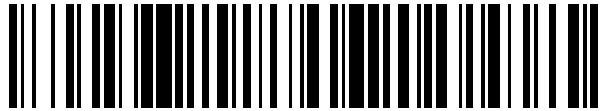


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 462**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2005 E 05855693 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2013 EP 1969408**

54 Título: **Cable autoportante totalmente dieléctrico que tiene un alto número de fibras**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.06.2013

73 Titular/es:

**PRYSMIAN COMMUNICATIONS CABLES AND
SYSTEMS USA, LLC (100.0%)
710 INDUSTRIAL DRIVE
LEXINGTON SC 29072, US**

72 Inventor/es:

**DAVIDSON, GRANT M.;
WOLFE, WILLIAM E. y
WELLS, BEN H.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 407 462 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 autoportante totalmente dieléctrico que tiene un alto número de fibras

Campo técnico

5 El campo de la técnica de la presente invención es el de cables autoportantes totalmente dieléctricos (ADSS) que contiene fibras ópticas. Más específicamente, el campo de la presente invención se refiere a los cables ADSS que contienen más de 288 fibras ópticas.

Antecedentes

10 Los cables de comunicaciones que incluyen fibras ópticas han sido desplegados en muchos tipos de instalaciones. Por ejemplo, los cables de fibra óptica a menudo se instalan bajo tierra, ya sea enterrándolos directamente o soplándolos a través de los conductos. Otra opción de instalación ha sido la de suspender los cables de forma aérea entre postes, al igual que las líneas telefónicas tradicionales.

15 De estos procedimientos, la instalación aérea ha ganado popularidad. Cuesta menos desplegar cables sobre el suelo que por debajo del suelo, y la instalación aérea hace que el cable de fibra óptica sea de más fácil acceso para su mantenimiento o reparación. Además, los cables instalados encima del suelo tienden a ser menos susceptibles a los daños, los que pueden suceder a cables instalados en el suelo mediante una excavación no intencional.

20 Mientras que los cables de fibra óptica se instalan típicamente por vía aérea mediante la suspensión de ellos entre los postes, esta técnica aplica tensiones en el cable a las que los cables en otras instalaciones no se enfrentan. Por ejemplo, la instalación aérea impone tensiones de tracción sustanciales en el cable causada por el peso del cable suspendido entre los postes. El viento, la nieve y el hielo pueden aumentar estas tensiones. La exposición al medio ambiente también puede someter el cable a las tensiones térmicas del clima. Las tensiones de la tracción y térmicas pueden aumentar la atenuación en las fibras ópticas, afectando negativamente su rendimiento como medio de comunicación. Amarrar el cable a alambres de suspensión puede disminuir las tensiones de la tracción, pero introduce otros problemas. Es decir, los alambres de suspensión aumentan significativamente el coste de la instalación y, como conductores, pueden atraer rayos. Los rayos pueden dañar seriamente el cable de fibra óptica.

25 En resumen, los cables de fibra óptica, instalados de forma aérea tienen que soportar el aumento de las tensiones que surgen de la suspensión y la necesidad de evitar atraer los rayos. Los cables convencionales de este tipo son típicamente de diseño de tubo holgado, donde las fibras están alojadas en una pluralidad de tubos de protección enroscados alrededor de un elemento de refuerzo central. El diseño de tubo holgado permite a las fibras moverse dentro de los tubos de protección y evitar la absorción de tensión o deformación en el cable. Por otra parte, los materiales en el cable son exclusivamente dieléctricos para evitar los rayos y permite que el cable se coloque en la región de potencia del poste. Los cables son, por lo tanto, llamados cables totalmente dieléctricos, autoportantes (ADSS).

30 Los cables ADSS están diseñados para reducir las tensiones en las fibras ópticas. La deformación de la fibra es un mecanismo de pérdida en las fibras ópticas que puede ocurrir si el cable está sometido a fuerzas de tracción, ya sea mediante la instalación o la temperatura, o de las fuerzas de compresión. La deformación de la fibra puede causar la pérdida de señal en las fibras ópticas. Un elemento de refuerzo central y elementos de refuerzo generalmente externos se incluyen en cables ADSS para ayudar a soportar la tensión y las tensiones térmicas. También, las fibras ópticas a menudo tienen exceso de longitud para que puedan moverse libremente dentro de los tubos de protección.

35 La figura 1 muestra una vista en sección transversal generalizada de un típico cable ADSS 102. El cable ADSS 102 incluye, en su núcleo, un elemento de refuerzo central 104, que es capaz de soportar y controlar la resistencia a la tracción significativa y tensiones térmicas a las que el cable ADSS puede estar sujeto. Típicamente, el elemento de refuerzo central 104 puede estar hecho de plástico reforzado con fibra de vidrio. El elemento de refuerzo central 104 puede tener una cubierta o un recubrimiento 106 de material polimérico, tal como, por ejemplo, una poliolefina o un revestimiento de polietileno.

40 Una pluralidad de tubos de protección 108 rodea el elemento de refuerzo central 104. Cada tubo de protección 108 incluye una pluralidad de fibras ópticas 110 dentro del mismo. Un material de relleno a base de gel puede ser introducido en el interior del tubo de protección 108 para servir como una barrera física para el agua que accidentalmente penetre en el interior del tubo de protección 108. Una cinta 112 hinchable en agua, una cubierta interior 114 que se utiliza para aislar el núcleo óptico, y elementos de refuerzo exteriores 116 respectivamente rodean los tubos de protección 108. Una cubierta exterior 118 protege el exterior del cable. Un cordón de apertura 120 proporciona un medio para abrir fácilmente la cubierta del cable para acceder a las fibras durante la instalación o reparación.

Cables ADSS conocidos que tienen la estructura de la figura 1 han tenido una capacidad máxima de 288 fibras. Los cables ADSS convencionales con número de fibras superior han seguido uno de dos enfoques alternativos.

55 En un diseño, mostrado en la figura 2, se añade una segunda capa de tubos de protección alrededor de la primera

capa. En este diseño de dos capas, una capa primera o interna de tubos de protección 202 está directamente en contacto con o trenzada con el elemento de refuerzo central 204, similar al diseño en la figura 1. Para aumentar el número de fibras, una segunda capa o capa externa de tubos de protección 206 se coloca sobre y se fija a la capa primera o interna de tubos de protección 202. Los tubos de protección en la segunda capa tienen sustancialmente las mismas dimensiones que los tubos en la primera capa. Una cinta de bloqueo o hinchable en de agua 208 puede ser insertada entre las dos capas 202 y 206. Otras características del diseño de dos capas pueden ser similares a los del cable ADSS de la figura 1.

