



380689

| |
|-------------------|
| SECCION TECNICA |
| CLASIFICACION |
| CLASE <u>H-01</u> |
| SUBCLASE <u>B</u> |

MEMORIA DESCRIPTIVA

Correspondiente a la solicitud de registro de una Patente de Inven-
ción que, por veinte años se solicita registrar en España, a favor
de la firma SOCIETE GENERALE DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES ET MECANI-
QUES (ALSTHOM), de nacionalidad jurídica francesa, residente en PA-
RIS (Francia), Avánue Kléber, 38, -----

p o r

" PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE AGLUTINANTES PARA EL AISLA-
MIENTO ELECTRICO "

El presente invento se refiere a un procedimiento para la prepa-
ración de un aislamiento eléctrico, y más particularmente a una se-
rie de aglutinantes resinosos para el aislamiento eléctrico, a ma-
teriales de aislamiento eléctrico en base de estos aglutinantes y
5 enrollamientos aislados de máquinas eléctricas, especialmente máqui-
nas rotativas, que utilizan estos aglutinantes.

En una máquina eléctrica rotativa de gran potencia, por ejemplo,
una barra en enrollamiento comprende recubrimientos impregnados con
resinas alrededor de conductores elementales de la barra, y separa-
dores, impregnados con resinas entre los conductores, así como com-
10

380689



5 pensadores, que asegura una forma regular a la barra, igualmente impregnados de resina, y barnices de aglomeración, con el fin de obtener, por moldeo de la barra y cocción de los aglutinantes resinosos de estos diversos elementos aislantes, un conjunto compacto y mecánicamente resistente. Las barras de enrollamiento, a su vez, están aisladas del hierro del circuito magnético (aislamiento a la masa) por un encintado con ayuda de cintas micáceas aglomeradas por un aglutinante resinoso y son sometidas a un secado al vacío y después a una cocción.

10 Las resinas, utilizadas en la fabricación de una barra de enrollamiento (aislamiento interno), deben presentar una reactividad elevada, con el fin de reducir la duración de moldeo de las barras y una buena resistencia mecánica en caliente, para evitar las deformaciones con ocasión de los tratamientos ulteriores.

15 El aglutinante resinoso de las cintas de aislamiento a la masa de las barras de enrollamiento se aplica generalmente en la forma de un barniz, es decir de una disolución del aglutinante en un disolvente. Este barniz debe tener la viscosidad deseada para penetrar bien en las cintas micáceas, no debe endurecerse por conservación antes del empleo, y debe presentar una condensación progresiva con 20 el fin de permitir primeramente la desecación en vacío de las barras encintadas, después el endurecimiento de éstas durante la cocción.

25 En lo que concierne a las características exigidas al aislamiento final de las máquinas eléctricas, las mismas varían considerablemente según el tipo de la máquina.

30 Así ocurre que para los turbo-alternadores de gran potencia, con refrigeración directa, se buscan propiedades mecánicas adaptadas a los esfuerzos electrodinámicos elevados, impuestos por las corrientes, por entalladura, y la conservación de las propiedades intrínsecas del aislamiento mientras dura la vida de la máquina a



un máximo de temperatura del orden de 120°C, que corresponde al límite de temperatura de funcionamiento.

Por el contrario, en el caso de alternadores hidráulicos o de grandes motores síncronos, las pequeñas dimensiones de las barras, por una parte, las potencias elevadas y el recalentamiento, que resulta de ello, por otra parte, hacen que el interés incida esencialmente sobre la conservación de las propiedades mecánicas y dieléctricas del aislamiento hasta una temperatura de 155°C, que corresponde a la clase F internacional.

Así, por una parte, los diversos elementos constitutivos (aislamiento interno, aislamiento a la masa) del aislamiento de una misma máquina eléctrica, por otra parte, los aislamientos de dos tipos de máquinas eléctricas deben presentar propiedades diferentes, bien sea desde el punto de vista de la resistencia mecánica, de solidez ante el calor, propiedades dieléctricas o características de condensación de los aglomerantes de los aislamientos. Por consiguiente, actualmente debe utilizarse, para constituir estos aglomerantes, bien sea resinas de familias químicas diferentes, lo que presenta dificultades de almacenaje y riesgos de incompatibilidad entre los aglomerantes de aislamiento de una misma máquina, bien sea una resina única, que no puede satisfacer correctamente a todas las exigencias particulares. Este problema se hace cada vez más difícil de resolver a medida de que las máquinas eléctricas tienen potencias mayores y funcionan a tensiones más elevadas, lo que exige por parte de los materiales aislantes, propiedades dieléctricas y mecánicas en caliente siempre superiores.

