como si se pelara una banana, tal como se describió con anterioridad, se expone una porción del núcleo 500 óptico que tiene sustancialmente la misma longitud que la longitud de la funda extraída. En particular, se exponen las unidades 510 ópticas. El operador puede entonces desprender una o más unidades 510 ópticas al retirar su tubo 502 de amortiguación (por ejemplo, mediante una herramienta), y así exponer las fibras 503 ópticas comprendidas en el mismo. El operador puede entonces llevar a cabo el empalme y otras operaciones de instalación sobre las fibras 503 ópticas.

45 Esta quinta realización exhibe entonces las mismas ventajas que la primera: la funda puede ser extraída en forma muy fácil y segura, y no se necesitan ranuras sobre la superficie externa de la funda, por lo que la funda es delgada y mecánicamente estable al mismo tiempo.

La figura 6 ilustra un cable 6 óptico de acuerdo con una sexta realización de la presente invención. El cable 6 óptico de acuerdo con la sexta realización de la presente invención es un cable de tubos holgados centrales para redes terrestres.

50 El cable 6 óptico comprende un núcleo 600 óptico y una funda 601 que rodea el núcleo 600 óptico.

El núcleo 600 óptico comprende un tubo 602 de amortiguación y un número de fibras 603 ópticas dispuestas de manera holgada dentro del tubo 602 de amortiguación. A modo de ejemplo no limitativo, en el cable ilustrado en la figura 6, el núcleo 600 óptico comprende 8 fibras 603 ópticas. El tubo 602 de amortiguación está hecho preferentemente de un material polimérico termoplástico, por ejemplo, PBT (tereftalato de polibutileno). Las fibras

603 ópticas son preferentemente fibras monomodo que cumplen con la norma ITU-T G652. Los intersticios entre las fibras 603 ópticas están llenos preferentemente de un material 604 de bloqueo de agua; por ejemplo, un gel tixotrópico.

5 El cable 6 también comprende un elemento 607 de resistencia entre el núcleo 600 óptico y la funda 601. El elemento 607 de resistencia preferentemente es una capa de hilos de vidrio.

10 La funda 601 preferentemente tiene una estructura similar a la del cable 1 ilustrado en la figura 1; a saber: comprende dos primeras porciones 605 de extensión longitudinal diametralmente opuestas hechas de un primer material con resistencia a la fractura superior y dos segundas porciones 606 de extensión longitudinal diametralmente opuestas hechas de un segundo material con resistencia a la fractura inferior, donde cada una de las primeras porciones 605 y segundas porciones 606 tienen una sección transversal en forma de un sector anular. Las características geométricas de las primeras y segundas porciones 605, 606, así como también las características del primer y el segundo materiales, son iguales a las descritas anteriormente con referencia a la primera realización. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

15 El cable 6 también comprende dos cordones 608 de apertura opcionales debajo de las segundas porciones 606 de la funda hechas del segundo material con resistencia a la fractura inferior. Cada cordón 608 de apertura está preferentemente incorporado dentro de los hilos 607 de vidrio.

La extracción de la funda 601 del cable 6 es similar a la operación de extracción de la funda 101 del cable 1 que se ilustra en la figura 1 como se describió con anterioridad. Por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada.

20 Ante la extracción de un tramo de la funda 601 como si se pelara una banana, tal como se describió con anterioridad, una porción del núcleo 600 óptico y los hilos 607 de vidrio que tienen sustancialmente la misma longitud que la longitud de la funda extraída quedan expuestos en consecuencia. El operador puede entonces cortar el exceso del tramo de los hilos 607 de vidrio (por ejemplo, por medio de tijeras) y retirar el tubo 602 de amortiguación con un cortador adecuado, para de esta manera exponer las fibras 603 ópticas comprendidas en el mismo. El operador puede entonces llevar a cabo el empalme y otras operaciones de instalación sobre las fibras 603 ópticas.

