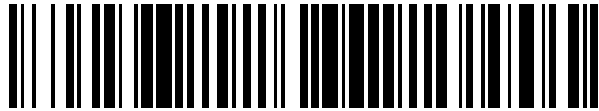


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 476 898**

51 Int. Cl.:

H01B 7/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2009 E 09796268 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014 EP 2517211**

54 Título: **Cable eléctrico flexible con resistencia a agentes químicos externos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.07.2014

73 Titular/es:

**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
Viale Sarca 222
20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**CESA, FLAVIO;
FRIGERIO, MARCO;
MAUNDER, ANDREW, L. y
CINQUEMANI, PAUL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 476 898 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 eléctrico flexible con resistencia a agentes químicos externos

Campo de la invención

5 La presente divulgación se refiere, en general, a cables eléctricos y, más en particular, a cables de energía eléctrica y control que son resistentes a agentes químicos externos y tienen una flexibilidad mejorada.

Antecedentes

10 Los cables eléctricos comprenden generalmente uno o más conductores revestidos individualmente con materiales poliméricos semiconductores aislantes y rodeados de manera colectiva con capas protectoras de revestimiento, que también se fabrican de materiales poliméricos. Dependiendo de la aplicación, tales cables pueden categorizarse como de tensión baja, tensión media o tensión alta. Normalmente, "tensión baja" significa una tensión de hasta 1 kV, "tensión media" significa una tensión desde 1 kV a 35 kV y "tensión alta" significa una tensión mayor de 35 kV.

15 Para los cables instalados en ambientes críticos tales como, por ejemplo, refinerías de petróleo, pozos de petróleo e instalaciones lejos de la costa, la permeabilidad de los revestimientos de cable polimérico a la humedad y, en particular, a los productos químicos agresivos presenta un problema. Estos productos químicos pueden ser orgánicos tales como, por ejemplo, hidrocarburos y disolventes. También pueden ser inorgánicos tales como, por ejemplo, ácidos y bases. La penetración en el interior de los cables por parte de los elementos químicos compromete el rendimiento de vida útil general de los cables en términos tanto de propiedades mecánicas como eléctricas.

20 De esta manera, los cables de energía eléctrica y control que se exponen a los agentes químicos, tales como en aplicaciones de petróleo, gas y petroquímicas, deben ser adecuados para proteger núcleos aislados contra el daño provocado por tales productos químicos.

25 Una protección convencional contra los elementos cáusticos es la colocación de una funda de plomo en una posición interna radial con respecto a la capa de revestimiento protectora externa, es decir, la cubierta externa. El plomo proporciona la capacidad de sellado hermético y se considera relativamente fácil de extrudir en longitudes largas. Los cables de este tipo se conocen comercialmente, por ejemplo, como cables PILC de Tipo Sólido de la Compañía Okonite.

30 Como alternativa, también se conocen fundas de aluminio (o cobre) corrugado soldado para permitir la protección del cable. Las fundas de aluminio son relativamente ligeras, proporcionan la capacidad de sellado hermético y pueden servir como un conductor neutral cuando se colocan sobre cables eléctricos. Los cables de este tipo se conocen comercialmente, por ejemplo, como cables de Tipo CL-X[®] de la Compañía Okonite.

En la siguiente descripción, se hará referencia a los cables que comprenden al menos una funda protectora de metal como "cables con funda de revestimiento de metal".

La presencia de fundas de plomo o aluminio añade un peso significativo a los cables eléctricos. Tales fundas también pueden hacer que los cables sean difíciles de doblar.

35 Para abordar la limitada flexibilidad de los cables con funda de revestimiento de metal, los instaladores de cables tienen varias opciones. Una opción es incrementar el radio de flexión alrededor del que se saca el cable de funda de revestimiento de metal. Sin embargo, este enfoque puede requerir el uso excesivo de más cable en general y no sería posible en muchas circunstancias. Otra opción es instalar tiros de cable más cortos, empalmando entre sí las secciones más cortas para formar una forma y longitud deseadas del cable. Sin embargo, esta opción puede 40 incrementar innecesariamente el tiempo de instalación.

45 La Patente de Estados Unidos con N° 7.601.915 desvela un cable eléctrico que comprende al menos un conductor, al menos una cinta metálica revestida con al menos una capa adhesiva de revestimiento y al menos una capa de revestimiento que comprende al menos una poliamida o un copolímero de la misma. En una posición radialmente interna con respecto a la cinta de metal, puede proporcionarse una capa protectora de revestimiento fabricada de un material polimérico expandido. En el caso de un cable tripolar, los intersticios entre los conductores aislados se rellenan con un material de relleno que forma una estructura continua que tiene una forma sustancialmente cilíndrica. El material de relleno se fabrica generalmente de mezclas elastoméricas o fibras de polipropileno y, más preferentemente, se fabrica de un material resistente al fuego.

50 El solicitante ha observado que la forma del relleno puede afectar al sellado apropiado de la cinta de metal revestida con la capa adhesiva. En particular, si el límite externo del material de relleno se desvía sustancialmente de la circularidad, la cinta de metal revestida con la capa adhesiva puede no lograr un sellado apropiado o puede perder su sellado. La pérdida de un sellado hermético en la cinta de metal puede poner en peligro la capacidad del cable para resistir la degradación debida a agentes químicos externos. En particular, el solicitante ha descubierto que si los materiales fibrosos se usan como relleno, o el material de relleno es discontinuo, el relleno puede no conseguir o

mantener una forma sustancialmente cilíndrica, lo que lleva a un sellado inadecuado de la cinta de metal revestida con la capa adhesiva.

5 El solicitante también ha observado que, aunque usar un relleno sólido, tal como uno fabricado de mezclas elastoméricas, puede ser adecuado para crear y mantener una forma cilíndrica, el uso de un relleno sólido disminuiría la flexibilidad del cable, lo que también es perjudicial.

10 Se conocen otras técnicas para rellenar los intersticios de un cable, pero no parecen proporcionar un equilibrio adecuado entre la necesidad de mantener la integridad del sellado de cinta de metal y mantener flexible el cable. Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos con N° 4.707.569 desvela un cable multiconductor tal como un cable eléctrico, un cable de transmisión de señal o cable de fibra óptica, que incluye un núcleo fabricado de una pluralidad de conductores aislados y una funda que rodea el núcleo. El espacio vacío se rellena con una pluralidad de rellenos de cuerdas de plástico espumado entre el núcleo y la funda y entre los conductores aislados. La cuerda es una cuerda compuesta formada de una cinta de tira delgada y una capa de plástico espumado proporcionada de manera integral sobre la superficie de la cinta. La cinta sirve como un miembro de refuerzo y preferentemente se forma de un papel, una tela no tejida o una película de plástico (por ejemplo de polipropileno, polietileno, polibuteno, poliéster o poliacetal). Las cuerdas de relleno pueden usarse en conjunto con los rellenos convencionales tales como hilos de hendidura, cintas de papel y similares. De acuerdo con esta patente, se prefiere que al menos el 50 % del volumen de los espacios de relleno rellenos en el cable se ocupe mediante las cuerdas de plástico espumado.