Se ha hallado, según el presente invento, que este problema podía ser resuelto con ayuda de una familia de aglutinantes caracterizados porque están constituidos por la mezcla de tres por lo menos de los cuatro constituyentes siguientes:



380689

- resina epóxido del bisfenol A con equivalente de epóxido comprendido entre 174 y 195,

- resina epóxido de una novolaca de equivalente de epóxido comprendido entre 175 y 182,

5 - endurecedor novolaca del fenol, preparado con un catalizador ácido orgánico, correspondiente a un encadenamiento teórico de 5 a 8 anillos de cadena, decantado y lavado al estado del metilolfenol,

10 - endurecedor condensado resorcinol-formol, obtenido por reacción de 2 moles de resorcina y de 1 mol de formol, con un catalizador ácido orgánico, empleándose los endurecedores con contenidos comprendidos entre 0,5 y 1,3 de la cantidad estequiométrica, es decir con contenidos correspondientes a las proporciones hidróxido/oxirano comprendidas entre 0,5 y 1,3.

15 Con preferencia el contenido de endurecedores corresponde a una proporción hidróxido/oxirano igual aproximadamente a 0,9.

20 El ácido orgánico (o los ácidos orgánicos) catalizador de las condensaciones fenólica-formol puede (o pueden) ser igualmente el catalizador de la reacción de polimerización entre resinas epóxidas y endurecedores, se halla(n) en los aglutinantes con contenidos comprendidos entre 0,1 y 6% del peso de endurecedores según la reactividad, que se trataba de obtener.

25 Especialmente puede utilizarse como resina epóxido de bisfenol A, el EPON 827 de la Sociedad Shell, el DER 332 de la sociedad Dow Chemical, o el MY 745 de la sociedad CIBA, y como resina epóxido de una novolaca, el EPON 154 de la Sociedad Shell, el DEN 438 de la sociedad Dow Chemical ó el EPN 1138 de la sociedad CIBA.

30 La figura 1 adjunta presenta un diagrama en que se ha inscrito en la abscisa, la relación x entre el equivalente epoxi "novolaca" y el equivalente epoxi total del aglutinante, y en la ordenada, la



380689

relación y entre el equivalente hidróxido "fenol" y el equivalente hidróxido total del aglutinante. Un punto del diagrama define así por su abscisa la proporción de las dos resinas epóxidos utilizadas y, por su ordenada, la proporción de los dos endurecedores novolac
5 cas utilizados. Un aglutinante con cuatro constituyentes se halla representado por un punto situado al interior del cuadrado trazado sobre esta figura. En el límite, si el aglutinante está compuesto de tres constituyentes y no de cuatro, se encuentra uno sobre los lados del cuadrado.

10 El interés esencial de los aglutinantes de la familia, que forma el objeto del invento, proviene de que todos estos aglutinantes tienen excelentes propiedades dieléctricas y que fácilmente pueden modificarse sus otras propiedades desplazándose en el interior del diagrama de la figura 1. Por lo tanto, pueden adaptarse estos aglu
15 tinantes a las características exigidas a los diversos materiales aislantes o aislamientos, así como a las condiciones de fabricación y de puesta en práctica de los aislamientos, de acuerdo con la función, que deba cumplirse por el material aislante o el tipo de máquina a realizar. Así pueden satisfacerse las severas exigencias
20 impuestas al aislamiento de las máquinas eléctricas modernas, conservando al mismo tiempo los aislamientos de naturaleza química homogénea y teniendo que aprovisionarse solamente de un número muy limitado de primeras materias, de almacenaje fácil.

Otra ventaja de esta familia de aglutinantes es que permiten
25 realizar aislamientos a la masa para máquinas de alta tensión, que satisfacen las condiciones requeridas para la clase internacional F ó 155°C, traduciéndose las pérdidas dieléctricas por una tangente del ángulo de pérdidas inferior a 10% a 160°C.

A título de ilustración, se han hecho figurar en el diagrama
30 de la figura 1, puntos 2, 4, 5, 6, para los que se indican las re-

380689

12 JUN 1971



laciones x e y en la tabla inferior, y cuya tangente del ángulo de pérdidas, medida a 160°C, se dá igualmente en esta tabla:

| Puntos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| x | 0 | 0,25 | 0,50 | 0,50 | 0,75 |
| y | 0,25 | 0,25 | 0,32 | 0,50 | 0,40 |
| tg. δ a 160°C | 0,026 | 0,029 | 0,028 | 0,025 | 0,028 |

5

10

Se expondrá, como, modificando la composición de un aglutinante perteneciente a la familia, objeto del invento, pueden satisfacerse las exigencias múltiples, impuestas según la función a cumplir y el tipo de máquina eléctrica a aislar.

