



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 287 177**

(51) Int. Cl.:

H01B 7/00 (2006.01)

H01B 7/18 (2006.01)

H01B 7/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **01989502 .8**

(86) Fecha de presentación : **22.11.2001**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1346376**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **24.09.2003**

(54) Título: **Proceso para la producción de un cable multipolar, y cable multipolar producido a partir del mismo.**

(30) Prioridad: **30.11.2000 EP 00126132**
08.12.2000 US 251870 P

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2007

(73) Titular/es: **Prysmian Cavi e Sistemi Energia S.R.L.**
Viale Sarca 222
20126 Milano, IT

(72) Inventor/es: **Belli, Sergio;**
Bareggi, Alberto;
Veggetti, Paolo;
Balconi, Luca y
Bossi, Paolo

(74) Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

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

Proceso para la producción de un cable multipolar, y cable multipolar producido a partir del mismo.

5 La presente invención se refiere a un proceso para la producción de un cable multipolar, en particular un cable multipolar para el transporte o distribución de energía eléctrica de voltaje bajo o medio.

Además, la presente invención se refiere a un cable multipolar, en particular a un cable multipolar para el transporte o distribución de energía eléctrica de voltaje bajo o medio.

10 En la presente descripción, la expresión “voltaje bajo” significa un voltaje por debajo de aproximadamente 1 kV, la expresión “voltaje medio” significa un voltaje entre aproximadamente 1 kV y aproximadamente 30 kV, y la expresión “voltaje alto” significa un voltaje por encima de aproximadamente 30 kV.

15 En la presente descripción y en las reivindicaciones que se ofrecen a continuación, el término “núcleo” del cable significa una estructura semifinita que comprende un elemento conductor y por lo menos una capa de aislamiento eléctrico situada en una posición la cual es radialmente externa a dicho elemento conductor. Más particularmente, cuando se considera un cable para el transporte o distribución de energía eléctrica de voltaje medio/alto, dicho “núcleo” comprende además una cubierta semiconductora interna ubicada en una posición la cual es radialmente externa al elemento conductor, una cubierta semiconductora externa ubicada en una posición la cual es radialmente externa a la capa de aislamiento eléctrico y una pantalla metálica en una posición la cual es radialmente externa a dicha cubierta semiconductora externa.

25 Además, a efectos de la presente descripción y de las reivindicaciones que se ofrecen posteriormente, la expresión “cable multipolar” significa un cable provisto de por lo menos un par de “núcleos” según se ha definido anteriormente. De forma más detallada, si el cable multipolar tiene un número de núcleos igual a dos, dicho cable se define técnicamente usando la expresión “cable bipolar”, y si el número de cables es igual a tres dicho cable se conoce como “cable tripolar”, y así sucesivamente.

30 Los núcleos antes mencionados, en un número el cual se predetermina según el cable multipolar deseado, una vez obtenidos, se unen entre sí para formar el denominado “elemento ensamblado”.

En la presente descripción y en las reivindicaciones que se ofrecen posteriormente, la expresión “elemento ensamblado” de un cable multipolar significa una estructura compuesta formada a partir de los núcleos que posee ese cable. Preferentemente, dicha estructura compuesta se obtiene devanando helicoidalmente dichos núcleos entre sí según un paso predeterminado.

40 Como consecuencia de su naturaleza, en el sentido de que la misma se obtiene devanando por lo menos un par de núcleos entre sí, dicho elemento ensamblado tiene una pluralidad de zonas intersticiales las cuales están definidas por los espacios comprendidos entre los núcleos. En otras palabras, el devanado de dichos núcleos da origen a una pluralidad de huecos, es decir, las zonas intersticiales, las cuales, en una sección transversal a lo largo de la magnitud longitudinal del elemento ensamblado, definen un perfil perimétrico externo de dicho elemento, de tipo no circular.

45 Por esta razón, para permitir la correcta aplicación de las capas sucesivas que posee el cable multipolar, en una posición la cual es radialmente externa a dicho elemento ensamblado, el proceso de producción para un cable multipolar comprende la etapa de llenado de dichas zonas intersticiales para comunicar al elemento ensamblado una sección transversal regular, preferentemente de tipo circular.

50 Dichas zonas intersticiales, las cuales se conocen también con la expresión “áreas en estrella”, se llenan generalmente con una sustancia de carga del tipo convencional, por ejemplo, un material polimérico aplicado mediante extrusión.

55 Una vez que se ha completado dicha etapa de llenado y que al cable multipolar semiacabado obtenido hasta el momento se le ha dotado de una sección transversal de tipo circular, se realiza el acabado de dicho cable con la aplicación de por lo menos una capa adicional, cuya naturaleza, así como el número de capas que se pueden usar, depende del tipo de cable multipolar a obtener.

60 Por ejemplo, según un esquema de construcción del tipo convencional realizado mediante el uso de técnicas conocidas en la materia, en una posición radial externa al cable semiacabado antes mencionado, que se ha obtenido hasta el momento, es posible aplicar, de forma sucesiva, un refuerzo metálico (por ejemplo, en forma de cintas o hilos metálicos, realizados generalmente con acero, o en forma de una funda metálica, realizada generalmente con plomo o aluminio) y una funda polimérica externa. En algunos casos, la aplicación del refuerzo metálico viene precedida por la aplicación de una funda polimérica interior adecuada para proporcionar al elemento ensamblado una protección mecánica con respecto al refuerzo metálico.

65 Según una forma adicional de realización, descrita en la solicitud de patente WO 98/52197 a nombre del solicitante, se puede aplicar una capa de material polimérico expandido de un grosor adecuado en una posición la cual es radialmente externa al cable semiacabado antes mencionado, obtenido hasta el momento, siendo capaz dicha capa de

material polimérico expandido, de comunicar al cable antes mencionado una resistencia elevada a impactos accidentales que podría experimentar dicho cable durante las etapas de transporte o tirado del cable. De hecho, dichos impactos pueden provocar desperfectos considerables en la estructura del cable (por ejemplo, deformación de la capa aislante, desprendimiento de las capas del cable) que determinen, por ejemplo, cambios en el gradiente eléctrico de la capa aislante con una reducción consecuente de su capacidad aislante.

Además, en general, según técnicas conocidas, se aplica una funda polimérica externa adecuada para comunicar al cable una mayor protección mecánica con respecto al entorno externo, en una posición la cual es radialmente externa a dicha capa de material polimérico expandido.

Por otra parte, el documento WO 98/52197 antes citado prevé la posibilidad de llenar las zonas intersticiales antes mencionadas con un material polimérico expandido, similar al que se usa para una capa resistente a los impactos accidentales según se ha ilustrado anteriormente, en lugar de una sustancia de carga convencional.

De hecho, según el solicitante, dicha forma de realización presenta algunas ventajas importantes.

En primer lugar, el uso de un material polimérico expandido posibilita la obtención de un cable que es más ligero que un cable similar cuyas zonas intersticiales se llenen con una sustancia de carga convencional.

Dicho aspecto es significativo por cuanto la posibilidad de proporcionar un cable que sea más ligero que otro convencional se refleja en una mayor facilidad de transporte, y consecuentemente en unos costes reducidos del transporte, así como en una manipulación más simplificada del cable durante la etapa de tirado. En relación con esto, merece la pena resaltar que cuanto menor sea el peso total del cable a instalar (por ejemplo, directamente en una zanja excavada en tierra o en un conducto enterrado), menor será la fuerza de tracción que es necesaria aplicar al cable para instalarlo. Por lo tanto, esto significa tanto unos menores costes de instalación como una mayor simplicidad de las operaciones de instalación.

