

TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES.

Materiales eléctricos

A través de algunos materiales como los metales la carga eléctrica se trasmite con gran velocidad 300.000 Km./s mientras que en otros no se desplaza en forma apreciable. Los primeros se llaman conductores y los segundos aislantes. Debe aclararse que el aislamiento no es nunca absoluto considerados sin embargo aislantes a los fines prácticos. Por consiguiente es preferible hablar de materiales buenos y malos conductores de la electricidad. La cantidad de conducción que pueda tolerar determina el material que se puede emplear como aislador, por otra parte no existe cuerpos que sean absolutamente no conductores.

Cuando se quiere conservar la carga eléctrica de los conductores es necesario rodearlos o sostenerlos con cuerpos construidos con materiales aislantes que lo confinen dentro del conductor y eviten su salida.

“Son materiales conductores : los metales (conductores de 1 especie), las soluciones de sales, ácidos e hidróxidos, el agua impura (electrolitos o conductores de 2 especie)”.

“Como aislantes tenemos : el vidrio, la porcelana, el caucho y sus derivados, el aire y gases secos, la seda, la lana, la celulosa y sus derivados, los plásticos, las resinas, la mica, etc.”.

Entre estos dos grupos existen gran cantidad de materiales que presentan propiedades de conducción y aislación intermedia; por ejemplo la madera y muchos minerales.

El cuerpo humano es conductor con gran resistencia eléctrica y pequeña constante dieléctrica.

La resistencia varia directamente con la longitud del circuito e inversamente con el área y se mide en ohm o megaohm siendo su expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde ρ es la resistividad del material que se considera.

La constante dieléctrica de una sustancia es la relación entre la carga de la armadura de un condensador cuando la sustancia considerada constituye la capa aisladora entre las dos armaduras, y la carga cuando la capa intermedia aislante esta formada por aire. En ambos casos se considera igual espesor de la capa aislante e igual potencial de la carga.

La siguiente tabla resume aproximadamente las dos propiedades a temperatura ambiente del material aislante.

	Resistividad MΩ cm ² /mm	Constante dieléctrica
Baquelita	5.10 ¹⁰	10
Celuloide	2.10 ¹⁰	5
Cuarzo	1.10 ¹⁹	4
Ebonita	1.10 ¹⁵	3
Madera	4.10 ¹⁰	4
Mármol	1.10 ¹⁰	8
Mica	2.10 ¹⁷	7
Papel	2.10 ¹⁷	3 (impregnado)
Porcelana	3.10 ¹⁴	7
Resina urea	2.10 ¹²	6
Vidrio	5.10 ³	6
Hierro	0,10	
Cobre conductor	0,18	

Propiedades físicas y mecánicas

Todo aislador además de la cualidad fundamental de ser mal conductor de la electricidad debe resumir para su desempeño práctico otras condiciones “agrupado en un conjunto de propiedades características” las cuales pueden ser evaluadas mediante ensayos regidos por varias normas.

De esta manera la elección de los materiales aislantes para cada necesidad específica se hace de acuerdo con el conocimiento cuantitativo de sus propiedades.

En las propiedades físicas podemos considerar la resistencia del aislador la que puede ser disminuida por la presencia de capas de suciedad, polvo o aceites en su superficie o en sus poros.

Gases como el aire atmosférico o el hidrógeno cuando no están ionizados tienen una resistencia de aislamiento infinita. La resistencia sin embargo disminuye con el aumento de la temperatura.

Por otra parte un aislador debe reunir buenas propiedades térmicas de resistencia a la temperatura sin ablandarse, determinando coeficiente de dilatación, calor específico, punto de fusión, de ebullición y de congelación para el caso de los aceites, etc..

Para cada tipo de aislador hay una gama de temperatura de trabajo.

Las propiedades químicas deben asegurarle estabilidad en su composición es decir suficiente resistencia a los ácidos, a los álcalis, aceites, a la luz solar, al oxígeno, etc..

El aislador debe tener además suficientes cualidades de resistencia mecánica a la tracción, compresión, choques, dureza, trabajabilidad, etc. .

Distintos tipos de materiales aislantes.

Los aislantes empleados en las construcciones eléctricas pueden ser de carácter orgánico o inorgánico. Según la temperatura de trabajo se agrupan así

1- Hasta 90°C: seda, y aislantes celulósicos, como el papel y el algodón.

2- Hasta 105°C: la mica, grupos superiores pero impregnados; materiales moldeados y laminados de celulósicos y de plásticos de resinas fenólicas y otros plásticos similares; además fibras y hojas de acetato de celulosa; también los aceites y barnices con que se recubren conductores.

3- Hasta 130°C: amianto, fibra de vidrio y materiales inorgánicos y fibrosos similares.

4- Sin límite de temperatura: mármol, mica, materiales cerámicos como porcelana, el vidrio, el cuarzo.

Se denominan impregnaciones a la operación mediante la cual el aire que queda entre la fibra o huecos es reemplazado por material aislante líquido o bien por inmersión de el líquido o por vacío y compresión final para la eliminación total de aire y buen llenado de los poros para el impregnaste.

Los materiales empleados para impregnación son: asfaltos, ceras, y especialmente barnices de resinas y caucho aislante cerámicos.

Consideramos el vidrio, el cuarzo y la porcelana.

El vidrio es un material amorfo, transparente o translucido constituido principalmente por una mezcla de silicatos. Los vidrios comunes se obtienen fundiendo óxido de silicio SiO_2 (arena) con alcaliz como los de potasio y sodio, cal, y también compuestos de plomo para los vidrios finos (cristal).

El vidrio es un buen aislante pero resulta frágil e incluso puede romperse con cambios bruscos de temperatura. Para estos casos se usa vidrio al borosilicato compuesto principalmente por bióxido de silicio y ácido bórico (B_2O_3), conocido comúnmente como vidrio pyrex en Estados Unidos y Jena en Alemania.

Se construyen aisladores de forma variada para línea eléctrica fibra y tela para aislamiento de bobinados y conductores de máquinas eléctricas.

Se prepara mezcla de una parte de vidrio en estado pastoso con dos partes de mica sólida con la cual fabrica aisladores por prensado; este material es llamado en el comercio micalex y se emplee para fabricar aisladores para antenas para rectificadores de vapor de mercurio y otros con una temperatura de trabajo de 250°C.

Cuarzo

El cuarzo es una forma de sílice muy pura que se encuentra en cristales hexagonales. Es muy buen aislador y tiene la ventaja de resistir temperaturas muy altas (1500°C) y cambios bruscos de la misma sin romperse. Su resistencia a ser atravesada por una corriente es de 30.000V con un espesor de 1,2 mm.

Los aisladores de cuarzo se fabrican fundidos y moldeados para hornos eléctricos y lámparas eléctricas especiales.

Los aisladores de porcelana se preparan con una mezcla en partes iguales de caolín, feldespato y cuarzo que se amasa con agua se moldean y se cuecen en hornos a temperaturas cercanas a los 1400°C.

El caolín

Es una arcilla pura (silicato de aluminio) y el material resulta fusible. El feldespato es un silicato de aluminio y potasio y el cuarzo es un sílice puro, estos dos últimos forman la parte fusible y aglutinante.

Se fabrican muchos objetos aisladores de porcelana para electricidad y radiotelefonía, etc.: poleas, aisladores de alta y baja tensión, aisladores planos, pipas de estado de conductor, etc.. En algunos casos se requieren propiedades sobresalientes no solo eléctricas sino también mecánicas. Como la porcelana para bujías de los motores de explosión por lo cual suele introducirse otros elementos en la mezcla como aluminio para reemplazar el cuarzo y el feldespato.

Debemos citar también como material cerámico el gres parecido a la porcelana pero de inferior calidad y con el cual se hacen piezas para tensiones de 200.000V.

Aislantes inorgánicos naturales

Consideramos ahora el amianto, el mármol, la pizarra y la mica.

El amianto.

Es un silicato de magnesio que se presenta en formaciones rocosas fibrosas en Estados Unidos, etc.. Su poder de aislador no es muy grande y se emplea para bajas tensiones. Con este material se fabrican hilos y placas mezclados con cemento portland se hacen planchas que se utilizan como sustituto del mármol.

El mármol.

Es carbonato de calcio pero cristalizado. Se emplea para tableros de comando y de aparatos eléctricos, su poder de aislación no es grande y su uso se limita para bajas tensiones hasta 500V.

