



419031

Int. C²⁰⁸F, H01B

P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

por "PERFECCIONAMIENTOS PARA LA OBTENCION DE UN MATERIAL AIS-
LANTE PARA EL REVESTIMIENTO DE CONDUCTORES ELECTRICOS", a fa-
vor de la firma estadounidense WESTERN ELECTRIC COMPANY, IN-
CORPORATED, residente en 195, Broadway, Nueva York, Nueva
York 10007 (EE.UU.)

= . =

MEMORIA DESCRIPTIVA

Este invento se refiere a un material filiforme
aislado con una composición reticulada por irradiación y a
métodos para su obtención y, mas concretamente se refiere a
un conductor aislado con una composición de cloruro de poli-
5. vinilo (CPV) reticulado por irradiación, resistente a la a-
brasión y de difícil combustión y a métodos para fabricar
dicho aislado.

En la industria de las comunicaciones telefónicas,
los cables constituidos por conductores que van a las casas
10. de los abonados se conducen a una oficina central donde se



utiliza cable terminal para conectar las líneas de los abonados a un cuadro principal. El cuadro principal se conecta a un cuadro de conmutadores utilizando lo que se denomina hilo de repartidor. Asimismo, se conecta una línea principal de entrada

5. al cuadro de conmutadores por medio de hilos denominados hilos de cuadro de conmutadores.

En una gran oficina central el hilo del repartidor utilizado para la conexión antes referida puede ser bastante largo, en ciertos casos de mas de 100 metros. De forma convencional, el hilo del repartidor va por una canal a lo largo del cuadro, a través de guías y por último se conecta a un terminal apropiado mediante soldadura o cinta aislante.

10.

El cambio de un número de teléfono hace necesario que un especialista reordene una conexión en una oficina central. Primero se desconecta el par conductor, correspondiente al teléfono del abonado, del equipo de conmutación y luego se vuelven a conectar a nuevos terminales. Estas conexiones entre los pares conductores de entrada y el sistema de conmutación se llevan a cabo en un cuadro utilizando hilo de repartidor.

15.

En nuestra sociedad móvil son frecuentes estas reconexiones y el cuadro pronto quedaría congestionado si los hilos inútiles del repartidor se dejaran en el cuadro. Por consiguiente, al hacer una nueva conexión se extraen, siempre que sea posible, los conductores inservibles. Esto se lleva a cabo tirando simplemente de un extremo de los conductores inútiles a través de una canal de soporte y guías. Esto implica con frecuencia el tener que ejercer tracción del par inservible doblando esquinas.

20.

25.

De la breve descripción que precede de un procedi-

- miento de reconexión, resultará obvio que los hilos del repartidor se someten a un forzamiento indeseable. Por ejemplo, el hilo de repartidor debe ser capaz de resistir la abrasión durante su tracción a través de canales, a lo largo y en empuje
5. con conductores adyacentes, y en empuje con miembros mecánicos o estructurales. Los conductores utilizados en los cuadros repartidores deben poseer también una adecuada resistencia a la tracción para poder resistir la rotura cuando los hilos fuera de uso son sometidos a tracción por las canales respectivas.
10. Una de las peores catástrofes para el sistema telefónico es la pérdida de una oficina central producida por el fuego. Deben tomarse precauciones para minimizar la posibilidad de un fuego en una oficina central. Una medida en este sentido consiste en que el hilo del repartidor y el hilo del cuadro de
15. conmutadores sea incombustible.
- La propiedad de que el conductor resista el calor es útil en diversos aspectos. Durante la soldadura, el aislante plástico tiende a fundirse sobre el hilo. Asimismo, el aislante debe ser capaz de resistir las gotas de soldadura. Por último, cuando se suelda un extremo del cable puede transferirse
20. el calor al aislante de los conductores colidantes.
- El conductor utilizado actualmente como hilo de repartidor, así como para el cableado del cuadro de conmutación está formado por una estructura de tres capas. Esta incluye un
25. aislante principal de cloruro de polivinilo (CPV), en calidad de un material termoplástico retardador de la combustión, una capa textil para la resistencia a la abrasión y para impedir que funda excesivo CPV a temperaturas elevadas, como las que se producen durante la soldadura, y una laca retardadora de la

25 SET



- combustión para compensar la inflamabilidad del producto textil y, asimismo, para mejorar la resistencia a la abrasión. En la patente estadounidense nº 3.668.302, expedida el 6 de Junio de 1972, a nombre de D.E. Boland, L.S. Dewees y L.M. Towsley,
5. se describe y reivindica un conductor revestido con una laca retardadora de la combustión.

- La capa interna de cloruro de polivinilo plastificado proporciona aislante eléctrico y se aplica por medio de un procedimiento de extrusión. La capa de algodón, que proporciona gran parte de la tenacidad y resistencia a la tracción está
10. arrollada o "embebida" en el CPV. A esto le sigue la aplicación de la laca que presenta una superficie lisa de reducida fricción y que cubre las hilazas. La composición de la laca se efectúa de modo especial para que incluya aditivos retardadores de la combustión con el fin de impartir resistencia a la
15. combustión a la estructura final.

- Si bien este hilo desempeña satisfactoriamente su función, se requieren tres operaciones diferentes de revestimiento para su fabricación. Además, mientras que el procedimiento de extrusión produce las secciones sucesivas de un conductor a la velocidad de unos 1000 metros por minuto, la velocidad de las operaciones siguientes es mucho mas lenta. Aquellas velocidades disparatadas impiden un procedimiento en tandem sofisticado y, por consiguiente, aumentan la necesidad de
20. manipulación adicional de bobinado y de elaboración. Asimismo, se requiere espacio para disponer la serie de máquinas que alimenten el material textil para satisfacer el rendimiento de una sola extrusora.
- 25.

Hace tiempo que se desea obtener una estructura de

25 SET.



conductor con una sola capa aislante, destinada concretamente a sustituir los conductores utilizados actualmente con aislamiento textil de capas múltiples. Se han llevado a cabo estudios para desarrollar una estructura económica de una sola capa que reúna las mismas propiedades físicas y eléctricas del conductor utilizado en la actualidad.

