

442635

442.635Cl.

H01G

27 DIC. 1976

MEMORIA DESCRIPTIVA

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN "LOS CONDENSADORES ELECTRICOS DE "LARGA VIDA".

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHENECTADY (New-York),
1, River-Road.

Nacionalidad : ESTADOUNIDENSE.

(P. 3.609, A-R).
(Dkt. 36-0A-3199/
3249/3250).

POOR
QUALITY

Este invento se refiere a un impregnante de éster líquido estabilizado para dispositivos eléctricos, y más particularmente, a un impregnante de éster aromático estabilizado mejorado particularmente adaptado al uso en condensadores eléctricos. El invento se refiere a condensadores impregnados con dicho impregnante de éster líquido estabilizado y a un procedimiento para su obtención.

De acuerdo con este invento, el impregnante líquido dieléctrico para su uso en un aparato eléctrico comprende un éster líquido aromático al que se le ha añadido un material epoxidico capaz de interacción o acción conjugada con impurezas nocivas presentes o generadas en el aparato eléctrico durante su funcionamiento para impedir el efecto de degradación de dicho éster aromático.

Más específicamente, el éster aromático adecuado puede ser un derivado del ácido ftálico, y para el propósito de este invento, el éster preferido es el producto de reacción del ácido ftálico y del alcohol 2-etilhexílico, conocido como ftalato de di (2-etilhexilo) o más comúnmente ftalato de dioctilo (DOP). Cuando se emplea en lo que sigue, el término DOP se refiere recíprocamente al ftalato de di (2-etilhexilo).

Los ensayos de un condensador de corriente alterna han mostrado que el DOP no es un impregnante preferido para condensadores de corriente alterna que trabajan a alta tensión,

- a pesar de ciertas propiedades atractivas tales como la compatibilidad de condensador, la elevada constante dieléctrica, y la biodegradabilidad. Estas buenas propiedades son atenuadas por la inestabilidad a los esfuerzos eléctricos elevados
- 30.- y da como resultado una corta vida. Una indicación de la corta vida de un condensador es una disipación elevada o un factor de potencia rápidamente creciente. El factor de potencia, que es una medida de pérdidas eléctricas en un condensador, es un parámetro crítico generalmente en condensadores de potencia de corriente alterna que tiene esfuerzos de alta tensión. La inestabilidad eléctrica conduce a una temprana perforación o fallo que es crítico para un condensador de larga vida tal como los que se pueden obtener con los actuales condensadores de potencia impregnados con el difenilo clorado.
- 45.-
- 50.-

- La estabilización de un impregnante supone usualmente la adición de pequeñas cantidades de otro material al impregnante que mejorará al impregnante neutralizado las impurezas encontradas en el condensador, o generadas en él, que causan la degradación. Corrientemente, el impregnante a mejorar es ya un buen impregnante del condensador y efectivo y el aditivo estabilizador proporciona un grado de mejora. DOP es un material líquido que, cuando se utiliza como impregnante en condensadores sometidos a temperaturas elevadas y esfuerzos de alta tensión, muestra un rápido crecimiento del factor de potencia y subsiguientemente un temprano fallo del condensador. Por estas razones principalmente, el desarrollo del DOP como un impregnante de condensador eléctrico aceptable práctica y comercialmente ha sido
- 55.- negado.
- 60.-
- 55.-

Sin embargo, se ha descubierto ahora que el DOP puede ser alterado o estabilizado efectivamente de modo que pueda ser usado como el impregnante único o principal en un condensador de corriente alterna y bajo condiciones forzadas de alta tensión. Más particularmente, se ha descubierto que los epóxidos, que anteriormente eran considerados como alimentadores solamente del cloro (Cl) o cloruro de hidrógeno (ClH) interactúan de una manera diferente para estabilizar el DOP en una realización de condensador en la que el cloro o el cloruro de hidrógeno no están corrientemente presentes en los materiales o no son generados en ellos.

Este invento será mejor comprendido cuando se tome en relación con las siguientes descripciones y dibujos, en los cuales:

70.- La figura 1 es una sección de rollo de condensador ejemplar que utiliza papel como dieléctrico.

La figura 2 es un condensador completo en forma de lata cerrada que contiene la sección de rollo de la figura 1.

75.- La figura 3 es una vista en sección transversal de una parte de una sección de un rollo de un condensador que utiliza una película de resina sintética con dieléctrico.

La figura 4 es una vista de una parte de un rollo de un condensador que utiliza película de resina sintética mezclada y papel como dieléctrico.

80.- La figura 5 es una vista en sección transversal de una parte de una sección de rollo de un condensador que utiliza una película de resina sintética en una disposición dieléctrica diferente de un condensador.

85.- La figura 6 es un dibujo muy reducido de un ejemplo de un condensador de potencia que utiliza rollos múltiples y

común a las aplicaciones de condensadores de corrección de factor de potencia de gran tamaño, calentamiento de inducción y alte frecuencia.

- 90.- El DOP es un material que ha sido conocido en la técnica de los plastificantes químicos para materiales de resina sintética y está comercialmente disponible a partir de varias fuentes, por ejemplo bajo la denominación "Flexol" que describe un producto de la Unión Carbide Company. Una descripción del DOP como plastificante se encuentra en The Technology of Solvents and Plasticizers por Arthur K. Doolittle, copyright 1954 por la Unión Carbide and Carbon Corp., Properties of Individual Plasticizers, página 962-964. Adicionalmente, la Patente norteamericana No. 1.923.938 describe este producto con más detalle. Las características típicas de este producto se dan en la Tabla 1 siguiente.
- 95.-
- 100.-

TABA 1

Propiedades típicas del líquido DOP

Ftalato de di (2-etilhexilo)	$C_{24}H_{38}O_4$, peso molecular = 391
Densidad a 25° C	0,987 g/cm ³
105.- Índice de refracción $n_D^{20°C}$	1,4859
Punto de ebullición	229° C/5 mm de presión
Punto de vertido	-55° C
Constante dieléctrica (DK)	5,24/25° C
Factor de disipación en %	7,7%, 8,5% a 100° C/100 Hz
110.-	cuando se recibe en bidones de 208 litros
Viscosidad	37,78° C: 30 cs 98,9° C: 4,2 cs

- En la práctica de este invento, el DOP ha sido usado como el único impregnante en (a) condensadores en los que
- 115.-

solo se había usado material de papel como material dieléctrico, (b) condensadores en los que solo se había usado resina sintética como material dieléctrico, y (c) condensadores que utilizan una combinación mezclada de resina sintética y papel como materiales dieléctricos.

