

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 472 697**

51 Int. Cl.:

C08K 5/54 (2006.01)

C08L 43/04 (2006.01)

H01B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2011 E 11161487 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.05.2014 EP 2508558**

54 Título: **Composición de polímero reticulable de silano**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.07.2014

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)
Wagramerstrasse 17-19
1220 Vienna , AT**

72 Inventor/es:

**SULTAN, BERNT-ÅKE;
DAHLEN, KRISTIAN;
ANKER, MARTIN;
NYLANDER, PERRY y
FAGRELL, OLA**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 472 697 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

Composición de polímero reticulable de silano

La presente invención se refiere a una composición de polímero que comprende una poliolefina reticulable de silano con grupos silano hidrolizables, a un uso de la composición de polímero para producir un artículo, preferiblemente una capa de un cable, a un procedimiento para producir un artículo, preferiblemente un cable que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que comprende dicha composición de polímero, además de un cable reticulable y reticulado que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que comprende dicha composición de polímero.

En aplicaciones de alambre y cable (AyC) un cable típico comprende un conductor rodeado por una o más capas de materiales poliméricos. Los cables se producen comúnmente extruyendo las capas en un conductor. Una o más de dichas capas se reticulan a menudo para mejorar, entre otros, la resistencia de deformación a temperaturas elevadas, además de resistencia mecánica y/o resistencia química, de la(s) capa(s) del cable. El reticulado de los polímeros puede efectuarse, por ejemplo, por reacción de radical libre usando irradiación o usando un agente de reticulado que es un agente generador de radicales libres; o por medio de grupos silano hidrolizables presentes en el polímero usando un catalizador de condensación en presencia de agua.

El cable de alimentación se define por ser un cable que transfiere energía que opera a cualquier nivel de voltaje. El voltaje aplicado al cable de alimentación puede ser alterno (CA), directo (CD) o transitorio (impulso). Además, los cables de alimentación se indican típicamente según su nivel de voltaje de operación, por ejemplo, un cable de alimentación de bajo voltaje (BV), medio voltaje (MV), alto voltaje (AV) o voltaje extra-alto (EAV), cuyos términos se conocen bien. El cable de alimentación de BV opera típicamente a voltajes de menos de 3 kV. Los cables de alimentación de MV y AV operan a niveles de voltaje superiores y en diferentes aplicaciones que los cables de BV. Un cable de alimentación de MV típico, normalmente opera a voltajes de 3 a 36 kV, y un cable de alimentación de AV típico a voltajes superiores a 36 kV. El cable de alimentación de EAV opera a voltajes que son incluso mayores que los usados típicamente para las aplicaciones de cable de alimentación de AV. El cable de alimentación de BV y en algunas realizaciones los cables de alimentación de medio voltaje (MV), normalmente comprenden un conductor rodeado al menos por una capa semiconductor interna, una capa aislante y una capa semiconductor externa, en ese orden.

Los materiales curados de silano se usan hoy principalmente como capa aislante en cables de bajo voltaje y como capa aislante y semiconductor en cables de medio y en alguna extensión también para alto voltaje. Otras áreas de aplicación adecuadas son aislamiento de alambre automotriz y de aparatos, aislamiento de cable de comunicación y como compuestos de recubrimiento para cables de comunicación y alimentación. El material también es adecuado para tuberías, artículos moldeados por inyección y películas.

En caso de que la composición de polímero sea reticulable por medio de grupos silano hidrolizables, entonces los grupos silano hidrolizables pueden introducirse en el polímero por copolimerización de un monómero, por ejemplo, una olefina, junto con un grupo silano que contiene un co-monómero o injertando un compuesto que contiene grupos silano a un polímero. El injerto es una modificación química del polímero por adición de un compuesto que contiene grupos silano normalmente en una reacción radical. Dichos co-monómeros y compuestos que contienen grupos silano se conocen bien en el campo y, por ejemplo, están disponibles comercialmente. Los grupos silano hidrolizables se reticulan entonces típicamente mediante hidrólisis y posterior condensación en presencia de un catalizador de condensación de silanol y H₂O de una manera conocida en la técnica. Las técnicas de reticulado de silano se conocen y se describen en los documentos US 4.413.066, US 4.297.310, US 4.351.876, US 4.397.981, US 4.446.283 y US 4.456.704.

Los co-polímeros reticulables de silano usados en aplicaciones AyC, especialmente en aplicaciones de cable donde el espesor de la capa aislante excede los 0,7 mm, tienen típicamente un caudal de fusión determinado según la norma ISO 1133 a 190°C y una carga de 2,16 kg (MFR₂) de aproximadamente 1,0 g/10 min o más. El tiempo de reticulado de dicha capa es relativamente largo y por lo tanto el reticulado de silano de dichos cables se lleva a menudo a cabo a elevadas temperaturas en la denominada sauna o baño de agua.

El documento EP193317 de Borealis describe una composición de polímero reticulable de silano que comprende copolímeros de etileno con 0,1-5% en peso de co-monómero de silano hidrolizable (en ejemplos 5,5-0,08% en peso) y un compuesto de silano que tiene un grupo silano hidrolizable para evitar la reacción de condensación en el extrusor y la consiguiente irregularidad de la superficie. El MFR de los polímeros no se especifica.

El documento EP1528574 de Borealis describe una poliolefina con grupos polares para aplicaciones de cable de alimentación de BV con propiedades de adhesión y mecánicas mejoradas y fácil capacidad de procesado. Los polímeros pueden ser reticulables por peróxido o silano, ambos ejemplificados. En la parte experimental los polímeros que contienen grupos silano hidrolizables tienen un MFR₂ entre 0,8-4,5 g/10 min y contenido en silano entre 0,23-0,43% en moles. La presencia o ausencia de un retardante del pre-vulcanizado no se ha especificado. El documento EP1824926 de Borealis describe una composición de polímero que comprende un polietileno reticulable de silano con compuestos de silano hidrolizables (contenido en silano de 0,1-10% en peso) y que tiene un valor

específico de parámetro de ramificación (g'). La composición de polímero tiene una ventaja que en las aplicaciones AyC la necesidad de precalentar el conductor o un tubo en la boquilla puede minimizarse o evitarse. Los polímeros usados en los ejemplos del documento EP '926 tienen un MFR_2 entre 0,9-2,0 g/10 min y un contenido en silano de 1,3 o 1,8% en peso. El documento WO2009059670 de Dow está enfocado a un catalizador basado en estaño para reticular polímeros que contienen grupos silano hidrolizables. Los polímeros que contienen grupos silano especificados en los ejemplos tienen un MFR_2 de 0,9 y 7 g/10 min y un contenido en silano de 1,3, y, respectivamente, de 1,8% en peso.

El objeto de la presente invención es proporcionar una composición de polímero reticulable de silano adicional con un equilibrio de propiedad que por ejemplo permite mejorar la etapa de reticulado en una producción de artículo, preferiblemente en una producción de cable de alimentación, y particularmente en una producción de cable de BV, MV y AV, donde se necesita condiciones de reticulado más exigentes y/o más tiempo debido al espesor de la capa aislante.

Descripción de la invención

Por consiguiente, la presente invención proporciona una composición de polímero que comprende

- una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un caudal de fusión, MFR_2 , de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
- un compuesto retardante del pre-vulcanizado.

La composición de polímero de la invención como se define anteriormente o posteriormente se denomina en esta memoria también brevemente como "composición de polímero". Como los componentes de la composición de polímero, la poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables se denomina en esta memoria también de forma intercambiable como "poliolefina (a) que porta grupo(s) silano hidrolizable", "poliolefina (a) que porta grupo(s) silano" o brevemente como "poliolefina (a)" y el compuesto retardante del pre-vulcanizado como compuesto RP. Al menos la poliolefina (a) de la composición de polímero es reticulable.

La poliolefina (a) de la invención con MFR reducido proporciona en presencia de un catalizador de condensación de silanol un comportamiento de reticulado sorprendentemente mejorado de la composición de polímero reticulable de silano. Por ejemplo, la velocidad de reticulado de la composición de polímero de la invención, que puede expresarse como la bien conocida propiedad de elongación en caliente, se aumenta marcadamente en comparación a la composición de polímero reticulable de silano que comprende una poliolefina con un MFR_2 convencional (de 1,0 g/10 min o más). Además, la composición de polímero reticulado en silano de la invención tiene un sorprendentemente bajo, es decir, mejorado, valor final de elongación en caliente (cuando se mide como se describe posteriormente en "Métodos de determinación"). Además, cuando la poliolefina (a) se combina con el compuesto RP de la invención, entonces sorprendentemente la alta velocidad de reticulado puede mantenerse en esencialmente el mismo nivel que sin usar el compuesto RP. Esto es impredecible en vista de la técnica anterior, ya que hay típicamente una disminución en la velocidad de reticulado, cuando un compuesto RP se usa en una composición de polímero reticulable de silano convencional. Por consiguiente, la poliolefina (a) puede combinarse con compuesto RP sin sacrificar la velocidad de reticulado y sin sacrificar el valor en caliente final. Como resultado las condiciones de reticulado pueden suavizarse y/o reducirse el tiempo de reticulado. Por ejemplo, los cables de BV, MV o AV que comprenden una capa aislante gruesa de la composición de polímero de la invención pueden reticularse, si se desea, a temperaturas ambiente y/o a menor tiempo. Como resultado el procedimiento de producción de cable puede efectuarse de una manera simplificada y con ahorro de costes. La invención es particularmente preferible, por ejemplo, para un cable de alimentación de BV cuando el espesor de la capa aislante excede los 0,7 mm, por ejemplo, excede hasta 3 mm. Sin embargo, también en caso de capas aislantes más gruesas que son típicas para cables de alimentación de MV o AV, la composición de polímero de la invención acelera el reticulado del cable de alimentación de MV o AV incluso cuando se efectúa en sauna o un baño de agua. La invención también es ventajosa para aislamientos más delgados, por ejemplo, para alambres de aparatos y automotrices en que el espesor de aislamiento está comúnmente por debajo de 0,7 mm. Estos alambres se curan rápidamente en condiciones ambiente. Finalmente, los componentes de la composición de polímero pueden extrudirse de forma viable para formar una capa de un cable que se reticula entonces en menos tiempo y/o condiciones más suaves para obtener un cable reticulado con propiedades superficiales muy buenas. Las propiedades mencionadas anteriormente se miden usando métodos descritos en "Métodos de determinación".

La poliolefina (a) de la composición de polímero tiene preferiblemente un MFR_2 de 0,15 a 0,75 g/10 min, más preferiblemente de 0,15 a 0,70 g/10 min, más preferiblemente de 0,20 a 0,65 g/10 min, más preferiblemente de 0,25 a 0,65 g/10 min, incluso más preferiblemente de 0,3 a 0,60 g/10 min. Subgrupos y realizaciones preferibles adicionales del componente de poliolefina (a) de la invención se describen bajo "poliolefina (a)".

En una realización preferible la composición de polímero tiene una elongación en caliente de 180%, más preferiblemente de menos que 150%, más preferiblemente de menos que 130%, más preferiblemente de menos que 100%, cuando se mide según el "Ensayo de elongación en caliente" usando una muestra de cable reticulado como se describe en "Métodos de determinación" después de reticular la muestra en agua a 90°C durante 20 horas.

Inesperadamente en la presente invención, también la cantidad de las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables de la poliolefina (a) con bajo MFR_2 puede reducirse en presencia del compuesto RP mientras se alcanzan aún las propiedades ventajosas de la invención. Además, la reducción de la cantidad del(de los) grupo(s) silano hidrolizables sorprendentemente mejora la estabilidad de almacenaje en términos de propiedades mecánicas.

