

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 829**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2011** **E 11179675 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017** **EP 2426538**

54 Título: **Módulo de fibra óptica con mejora de la accesibilidad**

30 Prioridad:

03.09.2010 US 379931 P

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

14.11.2017

73 Titular/es:

DRAKA COMTEQ B.V. (100.0%)

De Boelelaan 7

1083 HJ Amsterdam, NL

72 Inventor/es:

TATAT, OLIVIER

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 641 829 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

Módulo de fibra óptica con mejora de la accesibilidad

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a módulos de fibra óptica en cuya accesibilidad se han introducido mejoras.

Antecedentes

[0002] En comparación con las redes de cableado tradicionales, las redes de comunicaciones de fibra óptica son capaces de transmitir una cantidad significativamente mayor de información a unas velocidades significativamente más elevadas. Por consiguiente, las fibras ópticas se están utilizando cada vez con mayor asiduidad en las redes de comunicaciones.

[0003] Dentro de las redes de fibra óptica, las fibras ópticas con recubrimiento ajustado se utilizan normalmente en aquellas aplicaciones que presentan limitaciones de espacio. Uno de los problemas habitualmente encontrados cuando se utilizan fibras con recubrimiento ajustado es el de la accesibilidad. Lo deseable sería poder retirar rápidamente el tubo de revestimiento protector, para poder acceder fácilmente a la fibra óptica encerrada en él.

[0004] Las fibras ópticas en tubos con revestimiento de estructura semi-ajustada y holgada mejoran la accesibilidad, al incluir una separación entre el tubo de revestimiento y la(s) fibra(s) óptica(s) que se encuentran en su interior. No obstante, esta separación deja un espacio que puede permitir que las fibras ópticas del interior lleguen a combarse o doblarse, sobre todo cuando se producen encogimientos o estiramientos del tubo de revestimiento. Estas combas o dobleces pueden provocar unos niveles de atenuación poco deseables.

[0005] Por ello, es necesario disponer de un módulo de fibra óptica (*p. ej.*, un tubo de revestimiento) que permita una mejor accesibilidad y que esté dotado de unas características de atenuación satisfactorias.

[0006] El documento WO 02/42422 A1 describe unos cables para comunicaciones que contienen al menos una fibra óptica situada en el interior de un tubo, un espacio entre la fibra óptica y el tubo, que se encuentra al menos parcialmente relleno con un material de relleno, y en los que dicho material de relleno comprende moléculas de polímero termoplástico que se han enlazado para formar una red tridimensional sustancialmente a través de dicho material de relleno.

[0007] El documento US 2007/031096 A1 describe una fibra óptica recubierta que incluye una fibra óptica con un recubrimiento que se endurece mediante radiación ultravioleta (UV) y una capa deslizante dispuesta entre la fibra óptica y el recubrimiento. Dicho recubrimiento consiste en un material que se endurece por efecto de la radiación y que rodea la fibra óptica, pudiendo dicho recubrimiento separarse de la fibra óptica y teniendo una temperatura de transición vítrea predeterminada.

[0008] El documento US 5 761 363 A1 describe un cable plano de fibra óptica que incluye una capa interfacial dispuesta entre una pluralidad de fibras ópticas recubiertas y una capa de recubrimiento común. Dicha capa interfacial comprende un material polimérico reticulado y un material lubricante líquido dispuesto en dicho material polimérico; con lo que dicha capa interfacial mejora la capacidad de pelar dicho recubrimiento común con respecto a dicha fibra óptica.

[0009] El documento US 4641916 A1 describe un elemento óptico de transmisión que comprende una guía de ondas luminosas, una capa amortiguadora que rodea dicha guía de ondas, una funda dura que rodea y protege dicha guía de ondas y dicha capa amortiguadora, y una capa de deslizamiento situada entre, y en contacto con, dicha funda y dicha capa amortiguadora; donde dicha capa amortiguadora está reticulada por exposición a la radiación ultravioleta, dicha funda consiste en una aramida con un elevado peso molecular y dicha capa de deslizamiento consiste en un material susceptible de ser reticulado.

[0010] El documento US 4072400 A describe una fibra óptica de guía de ondas amortiguada, que comprende una fibra óptica de guía de ondas, un revestimiento protector resinoso aplicado a la superficie longitudinal externa de dicha fibra, una revestimiento consistente en un agente antiadherente, formado por un aceite siliconado aplicado sobre dicho revestimiento protector, y una capa protectora formada por un material resinoso sintético termoplástico que rodea a dicha fibra dispuesta sobre dicho recubrimiento de agente antiadherente.

Resumen

[0011] La presente invención se refiere a un módulo de fibra óptica, que comprende: una o más fibras ópticas; una capa intermedia que contiene dicha fibra o fibras ópticas, donde dicha capa intermedia comprende (i) un medio polimérico y (ii) un lubricante líquido disperso con dicho medio polimérico; y un tubo protector que contiene dicha fibra o fibras ópticas y dicha capa intermedia, comprendiendo dicho medio polimérico un gel termoplástico formulado a partir de polímeros sintéticos de hidrocarburos, donde dicho gel termoplástico tiene un punto de reblandecimiento de más de 70 °C, donde dicho lubricante líquido comprende un aceite siliconado, y donde dicha capa intermedia comprende entre un 10 por ciento en peso y un 20 por ciento en peso de aceite siliconado.

[0012] En una realización de esta invención, el módulo de fibra óptica comprende una pluralidad de fibras ópticas.

[0013] En otra realización de esta invención, el módulo de fibra óptica incluye exactamente una fibra óptica.

[0014] En otra realización adicional de esta invención, el módulo de fibra óptica comprende una fibra óptica monomodo.

[0015] En otra realización adicional de esta invención, el módulo de fibra óptica comprende una fibra óptica monomodo que se ajusta a las recomendaciones ITU-T G.657.A y/o a las recomendaciones ITU-T G.657.B.

[0016] En otra realización adicional de esta invención, el módulo de fibra óptica comprende una fibra óptica de múltiples modos.

5 [0017] En otra realización adicional de esta invención, el módulo de fibra óptica comprende una fibra óptica de múltiples modos que se ajusta a las recomendaciones ITU-T G.651.1.

[0018] En otra realización adicional de esta invención, sustancialmente no existe espacio libre entre dicha fibra o fibras ópticas y dicha capa intermedia.

10 [0019] En otra realización adicional de esta invención, sustancialmente no existe espacio libre anular entre dicha capa intermedia y dicho tubo protector.

[0020] En otra realización adicional de esta invención, cada una de dichas fibras ópticas es una fibra óptica de modo único; y durante dos ciclos de temperatura variables entre -40°C y 70°C , cada una de dichas fibras ópticas tiene un incremento máximo de la atenuación inferior a aproximadamente $0,1\text{ dB/km}$ a unas longitudes de onda de 1550 nanómetros y 1625 nanómetros .

15 [0021] En otra realización adicional de esta invención, cada una de dichas fibras ópticas es una fibra óptica de modo único; y durante dos ciclos de temperatura variables entre -40°C y 70°C , cada una de dichas fibras ópticas tiene un incremento máximo de la atenuación inferior a aproximadamente $0,05\text{ dB/km}$ a unas longitudes de onda de 1550 nanómetros y 1625 nanómetros .

20 [0022] En otra realización adicional de esta invención, cada una de dichas fibras ópticas es una fibra óptica de modo único; y durante dos ciclos de temperatura variables entre -40°C y 70°C , cada una de dichas fibras ópticas tiene un incremento máximo de la atenuación inferior a aproximadamente $0,025\text{ dB/km}$ a unas longitudes de onda de 1550 nanómetros y 1625 nanómetros .

25 [0023] En otra realización adicional de esta invención, al menos unos 300 milímetros de dicho tubo protector y de dicha capa intermedia pueden retirarse sustancialmente de dicha fibra o fibras ópticas en una única operación, aplicando una fuerza de pelado inferior a unos 20 N .

[0024] En otra realización adicional de esta invención, al menos unos 400 milímetros de dicho tubo protector y de dicha capa intermedia pueden retirarse sustancialmente de dicha fibra o fibras ópticas en una única operación, aplicando una fuerza de pelado inferior a unos 15 N .

30 [0025] En otra realización adicional de esta invención, al menos unos 600 milímetros de dicho tubo protector y de dicha capa intermedia pueden retirarse sustancialmente de dicha fibra o fibras ópticas en una única operación, aplicando una fuerza de pelado inferior a unos 20 N .

[0026] En otra realización adicional de esta invención, al menos unos 600 milímetros de dicho tubo protector y de dicha capa intermedia pueden retirarse sustancialmente de dicha fibra o fibras ópticas en una única operación, aplicando una fuerza de pelado inferior a unos 10 N .

35 [0027] En otra realización adicional de esta invención, al menos unos 1200 milímetros de dicho tubo protector y de dicha capa intermedia pueden retirarse sustancialmente de dicha fibra o fibras ópticas en una única operación, aplicando una fuerza de pelado inferior a unos 20 N .

[0028] Por consiguiente, uno de los aspectos de la presente invención se refiere a un módulo de fibra óptica. El módulo de fibra óptica incluye una o más fibras ópticas rodeadas de una capa intermedia. La capa intermedia incluye un medio polimérico, que es un gel termoplástico. Un lubricante líquido se encuentra disperso en el medio polimérico. Un tubo protector rodea las fibras ópticas y la capa intermedia.

