



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 062**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

G02B 6/00 (2006.01)

C08L 23/02 (2006.01)

C08L 23/08 (2006.01)

C08K 3/00 (2006.01)

C08L 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03779787 .5**

96 Fecha de presentación : **28.08.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1664875**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2006**

54 Título: **Cable óptico y unidad óptica comprendida en el mismo.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.05.2011

73 Titular/es: **PRYSMIAN S.p.A.**
Viale Sarca 222
20126 Milano, IT

72 Inventor/es: **Pavan, Massimiliano;**
Brandi, Giovanni y
Maritano, Mauro

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 359 062 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 y unidad óptica comprendida en el mismo

5 Antecedentes de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un cable óptico para telecomunicaciones y/o transmisión de datos.

10 [0002] Más en particular, la invención se refiere a un cable óptico que comprende al menos un elemento tubular de material polimérico y al menos un elemento de transmisión alojado dentro de dicho elemento tubular, estando dicho material polimérico hecho de una composición polimérica que comprende al menos un polímero olefina que incluye al menos un grupo funcional.

15 [0003] Los elementos de transmisión, en particular, fibras ópticas revestidas, utilizadas en cables ópticos están generalmente protegidas, ya sea individualmente o en grupo, mediante materiales o elementos amortiguadores.

20 [0004] Por ejemplo, una o más fibra óptica, grupo, conjunto o cinta de fibras ópticas, pueden estar protegidos por un material polimérico en la forma de un tubo o de una funda flexible. La fibra óptica, junto con su elemento de protección es generalmente referida en la técnica como "unidad óptica". Un cable óptico puede contener una única unidad óptica o una pluralidad de unidades ópticas. Dicha única o pluralidad de unidades ópticas es generalmente conocida como el núcleo óptico del cable. El núcleo óptico a su vez se suele insertar en una funda polimérica de protección.

25 [0005] Usualmente, dicho material polimérico en forma de un tubo o de una funda flexible, tiene un grosor delgado y está dotado de propiedades mecánicas específicas a fin de permitir un fácil acceso a las fibras ópticas para facilitar tanto la conexión entre las fibras ópticas y un equipo de usuario o la interconexión entre cables.

Técnica anterior

30 [0006] Se han llevado a cabo esfuerzos en la técnica con el fin de mejorar el fácil acceso a las fibras ópticas.

35 [0007] Por ejemplo, la patente US 4.909.593 se refiere a un cable óptico que comprende varias unidades múltiples de fibra óptica dispuestas dentro de un tubo hecho de un plástico rígido, que difícilmente se encoge. Cada una de dichas unidades se compone de varias fibras ópticas y de una membrana de plástico blando. Plásticos adecuados son elastómeros termoplásticos vulcanizables a temperatura ambiente, o elastómeros termoplásticos blandos tales como copolímeros poliésteramida, copolímeros blandos de etileno-propileno, o un caucho estireno-butadieno. La membrana mencionada anteriormente de plástico blando se dice que se puede quitar fácilmente con los dedos.

40 [0008] La solicitud de patente europea 1.024.382 se refiere a un elemento de telecomunicaciones por cable que tiene un elemento de transmisión dispuesto en un tubo amortiguador hecho de un elastómero poliolefina termoplástico que tiene un módulo de elasticidad por debajo de 500 MPa a temperatura ambiente y un módulo de elasticidad por debajo de 1500 MPa a -40°C. Ejemplos de elastómeros adecuados son copolímeros de etileno-propileno, de preferencia con más de 10 por ciento de monómero de etileno, terpolímeros que contienen propileno-etileno, polietileno de ultra baja densidad o copolímeros de etileno-octeno, preferentemente conteniendo más del 45 10% en peso de monómero octeno. El elastómero también puede contener rellenos inorgánicos para controlar parámetros físicos, tales como las propiedades mecánicas y retardo de llama. El tubo amortiguador citado anteriormente se dice que es fácilmente desprendible.

50 [0009] El documento US 5.671.312 se refiere a un cable que comprende al menos un módulo de conductores finos cada uno cubierto con una funda primaria, estando los conductores envueltos en una funda de soporte que proporciona acoplamiento mecánico entre los conductores finos y dichos conductores finos recubiertos con un aceite que tiene una viscosidad en el intervalo de 100 mPa·s a 5.000 mPa·s (100 cPo a 5.000 CPO). La funda de soporte antes mencionada se dice que es fácilmente desgarrrable.

55 [0010] El documento US 5.751.880 se refiere a una unidad óptica de un cable de telecomunicaciones de fibra óptica, comprendiendo la unidad un tubo de material plástico en el que al menos una fibra óptica es recibida libremente, en donde el grosor de dicho tubo es menor o igual a 0,5 mm y en donde dicho material tiene un módulo de elasticidad inferior a 1.500 MPa a 20°C y una curva de tensión/ elongación sin un límite de elasticidad. Dicho tubo puede estar hecho de un material como el polietileno, polipropileno, o cloruro de polivinilo (PVC). El tubo antes 60 mencionado se dice que tiene una "memoria" muy reducida, lo que facilita las operaciones de empalme de cables de estructura de tubo sueltos trenzados.

[0011] El documento US 6.035.087 se refiere a una unidad óptica para un cable de fibra óptica, comprendiendo

dicha unidad una pluralidad de fibras ópticas agrupadas en un tubo, teniendo dicho tubo un módulo de Young de menos de 200 MPa y una dureza de Shore A inferior a 90 a una temperatura de aproximadamente +20°C y un módulo de Young de menos de 2.000 MPa a una temperatura de aproximadamente -40°C. Dicho tubo está hecho de un polímero, por ejemplo un material termoplástico tal como polivinilcloruro plastificado. Un elastómero también puede ser adecuado. El tubo antes mencionado se dice que ha mejorado el rendimiento óptico, la resistencia mecánica y la facilidad de acceso a las fibras ópticas.

[0012] El documento US 2002/0001440 se refiere a un módulo de cable de telecomunicaciones que comprende al menos una fibra óptica rodeado de una piel protectora de elastómero termoplástico que tiene segmento diol flexible y, en particular, un elastómero poliéster termoplástico. Preferentemente, dicho elastómero termoplástico tiene un punto de fusión superior a 130°C y una resistencia inicial a la rotura de menos de 60 kN/m. La piel protectora antes mencionada se dice que permite el acceso a la fibra sin necesidad de utilizar herramientas.

[0013] La solicitud de patente internacional WO 01/21706 se refiere a un material que forma películas delgadas. Dicho material consiste en una composición que contiene un polímero de olefina y un ratio de relleno de entre 25% en peso y 65% en peso de la composición, teniendo dicho material en el estado indiviso una resistencia a la tracción comprendida entre 6 MPa y 20 MPa y un alargamiento a la rotura oscilando entre 50% y 300%. El material citado anteriormente se dice que es particularmente útil como elemento de protección (es decir, micromódulo) para la fibra óptica y se dice que permite un fácil acceso a la fibra sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

[0014] El documento US 6.278.825 se refiere a un cable óptico que incluye al menos una fibra óptica y una funda exterior con base de polímero de doble capa extrudida que incluye una primera capa de polímero interna extrudida y una segunda capa de polímero externa extrudida. La primera capa de polímero interna está sustancialmente desprovista de resistencia al seguimiento, y la segunda capa de polímero externa tiene una resistencia al seguimiento alta. La segunda capa de polímero externa incluye una mezcla de polímeros que contienen un polímero, un óxido o hidróxido inorgánico en una cantidad de al menos el 40% en peso con respecto al peso total de la segunda capa de polímero externa y, opcionalmente, un agente de acoplamiento elegido a partir de compuestos de silano o poliolefinas carboxiladas.