120.-

Tipicamente, una realización de condensador preferida de este invento incluye una o más secciones de rollo de condensador que están contenidas bastante apretadamente en un bote o caja en ajuste estrecho llenos con un impregnante líquido y cerrados. Una sección de rollo de condensador comprende tiras alternas de material dieléctrico y material de electrodo que pueden ser ensambladas en varias disposiciones o estructuras estratificadas como se ha observado, por ejemplo, en la anterior patente de Cox nº. 3.363.156.

125.-

Con referencia ahora a la figura 1, se ha descrito una sección 10 de rollo de condensador que incluye un par de hojas o láminas de electrodos 11 y 12 y tiras de papel dieléctrico 13 y 14. Las hojas de electrodos 11 y 12 pueden también ser formadas como capas metálicas sobre las tiras de papel 13 y 14 o sobre unas tiras dieléctricas separadas y adicionales de distintos materiales incluyendo papel y plásticos. Se utilizan unos conectadores o tomas eléctricas adecuados 15 y 16 para conectar las hojas de electrodos 11 y 12 a terminales de condensador apropiados 17 y 18.

130.-

La sección de rollo 10 está colocada en la lata 17 de la figura 2 y después de un secado y evacuación adecuados, la lata es llenada con un impregnante líquido y sellada. Los conectadores 18 y 19 de la lata se conectan a las tomas 15 y 16 de la sección del rollo 10 con propósitos de conexión eléctrica.

135.-

140.-

145.-

Cada tira de papel dieléctrico 13 y 14 puede ser reemplazada por tiras de papel múltiples a fin de tener un dieléctrico grueso o para tener la ventaja eléctrica de la utilización de tiras múltiples. Cada tira 13 y 14 puede también ser reemplazada por una o más tiras de resina sintética 20 y 21, como se ha mostrado en la figura 3, o con un dieléctrico mezclado de una tira de papel 13 y una tira 20 de resina, como se ha mostrado en las figuras 4 y 5. Se han encontrado construcciones y realizaciones típicas adicionales y sus descripciones en la Patente norteamericana antes mencionada n.º. 3.363.156 de Cox.

En estas realizaciones típicas, el impregnante líquido dieléctrico es hecho penetrar, atravesar y llenar todos los intersticios, vacíos y espacios encontrados en y entre las tiras dieléctricas 13 y 14. Esta clase de impregnación completa esencialmente denominada impregnación, es necesaria para reducir la presencia de descargas corona nocivas en condensadores de corriente alterna a su tensión de aplicación, y para impedir la formación de arcos. El impregnante, estando en el campo eléctrico entre los electrodos, está sometido a esfuerzos a alta tensión, algunas descargas corona, temperaturas elevadas y fluctuantes, y otras condiciones ambientales nocivas. En los condensadores de potencia, por ejemplo, estas condiciones no se espera que causen fallos del condensador sobre una vida activa de 10 a 20 años.

Consiguientemente, en la técnica de condensadores, se tiene el mayor cuidado para proporcionar materiales del alto grado de pureza y compatibles tales como papel y difenilo clorado, y se emplea el mayor esfuerzo para extraer gases y vapor de agua por medio de procedimientos de secado a alta

- temperatura y evacuación. Las impurezas de un condensador pueden estar presentes en los materiales y estructura por medio de gases, vapor de agua e impurezas sólidas tales como elementos químicos y compuestos encontrados en los otros ma-
- 180.- teriales, por ejemplo en el papel o en la película de polipropileno. Estos elementos y compuestos químicos pueden ser de una naturaleza extraña, o ser utilizados en la producción de los otros materiales y son introducidos por esta razón. Un catalizador típico proporcionará impurezas en forma de
- 185.- sales de aluminio y titanio. Las impurezas durmientes pueden ser liberadas por el impregnante. Por ejemplo, el impregnante de difenilo clorado es un disolvente que disuelve y transporta impurezas y suelta impurezas en el dieléctrico, que son perjudiciales para el condensador. Las im-
- 190.- purezas reaccionan desfavorablemente con el impregnante o se combinan de otro modo para reaccionar con el impregnante, dando como resultado una degradación usualmente observada en primer lugar en un condensador por un incremento del factor de potencia.
- 195.- Las condiciones de temperatura elevada en un condensador en funcionamiento y las menores descargas eléctricas y de corona que ocurren, activan las impurezas que dan como resultado la degradación del condensador. Los elementos principales conocidos que provocan fallor tempranos en los
- 200.- condensadores son el hidrógeno y el cloro que se combinan para dar, por ejemplo, cloruro de hidrógeno, ClH . El cloro era por ello considerado como un elemento indeseable a tener en un impregnante de condensador o incorporado en otros materiales del condensador. Desafortunadamente, sigue sien-
- 205.- do, por otras razones, un componente crítico en cantidades

significativas en los mejores condensadores de corriente alterna disponibles, es decir, difenilo policlorado. Debido a estas condiciones, se propusieron muchos aditivos para los impregnantes de difenilo clorado para actuar como eliminadores de HCl, cloro o hidrógeno y de este modo aumentar la efectividad y la vida de los condensadores. Algunos de estos aditivos eran el tetrafenilo de estaño, la antraquinona y los epóxidos.