Una segunda ventaja la proporciona el hecho de que el uso de un material polimérico expandido en una posición radialmente interna en la estructura del cable multipolar, es decir, en las zonas intersticiales antes mencionadas del elemento ensamblado, así como en una parte del cable que esté más próxima a sus superficie externa, ayuda a comunicar al propio cable una mayor protección mecánica, es decir, una mayor resistencia mecánica a impactos accidentales según se ha definido anteriormente.

Una ventaja adicional reside en el hecho de que el uso de un material polimérico expandido para sustituir una sustancia de carga convencional ayuda a aumentar la flexibilidad del cable, hecho el cual, una vez más, se refleja en una manipulación mejorada del cable, con repercusiones ventajosas, tal como ya se ha mencionado, particularmente durante su instalación.

No obstante, el solicitante es de la opinión de que la aplicación de un material polimérico expandible en las zonas intersticiales del elemento ensamblado que posee un cable multipolar es una operación compleja la cual requiere un cuidado especial. De hecho, una aplicación incorrecta de dicho material en el interior de las zonas intersticiales del elemento ensamblado dará como resultado la aparición de irregularidades estructurales inaceptables del cable.

Más particularmente, el solicitante ha observado que la aplicación de un material polimérico expandible y su expansión sobre una superficie que tenga un perfil perimétrico externo de tipo no circular provoca una expansión irregular de dicho material, y este tiende a expandirse más en algunas zonas que en otras.

En otras palabras, el material polimérico tiende a expandirse más en las zonas en las que hay más espacio disponible para ello.

Por ejemplo, en el caso de que se considere un cable tripolar, el elemento ensamblado, formado por el devanado helicoidal de tres núcleos dependientes, tiene tres zonas intersticiales con secciones transversales de una forma sustancialmente triangular, estando dirigida la base de cada triángulo hacia el extradós del elemento ensamblado mientras que los dos lados restantes de dicho triángulo quedan definidos por el perfil externo de dos núcleos adyacentes del cable. En esta configuración, el material polimérico, el cual está diseñado para llenar las zonas intersticiales y el cual se aplica mediante extrusión en una posición radialmente externa al elemento ensamblado, se expande más en la parte de la zona intersticial que está más próxima a la base del triángulo antes mencionado, ya que en correspondencia con dicha base, el material polimérico tiene más espacio disponible para expandirse.

La expansión no uniforme del material polimérico dentro de cada zona intersticial, es decir, en el extradós del elemento ensamblado, comunica al cable semiacabado obtenido hasta el momento, es decir, al elemento ensamblado más la sustancia de carga, en las zonas intersticiales, una sección transversal de tipo irregular, ya que la misma tiene una pluralidad de protuberancias, las cuales en algunos casos son incluso muy pronunciadas, en los lugares en las que la expansión del material polimérico ha sido mayor.

Por ejemplo, en el caso del cable tripolar antes mencionado, la sección transversal del cable semiacabado obtenido hasta el momento tiene un perfil perimétrico externo el cual es sustancialmente trilobulado, situándose la mayor curvatura de cada lóbulo en correspondencia con la base del triángulo antes definida.

La aparición de un fenómeno de este tipo resulta particularmente no deseable ya que genera una pluralidad de inconvenientes.

En primer lugar, la obtención de un elemento ensamblado el cual tiene un perfil perimétrico externo de tipo no circular en una sección transversal significa que las capas que se aplican subsiguientemente en una posición radialmente externa a dicho elemento ensamblado, con independencia de la naturaleza del cable multipolar a producir, ya sea del tipo convencional o según se describe en la solicitud de patente antes mencionada WO 98/52197, seguirán dicho perfil perimétrico externo no circular y por lo tanto darán como resultado la producción de un cable acabado con una sección transversal irregular.

Este resultado, además de ser inaceptable para el mercado desde el punto de vista puramente estético, da origen a una pluralidad de problemas de naturaleza práctica tanto durante la instalación del cable como durante el almacenamiento del mismo. En este último caso, se pueden prever, por ejemplo, muchos problemas (dimensiones mayores, menos capacidad de carga, inestabilidad de las vueltas devanadas en una bobina) los cuales podrían surgir durante una operación convencional de devanado de un cable de sección transversal no circular.

Otro de los inconvenientes reside en el hecho de que una distribución no homogénea de las zonas intersticiales del material polimérico expandido da origen a la formación de zonas las cuales contienen una mayor concentración de material que otras zonas que están dotadas en menor medida. Por esta razón, esto significa que dichas zonas que están menos dotadas presentan por un lado una menor resistencia mecánica a los impactos que las zonas que contienen más material, y, al tener un menor grosor, las mismas pueden experimentar un posible desgarramiento durante la etapa de extrusión (más específicamente, a la salida de las matrices de la extrusora), provocando dicho aspecto que el elemento ensamblado subyacente quede al descubierto y consecuentemente la formación de una sección transversal no circular del cable obtenido hasta el momento.

El solicitante ha observado también que, basándose en los aspectos dados a conocer por el documento WO 98/52197 antes mencionado, siempre que se desee proceder, con la misma extrusión de material polimérico expandible, bien al llenado de las zonas intersticiales del elemento ensamblado o bien a la producción de una capa resistente a los impactos accidentales, se obtiene una expansión no uniforme de dicho material la cual provoca inevitablemente la formación de un cable multipolar que tiene una sección transversal con un perfil perimétrico externo irregular.

Por esta razón, el solicitante ha percibido la necesidad de controlar la expansión del material polimérico durante la etapa de extrusión de este último en el interior de las zonas intersticiales del elemento ensamblado de un cable multipolar de manera que dicho elemento ensamblado, y consecuentemente el cable multipolar acabado que lo contiene, puedan presentar, en su sección transversal, un perfil perimétrico externo de tipo regular, en lo posible de conformación circular.

El solicitante ha observado que es posible obtener un control óptimo de la expansión del material polimérico diseñado para llenar las zonas intersticiales en el elemento ensamblado de un cable multipolar depositando dicha sustancia de carga realizada con material polimérico expandible mediante coextrusión con una capa de contención de material polimérico.

En particular, el solicitante ha observado que dicha capa de contención se debe coextruir en una posición radialmente externa a la capa de llenado para lograr una distribución uniforme del material polimérico expandible en el interior de dichas zonas intersticiales evitando en algunas zonas una mayor expansión que en otras.

La presente invención se puede aplicar de forma ventajosa no solamente a cables eléctricos para el transporte o distribución de energía, sino también a cables del tipo mixto para potencia/telecomunicaciones los cuales incluyen un núcleo de fibra óptica. Por esta razón, en este sentido, en el resto de la presente descripción y en las reivindicaciones que se ofrecen posteriormente, la expresión “elemento conductor” significa un conductor de tipo metálico o del tipo mixto eléctrico/óptico.