15 La Patente de Estados Unidos N° 5.113.040 desvela un cable eléctrico flexible que incluye dos conductores de hebras protegidos con caucho. Dos conductores se unen entre sí con dos rellenos de cable para formar un conjunto de núcleo. Cada relleno de cable incluye una hebra de caucho, que tiene una parte de soporte incrustada centralmente, que se fabrica de varios filamentos de plástico de alta tracción sin hebras. Los conductores y los rellenos de cable del conjunto de núcleo se rodean primero mediante un hilado que cubre una cinta de malla abierta.

20 La Patente de Estados Unidos N° 3.590.141 se refiere, en una realización, a un cable que comprende una capa de material de plástico que puede ser polietileno espumado o no espumado o similar y está dispuesta entre los cables coaxiales y una capa de material higroscópico. Una capa de material higroscópico se fabrica de, por ejemplo, papel, tela textil, una mezcla de material de polímero y un agente secante de secado o similar.

25 El solicitante se ha percatado de que estos enfoques conocidos para rellenar vacíos dentro de un cable multipolar no abordan el problema observado de la pérdida de redondez en el límite externo del material de relleno, ni el de tener una región de relleno completamente sólida. Se necesita un diseño para el material de relleno que evita estos inconvenientes y, por tanto, mantiene la integridad del sellado de cinta de metal y la flexibilidad del cable. Un cable eléctrico que tenga tal material de relleno deseado podría proporcionar de manera fiable resistencia contra agentes químicos externos, proporcionar una alta resistencia mecánica y flexibilidad.

30 Para fines de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, excepto donde se indique lo contrario, se entiende que se han modificado todos los números que expresan cuantías, cantidades, porcentajes, etc., en todos los casos mediante el término "aproximadamente". Además, todos los intervalos incluyen una combinación de los puntos máximos y mínimos desvelados e incluyen todos los intervalos intermedios en su interior, que pueden enumerarse o no de manera específica en el presente documento.

Sumario

35 Los cables de energía eléctrica y control para aplicaciones de petróleo, gas y petroquímicas deberían ser adecuados para proteger los conductores aislados contra el ataque de hidrocarburos, petróleos y diversos fluidos cáusticos. El solicitante ha descubierto que una flexibilidad mejorada puede lograrse en un cable eléctrico multipolar que tiene una funda externa y una cinta de metal superpuesta dispuesta bajo la funda externa y revestida con una capa adhesiva cuando se usa un sistema de relleno de dos partes entre los intersticios de los conductores eléctricos que se forman para tener y mantener una forma sustancialmente cilíndrica.

40 La forma sustancialmente cilíndrica, o sección transversal sustancialmente circular, ayuda a conseguir y mantener el sellado de la cinta de metal en su superposición, lo que asegura la integridad del cable contra sustancias cáusticas. Tal como observó el solicitante, los cables convencionales multipolares con material de relleno sustancialmente inapropiado para colocarse o mantenerse en una configuración de sección transversal sustancialmente circular pueden provocar que el sellado de la cinta de metal se rompa de manera dañina.

45 De acuerdo con una realización, un cable eléctrico flexible resistente a agentes químicos externos tiene un conjunto de funda y un conjunto de núcleo. El conjunto de funda incluye una funda externa y una cinta de metal dispuesta bajo la funda externa y revestida, al menos en una superficie de la misma, con una capa adhesiva. La cinta de metal tiene bordes opuestos superpuestos sellados entre sí mediante una capa adhesiva. El conjunto de núcleo incluye al menos dos conductores aislados unidos entre sí y un sistema de relleno. El conjunto de funda rodea el conjunto de núcleo y el sistema de relleno. El sistema de relleno es un sistema de relleno de dos partes, está dispuesto entre el conjunto de núcleo y el conjunto de funda e incluye una porción interna flexible y una capa sólida externa con una forma sustancialmente cilíndrica. La capa sólida externa (es decir, monolítica) encapsula los al menos dos conductores aislados y la porción flexible interna del sistema de relleno. Los al menos dos conductores aislados se

incrustan al menos parcialmente dentro de la capa sólida externa.

La porción flexible interna del sistema de relleno puede incluir a) elementos fibrosos; b) varillas flexibles o c) una combinación de a) y b).

5 Los elementos fibrosos a) rellenan al menos parcialmente los volúmenes entre los conductores aislados y la capa sólida externa. Los elementos fibrosos a) pueden fabricarse de un material seleccionado entre papel, nailon, poliéster, polipropileno, aramida y compuestos de los mismos.

10 Las varillas flexibles b) pueden incrustarse en los elementos fibrosos a) cuando están presentes o en la capa sólida externa del sistema de relleno. Las varillas flexibles b) pueden fabricarse de un material seleccionado entre polímero espumado, caucho de silicona, poliestireno, polietileno clorosulfonado y mezclas de los mismos. El polímero espumado, por ejemplo, EPR espumado o polietileno espumado, es el material preferido para las varillas flexibles b). Un polímero espumado puede mejorar la resistencia de impacto del cable.

15 Cada conductor aislado comprende una porción central de metal rodeada mediante una capa aislante. La porción central de metal puede fabricarse de una varilla o de al menos un grupo de cables multifilares. El metal puede ser cobre o aluminio. Al menos una capa de material semiconductor puede proporcionarse en una posición radial interna con respecto a la capa aislante. Una segunda capa de material semiconductor puede proporcionarse en una posición radial externa con respecto a la capa aislante. Opcionalmente, una pantalla de metal puede proporcionarse para rodear cada conductor aislado.

El conjunto de núcleo puede incluir al menos un cable de tierra alrededor de los conductores aislados. El al menos un cable de tierra puede estar encapsulado mediante la capa externa sólida del sistema de relleno.

20 El conjunto de funda puede incluir capas adicionales de material protector. Ventajosamente, el conjunto de funda comprende una primera capa de revestimiento dispuesta entre la cinta de metal y la capa sólida externa del sistema de relleno. Preferentemente, dicha primera capa de revestimiento se fabrica de material polimérico expandido. Opcionalmente, una segunda capa de revestimiento puede estar dispuesta entre la cinta de metal y la funda externa. La segunda capa de revestimiento se fabrica preferentemente de un material que comprende al menos una poliamida o un copolímero de la misma. La segunda capa de revestimiento puede estar en contacto con la capa adhesiva que cubre la cinta de metal.

30 El sistema de relleno de dos partes del cable de la divulgación ayuda a mantener la integridad del sellado de superposición en la cinta de metal a la vez que mantiene el cable adecuadamente flexible. La proporción de material dentro de la porción interna flexible y la capa externa sólida del sistema de relleno puede seleccionarse para lograr una flexibilidad del cable a la vez que se mantiene la forma cilíndrica de la capa sólida externa y la resistencia a los agentes químicos externos. Preferentemente, la porción interna flexible comprende entre un 30 % y un 70 % del material de relleno. Más preferentemente, la porción interna flexible comprende un 50 % del material del sistema de relleno.