Como se ha establecido previamente, los anteriores esfuerzos para utilizar DOP para impregnar condensadores de corriente alterna, fueron prohibidos severamente por el elevado factor de potencia y las características de rápida degradación experimentados por tales condensadores de corriente alterna impregnados con DOP. Como el DOP contiene componentes clorados no conocidos faltó la razón convincente para el uso de los aditivos señalados. Ensayos realizados en condensadores de corriente alterna impregnados con DOP sometidos a esfuerzos de alta tensión, tales como los descritos en las figuras 1 y 2, indican, inicialmente resultados eléctricos claramente buenos. Sin embargo, en ensayos de vida acelerada a elevada temperatura, tuvieron lugar fallos de números de condensadores crecientes y prohibitivos, indicados principalmente por factores de potencia crecientes y subsiguientes fallos eléctricos. Los ensayos se repitieron con el condensador de las figuras 3 y 4, que se diferencia del condensador de la figura 1 en que las tiras de película de resina sintética están incluidas en o reemplazan a las tiras de papel 13 y 14 de la figura 1. Ocurrieron fallos similares a los del condensador de papel.

El examen de ambos casos probó la presencia de algo de HCl

o cloro tal como era de esperar en un condensador impregnado con difenilo clorado.

- Se descubrió inesperadamente que la adición de un compuesto epoxídico al DOP estabilizado efectivamente un condensador impregnado con DOP contra los fallos tempranos y corta vida. Una repetición del anterior ensayo y otros ensayos apropiados con el uso de un epóxido mostraron una gran reducción de fallos como se puede observar en los siguientes ejemplos. En estos ejemplos, el DOP fué purificado por un procedimiento de filtración en columna utilizando alúmina o tierras arcillosas como material filtrante. Además, el procedimiento de impregnación se refiere generalmente al descrito en la mencionada patente norteamericana n.º. 3.363.156 Cox, incluyendo el secado de los condensadores sometiendoles a temperaturas elevadas, que pueden ser superiores a 100º C y usualmente inferiores a aproximadamente 125º C, durante varias horas. Durante este ciclo, los condensadores estuvieron bajo condiciones de vacío de menos de 200 μ de mercurio. Después de impregnación con DOP, que se hizo a aproximadamente 70 a 80º C, los condensadores fueron cerrados y luego calentados a aproximadamente 100º C durante varias horas, por ejemplo 4 a 16 horas. En el periodo de calentamiento, no se incluyó el retraso de temperatura en el condensador para alcanzar el deseado nivel y el enfriamiento a temperatura ambiente. Los tiempos dados son los tiempos a temperatura.
- 240.-
245.-
250.-
255.-
260.-

EJEMPLO I

- Se ensamblaron dos juegos de condensadores de diez cada uno como se ha descrito con respecto a las figuras 1 y 2. Las tiras dieléctricas de papel 13 y 14 comprende cada
- 265.-

una un par de tiras de papel, una de las cuales tenía un ancho de 25 mm y 7,5 mm de espesor, y la otra tenía un ancho de 25 mm y 8,75 mm de espesor. Condensadores sin cerrar de la figura 2 se sometieron a temperatura elevada de 250 C y condiciones de vacío durante varias horas. Después de 270.- ello, los condensadores del Grupo 1 fueron llenados con DOP purificado y los condensadores del Grupo 2 fueron llenados con el mismo DOP purificado al que se añadió un 1% en peso de un epóxido conocido como eter diglicidílico de 275.- bisfenol A (resina epoxídica de Dow /-/ 300, un producto de Dow Chemical Co.). Los resultados están indicados en la tabla siguiente.

ENSAYO DE DURACIÓN

380 voltios, c.a. (VCA y a 1000C

280.-		<u>Fallado/horas</u>
	Grupo 1	6 - 4200
	Grupo 2 (Epóxido)	0 - 4279

550 voltios, c.a. (VCA y a 850C

	Grupo 1	7 - 1130
285.-	Grupo 2	2 - 4205

Se ha visto a partir de los valores anteriores que los fallos se redujeron significativamente y la vida fué aumentada en aquellos condensadores que contienen el aditivo epoxídico. En el primer ensayo de vida, los condensadores fueron ensayados en condiciones rigurosas de 1000 C y 380 290.- voltios de corriente alterna. A pesar de estas condiciones, no hubo fallos en 4279 horas de funcionamiento mientras que seis de los condensadores que no contenían epóxido fallaron en 4200 horas. En condiciones incluso más rigurosas del 295.- segundo ensayo de vida, los resultados mejorados son igual-

mente sorprendentes.

El marcado beneficio de adición de epóxido a los condensadores con dieléctrico de papel es notable. Corrientemente, la conocida generación de vapor de agua por el papel y la hidrólisis conocida a productos ionizables del éster DOP serían incompatibles. Sin embargo, una cantidad muy pequeña de epóxido parece proporcionar una reacción favorable mayor que la esperada considerando las relaciones estequiométricas de los reactivos.

300.-
305.- En el ejemplo siguiente, condensadores de la clase de la figura 3, es decir que utilizan una película de resina de polipropileno sintética 20 y 21 como dieléctrico, se sometieron a ensayos similares.

EJEMPLO II

310.- En este ejemplo, se montaron dos grupos de condensadores sin cerrar, de diez cada uno, como se ha ilustrado en las figuras 1 y 2 y 3. El dieléctrico eran tiras de polipropileno isotáctico orientado biaxialmente de 46,8 mm de ancho y 8,75 mm de espesor. Los condensadores se sometieron a condiciones de secado en vacío a temperatura ambiente así como a condiciones de impregnación a temperatura ambiente. Los condensadores del Grupo 2 contenían el mismo DOP purificado pero con adición de 1,0% en peso de éster diglicidílico de bisfenol A. Los condensadores fueron secados al vacío e impregnados a temperatura ambiente, después de ello se cerraron, y se sometieron a calentamiento a 100° C durante dos horas. Los resultados son los siguientes.

