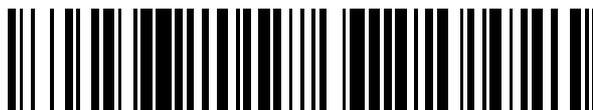


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 655**

51 Int. Cl.:

C08F 2/00 (2006.01)

C08F 10/02 (2006.01)

C08L 23/06 (2006.01)

H01B 3/44 (2006.01)

C08F 2/38 (2006.01)

C08F 110/02 (2006.01)

C08F 210/16 (2006.01)

C08F 210/06 (2006.01)

C08F 210/02 (2006.01)

C08F 218/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2009 E 09777029 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2310426**

54 Título: **Proceso para producir un polímero y un polímero para aplicaciones de cables e hilos**

30 Prioridad:

10.07.2008 EP 08252360

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

28.01.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SMEDBERG, ANNIKA;
NILSSON, ULF;
CAMPUS, ALFRED;
SCHILD, HERMANN;
HUBER, MARKUS y
VOIGT, BJORN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 527 655 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

Proceso para producir un polímero y un polímero para aplicaciones de cables e hilos

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un proceso para producir un polímero, preferentemente un proceso de alta presión. La invención además se refiere a un uso de agentes de transferencia de cadena para producir el polímero y a un uso de agentes de transferencia de cadena para modificar las propiedades del polímero durante su polimerización. La invención también se refiere a un polímero, que se produce de acuerdo con el proceso de la invención, para preparar un artículo, preferentemente un cable para aplicaciones de cables o hilos (W&C).

Técnica anterior

10 Se usan agentes de transferencia de cadena (CTA) durante la polimerización de alta presión de etileno hasta polietileno de baja densidad (LDPE) para controlar el peso molecular y, de este modo, indirectamente el caudal en masa fundida (MFR) del polímero formado. Su uso se describe, por ejemplo, en los documentos WO 95/23829, EP 0928797, DD 108546, WO 03/000740, US 45994391, EP 0463402, US 4994539 y US 4871819. El mecanismo está basado en átomos de hidrógeno que resultan fáciles de abstraer. CTA típicos son metiletilcetona, propionaldehído, propileno, etc.

15 Un CTA es un grupo de agentes que incluyen CTAs polares y no polares de acuerdo con su naturaleza química. Propileno (C3) es un ejemplo de un CTA no polar. Se asume que proporciona buenas propiedades eléctricas debido a su estructura no polar, especialmente cuando se aplica a pérdidas dieléctricas. Otro beneficio cuando se usa propileno como CTA es que se introducen grupos vinílicos en la cadena de polietileno lo que proporciona propiedades mejoradas de reticulación de peróxido.

20 Otro tipo es el CTA polar, tal como propionaldehído (PA). Debido a su estructura polar se asume que no resulta beneficioso el uso de este CTA en aplicaciones en las cuales se requieren pérdidas bajas.

Importancia de $\tan \delta$ (pérdidas dieléctricas):

25 El valor de $\tan \delta$ y con ello las pérdidas dieléctricas (que son linealmente proporcionales al valor de $\tan \delta$) será lo más reducido posible por cuestiones tanto técnicas como de rentabilidad:

- Pérdidas bajas significa que la cantidad baja de energía eléctrica transmitida se pierde en forma de energía térmica en el interior del aislamiento del cable. Estas pérdidas significan pérdidas económicas medias para el operador de la línea de energía.
- Las pérdidas bajas reducen el riesgo de inestabilidad térmica, es decir una situación inestable en la que la temperatura del aislamiento aumenta debido al valor de $\tan \delta$. Cuando aumenta la temperatura, normalmente el valor de $\tan \delta$ también aumenta. Esto aumenta de forma adicional las pérdidas dieléctricas, y de este modo la temperatura. El resultado será un fallo dieléctrico del cable que precisa la sustitución.

Importancia de la conductividad dc:

35 La conductividad eléctrica controla la fuga de corriente a través del aislamiento. Esta corriente conduce a $\tan \delta$, que es la energía eléctrica transformada en calor en el interior del aislamiento que conduce a consecuencias económicas negativas para el operador de la línea de energía. Por tanto, la conductividad eléctrica será lo más baja posible.

Importancia de la carga espacial:

Las cargas espaciales en el interior del aislamiento distorsionan el campo eléctrico y pueden conducir a puntos de tensión eléctrica muy elevada, que si resulta suficientemente elevada tiene como consecuencia el fallo dieléctrico.

40 Preferentemente, no deberían existir cargas espaciales ya que esto permite diseñar fácilmente el cable a medida que se conozca la distribución de campo eléctrico en el aislamiento.

45 Normalmente, las cargas espaciales se encuentran ubicadas cerca de los electrodos; las cargas de la misma polaridad que el electrodo próximo se denominan homocargas, las cargas de polaridad opuesta se denominan heterocargas. Las heterocargas aumentan el campo eléctrico en este electrodo, sin embargo las homocargas reducen el campo eléctrico. De este modo, si no tienen lugar polaridades de voltaje en el sistema de energía, como en el caso de los sistemas convertidores de fuente de voltaje, las homocargas son menos peligrosas que las heterocargas.

50 Existe una continua necesidad en el campo de los polímeros de encontrar polímeros que sean apropiados para las aplicaciones poliméricas que se demandan, tal como aplicaciones de cables e hilos con elevados requisitos y normativa estricta.

Objetivos de la invención

Uno de los objetivos de la presente invención es proporcionar un proceso alternativo para producir polímeros con propiedades ventajosas apropiadas por ejemplo para aplicaciones W&C.

5 Otro objetivo de la invención es proporcionar una combinación de agentes de transferencia de cadena que se pueden usar para modificar las propiedades del polímero durante su proceso de polimerización.

Otro objeto de la invención es proporcionar un polímero que tiene propiedades eléctricas ventajosas apropiadas para las aplicaciones finales que se demandan, tal como W&C.

Además, la invención proporciona un cable que comprende el polímero de la invención en una o más de sus capas y que resulta apropiado para aplicaciones de cables eléctricos.