Estos estudios anteriores, por lo general no han tenido compensación. Sin embargo, recientemente, se ha llevado a cabo una incursión en el desarrollo de una estructura monocapa para hilo aislado con propiedades apropiadas para el uso de la demanda, servida ahora por medio de la estructura compuesta de tres capas.

Una solución consiste en el empleo de un solo material polimérico en calidad de aislante. Un material de esta índole, para que pueda extruirse fácilmente, debe ablandarse a las temperatura de extrusión; sin embargo, no debe fundirse con facilidad con las elevadas temperaturas de soldadura. Por consiguiente, resultó necesario encontrar un método para minimizar la fusión después de la extrusión.

Los polímeros -plásticos y cauchos - están constituidos por moléculas de cadena larga que están entrelazadas entre sí. Cuando se funde el material estas moléculas resbalan las unas sobre las otras, Un método para impedir que se funda un polímero consiste en interconectar las moléculas separadas por medio de una reacción química denominada, por lo general, reticulación.

Estas reacciones de reticulación se utilizan normalmente en la industria del caucho para la vulcanización y se producen incorporando ciertos agentes químicos y me-



diente calentamiento. Por ejemplo, véase la patente estadounidense nº 2.763.609, expedida el 18 de septiembre de 1956.

5. Un método mas deseable sería aquel que implicara una reacción mucho más rápida - uno que fuera compatible con la extrusión de elevada velocidad y la línea de fabricación sofisticada del conductor a elevada velocidad. Se investigó la reticulación por radiación producida mediante un haz de electronés.

10. En la patente estadounidense nº 3.623.940, expedida el 30 de noviembre de 1971, a nombre de Harold M. Gladstone y Leonard D. Loan, se describe un conductor revestido con una sola capa de material aislante que manifiesta una suficiente elevada resistencia a la abrasión, retardo a la combustión, resistencia al calor y elaborabilidad para ser considerado un
15. substituyente de la estructura compuesta por tres capas actualmente en uso. En éste el material aislante es una composición de cloruro de polivinilo reticulado e irradiado, cuya reticulación se efectúa a través del vehículo de un monómero o una
20. mezcla de monómeros. Este aislante se describe, asimismo, en un artículo cuyos autores son L. Donald Loan y Warren A. Salmon, que apareció en la publicación de septiembre de 1972 de Bell Laboratories Record y que se inicia en la página 239.

25. Se ha descubierto que monómeros particulares de reticulación desempeñan la función de plastificar el compuesto lo suficiente para permitir la elaboración sin que se precisen otros aditivos. Según la solicitud de patente nº 132.708, depositada el 9 de Abril de 1971, a nombre de L.D. Loan y W.A. Salmon, puede producirse una estructura monocapa mediante el empleo de una dosis de radiación disminuida aplicada a un sen-

25 SET.



sibilizador de reticulación específico, particularmente dia-
crilato de tetraetilenglicol.

5. Si bien la composición descrita en la patente antes referida es apropiada para aislar hilos de cuadro de conmutadores, se ha encontrado que ciertas mejoras en la composición la hacen mas elaborable en un medio típico de fabricación y proporcionan un producto todavía mas aceptable.

10. Por ejemplo, las características de alargamiento de la composición deben mejorarse para permitir la producción del conductor en un medio moderno de fabricación. No solo las propiedades de alargamiento deben ser suficientes para la fabricación del conductor, sino que también es preciso que resista las fuerzas de tracción a que se ve sometido en las oficinas centrales.

15. Asimismo, se ha descubierto que deben mejorarse el estabilizador, para evitar la decoloración de la composición durante su irradiación. En la composición patentada (patente U.S.A. 3.623.940) se describe un agente estabilizante sólido de sal de plomo para impedir la degradación del color, aún
20. cuando el empleo de un monómero de reticulación reduce en gran manera la formación de color durante la radiación. Se ha elegido el estabilizador de sal de plomo puesto que, como es bien conocido en el arte, un sistema de estabilización sólido, en vez de un sistema estabilizador líquido, proporciona
25. adecuadas propiedades dieléctricas, o sea aisla adecuadamente el conductor. Los estabilizadores líquidos son conocidos por sus superiores propiedades de estabilidad del color, pero son también bien conocidos por sus pobres propiedades de aislamiento eléctrico.

25 SET. 1973



Además, la adición de un constituyente para fines de alargamiento y un cambio del estabilizador no debe ir en detrimento de las propiedades requeridas de la composición. Esto es necesario para permitir la sustitución del conductor con aislamiento textil.

5.

El presente invento contempla un material filiforme aislado con una composición polimérica que tiene un constituyente polimérico reticulado y que comprende cloruro de polivinilo reticulado con un monómero difuncional apropiado y con un constituyente de polietileno clorado que se incluye

10.

para obtener propiedades de alargamiento aceptables. Esta reticulación se lleva a cabo mediante la exposición a una fuente de radiación apropiada. Sin embargo, se ha descubierto que los estabilizadores de sal de plomo, utilizados anteriormente, no proporcionan un producto aceptable. No obstante, la

15.

sal de plomo puede sustituirse, sorprendentemente, por un estabilizador líquido organometálico. El estabilizador líquido metálico, cuando se utiliza en una composición que no debe someterse a radiación, impide la degradación de la composición durante la elaboración, pero produce características

20.

de aislamiento eléctrico inaceptables. La reticulación por irradiación hace que el estabilizador líquido refuerce las propiedades aisladoras del aislante hasta niveles sorprendentemente excelentes, al tiempo que impide la degradación de la composición durante la elaboración y después de ésta.

25.

