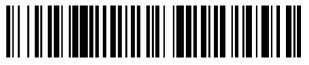




OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: 2 731 696

61 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01) H01B 11/22 (2006.01) B29D 11/00 (2006.01)

12 TRAD

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: 04.08.2011 PCT/IB2011/002162

(87) Fecha y número de publicación internacional: 07.02.2013 WO13017906

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 04.08.2011 E 11785468 (7)

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 20.03.2019 EP 2740000

54 Título: Cable de derivación de fibra óptica con un riesgo de incendio reducido

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 18.11.2019

(73) Titular/es:

PRYSMIAN TELECOM CABLES AND SYSTEMS UK LIMITED (50.0%)
Chickenhall Lane
Eastleigh, Hampshire SO50 6YU, GB y
DRAKA COMPTEQ FRANCE SAS (50.0%)

(72) Inventor/es:

SUTEHALL, RALPH; DAVIES, MARTIN; LANG, IAN DEWI y BONICEL, JEAN-PIERRE

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

DESCRIPCIÓN

Cable de derivación de fibra óptica con un riesgo de incendio reducido

Antecedentes de la invención

5

10

15

20

25

30

35

45

50

La presente invención versa acerca de un cable de fibra óptica para telecomunicaciones, en particular acerca de un cable de derivación de fibra óptica desplegado de forma adecuada tanto en el exterior como en el interior.

Por "cable de derivación" se quiere decir un cable óptico que opera como el último eslabón de una red de distribución de acceso, que normalmente da servicio a un único abonado.

Los cables de telecomunicaciones de fibra óptica para un uso exterior deberían tener características mecánicas de forma que soporten una situación que supone un desafío medioambiental. Por ejemplo, según se documenta en el documento GB2368404, los cables de derivación de telecomunicaciones aéreos son suspendidos de mástiles en una catenaria y se comban debido a su propio peso. La extensión del combado tras su instalación es determinada por la tensión en el cable de derivación y está diseñada para que se encuentre dentro de un intervalo de valores determinado por la tensión aceptable del cable de derivación y la extensión aceptable del combado final para evitar un peligro. Además, los cables de derivación montados externamente son sometidos a una carga variable adicional debida a la fuerza del viento y al asentamiento de humedad o a la formación de hielo. Esta carga adicional tiene como resultado una deformación en el cable de derivación y afectará a todos los componentes del cable, incluyendo los componentes que transportan datos.

Normalmente se proporcionan elementos de refuerzo en el cable para aumentar la resistencia al esfuerzo de deformación. Por ejemplo, se proporcionan miembros de refuerzo, preferentemente dos diametralmente opuestos, embebidos en la vaina más externa del cable según se muestra, por ejemplo, en el documento US 20100202741 y en el documento US 4723831. En la experiencia de los solicitantes, cuanto más cerca se encuentren los miembros de refuerzo de la superficie del cable más eficaz es la transferencia de carga. El dispositivo que fija el cable al mástil normalmente actúa aumentando la cantidad de compresión radial sobre el cable, de forma que se aumente la transferencia de carga a los miembros de refuerzo del cable según aumenta la carga sobre el cable. Si el grosor radial de la vaina del cable sobre el miembro de refuerzo es demasiado delgado entonces el material de la vaina se romperá, pero si el referido grosor es demasiado elevado entonces se reducirá la cantidad de carga que se transfiere al miembro de refuerzo, dado que la vaina del cable actúa como un amortiguador y puede producirse un cizallamiento de la vaina y posiblemente una rotura o un deslizamiento.

La vaina externa de un cable de derivación de antena está fabricado, normalmente, de un material que tiene una resistencia mecánica y medioambiental adecuada para un uso exterior en la ubicación planeada del cable. Ejemplos de materiales aptos para el alcance son el polietileno, en particular el polietileno de alta densidad (HDPE) (véase, por ejemplo, el documento US2005002623) y el cloruro de polivinilo (PVC) (véase, por ejemplo, el documento US 4723831).

Se desea un cable de derivación de telecomunicaciones de múltiples fines, adecuado tanto para un uso exterior (externo, aéreo, subterráneo) como interior.

Según algunos estándares nacionales, solo se puede instalar una longitud limitada de un cable que contiene materiales con un riesgo de incendio no reducido en un edificio. Si se supera la longitud interior requerida para la conexión el cable debe ser cambiado por un cable con un riesgo de incendio reducido y esto implica la instalación de una junta de transición. De forma alternativa, el cable debe instalarse en algún tipo de contención. Ambas soluciones son costosas.

