

348677

P - 36.893

Docket 41 D-329-Zysk et al

Memoria descriptiva



19 FIVE 1968

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de GENERAL ELECTRIC COMPANY

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 1, River Road, Schenectady, N. Y. 12305,
Estados Unidos de América

por: "UN CABLE ELECTRICO GRADUADO" (Clase Internacional
H01b)



Esta invención se refiere a un cable aislado graduado mejorado.

5 Pueden aplicarse sobre un conductor eléctrico dos o más capas de aislamiento con diferentes constantes dieléctricas, respectivamente en un orden preferido. Se obtiene el máximo beneficio cuando la capa más interior de aislamiento tiene la máxima constante dieléctrica o capacitancia inductiva específica. Una construcción de aislamiento de este tipo se conoce como construcción gra-
10 duada.

Una construcción graduada para cables aislados es particularmente importante en el desarrollo de cables eléctricos de alta potencia adaptables para transportar cargas de alta tensión, por ejemplo 69.000 voltios con
15 neutro puesto a masa. Hasta ahora se utilizaron comúnmente en una construcción graduada papeles aislantes impregnados. Para cables conductores de 138.000 voltios o más, el aislamiento de papel en un sistema lleno de fluido ha sido el único material aislante útil.

20 Sin embargo, el cable graduado aislado del tipo de papel tiene varias desventajas o limitaciones netas. El cable es difícil de instalar y requiere manejo y equipo especiales para formar empalmes, conexiones y terminales y requiere equipo especial para mantener la presión. Tam-
25 bién el cable aislado del tipo de papel tiene una capacidad térmica de solamente 75°C como especifica la Association of Edison Illuminating Companies.

30 Esta invención tiene por objeto crear un cable graduado mejorado, particularmente un cable adaptable para transportar altas tensiones, que salva las netas desventa-



jas del cable aislado del tipo de papel y que presenta pérdidas de potencia relativamente bajas.

5 Estos juntos con otros objetos y ventajas se entenderán mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de la invención, y a los dibujos adjuntos, en los que:

10 La FIGURA 1 es una vista en perspectiva de un cable graduado que cae dentro del alcance de la presente invención con partes del mismo arrancadas al objeto de ilustrar mejor su construcción;

La FIGURA 2 es una vista en sección transversal tomada por la línea 2-2 de la FIGURA 1;

15 Las FIGURAS 3, 4 y 5 son gráficos que muestran el esfuerzo de tensión de los cables aislados y se incluyen aquí para facilitar la explicación de la presente invención.

20 De acuerdo con la presente invención, se crea un cable eléctrico aislado que comprende un conductor metálico y un aislamiento graduado que circunda al conductor de una pluralidad de capas, teniendo cada capa una diferente constante dieléctrica o capacitancia inductiva específica graduada en orden descendente hacia afuera desde el conductor. Cada capa de aislamiento está compuesta de un material polietilénico reticulado termoendurecible, y una
25 carga de dióxido de titanio está incorporada en una o más capas en cantidades variables, dependiendo del número de capas que intervienen y de la capacitancia inductiva específica deseada, como se explica en más detalle en lo que sigue. Un cable aislado de esta construcción presenta un
30 alto nivel de perforación de tensión, bajas pérdidas de



potencia y una alta capacidad térmica. Además se han eliminado la funda protectora ó cubiertas metálicas, facilitando en gran medida con ello la instalación del cable.

Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra en ella un cable de construcción graduada formada de acuerdo con la invención e indicado generalmente por el número 10, que incluye un conductor metálico interior 12 ilustrado en forma de un cable de cordones, aunque deberá entenderse que el conductor 12 puede comprender un conductor macizo. Generalmente, se aplica una capa semiconductorá 14, por ejemplo, una cinta, en torno del conductor metálico cableado al objeto de establecer un buen contacto eléctrico entre el conductor y el aislamiento y protegerlo adicionalmente contra esfuerzos, igualando con ello todos los esfuerzos de los cordones individuales. El cable 10, como se muestra en el dibujo, incluye una capa interior 16 de aislamiento y una capa exterior 18 de aislamiento, pero deberá entenderse que un cable de construcción graduada que caiga dentro del alcance de esta invención puede incluir más de dos capas de aislamiento. También el cable tiene usualmente una segunda capa semiconductorá o cinta 20, tal como una cinta impregnada de nylon, una armadura metálica 22, tal como una armadura de cobre, y, superpuesta a ésta, una camisa exterior (no mostrada) de material convencional. Todas las capas de aislamiento del cable están formadas de un material polietilénico reticulado y la capacitancia inductiva específica de las capas sucesivas de aislamiento disminuye desde la capa más interior a la capa más exterior. El polietileno reticulado, por ejemplo, tiene una capacitancia inductiva específica conocida, cuyo valor puede aumentarse incorporando



