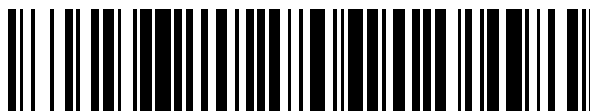


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 851**

51 Int. Cl.:

H01B 3/22 (2006.01)

H01B 3/44 (2006.01)

C08K 5/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2006 PCT/EP2006/068526**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2008 WO08058572**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2006 E 06830005 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 2092535**

54 Título: **Cable de energía**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2017

73 Titular/es:
PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
Via Chiese, 6
20126 Milano, IT

72 Inventor/es:
PEREGO, GABRIELE y
BELLI, SÉRGIO

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 621 851 T3

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

DESCRIPCIÓN

Cable de energía

5 La presente invención se refiere a un cable de energía. En particular, la invención se refiere a un cable para transportar o distribuir energía eléctrica de media o alta tensión, en el que está presente una capa de recubrimiento extrudida basada en un material de polímero termoplástico en mezcla con un fluido dieléctrico, lo que permite, en particular, el uso de altas temperaturas operativas juntas y que dotan al cable de las propiedades termomecánicas requeridas.

Dicho cable se puede utilizar tanto para la transmisión como para la distribución de corriente continua (DC) o de corriente alterna (AC).

10 El uso de materiales compatibles con el medio ambiente durante su producción o utilización, fácilmente reciclables al final de su vida, está condicionado por la necesidad de limitar los costes, al tiempo que, para los usos más comunes, proporcionan un rendimiento igual o mejor que el de los materiales convencionales.

15 En el caso de cables para el transporte de energía de media y alta tensión, los diferentes recubrimientos que rodean el conductor habitualmente se basan en polímero reticulado a base de poli-olefina, en particular polietileno reticulado (XLPE), o copolímeros de etileno/propileno elastomérico (EPR) o etileno/propileno/dieno (EPDM), también reticulados. La reticulación, realizada después de la etapa de extrusión del material polimérico en el conductor, proporciona las propiedades mecánicas y eléctricas satisfactorias del material incluso a altas temperaturas, tanto durante el uso continuo como con la sobrecarga de corriente.

20 Sin embargo, los materiales reticulados generalmente no se pueden reciclar, por lo que los desechos y el recubrimiento del material de fabricación de los cables al final de su vida solo se pueden eliminar por incineración.

El polietileno termoplástico (ya sea LDPE o HDPE) se consideró para su uso en cables de media y alta tensión, pero dicho material polimérico muestra una temperatura operativa demasiado baja (en general aproximadamente 70 °C).

25 Se consideraron materiales termoplásticos a base de polipropileno. En particular, con el fin de cumplir los rendimientos deseados, especialmente en términos de resistencia dieléctrica y capacidad de procesamiento, se consideraron materiales de polipropileno en mezcla con un fluido dieléctrico.

30 Como se informó, por ejemplo, en el documento WO02/03398, la adición de un líquido dieléctrico a un material aislante debe determinar un aumento significativo de sus propiedades eléctricas (en particular, la resistencia dieléctrica), sin cambiar las características del material (propiedades termomecánicas, flexibilidad) y sin que se produzca exudación del líquido dieléctrico. En particular, el cable resultante debe proporcionar un rendimiento sustancialmente constante con el tiempo y por lo tanto una alta fiabilidad, incluso a temperaturas operativas elevadas (al menos 90 °C y superiores).

35 El documento WO02/03398 a nombre de los solicitantes se refiere a un cable que comprende al menos un conductor eléctrico y al menos una capa de recubrimiento extrudida basada en un material de polímero termoplástico en mezcla con un líquido dieléctrico, en el que el líquido dieléctrico comprende al menos un hidrocarburo de alquilarilo que tiene al menos dos anillos aromáticos no condensados y una relación del número de átomos de carbono de arilo con el número total de átomos de carbono mayor o igual a 0,6, preferentemente mayor o igual a 0,7. Los compuestos ejemplificados tienen un peso molecular superior a 200 g/mol.

40 El documento WO02/27731 a nombre de los solicitantes se refiere a un cable que comprende al menos un conductor eléctrico y al menos una capa de recubrimiento extrudida basada en un material de polímero termoplástico en mezcla con un líquido dieléctrico, en el que el líquido dieléctrico comprende al menos un éter de difenilo, no sustituido o sustituido con al menos un radical de hidrocarburo lineal o ramificado, alifático, aromático o alifático y aromático mixto C₁-C₃₀, preferentemente C₁-C₂₄.

Dicho líquido dieléctrico tiene una relación de número de átomos de carbono de arilo al número de átomos de carbono totales mayor o igual a 0,4, preferentemente mayor o igual a 0,7.

