

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 948**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2003 E 16164550 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 3073305**

54 Título: **Conjunto de cable para transmitir señales ópticas**

30 Prioridad:

10.08.2002 GB 0218624

26.09.2002 GB 0222256

06.06.2003 GB 0313018

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

01.12.2017

73 Titular/es:

EMTELLE UK LIMITED (100.0%)

Haughhead

Hawick Scotland TD9 8LF, GB

72 Inventor/es:

BROWN, GEORGE;
STOCKTON, DAVID y
MCLLWRAITH, GREIG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 644 948 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

Conjunto de cable para transmitir señales ópticas

La presente invención se refiere a cables de transmisión de señales y se refiere en particular, pero no exclusivamente, a cables de fibra óptica para instalar en conductos por soplado.

5 El documento EP0108590 da a conocer un procedimiento mediante el que se instalan cables de fibra óptica en los conductos mediante arrastre fluido utilizando el método de soplado. Dicho procedimiento representa hoy en día el método más importante mediante el que se instalan fibras ópticas, y se han realizado muchos trabajos de desarrollo orientados a optimizar tanto el rendimiento de la instalación como el rendimiento del transporte de la señal de dichos cables.

10 Dicho procedimiento de instalación, que distribuye la fuerza de instalación uniformemente a lo largo de toda la longitud del cable, ha permitido el desarrollo de cables que no contienen refuerzo alguno y que son muy pequeños y ligeros. Ello ha supuesto que entren en juego nuevos factores que influyen en el rendimiento de la instalación. En particular, la electricidad estática puede originar una atracción suficientemente fuerte entre el cable ligero pequeño y el tubo en cuyo interior se instala para crear unos niveles de fricción muy elevados, lo que podría impedir una
15 instalación satisfactoria.

Existe un gran número de otros factores, aparte de la fricción y de la electricidad estática, que influyen en el rendimiento de la instalación de un cable de fibra óptica. Por ejemplo, la rigidez del cable es importante, ya que la fuerza de instalación se genera en parte por empuje, el acabado de la superficie del cable es importante porque influye en las características de resistencia a la viscosidad del cable, y la presión del aire y, por lo tanto, el volumen
20 de la corriente de aire generada en el tubo influyen en la fuerza de instalación originada por la resistencia a la viscosidad.

El documento GB2156837 da a conocer un procedimiento para mejorar la introducción y la retirada de un elemento de fibra óptica impulsando el elemento de fibra mediante arrastre de fluido a través de una vía de un conducto que se obtiene añadiendo al material de conducto, o al material de la cubierta del elemento de fibra, una sustancia reductora de la adherencia tal como un agente antiestático, un agente antideslizante o un agente anti bloqueante, o una combinación de los mismos.
25

Se ha centrado la atención en el desarrollo de cables como resultado de que no se han producido arrastres significativos en los tubos en los que se instalan los cables.

La patente US4740053 describe un cable de fibra óptica que comprende una cubierta interior que puede comprender un recubrimiento aplicado a las fibras ópticas o puede estar formado por una extrusión alrededor de las fibras. La cubierta interior sujeta una pluralidad de fibras ópticas bloqueadas juntas en una matriz unitaria. Ello confiere la ventaja de proporcionar rigidez, útil para el empuje del cable en el conducto en la fase inicial del procedimiento de soplado del cable en un conducto. La cubierta exterior comprende un material alveolar de baja densidad y un área de sección transversal sustancialmente superior a la de la cubierta interior. El material de la cubierta exterior se puede elegir ventajosamente para aceptar agentes antiestáticos, antifricción y similares, y la cubierta exterior está convenientemente adherida directamente a la cubierta interior.
30
35

La patente US4952021 da a conocer una disposición similar a la descrita anteriormente en la patente US 4740053, pero da a conocer asimismo que los agentes antiestáticos y antifricción se pueden incorporar tanto en el tubo como en la capa más exterior del cable. En este caso, en primer lugar, se revisten siete fibras individuales con una capa sólida de nailon con un diámetro exterior de 1 mm y, a continuación, se aplica una capa exterior alveolar de polietileno de baja densidad para alcanzar un diámetro exterior final de 2 mm. Se selecciona generalmente el polietileno de baja densidad porque se cubre de espuma más fácilmente que el polietileno de alta densidad y crea una capa exterior relativamente blanda que se puede retirar fácilmente para exponer las fibras individuales.
40

Se considera que dicho tipo de construcción es beneficioso principalmente porque la capa exterior de espuma proporciona un gran aumento de diámetro con un pequeño aumento de peso. Habitualmente, el polímero de elección es el polietileno alveolar y normalmente la densidad del material se puede reducir de 0,93 g/cc a 0,5 g/cc. Ello provoca un gran aumento del diámetro con un aumento de peso relativamente pequeño y produce asimismo una superficie ligeramente rugosa. Ambas cosas provocan un aumento de la resistencia a la viscosidad, que está directamente relacionada con el diámetro del objeto, y asimismo, con la rugosidad de la superficie.
45

Sin embargo, dicho diseño adolece de algunos inconvenientes importantes. Las características de fricción del polietileno de baja densidad son bastante deficientes a pesar de la adición de agentes antifricción. Asimismo, aunque el aumento del diámetro originado por la capa exterior de espuma aumenta el arrastre fluido, obstruye asimismo la circulación del aire por el tubo cuando se instala el cable. Esto significa que es necesario utilizar tubos relativamente anchos para alcanzar distancias satisfactorias de instalación. Habitualmente se requiere utilizar tubos más pequeños para optimizar el uso de redes de por sí congestionadas. Un inconveniente adicional consiste en que la fabricación de la capa exterior de espuma resulta problemática, con discordancias en la densidad de la espuma
50
55

que influyen negativamente en las propiedades ópticas y, por lo tanto, en la capacidad de transmisión de la señal de las fibras.