[0015] El documento US 5.707.732 se refiere a un cable con retardo de llama que comprende uno o más conductores eléctricos o medios de comunicación, o un núcleo de dos o más conductores eléctricos o medios de comunicación, estando cada conductor eléctrico, medio de comunicación, o núcleo rodeado por una composición, que es esencialmente libre de halógenos, que comprende 100 partes en peso de una mezcla de resinas y de 5 a 250 partes por peso de un compuesto retardante de llama, que puede ser hidróxido de magnesio, recubierto o no, o trihidrato de aluminio. Las resinas en la mezcla son las siguientes: (i) un polietileno fabricado con un sistema catalizador de sitio único metaloceno que tiene una relación Mw/Mn no mayor de aproximadamente 3, (ii) un polietileno fabricado con un sistema catalizador de metal de transición distinto de que un sistema catalizador de sitio único metaloceno que tiene una relación Mw/Mn mayor de aproximadamente 4, (iii) opcionalmente, un copolímero de etileno y un éster insaturado o un polietileno de muy baja densidad que tiene una densidad no superior a 0,915 gramos por centímetro cúbico, donde las resinas (i) o (ii) se modifican con un anhídrido diácido alifático insaturado a través de injerto o copolimerización.

[0016] Tal como se indicó anteriormente, a veces, los rellenos inorgánicos se agregan preferiblemente a los materiales poliméricos, para modificar convenientemente sus propiedades mecánicas, en particular, para reducir tanto su resistencia final a la tracción y al alargamiento a la rotura, mejorando así además la facilidad de acceso a las fibras ópticas. Por otra parte, cuando se añaden rellenos inorgánicos, agentes de acoplamiento, tales como, por ejemplo, silanos o aminosilanos, también se pueden agregar al material polimérico para aumentar la compatibilidad entre los rellenos inorgánicos y los materiales poliméricos. Sin embargo, según la experiencia del solicitante el uso de los materiales poliméricos anteriormente divulgados para realizar un elemento protector de la fibra óptica (por ejemplo, un tubo o una funda flexible) puede dar lugar a algunas desventajas.

[0017] En particular, el solicitante se ha dado cuenta de que, cuando están presentes rellenos inorgánicos y agentes de acoplamiento de tipo silano o aminosilano, dichos materiales poliméricos muestran baja estabilidad térmica. Más en concreto, dichos materiales poliméricos muestran un % de variación demasiado alto (%D) (es decir, superior a $\pm 10\%$) del alargamiento a la rotura ante el envejecimiento térmico. En consecuencia, como el elemento de protección hecho de los mismos puede ser deformado por las tensiones térmicas, pueden surgir problemas de atenuación aumentada debidos a microcurvaturas de las fibras ópticas confinadas en el elemento de protección. Por otra parte, también pueden surgir problemas durante el proceso de fabricación de dicho elemento de protección, en particular, evitando una alta velocidad de extrusión y el logro de un espesor muy delgado.

[0018] Por otra parte, el solicitante también ha notado que cuando rellenos que bloquean el agua se insertan entre las fibras ópticas y el elemento de protección, como por ejemplo, un aceite de silicona, después del proceso de extrusión, dichos materiales poliméricos muestran valores muy altos de alargamiento a la rotura (es decir, mayor al

100%) lo que impide un fácil acceso a la fibra óptica mediante separación manual.

[0019] El solicitante ha encontrado ahora que utilizando un material polimérico que comprende al menos un polímero de olefina que incluye al menos un grupo funcional como un agente de acoplamiento, es posible fabricar un elemento de protección para las fibras ópticas que no sólo es fácilmente separable y, en consecuencia, permite un fácil acceso a las fibras ópticas, sino que también es capaz de mantener sus propiedades mecánicas ante el envejecimiento térmico. Dicho material polimérico mantiene sus propiedades mecánicas, incluso después de la extrusión en presencia de medios que bloquean el agua. Por otra parte, dicho material polimérico puede ser extrudido a alta velocidad (por ejemplo, 200 m/min) y con un espesor muy delgado sin ningún problema.

Descripción de la invención

[0020] Según un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable óptico que comprende por lo menos un elemento tubular de material polimérico y al menos un elemento de transmisión ubicado dentro de dicho elemento tubular, donde dicho material polimérico está hecho de una composición polimérica como se define en la reivindicación adjunta 1.

[0021] Para el objetivo de la presente descripción y las reivindicaciones siguientes, el término "elemento tubular" tiene por objeto incluir dentro de su significado cualquier elemento que tenga o pueda disponerse en una forma tubular dentro de la estructura del cable. Ejemplos de dichos elementos tubulares son tubos amortiguadores adecuados para alojar al menos un elemento de transmisión o fundas poliméricas dispuestas para rodear partes internas de un cable óptico, por ejemplo, uno o más tubos amortiguadores. Dicha funda polimérica es preferiblemente en forma de un tubo (por ejemplo extrudido sobre dicha porción interna) o bien puede ser una cinta dispuesta sobre dicha porción interna (tomando así una forma tubular), ya sea envuelta helicoidalmente o, preferentemente, doblada a lo largo de su dirección longitudinal sobre dicha porción interna.

[0022] Según una realización preferida, dicho elemento tubular es un tubo amortiguador que aloja dicho al menos un elemento de transmisión. Preferentemente, dicho tubo amortiguador está definido por una pared perimetral que tiene un espesor inferior a aproximadamente 0,5 mm, preferiblemente inferior a aproximadamente 0,2 mm, hasta aproximadamente 0,1 mm.

[0023] Para el objetivo de la presente descripción y las reivindicaciones siguientes, dicho tubo amortiguador que aloja dicho al menos un elemento de transmisión tiene que entenderse como una "unidad óptica". En una realización de la presente invención, una o más "unidades ópticas" pueden estar rodeadas por dicho elemento tubular.

[0024] Para el objetivo de la presente descripción y las reivindicaciones siguientes, dichas una o más "unidades ópticas" rodeadas de dicho elemento tubular tienen que entenderse como un "conjunto óptico".

[0025] Según una realización preferida, dicho material polimérico tiene una resistencia a la tracción final inferior a aproximadamente 12 MPa, preferiblemente entre aproximadamente 5 MPa y aproximadamente 10 MPa. Según una realización preferida, dicho material polimérico tiene un alargamiento a la rotura menor de aproximadamente 100%, preferiblemente entre aproximadamente 30% y aproximadamente 80%.

[0026] Según una realización preferida, el polímero de olefina (a) puede ser seleccionado a partir de polímeros α -olefina semi-cristalinos o cristalinos incluyendo homopolímeros, copolímeros, terpolímeros, o mezclas de los mismos, que contengan una o más unidades monoméricas. Polímeros de α -olefinas que contienen de 2 a aproximadamente 20 átomos de carbono, preferentemente de 2 a 8 átomos de carbono, son los preferidos.

