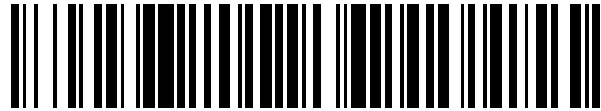


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 723**

51 Int. Cl.:

H01B 3/30 (2006.01)

H01B 3/18 (2006.01)

C08L 23/06 (2006.01)

C08L 23/16 (2006.01)

C08L 23/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2009 E 09800743 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014 EP 2311049**

54 Título: **Composiciones de aislamiento mejoradas de EPR de calidad dura**

30 Prioridad:

24.07.2008 US 178965

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

01.12.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

EASTER, MARK

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 523 723 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

Composiciones de aislamiento mejoradas de EPR de calidad dura

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a composiciones aislantes sin plomo para cables eléctricos de alimentación que tienen (a) un polímero base que comprende polietileno (PE) y un elastómero; (b) un agente de relleno; y (c) un aditivo que comprende (i) un fotoestabilizador de amina impedida, y (ii) un antioxidante fenólico.

10

Antecedentes de la invención

Los cables de alimentación típicos generalmente tienen uno o más conductores en un núcleo que está rodeado por varias capas que pueden incluir: una primera capa apantallada semiconductora polimérica, una capa aislante polimérica, una segunda capa apantallada semiconductora polimérica, un blindaje de cinta metálica y una camisa polimérica.

15

En el pasado los materiales poliméricos se han utilizado como materiales aislantes eléctricos y blindajes semiconductores para cables de alimentación. En servicios o productos que requieran un rendimiento de un cable eléctrico a largo plazo, dichos materiales poliméricos, además de tener unas propiedades dieléctricas adecuadas, deben ser duraderos. Por ejemplo, el aislamiento polimérico utilizado en los cables de construcción, cables de alimentación de motores eléctricos o de maquinaria, o en cables soterrados de transmisión de electricidad, debe ser duradero por razones económicas y de seguridad y por aspectos prácticos.

20

25

Un tipo importante de fallo que puede experimentar un aislamiento de un cable de alimentación polimérico es el fenómeno conocido como arborescencia. La arborescencia se puede producir y progresar lentamente por descargas periódicas parciales. También se puede producir lentamente en presencia de humedad sin ninguna descarga parcial, con humedad y descargas, o se puede producir rápidamente como consecuencia de una tensión de impulso. Las arborescencias se pueden formar en el lugar de una alta tensión eléctrica tales como contaminantes o vacíos en la estructura de la interfaz de la pantalla aislante-semiconductora. En dieléctricos orgánicos sólidos, la arborescencia es el mecanismo de fallo eléctrico más probable, que no se produce de forma catastrófica, sino que parece ser el resultado de un proceso más prolongado. En el pasado se ha conseguido prolongar la vida de servicio de aislamientos poliméricos al modificar los materiales poliméricos mediante mezcla, injerto, o copolimerización de moléculas a base de silano u otros aditivos de forma que las arborescencias únicamente se inicien a tensiones superiores a las habituales o crezcan más lentamente una vez iniciadas.

30

35

Existen dos tipos de arborescencias conocidas como arborescencia eléctrica y arborescencia por agua. La arborescencia eléctrica es el resultado de descargas eléctricas internas que descomponen el dieléctrico. Impulsos de tensión elevados pueden producir arborescencias eléctricas. El daño, que es el resultado de la aplicación de tensiones de corriente alterna moderadas en las interfaces del electrodo/aislamiento, que pueden contener imperfecciones, es significativo a nivel comercial. En este caso, se pueden producir gradientes de tensión localizada muy altos y con tiempo suficiente pueden dar lugar al inicio y crecimiento de las arborescencias. Un ejemplo de esto es un cable de alimentación o conector de alta tensión con una interfaz desigual entre el conductor o el blindaje del conductor y el aislante primario. El mecanismo de fallo supone la descomposición real de la estructura modular del material dieléctrico, quizás por bombardeo electrónico. En el pasado, mucha de la técnica se ha preocupado de la inhibición de las arborescencias eléctricas.

40

45

En contraste con la arborescencia eléctrica, que es el resultado de descargas eléctricas internas que descomponen el material dieléctrico, la arborescencia por agua es el deterioro de un material dieléctrico sólido, que está expuesto simultáneamente a líquido o a vapor y a un campo eléctrico. Los cables de alimentación soterrados son especialmente vulnerables a la arborescencia por agua. Las arborescencias por agua se inician en lugares de alta tensión eléctrica tales como interfaces desiguales, puntos conductores salientes, vacíos, o contaminantes incrustados, pero a una tensión más baja que la necesaria para las arborescencias eléctricas. En contraste con las arborescencias eléctricas, las arborescencias por agua tienen las siguientes características distintivas: (a) la presencia de agua es esencial para su crecimiento; (b) normalmente no se detecta descarga parcial durante su inicio; (c) pueden crecer durante años antes de alcanzar un tamaño que pueda contribuir a su descomposición; (d) aunque de crecimiento lento, se inician y crecen en campos eléctricos mucho más bajos que los necesarios para el desarrollo de las arborescencias eléctricas.

50

55

60

Las aplicaciones de aislamiento eléctrico en general se dividen en aislamiento de baja tensión (menos de 1 kV), aislamiento de tensión media (que oscila entre 1 kV y 65 kV), y aislamiento de alta tensión (por encima de 65 kV). En las aplicaciones de tensión baja a media, por ejemplo, en cables y aplicaciones eléctricos en la industria del automóvil, generalmente la arborescencia eléctrica no es un problema extendido y es mucho menos habitual que la arborescencia por agua, que con frecuencia supone un problema. Para las aplicaciones de tensión media, los aislantes poliméricos más habituales están fabricados de homopolímeros de polietileno o de elastómeros de etileno-propileno, conocidos también como caucho de etileno-propileno (EPR) o terpolímero de etileno-propileno-dieno

65

(EPDM).

El polietileno generalmente se usa puro (sin agente de relleno) como material aislante eléctrico. Los polietilenos tienen buenas propiedades dieléctricas, en particular sus constantes dieléctricas y factores de potencia (tangente Delta). La constante dieléctrica del polietileno está en el intervalo de 2,2-a 2,3 aproximadamente. El factor de potencia, que es una función de la energía eléctrica disipada y perdida y debe ser tan bajo como sea posible, está en torno a 0,0002 a temperatura ambiente, un valor muy deseable. Las propiedades mecánicas de los polímeros de polietileno también son adecuadas para su utilización en muchas aplicaciones como aislamiento de tensión media, aunque son propensos a la deformación a altas temperaturas. No obstante, los homopolímeros de polietileno son muy propensos a la arborescencia por agua, especialmente hacia el extremo superior del intervalo de tensión media.