15

Tiene lugar una primera diferenciación por la elección de la relación entre los dos tipos de resinas epóxidos. Una mezcla rica en resina epóxido de novolaca, del tipo DEN 438, por ejemplo, permite realizar un aglutinante teniendo mejores características de envejecimiento a las temperaturas elevadas, pero cuya elasticidad o flexibilidad mecánica a temperatura ambiente es reducida. La temperatura de reblandecimiento o punto de gota antes de la cocción disminuye con la proporción en resina epóxido de novolaca, lo que permite reducir el alcance residual de disolvente en los aislantes, listos para ser puestos en práctica. Además, la temperatura de deformación mecánica en caliente, medida por la deflexión bajo carga (grado Martens) aumenta con la cuota de parte de resina epóxido de novolaca.

20

25

A este respecto, la diferencia de temperatura de deformación en caliente entre una composición únicamente basada en resina epóxido de bisfenol, por una parte, y una composición sin comprender más que la resina epóxido de novolaca, por otra parte, estando estas resinas endurecidas por la misma mezcla endurecedora, tomada en la

30

380689

12 JUN



misma relación de equivalencia entre el número de ciclos oxiranos de los constituyentes de resinas epóxidos y el de los hidroxilos presentes en la parte de novolaca, es de 25°C aproximadamente.

5 Una segunda diferenciación resulta de la elección de los alcan-
ces respectivos de cada uno de los endurecedores: novolaca del fenol
y condensado del resorcinol. Un aumento de este último dá por resul-
tado el provocar un aumento considerable de la temperatura de defor-
mación Martens, siéndo esta diferencia del órden de 65°C aproxima-
mente entre una mezcla de resinas epóxido, endurecida por la novola-
ca del fenol sola y la misma mezcla endurecida por el condensado del
10 resorcinol, tomado aisladamente, siempre en la misma relación de
equivalencia entre grupos reactivos de las dos partes constituyentes.

15 Tales variaciones de las propiedades del aglutinante pueden re-
presentarse en un diagrama, como el de la figura 1, uniéndo los pun-
tos representativos de aglutinantes teniéndo la misma característi-
ca. En la figura 2 se ha dado tal representación para la temperatu-
ra MARTENS. La red de líneas trazadas determina fórmulas que dán el
mismo grado MARTENS para el aglutinante.

20 Un tercer modo de acción consiste en la posibilidad de modificar
en amplios límites la reactividad del sistema, es decir, la veloci-
dad de condensación entre las partes: resinas epóxidos y endurecedo-
res, por el alcance de ácido residual en los endurecedores, y even-
tualmente por el alcance de ácido añadido en los barnices: cuanto
más elevado sea el alcance de ácido residual, tanto más reactivo se
25 hace el endurecedor en caliente hacia 140-160°C permitiéndo realizar
un grado de condensación más avanzado en un tiempo más corto. Sin
embargo, y esto dá todo su interés al fenómeno, la velocidad de con-
densación a temperatura media no varía, lo que permite, en todos
los casos, asegurar el secado al vacío hasta 120°C sin ver aumentar
prematuramente el grado de condensación.

30 En efecto, un modo de fabricación conodido y práctico de los

380689

12 JUL 1947



endurecedores de novolaca, utilizados, consiste en condensar el fenol o el resorcinol con el formol acuoso en presencia de ácido oxálico: entonces es fácil regular el alcance de ácido residual al valor deseable, para la puesta en práctica particular, practicando la decantación y el lavado de los metilolfenoles, que decantan y, para el condensado al resorcinol, al que no puede aplicarse un lavado, disminuyendo la cantidad de ácido utilizado para su preparación, lo que se hace posible por la gran afinidad de la resorcina para el formol, o sea, y más cómodamente en práctica, preparando estos productos a un alcance residual muy pequeño y controlado en ácido y añadiendo el ácido oxálico, según las necesidades, al barniz. Incluso pueden obtenerse alcances de ácido rigurosamente nulos procediendo a una neutralización del ácido residual por una base mineral u orgánica, como es conocido en sí.

El efecto del contenido de ácido sobre la conducta de los dos endurecedores está indicado en una tabla, que se indicará posteriormente.

Otra característica de los aglutinantes, objeto de este invento, es permitir su precondensación por calentamiento en medio disolvente, con el fin de alargar las cadenas moleculares y obtener una resina, adaptada a las necesidades de la puesta en práctica. Por lo tanto, si entonces se utilizan los aglutinantes para cintas flexibles tales como están, se preferirá un aglutinante precondensado para impregnar materiales de moldeo, que tienen así mejores cualidades de aglomeración y moldeabilidad. En este caso, un aglutinante inicial poco reactivo será precondensado en fase de disolvente y su reactividad será aumentada después de esta operación para llevarle al nivel deseado, por adición de ácido catalizador. En el caso de los barnices de atadura, es importante disponer de un aglutinante de cadenas largas, que no se volatilice en el horno de

380689 12



revestimiento y que posea un buen poder aglomerante; también aquí será utilizado un barniz precondensado.

