

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 649**

51 Int. Cl.:

**C09K 21/14** (2006.01)

**C08L 23/00** (2006.01)

**C08K 3/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2011 PCT/US2011/031248**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2011 WO11149591**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2011 E 11787061 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 2576730**

54 Título: **Poliolefina ignífuga libre de halógenos**

30 Prioridad:

**28.05.2010 US 789801**

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

**01.03.2021**

73 Titular/es:

**GENERAL CABLE TECHNOLOGIES  
CORPORATION (100.0%)  
4 Tesseneer Drive  
Highland Heights, KY 41076, US**

72 Inventor/es:

**HILLS, CHARLES W.**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 808 649 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

Poliolefina ignífuga libre de halógenos

## 5 CAMPO DE LA INVENCION

**[0001]** La presente invención se refiere a composiciones libres de halógenos que contienen un aditivo de bohmita, nanoarcilla, talco microcristalino, hidroxistannato de zinc y un aceite de poliolefina. La composición es conveniente como material de recubrimiento para cables eléctricos con excelente resistencia al fuego y propiedades mecánicas, tales como curvatura en frío (UL 1072) y propiedades termomecánicas (ICEA S-94-649).

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

**[0002]** El cloruro de polivinilo (PVC) ha sido ampliamente utilizado como material de recubrimiento de cables eléctricos debido a su resistencia mecánica superior, procesabilidad en la extrusión, flexibilidad y propiedad colorante. Sin embargo, con la reciente preocupación por el medio ambiente a nivel mundial, se ha llegado a utilizar material de resina libre de halógenos para cubrir cables eléctricos en lugar de PVC, porque el PVC descarga un gas halógeno nocivo en la combustión.

**[0003]** Las composiciones de resina libres de halógenos que contienen polímeros se conocen en la técnica para su uso como recubrimiento de cables eléctricos, mientras que tienen el mérito de no generar un gas venenoso en la combustión. Generalmente, esas composiciones se basan en una resina de un polímero polar, típicamente copolímero de acetato de etileno vinilo (EVA) y un relleno mineral hidratado. El trihidrato de aluminio (ATH) es el más comúnmente utilizado como relleno mineral y requiere altos niveles, generalmente alrededor de 200-350 phr, para producir el rendimiento requerido en caso de incendio. Para lograr la dispersión adecuada de dicha carga de relleno elevada, se necesitan compatibilizadores, por ejemplo, tratamiento de superficies de organosilano de relleno o polímeros funcionalizados (por ejemplo, anhídrido maleico).

**[0004]** Los hidróxidos metálicos, como el hidróxido de magnesio, también pueden ser un sustituto del ATH, pero también se requiere una gran cantidad de hidróxido metálico. Eso causa problemas en la reducción de la resistencia mecánica, tal como la resistencia al desgaste, la resistencia a la tracción y similares. Para evitar el deterioro de la resistencia mecánica, se puede considerar que aumentan las cantidades de un polipropileno que tiene una dureza comparativamente alta y un polietileno de alta densidad, pero la flexibilidad del alambre eléctrico cubierto se reduce de este modo y la capacidad de procesamiento se vuelve deficiente.

**[0005]** Los ejemplos de composiciones sin halógenos se describen en las patentes estadounidenses n.º 4,948,669; 4,430,468; 4,434,258; 4,673,620; 4,701,359; and 6,475,628; y en la publicación de la solicitud de patente estadounidense n.º 2005/0137306.

**[0006]** Por lo tanto, sigue siendo necesario utilizar composiciones libres de halógenos como material de recubrimiento para cables eléctricos con excelente resistencia al fuego y propiedades mecánicas.

**[0007]** El documento US2003/049002A1 se refiere a un cable de fibra óptica con una composición de relleno de bloqueo de agua.

**[0008]** El documento US7446140B2 se refiere a sales diorganilfosfóricas, su uso y un procedimiento para su preparación.