5
10
15
20
25
30

una carga de dióxido de titanio en la composición antes del curado. La capa más interior de aislamiento está construida para que tenga la máxima capacitancia inductiva específica y la capa más exterior está construida para que tenga la mínima. Esto se logra variando el contenido de carga de dióxido de titanio en cada capa conteniendo la capa más interior de aislamiento el máximo porcentaje de carga de dióxido de titanio y disminuyendo hacia fuera desde el conductor el contenido de carga en cada capa sucesiva. La diferencia en la capacitancia inductiva específica entre la capa más interior y la capa más exterior de aislamiento para el cable es deseablemente lo más grande posible, sin pérdida o sacrificio de otras propiedades deseadas, y deberá ser preferiblemente no inferior a aproximadamente 1,5 cuando se mide dentro de un margen de temperatura de aproximadamente 20°C a 100°C., y aún más preferiblemente no inferior a 2, cuando se ensaya según ASTM D-150. La capacitancia inductiva específica para cada capa de aislamiento es relativamente estable cuando se mide en el mencionado margen de temperatura. En la realización preferida de la invención, se incorpora suficiente dióxido de titanio en la capa más interior para dotar a esta capa de una capacitancia inductiva específica mayor que 4,2. Además, el cable graduado presenta una capacitancia inductiva específica de no más de aproximadamente 4, cuando se mide dentro del mencionado margen de temperatura, y un factor de potencia no mayor que el 1 por ciento. La capacitancia inductiva específica para el cable depende de factores tales como la diferencia entre las capacitancias inductivas específicas



de las capas de aislamiento, la capacitancia inductiva específica real de las capas de aislamiento, la capacitancia inductiva específica real de cada capa y el grosor de pared de cada capa, y el cable, por tanto, deberá diseñarse de modo que su capacitancia inductiva específica no sea indeseablemente alta, con lo que se reducen al mínimo las pérdidas de potencia, determinadas por la fórmula anteriormente indicada.

La composición de polímero para las capas de aislamiento del cable graduado incluye un material polietilénico. El término "material polietilénico", tal como aquí se usa, incluye polietileno, mezclas de polietileno y otros polímeros, y copolímeros de etileno con otros materiales polimerizables. El polietileno puede utilizarse solo o puede utilizarse en unión de uno o más de otros polímeros, pero este dependerá en gran medida de los requisitos del producto final. Otros polímeros adecuados para mezclarlos y/o copolimerizarlos con etileno incluyen, por ejemplo, acetato de vinilo, acrilato de etilo, propileno, copolímero de etileno-propileno, terpolímero de etileno-propileno y buteno-1, en los que la mezcla o copolímero comprende no menos del 50% en peso de etileno, y preferiblemente 70% a 90% en peso de etileno, siendo el resto el otro material polímero. En la realización preferida, todas las capas de aislamiento de la construcción graduada están formadas de polietileno reticulado, y aunque se describe la invención en lo que sigue con referencia específica al polietileno, deberá entenderse que también son útiles las mezclas o copolímeros de etileno.