35 De acuerdo con otra realización, un cable eléctrico resistente a la degradación debida a agentes químicos externos incluye, de interior a exterior, al menos dos conductores, un sistema de relleno de dos partes con una parte que es una capa sólida externa, una primera capa de revestimiento que incluye un material polimérico expandido formado alrededor de la capa sólida externa del sistema de relleno de dos partes, una cinta de metal situada alrededor y moldeada mediante el material polimérico expandido y que tiene bordes longitudinales superpuestos adheridos entre sí, una segunda capa de revestimiento (preferentemente fabricada de un material polimérico) alrededor de la cinta de metal y una funda externa.

45 El sistema de relleno de dos partes del cable descrito en la presente divulgación incluye una porción interna y una porción externa. La porción interna incluye elementos discretos no continuos. En un aspecto, la porción interna contiene materiales de relleno flexibles tales como varillas flexibles o material fibroso. La porción externa es preferentemente un material sólido continuo que rodea la porción interna y se incrusta al menos parcialmente en los al menos dos conductores. La porción externa tiene una sección transversal circular y es sustancialmente impermeable a la deformación durante la flexión del cable.

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

50 Los dibujos adjuntos tal como se resumen a continuación, que se incorporan y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

55 La FIGURA 1 proporciona una ilustración en sección transversal de un cable eléctrico ejemplar en el que la porción flexible interna del sistema de relleno está en forma de elementos fibrosos, consecuente con ciertas realizaciones desveladas;

La FIGURA 2A proporciona una ilustración en sección transversal de un cable eléctrico en el que la porción flexible interna del sistema de relleno está en forma de elementos fibrosos y varillas flexibles, consecuente con otras ciertas realizaciones desveladas; y

5 La FIGURA 2B proporciona una ilustración en sección transversal de un cable eléctrico en el que la porción flexible interna del sistema de relleno está en forma de varillas flexibles incrustadas dentro de la capa sólida externa del sistema de relleno, consecuente con ciertas realizaciones desveladas.

Descripción de las realizaciones

Ahora, se hará referencia en detalle a las realizaciones ejemplares presentes de la invención, de la que se ilustran ejemplos en los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente divulgación puede realizarse de muchas maneras diferentes y no debería interpretarse que se limita a las realizaciones expuestas en el presente documento. En los dibujos, donde sea posible, los mismos números se refieren a los mismos elementos.

De acuerdo con una realización, un cable eléctrico adecuado para resistir degradación de agentes químicos externos comprende generalmente un conjunto de funda y un conjunto de núcleo. El conjunto de funda incluye una funda externa, una cinta de metal dispuesta en una posición radialmente interna con respecto a la funda externa, un revestimiento polimérico que rodea la cinta de metal y un material polimérico expandido en una posición radialmente interna con respecto a la funda de metal. La cinta de metal se recubre preferentemente, en al menos la superficie radialmente externa, con una capa adhesiva y tiene bordes opuestos superpuestos sellados entre sí mediante la capa adhesiva. El conjunto de núcleo, que se rodea mediante el conjunto de funda, incluye al menos dos conductores aislados unidos entre sí. Un sistema de relleno de dos partes dispuesto entre el conjunto de núcleo y el conjunto de funda incluye una porción flexible interna y una capa sólida externa. La capa sólida externa tiene una forma sustancialmente cilíndrica y encapsula los al menos dos conductores aislados y la porción flexible interna del sistema de relleno. Los al menos dos conductores aislados se incrustan al menos parcialmente dentro de la capa sólida externa.

A partir del 1 en la FIGURA 1, el cable eléctrico puede ser del tipo tripolar que tiene tres conductores 2, cada uno cubierto mediante una capa 3 aislante de revestimiento para formar tres conductores 2' aislados. Los conductores 2 pueden construirse de metal conductor, tal como cobre o aluminio. La capa 3 aislante puede fabricarse de, por ejemplo, al menos uno de: material polimérico reticulado o no reticulado basado en poliolefina seleccionada a partir de: poliolefinas, copolímeros de diferentes olefinas, copolímeros de una olefina con un éster no saturado de manera etilénica, por ejemplo, poliácridatos, poliésteres, por ejemplo, poliácetatos, polímeros de celulosa, policarbonatos, polisulfonas, resinas fenólicas, resinas de urea, policetonas, poliamidas, poliaminas y mezclas de los mismos. Por ejemplo, la capa 3 aislante de revestimiento comprende etileno/propileno (EPR) reticulado o polietileno reticulado.

En la realización representada, el conjunto de núcleo incluye tres cables 4 de tierra, de cobre y sin protección unidos a los conductores 2' aislados.

El cable 1 incluye un sistema 5 de relleno de dos partes dispuesto entre el conjunto de núcleo y el conjunto de funda. Tal como se representa en la FIGURA 1, el sistema 5 de relleno de dos partes comprende una porción 5A flexible interna y una capa 5B sólida externa. El sistema 5 de relleno de dos partes forma un elemento sustancialmente continuo de una forma cilíndrica que rellena los intersticios entre los conductores 2' aislados.

La capa 5A interna de la Figura 1 se fabrica de elementos fibrosos. Por ejemplo, dichos elementos fibrosos se fabrican de material seleccionado a partir de papel, nailon, polipropileno, poliéster, fibra de vidrio, fibras de aramida y compuestos de los mismos. Opcionalmente, el material de los elementos fibrosos puede ser resistente al fuego y/o puede tener propiedades de disipación para absorber el exceso de humedad del cable. El material de la porción 5A flexible interna proporciona un relleno adecuado de los intersticios entre los conductores 2' aislados a la vez que mejora la flexibilidad del cable.

En otra realización, la porción 5A flexible interna puede incluir varillas flexibles, además de o en lugar del material fibroso. La FIGURA 2A ilustra una realización del cable eléctrico que tiene varillas 5C flexibles situadas dentro de la porción 5A flexible interna del sistema 5 de relleno. Las varillas 5C flexibles pueden fabricarse de, por ejemplo, EPR flexible, poliestireno, caucho de silicona o polietileno clorosulfonado flexible (nombre comercial HYPALON). Como alternativa, las varillas flexibles pueden fabricarse a partir de un material sólido espumado. Por ejemplo, EPR espumado o polietileno espumado. Un material espumado empleado para las varillas 5C flexibles puede mejorar la resistencia de impacto del cable comparado con una porción 5A flexible interna fabricada únicamente de material fibroso.

Incorporado como 5B en la FIGURA 1, una capa sólida externa rodea la porción 5A flexible interna. La capa 5B externa forma una estructura continua que tiene una forma sustancialmente cilíndrica a lo largo de al menos la mayor parte de la longitud del cable. Se contempla, por tanto, que las desviaciones a partir de una forma cilíndrica o imperfecciones, grietas u otras discontinuidades con respecto a la forma sustancialmente cilíndrica pueden estar presentes en la capa 5B externa del sistema 5 de relleno a lo largo de algunas porciones de una longitud extendida del cable, sin apartarse del alcance de la presente divulgación e invención. La capa 5B externa reviste y encapsula los conductores 2' aislados y la porción 5A flexible interna del sistema 5 de relleno y tiene una sección transversal

sustancialmente circular.