El documento EP0521710 da a conocer un diseño alternativo para un cable de fibra óptica que es mucho más compacto y está diseñado para proporcionar un rendimiento en la instalación significativamente mejorado y, en particular, permitir la utilización de tubos más pequeños. Dicho documento da a conocer un cable de fibra óptica que comprende más de una capa, habiéndose modificado la superficie o capa exterior para alcanzar un mayor arrastre fluido y reducir la fricción. Una superficie rugosa presenta la ventaja de aumentar el diámetro exterior efectivo sin aumentar el peso en la misma medida que un cable del mismo diámetro que presenta una superficie exterior lisa. Al aumentar el diámetro efectivo aumenta el arrastre fluido. Además, las superficies rugosas presentan intrínsecamente unos coeficientes de resistencia al arrastre fluido superiores. Por último, las superficies rugosas reducen el número de puntos de contacto entre el cable y el tubo y, por lo tanto, reducen la fricción entre el cable y el tubo. Todos estos factores mejoran las características de instalación y las distancias de soplado.

Sin embargo, se conoce asimismo que resulta problemática la fabricación de dichos cables con superficies rugosas. En particular, se conoce que la fijación de micro esferas de cristal como medio para proporcionar una superficie rugosa provoca el debilitamiento del recubrimiento de la superficie, lo que puede provocar que se salga la fibra, abriéndose paso las fibras individuales a través del recubrimiento, lo que causa micro curvaturas y origina unas pérdidas de señal inaceptables. Otro problema del que adolecen dichos cables es que las micro esferas se pueden desprender, lo que crea un peligro potencial durante la instalación por soplado.

El documento EP 646818 da a conocer un procedimiento para superar algunos de los inconvenientes de dicha técnica de fabricación mediante la aplicación de tres capas independientes, con lo que el proceso resulta relativamente complejo, costoso y más difícil de controlar. Asimismo, en el caso de los cables de la técnica anterior descritos en los documentos EP646818 y EP0521710, las distintas capas de recubrimiento están unidas entre sí o por lo menos están en contacto íntimo entre sí. Para finalizar o empalmar el cable es necesario romper las fibras individuales de las capas de recubrimiento. Las fibras individuales son bastante delicadas y las capas de recubrimiento se encuentran en contacto íntimo con las fibras. Por lo tanto, es importante que las capas de recubrimiento sean relativamente blandas y fáciles de retirar. Sin embargo, una desventaja de la que adolecen dichos materiales blandos consiste en que tienden a presentar unas propiedades deficientes de fricción en comparación con los materiales más duros y se dañan con mayor facilidad, en particular por abrasión durante la instalación.

Las patentes US4952021 y US4740053 dan a conocer unas disposiciones en las que todas las capas del recubrimiento están en contacto íntimo con las capas adyacentes. En el caso del cable de la patente US 4740053, la capa exterior se encuentra convenientemente adherida directamente a la cubierta interior. La patente US4740053 indica que la cubierta interior está formada por un material con una densidad relativamente elevada que presenta un módulo de elasticidad alto y, asimismo, un material relativamente duro y resistente. La patente US4952021 describe un cable en el que en primer lugar se recubren siete fibras con una capa de nailon, un material relativamente duro y resistente. Por lo tanto, habitualmente dichos cables presentan un cordón de rasgado dispuesto adyacente a las fibras en el centro del cable, del que se podría tirar para abrir la capa interior dura de tal modo que se pueda acceder para finalizar y empalmar las fibras individuales. Sin embargo, una desventaja de la que adolece dicho método consiste en que dichos cordones de rasgado son costosos y no resulta aceptable aumentar el tamaño del conjunto.

Las formas de realización preferidas de la presente invención pretenden superar los inconvenientes de la técnica anterior mencionados anteriormente.

La patente US6334015 da a conocer un conjunto en el que una cubierta de sujeción delgada, que se desgarrará fácilmente y generalmente cilíndrica envuelve un cierto número de fibras ópticas para sujetar las fibras formando un grupo y constituir, de este modo, un módulo compacto. El interior de la cubierta de sujeción se llena con un material de relleno tal como aceite de silicona o gel. Se puede empaquetar una pluralidad de dichos módulos, con o sin un elemento de refuerzo central, y combinarse dentro de una cubierta protectora de un cable de telecomunicaciones.

La patente US5761361 da a conocer un elemento de transmisión óptica alargado que tiene una pluralidad de guías de onda de luz que están conectadas mecánicamente de manera continua a otra en varios planos para formar una estructura que se extiende en una dirección longitudinal de tal manera que la cohesión entre las guías de ondas se obtiene esencialmente mediante conexiones en el interior de la estructura. La estructura puede ser utilizada en una conexión óptica y/o eléctrica, y se utiliza en cables ópticos y/o eléctricos. La instalación mediante soplado no se menciona en la patente US5761361.

Según la presente invención, se proporciona un conjunto de cable apto para ser instalado en un conducto mediante soplado, comprendiendo el conjunto de cable una pluralidad de elementos flexibles de transmisión de señal (2) aptos para transmitir señales ópticas y rodeados de una primera capa, de tal manera que el movimiento axial de al menos los elementos más exteriores de transmisión de señal con respecto a la primera capa esté restringido, y una capa más exterior (4) de polímero termoplástico continua dispuesta hacia afuera de dicha primera capa, caracterizado por que dicha capa más exterior (4) es una capa de polímero termoplástico y es apta para ser retirada de dicha primera capa por deslizamiento sobre la primera capa.

La periferia interior de dicha segunda capa puede ser mayor que la periferia exterior de dicha primera capa para permitir la retirada de dicha segunda capa del conjunto.

Se ha descubierto que resulta ventajoso que la capa exterior no esté unida a la capa interior. De hecho, se prefiere disponer un pequeño espacio de separación entre las dos capas. Ello supone la ventaja de que se puede cortar el material polimérico duro exterior y retirarlo de la capa interior deslizando el mismo sobre la capa interior, lo que proporciona un acceso fácil a los elementos de transmisión de la señal para realizar la finalización o el empalme. Ello evita la necesidad de cordones de rasgado para cortar longitudinalmente y retirar la cubierta de polímero duro. Una segunda ventaja del pequeño espacio de separación entre las capas es que proporciona un aumento del diámetro sin aumentar el peso, una propiedad conveniente para proporcionar un mayor arrastre fluido y mejorar el rendimiento de la instalación.