10 La invención y sus objetivos se describen y se definen con detalle a continuación.

Descripción de la invención

15 Cuando se combina un CTA con un agente de transferencia de cadena no polar (denominado en la presente memoria como CTA no polar) y se usa dicha mezcla para polimerizar un polímero, entonces se obtiene un polímero que proporciona un valor de $\tan \delta$ muy bajo no solo a temperaturas elevadas sino en todo el intervalo de temperatura desde 25 a 130 °C, y en todo el intervalo de tensión eléctrica desde 5 a 25 kV/mm. Además, la mezcla de dichos CTAs proporciona polímeros con un valor de $\tan \delta$ marcadamente menor a temperaturas elevadas y a tensiones elevadas, en comparación con $\tan \delta$ que procede de polímeros producidos usando el CTA polar o CTA no polar solo (100% de alimentación).

20 De este modo, un objetivo de la invención proporciona un proceso (referido en la presente memoria como Proceso) para producir polietileno que comprende polimerizar al menos etileno en presencia de una mezcla de al menos dos agentes de transferencia de cadena, comprendiendo la mezcla

- un agente de transferencia de cadena polar (CTA polar) y

25 - un agente de transferencia de cadena no polar (CTA no polar), que es un compuesto que no contiene un grupo polar seleccionado entre nitrilo (CN), sulfuro, hidroxilo, alcóxido, aldehído (HC=O), carbonilo, carboxilo o grupo(s) éster, o sus mezclas y es un hidrocarbilo cíclico o ramificado de cadena lineal, no aromático que opcionalmente contiene un hetero átomo tal como O, N, S, Si o P.

Otro objetivo adicional de la invención es proporcionar un homopolímero o copolímero de LDPE con uno o más comonomero(s) que tiene valores de $\tan \delta$ (10^{-4}), cuando se determinan de acuerdo con "Test for $\tan \delta$ measurements on 10 kV cables" bajo los métodos de determinación:

30 i) una pérdida dieléctrica a 25 °C

- de menos que 7, preferentemente menos que 6, cuando se mide en el intervalo de tensión de 5-25 kV/mm,

ii) una pérdida dieléctrica a 130 °C

- de menos de 10 cuando se mide en el intervalo de tensión de 5-25 kV/mm,

35 en la que LDPE se puede obtener por medio del proceso que se ha definido anteriormente.

Preferentemente, el LDPE tiene una pérdida dieléctrica a 25 °C de menos que 6,5 cuando se mide en el intervalo de tensión de 20 kV/mm. La medición se hizo sobre cables de 10 kV.

Preferentemente, el polímero tiene ambas propiedades eléctricas.

40 Las expresiones "que se puede obtener por medio del proceso" o "producido por medio del proceso" se usan en la presente memoria de manera intercambiable y hacen referencia a la categoría "producto mediante proceso", es decir, que el producto tiene una característica técnica que se debe al proceso de preparación. Preferentemente, el uso de la mezcla-CTA de la invención proporciona las propiedades dieléctricas que se han definido anteriormente.

Preferentemente, un polímero producido de acuerdo con un proceso de la invención tiene una o más, preferentemente todas las propiedades comentadas anteriormente para el polímero de la invención.

45 Preferentemente, el polímero se produce por medio de un proceso de alta presión por medio de polimerización por radicales.

Las realizaciones preferidas, subgrupos y propiedades de la invención se describen generalmente a continuación y se pueden combinar en cualesquiera combinaciones.

CTAs

5 La mezcla de CTAs de la invención se denomina en la presente memoria mezcla-CTA. La mezcla-CTA se puede usar de manera convencional ajustando el peso molecular y, de este modo, el caudal en masa fundida (MFR), del polímero producido. Las cantidades preferidas de la mezcla-CTA corresponden a las cantidades usadas para dicho fin en la técnica anterior que usa un CTA solo. Por consiguiente, como resulta evidente para la persona experta, las cantidades preferidas de la mezcla-CTA usada en el proceso de polimerización pueden variar ampliamente dependiendo, entre otras, de las condiciones de polimerización y de MFR deseado del polímero producido, y por consiguiente se pueden adaptar por parte de la persona experta.

10 Los efectos de la invención se logran por medio del uso de la mezcla-CTA. Por tanto, la proporción de CTA no polar y polar en la mezcla-CTA no resulta crítica, pero se puede variar de manera sustancial sin perder las propiedades eléctricas sorprendentemente buenas.

15 En una realización preferida, la proporción de alimentación en % en peso de CTA polar con respecto a CTA no polar es

- de 1 a 99 % en peso de CTA polar y

- de 1 a 99 % en peso de CTA no polar, basado en la cantidad combinada de alimentación de CTA polar y CTA no polar.

Preferentemente, dicha proporción de alimentación en % en peso es

20 - de 5 a 95 % en peso de CTA polar y

- de 95 a 5 % en peso de CTA no polar, basado en la cantidad combinada de alimentación de CTA polar y CTA no polar.

25 En una realización de la invención, en la que se requieren pérdidas bajas para un polímero en particular a temperaturas elevadas y tensiones elevadas, la proporción de alimentación en peso de CTA polar con respecto a CTA no polar es preferentemente de 3 a 97 % en peso de CTA polar y de 97 a 3 % de CTA no polar basado en la cantidad combinada de alimentación de CTA polar y CTA no polar.

Los CTAs polares y CTAs no polares apropiados para el proceso no están limitados.

Preferentemente, el CTA polar está seleccionado entre uno o más de

30 i) un compuesto que comprende uno o más grupo(s) polar(es) seleccionado(s) entre grupo(s) nitrilo (CN), sulfuro, hidroxilo, alcóxido, aldehído (HC=O), carbonilo, carboxilo o éster, o sus mezclas,

ii) un compuesto orgánico aromático, o

iii) cualquiera de sus mezclas.

35 Preferentemente, cualquier CTA polar tiene hasta 12 átomos de carbono, por ejemplo hasta 10 átomos de carbono, preferentemente hasta 8 átomos de carbono. Una opción preferida incluye un alcano de cadena lineal o de cadena ramificada que tiene hasta 12 átomos de carbono (por ejemplo hasta 8 átomos de carbono) y que tiene al menos un grupo nitrilo (CN), sulfuro, hidroxilo, alcóxido, aldehído (HC=O), carbonilo, carboxilo o éster.

40 Más preferentemente, el CTA polar está seleccionado entre uno o más de i) un compuesto que contiene uno o más de grupo(s) hidroxilo, alcóxido, HC=O, carbonilo, carboxilo y éster, o una de sus mezclas, más preferentemente entre un compuesto de aldehído o cetona. Del modo más preferido, un compuesto de aldehído. El CTA polar preferido es un aldehído de cadena lineal o ramificada o cetona que tiene hasta 12 átomos de carbono, preferentemente hasta 8 átomos de carbono, especialmente hasta 6 átomos de carbono, del modo más preferido metililcetona (MEK) o propionaldehído (PA), del modo más preferido propionaldehído (PA).