La pizarra.

Es un material arcilloso, su poder aislante es inferior a la del mármol y se usa para reostatos.

La mica.

Es un material que se presenta formado por aglomerados de finas láminas de fácil separación muy flexibles y resistentes al calor. Es un compuesto complejo de silicato de aluminio, sodio, potasio, calcio, magnesio, etc.. Su máxima temperatura de trabajo puede variar entre 500 y 1000°, según la variedad de mica empleada. Tiene altísimo poder aislante y se comercializa en hojas o planchas.

La micanita.

Se fabrica con el descarte de mica que se aglomera entre dos o más hojas de tela o papel con goma laca y se prensa en caliente.

Es un aislante que soporta 200° C y se la emplea para colectores de motores y aparatos de calefacción eléctrica en general para elevadas tensiones (10000V para 4 mm de espesor). Con este material se hacen planchas y tubos de distintos espesores.

Como vimos el micalex es una mezcla de polvo de mica y vidrio aglomerado con silicato moldeado y cocido en hornos. Se emplea para fabricar distintas piezas en forma estándar (barras y planchas) se pueden trabajar con maquinas herramientas, resiste hasta 450°C y de 15 a 20 KV.

Aislantes celulósicos.

La celulosa es un producto orgánico de origen vegetal ($C_6H_{10}O_5$) cuya formula es la base de este tipo de aislante en las cuales veremos el papel, la fibra y la madera.

Papel.

Se obtiene de la madera sólida, tratada con productos químicos y vapor, con los cuales se obtiene pulpa de madera o celulosa. Esta pulpa se somete luego a distintas operaciones de blanqueo y formación de hojas de distintos espesores pasándolos entre rodillos primeros finos y luego calentándolo por vapor.

Las propiedades y resistencia mecánica del papel depende de la longitud de la fibra de la materia prima de la cual se trata, donde tenemos que cuanto mas larga es la fibra mayor es su resistencia.

El papel mas usado como aislante es el de tipo kraft (es decir los tratados con sulfatos); sí bien no resultan tan blancos como los otros son mas baratos y sobre todo mas ácidos. Se usan preferentemente impregnados, también se utiliza el cartón y el cartón prensado llamado prespán igualmente impregnado.

El papel como el cartón se emplean para aislar bobinados y conductores de maquinas, dispositivos eléctricos y transformadores con aceite, pues este no se disuelve. Para aislar cables telefónicos es universalmente empleado el papel sin impregnar el cual debe conservarse bien seco.

El pertinax es celulosa prensada e impregnado con resinas sintéticas de gran resistencia a la tracción, puede trabajar hasta 200°C.

La fibra.

Se obtiene tratando el algodón o el aserrín con cloruro de zinc con lo cual se forma una pasta espesa que puede moldearse por prensado a grandes presiones en diversas formas : barras, planchas, etc.; que pueden trabajarse bien. Resulta así un producto muy duro y resistente de color rojo coloreado de gris o negro; su poder aislante es menor al prespán o a la baquelita, por lo cual se emplea para aislaciones de baja tensión.

La madera.

Se usa como material aislante especialmente las variedades duras impregnadas en aceite, parafinas, ceras o barnices (antes de realizar las impregnaciones la madera debe estar bien seca).

Cuando la madera contiene suciedad o humedad resulta pobre como aisladora.

Aislantes textiles.

Se emplean en forma de hilos o telas y son muy usados para aislar los arrollamientos (bobinas) de maquinas y aparatos eléctricos. A tal efecto se emplea principalmente el hilo y el algodón “ambos constituidos fundamentalmente por celulosa” y la seda de origen animal.

No solo tiene gran poder aislante cuando se encuentra impregnado con barnices aislantes antihidroscópicos; disminuyendo este poder en estado natural porque absorbe rápidamente la humedad del aire.

Se hacen telas con fibras similares a fibra de vidrio.

Aceites aislantes.

Son los de origen mineral derivados del petróleo, se emplean para aislar transformadores y llaves inmersión, y también para embeber materiales aislantes fibrosos de los cables.

Químicamente sabemos que esta compuesto de hidrocarburos saturados y algunos no saturados. Por otra parte presenta la desventaja de la inflamabilidad cuando se calienta.

Los aceites minerales destinados a estos fines deben ser muy puros no ácidos y bien refinados, completamente exentos de agua y estables en presencia del aire. También su uso debe ser periódicamente filtrados y secados para eliminar la humedad y el lodo que pudiera tener por acción del oxígeno del aire.

También se fabrican aislantes sintéticos líquidos que no tienen la desventaja del aceite y que se usa para transformadores y condensadores. Los nombres comerciales mas variados tales como Pyramol y Inerteen, etc..

Caucho natural.

Se tiene por coagulación con ácidos del látex (un líquido lechoso que se extrae del árbol hebea brasiliensis) el producto así obtenido es blando y flexible puede endurecerse en distintos grados agregándoles azufres en determinadas proporciones y calentándolo a 140°C. Esta operación llamada vulcanización fue descubierta por Charles Goodyear en 1839. Con hasta el 5% de azufre sigue siendo elástico pero con el 40% se obtiene un producto duro conocido con el nombre de ebonita.

Con el caucho se fabrica los mas variados artículos entre ellos neumáticos, correas, guantes, aisladores para cables, etc.. La fabricación se hace por moldeo y posterior vulcanización. El látex se usa directamente para la impregnación de papel y para aislar conductores. La ebonita se utiliza para casquillos, carretes o poleas aisladoras.

Gutapercha son también variedades del caucho provenientes de otros existentes en Sudáfrica.

Caucho sintético.

Se obtiene de la polimerización de hidrocarburo butadieno y sodio como catalizador de ahí el nombre de caucho Buna que se le dio. Se logra así un látex artificial que para la obtención del caucho se trata como natural.

La materia prima para la obtención del butadieno puede ser obtenida industrialmente a partir del alcohol etílico, gas natural, petróleo y el acetileno.

El caucho sintético tiene en general propiedades elásticas y mecánicas inferiores al natural pero lo supera en resistencia al deterioro causado por los agentes oxidantes como la luz, la nafta, los aceites, etc.. Lo cual permite su empleo en lugares donde no puede ser usado el natural.

En Estados Unidos se fabrican otros productos de mejores propiedades mecánicas y resistencia a los aceites y otros productos químicos, y también a la temperatura, conocido con el nombre de neoprene, butyl, kero seal, etc.. Se emplean en mangueras de petróleo, discos para válvulas, etc.. El kero seal tiene además buenas propiedades eléctricas y con el se recubren por extrusión, donde las líneas recubiertas de este caucho admiten hasta 750V.

Plásticos.

Son sustancias orgánicas de elevado peso molecular que pueden ser moldeados. Los plásticos han logrado enorme desarrollo y son uno de los materiales mas difundidos en el hogar y la industria. Ha reemplazado a algunos metales en sus aplicaciones menores pero no puede utilizarse en aquellos casos que se necesita la resistencia del acero.

Se distinguen tres tipos principales de plásticos: los que se obtienen de la celulosa, los que se obtienen de ciertas proteínas (como la caseína y la soja), y los que se obtienen de productos artificiales o resinas sintéticas.

En todo material plástico existe una parte plástica propiamente dicha que hace de aglutinante y material de relleno que le da la dureza y otras características (estos materiales pueden ser, amianto o materiales orgánicos como el aserrín).

1) Plásticos de celulosa.

Son nitrato de celulosa y acetato de celulosa que resultan de disolver celulosa en ácido nítrico o acético respectivamente, el celuloide es el nitrato de celulosa y se emplea para fabricar hojas, varillas, tubos, armazones para anteojos, películas fotográficas, etc..

El acetato de celulosa tiene aplicaciones similares pero posee mayor transparencia y resistencia a la luz. Con este material se fabrican fibras por extrusión conocido con el nombre de rayón; telas para

vestidos y para neumáticos, perillas para comandos, etc.. También se hacen hojas que se emplean para la fabricación de vidrios de seguridad prensado y calentando dos vidrios con una hoja de plástico en el medio. Por otra parte tiene muy buenas cualidades para la construcción de materiales aislantes varios.

2) Plásticos de proteínas.

El mas conocido es el galalit, que se fabrica con la caseina de la leche y se utiliza para fabricar artículos varios como botones, etc..