## RESUMEN DE LA INVENCION

**[0009]** Un objeto de la presente invención es proporcionar una composición libre de halógenos, conveniente como material de recubrimiento para cables eléctricos, que sea ignífuga y tenga excelentes propiedades mecánicas. El cable que contiene el material de recubrimiento pasa preferentemente la especificación de la prueba de llama para cables de bandeja de UL 1685 (2007) e IEEE 1202 (2006) y la especificación termomecánica de ICEA S-94-649 (2004). Además, el cable preferentemente también supera la prueba de curvatura en frío (UL 1072 (2007)) a o por debajo de -40 °C, preferentemente a o por debajo de -50 °C.

**[0010]** La composición de la presente invención contiene una poliolefina de base y un aditivo que contiene bohmita, nanoarcilla, talco microcristalino, hidroxistannato de zinc y un aceite de poliolefina. La composición contiene aproximadamente 5-20 phr de bohmita, 5-20 phr de nanoarcilla, 5-20 phr de talco microcristalino, 5-20 phr de hidroxistannato de zinc y 0,1-4 phr de aceite de poliolefina.

**[0011]** Otro objeto de la presente invención es proporcionar un aditivo para mejorar las propiedades mecánicas y de llama de un polímero base. El aditivo contiene bohmita, nanoarcilla, talco microcristalino, hidroxistannato de zinc y un aceite de poliolefina. La composición contiene 5-20 phr de bohmita, 5-20 phr de nanoarcilla, 5-20 phr de talco

microcristalino, 5-20 phr de hidroxistannato de zinc y 0,1-4 phr de aceite de poliolefina.

**[0012]** Otro objeto de la presente invención es proporcionar un cable eléctrico con propiedades mecánicas y de llama superiores. El cable contiene un conductor que está cubierto por la composición de la presente invención. El cable supera preferentemente la especificación de la prueba de llama para cables de bandeja de UL 1685 (2007) o IEEE 1202 (2006), y la especificación termomecánica de ICEA S-94-649 (2004). Además, el cable preferentemente también supera la prueba de curvatura en frío (UL 1072 (2007)) a o por debajo de -40 °C, preferentemente a o por debajo de -50 °C.

#### 10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

**[0013]** La composición de la presente invención contiene un polímero base de poliolefina y un aditivo. Las poliolefinas, tal como se usan en esta invención, son polímeros producidos a partir de alquenos que tienen la fórmula general  $C_nH_{2n}$ .

**[0014]** Dentro de la definición amplia anterior, los ejemplos no taxativos de poliolefinas adecuadas para la presente invención incluyen polietileno (incluido de baja densidad (PEBD), de alta densidad, alto peso molecular (PEAD), de ultra alto peso molecular (PEUAPM), de baja densidad lineal (PEBDL), muy baja densidad, etc.), polipropileno maleatado, polipropileno, polibutileno, polihexaleno, poliocteno y copolímeros de estos, y copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA), y mezclas, combinaciones o aleaciones de los mismos.

**[0015]** Los copolímeros de olefina catalizados con metaloceno constituyen otro polímero en la aleación polimérica de la presente invención. Esos copolímeros se incluyen en la aleación para proporcionar una modificación del módulo de la poliolefina y para ayudar de otro modo en la procesabilidad de las poliolefinas durante la fabricación.

**[0016]** Dichos copolímeros de olefina catalizada por metaloceno son bien conocidos en la técnica, tal como se describe en las patentes estadounidense n.ºs 6,451,894; 6,376,623; and 6,329,454. Dichos copolímeros están disponibles de varias fuentes comerciales, entre ellas ExxonMobil y Dow Elastomers.

**[0017]** Es bien sabido que la catálisis de metaloceno puede producir estructuras poliméricas bastante precisas. Dentro de las posibilidades de los monómeros de olefina utilizados en la copolimerización, se prefiere usar etileno con un segundo monómero de olefina que tiene de 3 a 18 átomos de carbono. De las opciones de comonómero, se prefiere octeno debido a la variación posible en las propiedades de flujo de fusión del copolímero resultante.

