

345904



PATENTE DE INVENCION

Your file 12793

345904

Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en la construcción de cables con ductores de energía eléctrica para altos voltajes".

- - - - -

Solicitante: GENERAL CABLE CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 730 Third Avenue, New York, New York 10017, EE.UU. de A.

- - - - -

Esta invención se relaciona con cables conductores de energía eléctrica de alto voltaje, provistos de un conductor metálico rodeado por una pared de aislamiento enrollado e impregnado con un aceite aislante de alto grado, y lleno de aceite aislante o de un gas inerte.

345904



5. te, tal como nitrógeno. La forma preferida de la invención proporciona un perfeccionado cable conductor de energía eléctrica impregnado y lleno de aceite, capaz de funcionar a voltajes extremadamente elevados con dispersión de una cantidad de energía extremadamente baja en el aislamiento del mismo. Una forma variante, adecuada para funcionar a voltajes algo inferiores, pero todavía muy elevados, está llena de gas nitrógeno y muestra también una pérdida de energía extremadamente baja.
10. El papel celulósico impregnado de aceite, en uso común como aislamiento para calbes, tiene un factor de dispersión del orden del 0,25 al 0,50% aproximadamente y una constante dieléctrica media de 3,7 aproximadamente.
15. Se ha producido aislamiento de papel celulósico impregnado de aceite y dotado de unos factores de dispersión tan bajos como del 0,15% y una constante dieléctrica de 3,4 aproximadamente. En base de los actuales conocimientos, parece improbable una adicional mejora sustancial de estas propiedades en aislamientos de papel celulósico impregnado de aceite.
20. Al aumentar el voltaje de funcionamiento de un calbe, adquiere creciente importancia una baja pérdida dieléctrica. La pérdida dieléctrica es función directa de la constante dieléctrica, del factor de dispersión y del cuadrado del voltaje. El efecto de una elevada pérdida dieléctrica en un sistema de cables es una reducción de la cantidad de energía que puede ser transmitida. Como la constante dieléctrica de un determinado tipo de aislamiento es esencialmente la misma de todos
25. los voltajes, podemos considerar de momento solamente
- 30.

345904, OCT. 1961



los otros dos factores que influyen en la pérdida dieléctrica. Así, con un determinado factor de dispersión, la pérdida dieléctrica a 230 kv es 2,77 veces mayor que a 138 kv ($((230/138)^2 = 2,77)$); a 345 kv es 6,25 veces mayor que a 138 kv y a 500 kv es 13,1 veces mayor que a 138 kv. Estas relaciones se refieren a cables de las mismas dimensiones. De hecho, se usará más aislamiento al aumentar el voltaje, con una correspondiente disminución de capacitancia, de manera que las pérdidas comparativas a superiores voltajes no sean tan elevadas como se han indicado, pero seguirán siendo mayores según factores muy grandes.

Los cables aislados con papel celulósico impregnado de aceite, funcionando a voltajes tan elevados como de 345 kv, se hallan en uso comercial. Ensayos realizados sobre el terreno han indicado que tales cables pueden construirse para funcionar a voltajes talvez tan elevados como de 400 kv. Sin embargo, por encima de este voltaje es dudoso que la energía perdida en el aislamiento pueda mantenerse suficientemente baja como para satisfacer a los ingenieros encargados de servicios de utilidad pública. A voltajes superiores a 500 kv, por ejemplo de 750 kv, es excesiva esta pérdida de energía, indudablemente, para el aislamiento de papel celulósico.

A fin de reducir esta pérdida de energía, se ha sugerido en el pasado usar materiales aislantes distintos al papel a base de fibras celulósicas. Por ejemplo, se ha sugerido el empleo de polímeros sintéticos, una serie de los cuales posee propiedades eléctricas y mecánicas evidentemente adecuadas para utilizarlos en

345904



cables de funcionamiento a voltajes extremadamente elevados. Estos polímeros sintéticos son ordinariamente obtenibles en forma de películas de unas 7 a 25 centésimas de milímetro de grosor.