El CTA no polar está seleccionado entre uno o más de

45 i) un compuesto que no contiene un grupo polar seleccionado entre un grupo(s) nitrilo (CN), sulfuro, hidroxilo, alcóxido, aldehído (HC=O), carbonilo, carboxilo o éster, o sus mezclas; preferentemente entre un hidrocarbilo cíclico o ramificado de cadena lineal, no aromático que opcionalmente contiene un heteroátomo tal como O, N, S, Si o P. Más preferentemente, el CTA no polar está seleccionado entre uno o más de alfa-olefina cíclica de 5 a 12 carbonos o alfa-olefina de cadena lineal o ramificada de 3 a 12 átomos de carbono, más preferentemente alfa-olefina de cadena lineal o ramificada de 3 a 6 átomos de carbono. El CTA no polar preferido es propileno.

50 Si se usa propileno como agente CTA, entonces significa que no se toma como contribución al contenido de

comonómero del polímero.

Polímero

Preferentemente, el polímero de poliuretano es un polímero de polietileno de baja densidad (LDPE) producido en un proceso de alta presión (HP) por medio de polimerización por radicales. El polímero de LDPE está seleccionado entre un homopolímero de LDPE o copolímero de LDPE con uno o más comonómeros. Los polímeros de LDPE se conocen bien y están documentados en la bibliografía.

En el caso de un copolímero de etileno, preferentemente un copolímero de LDPE, uno o más comonómero(s) puede(n) estar seleccionado(s) por ejemplo entre una o más olefinas, tales como alfa-olefinas con 3 a 20 átomos de carbono, componente(s) polar(es) o comonómero(s) insaturado(s), como se sabe. Preferentemente, dicho comonómero polar está seleccionado entre comonómeros que contienen grupos hidroxilo, grupos alcóxido, grupos carbonilo, grupos éter, grupos carboxilo y grupos éster. Más preferentemente, el(los) comonómero(s) polar(es) de copolímero de etileno contiene(n) grupos carboxilo y/o éster, todavía más preferentemente grupos acrilato o acetato. Es preferible que el copolímero de etileno polar comprenda comonómero(s) polar(es) que está(n) seleccionado(s) entre acrilato de alquilo C₁-C₆, metacrilatos de alquilo C₁-C₆, y acetato de vinilo, tal como acrilato de metilo, etilo, propilo o butilo o acetato de vinilo o sus mezclas. Los comonómeros insaturados se describen a continuación en Proceso.

El polímero, preferentemente el polímero de LDPE puede opcionalmente tener una insaturación proporcionada por el monómero de polimerización, preferentemente etileno, en presencia de un agente de transferencia de cadena que introduce grupos vinílicos en la cadena polimérica, o en presencia de uno o más comonómero(s) poliinsaturado(s) y opcionalmente en presencia de un agente de transferencia de cadena que introduce grupos vinílicos en la cadena polimérica. Los polímeros insaturados, preferentemente los polímeros LDPE insaturados se conocen bien. El nivel de insaturación puede también verse influenciado en cierto modo por las condiciones de polimerización seleccionadas tales como temperaturas y presión máximas.

La poliolefina preferida de la invención es un homopolímero de LDPE que puede opcionalmente tener una insaturación u opcionalmente un copolímero de LDPE insaturado. Si el homopolímero de LDPE es insaturado, entonces se proporciona la insaturación por medio de un agente de transferencia de cadena (CTA) y/o por medio de las condiciones de polimerización. Si el copolímero de LDPE es insaturado, entonces se puede proporcionar la insaturación por medio de cualquiera de los siguientes medios: por medio de un agente de transferencia de cadena (CTA), por medio de uno o más comonómero(s) poliinsaturado(s) y/o por medio de las condiciones de polimerización.

Proceso

El proceso preferido es un proceso de alta presión (HP) para producir una poliolefina, preferentemente un polímero de polietileno de baja densidad (LDPE) seleccionado entre homopolímero de LDPE o copolímero de LDPE con uno o más comonómeros. El polímero de LDPE se conoce bien y está bien documentado en la bibliografía.

Como se ha comentado anteriormente, la característica de la invención para preparar el polímero de la invención se basa en el uso de una combinación de al menos dos CTAs, un CTA polar y no polar, durante la polimerización del polímero. Por tanto, la proporción de CTAs y las cantidades usadas de los mismos en relación con la corriente de alimentación del monómero, preferentemente corriente de alimentación de etileno, del polímero y la corriente de alimentación del comonómero opcional, por ejemplo la corriente de alimentación del comonómero, se pueden ajustar libremente para adaptar las propiedades eléctricas deseadas del polímero, dependiendo de la aplicación final del polímero.

Por consiguiente, el polímero de la invención se puede preparar usando, entre otros, cualquier proceso de polimerización convencional y equipo y cualesquiera condiciones de proceso convencionales y se pueden usar medios de control para ajustar las propiedades del polímero, tal como MFR, densidad, insaturación opcional etc, con el fin de lograr las propiedades de polímero deseadas dependiendo de la realización deseada. Preferentemente, el polímero se produce a presión elevada por medio de polimerización iniciada por radicales libres (referida como polimerización por radicales a presión elevada). El polímero preferido es un homopolímero de LDPE o un copolímero de LDPE con uno o más comonómero(s), como se ha definido anteriormente. La polimerización a presión elevada (HP) y el ajuste de las condiciones de proceso se conocen bien y se describen en la bibliografía, y se pueden usar fácilmente por parte de una persona experta para proporcionar el polímero de la invención.