Un cable que tiene una vaina con un riesgo de incendio reducido no es adecuado para un uso exterior cuando se requiere una resistencia a esfuerzos medioambientales (tanto mecánicos como químicos), que puede no proporcionarse suficientemente por la provisión de la vaina con un riesgo de incendio reducido.

El documento US 6 236 791-B1 da a conocer un cable óptico ignífugo con uno o más conductores de fibra óptica que están ubicados en una trenza con una envoltura de polipropileno o en un elemento de soporte de polipropileno, al igual que con una camisa externa. El polipropileno contiene un aditivo ignífugo, cuya base es un polifosfato de amonio, y la camisa está fabricada de un material ignífugo libre de halógeno.

El documento US 4723831 ya mencionado versa acerca de un cable de fibra óptica que puede ser utilizado en la red local de distribución, incluyendo en aplicaciones externas a la central, tales como un cable de distribución o de servicio enterrado, y en aplicaciones de interior tales como un cable vertical o plenum. Dicho cable incluye una primera camisa, que comprende, normalmente, un material de cloruro de polivinilo, un miembro de alma que comprende al menos una fibra óptica, y una envoltura del alma de fibras de vidrio tejidas que rodean con holgura la o las fibras ópticas. El cable comprende, además, tres miembros no metálicos de refuerzo (o grupos de miembros de refuerzo) embebidos completamente en la primera camisa y acoplados al mismo. Los huecos entre la o las fibras ópticas y la envoltura del alma están llenos de una composición de grasa ignífuga.

Una resistencia a la deformación también es importante para un cable de interior. Durante un despliegue interior, el cable de derivación puede ser traccionado una longitud considerable y a través de un paso tortuoso y también estrecho. Además, un cable interior puede adolecer de fluctuaciones de temperatura, en particular por una contracción a bajas temperaturas tras su despliegue. La presencia de miembros de refuerzo es importante para proporcionar al cable una resistencia adecuada a esfuerzos de deformación. Además, es deseable tener miembros de refuerzo que sean capaces de soportar cargas de compresión axial, tales como las debidas a una contracción térmica provocada por fluctuaciones de temperatura.

El cable Flextube™ de Draka descrito en el folleto estándar FVDIFT-D2-KHKP-(2-4)-BBXS-0e del 15 de enero de 2010 comprende un micromódulo que aloja fibras ópticas rodeadas por una vaina interna de material libre de halógeno de baja producción de humo. Dicha vaina interna, a su vez, está rodeada por un refuerzo dieléctrico fabricado de material plástico reforzado con fibra de vidrio e hilos de aramida. Una vaina externa fabricada de HDPE que embebe dos miembros diametralmente opuestos de refuerzo rodea el conjunto. Se concibe el cable para una instalación aérea en mástiles, una instalación en conductos o en una pared frontal. La instalación interior del cable es factible tras la eliminación de la vaina externa. Se dice que la presencia de un refuerzo dieléctrico proporciona a dicho cable una resistencia a esfuerzos de deformación incluso cuando se retira la vaina externa y los miembros de refuerzo embebidos en la misma.

Aunque los hilos de aramida como miembros de refuerzo están muy probados, puede existir un problema en su uso cuando existe una máxima resistencia a la tracción definida solicitada para el cable. La carga a la que se rompen finalmente los hilos de aramida no está tan bien definida como para los miembros de refuerzo metálicos o de grp (polímero reforzado con vidrio), sino que más bien se encuentra en un intervalo que puede proporcionar una incertidumbre en la aplicación, a no ser que se aumente el tamaño, lo que tiene como resultado costes muy elevados. Además, los hilos de aramida no proporcionarían una resistencia a la compresión axial, por ejemplo, debida a una contracción térmica.

Los miembros de refuerzo fabricados de grp pueden tener una relación menor de resistencia con respecto al diámetro que la del miembro metálico de refuerzo. Como consecuencia, si se desea que un cable dotado de miembros de grp tenga la misma resistencia a la tracción que un cable con miembros metálicos de refuerzo, tal cable debería tener un mayor diámetro externo.

Los solicitantes afrontaron el problema de proporcionar un cable de derivación de telecomunicaciones adecuado tanto para un uso exterior como un uso interior. En particular, los solicitantes afrontaron el problema de proporcionar un cable con resistencia a la deformación y medioambiental adecuada cuando se utiliza en el exterior, y de mantener una resistencia a la deformación y rendimientos de ingnifuguicidad suficientes cuando se utiliza en el interior.