Se han acometido intentos para preparar polímeros a base de polietileno que tengan una estabilidad eléctrica a largo plazo. Por ejemplo, cuando se usa peróxido de dicumilo como agente de reticulación para el polietileno, el resto peróxido funciona como inhibidor de la arborescencia durante algún tiempo después de la curación. No obstante, estos restos se acaban perdiendo a la mayoría de temperaturas cuando se usa el cable eléctrico de alimentación. La patente de Estados Unidos nº 4.144.202, expedida el 13 de marzo de 1979 a Ashcraft y col., desvela la incorporación a polietilenos de al menos un organosilano que contiene epoxi como inhibidor de arborescencias. No obstante, aún existe la necesidad de un aislante polimérico que tenga una mejor resistencia a las arborescencias sobre dichos polietilenos que contienen silano.

A diferencia del polietileno, que se puede utilizar puro, otro aislante de tensión media habitual, el EPR, normalmente contiene un alto nivel de agente de relleno con el fin de mejorar las propiedades térmicas y reducir los costes. Cuando se utiliza como aislante de tensión media, el EPR generalmente contendrá del 20 aproximadamente al 50 % en peso aproximadamente de agente de relleno, normalmente arcilla calcinada, y preferentemente está reticulado con peróxidos. La presencia del agente de relleno proporciona al EPR una alta resistencia frente a la propagación de arborescencias. El EPR también tiene propiedades mecánicas que son superiores a las del polietileno a temperaturas elevadas.

Por desgracia, aunque los agentes de relleno utilizados en el EPR pueden ayudar a prevenir las arborescencias, el EPR relleno generalmente tendrá unas propiedades dieléctricas peores, es decir, una constante dieléctrica peor y un factor de potencia peor. La constante dieléctrica del EPR relleno está en el intervalo de 2,3 aproximadamente a 2,8 aproximadamente. Su factor de potencia es del orden de 0,002 aproximadamente a 0,005 aproximadamente a temperatura ambiente, que aproximadamente es un orden de magnitud peor que el polietileno.

Así, tanto los polietilenos como los EPR tienen serias limitaciones como aislante eléctrico en aplicaciones para cables. A pesar de que los polímeros de polietileno tienen buenas propiedades eléctricas, tienen una mala resistencia a la arborescencia por agua. Aunque el EPR relleno tiene una buena resistencia a la arborescencia y buenas propiedades mecánicas, tiene propiedades dieléctricas que son inferiores a los polímeros de polietileno.

El factor de potencia se incrementa con la temperatura. Además puede seguir incrementándose con el tiempo a altas temperaturas. Los cables con una clasificación MV105 de Underwriters Labs deben ser capaces de resistir 21 días a una temperatura de sobrecarga de un circuito de emergencia de 140 °C con menos de un incremento del 10 % en el factor de disipación. Los aislamientos de EPR rellenos normalmente se usan en estas aplicaciones.

Otra clase de polímeros se describe en el documento EP-A-0 341 644 publicado el 15 de noviembre de 1989. Esta referencia describe polietilenos lineales producidos mediante un sistema catalizador de Ziegler-Natta tradicional. Generalmente tienen una distribución de pesos moleculares amplia similar al polietileno lineal de baja densidad y a densidades suficientemente bajas pueden presentar un mejor retraso a las arborescencias. No obstante, estos polímeros de tipo lineal en la industria de líneas y cables tienen malas características de fluidez en estado fundido y una mala procesabilidad. Con el fin de conseguir una buena mezcla en un extrusor, los polímeros lineales se deben procesar a una temperatura a la cual los peróxidos presentes en el polímero reticulan prematuramente el polímero, un fenómeno denominado habitualmente prevulcanización. Si la temperatura de procesamiento se mantiene suficientemente baja para evitar la prevulcanización, se produce una fusión incompleta debido a las especies con una temperatura de fusión más elevada en los polímeros lineales que tienen una distribución de pesos moleculares amplia. Este fenómeno da lugar a una mala mezcla, aumento de las presiones en el extrusor, y otros malos resultados.

Los nuevos copolímeros de metaloceno y polietileno son más flexibles y han sido propuestos para su uso como aislamiento para cables, pero generalmente también tienen una peor estabilidad térmica, y se pueden deformar cuando se exponen a un calor elevado. También adolecen de una pérdida eléctrica más alta con corriente alterna que se puede medir mediante un factor denominado tan Delta.

El polietileno es el polímero aislante de coste más bajo para cables de alimentación, pero es el menos flexible. La flexibilidad es deseable para la instalación de cables en espacios confinados o limitados tales como conductos soterrados, túneles, bocas de inspección y en estaciones de conmutación y bancos de transformadores complejos. El EPR y el EPDM son los polímeros aislantes más flexibles pero de un coste más elevado. El EPR de metaloceno,

EPDM, etileno-octenos, y etileno-butenos tienen la flexibilidad deseada a un coste inferior.

Las 1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquinolinas o "TMQ" son antioxidantes preferidos para el aislamiento de cables rellenos de baja tensión, tensión media o alta tensión debido a su buena protección frente a la degradación térmica, baja interferencia con los sistemas de curación peróxido usados de forma generalizada y bajo coste. Las TMQ no se usan en el aislamiento de polietileno debido a su propensión a generar manchas.

Los fotoestabilizadores de amina impedida o "HALS" se usan principalmente en películas, láminas o recubrimientos transparentes de plástico para impedir la degradación debido a la luz. Los HALS se usan en aislamientos de polietileno no rellenos. Se cree que impiden la degradación provocada por la luz emitida mediante pequeñas descargas eléctricas. La patente de Estados Unidos nº 5.719.218 desvela una formulación aislante de polietileno ópticamente transparente con un HAL en combinación con un terpolímero hidrolizado de etileno-acetato de vinilo. Se afirma que las composiciones desveladas son útiles para prevenir la degradación del aislamiento debido a arborescencias por agua.

Los aislamientos de tipo EPDM tienen una resistencia excelente a las arborescencias por agua y se han usado durante más de 30 años en el aislamiento de cables de corriente alterna expuestos a entornos húmedos. En entornos húmedos, las características de pérdida dieléctrica del material aislante pueden ser más importantes para el usuario final que las propiedades de estabilidad térmica. También se ha comprobado que los aislamientos de tipo EPDM se comportan bien trabajando a altas temperaturas en redes eléctricas urbanas. En estos entornos, la estabilidad térmica puede ser lo más importante para el usuario final. Los aislamientos rellenos son opacos puesto que no sufren la degradación provocada por la luz emitida mediante pequeñas descargas eléctricas.