3) Resinas sintéticas.

Fabricada sobre la base de fenol y formaldehído conocido con el nombre de baquelita y se emplea expresamente para moldeo de artículos eléctricos, tapas de distribuidor, portalámparas, etc.. También se utiliza como pegamento de hojas de madera terciada para construcciones y para laminados (fornica) y para fabricar artículos colados y también disueltos como barnices. Partiendo de modelados y laminados se hacen también cojinetes y engranajes silenciosos. Por su rigidez la baquelita no puede emplearse para revestir cables.

4) Resinas ureaformaldehido.

Similares a las anteriores se emplea para artefactos en instalaciones eléctricas, portalámparas y otros artículos.

5) Resinas vinílicas (el conocido PVC) o policloruro de vinilo.

Se prepara partiendo del acetato y del ácido clorhídrico. Se utiliza para la fabricación de polvo de moldeo y para hojas y fibras textiles, varillas, tubos, discos, aislación de conductores, etc..

6) Resinas acrílicas.

Se obtiene del eteno derivado del petróleo siendo este producto el metacrilato de metilo. Este producto se conoce con nombre de Plexiglas, Lucite, etc.. Se hacen varillas y hojas utilizadas en las ventanillas de los aviones.

7) Resinas de poliestireno.

Tiene muy buenas propiedades dialécticas y se utiliza en radio y TV.

8) Resinas poliamidas (nylon).

Se hace este material de carbón aire y agua, con el se fabrican fibras de gran resistencia y se utiliza para cepillos de uso medico, etc..

9) Poliestireno

Se obtiene comprimiendo el eteno o etileno que es un monómero a presiones de 500 a 3000 Atm obteniendo su polímero. Tiene buenas propiedades como aislantes eléctrico y con el se fabrican tubos y objetos en general flexibles.

Moldeo de plásticos.

Hay dos tipos fundamentales de plásticos de acuerdo con su comportamiento frente al calor.

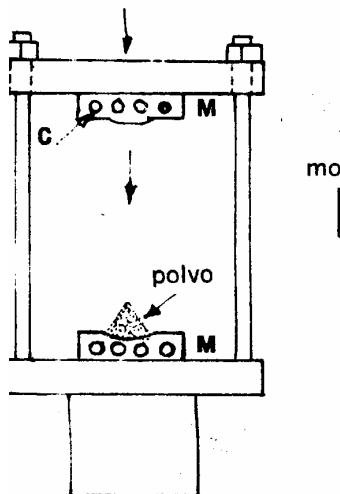
1) termoplásticos: son aquellos que se ablandan por el calor cada vez que este se aplica y se endurecen cuando se enfrían; pertenecen a este grupo el nitrato y acetato de celulosa, los polivinílicos y el metacrilado de metilo.

2) termoestables: se fraguan con calor y no se reblandecen por menos calentamiento y pertenecen al grupo de resinas fenolicas, ejemplo: baquelita, etc.

Los métodos de moldeo de plásticos que difieren según las características señaladas se efectúan por tres sistemas distintos: procesado, inyección y extrucción.

El prensado se realiza a través de una prensa hidráulica; donde la mitad inferior del molde posee una cantidad determinada de polvo de moldeo y se acciona la prensa donde la mitad superior del molde

se encuentra en el vástago que prensa, estos moldes se calientan previamente con vapor o eléctricamente, comprimen el polvo el cual se ablanda, fluye y toma la forma del molde.



molde cerrado

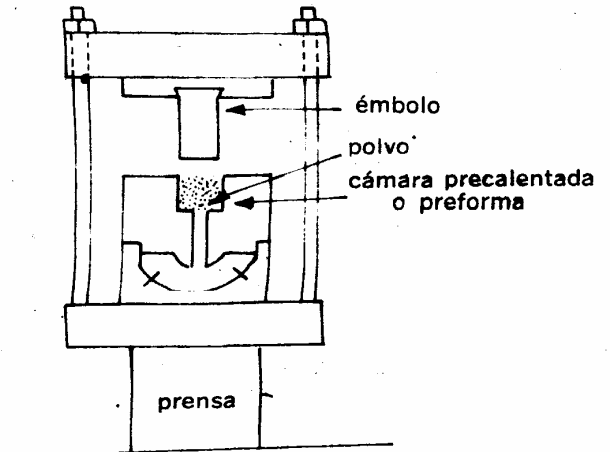
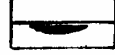


gráfico 1

gráfico 2

Si se moldean termoplásticos se debe enfriar el molde haciendo circular agua para poder extraer la pieza pero el prensado se utiliza para las materiales termoestables.

En ves de poner directamente el polvo en el molde se puede utilizar previamente una tableteadora, de esta manera se fabrica pequeñas patillas y con la misma cantidad se reemplaza el polvo sin necesidad de ser tantas mediciones.

Cuando se prensan artículos con inserciones o cuando los moldes llevan machos para formar huecos en las piezas, la presión podría sacarlos de lugar, en este caso se prefiere el llamado moldeo por transferencia que introduce el plástico ya ablandado en una cámara situada encima del molde, comprimiendo con un émbolo.

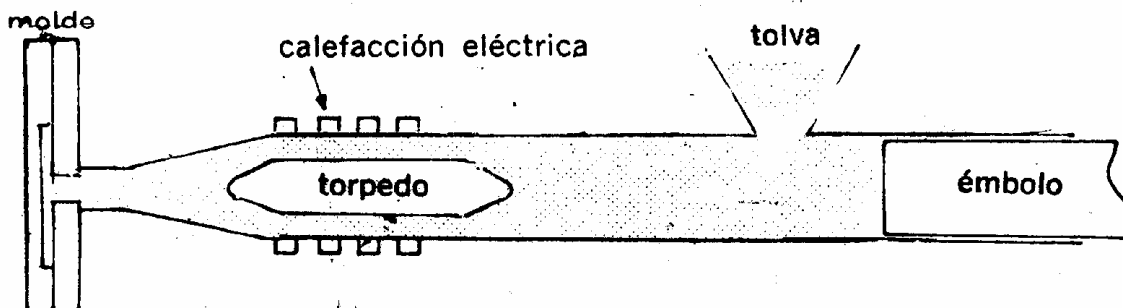


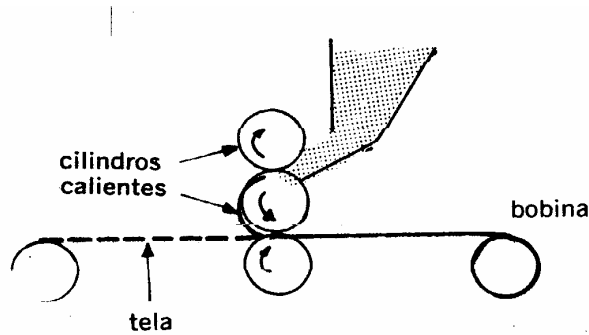
gráfico 3

El moldeo por inyección se aplica a los termoplásticos, el aparato usado es igual a la figura 3.

Por la tolva se carga el material cada vez que el émbolo retrocede. Cada vez que el émbolo presiona al material el, molde se llena , puede tener mas de una forma de objetos a moldear; los desperdicios pueden volverse a cargar sí se trata de termoplásticos. El torpedo que se observa en tal figura hace que el plásticos se pegue a las paredes para su calentamiento. El moldeo por extrucción también se aplica a termoplásticos para la producción de artículos en forma continua como ser mangueras para riego, barras, cintas, perfiles, etc. El material se carga por la tolva y avanza llenando el cilindro extruidor; el cual lo hace parar por la matiz; el cilindro de la maquina lleva conductor para regular el calentamiento por agua o por aceite caliente para enfriar.

Cuando se desea revestir cobre se hace pasar el alambre por el centro de la matriz.

Además podemos considerar otro tipo de moldeos. Para hacer laminas o planchas se utilizan maquinas que constan de 3 cilindros; el material en gránulos pasa por entre dos cilindros superiores calentados que le dan la forma y el espesor deseado.



Por este método también pueden aplicarse los plásticos sobre telas haciendo pasar entre los dos cilindros inferiores a esta.

El procedimiento de vaciado de material plástico líquido en un molde donde se solidifica para obtener piezas de forma diversa y el estampado de hojas y laminas obtenidas por cualquiera de los procedimientos anteriores se hace colocando la chapa o lamina entre dos moldes calentados que le dan la forma.