Con los aglutinantes objeto del invento pueden obtenerse diversos materiales aislantes, tales como:

5 - barnices constituidos por una solución de estos aglutinantes en disolventes,

- barnices precondensados por tratamiento en caliente de una solución de estos aglutinantes,

10 - revestimientos de atadura para conductores, realizados con una fibra, tal como amianto, vidrio, una fibra sintética, o asociaciones de tales fibras, y barnices precondensados o no en base de estos aglutinantes,

15 - separadores, constituidos por un soporte poroso en base de vidrio o de amianto o de su asociación, impregnado con un barniz precondensado o no, en base de estos aglutinantes,

- compensadores y emplastecidos, realizados a partir de cargas, limaduras de mica, de papel de mica o de amianto, impregnadas con barnices, precondensados o no, en base de estos aglutinantes,

20 - hojas y cintas flexibles obtenidas por impregnación de un conjunto compuesto en base de mica en forma de escamas o papel de mica y un refuerzo fibroso, con barnices en base de estos aglutinantes.

Se encontrará a continuación, a título de ilustración, aunque la fabricación y utilización de estos productos como endurecedores para resinas epóxido sean conocidas por sí mismas, ejemplos de preparación de los dos tipos de endurecedores utilizados: fabricación del endurecedor de novolaca de fenol y fabricación del condensado resorcinol/formol.

Fabricación del endurecedor novolaca de fenol

30 En un reactor, equipado con un refrigerante de reflujo, se coloca conjuntamente 1.920 g de fenol y 1.736 de formol a 30% de peso

380689

12



con 38,4 g de ácido oxálico, disuelto en 288 g de agua. La temperatura es elevada con agitación hasta 90°C. Se corta el calentamiento y se observa la condensación exotérmica, que puede moderarse refrigerando el reactor. Se mantiene seguidamente la ebullición al reflujo durante 4 horas. Se deja decantar el producto en caliente y se retira la mayor parte del agua, que sobrenada. Se destila ahora el agua residual y se realiza la condensación de la novolaca deshidratando al vacío hasta 160°C. El rendimiento del destilado está muy cerca del rendimiento teórico. Se obtiene por vaciado y refrigeración una masa vitrosa quebradiza, cuyo punto de gota es del orden de 115° - 125°C.

Fabricación del condensado resorcinol-formol

En un reactor, equipado con un refrigerante de reflujo, se coloca conjuntamente 2.200 g de resorcina técnica y 1.000 g de formol a 30% con 4,7 g de ácido oxálico disuelto en 1.100 g de agua. Se eleva la temperatura con agitación. Después de disolución de la resorcina se obtiene la condensación hacia 65°C. Se corta el calentamiento y se modera según sea necesario la condensación exotérmica refrigerando el reactor. Después, se mantiene la ebullición a reflujo durante 1 hora. Seguidamente se equipa el reactor para la destilación y se condensa por deshidratación al vacío hasta 160°C. También aquí el rendimiento está muy próximo al rendimiento teórico. Se obtiene por vaciado y refrigeración, una masa vitrosa, cuyo punto de gota está próximo a 95°C.

Influencia del contenido de catalizador.

Los endurecedores de novolaca del fenol y condensado resorcinol-formol reaccionan sobre las resinas epoxídicas con una velocidad, que es función del alcance de catalizador ácido, aquí del ácido oxálico, como muestra la tabla siguiente:

TABLA

380689



5

Fórmula del aglutinante

(Epon 827 1 equivalente epóxido
 (DEN 438 1 equivalente de epóxido
 (A novolaca al fenol 0,9 equivalente hidroxilo
 (B condensado resorcinol formol:
 0,9 equivalente hidroxilo.

Cinta de aislamiento a la masa

(2 siliconas (seda de vidrio) 25 g/m²
 (1 papel de mica 180 g/m²
 (aglutinante: 35%

10

| Naturaleza de los endurecedores | | Alcances de productos insolubles después de estufado | | |
|---------------------------------|--|--|------------|------------|
| | | 4h a 120°C | 2h a 150°C | 4h a 150°C |
| I | A decantado | 2,2% | 24,5% | 83,2% |
| | B a 1% de ácido oxálico | | | |
| II | A decantado | 2,9% | 6,1% | 86 % |
| | B a 0,2% de ácido oxálico | | | |
| III | A decantado | | | |
| | B a 1% de ácido + 1% de ácido oxálico en el barniz | 1,9% | 58,5% | 97 % |
| IV | A no decantado | | | |
| | B a 1% de ácido oxálico | 2,2% | 78 % | 99 % |

15

20

25

El tanto por ciento de ácido representa la cantidad de ácido utilizada, referida al peso de novolaca obtenida.

