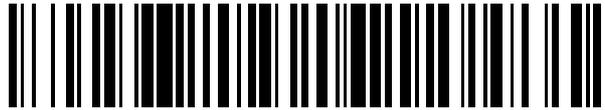


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 186**

51 Int. Cl.:

**C08K 3/00** (2006.01)

**C08K 3/22** (2006.01)

**C08K 5/132** (2006.01)

**C08L 23/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2012 PCT/EP2012/072059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13068420**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012 E 12783215 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017 EP 2776497**

54 Título: **Compuestos retardantes de la llama curables por UV, un método de curado por UV de los mismos y el uso de los mismos**

30 Prioridad:

**07.11.2011 WO PCT/CN2011/081885**

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

**19.02.2018**

73 Titular/es:

**ARLANXEO DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)  
Alte Heerstrasse 2  
41540 Dormagen, DE**

72 Inventor/es:

**ROOS, ANDREAS;  
HERRMANN, MICHAEL;  
KALKOFEN, RAINER;  
HOCH, MARTIN;  
HAN, TAO y  
FROMMONT, HANS-JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 655 186 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

Compuestos retardantes de la llama curables por UV, un método de curado por UV de los mismos y el uso de los mismos

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al área de compuesto de caucho reticulado con propiedades retardantes de la llama. La aplicación técnica es para el uso en el recubrimiento de cables y alambres, para tejidos y láminas cauchutadas y otras aplicaciones en las que se usan capas de materiales de caucho.

**Antecedentes**

15 En la actualidad, para el uso de básicamente compuestos de caucho las etapas de curado son partes cruciales de la fabricación. Tomando el proceso de fabricación de cables como ejemplo para la reticulación con peróxidos se necesitan largos tubos calentados con vapor o nitrógeno para lograr una reticulación suficiente. Este equipamiento representa una alta inversión y se necesita una cantidad de energía considerable para calentar las temperaturas de curado necesarias. También es necesario excluir el aire ya que el oxígeno interfiere en los procesos de curado iniciados por radicales.

20 Un inconveniente adicional del curado de peróxido es la limitación de la temperatura de extrusión para evitar un curado prematuro que limita la velocidad de extrusión y, por lo tanto, la productividad de la producción de cables.

25 La reticulación con peróxidos, especialmente cuando se necesitan cantidades mayores de peróxidos debe llevarse a cabo bajo presión que puede generarse con vapor o con nitrógeno. La presión se necesita para evitar la formación de burbujas y porosidad en el artículo.

30 Temperaturas de curado elevadas son a veces perjudiciales si el compuesto de caucho curable es pare de un compuesto que comprende tejidos, cintas y otros materiales que sean sensibles al calor. Muchos compuestos termoplásticos tienden a padecer una deformación por calor durante los procesos de curado a alta temperatura.

35 El curado por radiación también es posible el cual requiere normalmente un almacenamiento intermedio del cable extruido sobre un carrete puesto que la instalación de radiación normalmente no se encuentra en la misma ubicación. El fabricante se enfrenta al problema de deformación antes de que el curado pueda llevarse a cabo. También es deseable añadir la etapa de curado directamente después de la extrusión la cual, sin embargo, requiere la disponibilidad de un equipamiento que no tenga demasiados elevados costes de inversión.

40 Una instalación de radiación es un complejo y sirve para muchos fines, y normalmente no puede ser una incorporación en el proceso de fabricación de cables.

45 También se utilizan compuestos de poliolefina injertados con silano lo cual permite el curado por humedad con condiciones ambiente después de la extrusión. El inconveniente de esta tecnología es que el polímero necesita modificarse en una etapa separada para unir los grupos siloxi necesarios sobre la estructura de polímero. No todos los polímeros están disponibles en una forma curable por humedad y la vida útil de los compuestos es limitada. En una aplicación de pared final, las partículas de gel a partir de una reticulación prematura son a menudo una preocupación mientras que en recubrimientos de cables más gruesos el curado por humedad requiere mucho tiempo y tiene un difícil control de proceso.

50 La foto-reticulación, también denominada curado por UV, se ha usado durante mucho tiempo en aplicaciones de recubrimiento en las que se necesitan endurecer películas o barnices transparentes. En la industria de recubrimientos la mayoría de composiciones líquidas o semi-líquidas que contienen monómeros acrílicos se curan a una alta velocidad con exposición de luz. También pueden curarse materiales que no contienen doble enlace con sistemas de curado por UV.

55 Las limitaciones de esta tecnología son que la radiación UV necesita alcanzar el espesor completo del material extruido para conseguir una reticulación suficientemente homogénea.

60 Se ha demostrado que el curado por UV funciona en polímeros que no contienen enlaces dobles tales como en la patente de Dupont (EP 1049752, 1999) para copolímeros de etileno-acrílico, copolímeros de etileno- vinil acetato, terpolímeros de etileno-acetato de vinilo-monóxido de carbono y cauchos de nitrilo hidrogenado. De acuerdo con el documento EP 1049752, un foto-sensibilizador como Irgacure 1800 se usa con una cantidad mínima de 2 phr (partes por cada cien de polímero) de coagentes multifuncionales tales como triacrilato de trimetilolpropano en compuestos de caucho no cargados. Después del curado por UV, se obtuvieron propiedades mecánicas muy moderadas para materiales de junta blanda. Desafortunadamente, estos ejemplos no muestran el uso de cargas probablemente debido al impacto negativo sobre la transparencia. Los inventores (páginas 12 línea 13) argumentan que las cargas pueden emplearse hasta 15 phr y sugieren cargas que no sean negras tales como minerales o fibras de vidrio. A

partir de lo anterior, uno puede concluir que es imposible usar cantidades elevadas de cargas típicas en artículos de caucho con una dureza de 70 ShA y superior. El uso de cargas es muy deseable para asegurar un refuerzo suficientemente elevado de caucho y además para conseguir al menos algún grado de capacidad piroretardante.

5 La solicitud de patente japonesa Kokai JP 63-26751517 desvela un curado por UV de caucho de polietileno clorosulfonado y una manguera de poliepiclorhidrina que se hace pasar en primer lugar a través de un aparato de irradiación de UV y a continuación se vulcaliza a una temperatura elevada durante 30-60 minutos.

10 En el documento EP 1338623, se describe el curado por UV de elastómeros de FKM, CPE, CSM y ECO mostrando un beneficio añadido si se usa tri-n-butil-tin-hidruro. Sin embargo, los tiempos de curado por UV son relativamente largos y en caso de un tiempo de curado de 4 minutos la exposición de UV se realizó sobre muestras con agua para evitar el sobrecalentamiento y generación de gas de HCl a partir de la descomposición. Los compuestos de ejemplo en la solicitud de patente están todos sin rellenar.

15 El documento JP 9100383 proporciona una composición de caucho acrílico foto-reticulante con de 0,05 a 20 p.p. (partes en peso) de monómero insaturado polifuncional, de 0,01 a 10 p.p. de iniciador de foto-reticulación y de 10 a 100 p.p. de sílice amorfo fundido. También hay presentes aminas alifáticas. Mientras que la presente solicitud de patente desvela el uso de cargas, uno debe notar que la sílice en general no puede proporcionar propiedades piroretardantes en un compuesto de caucho. Además, la enseñanza del documento JP 9100383 parece restringir la tecnología de foto-reticulación a sílice fundido el cual es costoso y difícil de usar debido a un volumen de peso muy bajo.

20 Khan y col (Polymer Degradation and Stability, volumen 93, tema 6, junio de 2008, páginas 1238-1241) estudiaron el curado de resinas EVA (19 % en peso de VA) y EPDM con luz láser mediante el uso de foto-sensibilizadores y coagentes. Encontraron que puede usarse Irganox 1010 para suprimir los efectos de degradación de cadena.

25 Qu y col (Polymer Engineering and Science, 2007, pág. 1762) estudiaron la foto-reticulación de resinas EVA 14 y 18 % en peso de VA) y LDPE con foto-sensibilizador y coagente y encontraron que se podían cumplir las pruebas de configuración de alargamiento térmico.

30 Se ha propuesto la aplicación de curado por UV en la fabricación de cables en el documento EP2068329 A1. Los ingredientes necesarios a parte de la resina son el foto-iniciador, los agentes multifuncionales y antioxidantes en una resina de polietileno que no contiene ninguna carga.

35 En la revisión técnica de Nexan - octubre de 2004, pág. 10, se informó de los esfuerzos en desarrollar un curado por UV de cables que incluyen cables de PVC y PE cargados. Sin embargo, las bajas velocidades de extrusión y la influencia de pigmentos, a saber la absorción de luz UV por los pigmentos proporcionaron el problema de una energía lumínica insuficiente para la reticulación. No se proporciona detalles adicionales y no se sabe si alguno de estos problemas podría resolverse.

40 La solicitud de patente reciente CN 101434728 desvela compuestos a base de EPDM (terpolímero de propileno etileno), un sensibilizador de UV, un coagente, antioxidantes y cargas inorgánicas tales como sílice, carbonato cálcico, talco, carbonato de magnesio, óxido de aluminio y arcillas. No se proporciona el grado de curado.

45 En el documento CN 101486819, compuestos de EPDM se curan por UV en presencia de ATH y MDH con valores de resistencia a la tracción por debajo de 10 MPa mientras que el alargamiento a la rotura está por encima del 350 %. Esto es un indicativo del estado relativamente bajo de curado.

50 Para compuestos de forro de cable, es necesario que tengan una mínima resistencia frente al aceite tal como con la condición de 1 día a 100 °C en IRM 902. En muchos casos las resistencias de aceite, lubricante, aceite diésel requeridos son mucho más exigentes de modo que el EPDM como bases de polímero ya no puede proporcionar la resistencia a hinchado necesaria.