Los polímeros de metaloceno han demostrado una mucha mayor resistencia a las arborescencias por agua que el polietileno, pero no se usan de forma generalizada como aislamiento para cables de corriente alterna de tensión media o de alta tensión debido a su pérdida de corriente alterna más alta, generalmente una resistencia a la degradación térmica peor y un coste más elevado que el polietileno. Los polímeros de metaloceno aceptan bien los agentes de relleno y se pueden usar para aislamientos flexibles a baja temperatura y baja tensión o de corriente continua. Las composiciones de polietileno sin agente de relleno tales como las desveladas en la patente de Estados Unidos nº 5.719.218 son propensas a formar manchas cuando hay presentes ciertos aditivos tales como TMQ, como se ha descrito anteriormente. El documento WO 02/29829 usa la composición de polietileno sin agente de relleno desvelada en la patente de Estados Unidos nº 5.719.218 en una composición aislante desprendible sin agente de relleno que contiene un aditivo fotoestabilizador de amina impedida, la tetrametilpiperidina.

Por tanto, en la industria de cables eléctricos existe la necesidad de un sistema aditivo que mejore el comportamiento de las composiciones aislantes con relleno que incluyen aquellas que usan polímeros de metaloceno como polímero o componente base del polímero base.

Las invenciones desveladas y reivindicadas en la patente de Estados Unidos nº 6.825.253 de asignación común usan agentes de relleno que contienen plomo. La solicitud de patente europea EP 1.192.624 B1 desvela el concepto muy conocido de que se añadan compuestos de plomo a composiciones aislantes para cables eléctricos con el fin de impedir arborescencias por agua, al tiempo que también reconoce la necesidad de proporcionar composiciones aislantes esencialmente sin plomo para cables eléctricos. El documento EP 1.192.624 B1 propone el uso de un terpolímero elastomérico específico que contiene 5-vinil-2-norborneno para proporcionar una composición aislante esencialmente libre de plomo o sus derivados con estabilidad satisfactoria de resistencia dieléctrica a lo largo del tiempo, junto con resistencia a la formación de arborescencias por agua.

En la industria de cables eléctricos existe una necesidad de un sistema aditivo que mejore el comportamiento de las composiciones aislantes rellenas sin plomo, incluyendo aquellas que usan polímeros de metaloceno como polímero o componente base del polímero base, sin el uso de polímeros especiales o a medida tales como terpolímeros elastoméricos que contengan 5-vinil-2-norborneno como resina base.

Sumario de la invención

La invención proporciona un sistema aditivo que mejora el comportamiento de polímeros cuando se usan como composición aislante rellena sin plomo.

Específicamente, la invención proporciona una composición aislante sin plomo para cables eléctricos que comprende un polímero base que comprende (a) un polímero base que contiene polietileno (PE) y un elastómero; (b) un agente de relleno; y (c) un aditivo que comprende (i) un fotoestabilizador de amina impedida (HALS), y (ii) un antioxidante fenólico; en la que a dicha composición no se le han añadido ingredientes que contengan cantidades sustanciales de plomo. En una realización adicional, la composición tampoco contiene cantidades sustanciales de cinc.

En una realización, el polímero base contiene más del 20 % aproximadamente (en peso del polímero base) de PE, preferentemente más del 30 % aproximadamente, y lo más preferentemente más del 40 % aproximadamente. Un

5 polímero base preferido contiene PDPE y EPDM. Un antioxidante fenólico preferido es el tiodietilenpropionato de bis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo)]. El HALS puede ser el 0,5-1,5 % en peso aproximadamente de la composición aislante, preferentemente el 0,1 % en peso aproximadamente. El antioxidante fenólico puede ser el 0,5-1,5 % en peso aproximadamente de la composición aislante, preferentemente el 0,1 % aproximadamente. En otra realización, la composición tampoco contiene cantidades sustanciales de cinc.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

10 La invención se refiere en particular a composiciones poliméricas que utilizan poliolefinas, composiciones que tienen una combinación única de buenas propiedades mecánicas, buenas propiedades dieléctricas, y una buena resistencia a arborescencias por agua, así como una temperatura de fusión más baja para una procesabilidad mejorada cuando las composiciones incluyen compuestos que contienen peróxido. Los productos son extremadamente útiles como composiciones aislantes sin plomo para cables eléctricos de alimentación.

15 En esta descripción, la expresión "sin plomo" se puede considerar sinónimo de "esencialmente sin plomo" y significa que no se añaden sustancias que contienen plomo a las composiciones y/o aislantes de la invención o a los cables que hacen uso de ellas. No obstante, se ha de reconocer el hecho de que puede haber presentes cantidades insignificantes o traza de plomo o de sus derivados o sus compuestos en los materiales constituyentes que forman la composición aislante y que los términos "sin plomo" y "esencialmente sin plomo" no excluyen esta posible presencia de cantidades insignificantes o traza. En cualquier caso, "sin plomo" y "esencialmente sin plomo" se puede considerar que significa no más de 500 ppm de plomo en la composición aislante.

20 Asimismo, en esta descripción, la expresión "sin cinc" se puede considerar sinónimo de "esencialmente sin cinc" y significa que no se añaden sustancias que contienen cinc, tales como óxido de cinc, a las composiciones y/o aislantes de la invención o a los cables que hacen uso de ellas. No obstante, se ha de reconocer el hecho de que puede haber presentes cantidades insignificantes o traza de cinc o de sus derivados o sus compuestos en los materiales constituyentes que forman la composición aislante y que los términos "sin cinc" y "esencialmente sin cinc" no excluyen esta posible presencia de cantidades insignificantes o traza. En cualquier caso, "sin cinc" y "esencialmente sin cinc" se puede considerar que significa no más de 500 ppm de cinc en la composición aislante.

25 Los polímeros utilizados en las capas de la camisa protectora, aislante, conductora o semiconductor de los cables de la invención se pueden preparar mediante cualquier proceso adecuado que permita obtener el polímero deseado con las propiedades de resistencia física, propiedades eléctricas, retardo de las arborescencias, y temperatura de fusión para la procesabilidad deseadas.

30 El polímero base de acuerdo con la presente invención contiene un polietileno y un elastómero. El polímero base de acuerdo con la invención puede contener un polímero no de metaloceno, un polímero de metaloceno, o un polímero no de metaloceno y un polímero de metaloceno.

35 Los polímeros de metaloceno se producen usando un tipo de catalizadores olefínicos altamente activos conocidos como metalocenos, que para los fines de esta solicitud en general se definen por contener uno o más restos de ciclopentadienilo. La fabricación de polímeros de metaloceno se describe en la patente de Estados Unidos nº 6.270.856 de Hendewerk, y col., cuya divulgación se incorpora en su totalidad por referencia.