En otro diseño, las fibras sueltas en el cable ADSS convencional de la figura 1 se sustituyen con las fibras de la cinta. Las cintas de fibra óptica son matrices planas de fibras que están unidas entre sí como una unidad. A través de la unión, las cintas proporcionan una mayor densidad de fibras por unidad de área. Las cintas pueden ser ventajosamente empalmadas por fusión en masa, ahorrando en instalación y costes de mantenimiento. En consecuencia, para la misma estructura de cable, un cable ADSS generalmente puede proporcionar un mayor número de fibras usando cintas en vez de fibras sueltas o agrupadas en haz.

La patente US 6.185.351 describe un cable ADSS que usa fibras de cinta. La figura 3 reproduce una vista en sección transversal del cable de la patente US 6.185.351. Como se muestra en la figura 3, pilas de fibras de cinta 302 están encerradas en seis tubos de protección 304 en el cable 300, que conduce a un recuento total de fibra que excede 288. Dependiendo de la cantidad de fibra, las pilas de cinta 302 en el cable 300 pueden ser rectangulares o de forma cuadrada. Las pilas de cinta 302 están generalmente torcidas en una hélice para ayudar a mantener la forma de la pila. Generalmente, las fibras ópticas de las pilas de cinta 302 se mantienen unidas mediante un material de unión de matriz curable por ultravioleta o de otro material de unión adecuado.

Los solicitantes han observado que los intentos conocidos para un cable ADSS que tiene un número de fibras en exceso de 288 tienen varias desventajas. El diseño de dos capas de la figura 2, por ejemplo, expone las fibras ópticas a una tensión excesiva en una instalación aérea. Específicamente, al estar en contacto inmediato con el elemento de refuerzo central 204, la primera capa de los tubos de protección 202 está generalmente bien protegida contra las tensiones a la tracción y térmica desde el medio ambiente. En aplicaciones estáticas, tales como en enterradas directamente o aplicaciones de conducto, cuando la deformación del cable es mínima, la segunda capa de tubos de protección 206 también puede ser protegida adecuadamente. Sin embargo, la capa interior de los tubos de protección puede llegar a ser desacoplada de la capa exterior y causar problemas, ya sea inmediatamente después de la instalación o en el tiempo. Por otra parte, los cables ADSS en instalaciones aéreas están sujetos a vibración eólica significativa, la exposición directa a las condiciones ambientales hostiles, y otras condiciones que crean tensión sustancial y la deformación en el cable. En tales condiciones de deformación, hay menos control sobre la expansión y/o contracción de la segunda capa de tubos de protección 206.

Además, asegurar una segunda capa de tubos de protección a una capa interior de los tubos de protección produce tensión extra y que se ejerza tracción sobre la capa interior de los tubos de protección. Debido a que un cable ADSS debe llevar el peso y las tensiones de instalación del cable en sí, así como las cargas externas creadas por los efectos del viento y el hielo, la tensión añadida de una segunda capa de tubos de protección es indeseable y puede causar la atenuación de los datos y otra irregularidades impredecibles en las fibras en la capa interior de los tubos de protección.

El diseño 300 que utiliza cintas de fibras ópticas también tiene varias desventajas. Las fibras situadas en las esquinas de la pila pueden estar sujetas a tensiones de flexión y puede encontrar fricción del roce contra las paredes del tubo de protección interior. Esto puede dar lugar a algunas variaciones impredecibles en la atenuación en las fibras de las esquinas. Una forma de minimizar esta atenuación impredecible de las fibras de esquina es seleccionar fibras de esquina basado en el diámetro de campo de modo y longitud de onda de corte. Sin embargo, esta selección no es más que una forma de minimizar el impacto del problema asociado con el uso de las pilas de cinta, en realidad sin solucionar el problema. Otra desventaja de utilizar pilas de cinta es que la forma rígida de la disposición de cinta minimiza la longitud de fibra en exceso que puede ser almacenada dentro de los tubos de protección. La longitud de fibra en exceso es deseable en los cables ADSS. Por ejemplo, las fibras con exceso de longitud se pueden mover libremente cuando se exponen a tensiones ambientales y/o cuando se exponen a manipulaciones, tales como cuando se estira fuera de un cierre para la preparación de los extremos de la fibra para unirse, o para otra instalación o actividades de mantenimiento relacionadas. Los diseños de la cinta que han disminuido la longitud de fibra en exceso son, por tanto desventajosos.

Los cables ADSS con fibras de cinta también adolecen de tener una ventana libre de tensiones relativamente pequeña. La ventana libre de tensiones se refiere a la cantidad de la carga axial que se puede aplicar a un cable antes de que más cantidades insignificantes de deformación ($> 0,1\%$) sean impartidas a las fibras ópticas dentro del cable.

En general, los cables con fibras de cinta en tubos de protección tienen ventanas libres de tensión más pequeñas que los cables con fibras sueltas en los tubos de protección. Las fibras de cinta están más limitadas y no pueden moverse tan libremente como para evitar la absorción de la tensión sobre el cable.

La patente US 6.185.351 en su figura 3 indica que un cable ADSS con alto conteo de fibra usando fibras de cinta

5 puede lograr una deformación insignificante sobre las fibras ópticas en aproximadamente 0,18% de deformación del cable. Por otra parte, se afirma que la deformación de la fibra aumenta la atenuación óptica y que el cable de cinta ADSS puede lograr una atenuación insignificante para una deformación de la fibra de hasta aproximadamente el 0,275%. Aunque la patente US 6.185.351 describe "densidad de estimulación" y "espacio libre" en los tubos de protección para permitir el movimiento de la fibra, los solicitantes han observado que el logro de baja deformación de fibra en un cable ADSS que tiene cables de cinta también requiere grandes cantidades de fibras de aramida como un sistema de elemento de refuerzo externo para alcanzar un módulo de elasticidad suficientemente alto para el cable para proteger las fibras de tensiones.

10 La solicitud de patente internacional WO 2005022230 divulga 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, en 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 incluyendo al menos un grupo funcional.