CAPACITANCIA/FACTOR DE POTENCIA

320.-

A/300 VCA y 852C

	<u>100°C</u>	<u>85°C</u>	<u>Resistencia del dieléctrico de c.c. como kilovolts por 0,025 mm de espesor de polipropileno</u>
Grupo 1	3,52/0,39	3,58/0,34	
330.- Grupo 2 (Epóxido)	3,54/0,28	3,60/0,26	

Las mismas unidades se sometieron a un ensayo de duración como sigue:

ENSAYO DE DURACION

(300 VCA/85°C)

	<u>Horas hasta el fallo</u>
335.- Grupo 1	Quedaron 3 después de 256 horas
Grupo 2 (Epóxido)	Quedaron 7 después de 256 horas

340.-

EJEMPLO III

En este ejemplo, se realizó un experimento para comparar condensadores de este invento con condensadores similares anteriores que utilizan difenilo clorado como impregnante a los que se había añadido aproximadamente un 0,3% en peso de epóxido. Se montaron tres grupos de condensadores (diez en cada grupo) utilizando la construcción de la figura 3. El dieléctrico era película de polipropileno de 46,8 mm de ancho y 8,75 mm de espesor como en el Ejemplo II. Los condensadores se secaron bajo vacío a temperatura ambiente durante varias horas y a continuación se impregnaron a temperatura ambiente con el impregnante mencionado al que se añadió 1,0% en peso de eter diglicidilico de bisfenol A. Después de ello, se cerraron estos condensadores y se sometieron a calentamiento durante un período de 4 horas a 100°C. Los resultados de los ensayos de vida y de resisten-

cia dieléctrica (RD) medios a 180 voltios de corriente continua (VCC) de segunda clase de elevación a 85°C dentro del marco de este ejemplo se dan como sigue:

DS inicial	Nº Fallados/Nº	Ensayados/Horas
85°C-KV Med.	380 VCA/100°C	550 VCA/85°C

360.- Grupo 1

DOP purificado

Sin epóxido	1,92	7-10-256	6-9-256
-------------	------	----------	---------

Grupo 2

DOP purificado

365.- 1% de epóxido	1,95	6-9-867 (primer fallo a 394)	7-9-835
---------------------	------	------------------------------------	---------

Grupo 3

Difenilo clorado

+ epóxido	1,76	8-9-256	9-9-177
-----------	------	---------	---------

370.- Estos resultados muestran que el DOP estabilizado de este invento se conserva a los ensayos de vida a alta temperatura mejor que los otros condensadores. Hay que observar que el primer fallo de condensador con DOP-epóxido a 380 voltios de corriente alterna a 100°C no tuvo lugar hasta después de 394 horas, mientras que fallaron siete condensadores con DOP sin estabilización en 256 horas y fallaron ocho condensadores con difenilo clorado en 256 horas.

375.- Se montaron y trataron otras estructuras de condensadores con DOP que contenía como mucho un 10% en peso de eter diglicidílico de bisfenol A. Por ejemplo, la estructura de la figura 5 fué montada como un pequeño condensador con el impregnante DOP mencionado, e impregnado de acuerdo con las enseñanzas de la Patente Cox con buenos resultados.

380.- Puede verse a partir de los ejemplos anteriores que el epóxido juega o desempeña una parte crítica en el condensa-

385.-

durante su vida de funcionamiento. El estabilizador epoxídico de este invento está caracterizado en este medio ambiente particular como que es capaz de interacción con aquellos elementos o compuestos químicos corrientemente encontrados en, o generados durante el funcionamiento del condensador eléctrico para impedir a estos compuestos romper o degradar el DOP de otro modo. Estos elementos y compuestos, como se ha mencionado, son los generados en un condensador que utiliza DOP como impregnante y en ausencia de cualquier material que generaría HCl. La mayor parte de los epóxidos conocidos que son compatibles con el condensador de otro modo, parecen proporcionar el resultado deseado en grados de variación. En el medio ambiente del condensador, tanto el agua como los ácidos son formados o están presentes. Los esterres pueden romperse para formar ácidos y alcoholes. Se cree que el epóxido reacciona con tales ácidos e impide así al ácido degradar el éster o el condensador. El epóxido también parece hacer mínimo el problema de hidrólisis por combinación con el agua en el sistema. Se cree también que el epóxido pasiva o reviste las rayas de las hojas. En condensadores con dieléctrico de papel, el epóxido puede reaccionar con la celulosa para estabilizar el sistema. La función del epóxido parece ser significativamente diferente cuando hay un dieléctrico de película solo es decir, cuando no hay presente dieléctrico de papel en el condensador. Una razón para esto es la presencia de ciertos materiales en la película tales como estearatos y antioxidantes que no están presentes en el papel, y también el inferior contenido en agua de la película. Así la estabilización de un condensador de película totalmente im-

pregnado con éster puede ser obtenido por diferentes mecanismos intermedios que actualmente no se han comprendido bien.

420.- Aunque la función del epóxido tiene lugar en el resultado final con relación a un medio ambiente de condensador en funcionamiento, también desempeña una misión importante estando presente en el éster, es decir disuelto en él. En este medio ambiente, el epóxido reacciona con los productos de degradación del éster para hacer mínimo el problema

425.- de hidrólisis. También se combina con impurezas del éster o a las que el éster puede estar expuesto anteriormente a su utilización en un condensador, es decir, durante los procedimientos de almacenamiento, transferencia y manipulación.

430.- El compuesto epoxídico de este invento puede estar generalmente caracterizado por contener el grupo.



ejemplos del cual son éteres glicídilicos y derivados del óxido de etileno. Ejemplos específicos de estos compuestos son el óxido de fenoxi propileno (eter de glicidil fenilo) 435.- eter de glicidil alilo, óxido de bencil-etileno, óxido de estireno, 1,3 - bis (2,3-epoxi propoxi)benceno, y 4,4' - bis (2,3- epoxi-propoxi difenildimetilmetano. Además, se conocen compuestos epoxídicos comercialmente disponibles que

440.- se han encontrado adecuados para el uso en el invento como el EP107 que es el 4,5 epoxi tetrahidroftalato de di (2 etil exilo), EP201 que es ciclohexanocarboxilato de 3,4-epoxi-6metilciclohexilmetil-3,4-epoxi-6-metilo y EP206 que es 1 epoxietil-3,4-epoxiciclohexano. Pueden ser empleadas si se

445.- desea mezclas de dos o más de tales compuestos epoxídicos.

Las Patentes americanas que muestran uno o más de estos epóxidos son la 3.362.908, 3.242.401, 3.242.402, 3.170.986, todas las cuales han sido concedidas al mismo concesionario que el presente invento.