40 Los metalocenos son muy conocidos, especialmente en la preparación de polietileno y copolietileno alfa-olefinas. Estos catalizadores, en particular aquellos basados en los metales de transición del grupo IV, el circonio, titanio y hafnio, presentan una actividad extremadamente elevada en la polimerización de etileno. En la polimerización para preparar los polímeros usados en esta invención se pueden usar diversas formas del sistema catalítico de tipo metaloceno, incluyendo pero no limitado a aquellos catalizadores soportados de tipo homogéneo, en los que el catalizador y el cocatalizador están soportados juntos o reaccionan juntos sobre un soporte inerte para la polimerización mediante un proceso en fase gaseosa, un proceso a alta presión, o un proceso de polimerización en suspensión o en solución. Los catalizadores de metaloceno también son muy flexibles en el sentido de que, al manipular la composición catalítica y las condiciones de reacción, se puede lograr que proporcionen poliolefinas con pesos moleculares controlables desde tan sólo 200 aproximadamente (útiles en aplicaciones tales como aditivos de aceites lubricantes) hasta 1 millón o superior aproximadamente, como por ejemplo en polietileno lineal de peso molecular ultra-elevado. Al mismo tiempo, la distribución de pesos moleculares de los polímeros se puede controlar de extremadamente estrecha (como en una polidispersidad de 2 aproximadamente) a amplia (como en una polidispersidad de 8 aproximadamente).

45 Son ejemplos del desarrollo de estos catalizadores de metaloceno para la polimerización de etileno los documentos de patente de Estados Unidos nº 4.937.299 y EP-A-0 129 368 de Ewen, y col., patente de Estados Unidos nº 4.808.561 de Welborn, Jr., y patente de Estados Unidos nº 4-814.310 de Chang, todas ellas que se incorporan en su totalidad en este documento por referencia. Entre otras cosas, Ewen, y col. enseña que la estructura del catalizador de metaloceno incluye un alumoxano, formado cuando el agua reacciona con trialkilaluminio. El alumoxano se compleja con el compuesto de metaloceno para formar el catalizador. Welborn, Jr. enseña un método de polimerización de etileno con alfa-olefinas y/o diolefinas. Chang enseña un método de preparación de un sistema

5 catalítico de metalloceno y alumoxano que utiliza el agua absorbida en un soporte catalítico de gel de sílice. Los métodos específicos para la preparación de copolímeros de etileno/alfa-olefina, y terpolímeros de etileno/alfa-olefina/dieno se enseñan en las patentes de Estados Unidos n° 4.871.705 (expedida el 3 de octubre de 1989) y 5.001.205 (expedida el 19 de marzo de 1991) de Hoel, y col., y en el documento EP-A-0 347 129 publicado el 8 de abril de 1992, respectivamente, todos los cuales se incorporan en su totalidad en este documento por referencia.

10 Con los metallocenos se pueden usar otros cocatalizadores, tales como compuestos de trialkilaluminio o activadores iónicos ionizantes, tales como tetra(pentafluorofenil)boro de tri(n-butil)amonio, que ioniza el compuesto de metalloceno neutro. Dichos compuestos ionizantes pueden contener un protón activo o algún otro catión tal como carbonio, que ioniza el metalloceno por contacto, forma un catión de metalloceno asociado (pero no coordinado o sólo coordinado lábilmente) con el ion restante del compuesto iónico ionizante. Dichos compuestos se describen en los documentos EP-A-0 277 003 y EP-A-0 277 004, ambos publicados el 3 de agosto de 1988, y que se incorporan en su totalidad en este documento por referencia. Además, los polímeros útiles en esta invención pueden ser un componente catalítico de metalloceno que sea un compuesto monociclopentadienilo, que se active mediante un alumoxano o un activador iónico para formar el sistema catalítico de polimerización activo. Los sistemas catalíticos de este tipo se muestran en la publicación internacional PCT WO 92/00333, publicada el 9 de enero de 1992, las patentes de Estados Unidos 5.096.867 y 5.055.438, y los documentos EP-A-0 420 436 y WO 91/04257, todos ellos que se incorporan en su totalidad en este documento por referencia. Los sistemas catalíticos descritos anteriormente opcionalmente se pueden prepolimerizar o se pueden usar junto con un componente aditivo para mejorar la productividad catalítica.

20 Como se ha indicado previamente, los catalizadores de metalloceno son particularmente atractivos en la preparación de copolímeros de especialidad a medida ultra-uniformes y súper-aleatorios. Por ejemplo, si se prepara un copolímero de menor densidad con un catalizador de metalloceno tal como polietileno de muy baja densidad (VLDPE), se producirá una copolimerización ultra-uniforme y súper-aleatoria, en contraste con el polímero producido mediante copolimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta convencional. En vista de la necesidad actual de cables eléctricos que tengan propiedades mecánicas y eléctricas mejoradas y una resistencia mejorada a arborescencias por agua, además de la necesidad de procesar estos materiales a temperaturas suficientemente bajas para permitir un procesamiento sin prevulcanización, sería deseable proporcionar productos que utilicen las características de alta calidad de poliolefinas preparadas con catalizadores de metalloceno.

25 El polietileno usado puede ser de diversos tipos conocidos en la técnica. Se puede preparar polietileno de baja densidad ("LDPE") a alta presión usando iniciadores de radicales libres, o en procesos en fase gaseosa usando catalizadores de Ziegler-Natta o de vanadio, y normalmente tiene una densidad en el intervalo de 0,914-0,940 g/cm³. El LDPE también se conoce como polietileno "ramificado" o "heterogéneamente ramificado" debido al número relativamente grande de ramas de cadena larga que se extienden desde el esqueleto polimérico principal. Para reducir la densidad de dichas resinas de polietileno de alta densidad por debajo del intervalo de densidades que se producen normalmente en dichos procesos, se puede copolimerizar con el etileno otra alfa-olefina o comonómero. Si se añade suficiente comonómero a la cadena para llevar la densidad hasta 0,912-0,939 g/cm³, entonces dichos productos se conocen como copolímeros lineales de polietileno de baja densidad. Debido a la diferencia de la estructura de las cadenas poliméricas, el polietileno lineal de baja densidad y el polietileno ramificado de baja densidad tienen propiedades diferentes a pesar de que sus densidades puedan ser similares.

40 Se entiende que el término "polietileno lineal de baja densidad" está previsto que incluya copolímeros de etileno y al menos un comonómero de alfa-olefina. El término incluye copolímeros, terpolímeros, etc. Los polietilenos lineales de baja densidad en general son copolímeros de etileno y alfa-olefinas tales como propeno, buteno, 4-metil-penteno, hexeno, octeno y deceno.