De este modo, la presente invención se refiere a un proceso de fabricación de un cable multipolar que comprende por lo menos un par de núcleos, comprendiendo cada núcleo por lo menos un elemento conductor y por lo menos una capa de aislamiento eléctrico en una posición la cual es radialmente externa a dicho por lo menos un elemento conductor, comprendiendo dicho proceso las siguientes etapas:

- a) se ensambla dicho por lo menos un par de núcleos para formar un elemento ensamblado provisto de una pluralidad de zonas intersticiales entre dichos núcleos, y
- b) se deposita mediante coextrusión:
 - un material polimérico expandible en una posición radialmente externa a dichos núcleos para llenar dichas zonas intersticiales y formar una capa de relleno de sección transversal sustancialmente circular, y
 - por lo menos una capa de contención de material polimérico en una posición radialmente externa a dicha capa de relleno.

ES 2 287 177 T3

La siguiente descripción se refiere a los dibujos adjuntos los cuales se proporcionan con fines meramente explicativos y sin ninguna intención limitativa, en los cuales:

5 - la Figura 1 es una vista en sección transversal derecha de una forma de realización específica de un cable eléctrico tripolar para el transporte o distribución de energía de bajo voltaje según la invención, y

- la Figura 2 es una vista en sección transversal longitudinal de un detalle del equipo de extrusión del cable mostrado en la Figura 1.

10 Con la expresión “material polimérico expandido” en la continuación de la presente descripción y en las reivindicaciones que se ofrecen posteriormente se pretende significar un material polimérico que tiene un porcentaje predeterminado de espacio “libre” dentro del material, es decir, un espacio el cual no está ocupado por el material polimérico, sino por gas o aire.

15 En general, este porcentaje de espacio libre en un polímero expandido se expresa mediante el denominado “grado de expansión” (G), definido de la manera siguiente

$$G = (d_0/d_e - 1) \times 100$$

20 en la que d_0 indica la densidad del polímero no expandido y d_e representa la densidad aparente medida del polímero expandido.

Según la presente invención, el material polimérico expandido se puede seleccionar de entre el grupo que comprende: poliolefinas, copolímeros de diferentes olefinas, copolímeros de ésteres/olefinas insaturados, poliésteres, policarbonatos, polisulfonas, resinas fenólicas, resinas ureicas, y mezclas de los mismos. Entre los ejemplos de los polímeros preferidos se encuentran: polietileno (PE), especialmente polietileno de baja densidad (LDPE), PE de densidad media (MDPE), PE de alta densidad (HDPE) y PE lineal de baja densidad (LLDPE); polipropileno (PP); copolímeros elastoméricos de etileno-propileno (EPR) o terpolímeros de etileno-propileno-dieno (EPDM); caucho natural; caucho butílico; copolímeros de etileno/éster vinílico, por ejemplo, etileno/acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno/acrilato, en particular etileno/acrilato de metilo (EMA), etileno/acrilato de etilo (EEA), etileno/acrilato de butilo (EBA); copolímeros termoplásticos de etileno/ α -olefina; poliestireno; resinas de acrilonitrilo-butadienoestireno (ABS); polímeros halogenados, en particular, cloruro de polivinilo (PVC); poliuretano (PUR); poliamidas; poliésteres aromáticos, tales como tereftalato de polietileno (PET) o tereftalato de polibutileno (PBT); y copolímeros o mezclas mecánicas de los mismos.

Preferentemente el material polimérico es un polímero o copolímero de poliolefina basado en etileno y/o propileno, y en particular se selecciona de entre:

- 40 (a) copolímeros de etileno que tengan un éster etilénicamente insaturado, por ejemplo, acetato de vinilo o acetato de butilo, en el cual la cantidad de éster insaturado esté comprendida en general entre el 5% y el 80% en peso, preferentemente entre el 10% y el 50% en peso;
- 45 (b) copolímeros elastoméricos de etileno con por lo menos una α -olefina C_3 - C_{12} , y opcionalmente un dieno, preferentemente copolímeros de etileno-propileno (EPR) o copolímeros de etileno-propileno-dieno (EPDM) que tengan preferentemente la siguiente composición: entre el 35% y el 90% en moles de etileno, entre el 10% y el 65% en moles de α -olefina, entre el 0% y el 10% en moles de dieno (por ejemplo, 1,4-hexadieno ó 5-etiledeno-2-norborneno);
- 50 (c) copolímeros de etileno con por lo menos una α -olefina C_4 - C_{12} , preferentemente 1-hexeno, 1-octeno y similares, y opcionalmente un dieno, presentando en general dichos copolímeros una densidad entre 0,86 g/cm³ y 0,90 g/cm³ y la siguiente composición: entre el 75% y el 97% en moles de etileno, entre el 3% y el 25% en moles de α -olefina, entre el 0% y el 5% en moles de un dieno;
- 55 (d) polipropileno modificado con copolímeros de etileno/ α -olefina C_3 - C_{12} , en el que la relación en peso entre el polipropileno y el copolímero de etileno/ α -olefina C_3 - C_{12} está comprendida entre 90/10 y 30/70, preferentemente entre 50/50 y 30/70.

60 Por ejemplo, la clase (a) incluye los productos comerciales Elvax® (Du Pont), Levapren® (Bayer), Lotryl® (Elf Atochem), la clase (b) incluye los productos Dutral® (Enichem) ó Nordel® (Dow-Du Pont), y la clase (c) incluye los productos Engage® (Dow-Du Pont) ó Exact® (Exxon), mientras que el polipropileno modificado con copolímeros de etileno/ α -olefina se puede encontrar en el mercado con los nombres comerciales Moplen® ó Hifax® (Montell) ó Fina-Pro® (Fina), y similares.

65 En la clase (d) se prefieren especialmente elastómeros termoplásticos que comprenden una matriz continua de un polímero termoplástico, por ejemplo, polipropileno, y pequeñas partículas (en general con un diámetro del orden de entre 1 y 10 μ m) de un polímero elastomérico vulcanizado, por ejemplo, EPR o EPDM reticulado dispersado en la matriz termoplástica. El polímero elastomérico se puede incorporar en la matriz termoplástica, en el estado

sin vulcanizar, y a continuación se reticula dinámicamente durante el proceso mediante la adición de una cantidad adecuada de agente reticulante. Alternativamente, el polímero elastomérico se puede vulcanizar por separado y a continuación se puede dispersar en la matriz termoplástica en forma de partículas pequeñas. Se describen elastómeros termoplásticos de este tipo, por ejemplo, en los documentos US-4.104.210 ó EP-324.430.

Entre los materiales poliméricos, se prefiere especialmente un polipropileno que tenga una resistencia mecánica elevada en el estado fundido (propileno con alta resistencia en fundido), según se describe por ejemplo en la patente US-4.916.198, el cual está disponible comercialmente bajo la marca comercial Profax® (Montell S.p.A.). Este documento ilustra un proceso de producción de dicho polipropileno mediante una etapa de irradiación de un polipropileno lineal con radiación ionizante de alta energía durante un periodo de tiempo suficiente como para producir la formación de una cantidad significativa de ramificaciones largas en la cadena, proporcionándose además después de dicha etapa un tratamiento adecuado del material irradiado para desactivar los radicales libres presentes en el material irradiado.

Todavía más preferentemente, entre los materiales poliméricos se opta especialmente por una composición polimérica que comprenda el polipropileno antes mencionado con un nivel elevado de ramificación, en una cantidad en general comprendida entre el 30% y el 70% en peso, en una mezcla con un elastómero termoplástico del tipo que pertenece a la clase (d) antes mencionada, en una cantidad en general comprendida entre el 30% y el 70% en peso, expresándose dichos porcentajes con respecto al peso total de la composición polimérica.