Una carga de dióxido de titanio está incorporada



en una o más de las capas de aislamiento para controlar la capacitancia inductiva específica de la capa. El término "carga" (cuando se utiliza en asociación con el dióxido de titanio) como se utiliza aquí y en las reivindicaciones anejas, se refiere a dióxido de titanio incorporado en el material polietilénico para alterar mensurablemente la capacitancia inductiva específica de la capa aislante curada, y se utiliza generalmente en una cantidad de no menos de 10 partes de carga por 100 partes de polímero, distinguiéndose así de un pigmento colorante. La carga de dióxido de titanio posee típicamente un tamaño de partícula de aproximadamente 0,2 a 0,4 micras (diámetro medio) y un peso específico de aproximadamente 3,9 a 4,1. También se ha visto que es particularmente útil la estructura cristalina del rutilo. Se aumenta la capacitancia inductiva específica para una capa de aislamiento con una cantidad incrementada de carga de dióxido de titanio y, para la construcción graduada de esta invención, la capa más interior contiene la máxima cantidad. Así, la capacitancia inductiva específica de las capas sucesivas de aislamiento disminuye desde la capa más interior, que tiene la máxima capacitancia inductiva específica, a la capa más exterior, que tiene la mínima capacitancia inductiva específica. Generalmente, la capa de aislamiento más exterior no contendrá carga de dióxido de titanio, pero cuando se desee, puede contener una cantidad relativamente pequeña de dióxido de titanio para su uso como pigmento colorante solamente.

Como se ha explicado anteriormente, el polietileno reticulado tiene una capacitancia inductiva especí-



5 fica conocida de aproximadamente 2,25. Con el fin de proporcionar una construcción graduada de extensión deseada en capacitancia inductiva específica entre las capas de aislamiento, la capa más interior tiene incorporadas en ella no menos de 100 partes de carga de dióxido de titanio por 100 partes de polietileno reticulado, y preferiblemente de 115 a 125 partes de carga por 100 partes de polietileno. Cuando se emplean en la capa más interior menos de 100 partes de carga de dióxido de titanio, no se
10 consigue la extensión deseada en la capacitancia inductiva específica entre la capa más interior y la capa más exterior. Por otra parte, no es generalmente necesario emplear más de aproximadamente 125 partes de carga de dióxido de titanio por 100 partes de polietileno a causa
15 de que no se consigue aparentemente ninguna ventaja más para la mayoría de los cables eléctricos conocidos de alta potencia. Generalmente, no se incorpora ninguna carga de dióxido de titanio en la capa más exterior de aislamiento excepto, si se desea, como pigmento colorante. Es
20 decir, el dióxido de titanio vuelve blanco al aislamiento de polietileno, y para fines de control de la calidad puede ser deseable emplear no más de 5 partes de dióxido de titanio por 100 partes de polietileno, y de preferencia aproximadamente 2 a 3 partes de dióxido de titanio.
25 Sin embargo, puede omitirse el dióxido de titanio totalmente de la capa más exterior, o puede utilizarse en la capa más exterior otro pigmento o tinte colorante. Si se desea colorear de negro la capa más exterior, por ejemplo, puede incorporarse con el polietileno durante la formulación una pequeña cantidad del orden de 2 a 4 partes de
30 negro de humo. Cuando se utilizan más de dos capas de aislamiento en la construcción graduada, el contenido de



carga de dióxido de titanio para las capas intermedias se encuentra comprendido entre el de las capas interior y exterior. Para un cable graduado con tres capas, por ejemplo, el contenido de carga para la capa intermedia deberá ser suficiente de modo que esta capa tenga una capacitancia inductiva específica aproximadamente entre las de las capas interior y exterior.

En la realización preferida, se trata la carga de dióxido de titanio con un alcoxi silano, y preferiblemente con un alcoxi silano seleccionado del grupo consistente en alcohol inferior alcoxi silano, alquenil alcoxi silano y alquinil alcoxi silano. Los silanos halogenados, tales como los cloro-silanos, no son deseables cuando se incorporan en la composición curable durante la etapa de fabricación debido a su actividad corrosiva y debido además a sus efectos perjudiciales sobre las propiedades eléctricas. Sin embargo, cuando la carga de dióxido de titanio se trata previamente con el cloro-silano en una operación separada y luego se trata para separar los sub-productos que contienen cloro, y luego se mezcla con el polietileno la carga tratada, puede emplearse un cloro-silano que no muestra ninguna actividad corrosiva sobre la maquinaria o aparatos. Generalmente, al poner en práctica la invención, se añaden separadamente al material polímero la carga de dióxido de titanio y el alcoxi-silano, y la mezcla se remueve tal como en un Banbury. Durante esta operación de mezcla, el alcoxi silano aparentemente reviste o interactúa con la carga. Se trata la carga de dióxido de titanio con aproximadamente 0,2 a 3% en peso de alcoxi silano. Un exceso de alcoxi silano actúa aparente-