45 El documento WO04/066318 a nombre de los solicitantes se refiere a un cable que comprende al menos un conductor eléctrico y al menos una capa de recubrimiento extrudida basada en un material de polímero termoplástico en mezcla con un líquido dieléctrico, en el que dicho líquido dieléctrico tiene las siguientes características:

- 50
- una cantidad de compuestos polares inferior o igual al 2,5 % en peso con respecto al peso total del líquido dieléctrico;
 - un punto de fusión o un punto de fluidez inferior a 80 °C;
 - una relación del número de átomos de carbono aromáticos con respecto al número total de átomos de carbono inferior a 0,6, cuando el líquido dieléctrico es aromático.

El solicitante ahora ha encontrado una clase química de compuestos capaces de proporcionar el material de polímero para la capa del cable de energía con las características eléctricas y termomecánicas buscadas.

5 Según un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable de energía que comprende al menos un conductor eléctrico y al menos una capa de recubrimiento extrudida que incluye un material de polímero termoplástico en mezcla con un fluido dieléctrico, tal como se define en la reivindicación 1.

10 Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones que siguen, salvo que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades, porcentajes, etc., han de entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". También, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximos y mínimos descritos e incluyen cualesquiera intervalos intermedios en el mismo, que pueden o pueden no enumerarse específicamente en este documento.

En la presente descripción y reivindicaciones, el término "en mezcla" significa que el material de polímero termoplástico y el fluido dieléctrico se mezclan para proporcionar una dispersión sustancialmente homogénea del líquido en la matriz polimérica (fase única). A menos que se indique otra cosa, la cantidad en % en peso se refiere al peso de dicha fase única.

15 En la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, como "conductor" se entiende un elemento conductor como tal, de forma alargada y preferentemente de un material metálico, ya sea en barra o en forma de multi-hilo, más preferentemente aluminio o cobre, o un elemento conductor como antes recubierto con una capa semiconductor.

20 En la presente descripción y en las reivindicaciones, "capa" quiere decir una capa a base de polímero que rodea al conductor, por ejemplo, una capa eléctricamente aislante, una capa semiconductor, una vaina, una capa protectora, dicho capa protectora que está opcionalmente espumada, una capa de bloqueo de agua, o una capa que realiza diversas funciones, por ejemplo, una capa de protección cargada con una carga conductora.

Para los fines de la invención, el término "tensión media" generalmente significa una tensión de entre 1 kV y 35 kV, mientras que "alta tensión" significa tensiones superiores a 35 kV.

25 Por "capa eléctricamente aislante" se quiere decir una capa fabricada de un material que tiene propiedades aislantes, en concreto, una que tiene una rigidez dieléctrica de al menos 5 kV/mm, preferentemente superior a 10 kV/mm.

30 Por "capa semiconductor" se quiere decir una capa fabricada de un material que tiene propiedades semiconductoras, es decir, un valor de resistividad volumétrica, a temperatura ambiente, de menos de 500 $\Omega \cdot m$, preferentemente menos de 20 $\Omega \cdot m$. Por ejemplo, el material puede ser una matriz polimérica añadida con negro de humo. Normalmente, la cantidad de negro de humo puede oscilar entre el 1 y el 50 % en peso, preferentemente entre el 3 y el 30 % en peso, con respecto al peso del polímero.

35 La concentración de saturación del fluido dieléctrico en el material de polímero termoplástico se puede determinar mediante un procedimiento de absorción de líquidos en muestras de campana: más detalles sobre dicho procedimiento se describirán en los ejemplos dados a continuación.

La relación del número de átomos de carbono aromáticos con respecto al número total de átomos de carbono se puede determinar de acuerdo con la norma ASTM D3238-95 (2000) e1.

40 Como constante dieléctrica en el presente documento está prevista la relación de la cantidad de energía eléctrica almacenada cuando se aplica un potencial a un material, en relación con la permitividad del vacío. Se mide de acuerdo con IEC 247.

El punto de fusión se puede determinar por técnicas conocidas tales como, por ejemplo, por análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC).

El punto de fluidez se puede determinar según la norma ASTM D97-02.

La entalpía de fusión (ΔH_m) se puede determinar por análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC).

45 De acuerdo con una primera realización, la capa extrudida basada en dicho material de polímero termoplástico en mezcla con dicho fluido dieléctrico es una capa eléctricamente aislante.

De acuerdo con una realización adicional, la capa extrudida basada en dicho material de polímero termoplástico en mezcla con dicho fluido dieléctrico es una capa semiconductor.

50 La posibilidad de utilizar el mismo tipo de composición polimérica tanto para la capa aislante como para las capas semiconductoras es particularmente ventajosa en la producción de cables para media o alta tensión, ya que asegura una excelente adhesión entre las capas adyacentes y, por tanto, un mejor comportamiento eléctrico, particularmente en la interfase entre la capa aislante y la capa semiconductor interna, en la que el campo eléctrico y, por lo tanto, el

riesgo de descargas parciales son más altos.

Según la invención, el compuesto del fluido dieléctrico tiene una fórmula X-A-X' (I) en la que A es un resto policíclico condensado totalmente aromático. Preferentemente, A es un resto bicíclico condensado.