5. Cuando se aplican películas de polímeros sintéticos a un conductor en forma de envolturas helicoidales superpuestas para constituir una gruesa pared, por ejemplo de 20 a 25 milímetros de espesor, es imposible impregnar dicha pared por los procedimientos usados en la impregnación de paredes aislantes de cinta fibrosa, Las películas en cuestión pueden producirse mediante extrusión o revestimiento con soluciones de resinas tales como polietilenos, policarbonatos, poliésteres y otras. Estas películas son estructuras homogéneas o isotrópicas, en contraste con el papel de base celulósica, que se forma de fibras entrelazadas entre sí. El aceite aislante usado en los actuales cables conductores de energía con aislamiento a base de papel celulósico para elevados voltajes, impregna y cubre por completo las cintas de papel fibroso y reviste a las fibras individuales, La elevada rigidez dieléctrica de los actuales cables recubiertos de papel y aceite para elevados voltajes se debe a la subdivisión del aceite en capas extremadamente delgadas formadas entre las fibras celulósicas y entre las capas de cinta de papel. Esta subdivisión del aceite en capas extremadamente delgadas no puede obtenerse evidentemente mediante el uso de películas plásticas no porosas firmemente enrolladas una sobre otra. Las películas son algo extensibles y durante la operación de enrollamiento
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

345904



to se hunden en los espacios de junta de una capa subyacente.

Para vencer este problema, se ha sugerido una serie de modificaciones. Por una parte, se ha sugerido

5. el arrugamiento o estampado de las superficies de las películas polímeras sintéticas a fin de establecer unos canales a través de los cuales pueda circular el impregnador entre las capas enrolladas, Por otra parte, se ha sugerido la producción de cintas compuestas en las que
10. se lamina una película polímera sintética con un papel celulósico o entre dos de estos papeles, funcionando ta les papeles, relativamente porosos, como proporcionadores de los necesarios canales a través de los cuales pueda circular el impregnador, También se ha sugerido
15. la aplicación de cintas alternas de papel celulósico y películas polímeras sintéticas que hagan las veces del sistema correspondiente a la segunda sugerencia.

Todas estas ideas presentan desventajas en el sentido de que son costosas y que, en dos de estos ca-

20. sos, el aislamiento del cable sigue conteniendo el material celulósico de pérdida relativamente elevada. Pa ra vencer estos inconvenientes, la presente invención usa una estructura a modo de papel fibroso en forma de cinta construída de polietileno de elevada densidad.
25. Este material puede considerarse como papel polímero poroso dotado de una resistencia al aire comparable a la de los papeles celulósicos de baja densidad actualmente usados para aislamientos de cables de alto voltaje.

30. Un objeto de esta invención es proporcionar

345904-900



5. cables eléctricos llenos de aceite o de gas, adecuados para funcionar a voltajes extremadamente elevados con pérdida dieléctrica suficientemente baja para hacer el uso de tales cables económicamente factibles. Otro objeto de la invención es vencer los inconvenientes del uso de envolturas superpuestas de cintas polímeras sintéticas en cables eléctricos para altos voltajes, substituyendo las películas polímeras hasta ahora usadas por cintas polímeras a manera de papel fibroso que tengan una resistencia al aire del orden correspondiente al de papel celulósico. Otro objeto de la invención es proporcionar un cable eléctrico para altos voltajes, en el que el aislamiento comprenda una pared no celulósica de capas helicoidalmente enrolladas y superpuestas de cinta a modo de papel fibroso, producida con polietileno de levada densidad, Otro objeto es proporcionar un método de impregnación de tal cable. Otros objetos y ventajas de la invención se describirán o quedarán de manifiesto al avanzar esta descripción.

10. 15. 20. Los adjunto dibujos muestran a efectos ilustrativos un cable que incorpora la presente invención. La figura 1 es un alzado de un corto segmento del cable ilustrativo, estando cortados los elementos del cable en distancias progresivamente mayores para mostrar la construcción; y la figura 2 es una sección transversal del cable de la figura 1, sustancialmente por la línea 2-2.