El material sólido de relleno de la capa 5B externa puede construirse de cualquier material que mantenga sustancialmente una sección transversal circular durante la fabricación de manera que mantenga la forma sustancialmente cilíndrica cuando se apliquen posteriores capas y durante el funcionamiento del cable también. En comparación con los materiales fibrosos o las varillas flexibles empleados dentro de la porción 5A flexible interna, la capa 5B externa del sistema 5 de relleno es sólida y continua, por tanto, manteniendo la forma cilíndrica durante la aplicación de las capas externas, tal como durante la extrusión del material polimérico expandido de la primera capa 6 de revestimiento y durante la aplicación de la cinta 7 metálica (que se analiza a continuación) sobre la capa 5B sólida.

- 5
- 10 Los ejemplos de posibles materiales para la capa 5B sólida externa incluyen uno o más de: caucho de etileno/propileno (EPR) reticulado o no reticulado; etileno/propileno/dieno (EPDM) reticulado o no reticulado; copolímeros elastoméricos; policloruro de vinilo (PVC); materiales reticulados o no reticulados basados en poliolefina; EVA; materiales de baja emisión de humo y libres de halógenos, por ejemplo, los polímeros cargados con una cantidad adecuada de un relleno inorgánico tal como alúmina o hidróxido de magnesio; cauchos de silicona; y otros materiales que pueden extrudirse.
- 15

La selección de material para la capa 5B sólida externa se desprende de la capacidad de la porción rígida externa para mantener la sección transversal redonda durante la fabricación, lo que ayuda a asegurar un sellado suficiente en los bordes de superposición de la cinta 7 de metal (que se analiza a continuación). Por ejemplo, la capa 5B sólida externa puede fabricarse de un material sólido, tal como un material EPDM formado de una manera sustancialmente cilíndrica a lo largo de la longitud del cable. Por otro lado, tal material aplicado como todo el material de relleno puede limitar la flexibilidad del cable y, de esta manera, se proporciona la porción 5A flexible interna. Otros materiales sólidos que pueden extrudirse, tales como el polietileno clorosulfonado flexible (tales como Hypalon[®]), proporcionan altos niveles de flexibilidad para la capa 5B sólida externa y el cable 1.

- 20
- 25 La capa 5B sólida externa rodea y se incrusta al menos parcialmente en los conductores 2' aislados. Tal como se ilustra en la FIGURA 1, la capa 5B sólida externa contacta y rodea al menos parcialmente los conductores 2' aislados. La capa 5B puede, como alternativa, rodear completamente y encapsular los conductores 2, tal como se muestra en la realización representada en la FIGURA 2B.

La encapsulación de los conductores 2' aislados mediante la capa 5B sólida externa del sistema 5 de relleno se lleva a cabo preferentemente mediante la extrusión de la capa 5B sobre los conductores 2' aislados y la porción 5A flexible interna mediante técnicas conocidas. Para facilitar la extrusión de la capa 5B sólida externa, un aglutinante en forma de hilo o cinta puede enrollarse opcionalmente alrededor de la porción 5A interna de rellenos fibrosos y/o varillas 5C flexibles para sujetar el material fibroso y/o las varillas flexibles al cable antes de extrudir la capa 5B externa. En este caso, la capa sólida externa se extrude en una porción interna unida. El aglutinante puede ser particularmente útil en cables de gran tamaño para sujetar los rellenos fibrosos entre sí en el cable antes de extrudir la capa 5B externa.

- 30
- 35

Las FIGURAS 2A y 2B representan realizaciones alternativas para el cable 1 eléctrico que muestran variaciones del sistema 5 de relleno. En la FIGURA 2A, la porción flexible interna comprende varillas 5C flexibles sin material 5A fibroso adicional. El material 5B sólido externo rodea y encapsula los conductores 2' aislados, así como los cables 4 de tierra. En la Figura 2B, la porción flexible interna se fabrica de varillas 5C flexibles, que, al igual que con los conductores 2' aislados y los cables 4 de tierra, se incrustan en la capa 5B sólida externa. Los expertos en la materia entenderán que pueden emplearse combinaciones y variaciones de estas disposiciones, tales como el cable 1 en la FIGURA 2A, que tiene varillas 5C flexibles, parcialmente o totalmente incrustadas dentro de la capa 5B sólida externa y que tiene una porción flexible interna de material 5A fibroso (no se muestra) dentro de los intersticios de los conductores 2' aislados.

- 40
- 45 La proporción de material de porción interna flexible con respecto al material de la capa externa sólida dentro del sistema de relleno puede variar en base a la aplicación prevista. En una realización, el cable 1 puede incluir una porción flexible interna que comprende un material fibroso desplegado en aproximadamente la mitad de los intersticios, de manera que el material fibroso comprende aproximadamente la mitad del área (o volumen) de la sección transversal ocupada por el sistema de relleno. La capa externa sólida puede extrudirse sobre la porción interna y ocupar aproximadamente el área restante del sistema de relleno en el cable. Con una selección adecuada de materiales, el sistema de relleno construido de acuerdo con esta realización puede proporcionar suficiente flexibilidad al cable 1 a la vez que mantiene el perfil sustancialmente cilíndrico formado mediante la extrusión de la capa externa.
- 50

La porción del área en sección transversal rellenada mediante el material de la porción flexible interna con respecto al material de la capa externa puede ser del 30 % al 70 %. De igual forma, la porción del área en sección transversal rellenada mediante la capa externa con respecto a la porción flexible interna puede ser del 30 % al 70 %.

- 55

Será evidente para los expertos en la materia que puede alcanzarse una solución intermedia al seleccionar los materiales para la porción flexible interna y la capa sólida externa y sus respectivas áreas en sección transversal, lo

que puede afectar a las características de rendimiento, tales como la flexibilidad o el peso del cable. Por ejemplo, la selección de un material más rígido para la capa externa puede permitir que el espesor de esa capa sea menos del 50 % de la sección transversal para obtener una flexibilidad aceptable. En general, se prefiere que la selección de materiales y los índices de espesor para los sistemas de relleno conduzcan a una mejora en la flexibilidad del cable de al menos un 10-20 % en comparación con un sistema de relleno completamente sólido, aunque tal preferencia no debe verse como una limitación de la invención tal como se reivindica.

La construcción del conjunto de núcleo ocurre preferentemente siguiendo las etapas básicas desveladas en la Patente de Estados Unidos N° 7.601.915, excepto por la adición del sistema de relleno de dos partes. Tal material de dos partes puede aplicarse en cualquier medio conocido en el campo, pero preferentemente ocurre aplicando primero material interno fibroso alrededor de los conductores aislados y, después, extrudiendo una capa externa sólida alrededor del material interno y los conductores.

A partir de las Figuras 1, 2A y 2B, alrededor del conjunto de núcleo de los conductores 2' aislados y el sistema 5 de relleno en el cable 1 se encuentra un conjunto de funda. El conjunto de funda incluye una capa de una primera capa 6 de revestimiento de material polimérico expandido, una cinta 7 de metal dispuesta sobre la primera capa 6 de revestimiento, una segunda capa 8 de revestimiento que rodea la cinta 7 de metal y una funda 9 externa. El conjunto de funda se fabrica preferentemente a través de procedimientos de extrusión de cable tal como se describe en la Patente de Estados Unidos N° 7.601.915, cuyas enseñanzas específicas de la estructura y procedimientos de montaje del conjunto de funda se incorporan por referencia en el presente documento.