[0027] Los ejemplos específicos de dichas α -olefinas son: etileno, propileno, 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-octeno, 1-deceno, 4-etil-1-hexeno, o mezcla de las mismas.

[0028] Según una realización preferida, el polímero de olefina (a) puede ser seleccionado, por ejemplo, a partir de: polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de ultra baja densidad (ULDPE), polipropileno (incluyendo polipropileno isotáctico), poli-1-buteno de alta y baja densidad; polietileno de ultra bajo peso molecular; ionómeros de base etileno; poli-4-metil-1-penteno; copolímeros de etileno propileno, copolímeros de etileno-propileno-dieno (EPDM), copolímero de etileno y/o propileno con otros monómeros copolimerizables como, por ejemplo, copolímero etileno-1-butileno, copolímero de etileno-acrilato de vinilo, copolímero etileno-acrilato de metilo, copolímero etileno-acrilato de butilo, copolímero de etileno-acetato de etilo, copolímero de etileno-acetato de vinilo, copolímero de propileno-4-metil-1-penteno, copolímero de etileno-alcohol vinílico; elastómeros de etileno acrílico como, por ejemplo, terpolímeros etileno-metil acrilato ácido acrílico, o mezclas de los mismos. Olefinas halogenadas, polímeros y copolímeros, también pueden ser utilizados. Copolímeros de etileno-acrilato de butilo, polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), o sus mezclas, son los preferidos.

[0029] Ejemplos de polímeros de olefina (a) que pueden ser utilizados según la invención y están disponibles comercialmente son el producto conocido con el nombre de Lotryl® de Atofina, Flexirene® de Polimeri Europa.

5 **[0030]** Según una realización preferida, el relleno inorgánico (b) se puede seleccionar, por ejemplo, a partir de: hidróxidos, óxidos hidratados, sales o sales hidratadas de metales, en particular, de calcio, magnesio o aluminio, o mezclas de los mismos. Dicho relleno inorgánico (b) puede ser utilizado también en mezcla con otros materiales de relleno inorgánicos como silicatos.

10 **[0031]** Según una realización preferida adicional, el relleno inorgánico (b) se puede seleccionar, por ejemplo, a partir de: hidróxido de magnesio (incluyendo hidróxido de magnesio natural, por ejemplo, a partir del mineral brucita molido), hidróxido de aluminio, óxido de aluminio (incluido el caolín, es decir, un silicato de aluminio hidratado), trihidrato de alúmina, hidrato de carbonato de magnesio, carbonato de magnesio, carbonato de calcio y magnesio hidratado, carbonato de calcio y magnesio, o sus mezclas. El hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio, alúmina trihidrato ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), o sus mezclas, son particularmente preferidos. Menores cantidades, generalmente de menos de aproximadamente 25% en peso, de uno o más óxidos inorgánicos o sales como CoO , TiO_2 , Sb_2O_3 , ZnO , Fe_2O_3 , CaCO_3 o sus mezclas, pueden ser añadidos ventajosamente. Los hidróxidos de metales antes mencionados, en particular, el hidróxido de magnesio y aluminio, se utilizan preferentemente en forma de partículas con un tamaño que puede variar entre aproximadamente 0,1 μm y aproximadamente 20 μm , preferiblemente entre 20 aproximadamente 0,5 μm y aproximadamente 10 μm .

25 **[0032]** El relleno inorgánico (b) puede utilizarse ventajosamente en forma de partículas recubiertas. Materiales de revestimiento preferentemente utilizados son ácidos grasos saturados o no saturados que contienen de 8 a 24 átomos de carbono, o sales metálicas de los mismos, tales como, por ejemplo: ácido oleico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido isoesteárico, ácido láurico, estearato u oleato de magnesio o zinc, o mezclas de los mismos.

30 **[0033]** Según una realización preferida, el relleno inorgánico (b) está presente en la composición polimérica de la presente invención en una cantidad de aproximadamente 40 partes en peso hasta aproximadamente 200 partes en peso, preferiblemente desde aproximadamente 75 partes en peso hasta aproximadamente 150 partes en peso, con respecto a 100 partes en peso del polímero de olefina (a).

[0034] Ejemplos de rellenos inorgánicos (b) que pueden ser utilizados según la invención y están disponibles comercialmente son los productos conocidos por el nombre de Hydrofy® de Sima o Atomfor® de Omya.

35 **[0035]** Se ha de señalar que la adición del relleno inorgánico (b), en particular en cantidades iguales o superiores a aproximadamente 100 partes en peso con respecto a 100 partes en peso del polímero de olefina (a), puede también conferir ventajosas propiedades retardantes de llama a la composición polimérica.

40 **[0036]** Según la invención, el polímero de olefina incluyendo al menos un grupo funcional (c) se puede seleccionar entre:

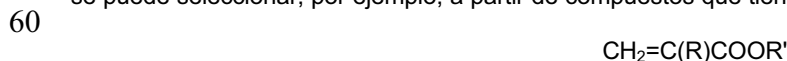
(c₁) al menos un terpolímero de al menos una α -olefina, al menos un éster de ácido acrílico, y por lo menos un reactivo de ácido dicarboxílico α , β -olefinicamente insaturado o sus derivados, tales como, por ejemplo, anhídridos, sales metálicas, imidas, ésteres, o por lo menos un glicidil acrilato;

45 (c₂) al menos un terpolímero de etileno, por lo menos un anhídrido de ácido dicarboxílico α , β -olefinicamente insaturado, y al menos un éster de vinilo de un ácido carboxílico saturado.

50 **[0037]** Según una realización preferida, el terpolímero (c₁) puede comprender desde aproximadamente 50% en peso hasta aproximadamente 99% en peso de por lo menos una α -olefina, desde aproximadamente 0,5% en peso hasta aproximadamente 40% en peso de al menos un éster de ácido acrílico, y desde aproximadamente 0,3% en peso hasta aproximadamente 10% en peso de al menos un reactivo de ácido dicarboxílico o sus derivados, o de al menos un acrilato glicidil.

55 **[0038]** La α -olefina que podría ser ventajosamente utilizada en la preparación del terpolímero (c₁) se puede seleccionar, por ejemplo, a partir de α -olefinas que contienen desde 2 a 20 átomos de carbono, preferentemente de 2 a 8 átomos de carbono. Etileno, propileno, o una mezcla de etileno y propileno, son los preferidos.

[0039] Los ésteres de ácido acrílico que puede ser ventajosamente utilizados en la preparación del terpolímero (c₁) se puede seleccionar, por ejemplo, a partir de compuestos que tienen la siguiente fórmula:



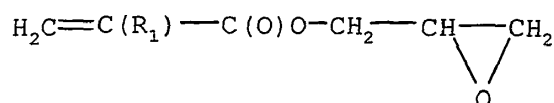
donde R representa hidrógeno o un grupo alquilo inferior que contiene de 1 a 4 átomos de carbono, tales como

metilo o etilo, y R' representa un grupo alquilo inferior que tiene de 1 a 6 átomos de carbono.