30

En esta tabla se comprueba que la eliminación de una parte del agua de la novolaca al fenol y el empleo de un grado débil de ácido oxálico para realizar la condensación resorcinol-formol, reducen el grado de productos insolubles después de 2 h a 150°C, permitiéndolo



así utilizar la tecnología de polimerización en baño fluido, que exige una progresividad en la cocción, mientras que el empleo de una cuota elevada de ácido o su mantenimiento en la novolaca o incluso su adición ulterior aumenta el cupo de productos insolubles, después de 2 h, a 150°C, lo que es favorable a la cocción y al aislamiento en prensa y a una inmovilización corta de los útiles. Se comprueba además que la reactividad a 120°C es muy pequeña, cualesquiera que sea la reactividad a 150°C, lo que autoriza en todos los casos un secado llevado al vacío en caliente.


A título de ilustración, se darán dos fórmulas posibles para los aglutinantes de cintas de aislamiento a la masa, realizadas como se ha indicado arriba, que se disuelven en un disolvente conveniente, que permite la impregnación de los soportes, en la práctica una mezcla de un hidrocarburo aromático y un alcohol.

Ejemplo 1

- Epon 827 134 g
- DEN 438 44 g
- Novolaca al fenol 24 g
- Condensado resorcinol formol 40,5 g
- Alcohol isopropílico 20 g
- Toluol 40 g

La novolaca al fenol ha sufrido una decantación seguida de un lavado al agua y el condensado resorcinol-formol ha sido preparado con 0,2% de ácido oxálico.

La reactividad de este aglutinante es bastante débil y sólo alcanza 6% de insoluble, después de 2 h, a 150°C; se obtiene, sin embargo una polimerización completa en 8 h a 150°C. Su temperatura de deflexión bajo carga (Martens) es de 115°C. La resistencia mecánica en flexión de la resina pura endurecida es de 14,5 kg/m² con una flecha de 6 mm. Su resistencia al choque es de 52 kg cm/cm².

380689¹² 

Ejemplo 2

Epon 327 178 g

DEN 438 178 g

Condensado resorcinol formol 108 g

5 Alcohol isopropílico 40 g

Toluol 80 g

El condensado ha sido preparado con 0,2% de ácido oxálico. La reactividad de este aglutinante está mucho más elevada a 150°C sin embargo sin ser sensible a 120°C; el cupo de productos insolubles es de 3% después de 4 h a 120°C, y alcanza 60% después de 10 2 h a 150°C y 100% después de 5 h a 150°C. El grado Martens es de 145°C. La resistencia mecánica en flexión de la resina pura endurecida es de 13 kg/cm² con una flecha de 5 mm. Su resistencia al choque es de 30 kg cm/cm².

15 Seguidamente se indica un ejemplo de la fabricación de un barniz precondensado, destinado a los aislamientos internos.

Ejemplo 3

Epon 827 178 g

DEN 438 178 g

20 Novolaca al fenol 65 g

Condensado resorcinol-formol 18 g

Tolueno 110 g

Alcohol isopropílico 55 g

Acido oxálico 4,4 g

25 La novolaca al fenol ha experimentado una decantación seguida de lavado al agua y el condensado resorcinol-formol ha sido preparado con 0,2% de ácido oxálico.

En un reactor equipado para el reflujo, se disuelven las resinas epóxido y los endurecedores en el tolueno y se llega a la ebullición, que se mantiene hacia 125°C durante 8 horas. Se refrigera 30

380689

12



el barniz y se añaden 35 g de alcohol isopropílico y 4,4 g de ácido oxálico. El barniz obtenido dá un toque seco sobre una placa enlucida y secada a 80°C. La reactividad de este barniz se mide por un cupo de productos insolubles de 75% en 2 horas a 150°C.

5 En los 4 ejemplos, abajo citados, se describiran diversos materiales aislantes y su fabricación.

Ejemplo 4

15 Se constituye una cinta flexible para aislamiento a la masa yuxtaponiendo una siliona desengrasada de 25 g/m², una hoja de papel de mica de 180 g/m² y una segunda siliona idéntica. Se enluce, según procedimiento bien conocido en sí, todo ello con un barniz en solución, tal como el descrito en el ejemplo 1.

20 Después de la impregnación se seca la cinta a un grado máximo pero sin exceso para que permanezca flexible. En la práctica se alcanzan 3 a 4% de materias volátiles y puede descenderse a 2,5% para las cintas destinadas a ser encintadas a máquina. El cupo de materias volátiles, tan reducido como sea posible, autoriza el encintado superpuesto de numerosas capas de cinta, hasta 6 mm de espesor sin que la hinchazón durante el secado provoque durante el moldeo, pliegues en la cinta, que serían perjudiciales a la estabilidad en alta tensión.