Se creyó que la ubicación de los miembros de refuerzo cerca de la superficie externa del cable era requerida para transferir la carga del dispositivo de fijación a los miembros de refuerzo, pero si dichos miembros de refuerzo se encuentran embebidos en la vaina externa, fabricada de un material adecuado para una aplicación exterior pero no ignifugo, se pierden con la eliminación de la vaina externa en el momento del despliegue en el interior.

El solicitante planeó el diseño de un cable de derivación de fibra óptica con miembros de refuerzo embebidos en una vaina interna ignífuga, mientras se proporcionaba una transferencia adecuada de carga del dispositivo de fijación a miembros de refuerzo embebidos tan profundamente en la estructura del cable.

Sumario

5

10

15

20

30

35

- 40 La presente divulgación versa acerca de un cable de telecomunicaciones que comprende al menos una unidad de fibra óptica rodeada por una vaina interna polimérico libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido que está cubierta por una vaina externa polimérica pelable medioambientalmente resistente, y en contacto con la misma, al menos dos miembros diferenciados de refuerzo, preferentemente miembros diametralmente opuestos de refuerzo, que están embebidos en la vaina interna polimérica libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido.
- Para el fin de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, excepto cuando se indique lo contrario, se debe comprender que todos los números que expresan cantidades, porcentajes, etcétera, son modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Además, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximo y mínimo divulgados e incluyen cualquier intervalo intermedio en los mismos, que puede enumerarse específicamente o no en la presente memoria.
- 50 Por "miembros diferenciados de refuerzo" se quiere decir elementos de miembro de refuerzo en forma de varillas, de trenzas o similares, a diferencia de capas de miembro de refuerzo, tales como capas de hilos de aramida o similares.

En la presente descripción y en las reivindicaciones, se entiende como "unidad de fibra óptica" una única fibra óptica, amortiguada opcionalmente, o una pluralidad de fibras ópticas montadas para formar una unidad de múltiples fibras, contenidas, opcionalmente, en un tubo o micromódulo.

La al menos unidad de fibra óptica puede estar bien rodeada por la vaina interna polimérica libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido o bien embebida en la misma.

En una realización preferente, al menos una unidad de fibra óptica está trenzada con al menos un elemento de trenzado. El trenzado puede ser bien SZ o helicoidal. La configuración de trenzado proporciona al cable un exceso positivo de longitud de fibra óptica. Un exceso positivo de longitud de fibra óptica puede ayudar y aliviar en el esfuerzo de deformación de la fibra óptica.

El elemento de trenzado puede seleccionarse entre una unidad de fibra óptica; un alambre o trenza o par trenzado metálico; o una varilla o un tubo polimérico.

En una realización preferente, el elemento metálico de trenzado es un par trenzado de conductores eléctricos aislados.

Los conductores eléctricos aislados pueden estar fabricados de cobre, de aluminio o de un material compuesto de los mismos

En otra realización preferente, el elemento de trenzado de alambre metálico es un conductores eléctrico aislado.

15

50

En una realización preferente, al menos una unidad de fibra óptica está trenzada con un par de conductores eléctricos aislados trenzados, de forma que se tenga como resultado un cable híbrido. Un cable híbrido es un cable que contiene tanto una fibra óptica como uno o más conductores eléctricos, bien para un suministro eléctrico o bien en forma de un par trenzado, adecuado, por ejemplo, para proporcionar un suministro eléctrico al aparato telefónico en situaciones de emergencia cuando se ha interrumpido el suministro de la red eléctrica al local en el que se encuentra ubicado el teléfono, o para proporcionar una conexión telefónica alternativa a través del par trenzado.

Según la presente descripción y las reivindicaciones, se entiende que "vaina interna polimérica libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido" es una vaina fabricada de un material polimérico que cumple con los requisitos de IEC 60332-1-2 (2004).

Un ejemplo preferente de una vaina interna polimérica libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido está basado en un copolímero de etileno al que se ha añadido un material de carga ignífugo inorgánico, por ejemplo un óxido o hidróxido inorgánico.