15 La solicitud de patente US 2001021296 divulga un cable óptico o elemento de cable con una pluralidad de elementos de guía de ondas ópticos que están trenzados juntos y cada uno consiste en varias guías de onda ópticas, recogidas en un haz, y de una cubierta de plástico que rodea el haz con un espacio libre máximo de 0,1 mm, y de un compuesto de relleno no-compresible que rellena los espacios intermedios entre las guías de onda ópticas, y con una capa de fibras de plástico o de vidrio alineadas longitudinalmente que rodean a los elementos de guía de ondas ópticas y con una cubierta externa extruida de un polímero; la cubierta exterior comprime la capa radialmente.

20 La solicitud de patente europea EP 1591814 divulga un cable de fibra óptica que incluye un número de haces de fibras ópticas. Cada haz contiene un número de unidades de cable de fibra óptica, y una piel relativamente delgada rodea las unidades de cable y retiene las unidades en una primera configuración a lo largo de la longitud del haz. Cada una de las unidades de cable incluye un número de fibras ópticas, y una cubierta exterior que rodea a las fibras. Los haces son encerrados protectoramente y retenidos en una segunda configuración por una cubierta exterior del cable. En una realización ilustrativa, seis haces de fibras están dispuestos en el interior del cable, y las pieles que rodean los paquetes se codifican para su identificación. Cada haz de fibras incluye seis unidades de cable, las cubiertas de las cuales también están codificadas, y cada unidad de cable a su vez contiene 12 fibras ópticas codificadas individualmente. Así, un total de 432 fibras están encerradas en el cable de tal manera que se puede acceder fácilmente a cualquiera de las fibras como se desee.

25 La solicitud de patente internacional WO 2004074899 divulga un procedimiento para la producción de un cable de fibra óptica que mejora la estabilidad uniendo un hilo de aramida cerca del núcleo en paralelo a una dirección axial del cable óptico y resuelve los problemas estructurales del cable mediante el remojo de un hilo de aramida en una resina epoxi. Este procedimiento de producción de cable óptico utiliza un material de resistencia a la tracción para la mejora de la propiedad de tracción, e incluye las etapas de remojar el material de tracción en una resina epoxi, y unir el material de tracción al cable óptico en paralelo a la dirección axial del cable óptico.

30 La patente US 6278825 divulga un cable de fibra óptica que incluye al menos una fibra óptica y una funda exterior a base de polímero, caracterizado porque la funda es un extruido de doble capa de revestimiento, que incluye una primera capa de polímero extrudido interior y una segunda capa de polímero extruido exterior. La primera capa interior de polímero está sustancialmente desprovista de resistencia de rastreo, y la segunda capa exterior de polímero tiene alta resistencia al rastreo. La segunda capa externa de polímero incluye una mezcla polimérica que contiene un polímero y un óxido inorgánico o hidróxido en una cantidad de al menos 40% en peso con respecto al peso total de la segunda capa exterior de polímero.

35 La patente US 5325457 divulga un cable de comunicaciones de fibra óptica autoportante totalmente dieléctrico para el uso entre torres de soporte espaciadas de una red de transmisión de energía eléctrica. Un núcleo central que incluye al menos una fibra óptica está rodeado por una capa de elementos de refuerzo trenzados no conductores que se enrollan alrededor del núcleo. El núcleo incluye una pluralidad de tubos de protección flexibles, cada uno de los cuales alberga un haz de fibras ópticas. Los tubos de protección están enrollados helicoidalmente alrededor de un elemento cilíndrico con el fin de proporcionar un desempeño de temperatura mediante la prevención de que los tubos de protección experimenten movimiento inducido térmicamente cuando se exponen a temperaturas variables. Cada uno de los elementos de refuerzo trenzado comprende un haz de filamentos o fibras no conductores que se forman alrededor de un elemento de refuerzo y se encapsulan mediante cubiertas de polietileno individuales. El elemento de refuerzo reduce la tendencia de los filamentos para comprimirse cuando las cubiertas extruidas se curan. Los elementos de refuerzo están trenzados enrollados helicoidalmente alrededor del núcleo central. Una cubierta protectora externa se forma sobre los elementos de resistencia de transición y encierra todo el cable. Un blindaje de Faraday formado a lo largo de la cubierta exterior lleva el campo eléctrico a cero en la proximidad de la cubierta exterior, reduciendo o eliminando así las corrientes de rastreo a lo largo de la superficie de la cubierta exterior.

40 Los solicitantes han observado que los enfoques existentes para cables ADSS de alta densidad de fibra no proporcionan un equilibrio deseable entre un gran número de fibras ópticas en un cable autoportante de una sola

capa y baja susceptibilidad a la deformación en las fibras ópticas. Por lo tanto, los solicitantes han percibido la necesidad de proporcionar un cable ADSS de recuento de fibra alto que no presenta los inconvenientes de los cables ADSS de recuento de fibra alto conocidos en la técnica donde se utilizan las fibras de cinta o, en su defecto, al menos dos capas de tubos de protección.

5 **Sumario**

Los solicitantes han encontrado que los inconvenientes mencionados anteriormente se pueden evitar, o al menos reducir notablemente, proporcionando un cable ADSS de número de fibras alto como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

10 Con los cables de conformidad con la presente invención, los tubos de protección están trenzados en una configuración S-Z con una longitud de disposición de menos de 220 milímetros. Por otra parte, el alargamiento del cable de hasta 0,55% bajo carga axial resulta en menos de 0,1% de deformación en las fibras ópticas.

Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son únicamente ejemplares y explicativas, y no son restrictivas de la invención como se reivindica.

Breve descripción de los dibujos

15 Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de esta especificación, ilustran varias realizaciones de la invención, y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La figura 1 es un diagrama en sección transversal de un cable ADSS convencional.

La figura 2 es un diagrama en sección transversal de un cable ADSS convencional que tiene dos capas de tubos de protección.

20 La figura 3 es un diagrama en sección transversal de un cable ADSS convencional que tiene pilas de cinta de fibra dentro de los tubos de protección.

La figura 4 es un diagrama en sección transversal de un cable ADSS que tiene haces de fibras dentro de una sola capa de tubos de protección de acuerdo con ciertas características de la presente invención.

25 La figura 5 es un gráfico del alargamiento del cable y fibra bajo un rango de cargas axiales para el cable ADSS representado en la figura 4.

Descripción detallada

Se hará ahora referencia en detalle a realizaciones acordes con los principios de la invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos que se acompañan. Siempre que sea posible, los mismos números de referencia se utilizarán en todos los dibujos para referirse a las partes iguales o similares.

30 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se define un cable de fibra óptica autoportante totalmente dieléctrico de acuerdo con la reivindicación 1.