Los inventores han descubierto que es posible fabricar cables de fibra óptica ligeros con excelentes propiedades ópticas y de soplado proporcionando una capa exterior del cable formada a partir de al menos un material polimérico, incluso en el caso de una capa exterior flexible, si la dureza de la capa exterior es suficiente. El polímero puede ser modificado convenientemente para proporcionar propiedades antiestáticas y antifricción. Esto evita los complejos problemas de fabricación asociados con la fabricación de una superficie exterior rugosa mediante la aplicación de micro esferas de vidrio, termoplásticos alveolares y otros. Este resultado es sorprendente, en primer lugar, porque el alto arrastre fluido proporcionado por una superficie exterior rugosa es considerado en general por los expertos en la materia como esencial para proporcionar un buen rendimiento de soplado. En segundo lugar, mientras que las características de fricción de la capa exterior de las realizaciones de la invención son buenas con respecto a algunos polímeros, son inferiores a las disposiciones de la técnica anterior, por ejemplo, tal como se describe en la patente EP 0521710. Muy sorprendentemente el rendimiento de soplado supera significativamente al rendimiento de estos cables de la técnica anterior.

La dureza del polímero de la capa exterior puede ser mayor o igual que una dureza Shore D de 60, medida por medio del estándar ISO R868.

El espesor del polímero de la capa exterior puede ser de menos de 400 micras alrededor de al menos 10% de la circunferencia del conjunto del cable.

Se ha descubierto que resulta ventajoso que la capa exterior sea relativamente fina y, por supuesto, inferior a los 0,5 mm de polietileno alveolar de baja densidad de en la disposición de la patente US4952021. Ello supone la ventaja de que se puede utilizar un material más duro sin que influya negativamente en las propiedades de flexión del cable. Los materiales más duros proporcionan unos cables más robustos con una mejor resistencia a la abrasión durante la instalación y una mejor protección de los elementos frágiles de transmisión de la señal. Es asimismo el caso de que los materiales más duros tales como el nailon o el polietileno de alta densidad presentan inherentemente unas mejores propiedades de fricción que otros polímeros que comprenden la capa exterior de otros cables de la técnica anterior tales como el polietileno de baja densidad y el polímero de acrilato. Por lo tanto, es posible que no sea necesario modificar el polímero con agentes antifricción, lo que reduce considerablemente los costes del material de la capa exterior y los costes del proceso.

La capa más exterior puede tener un espesor de menos de 200 micras, alrededor de al menos 10% de la circunferencia del conjunto del cable.

La capa más exterior puede tener un espesor de menos de 125 micras, alrededor de al menos 10% de la circunferencia del conjunto del cable.

Por lo menos uno de los polímeros de la capa más exterior puede ser polietileno de alta densidad.

Los elementos flexibles de transmisión de señal pueden estar embebidos en dicha primera capa.

A continuación, se describirán unas formas de realización preferidas de la presente invención, únicamente a título de ejemplo y no en un sentido limitativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1A es una vista esquemática, en sección transversal, de un cable de fibra óptica según una primera forma de realización de la presente invención;

la figura 1B es una vista esquemática, en sección transversal, de un cable de fibra óptica según una segunda forma de realización de la presente invención;

la figura 1C es una vista esquemática, en sección transversal, de un cable de fibra óptica según una tercera forma de realización de la presente invención;

la figura 1D es una vista esquemática, en sección transversal, de un cable de fibra óptica según una cuarta forma de realización de la presente invención;

la figura 2 es una representación esquemática de un aparato destinado a la fabricación de los cables de las figuras 1A a 1D;

la figura 3 es un dibujo del equipo de prueba utilizado para medir el coeficiente de fricción entre los cables y un tubo apto para la instalación de cables mediante soplado;

5 la Figura 4a representa la velocidad de instalación y la distancia total instalada del cable de fibra óptica de la figura 1C en un conducto, en comparación con el rendimiento de un cable de la técnica anterior construido con la modificación de la superficie descrita en los documentos EP 0521710 y EP 646818, que comprende asimismo 8 fibras;

10 la Figura 4b representa la velocidad de instalación y la distancia total instalada del cable de fibra óptica de la figura 1B en un conducto, en comparación con el rendimiento de un cable de la técnica anterior construido con la modificación de la superficie descrita en los documentos EP 0521710 y EP 646818, que comprende asimismo 12 fibras; y

la figura 5 representa las características de atenuación óptica del cable de la figura 1B en una amplia gama de temperaturas.

15 Haciendo referencia a las Figuras 1A a 1D, un cable de fibra óptica 1 comprende un núcleo de fibras ópticas 2 recubiertas primarias, que resultará familiar para los expertos en la materia, embebido en una capa interior 3 de material de acrilato que presenta una resistencia a la tracción suficiente cuando se endurece para bloquear por lo menos las fibras 2 más exteriores en su lugar, y permitir todavía que las fibras salgan fácilmente del conjunto para realizar la finalización y el empalme. Los materiales adecuados para esta aplicación son DSM Cabelite 950-706 y
20 DSM Cabelite 3287-9-41. Dichos materiales se encuentran disponibles en DSM Desotech BV. La dureza de la capa de acrilato 3 es tal que se limita el movimiento axial de por lo menos las fibras 2 más exteriores con respecto a la capa interior 3.

A continuación, se rodea la capa interior 3 mediante una cubierta 4 fina holgada realizada a partir de una mezcla de polietileno de alta densidad que presenta una dureza Shore superior o igual a 60, determinada mediante la norma
25 ISO R868, y un agente de deslizamiento sustancialmente distribuido de un modo uniforme, que comprende un poli material (dimetilsiloxano) modificado con poliéter tal como un poli material (dimetilsiloxano) con el grupo funcional hidroxilo modificado con poliéter. La mezcla a partir de la que se forma la capa exterior 4 se compacta mediante calor y presión. La capa exterior 4 puede comprender asimismo una carga mineral, tal como carbonato de calcio y/o dióxido de titanio, para mejorar la estabilidad de las dimensiones de la capa exterior 4 a medida que cambia la
30 temperatura.

Para la fabricación de los cables 1 de las figuras 1A a 1D, las fibras ópticas recubiertas primarias 2 se suministran a un banco de bobinas desenrolladoras (no representadas), siendo el número de bobinas igual al número de fibras 2 que se incorporarán al cable 1. Las fibras 2 se desenrollan con una fuerza de tracción generalmente constante. A continuación, se empaquetan las fibras 2 en un haz con la forma adecuada y se pasan a través de una estación de aplicación de resina, aplicándose una resina de acrilato que forma la capa interior 3 para el haz de fibras 2, siendo la resina de acrilato una resina que se cura con UV. A continuación, se hace pasar el conjunto recubierto de fibras 2 a través de una pluralidad de hornos de curado que endurecen la capa interior 3 hasta las dimensiones pretendidas. Se puede realizar el proceso anterior, por ejemplo, mediante un cable cinta de fibra modificada proporcionada por Nextrom, Vantaa, Helsinki, Finlandia.