Ejemplo 5

25 Se constituye una cinta flexible, como se ha descrito en el ejemplo 4, utilizando esta vez el barniz del ejemplo 2. El cupo de materias volátiles en la cinta terminada es aquí del orden de 5 a 7%, lo que es admisible para tensiones inferiores a 20KV.

Ejemplo 6

30 Se constituye un separador moldeable, destinado a aislar entre sí y a mantener en su sitio dos semi-barras de enrollamiento, enluciendo un tejido mixto, amianto-silicona de 260 g/m² de peso medio

380689



5 por un barniz precondensado en solución tal como se describe en el ejemplo 3. El soporte enlucido pasa entonces por un túnel de calentamiento a 140°C y allí permanece alrededor 5 minutos. Se obtiene así un material seco, pero flexible, deformable en caliente para adoptar formas sinuosas de los flancos de las barras divididas y adquiriendo una gran rigidez por tratamiento en caliente rápidamente.

Ejemplo 7

10 Se emplea ventajosamente el barniz descrito en el ejemplo 3 para enlucir y aglomerar los revestimientos realizados sobre hilos de cobre semiplanos constituyentes de los conductores elementales. En efecto, las cadenas prolongadas, de que está constituido, forman rápidamente en el horno secador un enlucido de alta calidad de aglomeración, dando la cohesión al revestimiento y que le permite experimentar deformaciones impuestas ulteriormente a los conductores elementales.

15

En los dos ejemplos siguientes se describirá el conjunto de un aislamiento para estator de máquina eléctrica rotativa, de una parte para un turbo-alternador de alta tensión, refrigerado con agua o con hidrógeno, por otra parte para un gran motor síncrono.

20 Ejemplo 8

Este ejemplo será descrito con ayuda de la adjunta figura 3. Una barra Roebel de varios metros de longitud es formada a partir de conductores elementales revestidos con amianto -7-, repartidos en dos capas aisladas una de otra por un separador -8- de amianto y silio-
na, tal como se describe en el ejemplo 6. Se aíslan los cruces de trasposición con ayuda de pequeñas hojas, no representadas, de mica aglomerada por el barniz del ejemplo 3. Se compensan los huecos de la sección de las barras con ayuda de cantoneras -9- de cartón de amianto aglomerado también por el barniz del ejemplo 3. Emplastecedores -10- en base de la misma resina permiten obtener una

25

30

380689



forma regular. La barra, así constituida, es aglomerada y conformada en prensa calentadora durante 45 minutos a 160°C.

Se procede entonces al encintado con ayuda de una cinta -11-, tal como la descrita en el ejemplo 4, recortada en anchura de 30 mm, colocada en semi-recubrimiento. Se coloca así un número suficiente de capas, para obtener finalmente el espesor deseado, por ejemplo de 5,5 mm para 24 KV de tensión nominal.

La barra es entonces secada al vacío hasta 120° durante varias horas.

Después de esta operación, se procede al calibrado de la barra, en prensa, para conferirle las dimensiones geométricas exactas requeridas. Finalmente, el aislamiento es polimerizado colocando la barra en un baño de fluido caliente a presión, a 160°C a 7 kg/cm².

Se obtienen barras, cuyo aislamiento posee todas las características de resistencia mecánica y de elasticidad, que se necesitan por su gran dimensión y pérdidas dieléctricas muy bajas; a 155°C, el producto $\{ \text{tg } \delta \}$ no sobrepasa 0,2.

Este tipo de aislamiento permite alcanzar potencias de varios centenares de MVA y tensiones superiores a 25 KV.

Ejemplo 9

Un aislamiento de las bobinas de estator para motores síncronos de gran potencia se realiza de la manera siguiente. Los conductores elementales son hilos de cobre semiplanos, provistos de un revestimiento constituido de fibras de vidrio y de barniz del ejemplo 3. Para aglomerar estos hilos con el fin de formar las espiras, se encintan con una silliona de 50 g al m², enlucida con barniz del ejemplo nº 3. Se procede a la aglomeración en prensa de las partes recortadas, estando las diversas espiras separadas por una película anti-adherente. Las espiras están aisladas por dos capas con semi-recubrimiento de la cinta, del ejemplo nº 5, después el aislamiento a la

380689



masa se coloca por encintado, con la misma cinta, de un número de capas suficiente para obtener, por ejemplo, un espesor de 2,5 mm para 12 KV de tensión nominal. El aislamiento de las cabezas de bobinas se hace con ayuda de una cinta flexible no polimerizable, de una manera conocida.