Más concretamente, una composición para secciones sucesivas de revestimiento por extrusión de un conductor incluye una base de cloruro de polivinilo dotada de un polietileno clorado para el alargamiento, un monómero difuncional

25 SET



- destinado formar enlaces transversales con el cloruro de polivinilo, una cera de parafina, un estabilizador líquido organometálico, un estearato de plomo dibásico, unretardador de combustión de trióxido de antimonio y un colorante de dióxido de titanio. Las secciones sucesivas del conductor revestido por extrusión, que posee propiedades inaceptables de aislamiento eléctrico, se someten a radiación de haz de electrones de elevada energía. La composición se reticula por radiación para obtener un aislamiento que sea retardador de la combustión resistente a la abrasión y resistente al calor y que esté dotado también de propiedades superiores de aislamiento eléctrico.

Breve descripción del dibujo

- Otros objetos y características del presente invento se comprenderán con mayor facilidad a partir de la descripción detallada que sigue de realizaciones concretas cuando su lectura se efectue en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es una vista en sección transversal de un hilo aislado con una composición de conformidad con los principios del invento, y

- La figura 2 es una gráfica con coordenadas del porcentaje de cloruro de polivinilo reticulado y de la dosis de la irradiación en megaradios, mostrando la relación de estos dos parámetros para las composiciones sin plastificar y plastificadas.

Según puede apreciarse mejor en la figura 1, se cubren secciones sucesivas de un conductor 10 con una composición aislante 11 para formar un conductor aislado 12. Luego



5. se someten las secciones sucesivas del conductor revestido 12 a radiación de electrones de elevada energía para producir reticulación de irradiación de la composición envolvente, dando como resultado un revestimiento aislante con propiedades deseadas.

10. El material con el que se obtiene el conductor 10 no es crítico. Los materiales que se utilizan normalmente para los conductores de la industria de la comunicación incluyen el cobre y el aluminio, así como las aleaciones de estos materiales. Es una práctica común el estañar los conductores para facilitar las uniones por soldadura, no derivándose complicaciones de este procedimiento común.

15. Una composición extruible apropiada incluye, en primer lugar, un polímero base que comprende resina de cloruro de polivinilo (CPV), (un homopolímero). Debe hacerse constar que pueden utilizarse, sin efectos adversos significativos, los polímeros de CPV comerciales que pueden contener hasta el 20% en peso de comonomeros, o de preferencia hasta un máximo del 10%, u otro material en mezcla, como propileno. La resina de
20. CPV puede formar parte de una serie de resinas de CPV bien conocidas en el arte para ser utilizadas como aislantes eléctricos. Según la norma A.S.T.M. para 1966, los compuestos apropiados pueden clasificarse comprendidos en la gama de GP4-00003 a GP7-00003, inclusives. La definición de estas clasificaciones se expone en la norma A.S.T.M. bajo la designación D1755-66.
25.

Dicho de forma breve, la designación GP representa una resina para fines generales. Los primeros números (4 a 7) representan un peso molecular del polímero en términos de viscosidad de la solución y el último número, el 3, indica la pre-

25 SET.



- ferencia usual para una conductividad eléctrica inferior a 6 ohmios por cm. y gramo. Es obvio que estas características eléctricas no constituyen una exigencia básica desde el punto de vista de la ilustración del invento. Las cuatro cifras de las designaciones indican que las propiedades del tamaño de partícula, densidad aparente de la masa, absorción de plastificante y flujo en seco pueden ofrecer cualquier nivel designado por A.S.T.M., o sea, 1-9, y, por consiguiente, que estas propiedades no son críticas para los fines de este invento.
- 5.
10. Un aspecto de este invento consiste en que la composición extruible apropiada no incluye plastificante. La eliminación del plastificante es beneficiosa porque evita la dilución de las excelentes propiedades del polímero que podrían resultar en una reducción de la resistencia a la abrasión, del retardo a la combustión y de la resistencia al calor.
15. Otras dificultades asociadas particularmente con los plastificantes monoméricos incluyen el desprendimiento de la laca, el embebido y la inestabilidad de la temperatura, particularmente con el envejecimiento.
20. La composición apropiada comprende, en segundo lugar, una sustancia sólida que es susceptible de adicionar propiedades de alargamiento a una composición de aislamiento resultante destinada a formarse a partir de la composición extruible mediante su irradiación y que sea capaz de conservar las propiedades de alargamiento después de la irradiación de la composición. Se ha descubierto que ciertos aditivos poliméricos de elevado peso molecular resultan efectivos para aumentar el alargamiento sin que merme la resistencia a la
- 25.



abrasión. Una substancia sólida apropiada capaz de mejorar las características de alargamiento de la composición irradiada resultante incluye un polietileno clorado.

- Se ha encontrado que es aceptable para estos fines
5. un polietileno clorado en la cantidad de 8 partes en peso por 100 partes del cloruro de polivinilo o por 100 partes del cloruro de polivinilo mezclado (cuando se utilice). En caso de que no se incluya este constituyente el material aislante resultante no poseerá las características de alargamiento requeridas.
10. En el supuesto de que se utilicen mas de 8 partes en peso resultarán afectadas adversamente las propiedades de abrasión y de resistencia al calor del material aislante resultante.

- Se ha encontrado apropiado para los fines de esta composición un polietileno clorado que se encuentra en el comercio y lo expide Dow Chemical Company con la denominación de
15. CPE 4213.

- La reticulación se realiza mediante el vehículo de un monómero o una mezcla de monómeros. La composición extruible apropiada incluye un medio de reticulación que comprenden un monómero difuncional del tipo $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2)_x\text{OCOC}(\text{CH}_3)\text{CH}_2$ o $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_y\text{C}-\text{OC}(\text{CH}_3)\text{CH}_2$, en donde x tiene un valor promedio de 3 a 40 e y tiene un valor promedio de 1,5 a 20. Los límites máximos del valor de x o de y no pueden exceder de forma significativa puesto que se produciría una apreciable pérdida de la resistencia a la abrasión. Los límites mínimos de x e y son quizás de mayor importancia puesto que la composición del invento no incluye plastificante.
- 20.
- 25.