40 Haciendo referencia ahora a la figura 2, el recubrimiento externo 4, formado a partir de una mezcla de polímero y un material antifricción que se ha preparado anteriormente mediante calor y presión, se aplica a la capa interior 3 del haz de fibras ópticas recubierto descrito anteriormente haciendo pasar el haz de fibras recubierto a través de una línea de extrusión de termoplástico tal como se representa en la figura 2. Dicha línea se encuentra disponible en Nextrom Technologies, Nextrom S.A., Route du Bois, 37 PO Box, 259, CH-1024-Ecublens Lausanne, Suiza. La línea de extrusión 10 de termoplástico presenta un puesto de desenrollado 11 que permite desenrollar el haz de fibras 12 recubierto a una velocidad generalmente constante. Un dispositivo tensor 13 garantiza que se haya tensado el haz recubierto antes de entrar en una cruceta de extrusión 14, que aplica la mezcla de polietileno de alta densidad que incorpora el agente de deslizamiento adecuado de silicio al haz recubierto a una temperatura comprendida entre 190 °C y 230 °C.

50 A continuación, se tira del cable recubierto de polietileno a través de un depósito de vacío 15 que aplica el vacío a la capa exterior 4 rodeando la misma con agua, estando comprendido el vacío entre 100 mbar y 50 mbar, y enfría asimismo la unidad de fibra, a medida que abandona la cruceta de extrusión 14. Se proporciona un enfriamiento adicional tirando del cable a través de un canal de agua 16, encontrándose el agua a una temperatura de aproximadamente 20 °C. Una unidad de oruga 17 tira de la unidad de fibra a través de toda la línea de extrusión 10 de termoplástico, enrollándose a continuación el cable 1 en un depósito 18 mediante una bobinadora 19. Los expertos en la materia podrán apreciar que los dos procesos descritos anteriormente se podrían disponer en una
55 única línea de fabricación y completar el proceso en una única etapa.

Haciendo referencia a la figura 3, esta representa un aparato destinado a medir las características de fricción de los cables. Se analizaron dos cables, el primero incorporando la presente invención, y el segundo un cable disponible comercialmente con la modificación de la superficie descrita en los documentos EP 0521710 y EP 646818, para medir su coeficiente de fricción en relación con un tubo fabricado comercialmente para utilizar en aplicaciones de cables de soplado.

El método de ensayo comprende unir un peso de 10 gramos a un extremo del cable e introducir el otro extremo a través del tubo 101, alrededor de la polea 102, a través del tubo 103 y, a continuación, a través de la longitud del tubo 104. El tubo 104 es un tubo disponible comercialmente con un diámetro exterior de 5 mm y un diámetro interior de 3,5 mm fabricado para permitir la instalación de cables mediante soplado. Con el tubo 104 se envuelve una rueda 105 para proporcionar un total de 450 grados de envoltura. Una vez se ha introducido el cable a través del tubo 104, se introduce a continuación en un arrastre 106, que tira del cable a una velocidad constante de 10 metros por minuto. Se sujeta el tubo 104 por ambos extremos mediante abrazaderas 107 y, a medida que se tira del cable a través del tubo 104, la fricción del cable en el tubo origina un momento de rotación en la rueda 105 y gira una palanca 108 que crea una carga sobre una báscula 109.

La carga en el balance de masa 109 se midió tanto para la presente invención como para la técnica anterior y el coeficiente de fricción se calculó utilizando la fórmula:

El coeficiente de fricción viene dado por

$$\mu = \frac{1}{\theta} \ln \left[\frac{FL}{Tr} + 1 \right]$$

En la que

- Θ Ángulo total de envoltura del tubo (rad)
- F Fuerza registrada en la báscula (N)
- L Momento de la longitud del brazo de la fuerza F (m)
- T Peso elevado por fibra (N)
- r Radio de curvatura del tubo principal (m)

El cable de la presente invención presentó un coeficiente de fricción de 0,27, mientras que el cable de la técnica anterior presentó un coeficiente de fricción de 0,21. Por lo tanto, las características de fricción de la presente invención son inferiores en comparación con las de la técnica anterior.

Haciendo referencia ahora a las figuras 4a y 4b, se valora el rendimiento del soplado del cable, fabricado según el proceso anterior, midiendo la velocidad de instalación y la distancia total instalada de la unidad de fibra en un conducto adecuado. La comparación consiste en una prueba estándar industrial en la que 500 metros de un tubo disponible comercialmente con un diámetro exterior de 5 mm y un diámetro interior de 3,5 mm fabricado para permitir la instalación de cables mediante soplado, se enrolla en un tambor con un diámetro del cilindro de 500 mm.

En el caso de la figura 4a, se comparan dos cables de fibra óptica, siendo el primero el cable de la figura 1C (curva A) y el segundo un cable disponible comercialmente con la modificación de la superficie descrita en los documentos EP 0521710 y EP 646818 (curva B). Cada uno de los cables contenía 8 fibras dispuestas en sus recubrimientos correspondientes. Se soplaron en el tubo los cables de la técnica anterior y de la presente invención utilizando un equipo de soplado industrial estándar, aire comprimido a una presión de 10 bar y técnicas idénticas para ambos cables.

En la figura 4a se compara el rendimiento del soplado de los dos cables. Se puede observar que el producto de la técnica anterior empezó a disminuir la velocidad tras haber instalado únicamente 250 metros. Al cabo de 430 metros se había reducido la velocidad de instalación a únicamente 10 m/min. Por otro lado, el cable de la presente invención completó la trayectoria de prueba a una velocidad constante de 24 m/min. En la figura 4b se repite la comparación con la excepción de que esta vez cada uno los cables comprendía 12 fibras, es decir, el cable de la presente invención es el cable de la figura 1B. En este caso, del cable de la técnica anterior (curva D) se instalaron únicamente 24 metros antes de detenerse totalmente, mientras que el cable de la presente invención (curva C) completó una distancia de 375 metros antes de detenerse.