Después de secado al vacío en caliente, en las condiciones ya descritas, las bobinas son cocidas bajo prensa y útiles de apriete, a 160° durante 3 horas. Las mismas experimentan seguidamente una post-cocción en estufa a 160°C.

Estas bobinas poseen todas las cualidades requeridas para el funcionamiento en la clase F a alta tensión, tanto desde el punto de vista de resistencia mecánica en caliente, como del punto de vista de pérdidas dieléctricas, medidas por el producto $\{ \text{tg} \delta \} < 0,2$ a 155°C.

Después de envejecimiento a 165°C durante mil horas, estas pérdidas siguen siendo pequeñas. El factor $\{ \text{tg} \delta \}$ alcanza un valor inferior a 0,5 a 160°C al cabo de 500 horas y permanece constante más allá de este tiempo.

N O T A

EN RESUMEN; la presente patente de invención que, por veinte años se solicita para España, debiera recaer sobre las siguientes reivindicaciones:

1ª.-Procedimiento para la preparación de aglutinantes para el aislamiento eléctrico, caracterizado por la operación de mezclar íntimamente por lo menos tres de cuatro constituyentes siguientes:

- resina epóxido de bisfenol A, de equivalente epóxido comprendido entre 174 y 195,
- resina epóxido de una novolaca de equivalente epóxido comprendido entre 175 y 182,
- endurecedor de novolaca al fenol, preparado con un catalizador ácido orgánico, correspondiente a un encadenamiento teórico de 5 a 8



380689

anillos de cadena, decantado y lavado en el estado del metilol-fenol,

5 - endurecedor condensado resorcinol-formol, obtenido por reacción de 2 moles de resorcina y de 1 mol de formol, con un catalizador ácido orgánico,

empleándose estos endurecedores con contenidos correspondientes a relaciones hidróxido/oxirano comprendidas entre 0,5 y 1,3.

10 2ª.-Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque estos endurecedores son empleados con contenidos correspondientes a relaciones de hidróxido/oxirano iguales aproximadamente a 0,9.

15 3ª.-Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el ácido orgánico (o los ácidos orgánicos) catalizador de las condensaciones fenólica-formol es (son) igualmente el catalizador de la reacción de polimerización entre resinas epóxido y endurecedores y se encuentra (n) en el aglutinante con contenidos comprendidos entre 0,1 y 6% de peso de endurecedores, según la reactividad buscada.

20 4ª.-Procedimiento según las reivindicaciones 1ª, 2ª y 3ª caracterizado porque los materiales de aislamiento eléctricos comprenden aglutinantes según las reivindicaciones precedentes.

25 5ª.-Procedimiento según las reivindicaciones precedentes caracterizado porque el aislamiento de los enrollamientos aislados de máquinas electricas comprende materiales de aislamiento eléctrico según la reivindicación 4ª.

6ª.-Por último se reivindica como objeto sobre el que ha de recaer la presente Patente de Invención que, por veinte años se solicita para España, -----

30



380689

" PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE AGLUTINANTES PARA EL AISLA
MIENTO ELECTRICO "

Todo conforme queda expresado en la presente Memoria Descripti-
va que consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola
cara y planos que se acompañan.

