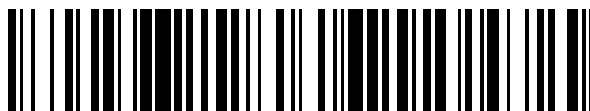


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 746**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/44** (2006.01)

**G02B 6/255** (2006.01)

**H02G 15/18** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.04.2012 PCT/EP2012/056444**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2012 WO12156153**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2012 E 12712674 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 2710423**

54 Título: **Procedimiento de realización de un empalme entre fibras ópticas en un dispositivo de unión para cables eléctricos**

30 Prioridad:

**16.05.2011 IT MI20110855**

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

**22.07.2020**

73 Titular/es:

**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)  
Via Chiese, 6  
20126 Milano , IT**

72 Inventor/es:

**FERRARI, ALBERTO;  
RIOLO, ROBERTO y  
ABBIATI, FABIO**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 774 746 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

Procedimiento de realización de un empalme entre fibras ópticas en un dispositivo de unión para cables eléctricos

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere al campo de los cables para transmitir y/o distribuir electricidad. En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento para realizar un empalme entre fibras ópticas en un dispositivo para formar una unión entre cables eléctricos, en particular (pero no exclusivamente) cables de media o alta tensión.
- 10 **[0002]** Un cable para transmitir y/o distribuir electricidad típicamente comprende uno o más núcleos conductores. Cada núcleo conductor generalmente comprende un conductor de metal rodeado por una capa aislante y preferentemente por una capa semiconductor interna y una capa semiconductor externa. En particular, si el cable es del tipo de alta tensión, el núcleo o núcleos conductores están rodeados a su vez por una pantalla metálica (generalmente de aluminio, plomo o cobre), fuera de la cual se proporciona una cubierta protectora de polímero.
- 15 **[0003]** En la presente descripción, el término "tensión media" se refiere a una tensión típicamente en el intervalo de aproximadamente 1 KV a aproximadamente 30 KV, mientras que el término "alta tensión" se refiere a una tensión de más de 30 KV.
- 20 **[0004]** Para unir dos cables eléctricos (teniendo cada uno un solo núcleo conductor, por ejemplo), se despoja una parte de cada uno de sus extremos, de modo que los conductores metálicos quedan expuestos. A continuación, los conductores metálicos de los dos cables se conectan eléctricamente y se instala un dispositivo de unión en sus extremos. La función principal del dispositivo de unión es aislar eléctricamente los conductores y proporcionar protección mecánica para el área de la unión entre los cables.
- 25 **[0005]** Un dispositivo de unión generalmente comprende un manguito que se coloca directamente en los extremos de los cables y una carcasa protectora externa en la que se aloja el manguito. Un manguito montado directamente en los extremos de los cables se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente EP 0735639 A1. Una carcasa protectora externa se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente EP 2113978 A1.
- 30 **[0006]** El manguito puede comprender diferentes capas, teniendo cada una una función diferente. Por ejemplo, comenzando desde la capa más interna, un manguito puede comprender un electrodo tubular hecho de un material semiconductor que realiza la función de controlar el campo eléctrico, un aislante tubular que cubre el electrodo y una cubierta semiconductor externa que cubre el aislante tubular y que realiza la función de interconectar los extremos
- 35 de las capas semiconductoras externas de los dos cables unidos. El manguito generalmente tiene una parte central sustancialmente cilíndrica y dos partes extremas opuestas sustancialmente cónicas, a través de las cuales los dos extremos del cable entran en el manguito.
- [0007]** Una vez que el manguito se ha colocado en los extremos del cable unido, se aloja en la carcasa exterior, que típicamente está hecha de un material metálico (como el cobre), como se describe en la solicitud de patente mencionada anteriormente EP 2113978 A1, y que cumple la función de garantizar la continuidad eléctrica entre las pantallas metálicas de los dos cables unidos.
- 40 **[0008]** Un cable eléctrico para transmitir y/o distribuir energía también puede comprender una o más fibras ópticas. Las fibras ópticas se pueden utilizar, por ejemplo, para transmitir datos o para controlar el funcionamiento del cable eléctrico. Las fibras ópticas de un cable eléctrico generalmente se alojan en un tubo de metal protector, que a su vez se inserta entre los cables metálicos de la pantalla metálica del cable.
- 45 **[0009]** Cuando dos extremos de los cables eléctricos que comprenden fibras ópticas se unen, las fibras ópticas también deben empalmarse.
- 50 **[0010]** El documento DE 39 05 090 se refiere a accesorios deslizantes (conectores finales y manguitos) para cables de media tensión con aislamiento de plástico destinados a ser desarrollados para que puedan usarse para tales cables que tienen fibras ópticas integradas (cables de fibra óptica de media tensión), especialmente para cables XLPE de hebra única con fibras ópticas integradas con la pantalla. El pequeño tubo protector con la fibra óptica gira alrededor de un enrollamiento auxiliar dispuesto delante del cuerpo de control de campo en la pantalla, y la fibra óptica se conecta mediante un empalme a un cable de fibra óptica o la fibra óptica del segundo cable de fibra óptica de media tensión, respectivamente. La longitud excesiva del pequeño tubo de fibra óptica se enrolla alrededor del enrollamiento auxiliar o un enrollamiento compensador y el tubo del manguito.
- 55 **[0011]** El documento DE 19 702 804 describe el manguito de empalme de empuje utilizado para cable con conductores de onda de luz integrados en los conductores y un elemento de conexión del conductor, y un cuerpo de metal de contacto cilíndrico hueco que rodea el lugar de conexión del conductor. El elemento de conexión del conductor entre los extremos del conductor fijo tiene una región con al menos una abertura para sacar los conductores de onda de luz de este.
- 60
- 65