[0040] Ejemplos específicos de los ésteres de ácido acrílico: acrilato de metilo, acrilato de etilo, acrilato de butilo, metacrilato de metilo, metacrilato de etilo, etacrilato etílico, o sus mezclas.

[0041] El reactivo de ácido dicarboxílico α , β -olefinicamente insaturado o sus derivados que podrían ser ventajosamente utilizados en la preparación del terpolímero (c_1) se puede seleccionar, por ejemplo, de: ácido maleico, anhídrido maleico, ácido fumárico, ácido mesacónico, ácido itacónico, ácido citracónico, anhídrido itacónico, anhídrido citracónico, maleato de monometílico, maleato monosódico, o sus mezclas. Se prefiere el anhídrido maleico.

[0042] El acrilato glicidil que puede ser ventajosamente utilizado en la preparación del terpolímero (c_1) puede ser seleccionado, por ejemplo, a partir de compuestos que tienen la siguiente fórmula:



en donde R_1 representa hidrógeno o un grupo alquilo inferior que contiene de 1 a 6 átomos de carbono. Preferiblemente, R_1 representa hidrógeno, metilo o etilo.

[0043] Ejemplos específicos de acrilatos glicidil son: acrilato glicidil, metacrilato glicidil, etacrilato glicidil, o sus mezclas.

[0044] Según una realización preferida, el terpolímero (c_1) se puede seleccionar, por ejemplo, a partir de: anhídrido etileno-metil acrilato-maleico, anhídrido etileno-etilo de acrilato-maleico, anhídrido etileno-butilo de acrilato-maleico, anhídrido propileno-metil de acrilato-maleico, anhídrido propileno-etilo de acrilato maleico, metacrilato de etileno-metilo acrilato-glicidil, acrilato de etileno-metil acrilato-glicidil, o sus mezclas.

[0045] Los terpolímeros (c_1), que pueden ser utilizados según la presente invención pueden ser preparados mediante técnicas conocidas como, por ejemplo, por medio de un proceso de polimerización de radical libre de alta presión. Una descripción más detallada de dichos procesos se puede encontrar, por ejemplo, en las patentes US 4.644.044 y US 4.617.36, o en la solicitud de patente GB 2.091.745.

[0046] Ejemplos de terpolímeros (c_1) que pueden ser utilizados según la invención y están disponibles comercialmente son los productos conocidos por el nombre de Lotader® MAH o Lotader® GMA de Atofina.

[0047] Los anhídridos de ácido dicarboxílico α,β -olefinicamente insaturados que podrían ser ventajosamente utilizados en la preparación del terpolímero (c_2) se pueden seleccionar entre: anhídrido citraconico, anhídrido itacónico, anhídrido tetrahidroftálico, anhídrido maleico, o una mezcla de los mismos. Se prefiere el anhídrido maleico.

[0048] El éster de vinilo de un ácido carboxílico saturado que puede ser ventajosamente utilizado en la preparación del terpolímero (c_2) se puede seleccionar, por ejemplo, a partir de éster de vinilo de un ácido carboxílico saturado que contiene de 2 a 6 átomos de carbono. Se prefiere el acetato de vinilo.

[0049] Según una realización preferida, el terpolímero (c_2) es anhídrido etileno-vinil acetato-maleico.

[0050] Ejemplos de terpolímeros (c_2), que pueden ser utilizados según la presente invención y están disponibles comercialmente son los productos conocidos por el nombre de Orevac® 9305, u Orevac® 9307 de Atofina.

[0051] La composición polimérica según la presente invención puede ventajosamente comprender aditivos antioxidantes, preferiblemente seleccionados entre trimetildihidroquinolina polimerizada, 4,4'-tiobis(3-metil-6-t-butil)fenol; pentaeritritil tetrakis-[3 - (3,5-di-t-butil-4-hidroxifenil)]propionato, 2,2'-tiodietilen-bis [3 - (3,5-di-t-butil-4-hidroxifenil)] propionato, o sus mezclas.

[0052] Otros aditivos convencionales, tales como coadyuvantes de procesamiento, lubricantes, pigmentos, otros rellenos, pueden agregarse ventajosamente a las composiciones poliméricas según la presente invención.

[0053] Los coadyuvantes de procesamiento que normalmente se añaden a la composición de polímeros son, por

ejemplo, estearato de calcio, estearato de zinc, ácido esteárico, cera de parafina, cauchos de silicona y similares, o mezclas de los mismos.

5 **[0054]** La composición polimérica según la presente invención se puede preparar mezclando el componente(s) polímero, el relleno y los aditivos presentes opcionalmente según técnicas conocidas en la técnica. La mezcla se puede realizar, por ejemplo, utilizando un mezclador interno del tipo con rotores tangenciales (Banbury) o con los rotores de interpenetración, o alternativamente en mezcladoras continuas, tales como Ko-Kneader (Buss) o extrusores de co-rotación o contra-rotación de doble tornillo.

10 **[0055]** Dicha composición polimérica puede por lo tanto aplicarse como un elemento tubular como se conoce en la técnica, por ejemplo, puede ser extrudida en forma de tubo amortiguador que aloja fibras ópticas.

15 **[0056]** Como ya se informó anteriormente, el material polimérico que forma el elemento tubular, preferiblemente debe tener tanto una fuerza de tensión final y alargamiento a la rotura reducidos para permitir al instalador separar manualmente con facilidad el elemento, por ejemplo, sin el riesgo de forzar las fibras ópticas alojadas en el mismo.

20 **[0057]** Un tubo amortiguador según la presente invención, realizado a partir de una composición polimérica como se describió anteriormente, por lo tanto puede ser fácilmente eliminado manualmente por un operador para acceder a las fibras ópticas alojadas en él. En particular, la composición polimérica anterior permite una fácil extracción manual del tubo protector, no sólo en los respectivos extremos del tubo amortiguador, sino también en cualquier ubicación intermedia del tubo amortiguador (es decir, el denominado acceso a la mitad del tramo).

25 **[0058]** Aunque el uso de la composición polimérica anterior se ha ilustrado con referencia específica a la fabricación de tubos amortiguadores aptos para alojar al menos una fibra óptica dentro del mismo, en particular, teniendo una pared de contención relativamente delgada, puede ser entendido que dicha composición polimérica puede ser utilizada para la fabricación de cualquier elemento tubular polimérico, tales como tubos o fundas, en cualquier tipo de cable óptico, que necesiten ser retirados con facilidad mediante separación manual. En particular, se puede apreciar que la presente invención se refiere a cualquier tubo o funda hecho de dicha composición polimérica, y a cualquier cable que comprende dicho tubo o funda, cualquiera sean las dimensiones del tubo o funda, y cualquiera sea la disposición del tubo o funda dentro de la estructura del cable.