La sexta realización exhibe entonces las mismas ventajas que la primera: la funda puede ser extraída en forma muy fácil y segura, y no se necesitan ranuras sobre la superficie externa de la funda, donde la funda es delgada y mecánicamente estable al mismo tiempo.

30 En ambos cables 5 y 6 ilustrados en las figuras 5 y 6, las fundas 501 y 601 pueden tener la estructura ilustrada en las figuras 2 y 4; a saber: en las fundas 501 y 601, el primer y el segundo materiales con diferente resistencia a la fractura se disponen en una capa concéntrica, en el que la capa interna del material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior del cable a través de dos ranuras o muescas diametralmente opuestos proporcionados en la capa externa de material con resistencia a la fractura superior.

35 Asimismo, aunque las realizaciones descritas con anterioridad, el material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior del cable óptico a lo largo de dos áreas de extensión longitudinal diametralmente opuestas, esto no es restrictivo.

40 De acuerdo con las variantes no ilustradas en los dibujos, el material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior del cable óptico a lo largo de dos áreas de extensión longitudinal que no están diametralmente opuestas. En particular, de acuerdo con dichas variantes, en la estructura de la funda ilustrada en las figuras 1, 3, 5 y 6, las dos segundas porciones 106, 306, 506 o 606 están distanciadas a un ángulo diferente de 180°. Asimismo, de acuerdo con dichas variantes, en la estructura de la funda ilustrada en las figuras 2 y 4, los dos ranuras 209 o 409 están distanciados a un ángulo diferente de 180°.

45 En dichos casos, los cortes que se propagan longitudinalmente a lo largo de la funda durante la operación de extracción dividen la funda en dos partes no simétricas; a saber: una parte más amplia (que incluye una porción más amplia 105, 205, 305, 405, 505 o 605 de material con resistencia a la fractura superior) y una parte más estrecha (que incluye una porción más estrecha 105, 205, 305, 405, 505 o 605 del material con resistencia a la fractura superior). No obstante, se conservan las ventajas analizadas con anterioridad.

50 De acuerdo con otras variantes no ilustradas en los dibujos, el material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior el cable óptico a lo largo de una única área de extensión longitudinal. En particular, de acuerdo con dichas variantes, en la estructura de la funda ilustrada en las figuras 1, 3, 5 y 6, se proporciona una única segunda porción 106, 306, 506 o 606. Además, de acuerdo con dichas variantes, en la estructura de la funda ilustrada en las figuras 2 y 4, se proporciona una única ranura 209 o 409.

55 En dichos casos, un único corte se propaga longitudinalmente a lo largo de la funda; por ejemplo, al insertar un dedo en el corte y deslizarlo a lo largo de la funda en dirección longitudinal. No obstante, se conservan las ventajas analizadas con anterioridad.

Aunque en la descripción anterior se ha hecho referencia solamente a los cables de tubos holgados, es posible observar que las estructuras de fundas descritas con anterioridad pueden aplicarse a cables ópticos con otros tipos de núcleos ópticos (cable cinta, con protección apretada, etc.).