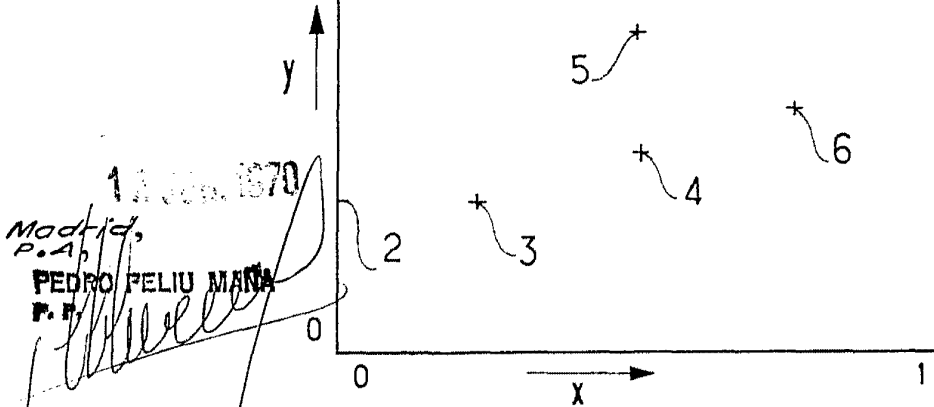
Madrid, 12 JUN. 1970

P. A. P.
PEDRO FELIU MAÑA
P. P.



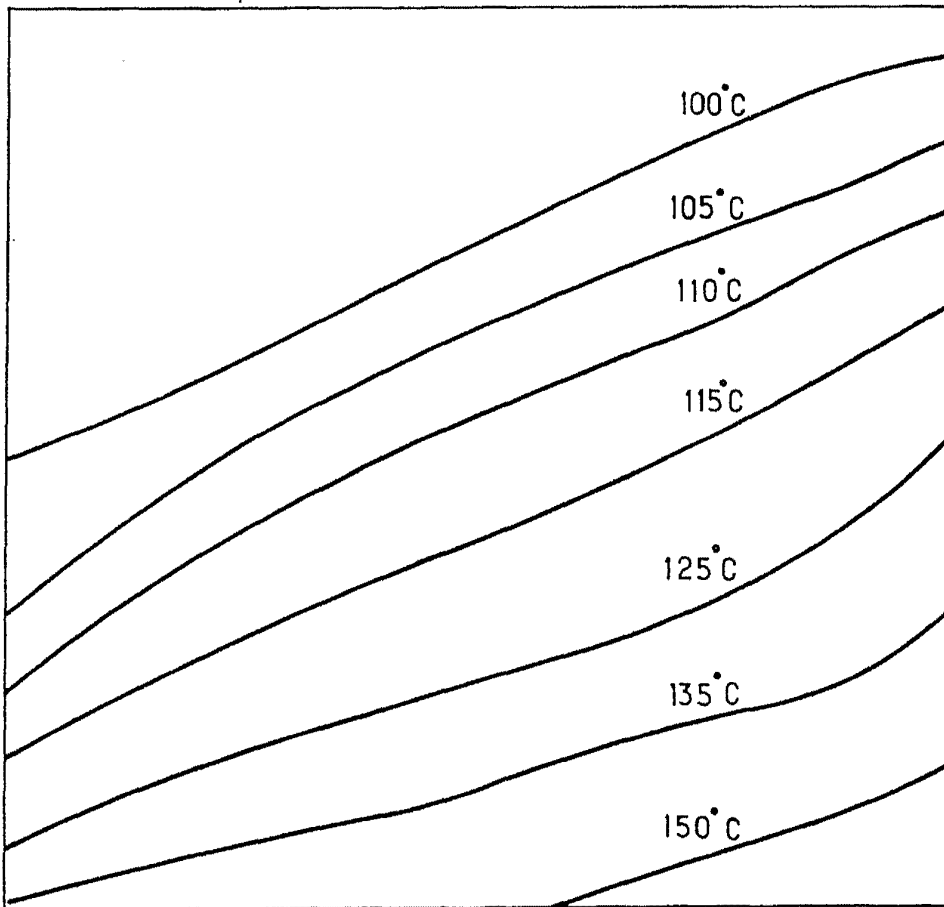
380689

FIG.1



12 JUN 1970
Madrid,
P.A.
PEDRO PELIÚ MAÑÁ
P. E.

FIG.2

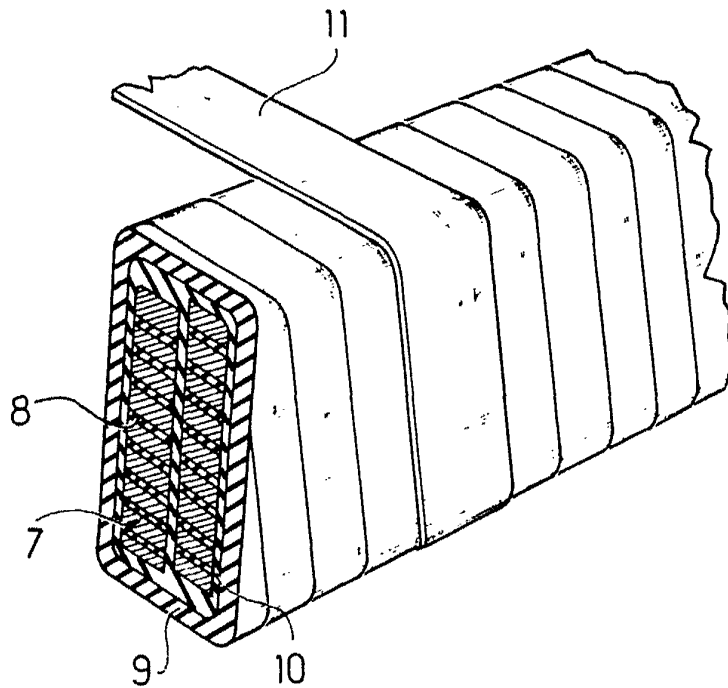


ESCALA VARIABLE.

380689 12



FIG.3



Madrid, 12 JUN. 1970
P. A.
PEDRO FELIU
P. F.

ESCALA VARIABLE.