La polimerización de presión elevada se puede llevar a cabo en un reactor tubular o un reactor de autoclave, preferentemente en un reactor tubular. En un proceso de HP preferido se polimeriza el monómero, preferentemente etileno, opcionalmente junto con uno o más comonómero(s), en presencia de la mezcla de agentes de transferencia de cadena de la invención, preferentemente en un reactor tubular para obtener un homopolímero de LDPE o copolímero con buenas propiedades eléctricas como se ha definido anteriormente. El proceso se describe a continuación y se puede adaptar a otros polímeros también:

Compresión:

Se alimenta etileno a un compresor principalmente para permitir la manipulación de cantidades elevadas de etileno a temperatura controlada. Normalmente, los compresores son un compresor de pistón o compresores de diafragma. Normalmente, el compresor es una serie de compresores que pueden trabajar en serie o en paralelo. Lo más común son 2-5 etapas de compresión. Se pueden añadir etileno reciclado y comonómeros en puntos apropiados dependiendo de la presión. Normalmente, la temperatura es baja, normalmente dentro del intervalo de menos que 200 °C o menos que 100 °C. Se prefiere menos que 200 °C.

Reactor tubular:

Se alimenta la mezcla al reactor de tubo. Se tiene que ajustar la temperatura de la corriente de alimentación en la primera parte del tubo; la temperatura normal es de 150-170 °C. Posteriormente, se añade el iniciador de radicales. Como iniciador de radicales, se puede usar cualquier compuesto o sus mezclas que se descompongan en radicales a temperatura elevada. Los iniciadores de radicales que se pueden usar se encuentran disponibles comercialmente. La reacción de polimerización es exotérmica. Puede haber varios puntos de inyección de iniciador de radicales, por ejemplo 1-5 puntos, normalmente proporcionados con bombas de inyección por separado. La adición de CTAs polares y no polares no está limitada y se puede adaptar por parte de la persona experta dentro de los límites de la invención, dependiendo de las propiedades finales deseadas del polímero. Por consiguiente, se pueden añadir los dos agentes de transferencia de cadena en cualquier punto de inyección a la mezcla de polímeros y en cualquier orden de adición, de manera conjunta o por separado. La adición de uno o dos CTAs se puede llevar a cabo a partir de uno o más punto(s) de inyección en cualquier momento durante la polimerización. La adición incluye la corriente de alimentación de CTAs nueva y reciclada. También se pueden añadir etileno y comonómero(s) opcional(es) en cualquier momento del proceso, en cualquier zona del reactor tubular y a partir de uno o más punto(s) de inyección, por ejemplo 1-5 punto(s), con o sin compresores por separado. El reactor se enfría de manera continua, por ejemplo, por medio de agua o vapor. La temperatura más elevada se denomina temperatura máxima y la temperatura más baja se denomina temperatura de iniciador de radicales. La "temperatura más baja" significa en la presente memoria la temperatura de comienzo de la reacción que se denomina temperatura de inicio que es "más baja", como resulta evidente para la persona experta.

Las temperaturas apropiadas varían de 80 a 350 °C y la presión de 100 a 400 MPa. Se puede medir la presión al menos en una etapa de compresión y después del tubo.

Se puede medir la temperatura en varios puntos durante todas las etapas. Generalmente, la temperatura elevada y la presión elevada aumentan el rendimiento. El uso de varios perfiles de temperatura seleccionados por parte de la persona experta en la técnica permite el control de la estructura de la cadena polimérica, es decir, la Ramificación de Cadena Larga y/o la Ramificación de Cadena Corta, densidad, factor de ramificación, distribución de comonómeros, MFR, viscosidad, Distribución de Peso Molecular, etc.

De manera convencional, el reactor acaba en una válvula. La válvula regula la presión del reactor y despresuriza la mezcla de reacción desde la presión de reacción hasta la presión de separación.

Separación:

Normalmente, la presión se reduce hasta 10 a 45 MPa, preferentemente hasta aproximadamente 30 a 45 MPa. El polímero se separa de los productos que no han reaccionado, por ejemplos los productos gaseosos, tal como un monómero o el comonómero opcional, y se recuperan la mayoría de los productos que no han reaccionado. Normalmente, se retiran los compuestos de bajo peso molecular, es decir ceras, del gas. La presión se puede rebajar de manera adicional para recuperar y reciclar los productos gaseosos no usados, tal como etileno. Normalmente, el gas se enfría y se depura antes de reciclaje.

Posteriormente, de manera normal se mezcla y se somete a formación de pellas la masa fundida polimérica obtenida. Opcionalmente, o en algunas realizaciones, preferentemente se puede(n) añadir aditivo(s) en el mezclador. Detalles adicionales de la producción de (co)polímeros de etileno por medio de polimerización por radicales con presión elevada se pueden encontrar en Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol. 6 (1986), pp. 383-410.

Se pueden ajustar las propiedades del polímero, por ejemplo MFR del polímero polimerizado, preferentemente el polímero de LDPE, por medio del uso, por ejemplo, de un agente de transferencia de cadena durante la polimerización, o por medio del ajuste de la temperatura de reacción o la presión (que, hasta cierto punto, también tiene una influencia sobre el nivel de insaturación).

Cuando se prepara el copolímero de LDPE insaturado de la invención, entonces, como se conoce bien, se puede ajustar el contenido de doble enlace C-C por medio de polimerización de etileno, por ejemplo, en presencia de uno o más comonómero(s) poliinsaturado(s), agente(s) de transferencia de cadena, o ambos, usando la proporción de alimentación deseada entre C2 y comonómero poliinsaturado y/o agente de transferencia de cadena, dependiendo de la naturaleza y cantidad deseada de dobles enlaces C-C para el copolímero de LDPE insaturado. Entre otros, el documento WO 9308222 describe una polimerización por radicales a presión elevada de etileno con monómeros

poliinsaturados, tales como α,ω -alcadienos, para aumentar la insaturación de un copolímero de etileno. De este modo, el(los) doble(s) enlace(s) que no ha(n) reaccionado proporciona(n), entre otros, grupos vinílicos colgantes a la cadena polimérica formada en el sitio en el que se incorpora el comonomero poliinsaturado por medio de polimerización. Como resultado de ello, la insaturación se puede distribuir de manera uniforme a lo largo de la cadena polimérica por medio de copolimerización aleatoria. De igual forma, por ejemplo, el documento WO 9635732 describe la polimerización por radicales libres de presión elevada de etileno y un determinado tipo de α,ω -divinilsiloxanos poliinsaturados. Además, como se sabe, por ejemplo se puede usar propileno como agente de transferencia de cadena para proporcionar dichos dobles enlaces, de modo que se puede producir también la copolimerización parcial con etileno.