25. 30. El conductor 11 del cable puede ser de cualquier construcción adecuada. A efectos ilustrativos, se muestra un conductor segmentado hueco. Cada uno de los

345904



10 OCT. 1951

seis segmentos puede trenzarse de manera convencional. Preferiblemente se aplicará una cubierta protectora al conductor, como se muestra en 12. Superponiéndose al conductor protegido, hay una pared aislante 13 que comprende muchas vueltas helicoidales y superpuestas de cintas fibrosas, cada una de las cuales comprende una lámina de fibras de material polímero sintético irregularmente dispuestas, altamente dispersas y de filamentos continuos, cuyas fibras están unidas principalmente en los cruces de los filamentos. El grosor de la cinta puede ser similar al de la cinta aislante de papel celulósico y el grosor de esta pared aislante estará determinado por el voltaje a que se destina el cable. En la figura 1 se muestra la cinta aislante exterior parcialmente desenrollada simplemente a efectos ilustrativos. Sobre la pared de aislamiento se aplica la cubierta protectora 14 de la misma. La vaina exterior 15 puede ser de cualquier construcción adecuada, por ejemplo de plomo o, si el cable ha de introducirse de una tubería que ha de llenarse de aceite o de gas a presión, la vaina exterior aplicada en la fábrica puede ser temporal, para su retirada del cable al introducirse éste en la tubería citada. Se comprenderá que los detalles de la construcción del conductor, de las capas protectoras y de la vaina pueden variar ampliamente.

La Du Pont Company produce un material laminar de una estructura análoga a la del papel fibroso, formado de polietileno de elevada densidad. Este material es descrito por Du Pont como "Spunbonded", cuya palabra se usa como adjetivo y se define como "término

345904



descriptivo para estructuras fibrosas fabricadas con materiales filamentosos polímeros sintéticos y continuos, en un proceso integrado de hilado y aglutinación".

5. El material usado en los experimentos que se describirá aquí es designado por Du Pont como "Yipo 822, Serie R". Este material tiene un peso de 68 gramos/metro cuadrado y un espesor de 165 milésimas de milímetro. Los diámetros de las fibras son comparables a los de las fibras de papel celulósico, es decir son de orden micrométrico. Por otra parte, el papel polietilénico hilado y aglutinado consta de fibras largas y prácticamente continuas, en contraste con las fibras de papel celulósico cortas. Las fibras son hiladas y aglutinadas entre sí principalmente en los cruces de los filamentos, a fin de producir una cinta que posea muchas de las propiedades mecánicas del papel celulósico y se comporte en forma muy parecida a éste último.

10. Este papel hilado y aglutinado se produce con polietileno esencialmente lineal y tiene un punto de reblandecimiento de 110 a 125°C aproximadamente. Para incrementar la resistencia de esta cinta a las temperaturas elevadas, puede ser transversalmente enlazada por procedimiento químico o electromagnético. El enlace transversal químico puede efectuarse mediante tratamiento con un adecuado peróxido orgánico. El enlace transversal electromagnético puede realizarse sometiendo la cinta a radiación electromagnética. En cualquier caso, la resistencia al calor puede elevarse mediante un incremento en el punto de reblandecimiento de 100-125°C a 150°C aproximadamente.

345904



Otro medio de efectivo reforzamiento de este papel polietilénico en presencia de calor podría consistir en laminarlo con una delgada hoja de papel celulósico que, al tener mayor estabilidad dimensional en presencia de calor y aceite, reforzaría eficazmente el papel polietilénico. Un cable construido con tal cinta laminada, aunque no tan bueno, eléctricamente, como un cable aislado exclusivamente con el papel polietilénico, representa no obstante una mejora sobre otras formas de laminados anteriormente sugeridas, debido al inferior factor de pérdida y a la muy adecuada resistencia al aire del mismo.