55 De hecho, el rendimiento de los cables en entornos que varían considerablemente es dictado por los materiales de forro usados. Por lo tanto, es muy deseable aplicar las ventajas de un método por UV sobre una mayor cantidad de polímeros actualmente en uso para la fabricación de forros de cable, especialmente, polímeros de caucho a parte de EPDM. Lo mismo cabe decir para cables de una única capa en los que el recubrimiento del cable tiene que combinar la función de capa de aislamiento y forro.

## 60 Sumario de la invención

65 Por lo tanto, era un objetivo de la presente invención encontrar un compuesto que pueda curarse con luz UV en poco tiempo, que pueda convertirse en piroretardante con retardantes de la llama de hidróxido de metal y también proporciona resistencia al aceite como requieren las aplicaciones de forro de cables. Se entiende que tal compuesto puede usarse en otras aplicaciones en las que se usen compuestos de caucho para cubrir partes planas de espesor limitado. Esos artículos pueden ser tejidos y láminas cauchutadas tales como lonas, láminas de cobertura,

revestimientos de caucho, perfiles extruidos finos, recubrimientos de caucho y similares.

En el primer aspecto, la presente invención proporciona una composición de retardante de la llama curable por UV a base de un copolímero de etileno polar que comprende un copolímero de etileno polar, un foto iniciador y una carga, en el que la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio y/o mezclas de los mismos, así como sílice opcional, y la carga es más de 50 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar. En el segundo aspecto, la presente invención proporciona un método para la preparación de una composición retardante de la llama curable por UV de acuerdo con la invención, que comprende:

añadir un copolímero de etileno polar y a continuación añadir gradualmente una carga, un plastificante opcional, un antioxidante opcional, un adyuvante del procesamiento y lubricante opcionales y un agente de acoplamiento opcional,

mezclar el copolímero de etileno y la carga, un plastificante opcional, un antioxidante opcional, un adyuvante del procesamiento y lubricante opcionales y un agente de acoplamiento opcional,

añadir un foto-iniciador y un coagente de reticulación opcional, a la mezcla resultante,

en el que la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio, y/o mezclas de los mismos, así como sílice opcional, y la carga es más de 50 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar.

En el tercer aspecto, la presente invención proporciona un método de curado por UV para una composición retardante de la llama curable por UV de acuerdo con la invención, que comprende:

añadir un copolímero de etileno polar y a continuación añadir gradualmente una carga, un plastificante opcional, un antioxidante opcional, un adyuvante de procesamiento y lubricantes opcionales, un agente de acoplamiento opcional y un coagente de reticulación opcional al copolímero de etileno polar,

mezclar el copolímero de etileno y la carga, un plastificante opcional, un antioxidante opcional, un adyuvante del procesamiento y lubricante opcionales y un agente de acoplamiento opcional,

añadir un foto-iniciador y un coagente de reticulación opcional, a la mezcla resultante, y

curar por UV mediante el uso de fuentes lumínicas con una longitud de onda de entre 200 y 700 nm después de que la mezcla resultante se haya moldeado en cualquier forma de artículo y en el que el curado por UV se realiza al menos hasta un punto en el que la superficie del artículo sea reticulada,

en el que la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio, y/o mezclas de los mismos, así como sílice opcional, y la carga es más de 50 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar,

En el cuarto aspecto, la presente invención proporciona un artículo producido mediante la composición retardante de la llama curable por UV de la invención, o la composición retardante de la llama curable por UV producida por el método de curado por UV de la invención.

En el quinto aspecto, la presente invención proporciona un uso de la composición retardante de la llama curable por UV de la invención, o la composición retardante de la llama curable por UV producida por el método de curado por UV de la invención en la fabricación de un material de forro de cable, tejidos o láminas cauchutadas, tales como lonas, láminas de cobertura, revestimientos de caucho, perfiles extruidos finos, recubrimientos de caucho y similares.

### Breve descripción de las Figuras

Los anteriores y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos, en los cuales el número representa el número del ejemplo a continuación en el presente documento y:

la Figura 1 es el microscopio electrónico de barrido (MEB) de la muestra del compuesto 5 con un espesor de 1 mm que se curó por UV y criofracturó;

la Figura 2 es el microscopio electrónico de barrido (MEB) de la muestra del compuesto 3 con un espesor de 1 mm que se curó por UV y criofracturó.

**Descripción detallada de la invención**

Basándose en los objetivos anteriormente descritos de la invención, son elastómeros de elección aquellos que tienen grupos polares unidos a la cadena principal para mejorar la resistencia a fluidos aceitosos, grasas, combustibles, lubricantes a menudo hallados en aplicaciones prácticas. Más específicamente, son polímeros adecuados copolímeros de etileno con co-monómeros polares incorporados tales como copolímeros de etileno- vinil acetato, copolímeros de etileno-acrilato y copolímeros de butadieno-acrilonitrilo parcial o totalmente hidrogenados, que pueden considerarse generalmente como un copolímero de etileno-acrilonitrilo. Todos esos polímeros tienen una resistencia al aceite probada en aplicaciones de curado convencionales y está bien establecido que el grado de resistencia de hinchado de fluido depende del tipo y cantidad de grupos polares incorporados en el copolímero. Un contenido demasiado bajo al contenido de co-monómeros polares tiende a producir materiales relativamente cristalinos debido a la cristalización de las secuencias de etileno. En este caso la resistencia al aceite solo puede esperarse si las pruebas de inmersión tienen lugar a temperaturas muy por debajo del intervalo de fusión de la parte cristalina de estos polímeros.

Para los propósitos de esta solicitud, una realización de la presente invención proporciona una composición de retardante de la llama curable por UV a base de un copolímero de etileno polar que comprende un copolímero de etileno polar, un foto iniciador y una carga, en el que la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio y/o mezclas de los mismos, así como sílice opcional, y la carga es más de 50 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar. En una realización preferible, el tamaño de partícula promedio  $d_{50}$  de la carga es micrométrica o inferior.

En una realización más preferible, el tamaño de partículas de la carga es de 0,7 micrómetros o inferior, preferiblemente el tamaño de las partículas de la carga es de 100 nm o inferior.

En una realización preferible adicional, la carga es una mezcla de tanto cargas micrométricas como nanométricas.

En una realización aún más preferible, la transparencia lumínica de la carga a una longitud de onda de 300 nm y superior está al menos por encima del 50 % y el área superficial es de o más de  $2,5 \text{ m}^2/\text{g}$ .

En otra realización preferible, el copolímero de etileno polar se selecciona a partir de copolímeros de etileno- vinil acetato, copolímeros de etileno metil acrilato, copolímeros de etil acrilato, copolímeros de butil acrilato o caucho de butadieno de nitrilo parcial hidrogenado o parcialmente hidrogenado,

En una realización preferible adicional, la composición comprende un plastificante y/o un antioxidante y/o adyuvante del procesamiento y lubricante y/o un agente de acoplamiento y/o un coagente de reticulación.

En una realización aún preferible, la carga se selecciona entre el grupo que consiste en hidróxido de potasio, trihidrato de aluminio (ATH), hidróxido de magnesio (MDH), hidróxido de óxido de aluminio (boehmita), carbonatos de hidróxido de magnesio básicos mezclados, carbonato de magnesio, carbonato cálcico, carbonatos mezclados tal como huntita, talco o una mezcla de dos o más, y sílice opcional, y en el que el tamaño de partícula de la carga es de aproximadamente  $1/4$  de la longitud de onda de luz UV y/o el área superficial de la carga es al menos de  $5 \text{ m}^2/\text{g}$ .

En una realización aún más preferible, la diferencia del índice de refracción entre el copolímero de etileno polar y la carga es mas de 0,07, preferiblemente más de 0,09.

En una realización preferible adicional, la cantidad del copolímero de etileno polar es de 100 partes en peso, la carga varía de aproximadamente 60 a aproximadamente 200 parte en peso, el foto-iniciador varía de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 partes en peso, el plastificante varía de 0 a aproximadamente 20 partes en peso, el antioxidante varía de 0 a aproximadamente 2,0 partes en peso, el adyuvante de procesamiento y lubricante varía de 0 a aproximadamente 5,0 partes en peso, el agente de acoplamiento varía de 0 a aproximadamente 5 partes en peso y el coagente de reticulación varía de 0 a aproximadamente 20 partes en peso.

En una realización más preferible, la cantidad del copolímero de etileno polar es de 100 partes en peso, la carga varía de aproximadamente 80 a aproximadamente 160 parte en peso, el foto-iniciador varía de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 3 partes en peso, el plastificante varía de 0 a aproximadamente 15 partes en peso, el antioxidante varía de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 1,0 partes en peso, el adyuvante de procesamiento y lubricante varía de 0 a aproximadamente 2 partes en peso, el agente de acoplamiento varía de 0-2 partes en peso y el coagente de reticulación varía de 0,5 a aproximadamente 5 partes en peso.

En una realización preferible, el foto-iniciador se selecciona a partir del grupo que consiste en fenonas tales como benzofenona, benzofenona de hidroxialquilo y sus derivados, acetofenonas, amino-acetofenonas, dietoxiacetofenonas, derivados de benzoína, cetales de bencilo, óxidos de acil-fosfina tal como óxido bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fenil-fosfina, óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-(2,4,4-trimetilpentil)fosfina, óxido de 2,4,4-trimetilbenzoil difenil-fosfina, xantona, tioxantona y una mezcla de dos o más.

En otra realización preferible, el coagente de reticulación se selecciona a partir del grupo que consiste en triallil-cianurato, triallil-isocianurato, acrilatos y metacrilatos multifuncionales y una mezcla de dos o más.