- En la superficie externa de la vaina interna del presente cable se pueden proporcionar uno o, preferentemente, dos surcos. Por ejemplo, se proporciona un surco en un plano que forma un ángulo de sustancialmente 90° con el plano de los miembros longitudinales diametralmente opuestos de refuerzo. El surco permite identificar un plano apropiado para llevar a cabo un corte longitudinal en la vaina interna en el momento de acceder a la unidad de fibra óptica contenida en la misma.
- 30 Según la presente descripción y las reivindicaciones, se entiende como "vaina externa polimérica medioambientalmente resistente" una vaina fabricada de un material con capacidad de resistencia contra esfuerzos químicos y mecánicos que es probable que se produzcan durante el uso exterior concebido del cable. Por ejemplo, un material adecuado medioambientalmente resistente es el polietileno, en particular el HDPE.
- Se dice que la vaina externa polimérica medioambientalmente resistente del presente cable es pelable. Por "pelable" se concibe una vaina externa separable de la vaina interna subyacente sin dañar la vaina interna y sin dejar sustancialmente residuos sobre la misma.

A modo de ejemplo, la vaina externa puede ser pelada de la vaina interna hendiendo una línea a lo largo de la vaina externa y aplicando una fuerza radial de pelado desde 0,1 N hasta 10 N, preferentemente desde 0,1 N hasta 5 N, sobre la vaina externa.

- El cable puede comprende un elemento de separación, por ejemplo, un cordón de apertura, para facilitar el pelado de la vaina externa. El elemento de separación puede estar colocado en la superficie de contacto entre la vaina externa y la vaina interna. Por ejemplo, se puede proporcionar un elemento de separación en un plano que forma un ángulo de sustancialmente 90° con el plano de los miembros longitudinales diametralmente opuestos de refuerzo.
- Los miembros de refuerzo embebidos en la vaina interna polimérica libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido son elementos diferenciados (agrupados).

Los miembros de refuerzo pueden estar fabricados de material dieléctrico, tal como varillas de vidrio o de resina reforzada con fibras de aramida o, de forma alternativa, pueden estar fabricadas de metal, por ejemplo en forma de alambres o de trenzas de alambres metálicos, por ejemplo alambres de acero chapados en cobre.

En una realización preferente, el cable comprende dos miembros diametralmente opuestos de refuerzo. Más preferentemente, los dos miembros diametralmente opuestos de refuerzo son metálicos.

El cable de telecomunicaciones de la divulgación es, preferentemente, un cable de derivación concebido para un uso exterior e interior. Ejemplos de uso exterior del presente cable son subterráneos, aéreos y externos a las paredes de

un edificio. El presente cable resulta ser particularmente ventajoso en una aplicación aérea en la que el cable está normalmente suspendido sobre dos o más mástiles.

Cuando se utiliza el cable en una instalación en suspensión, puede ser ventajoso el uso de miembros de refuerzo fabricados de metal para soportar las condiciones de esta aplicación que suponen un reto medioambiental. Sin embargo, la coexistencia de conductores eléctricos aéreos con corriente puede provocar un arco de tensión eléctrica a través de los miembros metálicos de refuerzo. En este caso, el cable puede estar dotado de una vaina externa suficientemente gruesa para interrumpir el campo eléctrico.

Una ventaja proporcionada por el presente cable, en particular por el embebimiento de los miembros de refuerzo en la vaina interna polimérica libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido, es que el cable puede ser desplegado en una instalación en suspensión incluso cuando los miembros de refuerzo son metálicos. Se ha descubierto que la posición de dichos miembros de refuerzo se encuentra suficientemente alejada de la superficie externa del cable que proporciona al cable un rendimiento satisfactorio de cortocircuito.

Dado que los miembros de refuerzo están embebidos en la vaina interna, a su vez rodeada por la vaina externa, su posición se encuentra suficientemente alejada de la superficie del cable a pesar del grosor reducido de la vaina externa, de manera que se proporcione el rendimiento eléctrico deseado.

Preferentemente, la vaina externa del presente cable tiene un grosor, como máximo, de un 10% del diámetro externo del cable. Este parámetro es notable cuando se compara con los cables anteriores para un uso en una instalación aérea, en los que la vaina externa tiene un grosor de un 20% o más del diámetro externo del cable.

La reducción del grosor de la vaina externa proporciona un número de ventajas:

- La compresión ejercida por el dispositivo que fija el cable al mástil en el despliegue exterior es suficiente para evitar la separación/el deslizamiento de la vaina externa del/sobre la vaina interna bajo esfuerzos de deformación longitudinales.
 - La fuerza de unión que garantiza la deformación de congruencia mecánica entre la vaina externa y la vaina interna es menor.
- 25 Se facilita la capacidad de pelado de la vaina externa.

5

10

15

30

40

Por "congruencia mecánica" se quiere decir la capacidad de dos o más partes de moverse o de soportar la deformación sustancialmente como un todo.