La primera capa 6 de revestimiento se forma mediante la extrusión sobre y alrededor de la capa 5B externa sólida del sistema 5 de relleno. La primera capa 6 de revestimiento puede tender a adoptar la forma en sección transversal de la capa 5B sólida externa del sistema 5 de relleno. De acuerdo con las realizaciones desveladas en el presente documento, la capa 5B sólida externa tiene una sección transversal circular que tiende a retener sustancialmente tal forma cuando el revestimiento 6 se extrude sobre ella y cuando la cinta 7 metálica se aplica sobre el revestimiento 6 polimérico.

La primera capa 6 de revestimiento puede construirse de un material polimérico expandido que comprende al menos uno de: poliolefinas, copolímeros de diferentes olefinas, copolímeros de una olefina con un éster no saturado etilénicamente, poliésteres, policarbonatos, polisulfonas, resinas fenólicas y resinas de urea.

De acuerdo con una realización ejemplar, el polímero expandido puede comprender uno de: (i) copolímeros de etileno con un éster no saturado etilénicamente, tales como acetato de vinilo o acetato de butilo, en los que la cantidad de éster no saturado va desde el 5 % en peso al 80 % en peso; (ii) copolímeros elastoméricos de etileno con al menos una α -olefina C_3 - C_{12} y, opcionalmente, un dieno, que tiene la siguiente composición: 35 %-90 % en moles de etileno, 10 %-65 % en moles de α -olefina, 0 %-10 % en moles de dieno; (iii) copolímeros de etileno con al menos una α -olefina C_4 - C_{12} y, opcionalmente, un dieno, que tiene una densidad de desde 0,86 g/cm³ a 0,90 g/cm³ y la siguiente composición: 75 %-97 % en moles de etileno, 3%-25 % en moles de α -olefina, 0 %-5 % en moles de un dieno; y (iv) polipropileno modificado con copolímeros de etileno/ α -olefina C_3 - C_{12} , en el que la relación de peso entre polipropileno y el copolímero de etileno/ α -olefina es desde 90/10 a 10/90.

Rodeando la primera capa 6 de revestimiento se encuentra una cinta 7 de metal. La cinta 7 de metal puede doblarse (o enrollarse) longitudinalmente para formar bordes 10 superpuestos y ayuda a proteger el conjunto de núcleo contra productos químicos cáusticos que pueden romper el exterior del cable durante el funcionamiento. De acuerdo con una realización ejemplar, la cinta de metal puede fabricarse de aluminio, aleaciones de aluminio, aluminio de funda de revestimiento de aleación, cobre, bronce, acero, acero libre de estaño, acero de placa de estaño, acero aluminizado, acero inoxidable, acero inoxidable de funda de revestimiento de cobre, acero de aleación terne, acero galvanizado, acero cromado o tratado con cromo, plomo, magnesio y estaño. La cinta de metal puede tener un espesor de a partir de 0,05 mm a 1,0 mm. De acuerdo con ciertas realizaciones ejemplares, la cinta de metal puede tener un espesor de a partir de 0,1 mm a 0,5 mm.

La cinta 7 de metal con bordes 10 superpuestos puede sellarse mediante una capa adhesiva. La capa adhesiva puede tener un espesor que va desde 0,01 mm a 0,1 mm y, preferentemente, desde 0,02 mm a 0,08 mm. De acuerdo con una realización ejemplar, la capa adhesiva comprende al menos un copolímero de etileno o propileno con al menos un comonómero que comprende un ácido carboxílico no saturado etilénicamente. El copolímero de etileno o propileno con al menos un comonómero de ácido carboxílico no saturado etilénicamente puede comprender un copolímero que tiene una porción grande de etileno o propileno y una porción menor, por ejemplo, de desde el 1 % en peso al 30 % en peso (con respecto al peso total del copolímero) de un ácido carboxílico no saturado etilénicamente.

El ácido carboxílico no saturado etilénicamente, cuyo término incluye ácidos monobásicos y polibásicos, anhídridos de ácido y ésteres parciales de ácidos polibásicos, puede incluir al menos uno de: ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido crotónico, ácido fumárico, ácido maleico, ácido itacónico, anhídrido maleico, monometil maleato, monoetil maleato, monometil fumarato, monoetil fumarato, maleato ácido de tripropilenglicol monometil éter y maleato ácido de etilenglicol monofenil éter.

De acuerdo con una realización, el copolímero de etileno o propileno con al menos un comonomero se selecciona a partir de ácidos carboxílicos no saturados etilénicamente y puede ser un copolímero de etileno con ácido acrílico o metacrílico o con éster acrílico o metacrílico.

5 Preferentemente, la cinta 7 de metal soporta el adhesivo en su superficie orientada de manera externa y se dobla a lo largo durante el montaje de una manera tubular para rodear la primera capa 6 de revestimiento. Como alternativa, la cinta 7 de metal puede soportar una capa adhesiva de revestimiento tanto en su superficie orientada de manera externa como de manera interna. Un agente de sellado y de unión deseable en la forma de un adhesivo de fusión en caliente también puede aplicarse en el área de superposición de los bordes de la cinta de metal.

10 Rodeando la cinta 7 de metal se encuentra una segunda capa 8 de revestimiento. La capa 8 de revestimiento comprende al menos una poliamida o un copolímero de la misma, preferentemente una mezcla de poliamida/poliolefina e incluye uno o más de los productos de condensación de al menos un aminoácido tal como, por ejemplo, ácido aminocaproico, ácido 7-aminoheptanoico, ácido 11-aminoundecanoico, ácido 12-aminododecanoico, o al menos uno de lactama, tal como caprolactama, oenantolactama, lauril lactama, o de al menos una sal o mezclas de diaminas tales como hexametilendiamina, dodecametilendiamina, metaxililendiamina, bis (p-aminociclohexil)-metano, trimetilhexa-metileno, con al menos un diácido tal como ácido isoftálico, ácido tereftálico, ácido azelaico, ácido subérico, ácido sebáico, ácido dodecanodicarboxílico; o mezclas de todos estos monómeros.

20 La poliamida o un copolímero de la misma puede comprender al menos uno de: nailon 6, nailon 6/12, nailon 11 y nailon 12. La poliamida o un copolímero de la misma puede mezclarse con al menos una poliolefina. La poliolefina puede comprender al menos uno de: polietileno, polipropileno, copolímeros de etileno con α -olefinas, pudiendo injertar opcionalmente en los productos anhídridos de ácido carboxílico no saturado tales como anhídrido maleico o mediante epóxidos no saturados tales como glicidil metacrilato o mezclas de los mismos; copolímeros de etileno con al menos un producto seleccionado de: (i) ácidos carboxílicos no saturados, sus sales o sus ésteres; (ii) ésteres de vinilo de ácidos carboxílicos saturados; (iii) ácidos dicarboxílicos no saturados, sus sales, sus ésteres, sus medios ésteres o sus anhídridos; (iv) epóxidos no saturados; pudiendo injertar opcionalmente en los copolímeros de etileno anhídridos de ácido dicarboxílico no saturado o epóxidos no saturados; copolímeros de bloque estireno/etileno-butileno/estireno (SEBS), opcionalmente maleinizados, o mezclas de los mismos.