5 En una realización más preferible, los acrilatos y metacrilatos multifuncionales se seleccionan a partir del grupo que consiste en trimetacrilatos de trimetilolpropano y tri-acrilatos que incluyen aquellos con grupos etoxi y propoxi, diacrilatos de etilenglicol y dimetacrilatos que incluyen aquellos con grupos etoxi, propoxi, poliésteres, polioles, poliuretanos y polioles alcoilatados tales como neopentilglicol, diol de butiletilpropano, pentaeritritol de trimetilolpropano, dipentaeritritol, dioles de polibutadieno o glicerol.

10 En una realización preferible, el foto-iniciador se selecciona a partir de benzofenona, acetofenonas, amino-acetofenonas, dietoxiacetofenonas y una mezcla de dos o más.

En otra realización preferible, el adyuvante de procesamiento y lubricante se seleccionan a partir del grupo que consiste en ácido esteárico, estearamida, amina de estearilo, ceras y una mezcla de dos o más.

15 En una realización preferible adicional, la carga se trata previamente mediante ácidos grasos, alcoxi-silanos, titanatos, zirconatos o una mezcla de dos o más.

20 En otra realización preferible, la cantidad de la carga es más de 70 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar y al menos el 50 % en peso de la carga comprende hidróxidos o hidróxidos de óxido de aluminio, magnesio o una mezcla de los mismos.

En una realización preferible adicional, la composición retardante de la llama curable por UV comprende adicionalmente un agente anti-adherente a partir de ácido esteárico, amina de estearilo o una mezcla de los mismos.

25 En una realización más preferible, el copolímero de etileno polar es un copolímero de etileno polar con baja temperatura de fusión, especialmente por debajo de 100 °C o un polímero que solo tiene una baja cantidad de cristalinidad, preferiblemente por debajo del 50 % del valor de referencia para el polietileno, más preferiblemente por debajo del 30 %.

30 Otra realización de la invención proporciona un método de preparación de la composición retardante de la llama curable por UV, que comprende:

35 añadir un copolímero de etileno polar y a continuación añadir gradualmente una carga, un plastificante opcional, un antioxidante opcional, un adyuvante del procesamiento y lubricante opcionales y un agente de acoplamiento opcional,

mezclar el copolímero de etileno y la carga, un plastificante opcional, un antioxidante opcional, un adyuvante del procesamiento y lubricante opcionales y un agente de acoplamiento opcional,

40 añadir un foto-iniciador y un coagente de reticulación opcional, a la mezcla resultante,

45 en el que la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio, y/o mezclas de los mismos, así como sílice opcional, y la carga es más de 50 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar.

50 En una tercera realización, la presente invención proporciona un método de curado por UV para una composición retardante de la llama curable por UV, que comprende: añadir un copolímero de etileno polar y a continuación añadir gradualmente una carga, un plastificante opcional, un antioxidante opcional, un adyuvante de procesamiento y lubricantes opcionales, un agente de acoplamiento opcional y un coagente de reticulación opcional al copolímero de etileno polar,

mezclar el copolímero de etileno y la carga, un plastificante opcional, un antioxidante opcional, un adyuvante del procesamiento y lubricante opcionales y un agente de acoplamiento opcional,

55 añadir un foto-iniciador y un coagente de reticulación opcional, a la mezcla resultante, y curar por UV mediante el uso de fuentes lumínicas con una longitud de onda de entre 200 y 700 nm después de que la mezcla resultante se haya moldeado en cualquier forma de artículo y en el que el curado por UV se realiza al menos hasta un punto en el que la superficie del artículo sea reticulada,

60 en el que la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio, y/o mezclas de los mismos, así como sílice opcional, y la carga es más de 50 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar,

65 En una realización preferible, la mezcla se lleva a cabo en una mezcladora abierta que está opcionalmente precedida por una primera etapa de mezclado en una mezcladora interna y a continuación seguida por una etapa de compactación mediante calentamiento a una temperatura superior a 100 °C y en la que la etapa de compactación se lleva a cabo mediante moldeado o cualquier otro proceso de conformado con presión o en un transcurso de un proceso de extrusión.

En otra realización preferible, el curado por UV se lleva a cabo inmediatamente después de extrusionar a una longitud de onda de 200-700 nm con una intensidad lumínica de 400-2000 mW/cm<sup>2</sup>.

5 En una realización preferible adicional, el curado por UV se lleva a cabo inmediatamente después de extrusionar a una longitud de onda de 200-700 nm con una intensidad lumínica de 400-2000 mW/cm<sup>2</sup> y a continuación el curado por UV, se lleva a cabo además un curado por haz de electrones.

10 En una realización aún preferible, la cantidad de la carga es más de 70 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar y al menos el 50 % en peso de la carga comprende hidróxidos o hidróxidos de óxido de aluminio o magnesio o una mezcla de los mismos.

En una realización aún más preferible, la composición retardante de la llama curable por UV comprende adicionalmente un agente anti-adherente a partir de ácido esteárico, amina de estearilo o una mezcla de los mismos.

15 En la cuarta realización, la presente invención proporciona un artículo producido mediante la composición retardante de la llama curable por UV de la invención, o la composición retardante de la llama curable por UV producida por el método de curado por UV de la invención.

20 En una realización preferible, el artículo se selecciona a partir del grupo de forro de cable, tejidos o láminas cauchutadas, tales como lonas, láminas de cobertura, revestimientos de caucho, perfiles extruidos finos, recubrimientos de caucho y similares.

25 En la quinta realización, la presente invención proporciona un uso de la composición retardante de la llama curable por UV de la invención, o la composición retardante de la llama curable por UV producida por el método de curado por UV de la invención en la fabricación de un material de forro de cable, tejidos o láminas cauchutadas, tales como lonas, láminas de cobertura, revestimientos de caucho, perfiles extruidos finos, recubrimientos de caucho y similares.

30 El término "opcional" u "opcionalmente" significa que el/los elemento(s), característica(s), condición/condiciones y similares pueden ocurrir, producirse o estar presentes o pueden no ocurrir, no producirse o no estar presentes.

35 En muchas aplicaciones prácticas y especificaciones técnicas relevantes, el hinchado de aceite se somete a ensayo a 100 °C o hasta 150 °C con aceites de referencia tales como los aceites IRM 902 o IRM 903 y diversos combustibles tales como combustible diésel. Con condiciones de prueba con estas elevadas temperaturas o con altas temperaturas de servicio la cristalinidad del polímero se ve reducida debido a la fusión parcial o incluso completa. Posteriormente, solo la presencia de cantidades suficientes de grupos polares a lo largo de la cadena de polímeros puede proporcionar la resistencia de hinchado necesaria frente a fluidos no polares.

40 También está bien establecido que la resistencia de la llama de polímeros polares mejora generalmente con la cantidad de grupos polares tales como grupos éster o grupos nitrilo siempre y cuando la carga retardante de la llama esté también presente. Para ambos criterios de rendimiento se prefiere el uso de polímeros con grupos polares y puede esperarse las ventajas sobre elastómeros no polares tales como EPDM y otras poliolefinas.

45 Para proporcionar la capacidad pirorretardante uno puede elegir entre cargas a base de minerales y también diversos retardantes de la llama orgánicos. Se prefieren los retardantes de la llama a base de minerales ya que son menos costosos que los retardantes de la llama orgánicos tales como aquellos a base de compuestos de fósforo-nitrógeno.

50 Pueden añadirse aditivos adicionales tales como adyuvantes del procesamiento y lubricantes tales como ácido esteárico, estearamida, amina de estearilo, ceras. Se encontró que algunos aditivos tales como el estearato de calcio generan un compuesto polimérico lechoso que puede afectar de forma negativa al curado por UV y debe, por lo tanto, evitarse.

55 Por lo tanto, los expertos en la técnica tendrán que determinar en pruebas anteriores si un determinado aditivo previsto tiene un efecto sobre el grado de transparencia. Más particularmente, si se usan químicos que están premezclados con polímeros el tipo de polímero no debe tener un índice de refracción muy diferente al del elastómero principal usado para el compuesto.

60 Pueden usarse diversos antioxidantes tales como antioxidantes de tipo amina. Como directriz, también pueden usarse antioxidantes que no afecten mucho el curado por peróxido para el curado por UV de acuerdo con esta invención. También pueden usarse en suficientes cantidades pequeñas agentes anti-adherentes que trabajan por migración hacia la superficie del compuesto. Si el curado por UV se produce inmediatamente después de una extrusión o después de un proceso de conformado en caliente la mayoría de estos agentes anti-adherentes tales como ácido esteárico o amina de estearilo no han migrado ni cristalizado sobre la superficie y, por lo tanto, no se espera ninguna interferencia.

65 Cargas preferidas son aquellas libres de halógeno para permitir que la composición alcance los requisitos de cero

halógenos. Son especialmente adecuados las cargas que proporcionan efectos supresores de la llama mediante la liberación de agua cuando están expuestos al calor. Entre estos están el hidróxido de aluminio, trihidrato de aluminio (ATH), hidróxido de magnesio (MDH), hidróxido de óxido de aluminio (boehmita), carbonatos de hidróxido de magnesio básico mezclados. La capacidad pirorretardante también puede lograrse con carbonato de magnesio, carbonato cálcico, carbonatos mezclados tal como huntita pero en menor cantidad. Puede usarse talco como carga para algún refuerzo pero con poco efectos retardantes de la llama.

Es muy importante elegir cargas que no tengan demasiada absorción de luz UV por encima de 300 nm. Se prefieren cargas blancas antes que cargas con color, especialmente los contenidos de hierro son perjudiciales para la transparencia UV limitando, por lo tanto, las elecciones de minerales de tipo arcilla a aquellos relativamente puros (véase Karickhoff y col., Clays and Clay Minerals, 1973, vol 21 pág. 59-70). El dióxido de titanio no es adecuado ya que tiene una elevada dispersión lumínica y también absorciones en la región UV. Asimismo, el óxido de zinc, aunque es muy común en los compuestos de cables no debe usarse debido a la alta absorción UV.