**[0012]** El documento "Raychem Fibre Optic Add-On Kit for HV Cable Accessories", que se puede encontrar en la URL: <http://energy.tycoelectronics.com/transmission/fibreoptic.pdf>, describe un kit para instalar fibras ópticas en un dispositivo de unión para cables eléctricos de alta tensión. El kit comprende una bandeja de empalme que está alojada en un compartimento adecuado de la carcasa exterior. El compartimento y la bandeja de empalme son accesibles desde el exterior de la carcasa.

**[0013]** El kit descrito anteriormente tiene una serie de inconvenientes.

10 **[0014]** En primer lugar, la necesidad de proporcionar una bandeja de empalme y un compartimento correspondiente para alojarla conlleva de manera desventajosa un aumento en el coste y las dimensiones generales de la carcasa exterior y, por lo tanto, del dispositivo de unión en su conjunto. Además, dado que la bandeja de empalme está posicionada de manera que sea accesible desde el exterior de la carcasa, se debe proporcionar protección mecánica adicional para proteger adecuadamente las fibras ópticas alojadas en ella, y esto aumenta aún más el coste y las dimensiones generales de la carcasa exterior y, por lo tanto, del dispositivo de unión en su conjunto. Por otro lado, la accesibilidad de la bandeja de empalme desde el exterior de la carcasa exterior es generalmente superflua, ya que, una vez que se han realizado los empalmes entre las fibras ópticas, normalmente no es necesario realizar ninguna otra operación en las fibras ópticas.

20 **[0015]** El problema antes mencionado se resuelve mediante un procedimiento para realizar un empalme entre fibras ópticas en un dispositivo de unión para cables eléctricos, en cuyo procedimiento las fibras ópticas que salen de los dos cables unidos se empalman y sus longitudes en exceso se enrollan alrededor del cuerpo del manguito en una hélice que es sustancialmente coaxial con el cuerpo del manguito.

25 **[0016]** Según una primera realización, los extremos de las fibras ópticas se empalman primero, y sus longitudes en exceso se enrollan a continuación alrededor del manguito. En este caso, las longitudes en exceso de las fibras ópticas se enrollan en una hélice abierta o disposición "Ω". Según una segunda realización, las longitudes en exceso de las fibras ópticas se enrollan primero alrededor del manguito, y sus extremos se unen posteriormente. En este caso, las longitudes en exceso de las fibras ópticas pueden enrollarse en una hélice cerrada o una hélice abierta o una disposición "Ω".

**[0017]** En todos estos casos, no es necesario proporcionar un dispositivo de soporte de empalme dedicado. Esto se debe a que el propio manguito actúa como un mandril alrededor del cual se enrollan las longitudes en exceso de las fibras ópticas. Por lo tanto, el propio manguito asegura que las fibras ópticas no se doblan con un radio de curvatura menor que el radio de curvatura mínimo, especialmente cuando están sujetas a tracción. Además, las longitudes en exceso de las fibras ópticas y los empalmes están ventajosamente bien protegidos contra impactos y tensiones mecánicas, porque están alojadas dentro de la carcasa exterior del dispositivo de unión. En consecuencia, no es necesario proporcionar ninguna protección mecánica adicional en el dispositivo de unión.

40 **[0018]** Según un aspecto de la presente invención, un procedimiento para realizar un empalme entre fibras ópticas en un dispositivo de unión adecuado para alojar una unión entre un primer cable eléctrico que comprende una primera fibra óptica y un segundo cable eléctrico que comprende una segunda fibra óptica, comprendiendo el dispositivo de unión un manguito que tiene una parte cilíndrica, comprende:

45 i) empalmar la primera fibra óptica y la segunda fibra óptica para formar el empalme; y  
ii) enrollar al menos una parte de una longitud excesiva de la primera fibra óptica y al menos una parte de una longitud excesiva de la segunda fibra óptica alrededor de la parte cilíndrica del manguito en una hélice sustancialmente coaxial con la parte cilíndrica.

50 **[0019]** Según una primera realización, la etapa i) se realiza antes de la etapa ii), y la etapa ii) comprende enrollar la al menos una parte de la longitud excesiva de la primera fibra óptica y la al menos una parte de la longitud excesiva de la segunda fibra óptica alrededor de la parte cilíndrica del manguito en una hélice abierta o disposición "Ω" sustancialmente coaxial con la parte cilíndrica.

55 **[0020]** Según una segunda realización, la etapa i) se realiza después de la etapa ii), y la etapa ii) comprende enrollar la al menos una parte de la longitud excesiva de la primera fibra óptica y la al menos una parte de la longitud excesiva de la segunda fibra óptica alrededor de la parte cilíndrica del manguito en una hélice cerrada sustancialmente coaxial con la parte cilíndrica.

60 **[0021]** Preferentemente, la etapa i) comprende proteger al menos uno de los empalmes, la al menos una parte de la longitud excesiva de la primera fibra óptica y la al menos una parte de la longitud excesiva de la segunda fibra óptica, por medio de al menos un tubo.