5 La estabilidad de almacenaje de las propiedades mecánicas se indica en esta memoria, por ejemplo, como propiedad de elongación de ruptura menos disminuida después del envejecimiento (medido como se describe posteriormente en "Métodos de determinación"). Esta realización puede ser muy deseable debido a la posibilidad de reducir el número de unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables. Por consiguiente, en una realización más preferible de la invención, la poliolefina (a) de la composición de polímero tiene unidades que contienen grupo(s)
10 silano hidrolizables en una cantidad de 0,010 a 0,15 mol/kg de poliolefina (a), cuando se mide según "El contenido de grupo(s) silano hidrolizables" como se describe en "Métodos de determinación". El intervalo 0,010 a 0,15 mol/kg de poliolefina (a) corresponde a 0,2 a 2,2% en peso de unidades derivadas de viniltrimetoxisilano en base a la cantidad total de la poliolefina (a).

15 La cantidad de las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables presente en la poliolefina (a) es más preferiblemente de 0,020 a 0,135 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,025 a 0,11 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,030 a 0,10 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,030 a 0,095 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,035 a 0,085 mol/kg de poliolefina (a). Dependiendo de las aplicaciones finales, incluso cantidades tan bajas de las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables presentes en la poliolefina (a) como de 0,034 a 0,080 mol/kg de poliolefina (a), tal como de 0,040 a 0,075 mol/kg de poliolefina (a)
20 pueden desearse y podrían ser entonces preferibles.

Preferiblemente, y particularmente preferiblemente en la realización anterior, donde la poliolefina (a) de composición de polímero contiene unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables como se define anteriormente, la composición de polímero tiene preferiblemente una elongación de ruptura de 250% o más, preferiblemente de 300%
25 o más, preferiblemente de 330% o más, preferiblemente de 350% o más, más preferiblemente de 370 a 700%, más preferiblemente de 380 a 700%, cuando se mide a partir de una muestra de cable reticulado después de reticular la muestra a condiciones ambiente durante 21 días según "Determinación de propiedades mecánicas antes y después de envejecimiento termo-oxidativo" como se describe posteriormente en "Métodos de determinación". En la definición anterior la elongación de ruptura se mide sin efectuar el envejecimiento termo-oxidativo de la muestra de cable.

30 Una unidad que contiene grupo(s) silano preferible presente en la poliolefina (a) es un compuesto de silano de fórmula (I) como se define posteriormente en "Poliolefina (a)". Incluso más preferiblemente la unidad que contiene grupo(s) silano hidrolizables presente en la poliolefina (a) es un compuesto de silano de fórmula (II) como se define posteriormente en "Poliolefina (a)" que incluye los subgrupos y realizaciones preferibles de la misma.

El componente de compuesto RP de la composición de polímero se describe más tarde (en "Compuesto RP") en
35 más detalle incluyendo los subgrupos y realizaciones preferibles del mismo.

La composición de polímero de la invención es altamente útil para producir un artículo, preferiblemente al menos una capa de un cable. Además, la poliolefina (a) de la composición de polímero en la capa formada está reticulada lo más preferiblemente antes del uso final del cable. El reticulado se realiza en presencia de catalizador de condensación de silanol y agua. Por consiguiente, las unidades que contienen grupo(s) silano presentes en la poliolefina (a) se hidrolizan bajo la influencia de agua en presencia del catalizador de condensación de silanol que da
40 por resultado la separación de alcohol y la formación de grupos silanol, que se reticulan entonces en una reacción de condensación posterior en donde el agua se separa y se forman uniones Si-O-Si entre otros grupos silano hidrolizados presentes en dicha poliolefina (a). La composición de polímero reticulado tiene una red típica, entre otros, retículos de interpolímero (puentes), como se conoce bien en el campo. Los catalizadores de condensación de silanol útiles para la presente invención son o bien conocidos o están disponibles comercialmente, o pueden producirse según a o de forma análogo a una bibliografía descrita en el campo.

Por consiguiente, se prefiere que la composición de polímero comprenda además un catalizador de condensación de silanol. En este contexto, significa que la composición de polímero puede comprender el catalizador de condensación de silanol antes de usarse para formar un artículo, preferiblemente una capa de cable o el compuesto catalizador de condensación de silanol puede introducirse en la composición de polímero después de la formación del artículo, preferiblemente capa de cable, por ejemplo, durante la etapa de reticulado del artículo formado,
50 preferiblemente cable formado.

El catalizador de condensación de silanol, se selecciona preferiblemente a partir de carboxilatos de metales, tal como estaño, zinc, hierro, plomo y cobalto; a partir de un compuesto de titanio que porta un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted (preferiblemente como se describe en la Solicitud EP núm. EP10166636.0, aún no publicada, e incluida en esta memoria como referencia), a partir de bases orgánicas; a partir de ácidos inorgánicos; y a partir de ácidos orgánicos; más preferiblemente a partir de carboxilatos de metales, tales como estaño, zinc, hierro, plomo y cobalto, a partir de compuesto de titanio que porta un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted como se define anteriormente o a partir de ácidos orgánicos. El catalizador de condensación de silanol se selecciona más
60 preferiblemente a partir de DBTL, DOTL, particularmente DOTL; compuesto de titanio que porta un grupo

hidrolizable a un ácido de Brönsted como se define anteriormente; o un ácido sulfónico orgánico aromático, que es preferiblemente un ácido sulfónico orgánico que comprende el elemento estructural:



- 5 en donde Ar es un grupo arilo que puede estar sustituido o no sustituido, y si está sustituido, entonces preferiblemente con al menos un grupo hidrocarbilo de hasta 50 átomos de carbono, y x es al menos 1; o un precursor del ácido sulfónico de fórmula (II) que incluye un anhídrido de ácido del mismo o un ácido sulfónico de fórmula (II) que se ha provisto con un(os) grupo(s) protector(es) hidrolizable(s), por ejemplo, un grupo acetilo que es eliminable por hidrólisis. Dichos ácidos sulfónicos orgánicos se describen por ejemplo, en el documento EP736065, o de forma alternativa, en los documentos EP1309631 y EP1309632.
- 10 El catalizador de condensación de silanol preferido es un ácido sulfónico aromático, más preferiblemente el ácido sulfónico orgánico aromático de fórmula (II). Dicho ácido sulfónico preferido de fórmula (II) como el catalizador de condensación de silanol puede comprender la unidad estructural según la fórmula (II) una o varias veces, por ejemplo, dos o tres veces (como una unidad de repetición (II)). Por ejemplo, dos unidades estructurales según la fórmula (II) pueden unirse la una a la otra por medio de un grupo puente tal como un grupo alqueno.
- 15 Más preferiblemente, el ácido sulfónico aromático orgánico de fórmula (II) como el catalizador de condensación de silanol preferido tiene de 6 a 200 átomos de C, más preferiblemente de 7 a 100 átomos de C.
- 20 Más preferiblemente, en el ácido sulfónico de fórmula (II) como el catalizador de condensación de silanol preferido, x es 1, 2 o 3, y más preferiblemente x es 1 o 2. Más preferiblemente, en el ácido sulfónico de fórmula (II) como el catalizador de condensación de silanol preferido, Ar es un grupo fenilo, un grupo naftaleno o un grupo aromático que comprende tres anillos condensados tal como fenantreno y antraceno. Ejemplos no limitantes de los compuestos de ácido sulfónico incluso más preferibles de fórmula (II) son ácido p-toluensulfónico, ácido 1-naftalensulfónico, ácido 2-naftalensulfónico, p-toluensulfonato de acetilo, acetilmetano-sulfonato, ácido dodecilbencenosulfónico, octadecanoilmetanosulfonato y ácido tetrapropilbencenosulfónico; cada uno de los cuales independientemente puede estar sustituido adicionalmente.
- 25 El ácido sulfónico incluso más preferido de fórmula (II) está sustituido, es decir, Ar es un grupo arilo que está sustituido con al menos un grupo hidrocarbilo de C1 a C30. En este subgrupo más preferible del ácido sulfónico de fórmula (II), es preferible además que Ar sea un grupo fenilo y x sea al menos uno (es decir, el fenilo está sustituido con al menos un $-\text{S}(=\text{O})_2\text{OH}$), más preferiblemente x es 1, 2 o 3; y más preferiblemente x es 1 o 2 y Ar es fenilo que está sustituido con al menos un grupo hidrocarbilo C3-20. El ácido sulfónico (II) más preferido como el catalizador de condensación de silanol es ácido tetrapropilbencenosulfónico y ácido dodecilbencenosulfónico, más preferiblemente ácido dodecilbencenosulfónico.
- 30 La cantidad del catalizador de condensación de silanol es típicamente 0,00001 a 0,1 mol/kg de composición de polímero, preferiblemente 0,0001 a 0,01 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente 0,0005 a 0,005 mol/kg de composición de polímero. La elección del catalizador y la cantidad factible del mismo depende de la aplicación final y está dentro de las capacidades de un experto.
- 35 La composición de polímero puede contener componente(s) adicional(es), tales como componente(s) de polímero adicional(es), como compuesto(s) termoplástico(s) miscible(s); aditivo(s), tal como antioxidante(s), estabilizador(es) adicional(es), por ejemplo, retardante(s) de arborescencia higroscópica; lubricante(s), agente(s) espumante(s) o colorante(s); relleno(s), como un relleno conductor.
- 40 La cantidad total de componente(s) de polímero adicional(es), si está(n) presente(s), es típicamente hasta 60% en peso, preferiblemente hasta 50% en peso, preferiblemente hasta 40% en peso, más preferiblemente de 0,5 a 30% en peso, preferiblemente de 0,5 a 25% en peso, más preferiblemente de 1,0 a 20% en peso, en base a la cantidad total de la composición de polímero.
- 45 La cantidad total de aditivo(s), si está(n) presente(s), es generalmente de 0,01 a 10% en peso, preferiblemente de 0,05 a 7% en peso, más preferiblemente de 0,2 a 5% en peso, en base a la cantidad total de la composición de polímero.
- 50 En cuanto a aditivos, la composición de polímero comprende preferiblemente antioxidante(s), preferiblemente antioxidante(s) neutro(s) o ácido(s) que comprende(n) preferiblemente un(os) grupo(s) de fenol impedido(s) estéricamente o grupo(s) de azufre alifático(s). Ejemplos de antioxidantes adecuados para la estabilización de poliolefinas que contienen grupos silano hidrolizables que están reticulados con un catalizador de condensación de silanol, en particular un catalizador de condensación de silanol ácido, se describen en el documento EP 1254923. Otros antioxidantes preferidos se describen en el documento WO 2005003199A1. Preferiblemente, el antioxidante está presente en la composición en una cantidad de 0,01 a 3% en peso, más preferiblemente 0,05 a 2% en peso, y lo más preferiblemente 0,08 a 1,5% en peso, en base a la cantidad total de la composición de polímero.