Otro aspecto es el tamaño de partícula de las cargas. Es bien conocido que la dispersión lumínica puede volver los compuestos poliméricos casi no transparentes de modo que solo pueden curarse capas muy finas con sistemas de curado por UV. Para reducir la dispersión lumínica en compuestos de carga de polímero es importante elegir cargas de pequeño tamaño de partícula. Como directriz, si el tamaño de partícula es de aproximadamente 1/4 de la longitud de onda de luz puede lograrse una alta transparencia. La intensidad de dispersión lumínica depende tanto del tamaño de partícula de la carga dispersada como la diferencia de índice de refracción entre el polímero y la carga. Si la diferencia de índice de refracción es solo pequeña entonces aún son posibles tamaños de partícula más grandes con suficiente transmisión lumínica. Para evaluar el tamaño de partícula de una carga puede tomarse preferiblemente el área de superficie BET. El área de superficie BET se suministra normalmente por el suministrador de la carga y se correlaciona aproximadamente con el tamaño de partícula. Si el área de superficie BET es de entre 5 y 20 m<sup>2</sup>/g el tamaño de partícula es de entre 1,5 micrómetros y 0,7 micrómetros. Un área de superficie BET de 40 m<sup>2</sup>/g se corresponde con un valor d<sub>50</sub> de 0,35 (AlOOH, Actilox 400 SM, Nabaltec). Un área de superficie BET de 22 m<sup>2</sup>/g en ATH (Apyral 200 SM) tiene un valor d<sub>50</sub> de 0,3 micrómetros (folleto Nabaltec). En este caso, las cargas con tamaños de partícula de 0,1 a 1,5 micrómetros se designarán como cargas micrométricas. Aunque los compuestos con estas cargas tienen un aspecto blanco con translucidez limitada en finas láminas, sorprendentemente, un curado por UV es posible en capas más finas con elastómeros polares, especialmente copolímeros de etileno- vinil acetato.

Si se usan estas cargas con un área de superficie mucho mayor se les denominará en el presente documentos como cargas nanométricas. Un requisito para las cargas nanométricas es que el tamaño de partícula debe estar en el intervalo de 0,1 micrómetros o inferior. Por lo tanto, el tamaño de partícula se encontrará en el intervalo de 1/4 de la longitud de onda de la luz relevante para el curado por UV y con una dispersión de carga suficiente en el polímero el compuesto será transparente incluso si el índice de refracción del polímero y la carga son muy distintos. En este caso no solo el curado por UV puede llevarse a cabo a través de un compuesto más grueso sino también el producto final puede ser transparente, lo que es deseable para algunas aplicaciones. Algunas indicaciones para la relación entre la diferencia de índice de refracción entre la carga y el elastómero y para el tamaño de partícula puede tomarse a partir de H Schulz y col. (Composites: Parte A 38 (2007) 2451-2459). Por ejemplo, una falta de coincidencia del índice de refracción de +/-0,05 proporciona una transparencia de solo el 20 % en comparación con el 90 % en caso de una coincidencia de índice de refracción con tamaños de partícula de 0,7 micrómetros (índice de refracción de la carga de 1,53).

Para sílice pirógena como transparencia de carga entre el 85 y el 100 % se encontró para grados de 55 nm. A partir de este se puede tomar la importancia de una coincidencia de índice de refracción con un tamaño de partícula pequeño. Sin embargo, las cargas necesarias para lograr la capacidad pirorretardante normalmente tienen un elevado índice de refracción mientras que los polímeros concebidos para su uso en compuestos resistentes al aceite tienen un índice de refracción bastante bajo. Para ambos, polímero y carga retardante de la llama, las elecciones son limitadas.

Tabla 1 Índice de refracción de las cargas y el polímero

Sílice, amorfa	1,460
Mg(OH) <sub>2</sub>	1,5700
Al(OH) <sub>3</sub>	1,5800
NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> , Tipo Al Vulkasil	1,5300
EVM (copolímero de etileno- vinil acetato, suministrado por Lanxess Deutschland GmbH, grados amorfos)	1,467

A partir de la patente US20080163557 uno puede aprender que una carga con un gran tamaño de partícula tal como ATH permite la polimerización iniciada por UV de monómeros de acrilato. Cuando los tamaños de partícula alcanzan los varios micrómetros (hasta 10 micrómetros) el efecto de dispersión lumínica disminuye, por lo tanto, los compuestos pueden volverse transparentes. Sin embargo, para las propiedades objetivo de capacidad pirorretardante y refuerzo necesario del elastómero curado no pueden usarse estas cargas de gran tamaño de

partícula. Está bien establecido que, por ejemplo, un tamaño de partícula más grande de ATH tiene menos propiedades retardantes de la llama, véase por ejemplo, Sauerwein y col. (Halogen Free and Flame Retardant Elastomeric Cable Compounds with Submicron Sized Fillers, Proceedings of the 57th IWCS).

5 Por lo tanto, parecía una labor complicada lograr el objetivo de esta invención.

Resultó, por lo tanto, sorprendente que el curado por UV concebido es posible tanto en cargas micrométricas y nanométricas y también puede usarse su mezcla. La transmisión lumínica lograda será distinta y determinará la profundidad del curado por UV y el aspecto del artículo final.

10 Mientras que el polietileno cristalino tal como LDPE tiene un índice de refracción tal alto como 1,5100 los copolímeros de etileno amorfo son mucho más inferiores.

15 Los elastómeros polares preferidos para el fin de proporcionar resistencia al aceite tienen poca o no tienen cristalinidad. Los índices de refracción son muy distintos a los de las cargas. Por lo tanto, se percibe como muy complicado lograr cualquier transmisión de luz si se usan esas cargas en las altas cantidades necesarias.

20 Mientras que en aplicaciones de cables normalmente el aspecto del forro o aislamiento del cable no es la principal preocupación en otras áreas como en tejidos cauchutados, láminas, recubrimientos de caucho el nivel de transparencia de translucidez tendrá un impacto sobre su uso. Por ejemplo, las láminas cauchutadas para aplicaciones arquitectónicas o para articulaciones de tren deben tener una transmisión lumínica más alta. Las articulaciones de tren son cortinas de caucho que conectan las cabinas de tren y deben permitir que pase algo de luz solar a través para una iluminación mejorada. Lo mismo puede decirse para edificios en los que las láminas cauchutadas con transmisión lumínica permiten un ahorro de energía. Hasta lo que se conoce, esos materiales solo

25 han estado disponibles con sílice como carga y, por lo tanto, sin una capacidad piroretardante en particular. Las especificaciones de los edificios modernos y las normas para el uso de materiales en transporte público requieren una capacidad piroretardante más alta, a menudo asociada con la petición de materiales libres de halógenos.

30 La invención intenta proporcionar compuestos retardantes de la llama con un nivel ajustable de transparencia. Al mismo tiempo se proporciona un método de curado que supera los inconvenientes de sistemas de curado convencionales a base de peróxidos.

35 Los tratamientos de carga son importantes para mejorar la dispersión de la carga en el elastómero y pueden mejorar la interacción carga-polímero. No existen requisitos especiales para los tratamientos de carga de modo que pueden usarse ácidos grasos, alcoxi-silanos o titanatos y zirconatos bien como tratamiento precio de la carga o como ingrediente en el proceso de composición o en ambos. Si un tratamiento de carga se ha encontrado beneficioso para compuestos a curar con peróxidos, entonces uno también puede asumir que este tipo de tratamiento de cargo también es beneficioso en el proceso descrito en la presente invención.

40 Los foto-iniciadores son compuestos químicos que después de su exposición con luz visible o UV se convierten en un estado de singlete excitado que rápidamente se vuelve en un estado triple a partir del cual se pueden crear 2 radicales a través de escisión de cadena hemolítica para empezar las reacciones de curado o polimerización (véase P Gloeckner, Radiation Curing, Vincentz Network GmbH & Co KG, 2008 - Technology & Engineering). Este tipo de curado por UV se basa en foto-iniciadores Norrish de tipo I. En la reacción Norrish de tipo II un foto-iniciador se

45 combina con un donante de hidrógeno para crear un exciplex que puede descomponerse en radicales.

En este caso, no es particularmente importante qué tipo de sistema de curado por UV se use siempre y cuando la eficacia sea lo suficientemente alta para que los tiempos de curado se mantengan cortos. Es, sin embargo, relevante que en los compuestos cargados la carga se adapte al sistema de curado por UV en el sentido de que la característica de absorción de UV de la carga, a saber la longitud de onda de corte, esté por debajo de la longitud de onda requerida para iniciar la formación de radicales por el sistema de curado por UV.

50

La benzofenona tiene un pico de absorbencia de entre 200 y 280 nm de modo que una longitud de onda de corte de una carga incorporada debe estar bien por debajo de 300 nm para permitir un curado por UV suficiente.

55

Los sistemas de curado por UV típicos requieren una absorción lumínica de entre 200 y 400 nm.

60 Para la elección de una fuente lumínica adecuada uno puede determinar el espectro de luz a partir de esta fuente y comparar con el espectro de UV del sistema de curado por UV concebido para ser usado. Es deseable elegir una fuente de luz que genere luz con una intensidad suficiente en el área de longitud de onda en el que la absorción lumínica productiva del sistema de curado por UV esté ubicado. También son beneficiosas las lámparas LTV con una alta producción eléctrica para realizar el proceso de curado por LTV lo suficientemente rápido. No es necesario proporcionar un enfriamiento de los compuestos de la invención ya que las elevadas temperaturas debidas al calor generador a partir de la irradiación o absorción lumínica no son perjudiciales para las propiedades finales del compuesto inventivo.