**[0022]** Preferentemente, la etapa i) comprende, antes del empalme, ajustar un primer tubo en la longitud excesiva de la primera fibra óptica de modo que el extremo libre de la primera fibra óptica salga a través del primer

tubo, y ajustar un segundo tubo en la longitud excesiva de la segunda fibra óptica de modo que el extremo libre de la segunda fibra óptica salga a través del segundo tubo.

5 **[0023]** Preferentemente, la etapa i) comprende, antes del empalme, bloquear el primer tubo en relación con la primera fibra óptica y bloquear el segundo tubo en relación con la segunda fibra óptica por medio de primeros elementos de fijación.

10 **[0024]** Preferentemente, la etapa i) comprende, antes del empalme, ajustar un tercer tubo en el primer tubo para que sea deslizable en relación con el primer tubo y de modo que el extremo libre de la primera fibra óptica también salga a través del tercer tubo.

**[0025]** Preferentemente, la etapa i) comprende, después del empalme, mover el tercer tubo al empalme y sujetar el tercer tubo al primer tubo y al segundo tubo por medio de segundos elementos de fijación.

15 **[0026]** Según realizaciones preferidas de la invención, el primer tubo, el segundo tubo y el tercer tubo están hechos de material flexible.

20 **[0027]** Según realizaciones preferidas de la invención, al menos uno de los primeros elementos de fijación y los segundos elementos de fijación comprende al menos una correa.

**[0028]** La presente invención se expone con más claridad mediante la siguiente descripción detallada, proporcionada a modo de ejemplo no limitativo, para ser leída con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 25 - la figura 1 muestra esquemáticamente un manguito de un dispositivo de unión entre dos cables eléctricos para distribuir y/o transmitir electricidad;
- la figura 2 muestra cinco etapas del procedimiento para realizar un empalme según una realización de la presente invención;
- la figura 3 muestra el manguito de la figura 1 con las longitudes en exceso de las fibras ópticas empalmadas enrolladas a su alrededor, según una primera variante ventajosa del procedimiento de la invención; y
- 30 - la figura 4 muestra el manguito de la figura 1 con las longitudes en exceso de las fibras ópticas empalmadas enrolladas a su alrededor, según una segunda variante ventajosa del procedimiento de la invención.

35 **[0029]** La figura 1 muestra un manguito 3 de un dispositivo de unión para cables eléctricos (en particular, pero no exclusivamente, cables de media o alta tensión), al que se puede aplicar el procedimiento para realizar un empalme entre fibras ópticas de cables eléctricos según las realizaciones de la presente invención.

40 **[0030]** El manguito 3 comprende un cuerpo hueco que forma una cavidad pasante tubular (no visible en la figura 1) adecuada para recibir el extremo de un primer cable 1 y el extremo de un segundo cable 2. El cuerpo hueco comprende preferentemente una parte central 30 y dos partes de extremo 31, 32, a través de las cuales los extremos del primer cable 1 y el segundo cable 2 entran al manguito 3. La parte central 30 del manguito 3 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. Las partes de extremo 31, 32 tienen preferentemente una forma cónica con el vértice hacia el exterior del manguito 3. La estructura interna del manguito 3 no se describirá en detalle, ya que es innecesario para los fines de la presente descripción.

45 **[0031]** El primer cable 1 y el segundo cable 2 son preferentemente cables eléctricos para transmitir y/o distribuir energía. En particular, el primer cable 1 y el segundo cable 2 pueden ser cables de alta o media tensión. El primer cable 1 y el segundo cable 2 pueden comprender cada uno uno o más conductores metálicos y una o más capas que rodean a los conductores (por ejemplo, una capa semiconductor interna, una capa aislante, una capa semiconductor externa, una pantalla metálica y una cubierta protectora de polímero). El primer cable 1 y el segundo cable 2 son del mismo tipo, es decir, tienen la misma estructura. La estructura del primer cable 1 y el segundo cable 2 no se describirá más a fondo y no se muestra en los dibujos, ya que no es necesaria para los fines de la presente descripción.

50 **[0032]** Además de los conductores metálicos y las capas mencionadas anteriormente, el primer cable 1 comprende una primera unidad óptica 10, y de manera similar el segundo cable 2 comprende una segunda unidad óptica 20. La primera unidad óptica 10 y la segunda unidad óptica 20 comprenden cada una un número de fibras ópticas 11, 21 (mostradas en la figura 2) y un tubo protector 12, 22 en el que se alojan las fibras ópticas 11, 21. Por ejemplo, cada unidad óptica 10, 20 puede comprender de 1 a 24 fibras ópticas 11, 21. Los tubos protectores 12, 22 están hechos preferentemente de material metálico, tal como acero.

60 **[0033]** En el primer cable 1 y en el segundo cable 2, la primera unidad óptica 10 y la segunda unidad óptica 20 pueden colocarse entre dos capas adyacentes del cable, o pueden incrustarse en el espesor de una de las capas del cable. Preferentemente, dado que el primer cable 1 y el segundo cable 2 tienen la misma estructura, la posición de la primera unidad óptica 10 dentro del primer cable 1 es idéntica a la posición de la segunda unidad óptica 20 dentro del segundo cable 2. Por ejemplo, en un cable de alta tensión, la primera unidad óptica 10 (o la segunda unidad óptica 20) puede insertarse entre los cables metálicos que forman la pantalla metálica del primer cable 1 (o segundo cable

2).