- 450.- Los ensayos indican que la clase particular de epóxido no es crítica. Pueden emplearse varios epóxidos o mezclas de epóxidos en tanto que sean añadidas cantidades efectivas. Una cantidad efectiva está relacionada principalmente al peso molecular, velocidad de reacción, y solubilidad en el impregnante. Se prefieren aquellos epóxidos de peso molecular elevado en mayores cantidades que los epóxidos de bajo peso molecular. En general son satisfactorias cantidades superiores a 0,01% y adecuadamente entre aproximadamente 0,01% en peso y 10% en peso. Los epóxidos realizan una función que se cree común a todos los epóxidos en razón de su estructura química. Su tiempo y efecto de reacción son favorables al DOP en el medio ambiente del condensador. En los anteriores ejemplos, se ha dado mayor importancia a los resultados comparativos de uso con, y uso sin, epóxidos.
- 465.- El epóxido de este invento puede ser introducido en un condensador por varios medios. Puede ser añadido al material dieléctrico de polipropileno durante su fabricación a incorporar en el material, o puede ser añadido al líquido DOP antes o después de la introducción en la envoltura del condensador. Se prefiere que el epóxido sea combinado con DOP como una solución y la solución se use para impregnar el condensador. Una razón principal para esta preferencia es que los ésteres que incluyen DOP son sensibles a temperaturas elevadas y pueden sufrir serias alteraciones o cambios con temperaturas crecientes. De acuerdo con esto, la
- 470.-
- 475.-

adición del epóxido al éster antes de tal calentamiento, particularmente durante el procedimiento de impregnación sirve para estabilizar el éster, aparte de la estabilización en el medio ambiente del condensador.

480.-

Se ha encontrado que el DOP es compatible con dieléctricos de película de polipropileno solamente, o con papel, la clase de impregnación que se prefiere es la descrita en la Patente norteamericana n.º. 3.363.156 Cox, y denominada como "impregnación esencialmente completa". En cierta forma,

485.-

la impregnación esencialmente completa incluye someter el condensador impregnado a temperaturas elevadas, preferiblemente por encima de 85°C aproximadamente durante un largo período de tiempo (estabilización térmica) para hacer que el DOP no solamente penetre en la estructura molecular del polipropileno sino para hacer que el polipropileno se convierta en algo similar a una membrana semipermeable con respecto al DOP y permitir que el DOP pase a través de la película. Se ha encontrado que el DOP penetra la película de polipropileno más lentamente que el difenilo

490.-

clorado. Los mejores resultados han sido observados cuando se emplea una evacuación o ciclo de secado más intensos. Un ciclo de secado de 24 horas con temperaturas de desde 130°C a 140°C se ha empleado efectivamente con la introducción de DOP en el condensador que ha tenido lugar a 100°C

495.-

aproximadamente.

500.-

La estabilización térmica puede ser continuada como un ciclo específico y después de la impregnación y el cerrado del condensador y es también un criterio importante. La estabilización térmica puede tener lugar a temperaturas

505.-

de por encima de 85°C aproximadamente y preferiblemente del

orden de 100°C a 120°C aproximadamente. Los mejores resultados han sido obtenidos en los condensadores más grandes y más difíciles de impregnar cuando después de la impregnación se han utilizado estabilizaciones térmicas múltiples.

- 510.- Por ejemplo, una primera estabilización térmica es efectuada colocando los condensadores en un horno y elevando la temperatura a aproximadamente 110°C. Después de 8 horas a esta temperatura, la temperatura se reduce y se permite que los condensadores se enfrien a temperatura ambiente. Después de ello, la temperatura del horno es aumentada a 110°C y mantenida durante un período adicional de 8 horas. Ensayos comparativos indican que la estabilización térmica múltiple descrita proporciona mejores resultados que una sola estabilización térmica durante 16 horas. Un procedimiento preferido para la fabricación de condensadores impregnados con DOP en el que está incluido el papel, incluye una cocción o ciclo de secado en vacío a temperatura elevada a 120-140°C, un ciclo de impregnación de por encima de 100°C aproximadamente, y estabilizaciones térmicas múltiples como se ha descrito. Donde solamente se utiliza película como dieléctrico, el ciclo de cocción puede ser reducido tanto en tiempo como en temperatura.
- 520.-
- 525.-

- 530.- La película de polipropileno como se ha descrito en la Patente norteamericana n.º 3.363.156 Cox, es decir, una película orientada biaxialmente, estereocristalina regular, se prefiere también y se usa en todos los ejemplos. Por cristalina, se entiende que el material tiene un contenido cristalino significativo y la cristalina domina las características físicas del material. El DOP no está limitado a los dieléctricos mencionados y otros miembros del grupo de las
- 535.-

poliolefinas así como otras resinas sintéticas tales como los policarbonatos, polisulfonas y poliésteres son utilizables como dieléctricos. El factor importante es la utilización de DOP junto con un estabilizador epóxidico.

- 540.- El impregnante estabilizado de este invento, particularmente el DOP es un impregnante mejorado para aquellos condensadores sometidos a esfuerzos o solicitaciones de alta tensión, y condiciones de temperatura elevada. Notablemente, una condición de solicitación de alta tensión sobre el dieléctrico, cuando el dieléctrico es una película de resina sintética tal como polipropileno, es de aproximadamente 750 voltios por 0,025 mm de espesor del polipropileno a por encima de 1200 voltios por 0,025 mm, comenzando la parte más crítica del margen de altas solicitudes en
- 545.- 900 voltios aproximadamente para 0,025 mm y extendiéndose hasta aproximadamente 1400 voltios por 0,025 mm. Concurrentemente, condensadores con estas solicitaciones son sometidos a una clase de impregnación, denominada como impregnación esencialmente completa en la Patente norteamericana
- 550.- n.º. 3.363.156, que conduce a una certeza en los resultados, por ejemplo, que proporciona, consistentemente, una tensión de arranque de corona elevada en relación al espesor del dieléctrico. En condensadores de potencia de la clase de alta tensión para aplicación de shunt en los que el espesor de dieléctrico total entre electrodos puede ser del orden
- 555.- de 0,025 mm, la tensión de arranque de corona debe ser superior a 2000 voltios generalmente (a temperatura ambiente), y en muchos casos excederá de aproximadamente 2500 voltios. En aplicaciones a baja tensión en las que se utilizan dieléctricos más delgados, la tensión de arranque de corona
- 560.-
- 565.-

puede ser inferior. la tensión de arranque de corona es usualmente de 1-1/2 a 2-1/2 veces el esfuerzo de más alta tensión en el dieléctrico a tensión de aplicaciones de condensadores a temperatura ambiente, y es estable bajo condiciones de funcionamiento variables del condensador.