Breve descripción de los dibujos

35 **[0059]** La presente invención se puede entender con mayor claridad con respecto a las siguientes figuras adjuntas:

La figura 1 muestra un ejemplo de una unidad óptica según la presente invención;

La figura 1a muestra un ejemplo adicional de una unidad óptica según la presente invención;

40 La figura 2 muestra un ejemplo de un conjunto óptico según la presente invención;

La figura 3 muestra un ejemplo de un cable óptico según la presente invención;

45 La figura 4 muestra un ejemplo adicional de un cable óptico según la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

50 **[0060]** La figura 1 muestra un ejemplo de una unidad óptica según la presente invención. En esta realización, la unidad óptica 10 comprende un tubo amortiguador 11 que envuelve una pluralidad de elementos de transmisión 12. El tubo amortiguador 11 está hecho de un material polimérico definido anteriormente. Los elementos de transmisión son preferentemente fibras ópticas que pueden ser dispuestas en el interior del tubo en forma individual, como cintas o agrupadas en paquetes. Las fibras ópticas pueden ser, por ejemplo, las fibras monomodo, las fibras multimodo, fibras con dispersión desplazada (DS), fibras de dispersión no nula (NZD), o las fibras con una gran área efectiva y similares, en función de los requisitos de aplicación del cable. Por lo general, son fibras con un diámetro exterior de entre aproximadamente 230 μm y aproximadamente 270 μm . Si se desea, algunas de las fibras ópticas alojadas en el interior de dicho tubo amortiguador pueden ser sustituidas por fibras de vidrio no transmisoras, para alcanzar la cuenta óptima dentro del tubo, sin variar las dimensiones del tubo.

60 **[0061]** En una realización preferida, un tubo amortiguador según la presente invención tiene un diámetro interior, que es ligeramente más grande (por lo general inferior a aproximadamente 0,2 mm) que el diámetro exterior del paquete de fibras alojado en el mismo, es decir, según la así configuración llamada "semi-ajustada" o "casi apretada". Por ejemplo, mientras que un paquete de doce fibras ópticas (cada una con un diámetro de aproximadamente 0,250 mm) tiene un diámetro externo de aproximadamente 1,05 mm, el diámetro interior del tubo

amortiguador que aloja dicho paquete de fibras será de aproximadamente 1,15 mm.

[0062] El tubo amortiguador, en particular en la configuración "casi apretada", tiene preferentemente un espesor inferior a aproximadamente 0,2 mm, preferiblemente desde aproximadamente 0,05 milímetros hasta aproximadamente 0,15 mm. Especialmente preferido es un espesor desde aproximadamente 0,075 mm hasta aproximadamente 0,1 mm.

[0063] La figura 1a muestra un ejemplo adicional de una unidad óptica según la presente invención donde un signo de referencia 10, 11 y 12 tienen el mismo significado anteriormente indicado, el signo de referencia 13 representa un relleno que bloquea el agua. Dicho relleno que bloquea el agua 13 puede estar presente en el tubo amortiguador en la forma de relleno a modo de grasa, como, por ejemplo, un aceite de silicona, o en forma de composiciones en polvo hinchables en agua como, por ejemplo, una composición que comprende una mezcla de partículas de poliacrilato hinchables en agua y partículas inertes de talco, como se describe en la solicitud de patente internacional WO 00/58768, incorporada aquí como referencia. Preferiblemente, dicho relleno que bloquea el agua 13 es un aceite de silicona que tiene una viscosidad en el rango de aproximadamente $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, y aproximadamente $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (aproximadamente 100 cSt y aproximadamente 8000 cSt), preferiblemente en la gama de aproximadamente $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, y aproximadamente $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (aproximadamente 5000 cSt y aproximadamente 6000 cSt).

[0064] La unidad óptica ilustrada en la figura 1 y en la figura 1a se pueden emplear e instalar como una sub-unidad en un conjunto óptico, tal como, por ejemplo, el representado en la figura 2, o en un cable de fibra óptica.

[0065] Según una realización sencilla de la presente invención, se puede realizar un cable óptico que consiste en una unidad óptica tal como se define en la anterior figura 1 o en la figura 1a, en donde el tubo amortiguador 11 está rodeado por una funda polimérica (no mostrada en la figura 1 o en la figura 1a) de materiales conocidos (por ejemplo, de polietileno de densidad media o alta, MDPE o HDPE).

[0066] La figura 2 muestra un ejemplo de un conjunto óptico según la presente invención. Dicho conjunto óptico 20 comprende una funda polimérica 21 hecha a partir de una composición polimérica definida anteriormente, que contiene una o más unidades ópticas 22. Dichas unidades ópticas pueden comprender un tubo amortiguador 23 de materiales conocidos (por ejemplo polietileno, copolímeros de etileno-propileno, copolímeros de etileno-acetato de vinilo o mezclas de ellos) que rodea las fibras ópticas o, preferiblemente, el tubo amortiguador está hecho de un material polimérico según la invención. Los espacios intersticiales entre las unidades ópticas pueden estar vacíos o, preferiblemente, llenos de un material que bloquea el agua, como por ejemplo polvos hinchables en agua o hilos hinchables en agua. El grupo de unidades ópticas puede además estar envueltos por una cinta que bloquea el agua, por ejemplo, una cinta de material no tejido que comprende partículas que absorben el agua. Si se desea, en particular cuando el conjunto óptico 20 se utiliza como un cable de telecomunicaciones, es decir, sin ninguna envoltura externa protectora adicional, un par de elementos de refuerzo longitudinal (no mostrados en la Fig. 2) pueden incluirse en la funda polimérica, al igual que los elementos de refuerzo 33 mostrados en la figura 3. Opcionalmente, adicional o alternativamente a los elementos de refuerzo longitudinal anteriores, un elemento de fuerza adicional (no mostrado en la figura 2), por ejemplo, en forma de hilos de polímero (por ejemplo, Kevlar®) puede ser dispuesto entre dicha cubierta exterior y el paquete de unidades, rodeando total o parcialmente el paquete de unidades.

[0067] Dependiendo del número y las dimensiones de las unidades ópticas a ser alojadas en el mismo, la funda de polímero que forma la unidad óptica puede tener un diámetro exterior de entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 25 mm y un espesor de entre aproximadamente 0,5 mm y aproximadamente 3 mm. En términos más generales, la expresión "conjunto óptico" se refiere a cualquier elemento tubular que aloja al menos una unidad óptica en su interior.

[0068] Un conjunto óptico según la presente invención puede ser empleado e instalado, ya sea como tal o como un elemento de un cable de fibra óptica.

[0069] Un conjunto óptico se puede utilizar por ejemplo en un cable óptico de acuerdo con la figura 3, cuando dicho conjunto óptico 31 está rodeado por una cubierta exterior polimérica 32, hecha por ejemplo de polietileno (por ejemplo, MDPE o HDPE), opcionalmente con rellenos inorgánicos añadidos para optimizar su resistencia a la llama y su emisión de humos. El conjunto óptico 31 puede comprender una funda de polímero según la presente invención (por ejemplo, como el conjunto óptico que se ilustra en la figura 2) o una funda de polímeros hecha a partir de un material convencional. Dicho conjunto óptico puede contener al menos una unidad óptica según la presente invención, como, por ejemplo, el que se ilustra en la figura 1 o la figura 1a. Por otra parte, dicho conjunto óptico, puede contener al menos una unidad óptica que comprende un tubo amortiguador de materiales conocidos, según lo definido anteriormente. Elementos de refuerzo 33, por ejemplo, dos varillas GRP (polímero reforzado con vidrio) y, opcionalmente, cuerdas de desgarrar 34 están incluidas en la cubierta exterior 32. Una capa de material

antiadherente 35 es ventajosamente insertada entre dicha funda exterior 32 y dicha unidad óptica 31, evitando esta capa que la funda y el tubo interno se peguen entre sí durante la extrusión del cable. Este material es, por ejemplo, una cinta de papel.