**[0034]** Para unir el primer cable 1 y el segundo cable 2 juntos, sus extremos se cortan de modo que la unidad óptica 10, 20 de cada cable sobresalga del extremo libre del cable en una longitud mínima predeterminada. Esta longitud mínima predeterminada permite que los empalmes se realicen entre las fibras ópticas 11, 21 después de que el manguito 3 se haya colocado en los extremos del primer cable 1 y el segundo cable 2. Esta longitud mínima predeterminada puede ser, por ejemplo, varios metros.

**[0035]** La unión entre el primer cable 1 y el segundo cable 2 está formada por operaciones según la técnica anterior, por ejemplo, como se describe en la solicitud de patente anteriormente citada EP 0735639 A1.

**[0036]** Al final de estas operaciones, el manguito 3 se coloca de modo que cubra el área de la unión entre los cables 1 y 2. En particular, el manguito 3 cubre la parte libre de los conductores metálicos y los extremos de las capas que cubren los conductores y que se encuentran dentro de las unidades ópticas 10 y 20, mientras deja al descubierto los extremos de las capas que no se encuentran dentro de las unidades ópticas 10 y 20. En la figura 1, la capa del primer cable 1 situada inmediatamente dentro de la primera unidad óptica 10 se indica con el número de referencia 13, mientras que la capa más externa del primer cable 1 se indica con el número de referencia 14. De manera similar, la capa del segundo cable 2 situada inmediatamente dentro de la segunda unidad óptica 20 se indica con el número de referencia 23, mientras que la capa más externa del segundo cable 2 se indica con el número de referencia 24.

**[0037]** Con referencia ahora a la figura 2, se supone, a modo de ejemplo no limitativo, que la primera unidad óptica 10 y la segunda unidad óptica 20 comprenden cada una dos fibras ópticas 11, 21.

**[0038]** Durante una primera etapa a), se retira una parte del tubo protector 12 de la primera unidad óptica 10, para liberar una parte de las fibras ópticas 11 contenidas en el mismo. La parte libre de las fibras ópticas 11 puede tener, por ejemplo, una longitud de 2,5 m. De manera similar, se retira una parte del tubo protector 22 de la segunda unidad óptica 20, para liberar una parte de las fibras ópticas 21 contenidas en el mismo. La parte libre de las fibras ópticas 21 puede tener, por ejemplo, una longitud de 2 m.

**[0039]** En una etapa posterior b), se instala un primer tubo 41 en el tubo protector 12 de la primera unidad óptica 10 y se fija al mismo de modo que los extremos libres de las fibras ópticas 11 de la primera unidad óptica 10 salgan a través del primer tubo 41. De manera similar, un segundo tubo 42 se instala en el tubo protector 22 de la segunda fibra óptica 20 y se fija al mismo de modo que los extremos libres de las fibras ópticas 21 de la segunda unidad óptica 20 salgan a través del segundo tubo 42. El primer tubo 41 y el segundo tubo 42 están hechos preferentemente de material plástico flexible, tal como silicona. El primer tubo 41 y el segundo tubo 42 tienen preferentemente un diámetro interno que está en el intervalo de 1,6 mm a 2,0 mm, o más preferentemente igual a 1,8 mm. Además, el primer tubo 41 y el segundo tubo 42 tienen preferentemente un diámetro exterior que está en el intervalo de 2,5 mm a 3,5 mm, o más preferentemente igual a 3,0 mm. Además, el primer tubo 41 y el segundo tubo 42 tienen preferentemente una longitud en el intervalo de 1,5 m a 3 m. Por ejemplo, el primer tubo 41 puede tener una longitud de aproximadamente 2,5 m y el segundo tubo 42 puede tener una longitud de aproximadamente 2 m. Para fijar el primer tubo 41 y el segundo tubo 42 a los respectivos tubos protectores 12, 22, el primer tubo 41 y el segundo tubo 42 se ajustan parcialmente sobre los extremos de los respectivos tubos protectores 12, 22 y se comprimen alrededor del este último por medio de los primeros elementos de fijación 51. Por ejemplo, los primeros elementos de fijación 51 pueden comprender una o más correas de plástico (a modo de ejemplo, dos correas de plástico en la figura 2).

**[0040]** Después de comprimirse alrededor del primer tubo 41 y el segundo tubo 42, las primeras correas 51 pueden fijarse con un adhesivo, por ejemplo un adhesivo de cianoacrilato. Además, cuando el adhesivo está seco, las primeras correas 51 pueden cubrirse con cinta aislante, tal como cinta de PVC (cloruro de polivinilo).

**[0041]** En una etapa posterior d), se instala un tercer tubo 43 en uno del primer tubo 41 y el segundo tubo 42, por ejemplo, el primer tubo 41. El tercer tubo 43 no está fijado al primer tubo 41, sino que se deja deslizante en relación con el mismo y está posicionado para permitir el libre acceso a los extremos de las fibras ópticas 11 que salen del primer tubo 41. El tercer tubo 43 también está hecho preferentemente de un material plástico flexible tal como silicona. El tercer tubo 43 tiene preferentemente una longitud de 2,5 a 3 m, más preferentemente aproximadamente 2,7 m. El tercer tubo 43 tiene un diámetro interno mayor que el diámetro externo del primer tubo 41 y el segundo tubo 42, de modo que hay un espacio libre entre ellos. Este espacio libre es preferentemente lo suficientemente grande como para permitir que se alojen los primeros elementos de fijación 51. Además, el diámetro exterior del tercer tubo 43 es más pequeño que el ancho del espacio anular formado entre el manguito 3 y la carcasa exterior (no mostrada en los dibujos) en el que está alojado el manguito 3. El diámetro exterior del tercer tubo 43 está preferentemente en el intervalo de 4 a 6 mm, más preferentemente de aproximadamente 5 mm.