5 Los restos policíclicos de acuerdo con la invención pueden ser de átomos de carbono opcionalmente reemplazados por un heteroátomo seleccionado entre oxígeno, azufre o nitrógeno. Preferentemente todos los átomos en los ciclos son átomos de carbono.

Según la invención, el compuesto del fluido dieléctrico tiene una fórmula X-A-X' (I) en la que al menos uno de X y X' es metilo o un resto alifático.

10 El número de átomos de carbono alifáticos se relaciona con el número de átomos de carbono aromáticos con el fin de cumplir el requisito de una relación del número de átomos de carbono aromáticos con el número total de átomos de carbono mayor o igual a 0,6. Por ejemplo, cuando A es un resto aromático monocíclico, el número de átomos de carbono alifáticos de acuerdo con X + X' puede variar de 2 a 4. Cuando A es un resto bicíclico, el número de átomos de carbono alifáticos de acuerdo con X + X' puede variar de 2 a 6. Cuando A es un resto tricíclico, el número de átomos de carbono alifáticos de acuerdo con X puede variar de 2 a 9.

15 Preferentemente, X + X' es un resto alifático C₂-C₉, más preferentemente un alquilo C₂-C₆ de cadena lineal o ramificada.

20 El uso de un fluido dieléctrico contribuye a aumentar la resistencia a la ruptura de la capa de recubrimiento. Por ejemplo, se ha encontrado que el uso de un fluido dieléctrico tal como se describe a continuación permite aumentar la resistencia a la ruptura de una capa aislante basada en polipropileno desde aproximadamente 30 kV/mm en ausencia de fluido dieléctrico, hasta más de 50 kV/mm, y también se han alcanzado valores de más de 80 kV/mm.

Preferentemente, un dieléctrico adecuado tiene una resistencia a la ruptura de al menos 3 kV/mm, más preferentemente superior a 9 kV/mm.

25 Un fluido dieléctrico adecuado es compatible con el material de polímero termoplástico. "Compatible" significa que la composición química del líquido y del material de polímero termoplástico son tales que resultan en una dispersión microscópicamente homogénea del fluido dieléctrico en el material de polímero en la mezcla del fluido en el polímero, de manera similar a un plastificante.

30 Por ejemplo, el compuesto del fluido dieléctrico se selecciona entre n-pentilnaftaleno, iso-pentilnaftaleno, n-butilnaftaleno, i-butilnaftaleno, terc-butilnaftaleno, n-propilnaftaleno, iso-propilnaftaleno, dietilnaftaleno, trimetilnaftaleno, metil-n-butilnaftaleno, metil-terc-butilnaftaleno, n-butoxinaftaleno, dietoxinaftaleno, naftil-etil cetona, naftil-butilcetona.

Estos compuestos pueden ser incluso sólidos en forma pura a temperatura ambiente, pero se utilizan en estado fluido gracias a la mezcla de diferentes isómeros.

Ventajosamente, el compuesto del fluido dieléctrico tiene un peso molecular igual o inferior a 200 g/mol.

35 Ventajosamente, el fluido dieléctrico tiene una constante dieléctrica, a 25 °C, igual o inferior a 3,5, más preferentemente inferior a 3 (medida según IEC247).

Ventajosamente, el punto de ebullición del fluido dieléctrico debe ser superior a la temperatura que podría alcanzar el cable durante su funcionamiento y sobrecorriente. Preferentemente, el punto de ebullición del fluido dieléctrico es superior a 130 °C, más preferentemente superior a 250 °C.

40 Preferentemente, el fluido dieléctrico se mezcla con el material de polímero termoplástico en cantidades inferiores a la concentración de saturación del fluido dieléctrico en el material de polímero termoplástico. Dichas cantidades, especificadas a continuación, no ponen en peligro las características termomecánicas de la capa de recubrimiento y evitan la exudación de dicho fluido dieléctrico del material de polímero termoplástico.

La relación en peso de fluido dieléctrico a material de polímero termoplástico de la presente invención generalmente es de 1:99 a 25:75, preferentemente de 5:95 a 15:85.

45 El solicitante ha observado que un contenido de fluido dieléctrico superior a un cierto valor no proporciona un aumento sustancial de la resistencia dieléctrica impartida al material de polímero. En algunos casos, se ha encontrado que un contenido relativamente alto de fluido dieléctrico también da lugar a inconvenientes en la fase de fabricación, o pone en peligro de otra manera el rendimiento termomecánico del cable.

50 Es en este documento se señala que el uso de un fluido dieléctrico con un punto de fusión relativamente bajo o un punto de fluidez bajo (por ejemplo, un punto de fusión o un punto de fluidez no superior a 80 °C) permite un fácil manejo del fluido dieléctrico que puede fundirse sin necesidad de etapas de fabricación complejas adicionales (por ejemplo, una etapa de fusión del fluido dieléctrico) y/o aparatos para mezclar el líquido con el material de polímero.

De acuerdo con una realización preferida adicional, el fluido dieléctrico tiene un punto de fusión o un punto de fluidez de -130 °C a +80 °C.