Aislación de conductores.

Para la aislación de los conductores eléctricos se emplea una gran variedad de materiales como algodón, ceda, esmalte, papel, mica, amianto, fibra de vidrio, caucho, gutapercha, caucho sintético, resinas sintéticas y plásticos.

Algunos de estos materiales pueden ser impregnados con las fibras, algodón, seda, vidrio, amianto, se hacen previamente cintas con las cuales se envuelven los conductores, con las cuales se envuelven los conductores, las cintas de papel se aplican por ejemplo a los alambres de bobinados de transformadores que van sumergidos en aceites. Los alambres recubiertos con amianto se usan a altas temperaturas (pueden trabajar hasta 150°C) pero tiene el inconveniente de ocupar mucho espacio por ser fibras gruesas.

Tanto el papel como el amianto pueden aplicarse en forma de pulpa espesa (fibra con agua) directamente sobre el alambre o prensando por extrucción se elimina el exceso de agua y se seca en estufas. Este proceso es continuo.

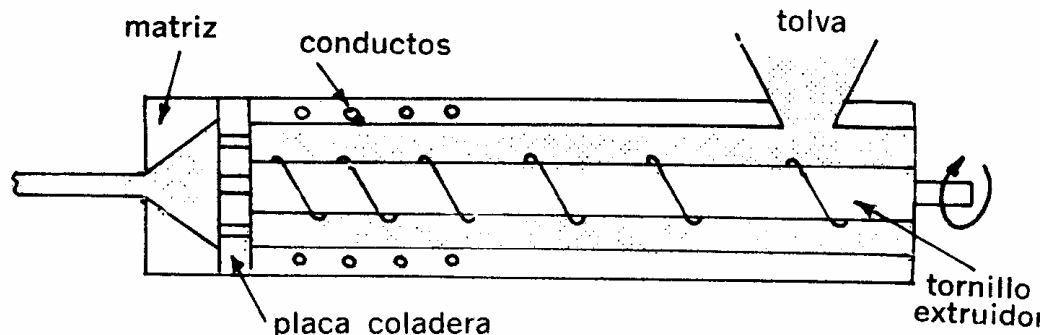


gráfico 4

El esmaltado "esmalte es un barniz con pigmentos" consiste en la aplicación de una capa muy delgada de un esmalte en forma continua, secado en estufa y luego horneado a temperaturas variables de 250° y repitiendo el proceso para aplicar varias capas.

Para bajas tensiones (120-240V) se aplican cubiertas de policloruro de vinilo (PVC) extruidas directamente sobre el mismo alambre en forma continua. Es resistente al agua y al aceite y no mantiene la combustión, el caucho vulcanizado no puede ser aplicado directamente sobre los conductores porque el azufre que contiene ataca al cobre; por ello los conductores deben ser previamente estañados o interponerse una capa de algodón entre ellos.

Hay también sustitutos sintéticos como el llamado neoprene que no tiene ese inconveniente y además es resistente a los aceites; se aplica por extrucción sobre los alambres, (algunos sintéticos también producen corrosión del cobre).

Barnices aislantes.

Son un grupo importante de materiales que se utiliza para aislar conductores, bobinados e impregnar aislantes fibrosos como el papel, la madera, algodón, etc., confiriéndole así mejores condiciones de aislación y resistencia mecánica.

Podemos definir un barniz diciendo que “es un líquido que se transforma en sólido adhiriéndose sobre el cual fue aplicado formando una película dura y brillante”.

Fundamentalmente esta constituido por soluciones de resinas que tienen la propiedad de solidificarse por evaporación del solvente o por acción química.

Según la cual dependerá del disolvente que se utiliza; donde tenemos dos clases de barnices: al alcohol y al aceite. Los primeros son soluciones de resina o asfaltos en alcohol. Los segundos son soluciones de resinas (oleosolubles) o asfaltos inmersos en aceites secante, principalmente de lino o tung. Se preparan en aceite y cuando hace falta se le pueden agregar diluyentes (aguas o trementina) que permite aplicarlos en películas finas.

Hay aceites secantes que aceleran el secado actuando como catalizadores.

Materias primas.

1) Resinas:

Son sustancias amorfas amarillentas o marrones translúcidas que pueden ser de origen animal, vegetal, mineral o sintéticos.

A) La goma laca es de origen animal y se extrae de las excreciones de ciertos insectos que existen en India, Indochina, etc.

B) Las vegetales se obtiene de varios arboles entre ellos el ámbar, la resina de los pinos, oleosolubles, la sandáraca soluble en alcohol y el damar que es soluble en aceite y alcohol.

C) Los asfaltos suelen considerarse resinas minerales y se usan para barnices aislantes negros disueltos en sulfuro de carbono o benzol.

D) Las resinas sintéticas son actualmente muy importante. Por lo general se obtiene en el proceso de fabricación de los plásticos en una etapa anterior al endurecimiento. Se emplean resinas fenólicas de urea, vinílicas completamente nuevo: las resinas de siliconas.

2) Aceites.

Son llamados aceites secantes. Esta propiedad de secar se debe a la aplicación de oxígeno. Los aceites mas usados son de lino y tung que se extraen de vegetales del mismo nombre.

3) Solventes y diluyentes.

Se emplean en cada caso alcohol etílico, bencina, trementina, acetona, sulfuro de carbono, tolueno, para disolver las resinas o diluirlas. En algunos casos la solución resulta suficientemente fluida para su uso y no requiere diluyentes.

4) Secantes.

Son sustancias que tiene la propiedad de acelerar el secado actuando como catalizadores o bien liberan oxígeno elemento que como sabemos es necesario para el secado.

La absorción del oxígeno aumento por la presencia de metales como el cobalto, plomo o manganeso bajo la forma de sus sales orgánicas como el naftaleno y otros. Se agregan en cantidades pequeñas, aproximadamente el 1%, pero su uso debe evitarse cuando sea posible pues son objetables desde el punto de vista dialéctico.

Clasificación de los barnices.

Según la temperatura de secado se distinguen:

- 1) Barnices aislantes de secado al aire.
- 2) Barnices aislantes de secado al horno a temperatura de 80 y 250°C.
- 3) Barnices aislantes de secado por reacciones químicas.
- 4) Barnices de siliconas.

Los primeros dos grupos están formados por resinas naturales con aceite vegetal (lino y tung) y pueden llevar resinas sintéticas o artificiales. También estos grupos están comprendidos los barnices negros.

El tercer grupo era formado por resinas sintéticas que para endurecerse necesitan un catalizador, ejemplo: resinas de fend-formaldeido y plásticos en general.

Los barnices del cuarto grupo usan el tolueno como disolvente de las resinas; se emplean para impregnación y resisten temperaturas de hasta 260°C.

Clasificación de los barnices según normas IRAM.

Clase Temperatura

Y	máxima 90°C
A	máxima 105 °C
E	máxima 120°C
B	máxima 130°C
F	máxima 155°C
H	máxima 180°C
C	arriba de los 180°C

Preparación de la aplicación de los barnices.

Todos los barnices pueden llevar un 50% de sólidos y un 50% de volátiles. Estos últimos se eliminan por el calor y queda el sólido que es el que aísla.

Puede agregarse algunas sustancias de carga que tiene la propiedad de disminuir la contracción durante el secado y por consiguiente eliminar algunos defectos.

La aplicación se hace por inmersión aunque puede impregnarse al vacío (inmersión, luego vacío, pudiendo luego seguir con la aplicación de presión).

El secado de los barnices una vez aplicados es muy importante para lograr los resultados requeridos. Para ello debe guardarse a temperatura mínima y máxima establecida.

Como el endurecimiento se hace por oxidación debe asegurarse una abundante renovación de aire necesiéndose aproximadamente de 1 a 1,5 cm³ de aire fresco por cada Kg. de barniz.

Comúnmente el secado se hace en estufas eléctricas cuya temperatura se regula automáticamente y con extractor de aire; este es el sistema de secado desde afuera.

El secado de los barnices una vez aplicado es muy importante para lograr los resultados requeridos. Para ello debe guardarse a temperatura mínima y máxima establecida. Como el endurecimiento se hace por oxidación debe asegurarse una abundante cantidad necesaria de aire, necesiéndose aproximadamente de 1 a 1,5 mts³ de aire fresco por cada Kg. de barniz.