Preferentemente, un cable que incluye tres unidades de fibra óptica con dos fibras ópticas cada una, o dos unidades de fibra óptica (con doce fibras ópticas cada una) trenzadas con un par trenzado de conductores aislados tiene un diámetro externo desde 6 hasta 7 mm.

El uso de miembros metálicos de refuerzo en el cable de la divulgación proporciona otra ventaja. El uso de miembros metálicos de refuerzo tiene como resultado un cable con un rendimiento mejorado a la tracción (máxima tensión de trabajo de 1300-1500 N) en comparación con el de uno que utiliza miembros no metálicos de refuerzo (máxima tensión de trabajo de 800 N).

El mayor rendimiento a la tracción, junto con el diámetro externo limitado del cable, hace que el presente cable sea adecuado para tramos más largos o una carga más extrema de viento y de hielo que los que tienen miembros no metálicos de refuerzo, como se mostrará a continuación.

El procedimiento de instalación del cable de la presente divulgación comprende tender el cable desde una ubicación en el exterior (por ejemplo, desde un mástil exterior en el que está fijado el cable) hasta una ubicación interior y pelar la vaina externa pelable en la sección del cable que ha de ubicarse en el interior.

El pelado de la vaina externa se lleva a cabo mediante una técnica conocida que emplea, por ejemplo, dispositivos peladores de vainas o hendedor de vainas, o con la ayuda de un elemento de separación comprendido en el cable, tal como un cordón de apertura o similar.

En el caso en el que el cable comprende al menos una unidad de fibra óptica trenzada con al menos otro elemento, el procedimiento de fabricación comprende, preferentemente, una etapa de oscilación (de forma S-Z) o de trenzado (en forma helicoidal continua) los elementos que han de ser trenzados (la o las unidades de fibra óptica y el o los otros elementos de trenzado) antes de una primera etapa de envainado en la que se extrude la vaina interna sobre la unidad trenzada (la o las unidades de fibra óptica y el o los otros elementos de trenzado) embebiendo los miembros diametralmente opuestos de refuerzo. Entonces, se lleva a cabo una segunda etapa de envainado para extrudir la vaina externa sobre la vaina interna, y en contacto con la misma.

De forma ventajosa, las etapas primera y segunda de envainado son llevadas a cabo al mismo tiempo o inmediatamente una tras la otra. Preferentemente, las etapas primera y segunda de envainado son llevadas a cabo por un cabeza de extrusión doble, de forma que se coextrudan la vaina interna y la vaina externa. Esto es ventajoso

debido a que la extrusión de la vaina externa sobre una vaina interna, y en contacto con la misma, aún caliente proporciona una unión térmica de los materiales.

Cuando se aplica la vaina externa inmediatamente después de la capa de la vaina interna, se reduce la temperatura de la capa de la vaina interna, preferentemente, en menos de un 10% con respecto a la temperatura de extrusión de la capa de la vaina interna.

Tanto en el caso de una coextrusión como de una extrusión de una capa inmediatamente tras la otra, el experto seleccionará la diferencia de temperatura entre el material extrudido de la vaina interna y el de la vaina externa en vista del tipo de materiales utilizados para las vainas externa e interna. Si la diferencia de temperatura es demasiado grande, los materiales se fundirán térmicamente entre sí, al menos parcialmente, aumentando, de ese modo, la fuerza de pelado, mientras que si es demasiado pequeña entonces habrá poca o ninguna adhesión entre las vainas interna y externa y esto podría introducir una "capa de deslizamiento" entre las vainas interna y externa, limitando, de esta manera, la resistencia a la deformación del cable.

Preferentemente, cuando la capa externa está fabricada de HDPE y la capa interna es un compuesto polimérico a base de caucho de silicona, la temperatura de extrusión de la capa 6 de la vaina externa es desde 40°C hasta 70°C superior a la temperatura de la capa 4 de la vaina interna cuando se extrude la capa 6 de la vaina externa sobre la capa 4 de la vaina interna.

Breve descripción de los dibujos

10

15

35

La presente invención resultará completamente clara leyendo la siguiente descripción detallada, que ha de ser leída haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 20 la Figura 1 es una vista en sección transversal de un cable según la presente divulgación;
 - la Figura 2 es una vista en sección transversal de otro cable según la presente divulgación;
 - la Figura 3 es una vista en sección transversal de otro cable según la presente divulgación;
 - la Figura 4 es una vista en sección transversal de otro cable según la presente divulgación;
 - la Figura 5 es una vista en sección transversal de otro cable según la presente divulgación;
- 25 la Figura 6 es una vista en perspectiva de un cable según la presente divulgación.