**[0042]** En la etapa c), las fibras ópticas 11, 21 también se preparan para la operación de empalme. En particular, las fibras ópticas 11, 21 se cortan preferentemente de tal manera que las uniones estén en posiciones desplazadas. Además, si se usan empalmes de fusión, se colocan cubiertas de empalme termocontraíbles 6 en las fibras ópticas 11, 21.

- [0043]** En una etapa posterior d), los empalmes se realizan entre las fibras ópticas 11 de la primera unidad óptica 10 y las fibras ópticas 21 de la segunda unidad óptica 20. En particular, cada fibra óptica 11 de la primera unidad óptica 10 se empalma para una fibra óptica correspondiente 21 de la segunda unidad óptica 20. Los empalmes se pueden realizar con un empalmador de fusión por arco de un tipo conocido. Después de realizar cada empalme, se cubre con una cubierta de empalme termocontraíble correspondiente 6.
- [0044]** En una etapa posterior e), el tercer tubo 43 se mueve hasta cubrir los empalmes y los extremos del primer tubo 41 y el segundo tubo 42. El tercer tubo 43 se sujeta firmemente al primer tubo 41 y al segundo tubo 42. Para esta finalidad, los extremos opuestos del tercer tubo 43 están parcialmente ajustados sobre los extremos del primer tubo 41 y el segundo tubo 42, y están comprimidos alrededor de estos extremos por unos segundos elementos de fijación 52.
- [0045]** Los segundos elementos de fijación 52 pueden comprender una o más correas de plástico (a modo de ejemplo, dos correas de plástico en la figura 2).
- [0046]** Después de comprimirse alrededor de los extremos del tercer tubo 43, las segundas correas 52 pueden fijarse con adhesivo, por ejemplo un adhesivo de cianoacrilato. Además, cuando el adhesivo está seco, las segundas correas 52 pueden cubrirse con cinta aislante, tal como cinta de PVC (cloruro de polivinilo).
- [0047]** Así, el primer tubo 41, el tercer tubo 43 y el segundo tubo 42 forman una única carcasa protectora alargada, que conecta los extremos de los tubos protectores 12, 22 de las unidades ópticas 10, 20, y que protege continuamente los empalmes y las longitudes en exceso de las fibras ópticas 11, 21.
- [0048]** Cuando las operaciones que se muestran en la figura 2 están completas, las longitudes en exceso de las fibras ópticas (con los empalmes correspondientes) alojados en los tubos 41, 42, 43 se enrollan alrededor del manguito 3. En particular, se enrollan preferentemente alrededor de la parte central cilíndrica 30 del manguito 3, para formar una hélice sustancialmente coaxial con el manguito 3. Dado que las fibras ópticas se han empalmado antes de enrollarse alrededor del manguito 3, se enrollan en una hélice abierta o disposición "Ω", como se muestra en la figura 3. Las fibras ópticas se pueden sujetar luego al manguito 3, por ejemplo, sujetando el tercer tubo 43 a la superficie exterior del manguito 3 con un trozo de cinta adhesiva.
- [0049]** Según otras realizaciones, las longitudes en exceso de las fibras ópticas 11, 21 alojadas en los tubos 41, 42, 43 pueden enrollarse alrededor del manguito 3 antes de que se realicen los empalmes entre las fibras ópticas. Por ejemplo, las longitudes en exceso de las fibras ópticas 11, 21 pueden enrollarse alrededor del manguito 3 al final de la etapa c) descrita anteriormente, es decir, después de que el primer tubo 41 y el segundo tubo 42 se hayan sujetado a los extremos de los tubos protectores 12, 22 de las unidades ópticas 10, 20 y después de que el tercer tubo 43 se haya instalado en el primer tubo 41. En este caso, la longitud excesiva de las fibras ópticas de las unidades ópticas 10, 20 puede enrollarse alrededor del manguito 3 en el mismo sentido de rotación, y las etapas d) y e) descritas anteriormente solo se llevan a cabo después de esta operación. Así, las longitudes en exceso de las fibras ópticas de las unidades se enrollan alrededor del manguito 3 en una hélice cerrada coaxial con el manguito 3 como se muestra en la figura 4. También en este caso, después de la etapa e), las fibras ópticas pueden sujetarse al manguito 3, por ejemplo, sujetando el tercer tubo 43 a la superficie exterior del manguito 3 con un trozo de cinta adhesiva.
- [0050]** En el caso de un enrollamiento "Ω" o un enrollamiento helicoidal cerrado, la instalación del dispositivo de unión puede completarse, por ejemplo, alojando el manguito 3 en una carcasa metálica exterior, después de que las longitudes en exceso de las fibras ópticas 11, 21 se hayan sujetado al manguito 3.
- [0051]** Las longitudes en exceso de las fibras ópticas 11, 21 de las unidades ópticas 10, 20 y los empalmes se alojan así en el espacio entre el manguito 3 y la carcasa exterior, lo que los protege de cualquier impacto o tensión mecánica. En consecuencia, no es necesario proporcionar ninguna protección mecánica adicional, lo que aumentaría los costes y las dimensiones generales del dispositivo de unión.