Comúnmente el secado se hace en estufas eléctricas cuya temperatura se regula automáticamente y con entradas de aire; este es el sistema de secado desde afuera hacia adentro, aunque también puede hacerse desde adentro hacia afuera por calor termoeléctrico o termomagnéticos aplicado al conductor que ha sido barnizado con lo cual se evita la formación de una película superficial que dificulta el secado posterior.

Ya señalamos que existen barnices que no necesitan calor para su secado sino que endurecen por fraguado, por reacción química con un catalizador.

Norma para ensayos de materiales aislantes.

Sabemos que estas normas o reglamentos que rigen no solo la características que deben reunir los materiales en general sino también el modo o método que debe seguirse para la evaluación de la misma.

Cada país tiene su propia norma por ejemplo:

Argentina: IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales)

Alemania: Deutsche Industrie Normen (Normas Industriales Alemanas)

Inglaterra: BSI (Instituto Británico de Estadanzación)

Estados Unidos: ASTM (Sociedad Americana de Ensayo de Materiales)

Italia: CEI (Comité Electrotécnico Italiano)

Francia: AFNOR (Asociación Francesa de Normalización)

USE (Unión Técnica del Sindicato de Electricidad)

Dentro de cada país puede existir otras normas dictadas por diferentes sectores por ejemplo, la marina, la aeronáutica, los ferrocarriles, la industria automotriz, etc.. de acuerdo con sus propias exigencias.

También hay normas internacionales como la Comisión Electrotécnica Internacional.

Todas las normas se identifican con un número determinado para cada tipo de material, para cada método, para cada calidad, etc.

Normas para barnices.

Las normas oficiales que rigen en nuestro país respecto a este punto son los siguientes:

IRAM 2091: sobre barnices aislantes y secantes al aire.

IRAM 2102: sobre barnices aislantes y secantes al horno.

IRAM 2070: sobre método de ensayo de barnices aislantes.

Las dos primeras normas indican los requisitos que deban cumplir los barnices de distintos tipos mientras que la última establece las normas o términos de ejecución de los ensayos. A continuación vemos uno de ellos.

1- Muestra: una vez extraída la muestra se la envasa en frascos provistos de cierre hermético cuidando de llenar suficientemente los envases para evitar la evaporación del disolvente y la formación de una película superficial del producto seco. La muestra se mantiene a temperatura ambiente hasta el momento de ejecutar el ensayo.

2- Densidad: se determina a 20°C por medio de un método corriente.

3- Viscosidad: una de las formas de determinar es utilizando una copa Ford esta consiste en un cilindro hueco generalmente de acero inoxidable terminado en forma de cono y con un orificio en el fondo. Existen varios tipos de copa de acuerdo con el diámetro del orificio inferior; así, es la copa Ford N°3 tiene un diámetro de 3,4 mm y la N° 4 es de 4,1 mm.

Se llena la copa con el barniz manteniendo tapado el orificio con la yema del dedo; una vez encarado el nivel se destapa y con un cronómetro se registra el tiempo desde que el producto comienza a fluir hasta que se corta dicha fluencia. La viscosidad se expresa en segundos, indicando el número de capas utilizadas además de la temperatura de ensayo. Ejemplo 21,0 seg. copa Ford N°4 a 25°C.

Este ensayo es indispensable antes de cualquier proceso de impregnación dado que resulta fácil comprender que un barniz muy viscoso (poco fluido) pueda tener dificultades para penetrar completamente en el interior de un bobinado; por otra parte tampoco puede fluidificarse en exceso agregando diluyentes pues daríamos una impregnación incompleta.

No debe confundir viscosidad con densidad por ejemplo la densidad de la manteca es de 0,935 Kg./litro o sea que 1 litro pesa 0,935 Kg. mientras el aceite de lino acusa una densidad igual. Si calentamos a ambos la manteca se transforma en líquido, la densidad sigue siendo la misma, pero su viscosidad varía por el calor o el frío.

4- Punto de inflamación.

Por razones de seguridad es necesario asegurar la temperatura mínima de inflamación (25°C como mínimo) la cual se determina en los aparatos de vaso cerrado de Abel o de Pensky Martins. Se opera calentando y apretando un botón que acerca la llama a la superficie del barniz colocado en el vaso. Cuando se observa la inflamación se registra la temperatura la que indica el punto de inflamación del barniz.

5- Materia no volátil.

La mayoría de los barnices aislantes necesitan por lo menos el 50% de sólido y el 50% de materia volátil. Esta última es necesaria para solubilizar la resina, por secado al aire o al horno, desaparecen estos volátiles y queda el sólido que aísla.

Para realizar la determinación se coloca un cristallizador de vidrio u hojalata de 8 cm de diámetro previamente pesado (tarado). De 1 a 2 gramos de barniz y se pesa al 0,01 gramos. Se coloca a 105-110°C durante tres horas, luego se deja enfriar y se pesa al 0,01 gramos repitiendo el calentamiento y las pesadas hasta que dos de estas en forma sucesiva difieran en menos de 0,01 gramos.

6- Tiempo de secado.

Es la duración del período que va desde la iniciación hasta la finalización del secado. Se considera que cuando ha terminado la operación de secado el barniz ha alcanzado el máximo valor posible de su poder aislante. Este tiempo no debe ser superior a las seis horas.

Para determinar este tiempo se preparan varias chapas de cobre de 30x200mm de un espesor aproximadamente de 0,125mm bien desengrasadas con un solvente orgánico, pulidas y

vueltas a desengrasar con un algodón con bencina. Las chapas así preparadas se sumergen en un barniz hasta quedar completamente cubiertas. La consistencia del barniz debe ser tal que una vez seco la película formada sea de 0,02 a 0,03 mm. La chapa podrá secarse al aire o en hornos según el tipo de barniz y la temperatura especificada para este. Al cabo de media hora se toma una chapa y contra el barniz se presiona un trozo de papel kraft con un cilindro estándar de 500gr y de medidas determinadas. El barniz se considera seco si después de un minuto de la aplicación del peso, invirtiendo la chapa, el papel cae por su propio peso; se repite la operación a intervalos de 10 minutos sobre nuevos papeles hasta lograr el resultado indicado lo cual no indicara el tiempo de secado.

7-Rigidez dieléctrica.

Se llama así el voltaje necesario para que se produzca la perforación de aislante.

Para determinarlo correctamente deben establecerse una serie de condiciones como las dimensiones del espécimen, método de ensayo, temperatura, forma de aplicación de voltaje, etc.

Cuando ocurre la perforación, esta se produce por un cambio abrupto del estado del material, sustancialmente pasa de no conductor a material conductor.

Este valor se determina en tres condiciones:

- a) en el aire a temperatura ambiente
- b) en aire a 75°C de temperatura
- c) en aire a una temperatura ambiente después de haber mantenido especímenes en agua destilada a 25°C, 24 horas.

Los especímenes se preparan con chapas de cobre de 20x20 cm y 0,125mm de espesor desengrasadas en forma similar al punto anterior y sumergidas en barniz repetidamente hasta lograr una película de espesor entre 0,045 y 0,05 mm una vez seca.

Cada espécimen así preparado se ensaya apretando entre dos electrodos cilíndricos de bronce de 50 mm de diámetro con corriente alterna cuyo voltaje se va incrementando desde 0 hasta que se produzca la descarga disruptiva, lográndose así la perforación de la capa de barniz. Terminando el ensayo se recortan tiras y se miden espesores obteniéndose por diferencia con el espesor de la chapa el espesor del barniz. La rigidez dieléctrica se mide en volt por centímetro o centésimas de milímetro. No debe ser menor de 600 voltios/0,01mm para la condición "c", mientras la diferencia de ambos puede exceder en un 50% el valor obtenido según "c".

Otras normas establecen trabajar con papel en vez de chapas, y aumentar el voltaje durante la prueba de 400 a 500 volt por cada vez hasta que se produzca la perforación.

8-Envejecimiento.

Consiste en someter el espécimen que ha sido envejecido por calentamiento durante 100 horas entre 100 y 105°C a un plegado el dispositivo estándar, el cual no debe presentar grietas luego del ensayo. Los especímenes son chapas de cobre, las detalladas en el punto seis. Esta determinación es común en su parte fundamental a casi todas las pinturas y barnices y aparecen las normas de estos productos, bajo el nombre de ensayo de doblado.