**[0018]** El polímero base utilizado en la composición de recubrimiento (por ejemplo, aislamiento o cubierta) para cables eléctricos según la invención también puede seleccionarse del grupo de polímeros que consiste en etileno polimerizado con al menos un comonómero seleccionado del grupo que consiste en alfa-olefinas  $C_3$  a  $C_{20}$  y polienos  $C_3$  a  $C_{20}$ . Generalmente, las alfa-olefinas adecuadas para su uso en la invención contienen átomos de carbono en el intervalo de aproximadamente 3 a aproximadamente 20. Preferentemente, las alfa-olefinas contienen átomos de carbono en el intervalo de aproximadamente 3 a aproximadamente 16, más preferentemente átomos de carbono en el intervalo de aproximadamente 3 a aproximadamente 8. Ejemplos ilustrativos no limitantes de dichas alfa-olefinas son propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno y 1-dodeceno.

**[0019]** Preferentemente, los polímeros utilizados en los cables de la invención son copolímeros de etileno/alfa-olefina o terpolímeros de etileno/alfa-olefina/dieno. El polieno utilizado en la invención tiene generalmente de aproximadamente 3 a aproximadamente 20 átomos de carbono. Preferentemente, el polieno tiene átomos de carbono en el intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 20, más preferentemente átomos de carbono en el intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 15. Preferentemente, el polieno es un dieno, que puede ser una cadena recta, cadena ramificada o hidrocarburo dieno cíclico. Más preferentemente, el dieno es un dieno no conjugado. Los ejemplos de dienos adecuados son dienos acíclicos de cadena lineal tales como: 1,3-butadieno, 1,4-hexadieno y 1,6-octadieno; dienos acíclicos de cadena ramificada tales como: 5-metil-1,4-hexadieno, 3,7-dimetil-1,6-octadieno, 3,7-dimetil-1,7-octadieno e isómeros mixtos de dihidromirceno y dihidrocineno; dienos alicíclicos de anillo simple tales como: 1,3-ciclopentadieno, 1,4-ciclohexadieno, 1,5-cyclooctadieno y 1,5-ciclododecadieno; y dienos multianulares alicíclicos fusionados y anulares puenteados tales como: tetrahidroindeno, metiltetrahidroindeno, dicitlopentadieno, biciclo-(2,2,1)-hepta-2-5-dieno; alqueniilo, alquilideno, cicloalqueniilo y cicloalquilideno norbornenos tales como 5-metileno-2-norborneno (MNB), 5-propenil-2-norborneno, 5-isopropilideno-2-norborneno, 5-(4-ciclopentenil)-2-norborneno, 5-ciclohexilideno-2-norborneno y norborneno. De los dienos utilizados típicamente para preparar EPR, los dienos particularmente preferidos son 1,4-hexadieno, 5-etilideno-2-norborneno, 5-vinilideno-2-norborneno, 5-metileno-2-norborneno y dicitlopentadieno. Los dienos especialmente preferidos son 5-etilideno-2-norborneno y 1,4-hexadieno.

**[0020]** Como polímero adicional en la composición de polímero base, se puede utilizar un polímero base que no sea metaloceno que tenga la fórmula estructural de cualquiera de las poliolefinas o copolímeros de poliolefina descritos anteriormente. El caucho de etileno-propileno (EPR), polietileno, polipropileno o acetatos de etileno-vinilo que tienen un intervalo de contenido de acetato de vinilo de aproximadamente un 10 % a aproximadamente un 40 %

se pueden utilizar en combinación con los otros polímeros en el polímero base para proporcionar otras propiedades deseadas en el polímero base. Sin embargo, tal como se indicó anteriormente, las combinaciones de factores tales como el coste y la disponibilidad de las materias primas y los requisitos del usuario final para determinados entornos pueden dictar determinadas composiciones o provocar que se prefieran determinadas modalidades en determinadas circunstancias que, en otras circunstancias, podrían no serlo.

**[0021]** El polímero base preferido es etileno-octeno, PEBD, PEBDL, EVA, EPR o EPDM.

**[0022]** El aditivo de la presente invención contiene bohmita, nanoarcilla, talco microcristalino, hidroxistannato de zinc y un aceite de poliolefina. La bohmita es un mineral de óxido de aluminio hidróxido ( $\text{AlO}(\text{OH})$ ), que es un componente importante de bauxitas, lateritas o chamotas. Es dimórfico con diásporo y cristaliza en el sistema dipiramidal ortorrómbico. En la presente composición, la bohmita está presente a -\_5-20 phr, preferentemente 5-15 phr, y más preferentemente 10 phr.