- En cuanto a aditivos adicionales, la composición de polímero puede comprender un colorante que se añade entonces típicamente a la composición en forma de una mezcla madre de color. Dichas mezclas madre de color pueden estar disponibles comercialmente o pueden prepararse de una manera convencional combinando el colorante con un medio de transporte. La cantidad de mezcla madre colorante, si está presente, es preferiblemente hasta 5% en peso, más preferiblemente de 0,1 a 3% en peso, en base a la cantidad total de la composición de polímero. Además, la composición de polímero puede comprender un(os) relleno(s), por ejemplo, un relleno conductor, tal como un negro de carbono conductor, si se usan como composiciones semiconductoras; o un(os) relleno(s) retardante(s) de llama, tales como hidróxido de magnesio o aluminio, si se usa como composición retardante de llama; o un(os) relleno(s) protector(es) de UV, tal como negro de carbono UV o estabilizador de UV, si se usa como composición estabilizadora de UV; o cualquier combinación(ones) de los mismos. La cantidad del relleno en general depende de la naturaleza del relleno y la aplicación final deseada, como es evidente para un experto. Por ejemplo, cuando la composición de polímero comprende relleno conductor, entonces la cantidad del mismo es de hasta 65% en peso, preferiblemente de 5 a 50% en peso, en base a la cantidad total de la composición de polímero.
- La cantidad de poliolefina (a) en la composición de polímero de la invención es típicamente de al menos 35% en peso, preferiblemente de al menos 40% en peso, preferiblemente de al menos 50% en peso, preferiblemente de al menos 75% en peso, más preferiblemente de 80 a 100% en peso, y más preferiblemente de 85 a 100% en peso, en base a la cantidad total del(de los) componente(s) de polímero presente(s) en la composición de polímero. La composición de polímero preferida consiste en poliolefina (a) como el único componente de polímero. La expresión significa que la composición de polímero no contiene componentes de polímero adicionales, sino la poliolefina (a) como el único componente de polímero. Sin embargo, se va a entender en esta memoria que la composición de polímero puede comprender componente(s) adicional(es) distinto(s) del componente de poliolefina (a), tal como aditivo(s) que puede(n) añadirse opcionalmente en una mezcla con un polímero de transporte en una denominada mezcla madre.
- La cantidad del compuesto RP de la composición de polímero es típicamente al menos 0,001 mol/kg de composición de polímero, preferiblemente 0,001 a 0,2 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente de 0,005 a 0,15 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente de 0,01 a 0,1 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente de 0,02 a 0,08 mol/kg de composición de polímero y lo más preferiblemente de 0,02 a 0,05 mol/kg de composición de polímero.
- La invención proporciona además un artículo, preferiblemente un cable que comprende un conductor rodeado de al menos una capa que comprende una composición de polímero de la invención que comprende
- una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente,
- preferiblemente un cable de alimentación seleccionado de
- un cable (A) que comprende un conductor rodeado por al menos una capa aislante que comprende una composición de polímero de la invención que comprende
 - una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente, o
 - un cable (B) que comprende un conductor rodeado por una capa semiconductor interna, una capa aislante y una capa semiconductor externa, en donde al menos una capa, preferiblemente al menos la capa aislante, comprende una composición de polímero de la invención que comprende
 - una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente. El cable de la invención se describe posteriormente en más detalle en "Uso final de la composición de polímero".
- Las siguientes realizaciones, propiedades y subgrupos preferibles de los componentes, a saber poliolefina (a) y el compuesto RP, son independientemente generalizables de manera que pueden usarse en cualquier orden o combinación para definir adicionalmente las realizaciones preferibles de la composición de polímero y el cable de la invención. Además, a menos que se afirme otra cosa, es evidente que las descripciones de poliolefina (a) dadas se aplican a la poliolefina antes del reticulado opcional.

Poliolefina (a) (= poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables)

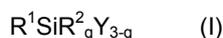
Donde en esta memoria se denomina como una "poliolefina", tal como polietileno, se pretende significar tanto un homopolímero como un copolímero de una olefina, tal como un homopolímero y copolímero de etileno.

5 Los grupos silano hidrolizables pueden introducirse en la poliolefina de poliolefina (a) por copolimerización de un monómero de olefina, por ejemplo etileno, con al menos un co-monómero que contiene grupo(s) silano o injertando un compuesto que contiene grupo(s) silano a la poliolefina. El injerto se efectúa preferiblemente por reacción radical, por ejemplo, en presencia de un agente formador de radicales (tal como peróxido). Ambas técnicas se conocen bien en la técnica.

10 Preferiblemente, la poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables es un copolímero de una olefina con un co-monómero que porta grupo(s) silano hidrolizables y, opcionalmente, con uno o más co-monómero(s) distinto(s); o es un homopolímero o copolímero de una olefina en donde las unidades que contienen grupo(s) silano se introducen por injerto al polímero de poliolefina.

Como se sabe bien "co-monómero" se refiere a unidades de co-monómero copolimerizables.

15 El co-monómero que contiene grupo(s) silano para copolimerizar grupos silano o el compuesto que contiene grupo(s) silano para injertar grupos silano para producir poliolefina (a) es preferiblemente un compuesto de silano insaturado representado por la fórmula



en donde

R^1 es un grupo hidrocarbilo, hidrocarbiloxi o (met)acriloxi-hidrocarbilo etilénicamente insaturado,

20 cada R^2 es independientemente un grupo hidrocarbilo saturado alifático,

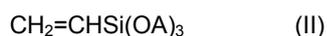
Y que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y

q es 0, 1 o 2.

25 Ejemplos especiales del compuesto de silano insaturado son aquellos en donde R^1 es vinilo, alilo, isopropenilo, butenilo, ciclohexanilo o gamma-(met)acriloxipropilo; Y es metoxi, etoxi, formiloxi, acetoxi, propioniloxi o un grupo alquil o arilamino; y R^2 , si está presente, es un grupo metilo, etilo, propilo, decilo o fenilo.

Compuestos de silano adecuados adicionales son, por ejemplo, gamma-(met)acriloxipropil-trimetoxisilano, gamma(met)acriloxipropil-trietoxisilano y vinil-triacetoxisilano, o combinaciones de dos o más de los mismos.

Un compuesto de silano insaturado preferido se representa por la fórmula



30 en donde cada A es independientemente un grupo hidrocarbilo que tiene 1 a 8 átomos de carbono, preferiblemente 1 a 4 átomos de carbono.

Compuestos preferidos son vinil-trimetoxisilano, vinil-bismetoxietoxisilano, vinil-trietoxisilano.

35 Como se menciona anteriormente, la cantidad de las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables presente en la poliolefina (a) es preferiblemente de 0,010 a 0,15 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,020 a 0,135 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,025 a 0,11 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,030 a 0,10 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,030 a 0,095 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,035 a 0,085 mol/kg de poliolefina (a). Dependiendo de las aplicaciones finales, incluso cantidades tan bajas de las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables presentes en la poliolefina (a) como de 0,034 a 0,080 mol/kg de poliolefina (a), tal como de 0,040 a 0,075 mol/kg de poliolefina (a) pueden desearse y podrían entonces preferirse.

40 Una poliolefina adecuada para la poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables puede ser cualquier poliolefina, tal como cualquier poliolefina convencional, que puede usarse para producir una capa de cable de un cable de la presente invención. Por ejemplo, dichas poliolefinas convencionales adecuadas son como se conocen bien y pueden estar, por ejemplo, disponibles comercialmente o pueden prepararse según o de forma análoga a procedimientos de polimerización conocidos descritos en la bibliografía química.

45 La poliolefina (a) para la composición de polímero se selecciona preferiblemente a partir de un polipropileno (PP) o polietileno (PE), preferiblemente a partir de un polietileno, que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables.

En caso de que una poliolefina (a) sea un copolímero de etileno con al menos un co-monómero distinto de co-monómero que contiene grupo(s) silano (denominado en esta memoria también brevemente como “otro co-monómero”) y en donde las unidades que contienen grupo(s) silano se incorporan por injerto o copolimerización con un co-monómero que contiene grupo(s) silano, entonces dicho otro co-monómero adecuado se selecciona de co-monómero(s) no polar(es) o co-monómero(s) polar(es), o cualquier mezcla de los mismos. Otros co-monómeros no polares y co-monómeros polares preferibles se describen posteriormente en relación a polietileno producido en un procedimiento a alta presión.

La poliolefina (a) preferible es un polietileno producido en presencia de un catalizador de polimerización de olefina o un polietileno producido en un procedimiento a alta presión y que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables.

“Catalizador de polimerización de olefina” significa en esta memoria preferiblemente un catalizador de coordinación convencional. Se selecciona preferiblemente de un catalizador de Ziegler-Natta, catalizador de sitio único cuyo término comprende un metaloceno y un catalizador distinto de metaloceno, o un catalizador de cromo, o un catalizador de vanadio o cualquier mezcla de los mismos. Los términos tienen un significado bien conocido.

El polietileno polimerizado en presencia de un catalizador de polimerización de olefina en un procedimiento a baja presión se denomina también a menudo como “polietileno de baja presión” para distinguirlo claramente del polietileno producido en un procedimiento a alta presión. Ambas expresiones se conocen bien en el campo de la poliolefina. El polietileno de baja presión puede producirse en procedimiento de polimerización que opera, entre otros, en condiciones de masa, suspensión, disolución o fase gaseosa o en cualquier combinación de las mismas. El catalizador de polimerización de olefina es típicamente un catalizador de coordinación.

Más preferiblemente, la poliolefina (a) se selecciona de un homopolímero o un copolímero de etileno producido en presencia de un catalizador de coordinación o producido en un procedimiento de polimerización a alta presión, que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables.

En una primera realización de la poliolefina (a) de la composición de polímero de la invención, la poliolefina (a) es un polietileno (PE) de baja presión que porta las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables. Dicho PE de baja presión se selecciona preferiblemente a partir de un copolímero de etileno de muy baja densidad (PEMBD), un copolímero de etileno lineal de baja densidad (PELBD), un copolímero de etileno de densidad media (PEDM) o un homopolímero o copolímero de etileno de alta densidad (PEAD), que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables. Estos tipos bien conocidos se denominan según su área de densidad. El término PEMBD incluye en esta memoria polietilenos que se conocen también como plastómeros y elastómeros y cubre el intervalo de densidad de 850 a 909 kg/m³. El PELBD tiene una densidad de 909 a 930 kg/m³, preferiblemente de 910 a 929 kg/m³, más preferiblemente de 915 a 929 kg/m³. El PEDM tiene una densidad de 930 a 945 kg/m³, preferiblemente de 931 a 945 kg/m³. El PEAD tiene una densidad de más de 945 kg/m³, preferiblemente de más de 946 kg/m³, preferiblemente de 946 a 977 kg/m³, más preferiblemente de 946 a 965 kg/m³. Más preferiblemente dicho copolímero de etileno de baja presión para la poliolefina (a) se copolimeriza con al menos un co-monómero seleccionado de alfa-olefina C3-20, más preferiblemente de alfa-olefina C4-12, más preferiblemente de alfa-olefina C4-8, por ejemplo, con 1-buteno, 1-hexeno o 1-octeno, o una mezcla de los mismos. La cantidad de co-monómero(s) presentes en un copolímero de PE es de 0,1 a 15% en moles, típicamente 0,25 a 10% en moles.

Además, en caso de que la poliolefina (a) sea un polímero de PE de baja presión que porta las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables, entonces dicho PE puede ser unimodal o multimodal con respecto a la distribución de peso molecular (DPM = Mw/Mn). Generalmente, un polímero que comprende al menos dos fracciones de polímero, que se han producido bajo diferentes condiciones de polimerización dando por resultado diferentes pesos moleculares (peso promedio) y distribuciones de peso molecular para las fracciones, se denomina como “multimodal”. El prefijo “multi” se refiere al número de diferentes fracciones de polímero presentes en el polímero. Así, por ejemplo, el polímero multimodal incluye el denominado polímero “bimodal” que consiste en dos fracciones.

“Condiciones de polímero” significa en esta memoria cualquiera de los parámetros de procedimiento, alimentaciones y sistema catalítico.