9-Resistencia al aceite.

Este ensayo tiene la finalidad de comprobar el comportamiento del barniz con respecto al aceite de transformadores.

Una chapa preparada y barnizada en la forma indicada en el ensayo seis se sumerge durante 48 horas en aceite el cual debe mantenerse a una temperatura de 105 a 110°C. Luego se saca el espécimen y se limpia con un trapo seco, blanco y limpio. No debe notarse suciedad en el trapo, arrollamientos, arrugas o disgregación de la película de barniz ni producirse coloración en el aceite.

Podrá verificarse también si no han variado las características del aceite en comparación con una porción que se mantiene sin x en forma de testigo.

Esta son las determinaciones principales de la norma IRAM numero 2102 para barnices secados al horno se señala también otras determinaciones, como la elasticidad de la viruta del barniz seco, buena terminación y aspecto de la superficie, determinación de acidez y alcalinidad.

Aceites aislantes.

Es el compuesto de hidrocarburo obtenido del petróleo que se utiliza como medio aislante y refrigerante en aparatos eléctricos. Se emplean distintos tipos según sea la temperatura de trabajo. Se efectúan los siguientes ensayos de acuerdo a las normas IRAM numero 2026 para determinar los requisitos del aceite.

1) Contenido de materias sólidas extrañas.

Se diluye con bencina y se filtra; no deben quedar residuos sólidos en el filtro.

2) Índice de vaporificación.

Para determinar el contenido de sustancias capaces de formar residuos sólidos. Se determina con una solución de hidróxido de potasio agregado en exceso y posterior valorización del exceso sin reaccionar por medio de un ácido normalizado.

3) Cenizas.

Se obtiene quemando una porción pesada de aceite y luego calcinando en el horno; el valor que se logra por pesado del residuo.

4) Acidez inorgánica y orgánica.

Se mezcla en agua o en alcohol respectivamente la muestra del aceite, luego se agita, se determina la presencia de ácidos valorando con hidróxido de sodio.

5) Corrosión.

Los aceites no deben ser corrosivos; se sumergen dos laminas de cobre en un tubo de ensayo, uno de los conductores debe quedar cubierto por aceite; se tapan los tubos y se mantiene en estufa a 100°C durante 5 horas. Luego se observa la chapa y se ve si hay diferencias entre la partes cubiertas y sin cubrir por el aceite.

6) Viscosidad.

Se realiza mediante un aparato estándar, donde medimos el tiempo que tarda en caer cierta cantidad de aceite por el orificio del aparato: se llena un vaso hasta la medida con el orificio tapado, luego se destapa y se cronometra desde ese momento hasta recoger dicha cantidad de aceite.

7) Color.

Se verifica con un calorímetro estándar ASTM.

8) Rigidez dieléctrica.

Norma IRAM numero 2341. Consiste en someter una muestra de aceite contenida en un recipiente apropiado a una prueba de tensión alterna cuyo valor ira variando en forma continua hasta la descarga disruptiva.

El recipiente es de vidrio, porcelana o materiales similares rigurosamente limpios y secos.

Los electrodos deben ser de cobre, latón, bronce o acero inoxidable perfectamente pulidos y de formas y dimensiones como indica la norma citada.

La tensión para el ensayo se obtiene por medio de un transformador de 70 Kv y potencia mínima 250 VA alimentado por una fuente de corriente alterna de 50 Hz.

El dispositivo se representa en forma esquemática de la siguiente forma:

DIBUJO.

Se procede aplicando a los electrodos una tensión alterna cuyo valor aumenta a una velocidad uniforme e igual a 2 Kv/s , desde 0 hasta que se produzca la descarga disruptiva o hasta un máximo de 70 Kv. Se efectúan 5 mediciones.

La rigidez dieléctrica será la medida aritmética de los cinco últimos valores obtenidos de tensiones disruptivas sobre seis mediciones indicadas.

Materiales plásticos.

Sobre los plásticos se realizan ensayos mecánicos de dureza, tracción, resistencia a agentes químicos, etc. Además se efectúan los siguientes ensayos eléctricos:

1- resistividad.

Esta sola propiedad nos determina la conveniencia de un material aislante como aislador; los plasticos tienen una suiperficie de gran afinidad por el agua y otras sustancias; es importante

hacer mediciones de superficie para lo cual las muestras deben someterse al agua dos o tres días. Se efectúan los ensayos sobre especímenes planos o también tubulares; pueden hacerse pruebas combinadas de resistividad en la superficie o sobre el volumen total, para lo cual habrá que variar la inmersión de los electrodos en el elemento de prueba o espécimen.

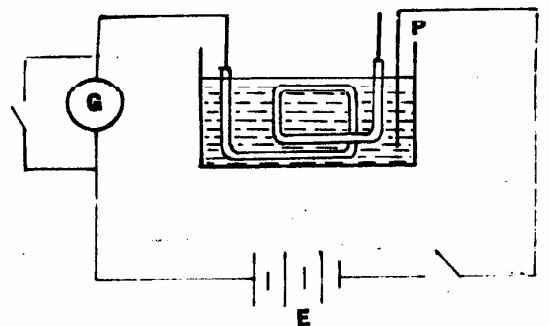
2-rigidez dieléctrica.

Es solo un ensayo comparativo, pues se ve afectado por el espesor de la pieza, forma y tamaño de los electrodos, tiempo de aplicación del voltaje, temperatura, etc. Para determinarlo se emplea un disco moldeado con medidas estándar y se colocan entre electrodos. El voltaje se obtiene de un transformador aumentándolo a razón de 1000 voltios con intervalos de 1 minuto de un y otra aplicación.

3-ensayo de cables electricos.

Los ensayos consisten en esencia en la aplicación de tensiones mucho mayores que aquellas para lo cual serán empleados.

La rigidez dieléctrica del aislamiento (caucho, papel, aceite, PVC, etc.) pueden determinarse en seco en caso de cables con envoltura metálica o en caso de cables de baja tensión unipolares, o en este ultimo caso como método más aconsejable sumergir el rollo en agua, se opera el dispositivo como el sig. Esquema; en dicho dispositivo se establece contacto entre el conductor en un extremo del cable y una placa x dentro del recipiente. La tensión se aumenta a intervalos hasta que se produzca la descarga.



Con el dispositivo indicado en la figura, puede medir la resistencia de aislamiento por medio de la Ley de Ohm, midiendo la pequeña corriente que pasa a través del aislante con el galvanómetro G.

La norma IRAM para estos ensayos, lleva el numero 2058.

Aisladores de porcelana.

Puede ser de distintos tipos y para su ensayo se rige por la norma IRAM 2077; 2095 y 2096 y similares. Sobre ella se aplican los sig. Ensayos:

1- Condiciones generales. Características constructivas: se observa su superficie la cual debe ser dura y brillante, y la existencia de fallas, control de roscas, identificación en cuanto a su origen, marca, etc. Además de la característica mecánica de carga, resistencia a los cambios de ciclo térmico, etc.

2- Ensayo dieléctrico.

Se realiza en distintas condiciones de temperatura y humedad.

Se determinan las tensiones de impulsos bajo lluvia de contorno y tensión de perforación.

Se aplican series de impulsos entre el perfil del soporte y la garganta del aislador (por ej.: hasta que se produzca la descarga superficial en el conductor examinado).

Tensión de contorno es el valor eficaz de la menor tensión capaz de producir en condiciones determinadas pero siempre en el aire una descarga entre los polos a lo largo de la superficie del aislador.

La tensión de perforación se determina con el espécimen sumergido en aceite. La perforación es una destrucción localizada causada por una descarga que la atraviesan; el desprendimiento de un fragmento del borde no debe ser considerado perforación.

3- Ciclo térmico:

Consiste en tres inmersiones en cada uno de los dos baños:

- uno a temperatura ambiente .y otro a 65,70° C.

Se observara la presencia de grietas y fisuras.

4- Ensayo de carga mecánica:

se somete a tracción en la maquina destinada a tal fin, sujetándolo con un cable alrededor de la garganta y el soporte metálico. Se mide la carga actuante que indica la escala de la maquina empleada.

5- Porosidad:

Se sumerge el aislador en un baño de solución colorante de fucsina, se lo somete a presión durante un lapso determinado, se seca y se parte en trozos para inspeccionar visualmente la penetración.