570.-

El DOP es útil para muchas clases diferentes de sistemas dieléctricos de la clase de material dieléctrico sencillo, tal como todo papel, todo película, o mezclas de los mismos. Un ejemplo de un sistema dieléctrico mixto se ha mostrado en la disposición de la figura 4 en la que una hoja de papel 13 es adyacente a un electrodo 11. Puede verse que otros dieléctricos mixtos como en la figura 5 pueden incluir dos hojas de película 20 y 21 con una hoja intermedia de papel 13, o inversamente dos hojas de papel y una hoja intermedia de película.

575.-

580.-

La figura 6 representa una clase de condensador de corrección de factor de potencia a tensión elevada donde es esencial un factor de potencia bajo para su aceptabilidad. En la figura 6, el condensador 22 comprende un bote o caja anchos 23, por ejemplo de 22, 65 litros de volumen, en el que se usa un gran número de secciones de rollo 10 alargadas (10 a 40). Estas secciones de rollo 10 puede tener de 250 a 625 mm de longitud. Para ser efectivo, el impregnante DOP y el aditivo deben penetrar a través de cada sección de rollo 10 porque el fallo en una sección 10 solamente, causará el fallo en el condensador completo. Por ello, estos condensadores de potencia 22, sufren condiciones de secado extensas, por ejemplo, siendo sometidos a presiones bajas de menos de 200 μ y temperaturas elevadas a 100°C a 150°C durante 15 a 30 horas. Son llenados con el impregnante

585.-

590.-

595.-

mientras están todavía bajo vacío y a temperatura ligeramente elevada. Es corriente también para el impregnante, estar a 70-80°C durante el llenado de las envolturas. En este instante, el condensador es usualmente cerrado y sometido de nuevo a temperaturas elevadas de aproximadamente 80°C a 120°C durante largos períodos de tiempo, dependiendo del tamaño del condensador y de la clase de material dieléctrico utilizado. Los dieléctricos totalmente de papel requieren un período mínimo de tiempo y pueden no requerir ningún calentamiento subsiguiente. Un condensador todo película puede requerir una estabilización en caliente durante como mucho de 16 a 24 horas.

EJEMPLO IV

Se hicieron ensayos sobre otros impregnantes de éster aromático conteniendo aditivos antioxidantes. En uno de tales ensayos realizado con condensadores típicos como en los ejemplos anteriores, el dieléctrico fue polipropileno y el impregnante usado fue ftalato dicaprílico. El epóxido era 1,0% en peso de EP206. Estos condensadores fueron ensayados a 550 voltios de corriente alterna a 85°C bajo un esfuerzo de película extremadamente elevado de 1750 voltios por 0,025 mm de espesor del polipropileno. Sorprendentemente, estos condensadores, después de 9500 horas de vida, están funcionando igual que los condensadores de control utilizando difenilo clorado como impregnante.

EJEMPLO V

Los condensadores se hicieron utilizando la configuración de las figuras 2 y 3. El dieléctrico era una tira de 0,0125 mm de papel, de 90,625 mm de anchos, y dos tiras de 0,0175 mm de polipropileno de 90,625 mm de ancho. La capa-

- 630.- ciudad era de aproximadamente $0,5 \mu$ f. Los condensadores se secaron bajo vacío a 130-140°C de temperatura durante 24 horas y luego se impregnaron a una temperatura de 100°C. Había dos grupos de condensadores. En un grupo el impregnante era DOP más 1,0% en peso de epóxido y en el otro grupo el impregnante incluía 80% en peso de DOP y 20% en peso de dodecibenceno. A esta mezcla se le añadió 1,0% en peso de epóxido EP206. Después de ello, se cerraron estos condensadores y se sometieron a una estabilización en caliente de aproximadamente 100°C durante 8 horas aproximadamente. Los condensadores se sometieron a un ensayo de tensión de arranque de corona y a una estabilización en caliente adicional durante otras 8 horas. Los condensadores fueron sometidos de nuevo a un ensayo de tensión de arranque de corona. Este último ensayo mostró que la tensión de arranque de corona había aumentado notablemente por la segunda estabilización, en caliente que era necesaria para llevar el condensador a un nivel de corona satisfactorio y fue más elevada para el impregnante DOP dodecil-benceno que para el impregnante DOP sólo.

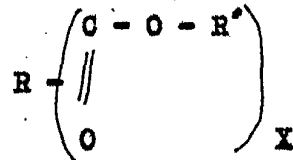
- 645.- No todos los líquidos dieléctricos son satisfactorios como impregnantes de condensador. Un líquido dieléctrico debe tener las propiedades generales de estar en forma purificada o purificable y tener un punto de ebullición y de descongelación fuera del rango de temperatura de funcionamiento del condensador y un punto de destello de aproximadamente por encima de 175°C. Además, el líquido debe tener una presión de vapor por debajo de la presión atmosférica para temperatura de aproximadamente 200°C y preferiblemente a aproximadamente 300°C y una constante dieléctrica su-

perior a 2, particularmente para dieléctricos de película de resina sintética tal como polipropileno, y preferiblemente de 4 y superiores para dieléctricos de papel. Además, el líquido debe tener una viscosidad relativamente baja, 660.- menor de aproximadamente 1000 sentistokes a 25°C, y permanecer líquido a -40°C.