mente a modo de plastificante, lo que en consecuencia, parece que degrada la resistencia a la tracción, y las propiedades eléctricas de la composición curada, y, por tanto, se evita. Los alcoxi silanos adecuados incluyen, por ejemplo, metil trietoxi silano, metil tris (2-metoxietoxi) silano, dimetildietoxi silano, aliltrimetoxi silano, y los vinil silanos, tales como vinil tris (2-metoxietoxi) silano, vinil trimetoxi silano, y vinil trietoxi silano.

Como ulterior modificación de la invención, puede incorporarse en la capa de aislamiento más exterior una carga de calidad eléctrica (diferente del dióxido de titanio, como se ha explicado anteriormente). La carga se trata con aproximadamente 0,2 a 3% en peso de un alcoxi silano, como se ha descrito anteriormente con referencia al dióxido de titanio. La función de tales cargas en composiciones polímeras de aislamiento es bien conocida, y el contenido de carga en la capa de aislamiento puede variar de aproximadamente 25 a 45% en peso de la composición, y, de preferencia, de aproximadamente 30 a 40% en peso. Las cargas adecuadas pueden incluir silicato de aluminio, óxido de aluminio, silicato de calcio, silicato de magnesio y mezclas de los mismos. La carga puede contener ciertas impurezas inertes típicamente óxidos metálicos, que pueden alcanzar hasta aproximadamente el 5% en peso de la carga. Estos materiales de carga se calcinan típicamente para reducir el contenido de humedad a menos del 0,5 % en peso, y poseen una partícula del orden de 2 micras de diámetro y un peso específico de aproximadamente 2,5 a 2,8. Sin embargo, es también aplicable una carga de silicato de magnesio que tenga una estructura de plaqui-



tas un tamaño de partícula no mayor de 6 micras, y deseablemente un área superficial específica de 18 a 20 metros cuadrados por gramo, como describe el BET Gas Absorption Method, y un peso específico de aproximadamente 2,7 a 2,8. Cuando se desee, puede añadirse a la composición, para fines de pigmentación una pequeña cantidad de dióxido de titanio, del orden de aproximadamente 2 a 3 partes por 100 partes de polímero.

Al preparar la composición, cada capa tiene que ser mezclada separadamente debido a la graduación en capacitancia inductiva específica. En una operación típica de mezcla, se mezclan íntimamente, tal como en un Bambury, el polímero, la carga de dióxido de titanio y el alcoxisilano, cuando se emplea, y otros aditivos, tales como antioxidantes. Durante esta operación de mezcla la carga queda tratada por el alcoxisilano, con lo que se salva el problema de la estabilidad eléctrica de la carga en el agua. Luego se incorpora en la mezcla un agente de curado adecuado, deseablemente un peróxido terciario, para efectuar el reticulado del polímero al curarse. La operación de mezcla que contiene el agente de curado se realiza dentro de un margen de temperatura lo suficientemente alto como para hacer a la composición suficientemente pastosa para trabajarla, pero por debajo de la temperatura de reacción o temperatura de descomposición del agente de curado, de modo que se produzca sustancialmente poca o ninguna descomposición del agente de curado durante un ciclo normal. Las mezclas formuladas resultantes se manufacturan subsiguientemente, tal como por extrusión, en un proceso continuo. Se extruye separadamente cada capa sobre el cable con el fin de proporcionar al cable una cubierta



de aislamiento graduada. El producto fabricado se cura entonces, tal como por curado convencional al vapor de agua, a aproximadamente $17,5 \text{ kg/cm}^2$ y 204 a 210° C .