El PE de baja presión unimodal puede producirse mediante una polimerización de etapa única en un reactor sencillo en una manera bien conocida y documentada. El PE multimodal puede producirse en un reactor de polimerización alterando las condiciones de polimerización y opcionalmente el catalizador, o, y preferiblemente, en el procedimiento de polimerización multietapa que se lleva a cabo en al menos dos zonas de polimerización en cascada. Las zonas de polimerización pueden estar conectadas en paralelo, o preferiblemente las zonas de polimerización operan en modo de cascada. En el procedimiento multietapa preferido una primera etapa de polimerización se lleva a cabo en al menos un reactor de suspensión, por ejemplo en bucle, y la segunda etapa de polimerización en uno o más reactores en fase gaseosa. Un procedimiento multietapa preferible se describe en el documento EP517868.

Un PELBD o PEDM como se definen anteriormente o posteriormente son el tipo preferible de PE de baja presión para poliolefina (a), más preferiblemente un copolímero PELBD como se define anteriormente o posteriormente. Dicho PELBD puede ser unimodal o multimodal.

5 Las unidades que contienen grupo(s) silano pueden incorporarse al polietileno de baja presión injertando o copolimerizando etileno con un co-monómero que contiene grupo(s) silano y opcionalmente con otro(s) co-monómero(s), que es preferiblemente un co-monómero no polar. PE de baja presión que porta grupos silano hidrolizables preferible como la poliolefina (a) es un homopolímero de etileno, copolímero PEDM o un copolímero PELBD, más preferiblemente copolímero PELBD, en donde el(los) grupo(s) silano se incorporan injertando un compuesto que contiene grupo(s) silano.

10 El MFR₂ (2,16 kg, 190°C) del polímero PE de baja presión que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables como la poliolefina (a), es como se da anteriormente en la "Descripción de la invención" que incluyen los subgrupos preferidos del mismo.

15 En una segunda realización de la poliolefina (a) de la invención, la poliolefina (a) es un polietileno que se produce en un procedimiento de polimerización a alta presión (AP) y porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables. En esta realización el polietileno se produce preferiblemente en un procedimiento de polimerización a alta presión en presencia de un(os) iniciador(es), más preferiblemente es un polietileno de baja densidad (PEBD) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables. Se va a notar que un polietileno producido en un procedimiento a alta presión (AP) se denomina en esta memoria generalmente como PEBD y cuyo término tiene un significado bien conocido en el campo de los polímeros. Aunque el término PEBD es una abreviatura para polietileno de baja densidad, el término se entiende que no limita el intervalo de densidad, sino que incluye los polietilenos AP tipo PEBD con densidades bajas, medias y mayores. El término PEBD describe y distingue solo la naturaleza del polietileno AP con características típicas, tal como diferente arquitectura de ramificación, en comparación con el PE producido en presencia de un catalizador de polimerización de olefina.

25 La poliolefina (a) según la segunda realización es la poliolefina (a) preferida de la invención y es un polietileno que se produce mediante una polimerización a alta presión (AP) y que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables. En esta segunda realización preferible, dicho polímero PEBD que porta grupos silano hidrolizables como poliolefina (a) puede ser un homopolímero de etileno de baja densidad (denominado en esta memoria como homopolímero PEBD) o un copolímero de etileno de baja densidad (denominado en esta memoria como copolímero PEBD) con al menos un co-monómero seleccionado del co-monómero que contiene grupo(s) silano, que es preferiblemente como se define anteriormente, o a partir del otro co-monómero como se menciona anteriormente, o cualquier mezcla de los mismos. El uno o más otro(s) co-monómero(s) de copolímero PEBD se seleccionan preferiblemente a partir de co-monómero(s) polar(es), co-monómero(s) no polar(es) o de una mezcla de co-monómero(s) polar(es) y co-monómero(s) no polar(es), como se define anteriormente o posteriormente. Además, dicho homopolímero PEBD o copolímero PEBD como dicha poliolefina (a) puede estar opcionalmente insaturado.

35 Como un co-monómero polar, si está presente en el copolímero PEBD que porta grupo(s) silano hidrolizables como la poliolefina (a), dicho co-monómero polar se selecciona preferiblemente de un co-monómero que contiene grupo(s) hidroxilo, grupo(s) alcoxi, grupo(s) carbonilo, grupo(s) carboxilo, grupo(s) éter o grupo(s) éster, o una mezcla de los mismos. Además, el(los) co-monómero(s) que contiene(n) grupo(s) carboxilo y/o éster son más preferibles como dicho co-monómero polar. Aún más preferiblemente, el(los) co-monómero(s) polar(es), si está(n) presente(s) en el copolímero PEBD que porta grupos silano hidrolizables como la poliolefina (a), se selecciona(n) de los grupos de acrilato(s), metacrilato(s) o acetato(s), o cualquier mezcla de los mismos, más preferiblemente el(los) co-monómero(s) polar(es) se selecciona(n) del grupo de acrilatos de alquilo, metacrilatos de alquilo o acetato de vinilo, o una mezcla de los mismos, incluso más preferiblemente de acrilatos de alquilo C₁ a C₆, metacrilatos de alquilo C₁ a C₆ o acetato de vinilo. Aún más preferiblemente, si el(los) co-monómero(s) polar(es) está(n) presente(s), entonces el copolímero PEBD que porta grupos silano hidrolizables como la poliolefina (a) es un copolímero de etileno con acrilato de alquilo C₁ a C₄, tal como acrilato de metilo, etilo, propilo o butilo, o acetato de vinilo, o cualquier mezcla de los mismos, que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables.

50 Como el co-monómero no polar, si está presente en el copolímero PEBD que porta grupo(s) silano hidrolizables como la poliolefina (a), dicho co-monómero no polar es distinto del co-monómero polar definido anteriormente. Preferiblemente, el co-monómero no polar es distinto de un co-monómero que contiene grupo(s) hidroxilo, grupo(s) alcoxi, grupo(s) carbonilo, grupo(s) carboxilo, grupo(s) éter o grupo(s) éster. Un grupo de co-monómeros no polares preferible, si está presente en el copolímero PEBD que porta grupo(s) silano hidrolizables como la poliolefina (a), comprende, preferiblemente consiste en, co-monómero(s) monoinsaturado(s) (= un doble enlace), preferiblemente olefinas, preferiblemente alfa-olefinas, más preferiblemente alfa-olefinas C₃ a C₁₀, tales como propileno, 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, estireno, 1-octeno, 1-noneno; co-monómero(s) poliinsaturado(s) (= más de un doble enlace, tal como dieno); o cualquier mezcla de los mismos.

60 Si el polímero PEBD que porta grupo(s) silano hidrolizables como la poliolefina (a) es un copolímero de etileno con otro(s) co-monómero(s), entonces la cantidad del(de los) otro(s) co-monómero(s) presente(s) en dicho polímero PEBD es preferiblemente de 0,001 a 50% en peso, más preferiblemente de 0,05 a 40% en peso, aún más preferiblemente menos que 35% en peso, aún más preferiblemente menos que 30% en peso, más preferiblemente

5 menos que 25% en peso. Si está presente, entonces el contenido de co-monómero polar de la poliolefina (a) es preferiblemente al menos 0,05% en moles, preferiblemente 0,1% en moles o más, más preferiblemente 0,2% en moles o más, y al menos en aplicaciones de capa aislante el contenido de co-monómero polar de la poliolefina (a) es preferiblemente no más que 10% en moles, preferiblemente no más que 6% en moles, preferiblemente no más que 5% en moles, más preferiblemente no más que 2,5% en moles, en base a la poliolefina (a).

10 En esta segunda realización preferida las unidades que contienen grupo(s) silano pueden incorporarse al polietileno de alta presión, preferiblemente al polímero PEBD, injertando o copolimerizando etileno con un co-monómero que contiene grupo(s) silano y opcionalmente con otro(s) co-monómero(s), más preferiblemente copolimerizando etileno con un co-monómero que contiene grupo(s) silano. En esta segunda realización preferida la poliolefina (a) es lo más preferiblemente un copolímero PEBD de etileno con un co-monómero que contiene grupo silano como se define anteriormente y opcionalmente con otro(s) co-monómero(s).

15 Típicamente, y preferiblemente en aplicaciones de alambre y cable (AyC), la densidad del polímero PEBD que porta grupo(s) silano hidrolizables como la poliolefina (a), es mayor que 860 kg/m^3 . Preferiblemente la densidad de dicho polímero PEBD, no es mayor que 960 kg/m^3 , y preferiblemente es de 900 a 945 kg/m^3 . El MFR₂ (2,16 kg, 190°C) del polímero PEBD que porta grupos silano hidrolizables como la poliolefina (a), es como se da anteriormente en la "Descripción de la invención" que incluye los subgrupos preferidos del mismo.

20 Por consiguiente, el polímero PEBD para la poliolefina (a) se produce preferiblemente a alta presión mediante polimerización iniciada por radical libre (denominada como polimerización radical a alta presión (AP)). El reactor AP puede ser, por ejemplo, un reactor tubular o autoclave bien conocidos o una mezcla de los mismos, preferiblemente un reactor tubular. La polimerización a alta presión (AP) y el ajuste de las condiciones de procedimiento para adaptar adicionalmente las demás propiedades de la poliolefina dependiendo de la aplicación final deseada se conocen bien y se describen en la bibliografía, y pueden usarse fácilmente por un experto. Temperaturas de polimerización adecuadas oscilan hasta 400°C, preferiblemente de 80 a 350°C y la presión de 70 MPa, preferiblemente 100 a 400 MPa, más preferiblemente de 100 a 350 MPa. La presión puede medirse al menos después de la etapa de compresión y/o después del reactor tubular. La temperatura puede medirse en varios puntos durante todas las etapas.

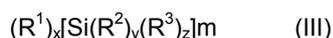
30 La incorporación de co-monómero que contiene grupo(s) silano hidrolizables (además de otro(s) co-monómero(s) opcional(es)) y el control de la alimentación de co-monómero para obtener el contenido final deseado de dichas unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables pueden llevarse a cabo de una manera bien conocida y está dentro de las habilidades de un experto. De forma similar, el MFR del polímero polimerizado puede controlarse, por ejemplo, mediante un agente de transferencia de cadena, como se conoce bien en el campo.

35 Detalles adicionales de la producción de (co)polímeros de etileno por polimerización radical a alta presión pueden encontrarse entre otros en la Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol. 6 (1986), págs. 383-410 y Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001 Elsevier Science Ltd.: "Polyethylene: High-pressure, R. Klimesch, D. Littmann y F.-O. Mähling págs. 7181-7184.

El compuesto RP (= compuesto retardante del pre-vulcanizado)

El compuesto retardante del pre-vulcanizado puede ser cualquier compuesto que tiene un efecto de prevención del reticulado prematuro (pre-vulcanizado) que se da antes que se forme el cable. El compuesto RP adecuado puede ser cualquier compuesto conocido o disponible comercialmente con dicho efecto retardante del pre-vulcanizado.

40 El compuesto retardante del pre-vulcanizado es preferiblemente un compuesto que contiene silicio y tiene una estructura según la fórmula (III)



en donde

45 R^1 , que puede ser igual o diferente si más de uno de dichos grupos está presente, es un residuo hidrocarbilo monofuncional, o si $m = 2$, es un residuo hidrocarbilo bifuncional, que comprende de 1 a 100 átomos de carbono;

R^2 , que puede ser igual o diferente si más de uno de dichos grupos está presente, es un residuo hidrocarbilo que comprende de 1 a 100 átomos de carbono;

R^3 es $-R^4SiR^1_pR^2_q$, en donde

p es 0 a 3, preferiblemente 0 a 2,

50 q es 0 a 3, preferiblemente 1 a 3,

con la condición que $p + q$ es 3 y,

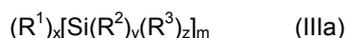
R^4 es $-(CH_2)_rY_s(CH_2)_t-$ donde r y t son independientemente 1 a 3, s es 0 o 1 e Y es un grupo heteroatómico difuncional seleccionado de $-O-$, $-S-$, $-SO-$, $-SO_2-$, $-NH-$, $-NR^1-$ o $-PR^1-$, donde R^1 y R^2 son como se definen anteriormente; y

x es 0 a 3, y es 1 a 4, z es 0 o 1, con la condición que $x + x + z = 4$;

5 $y m = 1$ o 2.