5 Ventajosamente, el fluido dieléctrico tiene una viscosidad predeterminada con el fin de evitar la difusión rápida del fluido dentro de la capa aislante y por lo tanto su migración hacia el exterior, así como para permitir que el fluido dieléctrico se introduzca y se mezcle fácilmente en el material de polímero termoplástico. Preferentemente, el fluido dieléctrico de la invención tiene una viscosidad, a 40 °C, de 5 mPa·s a 500 mPa·s, preferentemente de 10 mPa·s a 300 mPa·s (medido según la norma ASTM D445-03).

Según la invención, el material de polímero termoplástico para el cable de la invención se selecciona entre:

- 10 (a) al menos un homopolímero de propileno o al menos un copolímero de propileno con al menos un comonómero de olefina seleccionado entre etileno y una α -olefina distinta de propileno, dicho homopolímero o copolímero que tiene un punto de fusión mayor o igual a 130 °C y una entalpía de fusión de 20 J/g a 100 J/g;
- (b) que comprende una mezcla mecánica de al menos un homopolímero o copolímero de propileno (a) y
- 15 (c) al menos un copolímero elastomérico de etileno con al menos una α -olefina alifática, y opcionalmente un polieno;
- (d) al menos el 75 % en peso, con respecto al peso total del material de polímero termoplástico, de al menos un copolímero de al menos dos comonómeros de α -olefina, dicho copolímero que tiene una entalpía de fusión inferior a 25 J/g (d_1); y una cantidad igual o inferior al 25 % en peso con respecto al peso total del material de polímero termoplástico de (a) o de al menos un homopolímero de propileno o copolímero de propileno con al
- 20 menos una α -olefina, dicho al menos un homopolímero de propileno o copolímero de propileno que tiene una entalpía de fusión superior a 25 J/g y un punto de fusión superior a 130 °C. (d_2)

El material de polímero d) se prefiere de acuerdo con la presente invención.

25 El material de polímero d) es tal como para proporcionar una capa de un material polimérico termoplástico que tiene una entalpía de fusión igual o inferior a 40 J/g. Preferentemente, dicha entalpía de fusión es igual o inferior a 35 J/g, y más preferentemente de 30 a 5 J/g.

Ventajosamente, la capa se basa en un material que tiene un índice de flujo de fusión (MFI), medido a 230 °C con una carga de 21,6 N de acuerdo con la norma ASTM D1238-00, de 0,05 dg/min a 10,0 dg/min, más preferentemente de 0,4 dg/min a 5,0 dg/min.

30 Preferentemente, el copolímero (d_1) está presente en una cantidad del 80 % en peso al 95 % en peso con respecto al peso total del material de polímero termoplástico.

Preferentemente, el copolímero (d_1) tiene una entalpía de fusión de 15 J/g a 10 J/g. La entalpía de fusión del copolímero (d_1) también puede ser inferior a 10 J/g, por ejemplo de 0 J/g.

Ventajosamente, el copolímero (d_1) tiene un módulo de flexión de 80 MPa a 10 MPa, más preferentemente de 40 MPa a 20 MPa. El módulo de flexión del copolímero (a) también puede ser inferior a 10 MPa, por ejemplo de 1 MPa.

35 Los al menos dos comonómeros de α -olefina del al menos un copolímero (d_1) se pueden seleccionar entre etileno o una α -olefina de fórmula $\text{CH}_2=\text{CH-R}$, en la que R es un alquilo $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ lineal o ramificado, seleccionado, por ejemplo, entre: propileno, 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno, 1-dodeceno, preferentemente entre etileno, propileno, buteno y octeno.

Los copolímeros de propileno/etileno son particularmente preferidos.

40 Preferentemente, al menos uno de los al menos dos comonómeros de α -olefina es propileno.

El copolímero (d_1) para el cable de la invención puede ser un copolímero aleatorio o un copolímero heterofásico.

Como "copolímero aleatorio" se entiende en este documento un copolímero en el que los monómeros se distribuyen aleatoriamente a través de la cadena polimérica.

45 Como "copolímero heterofásico" se entiende en este documento un copolímero en el que se forman dominios elastoméricos, por ejemplo de elastómero de etileno-propileno (EPR) y se dispersan en una matriz homopolimérica o copolimérica.

Preferentemente, el copolímero (d_1) se selecciona entre:

- (d_{1a}) un copolímero aleatorio de propileno con al menos un comonómero seleccionado entre etileno y una α -olefina distinta de propileno;
- 50 (d_{1b}) un copolímero heterofásico que comprende una fase termoplástica basada en propileno y una fase elastomérica basada en etileno copolimerizado con una α -olefina, preferentemente con propileno, en el que la fase elastomérica está presente preferentemente en una cantidad de al menos 45 % en peso con respecto al

peso total del copolímero heterofásico.

Particularmente preferido de dicha clase (d_{1a}) es el copolímero de propileno con al menos un comonomero de olefina seleccionado entre etileno y una α -olefina distinta de propileno.