45 También es conocido el polietileno en el mismo intervalo de densidades, es decir, de 0,916 a 0,940 g/cm³, que es lineal y que no contiene una ramificación de cadenas largas; este "polietileno lineal de baja densidad" ("LLDPE") se puede producir con catalizadores de Ziegler-Natta convencionales o con catalizadores de metalloceno. Los LDPE de densidad relativamente superior, normalmente en el intervalo de 0,928 a 0,940 g/cm³, a veces se denominan polietilenos de densidad media ("MDPE"). Los copolímeros de polietileno lineales de baja densidad se pueden preparar utilizando un proceso, por ejemplo, como se describe en las patentes de Estados Unidos n° 3.645.992 y 4.011.382, cuyas divulgaciones se incorporan en este documento por referencia. El comonómero que se copolimeriza con el polietileno preferentemente es una alfa-olefina que tiene de 3 aproximadamente a 10 átomos de carbono aproximadamente. La densidad del copolímero de etileno está regulada principalmente por la cantidad de comonómero que se copolimeriza con el etileno. En ausencia de comonómero, el etileno se homopolimeriza en presencia de un catalizador esteroespecífico para dar homopolímeros que tienen una densidad igual o por encima de 0,95. Así, la adición de cantidades progresivamente mayores del comonómero al monómero de etileno produce una reducción progresiva, de forma aproximadamente lineal, de la densidad del copolímero de etileno resultante.

50 Los polietilenos de baja densidad adecuados para su uso en la presente invención incluyen homopolímeros y copolímeros de etileno que tienen hasta el 20 % (peso/peso) de un monómero tal como acetato de vinilo, butilacrilato y similares.

Los polietilenos que tienen una densidad incluso mayor son los polietilenos de alta densidad ("HDPE"), es decir, polietilenos que tienen densidades superiores a 0,940 g/cm³, y generalmente se preparan con catalizadores de Ziegler-Natta. Las resinas de polietileno de alta densidad, es decir, resinas que tienen densidades que alcanzan hasta 0,970 g/cm³ aproximadamente se fabrican a presiones y temperaturas inferiores mediante procesos catalíticos iónicos heterogéneos, por ejemplo, aquellos que utilizan un catalizador organometálico o de un óxido de un metal de transición. Los productos son polietileno lineal no ramificado.

También se conoce el polietileno de muy baja densidad ("ULDPE"). Los ULDPE se pueden producir mediante diferentes procesos que producen polímeros con propiedades diferentes, pero que en general se pueden describir como polietilenos que tienen una densidad inferior a 0,916 g/cm³, normalmente de 0,890 a 0,915 g/cm³ o de 0,900 a 0,915 g/cm³.

Las patentes de Estados Unidos nº 5.272.236 y 5.278.272 desvelan polietilenos denominados "polímeros de etileno esencialmente lineales" ("SLEP"). Estos SLEP se caracterizan por tener un esqueleto polimérico sustituido con 0,01 ramas aproximadamente de cadena larga/1000 carbonos a 3 ramas aproximadamente de cadena larga/1000 carbonos, más preferentemente de 0,01 ramas aproximadamente de cadena larga/1000 carbonos a 1 rama aproximadamente de cadena larga/1000 carbonos, en particular de 0,05 ramas aproximadamente de cadena larga/1000 carbonos a 1 rama aproximadamente de cadena larga/1000 carbonos. Como se usa en este documento y en las patentes de Estados Unidos nº 5.272.236 y 5.278.272, un polímero con "ramificación de cadena larga" se define como uno que tenga una longitud de cadena de al menos 6 carbonos aproximadamente, por encima de cuya longitud no se puede distinguir usando espectroscopia de RMN ¹³C. Además se desvela que la ramificación de cadena larga puede ser tan larga como aproximadamente la misma longitud que la longitud del esqueleto polimérico. Como se usa en la presente divulgación, el término "lineal" se aplica a un polímero que tenga un esqueleto lineal y que no tenga ramificaciones de cadena larga; es decir, un polímero "lineal" es aquel que no tiene las ramas de cadena larga características de un polímero SLEP.

Preferentemente, los polietilenos seleccionados para su uso en las composiciones de la presente invención tienen índices de fusión en el intervalo de 1 a 30 g/600 s, más preferentemente de 2 a 20 g/600 s. Preferentemente, los polietilenos de baja densidad tienen una densidad en el intervalo de 913 a 930 kg/m³, más preferentemente en el intervalo de 917 a 922 kg/m³.

El elastómero usado en el polímero base de acuerdo con la invención también se puede seleccionar del grupo de polímeros constituidos por etileno polimerizado con al menos un comonomero seleccionado del grupo constituido por alfa-olefinas C₃ a C₂₀ y polienos C₃ a C₂₀. Generalmente, las alfa-olefinas adecuadas para su uso en la invención contienen en el intervalo de 3 aproximadamente a 20 átomos de carbono aproximadamente. Preferentemente, las alfa-olefinas contienen en el intervalo de 3 aproximadamente a 16 átomos de carbono aproximadamente, lo más preferentemente en el intervalo de 3 aproximadamente a 8 átomos de carbono aproximadamente. Ejemplos ilustrativos no limitantes de dichas alfa-olefinas son propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, y 1-dodeceno.

Preferentemente, los elastómeros son copolímeros de etileno/alfa-olefina o terpolímeros de etileno/alfa-olefina/dieno. El polieno utilizado en la invención en general tiene de 3 aproximadamente a 20 átomos de carbono aproximadamente. Preferentemente, el polieno tiene en el intervalo de 4 aproximadamente a 20 átomos de carbono aproximadamente, más preferentemente en el intervalo de 4 aproximadamente a 15 átomos de carbono aproximadamente. Preferentemente, el polieno es un dieno, que puede ser un dieno hidrocarbonado de cadena lineal, de cadena ramificada, o cíclico. Lo más preferentemente, el dieno es un dieno no conjugado. 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 dihidromiriceno y dihidrocineno; dienos alicíclicos de un solo anillo tales como: 1,3-ciclopentadieno, 1,4-ciclohexadieno, 1,5-ciclooctadieno y 1,5-ciclododecadieno; y dienos alicíclicos de varios anillos condensados o de varios anillos puente tales como: tetrahidroindeno, metil tetrahidroindeno, diciclopentadieno, biciclo-(2,2,1)-hepta-2,5-dieno; alqueniolo, alquilideno, cicloalqueniolo y cicloalquilideno norbornenos, tales como 5-metilen-2-norborneno (MNB), 5-propenil-2-norborneno, 5-isopropiliden-2-norborneno, 5-(4-ciclopentenil)-2-norborneno, 5-ciclohexiliden-2-norborneno, y norborneno. De los dienos usados habitualmente para preparar los EPR, son dienos particularmente preferidos 1,4-hexadieno, 5-etiliden-2-norborneno, 5-viniliden-2-norborneno, 5-metilen-2-norborneno y diciclopentadieno. Son dienos especialmente preferidos 5-etiliden-2-norborneno y 1,4-hexadieno.