Si bien se pierde durante la irradiación parte de la acción plastificante del medio de reticulación, se ha consi-



25

derado que existe suficiente retención para facilitar la elaboración y para impartir la flexibilidad requerida para la mayor parte de los empleos que se da a los hilos y cables. Las pruebas indicaron que eran necesarias las mejoras de las características de alargamiento de la composición resultante. Se adicionó polietileno clorado para satisfacer esta exigencia.

5. Es esencial, para el invento, que por lo menos el 50% en peso del medio de reticulación y, de preferencia, por lo menos el 75% en peso, comprenda un monómero de esta índole.
10. Cuando disminuye el porcentaje del monómero en el medio de reticulación, decrece la resistencia al calor producido por soldadura y la resistencia a la abrasión, mientras que aumentan los valores del alargamiento. Un aumento del porcentaje de monómero en el medio de reticulación hace que disminuya el alargamiento y que aumente la resistencia al calor por soldadura y la resistencia a la abrasión. Se ha encontrado que el dimetacrilato de tetraetilenglicol (DMTEG) es un monómero apropiado para los fines de esta composición.

15. El monómero de DMTEG tiene dos enlaces dobles en cada molécula. Estos enlaces dobles tienen propiedades químicas específicas de gran interés en la química de los polímeros. Será conveniente en la ulterior descripción del efecto de la radiación considerar los enlaces dobles meramente como puntos que son lugares donde puede producirse la reacción bajo la influencia de la radiación de electrones.
20. Es conveniente establecer las concentraciones en término de partes en peso basado en 100 partes del material polimérico. El término material polimérico se define como el cloruro de polivinilo mas polietileno clorado o la mezcla de
- 25.

Es conveniente establecer las concentraciones en término de partes en peso basado en 100 partes del material polimérico. El término material polimérico se define como el cloruro de polivinilo mas polietileno clorado o la mezcla de



25 SET. 1973

la totalidad del cloruro de polivinilo y de la totalidad del polietileno clorado. Por consiguiente, las concentraciones designadas de este modo dan por resultado concentraciones que tienen mas de 100 partes.

5. La mezcla de DMTEG está presente, de preferencia, en la cantidad de 30 a 50 partes en peso por 100 partes en peso del cloruro de polivinilo y del polietileno clorado combinados. En caso de utilizarse menos de 30 partes en peso de la mezcla de DMTEG, se reduce el número de enlaces transversales con una
10. reducción consiguiente de la resistencia a la fusión bajo calor y de la resistencia a la abrasión. En este caso la composición tiene características similares al CPV, uno de cuyos reparos es la fusión bajo calor o la resistencia inadecuada al calor. En caso de que se utilicen mas de 50 partes en peso de
15. la mezcla de DMTEG, se produce unareticulación excesiva con una reducción consiguiente del alargamiento y del retardo a la combustión.

- Si bien laclase de monómeros de reticulación antes descrita es esencial para el invento, es, no obstante, permisible, como se ha indicado, mezclar hasta el 50% en peso o, de preferencia, una cantidad inferior de hasta el 25% en peso, de un agente o agentes de reticulación diferentes. Un ejemplo de dichos aditivos incluye el metacrilato de butilo, el cual imparte una mayor flexibilidad y, cuando se adiciona en una cantidad de, por lo menos, el 25% en peso de la totalidad del medio de reticulación, puede permitir reducir a la mitad el mínimo de x e y antes expuesto. Un monómero de reticulación en mezcla puede servir también para aumentar la eficacia de la reticulación. Un ejemplo de esta clase lo constituye el fos-
- 20.
- 25.



fato de trialilo cuando es un monómero trifuncional en vez de un monómero difuncional.

5. Con la resina de cloruro de polivinilo, el polietileno clorado y el monómero reticulado se combina un lubricante de cera de parafina tal como el Aroowax fabricado por Atlantic-Richfield o el Sunoco 4412, como el fabricado por la Sun Oil Co. La cera de parafina sirve como un coadyuvante de elaboración, especialmente durante la extrusión. Puede ser también el logro de una ventaja adicional debido a que el empleo de un aditivo de esta índole tiende a reducir la adhesión entre el aislante 11 y el conductor 10. La cera de parafina actúa, a este respecto, como un lubricante externo y recubre el conductor 10 reduciendo, por tanto, la adhesión.

15. Una concentración preferida de la cera de parafina es de 0,5 a 1,5 partes en peso por 100 partes en peso de la totalidad del material polimérico. En caso de utilizarse menos de 0,5 partes en peso, la elaboración se vuelve más difícil debido a que la composición tiende a pegarse en el tornillo extrusor (no representado). Asimismo, puede resultar más difícil desprender el aislante del conductor 10. Por otra parte, de utilizarse mas de 1,5 partes en peso, se produce un deslizamiento excesivo en la extrusora. Esto hace que la composición permanezca mas tiempo en la extrusora y el calor de corte produce el quemado de la composición.

25. La composición objeto del invento incluye, asimismo, un sistema estabilizador que está destinado a impedir la evolución de ácido clorhídrico. El constituyente referido permite que sea extruida la composición con un aparato de extrusión (no representado), con lo que se hace elaborable al ma-

25 SET.



terial. sin decoloración alguna.

Se ha descubierto que la formación de color no constituye un problema en los productos vinílicos fabricados normalmente que no se someten a irradiación. Si bien ha sido siem-

5. pre un problema la degradación térmica cuando se pierden las propiedades físicas, el estabilizador sólido normal ha constituido un éxito en la superación de la degradación térmica.

10. Sin embargo, se ha encontrado que se produce una decoloración indeseable durante el procedimiento de irradiación cuando se utiliza un estabilizador sólido. Esto es objeto de cierta preocupación ya que los estabilizadores de sal de plomo son idealmente apropiados para utilizarse como aislante principal. Se sabe que un estabilizador metálico posee excelentes propiedades de estabilización del color antes de ser
15. sometido a la irradiación. Si bien esta característica de un estabilizador metálico líquido alienta su empleo de un material de revestimiento, no se utiliza en un aislante eléctrico principal porque hace que el aislante posea pobres características eléctricas. Asimismo, era desconocido como respondería
20. a la radiación un estabilizador metálico líquido.