El compuesto RP más preferible se selecciona de un subgrupo de un compuesto de fórmula (III), en donde R^1 , que puede ser igual o diferente si más de uno de dichos grupos está presente, es un grupo alquilo, alqueno, arilalquilo, alquilarilo o arilo que contiene 1 a 40 átomos de carbono, con la condición de que si más de un grupo R^1 está presente el número total de átomos de carbono de los grupos R^1 es como mucho 60.

10 Más preferiblemente, el compuesto RP se selecciona de un subgrupo (IIIa) de un compuesto de fórmula (III),



en donde

R^1 es un grupo alquilo C_6 a C_{22} lineal o ramificado o un grupo alqueno C_2 a C_{22} lineal o ramificado;

R^2 es un grupo alcoxi C_1 a C_{10} lineal o ramificado;

15 R^3 es $-R^4SiR^1_pR^2_q$, en donde

p es 0 a 3,

q es 0 a 3,

con la condición que $p + q$ es 3, y

20 R^4 es $-(CH_2)_rY_s(CH_2)_t-$ donde r y t son independientemente 1 a 3, s es 0 o 1 e Y es un grupo heteroatómico difuncional seleccionado de $-O-$, $-S-$, $-SO-$, $-SO_2-$, $-NH-$, $-NR^1-$ o $-PR^1-$ donde R^1 y R^2 son como se definen anteriormente; y

x es 0 a 3, y es 1 a 4, z es 0 o 1, con la condición de que $x + y + z = 4$;

$y m = 1$.

25 El compuesto RP incluso más preferible es un compuesto de fórmula (IIIa), en donde $x = 1$, $y = 3$ y $z = 0$. El compuesto RP más preferido es hexadeciltrimetoxisilano.

La cantidad del compuesto RP de la composición de polímero es preferiblemente 0,001 a 0,2 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente de 0,005 a 0,15 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente de 0,01 a 0,1 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente de 0,02 a 0,08 mol/kg de composición de polímero y lo más preferiblemente de 0,02 a 0,05 mol/kg de composición de polímero.

30 **Uso final de la composición de polímero**

La invención proporciona además un artículo, preferiblemente un cable que comprende una composición de polímero de la invención que comprende

- una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y

35 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente.

El artículo preferido es un cable de alimentación, que aquí además incluye alambres aislados para, por ejemplo, aparatos y automotores, más preferiblemente un cable de alimentación de BV, MV o AV, incluso más preferiblemente un cable de alimentación de BV o MV, que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que comprende, preferiblemente que consiste en, una composición de polímero de la invención que comprende

40 - una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y

- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente.

El cable de alimentación preferido se selecciona de

- un cable (A) que comprende un conductor rodeado por al menos una capa aislante que comprende, preferiblemente que consiste en, una composición de polímero de la invención que comprende

- una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y

5 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente; o

- un cable (B) que comprende un conductor rodeado por una capa semiconductor interna, una capa aislante y una capa semiconductor externa, en ese orden, en donde al menos una de las capas, preferiblemente al menos la capa aislante, comprende, preferiblemente consiste en, una composición de polímero de la invención que comprende

10 - una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y

- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente.

El cable (A) es preferiblemente un cable de alimentación de BV o alambres previstos para, por ejemplo, aparatos y automotores. El cable (B) es preferiblemente un cable de alimentación de MV o un cable de AV, más preferiblemente un cable de alimentación de MV.

15 El término "conductor" significa en esta memoria anteriormente y posteriormente que el conductor comprende uno o más alambres. Además, el cable puede comprender uno o más conductores. Preferiblemente el conductor es un conductor eléctrico y comprende uno o más alambres metálicos.

En el cable preferido de la invención al menos la capa aislante comprende la composición de polímero de la invención.

20 La realización preferida es el cable de alimentación (A), que es más preferiblemente para aplicaciones de cable de alimentación de BV, o el cable de alimentación (B), que es más preferiblemente para aplicaciones de cable de alimentación de MV, lo más preferiblemente el cable de alimentación (A) para aplicación de cable de alimentación de BV. Además el cable de alimentación preferido (A) y (B) es un cable de alimentación de CA, más preferiblemente

25 de CA para aplicaciones de cable de alimentación de MV, lo más preferiblemente un cable de alimentación (A) de CA para aplicaciones de cable de alimentación de BV.

En la realización de cable (B), las composiciones semiconductoras primera y segunda pueden ser diferentes o idénticas y comprenden un(os) polímero(s) que es preferiblemente una poliolefina, o una mezcla de poliolefinas, y relleno conductor, preferiblemente negro de carbono. La poliolefina de las composiciones semiconductoras primera y segunda puede ser cualquier poliolefina adecuada para una capa semiconductor, preferiblemente una poliolefina como se define anteriormente para la poliolefina (a), aunque sin unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables o una poliolefina como se define anteriormente para la poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables. En la realización del cable (B), la capa aislante y al menos una, preferiblemente ambas, de la capa semiconductor interna y la capa semiconductor externa, comprenden preferiblemente una composición de polímero de la invención. En este caso la poliolefina (a) y/o el compuesto RP de las composiciones de polímero de las capas pueden ser iguales o diferentes.

30 Las capas aislantes para los cables de alimentación de bajo voltaje preferibles generalmente tienen un espesor de entre 0,7 a 2,3 mm, dependiendo de la sección del conductor. Los alambres previstos para automotores y aparatos pueden tener un espesor de aislamiento por debajo de 0,2 mm. El aislamiento del cable de alimentación de MV tiene típicamente un espesor por encima de 5,0 mm. Naturalmente, la capa aislante de la alimentación de AV tiene mayor espesor dependiendo de su área de aplicación.

Como se sabe bien el cable puede comprender opcionalmente capas adicionales, por ejemplo, capas que rodean la capa aislante o, si están presentes, las capas semiconductoras externas, tal como pantalla(s), una(s) capa(s) de revestimiento, otra(s) capa(s) protectora(s) o cualquier combinación de las mismas.

45 El cable de la invención es preferiblemente reticulable y está preferiblemente reticulado después de la formación de al menos la capa de cable que comprende la composición de polímero de la invención. Así se proporciona preferiblemente un cable reticulado, que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que comprende una composición de polímero reticulado de la invención. Más preferiblemente, el cable reticulado es un cable (A) reticulado o un cable (B) reticulado, como se define anteriormente o posteriormente, en donde al menos la capa que comprende la composición de polímero de la invención se ha reticulado usando un catalizador de condensación de silanol, que es preferiblemente un ácido sulfónico orgánico aromático, más preferiblemente un ácido sulfónico orgánico, incluso más preferiblemente Ar(SO₃H)_x (II), como se define anteriormente o posteriormente.

La invención proporciona además un procedimiento para producir un cable que comprende una etapa de formación de al menos una capa de cable que usa la composición de polímero como se define anteriormente o posteriormente.

El procedimiento preferido es un procedimiento para producir un cable de la invención como se define anteriormente, por lo que el procedimiento comprende la etapa de

- aplicar en un conductor, preferiblemente por (co)extrusión, una o más capas, en donde al menos una capa comprende, preferiblemente consiste en, una composición de polímero de la invención que comprende

5 - una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y

- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente.

10 El término "(co)extrusión" significa en esta memoria que en caso de dos o más capas, dichas capas pueden extrudirse en etapas separadas, o al menos dos o todas de dichas capas pueden coextrudirse en una misma etapa de extrusión, como se conoce bien en la técnica. El término "(co)extrusión" significa en esta memoria además que todas o parte de la(s) capa(s) se forman de forma simultánea usando una o más cabezas de extrusión. Por ejemplo, una extrusión triple puede usarse para formar tres capas. La (co)extrusión puede efectuarse en cualquier extrusor de cable convencional, por ejemplo, un extrusor de husillo sencillo o doble.

El procedimiento de cable más preferible de la invención produce:

15 (i) un cable (A), en donde el procedimiento comprende las etapas de

- aplicar en un conductor, preferiblemente por (co)extrusión, al menos una capa aislante que comprende, preferiblemente que consiste en, una composición de polímero de la invención que comprende

- una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y

20 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente, o

(ii) un cable (B), en donde el procedimiento comprende las etapas de

25 - aplicar en un conductor, preferiblemente por (co)extrusión, una capa semiconductor interna que comprende una primera composición semiconductor, una capa aislante que comprende una composición aislante y una capa semiconductor externa que comprende una segunda composición semiconductor, en ese orden, en donde la composición de al menos una capa, preferiblemente al menos la composición aislante de la capa aislante comprende, preferiblemente consiste en, una composición de polímero de la invención que comprende

- una poliolefina (a) que parte unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y

- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente.

30 Un procedimiento de producción de cable más preferible de la invención proporciona un procedimiento para producir (i) un cable (A) como se define anteriormente, en donde el procedimiento comprende las etapas de

(a1) proporcionar y mezclar, preferiblemente mezclar por fusión en un extrusor, al menos una composición aislante que comprende, preferiblemente que consiste en, una composición de polímero de la invención que comprende

35 - una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y

- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente,

(b1) aplicar al menos una mezcla por fusión de la composición aislante obtenida a partir de la etapa (a1), preferiblemente por (co)extrusión, o un conductor para formar al menos una capa aislante; y

40 (c1) opcionalmente, y preferiblemente, reticular la al menos capa aislante obtenida, en presencia de un catalizador de condensación de silanol y agua; o

(ii) un cable (B) como se define anteriormente que comprende un conductor rodeado por una capa semiconductor interna, una capa aislante, y una capa semiconductor externa, en ese orden, en donde el procedimiento comprende las etapas de

(a1)

45 - proporcionar y mezclar, preferiblemente mezclar por fusión en un extrusor, una primera composición semiconductor que comprende un polímero, un relleno conductor, preferiblemente negro de carbono, y opcionalmente componente(s) adicional(es) para la capa semiconductor interna,