Descripción detallada de realizaciones preferentes

La Figura 1 muestra un cable 1a según la presente divulgación. El cable 1a incluye dos unidades 2 de fibra óptica, comprendiendo cada una un tubo 2a que aloja un número de fibras ópticas 2b (generalmente doce, aunque el dibujo solo muestra ocho).

Normalmente, las fibras ópticas 2b están alojadas con holgura en el interior del tubo 2a, de forma que no haya sustancialmente ningún acoplamiento mecánico entre las fibras 2b y el tubo 2a, evitando, de ese modo, que se transmita una carga aplicada sobre el tubo a las fibras.

La unidad 2 de fibra óptica está trenzada con un elemento de trenzado que, en el caso mostrado, es un par trenzado 3 de conductores eléctricos aislados, comprendiendo cada uno un conducto 3a de cobre rodeado por una capa aislante 3b. La capa aislante 3b puede estar fabricada, por ejemplo, de una mezcla de homopolímero o copolímero de propileno y de copolímero de etileno que comprende un material de carga inorgánico, por ejemplo hidróxido de aluminio o de magnesio, según se describe, por ejemplo, en los documentos EP 0 893 801, EP 0 893 802 o WO 99/05688.

Las unidades 2 de fibra óptica y el elemento 3 de trenzado están embebidos en una vaina interna 4.

La vaina interna 4 está fabricada de un polímero libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido que cumple con los requisitos de IEC 60332-1-2 (2004). Los materiales adecuados para la vaina interna 4 son, por ejemplo, polímeros termoplásticos libres de halógeno de copolímero de etileno comercializados con el nombre de Megolon® por AlphaGary. De forma alternativa, se puede utilizar una mezcla de homopolímero o copolímero de propileno y de copolímero de etileno que comprende un material de carga inorgánico, por ejemplo hidróxido de aluminio o de magnesio, según se describe, por ejemplo, en los documentos EP 0 893 801, EP 0 893 802 o WO 99/05688.

Se embeben dos miembros diametralmente opuestos 5 de refuerzo en la vaina interna 4. En particular, cada miembro 5 de refuerzo está compuesto por tres alambres 5a, por ejemplo alambres de acero chapado en cobre, teniendo cada uno un diámetro de 0,32 mm.

La vaina interna 4 está rodeada por una vaina externa pelable medioambientalmente resistente 6, y en contacto con la misma. A modo de ejemplo, la vaina externa 6 está fabricada de HDPE.

Por ejemplo, la vaina externa tiene un grosor de 0,5 mm en un cable que tiene un diámetro externo de 6,0 mm y que comprende dos unidades de fibra óptica (con dos fibras cada una) que tienen un diámetro externo de 1,3 mm y están trenzadas con un par trenzado de conductores eléctricos aislados. El grosor de la vaina externa es de aproximadamente un 8% del diámetro externo del cable. En este ejemplo, el diámetro de la vaina interna 4 es de 5,0

mm, que se convierte en el diámetro externo del cable tras la eliminación de la vaina externa 5 para desplegar el cable 1 en el interior.

La Figura 2 muestra otro ejemplo de cable según la divulgación. Los números de referencia son los mismos que en la Figura 1 para elementos correspondientes. En el cable 1b de la Figura 2 hay rodeadas por una vaina interna 4 dos unidades trenzadas 2 de fibra óptica y un par trenzado 3 de conductores eléctricos aislados.

Se proporcionan elementos hidrófilo 7 en el interior del volumen rodeado por la vaina interna 4. Los elementos 7 pueden tener la forma de hilos o de cintas de material higroscópico con capacidad para bloquear el flujo de agua que haya penetrado fortuitamente en el cable.

La Figura 3 muestra otro ejemplo de un cable según la divulgación. Los números de referencia son los mismos que en la Figura 1 para elementos correspondientes. En el cable 1c de la Figura 3 se trenzan dos unidades 2 de fibra óptica con dos pares trenzados 3 de conductores eléctricos aislados y embebidos en una vaina interna 4.

15

20

25

35

40

45

La Figura 4 muestra otro ejemplo de un cable según la divulgación. Los números de referencia son los mismos que en la Figura 1 para elementos correspondientes. En el cable 1d de la Figura 4, se proporcionan dos surcos diametralmente opuestos 8 en la superficie externa de la vaina interna 4. Se proporcionan dichos surcos 4 para identificar el plano apropiado para cortar longitudinalmente la vaina interna 4 sin interferencia por parte de los miembros 5 de refuerzo.

