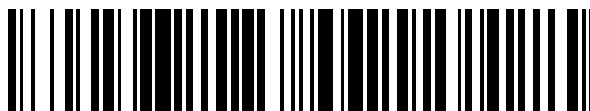


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 816**

51 Int. Cl.:  
**H01B 3/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09155274 .5**

96 Fecha de presentación: **16.03.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2230670**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.09.2010**

54 Título: **CABLE DE MEDIA TENSIÓN.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**06.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**06.03.2012**

73 Titular/es:  
**TRELLEBORG FORSHEDA BUILDING AB  
BOX 1004  
331 29 VARNAMO, SE**

72 Inventor/es:  
**Svensson, Panch**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 375 816 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 media tensión.

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un cable de media tensión que comprende un núcleo de cable conductor, una capa aislante para aislar el núcleo del cable, y un revestimiento aislante semiconductor, externo.

**Antecedentes de la invención**

Un cable para transmitir energía eléctrica de media tensión, es decir, 5-49 kV, comprende al menos un núcleo de cable conductor, que está cubierto por una capa de polímero para aislamiento. La capa de polímero normalmente comprende al menos tres capas:

- 10 a) una capa semiconductor interna, relativamente fina;
- b) una capa aislante relativamente gruesa, por fuera de la capa semiconductor interna; y
- c) una capa semiconductor externa, relativamente fina, que forma un revestimiento aislante, por fuera de la capa aislante.

15 El fin de las capas semiconductoras es distribuir el campo eléctrico a través de la capa aislante, sobre la superficie del cable, lo que reduce el riesgo de descarga disruptiva que daña la capa aislante. Para dichos fines, las capas semiconductoras deberían tener una resistividad volumétrica, medida de acuerdo con la norma ASTM D257, de 10 Ohm.cm a 20.000 Ohm.cm, que se usa como la definición de "semiconductor" a lo largo de esta descripción. Cualquier granulado o compuesto para formar dicha capa, por supuesto, puede tener una resistividad fuera de este intervalo, y ser aún viable para formar una capa semiconductor que tenga una resistividad dentro de este intervalo.

20 La capa de polímero, es decir, las capas aislante y semiconductor, deberían ser preferiblemente estables con el tiempo, y resistentes al calor y la humedad. Para algunas aplicaciones, y en algunos mercados, hay también una necesidad de cables que permitan que la capa semiconductor externa se separe del aislante. Dichos cables normalmente tienen un aislante de un copolímero de caucho de etileno-propileno (EPR), o de un homopolímero de polietileno reticulado (abreviado normalmente PEX o XLPE), puesto que se conocen y están fácilmente disponibles

25 varios polímeros adecuados para las capas semiconductoras, que presentan capacidad de separación de estos aislantes.

Hay algunos inconvenientes con los cables conocidos que tienen una capa semiconductor separable. Por ejemplo, el EPR es caro; generalmente cuesta aproximadamente el doble que el polietileno, y la extrusión de EPR consume más energía que la extrusión de PEX. Las capas aislantes de homopolímeros de PEX, por otro lado, son susceptibles de formación de arborescencia acuosa, puesto que están expuestas a humedad y altas tensiones con el tiempo, reduciendo de esta manera la esperanza de vida del cable y aumentando el riesgo de una descarga disruptiva. Esto se compensa en algún grado mediante la adición al aislante de retardantes de la arborescencia acuosa (WTR). Desafortunadamente, la extrusión de WTR-PEX puede ser problemática, puesto que muchos aditivos WTR son susceptibles de dejar depósitos en el equipo de procesamiento, aumentando de esta manera la frecuencia

30 necesaria de las paradas de producción para limpiar el equipo.

El material predominante para las capas semiconductoras separables sobre EPR y aislantes de PEX resistentes a la arborescencia acuosa es un copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA), mezclado con caucho de nitrilobutadieno (NBR) y negro de humo. "Strippable shields with Improved Thermal Stability and Faster Cable Extrusion Rate", 6<sup>th</sup> International Conference on Insulated Power Cables, JICABLE '03, describe el estado de la técnica actual respecto a compuestos semiconductores que pueden separarse de una aislante de polietileno reticulado, resistente a la arborescencia acuosa.

40

El documento EP 1176161 describe un alambre conductor revestido de una composición de una mezcla reticulada de polietileno con un copolímero de etileno - acrilato de alquilo.

45 El documento US 2006/052511 describe composiciones que comprenden terpolímeros de etileno - acrilato de etilo - monóxido de carbono.