- [0052]** Además, no es necesario proporcionar ningún otro dispositivo de soporte de empalme dedicado, lo que aumentaría aún más el coste y las dimensiones generales del dispositivo de unión. Esto se debe a que el propio manguito actúa como un mandril alrededor del cual se enrollan las longitudes en exceso de las fibras ópticas 11, 21. Por lo tanto, el propio manguito 3 asegura que las fibras ópticas 11, 21 no se doblan con un radio de curvatura menor que el radio de curvatura mínimo, especialmente cuando están sujetas a tracción. Por otro lado, el espacio requerido alrededor del manguito 3 para alojar las longitudes en exceso de las fibras ópticas cubiertas por el primer, segundo y tercer tubo es muy pequeño. El dispositivo de unión resultante es, por lo tanto, ventajosamente altamente compacto.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de realización de un empalme entre fibras ópticas en un dispositivo de unión adecuado  
5 para alojar una unión entre un primer cable eléctrico (1) que comprende una primera fibra óptica (11) y un segundo cable eléctrico (2) que comprende una segunda fibra óptica (21), comprendiendo dicho dispositivo de unión un manguito (3) que tiene una parte cilíndrica (30), comprendiendo dicho procedimiento:
  - i) empalmar dicha primera fibra óptica (11) y dicha segunda fibra óptica (21), formando así dicho empalme; y  
10 ii) enrollar al menos una parte de una longitud excesiva de dicha primera fibra óptica (11) y al menos una parte de una longitud excesiva de dicha segunda fibra óptica (21) alrededor de dicha parte cilíndrica (30) de dicho manguito (3) según a una hélice sustancialmente coaxial con dicha parte cilíndrica (30),  
donde dicha etapa i) comprende ajustar al menos un tubo (41, 42, 43) en al menos uno de dicho empalme, dicha al  
15 menos una parte de dicha longitud excesiva de dicha primera fibra óptica (11) y dicha al menos una parte de dicha longitud excesiva de dicha segunda fibra óptica (21).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde dicha etapa i) se realiza antes de dicha etapa ii), y  
20 donde dicha etapa ii) comprende enrollar dicha al menos una parte de dicha longitud excesiva de dicha primera fibra óptica (11) y dicha al menos una parte de dicha longitud excesiva de dicha segunda fibra óptica (21) alrededor de dicha parte cilíndrica (30) de dicho manguito (3) según una hélice abierta o "Ω" sustancialmente coaxial con dicha parte cilíndrica (30).
3. El procedimiento según la reivindicación 1, donde dicha etapa i) se realiza después de dicha etapa ii), y  
25 donde dicha etapa ii) comprende enrollar dicha al menos una parte de dicha longitud excesiva de dicha primera fibra óptica (11) y dicha al menos una parte de dicha longitud excesiva de dicha segunda fibra óptica (21) alrededor de dicha parte cilíndrica (30) de dicho manguito (3) según una hélice cerrada sustancialmente coaxial con dicha parte cilíndrica (30).
4. El procedimiento según la reivindicación 1, donde dicha etapa i) comprende, antes del empalme, ajustar  
30 un primer tubo (41) en dicha longitud excesiva de dicha primera fibra óptica (11) de modo que un extremo libre de dicha primera fibra óptica (11) salga de dicho primer tubo (41), y ajustar un segundo tubo (42) en dicha longitud excesiva de dicha segunda fibra óptica (21) de modo que un extremo libre de dicha segunda fibra óptica (12) salga de dicho segundo tubo (42).  
35
5. El procedimiento según la reivindicación 4, donde dicha etapa i) comprende, antes del empalme, bloquear dicho primer tubo (41) en relación con dicha primera fibra óptica (11) y bloquear dicho segundo tubo (42) en  
relación con dicha segunda fibra óptica (21) por medio de primeros elementos de fijación (51).
- 40 6. El procedimiento según la reivindicación 5, donde dicha etapa i) comprende, antes del empalme, ajustar un tercer tubo (43) en dicho primer tubo (41) para que sea deslizante en relación con dicho primer tubo (41) y de modo que el extremo libre de dicha primera fibra óptica (11) salga de dicho tercer tubo (43).
7. El procedimiento según la reivindicación 6, donde dicha etapa i) comprende, después del empalme,  
45 mover dicho tercer tubo (43) sobre dicho empalme y fijar dicho tercer tubo (43) a dicho primer tubo (41) y a dicho segundo tubo (42) por medio de segundos elementos de fijación (52).
8. El procedimiento según la reivindicación 6 o 7, donde dicho primer tubo (41), dicho segundo tubo (42) y  
dicho tercer tubo (43) comprenden un material flexible.  
50
9. El procedimiento según la reivindicación 7 u 8, donde al menos uno de dichos primeros elementos de  
fijación (51) y dichos segundos elementos de fijación (52) comprende al menos una correa.