Como se ha mencionado anteriormente, el polímero de la invención se puede combinar con un aditivo(s) y opcionalmente con componentes poliméricos adicionales. El polímero de la invención se puede combinar con componentes poliméricos adicionales opcional y preferentemente junto con aditivos, tales como antioxidante(s), agente(s) de generación de radicales libres, tales como agente(s) de reticulación, por ejemplo peróxidos orgánicos, retardador(es) de decoloración (SR), agente(s) de refuerzo de reticulación, estabilizador(es), coadyuvante(s) de procesado, aditivo(s) retardador(es) de llama, aditivo(s) retardador(es) de ramificación de agua, neutralizador(es) de ácido, material(es) de relleno inorgánico(s) y estabilizador(es) de voltaje, como se sabe en el campo de los polímeros.

Por consiguiente, el polímero tiene propiedades eléctricas ventajosas que son, de manera preferida, especialmente para aplicaciones de cables AC. En una realización adicional, las propiedades eléctricas del polímero también resultan preferidas para las aplicaciones de corriente continua (DC).

Usos finales y aplicaciones finales de la invención

El nuevo polímero de la invención resulta altamente deseable en una amplia variedad de aplicaciones finales de los polímeros. El uso preferido del polímero es en aplicaciones de W&C.

Normalmente, en las aplicaciones de W&C, la densidad de homo- o copolímero de etileno como dicho polímero, preferentemente polímero de LDPE, es tan elevada como 0,860 g/cm³. Preferentemente, la densidad del homo- o copolímero de etileno no es mayor que 0,960 g/cm³. El MFR₂ (2,16 kg, 190 °C) del homo- o copolímero de etileno como dicho polímero preferido es preferentemente de 0,01 a 50 g/10 min, más preferentemente es de 0,1 a 20 g/10 minuto, y del modo más preferido de 0,2 a 10 g/10 minuto.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un cable, preferentemente un cable de energía, que comprende un conductor rodeado por una o más capas, en el que al menos una de dicha(s) capa(s) comprende(n) un polímero de la invención como se ha definido anteriormente por medio de sus propiedades eléctricas o un polímero que se puede obtener por medio del proceso que se ha definido anteriormente.

Un polímero preferido de la invención es un polímero apto para reticulación. Preferentemente, se usa para aplicaciones de cables aptos para reticulación. Se puede llevar a cabo la reticulación, entre otros, por medio de una reacción de radicales que usa radiación o agentes de generación de radicales libres, también denominados agentes de reticulación. Ejemplos de dichos agentes de generación de radicales libres son peróxidos que incluyen peróxidos inorgánicos y orgánicos. Un método adicional de reticulación bien conocido es la reticulación por medio de grupos funcionales, por ejemplo, por medio de hidrólisis de grupos silano aptos para hidrólisis, que se unen (bien por medio de copolimerización o por medio de injertado) al polímero, y posteriormente la condensación de los grupos silanol formados usando un catalizador de condensación de silanol. En esta realización preferida, tras la reticulación el polímero reticulado tiene las propiedades eléctricas preferidas como se ha definido anteriormente, a continuación o en las reivindicaciones.

De este modo, la invención proporciona un cable que comprende un conductor rodeado por una o más capas, en las que al menos una capa comprende dicho polímero como se ha definido anteriormente.

El término "conductor" significa en la presente memoria, anteriormente y a continuación, que el conductor comprende uno o más hilos. Además, el cable puede comprender uno o más dichos conductores. Preferentemente, el conductor es un conductor eléctrico.

En una realización preferida del cable de la invención, al menos una capa es una capa de aislamiento que comprende dicha composición polimérica de la invención. Generalmente, se conoce que las capas de aislamiento tienen requisitos elevados de propiedades eléctricas.

Como realización adicional del cable de la invención, se proporciona un cable que proporciona al menos una capa semiconductor interna, una capa de aislamiento y una capa semiconductor externa, en ese orden, opcionalmente rodeadas por una capa que actúa como camisa, en la que al menos de dichas capas, preferentemente al menos la capa de aislamiento, comprende dicho polímero.

Un cable de energía se define como un cable que transfiere energía que opera a cualquier voltaje, normalmente opera a voltajes mayores de 1 kV. El voltaje aplicado al cable de energía puede ser alterno (AC) o continuo (DC) o

transitorio (impulso). El polímero de la invención resulta muy apropiado para cables de energía, especialmente para cables de energía que operan a voltajes mayores que 6 kV y se conocen, entre otros, como cables de energía de voltaje medio (MV), voltaje elevado (HV) y voltaje ultra elevado (EHV), términos que tienen un significado bien conocido e indican el nivel de operación de dicho cable.

- 5 La invención también resulta altamente apropiada para materiales de capas de cables de AC y también puede tener propiedades eléctricas ventajosas necesarias para los materiales de capas de DC debidos a la carga espacial ventajosa y las propiedades de conductividad dc.

10 En una realización preferida, el cable es un cable de energía, opcionalmente un cable de energía de AC, que comprende al menos una capa semiconductor interna, una capa de aislamiento y una capa semiconductor externa, en ese orden, opcionalmente rodeadas por una capa que actúa de camisa, en el que una de dichas capas, preferentemente al menos la capa de aislamiento, comprende dicho polímero como se ha definido anteriormente o en las reivindicaciones.

15 En una realización preferida del cable de energía de la invención, al menos una capa es una capa de aislamiento que consiste en dicho polímero de la invención como único componente de polímero. No obstante, debe entenderse en la presente memoria que el polímero de dicha capa se puede combinar con aditivos que opcionalmente se han añadido al polímero en forma de mezcla con un polímero portador, es decir, en forma del denominado lote maestro.

Más preferentemente, el cable de energía es apto para reticulación y tras la reticulación el cable de energía reticulado tiene las propiedades eléctricas preferidas como se ha definido anteriormente.

20 La invención también proporciona un proceso para preparar un cable, preferentemente un cable de energía apto para reticulación, que comprende etapas de aplicación, preferentemente por medio de (co)extrusión una o más capas sobre un conductor, comprendiendo las capas un polímero, en el que al menos una capa comprende dicha composición polimérica de la invención.

25 El término "(co)extrusión" significa en la presente memoria que en el caso de dos o más capas, dichas capas se pueden someter a extrusión en etapas por separado, o al menos dos o todas las citadas capas se pueden someter a coextrusión en la misma etapa de extrusión, como se sabe bien en la técnica.

Métodos de determinación

A menos que se afirme lo contrario en la memoria descriptiva o en la parte experimental, se usaron los siguientes métodos para las determinaciones de propiedades.