5 Por ejemplo, los copolímeros de heterofase de clase (d_{1b}) se obtienen mediante copolimerización secuencial de: i) propileno, que opcionalmente contiene cantidades menores de al menos un comonomero de olefina seleccionado entre etileno y una α -olefina distinta de propileno; y a continuación: ii) una mezcla de etileno con una α -olefina, en particular propileno, y opcionalmente con porciones menores de un dieno.

Ejemplos de productos de clase (d_{1a}) disponibles en el mercado son Vistalon™ 404, Vistalon™ 606, Vistalon™ 805 (Exxon Chemicals).

10 Ejemplos de productos de los productos de la clase (d_{1b}) disponibles en el mercado son Softell® CA02A; Hifax® CA07A; Hifax® CA10A (todos de Basell).

Según una realización preferida, el homopolímero de propileno o copolímero de propileno con al menos una α -olefina (d_2) tiene una entalpía de fusión superior a 30 J/g, más preferentemente de 50 a 80 J/g.

15 En (d), la cantidad de dicho homopolímero de propileno o copolímero de propileno (d_2) preferentemente es del 5 % en peso al 20 % en peso con respecto al peso total del material base termoplástico.

De acuerdo con una realización preferida, (d_2) tiene un punto de fusión de 140 °C a 170 °C.

Ventajosamente, el homopolímero o copolímero (d_2) tiene un módulo de flexión igual o superior a 100 MPa, más preferentemente de 200 MPa a 1500 MPa.

20 Según una realización preferida, el cable de la invención tiene al menos una capa de recubrimiento extrudida con propiedades de aislamiento eléctrico formada a partir del material de polímero termoplástico en mezcla con el fluido dieléctrico como el de arriba.

25 Según una realización preferida adicional, el cable de la invención tiene al menos una capa de recubrimiento extrudida con propiedades semiconductoras formada a partir del material de polímero termoplástico en mezcla con el fluido dieléctrico como el de arriba. Para formar una capa semiconductora, generalmente se añade una carga conductora al material de polímero. Para asegurar una dispersión adecuada de la carga conductora dentro del material de polímero termoplástico, este último se selecciona preferentemente entre homopolímeros o copolímeros de propileno que comprenden al menos el 40 % en peso de fase amorfa, con respecto al peso total del polímero.

30 La posibilidad de utilizar el mismo tipo de composición polimérica tanto para la capa aislante como para las capas semiconductoras es particularmente ventajosa en la producción de cables para media o alta tensión, ya que asegura una excelente adhesión entre las capas adyacentes y, por tanto, un mejor comportamiento eléctrico, particularmente en la interfase entre la capa aislante y la capa semiconductora interna, en la que el campo eléctrico y por lo tanto el riesgo de descargas parciales son más altos.

35 En la formación de una capa de recubrimiento para el cable de la invención, se pueden añadir otros componentes convencionales a la composición de polímero anteriormente definido, tales como antioxidantes, adyuvantes de procesamiento, retardantes de árbol de agua, o mezclas de los mismos.

Los antioxidantes convencionales adecuados para el fin son, por ejemplo, tiopropionato y pentaeritritil-tetraquis [3-(3,5-di-t-butil-4-hidroxifenil) propionato] de diestearilo o de dilaurilo, o mezclas de los mismos.

Los adyuvantes de procesamiento que se pueden añadir a la composición polimérica incluyen, por ejemplo, estearato de calcio, estearato de zinc, ácido esteárico, o mezclas de los mismos.

40 Con referencia particular a cables de media y alta tensión, los materiales de polímero como se define anteriormente en esta memoria se pueden usar ventajosamente para obtener una capa aislante. La resistencia a la termopresión alcanzada por el recubrimiento de la capa de aislamiento de la presente invención permite que los cables de energía de media y alta tensión que los comprende operen a 90 °C o más, sin perjudicar al rendimiento.

45 Si la capa de recubrimiento de la presente invención es una capa semiconductora, una carga conductora, en particular negro de humo, generalmente está dispersa en el material base de polímero en una cantidad tal como para dotar al material de características semiconductoras (es decir tales como para obtener una resistividad de menos de 5 Ohm·m a temperatura ambiente). Esta cantidad generalmente está entre el 5 % en peso y el 80 % en peso, y preferentemente entre el 10 % en peso y el 50 % en peso, del peso total de la mezcla.

50 El uso de la misma composición de polímero base, tanto para la capa aislante como para las capas semiconductoras es particularmente ventajoso en la producción de cables para media o alta tensión, ya que asegura una excelente adhesión entre las capas adyacentes y, por tanto, un buen comportamiento eléctrico, particularmente en la interfaz entre la capa aislante y la capa interna semiconductora, en la que el campo eléctrico y por lo tanto el riesgo de

descargas parciales son más altos.

5 La composición para la capa del cable de energía de la invención se puede preparar mezclando entre sí el material de polímero termoplástico, el fluido dieléctrico y cualesquiera otros aditivos eventualmente presentes usando procedimientos conocidos en la técnica. La mezcla se puede realizar por ejemplo mediante un mezclador interno del tipo con rotores tangenciales (Banbury) o con rotores interpenetrantes; en un mezclador continuo de tipo Ko-Kneader (Buss), de tipo de doble tornillo en co- o contra-rotación; o en una extrusora de tornillo único.