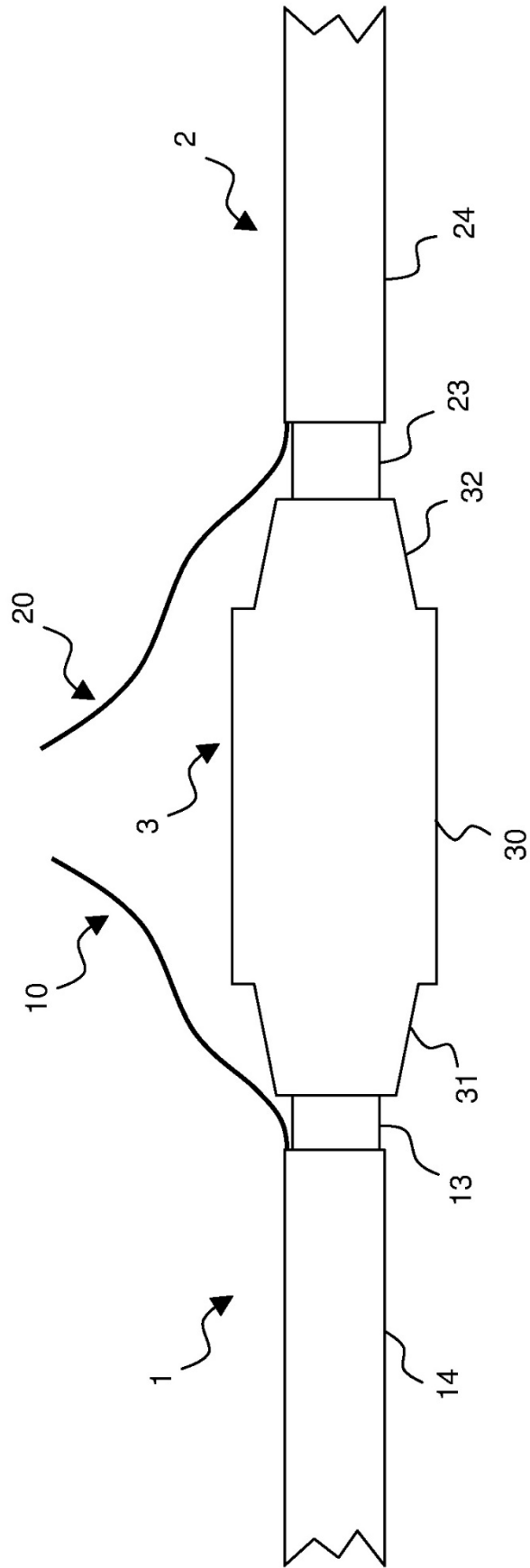


Fig. 1



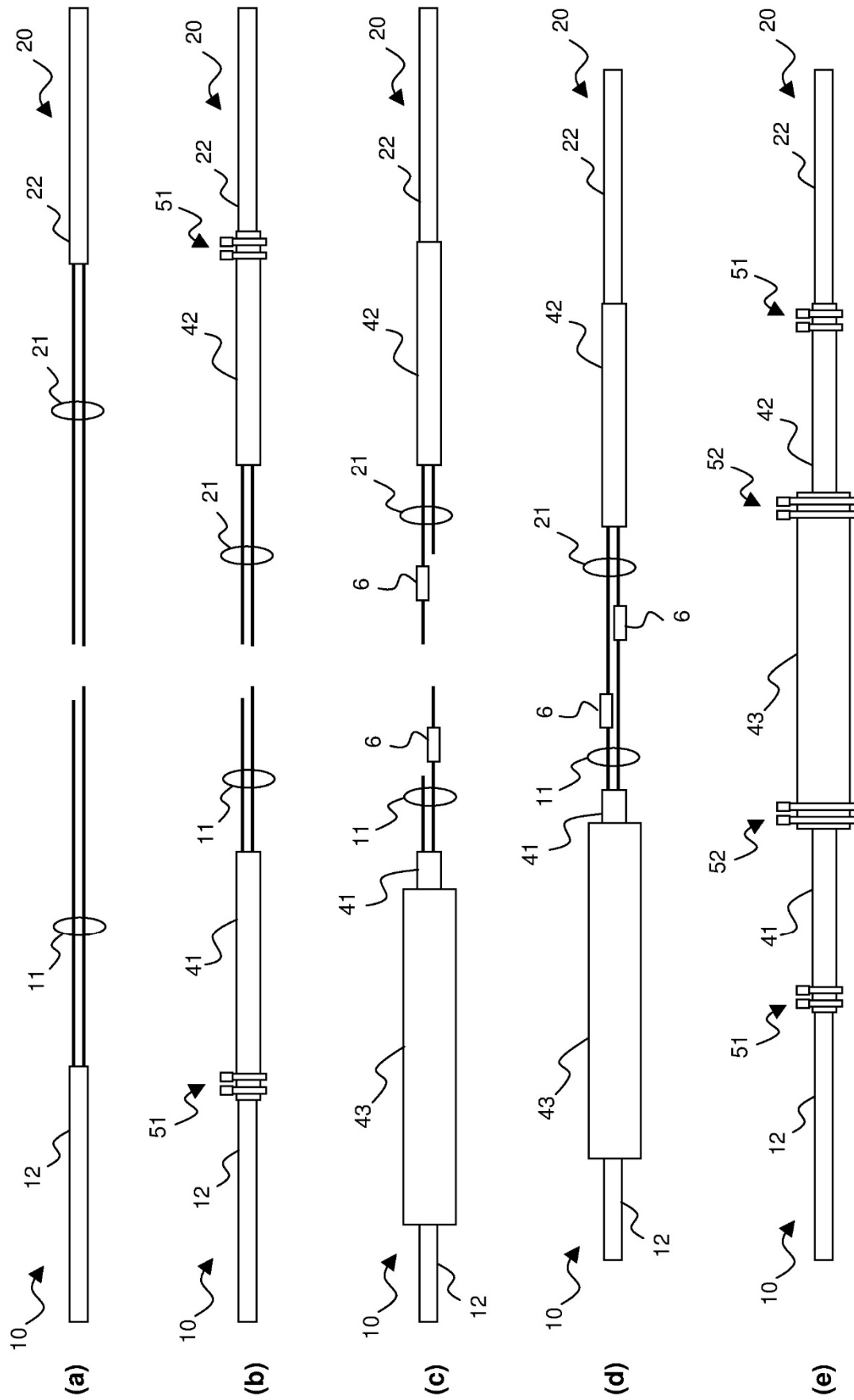


Fig. 2