65

Los iniciadores de UV típicos son fenonas tales como benzofenona, fenona de hidroxialquilo y sus derivados, acetofenona, amino-acetofenonas, dietoxiacetofenona, derivados de benzoína, cetales de bencilo, óxidos de acilfosfina tal como óxido bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fenilfosfina, óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-(2,4,4-trimetilpentil)fosfina y óxido 2,4,4-trimetilbenzoil difenilfosfina. También son adecuados la xantona, tioxantona. Los

5 criterios para elegir los iniciadores de UV son la eficacia, tendencia a amarillear / menos amarillamiento, longitud de onda requerida para la activación, sensibilidad frente a la interrupción con oxígeno. Puesto que el fin principal de los iniciadores de UV es la generación de radicales los mecanismos individuales de un sistema de curado por UV para crear radicales tales como división de unión homolítica o abstracción H intramolecular no es particularmente importante.

10 La cantidad de foto-iniciador puede estar en el intervalo de 0,1 a 5 phr (partes por cien de polímero), más normalmente de 0,5 a 2,5 phr. La cantidad debe ajustarse de acuerdo con el espesor, la potencia de la fuente lumínica, la transparencia del compuesto y los requisitos de tiempo para el proceso de curado.

15 Los coagentes para mejorar el curado por UV son compuestos multifuncionales que también se usan en curados iniciados por haz de luz tales como trialil-cianurato, trialil-isocianurato, acrilatos multifuncionales y metacrilatos. Los acrilatos trifuncionales y metacrilatos multifuncionales pueden comprender trimetacrilatos de trimetilolpropano y triacrilatos que incluyen aquellos con grupos etoxi y propoxi, diacrilatos de etilenglicol y dimetacrilatos que incluyen aquellos con grupos propoxi. Los (met)acrilatos multifuncionales también pueden basarse en poliésteres, polioles y

20 poliluretanos. También pueden basarse en en polioles alcoxilados como el neopentilglicol, diol de butiletilpropano, trimetilolpropano o pentaeritritol, dipentaeritritol, dioles de polibutadieno, gliceroles.

En contraste al recubrimiento curable por UV que básicamente son mezclas de monómeros con distinta funcionalidad y pesos moleculares, las composiciones de acuerdo con la presente invención básicamente comprenden polímeros sin ningún enlace doble polimerizable. La función de los coagentes es aumentar la eficacia de reticulación de los foto-iniciadores. Mientras que la reticulación por UV es posible sin coagentes puede lograrse una reticulación mejorada con cantidades de coagentes tan baja como 1 phr. Por lo tanto, las cantidades típicas de coagente puede ser de entre 0,5 y 5 phr. Para la elección de coagentes y la cantidad de coagente un puede usar

25 directrices desarrolladas por suministradores tales como Sartomer para el fin de mejorar el curado por peróxido.

30 Más específicamente, la cantidad de curativos de UV y coagentes determina la densidad de reticulación conseguida. Mientras que las altas densidades de reticulación proporcionan una resistencia de configuración de compresión mejor, una configuración caliente mejor, la configuración de alargamiento y propiedades relacionadas de alargamiento a la rotura normalmente se reduce. Por lo tanto, las formulaciones individuales tienen que considerar equilibrar las distintas propiedades de un modo similar que en la tecnología de compuestos de cauchos.

35 El curado por UV puede conseguirse normalmente en una etapa, sin embargo, también es posible un extruido o cualquier artículo preparado de forma continua varias veces a través de una etapa de curado por UV para mejorar el grado de curado y espesor del compuesto alcanzado por la luz.

40 Puesto que la eficacia de curado por UV se ve aumentada con temperaturas más altas puede resultar ventajoso realizar el curado por UV inmediatamente después de un proceso de extrusión cuando el artículo extruido aún está caliente, aprovechando de este modo la energía introducida. De este modo el curado por UV en sí mismo no requiere ninguna energía de calentamiento añadida excepto para la cantidad de energía lumínica que se disipa en el artículo mismo.

45 Todos los experimentos aquí se llevaron a cabo en una atmósfera normal no se necesita protección adicional con nitrógeno y, por lo tanto, el proceso puede realizarse con condiciones de operación de planta normales.

## 50 **Materiales usados:**

### **Polímeros**

55 Levapren 600: copolímero de etileno-vinil acetato, 60 % en peso de contenido de vinil acetato, Viscosidad Mooney ML 1+4, 100 °C 27, un polímero amorfo, suministrado por Lanxess Deutschland GmbH;

Levapren 500: copolímero de etileno-vinil acetato, 50 % en peso de contenido de vinil acetato, Viscosidad Mooney ML 1+4, 100 °C 27, suministrado por Lanxess Deutschland GmbH, polímero con un grado de cristalinidad por debajo del 10 % del valor ideal para el polietileno.

### 60 **Cargas**

65 Hidróxido de magnesio nanométrico (Nano-MDH), Helon 1100, área de superficie BET >100 m<sup>2</sup>/g, tamaño de partícula <95 nm, superficie tratada, suministrado por Shandong Helon Kllon Chemical Co Ltd.; <http://kllonchemical.en.made-in-china.com/company-Shandong-Kllon-Chemical-Co-Ltd-.html>.)

Hidróxido de magnesio micrométrico (Micro-MDH): Magnifin H-5 IV, superficie BET 5 m<sup>2</sup>/g, tamaño de partícula d<sub>50</sub> 1,25 - 1,65 micrómetros, superficie tratada, índice de refracción 1,56-1,58, suministrado por Albemarle;

Borato de zinc, suministrado por ZiBo WuWei Industry Ltd.

5

**Plastificante**

DOS, sebacato de dioctilo, TOTM, triocetil-melitato, suministrado por Hallstar.

10 **Agente de acoplamiento**

Silquest A-172, vinil tris(2-metoxietoxi)silano, suministrado por Momentive Performance Materials

**Protección al envejecimiento**

15

Rhenogran PCD-50: policarbodiimida, 50 % sobre EVA, suministrado por Rhein Chemie;

Naugard 445, 4,4'-Bis(alfa, alfa-dimetilbencil)difenilamina, suministrado por Chemtura;

20

Vulkanox HS, TMQ, de Lanxess Deutschland GmbH.

**Coagentes de reticulación**

TAIC: triallil-isocianurato, suministrado por Kettlitz-Chemie GmbH

25

SR-415: coagentes de triacrilato de trimetilolpropano etoxilatados (20 unidades), suministrados por Sartomer Company;

Luperox F40, 40 %, 1,3 y/o 1,4-Bis(tert-butilperoxiisopropil)benceno, suministrado por Arkema;

30

Rhenofit TRIM/S, trimetacrilato de trimetilol-propano sobre sílice, 70%, suministrado por Rhein Chemie.

**Foto-sensibilizante**

35

Benzofenona: suministrado por un laboratorio químico local.

**Otros**

Ácido esteárico, suministrado por un laboratorio químico local;

40

MgO, Maglite DE, MgO fino de Hallstar.

**Ejemplos**

45

Los compuestos en la siguiente tabla (Tabla 2, cantidades en phr) se prepararon mediante 2 etapas de mezclado en una mezcladora abierta con una temperatura de lote de aproximadamente 55 °C durante aproximadamente 20-30 minutos añadiendo en primer lugar el polímero y a continuación añadiendo gradualmente la carga. En la primera etapa se preparó una mezcla madre que comprendía todos los ingredientes excepto el foto-sensibilizador.

50

Después del primer mezclado y de esperar durante al menos 1 día en una segunda etapa y (si se indica) se añadió coagente sobre la mezcladora abierta mientras que el mezclado se realizó a través de un rodillo ajustado para obtener finas láminas.

55

Estas láminas se moldearon en láminas de un espeso indicado a 150 o 160 °C durante 10 minutos. El fin era exponer el compuesto a una etapa térmica superior típica en la extrusión. Las láminas moldeadas se curaron con luz UV usando una cámara de UV de Honle UVACUBE 2000 con 10 cm de distancia a la lámpara, una duración de 2 minutos y una potencia de 2 kW.

Tabla 2 Las composiciones de los compuestos 1 y 2 y los resultados de los mismos

Ensayo	<b>Compuesto 1</b>	<b>Compuesto 2</b>
1ª etapa de mezclado, mezclado con mezcladora abierta		
Levapren 600	100	100
Micro-MDH	140	150
Silquest A-172	2	2

## ES 2 655 186 T3

Naugard 445	1		1	
SR-415			15	
Ácido esteárico	1		1	
2ª etapa de mezclado, mezclado con mezcladora abierta				
Benzofenona	1		1	
a continuación moldeado en láminas de 0,5 y 2 mm a 150 °C durante 10 minutos				
Compuesto Mooney ML 1+4, 100 °C	46,8		27,1	
	láminas de 2 mm			
	sin curar	curado por UV	sin curar	curado por UV
Compuesto Mooney ML 1+4, 100 °C	46,8	61,2	27,1	43,7
Propiedades de tracción				
M10 %, MPa	0,5	0,5	0,3	0,5
M25 %, MPa	0,7	0,7	0,4	0,7
M50 %, MPa	0,8	0,9	0,4	0,9
M100 %, MPa	0,9	1	0,4	1,2
M300 %, MPa	1,1	1,4	0,2	1,5
TS a la fluencia, MPa	1,1	1,7	0,4	1,5
EB (alargamiento a la rotura), %	1446	755	1100	400
	láminas de 0,5 mm			
	sin curar	curado por UV	sin curar	curado por UV
Compuesto Mooney ML 1+4, 100 °C	46,8	Demasiado elevado para medir	27,1	Demasiado elevado para medir
Propiedades de tracción				
M10 %, MPa	0,6	0,8	0,3	1,1
M25 %, MPa	0,8	1,2	0,5	1,9
M50 %, MPa	0,9	1,7	0,5	2,8
M100 %, MPa	1,0	2,8	0,5	4,1
M300 % MPa	1,0	4,3	0,4	5,7
TS a la fluencia, MPa	1,0	4,9	0,5	5,5
EB (alargamiento a la rotura), %	2105	519	3548	300
Color, aspecto		amarillento		amarillento

Los compuestos 1 y 2 no fueron transparentes y solo usando una fuerte fuente de luz se observó algo de transmisión lumínica con láminas por debajo de 1 mm de espesor. Sin embargo, el mezclado repetido (2ª etapa) y tratamiento térmico (mediante moldeado) mejoró la transmisión lumínica.