**[0023]** La nanoarcilla es una arcilla de la familia de las esmectitas que tiene una morfología única, con una dimensión en el intervalo de nanómetros. La arcilla montmorillonita es el miembro más común de la familia de las arcillas esmaltadas. La partícula de arcilla montmorillonita a menudo se llama plaqueta, lo que representa una estructura en forma de lámina donde las dimensiones en dos direcciones superan con creces el espesor de la partícula.

**[0024]** La nanoarcilla se vuelve comercialmente significativa si se intercala con un intercalante. Un intercalado es un complejo arcillo-sustancia química donde se ha incrementado la separación de la galería de arcilla, debido al proceso de modificación de la superficie por un intercalante. En las condiciones adecuadas de temperatura y cizallamiento, un intercalado es capaz de exfoliarse en una matriz de resina. Un intercalante es un producto químico orgánico o semiorgánico capaz de entrar en la galería de la arcilla montmorillonita y unirse a la superficie. La exfoliación describe una dispersión de una nanoarcilla tratada en superficie en una matriz plástica.

**[0025]** En la forma exfoliada, las plaquetas de nanoarcilla tienen una estructura flexible tipo lámina que es notable por su tamaño muy pequeño, especialmente el espesor de la lámina. La longitud y la anchura de las partículas oscilan entre 1,5  $\mu\text{m}$  y unas pocas decenas de micrómetro. Sin embargo, el espesor es asombrosamente pequeño, midiendo solo alrededor de un nanómetro (una billonésima parte de un metro). Estas dimensiones resultan en relaciones de aspecto medias extremadamente altas (200-500). Además, el tamaño y el grosor minúsculos significan que un solo gramo contiene más de un millón de partículas individuales.

**[0026]** Los nanocompuestos son la combinación de la nanoarcilla tratada superficialmente y la matriz plástica. En la composición polimérica, un nanocompuesto es un medio muy conveniente de administración de la nanoarcilla en el compuesto final, siempre que la matriz plástica sea compatible con los principales componentes de resina polimérica de los compuestos. De esta manera, los nanocompuestos están disponibles en concentrados, masterbatches y compuestos de Nanocor, Inc. de Arlington Heights, Ill. ([www.nanocor.com](http://www.nanocor.com)), PolyOne Corporation de Avon Lake, Ohio ([www.polyone.com](http://www.polyone.com)) y Rockwood Additives (Southern Clay) ([www.scprod.com](http://www.scprod.com)) en una variedad de composiciones.

**[0027]** Otras nanoarcillas que son adecuadas para su uso en la presente invención se identifican en la patente estadounidense n.º 6,414,070 (Kausch y col.) y las publicaciones de las patentes PCT WO 00/66657 y WO 00/68312. En la presente composición, la nanoarcilla está presente a 5-20 phr, preferentemente 5-15 phr, y más preferentemente 10 phr.

**[0028]** El talco es un silicato de lámina de magnesio hidratado que tiene la fórmula química  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Su lámina elemental está compuesta por una capa de octaedro magnesio-oxígeno/hidroxilo, intercalada entre dos capas de tetraedro silicio-oxígeno. Hay dos morfologías de talco: talco macrocristalino caracterizado por plaquetas individuales grandes; y talco microcristalino caracterizado por plaquetas mucho más pequeñas. Debido a que el talco es un material escamoso, la diferencia entre el talco micro y macrocristalino está en su relación de aspecto. El talco microcristalino tiene una relación de aspecto de hasta 20; el talco macrocristalino tiene una relación de aspecto de 20 o más. El tamaño de partícula preferido del talco microcristalino es de entre 3 y 5 micras, más preferentemente 3,8 micras. En la presente composición, el talco microcristalino está presente a 5-20 phr, preferentemente 10-20 phr, y más preferentemente 20 phr.

**[0029]** El hidroxistannato de zinc tiene la fórmula química  $\text{ZnSnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  y se encuentra ampliamente disponible en varios proveedores. En la presente composición, está presente a 5-20 phr, preferentemente 5-15 phr, y más preferentemente 10 phr.