REIVINDICACIONES

1. Un cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) óptico que comprende un núcleo (100, 200, 300, 400, 500, 600) óptico y una funda (101, 201, 301, 401, 501, 601) externa que rodea dicho núcleo (100, 200, 300, 400, 500, 600) óptico, en el que dicha funda (101, 201, 301, 401, 501, 601) externa comprende un primer material que tiene una primera resistencia a la fractura superior y un segundo material que tiene una segunda resistencia a la fractura inferior, y en el que dicho primer material y dicho segundo material se disponen de tal manera que dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior de dicho cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) a lo largo de al menos un área de extensión longitudinal de una superficie exterior de dicha funda (101, 201, 301, 401, 501, 601), en el que dicho primer material y dicho segundo material se seleccionan de tal manera que una relación entre dicha resistencia a la fractura superior K_{IC} de dicho primer material y dicha resistencia a la fractura inferior K_{IC} de dicho segundo material está comprendido entre 1,2 y 7,5.
2. El cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior de dicho cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) a lo largo de dos áreas de extensión longitudinal de dicha superficie exterior de dicha funda (101, 201, 301, 401, 501, 601).
3. El cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) óptico de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dichas dos áreas de extensión longitudinal de dicha superficie exterior de dicha funda (101, 201, 301, 401, 501, 601) se disponen en posiciones diametralmente opuestas.
4. El cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) óptico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho primer material y dicho segundo material se disponen de tal manera que al menos una porción (106, 206, 306, 406, 506, 606) de dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior accesible desde el exterior de dicho cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) se extiende sustancialmente a través de todo un espesor de dicha funda (101, 201, 301, 401, 501, 601).
5. El cable (1, 3, 5, 6) óptico de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha al menos una porción (106, 206, 306, 406, 506, 606) de dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior tiene una sección transversal en forma de un sector anular.
6. El cable (1, 3, 5, 6) óptico de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicha al menos una porción (106, 206, 306, 406, 506, 606) de dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior tiene una anchura angular inferior a 90°.
7. El cable (1, 3, 5, 6) óptico de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que dicha funda (101, 301, 501, 601) tiene un espesor sustancialmente uniforme.
8. El cable (1, 3, 5, 6) óptico de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha funda (101, 301, 501, 601) tiene un espesor comprendido entre 0,3 mm y 2,1 mm.
9. El cable (2, 4) óptico de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha al menos una porción (206, 406) de dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior tiene una sección transversal anular, en el cual dicho primer material con resistencia a la fractura superior está dispuesto en una posición externa para rodear sustancialmente dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior, y en el que dicha funda (201, 401) comprende al menos una ranura (209, 409) adecuada para hacer dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior accesible desde el exterior de dicho cable (2, 4) a lo largo de dicha área de extensión longitudinal de dicha superficie exterior de dicha funda (201, 401).
10. El cable (2, 4) óptico de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha funda (201, 401) comprende dos ranuras (209, 409) adecuadas para hacer dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior accesible desde el exterior de dicho cable (2, 4) a lo largo de dos áreas de extensión longitudinal de dicha superficie exterior de dicha funda (101, 201, 301, 401, 501, 601).
11. El cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) óptico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho primer material y dicho segundo material tienen sustancialmente una misma dureza.
12. El cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) óptico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho primer material y dicho segundo material comprenden un mismo compuesto.
13. El cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) óptico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho primer material y dicho segundo material tienen diferentes colores.
14. Un procedimiento para fabricar un cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) óptico, comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas:
- proporcionar un núcleo (100, 200, 300, 400, 500, 600) óptico; y
 - formar una funda (101, 201, 301, 401, 501, 601) externa que rodea dicho núcleo (100, 200, 300, 400, 500, 600) óptico,

- 5 en el que dicha funda (101, 201, 301, 401, 501, 601) externa comprende un primer material que tiene una primera resistencia a la fractura superior y un segundo material que tiene una segunda resistencia a la fractura inferior, y en el que dicho primer material y dicho segundo material se disponen de tal manera que dicho segundo material con resistencia a la fractura inferior es accesible desde el exterior de dicho cable (1, 2, 3, 4, 5, 6) a lo largo de al menos un área de extensión longitudinal de una superficie exterior de dicha funda (101, 201, 301, 401, 501, 601), en el que dicho primer material y dicho segundo material se seleccionan de tal manera que una relación entre dicha resistencia a la fractura superior K_{IC} de dicho primer material y dicha resistencia a la fractura inferior K_{IC} de dicho segundo material está comprendido entre 1,2 y 7,5.