40 [0029] El resumen ilustrativo que antecede, así como otros ejemplos de los objetivos y/o las ventajas de la invención, así como de la forma en la que éstos se llevan a cabo, se explican con más detalle en la siguiente descripción detallada y las figuras que la acompañan.

45 Breve descripción de las figuras

[0030]

La figura 1 describe de forma esquemática un ejemplo de módulo de fibra óptica según la presente invención.

50 La figura 2 describe esquemáticamente otro ejemplo de módulo de fibra óptica según la presente invención.

La figura 3 muestra los datos de pelado correspondientes a módulos de fibra óptica con diversas cantidades de aceite siliconado en sus respectivas capas intermedias.

La figura 4A muestra los datos de atenuación correspondientes a ejemplos de módulos de fibra óptica que tienen fibras ópticas insensibles al doblado.

55 La figura 4B muestra los datos de atenuación correspondientes a ejemplos de módulos de fibra óptica que tienen fibras ópticas monomodo estándar.

La figura 5 muestra esquemáticamente un ejemplo de cable de fibra óptica según la presente invención.

La figura 6 muestra los datos de atenuación correspondientes a un cable de fibra óptica de ejemplo conforme a la presente invención.

60 La figura 7 muestra datos de atenuación adicionales correspondientes a un cable de fibra óptica de ejemplo conforme a la presente invención.

Descripción detallada

65 [0031] En uno de sus aspectos, la presente invención se refiere a un módulo de fibra óptica que posee una excelente capacidad de pelado (*p. ej.*, accesibilidad a las fibras ópticas).

[0032] Las figuras 1 y 2 describen de forma esquemática un ejemplo de módulo de fibra óptica 10 según la presente invención. Cada módulo de fibra óptica 10 incluye una o más fibras ópticas 11. La Figura 1 muestra un módulo de fibra óptica 10 que tiene cuatro fibras ópticas, y La Figura 2 muestra un módulo de fibra óptica 10 que tiene dos fibras ópticas. Las Figuras 1 y 2 describen cada una de ellas (i) una capa intermedia 12 que rodea a las fibras ópticas 11 y (ii) un tubo protector 13 que rodea las fibras ópticas 11 y la capa intermedia 12. Normalmente no hay espacio libre entre las fibras ópticas 11 y la capa intermedia 12. Asimismo, normalmente no hay espacio libre anular entre la capa intermedia 12 y el tubo protector 13. Dicho de otro modo, el tubo protector 13 normalmente rodea ajustadamente la capa intermedia 12.

[0033] La capa intermedia 12, que rellena al menos parcialmente el espacio libre situado en el interior del tubo protector 13, normalmente presenta la consistencia de un gel flexible a lo largo de todo el rango de temperaturas de funcionamiento del módulo de fibra óptica, como desde aproximadamente -20° C a 60° C. También son posibles unos rangos más amplios de temperatura de funcionamiento (*p. ej.*, de aproximadamente -40° C a 70° C, al igual que desde -30° C a 70° C). La flexibilidad del material de la capa intermedia 12 permite limitar las tensiones mecánicas ejercidas sobre las fibras ópticas, al tiempo que garantiza un adecuado acoplamiento entre las fibras ópticas 11 y el tubo protector 13. Generalmente, la capa intermedia 12 incluye un material autoadherente desechable y termofusible. A este respecto, un material "termofusible" es un material que pasa a ser fluido cuando se calienta lo suficientemente. Un material "autoadherente desechable" es un material que puede eliminarse dejando poco o ningún residuo.

[0034] De este modo, la capa 12 incluye un material polimérico (*p. ej.*, un medio polimérico). El material polimérico es un gel termoplástico formulado a partir de polímeros sintéticos de hidrocarburos. Entre los geles termoplásticos más adecuados se encuentran el Macroplast CF 405 y el Macroplast CF 412, que pueden adquirirse a través de Henkel KGaA. Se facilita información técnica relacionada con el gel termoplástico Macroplast CF 405 en el Apéndice I de la Solicitud prioritaria de patente estadounidense 61/379,931. El Macroplast CF 405 tiene una densidad de 0,84 g.cm³ (medido de acuerdo con DIN 51757), un punto de reblandecimiento de aprox. 97° C (medido de acuerdo con ASTM E28), una temperatura de transición vítrea inferior a -80° C (medida por DSC a 15° K/min), un punto de inflamación superior a 230° C (medido conforme a DIN ISO 2592), y unas viscosidades a 120, 130, 140, 150 y 160° C, respectivamente, de 11000, 4000, 1300, 700 y 300 mPa.s (medidas de acuerdo con ASTM D 3236 Brookfield-Thermosel).

[0035] Para garantizar que la capa intermedia presenta unas adecuadas propiedades mecánicas en todo el rango operativo típico del módulo de fibra óptica, el gel termoplástico tiene un punto de reblandecimiento superior a 70° C (*p. ej.*, 80° C o más). El punto de reblandecimiento se puede medir de acuerdo con el método de ensayo ASTM E 28. Normalmente, el gel termoplástico también presenta una temperatura de transición vítrea inferior a -40° C (*p. ej.*, -50° C o inferior). La temperatura de transición vítrea puede medirse utilizando calorimetría de barrido diferencial ("DSC") utilizando un gradiente de temperatura de 15° K/min. Por ejemplo, el gel termoplástico Macroplast CF 412 tiene un punto de reblandecimiento de 112° C y una temperatura de transición vítrea inferior a aprox. -80° C.

[0036] Normalmente, el gel termoplástico es un material relativamente blando. La dureza del gel termoplástico puede medirse de acuerdo con la norma NFT 60-119. De este modo, la penetrabilidad del gel termoplástico suele ser de alrededor de 1,0 milímetros, por ejemplo, al menos de 1,2 milímetros a lo largo del rango de temperaturas de -30° C a 70° C., medido con arreglo a la norma NFT 60-119, con un tiempo de aplicación de cinco segundos. A este respecto, el gel termoplástico Macroplast CF 412 tiene una penetrabilidad, conforme a las mediciones, de 1,2 milímetros a -30° C, medido según la norma NFT 60-119, con un tiempo de aplicación de cinco segundos.

[0037] En algunas realizaciones, el gel termoplástico puede tener una penetrabilidad de al menos aproximadamente 1,5 milímetros, por ejemplo, al menos de 2,5 milímetros (*p. ej.*, 3,0 milímetros o más), a lo largo del rango de temperaturas de entre -40° C y 70° C, medido de acuerdo con la norma NFT 60-119 y con un tiempo de aplicación de cinco segundos. A este respecto, se ha observado que el gel termoplástico Macroplast CF 405 presenta una penetrabilidad de 3,5 milímetros a -40° C, de 7,0 milímetros a 20° C, y de 14,0 milímetros a 70° C, medido de acuerdo con la norma NFT 60-119 y con un tiempo de aplicación de cinco segundos.

[0038] En la patente Internacional de titularidad compartida N° WO 2009/091243 A1 (publicada en 23 de julio de 2009) se describe un módulo de fibra óptica que incluye un tubo protector que rodea a una fibra óptica situada en el interior de un gel termoplástico.

[0039] No obstante, pueden utilizarse otros materiales que presentan unas propiedades físicas similares (*p. ej.*, dureza y elasticidad) a las de los geles termoplásticos. Por ejemplo, el material polimérico puede ser un material termoplástico reticulado o no (*p. ej.*, los copolímeros en bloque, como los elastómeros termoplásticos Kraton®). Como ejemplo adicional, el material polimérico puede ser un material termoestable.

[0040] Independientemente de cuanto antecede, para facilitar el pelado del tubo protector 13 y de la capa intermedia 12 y su separación de las fibras ópticas 11, estos módulos de fibra óptica utilizan un lubricante. En una realización, la capa intermedia 12 incluye un lubricante, que puede ser aceite siliconado disperso en un medio polimérico. La capa intermedia 12 incluye en esta realización entre aproximadamente un 10 por ciento en peso y aproximadamente un 20 por ciento en peso (*p. ej.*, en torno a un 15 por ciento en peso de aceite siliconado). Si el porcentaje de lubricante resulta demasiado elevado (*p. ej.*, más de aproximadamente un 30 por ciento en peso), el lubricante puede no mezclarse adecuadamente con el material polimérico (*p. ej.*, gel termoplástico).

[0041] En una realización alternativa, las fibras ópticas pueden revestirse con un lubricante líquido, que puede ser aceite siliconado, que facilita el pelado del tubo protector y de la capa intermedia y su separación de las fibras ópticas. En dicha realización alternativa, la capa intermedia no suele incluir un lubricante disperso.

[0042] El tubo protector 13 suele estar formado por un material termoplástico. Por ejemplo, el tubo protector 13 puede estar compuesto por un poliéster, como el politereftalato de butileno (PBT), el tereftalato de polibutileno

nucleado, o el tereftalato de polibutileno de baja retractibilidad; un nylon, como la poliamida 12 (PA12), la poliamida 12 amorfa o la poliamida 11; cloruro de polivinilo (PVC); poliolefinas, como el polietileno (PE) o el polipropileno (PP); materiales libres de halógenos, retardantes de la llama (HFRR); polímeros de uretano, como los acrilatos de uretano y/o sus mezclas.

5 **[0043]** En un ejemplo de realización, el tubo protector tiene un diámetro interior de aproximadamente 0,65 milímetros, un diámetro exterior de aproximadamente 1,25 milímetros, y encierra cuatro fibras ópticas, con un diámetro exterior de aproximadamente 242 micras cada una.