35 Generalmente se hace referencia como 400 en la figura 4, un diagrama en sección transversal de un cable ADSS tiene un elemento central de refuerzo dieléctrico 402 a lo largo de su eje. Este elemento de refuerzo central 402 posee resistencia a la tracción y resistencia a la compresión sustancial y ayuda al cable 400 a resistir la expansión y contracción térmica. Preferiblemente, el elemento de refuerzo central 402 comprende fibra de vidrio y material de resina 404. Como ejemplo, el elemento de refuerzo central puede estar hecho de plástico reforzado con vidrio (GRP). Además, elemento de refuerzo central 402 puede estar cubierto con un recubrimiento polimérico extruido 406, por ejemplo hecha de polietileno de densidad media (MDPE). En una realización, el elemento de refuerzo central 402 es una varilla de diámetro 5 mm de plástico reforzado con vidrio (GRP) que se cubre con un revestimiento MDPE hasta un diámetro exterior final del elemento de refuerzo central 402 de aproximadamente 6,25 mm.

45 Una pluralidad de conjuntos ópticos 408 rodea el elemento de refuerzo central 402. Los grupos ópticos incluyen cada uno un tubo de protección 410 que rodea y aloja de forma floja haces de fibra óptica 412 dentro del mismo. El tubo de protección 410 de la figura 4 contiene 6 haces de fibras ópticas 412; cada haz de fibras ópticas 412 contiene 12 fibras ópticas. Los tubos de protección 410 pueden estar hechos de plástico o de otros materiales flexibles sustancialmente impermeables al agua. Un material plástico sugerido para los tubos de protección 410 es una poliolefina seleccionada del grupo de tereftalato de polibutileno (PBT), polietileno (PE), polipropileno (PP), o combinaciones de los mismos. Preferiblemente, los tubos de protección 410 están hechos de polietileno de alta densidad (HDPE). Preferiblemente, los tubos de protección 410 son únicamente distinguibles entre sí, tal como mediante el uso de un color diferente para cada tubo de protección. Por ejemplo, los respectivos tubos de protección 50 410 pueden ser de color azul, naranja, verde, marrón, teja y blanco, respectivamente, siguiendo las costumbres de la industria.

Los tubos de protección 410 son preferiblemente extruidos alrededor de un grupo de haces de fibras 412 de una manera conocida. El tamaño de los tubos de protección puede variar con la capacidad de la fibra, y cualquier tamaño adecuado del tubo de protección puede ser utilizado dentro del alcance de la presente invención. Como un ejemplo, cada tubo de protección 410 tiene un diámetro exterior de 6,2 mm y un diámetro interior de 4,8 mm. El número de tubos de protección en la capa única también puede variar con la capacidad de la fibra. En el ejemplo particular de la figura 4, seis conjuntos ópticos extendidos longitudinalmente 408 rodean el elemento de refuerzo central 402.

Los tubos de protección 410 se envuelven alrededor del elemento de refuerzo central 402 en una hélice inversa o en forma "S-Z". Este trenzado es también conocido como una colocación de oscilación inversa. Los lugares en los que los tubos trenzados en la dirección inversa (por ejemplo, de una "S" a la "Z") se refieren como puntos de inversión. El trenzado S-Z de los tubos de protección en general, y los puntos de inversión, en particular, facilitan el acceso a las fibras ópticas dentro de la mitad del tramo de cable y permiten la ramificación del cable a otros pasajes ópticos. El trenzado S-Z proporciona exceso suficiente de la longitud del tubo para hacer la derivación fácil mediante la apertura de la parte del cable en un punto a lo largo de su longitud sin perder la holgura deseada en las fibras ópticas dentro del tubo que se abre. Como un ejemplo, los tubos de protección 410 están varados sobre el elemento de refuerzo central 402 utilizando un radio de 200 mm de curva con una longitud de colocación de menos de 220 mm. Un hilo o hilos de unión pueden aplicarse contra-helicoidalmente alrededor de los tubos de protección para mantenerlos en su lugar.

Cada conjunto óptico 408 en la figura 4 también incluye haces de fibras 412 dentro de tubos de protección 410. Las fibras ópticas dentro del haz 412 son cualquier tipo de guía de ondas de fibra óptica conocido por los expertos en la materia. Un hilo o cinta de unión (no mostrado) o dispositivo similar sirve para sujetar de forma separable las fibras ópticas discretas en las proximidades. El hilo de unión puede ser aplicado helicoidalmente a un haz de fibras 412 con, por ejemplo, 100 mm de longitud de colocación. El hilo de unión está codificado en color para distinguir un haz 412 de otros haces en el mismo tubo de protección, de una manera bien conocida en la técnica. La cubierta puede ser de cualquier material plástico y estaría preferentemente hecha de cloruro de polivinilo (PVC).

El número de haces de fibras 412 y el número de fibras dentro de un paquete puede variar dependiendo de la aplicación particular. La figura 4, como un ejemplo comparativo, muestra a cada tubo de protección 410 con seis haces de 12 fibras, dando a cada tubo de protección un total de 72 fibras ópticas. Con seis tubos de protección, el cable de 400 tiene 432 fibras.

Se puede insertar material de bloqueo del agua 414 en el interior del tubo de protección 410 y alrededor de haces de fibras 412 para evitar la entrada y daños por agua. Por ejemplo, los tubos pueden ser inundados con un gel tixotrópico convencional. El gel no sólo protege a las fibras del agua, pero también es compatible con haces de fibras 412 dentro de tubos de protección 410 para ayudar a aislar de las tensiones impartidas al cable.

Una cinta 416 hinchable en agua convencional puede ser envuelta alrededor de la colección de conjuntos ópticos 408 y extenderse longitudinalmente a lo largo de toda la longitud del cable ADSS 400. Por ejemplo, una cinta hinchable en agua de 2,75 pulgadas de ancho (aproximadamente 70 mm) se puede aplicar sobre la capa única de los tubos de protección 410, como se muestra en la figura 4, y unirse a ellos mediante, por ejemplo, un aglutinante de polipropileno. La cinta puede ser, por ejemplo, una cinta de base polimérica que tiene en su superficie un material hinchable superabsorbente.

Una cubierta interior 418 puede rodear la cinta 416 hinchable en agua. La cubierta interior 418 puede estar formada por extrusión de un material polimérico alrededor de la cinta 416 hinchable en agua.