En la Figura 1 se ilustra en sección transversal derecha una cable eléctrico 10 para el transporte de energía de bajo voltaje, fabricado por medio de un proceso según la presente invención.

Dicho cable 10 es del tipo tripolar y comprende tres elementos conductores 1, cubierto cada uno de ellos con una capa 2 que actúa como un aislante eléctrico. Tal como se ha mencionado anteriormente, a dicha estructura semiacabada se le hace referencia con el término núcleo.

Dicha capa aislante 2 puede ser una composición polimérica reticulada o no reticulada, con propiedades de aislamiento eléctrico conocidas en la técnica, seleccionada, por ejemplo, de entre: poliolefinas (homopolímeros o copolímeros de diferentes olefinas), copolímeros de olefina/ésteres etilénicamente insaturados, poliésteres, poliéteres, copolímeros de poliéter/poliéster y mezclas de los mismos. Entre los ejemplos de dichos polímeros se encuentran: polietileno (PE), en particular PE lineal de baja densidad (LLPDE); polipropileno (PP); copolímeros termoplásticos de propileno/etileno; cauchos de etileno-propileno (EPR) o cauchos de etileno-propileno-dieno (EPDM); cauchos naturales; cauchos butílicos; copolímeros de etileno/acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno/acrilato de metilo (EMA); copolímeros de etileno/acrilato de etilo (EEA); copolímeros de etileno/acrilato de butilo (EBA); copolímeros de etileno/ α -olefina, y similares.

Haciendo referencia a la Figura 1, los tres núcleos se devanan entre sí helicoidalmente para formar un elemento ensamblado 20 tal como se ha definido anteriormente.

Tal como ya se ha mencionado, el devanado helicoidal de los tres núcleos de cable tripolar 10 da origen a la formación de tres zonas intersticiales independientes 3 las cuales, según la presente invención y tal como se describe de forma más detallada posteriormente, se llenan con un material polimérico expandible seleccionado de entre los polímeros antes mencionados. En lo sucesivo, en la presente descripción, dichas zonas intersticiales 3 que se llenan con dicho material polimérico expandido como sustancia de carga se definirán, en aras de una mayor simplicidad de la descripción, usando la expresión "capa de relleno", indicada en conjunto con el símbolo de referencia 4.

El cable 10 según la presente invención comprende además una capa de contención 5 producida mediante coextrusión con la capa de relleno 4 y dispuesta en una posición radialmente externa a esta última para comunicar a dicha capa de relleno 4 una sección transversal sustancialmente circular.

Dicha capa de contención 5 se realiza con un material polimérico seleccionado de entre el grupo antes mencionado con referencia a la capa de relleno 4.

Preferentemente, la capa de contención 5 se realiza con un material polimérico seleccionado de entre el grupo que comprende: poliolefinas, copolímeros de diferentes olefinas, copolímeros de ésteres/olefinas insaturados, poliésteres, policarbonatos, polisulfonas, resinas fenólicas, resinas ureicas, y mezclas de los mismos. Entre los ejemplos de los polímeros adecuados se encuentran: polietileno (PE), en particular PE de baja densidad (LDPE), PE de densidad media (MDPE), PE de alta densidad (HDPE) y PE lineal de baja densidad (LLDPE); polipropileno (PP); copolímeros elastoméricos de etileno-propileno (EPR) o terpolímeros de etileno-propileno-dieno (EPDM); caucho natural; caucho butílico; copolímeros de etileno/éster vinílico, por ejemplo etileno/acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno/acrilato, en particular etileno/acrilato de metilo (EMA), etileno/acrilato de etilo (EEA), etileno/acrilato de butilo (EBA); copolímeros termoplásticos de etileno/ α -olefina; poliestireno; resinas de acrilonitrilo-butadienoestireno (ABS); polímeros halogenados, en particular cloruro de polivinilo (PVC); poliuretano (PUR); poliamidas; poliésteres aromáticos, tales como tereftalato de polietileno (PET) o tereftalato de polibutileno (PBT), y copolímeros o mezclas mecánicas de los mismos.

Más preferentemente, dicha capa de contención se realiza con HDPE que presente una densidad de por lo menos $0,940 \text{ g/cm}^3$ y más preferentemente entre $0,940$ y $0,960 \text{ g/cm}^3$, o con MDPE que presente una densidad comprendida preferentemente entre $0,926$ y $0,940 \text{ g/cm}^3$.

- 5 En general, el grosor de la capa de contención es una solución de compromiso entre dos tendencias opuestas. De hecho, por un lado es deseable que dicho grosor sea suficientemente grande como para garantizar un efecto de contención satisfactorio para el material polimérico subyacente durante la etapa de expansión de este último, mientras que por otro lado es deseable que este último sea suficientemente pequeño como para: a) no perjudicar la expansión del material que constituye la capa de relleno como consecuencia de ejercer una acción de aplastamiento sobre este último, b) mantener a un nivel bajo los costes de la cubierta y por lo tanto del cable en conjunto, y finalmente c) permitir un enfriamiento rápido de la superficie externa de dicha capa de relleno. En relación con este último punto, de hecho es necesario resaltar que al final de la capa de coextrusión de la capa de relleno/capa de contención, el cable semiacabado obtenido de esta manera se somete a una operación de enfriamiento, en general haciéndolo pasar a través de un canal de refrigeración que contiene un líquido refrigerante. Cuando la capa de contención tenga un grosor elevado, dicha capa requiere un tiempo de enfriamiento prolongado y, en particular, el enfriamiento de la parte interior de la cubierta, es decir, la parte de la capa en contacto con la sustancia de carga expandida, se retarda de forma desventajosa. De este modo, esta situación puede dar como resultado un efecto de reducción del sellado, es decir, la contención, por parte de dicha capa sobre dicho material polimérico expandido con la consecuencia no deseada de que este último tiende a expandirse más en las zonas en las que hay más espacio disponible para ello, dando origen a la formación de una sección transversal con un perfil irregular, de tipo no circular.

En general, el grosor de dicha capa de contención está comprendido entre $0,1 \text{ mm}$ y $1,5 \text{ mm}$, preferentemente entre $0,2 \text{ mm}$ y $1,0 \text{ mm}$, más preferentemente entre $0,5 \text{ mm}$ y $0,7 \text{ mm}$.

- 25 No obstante, debería resaltarse que el grosor óptimo de dicha capa de contención depende considerablemente de la sección transversal del cable a producir y del volumen de material polimérico expandido presente dentro de las zonas intersticiales.

- 30 Según la forma de realización ilustrada en la Figura 1, el cable tripolar 10 comprende además una capa 6 de material polimérico expandido dispuesta en una posición que es radialmente externa a la capa de contención 5, ejerciendo dicha capa 6 la función de comunicar al cable 10 una resistencia mecánica óptima contra impactos accidentales tal como se describe en el documento WO 98/52197 antes mencionado.

- 35 El material polimérico expandible usado para obtener tanta la capa de relleno 4 como la capa adicional 6 dispuesta en una posición radialmente externa a esta última se selecciona de forma ventajosa de entre el grupo antes mencionado. No obstante, es preferible que el material polimérico expandible a usar en la capa de relleno 4 se seleccione de entre un polímero o copolímero de olefina basado en etileno, mientras que el material polimérico expandible a usar en la capa adicional 6 se selecciona de entre un polímero o copolímero de olefina basado en propileno.