[0044] En otro ejemplo de realización, el tubo protector tiene un diámetro interior de aproximadamente 0,55 milímetros, un diámetro exterior de aproximadamente 1.05 milímetros, y encierra dos fibras ópticas que tienen un diámetro exterior de aproximadamente 242 micras cada una.

10 **[0045]** Para un módulo de fibra óptica que contenga una sola fibra óptica de 242 micras, el tubo protector suele tener un diámetro exterior de aproximadamente 900 micras. El tubo protector también suele tener un diámetro interior de entre aproximadamente 0,27 milímetros y 0,34 milímetros, y más normalmente de entre aproximadamente 0,3 milímetros y 0,34 milímetros (*p. ej.*, alrededor de 0,32 milímetros). Dicho de otro modo, en un módulo de fibra óptica que contenga una sola fibra óptica de 242 micras el espesor de la capa intermedia suele estar situado entre unas 15 micras y 50 micras (*p. ej.*, alrededor de 35 micras).

15 **[0046]** Los módulos de fibra óptica según la presente invención pueden contener fibras ópticas de modos múltiples o fibras ópticas monomodo.

[0047] En una realización, los presentes módulos de fibra óptica utilizan fibras ópticas de modos múltiples convencionales con un núcleo de 50 micras (*p. ej.*, fibras ópticas de modos múltiples OM2) y se ajustan a las recomendaciones ITU-T G.651.1 (07/2007). Entre los ejemplos de fibras ópticas de modos múltiples que se pueden utilizar se encuentran las fibras ópticas de modos múltiples MaxCap™ (OM2+, OM3, o OM4), que pueden adquirirse a Draka (Claremont, Carolina del Norte).

20 **[0048]** Alternativamente, los presentes módulos de fibra óptica pueden incluir fibras ópticas de modos múltiples insensibles al doblado, como las fibras ópticas de modos múltiples MaxCap™-BB-OMx, que pueden adquirirse a Draka (Claremont, Carolina del Norte). A este respecto, las fibras ópticas de modos múltiples insensibles al doblado suelen tener unas pérdidas por macrocurvatura de (i) no más de 0,1 dB a una longitud de onda de 850 nanómetros para un devanado de dos vueltas alrededor de una bobina con un radio de curvatura de 15 milímetros y (ii) no más de 0,3 dB a una longitud de onda de 1300 nanómetros para un devanado de dos vueltas alrededor de una bobina con un radio de curvatura de 15 milímetros.

25 **[0049]** Por el contrario, las fibras ópticas de modos múltiples convencionales, conforme a la norma ITU-T G.651.1, presentan unas pérdidas por macrocurvatura (i) no superiores a 1 dB a una longitud de onda de 850 nanómetros para un devanado de dos vueltas alrededor de una bobina con un radio de curvatura de 15 milímetros, y (ii) no superiores a 1 dB a una longitud de onda de 1300 nanómetros para un devanado de dos vueltas alrededor de una bobina con un radio de curvatura de 15 milímetros. Además, cuando se mide utilizando un devanado de dos vueltas alrededor de una bobina con un radio de curvatura de 15 milímetros, las fibras ópticas de modos múltiples convencionales suelen tener unas pérdidas por microcurvatura (i) superiores a 0,1 dB, normalmente superiores a 0,2 dB (*p. ej.*, 0,3 dB o más), a una longitud de onda de 850 nanómetros, y (ii) superiores a 0,3 dB, normalmente superiores a 0,4 dB (*p. ej.*, 0,5 dB o más), a una longitud de onda de 1300 nanómetros.

30 **[0050]** En otra realización, las fibras ópticas utilizadas en los presentes módulos de fibra óptica son fibras monomodo estándar convencionales (SSMF). Las fibras ópticas monomodo adecuadas (*p. ej.*, fibras monomodo mejorado (ESMF)) conforme a las recomendaciones ITU-T G.652.D pueden adquirirse, por ejemplo, a Draka (Claremont, Carolina del Norte). Las recomendaciones ITU-T G.652 (11/2009) incluyen diversos atributos (*es decir*, A, B, C, y D).

35 **[0051]** En otra realización, pueden utilizarse fibras ópticas monomodo insensibles al doblado con los módulos de fibra óptica según la presente invención. Las fibras ópticas insensibles al doblado son menos susceptibles de atenuación (*p. ej.*, causadas por micro o macrocurvatura). Entre los ejemplos de fibras de vidrio monomodo que puede utilizarse con los presentes módulos de fibra óptica se encuentran las comercializadas por Draka (Claremont, Carolina del Norte) bajo el nombre comercial BendBright®, que se ajustan a las recomendaciones ITU-T G.652.D. Una vez dicho esto, el ámbito de la presente invención incluye la utilización de una fibra de vidrio insensible al doblado que se ajuste a las recomendaciones ITU-T G.657.A (*p. ej.*, las subcategorías ITU-T G.657.A1 (11/2009) e ITU-T G.657.A2 (11/2009)) y/o las recomendaciones ITU-T G.657.B (*p. ej.*, las subcategorías ITU-T G.657.B2 (11/2009) e ITU-T G.657.B3 (11/2009)).

40 **[0052]** A este respecto, entre los ejemplos de fibras de vidrio monomodo insensibles al doblado que pueden utilizarse en la presente invención se encuentran las comercializadas por Draka (Claremont, Carolina del Norte) bajo el nombre comercial BendBrightXS®, que cumplen las recomendaciones ITU-T G.652.D e ITU-T G.657.A/B. Las fibras ópticas BendBrightXS® muestran una mejora significativa en lo que respecta tanto a la microcurvatura como a la macrocurvatura.

45 **[0053]** Como se indica en la solicitud de patente internacional PCT/US08/82927 correspondiente a una *Fibra óptica resistente a las microflexiones*, presentada el 9 de noviembre de 2008, (y su contrapartida, la Publicación de la Solicitud de Patente Internacional N° WO 2009/062131 A1) y en la Solicitud de patente estadounidense N° 12/267,732 correspondiente a una fibra óptica resistente a microcurvatura, presentada el 10 de noviembre de 2008 (y su contrapartida, la publicación de la solicitud de patente estadounidense N° US2009/0175583 A1), en las que se asocia una fibra de vidrio insensible al doblado (*p. ej.*, las fibras de vidrio monomodo de Draka disponibles bajo el nombre comercial BendBrightXS®) y un revestimiento primario con un módulo muy bajo, consiguiendo unas fibras ópticas con unas pérdidas excepcionalmente bajas (*p. ej.*, reducciones de la sensibilidad a microcurvatura de al

menos 10x en comparación con una fibra óptica monomodo que utilice un sistema convencional de revestimiento). Los módulos de fibra óptica según la presente invención pueden utilizar los revestimientos que se describen en la Publicación de la Solicitud de Patente Internacional N°. WO 2009/062131 A1 y en la Solicitud de patente estadounidense N°US2009/0175583 A1 con fibras ópticas monomodo o con fibras ópticas de modos múltiples.

5 **[0054]** Las fibras ópticas que se utilizan con los presentes módulos de fibra óptica también pueden cumplir las normas IEC 60793 e IEC 60794.

[0055] Normalmente, las fibras ópticas tienen un diámetro exterior de entre 235 micras y 265 micras, aunque las fibras ópticas con un diámetro menor también se incluyen en el alcance de la presente invención.

10 **[0056]** A modo de ejemplo, la fibra de vidrio componente puede tener un diámetro exterior de aproximadamente 125 micras. Con respecto a las capas de revestimiento que rodean la fibra óptica, el revestimiento primario puede tener un diámetro exterior de entre aprox. 175 micras y 195 micras (es decir, el espesor del revestimiento primario está situado entre aprox. 25 micras y 35 micras), y el revestimiento secundario puede tener un diámetro exterior de entre unas 235 micras y 265 micras (es decir, el espesor del revestimiento secundario se encuentra entre 20 micras y 45 micras). Opcionalmente, la fibra óptica puede incluir una capa de tinta exterior, que normalmente tiene entre dos y diez micras.

15 **[0057]** Los módulos de fibra óptica conforme a la presente invención tienen una mayor accesibilidad. A este respecto, la accesibilidad puede comprobarse determinando la longitud del tubo protector y de la capa intermedia que puede eliminarse sustancialmente mediante una sola operación, a fin de permitir el acceso a la fibra óptica.

20 **[0058]** Normalmente, se pueden retirar al menos 300 milímetros del tubo protector y de la capa intermedia en una sola operación (es decir, de una pieza) utilizando una fuerza de pelado inferior a 20 N (*p. ej.*, utilizando una fuerza de pelado de unos 10 N o inferior). Más normalmente, se pueden retirar al menos unos 400 milímetros del tubo protector y de la capa intermedia en una sola operación, utilizando una fuerza de pelado no superior a unos 20 N (*p. ej.*, utilizando una fuerza de pelado inferior a unos 15 N).

25 **[0059]** En una realización concreta, pueden eliminarse al menos unos 600 milímetros del tubo protector y de la capa intermedia en una sola operación, utilizando una fuerza de pelado de no más de unos 20 N. En otra realización concreta, pueden eliminarse al menos unos 600 milímetros del tubo protector y de la capa intermedia en una sola operación, utilizando una fuerza de pelado de no más de unos 10 N. En otra realización concreta adicional, pueden eliminarse al menos unos 1200 milímetros del tubo protector y de la capa intermedia en una sola operación, utilizando una fuerza de pelado de no más de unos 20 N (*p. ej.*, menos de unos 15 N).