La Figura 5 muestra otro ejemplo de un cable según la divulgación. Los números de referencia son los mismos que en la Figura 1 para elementos correspondientes. En el cable 1e de la Figura 5, una unidad 2 de fibra óptica comprende un alma 2c de transmisión óptica rodeado por un sistema 2d de revestimiento (fabricado, por ejemplo, por una o dos capas de material curable por radiación), estando rodeado todo el conjunto en una capa amortiguadora 2e (fabricada, por ejemplo, de material termoplástico). La unidad 2 de fibra óptica está trenzada con dos conductores eléctricos aislados 3' y embebida en una vaina interna 4.

La Figura 6 muestra una vista en perspectiva del cable de la Figura 1. Los números de referencia son los mismos que en la Figura 1 para elementos correspondientes. La presente figura muestra cómo se trenzan los conductores eléctricos aislados para formar el par trenzado 3, y cómo se trenza el par trenzado 3 con las unidades 2 de fibra óptica.

Se llevaron a cabo ensayos sobre cables con la construcción descrita anteriormente y tales ensayos mostraron que un cable según la presente divulgación puede soportar un cortocircuito superior a 15 kV entre la superficie externa del cable y los miembros metálicos de refuerzo.

Se cree que esto está habilitado por el grosor del material dieléctrico proporcionado entre los miembros metálicos de refuerzo y la superficie externa del cable (en su configuración para un uso exterior), debiéndose tal grosor a la suma del grosor del material de la capa interna sobre los miembros metálicos de refuerzo (ref. S₁ en la fig. 1) y el grosor de la capa externa (ref. S₂ en la fig. 1).

El grosor combinado S_1+S_2 resulta ser suficientemente elevado para proporcionar el rendimiento eléctrico deseado, mientras que es suficientemente delgado para garantizar un acoplamiento eficaz entre el dispositivo que fija el cable al mástil (un elemento de fijación o similar), actuando sobre la superficie externa del cable (es decir, en la vaina externa), y los miembros de refuerzo, que finalmente soportan la carga axial aplicada.

Cuando el cable según la presente divulgación comprende miembros metálicos diametralmente opuestos de refuerzo, puede ser desplegado en el exterior en una configuración en suspensión con tramos superiores a los que son posibles para un cable análogo que comprende miembros no metálicos (dieléctricos) diametralmente opuestos de refuerzo. Por "tramo" se entiende aquí la longitud del cable en suspensión entre dos mástiles.

Por ejemplo, en una condición en la que se prevé una velocidad del viento de 80 km/h, un grosor de hielo de 5 mm y una temperatura mínima de -30°C, se puede desplegar en el exterior un cable según la divulgación con miembros metálicos diametralmente opuestos de refuerzo en una configuración en suspensión con tramos de 95 m, mientras que un cable similar con miembros dieléctricos diametralmente opuestos de refuerzo puede ser desplegado en el exterior en una configuración en suspensión de 46 m.

Para intentar lograr la configuración de tramo de 95 m con miembros no metálicos de refuerzo sería necesario aumentar el área en sección transversal del miembro de refuerzo. Para lograr esto sería necesario aumentar el tamaño del cable, lo que aumentaría el efecto del viento y la carga de hielo que reducirá la eficacia del aumento en el área en sección transversal del miembro de refuerzo.

50 Se fabricó un cable con una vaina interna fabricada de Megolon® termoplástico y la vaina externa fabricada de HDPE coextrudiendo dichas vainas como sigue. La temperatura de extrusión del material de la vaina interna fue de aproximadamente 160°C y la vaina externa fue extrudida sobre la vaina interna a una temperatura de aproximadamente 220°C.

Se hallaron adecuadas estas condiciones para proporcionar suficiente adhesión entre la vaina interna y la externa para transmitir de forma eficaz la carga axial aplicada sobre el cable, mientras que se habilitó una fuerza de pelado suficientemente baja que permite un pelado sencillo y rápido cuando se instala el cable en el interior.