5 **[0070]** De manera opcional, un elemento de refuerzo adicional (no mostrado en la figura 3), por ejemplo, en forma de hilos de polímero (por ejemplo, Kevlar®) está dispuesto entre dicha cubierta exterior 32 y dicho tubo 31.

10 **[0071]** Por otra parte, como se muestra en la figura 4, una pluralidad de unidades ópticas 41, ya sea como la que se ilustra en la figura 1, figura 1a, o la figura 2, puede trenzarse alrededor de un elemento de refuerzo central 42, por ejemplo, un alambre metálico recubierto de plástico o GRP. Las unidades ópticas están preferentemente dispuestas en un patrón de espiral abierta (o trenzado S-Z) alrededor del eje del cable, es decir, los tubos se agrupan alrededor del eje del cable en secciones con una primera dirección de trenzado (en forma de S), alternando con secciones con una dirección opuesta de trenzado (en forma de Z). Las unidades ópticas están trenzadas, opcionalmente, envueltas por una cinta que bloquea el agua 43 y una capa 44 de hilos poliméricos de alta resistencia (por ejemplo, Kevlar®) está opcionalmente dispuesta para rodear el núcleo óptico. El cable es entonces protegido por una cubierta exterior 45, por ejemplo, de MDPE o HDPE. Opcionalmente una funda interior polimérica (no mostrada), por ejemplo, de MDPE o HDPE, puede disponerse entre la capa que bloquea el agua y la capa de hilos poliméricos.

20 **[0072]** La presente invención se ilustrará a continuación adicionalmente por medio de una serie de ejemplos de preparación, que se dan únicamente a título indicativo y sin ninguna limitación de esta invención.

Ejemplos 1-2

Preparación de composiciones poliméricas

25 **[0073]** Se prepararon composiciones poliméricas mediante el uso de los componentes como se muestra en la Tabla 1 [(las cantidades se expresan en el phr, es decir, partes en peso por 100 partes de polímero de olefina (a)).

30 TABLA 1

EJEMPLO	1 ^(*)	2
Lotryl® 17BA07 ^(a)	70	70
Lotryl® 30BA02 ^(a)	10	10
Flexirene® CL10 ^(a)	20	20
Lotader® 3410	-	6
Hydrofy® GS1.5	100	100
Rhodorsil® GUM 901	4	4
AMEO	1,3	-
Anox® 20	1	1
(*): Comparativas; (a): polímero olefina; Lotryl® 17BA07 (Atofina): copolímero etilen butil acrilato que contiene 16% al 19% en peso de éster acrílico; Lotryl® 30BA02 (Atofina): copolímero etilen butil acrilato que contiene 28% a 32% en peso de éster acrílico; Flexirene® CL10 (Polimeri Europa): polietileno lineal de baja densidad; Lotader® 3410 (Atofina): terpolímero anhídrido de etileno-n-butil acrilato-maleico; Hydrofy® GS1.5 (Sima): hidróxido de magnesio recubierto con ácido esteárico; Rhodorsil® GUM 901 (Rhodia): dimetilsiloxano, resina acabada metil vinil; Dynasylan® AMEO (Sivento-Chemie): 3-aminopropiltrietoxisilano; Anox® 20 (Great Lakes Chemical): pentaeritritiltetrakis-[3-(3,5-di-t-butil-4-hidroxifenil)-propionato] (antioxidante).		

35 **[0074]** Las composiciones se prepararon mezclando los componentes como se muestra en la Tabla 1, en un mezclador Tipo Werner cerrado de 8 litros, teniendo una relación volumétrica de empaquetado de aproximadamente 0,74, con un ciclo de desgasificación de agua de 2 minutos, y la adición posterior del antioxidante.

5 [0075] Las mezclas se granularon a continuación y los gránulos obtenidos fueron utilizados para la fabricación de tubos amortiguadores que contienen doce fibras ópticas (250 μm de diámetro cada una), teniendo dichos tubos un diámetro exterior de alrededor de 1,4 mm y un grosor de aproximadamente 0,12 mm, utilizando un troquel de tubería con una proporción de bajada de aproximadamente 2. La velocidad de la línea se fijó en aproximadamente 200 m/min, la temperatura de la composición polimérica a la salida de la extrusora fue de aproximadamente 220°C y la temperatura del agua de enfriamiento fue de aproximadamente 20°C.

10 [0076] Los tubos amortiguadores fueron extruidos tanto en ausencia (seca) como en presencia de un fluido de silicona Wacker AK de Wacker, un aceite de silicona que tiene una viscosidad de alrededor de $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (6000 cSt).

[0077] A continuación se han realizado pruebas a los tubos amortiguadores para medir la resistencia final a la tracción (TS) y el alargamiento a la rotura (EB) según la norma ST/CNET/5843 de France Telecom, párrafo 7, pág. 5.

15 [0078] Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2. En particular, la Tabla 2 muestra la resistencia final a la tracción (TS), el alargamiento a la rotura (EB) y el % de variación (%D) de dichas propiedades mecánicas antes (propiedades iniciales) y después de envejecimiento térmico.

20 TABLA 2

	PROPIEDADES INICIALES		ENVEJECIMIENTO TÉRMICO (42 días a 80°C)		ENVEJECIMIENTO TÉRMICO (42 días a 42°C y 93% de humedad relativa)		ENVEJECIMIENTO TÉRMICO (10 días en aceite de silicona a 70°C)	
SECO	TS	EB	$\Delta\%$ TS	$\Delta\%$ EB	$\Delta\%$ TS	$\Delta\%$ EB	$\Delta\%$ TS	$\Delta\%$ EB
	(MPa)	(%)	(MPa)	(%)	(MPa)	(%)	(MPa)	(%)
Ejemplo 1 ^(*)	7,4	53,2	8,1	35,3	1,3	-0,7	5,4	50,4
Ejemplo 2	9,7	41,1	9,3	-6,3	2,0	-1,2	3,1	-2,7
ACEITE DE SILICONA	TS	EB	$\Delta\%$ TS	$\Delta\%$ EB	$\Delta\%$ TS	$\Delta\%$ EB	$\Delta\%$ TS	$\Delta\%$ EB
	(MPa)	(%)						
Ejemplo 1 ^(*)	7,9	221	-	-	-	-	-	-
Ejemplo 2	8,6	62,4	1,1	-0,6	3,5	-12,0	3,4	-9,0
(*) Comparativa								

25 [0079] Como se muestra en el cuadro anterior, el tubo amortiguador obtenido por una composición polimérica según la presente invención (Ejemplo 2) muestra, tanto después de la extrusión en ausencia (seco) y en la presencia de aceite de silicona, un %variación menor (%D) del alargamiento a la rotura (Ejemplo 2) con respecto al tubo amortiguador obtenido mediante una composición polimérica en donde la compatibilización se logra por medio de un compuesto de silano (Ejemplo 1). Por otra parte, cuando se extruye en presencia de aceite de silicona, el tubo amortiguador obtenido a partir de una composición polimérica en donde la compatibilización se logra por medio de un compuesto de silano (Ejemplo 2) muestra un alargamiento a la rotura demasiado alto. Por consiguiente, el tubo amortiguador del ejemplo 2, no fue sometido a envejecimiento térmico.