30 **[0060]** De este modo, puede accederse con rapidez a las fibras ópticas que se encuentran en el interior de los presentes módulos de fibra óptica con un riesgo mínimo de que se produzcan daños en el resto de los módulos de fibra óptica, y concretamente, las fibras ópticas componentes. A este respecto, la figura 3 muestra los datos de los ensayos de pelado para diversos módulos de fibra óptica con diversas cantidades de aceite siliconado dispersas en sus respectivas capas intermedias. La figura 3 es un gráfico que muestra las fuerzas de pelado en comparación con la longitud de pelado. Se muestran siete curvas. La curva de rombos muestra la utilización de una capa intermedia Macroplast CF 405 sin aceite siliconado (que no es conforme a la invención). La curva de cuadrados muestra el uso de una capa intermedia de Macroplast CF 412 sin aceite siliconado (que no es conforme a la invención). La curva de triángulos muestra la utilización de una capa intermedia de Macroplast CF 412 con un 20 % de aceite siliconado. La curva de espigas (-x-) muestra la utilización de una capa intermedia de Macroplast CF 412 con un 13 % de aceite siliconado. La curva de asteriscos (-*) muestra la utilización de una capa intermedia de Macroplast CF 412 con un 10 % de aceite siliconado. La curva de círculos muestra la utilización de una capa intermedia de Macroplast CF 412 con un 15% de aceite siliconado (muestra 1). La curva de rayas verticales (-|) muestra la utilización de una capa intermedia de Macroplast CF 412 con un 15 % de aceite siliconado (muestra 2).

45 **[0061]** Cada uno de los módulos de fibra óptica que se sometieron al ensayo incluía dos fibras ópticas. Además, cada uno de los módulos de fibra óptica que se sometieron al ensayo incluía un tubo protector PA12 tubo protector con un diámetro interior de 0,55 milímetros y un diámetro exterior de 1,05 milímetros.

50 **[0062]** Al comprobar la capacidad de pelado de un módulo de fibra óptica, se efectuó un corte anular en el tubo protector y la capa intermedia subyacente del módulo, a una distancia específica (es decir, la distancia que iba a pelarse, por ejemplo 300 milímetros o 600 milímetros) desde el extremo del módulo. A continuación se aplicó al módulo una cinta reforzada de fibra de vidrio sensible a la presión, comenzando en el corte anular y extendiéndose unos diez centímetros más allá del extremo del módulo (es decir, de forma que quedaban libres unos diez centímetros de cinta). Después de aplicar la cinta al módulo, se fijó un dinamómetro al extremo de la cinta sensible a la presión. La porción del módulo que no se peló se arrolló en torno a un mandril de 30 milímetros de diámetro, dando cinco o seis vueltas. Se aplicó una cinta sobre la arrollada del módulo para acoplar el módulo al mandril. Se aplicó una fuerza al tubo protector para pelar el tubo protector y la capa intermedia retirándolas de las fibras ópticas contenidas en su interior, a una velocidad de entre unos 20 milímetros por segundo y unos 50 milímetros por segundo. La fuerza necesaria para pelar la porción especificada del tubo protector y de la capa intermedia se midió utilizando el dinamómetro.

60 **[0063]** Los presentes módulos de fibra óptica muestran un excelente rendimiento en términos de atenuación, a lo largo de un amplio rango de temperaturas.

[0064] A este respecto, la atenuación de los módulos de fibra óptica (*p. ej.*, unidades) puede medirse recurriendo a comprobaciones de ciclos de temperatura. Por ejemplo, una muestra de una unidad de fibra óptica se puede someter a un ciclo de temperaturas que varíe de -40° C a 70° C. Este ciclo de temperaturas puede llevarse a cabo dos veces en la muestra (*p. ej.*, dos ciclos de -40° C a 70° C).

65 **[0065]** Normalmente, los módulos de fibra óptica que contienen fibras ópticas monomodo insensibles al doblado tienen un máximo incremento de la atenuación (*es decir*, pérdida añadida) inferior a 0,1 dB/km (*p. ej.*, inferior a unos

0,05 dB/km) a unas longitudes de onda de 1550 nanómetros y 1625 nanómetros, respectivamente, durante dos ciclos de temperatura sucesivos de -40 °C a 70 °C. Más frecuentemente, los módulos de fibra óptica que contienen fibras ópticas monomodo insensibles al doblado tienen un máximo incremento de la atenuación inferior a 0,025 dB/km (*p. ej.*, inferior a unos 0,01 dB/km) a unas longitudes de onda de 1550 nanómetros y 1625 nanómetros, respectivamente, durante dos ciclos de temperatura de -40 °C a 70 °C.

[0066] La figura 4A muestra los datos de atenuación correspondientes a un ejemplo de módulos de fibra óptica. Muestra los ciclos de temperatura correspondientes a dos módulos de fibra óptica. Cada uno de los módulos de fibra óptica sometidos al ensayo incluía dos fibras ópticas monomodo insensibles al doblado conformes con las recomendaciones ITU-T G.657.A2. Por otra parte, cada uno de los módulos de fibra óptica que se sometieron al ensayo incluía un tubo protector PA12 con un diámetro interior de 0,55 milímetros y un diámetro exterior de 1,05 milímetros. La capa intermedia de cada uno de los módulos de fibra óptica sometidos al ensayo estaba hecha de Macroplast CF 412. La curva de rombos muestra la utilización de un aceite siliconado al 10% a 1550 nm. La curva de cuadros muestra la utilización de un aceite siliconado al 10% a 1625 nm. La curva de triángulos muestra la utilización de aceite siliconado al 20% a 1550 nm. La curva de espas (-x-) muestra la utilización de aceite siliconado al 20% a 1625 nm.

[0067] La figura 4B muestra los datos de atenuación correspondientes a un ejemplo de módulos de fibra óptica, cada uno de los cuales contiene dos fibras ópticas conforme a las recomendaciones ITU-T G.652.D. Como se muestra en la figura 4B, los módulos que contienen fibras ópticas monomodo estándar (SSMF) tienen un comportamiento de atenuación satisfactorio (*p. ej.*, tienen un incremento máximo de la atenuación inferior a aproximadamente 0,1 dB/km a unas longitudes de onda de 1550 nanómetros y 1625 nanómetros, respectivamente, durante dos ciclos sucesivos de temperatura de -20 °C a 70 °C). La curva de rombos muestra la utilización de aceite siliconado al 10% a 1550 nm. La curva de cuadros muestra la utilización de aceite siliconado al 10% a 1625 nm. La curva de triángulos muestra la utilización de aceite siliconado al 20% a 1550 nm. La curva de espas (-x-) muestra la utilización de aceite siliconado al 20% a 1625 nm.

[0068] En otro de sus aspectos, la presente invención se refiere a un método de fabricación de un módulo de fibra óptica.

[0069] Para la creación de una capa intermedia que incluya aceite siliconado como lubricante líquido, se reblandece un gel termoplástico mediante calentamiento (*p. ej.*, para reducir su viscosidad). El lubricante líquido se añade seguidamente al gel termoplástico. El gel termoplástico se mezcla para garantizar una distribución uniforme del lubricante líquido en el interior del gel termoplástico. Tras la mezcla, el gel termoplástico puede enfriarse.

[0070] Para formar un módulo de fibra óptica pueden realizarse simultáneamente una capa intermedia y un tubo protector mediante extrusión alrededor de una o más fibras ópticas. Alternativamente, en primer lugar, la capa intermedia es extrudida en torno a la fibra o fibras ópticas. Posteriormente, el tubo protector es extrudido en torno a la capa intermedia y la fibra o fibras ópticas. Los materiales utilizados para formar el tubo protector y la capa intermedia suelen calentarse para facilitar la extrusión. Por ejemplo, el material utilizado para formar la capa intermedia suele calentarse a una temperatura de entre aproximadamente 130 °C y 180 °C, y más generalmente, entre unos 150 °C y 180 °C (*p. ej.*, en torno a 160 °C).

[0071] Como ya se ha observado, las fibras ópticas también pueden recubrirse con un lubricante líquido antes del extrudido de la capa intermedia y el tubo protector en torno a la fibra o fibras ópticas.

[0072] En otro aspecto adicional, la presente invención incluye un cable de fibra óptica que contiene uno o más módulos de fibra óptica.

[0073] La figura 5 muestra un ejemplo de cable de fibra óptica 30. El cable de fibra óptica 30 incluye uno o más módulos de fibra óptica 31 según la presente invención (*p. ej.*, los módulos de fibra óptica 10 que se describen en las figuras 1 y 2). La figura 5 muestra un cable de fibra óptica 30 que incluye 24 módulos de fibra óptica 31.

[0074] Una funda de cable 32, que rodea los módulos de fibra óptica 31, puede ser una funda monocapa construida a partir de un material dieléctrico (*p. ej.*, polímeros no conductores). A modo de ejemplo, la funda de cable 32 puede construirse a partir de materiales poliméricos flexibles de calidad industrial, como el cloruro de polivinilo (PVC), polietileno, polipropileno, poliamidas (*p. ej.*, nylon), o poliéster (*p. ej.*, PBT). En una realización típica, la funda del cable 32 está construida con un material ignífugo libre de halógenos (HFFR). A funda del cable 32 también puede contener otros aditivos, como agentes nucleantes, retardantes de humos, antioxidantes, absorbentes UV y/o plastificantes.