**Compendio de la invención**

Un objeto de la presente invención es resolver, o al menos mitigar, en parte o en su totalidad, los problemas mencionados anteriormente. Para ello se proporciona un cable para transmitir energía eléctrica a una tensión entre 5 y 49 kV, comprendiendo el cable

- 50 un núcleo de cable conductor;
- una capa aislante para aislar el núcleo del cable, comprendiendo la capa aislante de 50 a 90% de

polietileno reticulado, y de 10 a 50% de al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilatos de alquilo y acetato de etilenvinilo; y

5 una pantalla semiconductora externa, que forma una capa externa sobre la capa aislante, y que comprende de 30 a 70% en peso de una composición (A) de al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono. Gracias a la invención, se puede proporcionar una pantalla semiconductora separable sobre un aislante de cable resistente a la arborescencia acuosa relativamente barata, sin los inconvenientes de los aditivos WTR.

Preferiblemente, la pantalla semiconductora externa presenta una adhesión a la capa aislante de 5 a 50 N/cm y, más preferiblemente, de 10 a 30 N/cm.

10 En una realización, el cable comprende una capa semiconductora interna entre el núcleo de cable conductor y la capa aislante, comprendiendo la capa semiconductora interna de 30 a 70% en peso de dicha composición (A). Usando esencialmente el mismo material para la capa semiconductora interna se puede simplificar la gestión del inventario, la mezcla de las composiciones y la extrusión.

15 Preferiblemente, dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono de dicha composición (A) comprende de 25 a 70% en peso de etileno; de 25 a 50% en peso de al menos un acrilato de alquilo; y de 5 a 25% en peso de monóxido de carbono. Se ha encontrado que estos intervalos proporcionan un nivel de adhesión adecuado.

20 Preferiblemente, un alquilo de dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono de dicha composición (A) es butilo, puesto que el etileno acrilato de butilo monóxido de carbono tiene una alta polaridad, dando como resultado, de esta manera, una alta capacidad de separación, estando fácilmente disponible en el mercado.

Preferiblemente, el polietileno del aislante es un polietileno de baja densidad (LDPE), puesto que estos han probado ser particularmente adecuados para aislantes de cable de media tensión.

25 En una realización preferida, la pantalla semiconductora externa comprende adicionalmente de 5 a 30% en peso de NBR; y de 30 a 40% en peso de negro de humo. El uso de una fracción sustancial de NBR en la pantalla semiconductora mejora su viscosidad y, de esta manera, la hace más fácil de extruir. Adicionalmente, añadiendo una cantidad de NBR seleccionada cuidadosamente, también puede ajustarse la adhesión de la capa semiconductora al aislante.

30 De acuerdo con otro aspecto de la invención, los problemas mencionados anteriormente se resuelven en parte o en su totalidad, o al menos se mitigan, mediante una mezcla de polímeros para preparar una pantalla semiconductora externa para un cable, comprendiendo la mezcla de 5 a 30% en peso de NBR; de 30 a 40% en peso de negro de humo; y de 30 a 70% en peso de una composición (A) de al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono. Gracias a la invención, puede proporcionarse una pantalla semiconductora separable que tiene buenas propiedades de extrusión, sobre un aislante de cable relativamente barato resistente a la arborescencia acuosa.

35 Preferiblemente, dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono de dicha composición (A) comprende de 25 a 70% en peso de etileno; de 25 a 50% en peso de al menos un acrilato de alquilo; y de 5 a 25% en peso de óxido de carbono.

40 Preferiblemente, un alquilo de dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono de dicha composición (A) es butilo.

### Breve descripción del dibujo

Lo anterior, así como los objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se entenderán mejor mediante la siguiente descripción detallada, ilustrativa y no limitante, de una realización preferida de la presente invención, con referencia al dibujo adjunto, en el que:

45 La Fig. 1 es una vista esquemática en sección de un cable de media tensión.

### Descripción detallada de las realizaciones ejemplares

50 La introducción describe brevemente el estado de la técnica actual en el campo de los aislantes resistentes a la arborescencia acuosa para revestimientos semiconductores separables. En el campo de los cables con capas semiconductoras no separables, por otro lado, la formación de arborescencia acuosa generalmente no es un problema, puesto que la composición de la capa aislante puede hacerse sin tener en cuenta la capacidad de separación de una capa semiconductora externa. Los aislantes de cables no separables normalmente comprenden un terpolímero de cualquiera de EVA (etileno-acetato de vinilo) o EEA (etileno-acrilato de etilo), y etileno. Dicho terpolímero no es susceptible de formar arborescencias acuosas aunque, por otro lado, da como resultado un revestimiento semiconductor unido permanentemente. Las descripciones detalladas sobre cómo pueden estar

compuestas dichas capas aislantes se dan en el documento EP 1916672 A1.