Caudal en masa fundida

30 Se determina el caudal en masa fundida (MFR) de acuerdo con ISO 1133 y viene indicado en g/10 minutos. El MFR es un indicativo de la capacidad de fluencia, y además de la aptitud de procesado del polímero. Cuanto mayor sea el caudal en masa fundida, menor es la viscosidad del polímero. El MFR se determina a 190 °C para polietilenos y se puede determinar a cargas diferentes tales como 2,16 kg (MFR₂) o 21,6 kg (MFR₂₁). El MFR se determina a 230 °C para los polipropilenos.

35 Densidad

Se mide la densidad de acuerdo con ISO 1183D. La preparación de muestra se ejecuta de acuerdo con ISO 1872-2.

Ensayo para las mediciones de tan δ sobre cables de 10 kV

Producción de cable

40 Se usaron pellas de polímero que contenían antioxidante y peróxido de dicumilo para producir cables de 10 kV en una línea de cable piloto Maillefer de tipo CCV. Los cables tienen un espesor de aislamiento nominal de 3,4 mm (la capa semiconductor interna tiene un espesor de 0,9 mm y la capa semiconductor externa tiene un espesor de 1 mm). El corte transversal del conductor fue de aluminio trenzado de 50 mm². Se produjo el cable como una construcción de 1+2 (por ejemplo, en primer lugar se aplicó la capa semiconductor interna sobre el conductor y posteriormente se aplicaron las dos capas restantes por medio del mismo cabezal de extrusión al conductor que tenía ya aplicada la capa semiconductor interna). El material de semiconductor usado como material semiconductor interno y externo fue LE0592 (un material semiconductor suministrado comercialmente por Borealis). Se produjeron los núcleos de los cables con una velocidad de línea de 1,6 m/min.

Longitud de cable:

Preparación de la muestra de cable:

50 Se dispusieron 12,5 m de cada cable para los ensayos; la longitud de ensayo activa en los ensayos de factor de pérdida fue de aproximadamente 11 m. Se escoge la longitud para que esté de acuerdo con IEC 60502-2; es decir ≥

10 m de longitud de ensayo activa entre los anillos de protección y el objeto de ensayo.

Acondicionamiento:

Los cables se tratan térmicamente en un horno ventilado a 70 °C durante 72 horas antes de las mediciones. Posteriormente, las muestras se mantienen en bolsas de aluminio selladas hasta que se llevan a cabo las mediciones de $\tan \delta$.

Método de ensayo:

Se equiparon ambos extremos de los cables de factor de pérdida con telas de clasificación de campo de eléctrico. Cada terminación tenía una longitud de 0,7 m. Se pusieron los extremos en el interior de bolsas de plástico que se llenaron con gas de SF₆ y se sellaron por medio de cintas. Se usó gas de SF₆ para aumentar el voltaje de comienzo de corona más allá del voltaje de ensayo máximo de ~ 55 kV.

Se introdujo 20 cm desde los anillos de protección de conos de tensión. Se abrió un hueco de 2 mm en la pantalla de aislamiento. Se usó un tubo termo retráctil con pared gruesa de 5 cm de longitud (Raychem) sobre los anillos de protección para evitar cualquier influencia de descargas parciales y/o corrientes de fuga procedentes de las terminaciones altamente tensionadas durante las mediciones.

Se enrolló la longitud activa de ensayo en un papel metalizado de Al de 0,2 mm de espesor y 0,45 m de ancho (6-7 capas). Después de esto, se cubrió con un tubo termo retráctil aislante continuo.

Se llevaron a cabo todas mediciones de $\tan \delta$ con el cable enrollado en el interior de un horno ventilado de gran tamaño. Se montaron las terminaciones y se conectaron al transformador de alto voltaje fuera del horno ventilado. También se colocaron los anillos de protección fuera del horno.

Con el fin de alcanzar las condiciones isotérmicas dentro del cable completo se necesitó un período de 2 horas entre las mediciones sobre cada nivel de temperatura. De este modo, se calienta el cable por medio de este horno, y no por medio de calentamiento con conductor.

Se determinaron los voltajes de ensayo de 50 Hz que correspondían a un conductor de 5, 10, 15, 20 y 25 kV/mm, tras medir las dimensiones de los cables.

El puente de $\tan \delta$ fue del tipo Schering Brigde Tettex 2801 H1-64. Se comprobó el sistema antes de las mediciones por medio del uso de patrones de $\tan \delta$.

Parte experimental

Preparación de los polímeros de los ejemplos 1-4 y 6 de la presente invención y ejemplo comparativo 5

Todos los polímeros fueron polietilenos de baja densidad producidos en un reactor de alta presión. Se produjeron los polímeros de la invención de acuerdo con las siguientes descripciones:

Ejemplo 1 (PA) LDPE - Comparativo

Se comprimió etileno en un precompresor de 5 etapas y un hiper compresor de 2 etapas con un enfriamiento intermedio para alcanzar una presión de reacción inicial de 2200 bar. El rendimiento total del compresor fue de 30 toneladas/hora. En el área del compresor, se añadieron aproximadamente 10,9 kg/hora de propionaldehído (PA) como agente de transferencia de cadena para mantener un MFR de 2,2 g/10 minutos. Se calentó la mezcla comprimida hasta aproximadamente 165 °C en una sección de precalentamiento de un reactor tubular de tres zonas de alimentación frontal con un diámetro interno de aproximadamente 40 mm y una longitud total de 1200 metros. Se inyectó una mezcla de iniciadores de radicales de peróxido disponible comercialmente disueltos en isododecano, justo después del precalentador en una cantidad suficiente para que la reacción de polimerización exotérmica alcanzara temperaturas máximas de aproximadamente 295 °C, después de lo cual se enfrió hasta aproximadamente 225 °C. Las temperaturas de reacción máximas 2ª y 3ª posteriores fueron de aproximadamente 285 °C y aproximadamente 268 °C, respectivamente, con un enfriamiento entre ellas hasta aproximadamente 247 °C. Se despresurizó la mezcla de reacción por medio de una válvula de retroceso, se enfrió y se separó el polímero del gas que no había reaccionado.