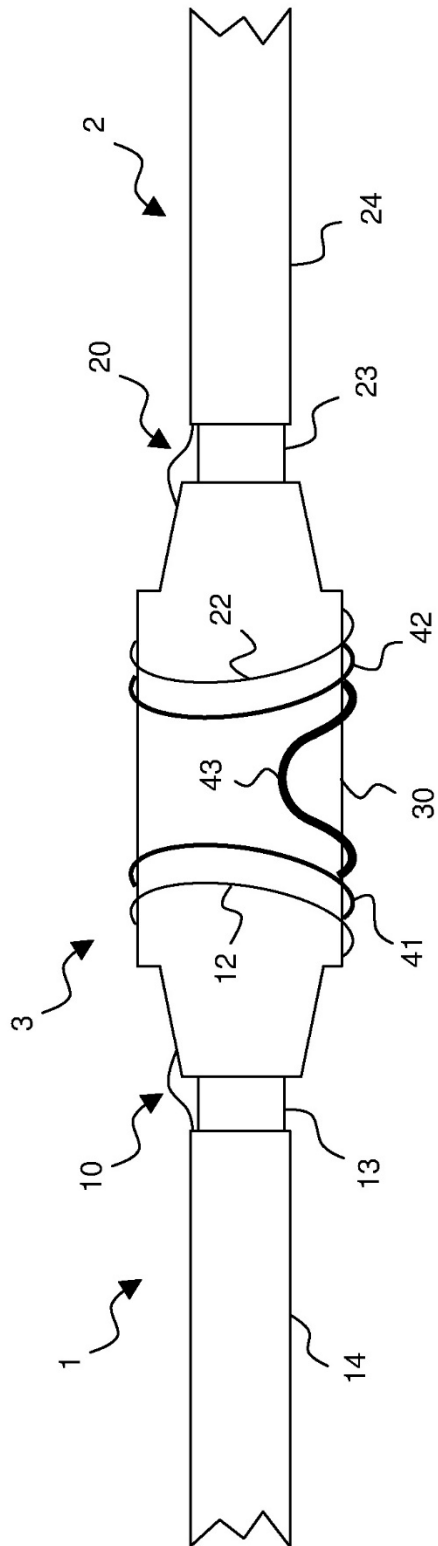


Fig. 3

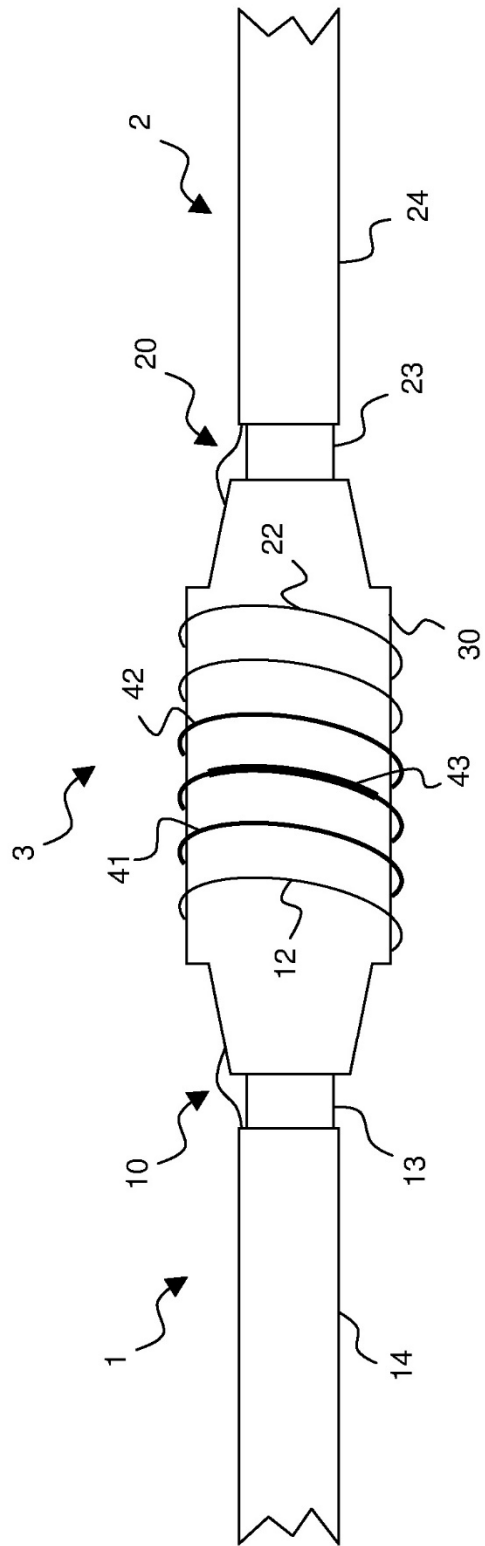


Fig. 4