Al menos un elemento de refuerzo exterior 420 se coloca sobre la cubierta interior 418. Preferiblemente, un conjunto de elementos de refuerzo exterior 420 se coloca sobre la cubierta interior 418. Los elementos de refuerzo exterior 420 incluyen múltiples hebras de material que tiene alta resistencia a la tracción. Los elementos 420, junto con el elemento de refuerzo central 402, ayudan a aumentar el módulo de elasticidad del total del cable 400 y minimizan la tensión en las fibras ópticas dentro de tubos de protección 410. Típicamente, los elementos de refuerzo 420 son filamentos de aramida o hilos de vidrio. Una primera mitad de las hebras se envuelve en sentido horario alrededor de la cubierta interior 418. La segunda mitad de las hebras en el exterior del conjunto de elementos de refuerzo 420 se envuelve en una dirección contraria a las agujas del reloj alrededor de la cubierta interior. Como ejemplo, el conjunto de elementos de refuerzo exterior 420 incluye 25 extremos de hilos de aramida de 8050 Dtex.

Una cinta de barrera 422 puede ser aplicada en la parte superior del conjunto de elementos de refuerzo exterior 420. La cinta de barrera 422 puede ser una cinta hinchable en agua. Por ejemplo, se puede usar una cinta hinchable en agua de 3,25 pulgadas de ancho (aproximadamente 83 mm). La cinta 422 proporciona una protección adicional para las fibras ópticas de la potencial entrada de agua y migración en el cable 400. Un hilo de unión de poliéster u otro mecanismo puede ayudar a retener la cinta hinchable en agua 422 contra el cable.

Una cubierta exterior 424 forma el exterior del cable 400. La cubierta 424 puede ser formada por extrusión de un material polimérico alrededor de la cinta de barrera 422. Un par de cordones de apertura 426 se puede aplicar por debajo de la cubierta exterior 424 para proporcionar acceso a los compuestos internos del cable ADSS, por ejemplo,

durante una aplicación de campo.

Como se ilustra mediante el cable ADSS 400 en la figura 4, el alto recuento de fibra se puede lograr en un cable ADSS con sólo una única capa de tubos de protección. En este ejemplo comparativo, si cada tubo de protección 410 cuenta con seis paquetes de 12 fibras, el cable ADSS 400 ilustrado contará con un total de 432 fibras ópticas.

5 Los solicitantes han construido el cable 400 y verificado que su rendimiento pasa los requisitos de prueba de Telcordia GR-20, número 2 y IEEE Std 1222-2004. Esas pruebas incluyen ciclos de temperatura, envejecimiento del cable, flexión cíclica del cable, torsión del cable, resistencia a la compresión, resistencia al impacto, penetración del agua, tracción, y tensión/deformación.

10 A diferencia de un cable ADSS de recuento de fibra alto utilizando dos capas de tubos de protección como en la figura 2, el cable de recuento de fibra alto de la figura 4 proporciona un diseño autoportante que evita el potencial para la trituración de las fibras ópticas en una capa interna de tubos de protección. El cable de acuerdo con la presente invención también evita el potencial para el desacoplamiento de las capas del tubo intermedio después de la instalación debido a las vibraciones de alta frecuencia.

15 A diferencia de un cable ADSS de recuento de fibra alto que utiliza las fibras de cinta como en la figura 3, el cable de fibra recuento alto de la figura 4 proporciona una gran ventana libre de tensiones para reducir al mínimo el riesgo de atenuación de la señal en una instalación autosuficiente. La figura 5 es un gráfico que muestra la cantidad de alargamiento para el cable y fibras, respectivamente, de la figura 4 para varias cargas axiales. Tal como se muestra en la figura 5, el cable 400 tiene una ventana libre de tensión de aproximadamente 0,55-0,60%, es decir, el cable se puede alargar hasta aproximadamente 0,55-0,60% (en cerca de 3200 libras) antes de que las fibras ópticas se estiren 0,1%. La figura 3 de la patente US 6.185.351 muestra que la ventana libre de tensiones para un cable ADSS tiene fibras de cinta es de sólo 0,18 a 0,2%, es decir, el cable se puede alargar hasta aproximadamente 0,18 hasta 0,2% (a 600 libras) antes de las fibras ópticas se estiren 0,1%. El cable de la figura 4 logra un rendimiento de baja deformación sin tener que incluir cantidades excesivas de elementos de refuerzo de aramida. Por ejemplo, utilizando el cable de la figura 4 como un ejemplo, se necesitarían aproximadamente un centenar de hilos de aramida de 8050
20 Dtex para limitar el alargamiento del cable a 0,2% a una carga axial aplicada de 3.200 libras. Este es un aumento de aproximadamente 75 hilos de más de la cantidad que, de acuerdo con la presente invención, se encuentra que es suficiente para proporcionar un funcionamiento libre de deformación del cable de la figura 4 utilizando fibras agrupadas en haz.

25 Aunque las realizaciones preferidas de la invención se han descrito e ilustrado anteriormente, se debe entender que éstos son ejemplos de la invención y no han de ser considerados como limitativos. Adiciones, omisiones, sustituciones y otras modificaciones pueden hacerse sin apartarse del ámbito de la presente invención. En consecuencia, la invención no debe considerarse como limitada por la descripción anterior, y sólo está limitada por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cable de fibra óptica autoportante totalmente dieléctrico (400), que comprende: un elemento de refuerzo central, dieléctrico que se extiende longitudinalmente (402); una pluralidad de tubos de protección que se extienden longitudinalmente (410) helicoidalmente trenzados en una sola capa alrededor del elemento de refuerzo central en una configuración S-Z; al menos 864 fibras ópticas agrupadas en haz (412) dentro de los tubos de protección, al menos un elemento de refuerzo dieléctrico externo (420) que se extiende alrededor de la una sola capa de tubos de protección, y una cubierta exterior (424) que rodea el elemento de refuerzo externo; una cubierta polimérica interior (418) situada entre los tubos de protección trenzados y el elemento de refuerzo externo, en el que
- 10 el elemento de refuerzo exterior incluye múltiples hebras de material que tienen alta resistencia a la tracción, en el que una primera mitad de las hebras está enrollada en sentido horario alrededor de la cubierta interior y la segunda mitad de las hebras está enrollada en el sentido contrario a las agujas del reloj alrededor de la cubierta interior ,
- el cable de fibra óptica es autoportante en una instalación aérea,
- caracterizado porque**
- 15 los tubos de protección están trenzados alrededor del elemento de refuerzo central en una configuración S-Z con una disposición de longitud de menos de 220 mm, y
- las fibras ópticas están unidas como haces (412) con hilos codificados por color.
2. El cable autoportante totalmente dieléctrico de la reivindicación 1, en el que el alargamiento del cable de hasta 0,55% bajo carga axial resulta menos de 0,1% de deformación en las fibras ópticas.
- 20 3. El cable autoportante totalmente dieléctrico de la reivindicación 1, que comprende además una cinta hinchable en agua (422) situada entre el al menos un elemento de refuerzo exterior y la cubierta exterior.
4. El cable autoportante totalmente dieléctrico de la reivindicación 1, que comprende además material de bloqueo del agua (414) dentro de la pluralidad de tubos de protección.