25. Se ha encontrado que una composición con un estabilizador metálico líquido posee propiedades eléctricas inaceptables después de la extrusión, pero antes de someterse a la radiación del haz de electrones. Por ejemplo, el aislante se rompe cuando se le somete a una prueba de rotura de alta tensión de unos 1000 voltios.

La composición que incluye el estabilizador líquido organometálico resulta inmune a la degradación térmica y a la decoloración indeseable durante y después del procedimiento



de irradiación. Asimismo, después que la composición extruida se somete a irradiación, el aislante resultante posee aceptables propiedades dieléctricas. Se apreció que el aislante era capaz de resistir una prueba de rotura de, por lo menos, 5000

5. voltios. Sorprendentemente, el estabilizador líquido no reduce las propiedades dieléctricas del aislante resultante. Se considera, en hipótesis, que esto se debe a que un estabilizador metálico líquido estabiliza la composición a través de una mecánica diferente de la que sigue un estabilizador sólido.
10. Asimismo, se considera que la irradiación de la composición proviene que el estabilizador líquido menoscabe las propiedades de aislamiento eléctrico del aislante resultante. Antes de la irradiación, el estabilizador metálico líquido, que es un material polar, tiene libertad de moverse en la composición y crea, en efecto, un conductor. La irradiación hace
15. que el estabilizador líquido se incorpore en la columna vertebral del polímero y refuerce las propiedades aislantes de la composición resultante.

20. En una composición preferida se utilizan 8 partes en peso de un estabilizador líquido organometálico por 100 partes en peso del material polimérico. Debido a que la irradiación puede producir, por otra parte, cierta degradación del CPV, la cantidad de estabilizador recomendable es ligeramente superior a la incorporada en las formulaciones de reticulación ordinarias. Se ha encontrado que resulta útil la
25. inclusión de un estabilizador dentro de la gama de unas 4 a unas 9 partes del material polimérico total, o sea, la totalidad de la resina de cloruro de polivinilo mas el polietileno clorado. Es significativo que menos de 4 partes produce un nota-



ble deterioro del aislante durante la irradiación, particularmente con dosis de radiación prolongadas. El rebasar el máximo parece impartir un escaso aumento de la estabilidad, mientras que afecta de forma adversa las características de alargamiento y la elaborabilidad de la composición.

5. Un estabilizador organometálico apropiado incluye (1) un estabilizador metálico conteniendo un quelante fosfítico, (2) un estearato de bario, (3) un estearato de cadmio, (4) un hexoato de bario-etilo, (5) un laurato de bario-cadmio o (6) un miristato de bario-cadmio. Un estabilizador conteniendo un quelante fosfítico puede incluir un estabilizador fosfítico de bario-cadmio-zinc o un fosfito de bario-cadmio. Se ha encontrado como constituyente apropiado un estabilizador líquido de BA-Ca-Zn disponible en el comercio y fabricado por la Ferro Chemical Company bajo la denominación de Ferro 5002.

10. Se ha encontrado que puede utilizarse una pequeña cantidad de una sal de plomo, tal como un ftalato de plomo dibásico, como suplemento del estabilizador líquido metalorgánico.

15. Asimismo, en la composición se incluye un estearato de plomo dibásico. El estearato de plomo, así como otras sales de plomo, se utilizan en los compuestos vinílicos como estabilizadores y ofrecen también una función secundaria como lubricante, coadyuvando en la elaboración y en la reducción de la adhesión.

20. Se ha encontrado que la composición preferida incluye 1 parte en peso por 100 partes en peso de la totalidad del material polimérico del estearato de plomo dibásico. De utilizarse menos de una parte en peso de la sal de plomo se producirá degradación térmica en forma de decoloración de la compo-



sición. En caso de que se utilice mas de una parte en peso del estearato de plomo dibásico el constituyente causa problemas de elaboración y puede desprender la composición. Asimismo, el empleo excesivo de estearato de plomo dibásico puede conducir

5. al deslizamiento en el interior de la extrusora (no representada) de modo que la composición no salga por la extrusora en la forma debida.

Los onseayos han demostrado que un estearato de plomo dibásico comercializado por la National Lead Company bajo el

10. nombre DS-207 o un ftalato de plomo dibásico comercializado por la misma compañía bajo el nombre Dythal son constituyentes aceptables para la compisición del invento.

La composición objeto del invento, incluye asimismo, un retardador de la combustión como es el trióxido de antimonio.

15. Para fines de irradiación resulta aceptable una composición que incluya 3 partes en peso del trióxido de antimonio por 100 partes en peso del material polimérico. Superando el límite mas alto de la gama de este constituyento se obtiene un escaso beneficio adicional y, en efecto, una cantidad excesiva hace que

20. este constituyente actúe como un cuerpo extraño en la composición. El empleo de menos de 3 partes dá por resultado propiedades retardadoras de la combustión inaceptables.

Por último se adiciona un colorante a la composición del invento con fines de identificación. Los colorantes pueden ser orgánicos o inorgánicos y pueden incluirse en cantidades de

25. hasta una parte, aproximadamente, en peso del material polimérico. Es bien conocido que ciertos colorantes son preferidos para ciertos objetivos, no siendo apropiada la enumeración de éstos en esta descripción. Adicionalmento, debido a que el colorante y todos los demás ingredientes están presentes durante



la irradiación, los ingredientes deberán ser de una naturaleza que no se vea afectada adversamente por esta etapa del procedimiento o que interfiera de forma negativa en el mismo.

- Para proporcionar mayor opacidad a la composición del
5. invento, ésta incluye 0,2 partes en peso de dióxido de titanio por 100 partes en peso de la totalidad del material polimérico. En caso de utilizarse menos de 0,2 partes en peso de este constituyente, que adopta forma de polvo, se pierde la opacidad y puede verse el conductor. De utilizarse mas de 0,2 partes se produce
10. cierta destrucción del módulo de la tracción y de las características de alargamiento.