El factor de potencia o el factor de disipación son criterios extremadamente importantes para un condensador, particularmente para un condensador de corrección de factor de potencia en corriente alterna, debido a que funciona corrientemente a temperaturas elevadas y está sometido usualmente a temperaturas elevadas en su proceso de fabricación. El factor de potencia tiende a aumentar rápidamente con la temperatura. El factor de potencia del propio impregnante purificado debe ser significativamente inferior al 10% y preferiblemente menor que el 5,0% medio a 100°C a 100 Herzios de modo que en el condensador final, el factor de potencia resultante pueda ser reducido a menos de un 1% aproximadamente. El factor de potencia bajo debe ser 670.- mantenido durante un largo período que se extiende durante muchos años.

Además el impregnante debe ser compatible con otros materiales en la estructura del condensador y ser capaz de conservar las temperaturas de funcionamiento del condensador fluctuantes en condiciones de esfuerzos de alta tensión. Facilidad de manejo, impregnación y otras características físicas son deseables. Además es muy deseable que el impregnante tenga un alto nivel de biodegradabilidad comparado a los bifenilos clorados y un bajo nivel de toxicidad. 680.- 685.-

Los ésteres aromáticos más adecuados para los propósitos de este invento satisfacen los criterios antes descritos y son preferidos en este invento. Los ésteres preferidos, que satisfacen de otro modo los ensayos dieléctricos apropiados, son el producto de la reacción de un ácido aromático y un alcohol. Una fórmula típica sería



695.- donde R es un sustituyente aromático o residuo de ácido pironelítico, teraftálico, ftálico, trimelítico, o uno de los grupos, fenilo, naftilo, bifenilo, tolilo, etc. y donde R' puede ser un grupo alcohilo o arilo tal como metilo, etilo, propilo, butilo, pentilo, hexilo, heptilo, octilo, nonilo, y decilo, etc. Estos son grupos alcohílicos de cadena robusta. Sin embargo, se incluyen también los grupos alcohílicos de cadena ramificada. A modo de ejemplo, estos pueden incluir 2-etilo, hexilo, isopropilo, isobutilo, isooctilo, etc. Ejemplos de éstares aromáticos de ácido ftálico que pueden ser útiles en la práctica de este invento incluyen series de dimetilo, dietilo, dipropilo, etc. Un ejemplo de un éster de ácido benzoico es el benzoato de butilo.

Además de los ácidos orgánicos, los ésteres de este invento incluyen los productos de reacción de otros ácidos particularmente el ácido fosfórico con los alcoholes antes mencionados. Ejemplos específicos incluyen el fosfato de tricresilo y el fosfato de trifenilo. Son también susceptibles de degradación por hidrólisis u oxidación y se benefician de la presencia de epóxidos. Los ésteres aromáticos de este invento son únicos porque las características de reacción

son similares pronosticablemente, de modo particular para los ésteres de ftalato, de modo que donde el otro componente, si lo hay, es un buen impregnante de condensador, por otra parte, la combinación del éster aromático y el epóxido es útil.

720.-

El éster de este invento puede comprender mezclas de ésteres o mezclas de éster y otros impregnantes satisfactorios de otro modo. Es de gran preferencia que los impregnantes finales incluyan el éster de este invento como su

725.-

componente principal o dominante. Para el propósito de este invento, una mezcla puede comprender mezclas de los ésteres de este invento con ejemplos que son DOP y ftalato de dibutilo, y DOP y didodeciltalato. La mezcla puede también comprender un éster de este invento con un éster alifático

730.-

tal como el sebacato de dibutilo o aceite de castor. La mezcla puede comprender además el éster de este invento con un hidrocarburo generalmente, tal como, aceite mineral, naftalenos alcohólicos, polibutenos y similares. Ejemplos específicos de estas mezclas son el DOP y el aceite mineral

735.-

y el DOP y el dodeciltenceno.

Las mezclas pueden incluir también otros ésteres tales como fosfatos, por ejemplo fosfato de tricresilo y fosfato de trifenilo. Las mezclas son utilizadas para proporcionar un impregnante final con unas características diferentes del éster de este invento, tal como una constante dieléctrica aumentada. El material añadido puede ser también usado en forma de un diluyente o como un auxiliar de impregnante, es decir un agente humectante. Un ejemplo de un material que realiza múltiples funciones es el dodeciltenceno que actúa

745.-

como un agente humectante y un impregnante y por ello puede

ser usado en cantidades relativamente grandes. Aunque es preferible que el éster de este invento predomine en la mezcla en ciertos aspectos como los referentes a las características dieléctricas, está dentro del concepto de este invento que pequeñas cantidades del éster de este invento puedan ser empleadas. Por ejemplo, de 10% aproximadamente a 40% aproximadamente en peso del éster de este invento puede ser añadido a otros impregnantes para alterar sus características. En el contexto de mezclas del presente invento, la mezcla puede comprender grandes cantidades de epóxido adecuado en el que el epóxido sirve para ambas funciones, es decir, estabilizador e impregnante.

Este invento cuando se ha llevado a la práctica, específicamente con ésteres aromáticos como se ha descrito, ha mostrado los más espectaculares resultados mejorados. Un éster aromático estabilizado con epóxido, tal como DOP, proporciona un impregnante inesperadamente igual y mejor en algunos casos que el mejor impregnante en uso actualmente, difenilo clorado.

765.- N O T A.-

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por veinte años, son los siguientes:

12.- Perfeccionamientos introducidos en los condensadores eléctricos de larga vida que comprenden una envoltura cerrada y al menos una sección de rollo de condensador cerrada en dicha envoltura; comprendiendo dicha sección de rollo un par de electrodos y un material dieléctrico entre ellos y un impregnante no halogenado en dicha envoltura e impregnando dicha sección de rollo, caracterizados porque dicho

impregnante comprende un éster aromático líquido y un aditivo epoxídico capaz de interacción con impurezas presentes en o generadas en el condensador durante su funcionamiento para impedir la degradación eléctrica de dicho condensador.

780.-

2a.- Perfeccionamientos según el punto 1a, según los cuales dicho aditivo es un epóxido líquido de baja volatilidad y alto peso molecular.