La Tabla 1 indica importantes propiedades eléctricas y mecánicas del papel celulósico en uso comercial en cables para elevados voltajes, del papel polietilénico hilado y aglutinado y de otros tipos de papeles polímeros sintéticos, así como de películas compuestas de papel y polímero. El factor de pérdida del papel hilado y aglutinado es extremadamente bajo y muy inferior al de los otros tipos. Al mismo tiempo, la resistencia al aire de este material es adecuada para aplicaciones en cables de alto voltaje. La extremadamente baja resistencia al aire del papel de tereftalato polietilénico le hace inadecuado para cables de alto voltaje y la resistencia dieléctrica es baja. La estructura, análoga a la del papel, del tereftalato polietilénico y del poliacrilonitrilo, se constituye con fibras más bastas que están deficientemente entrelazadas, en comparación con las fibras de tamaño micrométrico y bien entrelazadas que constituyen el papel celulósico y el pa



345904

- pel de polietileno hilado y aglutinado. La baja resistencia al aire y la escasa rigidez dieléctrica de los papeles de poliacrilonitrilo y de tereftalato de polietileno impregnados de aceite se deben evidentemente a
5. estos dos factores: fibras bastas y carencia de un adecuado entrelazamiento. El hecho de que la resistencia al aire de la película de polipropileno/papel celulósico sea infinita la hace totalmente insatisfactoria, en comparación con el papel hilado y aglutinado, porque
10. ello significa que el impregnador de aceite no puede pasar a través del papel radialmente, sino que ha de pasar longitudinalmente entre las capas y radialmente sólo a través de los espacios de junta.

345904



345904

TABLA I

PRINCIPALES PROPIEDADES ELECTRI CAS Y MECANICAS DE LOS PAPELES
CELULOSICOS Y POLIMEROS SINTETI COS.

Propiedad	Papel celulósico	Papel de polietileno hilado y aglutinado	Papel de teref talato polie- tilénico	Papel de polia crilonitrilo	Papel de fibras celulo sicas encapsuladas en polietileno	Papel compuesto de película polipropilélica y papel ce- lulósico
Constante dieléctrica, 100°C	3.50	2.20	2.30	3.45	2.53	2.87
Factor de Potencia, %, 100°C	0.27	0.05	0.26	5.60	7.97	0.17
Factor de Pérdida, %, 100°C	0.95	0.11	0.60	19.3	20.3	0.49
Resistencia Gurley al aire, segundos	1090	145	0	11.5	Infinita	Infinita
Módulo de elasticidad en tensión, -5 gramos/cm ² x 10	457	38'3	2601	-	-	843'6
Rigidez Gurley corrigida a 127 milésimas de milímetro	375	44.8	150	108	453	150

Los datos anteriores corresponden a papeles impregnados con un aceite aislante de alto grado.

345904

TABLA 1

PRINCIPALES PROPIEDADES ELECTRICAS Y MECANICAS DE PAPIEROS Y POLIMEROS SINTETICOS.

<u>Propiedad</u>	<u>Papel celulósico</u>	<u>Papel de polietileno hilado y aglutinado</u>	<u>Papel de tereftalato polietilénico</u>	<u>Papel de crilón</u>
Constante dieléctrica, 100°C	3.50	2.20	2.30	3
Factor de Potencia, %, 100°C	0.27	0.05	0.26	5
Factor de Pérdida, %, 100°C	0.95	0.11	0.60	19
Resistencia Gurley al aire, segundos	1090	145	0	11
Módulo de elasticidad en tensión, gramos/cm ² x 10 ⁻⁵	457	38'3	2601	
Rigidez Gurley corregida a 127 milésimas de milímetro	375	44.8	150	1

Los datos anteriores corresponden a papeles impregnados con un aceite

345904



ELECTRICAS Y MECANICAS DE LOS PAPELES
SINTETICOS.

<u>de terf</u>	<u>Papel de polia</u>	<u>Papel de fibras celuló</u>	<u>Papel compuesto de película</u>
<u>co</u>	<u>crilonitrilo</u>	<u>sicas encapsuladas en</u>	<u>polipropilénica y papel ce-</u>
		<u>polietileno</u>	<u>lulósico</u>
.30	3.45	2.53	2.87
.26	5.60	7.97	0.17
.60	19.3	20.3	0.49
	11.5	Infinita	Infinita
501	-	-	843'6
150	108	453	150

con un aceite aislante de alto grado.