- Es obvio que pueden existir ciertos casos en donde no se poseen las propiedades de retardo de la combustión y coloración requeridas en el uso preferido de la composición. En
15. estos casos la composición no precisa la inclusión del trióxido de antimonio ni tampoco del dióxido de titanio.

- El conductor dotado de un aislante de CPV reticulado por irradiación tiene las propiedades físicas y eléctricas requeridas para la aplicación en los cuadros de distribución de
20. oficina principal. Además, el conductor aislado con CPV irradiado tiene un diámetro de 1 mm frente a 1,4 mm de la estructura de tres capas utilizada anteriormente. Esto equivale a una reducción sustancial del calibre con un aumento sustancial de la capacidad de las canales del cuadro principal. Debido a la menor fuerza necesaria para retirar un par utilizado, cabe la
25. posibilidad de reducir todavía mas el calibre. La segunda ventaja estriba en una reducción del coste del hilo, puesto que aunque el nuevo aislante contenga algunos componentes costosos se eliminan varias etapas de lenta elaboración.

25 SET



El empleo de un aislante de CPV irradiado se ve favorecido con ventajas adicionales. Por ejemplo, en el carrete de igual diámetro que el utilizado hasta ahora puede bobinarse una cantidad sustancialmente mayor de hilo. Esto permite al instalador poder trabajar durante un período de tiempo mas prolongado con el mismo carrete.

Asímismo, al reducir el diámetro externo de los conductores, tal como se ha descrito anteriormente, resulta menor el diámetro general de un núcleo del mismo número de pares. Esto resulta en una reducción de la cantidad de material de revestimiento utilizado.

Método de aislamiento

La exposición que sigue de las etapas para llevar a cabo los principios de este invento tiene únicamente fines ilustrativos. Es evidente, que las condiciones de elaboración son convencionales, con la excepción de la etapa de irradiación y con la excepción de la composición del material extruido. La mezcla inicial puede efectuarse combinando en seco los componentes preliminares que incluyen la resina de CPV, el medio de reticulación, el estabilizador, el retardador de la combustión, el colorante y el lubricante. De conveniencia se "funde" la mezcla en seco y luego se le dá forma de dados. Sin embargo, de forma alternativa, la mezcla en seco puede alimentarse directamente a la extrusora (no representada). En esta etapa se ablanda el CPV, o dicho con mayor tecnicismo, se plastifica, con el monómero y, de este modo, funde fácilmente bajo la acción de calor y presión.

Después de la homogeneización del compuesto éste se extruye de nuevo en forma convencional. Se efectuaron di-



25 SEP 1973

versos experimentos con una extrusora y cruceta de 64 mm (no representado). Utilizando hilo de calibre 22 y revestimiento de 0,2 mm de espesor se lograron velocidades de extrusión de unos 762 metros por minuto con una temperatura de unos 160°C en el cabezal de la extrusora. Para fines de comunicación un espesor normal de pared es de 0,2 mm, aproximadamente.

5.

En esta etapa no se reticulan las moléculas de CPV y con calor o presión se produce la fusión. Luego se somete el conductor revestido a radiación de electrones de elevada energía. El impacto de estos electrones produce puntos de actividad muy elevada, llamados radicales libres. Los radicales libres inician una reacción química que es capaz de enlazar muchas de las moléculas del monómero adicionado y, en este procedimiento, algunas de las moléculas de CPV se enlazan o reticulan, asimismo, entre sí.

10.

15.

Esta reticulación de las moléculas del CPV por medio del monómero prosigue hasta que ha reaccionado todo el monómero. En este momento restan más puntos reactivos, pero todos están ya vinculados a la red del polímero de CPV y al monómero reaccionado. Cuando se forman otros radicales libres en las cadenas libres del CPV, los radicales libres adicionales se combinan con los puntos reactivos de la red para aumentar la cantidad de material reticulado. Al término de la irradiación casi toda la estructura original se ha convertido en una gran red tridimensional única de CPV y de monómero polimerizado.

20.

25.

En adición a la química del procedimiento de reticulación, las propiedades de la composición resultante ofrecen interés. La estructura de la composición resultante no es



simple y homogénea como se debería esperar de la explicación que precede. Se produce cierta cantidad de separación de fase y si bien la escala de esta separación es muy reducida (del orden de dos centésimas de micra), probablemente favorece la combinación de elevada dureza y alargamiento que se desea. Las dos fases comprenden, una abundante en CPV y la otra abundante en monómero polimerizado.

El efecto de la irradiación de una composición sin plastificar se representa en la curva 1 de la figura 2. Los datos de las curvas se obtuvieron con muestras de, aproximadamente, la misma composición. La curva 1 se trazó para una de estas muestras que no contenía plastificante, mientras que la curva 2 corresponde a una muestra conteniendo plastificante.

Las unidades de la ordenada de la figura 2 se determinen a partir de datos en absorción de infrarrojos, que es una medición directa del número residual de enlaces olefinicos funcionales en el monómero de reticulación. Esta información puede correlacionarse con otros tipos de mediciones, como es el peso molecular, que sean también indicativos del grado de reticulación.

La dosis de radiación recomendada para la composición descrita anteriormente es de 0,01 a 10 megaradios. Las diversas características favorecidas por la reticulación pueden describirse, por lo menos en parte, en términos del porcentaje de polímero que es reticulado, o sea, el peso porcentual del cloruro de polivinilo que resulta insoluble en tetrahidrofurano (THF) con el tratamiento de radiación. Se apreciará que la dosis recomendada corresponde a un porcen-



taje de reticulación sobre esta base del 20%, aproximadamente, a algo mas del 60%. Una radiación inferior producirá una reticulación inadecuada que no conducirá a mejora significativa alguna ya sea en resistencia a la abrasión o en resistencia al calor

5. En comparación con el material termoplástico, mientras que la superación de los límites máximos no aporta aumento importante adicional de estas propiedades.