La porcelana no debe ser porosa.

Construcciones electroaislantes.

Los aisladores son construcciones electroaislantes de cerámica media, reforzada con armadura metálica. En las instalaciones eléctricas los aisladores se usan para garantizar el aislamiento eléctrico y la unión mecánica entre las partes que se encuentran bajo diferente potencial. La armadura metálica (casquetes, espigas, etc.) se fijan en los aisladores mediante distintos componentes (compuestos de cemento y arena, etc.).

la armadura metálica sirve para fijar aisladores sobre estructura de apoyo de la línea de transporte de energía eléctrica, sobre los tanques de los transformadores interruptores de aceite: también sirven para fijar los cable y otras piezas conductoras sobre los mismos aisladores.

El material principal de cerámica para la fabricación de aisladores es la porcelana electrotermica (esta cerámica se somete a tratamiento térmico a temperatura elevadas de calcinación 1280°-1450° C, durante el cual entre la partícula de las sustancias iniciales se efectúan procesos físico-químicos complejos, formándose nuevas sustancias vitrias y de estructuras cristalinas, su valor de permeabilidad es elevado entre 1000° y 7500° C. Algunos tipos de aisladores se fabrican de porcelana y vidrio. La forma de los aisladores se eligen de forma tal; que las líneas de fuerza del campo eléctrico adentro y por la superficie del aislador se distribuya con la mayor homogeneidad con la cual garantiza al aislador una máxima rigidez dieléctrica.

Los aisladores de alto voltaje se fabrican para las sig. Tensiones: 1, 3, 6, 10, 15, 35, 110, 150, 220, 330 y 500 KV. Los aisladores de alto voltaje se emplean para instalaciones eléctricas hasta de 500 V. Y para instalaciones de comunicaciones por cable.

Por sus construcciones los aisladores se dividen en: aisladores de espiga, de suspensión, de soporte, de soporte y espiga, de soporte y vástago, pasamanos y entradas.

Los aisladores de espiga para bajo voltaje se componen de un solo elemento de porcelana. Los aisladores de espiga para alto voltaje se componen de uno o dos elementos.

Los gráficos 1 y 2 corresponden a bajo voltaje y 3 y 4 para alto voltaje. Los elementos se unen entre sí rígidamente mediante un compuesto de cemento y arena. Los aisladores de espiga se montan en las espigas con que se fijan en los distintos apoyos. Todos los aisladores de espiga garantizan una fijación rígida de los conductores en los apoyos. Las dimensiones de los conductores depende de las características fundamentales de esfuerzo y tensión a que son sometidos.

Rigidez dieléctrica.

Cuando un aislante es sometido a la reacción de un campo eléctrico su estructura sufre determinadas deformaciones. El aislante se conduce por efecto del flujo eléctrico como un cuerpo elástico bajo fuerza mecánica. Mientras el cuerpo no llegue a un cierto valor, el aislante recobra su estado de equilibrio, pero sí el cuerpo toma un valor considerable se produce una ruptura eléctrica y la corriente pasa a través del aislante. Esta ruptura se llama descarga disruptiva es función de la diferencia de potencial aplicada al aislante (potencial disruptivo es el momento en el que salta la chispa), y del espesor del aislante.

La rigidez dieléctrica es la propiedad de un aislante de oponerse a las descargas disruptivas. Cuantitativamente la rigidez dieléctrica esta representada por la intensidad del campo eléctrico susceptible de provocar la ruptura; este es el valor máximo del campo que puede soportar la elasticidad de la sustancia.

Esta rigidez se expresa generalmente en KV./cm de espesor, hallándose este valor experimentalmente sobre una muestra de un espesor dado, la expresión matemática es $R=V/e$ donde V es el potencial explosivo y “e” es el espesor de la muestra.

En general los valores de tensión aumentan mas rápidamente que los espesores, la rigidez dieléctrica de un aislante disminuye por consiguiente cuando aumenta el espesor, y como sucede comúnmente los valores de rigidez dieléctrica varían de una muestra a otra. Por otra parte el potencial de ruptura varia según el cuerpo del que se trate, la clase de corriente aplicada, la dimensión de la misma, la temperatura, las dimensiones y la forma de la pieza (la pieza aislante de bordes redondeados soporta tensiones mas elevadas que la de aristas vivas), así como también depende de la progresión de la puesta en carga.

Cuando se somete un cuerpo aislante a una diferencia de potencial creciente la chispa disruptiva puede en ciertas condiciones atmosféricas en que se encuentre el dieléctrico derivar a la superficie en ves de atravesar el cuerpo. La tensión por cm que provoca esta derivación se mide la rigidez dieléctrica superficial.

El estado de la superficie (rugosa o pulida, empolvada o limpia, húmeda o seca) modifica considerablemente el valor de la rigidez. La sucesión de chispas influye mucho en este valor; ciertos aislantes orgánicos toman rápidamente el aspecto de carbón por efecto de esta chispa y pierden muy rápidamente sus propiedades aislantes.

Descarga disruptiva en un dieléctrico.

Puede definirse la ruptura de un aislante como el principio de un estado de inestabilidad de la corriente. La ruptura de un dieléctrico se debe, en esencia a la acción de fuerzas exteriores sobre la estructura molecular. Hay una teoría que esta basada en las perdidas caloríficas de los dieléctricos. Aunque pequeñas al principio esta perdida produce una elevación de la temperatura que favorece así mas su aumento; también aumenta la constante de calor que puede ser radiado. De este modo puede llegarse a un estado de equilibrio a la destrucción del aislante por el calor, sí las perdidas aumentan considerablemente . en la siguiente curva se representa la variación de la tensión de ruptura en función de la temperatura, se observan dos zonas: en la primera corresponde a la baja temperatura y llamada zona de efecto eléctrico, los fenómenos que acompañan a la ruptura son:

- dependencia de la tensión de ruptura de la corriente máxima y de la forma del cuerpo.
- débil acción de la temperatura
- independencia de la resistividad

En la segunda zona llamada de efecto térmico la temperatura influye notablemente en la tensión de ruptura que varia con la temperatura, la duración y la resistividad.

CURVA

El coeficiente de temperatura de la conductividad de todos los dieléctricos es positiva y muy elevada. El calentamiento debido al paso de la corriente hace crecer la conductividad de donde resulta un aumento de la corriente y así sucesivamente. Si la temperatura de equilibrio es avanzada por debajo del punto de fusión del dieléctrico no ocasiona ningún trastorno pero sí la fusión se produce antes salto de descarga disruptiva.

La tensión disruptiva crece cuando la temperatura baja; sin embargo para una temperatura determinada se observa una modificación brusca del fenómeno. La tensión disruptiva no depende a partir de este punto ni de la temperatura ni de la conductividad térmica pero sí de la ionización por choque; la carga moviéndose en campo intenso alcanza velocidades que producen la ionización.

Por muy pequeña que pueda ser el numero inicial de iones libres la sucesión de ionización acaba siempre por crear una corriente que produce la disrupciones, sí el espesor del dieléctrico es suficiente para dar lugar a un número bastante grande de ionizaciones; esta condición se realiza siempre porque el recorrido de un ion para alcanzar una tensión máxima en el campo eléctrico intenso es del orden de una milésima de milímetro.

Gradiente de potencial.

El gradiente de potencial se define como la variación de potencial por unidad de longitud en la dirección del campo eléctrico.

En el caso particular de un condensador, entre dos puntos del dieléctrico o entre la armadura existen intensidades diferentes del campo. El gradiente de potencial representa expresado en KV./cm la variación de la intensidad a lo largo de las líneas de fuerza o también la caída de tensión por unidad de longitud.

Si la caída de tensión obedece a la Ley de ohm es decir sí tiene lugar de modo regular y proporcionalmente a la distancia el gradiente de potencial es igual en todos los puntos.

El gradiente de potencial es la causa de la ruptura del aislante; cuando este gradiente alcanza un valor tal que el aislante deja pasar la descarga eléctrica corresponde al límite de la rigidez dieléctrica.

Para que un dieléctrico no sea perforado es preciso que el gradiente de potencial sea siempre inferior a la rigidez dieléctrica por lo cual para que el aislante trabaje en buenas condiciones hay que establecer un coeficiente de seguridad, dado por la relación entre la rigidez dieléctrica y el gradiente de potencial.