- proporcionar y mezclar, preferiblemente mezclar por fusión en un extrusor, una composición aislante para la capa aislante,
 - proporcionar y mezclar, preferiblemente mezclar por fusión en un extrusor, una segunda composición semiconductora que comprende un polímero, un relleno conductor, preferiblemente un negro de carbono, y opcionalmente componente(s) adicional(es) para la capa semiconductora externa;
- 5 (b1)
- aplicar en un conductor, preferiblemente por coextrusión,
 - una mezcla por fusión de la primera composición semiconductora obtenida a partir de la etapa (a1) para formar la capa semiconductora interna,
- 10 - una mezcla por fusión de la composición de polímero obtenida de la etapa (a1) para formar la capa aislante, y
- una mezcla por fusión de la segunda composición semiconductora obtenida a partir de la etapa (a1) para formar la capa semiconductora externa,
- en donde al menos una de las capas, preferiblemente al menos la composición aislante de la capa aislante, comprende, preferiblemente consiste en, una composición de polímero de la invención que comprende
- 15 - una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min, y
- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define anteriormente o posteriormente, o en las reivindicaciones, incluyendo las realizaciones preferidas del mismo; y
- 20 (c1) opcionalmente, y preferiblemente, reticular la al menos una de la capa semiconductora interna, capa aislante o capa semiconductora externa obtenida, preferiblemente reticular al menos la capa aislante, que comprende la composición de polímero de la invención, en presencia de un catalizador de silanol y agua.
- Como se sabe bien una mezcla por fusión de la composición de polímero o componente(s) de la misma, se aplica para formar una capa. Mezclar por fusión significa mezclar por encima del punto de fusión de al menos el(los) componente(s) de polímero principal(es) de la mezcla obtenida y se lleva a cabo por ejemplo, sin limitar, en una
- 25 temperatura de al menos 10-15°C por encima del punto de fusión o ablandamiento del(de los) componente(s) de polímero. La etapa de mezcla (a1) puede llevarse a cabo en el extrusor de cable. La etapa de mezcla por fusión puede comprender una etapa de mezcla separada en un mezclador separado, por ejemplo, amasador, dispuesto en conexión y precediendo al extrusor de cable de la línea de producción de cable. Mezclar en el mezclador separado precedente puede llevarse a cabo mezclando con o sin calentamiento externo (calentando con una fuente externa)
- 30 del(de los) componente(s).
- La composición de polímero de la invención puede producirse antes o durante el procedimiento de producción de cable. Además la(s) composición(ones) de polímero de la(s) capa(s) puede(n) cada una comprender independientemente parte de o todos los componentes de la composición final, antes de suministrarse a la etapa de mezcla (por fusión) (a1) del procedimiento de producción de cable. Entonces el(los) componente(s) restante(s), si
- 35 hay alguno, se proporcionan antes de o durante la formación de cable.
- Por consiguiente, el compuesto RP puede mezclarse con la poliolefina (a), por ejemplo, mezclando por fusión, y la mezcla por fusión obtenida se peletiza a bolitas para usar en la producción de cable. Las bolitas se refieren en esta memoria generalmente a cualquier producto de polímero que se forma a partir del polímero hecho en reactor (obtenido directamente desde el reactor) mediante modificación posterior al reactor a unas partículas de polímero
- 40 sólidas. Las bolitas pueden ser de cualquier tamaño y forma. Las bolitas obtenidas se usan entonces para la producción de cable.
- De forma alternativa, la poliolefina (a) y el compuesto RP de la invención puede proporcionarse de forma separada a la línea de producción de cable. Por ejemplo, el compuesto RP de la invención puede proporcionarse en una mezcla madre bien conocida, a la etapa de mezcla (a1) del procedimiento de producción de cable, y combinarse con el
- 45 componente de poliolefina (a) durante el procedimiento de producción.
- Más preferiblemente, el compuesto RP se incorpora a las bolitas de la poliolefina (a). En esta realización se prefiere más que la composición de polímero de la invención se proporcione a la etapa de mezcla (a1) del procedimiento de producción de cable en una forma de producto adecuada, tal como un producto en bolita.
- 50 Todos o parte del(de los) otro(s) componente(s) opcional(es), tal como componente(s) o aditivo(s) de polímero adicional(es) puede(n) estar presente(s) en la composición de polímero antes del suministro a la etapa de mezcla (a1) del procedimiento de preparación de cable o puede(n) añadirse, por ejemplo, mediante el productor de cable, durante la etapa de mezcla (a1) del procedimiento de producción de cable.

- Si, y preferiblemente, la composición de polímero es reticulable y se reticula después de la formación de cable, entonces el catalizador de condensación de silanol, que es preferiblemente como se define anteriormente, puede mezclarse con los componentes de la composición de polímero antes o durante la etapa de mezcla (a1) o el catalizador de condensación de silanol se pone en contacto con la composición de polímero después de la formación de la capa de cable que comprende, que consiste en, la composición de polímero de la invención. Más preferiblemente, en la realización preferida, en donde al menos la capa aislante comprende, preferiblemente consiste en, la composición de polímero de la invención, entonces el catalizador de condensación de silanol se incorpora a las bolitas de la composición de polímero, por ejemplo, por medio de una mezcla madre de catalizador. Las bolitas obtenidas se suministran entonces a la etapa de producción de cable.
- 5
- 10 Como ya se ha mencionado, la realización de cable (B) se prefiere y al menos la capa aislante comprende, preferiblemente consiste en, la composición de polímero de la invención. Además, en esta realización la poliolefina (a) y el compuesto RP de la composición de polímero se combinan juntos antes de introducirse la composición de polímero, preferiblemente en forma de bolitas, a la línea de producción de cable.
- 15 En el procedimiento de producción de cable preferido el cable (A) o cable (B) de alimentación obtenido se reticula en la etapa (c1). El reticulado se lleva a cabo en presencia de un catalizador de condensación de silanol, que es preferiblemente un compuesto de ácido sulfónico como se define anteriormente, y agua, también denominado como curado por humedad. El agua puede estar en forma de un líquido o vapor, o una combinación de los mismos. Normalmente, el curado por humedad se realiza en condiciones ambiente o en una denominada sauna o baño de agua a temperaturas de 70 a 100°C.
- 20 En esta realización preferida del procedimiento de producción de cable se produce un cable (B) de alimentación reticulado, en donde al menos la capa aislante comprende, preferiblemente consiste en, la composición de polímero de la invención que se reticula en la etapa de reticulado (c1) y opcionalmente una o ambas de la capa semiconductor interna y capa semiconductor externa, preferiblemente al menos la capa semiconductor interna del cable (B), se reticula en la etapa de reticulado (c1).
- 25 También se proporciona un cable reticulado obtenible mediante el procedimiento.

La invención también proporciona un uso de una poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min como se define anteriormente o en las reivindicaciones para aumentar la velocidad de reticulado de una composición de polímero reticulable de silano.

Métodos de determinación

- 30 A menos que se afirme otra cosa en la descripción o en la parte experimental, los siguientes métodos se usaron para la determinación de propiedad.
- % en P: % en peso
- Cantidad total significa peso, si es en %, entonces 100% en peso. Por ejemplo, la cantidad total (100% en peso) de la composición de polímero.
- 35 Caudal de fusión
- El caudal de fusión (MFR) se determina según la norma ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR es una indicación de la capacidad de flujo, y por tanto de la capacidad de procesamiento, del polímero. Cuanto mayor sea el caudal de fusión, menor es la viscosidad del polímero. El MFR se determina a 190°C para el polietileno. El MFR puede determinarse a diferentes cargas tales como 2,16 kg (MFR₂) o 21,6 kg (MFR₂₁).
- 40 Densidad
- Polietileno de baja densidad (PEBD): La densidad se midió según la norma ISO 1183-2. La preparación de la muestra se ejecutó según la norma ISO 1872-2 Tabla 3 Q (moldeo por compresión).
- Polietileno del procedimiento a baja presión: La densidad del polímero se midió según la norma ISO 1183 / 1172-2B.
- Ensayo de Cinta pre-vulcanizada
- 45 Las composiciones de ensayo se extruyeron en un extrusor de cinta Brabender de 19 mm con una relación de longitud/diámetro de 20 con una boquilla de formación de cinta que tiene una temperatura de fusión de 210°C. Se usó un husillo con relación de compresión 4:1, y el calor se ajustó a 160, 180 y 210°C para las diferentes zonas del extrusor. Se usó refrigeración con agua en la zona de alimentación. La velocidad de rotación fue 30 rpm. La extrusión tuvo lugar durante 30 min. A partir de ahí las cintas de 0,5 mm de espesor producidas se inspeccionaron visualmente y la calidad de la superficie se clasificó según la cantidad de geles contados, imprecisiones e irregularidades de la cinta. En la clasificación, los números significan: 1 es bueno (la cinta no tiene geles, acabado perfecto, sin bordes de forma irregular, aspecto delgado y transparente), 3 es aceptable para usarse para la
- 50

producción comercial (hay un número de pequeños geles, la cinta es algo imprecisa pero todavía el borde de la cinta es perfecto), y por encima de 3 no es aceptable para uso comercial (hay cantidad significativa de pequeños geles y o algunos mayores > 1 mm).

- 5 Muestra de cinta para elongación en caliente: producción de cintas de 1,7 mm de espesor para la determinación del rendimiento de reticulado (Elongación en caliente) de una composición de polímero de ensayo.

La muestra de cinta se preparó a partir de una composición de polímero de ensayo que comprendía un catalizador de reticulado. Las mismas condiciones como para el ensayo de cinta pre-vulcanizada descrito anteriormente con la excepción de que las disposiciones de temperatura de las tres zonas se ajustan a 160, 180 y 180°C. La boquilla se cambió a una más gruesa con una abertura de 1,7 mm.

- 10 Muestra de cable para elongación en caliente y elongación de ruptura: Producción de muestras de cable para la determinación de rendimiento de reticulado (elongación en caliente) y rendimiento de elongación de ruptura de una composición de polímero de ensayo.

- 15 La capa aislante de la muestra de cable se preparó a partir de una composición de polímero de ensayo que comprende un catalizador de reticulado. Cables que consisten en un conductor de aluminio sólido de 7 mm² y un espesor de aislamiento de 0,7 mm se produjeron en un extrusor Nokia-Maillefer de 60 mm a una velocidad de línea de 75 metros/minuto aplicando las siguientes condiciones;

Temperatura del conductor: 110°C

Temperatura del baño de refrigeración: 23°C

Husillo del extrusor: Elise

- 20 Guía de alambre: 3,1 mm

Boquilla: 4,4 mm

Perfil de temperatura: 150, 160, 170, 170, 170, 170, 170, 170°C.

Ensayo de elongación en caliente

- 25 Las muestras de ensayo se prepararon como se describe en "Métodos de determinación" en "*Muestra de cinta para ensayo en caliente*" o "*Muestra de cable para ensayo en caliente*", como se da en el contexto, y se usaron para determinar las propiedades en caliente. Tres muestras ciegas, extraídas a lo largo de la dirección de extrusión se prepararon según la norma ISO527 5A de la cinta reticulada o capa aislante reticulada de espesor 1,7 ± 0,1 mm, como se indica en las tablas posteriores. Los ensayos en caliente se hicieron según la norma EN60811-2-1 (ensayo en caliente) midiendo la deformación térmica. Las líneas de referencia, se marcaron separadas 20 mm de las muestras ciegas. Cada muestra de ensayo se fijó de forma vertical desde el extremo superior de la misma en el horno y la carga de 0,2 MPa se une al extremo inferior de cada muestra de ensayo. Después de 15 min, 200°C en el
- 30 horno se midió la distancia entre las líneas pre-marcadas y se calculó el porcentaje de elongación en caliente, % de elongación. Para % de deformación permanente, la fuerza de tracción (peso) se eliminó de las muestras de ensayo y después se recuperó en 200°C durante 5 minutos y entonces se dejaron enfriar en temperatura normal a
- 35 temperatura ambiente. El % de deformación permanente se calculó a partir de la distancia entre las líneas marcadas. El promedio de los tres ensayos se presentaron.

Contenido (% en peso y % en moles) de co-monómero polar:

- 40 El contenido de co-monómero (% en peso) del co-monómero polar se determinó de una manera conocida en base a la determinación por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) calibrada con ¹³C-RMN como se describe en Haslam J, Willis HA, Squirrel DC. Identification and analysis of plastics, 2^a ed. London Iliffe books; 1972. El instrumento FTIR fue un Perkin Elmer 2000, 1 barrido, resolución de 4 cm⁻¹. Para la determinación de los co-monómeros, se prepararon películas con espesor de 0,1 mm. El pico para el co-monómero usado se comparó con el pico de polietileno como es evidente para un experto (por ejemplo, el pico para acrilato de butilo a 3450 cm⁻¹ se comparó con el pico de polietileno a 2020 cm⁻¹). El % en peso se convirtió a % en moles por cálculo en base a los
- 45 moles totales de monómeros polimerizables.