- 40 Finalmente, según la forma de realización ilustrada en la Figura 1, el cable 10 está provisto de una funda polimérica externa 7 en una posición radialmente externa a la capa 6 de material polimérico expandido, ejerciendo dicha funda 7 la función de protección mecánica externa para el cable 10.

- 45 En general, dicha funda externa 7 se realiza con un material polimérico seleccionado de entre el grupo que comprende: polietileno de baja densidad (LDPE) ($d=0,910\text{-}0,926 \text{ g/cm}^3$); copolímeros de etileno con α -olefinas; polipropileno (PP); cauchos de etileno/ α -olefina, en particular cauchos de etileno/propileno (EPR), cauchos de etileno/propileno/dieno (EPDM); caucho natural; cauchos butílicos, y mezclas de los mismos.

- 50 Tal como se ha descrito anteriormente, la forma de realización ilustrada en la Figura 1 prevé la disposición sucesiva de una capa de material polimérico expandido y de una funda externa en una posición radialmente externa a la capa de contención.

- 55 No obstante, merece la pena resaltar que la presente invención también se puede aplicar de forma ventajosa a cables provistos de una forma de construcción del tipo convencional.

Por esta razón, también se puede diseñar la aplicación de un refuerzo metálico y una funda protectora externa, de forma sucesiva, en una posición la cual sea radialmente externa a la capa de contención según la presente invención.

- 60 Los expertos en la materia conocen otras variantes y los mismos podrán evaluar la disposición más adecuada basándose, por ejemplo, en los costes, en la forma de tirar el cable (aéreo, situado en conductos, enterrado directamente en la tierra, en el interior de edificios, submarino, etcétera) y en la temperatura de funcionamiento del cable (temperaturas máxima y mínima, variaciones de temperatura en el entorno).

- 65 Por lo que al proceso de fabricación de un cable multipolar respecta, en general dicho proceso comprende una etapa inicial diseñada para producir los núcleos según se ha definido anteriormente, siendo diferente la complejidad de dicha etapa de un caso a otro dependiendo del tipo de cable a producir.

Por ejemplo, considerando el proceso de producción correspondiente a un cable multipolar para el transporte o distribución de energía eléctrica de bajo voltaje, en general cada núcleo se obtiene desenrollando un elemento conductor de una bobina alimentadora adecuada y aplicando una capa de aislante eléctrico a este último, típicamente mediante extrusión. Dicha capa se obtiene preferentemente a partir de una poliolefina, en particular, polietileno, copolímeros de etileno-propileno y similares. Al final de dicha capa de extrusión, la capa de aislante eléctrico se somete preferentemente a una operación de reticulación según técnicas conocidas, por ejemplo, usando peróxidos o silanos. Una vez completada dicha etapa, el núcleo obtenido de esta manera se almacena a continuación en una bobina colectora adecuada.

Por el contrario, cuando se considera el proceso de producción correspondiente a un cable multipolar para el transporte o distribución de energía eléctrica de voltaje medio, en general cada núcleo se obtiene desenrollando un elemento conductor de una bobina alimentadora adecuada y aplicando a este último respectivamente una capa semiconductor interna, una capa de aislante eléctrico y una capa semiconductor externa a través de unos medios conocidos, en particular a través de una pluralidad de extrusiones realizadas consecutivamente. Alternativamente, la aplicación de las capas semiconductoras interna y externa antes mencionadas y de la capa de aislante eléctrico se puede obtener a través de un proceso de coextrusión según técnicas conocidas. El conjunto obtenido de esta manera se almacena a continuación en una primera bobina colectora y subsiguientemente se aplica a dicho conjunto una pantalla metálica según medios conocidos, en general en una línea diferente de la planta de producción. Por ejemplo, dicha pantalla metálica se puede producir usando una máquina apantalladora por cintas la cual posiciona cintas delgadas de cobre (por ejemplo, de un grosor aproximadamente entre 0,1 y 0,2 mm) helicoidalmente, por medio de cabezales giratorios adecuados, preferentemente superponiendo los bordes de dichas cintas en aproximadamente el 33% de su área superficial. Como alternativa, dicha pantalla metálica puede estar constituida por una pluralidad de hilos de cobre (por ejemplo, de diámetro 1 mm) desenrollados de bobinas posicionadas en jaulas giratorias adecuadas y aplicados helicoidalmente al conjunto antes mencionada. En general, en dichas circunstancias también es necesario aplicar una contraespiral (por ejemplo, una cinta de cobre que tenga un grosor de aproximadamente entre 0,1 y 0,2 mm) la cual ejerce la función de mantener en su posición los hilos de cobre mencionados durante las etapas de fabricación subsiguientes. El núcleo obtenido de esta manera se almacena a continuación en una segunda bobina colectora.

Tal como ya se ha mencionado, una vez que se han obtenido dichos núcleos los mismos se trenzan entre sí para formar un elemento ensamblado mediante el uso de técnicas conocidas en la materia, por ejemplo, usando una máquina combinada. En general, dicha máquina comprende una unidad giratoria en la cual se montan las bobinas que contienen los núcleos individuales del cable, estando dispuestas dichas bobinas en un número igual al número de núcleos del cable multipolar a producir. La rotación de la unidad giratoria y la tracción simultánea de los núcleos antes mencionados provoca que los mismos se devanen conjuntamente de forma helicoidal, mientras que la elección bien de la velocidad de rotación de la unidad giratoria o bien de la velocidad lineal a la cual se realiza la tracción de los núcleos posibilita la fijación del paso deseado para dicho trenzado.

En cuanto al proceso de fabricación de un cable según la presente invención, a continuación se describen las etapas principales que caracterizan el proceso antes mencionado en el caso en el que se desee fabricar el cable tripolar 10 ilustrado en la Figura 1. Cuando se desee fabricar un cable multipolar que no sea tripolar, por ejemplo, un cable tetrapolar, el proceso descrito para el cable tripolar 10 se puede modificar adecuadamente basándose en la información proporcionada y en los conocimientos técnicos que poseen los profesionales con una cualificación media en la materia.

Tal como se ha mencionado anteriormente, cada núcleo del cable se obtiene desenrollando un elemento conductor 1 a partir de una bobina alimentadora adecuada y aplicando una capa de aislante eléctrico 2 a este último, generalmente mediante extrusión. Al final de dicha etapa de extrusión, el material de la capa de aislante eléctrico 2 se reticula preferentemente según técnicas conocidas, por ejemplo, usando peróxidos o silanos. Alternativamente, el material de la capa de aislante eléctrico puede ser del tipo termoplástico, es decir, no reticulada, para garantizar que el material sea reciclable. Una vez completada esta etapa, cada uno de los núcleos se almacena en una primera bobina colectora.

A continuación se fabrica el elemento ensamblado 20, el cual en la forma de realización mostrada en la Figura 1 comprende tres núcleos independientes. Dicho elemento ensamblado 20 se obtiene usando una máquina combinada la cual, tal como se ha mencionado anteriormente, al mismo tiempo devana y hace girar los núcleos almacenados en tres bobinas colectoras independientes para trenzarlos entre sí helicoidalmente según un paso predeterminado. Una vez obtenido, el elemento ensamblado 20 se almacena en una segunda bobina colectora.