Perdidas en el dieléctrico.

Perdidas por efecto joule:

Cuando un aislante se somete a tensión eléctrica, hemos visto que es atravesado por un corriente de fuga, que depende de la tensión aplicada y de la resistencia del aislante en cuestión. Al paso de esta corriente el dieléctrico sufre el efecto joule que se traduce en una pérdida de energía en forma de calor. Esta pérdida tiene la siguiente expresión:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

Donde R es la resistencia del aislante, I la corriente de fuga y t el tiempo en segundos.

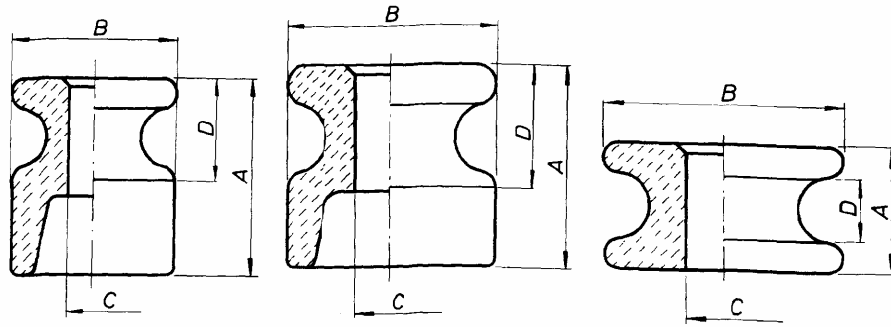
Esta pérdida son originalmente muy pequeña y solo adquieren importancia sí el aislante se calienta, disminuyendo rápidamente la resistencia de aislamiento

El problema de la elevación de la temperatura de los dieléctricos que tiene lugar en los campos eléctricos intensos y en los campos de alta frecuencia; la teoría de la orientación molecular lleva a creer que una parte considerable de las pérdidas eléctricas en los aislantes industriales proviene de la absorción de energía debida a la orientación de las moléculas bipolares que entran en su constitución. El papel desempeñado por este origen de pérdidas solo puede determinarse conociendo exactamente la estructura molecular, a veces muy complicada especialmente para el caucho, bakelita, madera, etc. Los cuerpos empleados en la industria contienen ordinariamente electrolitos que se disuelven en el agua absorbida y forman soluciones conductoras que perjudican las cualidades aislantes del cuerpo.

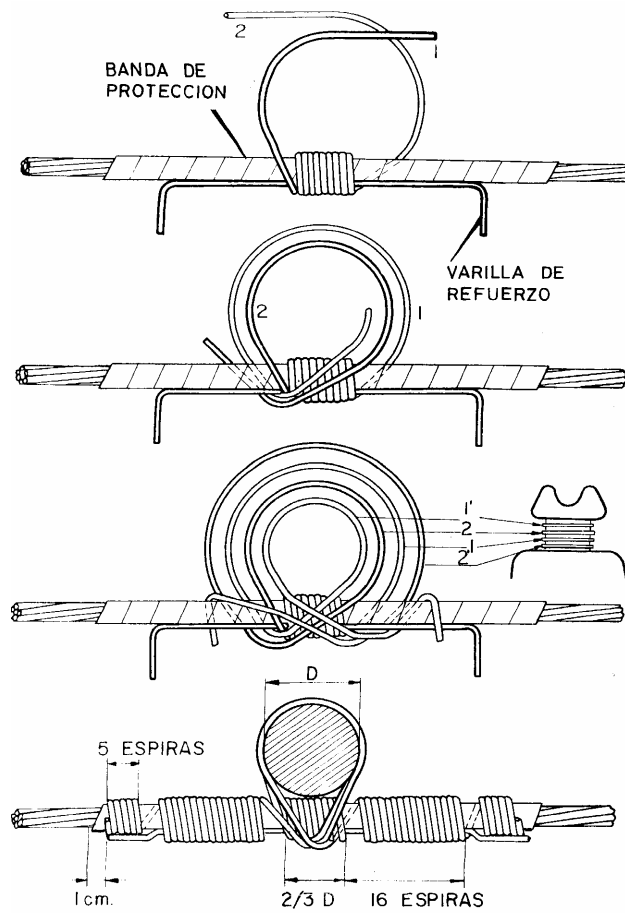
Es muy probable que la presencia de agua en los canales al disolver electrolitos puede dar origen a iones de los cuales algunos son absorbidos por las paredes, y al oscilar por acción del campo contribuyen a las pérdidas de energía por efecto joule en el dieléctrico. Para explicar la disminución de la resistencia en los campos crecientes se supone que en estas condiciones un número más o menos elevado de iones absorbidos se desprenden de las paredes y producen la conducción creciente a través de los canales.

Otro tipo de pérdidas es por histéresis dieléctricas que es causado por el desprendimiento de calor cuando es colocado en un campo eléctrico el aislante.

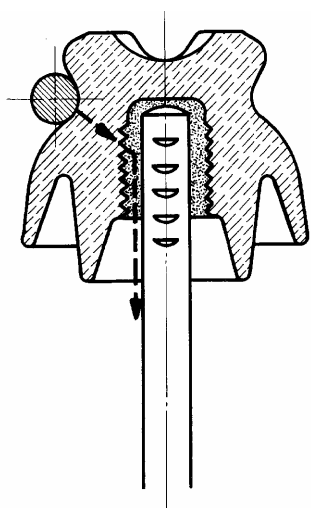
Distintos ejemplos de aisladores



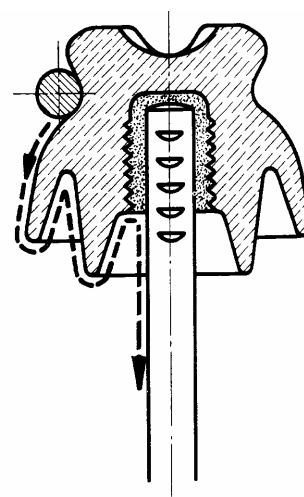
Distintos tipos constructivos de aisladores de polea de porcelana



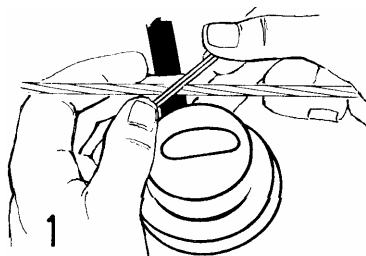
-Retención cruzada reforzada para conductor de aluminio.



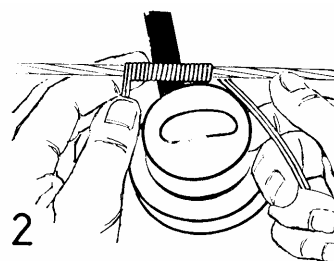
Paso de corriente en un aislador por conductividad de masa (corriente de fuga).



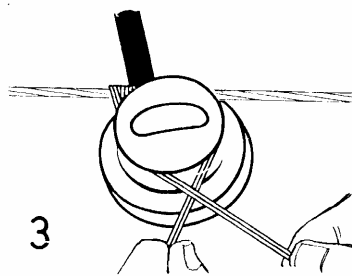
Paso de corriente en un aislador por conductividad superficial.



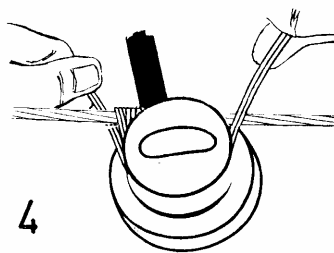
1



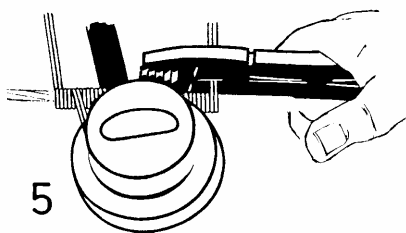
2



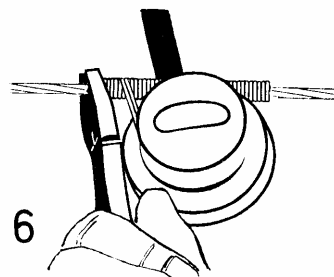
3



4



5



6

Otra forma de efectuar una retención de cobre.

ZXZXZXZXZXZXZXDXZXZXZXZXZXZXIXZXZXZXZXZXZXZXZXZXZXZX