La Fig. 1 ilustra un cable de media tensión, es decir, un cable para aplicaciones de transmisión de energía eléctrica en el intervalo 5-49 kV. El cable 10 comprende un conductor central 12 fabricado de alambres 12' de cobre trenzado. Una primera capa semiconductora interna 14 está depositada directamente sobre el conductor 12. La capa semiconductora interna 14 sirve para suavizar la interfaz del conductor 12 hacia una capa aislante 16, que aísla eléctricamente el conductor 12 y la capa semiconductora interna 14 del potencial eléctrico (tierra) que rodea el cable 10. Una segunda capa semiconductora externa 18 está depositada sobre la capa aislante 16. La capa semiconductora externa 18 sirve para distribuir el campo eléctrico, que está presente a través del aislante 16 cuando se aplica una tensión al conductor 12, uniformemente sobre el área aislante. Pueden estar presentes por fuera de la capa semiconductora externa 18 capas 20 adicionales, tales como barreras para el agua y/o camisas para protección mecánica.

La capa semiconductora externa 18 puede separarse de la capa aislante 16, de manera que la capa semiconductora externa 18 puede retirarse de la capa aislante 16 sin dañar significativamente la superficie de la capa aislante 16, y sin dejar ningún residuo significativo de polímero semiconductor sobre la superficie de la capa aislante 16 después de la separación. El término separable, en esta descripción, se define como que tiene una adhesión de 5 a 50 N/cm, medida como la fuerza requerida para desprender una tira de la capa semiconductora externa 18, cortada a una anchura de 1 cm, desde la superficie del aislante 16, mientras se tira a una velocidad de 50 mm/min. Este método de medición se describe con más detalle en la norma de AFNOR NF C33-223. Idealmente, la adhesión debería estar, sin embargo, en el intervalo de 10 a 30 N/cm para una capacidad de separación óptima.

La capa aislante 16 consiste en un copolímero de LDPE-EEA que se forma por reticulación de un compuesto que consiste en aproximadamente 80% en peso de polietileno de baja densidad (LDPE), en el que la expresión "baja densidad" se define como que está dentro del intervalo 0,910 - 0,940 g/cm<sup>3</sup>, y 20% en peso de etileno-acrilato de etilo (EEA). Se usa un peróxido como agente de reticulación. El componente EEA contrarresta eficazmente la formación de arborescencias acuosas. Un ejemplo de un compuesto adecuado de etileno-acrilato de etilo consiste en 10% de etileno y 90% de acrilato de etilo. Un ejemplo de un LDPE adecuado es Borealis SuperCure LC8205R que, de hecho, está destinado para su uso con revestimientos aislantes unidos permanentemente. Sin embargo, aunque es menos preferido, en lugar de LDPE pueden usarse también otros tipos de polietilenos, por ejemplo polietileno de alta densidad (HDPE). El polietileno puede estar reticulado con otros componentes en lugar de, o en combinación con EEA, por ejemplo acrilato de etileno-butilo (EBA) y/u otros etileno-acrilatos de alquilo (EAA), y/o acetato de etilenvinilo (EVA) para aplicaciones que tienen requisitos menos exigentes respecto a la estabilidad térmica durante la vulcanización.

Las capas semiconductoras interna y externa 14, 18 consisten en una mezcla de 30% en peso de negro de humo, 20% en peso de caucho de nitrilo-butadieno (NBR), y 50% en peso de un terpolímero de etileno, acrilato de butilo, y monóxido de carbono (EBA-CO).

Un negro de humo adecuado para la composición semiconductora anterior es Vulcan XC500, de Cabot Corporation.

Preferiblemente, el NBR es un caucho de acrilonitrilo-butadieno que tiene un alto contenido, idealmente 35-50%, de acrilonitrilo (ACN). Un ejemplo de un NBR que es adecuado para la composición semiconductora anterior, y que tiene un contenido de ACN de 44%, es Perbunan 4456F, disponible en LAXNESS Deutschland GmbH. El NBR sirve para ajustar la viscosidad de la mezcla de caucho, haciéndolo de esta manera más fácil de extruir, aunque también contribuye a la capacidad de separación de la mezcla. Sin embargo, el EBA-CO es el ingrediente clave para la capacidad de separación, haciendo posible obtener un revestimiento semiconductor que puede separarse de un aislante que consiste en un copolímero de EVA y/o EAA, y PEX.

Un EBA-CO adecuado es un etileno acrilato de n-butilo monóxido de carbono (EnBA-CO), comercializado por Dupont con el nombre comercial Elvaloy HP661.

Una capa semiconductora formada a partir del compuesto de EnBA-CO, negro de humo y NBR descrito anteriormente en detalle, co-extruida sobre un aislante de LDPE-EEA de acuerdo con la descripción anterior en la presente memoria, presenta una adhesión de aproximadamente 18 N/cm. Variando los parámetros del proceso de extrusión y vulcanización, es posible variar algo esta adhesión; por supuesto, pueden obtenerse mayores variaciones variando las proporciones relativas de los constituyentes de la composición. EBA-CO, comparado por ejemplo con EVA, ofrece también una mayor resistencia al calor durante la vulcanización, permitiendo de esta manera una extrusión más rápida, que conduce a una mayor velocidad de producción y un menor coste por metro de cable producido.