A continuación se aplican la capa de relleno 4 y la capa de contención 5 según la presente invención. De forma más detallada, el elemento ensamblado 20 se desenrolla de la segunda bobina colectora antes mencionada según cualquiera de las técnicas conocidas, por ejemplo, usando un cable estante tractor diseñado para proporcionar de forma continua y regular dicho elemento ensamblado 20 a un dispositivo de extrusión. De hecho, es deseable que la acción de tracción sea constante en el tiempo de manera que dicho elemento ensamblado 20 se pueda mover hacia delante a una velocidad predeterminada para garantizar una extrusión uniforme de las capas 4, 5 antes mencionadas.

Preferentemente el elemento ensamblado 20 se suministra dentro de un equipo de extrusión provisto de un cabezal de extrusión de doble capa, comprendiendo dicho equipo dos extrusoras independientes que conducen a un cabezal de extrusión común para depositar respectivamente la capa de relleno 4 y la capa de contención 5 sobre el elemento ensamblado 20 mediante coextrusión.

ES 2 287 177 T3

De forma detallada, la Figura 2 muestra una vista parcial en sección transversal longitudinal de un cabezal de extrusión de doble capa 30 de un equipo de extrusión conocido de por sí, y por lo tanto el mismo no se muestra en su totalidad.

5 Dicho cabezal de extrusión de doble capa 30 comprende una matriz macho 31, una matriz intermedia 32 y una matriz hembra 33. Dichas matrices están dispuestas en la secuencia antes mencionada, superponiéndose entre sí concéntricamente y extendiéndose radialmente desde el eje del elemento ensamblado 20.

10 Más particularmente, la flecha A indica la dirección de avance del elemento ensamblado 20, en una posición radialmente externa en la cual se extruye la capa de relleno 4 a través del conducto 34 proporcionado entre la matriz macho 31 y la matriz intermedia 32. La capa de contención 5 se extruye en una posición radialmente externa a la capa de relleno 4 a través del conducto 35 el cual está ubicado entre la matriz intermedia 32 y la matriz hembra 33. La flecha B indica la dirección de salida correspondiente al conjunto del elemento ensamblado 20, la capa de relleno 4 y la capa de contención 5 para el cable 10 de la Figura 1.

15 De este modo, al mismo tiempo que se desenrolla el elemento ensamblado 20, la composición polimérica expandible usada en la capa de relleno 4 y la composición polimérica usada en la capa de contención 5 se alimentan por separado hacia la entrada de cada extrusora según una manera conocida, por ejemplo, usando dos tolvas independientes.

20 Cada composición polimérica puede incorporar una etapa de premezcla de la base polimérica con otros componentes (sustancias de carga, aditivos u otros), realizándose dicha etapa de premezcla en un equipo situado antes, según el sentido de avance, que el proceso de extrusión, tal como, por ejemplo, un mezclador interno del tipo con rotores tangenciales (Banbury) o con rotores interpenetrantes, o en un mezclador continuo del tipo Ko-Amasadora (Buss) o del tipo que tiene dos husillos corrotativos o contrarrotativos.

30 Cada composición polimérica se suministra generalmente a la extrusora correspondiente en forma de gránulos y plastificada, es decir convertida al estado de fusión, mediante la aportación de calor (a través del cilindro externo de la extrusora) y de la acción mecánica de un husillo el cual trabaja el material polimérico y lo presiona hacia el conducto de extrusión correspondiente en dirección a la salida de cada conducto para formar la capa de recubrimiento deseada.

35 La operación de extrusión de la capa de relleno 4 tiene lugar directamente sobre el elemento ensamblado 20 y la etapa de expansión del material polimérico de dicha capa de relleno 4 se realiza durante la operación de extrusión tal como se describe en el documento WO 98/52197 antes citado. Dicha expansión puede tener lugar bien por medios químicos, a través de la adición de un agente expansor adecuado durante la etapa de preparación de la composición polimérica, el cual sea capaz de producir un gas en unas condiciones específicas de temperatura y presión, o bien por medios físicos inyectando gas a una presión elevada directamente hacia el cilindro de la extrusora. Entre los ejemplos de los agentes expansores adecuados se encuentran: azodicarbamida, sulfonilhidrazida de paratolueno, mezclas de ácidos orgánicos (por ejemplo, ácido cítrico) con carbonatos y/o bicarbonatos (por ejemplo, bicarbonato sódico), y similares. Entre los ejemplos de gases que se pueden inyectar en el cilindro de la extrusora a una presión elevada se encuentran: nitrógeno, dióxido de carbono, aire, hidrocarburos con un bajo punto de ebullición, por ejemplo, propano o butano, hidrocarburos halogenados, por ejemplo, cloruro de metileno, triclorofluorometano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, y similares, o mezclas de los mismos.

45 Se ha observado que bajo las mismas condiciones de extrusión (tales como velocidad de rotación de los husillos, velocidad de la línea de extrusión, diámetro del cabezal de la extrusora), una de las variables del proceso que influye de forma más considerable en el grado de expansión es la temperatura de extrusión. En general, a temperaturas de extrusión por debajo de 130°C es difícil obtener un grado de expansión suficiente; la temperatura de extrusión es preferentemente por lo menos 140°C, en particular aproximadamente 180°C. Normalmente, un grado de expansión mayor se corresponde con un aumento de la temperatura de extrusión.

50 También es posible controlar el grado de expansión del polímero en cierta medida actuando sobre la velocidad de enfriamiento. De hecho, el grado de expansión de dicho material polimérico se puede incrementar o decrementar retrasando o adelantando adecuadamente el enfriamiento del polímero que forma el recubrimiento expandido en la salida de la extrusora.

Según la presente invención, el grado de expansión del material polimérico de dicha capa de relleno puede variar entre el 5% y el 500%, preferentemente entre el 10% y el 300%, y más preferentemente entre el 20% y el 200%.

60 Según la presente invención, tal como se pondrá más claramente de manifiesto a través de los ejemplos que se ofrecen a continuación, la matriz usada para la extrusión de la capa de contención 5 está provista preferentemente de una extensión 36 dispuesta coaxialmente con respecto al elemento ensamblado 20.

65 Preferentemente dicha extensión tiene una longitud comprendida entre 1 mm y 20 mm, preferentemente entre 2 mm y 10 mm, y más preferentemente entre 2 mm y 5 mm.

Dicha extensión ejerce la función de guiar la capa de contención sobre la capa de relleno subyacente y mantener dicha capa de contención presionada sobre la capa de relleno durante una distancia suficientemente larga, y por lo

tanto un periodo de tiempo suficientemente prolongado, como para contener la expansión de la capa de relleno en la magnitud deseada.

Generalmente, el conjunto de elemento ensamblado 20, capa de relleno 4 y capa de contención 5 que salen del cabezal de extrusión de doble capa 30 se somete a un ciclo de enfriamiento. Dicho enfriamiento se alcanza preferentemente moviendo dicho conjunto dentro de un canal de refrigeración que contiene un fluido adecuado, típicamente agua de pozo o agua enfriada a una temperatura de aproximadamente entre 12 y 15°C.

Después, según el sentido de avance, del ciclo de enfriamiento antes mencionado, dicho conjunto se somete generalmente a un secado, por ejemplo, por medio de ventiladores, y se recoge sucesivamente en una tercera bobina colectora.