5 Deseablemente el agente de curado empleado en la operación es un peróxido, preferiblemente un peróxido terciario, y caracterizado por al menos una unidad de estructura.



que se descompone a una temperatura en exceso de 130° C . El uso de estos agentes de curado de peróxido para efectuar el reticulado en los compuestos polímeros se describe adecuadamente en las Patentes Norteamericanas núms. 15 3.079.370 y 2.888.424, ambas de Precopio y Gilbert, cuyas patentes se incorporan en esta memoria descriptiva a título de referencia. Otro agente de curado útil incluye 20 los compuestos diperoxi acetilénicos de alto peso molecular, compuestos descritos en la Patente Norteamericana 3.214.422, cuya patente se incorpora también en esta memoria descriptiva a título de referencia.

25 La proporción de agente de curado de peróxido utilizada dependen en gran medida de las propiedades mecánicas buscadas en el producto curado, por ejemplo, resistencia a la tracción en caliente. Un margen de aproximadamente 0,5 a 10 partes en peso de peróxido por cien partes de contenido total de polímero satisface la mayoría de los requisitos, y la proporción usual es del orden de tres a cuatro partes de peróxido. En una operación 30



de producción típica, que emplea un peróxido terciario como agente de curado, se realiza la mezcla a una temperatura de aproximadamente 100 a 130°C, y preferiblemente de 100 a 120°C. Si la mezcla se efectúa a una temperatura mucho más alta que la máxima indicada, el peróxido se descompondrá produciendo con ello el curado prematuro de al menos una parte de los compuestos polímeros. Como consecuencia, el compuesto será difícil de transformar y el producto final presentará una superficie irregular o asperiza.

La invención se ilustra adicionalmente en los siguientes ejemplos:

EJEMPLO I

Se prepararon varias composiciones de aislamiento de acuerdo con las recetas mostradas en la Tabla I por medios convencionales en un molino para caucho calentado de dos rodillos, mostrándose en peso todas las partes:

TABLA I

Recetas

<u>Componente</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
Polietileno	100	100	100	100
Flectol H	1	1,75	1,75	1,75
Dióxido de titanio	100	115	115	115
Viniltris (2-metoxietoxi) silano	-	-	3,45	-
Metiltris (2-metoxietoxi) silano	-	-	-	3,45
Di cup T	3,55	3,55	3,55	3,55



5 Flector H es 1,2-dihidro-2,2,4-trimetilquino-
leina utilizada como antioxidante, y Di cup T es peróxi-
do de di-*L*-cumilo, (90% de actividad) utilizado como
agente de curado. Las muestras se curaron a presión du-
rante 6 minutos a 180°C y se trataron con calor durante
4 horas a 100°C.

Se dió a las composiciones forma de planchas y
se evaluaron las propiedades eléctricas de cada muestra,
y los resultados se resumen en la Tabla II siguiente:

10 TABLA II

Propiedades de las Muestras de
Planchas

15 <u>Ensayo</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
Resistividad especí- fica. ¹	3250	4810	4521	4996
Factor de potencia en % ²	0,23	0,14	0,17	0,18
20 Capacitancia inducti- va específica ³	4,09	4,26	4,38	4,35
Rigidez dieléctrica ⁴	1005	1346	1115	1220

25 1. Ensayo ASTM modificado D-257; 2. Ensayo ASTM D-150;
3. Ensayo ASTM D-150; 4. Ensayo ASTM D-149.

Ensayando posteriormente bajo condiciones de hu-
medad y a elevadas temperaturas, aparecieron en las mues-
tras B, C y D. los siguientes resultados.



TABLA III

Propiedades en las Muestras

<u>Ensayo</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
5			
Remojo de 7 días en H ₂ O a 75°C., ensayo a temperatura ambiente.			
Factor de potencia en %	3,21	0,69	0,39
Capacitancia inductiva específica en seco a 100°C.	5,16	4,32	4,27
10			
Factor de potencia en %	0,54	0,54	0,58
Capacitancia inductiva específica.	3,21	3,74	3,65

15

La Tabla III ilustra que, para propiedades eléctricas estables bajo condiciones de humedad, la carga de dióxido de titanio tratada con alcoxi silano presenta ciertas ventajas y, por consiguiente, se la prefiere. También la muestra C tenía una resistencia a la tracción de 183 y un alargamiento del 340%, medidos ambos a temperatura ambiente conforme a ASTM D413, mostrando con ello excelentes propiedades físicas.