En lugar de, o en combinación con EBA-CO, aunque algo menos preferido debido al mayor coste o la menor disponibilidad en el mercado, pueden usarse también otros copolímeros de etileno-acrilato de alquilo monóxido de carbono (EAA-CO) para conseguir una capa semiconductora separable. Preferiblemente, el EAA-CO comprende al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono. Preferiblemente, dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono comprende de 25 a 70% en peso de etileno; de 25 a 50% en peso de al menos un

5 acrilato de alquilo; y de 5 a 25% en peso de óxido de carbono. Los alquilos que son particularmente preferidos para su uso en un compuesto EAA-CO que se va a usar en capas semiconductoras que pueden separarse de aislantes de copolímero de los tipos mencionados son, por ejemplo, metilo, etilo, propilo, butilo, pentilo y hexilo, de los cuales metilo, etilo y butilo son más preferidos, y butilo es el más preferido, puesto que es relativamente muy polar y está fácilmente disponible a un coste razonable.

La invención se ha descrito principalmente anteriormente con referencia a unas pocas realizaciones. Sin embargo, como apreciará fácilmente un experto en la materia, otras realizaciones distintas de las descritas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la invención, como se define por las reivindicaciones de patente adjuntas.

10 Por ejemplo, NBR, aunque contribuye a la capacidad de separación en algún grado, no es un componente esencial en un revestimiento semiconductor separable. No obstante, es preferido porque mejora las propiedades de extrusión, tales como la viscosidad, de la composición.

Obviamente, también pueden usarse otros tipos de negro de humo distintos de Vulcan XC500 para obtener la resistividad correcta de la capa semiconductor, aunque puede ser necesario ajustar la fracción de negro de humo en el material semiconductor en consecuencia.

15 La mezcla semiconductor de polímeros descrita en detalle anteriormente en la presente memoria puede aplicarse también a otras composiciones aislantes distintas de las descritas en detalle anteriormente; se obtiene capacidad de separación también cuando se aplica a aislantes de homopolímeros de EPR y/o polietileno.

**REIVINDICACIONES**

1. Un cable para transmitir energía eléctrica a una tensión entre 5 y 49 kV, que comprende un núcleo de cable conductor (12);  
estando caracterizado el cable por
- 5 una capa aislante (16) para aislar el núcleo del cable (12), comprendiendo la capa aislante (16) de 50 a 90% de polietileno, y  
de 10 a 50% de al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilatos de alquilo y acetato de etilenvinilo; y
- 10 una pantalla semiconductora externa (18), que forma una capa externa sobre la capa aislante (16), y que comprende de 30 a 70% en peso de una composición (A) de al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono.
2. Un cable de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pantalla semiconductora externa (18) presenta una adhesión a la capa aislante (16) de 5 a 50 N/cm y, más preferiblemente, de 10 a 30 N/cm.
- 15 3. Un cable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente una capa semiconductora interna (14) entre el núcleo de cable conductor (12) y la capa aislante (16), comprendiendo la capa semiconductora interna (14) de 30 a 70% en peso de dicha composición (A).
4. Un cable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono, de dicha composición (A), comprende
- 20 de 25 a 70% en peso de etileno;  
de 25 a 50% en peso de al menos un acrilato de alquilo; y  
de 5 a 25% en peso de monóxido de carbono.
5. Un cable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un alquilo de dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono, de dicha composición (A), es butilo.
- 25 6. Un cable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho polietileno es un polietileno de baja densidad.
7. Un cable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pantalla semiconductora externa (18) comprende adicionalmente
- 30 de 5 a 30% en peso de NBR; y  
de 30 a 40% en peso de negro de humo.
8. Una mezcla de polímeros para preparar una pantalla semiconductora externa para un cable, que comprende
- de 5 a 30% en peso de NBR;
- 35 de 30 a 40% en peso de negro de humo; y  
de 30 a 70% en peso de una composición (A) de al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono.
9. Una mezcla de polímeros de acuerdo con la reivindicación 8, en la que dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono, de dicha composición (A), comprende
- 40 de 25 a 70% en peso de etileno;  
de 25 a 50% en peso de al menos un acrilato de alquilo; y  
de 5 a 25% en peso de óxido de carbono.

10. Una mezcla de polímeros de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-9, en el que un alquilo de dicho al menos un copolímero seleccionado entre el grupo que consiste en etileno-acrilato de alquilo monóxidos de carbono, de dicha composición (A), es butilo.

Fig. 1