30 La mezcla de poliamida o un copolímero de la misma con al menos una poliolefina puede comprender además al menos un compatibilizador, incluyendo al menos uno de: polietileno, polipropileno, copolímeros de etileno-propileno, copolímeros de etileno-butileno, injertándose en todos estos productos anhídrido maleico o glicidil metacrilato; copolímeros de etileno/alquil (meta) acrilato/anhídrido maleico, injertándose o copolimerizándose el anhídrido maleico; copolímeros de etileno/vinil acetato/anhídrido maleico, injertándose o copolimerizándose el anhídrido maleico; los dos copolímeros anteriores en los que el anhídrido maleico se sustituye por glicidil (meta)acrilato; copolímeros de etileno/ácido (meta)acrílico y sus sales; polietileno, polipropileno o copolímeros de etileno-propileno, injertándose estos polímeros con un producto que tiene un lugar que reacciona a las aminas, condensándose después estos copolímeros injertados con poliamidas u oligómeros de poliamida que tienen un grupo final de una única amina.

40 De acuerdo con una realización ejemplar, la mezcla de poliamida o un copolímero de la misma con al menos una poliolefina comprende: desde 55 partes en peso a 95 partes en peso de poliamida; y desde 5 partes en peso a 45 partes en peso de poliolefina.

La segunda capa 8 de revestimiento puede tener un espesor de desde 0,5 mm a 3 mm y, preferentemente, de desde 0,8 mm a 2,5 mm. La segunda capa 8 de revestimiento está en contacto operativo con la capa adhesiva de revestimiento en al menos una porción de la superficie de la cinta 7 de metal.

45 Aunque no se muestran en los dibujos, se contempla que el cable 1 puede incluir componentes adicionales y/o diferentes a aquellos enumerados anteriormente tales como, por ejemplo, uno o más cordones, capas de revestimiento semiconductoras ubicadas de manera radialmente interna con respecto a las capas 3 de revestimiento aislantes, capas semiconductoras ubicadas de una manera radialmente externa con respecto a las capas 3 de revestimiento aislantes, cables o cintas conductoras de electricidad enrolladas en espiral dispuestas alrededor de las capas semiconductoras ubicadas de manera radialmente externa con respecto a las capas 3 de revestimiento aislantes y otros componentes adecuados que pueden asociarse con el cable 1.

55 La combinación del conjunto de núcleo y el conjunto de funda descrita anteriormente proporciona un cable eléctrico con protección contra agentes químicos externos con flexibilidad mejorada. Una capa sólida externa del sistema de relleno que tiene una forma sustancialmente cilíndrica proporciona una base continua y sólida para formar una primera capa de revestimiento expandida y una cinta de metal. Teniendo una estructura sólida que mantiene sustancialmente su redondez en sección transversal, la capa sólida externa ayuda a asegurar la integridad de la junta entre los bordes superpuestos de la cinta de metal. Además, la porción flexible interna del sistema de relleno de dos partes asegura la flexibilidad para el cable y, en general, tiende a mantener bajo el peso del cable en comparación con un material de relleno fabricado por completo del material de la capa sólida externa.

5 Un cable consecuente con la presente realización se probó de manera comparativa para flexibilidad de acuerdo con Cenelec TC20/WG9 contra tres cables de construcción similar que tienen solo un material sólido de relleno. Todas las muestras de cable fueron 3-Conductor 1/0 AWG (Calibre de alambre estadounidense) con cable de tierra 10 AWG. Los conductores se aislaron con polietileno reticulado, tuvieron una primera capa de revestimiento expandida de PVC, cinta de metal con superposición y revestimiento adhesivo, segunda capa de revestimiento de nailon y funda protectora.

10 La Tabla 1 muestra las diferencias de construcción de las tres muestras. La Muestra 3 de Cable incluye datos representativos del rendimiento de un cable construido de manera consecuente con las realizaciones desveladas. En particular, la Muestra 3 de Cable tuvo un sistema de relleno que comprende una porción flexible interna de material de papel y una capa externa sólida de EPDM. La relación del área en sección transversal entre la porción flexible interna y la capa externa sólida fue de aproximadamente 50/50. Las Muestras de cable comparativas 1, 2 y 4 se construyeron únicamente con un sistema de relleno monolítico. Las Muestras de cable comparativas 1, 2 y 4 mostraron flexibilidad similar. La Muestra 3 de Cable de la invención tuvo un promedio de mejor flexibilidad del 16,2 % sobre las muestras de cable comparativas.

15

Tabla 1

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3 (tal como se ha desvelado ahora)	Muestra 4
Construcción del Cable	ASTM B172 Clase I Conductores de Hebra Flexible; relleno sólido de PVC	ASTM B8 Clase B Conductores de Hebra; relleno sólido EPDM	ASTM B8 Clase B Conductores de Hebra; 50 % de papel/50 % de relleno sólido EPDM	ASTM B8 Clase B Conductores de Hebra; relleno sólido de PVC
Flexibilidad (kg)	46,32	43,14	37,41	44,63
% de Flexibilidad Mejorada de la Muestra 3 de Cable sobre otras muestras	19,2 %	13,2 %	-	16,2 %

El cable construido de manera consecuente con las realizaciones desveladas (y usado en la prueba de flexibilidad citada en la Tabla 1) ha pasado las pruebas ignífugas IEEE 1202 y FT-4 para cables de tensión baja.