Contenido de acrilato de butilo

- 50 El contenido de co-monómero (% en peso) se determinó de una manera conocida en base a la determinación por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) calibrada con ¹³C-RMN. El pico para el co-monómero se comparó con el pico de polietileno (por ejemplo, el pico para acrilato de butilo a 3450 cm⁻¹ se comparó con el pico de polietileno a 2020 cm⁻¹ y el pico para silano a 945 cm⁻¹ se comparó con el pico de polietileno a 2665 cm⁻¹. El calibrado con ¹³C-RMN se efectúa de una manera convencional que está bien documentada en la bibliografía.

El contenido de grupo(s) silano hidrolizables

5 La cantidad de grupo(s) silano hidrolizables (Si(Y)_{3-q}) se determinó usando análisis de fluorescencia de rayos X: La muestra de bolitas se presionó a una placa de 3 mm de espesor (150°C durante 2 minutos, bajo presión de 5 bares y se enfrió a temperatura ambiente). El contenido en átomos de Si se analizó por XRF de dispersión por longitud de onda (Espectrómetro de rayos X secuencial AXS S4 Pioneer suministrado por Bruker). La muestra de bolitas se presionó a una placa de 3 mm de espesor (150°C durante 2 minutos, bajo presión de 5 bares y se enfrió a temperatura ambiente).

10 Generalmente, en el método XRF, la muestra se irradia por ondas electromagnéticas con longitudes de onda de 0,01-10 nm. Los elementos presentes en la muestra emitirán entonces radiación de rayos X fluorescente con energías discretas que son características para cada elemento. Midiendo las intensidades de las energías emitidas, puede realizarse el análisis cuantitativo. Los métodos cuantitativos se calibran con compuestos con concentraciones conocidas del elemento de interés, por ejemplo, preparado en un mezclador Brabender.

15 Los resultados de XRF muestran el contenido total (% en peso) de Si y se calculan entonces y se expresan en esta memoria como contenido en moles de grupo(s) silano hidrolizables (Si(Y)_{3-q})/kg de polímero (en la composición inventiva poliolefina (a)) según la siguiente fórmula;

$$W_{\text{silano}}/M_{\text{silano}} / (W_{\text{silano}}/M_{\text{silano}} + W_{\text{etileno}}/M_{\text{etileno}} + W_{\text{co-monómero-1}}/M_{\text{co-monómero-1}} + \dots + W_{\text{co-monómero-n}}/M_{\text{co-monómero-n}})$$

en que;

W_{silano} = el peso en gramos del(de los) grupo(s) silano hidrolizables (Si(Y)_{3-q})/kg de polímero (a)

M_{silano} = el peso molecular del(de los) grupo(s) silano hidrolizables (Si(Y)_{3-q})

20 W_{etileno} = el peso en gramos de etileno/kg de polímero (a)

M_{etileno} = el peso molecular de etileno

$W_{\text{co-monómero-1}}$ = el peso en gramos de co-monómero-1/kg de polímero (a) si está presente

$M_{\text{co-monómero-1}}$ = el peso molecular de co-monómero-1 si está presente

$W_{\text{co-monómero-n}}$ = el peso en gramos de co-monómero-n/kg de polímero (a) si está presente

25 $M_{\text{co-monómero-n}}$ = el peso molecular de co-monómero-n si está presente

Mol de RP/kg de composición de polímero

La cantidad de RP añadido a la composición de polímero se pesó y la cantidad molar se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula;

$$W_{\text{RP}}/M_{\text{RP}}$$

30 W_{RP} = el peso en gramos de RP añadido a un kg de la composición de polímero completa

M_{RP} = el peso molecular del RP

Determinación de la elongación de ruptura sin un envejecimiento termo-oxidativo y después de envejecimiento termo-oxidativo opcional de muestras de cable

35 Elongación de ruptura de muestras de cable sin un envejecimiento termo-oxidativo: La elongación de ruptura de las muestras de cable desnudo de 150 mm preparadas como se describe en "Métodos de determinación" bajo "Muestra de cable para elongación en caliente y elongación de ruptura" se midieron de acuerdo con la norma ISO 527-1:1993 a 23°C y 50% de humedad relativa en un testador de tracción Doli-Alwetron TCT 25 a una velocidad de 250 mm/min. Un extensiómetro digital con una distancia de partida de 50 mm se usó para la determinación de la elongación de ruptura. La distancia de partida entre las abrazaderas del testador de tracción fue 115 mm. Una célula de carga de 1

40 kiloNewton se usó para las medidas. Las muestras se acondicionaron durante mínimo 16 horas a 23 +/- 2°C y 50% de humedad relativa antes del ensayo. El valor medio sobre 10 muestras se presenta en esta memoria.

Opcional: Elongación de ruptura después de un envejecimiento termo-oxidativo de muestras de cable.

45 Las muestras de cable no desnudo se envejecieron en un horno celular Elastocon a 135°C con flujo de aire de 200 cm³/hora de acuerdo con la norma IEC 60811-1-2. Antes de envejecimiento las 10 muestras se acondicionaron a 70 +/-2°C durante 24 horas.

Parte experimental

Los componentes y sus cantidades de las composiciones inventiva y de referencia, las condiciones de reticulado y periodo, además de los resultados de las medidas se dan en tablas posteriores.

Preparación de ejemplos

5 Ejemplo inventivo 1 y Ejemplo comparativo 1

Los copolímeros de etilviniltrimetoxisilano (Polímero A y B) se produjeron a 230°C y 190 MPa en un reactor autoclave a alta presión agitado (1200 rpm) (0,16 m³). La camisa del reactor se calentó externamente a una temperatura de 150°C. El agente de transferencia de cadena (ATC), los iniciadores y los co-monómeros se añadieron de una manera convencional al etileno en el sistema reactor. Se usó propionaldehído como ATC y como los iniciadores se usaron peroxipivalato de t-butilo (Luperox 11 M75), peroxiacetato de t-butilo (Luperox 7M50) y t-butilperoxi-2-etilhexanoato (Luperox 26). MFR_{2,16} se ajustaron por adición de propionaldehído como agente de transferencia de cadena de una manera conocida por un experto. La cantidad de las unidades de viniltrimetoxisilano, VTMS (= unidades que contienen grupo(s) silano), densidad y MFR₂ se dan en la tabla 1.

Los copolímeros se extruyeron a cintas de 1,7 mm de espesor como se describe anteriormente bajo "Métodos de determinación" (Muestras de cinta para elongación en caliente). Antes de la extrusión un 5% en peso de mezcla madre de catalizador basada en polietileno de baja densidad (CMBSA) (MFR₂=2, Densidad 923 kg/m³) que contenía 1,7% en peso de ácido dodecilsulfónico como catalizador de reticulado y 2% en peso de Irganox 1010 como estabilizador se mezclaron en seco en los copolímeros de silano. La mezcla seca se impregnó con 1,5% en peso de hexadeciltrimetoxisilano (compuesto retardante del pre-vulcanizado) dos horas antes de la extrusión. Las cintas se reticularon en un baño de agua a 90°C durante 2,4 y 7 horas después de la determinación de elongación en caliente (prueba en caliente) como se describe en "Métodos de determinación".

Tabla 1.

	Ejemplo 1	Ejemplo comparativo 1
Nombre del polímero	Polímero A	Polímero B
MFR _{2,16} g/10 min	0,36	2,0
Densidad, kg/m ³	923	923
VTMS, mol/kg de polímero	0,068	0,088
Compuesto retardante del pre-vulcanizado, mol/kg de composición de polímero	0,043	0,043
Mezcla madre de catalizador	5% de CMBSA	5% de CMBSA
Ensayo en caliente, %		
2 h	39	66
4 h	29	64
7 h	34	61
24 h	24	47
Tasa de cinta pre-vulcanizada	1	1

A pesar de un menor contenido de VTMS el polímero A muestra velocidad de reticulado mucho más rápida que el polímero B alcanzando una prueba en caliente por debajo de 60% en mucho menos de 2 horas de reticulado en comparación con algo más de 7 horas para el polímero B.

Ejemplo inventivo 2 y Ejemplos comparativos 2D y 2E

Los polímeros C-E se produjeron en un reactor tubular a alta presión de alimentación partida de 660 m de largo (Union Carbide tipo A-1). El diámetro de la pared interna es 32 mm. El agente de transferencia de cadena (propileno), los iniciadores (t-butilperoxi-2-etilhexanoato (Luperox 26) y aire) y los co-monómeros se añadieron al sistema reactor de una manera convencional. El terpolímero de etilviniltrimetoxisilano (Polímero C, acrilato de

5 butilo (AB) como el co-monómero polar) se produjo a 230 MPa y una temperatura máxima de 310°C. El terpolímero de etilenviniltrimetoxisilano (Polímero E, AB como el copolímero polar) y el copolímero D se produjeron a una presión de 235 MPa y una temperatura máxima de 260°C. Para regular el MFR se usó propileno como agente de transferencia de cadena. La cantidad de las unidades de viniltrimetoxisilano, VTMS, (=unidades que contienen grupo(s) silano), la cantidad de AB, densidad y MFR₂ se dan en la tabla 2.

10 Muestras de cable aislado de 0,7 mm de los polímeros producidos se prepararon como se describe en los “Métodos de determinación” en “Muestra de cable para elongación en caliente y elongación de ruptura”. Antes de la extrusión 5% en peso de la mezcla madre de catalizador CMBSA descrita anteriormente se ha mezclado en seco en los polímeros. La mezcla seca se impregnó con 1,5% en peso de hexadeciltrimetoxisilano (compuesto retardante del pre-vulcanizado) dos horas antes de la extrusión. Después del reticulado a temperatura ambiente (23°C, 50% de humedad relativa) se realizaron medidas en caliente.

Tabla 2

	Ejemplo inventivo 2	Ejemplo comparativo 2D	Ejemplo comparativo 2E
Nombre del polímero	Polímero C	Polímero D	Polímero E
MFR _{2,16} , g/10 min	0,5	1,0	1,0
Densidad, kg/m ³	926	923	925
VTMS, mol/kg de polímero	0,10	0,091	0,091
AB, % en peso	8	0	4
Compuesto retardante del pre-vulcanizado, mol/kg de composición de polímero	0,043	0,043	0,043
Mezcla madre de catalizador	5% en peso de CMBSA	5% en peso de CMBSA	5% en peso de CMBSA
Ensayo en caliente, %			
3h	18	Rotura	Rotura
5h	21	Rotura	Rotura
8h	-	Rotura	75
16h	25	111	65
24h	21	80	40
48	14	54	31
Tasa de cinta pre-vulcanizada	1	1	1

15 La combinación de MFR bajo e incorporación de una polaridad como AB muestran una extraordinaria velocidad de reticulado y el cable está ya totalmente reticulado después de 3 horas en condiciones ambiente.

Ejemplo inventivo 3 y Ejemplos comparativos 3F, 3G1 y 3G2

Los copolímeros de etilenviniltrimetoxisilano (Polímero F y G) se produjeron en el mismo reactor tubular que se describe en el ejemplo inventivo 2 y de forma análoga los polímeros C-E usando una temperatura máxima de 310°C y 230 MPa. Para regular MFR_{2,16} se usó propileno como agente de transferencia de cadena.

20 La cantidad de las unidades de viniltrimetoxisilano, VTMS, (=unidades que contienen grupo(s) silano), densidad y MFR₂ se dan en la tabla 3.

