

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
861:1976**

**GUIA PA RA LA PREPARACIÓN DE
MÉTODOS DE ENSAYO PARA
EVALUAR LA ESTABILIDAD
TERMICA DE LOS MATERIALES
AISLANTES PARA USOS
ELÉCTRICOS**



CODELECTRA
COMITE DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA



FONDONORMA

NORMA COLOMBIANA

NORMA PARA LA PREPARACION DE METODOS DE ENSAYO
PARA EVALUAR LA ESTABILIDAD TERMICA DE LOS MATERIALES
AISSLANTES PARA USOS ELECTRICOS

T R A M I T E

Esta norma fué elaborada por el grupo de Trabajos de CODELUNTA, y está basada en la Publicación 216 de la C.E.I.

En su elaboración han participado los profesionales siguientes:

Eugenio Ruiz R.	(BROWN BOWERY DE VENEZUELA S.A.)
Cesar Rodriguez	(C.A. ELECTRICIDAD DE CAROLINAS)
Giuseppe Maule	(MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS)
F. Horn	(SIEMENS)
Manuel Flint	(CONSULTOR)

NORMA COVENIN

GUIA PARA LA PREPARACION DE METODOS DE ENSAYO
PARA EVALUAR LA ESTABILIDAD TERMICA DE LOS MATERIALES
 AISLANTES PARA USOS ELECTRICOS

I N D I C E

	Página
1 Alcance	1
2 Normas a consultar	2
3 Condiciones generales	2
4 Selección de probetas para ensayo	3
5 Preparación de las probetas	3
6 Número de probetas	4
7 Exposición térmica	4
8 Estufas de envejecimiento	6
9 Influencias diversas	7
10 Criterios de degradación	7
11 Análisis e informes sobre los resultados de los ensayos de estabilidad térmica	7
12 Interpretación de los ensayos de estabilidad térmica	8

NORMA COVENINGUIA PARA LA PREPARACION DE METODOS DE ENSAYO
PARA EVALUAR LA ESTABILIDAD TERMICA DE LOS MATERIALES
 AISLANTES PARA USOS ELECTRICOSI ALCANCE

El propósito de este documento es establecer principios para el desarrollo de procedimientos de ensayo para evaluar la estabilidad térmica de los materiales aislantes para usos eléctricos y de combinaciones simples de materiales usado en máquinas eléctricas rotativas, transformadores y otros tipos de equipos eléctricos.

Los resultados de los ensayos acelerados de estabilidad térmica, realizados de acuerdo con estos procedimientos de ensayo, pueden usarse como guía para asignar a los nuevos materiales aislantes las clases de temperatura apropiadas.

Deben desarrollarse métodos de ensayo para cada clase importante de material aislante, tal como esmalte para alambre, aislantes en hojas, etc. Los resultados de los ensayos en materiales conocidos y ampliamente usados, deben recopilarse para servir de referencia, de manera que puedan establecerse fácilmente comparaciones entre materiales viejos y nuevos.

Los puntos importantes a tomarse en cuenta en el desarrollo de procedimientos de ensayo, se describen en este documento.

El objetivo de los procedimientos de ensayo es proporcionar métodos para determinar la estabilidad térmica relativa de los materiales aislantes. Los datos obtenidos deben servir de base para establecer una clasificación térmica para los materiales y para seleccionar materiales aislantes para equipo eléctrico. Los procedimientos de ensayo deben también proporcionar métodos para determinar la velocidad a la que se degradan las propiedades importantes de los materiales en relación al envejecimiento térmico.

Para comportarse satisfactoriamente, los materiales aislantes deben presentar simultáneamente la requerida combinación de propiedades físicas, químicas y dieléctricas. Tales propiedades deben ser evaluadas separadamente por métodos de ensayo no comprendidos dentro del alcance de los procedimientos de ensayo de estabilidad térmica. Los métodos

El ensayo de estabilidad térmica se puede realizar sobre bases de los materiales en los que se han observado las condiciones de operación por exposiciones de larga duración a temperaturas elevadas.

REFERENCIAS A CONSULTAR

Esta guía está completa en sí misma.