**[0030]** Muchos aceites de poliolefina son útiles para la presente invención. Aunque ambas son poliolefinas, tal como se usa en esta invención, el aceite de poliolefina se distingue del polímero base por su densidad: la densidad del aceite de poliolefina es de 0,830  $\text{g}/\text{cm}^3$  o menos, mientras que la densidad del polímero base de poliolefina es de 0,890  $\text{g}/\text{cm}^3$  o más. Sin embargo, se prefiere que el aceite de poliolefina sea no polar y no conductor. Adicionalmente, las características preferidas del aceite de poliolefina incluyen: viscosidad de 60-90 cP (0,06-0,09 Pascal-segundos

(Pa.s) a 20 °C, más preferentemente 74 cP (0,074 Pa.s); peso molecular medio de 570-610 g/mol, más preferentemente 590 g/mol; y densidad de 0,826-0,830 g/cm<sup>3</sup>, más preferentemente 0,828 g/cm<sup>3</sup>. En la presente composición, el aceite de poliolefina está presente a 0,1-4 phr, preferentemente 2-4 phr, más preferentemente 2 phr.

5 **[0031]** Opcionalmente, las composiciones de la presente invención también pueden incluir un mineral hidratado, tal como hidróxido de magnesio o ATH. El mineral hidrato, si se utiliza, debe ser 150-220 phr, preferentemente 180-200 phr, más preferentemente 185-195 phr. Adicionalmente, se debe usar un compatibilizador, como es conocido en la técnica, con el mineral hidratado.

10 **[0032]** Las composiciones de la invención se pueden preparar mezclando el polímero base de poliolefina y aditivos mediante el uso de equipos trituradores convencionales, por ejemplo, un molino de caucho, mezclador Brabender, mezclador Banbury, mezclador Buss-Ko, mezclador continuo Farrel o mezclador continuo de tornillo doble. Los aditivos se premezclan preferentemente antes de la adición al polímero base de poliolefina. Los tiempos de mezcla deben ser suficientes para obtener mezclas homogéneas. Todos los componentes de las composiciones utilizadas en la invención generalmente se mezclan o se combinan antes de su introducción en un dispositivo de extrusión desde el cual se extruyen en un conductor eléctrico.

20 **[0033]** Después de que los diversos componentes de la composición se mezclan y combinan uniformemente, se terminan de procesar para fabricar los cables de la invención. Los procedimientos de la técnica anterior para fabricar un aislamiento de cable o una funda de cable de polímero son bien conocidos, y la fabricación del cable de la invención generalmente puede lograrse mediante cualquiera de los diversos procedimientos de extrusión.

25 **[0034]** En un procedimiento de extrusión típico, un núcleo conductor a recubrir calentado opcionalmente se pasa por un troquel de extrusión calentado, generalmente un troquel de cabeza cruzada, en el que se aplica una capa de polímero fundido al núcleo conductor. Al salir del troquel, si el polímero se adapta como una composición termoestable, el núcleo conductor con la capa de polímero aplicada puede pasar a través de una sección de vulcanización calentada o sección de vulcanización continua y luego una sección de enfriamiento, generalmente un baño de enfriamiento alargado, para enfriarse. Se pueden aplicar múltiples capas de polímero mediante etapas de extrusión consecutivas en las que se agrega una capa adicional en cada etapa, o con el tipo adecuado de troquel, se pueden aplicar múltiples capas de polímero simultáneamente.

30 **[0035]** El conductor de la invención puede comprender generalmente cualquier material conductor eléctrico adecuado, aunque generalmente se utilizan metales conductores eléctricos. Preferentemente, los metales utilizados son cobre o aluminio. En la transmisión de energía, generalmente se prefiere un cable conductor de aluminio/refuerzo de acero (ACSR), un cable conductor de aluminio/refuerzo de aluminio (ACAR) o un cable de aluminio.