25 Los copolímeros se extruyeron a cintas de 1,7 mm de espesor como se describe anteriormente en “Métodos de determinación” (Muestra de cinta para elongación en caliente). Antes de la extrusión un 5% en peso de una mezcla madre de catalizador con base de polietileno de baja densidad (MFR₂=2, Densidad 923 kg/m³) (CMBDBTL) que contenía 2% en peso de dilaurato de dibutilestano como catalizador de reticulado y 2% en peso de Irganox 1010 como estabilizador se mezclaron en seco en los copolímeros de silano. La mezcla seca se impregnó con 1,5% en peso de hexadeciltrimetoxisilano (compuesto retardante del pre-vulcanizado) dos horas antes de la extrusión para

las muestras que están conteniendo aditivo retardante del pre-vulcanizado (véase tabla posterior). Las cintas se reticularon en un baño de agua a 90°C durante 2, 4, 6 y 16 horas, seguido por determinación en caliente.

Tabla 3

	Ejemplo inventivo 3	Ejemplo comparativo 3F	Ejemplo comparativo 3G1	Ejemplo comparativo 3G2
Nombre del polímero	Polímero F	Polímero F	Polímero G	Polímero G
MFR _{2,16} , g/10 min	0,4	0,4	1	1
Densidad, kg/m ³	923	923	923	923
VTMS, mol/kg de polímero	0,081	0,081	0,13	0,13
Compuesto retardante del pre-vulcanizado, mol/kg de composición de polímero	0,043	0	0,043	0
Mezcla madre de catalizador	5% en peso de CMBDBTL	5% en peso de CMBDBTL	5% en peso de CMBDBTL	5% en peso de CMBDBTL
Ensayo en caliente, %				
2h	50	40	80	60
4h	40	30	65	50
8h	30	30	40	30
16h	30	30	30	30
Tasa de cinta pre-vulcanizada	1	4	1	2

- 5 A pesar de un menor contenido de VTMS la muestra del ejemplo inventivo 3 con bajo MFR reticula más rápido que las muestras de los ejemplos comparativos con mayor MFR. Además, aunque el ejemplo inventivo 3 contiene RP, la velocidad de reticulado es comparable a la del ejemplo comparativo 3F sin RP. Adicionalmente, los ejemplos comparativos 3F y 3G2 que no contienen ningún retardante del pre-vulcanizado muestran una mala apariencia superficial en el ensayo de tasa de cinta pre-vulcanizada.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de polímero que comprende
- una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
- 5 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado.
2. La composición de polímero según la reivindicación 1, en donde el MFR₂ de la poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables es de 0,15 a 0,75 g/10 min.
3. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición de polímero tiene una elongación en caliente de 180%, más preferiblemente de menos que 150% y lo más preferiblemente de menos que 130%, cuando se mide según el "Ensayo de elongación en caliente" usando una muestra de cable reticulado como se describe en "Métodos de determinación" después de reticular la muestra en agua a 90°C durante 20 horas.
- 10 4. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cantidad de las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables es de 0,010 a 0,15 mol/kg de poliolefina (a), preferiblemente de 0,020 a 0,135 mol/kg de poliolefina (a), más preferiblemente de 0,025 a 0,11 mol/kg de poliolefina (a), como se determina en la parte de descripción en "Métodos de determinación".
- 15 5. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables se introducen a la poliolefina (a) copolimerizando un co-monómero de olefina con un co-monómero que contiene grupo silano hidrolizable o injertando un compuesto que contiene grupo silano hidrolizable a un polímero de poliolefina, preferiblemente copolimerizando un co-monómero de olefina con un co-monómero que contiene grupo silano hidrolizable.
- 20 6. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables es un polímero de propileno o un copolímero de etileno, preferiblemente un copolímero de etileno, más preferiblemente un copolímero de etileno con un co-monómero que contiene grupo(s) silano hidrolizables que se produce en presencia de un catalizador de polimerización de olefinas o un copolímero de etileno con un co-monómero que contiene grupo(s) silano hidrolizables que se produce en un procedimiento a alta presión.
- 25 7. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la poliolefina (a) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables es un homopolímero de etileno de baja densidad (denominado en esta memoria como homopolímero PEBD) que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables o un copolímero de etileno de baja densidad (copolímero PEBD) con al menos un co-monómero y que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables, preferiblemente copolímero de etileno PEBD con al menos co-monómero que contiene grupos silano y opcionalmente con uno o más co-monómero(s) distinto(s), que se selecciona(n) preferiblemente de co-monómero(s) polar(es) que contiene(n) carboxilo y/o grupo(s) éster, más preferiblemente seleccionado(s) a partir de los grupos de acrilato(s), metacrilato(s) o acetato(s).
- 30 8. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el co-monómero o compuesto que contiene grupo(s) silano hidrolizables es un compuesto silano insaturado representado por la fórmula
- $$R^1SiR^2_qY_{3-q} \quad (I)$$
- en donde
- 40 R¹ es un grupo hidrocarbilo, hidrocarbiloxi o (met)acriloxi hidrocarbilo etilénicamente insaturado, cada R² es independientemente un grupo hidrocarbilo saturado alifático, Y que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y q es 0, 1 o 2.
9. La composición de poliolefina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el compuesto retardante del pre-vulcanizado es un compuesto que contiene silicio que tiene una estructura según la fórmula (III)
- $$(R^1)_x[Si(R^2)_y(R^3)_z]_m \quad (III)$$
- en donde
- R¹, que puede ser igual o diferente si está presente más de uno de dichos grupos, es un residuo hidrocarbilo monofuncional, o, si m = 2, es un residuo hidrocarbilo bifuncional, que comprende de 1 a 100 átomos de carbono;

R^2 , que puede ser igual o diferente si está presente más de uno de dichos grupos, es un residuo hidrocarbiloxi que comprende de 1 a 100 átomos de carbono;

R^3 , es $-R^4SiR^1_pR^2_q$, en donde

p es 0 a 3, preferiblemente 0 a 2,

5 q es 0 a 3, preferiblemente 1 a 3,

con la condición de que p + q es 3, y

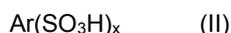
R^4 es $-(CH_2)_rY_s(CH_2)_t-$ donde r y t son independientemente 1 a 3, s es 0 o 1 e Y es un grupo heteroatómico difuncional seleccionado de $-O-$, $-S-$, $-SO-$, $-SO_2-$, $-NH-$, $-NR^1-$ o $-PR^1-$, en donde R^1 y R^2 son como se definen anteriormente; y

10 x es 0 a 3, y es 1 a 4, z es 0 ó 1, con la condición de que x + y + z = 4;

y m = 1 ó 2.

10. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cantidad del compuesto retardante de pre-vulcanizado es al menos 0,001 mol/kg de composición de polímero, preferiblemente 0,001 a 0,2 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente de 0,005 a 0,15 mol/kg de composición de polímero.

11. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición de polímero comprende además un catalizador de condensación de silanol, que se selecciona preferiblemente a partir de carboxilatos de metales, tales como estaño, zinc, hierro, plomo y cobalto; a partir de un compuesto de titanio que porta un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted, a partir de bases orgánicas; a partir de ácidos inorgánicos; y a partir de ácidos orgánicos; más preferiblemente a partir de carboxilatos de metales, tales como estaño, zinc, hierro, plomo y cobalto, a partir de compuesto de titanio que porta un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted como se define anteriormente o a partir de ácidos orgánicos. El catalizador de condensación de silanol se selecciona más preferiblemente a partir de DBTL, DOTL, particularmente DOTL; compuesto de titanio que porta un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted como se define anteriormente), o un ácido sulfónico orgánico aromático, que es preferiblemente un ácido sulfónico orgánico que comprende el elemento estructural:



en donde Ar es un grupo arilo que puede estar sustituido o no sustituido, y si está sustituido, entonces preferiblemente con al menos un grupo hidrocarbilo hasta 50 átomos de carbono, y x es al menos 1; o un precursor del ácido sulfónico de fórmula (II) que incluye un anhídrido de ácido del mismo o un ácido sulfónico de fórmula (II) que se ha proporcionado con un(os) grupo(s) protector(es) hidrolizable(s), por ejemplo, un grupo acetilo que es eliminable por hidrólisis.

12. La composición de polímero según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el catalizador de condensación de silanol está presente en una cantidad de 0,00001 a 0,1 mol/kg de composición de polímero, preferiblemente 0,0001 a 0,01 mol/kg de composición de polímero, más preferiblemente 0,0005 a 0,005 mol/kg de composición de polímero.

13. Un artículo que comprende una composición de polímero que comprende

- una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y

- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12.

40 14. El artículo según la reivindicación 13, que es un cable que comprende un conductor rodeado por al menos una capa que comprende una composición de polímero que comprende

- una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y

- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12;

45 preferiblemente un cable de alimentación seleccionado de

- un cable (A) que comprende un conductor rodeado por al menos una capa aislante que comprende una composición de polímero que comprende

- una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12;
- 5
- un cable (B) que comprende un conductor rodeado por una capa semiconductor interna, una capa aislante y una capa semiconductor externa, en ese orden, en donde al menos una capa, preferiblemente al menos la capa aislante, comprende una composición de polímero que comprende
 - una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
- 10
- un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12.
15. Un procedimiento para producir un cable según la reivindicación 14, por el que el procedimiento comprende la etapa de
- aplicar en un conductor, preferiblemente por (co)extrusión, una o más capas, en donde al menos una capa comprende una composición de polímero que comprende
- 15
- una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12;
- preferiblemente un procedimiento para producir:
- (i) un cable (A), en donde el procedimiento comprende las etapas de
- 20
- aplicar en un conductor, preferiblemente por (co)extrusión, al menos una capa aislante que comprende una composición de polímero que comprende
 - una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12;
- 25
- o
- (ii) un cable (B), en donde el procedimiento comprende las etapas de
- aplicar en un conductor, preferiblemente por (co)extrusión, una capa semiconductor interna que comprende una primera composición semiconductor, una capa aislante que comprende una composición aislante y una capa semiconductor externa que comprende una segunda composición semiconductor, en ese orden, en donde la
- 30
- composición de al menos una capa, preferiblemente al menos la composición aislante de la capa aislante comprende la composición de polímero que comprende
 - una poliolefina (a) reticulable que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min (según la norma ISO 1133 a 190°C y a una carga de 2,16 kg), y
 - un compuesto retardante del pre-vulcanizado; como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12.
- 35
16. El procedimiento según la reivindicación 15 para producir un cable reticulado, en donde el procedimiento comprende una etapa adicional de
- reticular la al menos una capa obtenida que comprende la composición de polímero como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12 en presencia de un catalizador de condensación de silanol y agua, preferiblemente para producir:
- 40
- (i) un cable (A) reticulado, en donde el procedimiento comprende una etapa adicional de:
- reticular la composición aislante de la capa aislante obtenida del cable (A) en presencia de un catalizador de condensación de silanol y agua, o
- (ii) un cable (B) reticulado en donde el procedimiento comprende una etapa adicional de:
- reticular al menos una de la composición aislante de la capa aislante, la primera composición semiconductor de la
- 45
- capa semiconductor interna o la segunda composición semiconductor de la capa semiconductor externa del cable (B) obtenido en presencia de un catalizador de condensación de silanol y agua; preferiblemente reticular al

menos la composición aislante de la capa aislante del cable (B), en donde dicha composición aislante comprende la composición de polímero como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-12.

17. Un cable reticulado obtenible mediante el procedimiento según la reivindicación 16.

5 18. Un uso de una poliolefina (a) reticulado que porta unidades que contienen grupo(s) silano hidrolizables y que tiene un MFR₂ de menos que 0,80 g/10 min como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 4-9 para aumentar la velocidad de reticulado de una composición de polímero reticulado de silano.