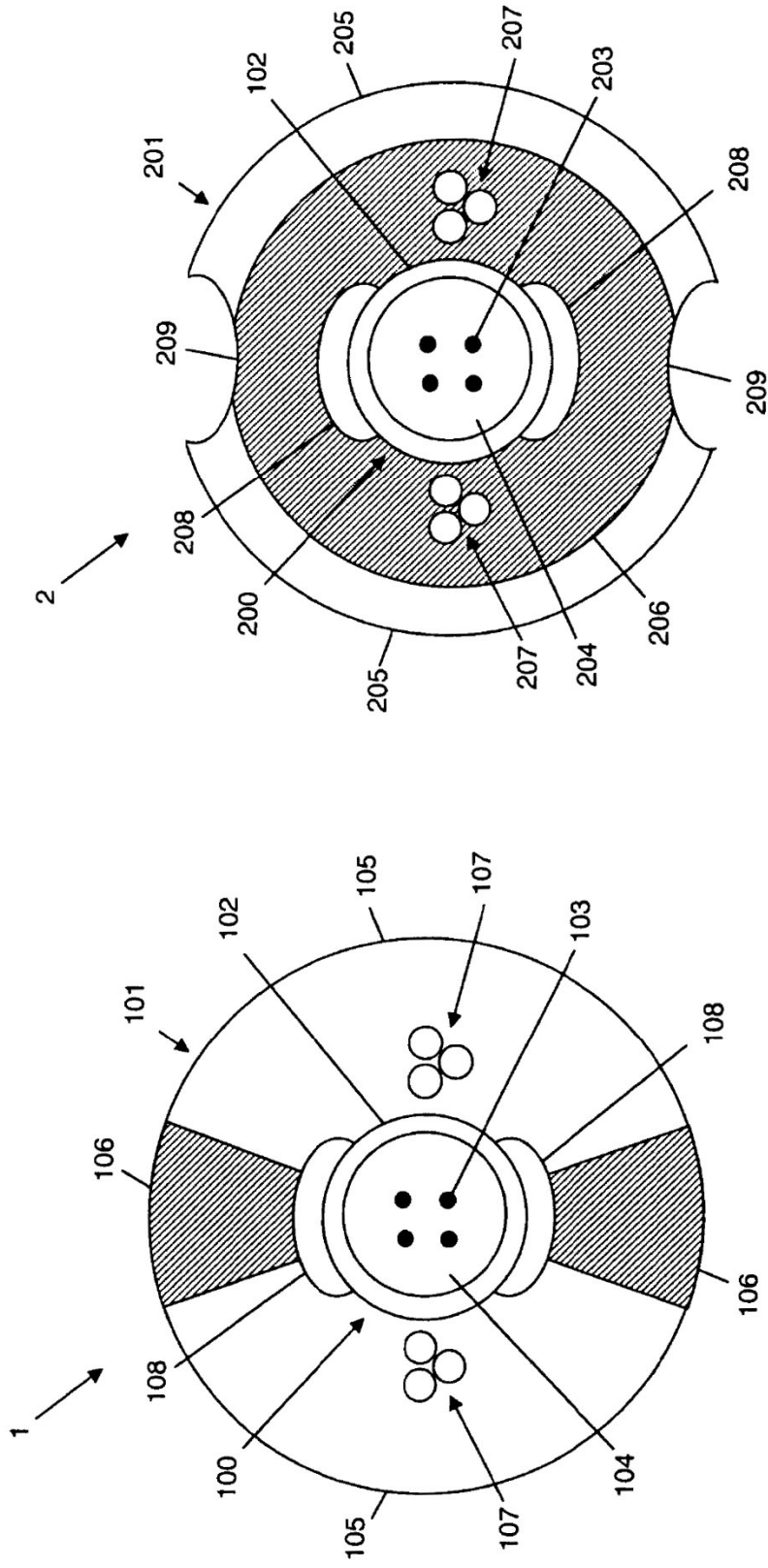


Figura 2

Figura 1

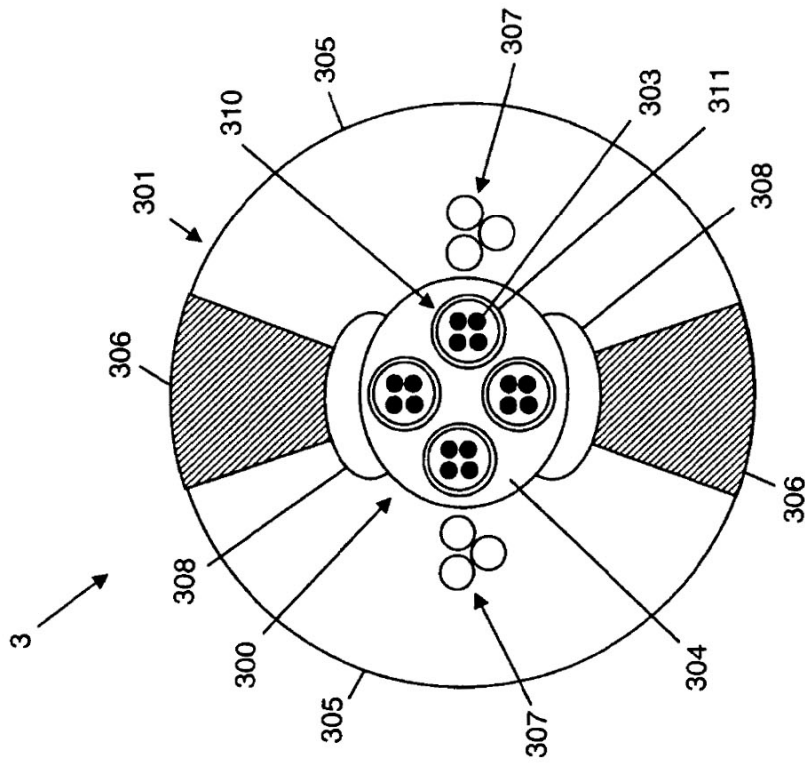