El rendimiento del soplado de las figuras 4a y 4b representa una mejora sustancial e inesperada en comparación con la técnica anterior, en particular en vista de que el cable de la presente invención presenta unas propiedades de fricción inferiores y presenta una superficie que no se ha modificado físicamente en modo alguno para mejorar el arrastre fluido.

5 Haciendo referencia ahora a la figura 5, se representa la pérdida de señal en un amplio intervalo de temperaturas relacionado con cables fabricados según el procedimiento anterior. Las distintas curvas presentan atenuación de la señal en las fibras 2 individuales del cable de la figura 1B. Se puede observar que el cable 1 puede soportar la exposición a un amplio intervalo de temperaturas. Este es un resultado sorprendente. Los cables de la técnica anterior, tal como se describen en el documento EP0157610, que incorporan capas exteriores de polietileno, presentan un rendimiento óptico deficiente por debajo de aproximadamente -20 °C. Ello se suele atribuir a un cambio de fase en el polietileno aproximadamente a dicha temperatura y, por ello, no se selecciona habitualmente el polietileno para el recubrimiento ajustado de elementos de fibra óptica.

10 Los expertos en la materia podrán apreciar que las formas de realización anteriores se han descrito únicamente a título de ejemplo y no en un sentido limitativo, y que resultan posibles diversos cambios y modificaciones sin alejarse del alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, alternativa o adicionalmente, se pueden utilizar como agentes de deslizamiento los materiales reductores de la fricción descritos en las formas de realización anteriores, erucamida y/u oleamida. Además, aunque el conjunto de cable de la presente invención comprende una capa interior y una capa exterior, sin embargo, resultará obvio para los expertos
15 en la materia que se podría realizar a partir de más de dos capas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Conjunto de cable apto para instalarse en un conducto mediante soplado, comprendiendo el conjunto de cable una pluralidad de elementos flexibles de transmisión de la señal (2) aptos para transmitir señales ópticas y rodeados por una primera capa, y una capa continua más exterior (4) de polímero termoplástico dispuesta hacia el exterior de dicha primera capa, caracterizado por que la pluralidad de elementos flexibles de transmisión de señal (2) están rodeados por dicha primera capa de tal manera que el movimiento axial de por lo menos los elementos de transmisión de la señal más exteriores con respecto a dicha primera capa se encuentra limitado, y por que dicha capa más exterior (4) es una capa de polímero termoplástico y es apta para ser retirada de dicha primera capa mediante deslizamiento sobre dicha primera capa.
- 10 2. Conjunto según la reivindicación 1, en el que, la periferia interior de dicha capa más exterior es mayor que la periferia exterior de dicha primera capa para permitir la retirada de dicha capa más exterior del conjunto.
3. Conjunto según la reivindicación 1 o 2, en el que, la segunda capa tiene una dureza Shore D mayor de 60.
4. Conjunto según la reivindicación 3, en el que la dureza del polímero de la capa más exterior es superior o igual a una dureza Shore D de 60 determinada mediante la norma ISO R868.
- 15 5. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el espesor de la capa más exterior es menor de 400 micras, aproximadamente 10% de la circunferencia del conjunto del cable.
6. Conjunto según la reivindicación 5, en el que la capa más exterior tiene un espesor de menos de 200 micras, aproximadamente al menos 10% de la circunferencia del conjunto del cable.
- 20 7. Conjunto según la reivindicación 6, en el que la capa más exterior tiene un espesor de menos de 125 micras, aproximadamente al menos 10% de la circunferencia del conjunto del cable.
8. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el por lo menos un polímero de la capa más exterior es polietileno de alta densidad.
9. Conjunto según la reivindicación 8, en el que dicha capa más exterior está formada a partir de una mezcla de polietileno de alta densidad y un agente de deslizamiento distribuido en general de un modo uniforme.
- 25 10. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera capa es de material de acrilato.
11. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos de transmisión de señal están embebidos en dicha primera capa.
- 30 12. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos de transmisión de señal están agrupados juntos y embebidos en dicha primera capa (3) para formar un haz de fibras recubiertas.
13. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en el que dicha primera capa (3) tiene suficiente resistencia a la tracción cuando está curada para bloquear al menos los elementos de transmisión de señal (2) más exteriores en su sitio, aun permitiendo que los elementos de transmisión de señal sean separados fácilmente del conjunto con fines de terminación y empalme.