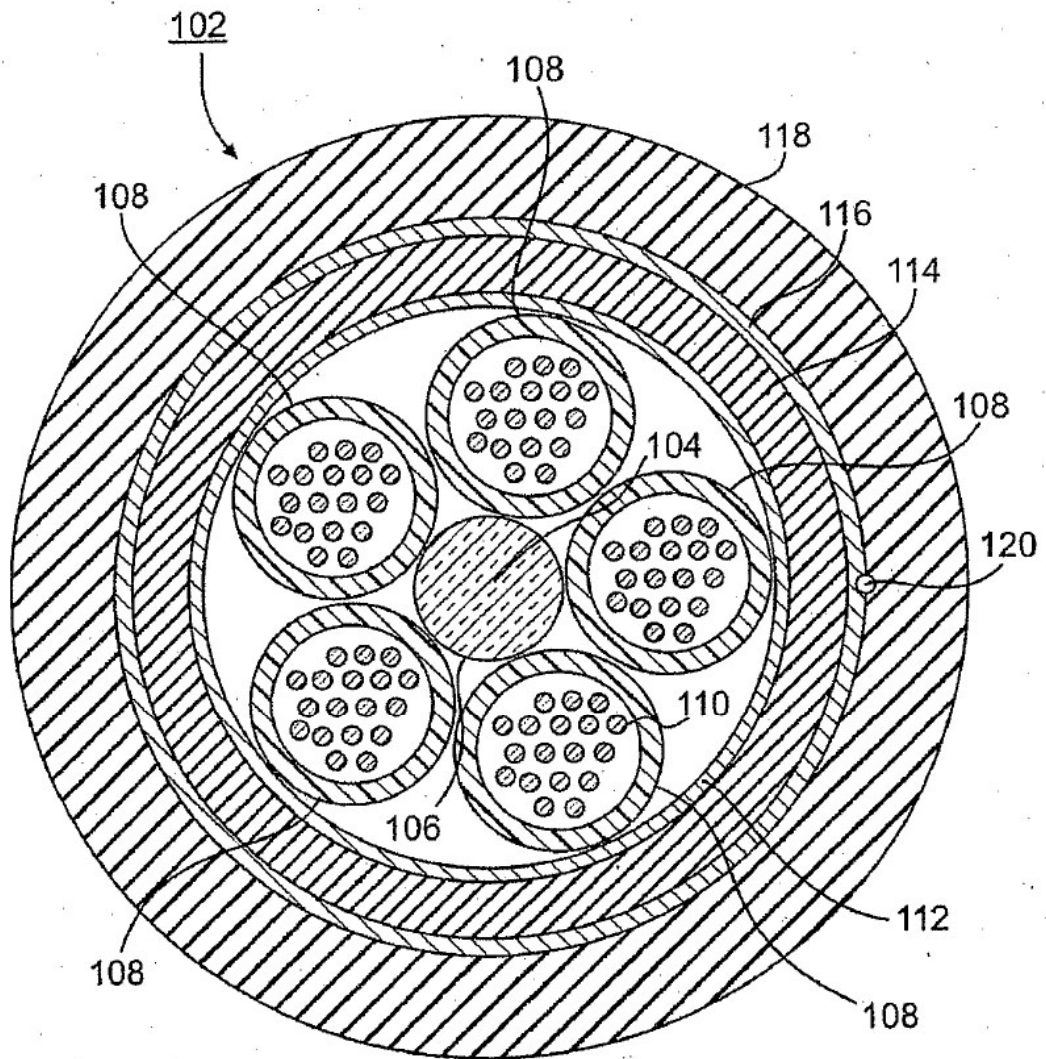


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

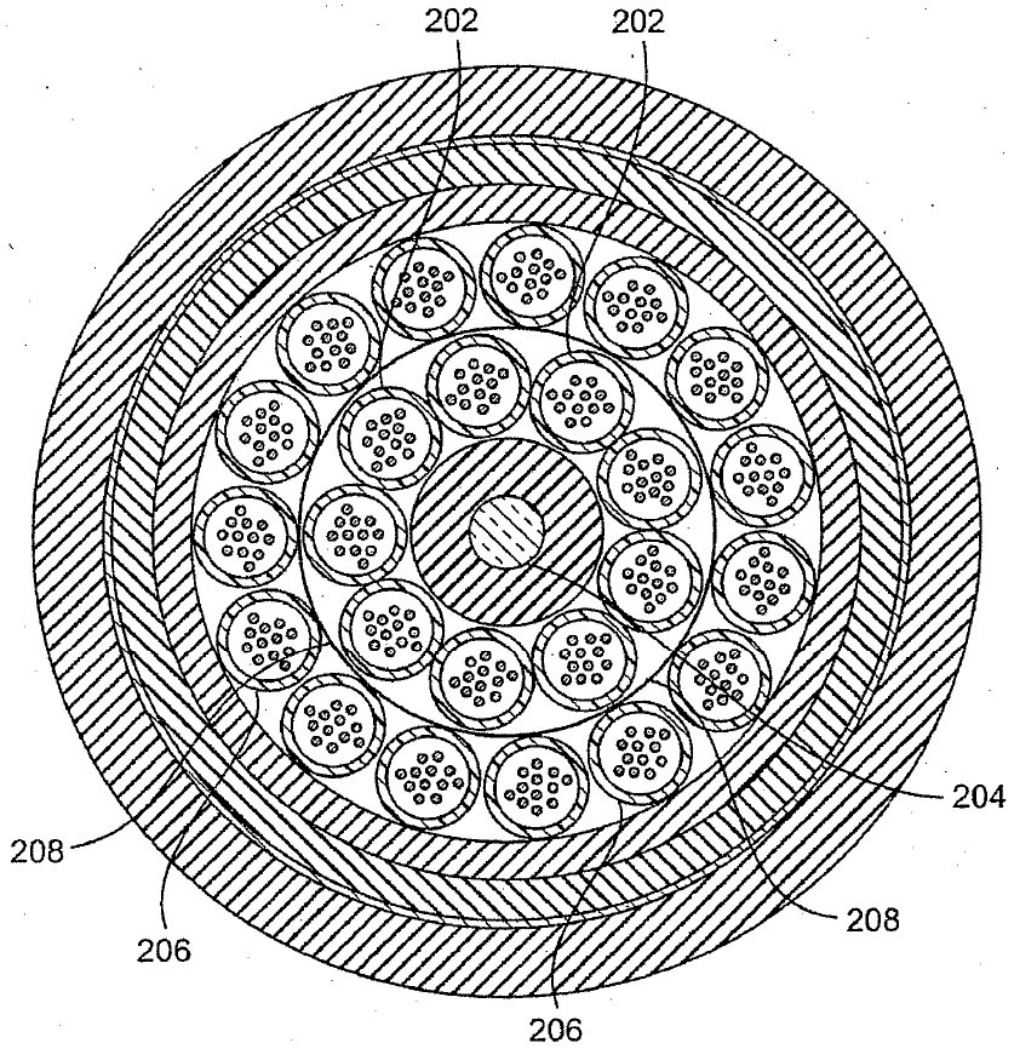