Preferentemente, los elastómeros tienen una densidad por debajo de 0,91, más preferentemente por debajo de 0,9. En realizaciones preferidas de la invención, el elastómero comprende EP de metaloceno que es un polímero de EPR o EPDM, o polímeros de etileno-butano o etileno-octeno preparados con catalizadores de metaloceno. En realizaciones de la invención, el polímero base puede ser EP de metaloceno solo, EP de metaloceno y al menos otro polímero de metaloceno, o EP de metaloceno y al menos un polímero no de metaloceno como se describe a continuación.

Como polímero adicional en la composición polimérica base, se puede usar un polímero base no de metaloceno que

tiene la fórmula estructural de cualquiera de las poliolefinas o copolímeros poliolefinicos descritos anteriormente. Se pueden usar todos entre caucho de etileno-propileno (EPR), polietileno, polipropileno o acetatos vinílicos de etileno que tienen un intervalo de contenido de acetato de vinilo del 10 % aproximadamente al 40 % aproximadamente en combinación con los polímeros de metaloceno en el polímero base para dar otras propiedades deseadas en el polímero base.

En realizaciones de la invención, el polímero base de la composición aislante comprende del 20 % al 90 % en peso de polímero o polímeros de metaloceno y del 1 % al 80 % en peso de polímero o polímeros no de metaloceno. El aditivo está presente en cantidades del 0,25 % aproximadamente al 2,5 % en peso aproximadamente de dicha composición, preferentemente del 0,5 aproximadamente al 1,5 % en peso aproximadamente de dicha composición.

Como se ha descrito anteriormente, el aditivo de acuerdo con la invención puede comprender un fotoestabilizador de amina impedida (HALS), y un antioxidante fenólico. En realizaciones adicionales de la invención, el aditivo de acuerdo con la invención comprende más de un HALS y un antioxidante fenólico, o un HALS y más de un antioxidante fenólico. En realizaciones adicionales de la invención, el aditivo de acuerdo con la invención comprende más de un HALS y más de un antioxidante fenólico.

De acuerdo con la invención se puede usar cualquier HALS adecuado, por ejemplo, sebacato de bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo) (tinuvin 770); sebacato de bis(1,2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo) + sebacato de metil 1,2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo (tinuvin 765); 1,6-hexanodiamina, polímero de N,N'-bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo) con 2,4,6-tricloro-1,3,5-triazina, productos de reacción con N-butil 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinamina (Chimassorb 2020); ácido dodecanodioico, éster de bis(2,2,6,6-tetrametil-1-(octiloxi)-4-piperidilo), productos de reacción con 1,1-dimetiletildihidroperóxido y octano (Tinuvin 123); derivados de triacina (tinuvin NOR 371); ácido butanodioico, dimetil éster de 4-hidroxi-2,2,6,6-tetrametil-piperidina etanol (Tinuvin 622), 1,3,5-triazin-2,4,6-triamina, N,N''-[1,2-etanodil-bis[[[4,6-bis-[butil(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidinil)amino]-1,3,5-triazin-2-yl] imino]-3,1-propanodilil]]; bis[N',N''-dibutil-N',N''-bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo) (Chimassorb 119). El Chimassorb 944 LD y Tinuvin 622 LD son fotoestabilizadores de amina impedida preferidos.

Como se ha indicado anteriormente, opcionalmente, se puede usar cualquier antioxidante fenólico adecuado de acuerdo con la invención, por ejemplo, tiodietilpropionato de bis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo)], 4,4'-tiobis(2-terc-butil-5-metilfenol), 2,2'-tiobis(4-metil-6-terc-butil-fenol), ácido benzenopropanoico, ácido 3,5-bis(1,1-dimetiletil)4-hidroxibenzenopropanoico, 3,5-bis(1,1-dimetiletil)-4-hidroxi-alkilésteres C₁₃₋₁₅ lineales o ramificados, alkilésteres ramificados C₇₋₉ del ácido 3,5-di-terc-butil-4 hidroxihidrocinnámico, 2,4-dimetil-6-t-butilfenol tetraquis {metilen-3-(3',5'-diterc-butil-4'-hidroxifenol)propionato}metano o tetraquis {metilen-3-(3',5'-diterc-butil-4'-hidrocinnamato)metano, 1,1,3 tris(2-metil-4-hidroxil-5-butilfenil)butano, 2,5-di-t-amilhidroquinona, 1,3,5-trimetil-2,4,6-tris(3,5-di-terc-butil-4-hidroxibencil) benceno, 1,3,5-tris(3,5-di-terc-butil-4-hidroxibencil) isocianurato, 2,2-metilen-bis-(4-metil-6-terc-butilfenol), 6,6'-di-terc-butil-2,2'-tiodi-p-cresol o 2,2'-tiobis(4-metil-6-terc-butilfenol), 2,2-etilenbis(4,6-di-t-butilfenol), trietilenglicol bis{3-(3-t-butil-4-hidroxi-5-metilfenil) propionato}, 1,3,5-tris(4-terc-butil-3-hidroxi-2,6-dimetilbencil)-1,3,5-triazin-2,4,6-(1H,3H,5H)triono, 2,2-metilenbis{6-(1-metilciclohexil)-p-cresol}. Además también son apropiados para la presente invención antioxidantes fenólicos como los desvelados en las patentes de Estados Unidos n^o 4.020.042 y 6.869.995, que se incorporan en este documento por referencia. Además, los co-estabilizadores antioxidantes de tioéster proporcionan protección a largo plazo del polímero. En muchas aplicaciones se utilizan Lowinox® DLTDP y Lowinox® DSTDP como sinergistas en combinación con otros antioxidantes fenólicos.

La composición de acuerdo con la invención puede comprender un compuesto mercapto. Ejemplos de compuestos mercapto son metilmercaptobenzimidazol, 2-metilmercaptobenzimidazol de cinc (Vanderbilt Vanox ZMT1), sales de cinc de 2-metilmercaptobenzimidazol, metil-2-metilmercaptobenzimidazol, 2-mercaptotolulimidazol (Vanderbilt Vanox MTI), mezclas de 4 y 5 metilmercaptobenzimidazol (Bayer Vulcanox MB2), y mezclas de 4 y 5 metilmercaptobenzimidazol de cinc (Bayer Vulcanox ZMB2).

La composición aislante de la invención está rellena. Un ejemplo ilustrativo de un agente de relleno adecuado es arcilla, talco (silicato de aluminio o silicato de magnesio), silicato de magnesio y aluminio, silicato de magnesio y calcio, carbonato de calcio, carbonato de calcio y magnesio, sílice, ATH, hidróxido de magnesio, borato sódico, borato de calcio, arcilla de caolín, fibras de vidrio, partículas de vidrio, o sus mezclas. De acuerdo con la invención, el intervalo de porcentaje en peso para los agentes de relleno es del 10 % aproximadamente al 60 % aproximadamente, preferentemente del 20 % aproximadamente al 50 % aproximadamente de agente de relleno.