40 **[0036]** Sin descripción adicional, se cree que un experto en la materia puede, utilizando la descripción anterior y el siguiente ejemplo ilustrativo, fabricar y utilizar los compuestos de la presente invención y poner en práctica los procedimientos reivindicados. El siguiente ejemplo se proporciona para ilustrar la presente invención. Debe entenderse que la invención no debe limitarse a las condiciones o detalles específicos descritos en este ejemplo.

EJEMPLO

45 **[0037]**

La Tabla 1 compara varias fundas de cable diferentes con la de la presente invención.

	Muestras de cables				Especificación del requisito más riguroso
	DFDE 1638 (cinta extruida)	LJ750C (protector de cinta 1/0)	LJ750D (protector de cinta 1/0)	LJ750G (protector de cinta 1/0)	
Tracción (PSI)	1647	2279	1726	1727	>1400
% de alargamiento	208	184	225	171	>100
Desgarro a temperatura ambiente (lb fuerza/pulg.)	45,7	50	40	54	>35

ES 2 808 649 T3

(continuación)

	Muestras de cables				Especificación del requisito más riguroso
	DFDE 1638 (cinta extruida)	LJ750C (protector de cinta 1/0)	LJ750D (protector de cinta 1/0)	LJ750G (protector de cinta 1/0)	
<b>Flexión en frío</b>	Superada (a -25 °C)	Superada (a -25 °C)	Superada (a 35 °C)	Superada (a 55 °C)	Superada (-25 °C)
<b>Índice de humo</b>	13,93	30,37	No completada	22,17	<25
<b>Termomecánica (pico de 130 °C)</b>	Fallada	Fallada	Superada	Superada	Superada
<b>Prueba de llama para cables de bandeja</b>	Fallada	Fallada	Fallada	Superada	IEEE: 1202
<b>Altura del carácter</b>		Bandeja completa	Bandeja completa	1,25 m	1,5m
<b>Liberación de humo (tasa máxima)</b>				50,3 (0,19)	150 (0,4)

**[0038]** DFDE 1638 es un material de funda de poliolefina libre de halógenos comercialmente disponible de Dow Chemicals. LJ750C es un material de funda de poliolefina que contiene ATH (180 phr) y talco microcristalino (20 phr). LJ750D es un material de funda de poliolefina que contiene ATH (180 phr), bohmita (10 phr), nanoarcilla (10 phr) y talco microcristalino (20 phr). LJ750G es un material de funda de poliolefina que contiene ATH (180 phr), bohmita (10 phr), nanoarcilla (10 phr), talco microcristalino (20 phr), hidroxistannato de zinc (10 phr) y un aceite de poliolefina (2 phr).

**[0039]** La prueba de curvatura en frío se realizó conforme a UL 1072 (2007) sección 38. La prueba termomecánica se realizó conforme a ICEA S-94-649 (2004). La prueba de llama para cables de bandeja se realizó conforme a UL1685 (2007) e IEEE1202 (2006).

**REIVINDICACIONES**

1. Un aditivo para mejorar las propiedades mecánicas e ignífugas de las poliolefinas de base libres de halógenos que comprenden 5-20 phr de bohmita, 5-20 phr de nanoarcilla, 5-20 phr de talco microcristalino, 5-20 phr de hidroxistannato de zinc y 0.1-4 phr de un aceite de poliolefina, donde la densidad del aceite de poliolefina es de 0,830 g/cm<sup>3</sup> o menos, mientras que la densidad de la poliolefina de base es de 0,890 g/cm<sup>3</sup> o más.
2. El aditivo de la reivindicación 1, donde el aceite de poliolefina tiene una viscosidad de 60-90 cP (0,06-0,09 Pa.s) a 20 °C.
3. El aditivo de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el aceite de poliolefina tiene un peso molecular de 570-610 g/mol.
4. El aditivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde el aceite de poliolefina tiene una densidad de 0,826-0,830 g/cm<sup>3</sup>.
5. El aditivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde la nanoarcilla es arcilla montmorillonita.
6. Una composición libre de halógenos que comprende una poliolefina de base libre de halógenos y el aditivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-5.
7. Un cable que tiene un conductor y un recubrimiento, comprendiendo dicho recubrimiento una composición libre de halógenos de la reivindicación 6