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

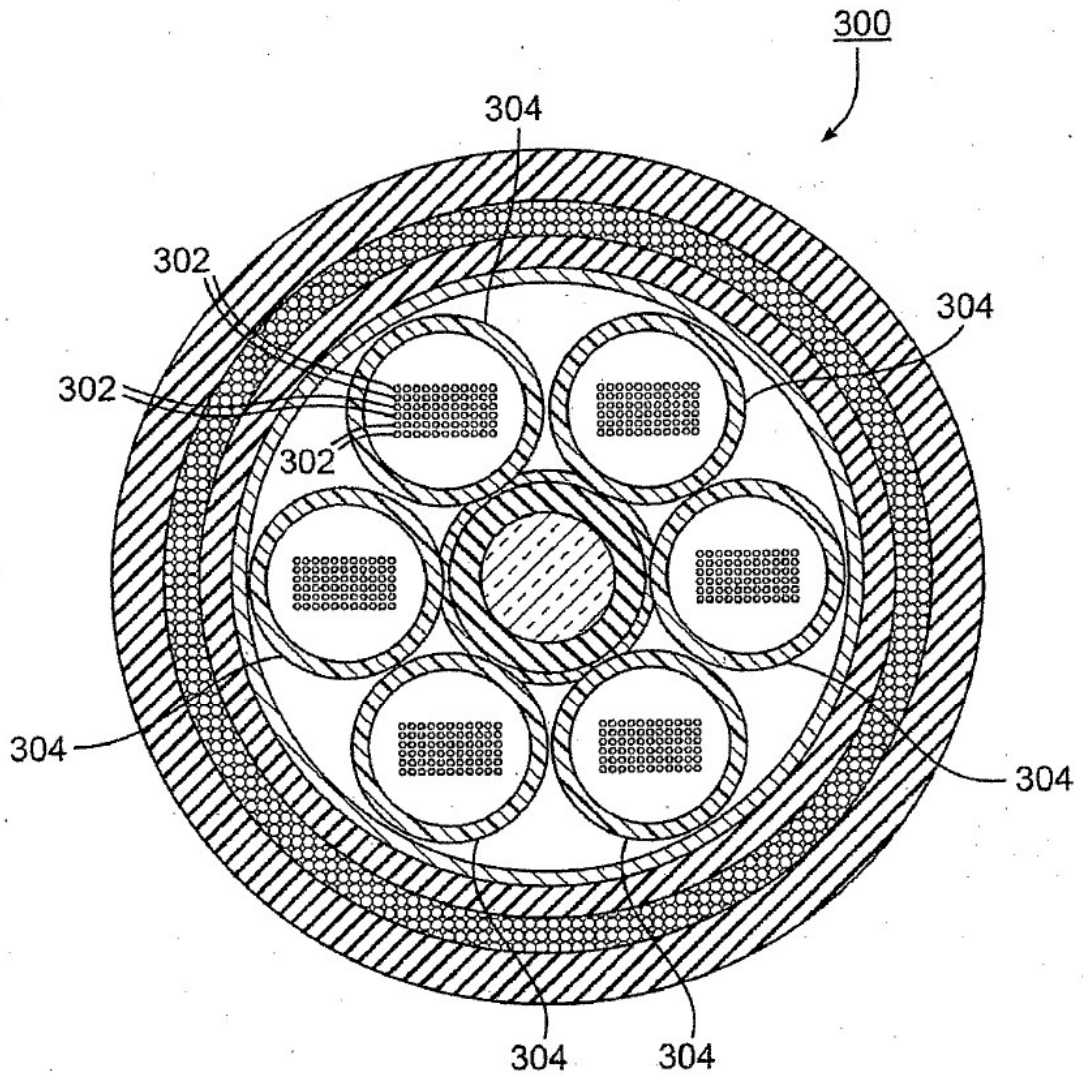


FIG. 3