Ejemplo de la invención 2 (C3 y PA) LDPE

Se comprimió etileno en un precompresor de 5 etapas y un hiper compresor de 2 etapas con un enfriamiento intermedio para alcanzar una presión de reacción inicial de 2300 bar. El rendimiento total del compresor fue de 30 toneladas/hora. En el área del compresor, se añadieron aproximadamente 6,4 kg/hora de propionaldehído junto con aproximadamente 52 kg/hora de propileno como agente de transferencia de cadena para mantener un MFR de 2,0 g/10 minutos. Se calentó la mezcla comprimida hasta aproximadamente 165 °C en una sección de precalentamiento de un reactor tubular de tres zonas de alimentación frontal con un diámetro interno de aproximadamente 40 mm y una longitud total de 1200 metros. Se inyectó una mezcla de iniciadores de radicales de peróxido disponible

comercialmente disueltos en isododecano, justo después del precalentador en una cantidad suficiente para que la reacción de polimerización exotérmica alcanzara temperaturas máximas de aproximadamente 291 °C, después de lo cual se enfrió hasta aproximadamente 227 °C. Las temperaturas de reacción máximas 2ª y 3ª posteriores fueron de aproximadamente 283 °C y aproximadamente 266 °C, respectivamente, con un enfriamiento entre ellas hasta aproximadamente 235 °C. Se despresurizó la mezcla de reacción por medio de una válvula de retroceso, se enfrió y se separó el polímero del gas que no había reaccionado.

Ejemplo de la invención 3 (C3 y PA) LDPE

Se comprimió etileno en un precompresor de 5 etapas y un hiper compresor de 2 etapas con un enfriamiento intermedio para alcanzar una presión de reacción inicial de 2500 bar. El rendimiento total del compresor fue de 30 toneladas/hora. En el área del compresor, se añadieron aproximadamente 5,6 kg/hora de propionaldehído junto con aproximadamente 78 kg/hora de propileno como agente de transferencia de cadena para mantener un MFR de 2,0 g/10 minutos. Se calentó la mezcla comprimida hasta aproximadamente 165 °C en una sección de precalentamiento de un reactor tubular de tres zonas de alimentación frontal con un diámetro interno de aproximadamente 40 mm y una longitud total de 1200 metros. Se inyectó una mezcla de iniciadores de radicales de peróxido disponible comercialmente disueltos en isododecano, justo después del precalentador en una cantidad suficiente para que la reacción de polimerización exotérmica alcanzara temperaturas máximas de aproximadamente 288 °C, después de lo cual se enfrió hasta aproximadamente 225 °C. Las temperaturas de reacción máximas 2ª y 3ª posteriores fueron de aproximadamente 285 °C y aproximadamente 268 °C, respectivamente, con un enfriamiento entre ellas hasta aproximadamente 228 °C. Se despresurizó la mezcla de reacción por medio de una válvula de retroceso, se enfrió y se separó el polímero del gas que no había reaccionado.

Ejemplo de la invención 4 (C3 y PA) LDPE

Se comprimió etileno en un precompresor de 5 etapas y un hiper compresor de 2 etapas con un enfriamiento intermedio para alcanzar una presión de reacción inicial de 2500 bar. El rendimiento total del compresor fue de 30 toneladas/hora. En el área del compresor, se añadieron aproximadamente 4 kg/hora de propionaldehído junto con aproximadamente 107 kg/hora de propileno como agente de transferencia de cadena para mantener un MFR de 1,8 g/10 minutos. Se calentó la mezcla comprimida hasta aproximadamente 165 °C en una sección de precalentamiento de un reactor tubular de tres zonas de alimentación frontal con un diámetro interno de aproximadamente 40 mm y una longitud total de 1200 metros. Se inyectó una mezcla de iniciadores de radicales de peróxido disponible comercialmente disueltos en isododecano, justo después del precalentador en una cantidad suficiente para que la reacción de polimerización exotérmica alcanzara temperaturas máximas de aproximadamente 287 °C, después de lo cual se enfrió hasta aproximadamente 225 °C. Las temperaturas de reacción máximas 2ª y 3ª posteriores fueron de aproximadamente 286 °C y aproximadamente 269 °C, respectivamente, con un enfriamiento entre ellas hasta aproximadamente 230 °C. Se despresurizó la mezcla de reacción por medio de una válvula de retroceso, se enfrió y se separó el polímero del gas que no había reaccionado.

Ejemplo de la invención 5 (C3) LDPE

Se comprimió etileno en un precompresor de 5 etapas y un hiper compresor de 2 etapas con un enfriamiento intermedio para alcanzar una presión de reacción inicial de 3000 bar. El rendimiento total del compresor fue de 30 toneladas/hora. En el área del compresor, se añadieron aproximadamente 177 kg/hora de propileno como agente de transferencia de cadena para mantener un MFR de 1,8 g/10 minutos. Se calentó la mezcla comprimida hasta aproximadamente 165 °C en una sección de precalentamiento de un reactor tubular de tres zonas de alimentación frontal con un diámetro interno de aproximadamente 40 mm y una longitud total de 1200 metros. Se inyectó una mezcla de iniciadores de radicales de peróxido disponible comercialmente disueltos en isododecano, justo después del precalentador en una cantidad suficiente para que la reacción de polimerización exotérmica alcanzara temperaturas máximas de aproximadamente 280 °C, después de lo cual se enfrió hasta aproximadamente 225 °C. Las temperaturas de reacción máximas 2ª y 3ª posteriores fueron de aproximadamente 272 °C y aproximadamente 258 °C, respectivamente, con un enfriamiento entre ellas hasta aproximadamente 245 °C. Se despresurizó la mezcla de reacción por medio de una válvula de retroceso, se enfrió y se separó el polímero del gas que no había reaccionado.

Ejemplo de la invención 6 (PA y C3)

Se comprimió etileno en un precompresor de 5 etapas y un hiper compresor de 2 etapas con un enfriamiento intermedio para alcanzar una presión de reacción inicial de 2600 bar. El rendimiento total del compresor fue de 30 toneladas/hora. En el área del compresor, se añadieron aproximadamente 4 kg/hora de propionaldehído junto con aproximadamente 77 kg/hora de propileno como agente de transferencia de cadena para mantener un MFR de 1,9 g/10 minutos. Se calentó la mezcla comprimida hasta aproximadamente 165 °C en una sección de precalentamiento de un reactor tubular de tres zonas de alimentación frontal con un diámetro interno de aproximadamente 40 mm y una longitud total de 1200 metros. Se inyectó una mezcla de iniciadores de radicales de peróxido disponible comercialmente disueltos en isododecano, justo después del precalentador en una cantidad suficiente para que la reacción de polimerización exotérmica alcanzara temperaturas máximas de aproximadamente 281 °C, después de lo cual se enfrió hasta aproximadamente 208 °C. Las temperaturas de reacción máximas 2ª y 3ª posteriores fueron de

aproximadamente 282 °C y aproximadamente 262 °C, respectivamente, con un enfriamiento entre ellas hasta aproximadamente 217 °C. Se despresurizó la mezcla de reacción por medio de una válvula de retroceso, se enfrió y se separó el polímero del gas que no había reaccionado.