5

REIVINDICACIONES

- 1. Un cable (1) de telecomunicaciones para un uso interior y exterior que comprende al menos una unidad (2) de fibra óptica rodeada por una vaina interna polimérica (4) libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido que está cubierta por una vaina externa polimérica pelable medioambientalmente resistente (6), y en contacto con la misma, separable de la vaina interna subyacente sin dañar la vaina interna, estando embebidos al menos dos miembros diferenciados (5) de refuerzo en la vaina interna polimérica (4) libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido.
- Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 1, en el que la al menos una unidad (2) de fibra óptica está trenzada con al menos un elemento de trenzado.
- 3. Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 2, en el que se selecciona al menos un elemento de trenzado entre una unidad de fibra óptica; un alambre o trenza o par trenzado metálico; o una varilla o un tubo polimérico.
 - **4.** Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 1, en el que la vaina interna (4) tiene una superficie externa con al menos un surco (8).
- Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 1, en el que la vaina externa (6) está fabricada de polietileno.
 - 6. Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 1, en el que cada uno de los miembros diferenciados (5) de refuerzo está fabricado de un elemento seleccionado entre una única varilla o alambre; o una trenza que comprende dos o más elementos alargados trenzados.
- 20 **7.** Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 1, en el que los miembros diferenciados (5) de refuerzo están fabricados de un material seleccionado entre el material dieléctrico o metal.
 - **8.** Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 7, en el que los miembros diferenciados (5) de refuerzo están fabricados de metal.
 - **9.** Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 1, en el que los miembros diferenciados (5) de refuerzo son dos miembros diametralmente opuestos de refuerzo.
 - **10.** Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 1, en el que el cable (1) tiene un diámetro externo y la vaina externa (6) tiene un grosor, como máximo, de un 10% de dicho diámetro externo.
 - 11. Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 1, en el que se prevé el cable (1) para un uso exterior e interior.
- 30 12. Un cable (1) de telecomunicaciones según la reivindicación 11, en el que se prevé el cable (1) para un uso aéreo e interior.
 - 13. Un procedimiento para instalar un cable de telecomunicaciones para un uso interior y exterior (1) que comprende al menos una unidad (2) de fibra óptica rodeada por una vaina interna polimérica (4) libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido que está cubierta por una vaina externa polimérica pelable (6) medioambientalmente resistente, y en contacto con la misma, separable de la vaina interna subyacente sin dañar la vaina interna, estando embebidos al menos dos miembros diferenciados (5) de refuerzo en la vaina interna polimérica (4) libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de
 - fijar el cable (1) a un mástil exterior;

5

25

35

40

45

50

- tender una primera longitud del cable (1) desde el mástil exterior hasta una ubicación interior;
- tender una segunda longitud del cable (1) en la ubicación interior y, para dicha segunda longitud, pelando la vaina externa (6) de la vaina interna (4) mientras se dejan los al menos dos miembros diametralmente opuestos (5) de refuerzo embebidos en el interior de la vaina interna (4).
- 14. Un procedimiento de fabricación de un cable de telecomunicaciones para un uso interior y exterior, comprendiendo dicho cable (1) al menos una unidad (2) de fibra óptica rodeada por una vaina interna polimérica (4) libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido que está cubierta por una vaina externa polimérica pelable (6) medioambientalmente resistente, y en contacto con la misma, separable de la vaina interna sin dañar la vaina interna, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de
 - acoplar la al menos una unidad (2) de fibra óptica con al menos un elemento de trenzado para obtener una unidad trenzada;
 - extrudir una capa (4) de la vaina interna sobre la unidad trenzada;
 - embeber al menos dos miembros diferenciados (5) de refuerzo en dicha capa (4) de la vaina interna;
 - extrudir la capa (6) de la vaina externa sobre la vaina interna (4), y en contacto con la misma.

9

- 15. Un procedimiento de fabricación de un cable de telecomunicaciones para un uso interior y exterior, comprendiendo dicho cable (1) al menos una unidad (2) de fibra óptica rodeada por una vaina interna polimérica (4) libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido que está cubierta por una vaina externa polimérica pelable (6) medioambientalmente resistente, y en contacto con la misma, separable de la vaina interna subyacente sin dañar la vaina interna, estando embebidos al menos dos miembros diferenciados (5) de refuerzo en la vaina interna polimérica (4) libre de halógeno con un riesgo de incendio reducido, estando coextrudidas la capa (4) de la vaina interna y la capa (6) de la vaina externa.
- **16.** Un procedimiento de fabricación de un cable de telecomunicaciones según la reivindicación 15, en el que la capa (6) de la vaina externa está extrudida sobre la vaina interna (4) cuando la capa (4) de la vaina interna tiene una temperatura menor no superior a un 10% de la temperatura de extrusión de dicha capa (4) de la vaina interna.
- 17. Un procedimiento de fabricación de un cable de telecomunicaciones según la reivindicación 15, en el que la temperatura de extrusión de la capa (6) de la vaina externa es desde 40°C hasta 70°C superior a la temperatura de la capa (4) de la vaina interna, extrudiéndose la capa (6) de la vaina externa sobre la capa (4) de la vaina interna.

15

5

10