Otros aditivos empleados habitualmente en las composiciones poliolefinicas utilizadas en la invención pueden incluir, por ejemplo, agentes reticulantes, antioxidantes, adyuvantes de procesamiento, pigmentos, tintes, colorantes, desactivadores metálicos, extensores oleosos, estabilizadores, y lubricantes.

Todos los componentes de las composiciones utilizadas en la invención normalmente se mezclan o se componen juntos antes de su introducción en un dispositivo de extrusión a partir del cual se han de extrudir en un conductor eléctrico. El polímero y los otros aditivos y agentes de relleno se pueden mezclar juntos mediante cualquiera de las técnicas usadas en la materia para mezclar y componer dichas mezclas en masas homogéneas. Por ejemplo, los componentes se pueden fluidificar en diferentes aparatos que incluyen molinos de cilindros múltiples, molinos de

5 tornillo, mezcladores continuos, extrusores de mezcla y mezcladores Banbury.

Después de que los diversos componentes de la composición se hayan mezclado juntos y uniformemente, se procesan adicionalmente para fabricar los cables de la invención. Los métodos de la técnica anterior para la fabricación de cables y líneas aisladas de polímeros son muy conocidos, y la fabricación del cable de la invención en general se puede conseguir mediante cualquiera de los diversos métodos de extrusión.

En un método de extrusión típico, un núcleo conductor opcionalmente calentado que se ha de recubrir es arrastrado a través de un troquel de extrusión caliente, generalmente un troquel de estrella, en el que se aplica una capa de polímero fundido al núcleo conductor. Al salir del troquel, el núcleo conductor con la capa de polímero aplicada se pasa a través de una sección de vulcanización calentada, o una sección de vulcanización continua y a continuación a una sección de enfriamiento, generalmente un baño de enfriamiento alargado, para que se enfríe. Se pueden aplicar varias capas de polímero mediante etapas de extrusión consecutivas en las que en cada etapa se añade una capa adicional, o con el tipo de troquel adecuado, se pueden aplicar simultáneamente varias capas de polímero.

El conductor de la invención en general comprende cualquier material conductor de la electricidad adecuado, aunque generalmente se utilizan metales conductores de la electricidad. Preferentemente, los metales utilizados son cobre o aluminio.

20 Procedimientos de ensayo y preparación de muestras

Cables conductores cuadrados de cobre de calibre 14 con 30 milésimas de pulgada (0,76 mm) de aislamiento se extruyeron con un extrusor convencional LD Davis 20:1 y un troquel de estrella y se curaron en vapor a 205 °C (400 °F). De ocho a 10 muestras de 25 pulgadas (63,5 cm) de estos cables conductores cuadrados aislados se colocaron en un baño de agua a 75 °C y se aplicaron 7500 V. Se registró el tiempo hasta el cortocircuito.

El fin de este conductor cuadrado era crear una concentración de tensión eléctrica en cada esquina y acelerar el tiempo hasta el fallo.

Se usaron los siguientes materiales:

Antioxidantes: Irganox 1035

Agente de relleno: Arcilla calcinada Polyfil 70

Plomo: Plomo rojo TRD-90P

Cinc: óxido de cinc

Fotoestabilizador de amina impedida: HALS Tinuvin 622LD

Flectol TMQ: 1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquinolina

Componentes secundarios: Cera hidrocarbonada Crystal 2037, EF(A172)-50 vinilsilano, silano oligomérico y peróxido de dicumilo

	A	B	C
LDPE 2mi	50,00	50,00	50,00
EPDM 70 % de etileno, 29 % de propileno y menos del 1 % de dieno (ENB).	50,00	50,00	50,00
Flectol TMQ	1,20	1,50	1,20
Arcilla calcinada Polyfil 70	30,00	30,00	30,00
Cera hidrocarbonada Crystal 2037	4,00	4,00	4,00
Óxido de cinc	4,00	4,00	4,00
Plomo rojo TRD-90P	4,00		
EF(A172)-50 vinil silano	0,90	0,90	0,90
Silano oligomérico			
Tinuvin 622LD HALS			0,75
Irganox 1035			
Peróxido de dicumilo	1,20	1,20	1,45
MDR (se presenta en min:min)	4 min a 400 °F		
MH	4,33	4,05	5,29
ML	0,56	0,56	0,56
TS2	0,59	0,61	0,52
TC50	0,57	0,57	0,56
TC90	0,92	0,91	0,91
INICIAL	20 min a 350 °F		
TENSIÓN (PSI)	1918	1803	1944
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	87	73	58
% DE ELONGACIÓN	493	497	525

ES 2 523 723 T3

DESVIACIÓN ESTÁNDAR	41	29	22
100 % DEL MOD	1027	1013	1019
200 % DEL MOD	1261	1235	1265
MOD SECANTE	16550	16475	16340
ESPEJOR MEDIO	0,074	0,077	0,077
ENVEJECIDO 168 h a 136 °C	Horno nº 7		
TENSIÓN	1892	1846	1996
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	646	62	150
% DE ELONGACIÓN	510	524	493
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	28	39	60
% DE TENSIÓN RETENIDO	99	102	103
% DE ELONGACIÓN RETENIDO	103	105	94
ENVEJECIDO 168 h a 150 °C	Horno nº 6		
TENSIÓN	1826	1759	2055
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	111	58	84
% DE ELONGACIÓN	512	464	520
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	28	37	8
% DE TENSIÓN RETENIDO	95	98	106
% DE ELONGACIÓN RETENIDO	104	93	99
Tiempo hasta fallo del ensayo del cable cuadrado. Un espacio en blanco indica que las muestras aún se encuentran en el ensayo a 1200 h	Horas de tensión aplicada		
	319	11	1
	416	14	57
	476	18	59
	476	19	61
	478	34	61
	490	36	62
	491	36	63
	507	36	66
	537	37	66
	546	38	66
	589	38	67
	602	54	74
	610	54	74
	623	55	74
	693	55	76
	809	56	76
	810	56	76
	829	56	118
	854	59	
	909		
	D	E	F
LDPE 2mi	40,00	40,00	40,00
EPDM 70 % de etileno, 29 % de propileno y menos del 1 % de dieno (ENB).	60,00	60,00	60,00
Flectol TMQ	0,75	0,75	1,20
Arcilla calcinada Polyfil 70	30,00	30,00	30,00
Cera hidrocarbonada Crystal 2037	4,00	4,00	4,00
Óxido de cinc	4,00	4,00	4,00
Plomo rojo TRD-90P			
EF(A172)-50 vinil silano	0,90		0,90
Silano oligomérico		0,90	
Tinuvin 622LD HALS	0,75	0,75	0,75
Irganox 1035			
Peróxido de dicumilo	1,20	1,20	1,45
MDR (se presenta en min:min)			
MH	6,37	6,49	6,84
ML	0,69	0,68	0,69