[0075] La funda del cable 32 puede incluir componentes estructurales complementarios para aportar unas mayores fuerza y protección. Por ejemplo, pueden incorporarse uno o más (*p. ej.*, dos) elementos de refuerzo radiales 33 a la funda del cable 32. Los elementos de refuerzo radiales pueden fabricarse a partir de metal o fibra de vidrio (*p. ej.*, plástico reforzado con vidrio "GRP"). Los elementos de refuerzo radiales 33 ayudan a limitar las deformaciones del cable 30 provocadas por las fuerzas de tracción (*p. ej.*, las fuerzas de tracción que tienen lugar durante el tendido del cable 30 por un conducto). Los elementos de refuerzo radiales 33 también ayudan a limitar las deformaciones axiales del cable 30 provocadas por la contracción y la expansión de la funda del cable 32, que puede tener lugar cuando el cable 30 está sometido a grandes cambios de temperatura.

[0076] Como ya se ha indicado, los módulos de fibra óptica según la presente invención pueden utilizarse dentro de un amplio rango de temperaturas.

[0077] De este modo, el presente cable de fibra óptica puede someterse a ensayos conforme a la norma IEC 60794-1-1-F1 de ensayos de ciclos de temperatura. En una realización, el presente cable de fibra óptica tiene un cambio de atenuación (*es decir*, pérdida añadida) no superior a unos 0,2 dB/km medidos durante o con posterioridad a un ciclo de temperatura de -5 °C a 50 °C conforme a la norma IEC 60794-1-1-F1 de ensayos de ciclos de temperatura.

5 **[0078]** Alternativamente, el presente cable de fibra óptica puede someterse a ciclos de temperatura variables entre -40° C y 70° C. Estos ciclos de temperatura pueden llevarse a cabo dos veces en la muestra (*p. ej.*, dos ciclos de entre -40° C y 70° C). Como muestran los datos de los ensayos que se adjuntan en las figuras 6 y 7, los cables de fibra óptica según la presente invención suelen tener un incremento máximo de la atenuación (*es decir*, una pérdida añadida) inferior a unos 0,04 dB/km (*p. ej.*, menos de unos 0,02 dB/km) a unas longitudes de onda de 1550 nanómetros y 1625 nanómetros, respectivamente, durante dos ciclos sucesivos de temperatura de entre -40° C y 70° C.

10 **[0079]** La figura 6 describe un gráfico de ciclos térmicos del cable mostrando las variaciones en la atenuación a 1550 nm (en dB/km) en función de la temperatura (en ° C). Bajo el gráfico aparece una leyenda con la totalidad de las veinticuatro curvas. La figura 6 muestra un gráfico similar de ciclos térmicos del cable, mostrando las variaciones de atenuación a 1625 nm (en dB/km) en función de la temperatura (en ° C). Bajo el gráfico aparece una leyenda con la totalidad de las veinticuatro curvas.

15 **[0080]** En lo que respecta a las figuras 6 y 7, cada uno de los cables de fibra óptica sometidos al ensayo incluía 12 módulos de fibra óptica. Cada módulo incluía dos fibras ópticas monomodo insensibles al doblado que se ajustaban a las recomendaciones ITU-T G.657.A2. Cada módulo incluía un tubo protector PA12 con un diámetro interior de 0,55 milímetros y un diámetro exterior de 1,05 milímetros que rodeaba las fibras ópticas. La capa intermedia de cada módulo estaba hecha de Macroplast CF 412 e incluía aceite siliconado al 13 por ciento. Cada uno de los cables de fibra óptica sometidos al ensayo tenía una funda de cable fabricada en un material ignífugo y libre de halógenos (HFFR) con un diámetro interior de 5,6 milímetros y un diámetro exterior de 10 milímetros. Cada uno de los cables de fibra óptica sometidos al ensayo tenía dos elementos de refuerzo radiales de GRP con un diámetro de 1,0 milímetros.

20 **[0081]** Un cable de fibra óptica según la presente invención resulta especialmente adecuado para la distribución de una red óptica de telecomunicaciones por el interior de un edificio. Para facilitar la distribución de la red óptica de telecomunicaciones por el interior de un edificio, los módulos de fibra óptica 31 pueden desviarse del cable de fibra óptica 30. Para desviar los módulos de fibra óptica 31 del cable de fibra óptica 30, se efectúan dos cortes en la funda del cable 32 para crear (*i*) una primera abertura a través de la cual se corta un módulo de fibra óptica 31 y (*ii*) una segunda abertura a través de la cual se tira del módulo de fibra óptica cortado 31 para desviarlo. La distancia entre el primer y el segundo corte suele ser de unos 20 metros, lo que permite desviar una longitud aproximada de 20 metros del módulo de fibra óptica 31.

25 **[0082]** En la descripción y/o en las figuras se muestran realizaciones típicas de la invención. La presente invención no se limita a dichos ejemplos de realización. La utilización del término "y/o" incluye cualquiera u todas las combinaciones de uno o más de los elementos indicados asociados. Las figuras son representaciones esquemáticas y por tanto no se han dibujado necesariamente a escala. A menos que se indique otra cosa, los términos específicos se han utilizado en un sentido genérico y descriptivo, y no tienen carácter exhaustivo.

35

REIVINDICACIONES

1. Módulo de fibra óptica (10, 31), que comprende:
 una o más fibras ópticas (11);
 5 una capa intermedia (12) que contiene una o más fibras ópticas (11), donde dicha capa intermedia (12) comprende (i) un medio polimérico y (ii) un lubricante líquido disperso en dicho medio polimérico; y un tubo protector (13, 32) que rodea a dicha fibra o fibras ópticas (11) y a dicha capa intermedia, donde dicho medio polimérico comprende un gel termoplástico formulado a partir de polímeros sintéticos de hidrocarburos,
 10 donde dicho gel termoplástico posee un punto de reblandecimiento superior a 70 °C, donde dicho lubricante líquido comprende el aceite siliconado, caracterizado porque dicha capa intermedia (12) comprende entre un 10 por ciento en peso y un 20 por ciento en peso de aceite siliconado.
2. El módulo de fibra óptica (10, 31) según la reivindicación 1, donde dicho módulo de fibra óptica (10, 31) incluye exactamente una fibra óptica o comprende una pluralidad de fibras ópticas.
 15
3. Módulo de fibra óptica (10, 31) según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde dicho gel termoplástico presenta un punto de transición vítrea inferior a -40 °C.
- 20 4. Módulo de fibra óptica (10, 31) según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde dicho tubo protector (13, 32) está fabricado en un material termoplástico, seleccionado preferiblemente entre los integrantes del grupo formado por i) un poliéster, preferiblemente politereftalato de butileno (PBT), tereftalato de polibutileno nucleado, o tereftalato de polibutileno de baja retractibilidad; ii) un nylon, preferiblemente poliamida 12 (PA12), poliamida 12 amorfa o poliamida 11; iii) un cloruro de polivinilo (PVC); iv) poliolefinas, preferiblemente polietileno (PE) o polipropileno (PP); v) materiales libres de halógenos, retardantes de la llama (HFRR); vi) polímeros de uretano, preferiblemente acrilatos de uretano y/o una o más de sus mezclas.
- 25
5. módulo de fibra óptica (10, 31) según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde no hay sustancialmente espacio libre entre dicha fibra o fibras ópticas (11, 31) y dicha capa intermedia (12).
 30
6. Módulo de fibra óptica (10, 31) según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde no hay sustancialmente espacio libre entre dicha capa intermedia y dicho tubo protector (13).
 35
7. Módulo de fibra óptica (10, 31) según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde i) cada una de dichas fibras ópticas (11) es una fibra óptica monomodo; y ii) durante dos ciclos de temperatura variables entre -40 °C y 70 °C, cada una de dichas fibras ópticas (11) presenta un incremento máximo de la atenuación inferior a 0,1 dB/km, preferiblemente inferior a 0,05 dB/km, y más preferiblemente inferior a 0,025 dB/km a unas longitudes de onda de 1550 nanómetros y 1625 nanómetros.
 40
8. Módulo de fibra óptica (10, 31) según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde se pueden retirar sustancialmente de dicha fibra o fibras ópticas (11), en una sola operación y utilizando una fuerza de pelado inferior a 20 N al menos 300 milímetros, preferiblemente 600 milímetros y más preferiblemente 1200 milímetros de dicho tubo protector (13, 32) y de dicha capa intermedia (12).
 45
9. Módulo de fibra óptica (10, 31) según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde se pueden retirar sustancialmente de dicha fibra o fibras ópticas (11), en una sola operación y utilizando una fuerza de pelado inferior a 15 N al menos 400 milímetros de dicho tubo protector (13, 32) y de dicha capa intermedia.
 50
10. Módulo de fibra óptica (10, 31) según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde se pueden retirar sustancialmente de dicha fibra o fibras ópticas (11), en una sola operación y utilizando una fuerza de pelado inferior a 10 N al menos 600 milímetros de dicho tubo protector (13, 32) y de dicha capa intermedia.