El material de polímero termoplástico puede fabricarse previamente en un reactor de polimerización o mediante la alimentación del material termoplástico junto con el fluido dieléctrico en el aparato de mezcla para la composición de polímero tal como se ejemplifica justo más arriba.

10 Como alternativa, el fluido dieléctrico de la presente invención se puede añadir al material de polímero termoplástico durante la etapa de extrusión mediante inyección directa en el cilindro extrusor tal como se describe, por ejemplo, en la Solicitud de patente internacional WO02/47092 a nombre del solicitante.

15 También se ha encontrado una mayor compatibilidad entre el fluido dieléctrico y el material de polímero termoplástico de la presente invención que en el caso de mezclas similares del mismo material de polímero con otros fluidos dieléctricos conocidos en la técnica. Esta mayor compatibilidad conduce, entre otras cosas, a una menor exudación del fluido dieléctrico. Debido a su alta temperatura operativa y sus bajas pérdidas dieléctricas, los cables de la invención pueden llevar una potencia, para la misma tensión, al menos igual o incluso superior a la transportable mediante un cable tradicional con recubrimiento de XLPE.

20 Aunque esta descripción se centra principalmente en la producción de cables para el transporte o la distribución de energía de media o alta tensión, la composición de polímero de la invención se puede utilizar para revestir dispositivos eléctricos en general y en particular cables de diferente tipo, por ejemplo cables de baja tensión (es decir, cables que llevan una tensión inferior a 1 kV), cables de telecomunicaciones o cables combinados de energía/telecomunicaciones, o accesorios utilizados en líneas eléctricas, tales como terminales, juntas, conectores o similares.

25 Otras características serán evidentes a partir de la descripción detallada dada a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es una vista en perspectiva de un cable eléctrico, particularmente adecuado para media o alta tensión, de acuerdo con la invención.

30 En la Figura 1, el cable (1) comprende un conductor (2), una capa interna con propiedades semiconductoras (3), una capa intermedia con propiedades aislantes (4), una capa externa con propiedades semiconductoras (5), una pantalla metálica (6), y una funda externa (7).

35 El conductor (2) consiste generalmente en alambres metálicos, preferentemente de cobre o aluminio, trenzados entre sí por procedimientos convencionales, o una varilla sólida de aluminio o cobre. Al menos una capa de recubrimiento seleccionada entre la capa aislante (4) y las capas semiconductoras (3) y (5) comprende la composición de la invención como se ha definido hasta ahora. Alrededor de la capa semiconductor externa (5) por lo general hay colocada una pantalla (6), generalmente de alambres eléctricamente conductores o tiras enrolladas helicoidalmente. Esta pantalla se cubre con una funda (7) de un material termoplástico tal como, por ejemplo, polietileno no reticulado (PE).

40 El cable también puede estar provisto de una estructura protectora (no se muestra en la Figura 1) cuyo fin principal es proteger mecánicamente el cable contra impactos o compresiones. Esta estructura de protección puede ser, por ejemplo, un refuerzo metálico o una capa de polímero expandido tal como se describe en el documento WO 98/52197 a nombre del solicitante.

45 La Figura 1 muestra una realización de un cable según la invención. Se pueden hacer modificaciones adecuadas a esta realización de acuerdo con las necesidades técnicas específicas y requisitos de aplicación sin apartarse del alcance de la invención.

La capa o capas de recubrimiento de cables del material termoplástico de acuerdo con la presente invención se pueden fabricar de acuerdo con procedimientos conocidos, por ejemplo por extrusión. La extrusión se realiza ventajosamente en una sola pasada, por ejemplo por el procedimiento de tándem en el que extrusores individuales se disponen en serie, o por co-extrusión con una cabeza de extrusión múltiple.

50 Los siguientes ejemplos ilustran la invención.

Ejemplos

Se prepararon cables provistos de una capa aislante de acuerdo con la invención o con una capa aislante comparativa a partir de los siguientes componentes:

- Adflex™ Q200F: copolímero heterofásico de propileno con un punto de fusión de 165 °C, entalpía de fusión de 30 J/g, MFI de 0,8 dg/min y módulo de flexión de 150 MPa (producto comercial de Basell);
- Synesstic™ 5: naftaleno alquilado con un peso molecular de 198 g/mol; relación $C_{arom}/C_{tot} = 0,67$; viscosidad = 29 mPa·s (a 40 °C); punto de fluidez = -39 °C (producto comercial de ExxonMobil Chemical);
- 5 – Synesstic™ 12: naftaleno alquilado con un peso molecular de 296 g/mol; relación $C_{arom}/C_{tot} = 0,45$; viscosidad = 109 mPa·s (a 40 °C) (producto comercial de ExxonMobil Chemical);
- Palatinol AH: ftalato de dioctilo con un peso molecular de 391 g/mol; relación $C_{arom}/C_{tot} = 0,25$ (producto comercial de BASF).