Para obtener el cable 10 ilustrado en la Figura 1, el proceso de producción antes mencionado comprende también una línea adicional en el que el conjunto de elemento ensamblado 20, capa de relleno 4 y capa de contención 5 se desenrolla de la tercera bobina colectora antes mencionada y se alimenta hacia un equipo de extrusión sucesivo diseñado para aplicar la capa 6 de material polimérico expandido en una posición radialmente externa a la capa de contención 5.

De la misma manera que la descrita para la capa de relleno 4 antes citada, la etapa de expansión del material polimérico expandible de la capa 6 antes mencionada se realiza durante la etapa de extrusión de dicha capa a través de unos medios similares a los correspondientes antes citados y descritos en el documento WO 98/52197 previamente mencionado.

A continuación, la capa 6 de material polimérico expandido se somete a una etapa de enfriamiento adecuada según unos medios similares a los antes mencionados.

Según una forma de realización adicional, dicha capa 6 se extruye en la misma unidad que aplica dicha capa de relleno 4 y la capa de contención 5 después, según el sentido de avance, de la etapa en la cual dichas capas 4, 5 se enfrían, sin que sea necesaria de este modo ninguna tercera bobina colectora.

Finalmente, se realiza el acabado del cable 10 mostrado en la Figura 1 con la deposición de una funda polimérica externa 7 posicionada sobre dicha capa 6 de material polimérico expandido y producida, por ejemplo, mediante extrusión.

El cable 10 obtenido de esta manera se devana sucesivamente sobre una bobina colectora final y se suministra a una sección de almacenamiento.

A continuación se proporcionan unos ejemplos ilustrativos para ofrecer una descripción más detallada de la invención.

Ejemplo 1

Se fabricó un cable tripolar de bajo voltaje usando el método de construcción ilustrado en la Figura 1.

De forma más detallada, a efectos de la presente invención, se realizó según la forma de realización ilustrada en la Figura 1 la fabricación de únicamente el conjunto de elemento ensamblado 20, capa de relleno 4 y capa de contención 5 de dicho cable tripolar 10.

Cada uno de los tres núcleos de dicho cable presentaba un elemento conductor de cobre (de sección transversal 16 mm²) recubierto, en una línea de extrusión, con una capa aislante basada en polietileno reticulado con silanos, en un grosor de 0,7 mm.

Dichos núcleos (que presentan cada uno de ellos un diámetro externo de aproximadamente 6,4 mm) se sometieron a una operación combinada tal como se ha descrito anteriormente con un devanado helicoidal hacia la izquierda con un paso de 313 mm para formar el elemento ensamblado 20.

Sucesivamente se depositaron mediante coextrusión en una posición radialmente externa a dicho elemento ensamblado 20 una capa de relleno 4 de material polimérico expandido y una capa de contención 5 de dicha capa de relleno.

De forma más detallada, dicha capa de relleno se obtuvo mediante extrusión de Riblene FL30® (polietileno de baja densidad producido por Polimeri Europa).

La expansión de dicha capa de relleno se logró por medios químicos, añadiendo a la tolva un 1,5% en peso (con respecto al total) del agente expansor Hydrocerol® BIH 40 (ácido carboxílico/bicarbonato sódico) fabricado por Boehringer Ingelheim.

ES 2 287 177 T3

El material de la capa de relleno presentaba una densidad final de $0,45 \text{ kg/dm}^3$ y un grado de expansión de aproximadamente el 100%.

El grosor de dicha capa de relleno era igual a aproximadamente 0,2 mm en la parte radialmente externa al elemento ensamblado 20, es decir, en el extradós de este último. Para depositar la capa de relleno se usó una extrusora de un solo husillo de 30 mm Bandera en la configuración 20, D.

Se depositó una capa de contención 5 mediante coextrusión con dicha capa de relleno según se ha explicado anteriormente en la presente descripción. De forma más detallada, dicha capa de contención se obtuvo mediante la extrusión de DGDA 6318® (polietileno de densidad media, fabricado por Union; Carbide).

Dicha capa de cubierta presentaba un grosor de 0,7 mm y la extrusión se realizó usando una extrusora de un solo husillo de 80 mm Bandera en la configuración 20 D.

En las Tablas 1 y 2 se muestran el perfil térmico y los parámetros de funcionamiento de la extrusora usados para obtener la capa de relleno y la capa de contención.

TABLA 1

Zona de la extrusora	Extrusora de la capa de relleno (°C)	Extrusora de la capa de contención (°C)
Zona 1	160	180
Zona 2	180	190
Zona 3	200	200
Zona 4	/	210
Brida de conexión extrusora/cabezal	220	220
Cabezal	220	

TABLA 2

Tamaño	Extrusora de la capa de relleno	Extrusora de la capa de contención
Diámetro de la matriz macho	14,5 mm	
Diámetro de la matriz hembra	14,7 mm	
Diámetro del cable al final de la etapa	15,6' mm	
Velocidad del husillo de la extrusora	0,3 rpm	22 rpm
Velocidad de la línea de extrusión	2,5 m/min	

El cable semiacabado obtenido hasta el momento se sometió a un análisis óptico para comprobar el grado de expansión del material polimérico que formaba la capa de relleno.

Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios ya que la superficie externa del cable antes mencionado presentaba un aspecto sustancialmente uniforme y en particular presentaba un perfil perimétrico externo en su sección transversal de forma sustancialmente circular.

Ejemplo 2

(Comparación)

Usando un proceso de fabricación similar al descrito en el Ejemplo 1, se fabricó un cable tripolar de bajo voltaje similar al ilustrado en la Figura 1, aunque sin la capa de contención 5.

Usando medios similares a los del Ejemplo 1, y en las mismas condiciones de funcionamiento que en el Ejemplo 1 se obtuvo el elemento ensamblado 20 y se aplicó sucesivamente una capa de relleno 4 mediante extrusión en la parte radialmente externa de la misma.

El cable semiacabado obtenido de esta manera se sometió a continuación a un análisis óptico el cual mostró que el aspecto de la superficie externa de dicho cable resultaba particularmente rugoso y la sección transversal de su perfil perimétrico externo era no circular, con desgarros en dicha capa.

La presente invención presenta algunas ventajas importantes en comparación con la técnica conocida.

En primer lugar, la aplicación de una capa de contención en una posición radialmente externa a la capa de relleno posibilita la obtención de un cable multipolar que tiene una sección transversal sustancialmente circular, hecho el cual resulta particularmente deseable ya que evita la aparición de una pluralidad de inconvenientes tal como se ha mencionado anteriormente.

En segundo lugar, el desarrollo de un proceso de producción que es capaz de proporcionar un cable multipolar provisto de una capa de relleno de material polimérico expandido dentro de las zonas intersticiales del cable posibilita la comunicación de una mayor ligereza a este último en comparación con las estructuras similares de los cables multipolares en los cuales las zonas intersticiales se llenan con un material de relleno convencional. Tal como ya se ha mencionado, dicha mayor ligereza garantiza que el cable resulte sencillo de manipular, particularmente durante la instalación, y reduce los costes de transporte, instalación y del propio producto.

Además, el uso del material expandido antes mencionado comunica una menor rigidez en la flexión al cable multipolar y nuevamente esta situación se refleja en una manipulación más sencilla del cable tanto durante el almacenamiento, por ejemplo, cuando se devanan/desenrollan bobinas, como durante la instalación.