CONSIDERACIONES GENERALES

Las condiciones de utilización muy diferentes de los materiales aislantes conducen a evaluar en el ensayo de sistemas de aislamiento la influencia de factores tales como el gradiente de potencial, irradiación, choques mecánicos y vibraciones, condiciones climáticas y contaminaciones químicas.

La experiencia demuestra que algunos materiales aislantes utilizados conjuntamente reaccionan entre sí durante el proceso de envejecimiento térmico. Esta interacción puede aumentar o disminuir la estabilidad térmica relativa, comparada con la estabilidad de cada uno de los materiales, por sí solo. Los metales en contacto con los materiales aislantes pueden también influir sobre la degradación térmica de los mismos. Dado que los materiales aislantes frecuentemente se usan en asociación, los métodos de ensayo deben permitir el estudio de combinaciones simples de materiales.

Durante el proceso de envejecimiento térmico de esas combinaciones, puede tener lugar una interacción entre las diferentes partes constitutivas, además de las reacciones químicas entre los mismos componentes.

Esto implica un comportamiento químico complejo. Las distintas reacciones químicas, con diferentes energías de activación o velocidades de reacción, dan lugar a una falta lineal en el comportamiento a altas temperaturas de tales combinaciones de materiales. Por lo tanto es de gran importancia señalar que los resultados de los ensayos deben ser interpretados con prudencia.

La experiencia ha demostrado que los resultados obtenidos de los ensayos de estabilidad térmica de materiales aislantes comparables, varían entre diferentes fabricantes y entre lotes de fabricación. Las variaciones que provengan de diferencias entre materiales ocasionan variaciones en los valores de estabilidad térmica, que pueden ser mayores que las variaciones introducidas por pequeñas diferencias en la preparación de las muestras, su manipuleo y la técnica de ensayo. Por esta razón, las especificaciones rigurosas en un procedimiento de ensayo no evitarán variaciones en los resultados del

El procedimiento de ensayo debe describirse en términos de los pasos que se seguirán para preparar el material de ensayo, el tipo de ensayo que se realizará, el tipo de equipo que se utilizará, el tipo de material de ensayo que se utilizará, el tipo de condiciones de ensayo que se utilizarán, el tipo de resultados que se obtendrán y el tipo de interpretación que se hará de los resultados.

- a) Preparar el material de ensayo en la condición de ensayo que se requiere.
- b) Ejecutar el ensayo en el equipo que se requiere. Las pruebas se realizarán en los períodos de tiempo de las campañas.
- c) Repetir los ensayos en las campañas hasta que se presenten defectos en el material de ensayo en un período de tiempo o sobre un número de ensayos.
- d) Interpretar los resultados de los ensayos.

4. SELECCIÓN DE PROBLEMAS PARA EL SAO

Cada procedimiento de ensayo debe describirse las pruebas de ensayo que se realizarán y la selección de la configuración particular de ellas.

El ensayo de ensayo puede variar en complejidad o en su consistencia y en la naturaleza de la selección. Sin embargo, como los materiales seleccionados se utilizan en muchas aplicaciones diferentes, también puede ser preferido en algunos casos. En tales casos, puede requerirse un programa de ensayo de desarrollo más general. Puede ser deseable incluir algunos de los adicionales, tales como colada, mecanizado, laminado, etc., para garantizar y líquidos, cuando estos materiales pueden afectar la confiabilidad técnica del material a ensayar.

5. PREPARACIÓN DE LAS PROBLEMAS

Los procedimientos de ensayo deben incluir instrucciones del SAO para la preparación de los problemas. Deben incluirse, cuando sea posible, dibujos y fotografías. Deben especificarse ensayos de selección para asegurar que los problemas son de calidad uniforme y representativa del material a ensayar.

NUMERO DE PROBETAS

El número de probetas debe especificarse en el procedimiento de ensayo. Se requiere un gran número de éstas para lograr un grado aceptable de confiabilidad, si hay una gran dispersión en los tiempos de fallas entre las probetas expuestas a una misma temperatura. El número de probetas a ensayar, utilizadas para cada temperatura de exposición debe, por lo tanto, determinarse por un análisis estadístico de los tiempos en que ocurran fallas y por el grado de precisión deseado para determinar el tiempo medio de fallas.

7 EXPOSICION TERMICA

Cada procedimiento de ensayo debe especificar las exposiciones a las cuales las probetas en ensayo deberán ser sometidas.

