

# Clases térmicas de aislamiento en transformadores secos

Fernando Mateo Jelichich  
Gerente de Operaciones  
de CAT Miron  
[www.catmiron.com.ar](http://www.catmiron.com.ar)

Los tipos de materiales aislantes utilizados en la construcción de los arrollamientos del transformador son los que determinan la temperatura máxima de trabajo del equipo. La mayor aptitud y resistencia a la temperatura de los materiales aislantes utilizados determinarán la clasificación de su clase térmica, estableciendo la temperatura máxima del punto más caliente de los arrollamientos y la sobreelevación de temperatura respecto de la temperatura ambiente. La norma IRAM 2276 / IEC 60076-1 establecen la clasificación de la tabla 1.

La tabla 1 establece los límites máximos de calentamiento en los arrollamientos del transformador en condiciones normales de servicio. Es así como están indicados los valores límites de temperatura en los arrollamientos en las normas IRAM 2276 / IEC 60076-11. Por otro lado, su clasificación y evaluación térmica se tratan en la norma IEC 60085.

*La clase de temperatura del aislamiento determina la forma constructiva del equipo y ha de ser considerada al momento del diseño.*

La temperatura máxima que se produce en cualquier parte del sistema de aislamiento de los arrollamientos es la que se denomina como "temperatura del punto más caliente", según la norma IEC 60076-12, la cual establece el envejecimiento de los materiales aislantes.

La temperatura de ese punto no debe superar el valor establecido en la primera columna de la tabla 1 ("Temperatura del sistema de aislamiento"). La segunda columna de la tabla ("Límite de calentamiento medio") refleja la sobreelevación de temperatura de los arrollamientos, en relación a la temperatura del aire de refrigeración o ambiente del equipo. La unidad de medida es el grado centígrado, pero por convención se la identifica con la "K", para evitar confusiones con la temperatura de aislamiento.

Se establece también que el núcleo del transformador, las partes metálicas y elementos accesorios no deberán alcanzar una temperatura que pueda causar daño al equipo.

La clase de temperatura del aislamiento determina la forma constructiva del equipo y ha de ser considerada al momento del diseño. Cuanto mayor sea la clase, el transformador admitirá temperaturas de trabajo más elevadas, posibilitando utilizar densidades de corriente mayores en los arrollamientos y haciendo que estos sean más compactos. En situaciones donde existen restricciones de espacio en el lugar de instala-



Temperatura del sistema de aislamiento	Límite de calentamiento medio de los arrollamientos con la corriente asignada
105 (A) °C	60 K
120 (E) °C	75 K
130 (B) °C	80 K
155 (F) °C	100 K
180 (H) °C	125 K
200 °C	135 K
220 °C	150 K

Tabla 1

ción, resulta conveniente la utilización de equipos con clase térmicas más elevadas, dado su tamaño menor.

Existen, asimismo situaciones en donde, dado el tipo de servicio al que será sometido el equipo, el usuario decide utilizar una clase térmica superior a la necesaria como reserva de potencia, frente a mayores demandas puntuales, teniendo en cuenta el incremento de las pérdidas en cortocircuito de la máquina. Estadísticamente, la clase térmica más utilizada en la región en este tipo de transformadores es la "F" (155 °C, con una sobreelevación de 100 K) y, en segundo lugar, la clase H (180°C con una sobreelevación de 125 K).

Existen casos particulares en donde al usuario le resulta de utilidad un transformador de una clase determinada, pero que posea una sobreelevación de temperatura menor a la establecida. Por ejemplo, un transformador con clase "H" de 180°C, pero

Clase de aislamiento	Temperatura ambiente	Punto caliente	Sobreelevación	Temperatura total
F	40 °C	15 °C	100 °C	155 °C
H	40 °C	15 °C	125 °C	180 °C

Tabla 2

que posea una sobreelevación de 100 K correspondiente a un equipo de clase F. Esta condición implica que el equipo está construido con materiales acordes al nivel de aislamiento de la clase H, pero que a potencia nominal no superará los 100 K de sobreelevación. Esto, sumado a la máxima ambiente admitida de 40 °C y a los 15°C que la norma establece como diferencia al punto más caliente, da por resultado 155°C de temperatura total (25°C por debajo de la máxima de la clase H).

Esta desclasificación del equipo le permite trabajar muy por debajo del límite de la aislación, posibilitando que la degradación de la aislación sea menor y extendiendo la vida útil del equipo más allá de lo determinado por la norma.

Adicionalmente, la desclasificación resultaría de utilidad cuando el transformador está sometido a temperaturas ambientes de funcionamiento mayores a las que la norma admite, o en situaciones donde la carga presente un contenido de armónicas elevado o desconocido en el momento de instalar el equipo. El calentamiento adicional generado por estas situaciones en los bobinados del transformador podría ser soportado sin inconvenientes por esa reserva disponible. ■