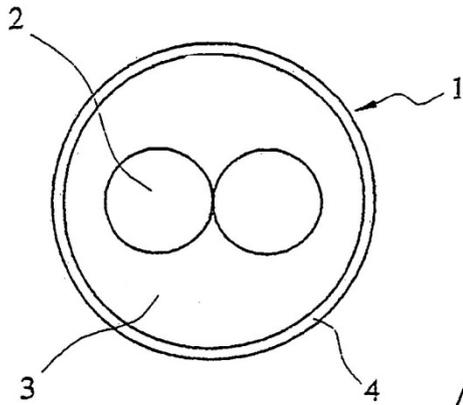


FIG. 1A

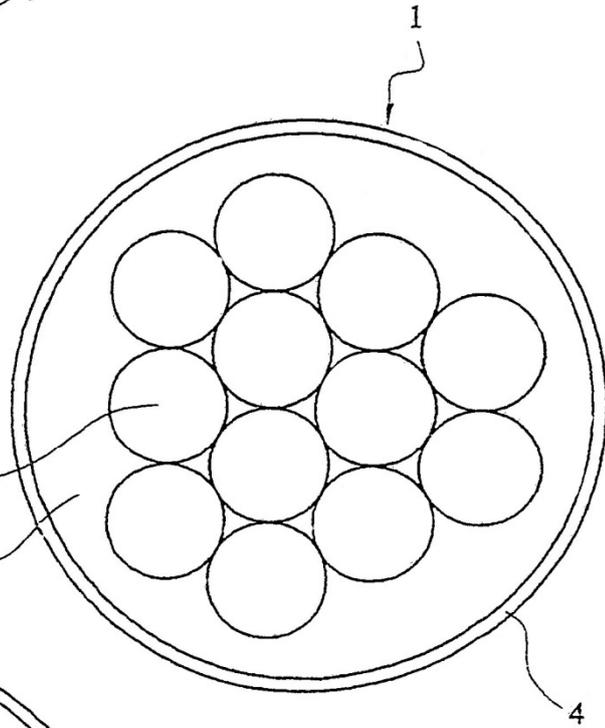


FIG. 1B

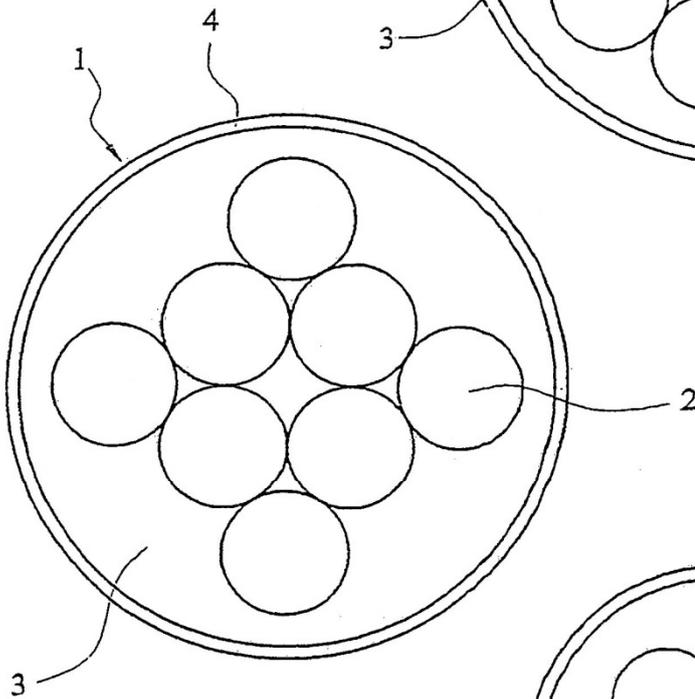


FIG. 1C

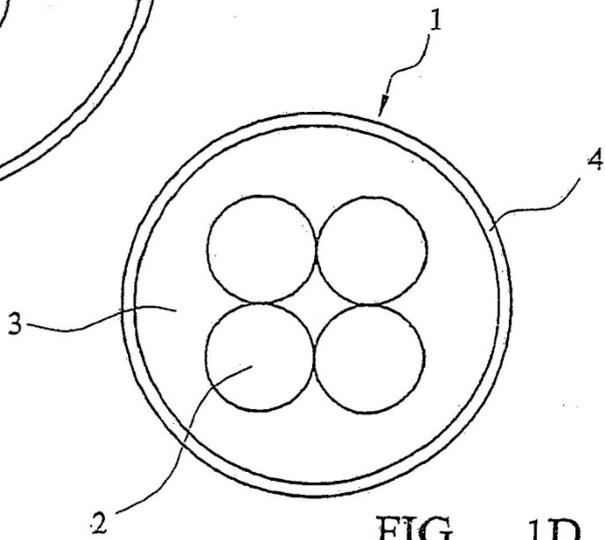


FIG. 1D

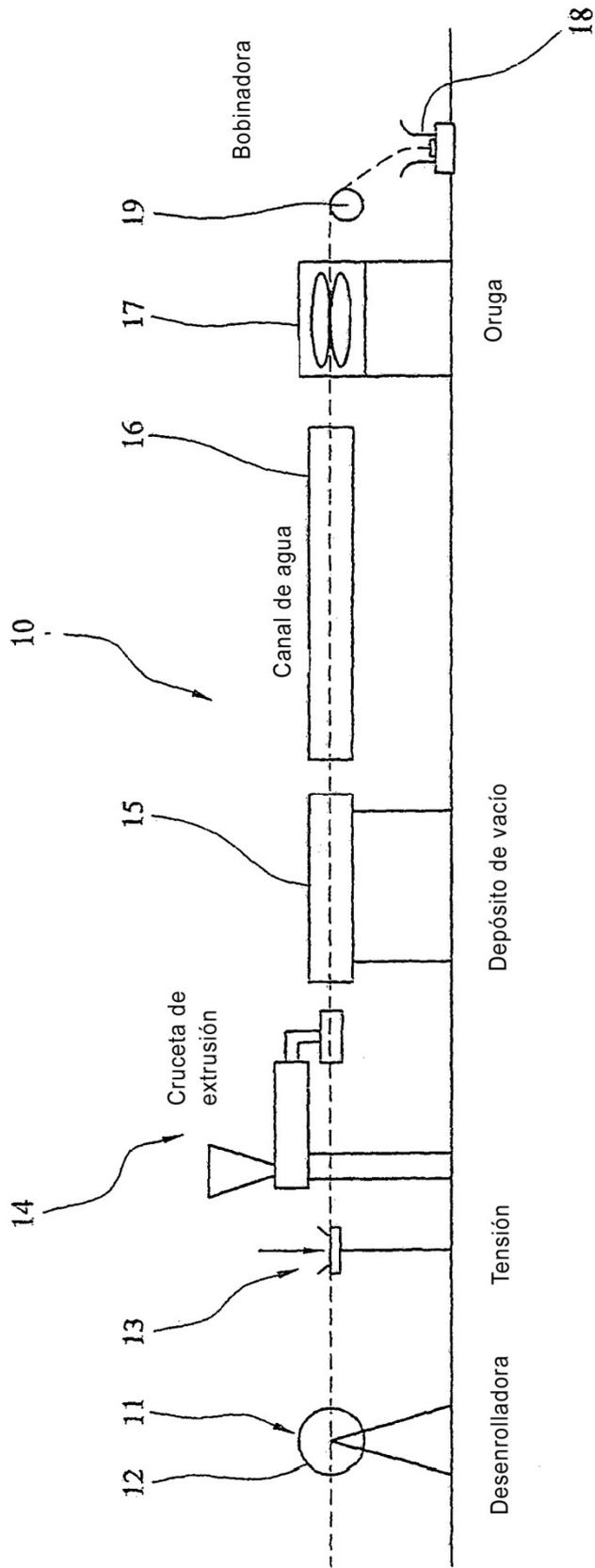
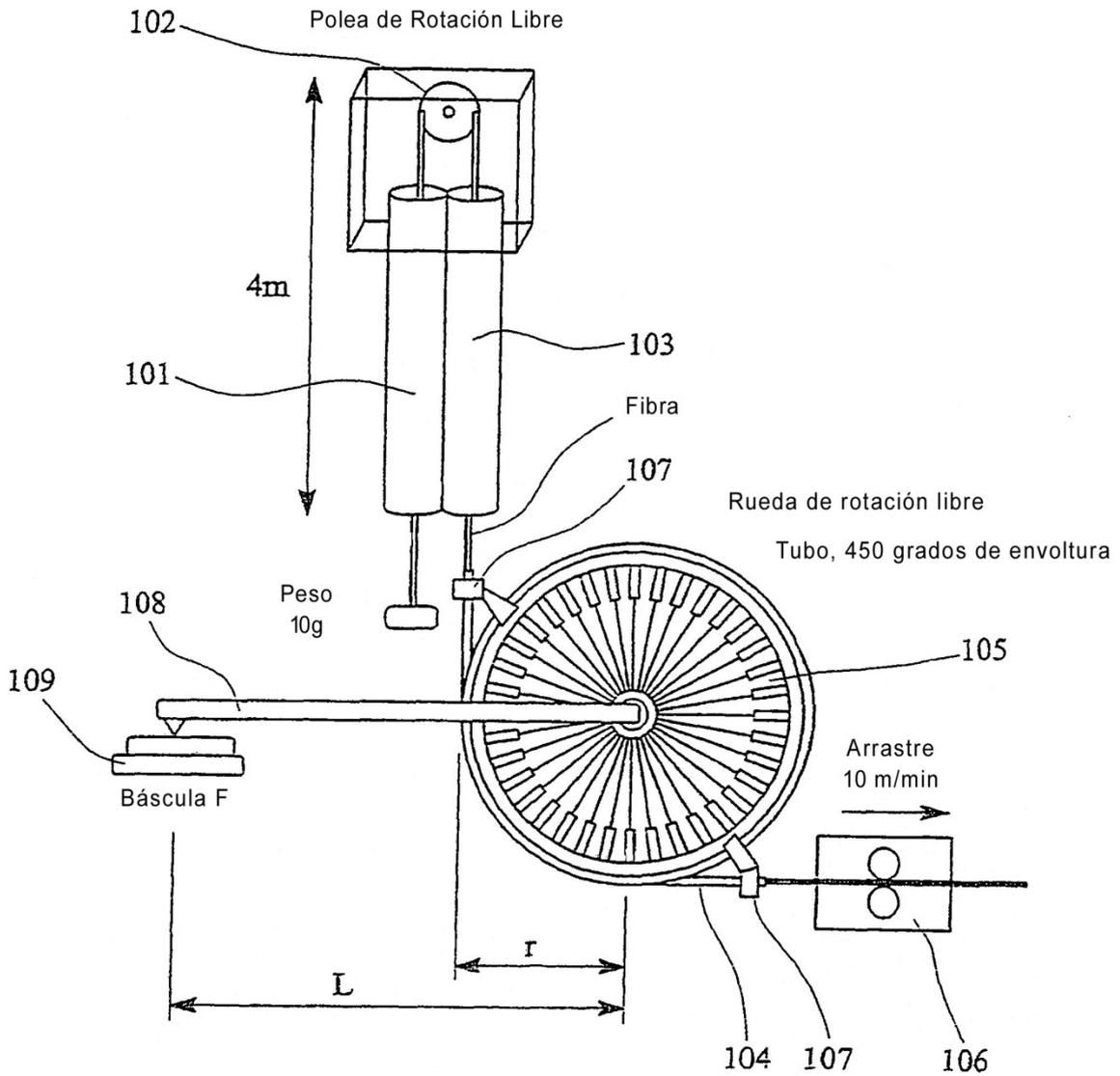


FIG. 2



El coeficiente de fricción viene determinado por

$$\mu = \frac{1}{\theta} \ln \left[\frac{FL}{Tr} + 1 \right]$$

En la que

- θ ángulo total de envoltura del tubo (rad)
- F fuerza registrada en la báscula (N)
- L Momento de la longitud del brazo de la fuerza F (m)
- T Peso elevado por fibra (N)
- r Radio de curvatura del tubo principal (m)