10 En todos los ejemplos, el Adflex™ Q 200 F se introdujo directamente en la tolva de la extrusora. Posteriormente, un fluido dieléctrico, previamente mezclado con los antioxidantes, se inyectó a alta presión en la extrusora. Se utilizó una extrusora que tiene un diámetro de 80 mm y una relación L/D de 25. La inyección se realizó durante la extrusión a aproximadamente 20 D desde el principio del tornillo extrusor por medio de tres inyecciones puntuales en la misma sección transversal a 120° entre sí. El fluido dieléctrico se inyectó a una temperatura de 70 °C y una presión de 250 bar (25 MPa).

15 El cable A se fabricó usando una cantidad del 5 % en peso de Synesstic™ 5.

El cable B se fabricó usando una cantidad del 10 % en peso de Synesstic™ 5.

El cable C comparativo se fabricó usando una cantidad del 5 % en peso de Synesstic™ 12.

El cable D comparativo se fabricó usando una cantidad del 5 % en peso de Palatinol AH.

20 En condiciones similares, se produjo un cable E comparativo sin la adición de fluido dieléctrico al material de base F Adflex™ Q 200.

Cada cable que sale del cabezal de extrusión se enfrió a temperatura ambiente pasándolo a través de agua fría.

Cada cable acabado consistía en un conductor de aluminio (sección transversal de 150 mm²), una capa semiconductor interior de aproximadamente 0,5 mm de espesor, una capa aislante de aproximadamente 4,5 mm de espesor y, finalmente, una capa semiconductor exterior de aproximadamente 0,5 mm de espesor.

25 Resistencia dieléctrica

Tres piezas (cada uno que tiene 20 metros de largo) de los cables A, B y C producidos como se ha descrito anteriormente se sometieron a la medición de resistencia dieléctrica utilizando corriente alterna a temperatura ambiente. A partir de 100 kV el gradiente aplicado a los cables se incrementó en 10 kV cada 10 minutos hasta que los cables se rompieron. Se considera que el gradiente de ruptura es el del conductor.

30 La Tabla 1 resume los resultados de las pruebas eléctricas: los datos representan el valor medio obtenido a partir de tres mediciones diferentes.

Tabla 1

Cable	Resistencia dieléctrica
A	+142 %
B	+155 %
C	+126 %
D	+103 %
E	100 %

35 Como se desprende de la Tabla 1, fluidos dieléctricos comparativos mezclados en el material de polímero termoplástico a la misma concentración que los de la invención dotan a la capa aislante de unos valores de resistencia dieléctrica inferiores a los proporcionados por los fluidos dieléctricos de la invención.

Los fluidos dieléctricos de acuerdo con la invención aumentan sustancialmente la rigidez dieléctrica de una capa aislante termoplástica para un cable de energía.

40 Se ha observado que una cantidad del 5 % en peso de un fluido dieléctrico de acuerdo con la invención mezclada con el material de polímero termoplástico proporciona un aumento significativo de la resistencia dieléctrica. Un nuevo aumento de dicha cantidad proporciona un beneficio adicional.

ES 2 621 851 T3

Sin embargo, se ha observado que una cantidad excesivamente alta de fluido dieléctrico (por ejemplo, superior al 30 % en peso en el caso de Synesstic™ 5 puede:

- disminuir la fuerza dieléctrica del material de polímero termoplástico;
 - afectar a las propiedades termomecánicas de la capa de recubrimiento;
 - exudar fuera del cable en funcionamiento, con una pérdida de rendimiento dieléctrico.
- 5

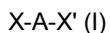
REIVINDICACIONES

1. Cable de energía que comprende al menos un conductor eléctrico y al menos una capa de recubrimiento extrudida que incluye un material de polímero termoplástico en mezcla con un fluido dieléctrico,

en el que dicho material de polímero termoplástico se selecciona entre:

- 5 (a) al menos un homopolímero de propileno o al menos un copolímero de propileno con al menos un comonomero de olefina seleccionado entre etileno y una α -olefina distinta de propileno, dicho homopolímero o copolímero que tiene un punto de fusión mayor o igual a 130 °C y una entalpía de fusión de 20 J/g a 100 J/g;
- (b) una mezcla mecánica que comprende al menos un homopolímero o copolímero de propileno (a) y
- 10 (c) al menos un copolímero elastomérico de etileno con al menos una α -olefina alifática, y opcionalmente un polieno;
- (d) al menos el 75 % en peso, con respecto al peso total del material de polímero termoplástico, de al menos un copolímero de al menos dos comonomeros de α -olefina, dicho copolímero que tiene una entalpía de fusión inferior a 25 J/g (d_1); y una cantidad igual o inferior al 25 % en peso con respecto al peso total del material de polímero termoplástico de (a) o de al menos un homopolímero de propileno o copolímero de propileno con al
- 15 menos una α -olefina, dicho al menos un homopolímero de propileno o copolímero de propileno que tiene una entalpía de fusión superior a 25 J/g y un punto de fusión superior a 130 °C (d_2), y en el que dicha entalpía de fusión se determina por análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC),

en el que dicho fluido dieléctrico comprende un compuesto de fórmula (I)



- 20 en la que A es un resto policíclico condensado totalmente aromático; y al menos uno de X y X' es metilo o un resto alifático, siendo el otro hidrógeno;

dicho compuesto que tiene una relación de número de átomos de carbono aromáticos al número total de átomos de carbono mayor o igual a 0,6.