5 Después de exponer las láminas a luz UV se volvieron ligeramente amarillas. Al comparar las láminas antes y después del curado por UV era obvio que la superficie de las láminas se había vuelto más dura y había perdido cualquier adherencia mientras que la decoloración se extendió aproximadamente 0,5 mm en las láminas. Por lo tanto, concluimos que el curado por UV tuvo lugar en una capa cutánea más fina. Los valores Mooney del compuesto tomados después del curado (varias piezas juntas) mostraron un aumento cuando se usaron láminas de 10 2 mm. Para el curado de láminas de 0,5 mm fue más eficaz de modo que los valores Mooney no se pudieron medir más y, por lo tanto, el curado había tenido lugar.

15 La comparación de las curvas de tracción antes y después del curado por UV muestran un acortamiento del EB (alargamiento a la rotura) para ambos compuestos con láminas de 2 mm. Para las láminas de 0,5 mm uno puede observar una TS (resistencia a la tracción) aumentada y un alargamiento mucho más corto. Este efecto es más pronunciado en el caso del compuesto 2. Esto indica que el uso de un coagente es beneficioso para el curado por UV. Uno puede concluir también que la presencia de un antioxidante del tipo amina tal como Naugard 445 no es perjudicial para el curado por UV.

20 El compuesto preparado anterior aún no tiene propiedades completamente satisfactorias, a saber la resistencia a la tracción debe mejorarse. Sin embargo, tal compuesto puede encontrar uso en un cable extruido para un tratamiento por haz de luz adicional. El simple tratamiento de UB después de la extrusión puede proporcionar un cable no

adherente de superficie curada que puede colocarse sobre un carrete sin deformación para realizar el curado completo en una instalación de radiación por haz de electrones. Por lo tanto, el problema actual de insuficiente resistencia de manipulación de cables extruidos antes del curado por haz de electrones puede resolverse si se incorpora un curado por UV corto como una etapa añadida después de la extrusión antes del enfriamiento y colocación sobre un carrete.

5

Como coagentes multifuncionales como aquellos usados en el compuesto 2 son típicos en compuestos de cable curables por haz de electrones uno puede concluir que el compuesto 2 puede servir ya como un ejemplo para un compuesto de cable curado dual.

10

Los ensayos se continuaron como se muestra en las tablas 3 y 4 a continuación. El MDH micrométrico se intercambi6 por un nano-MDH. En lugar de Naugard 445 se us6 6nicamente un agente de protecci6n de hidr6lisis Rhenogran PCD.

15 Los curativos de UV fueron benzofenona y TAIC como coagente.

Tabla 3 Las composiciones de los compuestos 3-5 y los resultados de los mismos

Ensayo	Compuesto 3	Compuesto 4	Compuesto 5
1ª etapa de mezclado, mezclado con mezcladora abierta			
Levapren 600	100	100	100
nano-MDH	80	100	120
Silquest A-172	2	2	2
DOS	5	5	5
Rhenogran PCD-50	0,5	0,5	0,5
Ácido esteárico	1,5	1,5	1,5
2ª etapa de mezclado, mezclado con mezcladora abierta, a aproximadamente 40°C			
Benzofenona	1	1	1
TAIC	0,7	0,7	0,7
a continuaci6n moldeado en l6minas de 0,5 mm a 160 °C durante 10 minutos			
Compuesto Mooney ML 1+4, 100 °C	63	79	69
Dureza, ShA	40	56,2	63,8
Propiedades de tracci6n sin curar			
TS, MPa	0,7	1	1,2
EB (alargamiento a la rotura), %	2580	1110	1206
Configuraci6n de alargamiento despu6s de la rotura, %	71,3	61,5	72,3
Propiedades de tracci6n curadas por UV			
H, ShA	66,8	75	79,7
TS, MPa	13,3	16,0	17,5
EB (alargamiento a la rotura), %	347	317	205
Configuraci6n de alargamiento despu6s de la rotura, %	9,4	18,9	20,5
Color	Sin amarillamiento	Sin amarillamiento	Sin amarillamiento

Tabla 4 Los resultados de los compuestos 3-5

Ensayo	Compuesto 3	Compuesto 4	Compuesto 5
<i>moldeado en l6minas de 1 mm a 160 °C durante 10 minutos</i>			
Dureza, ShA	44,3	63,1	69,7
Propiedades de tracci6n sin curar			
TS a la fluencia, MPa	0,68	1,01	1,29
EB, %	1960	1260	1070
Propiedades de tracci6n curadas por UV			

H, ShA	55,1	66,9	75,4
TS, MPa	7,38	8,73	6,04
EB (alargamiento a la rotura), %	373	326	320
IRM 902 inmersión en aceite 24h, 100°C			
dV(%)	20,7	19,1	15,3
dM(%)	14,6	12,2	9,5
IRM 903 inmersión en aceite 72 h, 100°C			
dV(%)	75,2	63,2	63,2
dM(%)	51,6	41,2	39,9
<i>moldeado en láminas de 2 mm a 160 °C durante 10 minutos</i>			1
Dureza, ShA	44,3	63,1	69,7
<i>Propiedades de tracción sin curar</i>			
TS a la fluencia, MPa	0,65	0,96	1,24
EB, %	1749	1386	862
<i>Propiedades de tracción curadas por UV</i>			
H, ShA	50	73,9	77,6
TS, MPa	4,31	4,81	3,67
EB (alargamiento a la rotura), %	375	352	327

Los compuestos después del mezclado de la primera etapa tuvieron un aspecto lechoso. Durante la segunda etapa de mezclado se observó que la transparencia mejoró. Después del mezclado de la segunda etapa se encontró que los compuestos eran translúcidos. Después de moldear con las condiciones anteriormente mencionadas las láminas obtenidas se colocaron a continuación sobre una impresora que proporcionaba un texto por debajo claramente legible. Por lo tanto, un mezclado de alta cizalla tal como en mezcladoras abiertas y un tratamiento térmico parece ser beneficioso para la transparencia. La razón puede ser una dispersión mejorada y una reducción del tamaño y cantidad de aglomerados más grandes. Asimismo, la humectación de la carga puede mejorar y las finas burbujas de aire dispersadas pueden desaparecer. Como el índice de refracción de aire está bien por debajo de la refracción de toda otra materia incluso de burbujas muy pequeñas volverá el compuesto lechoso.

El mezclado debe llevarse a cabo de un modo para optimizar la dispersión de la carga. Puesto que las cargas minerales tienden a comprender aglomerados es necesario usar fuerzas de alta cizalla durante el mezclado para cizallas partículas de carga más grandes. Una mezcladora abierta es un equipamiento adecuado para tal mezcla. Para aumentar la velocidad de adición de cargas dentro del polímero uno puede elegir una mezcladora interna para la primera mezcla y a continuación continuar el mezclado en o sobre una mezcladora abierta.

Temperaturas de mezclado inferiores generalmente mejorar la dispersión de carga debido a la mayor viscosidad. Las limitaciones de una temperatura de compuesto baja durante el mezclado son la eficacia de enfriamiento y la potencia y geometría del equipamiento de mezclado.

Además, en el caso de polímeros altamente cristalinos la temperatura de compuesto necesita estar al menos en el intervalo de la temperatura de fusión. En el caso de un polímero con un bajo grado de cristalinidad o en el caso de polímeros amorfos, la temperatura de mezclado únicamente necesita estar por encima de la temperatura de transición de vidrio del polímero.

Por lo tanto, los polímeros especialmente adecuados para la invención son aquellos con baja temperatura de fusión, especialmente por debajo de 100 °C o polímero que solo tienen una inferior cantidad de cristalinidad, preferiblemente por debajo del 50 % del valor de referencia para el polietileno, más preferiblemente por debajo del 30 %.

Es una práctica común en la tecnología de cauchos dejar un tiempo de espera de 1 día después del mezclado para permitir la completa distribución especialmente de aditivos y el sistema de curado mediante difusión. Sin embargo, para los expertos en la procesión del procesado de compuestos de caucho, esta etapa puede acortarse o incluso omitirse si los experimentos así lo indican. El compuesto curable por UV de la invención puede prepararse por cualquier persona experta en la materia de la composición de caucho, especialmente en la fabricación de cables usando el equipamiento habitual y siguiendo los requisitos indicados.

Como la transparencia no fue influenciada por la cantidad de carga añadida usada en los ensayos (80 a 120 phr) uno puede concluir que incluso cargas superiores de cargas no influenciarán negativamente la transparencia. En

cualquier caso, el mezclado intenso tiene un efecto de mejora obvio sobre la transparencia.

Después del curado se obtuvieron datos de tensión-deformación que muestran claramente un alto estado de curado y una resistencia a la tracción suficientemente alta y aún un valor de EB lo suficientemente largo para amplios usos en aplicaciones de forros de cables.

Considerando el relativo alto grado de transparencia uno puede asumir que incluso láminas de compuesto incluso más gruesas permitirán el curado y, por lo tanto, no solo es posible el recubrimiento de cables finos sino que también es posible la producción de cables algo más gruesos.