FIG. 3

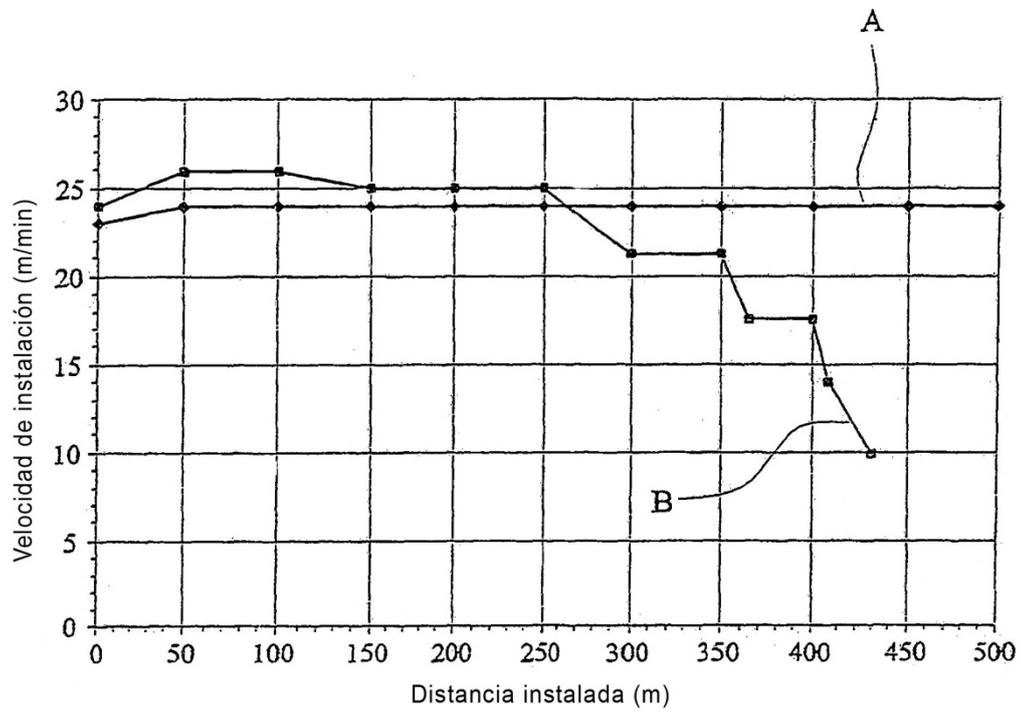


FIG. 4a

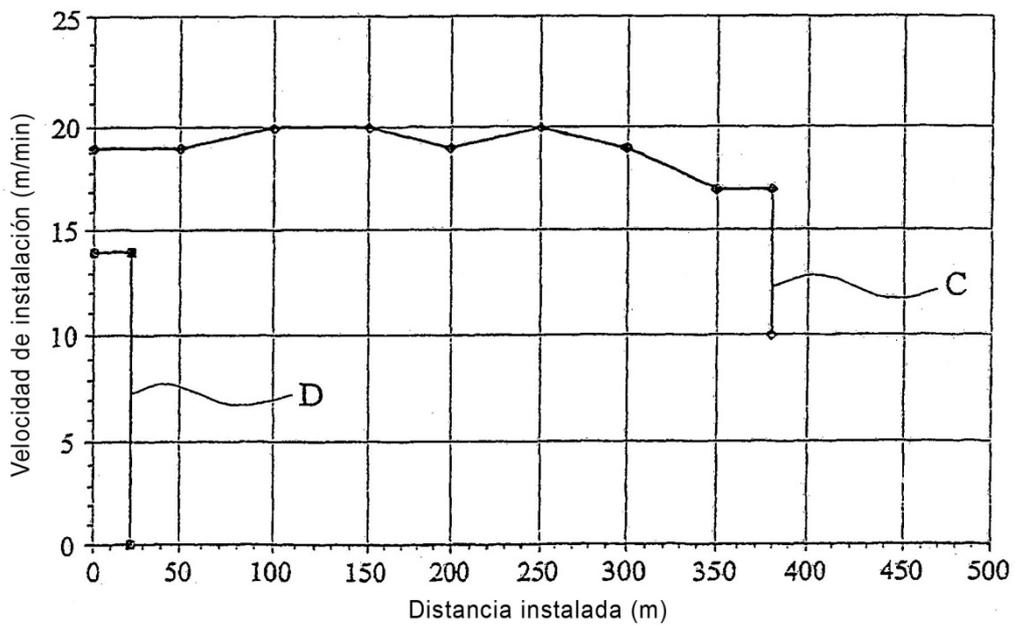


FIG. 4b

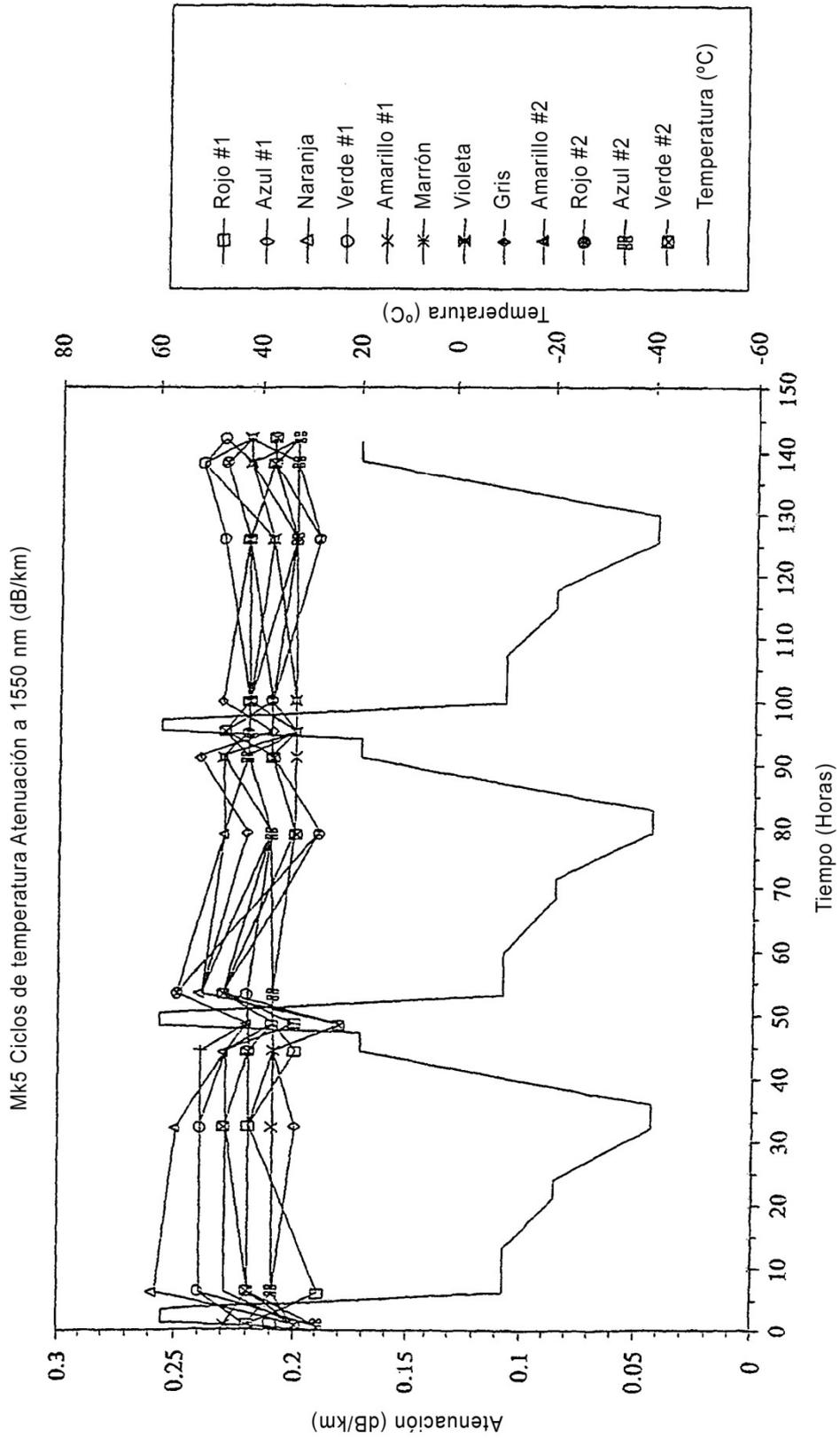


FIG. 5