ES 2 523 723 T3

TS2	0,48	0,49	0,47
TC50	0,55	0,55	0,54
TC90	0,89	0,89	0,89
INICIAL			
TENSIÓN (PSI)	2006	2166	2173
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	147	77	186
% DE ELONGACIÓN	566	579	575
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	31	21	26
100 % DEL MOD	923	896	866
200 % DEL MOD	1195	1167	1132
MOD SECANTE	12687	12369	11621
ESPEJOR MEDIO	0,078	0,078	0,077
ENVEJECIDO 168 h a 136 °C			
TENSIÓN	1987	1949	1991
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	125	52	71
% DE ELONGACIÓN	538	524	540
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	54	22	22
% DE TENSIÓN RETENIDO	99	90	92
% DE ELONGACIÓN RETENIDO	95	91	94
ENVEJECIDO 168 h a 150 °C			
TENSIÓN	1955	1933	1960
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	69	114	137
% DE ELONGACIÓN	599	518	525
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	19	41	29
% DE TENSIÓN RETENIDO	97	89	90
% DE ELONGACIÓN RETENIDO	106	89	91
Tiempo hasta fallo del ensayo del cable cuadrado. Un espacio en blanco indica que las muestras aún se encuentran en el ensayo a 1200 h	Horas de tensión aplicada	Horas de tensión aplicada	Horas de tensión aplicada
	63	59	74
	66	64	74
	66	66	74
	69	66	74
	71	66	77
	72	68	78
	74	75	84
	74	76	84
	76	76	88
	76	78	90
	76	83	93
	76	84	93
	95	87	93
	107	93	93
	137	95	103
	184	102	104
	264	116	109
	282	140	123
	351	336	161
	998	756	221
	1		
LDPE 2mi	50,00		
EPDM 70 % de etileno, 29 % de propileno y menos del 1 % de dieno (ENB).	50,00		
Flectol TMQ			
Arcilla calcinada Polyfil 70			30,00
Cera hidrocarbonada Crystal 2037			4,00
Óxido de cinc			4,00
Plomo rojo TRD-90P			
EF(A172)-50 vinil silano			0,90
Silano oligomérico			
Tinuvin 622LD HALS			0,75

Irganox 1035	0,75
Peróxido de dicumilo	1,20
MDR (se presenta en min:min)	
MH	5,03
ML	0,65
TS2	0,52
TC50	0,54
TC90	0,88
INICIAL	
TENSIÓN (PSI)	2013
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	66
% DE ELONGACIÓN	575
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	16
100 % DEL MOD	899
200 % DEL MOD	1196
MOD SECANTE	15704
ESPEJOR MEDIO	0,076
ENVEJECIDO 168 h a 136 °C	
TENSIÓN	1996
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	88
% DE ELONGACIÓN	533
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	27
% DE TENSIÓN RETENIDO	99
% DE ELONGACIÓN RETENIDO	93
ENVEJECIDO 168 h a 150 °C	
TENSIÓN	1760
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	97
% DE ELONGACIÓN	472
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	45
% DE TENSIÓN RETENIDO	87
% DE ELONGACIÓN RETENIDO	82
Tiempo hasta fallo del ensayo del cable cuadrado. Un espacio en blanco indica que las muestras aún se encuentran en el ensayo a 1200 h	Horas de tensión aplicada
	67
	324
	351
	594
	653
	653
	783
	1032
	1061
	1120

5 Los últimos ejemplos son ejemplos comparativos y los ejemplos numerados son ejemplos de acuerdo con la invención. El ejemplo de acuerdo en la presente invención (1) presenta una vida eléctrica superior de los materiales aislantes de la invención con los datos de ensayo de cables cuadrados. El fin del conductor cuadrado es generar una concentración de tensión eléctrica en cada esquina y acelerar el tiempo hasta el fallo por crecimiento de arborescencias por agua. La tabla también muestra que en el ejemplo 1 se mejora el estado de curación (MDR).

10 Aunque la presente invención se ha descrito y se ha ilustrado por referencia a sus realizaciones particulares, los expertos en la materia apreciarán que la invención da lugar por sí misma a variaciones no necesariamente ilustradas en este documento. Por esta razón, por tanto, únicamente se debe hacer referencia a las reivindicaciones anexas con el fin de determinar el verdadero alcance de esta invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una composición aislante para cables eléctricos que comprende:
- a. un polímero base que comprende polietileno (PE) y un elastómero;
 - b. un agente de relleno; y
 - c. un aditivo que comprende
- 10 (i) un antioxidante fenólico, y
(ii) un fotoestabilizador de amina impedida
- en la que dicho antioxidante es tiodietilpropionato de bis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo)], en donde dicha composición contiene menos de 500 ppm en peso aproximadamente de plomo.
- 15 2. La composición de la reivindicación 1, en donde no se han añadido a dicha composición ingredientes que contengan cantidades sustanciales de cinc.
- 20 3. La composición de la reivindicación 1, en la que el polímero base comprende más del 20 % en peso del polímero base de PE.
4. La composición de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en la que el polímero base comprende LDPE y EPDM.
- 25 5. La composición de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en la que el fotoestabilizador de amina impedida está presente del 0,5 % aproximadamente al 1,5 % en peso aproximadamente de dicha composición.
- 30 6. La composición de la reivindicación 1, en la que el antioxidante fenólico está presente del 0,5 % aproximadamente al 1,5 % en peso aproximadamente de dicha composición.
7. La composición de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en la que dicho agente de relleno es un agente de relleno de arcilla.
- 35 8. La composición de la reivindicación 2, en la que el polímero base comprende más del 40 % aproximadamente de LDPE.
9. La composición de la reivindicación 2, en donde dicha composición contiene menos de 500 ppm en peso aproximadamente de cinc.
- 40 10. Un cable que comprende un conductor y el aislante de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2 rodeando el conductor.
- 45 11. Un método de fabricación de una composición aislante para cables eléctricos que comprende la etapa de mezcla de polietileno (PE), un elastómero, un agente de relleno, un antioxidante fenólico y un fotoestabilizador de amina impedida para formar una mezcla homogénea, en donde dicho antioxidante es tiodietilpropionato de bis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo)], y en el que dicha composición contiene menos de 500 ppm en peso aproximadamente de plomo.
12. El método de la reivindicación 11, que además comprende la etapa de extrusión de dicha mezcla homogénea.