5 Se añadió un antioxidante a estos polímeros en una cantidad de un 0,2 % en peso (número CAS 96-69-5) y un peróxido como agente de reticulación en una cantidad de un 2 % en peso (número CAS 80-43-3).

Polímero de la invención	MFR ₂ (g/10 minutos)	Densidad (kg/m ³)
Polímero 2 de la invención	2,0	921,4
Polímero 3 de la invención	2,0	921,9
Polímero 4 de la invención	1,8	921,5
Polímero 5 comparativo	1,8	921,9
Polímero 6 de la invención	1,9	920,4

Ensayo para pérdidas dieléctricas: se llevó a cabo la preparación de muestra y el método de ensayo como se ha descrito anteriormente bajo "Test for tan δ measurements on 10 kV cables"

Tabla 1: Datos y resultados del ensayo eléctrico

10 Valores de tan δ (10⁻⁴) medidos para cables de 10 kV

25 °C	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo Comparativo 5
5 kV/mm	6,3	3,7	4,2	2,6	0,8
10 kV/mm	6,4	3,9	4,3	2,7	0,9
15 kV/mm	6,4	3,9	4,3	2,7	0,9
20 kV/mm	6,4	3,9	4,3	2,7	0,9
25 kV/mm	6,4	3,9	4,3	2,7	0,9
100 °C	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo Comparativo 5
5 kV/mm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
10 kV/mm	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
15 kV/mm	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3
20 kV/mm	0,5	0,4	0,4	0,7	0,6
25 kV/mm	0,8	0,6	0,6	1,2	1,1
130 °C	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo Comparativo 5
5 kV/mm	0,9	0,6	0,7	0,8	0,7
10 kV/mm	1,7	1,3	1,3	2,2	2,1
15 kV/mm	2,8	1,8	2,1	3,7	3,8
20 kV/mm	4,4	2,9	3,2	6,1	6,7
25 kV/mm	6,8	4,3	4,6	9	10,3

ES 2 527 655 T3

Los datos presentados de hecho muestran que es posible combinar CTA polar y CTA no polar de modo que se obtenga una pérdida baja a una temperatura baja (25 °C) y baja tensión (5 kV/mm) así como a temperatura elevada (130 °C) y tensión elevada (25 kV/mm).

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para producir un polietileno que comprende polimerizar al menos etileno en presencia de una mezcla de al menos dos agentes de transferencia de cadena, cuya mezcla comprende
- un agente de transferencia de cadena polar (CTA polar), y
- 5 - un agente de transferencia de cadena no polar (CTA no polar) que es un compuesto que no contiene un grupo polar seleccionado entre grupo(s) nitrilo (CN), sulfuro, hidroxilo, alcóxido, aldehídilo (HC=O), carbonilo, carboxilo o éster, o sus mezclas y es un hidrocarbilo cíclico o ramificado de cadena lineal no aromático que opcionalmente contiene un hetero átomo tal como O, N, S, Si o P.
2. El proceso de la reivindicación 1, en el que el polietileno se produce en un proceso de alta presión por medio de polimerización por radicales.
- 10 3. El proceso de la reivindicación 1 ó 2, en el que la proporción de alimentación en peso (%) de CTA polar con respecto a CTA no polar es de
- 1 a 99 % en peso de CTA polar y
 - 1 a 99 % en peso de CTA no polar, basado en la cantidad combinada de la alimentación de CTA polar y CTA no polar.
- 15 4. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el CTA polar está seleccionado entre uno o más de
- i) un compuesto que comprende uno o más grupo(s) seleccionados entre grupo(s) nitrilo (CN), sulfuro, hidroxilo, alcóxido, aldehídilo (HC=O), carbonilo, carboxilo o éster, o sus mezclas.
- 20 5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que CTA polar está seleccionado entre uno o más de i) un compuesto que contiene uno o más grupo(s) hidroxilo, alcóxido, HC=O, carbonilo, carboxilo y éster, o una de sus mezclas, más preferentemente entre un compuesto de aldehído o cetona, más preferentemente entre un compuesto de aldehído, e incluso más preferentemente entre metiletilcetona (MEK) o propionaldehído (PA), del modo más preferente entre propionaldehído.
- 25 6. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que CTA no polar está seleccionado entre uno o más de una alfa-olefina cíclica de 5 a 12 carbonos o una alfa-olefina de cadena lineal o ramificada de 3 a 12 átomos de carbono, más preferentemente una alfa-olefina de cadena lineal o ramificada de 3 a 6 átomos de carbono, e incluso más preferentemente es propileno.
- 30 7. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el polietileno es un polímero de polietileno de baja densidad (LDPE) seleccionado entre homopolímero de LDPE o copolímero de LDPE con uno o más comonómero(s).
8. Un homopolímero o copolímero de LDPE con uno o más comonómero(s) que tiene valores de $\tan \delta$ (10^{-4}), cuando se determina de acuerdo con "Test for $\tan \delta$ measurements on 10 kV cables" bajo métodos de determinación:
- i) una pérdida dieléctrica a 25 °C
- 35 - de menos que 7, preferentemente menos que 6, cuando se mide en un intervalo de tensión de 5-25 kV/mm,
- ii) una pérdida dieléctrica a 130 °C
 - de menos que 10 cuando se mide en el intervalo de tensión de 5-25 kV/mm,
- 40 en el que el LDPE se puede obtener por medio del proceso que se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores.
9. Un proceso para preparar un cable que comprende las etapas de aplicar una o más capas sobre un conductor, comprendiendo la(s) capa(s) un polímero, en el que al menos una capa comprende un polímero como el de la reivindicación 8.
- 45 10. Un cable que comprende un conductor rodeado por una o más capas en el que al menos una de dichas capas comprende una poliolefina que se puede obtener por medio de un proceso como se describe en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 7 o la poliolefina de la reivindicación 8.