Otra ventaja la proporciona también la protección mecánica mejorada contra impactos para los núcleos del cable multipolar que puede garantizar el material de carga expandido en comparación con un material de carga del tipo convencional. De hecho, merece la pena señalar que el material polimérico expandido es capaz de absorber impactos debidos a las condiciones medioambientales a las cuales está sometido el cable, particularmente durante el tirado del mismo. Debido a la naturaleza del material, dicho material polimérico expandido de hecho absorbe los impactos de forma eficaz y de forma sustancialmente reversible, garantizando apreciablemente de este modo un rendimiento mejor que una carga convencional. De hecho, este último, que es más rígido, además de experimentar una deformación permanente (no consiguiendo volver a adoptar su forma inicial una vez que ya no está presente la causa de su deformación), transmite casi toda la fuerza del impacto a las capas subyacentes.

REIVINDICACIONES

1. Proceso de fabricación de un cable multipolar (10) que comprende por lo menos un par de núcleos, comprendiendo cada núcleo por lo menos un elemento conductor (1) y por lo menos una capa de aislante eléctrico (2) en una posición radialmente externa a dicho por lo menos un elemento conductor (1), comprendiendo dicho proceso las siguientes etapas:

a) se ensambla por lo menos un par de núcleos para formar un elemento ensamblado (20) provisto de una pluralidad de zonas intersticiales (3) entre dichos núcleos, y

b) se depositan mediante coextrusión:

- un material polimérico expandible en una posición radialmente externa a dichos núcleos para llenar dichas zonas intersticiales (3) y formar una capa de relleno (4) de sección transversal sustancialmente circular, y
- por lo menos una capa de contención (5) de material polimérico en una posición radialmente externa a dicha capa de relleno (4).

2. Proceso según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende además la etapa en la que se deposita mediante coextrusión por lo menos una capa adicional (6) de material polimérico expandido en una posición radialmente externa a dicha capa de contención (5).

3. Proceso según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque dicho material polimérico expandido se expande durante dicha etapa de deposición.

4. Proceso según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha etapa de ensamblaje comprende la etapa en la que se devana helicoidalmente y de forma conjunta dicho por lo menos un par de núcleos según un paso predeterminado.

5. Proceso según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque dicho material polimérico expandible de dicha capa de relleno (4), dicho material polimérico de dicha capa de contención (5) y dicho material polimérico expandible de dicha capa adicional (6) ubicada en una posición radialmente externa a dicha capa de contención (5) se seleccionan de forma mutuamente independiente de entre polímeros o copolímeros de poliolefina basados en etileno y/o propileno.

6. Proceso según la reivindicación 5, **caracterizado** porque dicho material polimérico expandible de dicha capa de relleno (4), dicho material polimérico de dicha capa de contención (5), y dicho material polimérico expandible de dicha capa adicional (6) ubicada en una posición radialmente externa a dicha capa de contención (5) se seleccionan, de forma mutuamente independiente, de entre:

- a) copolímeros de etileno con un éster etilénicamente insaturado en el cual la cantidad de éster insaturado está comprendida entre el 5% y el 80% en peso,
- b) copolímeros elastoméricos de etileno con por lo menos una α -olefina C_3-C_{12} , y opcionalmente un dieno, que tiene la siguiente composición: entre el 35% y el 90% en moles de etileno, entre el 10% y el 65% en moles de α -olefina, entre el 0% y el 10% en moles de dieno,
- c) copolímeros de etileno con por lo menos una α -olefina C_4-C_{12} , y opcionalmente un dieno, con una densidad de entre 0,86 y 0,90 g/cm³,
- d) polipropileno modificado con copolímeros de etileno/ α -olefina C_3-C_{12} en los que la relación en peso entre el polipropileno y el copolímero de etileno/ α -olefina C_3-C_{12} está comprendida entre 90/10 y 30/70.

7. Proceso según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el grado de expansión de dicha capa de relleno (4) está comprendido entre el 5% y el 500%.

8. Proceso según la reivindicación 7, **caracterizado** porque dicho grado de expansión está comprendido entre el 10% y el 200%.

9. Proceso según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicho grado de expansión está comprendido entre el 20% y el 150%.

10. Proceso según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el grado de expansión de dicha capa adicional (6) está comprendido entre el 5% y el 500%.

11. Proceso según la reivindicación 10, **caracterizado** porque dicho grado de expansión está comprendido entre el 10% y el 200%.

ES 2 287 177 T3

12. Proceso según la reivindicación 11, **caracterizado** porque dicho grado de expansión está comprendido entre el 20% y el 150%.

5 13. Proceso según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el grosor de dicha capa de contención (5) está comprendido entre 0,1 y 1,5 mm.

14. Proceso según la reivindicación 13, **caracterizado** porque dicho grosor está comprendido entre 0,2 y 1,0 mm.

10 15. Proceso según la reivindicación 14, **caracterizado** porque dicho grosor está comprendido entre 0,5 y 0,7 mm.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

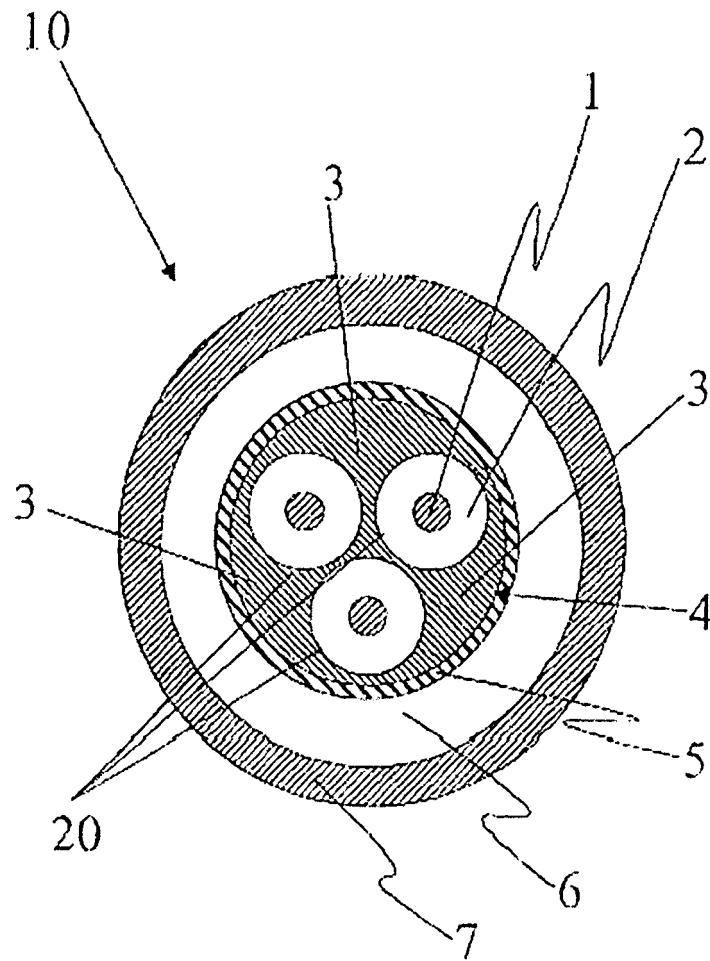


Fig. 1