785.-

3a. Perfeccionamientos según los puntos 1a y 2a, según los cuales dicho éster aromático es un éster de ftalato.

4a.- Perfeccionamientos según el punto 3a, según los cuales dicho éster aromático es un éster de alcohol 2-etilhexilo.

790.-

5a.- Perfeccionamientos según los puntos 1a a 4a, según los cuales dicho epóxido es un éster diglicidílico de bisfenol A.

795.-

6a.- Perfeccionamientos según el punto 5a, según los cuales el epóxido es añadido en una cantidad mayor de aproximadamente 0,01% en peso y preferiblemente entre aproximadamente 0,01% a 10% en peso.

7a.- Perfeccionamientos según los puntos 1a a 6a, según los cuales un dieléctrico de papel es al menos una parte de dicho material dieléctrico.

800.-

8a.- Perfeccionamientos según los puntos 1a a 6a, según los cuales una resina sintética es al menos parte de dicho dieléctrico.

9a.- Perfeccionamientos según el punto 8a, según los cuales dicha resina sintética es polipropileno.

805.-

10a.- Perfeccionamientos según los puntos 1a a 6a, según los cuales dicho dieléctrico comprende un dieléctrico

mezcla de polipropileno y papel.

810.- 11a.- Perfeccionamientos según el punto 9a, según los cuales dicho polipropileno está bajo esfuerzo de tensión de corriente alterna, a la tensión de aplicación de dicho condensador de desde 750 aproximadamente a por encima de 1200 voltios por 0,025 mm de espesor de dicho polipropileno y dicho condensador tiene un factor de potencia de larga duración de menos de aproximadamente un 1,0% medio de temperatura ambiente.

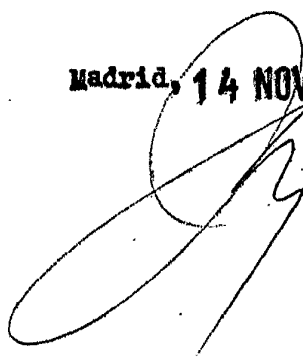
815.- 12a.- Perfeccionamientos según el punto 11a, según los cuales dicho esfuerzo o sollicitación de tensión es superior a 900 voltios por 0,025 mm y dicho condensador tiene un factor de potencia de funcionamiento de menor de aproximadamente un 0,5%.

820.- 13a.- Perfeccionamientos según los puntos 8a y 9a, según los cuales dicho par de electrodos comprende una superficie metalizada sobre la tira de resina sintética.

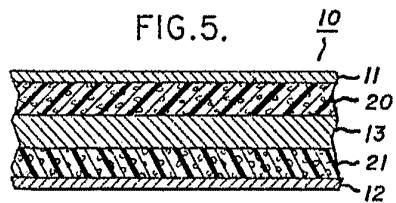
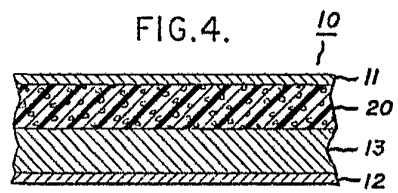
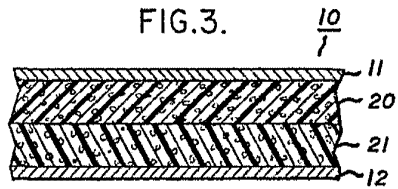
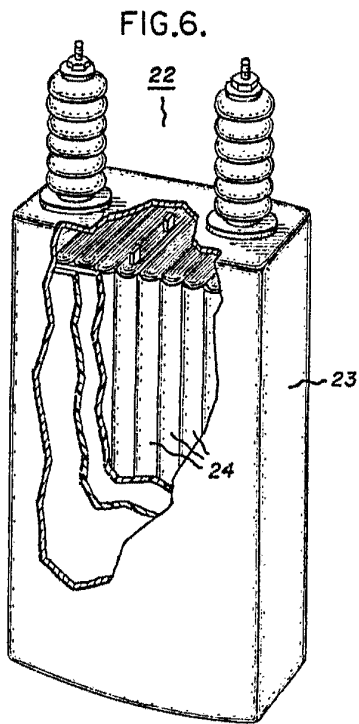
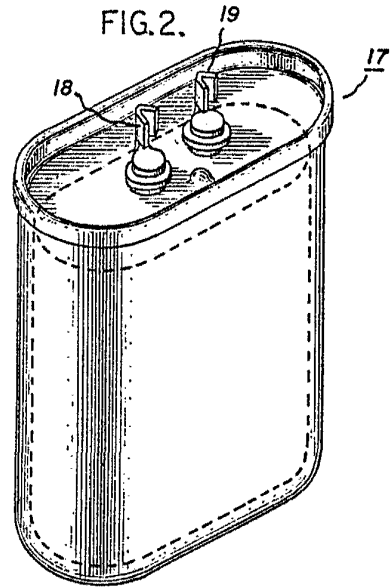
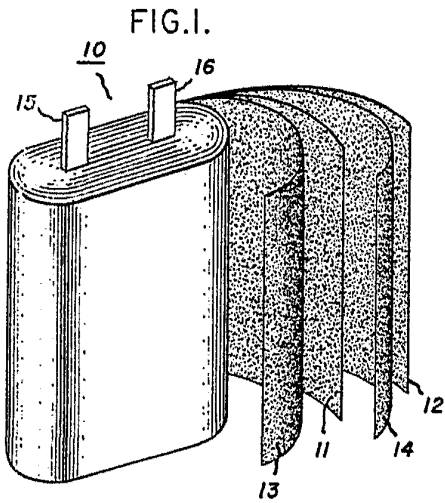
825.- 14a.- Perfeccionamientos según el punto 13a, según los cuales dicho condensador utiliza papel en su sistema dieléctrico y dicho proceso de cocción es continuado durante al menos, 24 horas aproximadamente.

830.- 15a.- "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LOS CONDENSADORES ELECTRICOS DE LARGA VIDA", todo tal y conforme se describe en la presente Memoria, la cual consta de 831 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

Madrid, 14 NOV. 1975



ESCALA VARIABLE.



Madrid, 14 NOV. 1975

13