20

Estos ensayos, aunque en planchas, son indicativos de las buenas propiedades físicas y eléctricas del cable, y están correlacionados estrechamente con los resultados mostrados en el cable graduado indicado en los ejemplos siguientes:

25

EJEMPLO II

30

En los siguientes ejemplos, se formularon las composiciones de aislamiento por medios convencionales en un Banbury, y se extruyeron sobre un conductor de alambre



y luego se curaron con vapor de agua a presión.

5 Se construyó un cable armado típico adaptable para transportar una carga de 35.000 voltios con neutro puesto a tierra que comprendía un aislamiento homogéneo con un espesor de pared de 8,75 mm en un conductor de cobre de 2/0 AWG. El aislamiento se formó de polietileno reticulado con carga de arcilla que contenía aproximadamente 50 partes de arcilla de silicato de aluminio por 100 partes de polietileno. La FIGURA 3 muestra la curva de esfuerzos para este aislamiento. La abscisa de la curva representa el espesor en milímetros del aislamiento y la ordenada representa el esfuerzo en voltios por milímetro. Del valor de perforación de tensión para el material de aislamiento, determinado por el ensayo de interrupción de tensión que mostraba que el cable fallaba a 123.800 voltios y de las dimensiones del cable, se puede trazar la curva de esfuerzos de tensión representando la tensión existente a través de la pared de aislamiento. Esto se muestra por la línea de trazos de la FIGURA 3.

10
15
20 La FIGURA 3 muestra también una curva de esfuerzos para un cable armado de construcción graduada que tiene dos capas de aislamiento hechas de acuerdo con esta invención y extruídas sobre un conductor de cobre de 2/0 AWG. La capa interior de aislamiento comprende polietileno reticulado que tiene incorporadas en él 115 partes de carga de dióxido de titanio por 100 partes de polietileno tratadas con tres por ciento en peso de viniltris (2-metoxietoxi) silano basado en el peso de la carga. También, la capa interior de aislamiento tiene una capacitancia inductiva específica de 4,8. La capa exterior de aislamiento



comprende polietileno reticulado y no contiene ninguna carga de dióxido de titanio, y tiene una capacitancia inductiva específica de 2,4. El espesor total del aislamiento es de 8,75 mm, y la capa interior de aislamiento comprende el 30% del espesor total de la pared. Por el ensayo con escalones de tensión el cable fallaba a 175.000 voltios. Se trazó el esfuerzo de tensión, como anteriormente, para la única capa de aislamiento, y se muestra por la línea llena. Se observará en el gráfico que la tensión a través de la pared de aislamiento ha sido redistribuida aumentando con ello sustancialmente el factor de utilización para el cable graduado. En comparación, el esfuerzo de tensión para la única capa de aislamiento es muy alto cerca del conductor y muy bajo hacia el exterior. El factor de potencia para el cable fué de 0,41% y la capacitancia inductiva específica de 2,94, indicando con ello que el cable tendría bajas pérdidas de potencia.

EJEMPLO III

Para un cable de construcción graduada con dos capas de aislamiento, es ventajoso disponer un cable que tenga gradientes máximos sustancialmente iguales en la superficie del conductor y en la superficie intermedia entre las capas, debido a que, si la última es más alta y la construcción del cable es débil, tal como por aparecer huecos en esta superficie intermedia, pueden producirse esfuerzos excesivos con el resultado del fallo del aislamiento. La amplia extensión en valores de capacitancia inductiva específica para las dos capas de aislamiento es especialmente deseable con el fin de reducir el



gradiente máximo al punto más bajo. Además, cuando las capas de aislamiento tienen un espesor sustancialmente igual, casi se iguala más la salida del extrusor, facilitando de este modo la fabricación.