Se entiende que un curado por UV de multi-etapa es posible en el que el mismo cable se ejecuta varias veces a través de la misma fuente UV en caso de que se necesite una penetración lumínica UV más profunda. El tiempo de curado depende del estado del curado deseado, el espesor del artículo curado y la potencia de radiación de la fuente UV. La elección de la fuente lumínica también dependerá del tipo de sistema de curado por UV usado como es bien sabido en el estado de la técnica.

La resistencia al hinchado de aceite de la muestra de compuesto 3 y 4 y 5 se probó en aceite IRM 902 y IRM 903. Los resultados obtenidos indican que las resistencias de aceite tales como se requieren en el cable de equipo a bordo SHF2 de acuerdo con la norma internacional IEC 60092-359 y los forros de cable de trenes estándar puede lograrse con estos compuestos.

Para la evaluación de la capacidad pirorretardante puede usarse el método de prueba LOI. Sin embargo, el método de prueba LOI de acuerdo con ASTM D 2863 A requiere una especie de prueba de 3 mm de espesor. Para el fin de estimar la capacidad pirorretardante con cierta carga de MDH en compuestos de caucho de etileno- vinil acetato 6 a 8 se prepararon con un sistema de curado por peróxido convencional y se evaluaron láminas curadas de 3 mm de espesor para el LOI. Se entiende que en compuestos de caucho reticulados el valor de LOI depende principalmente del caucho elegido, la cantidad y tipo de las adiciones de carga y plastificante pero no tanto del método de curado.

Se encontró que los valores LOI desde el 30 al 37 % pueden lograrse con micro-MDH. El nano-MDH incluso a un nivel de carga de solo 80 phr logró un valor LOR por encima del 30 %. A partir de esto uno puede concluir que los compuestos 4 y 5 tendrán una capacidad pirorretardante incluso superior debido a la dosificación superior de nano-MDH incorporado.

Tabla 5 Las composiciones de los compuestos de referencia 6-8 y los resultados de los mismos

Compuesto de referencia 6		Compuesto de referencia 7		Compuesto de referencia 8	
Levapren 500	100	Levapren 600	100	Levapren 600	100
Micrómetro de MDH	140	Micrómetro de MDH	160	Nano-MDH	80
Borato de zinc	10	Geniosil GF-31	1,6	Borato de zinc	10
DOS	5	MgO	3	DOS	5
Silquest A-172	2	Aflux 18	1,5	TOTM	5
Aflux 18	1,5	Ácido esteárico	1	Silquest A-172	1
TMQ	1			MgO	5
Cera de parafina	2			ZnO	5
				Rhenogran HT (carbonato Li	7
				Flujo A 18	1,5
				TMQ	1,5
TRIM/S	1	TRIM/S	1	TRIM/S	1
F40	6	F40	6	F40	6
L.O.I	30,5%	L.O.I	37%	L.O.I	30,5

Tabla 6 Las composiciones de los compuestos de referencia 9-10 y los resultados de los mismos

	Compuesto de referencia 9 (TR11008-1)	Compuesto de referencia 10 (TR11008-2)
Levapren 500	100	
Levapren 600		100
Nano-MDH, pre-secado	140	140
DOS	10	10

Silquest A-172	2	2
Naugard 445	1	1
TRIM/S	1	1
Dicumil-peróxido, 100%	2,4	2,4
Cpd ML1+4, 100°C	92	95
MDR 170°C, 1° arc, S'Max - S'Min, dNm	53,9	57,8
Curado a 170 °C		
H, ShA, 3s	87	86
TS, MPa	12,5	10,7
EB, %	365	370
Flexión en frío, muestras de 2mm se flexionaron alrededor de un mandril de 10mm en 0,5 seg	Pase -25 °C	Pase -25 °C
LOI, %	36,5	35,5

5 Los compuestos de referencia 9 y 10 se prepararon para obtener compuestos transparentes curables con peróxidos. Mediante la medición de LOI basándose en láminas de 3mm puede evaluarse la capacidad pirorretardante. Uno puede concluir que el compuesto de la invención 5 puede conseguir un valor LOI de aproximadamente el 35 % si el nivel de la carga simplemente se eleva a 140 phr.

10 Aunque la invención se ha descrito en detalle en lo que sigue para fines ilustrativos, debe entenderse que tal detalle es únicamente para tal fin y que pueden realizarse variaciones del mismo por aquellos expertos en la materia sin alejarse del espíritu y alcance de la invención salvo que pueda limitarse por las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Una composición de retardante de la llama curable por UV a base de un copolímero de etileno polar que comprende un copolímero de etileno polar, un fotoiniciador y una carga,  
5 en la que la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio y/o mezclas de los mismos, así como opcionalmente sílice, y la carga es más de 50 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar.
2. La composición de retardante de la llama curable por UV de la reivindicación 1, en la que el tamaño de partícula promedio  $d_{50}$  de la carga es micrométrico o inferior.  
10
3. La composición de retardante de la llama curable por UV de la reivindicación 2, en la que el tamaño de partículas de la carga es de 0,7 micrómetros o inferior, preferiblemente el tamaño de las partículas de la carga es de 100 nm o inferior.  
15
4. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que la carga es una mezcla tanto de cargas micrométricas como nanométricas.
5. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la transparencia lumínica de la carga a una longitud de onda de 300 nm y superior está al menos por encima del 50 % y el área de superficie específica es de o más de 2,5 m<sup>2</sup>/g (BET).  
20
6. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que el copolímero de etileno polar se selecciona a partir de copolímeros de etileno- vinil acetato, copolímeros de etileno metil acrilato, copolímeros de etil acrilato, copolímeros de butil acrilato o caucho de butadieno de nitrilo hidrogenado o parcialmente hidrogenado,  
25
7. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la composición comprende además opcionalmente un plastificante, opcionalmente un antioxidante, opcionalmente un adyuvante de procesamiento y un lubricante, opcionalmente un agente de acoplamiento y opcionalmente un coagente de reticulación.  
30
8. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que la carga se selecciona entre el grupo que consiste en hidróxido de aluminio, trihidrato de aluminio (ATH), hidróxido de magnesio (MDH), hidróxido de óxido de aluminio (boehmita), carbonatos de hidróxido de magnesio básico mezclados, carbonato de magnesio, carbonato cálcico, carbonatos mezclados tales como huntita, talco o una mezcla de dos o más, y opcionalmente sílice, y en donde el tamaño de partícula de la carga es de aproximadamente 1/4 de la longitud de onda de luz UV y/o el área superficial de la carga es al menos de 5 m<sup>2</sup>/g.  
35
9. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que la diferencia del índice de refracción entre el copolímero de etileno polar y la carga es mas de 0,07, preferiblemente más de 0,09.  
40
10. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en la que la cantidad del copolímero de etileno polar es de 100 partes en peso, la carga varía de aproximadamente 60 a aproximadamente 200 partes en peso, el foto-iniciador varía de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 partes en peso, el plastificante varía de 0 a aproximadamente 20 partes en peso, el antioxidante varía de 0 a aproximadamente 2,0 partes en peso, el adyuvante de procesamiento y el lubricante varían de 0 a aproximadamente 5,0 partes en peso, el agente de acoplamiento varía de 0 a aproximadamente 5 partes en peso y el coagente de reticulación varía de 0 a aproximadamente 20 partes en peso.  
45  
50
11. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en la que la cantidad del copolímero de etileno polar es de 100 partes en peso, la carga varía de aproximadamente 80 a aproximadamente 160 partes en peso, el foto-iniciador varía de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 3 partes en peso, el plastificante varía de 0 a aproximadamente 15 partes en peso, el antioxidante varía de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 1,0 partes en peso, el adyuvante de procesamiento y el lubricante varían de 0 a aproximadamente 2 partes en peso, el agente de acoplamiento varía de 0-2 partes en peso y el coagente de reticulación varía de 0,5 a aproximadamente 5 partes en peso.  
55
12. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en la que el foto-iniciador se selecciona a partir del grupo que consiste en fenonas tales como benzofenona, benzofenona de hidroxialquilo y sus derivados, acetofenonas, amino-acetofenonas, dietoxiacetofenonas, derivados de benzoína, cetales de bencilo, óxidos de acil-fosfina tales como óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fenilfosfina, óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-(2,4,4-trimetil-pentil)fosfina, óxido de 2,4,4-trimetilbenzoil difenil fosfina, xantona, tioxantona y una mezcla de dos o más.  
60  
65

13. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en la que el coagente de reticulación se selecciona a partir del grupo que consiste en triallil-cianurato, triallil-isocianurato, acrilatos y metacrilatos multifuncionales y una mezcla de dos o más.
- 5 14. La composición de retardante de la llama curable por UV de la reivindicación 13, en la que los acrilatos y metacrilatos multifuncionales se seleccionan a partir del grupo que consiste en tri-acrilatos y trimetacrilatos de trimetilolpropano que incluyen aquellos con grupos etoxi y propoxi, diacrilatos de etilenglicol y dimetacrilatos que incluyen aquellos con grupos etoxi, propoxi, poliésteres, polioles, poliuretanos y polioles alcoxilados tales como neopentilgllicol, butiletilpropanodiol, pentaeritritol de trimetilolpropano, dipentaeritritol, polibutadieno dioles o glicerol.
- 10 15. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en la que el foto-iniciador se selecciona a partir de benzofenona, acetofenonas, amino-acetofenonas, dietoxiacetofenonas y una mezcla de dos o más.
- 15 16. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en la que el adyuvante de procesamiento y el lubricante se seleccionan a partir del grupo que consiste en ácido esteárico, estearamida, amina de estearilo, ceras y una mezcla de dos o más.
- 20 17. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-16, en la que la carga se trata previamente mediante ácidos grasos, alcoxi-silanos, titanatos, zirconatos o una mezcla de dos o más.
- 25 18. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-17, en la que la cantidad de la carga es más de 70 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar y al menos el 50 % en peso de la carga comprende hidróxidos u óxido-hidróxidos de aluminio, de magnesio o una mezcla de los mismos.
- 30 19. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-18, en la que la composición retardante de la llama curable por UB comprende adicionalmente un agente anti-adherente a partir de ácido esteárico, amina de estearilo o una mezcla de los mismos.
- 35 20. La composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-19, en la que el copolímero de etileno polar es un copolímero de etileno polar con baja temperatura de fusión, especialmente por debajo de 100 °C o un polímero que solo tiene una baja cantidad de cristalinidad, preferiblemente por debajo del 50 % del valor de referencia para el polietileno, más preferiblemente por debajo del 30 %.
- 40 21. Un método para preparar la composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-20, que comprende:  
añadir un copolímero de etileno polar y a continuación añadir gradualmente una carga, opcionalmente un plastificante, opcionalmente un antioxidante, opcionalmente un adyuvante del procesamiento y un lubricante y opcionalmente un agente de acoplamiento,  
mezclar el copolímero de etileno y la carga, opcionalmente un plastificante, opcionalmente un antioxidante, opcionalmente un adyuvante del procesamiento y un lubricante y opcionalmente un agente de acoplamiento,  
añadir un foto-iniciador, y opcionalmente un coagente de reticulación, a la mezcla resultante,  
45 en donde la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio y/o mezclas de los mismos, así como opcionalmente sílice, y la carga es más de 50 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar.
- 50 22. Un método de curado por UV para una composición de retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-20, que comprende:  
añadir un copolímero de etileno polar y a continuación añadir gradualmente una carga, opcionalmente un plastificante, opcionalmente un antioxidante, opcionalmente un adyuvante de procesamiento y un lubricante, opcionalmente un agente de acoplamiento y opcionalmente un coagente de reticulación al copolímero de etileno polar,  
55 mezclar el copolímero de etileno y la carga, opcionalmente un plastificante, opcionalmente un antioxidante, opcionalmente un adyuvante del procesamiento y un lubricante opcional y opcionalmente un agente de acoplamiento,  
añadir un foto-iniciador y opcionalmente un coagente de reticulación, a la mezcla resultante, y  
60 curar por UV mediante el uso de fuentes lumínicas con una longitud de onda de entre 200 y 700 nm después de que la mezcla resultante se haya moldeado en cualquier forma de artículo y en donde el curado por UV se realiza al menos hasta un punto en el que la superficie del artículo sea reticulada,  
en donde la carga se selecciona a partir de hidróxidos, óxidos, carbonatos y/o silicatos de aluminio, magnesio y calcio, y/o mezclas de los mismos, así como opcionalmente sílice, y la carga es más de 50 partes en peso sobre  
65 la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar,

- 5 23. El método de curado por UV de la reivindicación 22, en el que la mezcla se lleva a cabo en una mezcladora abierta que está opcionalmente precedida por una primera etapa de mezclado en una mezcladora interna y a continuación seguida por una etapa de compactación mediante calentamiento a una temperatura superior a 100 °C y donde la etapa de compactación se lleva a cabo mediante moldeado o cualquier otro proceso de conformado con presión o en un transcurso de un proceso de extrusión.
- 10 24. El método de curado por UV de cualquiera de las reivindicaciones 22-23, en el que el curado por UV se lleva a cabo inmediatamente después de extrusionar a una longitud de onda de 200-700 nm con una intensidad lumínica de 400-2000 mW/cm<sup>2</sup>.
- 15 25. El método de curado por UV de cualquiera de las reivindicaciones 22-24, en el que el curado por UV se lleva a cabo inmediatamente después de extrusionar a una longitud de onda de 200-700 nm con una intensidad lumínica de 400-2000 mW/cm<sup>2</sup> y a continuación el curado por UV, se lleva a cabo además un curado por haz de electrones.
- 20 26. El método de curado por UV de cualquiera de las reivindicaciones 22-25, en el que la cantidad de la carga es más de 70 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso del copolímero de etileno polar y al menos el 50 % en peso de la carga comprende hidróxidos u óxido-hidróxidos de aluminio o magnesio o una mezcla de los mismos.
27. El método de curado por UV de cualquiera de las reivindicaciones 22-26, en la que la composición retardante de la llama curable por UV comprende adicionalmente un agente anti-adherente a partir de ácido esteárico, amina de estearilo o una mezcla de los mismos.
- 25 28. Un artículo producido mediante la composición retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-20 o la composición retardante de la llama curable por UV producida por el método de curado por UV de cualquiera de las reivindicaciones 22-27.
- 30 29. El artículo de la reivindicación 28 se selecciona a partir del grupo de forro de cable, tejidos o láminas cauchutadas, tales como lonas, láminas de cobertura, revestimientos de caucho, perfiles extruidos finos, recubrimientos de caucho y similares.
- 35 30. Un uso de la composición retardante de la llama curable por UV de cualquiera de las reivindicaciones 1-20 o la composición retardante de la llama curable por UV producida por el método de curado por UV de cualquiera de las reivindicaciones 22-27 en la fabricación de un material de forro de cable, tejidos y láminas cauchutadas, tales como lonas, láminas de cobertura, revestimientos de caucho, perfiles extruidos finos, recubrimientos de caucho y similares.

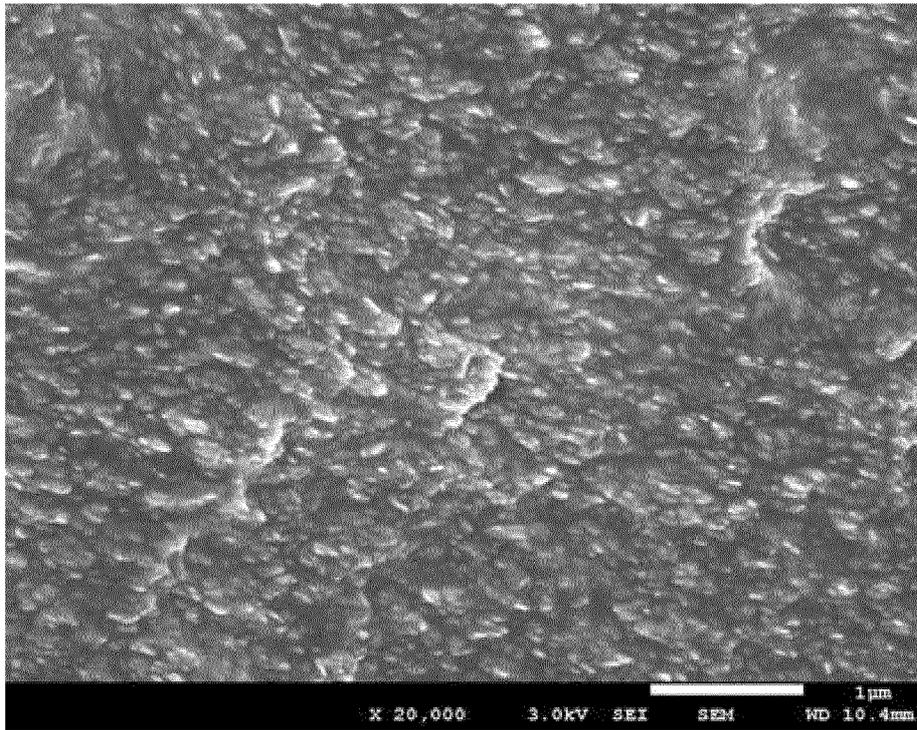


Figura 1

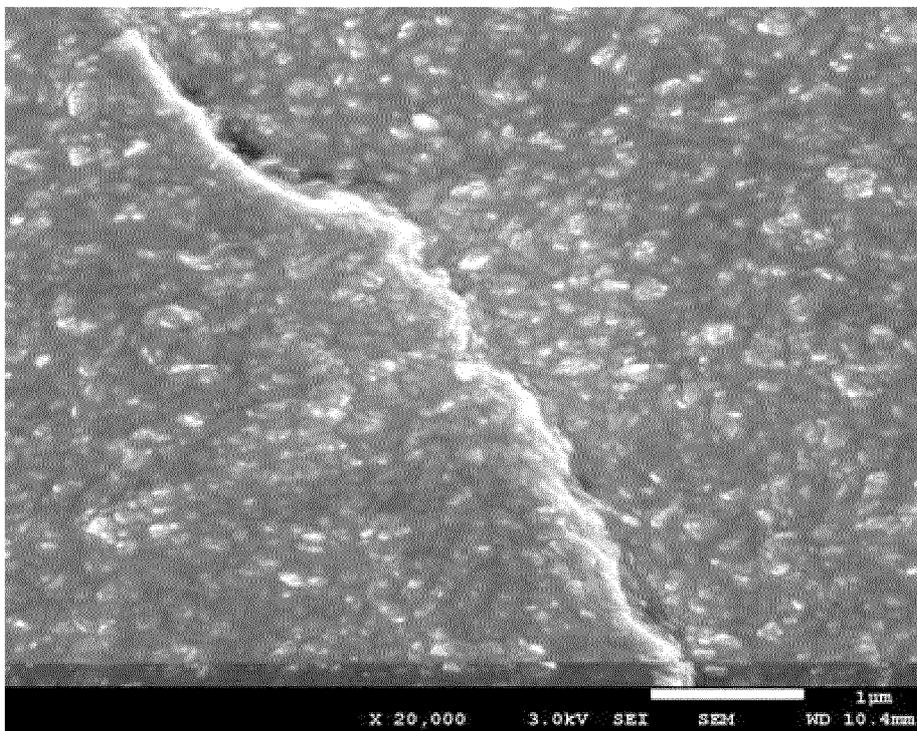


Figura 2