TÉCNICA ANTERIOR

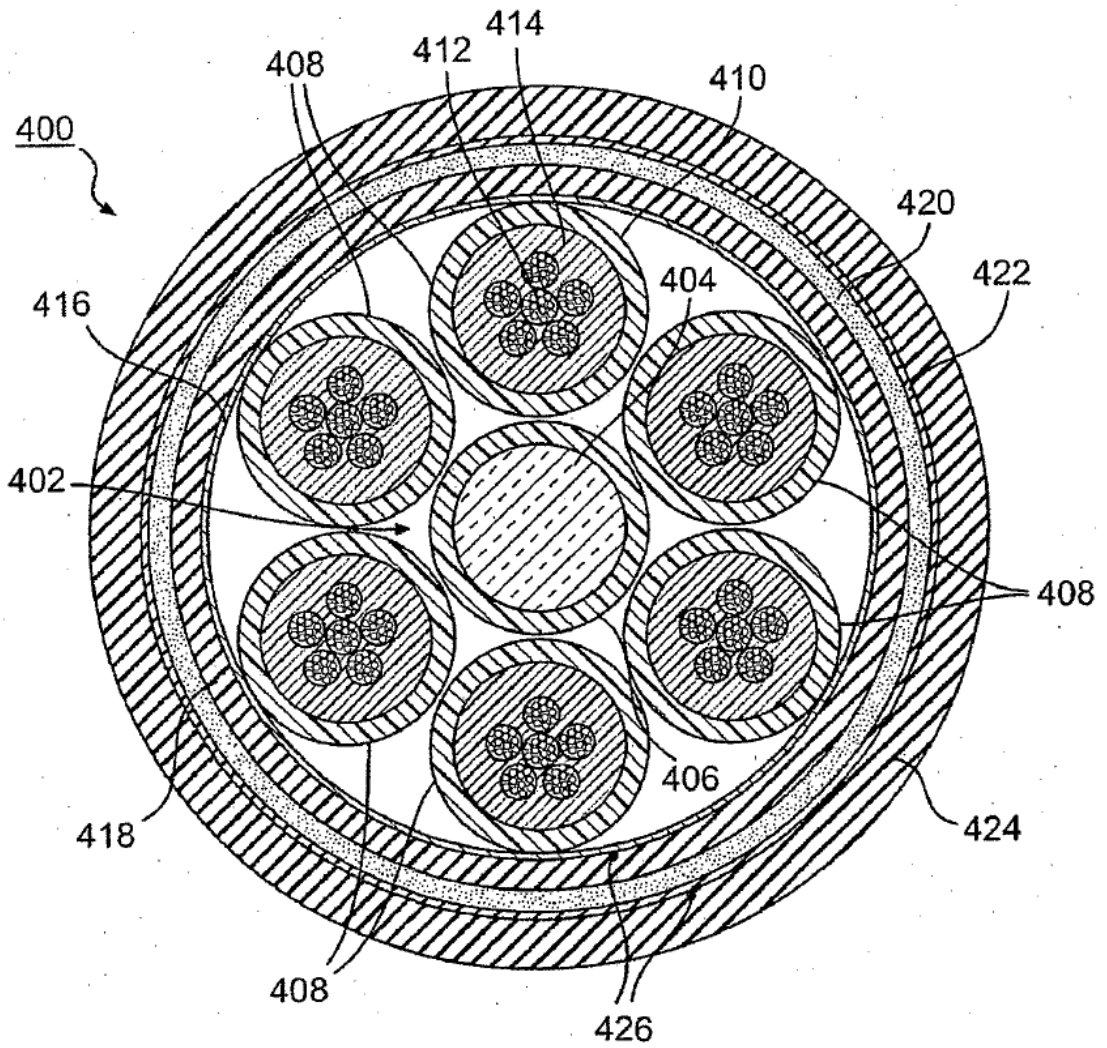


FIG. 4

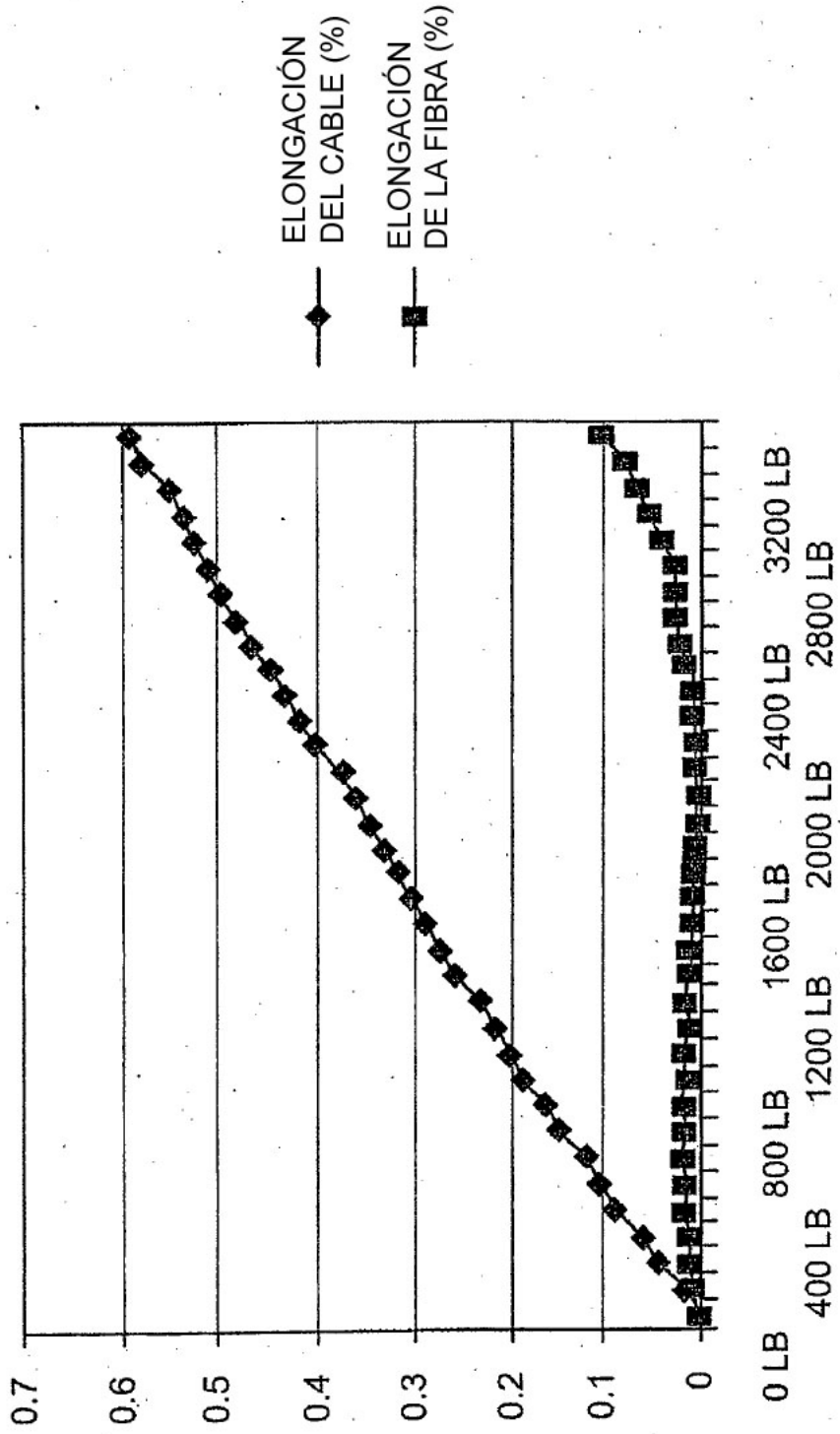


FIG. 5