5 En la FIGURA 4, la curva de esfuerzos (línea de trazos) fué trazada para un cable de 69.000 voltios con una sola capa de aislamiento de un espesor de pared de 16,50 mm. El aislamiento fué de la misma composición que el aislamiento de capa única representado en la FIGURA 3. Este cable fallaba a 215.000 voltios. La curva de esfuerzos (línea llena) fué también trazada para un cable de construcción graduada de la misma composición y capacitancia inductiva específica que las del cable graduado de la FIGURA 3, a excepción de que la capa interior de aislamiento y la capa exterior de aislamiento tienen sustancialmente el mismo espesor. Aquí otra vez, la curva muestra que no sólo se ha redistribuido la tensión, sino que la redistribución puede controlarse, y además que los máximos gradientes en la superficie intermedia han sido reducidos sustancialmente. El factor de potencia fué de 0,75% y la capacitancia inductiva específica de 3,51, indicando con ello bajas pérdidas de potencia para el cable.

10

15

20

25 En la FIGURA 5 está representada la curva (línea de trazos) para un cable de 230.000 voltios que tiene una sola capa de aislamiento de polietileno reticulado con carga de arcilla para un espesor de pared de pared de 53,34 mm. El cable muestra un fallo a 450.000 voltios. Se trazó también la curva de esfuerzos (línea llena) para un cable de construcción graduada con tres capas de

30



aislamiento. La capa más interior comprende el 15% del espesor total de pared y tiene una capacitancia inductiva específica de 4,8; la capa intermedia es el 30% del espesor de pared y tiene una capacitancia inductiva específica de 3,2; la capa más exterior es el 55% del espesor de pared y tiene una capacitancia inductiva específica de 2,4. El cable muestra un valor de perforación por tensión a 670.000 voltios, ilustrando con ello otra vez la superioridad de la construcción graduada.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 29 de Diciembre de 1966 Nº 605.797 se acoge a los beneficios del artº 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de patente de invención en España por VEINTE años son los siguientes:

1.- Un cable eléctrico graduado que comprende un conductor metálico y un aislamiento graduado que circunda al conductor compuesto de una pluralidad de capas, caracterizado porque cada capa está formada de un material polietilénico reticulado (como se ha definido en la memoria), teniendo la capa más interior incorporada en ella una carga de dióxido de titanio en el margen de no menos de 100 partes de dicho material polietilénico y no conteniendo



la capa más exterior ninguna carga de dióxido de titanio, caracterizado dicho cable por una capacitancia inductiva específica de no más de aproximadamente 4 y un factor de potencia no mayor que aproximadamente el uno por ciento.

5

2.- Un cable eléctrico según la reivindicación 1, que incluye al menos una capa intermedia que tiene incorporada en ella dicha carga de dióxido de titanio, disminuyendo hacia fuera desde dicho conductor el contenido de carga en las capas intermedias.

10

3.- Un cable eléctrico según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dicho material polietilénico es polietileno.

4.- Un cable eléctrico según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dicho material polietilénico es un copolímero de etileno-propileno.

15

5.- Un cable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha carga de dióxido de titanio fué tratada con aproximadamente 0,5 a 3% en peso de un vinil silano.

20

6.-Un cable eléctrico según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha capa más interior comprende aproximadamente 25% a 75% del espesor total de la pared de dicho aislamiento graduado.

25

7.-Un cable eléctrico graduado.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-



tecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintiuna hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