Las probetas deben someterse a no menos de tres temperaturas que cubran una gama suficientemente amplia como para establecer la relación entre vida y temperatura. Para reducir el error al extrapolar los datos de vida térmica a la temperatura límite para los aislantes, la gama total de temperaturas debe elegirse cuidadosamente. Se recomiendan temperaturas de exposición que resulten en una vida térmica medida de más de 5.000 horas, a las temperaturas más bajas. Una temperatura de exposición que de lugar a vidas de menos de 100 horas se considera en general muy alta.

La exposición de probetas de ensayo a altas temperaturas de envejecimiento debe efectuarse en ciclos entre los cuales se intercalan períodos de ensayos, generalmente a temperatura ambiente. Por lo tanto, se introducen tensiones térmicas en el proceso de envejecimiento.

En algunos casos, las probetas pueden estar sujetas a condiciones ambientales tales, como inmersión en un líquido o gas, durante la exposición a alta temperatura. El número de ciclos de ensayo puede influenciar los resultados del ensayo. Es preferible planificar la duración de los ciclos de exposición, para obtener aproximadamente el mismo número de exposiciones a alta temperatura, antes de la falla a cada temperatura. Se sugiere que el tiempo de exposición se seleccione para que las probetas se sometan a unos 10 ciclos aproximadamente de calentamiento y enfriamiento. Esto asegura que las probetas de ensayo estén sometidas a aproximadamente el mismo número de manipulaciones, ensayos y ciclos térmicos a cada temperatura de exposición.

La selección de las temperaturas de exposición supone predecir o saber de antemano la exposiciones a alta temperatura, antes de la falla a cada temperatura. Se sugiere que el tiempo de exposición se seleccione para que las probetas se sometan a unos 10 ciclos aproximados de calentamiento y enfriamiento. Esto asegura que las probetas de ensayo estén sometidas a aproximadamente el mismo número de manipulaciones, ensayos y ciclos térmicos a cada temperatura de exposición.

La selección de las temperaturas de exposición supone predecir o saber de antemano la expectativa de vida aproximada del material a ensayar. Sin conocimiento previo del material, deben hacerse ensayos explorativos. Esta información ayudará a seleccionar las temperaturas de exposición que se adaptan mejor para la evaluación de los materiales.

La tabla I puede servir de guía para seleccionar tiempos de exposición y temperaturas. En esta tabla se dan las temperaturas y tiempos de exposición para cada ciclo, para materiales que deben evaluarse en vista de su utilización en una gama de temperaturas cuyo valor límite está indicado en el encabezamiento de la columna para la aislación. Por ejemplo, los materiales estimados como apropiados para ser utilizados a una temperatura límite de 130°C se ensayarán normalmente a temperaturas y durante tiempos elegidos en la columna 3 de la tabla. Tanto el tiempo como la temperatura pueden ajustarse para hacer el mejor uso de las facilidades disponibles de estufa.

Se admite que puedan especificarse otros valores que los dados en la tabla I.

T A B L A I

VALORES PROPUESTOS PARA LAS TEMPERATURAS Y LOS TIEMPOS

DE LOS CICLOS EN DIAS

Temperatura de exposición*	Temperatura máxima de la clase a la que se supone pertenece la aislación					
	105°C	120°C	130°C	155°C	180°C	mas de 180°C
300						1
290						2
280						4
270						7
260						14
250					1	28
240					2	49
230					4	
220				1	7	
210				2	14	
200			1	4	28	
190		1	2	7	49	
180	1	2	4	14		
170	2	4	7	28		
160	4	7	14	49		
150	7	14	28			
140	14	28	49			
130	28	49				
120	49					

8 ESTUFAS DE ENVEJECIMIENTO

Cuando se usan estufas para envejecer las probetas, el procedimiento de ensayo debe especificar los requisitos de las estufas. Se recomienda que las estufas en las cuales se envejezcan las probetas, sean del tipo de circulación forzada de aire. Debe especificarse la

cantidad de aire renovado y su velocidad de circulación. Como las temperaturas de las estufas pueden no ser uniformes en todo el volumen de las mismas, las mediciones de temperaturas deben hacerse en varios lugares dentro de las estufas, en las inmediaciones de las probetas. Para reducir los efectos de las variaciones de temperatura en las estufas, la posición de las probetas debe intercambiarse después de cada ciclo. Como la vida térmica está muy influenciada por la temperatura, es deseable mantener las temperaturas de la estufa tan exactamente como sea posible; por lo tanto las probetas de ensayo deben mantenerse dentro del 1% de la temperatura de exposición especificada.