REIVINDICACIONES

1. Un cable eléctrico, que comprende un conjunto de núcleo y un conjunto de funda que rodea el conjunto de núcleo, en el que:
 - 5 el conjunto de funda incluye una funda (9) externa, una cinta (7) de metal dispuesta bajo la funda externa y revestida al menos parcialmente con una capa adhesiva, teniendo la cinta de metal bordes (10) opuestos superpuestos sellados entre sí mediante una capa adhesiva; e
 - incluyendo el conjunto de núcleo al menos dos conductores (2) trenzados entre sí y teniendo cada uno una capa (3) de revestimiento aislante y un sistema (5) de relleno dispuesto entre el conjunto de núcleo y el conjunto de funda, comprendiendo el sistema (5) de relleno:
 - 10 una porción (5A) flexible interna, y
 - una capa (5B) sólida externa con una forma sustancialmente cilíndrica que encapsula los al menos dos conductores y la porción flexible interna a lo largo de la mayor parte de la longitud del cable, en el que los al menos dos conductores están, al menos parcialmente, incrustados dentro de la capa sólida externa.
- 15 2. El cable eléctrico de la reivindicación 1, en el que la porción flexible interna del sistema de relleno incluye a) elementos fibrosos; b) varillas flexibles o c) una combinación de a) y b).
3. El cable eléctrico de la reivindicación 2, en el que los elementos fibrosos a) rellenan al menos parcialmente volúmenes entre los conductores aislados y la capa externa sólida.
4. El cable eléctrico de la reivindicación 2, en el que los elementos fibrosos a) están fabricados de un material seleccionado entre papel, nailon, poliéster, aramida de polipropileno y compuestos de los mismos.
- 20 5. El cable eléctrico de la reivindicación 2, en el que las varillas flexibles b) se incrustan en los elementos fibrosos a) o en la capa externa sólida del sistema de relleno.
6. El cable eléctrico de la reivindicación 2, en el que las varillas flexibles b) pueden fabricarse de un material seleccionado a partir de polímero espumado, caucho de silicona, poliestireno, polietileno clorosulfonado y mezclas de los mismos.
- 25 7. El cable eléctrico de la reivindicación 1, que comprende además una primera capa de revestimiento dispuesta entre la cinta de metal y la capa sólida externa del sistema de relleno, comprendiendo la capa de revestimiento material polimérico expandido.
8. El cable eléctrico de la reivindicación 6, que comprende además una segunda capa de revestimiento, dispuesta entre la cinta de metal y la funda externa, comprendiendo la segunda capa de revestimiento al menos una poliamida o un copolímero de la misma, en el que la segunda capa de revestimiento está en contacto con la capa adhesiva que recubre la cinta de metal.
- 30 9. El cable eléctrico de la reivindicación 7, que comprende además una funda protectora situada de manera radialmente externa con respecto a la segunda capa de revestimiento.
10. El cable eléctrico de la reivindicación 1, en el que la porción flexible interna comprende aproximadamente un 50 % del sistema de relleno.
- 35 11. El cable eléctrico de la reivindicación 1, en el que la porción flexible interna comprende entre aproximadamente el 30 % y aproximadamente el 70 % del sistema de relleno.
12. El cable eléctrico de la reivindicación 1, que comprende además una primera capa de revestimiento semiconductor situada de manera radialmente interna con respecto a la capa de revestimiento aislante y una segunda capa de revestimiento semiconductor situada de manera radialmente externa con respecto a la capa de revestimiento aislante.
- 40 13. El cable eléctrico de la reivindicación 12, que comprende además una pantalla que comprende cables conductores de electricidad enrollados en espiral y dispuestos alrededor de la capa de revestimiento semiconductor situada de manera radialmente externa con respecto a la capa de revestimiento aislante.
- 45 14. Un cable resistente a la degradación debida a agentes químicos externos, que comprende, desde el interior al exterior
 - al menos dos conductores (2);
 - un sistema (5) de relleno que tiene una porción (5A) interna y una porción (5B) externa, siendo flexible la porción interna y comprendiendo elementos discretos y no continuos, siendo la porción externa un material sólido y
 - 50 continuo que rodea la porción interna y que incrusta, al menos parcialmente, los al menos dos conductores, teniendo la porción externa una sección transversal circular;

- 5 un material polimérico espumado formado alrededor y conformado por la porción externa sólida del sistema de relleno de dos partes;
una cinta (7) de metal ubicada alrededor y conformada por el material polimérico espumado, teniendo la cinta de metal bordes (10) longitudinales y superpuestos adheridos entre sí;
un revestimiento (8) polimérico que rodea la cinta de metal; y
una funda (9) externa que envuelve el revestimiento polimérico.

15. Un procedimiento para fabricar un cable eléctrico que tiene un sistema (5) de relleno, que comprende:

- 10 disponer una pluralidad de conductores aislados longitudinalmente;
situar elementos discretos y no continuos al menos parcialmente dentro de intersticios entre los conductores aislados como una porción (5A) interna del sistema (5) de relleno;
enrollar un aglutinante alrededor de la porción (5A) interna para formar una porción interna unida;
extrudir una capa sólida continua de material alrededor de la porción interna unida como una capa (5B) externa del sistema (5) de relleno, incrustando el procedimiento de extrusión al menos parcialmente la pluralidad de conductores aislados dentro de la capa externa;
15 aplicar un material polimérico expandido como una primera capa de revestimiento alrededor de la capa sólida externa del sistema de relleno;
plegar y sellar una cinta (7) de metal externa con respecto a la primera capa de revestimiento; y
formar una funda (9) externa que es externa con respecto a la cinta (7) de metal.