19 FEB 1968

P. A.

Alberto de Elzaburu
Por Poderes

348677

4360

19

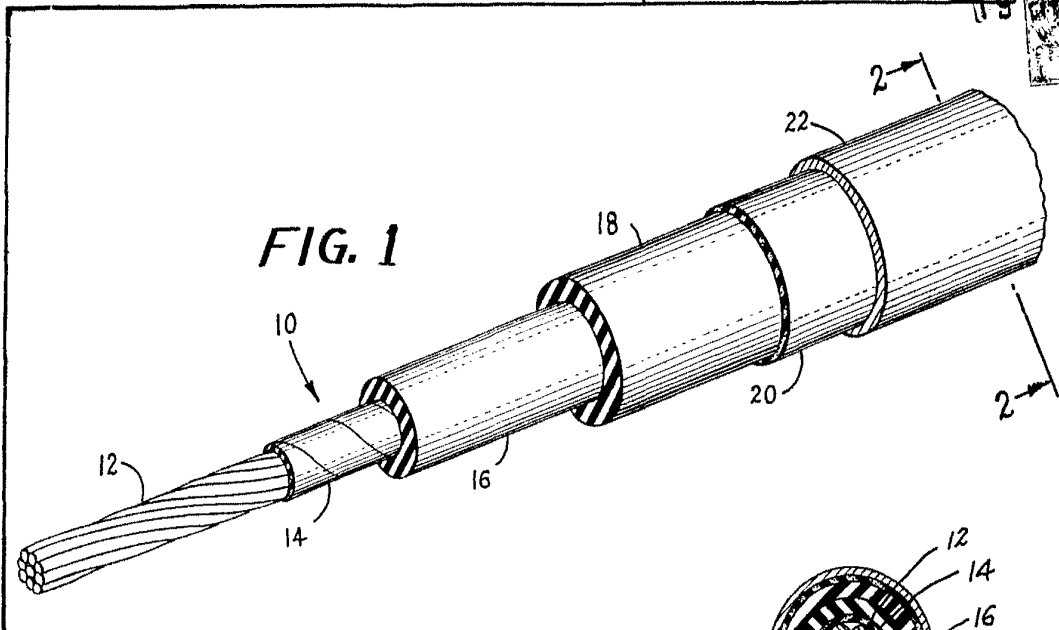


FIG. 1

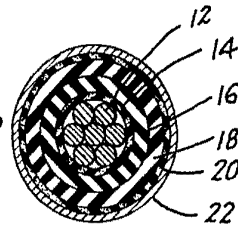


FIG. 2

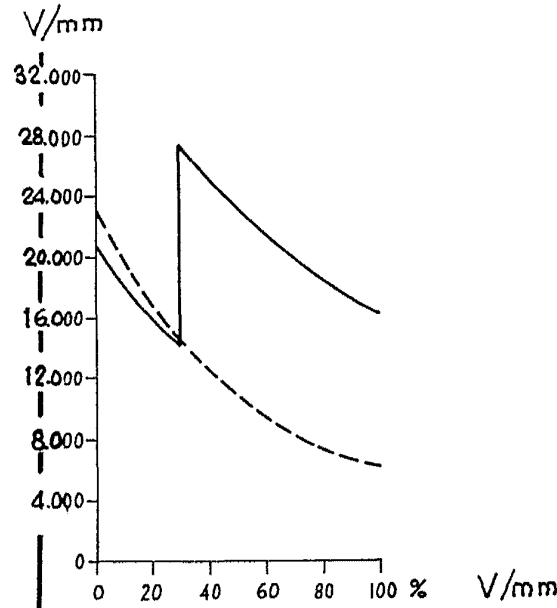


FIG. 3

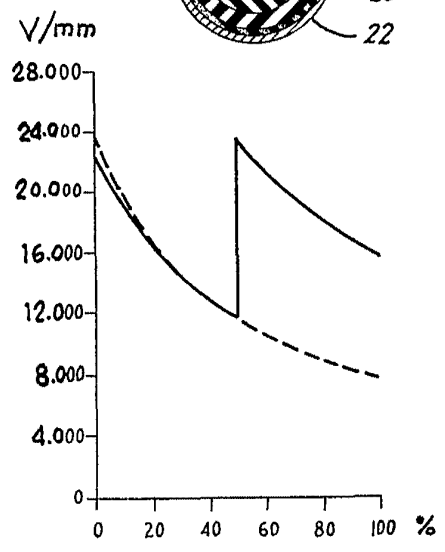


FIG. 4

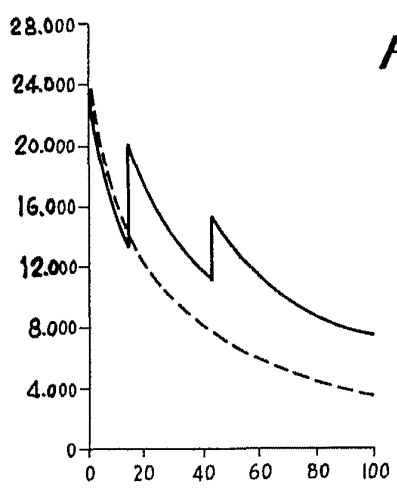


FIG. 5

Alfonso de Echeburu