10. Rosultará obvio de la figura 2 que la reticulación se efectúa de forma más efectiva en la ausencia de plastificante. Una dosis máxima preferida, cuando no está presente plastificante, es de unos 5 megaradios. Evidentemente, la efectividad de la irradiación depende también de la naturaleza del medio de reticulación y del aumento de la eficacia mediante la inclusión de un monómero trifuncional.

15. Sin embargo, por lo general, la dosificación máxima indicada no es crítica y puede rebasarse. Si bien un aumento adicional de la dosificación puede producir un incremento de la resistencia a la abrasión y un incremento de la resistencia al calor, estas propiedades pueden ir acompañadas de un incremento de la rigidez. Por consiguiente, la dosificación óptima para cualquier uso que se proyecte dependerá de la naturaleza de las propiedades deseadas. La dosis de la radiación no deberá exceder un nivel de unos 15 megaradios ya que la velocidad de degradación puede aumentar de forma que sea incontrolable por medio de cualquier cantidad factible de estabilizador.

25. En la descripción anterior el término megaradio se utiliza en su sentido convencional, o sea, una décima de la energía absorbida por la muestra en joules por gramo. Debido a que esencialmente toda la radiación es absorbida en la con-

25 SET



figuración de hilo usual con los niveles de energía normalmente utilizados, esta nomenclatura normalizada indica con notable exactitud la cantidad precisa de energía absorbida por el polímero.

5. Se conocen las energías apropiadas de irradiación. Para estos fines, la energía de las partículas debe exceder, sustancialmente, de 100 KEV y deberá obtener, de preferencia, un nivel comprendido entre 300 y 500 KEV. para un aislante de 0,2 mm de espesor. Es obvio que el nivel requerido es una función de la distancia de la unidad de aceleración (no representada) del conductor 12 y la duración del tiempo de exposición.

Las fuentes apropiadas son los haces de electrones tales como los producidos por los aceleradores Van der Graaf. Puede utilizarse también la radiación gamma.

15. Una fuente apropiada de radiación de haces de electrones es un acelerador que se encuentra en el comercio de Radiation Dynamics Dynacote Accelerator, Modelo N° 400-50, con capacidad de 400 KEV, a 50 miliamperios.

20. La tabla que sigue expone ejemplos ilustrativos de muestras de conductor aislado preparadas según la composición del invento y sus métodos de obtención. En todos los casos, la estructura corresponde a la de la figura 1 siendo el conductor 10 de cobre estañado y presentando la capa aislante 11 el espesor indicado. Los ejemplos se presentan en forma tabular. Con fines comparativos, todos los ejemplos expuestos se llevaron a cabo utilizando el homopolímero de CPV y el monómero de DMTEG. Todas las cantidades se expresan según partes en peso.



T A B L A

Ejemplos números

Formulación	Gama	1	2	3	4	5	6	7
5. CPV	92-100	100	92	92.0	100	95	100	92
Poliétileno clorado	0-8	0	8	8.0	0	5	0	0
DMTEG	30-50	40	40	40.0	40	38	30	50
10. Cera de parafina	0.5-1.5	0.5	1.5	1.5	1	1	0.5	1.5
Estabilizador líquido	4-9	9.0	8.0	8.0	4	7.5	5	8
Estearato de plomo dibásico	0-1	1.0	1.0	1.0	0	1	1	1
15. Ftalato de plomo dibásico	0-3	0	0	0	3.0	0	0	0
Trióxido de antimonio	0-3	0	0	3.0	0	0	0	3
Dióxido de titanio	0-0.2	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
20. Calibre del hilo en mm		0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Dosis-megaradios		5	5	5	5	4.6	5	5
25. †Resistencia al calor de soldador, (1 lb.) segundos		1.2	0.85	1.2	1.3	1.2	1.0	1.5
Alargamiento plástico-%		60-80	80-100	80-100	30-50	60-80	100-120	40-60
Adherencia - Kg		1.36	0.68-0.91	0.91-1.14	1.14-1.36	0.91-1.28	0.68-0.91	1.36-1.59



‡
 Según esta prueba se separan horizontalmente una distancia de 4,75 mm. dos terminales de sección transversal cuadrada. Se desnuda un extremo del hilo y se suelda al primer terminal y una porción desnuda del hilo se pasa sobre un terminal adyacente.

5. El extremo libre aislado del hilo se carga con un peso de 0,454 kg. y el extremo desnudo se suelda, o se une de otro modo tal como con cinta aislante, al primer terminal. Se aplica calor de soldador al terminal adyacente hasta que se observa cortocircuito entre los dos terminales. Las cifras indicadas en la
10. tabla son una medición de dicho tiempo en unidades de segundos.

Para un experto en el arte resultará obvio que todas las composiciones de los ejemplos dan por resultado un aislante que rone los valores mínimos requeridos de resistencia al calor por soldadura, alargamiento plástico y adhesión.

15. = . =

REIVINDICACIONES

Descrito el objeto del presente invento, se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones, con prioridad de la solicitud de patente estadounidense serial

20. nº 292.469 del 26.9.72.

- 1.- Perfeccionamientos para la obtención, de un material aislante para el revestimiento de conductores eléctricos, cuya composición comprende un material polimérico que incluye, por lo menos, alrededor del 74% en peso de cloruro de polivinilo, siendo reticulado por irradiación el material polimérico con electrones acelerados para que penetren en el aislante con el fin de proporcionar una dosificación suficiente que produzca, por lo menos, el 20% de reticulación a través de un medio de reticulación cuyo 50% en peso, por lo menos, es un
- 25.

25 SE



monómero difuncional y en donde el medio de reticulación está contenido en unacantidad comprendida entre unas 30 partes en peso y unas 50 partes en peso basado en 100 partes en peso del material polimérico, caracterizados por incluir en la composición, además, un estabilizador líquido organometálico que impide la degradación del aislante resultante, exhibiendo el aislante al someterse a radiación superiores propiedades de aislamiento eléctrico, a pesar de que el estabilizador líquido organometálico cuando se somete a radiación antes del aislamiento es causa de que el aislante exhiba propiedades eléctricas inaceptables.