- 25 2. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la capa extruida es una capa eléctricamente aislante o una capa semiconductora.

3. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto del fluido dieléctrico tiene una fórmula (I) en la que A es un resto bicíclico condensado totalmente aromático.

- 30 4. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el resto policíclico condensado totalmente aromático puede estar formado de átomos de carbono opcionalmente reemplazados por un heteroátomo seleccionado entre oxígeno, azufre o nitrógeno.

5. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto del fluido dieléctrico se selecciona entre n-pentilnaftaleno, iso-pentilnaftaleno, n-butilnaftaleno, i-butilnaftaleno, terc-butilnaftaleno, n-propilnaftaleno, iso-propilnaftaleno, dietilnaftaleno, trimetilnaftaleno, metil-n-butilnaftaleno y metil-terc-butilnaftaleno.

- 35 6. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto del fluido dieléctrico tiene un peso molecular igual o inferior a 200 g/mol.

7. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido dieléctrico tiene una constante dieléctrica, a 25 °C, igual o inferior a 3,5.

8. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido dieléctrico tiene un punto de ebullición superior a 130 °C.

- 40 9. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido dieléctrico se mezcla con el material de polímero termoplástico en una proporción en peso de 1:99 a 25:75.

10. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido dieléctrico tiene un punto de fusión o un punto de fluidez de -130 °C a +80 °C.

- 45 11. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido dieléctrico tiene una viscosidad, a 40 °C, de 5 mPa·s a 500 mPa·s, en el que dicha viscosidad se mide según la norma ASTM D445-03.

- 50 12. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material de polímero termoplástico es al menos el 75 % en peso, con respecto al peso total del material de polímero termoplástico, de al menos un copolímero de al menos dos comonomeros de α -olefina, dicho copolímero que tiene una entalpía de fusión inferior a 25 J/g (d_1); y una cantidad igual o inferior al 25 % en peso con respecto al peso total del material de polímero termoplástico de (a) o de al menos un homopolímero de propileno o copolímero de propileno con al menos una α -olefina, dicho al menos un homopolímero de propileno o copolímero de propileno que tiene una entalpía de fusión superior a 25 J/g y un punto

de fusión superior a 130 °C (d_2).

13. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero (d_1) está presente en una cantidad del 80 % en peso al 95 % en peso con respecto al peso total del material de polímero termoplástico.

5 14. Cable de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero (d_1) tiene una entalpía de fusión de 15 J/g a 10 J/g.

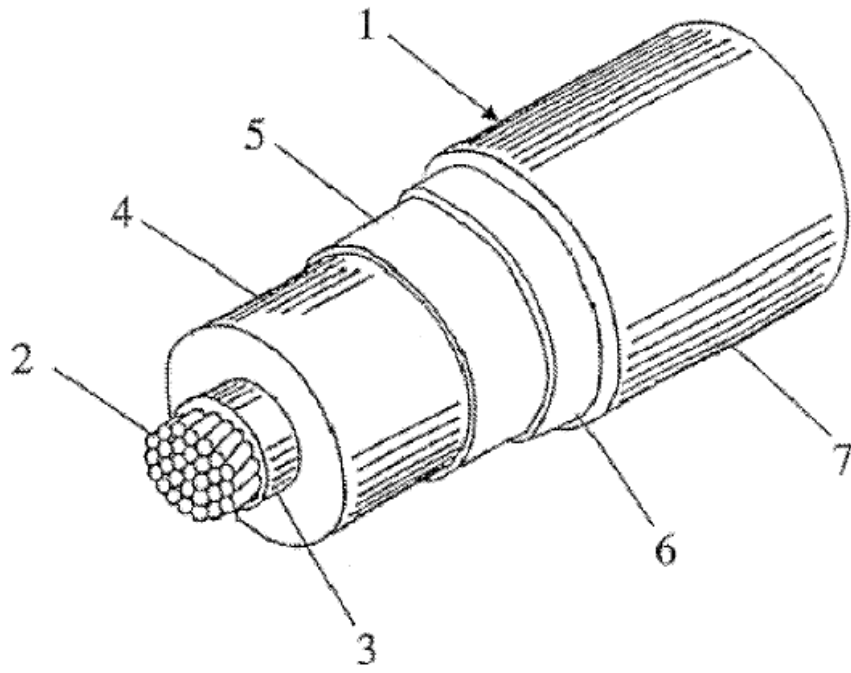


Fig. 1