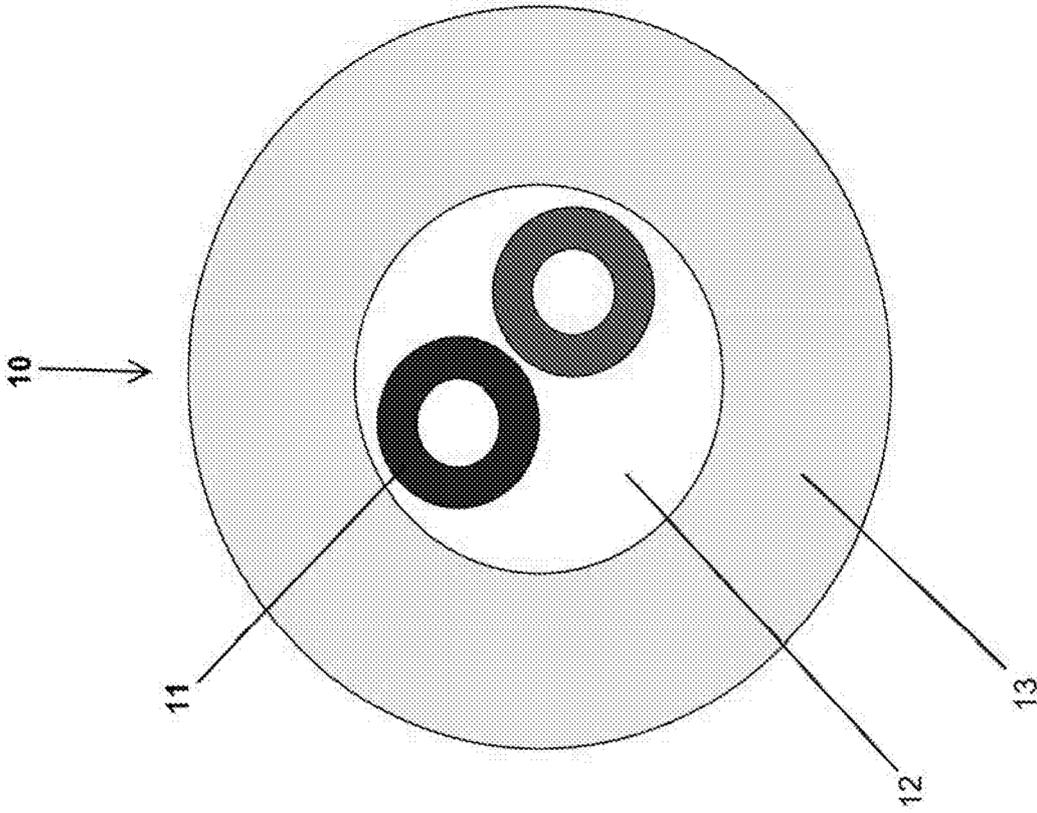


Fig. 2

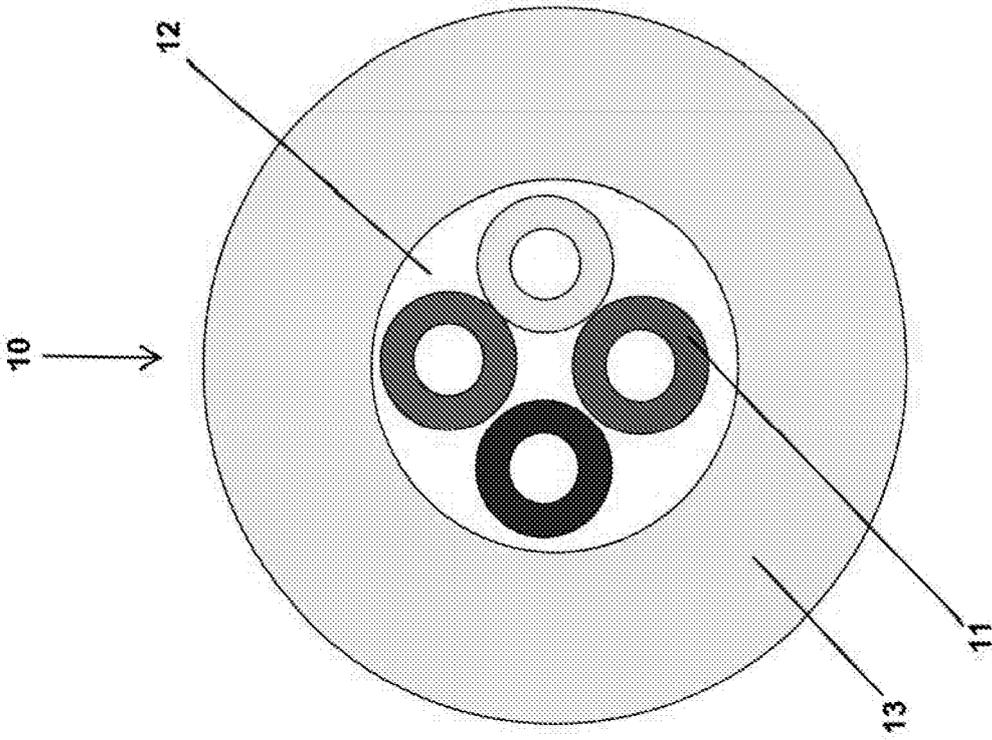


Fig. 1

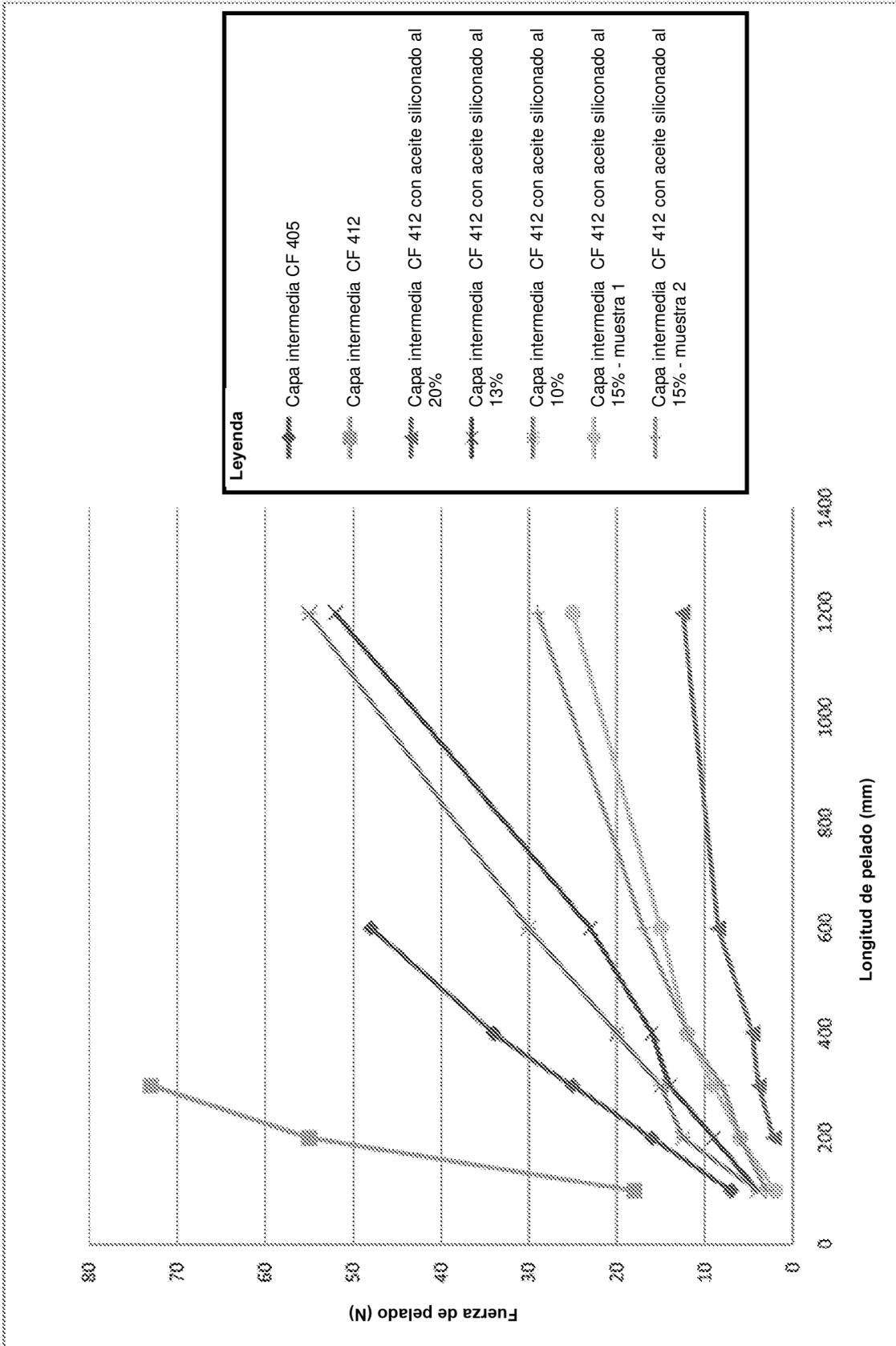


Fig. 3

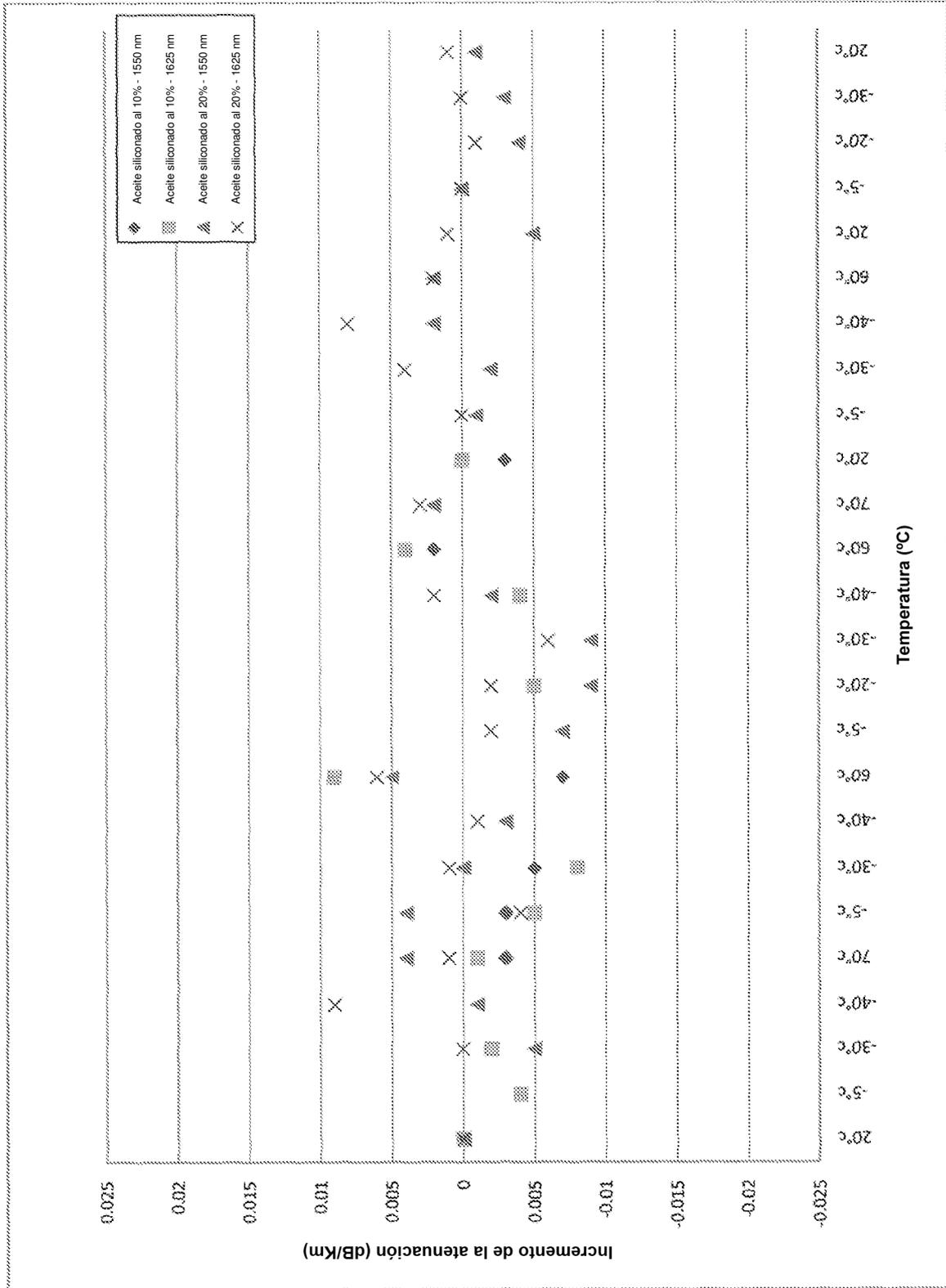


Fig. 4A

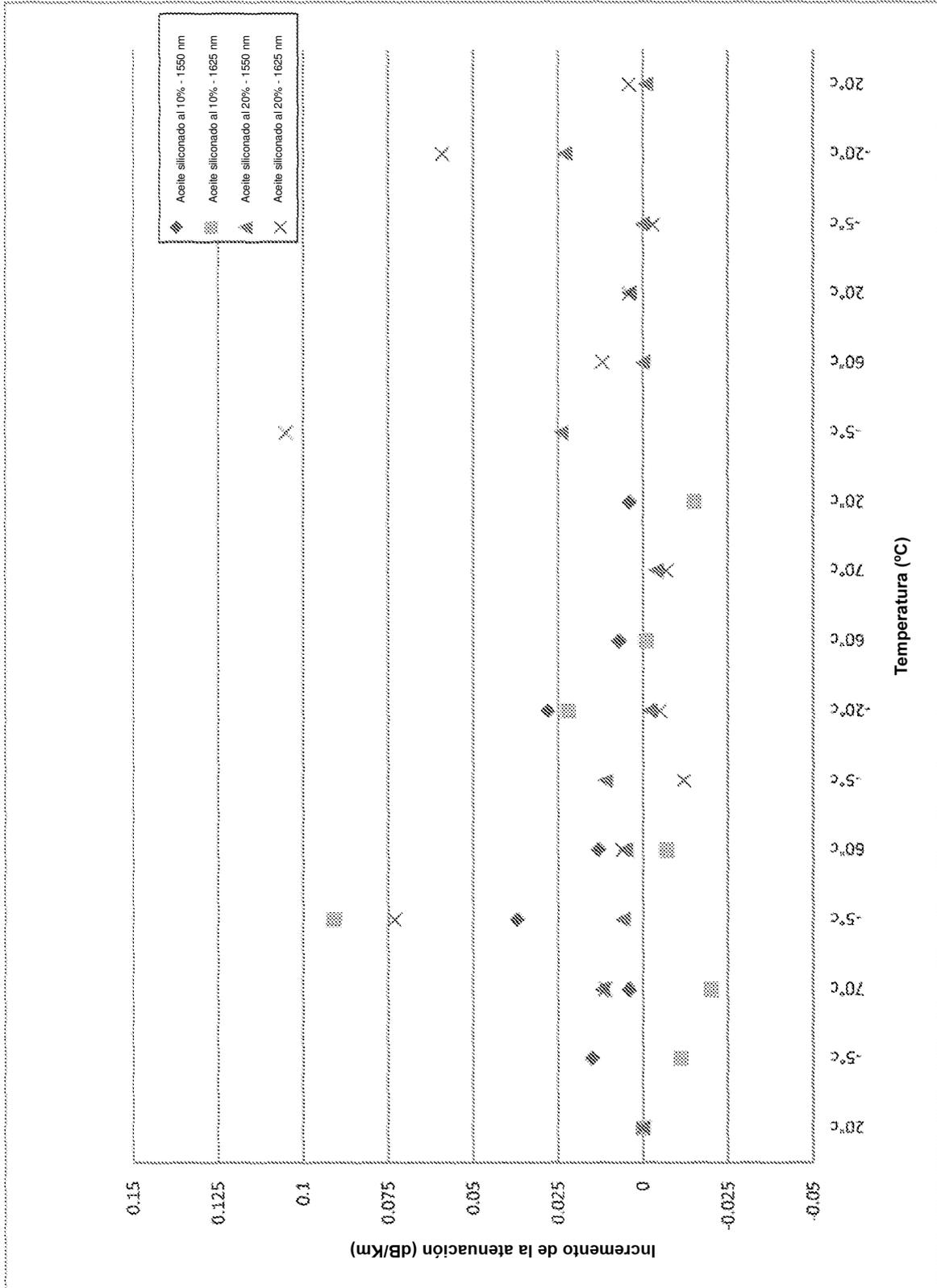