Figura 3

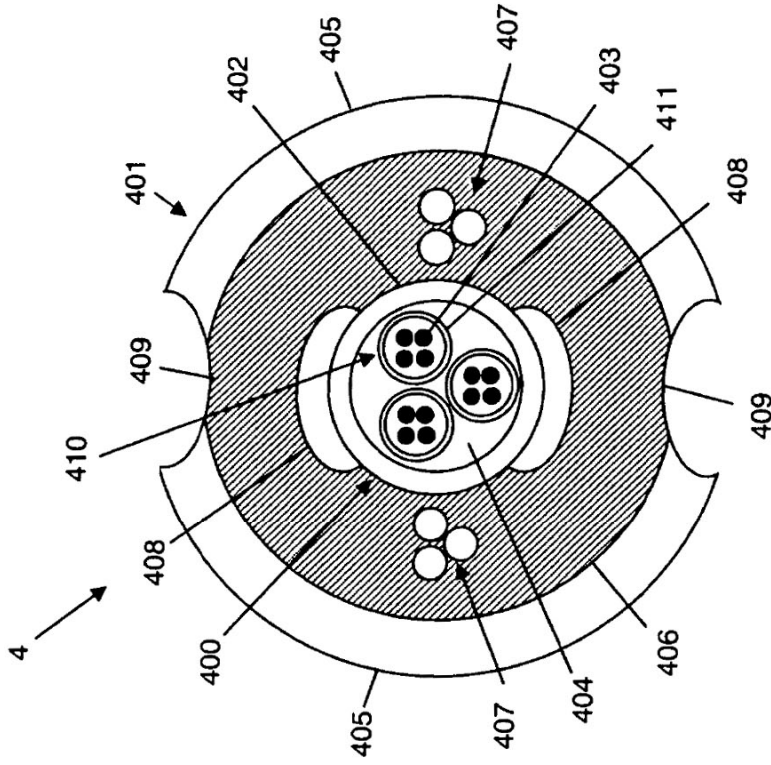


Figura 4