Las probetas a ensayar pueden ser expuestas en las estufas a la libre circulación del aire o pueden encerrarse en cápsulas selladas conteniendo aire u otro elemento ambiental. El método de ensayo debe definir estas condiciones de envejecimiento, dado que el ambiente tiene influencia muy importante en la vida térmica.

9 INFLUENCIAS DIVERSAS

Los efectos de condiciones ambientales tales como la humedad, contaminación química o vibraciones, deben evaluarse en ensayos de sistemas aislantes. Por lo tanto, las pruebas ambientales deben incluirse en los procedimientos de ensayos de materiales aislantes sólo en casos especiales.

10 CRITERIOS DE DEGRADACION

Cada procedimiento de ensayo debe especificar el ensayo a aplicarse a las probetas para obtener valores de estabilidad térmica y determinar la tasa de degradación. También deben precisarse los criterios de degradación.

Los ensayos deben determinar propiedades susceptibles de ser medidas convenientemente, con razonable exactitud, tales como rigidez dieléctrica, resistencia de aislamiento, ángulo de pérdidas, ruptura a la tracción o a la flexión, elongación y variación de peso.

Los criterios de degradación deben estar de acuerdo con la experiencia práctica. Los valores de ensayo deben elegirse para indicar deterioro de la aislación, pero no deben establecerse tan altos como para obtener duraciones de vida exageradamente cortas. Un valor de ensayo basado en un porcentaje arbitrario del valor inicial

la precisión medida puede ajustarse para dar los valores de los valores relativos sean altos, respecto de aquellos en los que los valores iniciales son más bajos.

Además igualmente deseable obtener información sobre la velocidad de degradación de las propiedades físicas, químicas o dieléctricas resultantes del envejecimiento térmico. Los métodos de ensayo deben, por lo tanto, proporcionar las indicaciones para incluir los métodos apropiados, destructivos o no, que proporcionen aquella información.

14. ANÁLISIS E INFORMES SOBRE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ESTABILIDAD TÉRMICA

El método de análisis y presentación de los resultados deberá ser compatible con el método de ensayo. El método aconsejado es el análisis por regresión, basado en el método de cuadrados mínimos. Esto proporciona los parámetros necesarios para expresar en forma matemática la relación entre temperatura y estabilidad térmica.

15. EXTRAPOLACION DE LOS ENSAYOS DE ESTABILIDAD TÉRMICA

Cuando se ensayan materiales aislantes de acuerdo con un procedimiento de ensayo, es importante que el método especifique los límites de confianza :

- a) Los límites de temperaturas sobre la cual los valores de estabilidad térmica de los materiales aislantes pueden extrapolarse, debe ser limitada. Cuando se utilicen datos para establecer clasificaciones de temperatura, se recomienda que la extrapolación a partir de la temperatura de exposición más baja, no sea mayor que el 25% del valor estimado de la temperatura límite de utilización del material (en grados centígrados)
- b) Los límites de confianza superior e inferior de la curva de estabilidad térmica en función de la temperatura deben especificarse, cuando tales datos se van a usar para estimar la clase de temperatura del material. Se sugiere que se utilice un nivel de confianza del 95%.

Se debe tener en cuenta los valores límites de la referencia y los valores individuales de estabilidad térmica y los de la curva de corrosión. Esto puede hacerse especificando la deriva porcentual relativa mínima de los valores de estabilidad térmica.

Esto especificará alguna limitación para la no-limitación de los resultados de estabilidad térmica.



COVENIN
861:1976

CATEGORÍA
C

CODELECTRA

Comité de Electricidad de Venezuela

**Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque
Boyacá, Torre Centro, Piso 5, Oficina 51.
Teléfonos: 285-28-67 / 77-74 Fax: 285-47-87
E-mail: codelectra@codelectra.org**

ICS: 621.315.61

ISBN:

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

Phohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: