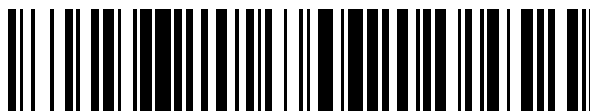


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 802**

51 Int. Cl.:

H01B 13/00 (2006.01)

H01B 13/14 (2006.01)

H01B 13/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2003 PCT/EP2003/014782**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.02.2005 WO05015576**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2003 E 03785924 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 1652196**

54 Título: **Procedimiento continuo de fabricación de cables eléctricos**

30 Prioridad:

25.07.2003 WO PCT/EP03/08194

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

09.10.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DONAZZI, FABRIZIO;
BELLI, SÉRGIO;
MAIOLI, PAOLO y
BAREGGI, ALBERTO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 636 802 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento continuo de fabricación de cables eléctricos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar cables eléctricos, en particular, cables eléctricos para transmisión o distribución eléctrica a media o alta tensión.

En la presente memoria descriptiva, el término media tensión se utiliza para referirse a una tensión, típicamente, de aproximadamente 1 kV a aproximadamente 30 kV, y el término alta tensión se refiere a una tensión mayor de 30 kV. El término tensión muy alta también se utiliza en la técnica para definir tensiones mayores de 150 kV o 220 kV, hasta 500 kV o más.

10 Los cables a los que se refiere la invención se pueden usar para la transmisión o distribución tanto de corriente continua (CC) como corriente alterna (CA).

Técnica anterior

15 Los cables para la transmisión o distribución eléctrica a tensión media o alta generalmente se proporcionan con un metal conductor que está rodeado -desde la capa radialmente más interna hasta la capa radialmente más externa- con una primera capa interna semiconductora, una capa de aislamiento y una capa semiconductora externa, respectivamente. En lo sucesivo de la presente memoria descriptiva, dicho grupo de elementos se indicará con la expresión "núcleo del cable".

En una posición radialmente externa con respecto a dicho núcleo, el cable está provisto de una pantalla metálica (o escudo metálico), hecha por lo general de aluminio, plomo o cobre.

20 La pantalla metálica puede consistir en numerosos cables o cintas metálicas, enrolladas alrededor del núcleo de forma helicoidal, o como un tubo perimetralmente continuo, tal como una vaina metálica que se conforma longitudinalmente a una forma tubular mediante soldado o sellado, por ejemplo, mediante encolado, de sus bordes laterales, para proporcionar una barrera contra la entrada de agua o humedad en el núcleo del cable.

25 La pantalla metálica realiza principalmente una función eléctrica creando, en el interior del cable, como resultado del contacto directo entre la pantalla metálica y la capa semiconductora externa del núcleo del cable, un campo eléctrico uniforme de tipo radial, cancelando al mismo tiempo el campo eléctrico en el exterior del cable. Una función adicional es la de soportar las corrientes de cortocircuito.

Cuando se fabrica en forma de tubular periféricamente continua, la pantalla metálica también proporciona hermeticidad contra la penetración de agua en la dirección radial.

30 Un ejemplo de pantalla metálica se describe, por ejemplo, en el documento US Re36307.

En una configuración del tipo unipolar, el cable eléctrico comprende además una sobrevaina polimérica en un posición radialmente externa con respecto a la pantalla metálica.

Asimismo, los cables para la transmisión o distribución eléctrica están generalmente provistos de una o más capas para proteger dichos cables de los impactos accidentales que se pueden producir en la superficie exterior del mismo.

35 Los impactos accidentales sobre el cable se pueden producir, por ejemplo, durante su transporte o durante la etapa de tendido del cable en una zanja excavada en el suelo. Dichos impactos accidentales pueden ocasionar una serie de daños estructurales en el cable, incluida la deformación de la capa aislante y el desprendimiento de la capa aislante de las capas semiconductoras, daños que pueden causar variaciones en el estrés de tensión eléctrica de la capa aislante con la consecuente disminución en la capacidad aislante de dicha capa.

40 Los cables de aislamiento reticulados son conocidos, y su procedimiento de fabricación se describe, por ejemplo, en los documentos EP1288218, EP426073, US2002/0143114, y US4469539.

La reticulación del cable de aislamiento se puede realizar usando tanto lo que se denomina reticulación con silano o mediante el uso de peróxidos.

45 En el primer caso, el núcleo del cable, que comprende la capa aislante extruida que rodea el conductor, se mantiene durante un periodo de tiempo relativamente prolongado (horas o días) en una atmósfera que contiene agua (tanto líquida como vapor, tal como la humedad ambiental), de forma que el agua pueda difundirse a través de la capa aislante ocasionando que se produzca la reticulación. Esto requiere que el núcleo del cable se enrolle en carretes de longitud fija, hecho que inherentemente impide la realización de un procedimiento continuo.

50 En el segundo caso, la reticulación se produce por una descomposición de un peróxido, a una temperatura y presión relativamente elevadas. Las reacciones químicas que se producen generan subproductos gaseosos que deben

5 poder difundir a través de la capa aislante, no solamente durante el tiempo de curado, sino también después del curado. Por tanto, se debe proporcionar una etapa de desgasificación durante la cual el núcleo del cable se almacena durante un tiempo suficiente para eliminar dichos subproductos gaseosos antes de aplicar capas adicionales sobre el núcleo del cable (en particular, en el caso de que dichas capas sean herméticas o prácticamente herméticas, tal como en el caso de aplicar una capa metálica plegada longitudinalmente).

En la experiencia práctica del solicitante, en ausencia de una etapa de desgasificación antes de la aplicación de capas posteriores, puede suceder que, en condiciones ambientales particulares (por ejemplo, irradiación solar notable del núcleo del cable) dichos subproductos se expandan, causando deformaciones indeseadas de la pantalla metálica y/o de la sobrevaina polimérica.

10 Además, en el caso de no proporcionar una etapa de desgasificación, los subproductos gaseosos (por ejemplo, metano, acetofenona, alcohol cumínico) queda atrapado en el interior del núcleo del cable debido a la presencia de capas adicionales aplicadas al mismo y puede salir del cable solamente por los extremos del mismo. Esto resulta especialmente peligroso porque algunos subproductos (por ejemplo, metano) son inflamables y, por tanto, pueden producirse explosiones, por ejemplo, durante el tendido o la conexión de dichos cables en la zanja excavada en el suelo.

Además, en ausencia de una etapa de desgasificación antes de la aplicación de capas posteriores, puede suceder que la porosidad del aislante deteriore las propiedades aislantes de la capa aislante.

20 Un procedimiento para producir un cable que tiene un aislamiento termoplástico se describe en el documento WO 02/47092, a nombre de este mismo solicitante, donde se produce un cable extruyendo y pasando por un mezclador estático un material termoplástico, que comprende un polímero termoplástico mezclado con un líquido dieléctrico, aplicándose dicho material termoplástico alrededor de un conductor mediante un cabezal de extrusión. Después de una etapa de enfriamiento y secado, el núcleo del cable se guarda en un carrete y a continuación se aplica una malla metálica colocando helicoidalmente tiras delgadas de cobre o alambre de cobre sobre el núcleo del cable. Una vaina polimérica externa completa posteriormente el cable.

25 El suministro continuo del núcleo del cable a la unidad de aplicación de malla no se considera. De hecho, la malla era de un tipo solamente adecuado para un procedimiento de aplicación no continuo porque requiere el uso de carretes montados en un aparato giratorio, como se explica adicionalmente en lo sucesivo de la presente memoria descriptiva. En el documento US 5.926.949 se divulga un procedimiento para fabricar un cable coaxial para la transmisión de señales RF. El procedimiento incluye el uso de una estación de enfriado y se puede implementar como un procedimiento continuo.

Sumario de la invención

35 El solicitante ha percibido que la presencia de una etapa de reposo durante la producción del cable, por ejemplo, con fines de curado o desgasificación, es indeseable porque limita la longitud de cada trozo de cable (requiriéndose una etapa de recogida sobre carretes de cable), introduce problemas de espacio y logísticos en la fábrica, prolonga el tiempo de fabricación del cable y, finalmente, aumenta el coste de la producción del cable.

Por lo tanto, el solicitante ha proporcionado un procedimiento continuo para fabricar un cable, es decir, un procedimiento sin etapas intermedias de reposo o recogida, usando un material termoplástico aislante junto con una pantalla metálica perimetralmente continua longitudinalmente plegada.

40 Para configurar un procedimiento continuo para fabricar un cable, el solicitante ha percibido que puede surgir un punto crítico si, cuando se lleva a cabo la etapa de formar la pantalla metálica perimetralmente cerrada alrededor de la capa aislante extruida, la temperatura de la capa aislante extruida supera un valor umbral predeterminado.

45 En particular, el solicitante ha percibido que, en un procedimiento continuo para fabricar un cable, la temperatura máxima de la capa aislante extruida, en el momento de formar la pantalla metálica perimetralmente cerrada sobre la misma, es un parámetro crítico para un trabajado correcto del cable terminado, teniendo que ser la máxima temperatura de la capa aislante extruida menor que un valor umbral predeterminado.

De hecho, si esta condición no se cumple, el solicitante ha observado que se pueden formar huecos entre la pantalla metálica y la capa aislante del cable terminado.

50 En detalle, puesto que el coeficiente de expansión térmica/acortamiento de un material plástico es mayor que el de un material metálico, si la pantalla metálica perimetralmente cerrada se forma sobre la capa aislante cuando la temperatura máxima de esta última -que se ha extruido en una etapa anterior del procedimiento continuo- es mayor que un valor umbral predeterminado, cuando el cable se enfría, la capa aislante se acorta en mayor medida que la pantalla metálica. Asimismo, debido a la forma tubular obtenida plegando longitudinalmente una pantalla metálica, la pantalla metálica no puede adaptarse a la contracción térmica y extensión del acortamiento de la capa aislante.

55 Por lo tanto, puesto que la contracción resultante de la capa aislante es mayor que el de la pantalla metálica, se pueden originar huecos entre la capa aislante y la pantalla metálica. La presencia de huecos en el interior del cable

es especialmente crítica ya que pueden causar la formación de descargas eléctricas parciales durante el funcionamiento del cable y, por tanto, la rotura del mismo.

5 Además, la presencia de huecos en el espacio entre la capa aislante y la pantalla metálica afecta negativamente el cable no solamente desde un punto de vista eléctrico, sino también desde un punto de vista mecánico ya que se pueden producir torceduras debido al pandeo de la pantalla metálica tras acciones de doblado notables o sucesivas que experimente el cable, por ejemplo, durante el bobinado del cable terminado en un carrete de recogida o en una unidad de almacenamiento.

10 La formación de torceduras permanentes en la pantalla metálica debe evitarse porque afecta negativamente a la resistencia mecánica de la malla, por ejemplo, el fallo por fatiga de la pantalla metálica disminuye notablemente en presencia de torceduras.

15 Asimismo, cuando un material polimérico se extrude generalmente sobre la pantalla metálica, la formación de torceduras en la pantalla metálica puede producir desprendimientos localizados de la capa polimérica de la malla. Este aspecto afecta negativamente la vida útil del cable porque el agua puede penetrar en el interior del cable y alcanzar estos desprendimientos localizados, dando lugar de esta forma a fenómenos de corrosión en la pantalla metálica.

20 Asimismo, el solicitante ha percibido que la tempera de la capa aislante afecta adicionalmente a la temperatura de la pantalla metálica que está plegada sobre la capa aislante. En más detalle, el solicitante ha percibido que, si la temperatura máxima de la capa aislante es mayor que un valor umbral predeterminado, la temperatura de la pantalla metálica aumenta notablemente y, cuando el cable terminado se enrolla en un carrete de recogida, se pueden formar torceduras en la pantalla metálica debido a su pandeo.

25 Se ha destacado que, en los procedimientos de fabricación de cable convencionales -según los cuales, el procedimiento no se realiza de forma continua como en la presente invención- dichos inconvenientes no surgen porque la pantalla metálica se aplica sobre la capa aislante cuando esta última está en un estado enfriado ya que el núcleo del cable se obtiene en una primera etapa del procedimiento de fabricación y posteriormente se almacena en un carrete de recogida.

El solicitante ha descubierto que, antes de realizar la etapa de formar la pantalla metálica perimetralmente cerrada alrededor de la capa aislante extruida, la capa aislante extruida debe enfriarse hasta una temperatura no superior a 70°C.

30 En otras palabras, para que no surjan los inconvenientes anteriormente mencionados, el solicitante ha descubierto que no es necesario enfriar capa aislante extruida hasta la temperatura ambiente (20 - 25°C) - por ejemplo, hasta una temperatura que sea típica de un procedimiento discontinuo según el cual el núcleo del cable se produce y posteriormente se almacena en un carrete de recogida- ya que un enfriamiento de la capa aislante extruida hasta una temperatura no superior a 70°C garantiza que se puede obtener un cable terminado con buenas propiedades eléctricas/mecánicas.

35 Además, el solicitante ha percibido que, en un procedimiento continuo para fabricar cable, el hecho de enfriar la capa aislante extruida hasta una temperatura no mayor de 70°C permite optimizar ventajosamente el tendido de la planta. De hecho, tal como se ha mencionado anteriormente, puesto que no hay necesidad de enfriar notablemente la capa aislante extruida, la sección de enfriamiento se puede diseñar para que tenga una longitud limitada y no hay necesidad de hacerla compleja -por ejemplo, aumentando el número de pasos del núcleo del cable por canales de enfriamiento adecuados-.

40 Asimismo, el solicitante ha observado que resulta especialmente ventajoso que la capa aislante extruida no esté fría cuando se va a formar la pantalla metálica sobre la misma. De hecho, en el caso en que la capa aislante extruida esté fría cuando la pantalla metálica se forma en una posición radialmente hacia afuera con respecto a la capa aislante y sucesivamente se forma una vaina polimérica -por ejemplo, un elemento protector- en una posición radialmente hacia afuera con respecto a la pantalla metálica, el material de la vaina polimérica que está más cercano a la pantalla metálica, y por tanto a la capa aislante, se enfría muy rápidamente con respecto al resto del material de la vaina polimérica.

45 Como consecuencia de este enfriamiento rápido, la vaina polimérica más cercana a la capa aislante se solidifica -es decir se vuelve rígida- mientras que el resto del material de la vaina polimérica sigue estando blando. Este aspecto es especialmente inconveniente porque la presencia de dicha capa rígida evita que la vaina polimérica se acorte de forma adecuada sobre la pantalla metálica y, por tanto, que no se consiga formar una buena hermeticidad entre la pantalla metálica y la vaina polimérica sobre la capa aislante.

55 Por el contrario, si la capa aislante extruida se enfría hasta una temperatura no superior a 70°C de acuerdo con la presente invención, no se produce el enfriado tan rápido de la vaina polimérica -que se ha formado sobre la pantalla metálica- y se evita la formación de una capa rígida de vaina polimérica. Como resultado, la vaina polimérica se acorta de forma deseable sobre la pantalla metálica y, de esta forma, se puede conseguir formar una buena hermeticidad entre la pantalla metálica y la vaina polimérica sobre la capa aislante.

Preferentemente, la capa aislante extruida debe enfriarse hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente 30°C a aproximadamente 70°C.

Preferentemente, la capa aislante extruida debe enfriarse hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente 40°C a aproximadamente 60°C.

5 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento continuo para fabricar un cable eléctrico, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- alimentar un conductor a una velocidad de alimentación predeterminada;

- extrudir una capa aislante termoplástica en una posición radialmente hacia afuera con respecto al conductor;

- enfriar la capa aislante extruida hasta una temperatura no superior a 70°C;

10 - formar una pantalla metálica perimetralmente cerrada alrededor de dicha capa aislante extruida.

En particular, la pantalla metálica perimetralmente cerrada alrededor de la capa aislante extruida se forma plegando longitudinalmente una lámina metálica, que tiene tanto bordes solapantes como bordes unidos por los bordes.

15 Preferentemente, la etapa de formación de la pantalla metálica de acuerdo con el procedimiento de la presente invención comprende la etapa de solapar los bordes de una lámina metálica. Como alternativa, dicha etapa de formación comprende la etapa de unir, por ejemplo, mediante soldadura, los bordes de dicha vaina metálica.

Preferentemente, el procedimiento comprende la etapa de suministrar el conductor en forma de una varilla metálica.

Por lo general, el procedimiento de la invención comprende además la etapa de aplicar una sobrevaina sobre la pantalla metálica. Preferentemente, la sobrevaina se aplica mediante extrusión.

20 Además, preferentemente, el procedimiento de la presente invención comprende la etapa de aplicar un elemento protector de impactos alrededor de la pantalla metálica. Preferentemente, dicho elemento protector de impactos se aplica mediante extrusión. Preferentemente, dicho elemento protector de impactos comprenden una capa polimérica no expandida y una capa polimérica expandida. Preferentemente, la capa polimérica expandida está en una posición radialmente hacia afuera con respecto a la capa polimérica no expandida. Preferentemente, la capa polimérica no expandida and la capa polimérica expandida se aplican mediante extrusión simultánea.

25 Preferentemente, el elemento protector de impactos se aplica entre la pantalla metálica cerrada y la sobrevaina.

Preferentemente, el material termoplástico polimérico de la capa aislante incluye un líquido dieléctrico.

Además, el solicitante ha descubierto que el cable obtenido mediante el procedimiento continuo de la presente invención está sorprendentemente provisto de una elevada resistencia mecánica a los impactos accidentales que pueda experimentar el cable.

30 En particular, el solicitante ha descubierto que se transmite ventajosamente al cable una elevada protección contra los impactos al combinar una pantalla metálica perimetralmente cerrada con un elemento protector de impactos que comprende al menos una capa polimérica expandida, estando esta última situada en una posición radialmente hacia afuera con respecto a la pantalla metálica.

35 Además, el solicitante ha observado que, en el caso de que se produzca una deformación en la malla debido a un impacto relevante sobre el cable, la presencia de un pantalla metálica perimetralmente cerrada, es especialmente ventajoso ya que la malla se deforma de una manera continua y suave, evitando de esta forma los posibles aumentos locales en el campo eléctrico de la capa aislante.

40 Asimismo, el solicitante ha descubierto que un cable provisto de una capa termoplástico a aislante, una pantalla metálica perimetralmente cerrada y un elemento protector de impactos que comprende al menos una capa polimérica expandida se puede obtener ventajosamente mediante un procedimiento de fabricación continuo.

Además, el solicitante ha descubierto que la resistencia mecánica a los impactos accidentales se puede aumentar ventajosamente proporcionando al cable una capa polimérica expandida adicional en una posición radialmente hacia dentro con respecto a la pantalla metálica.

45 Asimismo, el solicitante ha descubierto que dicha capa polimérica expandida adicional -en una posición radialmente hacia dentro con respecto a la pantalla metálica- contribuye a favorecer la expansión/acortamiento de la pantalla metálica (tanto durante el procedimiento de fabricación del cable como en los ciclos térmicos del cable durante el uso). De hecho, dicha capa expansora actúa como cojín elástico y favorece la adhesión entre la pantalla metálica y el núcleo del cable.

Preferentemente, dicha capa polimérica expandida adicional es una capa bloqueante del agua.

Breve descripción de los dibujos

Se ilustrarán detalles adicionales en la descripción que sigue, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Fig. 1 es una vista en perspectiva de un cable eléctrico que se puede obtener mediante el procedimiento de la presente invención;
- 5 - la Fig. 2 es una vista en perspectiva de otro cable eléctrico que se puede obtener mediante el procedimiento de la presente invención;
- la Fig. 3 representa esquemáticamente una planta para la producción de cables de acuerdo con el procedimiento de la presente invención;
- la Fig. 4 representa esquemáticamente una planta alternativa para la producción de cables de acuerdo con el procedimiento de la presente invención;
- 10 - Las Figs. 5 a 7 son perfiles térmicos ilustrativos del procedimiento de la presente invención;
- La Fig. 8 es una vista en sección transversal de un cable eléctrico tradicional provisto de una malla hecha de alambres, dañada por un impacto;
- la Fig. 9 es una vista en sección transversal de un cable eléctrico dañado por un impacto y fabricado de acuerdo con el procedimiento de la presente invención, y
- 15 - la Fig. 10 es una fotografía de la pantalla metálica de un cable obtenido mediante el procedimiento de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

20 Las Figuras 1 y 2 muestran una vista en perspectiva, parcialmente en sección transversal, de un cable eléctrico 1, diseñado de forma típica para su uso en una gama de media o alta tensión, que se ha fabricado mediante el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

El cable 1 comprende: un conductor 2; una capa semiconductor 3 interna; una capa aislante 4; una capa semiconductor 5 externa; una pantalla metálica 6 y un elemento protector 20.

25 Preferentemente, el conductor 2 es una varilla metálica. Preferentemente, el conductor está fabricado en cobre o aluminio.

Como alternativa, el conductor 2 comprende al menos dos alambres metálicos, preferentemente de cobre o aluminio, unidos entre sí de acuerdo con técnicas convencionales.

30 El área de la sección transversal del conductor 2 se determina en función de la potencia a transportar a la tensión seleccionada. Las áreas de la sección transversal para los cables de acuerdo con la presente invención están comprendidas entre 16 mm² y 1600 mm².

En la presente memoria descriptiva, el término "material aislante" se utiliza para indicar un material que tiene una resistencia dieléctrica de al menos 5 kV/mm, preferentemente mayor de 10 kV/mm. Para cables de transmisión eléctrica de tensión media-alta (es decir, tensiones mayores de aproximadamente 1 kV), preferentemente, el material aislante tiene una resistencia dieléctrica mayor de 40 kV/mm.

35 De forma típica, la capa aislante de los cables de transmisión de electricidad tiene una constante dieléctrica mayor de 2.

La capa semiconductor 3 interna y la capa semiconductor 5 externa se obtienen generalmente por extrusión.

40 Los materiales poliméricos de base de las capas semiconductoras 3 y 5, que se seleccionan convenientemente entre los mencionados en lo sucesivo de la presente memoria descriptiva con referencia a la capa polimérica expandida, se aditivan con un negro de carbono electroconductor, por ejemplo, negro de horno electroconductor o negro de acetileno, de forma de transmitir propiedades semiconductoras al material polimérico. Generalmente, el área superficial del negro de carbón es mayor de 20 m²/g, normalmente entre 40 y 500 m²/g. De manera ventajosa, se puede usar un negro de carbón muy conductor, que tenga un área superficial de al menos 900 m²/g, tal como, por ejemplo, el negro de horno conocido comercialmente con el nombre comercial Ketjenblack® EC (Akzo Chemie NV).

45 La cantidad de negro de carbón a añadir a la matriz polimérica puede variar dependiendo del tipo de polímero y la cantidad de negro de carbono utilizada, el grado de expansión que se pretende obtener, el agente expansor, etc. La cantidad de negro de carbono debe ser por tanto tal que proporcione al material expandido suficientes propiedades semiconductoras, en particular, de tal forma que se obtenga un valor de resistividad volumétrica del material expandido, a temperatura ambiente, o menos de 500 Ω·m, preferentemente menos de 20 Ω·m. De forma típica, la

50 cantidad de negro de carbono puede estar comprendida entre 1 y 50% en peso, preferentemente entre 3 y 30% en

peso, con respecto al peso del polímero.

En una realización preferida de la presente invención, las capas semiconductoras 3 y 5 externa e interna comprenden un material polimérico no reticulado, más preferentemente un material de polipropileno.

5 Preferentemente, la capa aislante 4 está hecha de un material termoplástico que comprende un material polimérico termoplástico que incluye una cantidad predeterminada de un líquido dieléctrico.

10 Preferentemente, el material polimérico termoplástico se selecciona entre el grupo que comprende: poliolefinas, copolímeros de diferentes olefinas, copolímeros de una olefina con un éster etilénicamente insaturado, poliésteres, poliacetatos, polímeros de celulosa, policarbonatos, polisulfonas, resinas fenólicas, resinas de urea, policetonas, poliacrilatos, poliamidas, poliaminas, y mezclas de los mismos. Los ejemplos de polímeros adecuados son:
 15 polietileno (PE), especialmente el PE de baja densidad (LDPE), PE de media densidad (MDPE), PE de alta densidad (HDPE), PE de baja densidad lineal PE (LLDPE), polietileno de ultrabaja densidad lineal (LLDPE); polipropileno (PP); copolímeros de etileno/éster de vinilo, por ejemplo, etileno/acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno/acrilato, especialmente de etileno/acrilato de metilo (EMA), etileno/acrilato de etilo (EEA) y etileno/acrilato de butilo (EBA); copolímeros de etileno/ α -olefina termoplásticos; poliestireno; resinas de acrilonitrilo/butadieno/estireno (ABS);
 20 polímeros halogenados, especialmente de poli(cloruro de vinilo) (PVC); poliuretano (PUR); poliamidas; poliésteres aromáticos como el poli(tereftalato de etileno) (PET) o el poli(tereftalato de butileno) (PBT); y copolímeros de los mismos y mezclas mecánicas de los mismos.

25 Preferentemente, el líquido dieléctrico se puede seleccionar entre el grupo compuesto por: aceites minerales tales como, por ejemplo, aceites nafténicos, aceites aromáticos, aceites parafínicos, aceites poliaromáticos, conteniendo opcionalmente dichos aceites minerales al menos un heteroátomo seleccionado entre el grupo que comprende: oxígeno, nitrógeno o azufre; parafinas líquidas; aceites vegetales tales como, por ejemplo, aceite de soja, aceite de linaza, aceite de ricino; poliolefinas aromáticas oligoméricas; ceras parafínicas tales como, por ejemplo, ceras de polietileno, ceras de polipropileno; aceites sintéticos tales como, por ejemplo, aceites de silicona, alquilbencenos (tales como, por ejemplo, dibenciltolueno, dodecibenceno, di(octilbencil)tolueno), ésteres alifáticos (tales como, por ejemplo, tetraésteres de pentaeritritol, ésteres de ácido sebácico, ésteres ftálicos), oligómeros de olefina (tales como, por ejemplo, polibutenos o poliisobutenos opcionalmente hidrogenados); o mezclas de los mismos. Los aceites aromáticos, parafínicos y nafténicos son especialmente preferidos.

En las realizaciones preferidas mostradas en las Figuras 1 y 2, la pantalla metálica 6 está hecha de una lámina metálica continua, preferentemente de aluminio o cobre, que está conformada en forma de tubo.

30 La lámina metálica que conforma la pantalla metálica 6 se pliega longitudinalmente alrededor de la capa semiconductor 5 externa con aristas superpuestas.

Convenientemente, un material de sellado y unión se intercala entre las aristas superpuestas, de forma que la pantalla metálica se vuelve estanca. Como alternativa, las aristas de la lámina metálica se pueden soldar.

35 Como se muestra en las Figuras 1 y 2, la pantalla metálica 6 está rodeada por una sobrevaina 23 hecha preferentemente de un material polimérico no reticulado, por ejemplo, poli(cloruro de vinilo) (PVC) o polietileno (PE); el espesor de dicha sobrevaina se puede seleccionar para proporcionar al cable un cierto grado de resistencia a las tensiones mecánicas y los impactos, sin embargo, sin aumentar excesivamente el diámetro y la rigidez del cable. Dicha solución es conveniente, por ejemplo, para cables previstos para su uso en áreas protegidas, donde se espera una cantidad de impactos limitada o la protección se proporciona de otra forma.

40 De acuerdo con una realización preferida, mostrada en la Fig. 1, que es especialmente conveniente cuando se desea una mayor protección contra impactos, el cable 1 está provisto de un elemento protector 20, situado en una posición radialmente hacia afuera con respecto a dicha pantalla metálica 6. De acuerdo con dicha realización, el elemento protector 20 comprende una capa polimérica no expandida 21 (en una posición radialmente hacia dentro) y una capa polimérica expandida 22 (en una posición radialmente hacia afuera). De acuerdo con la realización de la
 45 Figura 1, la capa polimérica no expandida 21 está en contacto con la pantalla metálica 6 y la capa polimérica expandida 22 está entre la capa polimérica no expandida 21 y la sobrevaina polimérica 23.

El espesor de la capa polimérica no expandida 21 está en el intervalo de 0,5 mm a 5 mm.

El espesor de la capa polimérica expandida 22 está en el intervalo de 0,5 mm a 6 mm.

50 Preferentemente, el espesor de la capa polimérica expandida 22 es de una a dos veces el espesor de la capa polimérica no expandida 21.

El elemento protector 20 tiene la función de proporcionar una protección mejorada al cable de los impactos externos, absorbiendo al menos parcialmente la energía de impacto.

El material polimérico expansible que es adecuado para su uso en la capa polimérica expandida 22 se puede seleccionar entre el grupo que comprende: poliolefinas, copolímeros de diferentes olefinas, copolímeros de una

olefina con un éster etilénicamente insaturado, poliésteres, policarbonatos, polisulfonas, resinas fenólicas, resinas de urea, y mezclas de los mismos. Los ejemplos de polímeros adecuados son: polietileno (PE), especialmente el PE de baja densidad (LDPE), PE de media densidad (MDPE), PE de alta densidad (HDPE), PE de baja densidad lineal PE (LLDPE), polietileno de ultrabaja densidad lineal (LLDPE); polipropileno (PP); copolímeros de etileno/propileno elastoméricos (EPR) o terpolímeros de etileno/propileno/dieno (EPDM); caucho natural; caucho de butilo; copolímeros de etileno/éster de vinilo, por ejemplo, etileno/acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno/acrilato, especialmente de etileno/acrilato de metilo (EMA), etileno/acrilato de etilo (EEA) y etileno/acrilato de butilo (EBA); copolímeros de etileno/α-olefina termoplásticos; poliestireno; resinas de acrilonitrilo/butadieno/estireno (ABS); polímeros halogenados, especialmente de poli(cloruro de vinilo) (PVC); poliuretano (PUR); poliamidas; poliésteres aromáticos como el poli(tereftalato de etileno) (PET) o el poli(tereftalato de butileno) (PBT); y copolímeros de los mismos y mezclas mecánicas de los mismos.

Preferentemente, el material polimérico que conforma la capa polimérica expandida 22 es un polímero o copolímero de poliolefina basado en etileno y/o propileno, y se selecciona en particular entre:

(a) copolímeros de etileno con un éster etilénicamente insaturado, por ejemplo, acetato de vinilo o acetato de butilo, en el cual, la cantidad de éster insaturado está generalmente comprendido entre 5% en peso y un 80% en peso, preferiblemente entre 10% en peso y el 50% en peso;

(b) copolímeros elastoméricos de etileno con al menos una α-olefina C₃-C₁₂, y opcionalmente un dieno, preferentemente copolímeros de etileno/propileno (EPR) o de etileno/propileno/dieno (EPDM), que tienen por lo general la siguiente composición: 35%-90% en moles de etileno, 10%-65% en moles de α-olefina, 0%-10% en moles de dieno (por ejemplo, 1,4-hexadieno o 5-etilideno-2-norborneno);

(c) copolímeros de etileno con al menos una α-olefina C₄-C₁₂, preferentemente 1-hexeno, 1-octeno y similares, y opcionalmente un dieno, que tiene por lo general una densidad de entre 0,86 g/cm³ y 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;

(d) polipropileno modificado con copolímeros de etileno/α-olefina C₃-C₁₂, en el que la relación de peso entre el polipropileno y el copolímeros de etileno/α-olefina C₃-C₁₂ está comprendida entre 90/10 y 10/90, preferentemente entre 80/20 y 20/80.

Por ejemplo, los productos comerciales Elvax[®] (DuPont), Levapren[®] (Bayer) y Lotryl[®] (Elf-Atochem) pertenecen a la clase (a), los productos Dutral[®] (Enichem) o Nordel[®] (Dow-DuPont) pertenecen a la clase (b), los productos que pertenecen a la clase (c) son Engage[®] (Dow-DuPont) o Exact[®] (Exxon), mientras que el polipropileno modificado con copolímeros de etileno/α-olefina (d) están comercialmente disponibles con los nombre comerciales Moplen[®] o Hifax[®] (Basell), o también Fina-Pro[®] (Fina), y similares.

Entre la clase (d), son especialmente preferidos los elastómeros termoplásticos que comprenden una matriz continua de un polímero termoplástico, por ejemplo, polipropileno, y partículas finas, (que tienen por lo general un diámetro de aproximadamente 1 μm - 10 μm) de un polimérico elastomérico curado, por ejemplo, EPR o EPDM reticulado, disperso en la matriz termoplástica.

El polímero elastomérico se puede incorporar a la matriz termoplástica en estado no curado y posteriormente reticular dinámicamente durante el procesamiento mediante la adición de una cantidad adecuada de un agente de reticulación.

Como alternativa, el polímero elastomérico se puede curar por separado y posteriormente dispersarse en el interior de la matriz termoplástica en forma de partículas finas.

Los elastómeros termoplásticos de este tipo se describen, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos 4.104.210 o en la solicitud de patente europea EP-A 0324430. Estos elastómeros termoplásticos son preferidos porque han demostrado ser especialmente eficaces para absorber fuerzas radiales durante los ciclos térmicos del cable en todo el intervalo de temperaturas de trabajo.

Para los fines de la presente memoria descriptiva, la expresión polímero "expandido" se considera referida a un polímero en cuya estructura el porcentaje de volumen "vacío" (es decir, el espacio no ocupado por el polímero sino por un gas o aire) suele ser mayor que un 10% del volumen total de dicho polímero.

Por lo general, el porcentaje de espacio libre de un polímero expandido se expresa en términos del grado de expansión (G). En la presente memoria descriptiva, la expresión "grado de expansión del polímero" se considera referida a la expansión del polímero determinada de la siguiente forma:

$$G (\text{grado de expansión}) = (d_0/d_e - 1) \times 100$$

donde d₀ indica la densidad del polímero no expandido (es decir, el polímero con una estructura que está prácticamente exenta de volumen vacío) y d_e indica la densidad aparente medida para el polímero expandido.

Preferentemente, el grado de expansión de la capa polimérica expandida 22 se selecciona en el intervalo de 20% al 200%, más preferentemente de 25% al 130%,

Preferentemente, la capa polimérica no expandida 21 y la sobrevaina 23 están hechas de materiales poliolefinicos, normalmente poli(cloruro de vinilo) o polietileno.

- 5 Como se muestra en las Figuras 1 y 2, el cable 1 está provisto adicionalmente de una capa 8 que bloquea el agua situada entre la capa semiconductora 5 externa y la pantalla metálica 6.

Preferentemente, la capa 8 que bloquea el agua es una capa semiconductora expandida que se hincha con agua.

Un ejemplo de una capa semiconductora expandida que se hincha con agua se describe en la solicitud de patente internacional WO 01/46965 a nombre del solicitante.

- 10 Preferentemente, el polímero expansible de la capa 8 que bloquea el agua se selecciona entre los materiales poliméricos anteriormente mencionados para su uso en la capa expandida 22.

Preferentemente, el espesor de la capa 8 que bloquea el agua está en el intervalo de 0,2 mm a 1,5 mm.

Dicha capa 8 que bloquea el agua tiene por objeto proporcionar una barrera eficaz contra la penetración de agua longitudinal hacia el interior del cable.

- 15 El material que se hincha con agua está por lo general en una forma subdividida, especialmente en forma de polvo. Las partículas que constituyen el polvo que se hincha con agua tienen preferentemente un diámetro no superior a 250 μm y un diámetro promedio de 10 μm a 100 μm . Más preferentemente, la cantidad de partículas que tienen un diámetro de 10 μm a 50 μm son al menos un 50% en peso con respecto al peso total del polvo.

- 20 El material que se hincha con agua consiste, de forma general, en un homopolímero o copolímero que tiene grupos hidrófilos a lo largo de la cadena polimérica, por ejemplo: poli(ácido acrílico) reticulado y al menos parcialmente salificado (por ejemplo, los productos Cabloc® de C. F. Stockhausen GmbH o Waterlock® de Grain Processing Co.); almidón o sus derivados mezclados con copolímeros entre acrilamida y acrilato de sodio (por ejemplo, productos SGP Absorbent Polymer® de Henkel AG); carboximetilcelulosa sódica (por ejemplo, los productos Blanose® de Hercules Inc.).

- 25 La cantidad de material que se hincha con agua a incluir en la capa polimérica expandida está generalmente comprendida de 5 phr a 120 phr, preferentemente de 15 phr a 80 phr (phr = partes en peso con respecto a 100 partes en peso de polímero base).

Además, el material polimérico expandido de la capa 8 que bloquea el agua se modifica para que sea semiconductor añadiendo un negro de carbón electroconductor adecuado como se ha mencionado anteriormente en referencia a las capas semiconductoras 3, 5.

- 30 Además, al proporcionar el cable of Figure 1 con un material polimérico expandido que tiene propiedades semiconductoras e incluir un material que se hincha con agua (es decir, la capa semiconductora 8 que bloquea el agua), se forma una capa que es capaz de absorber de forma elástica y uniforme las fuerzas radiales de expansión y contracción que se originan en los ciclos térmicos a los que el cable está sometido durante su uso, garantizando al mismo tiempo la necesaria continuidad eléctrica entre el cable y la pantalla metálica.

Asimismo, la presencia de material que se hincha con agua disperso en la capa expandida puede bloquear con eficacia la humedad y/o el agua, evitando de esta forma el uso de cintas adhesivas hinchables con agua o polvos que se hinchan con agua libre.

- 40 Además, al proporcionar al cable de la Figura 1 la capa semiconductora 8 que bloquea el agua, el espesor de la capa semiconductora 5 externa se puede reducir ventajosamente ya que la propiedad eléctrica de la capa semiconductora 5 externa se lleva a cabo parcialmente mediante dicha capa semiconductora que bloquea el agua. Por lo tanto, dicho aspecto contribuye ventajosamente a la reducción del espesor de la capa semiconductora externa y por tanto del peso global del cable.

Procedimiento y planta de fabricación

- 45 Tal como se muestra en la Figura 3, una planta para la producción de cables de acuerdo con la presente invención comprende: una unidad 201 de suministro del conductor, una primera sección de extrusión 202 para obtener la capa aislante 4 y las capas semiconductoras 3 y 5, una sección de enfriamiento 203, una sección 204 de aplicación de la pantalla metálica, una segunda sección de extrusión 214 para aplicar el elemento protector 20, una sección de extrusión 205 de la sobrevaina, una sección de enfriamiento 206 adicional y una sección de recogida 207.

- 50 Convenientemente, la unidad 201 de suministro del conductor comprende un aparato para enrollar una varilla metálica hasta el diámetro deseado para el cable conductor (proporcionando el acabado superficial requerido).

- 5 En el caso que se requiera la conexión de tramos de varillas metálicas para producir de forma continua la longitud del cable final según requiera la aplicación (u otros requisitos del cliente), la unidad 201 de suministro del conductor comprende de forma conveniente aparatos para soldar y tratar térmicamente el conductor, así como unidades de acumulación adecuadas para proporcionar tiempo suficiente para la operación de soldadura sin alterar el suministro continuo a velocidad constante del propio conductor.
- 10 La primera sección de extrusión 202 comprende un primer aparato de extrusión 110, adecuado para extruir la capa aislante 4 sobre el conductor 2 suministrado por la unidad 201 de suministro del conductor; el primer aparato de extrusión 110 está precedido, a lo largo de la dirección de avance del conductor 2, por un segundo aparato de extrusión 210, adecuado para extruir la capa semiconductora 3 interna sobre la superficie externa del conductor 2 (y bajo la capa aislante 4), y seguido por un tercer aparato de extrusión 310, adecuado para extruir la capa semiconductora 5 externa alrededor de la capa aislante 4, para obtener el núcleo 2a del cable.
- 15 El primer, segundo y tercer aparato de extrusión pueden estar dispuestos en sucesión, cada uno con su propio cabezal de extrusión, o bien, preferentemente, todos están conectado a un cabezal de extrusión 150 triple común para obtener la extrusión simultánea de dichas tres capas.
- Un ejemplo de estructura adecuada para el aparato de extrusión 110 se describe en el documento WO 02/47092 a nombre del mismo solicitante.
- Convenientemente, el segundo y tercer aparato de extrusión tienen una estructura similar a la estructura del primer aparato de extrusión 110 (salvo que se requieran diferentes disposiciones dependiendo de los materiales específicos a aplicar).
- 20 La sección de enfriamiento 203, a través de la que pasa el núcleo 2a del cable, puede consistir en un conducto abierto alargado, a lo largo del cual se hace fluir un fluido de enfriamiento. El agua es un ejemplo preferido de dicho fluido de enfriamiento. La longitud de dicha sección de enfriamiento, así como la naturaleza, temperatura y caudal del fluido de enfriamiento, se determinan para proporcionar una temperatura final adecuada para las etapas posteriores del procedimiento.
- 25 Una secadora 208 está convenientemente inserta antes de entrar en la sección posterior, siendo dicha secadora eficaz para eliminar los residuos del líquido de enfriamiento, tales como humedad o gotículas de agua, especialmente en el caso de que dichos residuos resulten perjudiciales para el rendimiento global del cable.
- La sección 204 de aplicación de la pantalla metálica incluye un aparato 209 de suministro de hoja metálica que es adecuado para suministrar una hoja metálica 60 a una unidad de aplicación 210.
- 30 En una realización preferida, la unidad de aplicación 210 incluye una conformadora (no se muestra) en la que la hoja metálica 60 se pliega longitudinalmente en una forma tubular de forma que rodea el núcleo 2a del cable avanzando a su través, y para formar la pantalla metálica 6 perimetralmente cerrada.
- Se puede suministrar un agente de sellado y unión adecuado a la zona de solapamiento de las aristas de la hoja 60 de manera que formen la pantalla metálica 6 perimetralmente cerrada.
- 35 Como alternativa, se puede suministrar un agente de sellado y unión adecuado a las aristas de la hoja 60 de manera que formen la pantalla metálica 6 perimetralmente cerrada.
- 40 El uso de una pantalla metálica plegada longitudinalmente es especialmente conveniente porque contribuye a producir el cable en un procedimiento continuo, sin requerir el uso de complejas máquinas de bobina rotatoria, que de otra forma serían necesarias en el caso de un multialambre (o cinta adhesiva) que rodea en forma espiral la pantalla metálica.
- Puede ser conveniente según el diseño específico del cable, situar una extrusora 211 adicional provista de un cabezal de extrusión 212 antes de la unidad de aplicación 210, junto con un enfriador 213, para aplicar la capa semiconductora 8 expandida alrededor del núcleo 2a del cable, bajo la pantalla metálica 6.
- Preferentemente, el enfriador 213 es un enfriador de aire forzado.
- 45 Si no se requiere protección contra impactos adicional, el cable se termina haciendo pasar el mismo por la sección de extrusión 205 de la sobrevaina, que incluye una extrusora 220 de la sobrevaina y el cabezal de extrusión 221 de la misma.
- Después de finalizar la sección de enfriamiento 206, la planta incluye la sección 207 de recogida en la que el cable terminado se enrolla en un carrete 222.
- 50 Preferentemente, la sección 207 de recogida incluye una sección de acumulación 223 que permite sustituir un carrete lleno por un carrete vacío sin interrumpir el procedimiento de fabricación del cable.
- En el caso de desear una mayor protección contra impactos, una sección de extrusión 214 adicional se sitúa

corriente debajo de la unidad de aplicación 210.

En la realización mostrada en la Fig. 3, la sección de extrusión 214 comprende tres extrusoras 215, 216, 217 provistas de un cabezal de extrusión 218 triple común.

5 En más detalle, la sección de extrusión 214 es adecuada para aplicar un elemento protector 20 que comprende una capa polimérica expandida 22 y una capa polimérica no expandida 21. La capa polimérica no expandida 21 se aplica mediante el extrusor 216 mientras que la capa polimérica expandida 22 se aplica mediante la extrusora 217.

Además, la sección de extrusión 214 comprende una extrusora 215 adicional que se proporciona para aplicar una capa de imprimación que es adecuada para mejorar la unión entre la pantalla metálica 6 y el elemento protector 20 (es decir, la capa polimérica no expandida 21).

10 Una sección de enfriamiento 219 se proporciona convenientemente corriente debajo de la sección de extrusión 214 adicional.

La Figura 4 muestra una planta similar a la planta de la Figura 3, de acuerdo con la cual, las extrusoras 215, 216, 217 están separadas entre sí, y se proporcionan tres cabezales de extrusión 215a, 216a, 217a diferenciados independientes.

15 Se proporcionan canales o conductos 219a y 219b de enfriamiento corriente abajo de la extrusora 215 y 216 respectivamente, mientras que el canal de enfriamiento 219 está situado corriente debajo de la extrusora 217.

De acuerdo con una realización adicional (no mostrada), la capa de imprimación y la capa polimérica no expandida 21 se aplican conjuntamente mediante extrusión simultánea y, sucesivamente, se realiza la extrusión de la capa polimérica expandida 22.

20 De acuerdo con una realización adicional (no mostrada), la capa de imprimación y la capa polimérica no expandida 21 se aplican conjuntamente mediante extrusión simultánea y, sucesivamente, la capa polimérica expandida 22 y la sobrevaina 23 se aplican conjuntamente mediante extrusión simultánea. Como alternativa, la capa de imprimación y la capa polimérica no expandida 21 se aplican por separado usando dos cabezales de extrusión 215a, 216a, diferentes, mientras que la capa polimérica expandida 22 y la sobrevaina 23 se aplican conjuntamente mediante
25 extrusión simultánea.

En las Figuras 3 y 4, la distribución de la planta de fabricación toma una forma de U para reducir el tamaño longitudinal de la fábrica. En las figuras, el avance del cable se invierte al finalizar la sección de enfriamiento 203 mediante cualquier dispositivo adecuado conocido en la materia, por ejemplo, mediante rodillos.

30 Como alternativa, la distribución de la planta de fabricación se extiende longitudinalmente y no hay inversión de la dirección de alimentación del cable.

Procedimiento de fabricación continuo

Con la planta anteriormente descrita, se puede producir un cable mediante un procedimiento continuo.

35 En la presente memoria descriptiva, por "procedimiento continuo" se entiende un procedimiento en el que el tiempo necesario para fabricar un tramo de cable determinado es inversamente proporcional a la velocidad de avance del cable en la línea, de forma que no hay etapas intermedias de descanso entre el suministro del conductor y la recogida del cable terminado.

De acuerdo con la invención, el conductor se suministra continuamente desde la unidad de suministro 201.

La unidad de suministro 201 está dispuesta de forma que permita un suministro continuo del conductor.

40 El conductor está hecho convenientemente de una sola varilla metálica (de forma típica, de aluminio o cobre). En este caso, el suministro continuo del conductor se permite conectando el tramo disponible de varilla metálica (de forma típica, cargada en un carrete o similar) a un tramo adicional de varilla metálica.

Dicha conexión se puede realizar, por ejemplo, soldando los extremos las varillas.

45 De acuerdo con el procedimiento continuo de la presente invención, la longitud máxima del cable producido, tal como la longitud de la línea a tender (entre dos estaciones intermedias), el tamaño máximo del carrete de envío a utilizar (con las consiguientes limitaciones de transporte), la longitud máxima instalable, y similares, se determinan por el cliente o las necesidades del instalador, y no por el tramo de materia prima o de producto semiacabado o la capacidad de la maquinaria. De esta forma, es posible instalar líneas eléctricas con un número mínimo de uniones entre tramos de cable, de forma que aumente la fiabilidad ya que se sabe que las uniones de cables son puntos de discontinuidad que son propensos a producir problemas eléctricos durante el uso de la línea.

50 En el caso en que se desee un conductor trenzado, se necesitan máquinas rotatorias para el trenzado, y el

- conductor se prepara convenientemente fuera de línea con la longitud necesaria, y la operación de corte y empalme es difícil. En ese caso, la longitud de los cables fabricados se determina por el tramo de conductor trenzado disponible (que se puede predeterminar sobre la base de los requisitos del cliente) y/o por la capacidad de los carretes de envío, mientras que el resto del procedimiento sigue siendo continuo, desde el suministro del conductor hasta el final.
- 5
- La extrusión de la capa aislante 4, las capas semiconductoras 3 y 5, la sobrevaina 23, el elemento protector 20 (de existir) y de la capa 8 que bloquea el agua (de existir) se puede llevar a cabo de forma continua si los diferentes materiales y compuestos a extruir se suministran a las correspondientes entradas de las extrusoras sin interrupción.
- 10
- Puesto que no se requiere una etapa de reticulación, debido al uso de materiales termoplásticos no reticulados, en especial para la capa aislante, no se requieren interrupciones del procedimiento.
- De hecho, los procedimientos de producción de cables aislantes reticulados convencionales incluye una etapa de "reposo" en la que el conductor aislado se mantiene fuera de línea durante un determinado periodo de tiempo (horas, o incluso días) para permitir: a) que procedan las reacciones de reticulación, en el caso de usar reticulación con silano o b) la emisión de los gases resultantes como subproductos de las reacciones de reticulación, en el caso de reticulación con peróxido.
- 15
- La etapa de reposo del caso a) se puede llevar a cabo introduciendo el cable (enrollado en un carrete de soporte) en un horno o sumergiéndolo en agua a una temperatura de aproximadamente 80°C para mejorar la velocidad de la reacción de reticulación.
- La etapa de reposo del caso b), es decir, la etapa de desgasificación, se puede llevar a cabo introduciendo el cable (enrollado en un carrete de soporte) dentro de un horno para disminuir el tiempo de desgasificación.
- 20
- Esta etapa "de reposo" se suele llevar a cabo enrollando el elemento semiterminado en carretes al finalizar la extrusión de las capas importantes. Después de esto, el elemento semiterminado reticulado se suministra a otra línea independiente, donde el cable se completa.
- De acuerdo con el procedimiento de la presente invención, la pantalla metálica 6 se forma mediante una hoja metálica plegada longitudinalmente que se desenrolla convenientemente desde un carrete que está montado sobre un aparato fijo mientras que puede rotar libremente alrededor de su eje de rotación para que la hoja se desenrolle del carrete. Por consiguiente, en el procedimiento de la presente invención, la hoja metálica se puede suministrar sin interrupciones ya que la parte final de la hoja del carrete en uso se puede conectar fácilmente (por ejemplo, mediante soldadura) a la parte delantera de la hoja mientras se carga un nuevo carrete.
- 25
- Generalmente, se proporciona adicionalmente un aparato de acumulación de hoja. Esto no sería posible en el caso de usar una pantalla de tipo (formada enrollando helicoidalmente alambres o cintas adhesivas) porque, en ese caso, los carretes que llevan los alambres o las cintas adhesivas deberían estar cargados en un aparato giratorio, que rota alrededor del cable, y la sustitución de los carretes vacíos por carretes nuevos requeriría una interrupción en el avance del cable.
- 30
- Sin embargo, es posible proporcionar el cable con una pantalla metálica hecha de alambre o cintas adhesivas mientras mantiene continuo el procedimiento de fabricación, usando un aparato de acuerdo con el cual dichos alambres/cintas adhesivas se aplican al cable de acuerdo con operaciones de trenzado S y Z que se llevan a cabo alternativamente. En tal caso, los carretes que soportan dichos alambres/cintas adhesivas no están restringidos a moverse de forma giratoria alrededor del cable.
- 35
- Sin embargo, el uso de una pantalla metálica plegada longitudinalmente se ha descubierto especialmente conveniente con respecto al uso de aislamiento termoplástico y capas semiconductoras.
- 40
- De hecho, tal como se ha mencionado anteriormente, en el caso de utilizar un material reticulado, una vez que se ha completado la reacción de reticulación, es necesario proporcionar un determinado periodo de tiempo para permitir que se emitan los productos gaseosos. Convencionalmente, esto se consigue permitiendo que el producto semiterminado (es decir, el núcleo del cable) repose durante un periodo de tiempo determinado una vez que se ha producido la reacción de reticulación. En el caso de utilizar una pantalla metálica perimetralmente no continua (como en el caso de alambres o cintas adhesivas enrolladas de forma helicoidal alrededor del núcleo del cable), la emisión de gases puede producirse también por difusión a través de la pantalla metálica (por ejemplo, a través de las zonas de solapamiento de alambres o cinta adhesiva) y a través de las capas extruidas situadas en una posición radialmente hacia afuera con respecto a la pantalla metálica.
- 45
- 50
- Sin embargo, en el caso de utilizar una pantalla metálica plegada longitudinalmente, esta última se extiende perimetralmente alrededor de todo el perímetro del núcleo del cable, formando de esta manera una envoltura prácticamente impermeable, que evita sustancialmente la evacuación posterior de los subproductos gaseosos. Por consiguiente, cuando se usa una pantalla metálica plegada longitudinalmente junto con capas aislantes reticuladas, la desgasificación de este material debería completarse sustancialmente antes de aplicar la pantalla metálica.
- 55

Por el contrario, el uso de la capa aislante del cable de materiales termoplásticos no reticulados, que no emiten subproductos gaseosos (y, por consiguiente, no requieren ninguna etapa de desgasificación), junto con una hoja metálica longitudinalmente plegada como pantalla metálica del cable permite que el procedimiento de fabricación del cable sea continuo ya que no se necesitan etapas de "reposo" fuera de línea.

- 5 Preferentemente, la velocidad de la línea del procedimiento de acuerdo con la presente invención es de aproximadamente 60 m/min, más preferiblemente de aproximadamente 80-100 m/min, mientras que en un procedimiento de fabricación discontinuo tradicional, la velocidad de la línea se configura a aproximadamente 10-15 m/min.

Para una descripción adicional de la invención, se proporcionan ejemplos ilustrativos a continuación.

10 **Ejemplo 1**

El siguiente ejemplo describe detalladamente las etapas principales del procedimiento de producción continuo de un cable de 150 mm², 20 kV, que se muestra en la Fig. 1. La velocidad de la línea se configuró a 60 m/min.

a) extrusión del núcleo del cable

- 15 La capa aislante del cable se obtuvo alimentando directamente en la tolva de la extrusora 110 un copolímero de propileno heterofásico con un punto de fusión de 165°C, entalpía de fusión 30 J/g, MFI 0,8 dg/min y módulo de flexión de 150 MPa (Adflex® Q 200 F - producto comercial de Basell).

Posteriormente, el aceite dieléctrico Jarylec® Exp3 (producto comercial de Elf Atochem - dibenciltolueno), previamente mezclados con antioxidantes, se inyectó a alta presión en la extrusora.

La extrusora 110 tenía un diámetro de 80 mm y una relación L/D de 25.

- 20 La inyección del aceite dieléctrico se realizó -durante la extrusión- a aproximadamente 20 D desde el principio del tornillo de la extrusora 110 mediante tres puntos de inyección en la misma sección transversal a 120° entre sí. El aceite dieléctrico se inyectó a una temperatura de 70°C y una presión de 250 bares (25 MPa).

Se usaron las correspondientes extrusoras para las capas semiconductoras interna y externa.

- 25 Un conductor 2 de aluminio en forma de varilla (sección transversal 150 mm²) se alimentó a través del triple cabezal de extrusión 1-50.

El núcleo 2a del cable que deja el cabezal de extrusión 150 se enfrió al pasar a través de la sección de enfriamiento 203 en forma de canal donde fluye agua fría.

- 30 El núcleo 2a del cable resultante tiene una capa semiconductor interna de aproximadamente 0,2 mm de espesor, una capa aislante de aproximadamente 4,5 mm de espesor y una capa semiconductor externa de aproximadamente 0,2 mm de espesor.

b) capa semiconductor expandida que bloquea el agua del cable

La capa semiconductor 8 expandida que bloquea el agua del cable, que tiene un espesor de aproximadamente 0,5 mm y un grado de expansión del 20%, se aplicó sobre el núcleo 2a del cable mediante la extrusora 211 que tenía un diámetro de 60 mm y una relación L/D de 20.

- 35 El material de dicha capa expandida 8 se proporciona en la Tabla 1 siguiente. El material se expansionó químicamente añadiendo aproximadamente un 2% del agente de expansión Hydrocerol® CF 70 (ácido carboxílico + bicarbonato de sodio) en la tolva de la extrusora.

TABLA 1

COMPUESTOS	CANTIDAD (phr)
Elvax® 470	100
Ketjenblack® EC 300	20
Irganox® 1010	0,5
Waterlock® J 550	40
Hydrocerol® CF 70	2

en la que:

- 40 - Elvax® 470: copolímeros de etileno/acetato de vinilo (EVA) (producto comercial de DuPont);

- Ketjenblack® EC 300: negro de carbón de horno muy conductor (producto comercial de Akzo Chemie);
- Irganox® 1010: pentaeritritol-tetraquis[3-(3,5-di-t-butil-4-hidroxifenil) propionato] (producto comercial de Ciba Specialty Chemicals);
- 5 - Waterloo® J 550: poli(ácido acrílico) triturado reticulado (parcialmente salificado) (producto comercial de Grain Processing);
- Hydrocerol® CF 70: agente de expansión de ácido carboxílico/bicarbonato de sodio (producto comercial de Boeheringer Ingelheim).

Corriente abajo del cabezal de extrusión 212 de la extrusora 211, se proporcionó enfriamiento mediante un enfriador 213 de aire forzado.

10 c) aplicación de la pantalla metálica al cable

El núcleo 2a del cable, provisto de la capa semiconductor expandida 8, se cubrió a continuación -mediante la unidad de aplicación 210- mediante una hoja de aluminio lacado plegada longitudinalmente de aproximadamente 0,2 mm de espesor, usando un adhesivo para unir las aristas superpuestas de la misma. El adhesivo se aplicó mediante la extrusora 215.

15 d) aplicación del elemento protector del cable

Posteriormente, la capa polimérica interna 21, hecha de polietileno, de aproximadamente 1,0 mm de espesor, se extruyó sobre la pantalla de aluminio mediante la extrusora 216 que tiene un diámetro de 120 mm y una relación L/D de 25.

20 De acuerdo con la planta de procedimiento de la Fig. 3, la capa polimérica expandida 22, que tiene un espesor de aproximadamente 1,5 mm y un grado de expansión del 70%, se extruyó simultáneamente con la capa polimérica 21 interna no expandida.

La capa polimérica expandida 22 se aplicó mediante la extrusora 217 que tenía un diámetro de 120 mm y una relación L/D de 25.

El material de la capa polimérica expandida 22 se proporciona en la Tabla 2 siguiente.

25

TABLA 2

COMPUESTOS	CANTIDAD (phr)
Hifax® SD 817	100
Hydrocerol® BiH40	1,2

en la que:

- Hifax® SD 817: propileno modificado con copolímero de etileno/propileno, comercialmente disponible de Basell;
- Hydrocerol® BiH40: agente de expansión de ácido carboxílico/bicarbonato de sodio, comercialmente disponible de Boeheringer Ingelheim.

30 El material polimérico se expandió químicamente mediante la adición del agente de expansión (Hydrocerol® BiH40) en la tolva de la extrusora.

A una distancia de aproximadamente 500 mm desde el cabezal de extrusión 218, una sección de enfriamiento 219, en forma de una tubería o canal a través del que fluye agua fría, detuvo la expansión y enfrió el material extrudido antes de extrudir la capa polimérica 23 no expandida externa.

35 e) extrusión de la sobrevaina del cable

Posteriormente, la sobrevaina 23, hecha de polietileno, de aproximadamente 1,0 mm de espesor, se extruyó usando la extrusora 220 que tenía un diámetro de 120 mm y una relación L/D de 25.

El cable que deja el cabezal de extrusión 221 se enfrió finalmente en una sección de enfriamiento 206 a través de la cual fluye el agua fría.

40 El enfriamiento del cable acabado se puede llevar a cabo usando un canal de enfriamiento multipaso que reduce ventajosamente el tamaño longitudinal de la sección de enfriamiento.

Perfiles térmicos del procedimiento continuo

La Fig. 5 muestra el perfil térmico de los componentes constituyentes de un cable de 150 mm², 20 kV, (mostrado en

la Fig. 1) obtenido mediante un procedimiento continuo de acuerdo con la presente invención: La velocidad de la línea se configuró a un valor de 60 m/min.

5 En detalle, la Fig. 5 representa gráficamente en abcisas la longitud (m) de la planta de procedimiento y en ordenadas la temperatura (°C). Las curvas de la Fig. 5 muestran cómo varía la temperatura de cada elemento constituyente del cable con respecto a la longitud de la planta de procedimiento.

10 En más detalle, la curva designada con la referencia "a" indica la variación de la temperatura ambiente; la curva designada con la referencia "b" indica la variación de temperatura del conductor 2; la curva designada con la referencia "c" indica la variación de temperatura del elemento del cable que comprende la capa semiconductor 3 interna, la capa aislante 4 y la capa semiconductor externa 5; la curva designada con la referencia "d" indica la variación de temperatura de la capa 8 que bloquea el agua; la curva designada con la referencia "e" indica la variación de temperatura de la pantalla metálica 6; la curva designada con la referencia "f" indica la variación de temperatura del elemento de cable que comprende una capa de imprimación y la capa polimérica no expandida 21; la curva designada con la referencia "g" indica la variación de temperatura de la capa polimérica expandida 22; la curva designada con la referencia "h" indica la variación de temperatura de la vaina exterior 23.

15 Como se muestra en la Fig. 5, la pantalla metálica se aplicó al cable cuando la temperatura de la capa aislante era de aproximadamente 40°C.

Resistencia a impactos y a carga

20 En presencia de una tensión mecánica aplicada al cable, tal como un impacto aplicado a la superficie externa del cable o una carga local significativa, adecuada para causar una deformación del propio cable, se ha observado que, incluso en el caso de que la deformación también implique el aislamiento, por ejemplo, porque la energía del impacto supera el valor admisible que puede soportar la capa de protección contra impactos, o si el elemento protector se ha seleccionado con un espesor relativamente pequeño, el perfil de deformación de la pantalla metálica sigue una línea continua suave, evitando de esta forma aumentos locales del campo eléctrico.

25 Generalmente, los materiales usados en la capa aislante y la sobrevaina del cable recubren elásticamente solamente una parte de su tamaño y forma original después del impacto, de forma que, después del impacto, incluso aunque el mismo se haya producido antes de que el cable esté energizado, el espesor de la capa aislante que soportar el estrés eléctrico se ha reducido.

30 Sin embargo, el solicitante ha observado que, cuando se usa una pantalla metálica en el exterior del de la capa aislante del cable, el material de dicha pantalla está deformado permanentemente por el impacto, limitando adicionalmente la recuperación elástica de la deformación, de manera que la capa elástica no puede recuperar elásticamente su forma y tamaño originales.

Por consiguiente, la deformación causada por el impacto, o al menos una parte significativa del mismo, se mantiene después del impacto, incluso si la causa del propio impacto se ha eliminado.

35 Dicha deformación da como resultado que el espesor de la capa aislante varíe desde su valor original t_0 a un valor "dañado" t_d (véase la Fig. 8).

Por consiguiente, cuando el cable se energiza, el espesor real de la capa aislante que soporta el estrés de la tensión eléctrica (Γ) en la zona del impacto no supera t_0 , sino en su lugar t_d .

40 Además, cuando se realiza un impacto contra un cable que tiene una pantalla metálica de tipo "discontinuo", por ejemplo, de cables o cintas adhesivas enrollados de forma helicoidal, tanto si en caso de impacto la capa protectora está ausente (como se muestra en la Fig. 8) o incluso en presencia de una capa protectora de impactos (de tipo compacto o expandido), la resistencia irregular de la estructura de alambres de la pantalla metálica hace que el alambre situado más cerca del área de impacto quede significativamente deformado y transmita dicha deformación a las capas subyacentes como una deformación "local", con una implicación mínima de las zonas vecinas.

45 En la capa aislante, esto da como resultado un efecto de "espiga", que produce una deformación en las líneas equipotenciales, por lo demás circulares, del campo eléctrico en el área del impacto, como se muestra en la Fig. 8, donde las líneas equipotenciales circulares originales se han dibujado con trazo discontinuo y las líneas deformadas se han dibujado con trazo continuo.

50 La deformación de las líneas equipotenciales del campo eléctrico hace que estas se acerquen en el área del impacto, lo que significa que el gradiente eléctrico en esta área se vuelve significativamente mayor. Es probable que este aumento local del gradiente eléctrico origine la producción de cargas eléctricas, determinando el fallo del cable (impactado) en un ensayo de descarga parcial, incluso en el caso de impactos de energía relativamente baja.

Si la pantalla metálica está hecha de una hoja metálica longitudinalmente plegada, especialmente cuando se combina con un elemento de protección expandido, sin embargo, el solicitante ha descubierto que la deformación local de la pantalla y de la capa aislante subyacente queda significativamente reducido.

De hecho, el elemento protector expandido, soportado de forma continuada por la pantalla metálica subyacente, es capaz de distribuir la energía del impacto sobre una superficie relativamente grande alrededor de la posición del impacto, como se muestra en la Fig. 9.

- 5 Por consiguiente, la deformación de las líneas equipotenciales del campo eléctrico se reduce (y también se asocian con una superficie más grande), de forma que las mismas quedan menos cercanas que en el caso de los alambres helicoidales anteriormente descritos, con un impacto de la misma energía.

Como resultado, el aumento del gradiente eléctrico local causado por el impacto se minimiza, y la capacidad del cable para soportar ensayos de descarga queda significativamente aumentada.

Ejemplo 2

- 10 Se llevó a cabo un procedimiento para producir un cable de 50 mm² y 10 kV de acuerdo con la Fig. 1 como se describe en el Ejemplo 1. La velocidad de la línea de procedimiento se configuró a 70 m/min.

Los materiales usados para los elementos constituyentes del cable fueron los mismos que los descritos en el Ejemplo 1.

- 15 El espesor de la capa aislante fue de aproximadamente 2,5 mm, mientras que el espesor de las capas semiconductoras interna y externa fue de aproximadamente 0,2 mm.

El espesor de la pantalla metálica fue de aproximadamente 0,2 mm.

La capa semiconductor expandida que bloquea el agua tenía un espesor de aproximadamente 0,5 mm y un grado de expansión del 20%.

- 20 La capa polimérica interna 21 tenía aproximadamente 1,0 mm de espesor, mientras que la capa polimérica expandida 22 tenía un espesor de aproximadamente 1,5 mm y un grado de expansión del 70%.

La sobrevaina 23 tenía un espesor de aproximadamente 0,5 mm.

Perfiles térmicos del procedimiento continuo

La Fig. 6 muestra el perfil térmico de los componentes constituyentes del cable anteriormente mencionado y obtenido mediante un procedimiento continuo de acuerdo con la presente invención.

- 25 Como se muestra en la Fig. 6, la pantalla metálica se aplicó al cable cuando la temperatura de la capa aislante era de aproximadamente 30°C.

Ejemplo 3

Se llevó a cabo un procedimiento para producir un cable de 240 mm² y 30 kV de acuerdo con la Fig. 1 como se describe en el Ejemplo 1. La velocidad de la línea de procedimiento se configuró a 50 m/min.

- 30 Los materiales usados para los elementos constituyentes del cable fueron los mismos que los descritos en el Ejemplo 1.

El espesor de la capa aislante fue de aproximadamente 5,5 mm, mientras que el espesor de las capas semiconductoras interna y externa fue de aproximadamente 0,2 mm.

El espesor de la pantalla metálica fue de aproximadamente 0,2 mm.

- 35 La capa semiconductor expandida que bloquea el agua tenía un espesor de aproximadamente 0,5 mm y un grado de expansión del 20%.

La capa polimérica interna 21 tenía aproximadamente 1,0 mm de espesor, mientras que la capa polimérica expandida 22 tenía un espesor de aproximadamente 1,5 mm y un grado de expansión del 70%.

La sobrevaina 23 tenía un espesor de aproximadamente 1,0 mm.

- 40 Perfiles térmicos del procedimiento continuo

La Fig. 7 muestra el perfil térmico de los componentes constituyentes del cable anteriormente mencionado y obtenido mediante un procedimiento continuo de acuerdo con la presente invención.

Como se muestra en la Fig. 7, la pantalla metálica se aplicó al cable cuando la temperatura de la capa aislante era de aproximadamente 45°C.

- 45

Ejemplo 4 (comparativo)

Se llevó a cabo un procedimiento continuo como se describe en el Ejemplo 1. La única diferencia -con respecto al procedimiento del Ejemplo 1- era el hecho que la pantalla metálica se aplicó al cable a un valor de temperatura de la capa aislante de 75°C.

- 5 Una muestra de cable (de una longitud de aproximadamente 1 m) se sometió a un ensayo de flexión para simular las acciones de flexión que un cable debe soportar, por ejemplo, durante recogida en un carrete o su tendido en una zanja.

10 El texto consistió en doblar la muestra de cable ocho veces. Cada vez, la muestra se dobló por un lado durante 30 segundos y sucesivamente por el lado opuesto (180° con respecto a la primer sitio de doblado) durante 30 segundos más.

A continuación, el cable se cortó longitudinalmente en dos mitades y el núcleo del cable, así como la capa de bloqueo de agua, se retiraron de forma que la pantalla metálica quedó accesible para su inspección.

La Fig. 10 muestra una fotografía (ampliación 1:1) del cable tras su corte y la retirada de los elementos del cable anteriormente mencionados.

- 15 En más detalle, la Fig. 10 muestra una vista en planta de las dos mitades del cable.

Al llevar a cabo un análisis visual, se observó que, en la pantalla metálica del cable, se había producido una pluralidad de dobleces (algunos de los cuales se muestran en recuadros en la Fig. 10), la causa de dichos dobleces eran las acciones de doblado anteriormente descritas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento continuo para fabricar un cable eléctrico (1) para transmisión o distribución eléctrica a media o alta tensión, que comprende las etapas de:
 - 5 - alimentar (201) un conductor (2) a una velocidad de alimentación predeterminada;
 - extruir (202) una capa aislante termoplástica (4) en una posición radialmente hacia afuera con respecto al conductor (2);
 - enfriar (203) la capa aislante extruida (4) hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente 30°C a aproximadamente 70°C;
 - 10 - formar (210) una pantalla metálica perimetralmente cerrada (6) alrededor de dicha capa aislante extruida (4);
 - formar una vaina polimérica (20, 23) sobre la pantalla metálica perimetralmente cerrada (6) una vez que la capa aislante (4) termoplástica extruida se ha enfriado hasta dicha temperatura en el intervalo de aproximadamente 30°C a aproximadamente 70°C.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la capa aislante extruida (4) se enfría hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente 40°C a aproximadamente 60°C.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de formación (210) comprende la etapa de plegar longitudinalmente una hoja metálica (60) alrededor de dicha capa aislante extruida (4).
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la etapa de formación (210) comprende la etapa de solapar las aristas de dicha hoja metálica (60) para formar la pantalla metálica (6).
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la etapa de formación (210) comprende la etapa de pegar las aristas de dicha hoja metálica (60) para formar la pantalla metálica (6).
- 20 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de suministrar el conductor (2) en forma de una varilla metálica.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de aplicar una capa de imprimación alrededor de la pantalla metálica (6).
- 25 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la etapa de aplicar la capa de imprimación se lleva a cabo mediante extrusión.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha vaina polimérica (20, 23) es un elemento protector de impactos (20).
- 30 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho elemento protector de impactos (20) comprende una capa polimérica no expandida (21) en una posición radialmente hacia dentro y una capa polimérica expandida (22) en una posición radialmente hacia afuera y en el que el procedimiento comprende la etapa de aplicar dicha capa polimérica no expandida (21) alrededor de dicha pantalla metálica (6).
- 35 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho elemento protector de impactos (20) comprende una capa polimérica no expandida (21) en una posición radialmente hacia dentro y una capa polimérica expandida (22) en una posición radialmente hacia afuera y en el que el procedimiento comprende la etapa de aplicar dicha capa polimérica expandida (22) alrededor de la capa polimérica no expandida (21).
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha vaina polimérica (20, 23) es una sobrevaina (23).
- 40 13. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 11 y 12, en el que la sobrevaina (23) se aplica alrededor de la capa polimérica expandida (22).
14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de enfriar (203) la capa aislante extruida (4) se lleva a cabo alimentando longitudinalmente el conductor (2) con la capa aislante termoplástica (4) a través de un dispositivo de enfriamiento alargado.
- 45 15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material polimérico termoplástico de la capa aislante (4) se selecciona entre el grupo que comprende: poliolefinas, copolímeros de diferentes olefinas, copolímeros de una olefina con un éster etilénicamente insaturado, poliésteres, poliacetatos, polímeros de celulosa, policarbonatos, polisulfonas, resinas fenólicas, resinas de urea, policetonas, poliácridatos, poliamidas, poliaminas, y mezclas de los mismos.
- 50 16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dicho material polimérico termoplástico se selecciona entre el grupo que comprende: polietileno (PE), polipropileno (PP), etileno/acetato de vinilo (EVA), etileno/acrilato de metilo (EMA), etileno/acrilato de etilo (EEA), etileno/acrilato de butilo (EBA), copolímeros de etileno/ α -olefina termoplásticos, poliestireno, resinas de acrilonitrilo/butadieno/estireno (ABS), poli(cloruro de vinilo)

(PVC), poliuretano, poliamidas, tereftalato de polietileno (PET), poli(tereftalato de butileno) (PBT), y copolímeros de los mismos y mezclas mecánicas de los mismos.

17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material termoplástico polimérico de la capa aislante (4) incluye una cantidad determinada de un líquido dieléctrico.

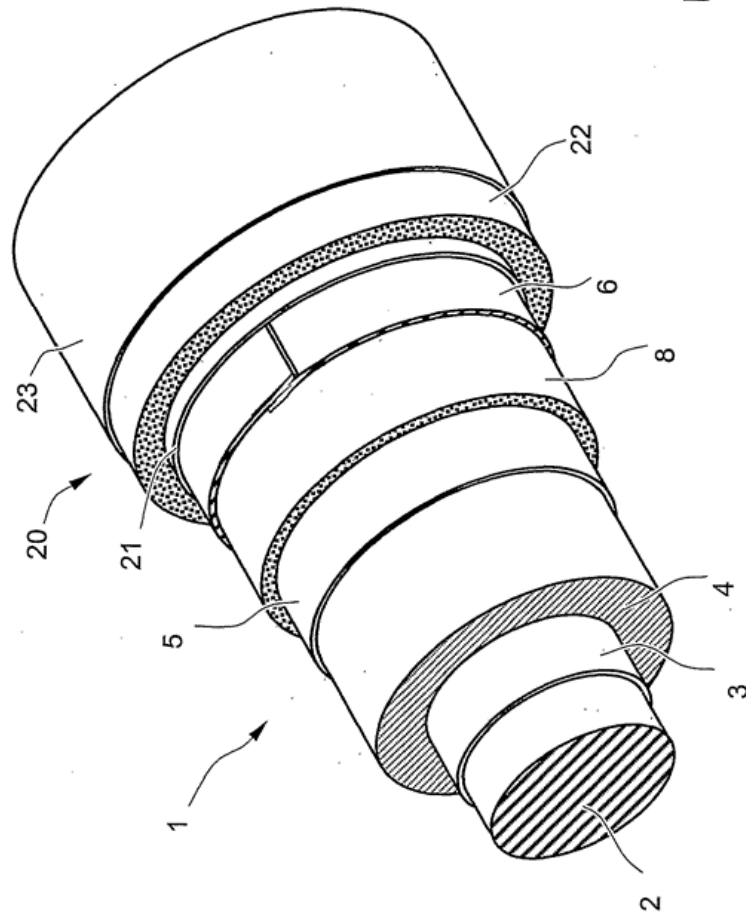


Fig. 1

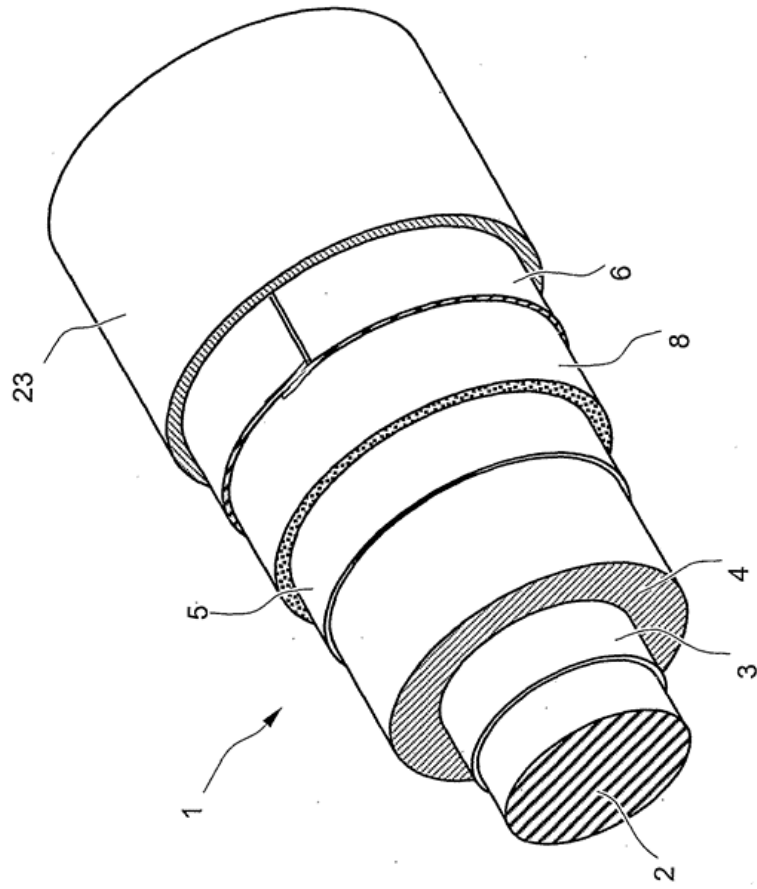


Fig. 2

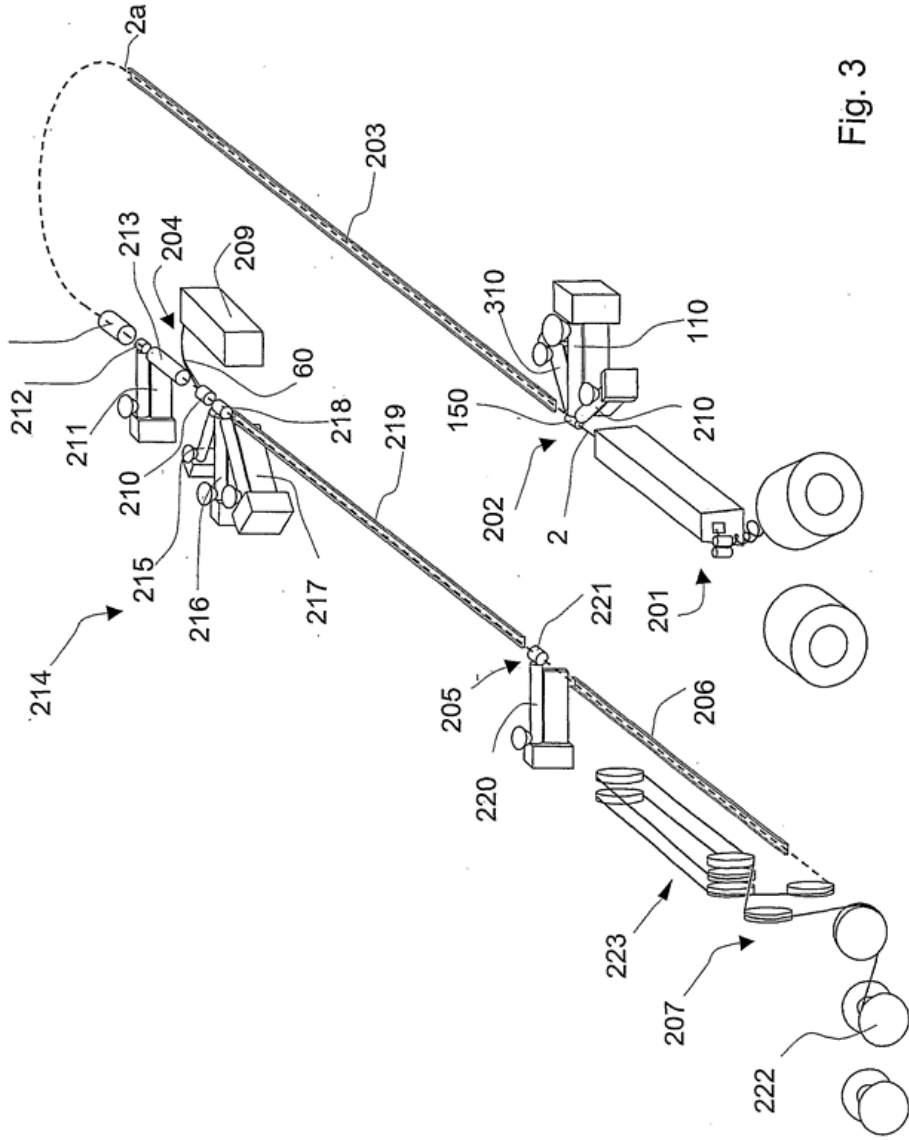


Fig. 3

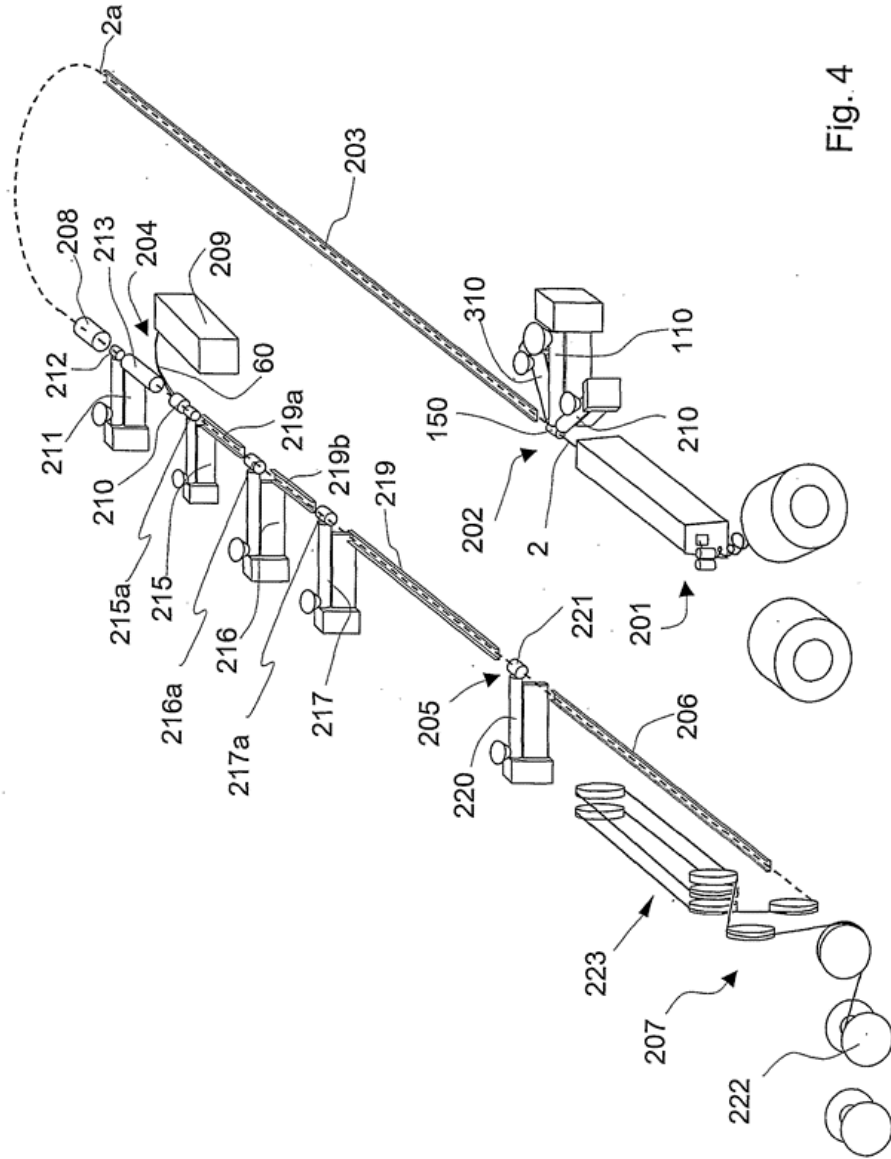


Fig. 4

Fig. 5

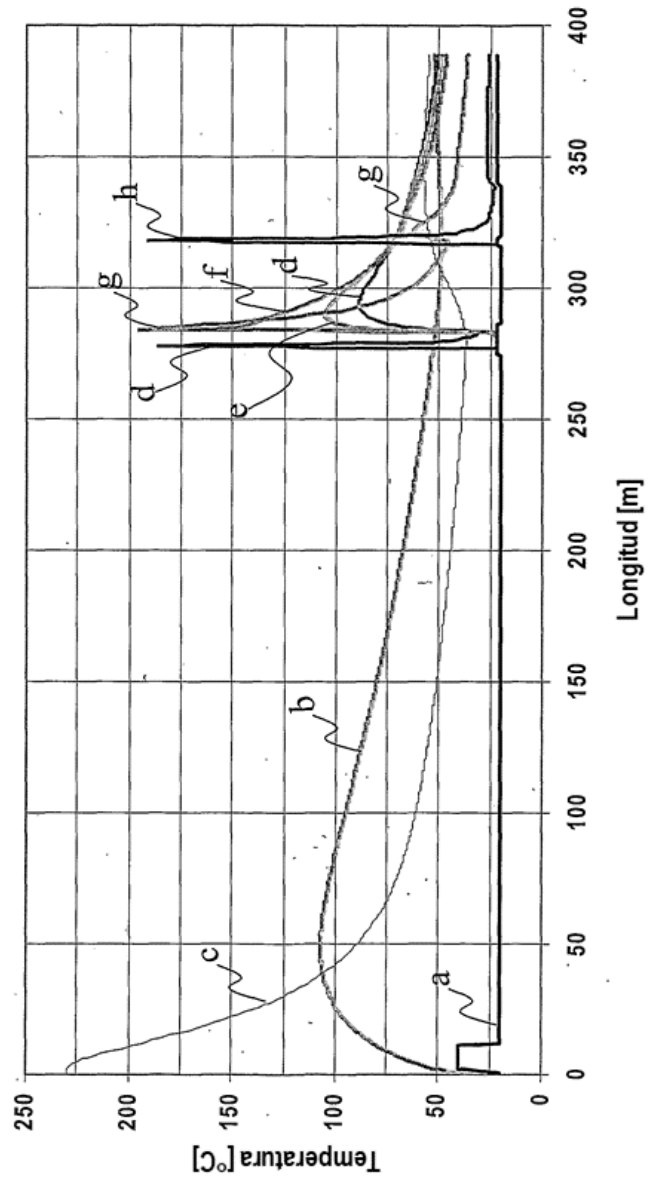


Fig. 6

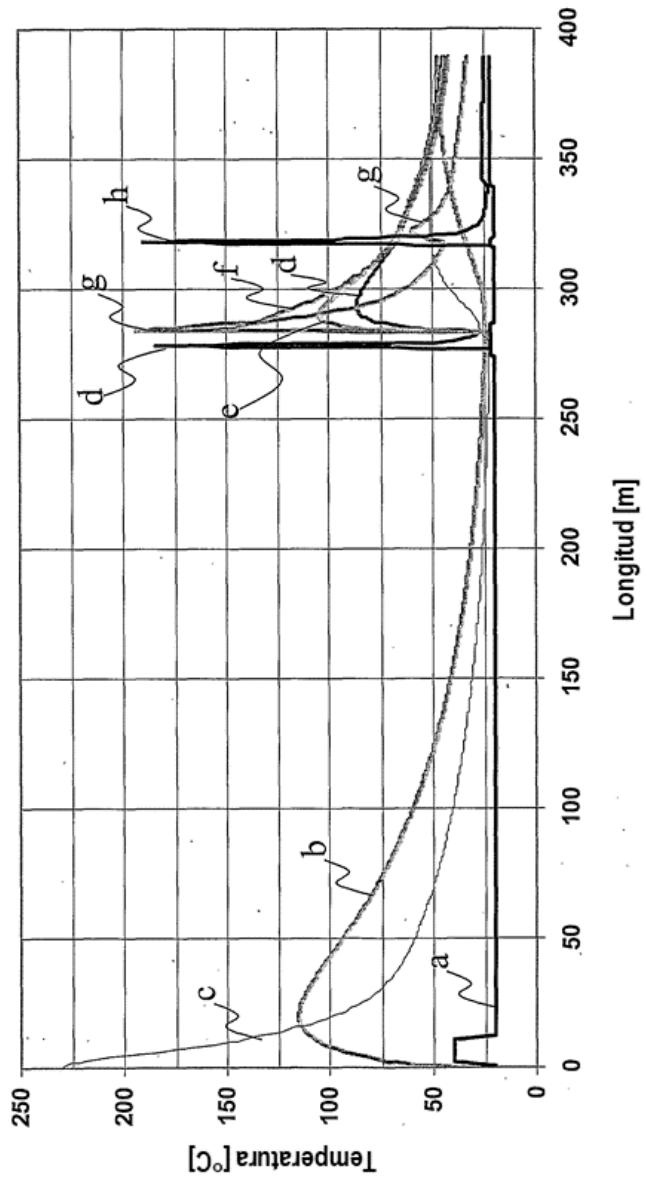
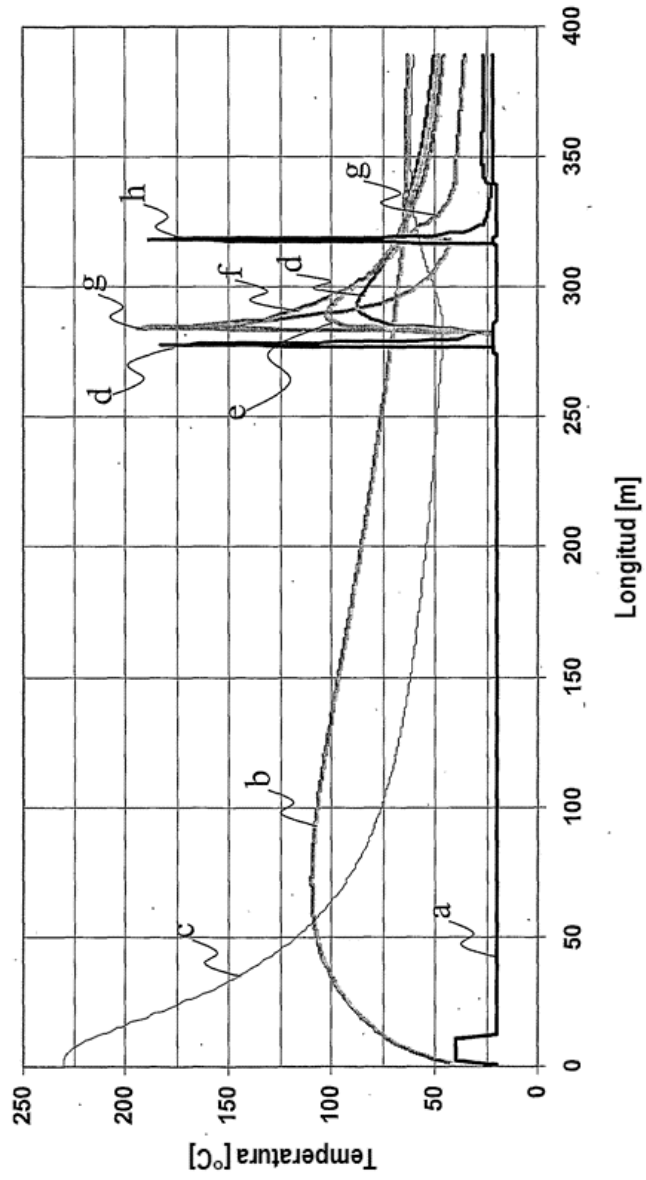


Fig. 7



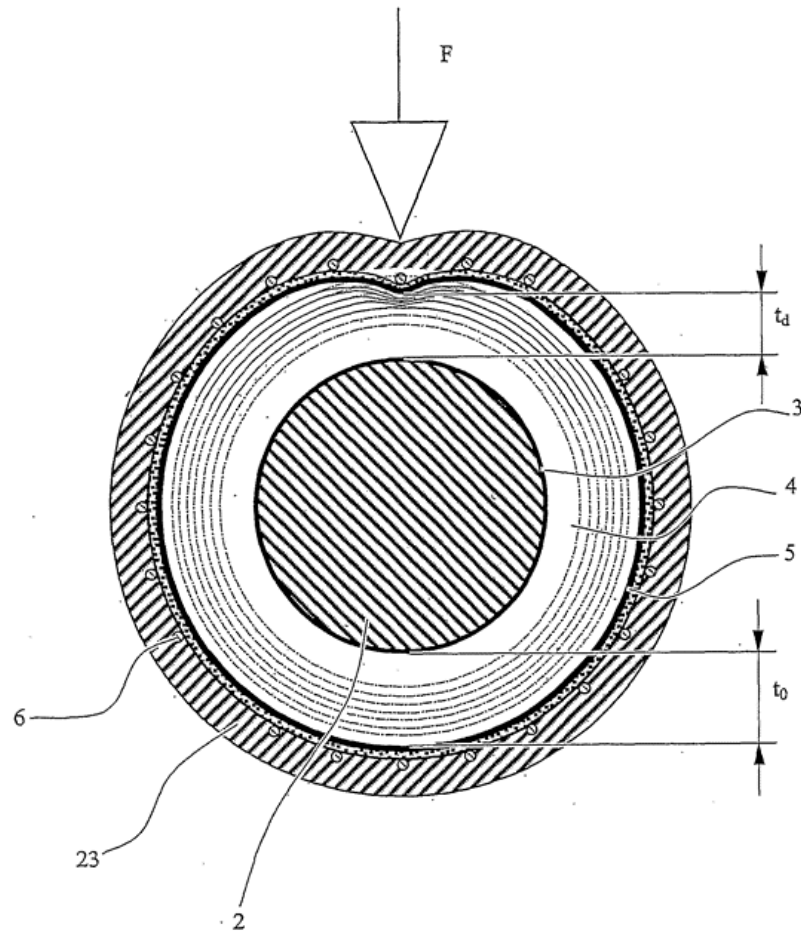


Fig. 8

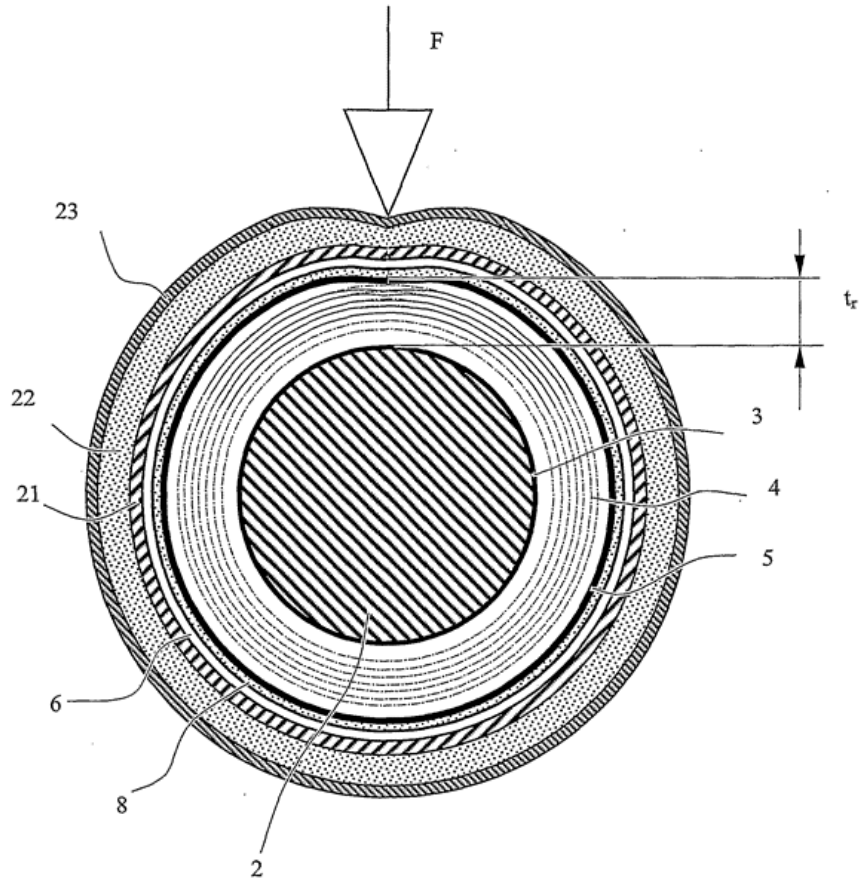


Fig. 9

Fig. 10