Fig. 4B

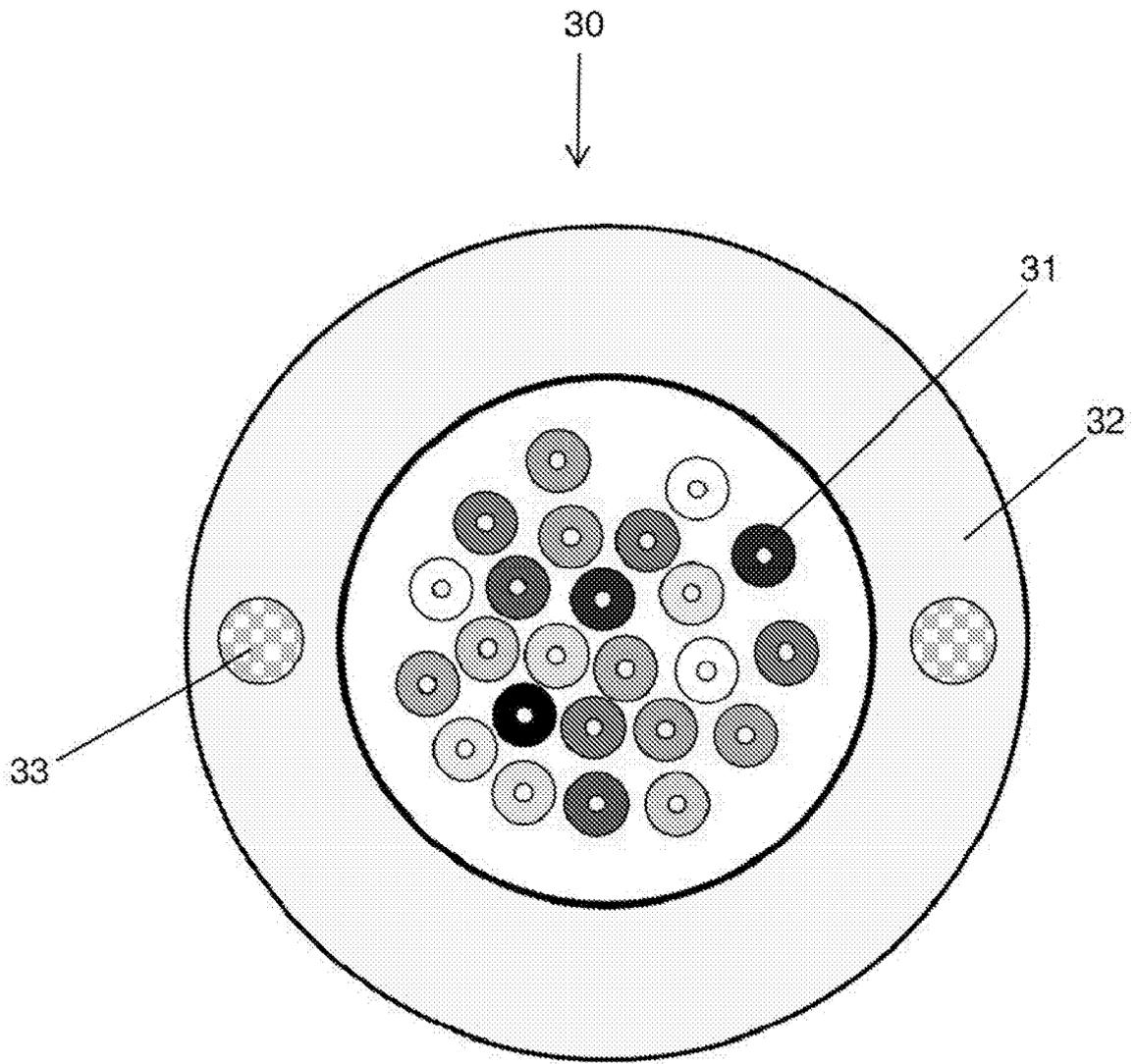


Fig. 5

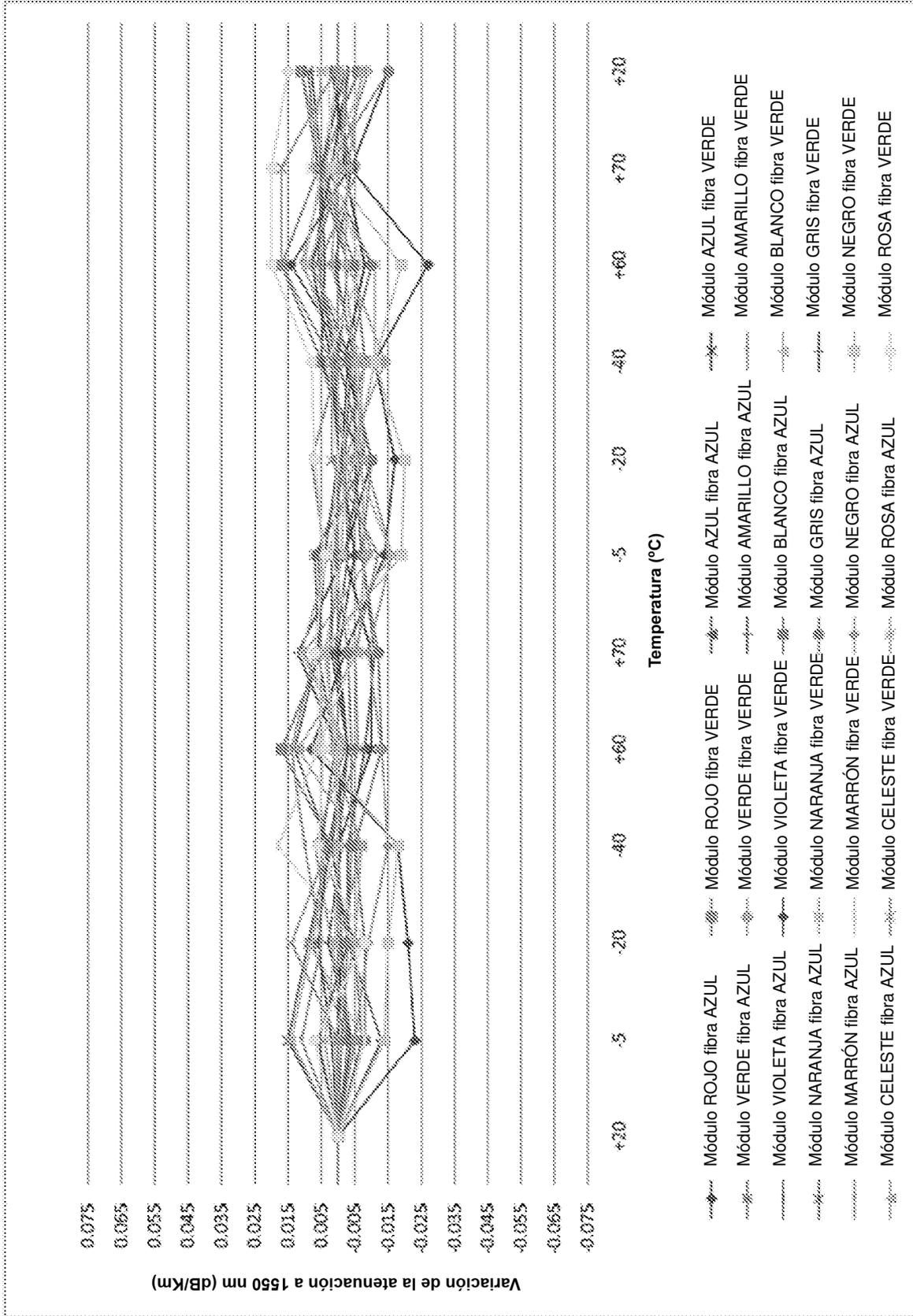


Fig. 6

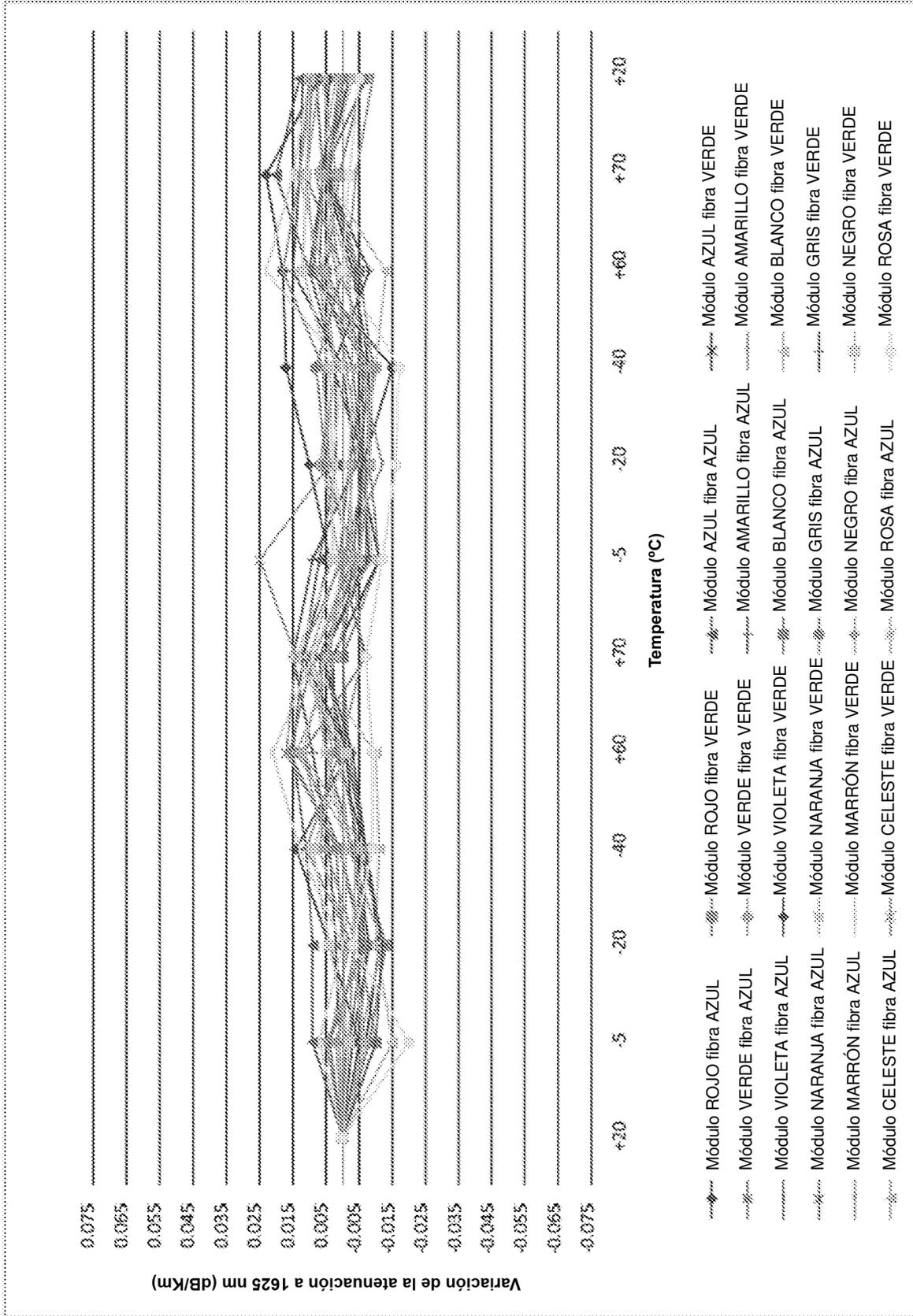


Fig. 7

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- WO 0242422 A1 [0006]
- US 2007031096 A1 [0007]
- US 5761363 A1 [0008]
- US 4641916 A1 [0009]
- US 4072400 A [0010]
- US 61379931 A [0034]
- WO 2009091243 A1 [0038]
- US 0882927 W [0053]
- WO 2009062131 A1 [0053]
- US 267732 A [0053]
- US 20090175583 A1 [0053]

10