30

REIVINDICACIONES

1. Cable óptico que comprende al menos un elemento tubular de material polimérico y al menos un elemento de transmisión alojado dentro de dicho elemento tubular, donde dicho material polimérico está hecho de una composición polimérica que comprende:
 - (a) al menos un polímero de olefina;
 - (b) al menos un relleno inorgánico;
 - (c) al menos un polímero de olefina que incluye al menos un grupo funcional seleccionado entre:
 - (c₁) al menos un terpolímero de al menos una α -olefina, al menos un éster de ácido acrílico, y al menos un reactivo ácido dicarboxílico α , β olefinicamente insaturado o sus derivados, tales como anhídridos, sales metálicas, imidas, ésteres, o al menos un glicidil acrilato;
 - (c₂) al menos un terpolímero de etileno, al menos un anhídrido de ácido dicarboxílico α , β -olefinicamente insaturado, y al menos un éster de vinilo de un ácido carboxílico saturado;
- en donde dicho al menos un polímero de olefina que incluye al menos un grupo funcional (c) está presente en la composición de polímero en una cantidad desde aproximadamente 3 partes en peso hasta aproximadamente 10 partes en peso respecto a 100 partes en peso del polímero de olefina (a).
2. Cable óptico según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero de olefina incluyendo al menos un grupo funcional (c) está presente en la composición de polímero en una cantidad desde aproximadamente 5 partes en peso hasta aproximadamente 8 partes en peso con respecto a 100 partes en peso del polímero de olefina (a).
3. Cable óptico según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho elemento tubular es un tubo amortiguador que aloja dicho al menos un elemento de transmisión.
4. Cable óptico según la reivindicación 3, en donde el tubo amortiguador está definido por una pared periférica que tiene un grosor inferior a aproximadamente 0,5 mm.
5. Cable óptico según la reivindicación 4, en el que el tubo amortiguador está definido por una pared periférica que tiene un grosor inferior a aproximadamente 0,2 mm.
6. Cable óptico según la reivindicación 5, en el que el tubo amortiguador está definido por una pared periférica que tiene un grosor de hasta aproximadamente 0,1 mm.
7. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho material polimérico que tiene una resistencia a la tracción inferior a aproximadamente 12 MPa.
8. Cable óptico según la reivindicación 7, en el que el material polimérico tiene una resistencia final a la tracción entre aproximadamente 5 MPa y aproximadamente 10 MPa.
9. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material polimérico tiene un alargamiento a la rotura menor de aproximadamente 100%.
10. Cable óptico según la reivindicación 9, en el que el material polimérico tiene un alargamiento a la rotura entre aproximadamente 30% y aproximadamente el 80%.
11. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el polímero de olefina (a) se selecciona a partir de polímeros de α -olefinas semi-cristalinos o cristalinos incluyendo homopolímeros, copolímeros, terpolímeros, o sus mezclas, que contengan una o más unidades monoméricas.
12. Cable óptico según la reivindicación 11, en el que los polímeros α -olefina, contienen de 2 hasta aproximadamente 20 átomos de carbono.
13. Cable óptico según las reivindicaciones 11 ó 12, en el que el polímero de olefina (a) se selecciona entre: polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de ultra baja densidad (ULDPE); polipropileno (incluyendo polipropileno isotáctico), poli-1-buteno de alta y baja densidad; poli-4-metil-1-penteno; polietileno de ultra bajo peso molecular; ionómeros basado en etileno; poli-4-metil-1-penteno; copolímeros de etileno propileno, copolímeros de etileno-propileno-dieno (EPDM),

5 copolímero de etileno y/o propileno con otros monómeros copolimerizables como copolímero etileno-1-butileno, copolímero de etileno-acrilato de vinilo, copolímero de etileno-acrilato de metilo, copolímero acrilato de butilo etileno, copolímero de etileno-acetato de etilo, copolímero de etileno-acetato de vinilo, copolímero de propileno-4-metil-1-penteno, copolímero de etileno-alcohol vinílico; elastómeros de etileno acrílico como terpolímeros etileno-metil acrilato-ácido acrílico, o mezclas de los mismos.

14. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el relleno inorgánico (b) se selecciona entre: hidróxidos, óxidos hidratados, sales o sales de hidratación de metales, o sus mezclas.

10 15. Cable óptico según la reivindicación 14, en el que el relleno inorgánico (b) se selecciona de: hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio, óxido de aluminio, trihidrato de alúmina, hidrato de carbonato de magnesio, carbonato de magnesio, carbonato hidratado de calcio, y magnesio, carbonato de calcio y magnesio, o sus mezclas.

15 16. Cable óptico según las reivindicaciones 14 ó 15, en el que el relleno inorgánico (b) se presenta en forma de partículas recubiertas.

17. Cable óptico según la reivindicación 16, en el que el relleno inorgánico (b) está cubierto con ácidos grasos saturados o insaturados que contienen de 8 a 24 átomos de carbono, o sales metálicas de los mismos.

20 18. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, en el que el relleno inorgánico (b) está presente en la composición de polímeros en una cantidad de aproximadamente 40 partes por peso hasta aproximadamente 200 partes en peso con respecto a 100 partes por peso del polímero de olefina (a).

25 19. Cable óptico según la reivindicación 18, en el que el relleno inorgánico (b) está presente en la composición de polímeros en una cantidad de aproximadamente 75 partes por peso hasta aproximadamente 150 partes en peso con respecto a 100 partes en peso del polímero de olefina (a).

30 20. Cable óptico según la reivindicación 1, en el que el terpolímero (c_1) comprende desde aproximadamente 50% en peso hasta aproximadamente 99% en peso de al menos una α -olefina, desde aproximadamente 0,5% en peso hasta aproximadamente 40% en peso de al menos un éster del ácido acrílico, y desde aproximadamente 0,3% en peso hasta aproximadamente 10% en peso de al menos un reactivo de ácido dicarboxílico, o de al menos un acrilato glicidil.

35 21. Cable óptico según la reivindicación 1 ó 20, en el que en el terpolímero (c_1) la α -olefina se selecciona de α -olefinas que contienen de 2 a 20 átomos de carbono.

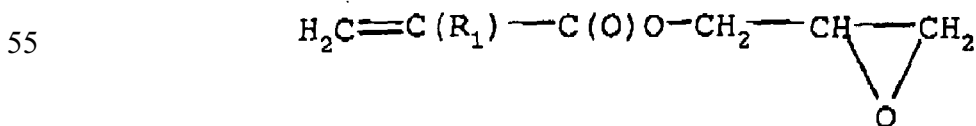
22. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1, 20 ó 21, en el que en el terpolímero (c_1) los ésteres de ácido acrílico se seleccionan de los compuestos que tienen la siguiente fórmula:



donde R representa hidrógeno o un grupo alquilo inferior que contiene de 1 a 4 átomos de carbono, tales como metilo o etilo, y R' representa un grupo alquilo inferior que tiene de 1 a 6 átomos de carbono.