345904

9 OCT 1951



Las grandes ventajas del papel polietilénico hilado y aglutinado sobre los otros tipos resultan evidentes en la tabla 1. Dicho papel posee, con mucho, el más bajo factor de pérdida y al mismo tiempo presenta

5. unas razonables propiedades mecánicas, tales como resistencia al aire y rigidez. La superior resistencia al aire de esta cinta se explica por el diámetro micrométrico de las fibras y su mejor entrelazado, en comparación con todos los demás tipos de papeles medidos, producidos con polímeros sintéticos, de los cuales el tereftalato polietilénico y el poliacrilonitrilo son sólo dos ejemplos.

En la fabricación de cable convencional aislado con papel impregnado de aceite, el secado del papel antes de la impregnación con aceite se lleva a cabo al vacío y preferiblemente a temperaturas superiores a 100°C. Esto es necesario porque el papel celulósico contiene del 1 al 6% de humedad, dependiendo de las condiciones de humedad reinantes en el momento en que se elabora el cable. En contraste, el papel de polietileno hilado y aglutinado es insensible a la humedad y contiene menos del 0,1% de la misma. En vista de este hecho, un más corto tiempo de secado y unas inferiores temperaturas para el mismo son adecuadas para eliminar toda

15. humedad superficial que pueda haber sobre el cable aislado con papel de polietileno hilado y aglutinado. Un secado al vacío, seguido de impregnación con aceite a 50°C, es suficiente. La elaboración a esta temperatura muy inferior a la convencional, feduce la posibilidad

20. de dilatación del polietileno.

25.

30.

345904



Los cables producidos con cinta de polietileno hilado y aglutinado han demostrado poseer excelentes propiedades mecánicas en su manipulación, tal como en su doblamiento. Presentan un factor de pérdida extremadamente bajo, que les hace adecuados para funcionar entre 500 y 700 kv y tal vez más. Las propiedades de estos cables se indican en la Tabla II.

TABLA II
PROPIEDADES DE CABLES PRODUCIDOS CON PAPELES DE FIBRAS CELULOSICAS Y SINTETICAS.

<u>Propiedad</u>	<u>Cable convencional con papel celulósico.</u>	<u>Cable perfeccionado con papel celulósico</u>	<u>Cable con papel polietilénico hilado y aglutinado</u>
Constante dieléctrica, 100°C	3.40	3.30	2.20
Factor de Potencia %, a 100°C	0.28	0.16	0.04
Factor de pérdida, %, a 100°C	0.95	0.53	0.09

El bajo factor de pérdida obtenido con el uso del papel de polietileno hilado y aglutinado resulta inmediatamente evidente. Este valor se obtiene porque el factor de Potencia, así como la constante dieléctrica, del papel polietilénico hilado y aglutinado, son inferiores incluso a los del grado perfeccionado de papel celulósico usado en la fabricación de cable homologado a 345 kv.

Esta invención puede modificarse y materializarse de diversas maneras dentro del ámbito de las ad-

- 14 -
345904



juntas reivindicaciones.

NOTA

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente presentada en norteamérica con fecha y número siguientes: 21 de octubre de 1966 Ser. No. 588.565, acogiéndose por tanto a los beneficios que concedan los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: "Perfeccionamientos en la construcción de cables conductores de energía eléctrica para altos voltajes"; caracterizándose por lo siguiente:
- 1a.- Perfeccionamientos en la construcción de cables conductores de energía eléctrica para altos voltajes, del tipo que comprenden un conductor aislado con vueltas helicoidales y superpuestas de cintas fibrosas caracterizados porque dichas cintas se constituyen con láminas de fibras de filamentos continuos dispuestas al azar y altamente dispersas, de material polímero sintético, aglutinado principalmente en los puntos de cruce de los filamentos; aceite aislante que impregna al aislamiento enrollado; una vaina impermeable que encierra al conductor aislado y una masa de fluido aislante a presión que llena a la vaina.
- 2a.- Perfeccionamientos según la reivindicación

345904



ción 1ª, caracterizados porque las fibras polímeras sintéticas son de polietileno.