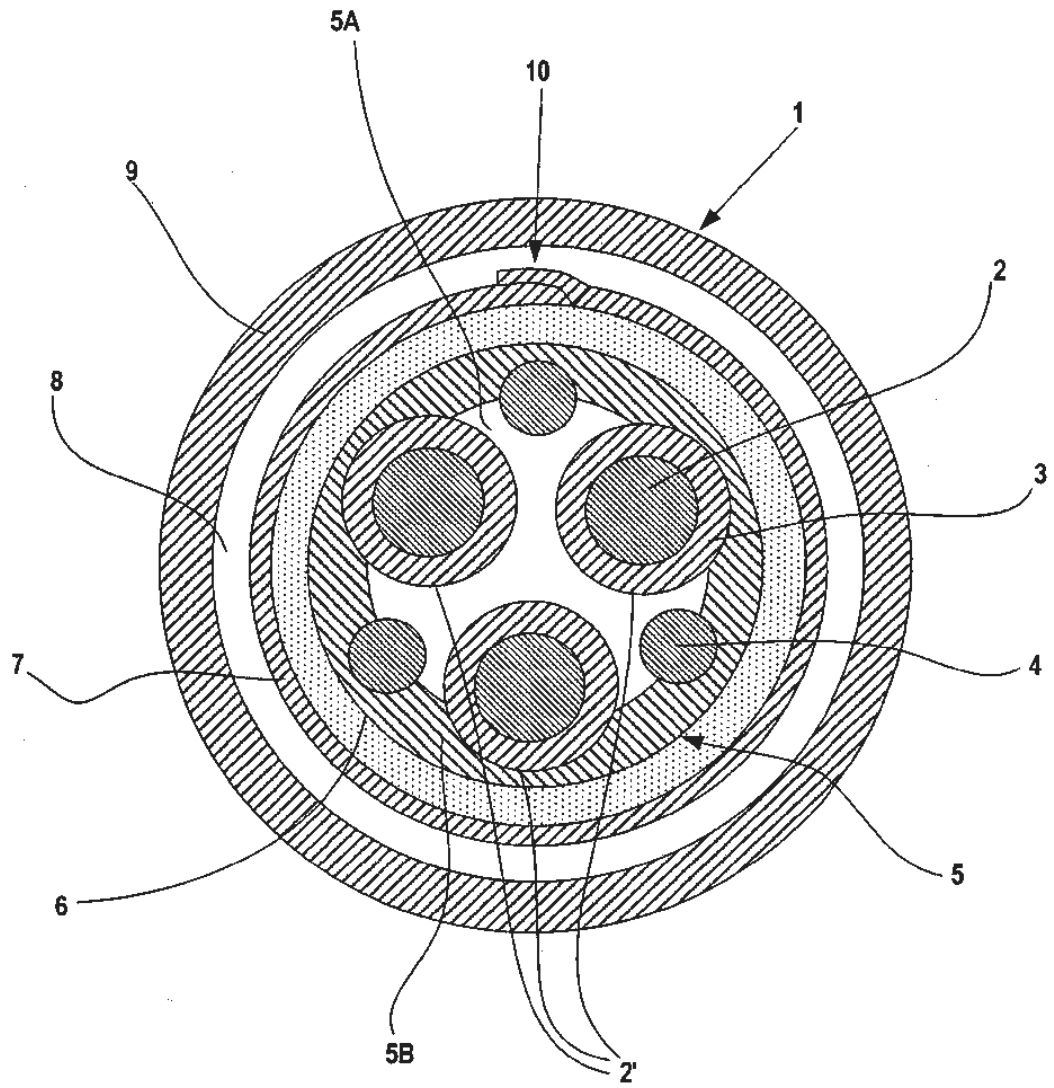


Figura 1

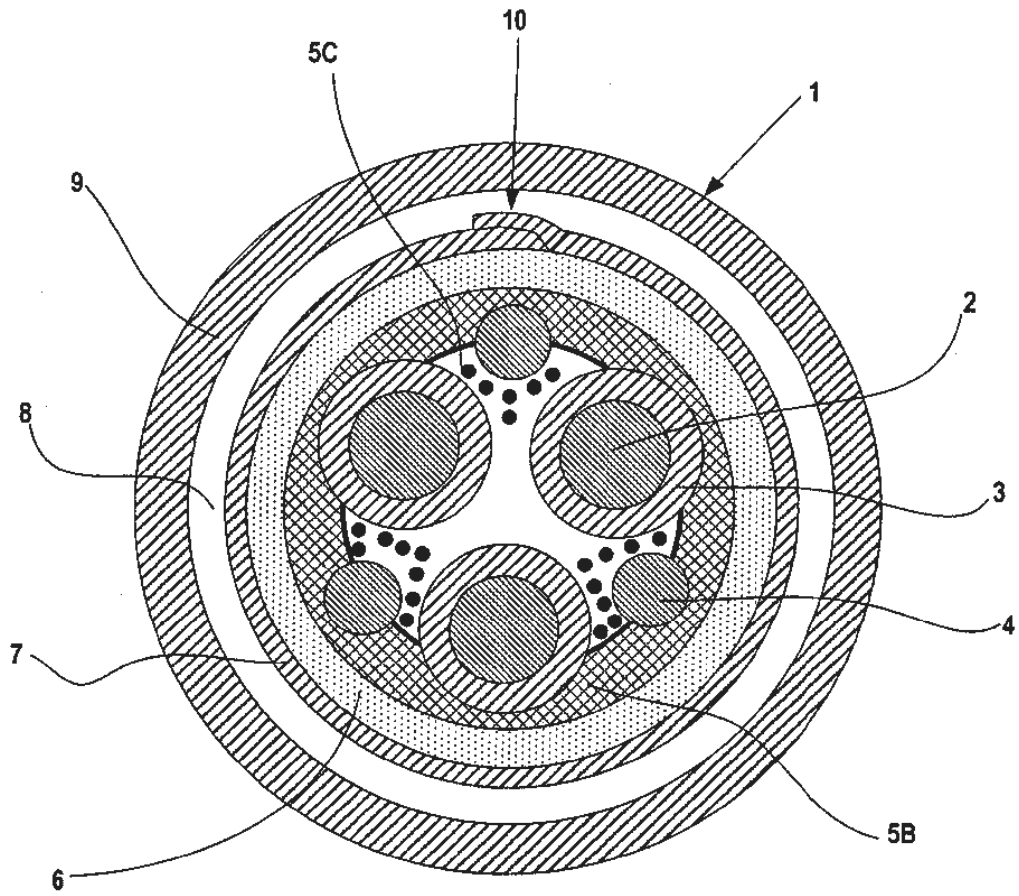


Figura 2A

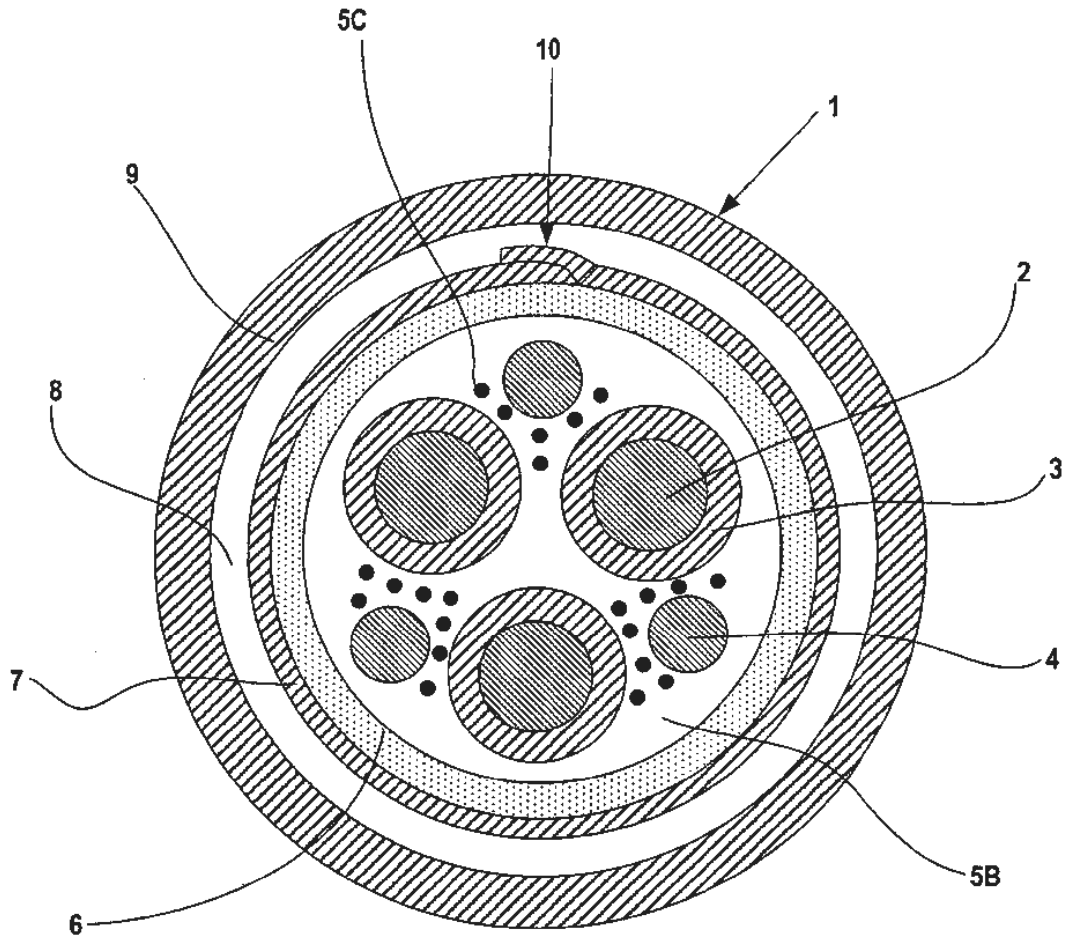


Figura 2B