45 23. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 20 a 22, en donde en el terpolímero (c_1) el reactivo de ácido dicarboxílico α , β -olefinicamente insaturado o sus derivados se seleccionan de: ácido maleico, anhídrido maleico, ácido fumárico, ácido mesacónico, ácido itacónico, ácido citracónico, anhídrido itacónico, anhídrido citracónico, maleato de monometílico, maleato monosódico, o sus mezclas.

50 24. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 20 a 23, en el que en el terpolímero (c_1) el acrilato glicidil se selecciona de los compuestos que tienen la siguiente fórmula:



60 en donde R_1 representa hidrógeno o un grupo alquilo inferior que contiene de 1 a 6 átomos de carbono.

25. Cable óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 20 a 24, en el que el terpolímero (c_1) se selecciona

entre: anhídrido etileno-metil acrilato-maleico, anhídrido etileno-etilo acrilato-maleico, anhídrido etileno-butil acrilato-maleico, anhídrido propileno-metil acrilato- maleico, anhídrido propileno-etil acrilato-maleico, metacrilato de etileno-metil acrilato-glicidil, acrilato de etileno-metil acrilato-glicidil, o sus mezclas.

- 5 26. Cable óptico según la reivindicación 1, en el que en el terpolímero (c_2), los anhídridos de ácidos dicarboxílicos α , β -olefinicamente insaturados se seleccionan entre: anhídrido citraconico, anhídrido itacónico, anhídrido tetrahidroftálico, anhídrido maleico, o mezcla de los mismos.
- 10 27. Cable óptico según la reivindicación 1, en el que en el terpolímero (c_2), el éster de vinilo de un ácido carboxílico saturado se selecciona de éster de vinilo de un ácido carboxílico saturado que contiene de 2 a 6 átomos de carbono.
28. Cable óptico según las reivindicaciones 26 o 27 en el que el terpolímero (c_2) es anhídrido etileno-vinil acetato-maleico.

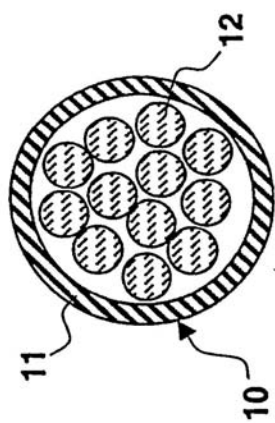


Fig. 1

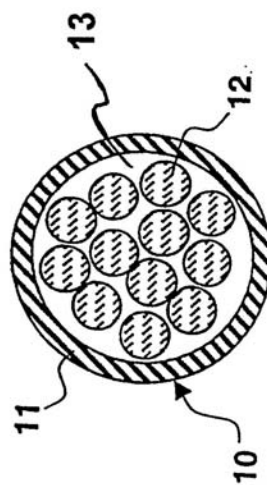


Fig. 1a

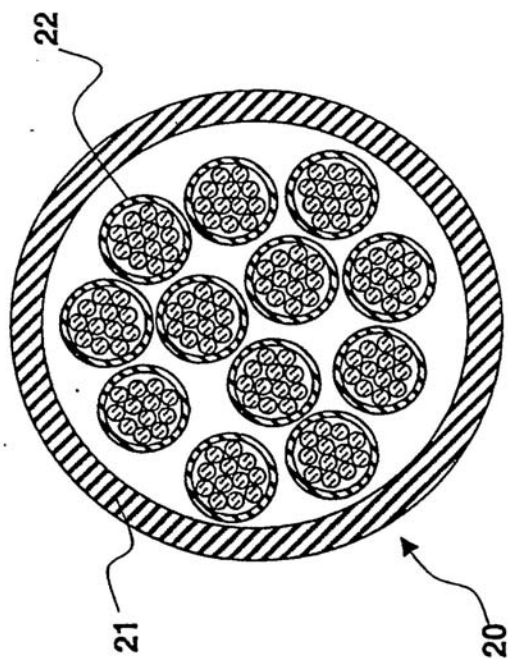


Fig. 2

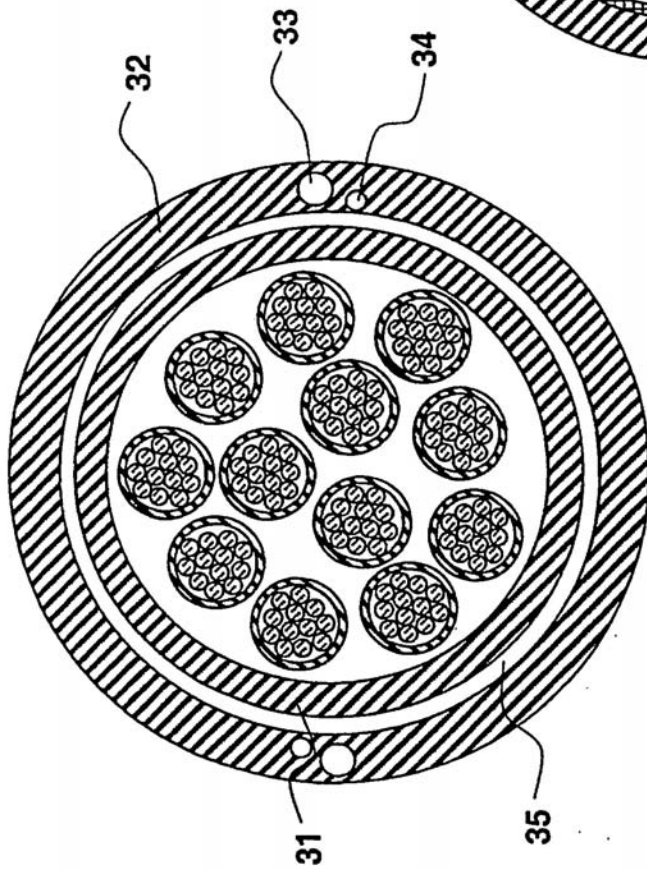


Fig. 3

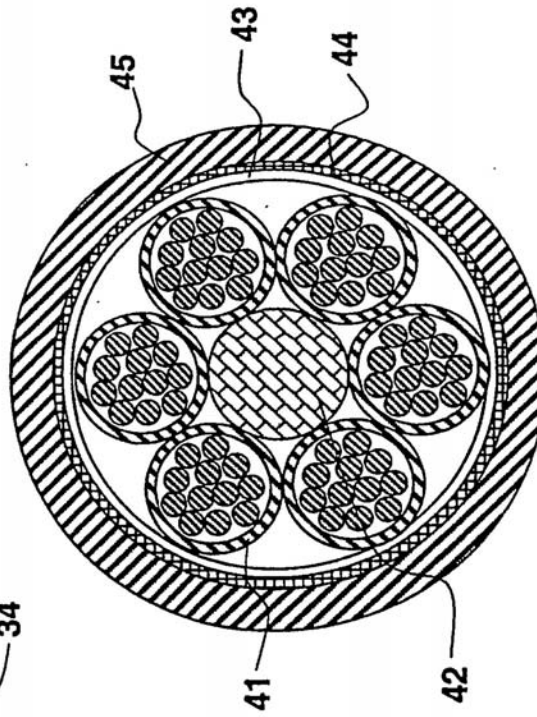


Fig. 4