5. 3ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque las fibras polímeras son de polietileno de elevada densidad.

4ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque las cintas fibrosas están compuestas de fibras polietilénicas esencialmente lineales.

10. 5ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque las cintas fibrosas se constituyen con fibras polietilénicas hiladas y aglutinadas.

15. 6ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores caracterizados porque una vez continuado el conductor aislado se seca al vacío a una temperatura no superior a 50°C aproximadamente, y se impregna el aislamiento con aceite a una temperatura similar.

20. 7ª.- Perfeccionamientos en la construcción de cables conductores de energía eléctrica para altos voltajes; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y dibujos adjuntos.

25. Esta Memoria consta de 15 hojas escritas a máquina por una sola cara.

9 OCT. 1967

Madrid,

GENERAL CABLE CORPORATION.

GÓMEZ ACEBO Y MODEY

p. p. Firmados F. Hernández Ruiz

345904



FIG. 1.

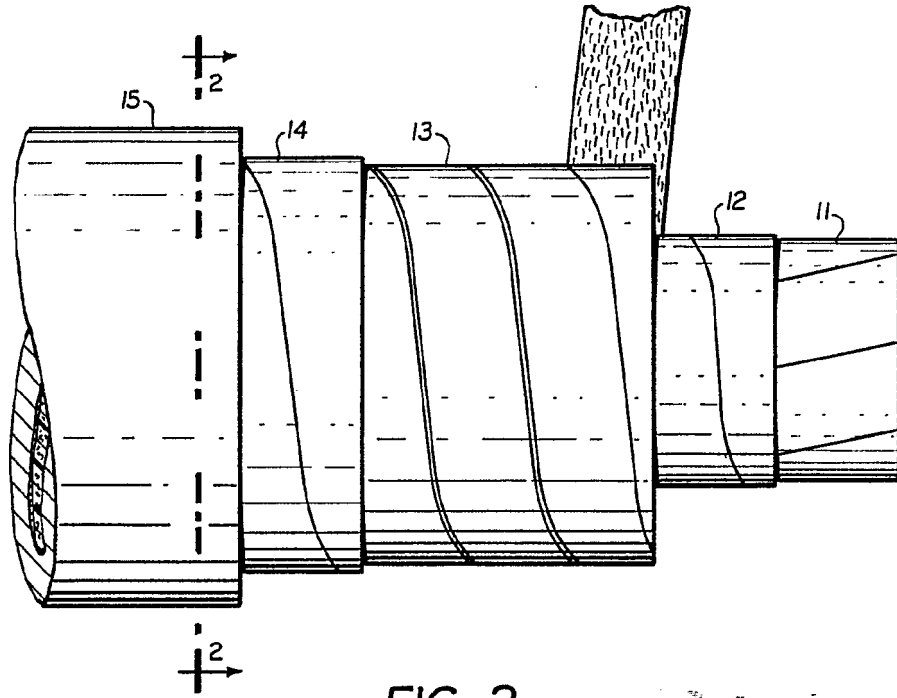
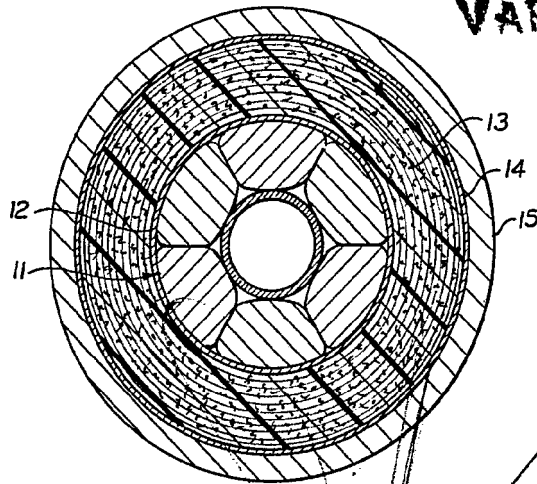


FIG. 2.



VARIABLE

Madrid 9 OCT. 1907
GOMEZ ACEBO Y MOGAS
C. p. Eduardo S. Hernández de Pita