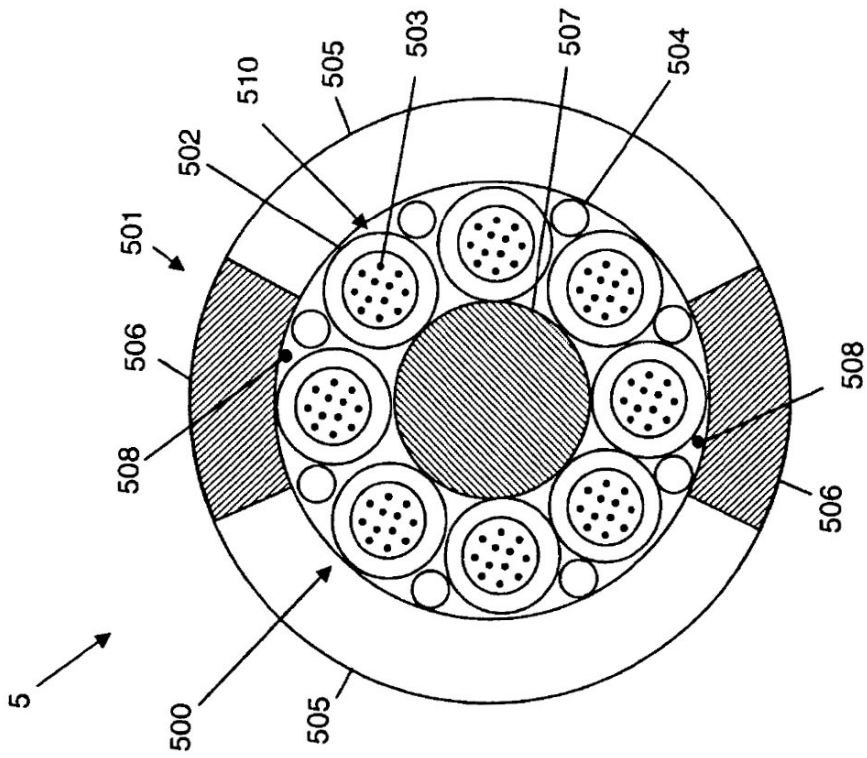


Figura 5

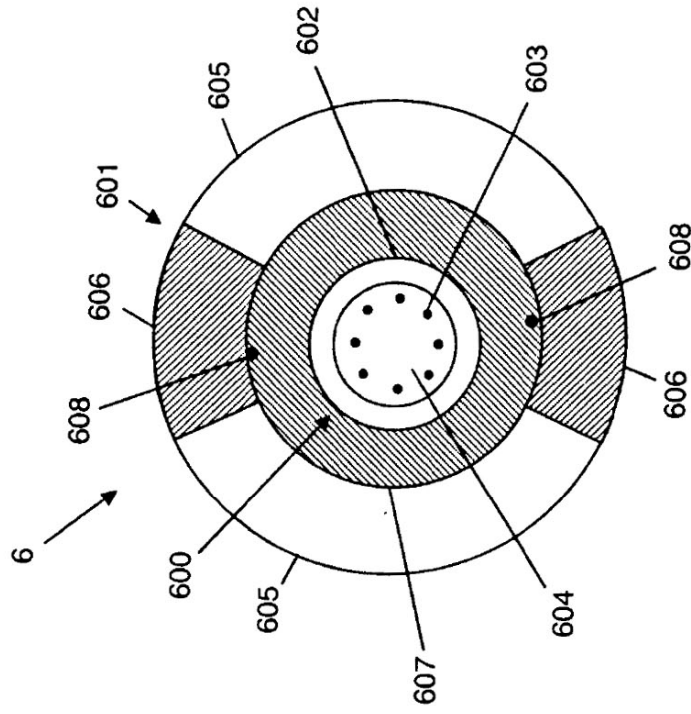


Figura 6