2.- Perfeccionamientos de conformidad con la reivindicación 1, caracterizados porque, después de la extrusión del aislante que comprende un estabilizador líquido organometálico, al avanzar las secciones del material filiforme, se someten las secciones aisladas, que avanza de forma sucesiva, a radiación de haces de electrones, siendo acelerados los electrones para que penetren en el aislante con el fin de que proporcionen una dosificación de irradiación suficiente que produzca, por lo menos, el 20% de reticulación del aislante resultante.

3.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizados porque el material aislante incluye, además, un lubricante para facilitar la elaboración, un constituyente retardador de la combustión para proporcionar al aislante propiedades adecuadas de anticombustión y resistencia al calor y un colorante para fines de identificación del aislante y para proporcionarle opacidad.

4.- Perfeccionamientos, de conformidad con la rei-



- vindicación 1 o 3, caracterizados porque el material aislante citado comprende un material polimérico que incluye, por lo menos, alrededor del 74% en peso de cloruro de polivinilo, por lo menos el 50% en peso de material polimérico que es un monómero difuncional constituido por $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2\text{O})_y\text{COC}(\text{CH}_3)\text{CH}_2$ en donde y tiene un valor promedio de 4 y en donde el medio de reticulación está contenido en una cantidad comprendida entre 30 partes en peso y unas 50 partes en peso basado en 100 partes en peso del material polimérico; comprendiendo además el aislante de 0,5 a 1,5 partes en peso de cera de parafina, por 100 partes en peso de material polimérico; de 4 a 9 partes en peso de un estabilizador líquido organometálico, por 100 partes en peso de material polimérico; de 0 a 1 parte en peso de un estearato de plomo dibásico, por 100 partes en peso del material polimérico; de 0 a 3 partes en peso de un ftalato de plomo dibásico, por 100 partes en peso del material polimérico; de 0 a 3 partes en peso de un constituyente retardador de la combustión, por 100 partes en peso del material polimérico y de 0 a 2 partes en peso de un colorante, por 100 partes en peso del material polimérico.

5.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 4, caracterizados porque el material polimérico incluye un polietileno clorado.

- 6.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 4 o 5, caracterizados porque el estabilizador líquido organometálico se elige del grupo constituido por un estabilizador metálico que incluye un quelante fosfítico, un estearato de bario, un estearato de cadmio, un hexoato etílico de bario, un laurato de bario-cadmio y un miristato de ba-



rio-cadmio.

7.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 6, caracterizados porque el estabilizador metálico se elige del grupo constituido por un estabilizador de bario-cadmio-zinc con un quelante fosfítico y un estabilizador de bario-cadmio con un quelante fosfítico.

8.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizados porque el material aislante comprende un material polimérico constituido, esencialmente, por a lo menos el 92% en peso de cloruro de polivinilo y el 8% en peso de un polietileno clorado, y porque el material polimérico es reticulado por irradiación con una energía promedio de, por lo menos, 300 KEV (kiloelectrón-voltios) con una dosificación suficiente para producir, por lo menos, el 20% de reticulación a través de un medio de reticulación cuyo 75% en peso, por lo menos, es un monómero difuncional constituido por $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2\text{O})_y\text{COC}(\text{CH}_3)\text{CH}_2$, en donde y tiene un valor promedio de 4 y en donde el medio de reticulación está contenido en una cantidad comprendida entre 40 partes en peso y unas 50 partes en peso basado en 100 partes en peso del material polimérico; comprendiendo además el aislante 1,5 partes en peso de una cera de parafina, por 100 partes en peso del material polimérico; 8 partes en peso de un estabilizador líquido organometálico, por 100 partes en peso del material polimérico; 1 parte en peso de un estearato de plomo dibásico, por 100 partes en peso del material polimérico; 3 partes en peso de un constituyente retardador de la combustión, por 100 partes en peso del material polimérico y 0,2 partes en peso de un colorante, por 100 partes en peso del material polimérico.

25s



9.- Perfeccionamientos para la obtención de un material aislante para el revestimiento de conductores eléctricos.

5. Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 31 páginas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras, y acompañadas de los dibujos reglamentarios.

Madrid, a 25 de Septiembre de 1973

p.a.

JAIME ISERN

p. p.

Firmado en OSE & NIETO

mpc.

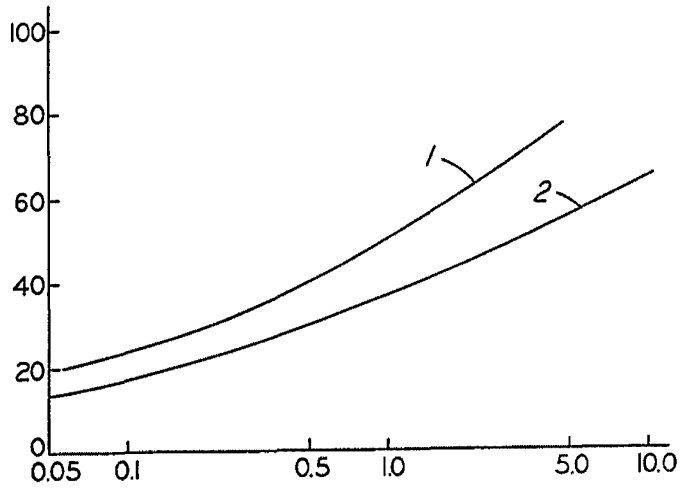


FIG. 2

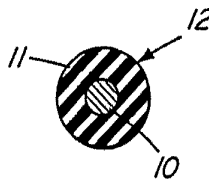


FIG. 1

MADRID, a 25 SET. 1973

p. 2.

JAIME ISERN

p. p.

Firmado: JOSE F. NIETO