

Nota Técnica N°8 Ensayo de Calentamiento

Por Ing. Sergio García

Cuando un transformador es alimentado con su tensión nominal se originan pérdidas en el circuito magnético (perdidas en vacío). Además, en el momento que al equipo se le conecte carga en el circuito secundario, circulará corriente sobre los arrollamientos primarios y secundarios, originando así pérdidas activas en los bobinados (pérdidas en carga).

Las diferentes pérdidas descriptas anteriormente originan un calentamiento del transformador, por cuanto entre las masas que se calientan y el exterior hay un cierto gradiente de temperatura que depende de la posibilidad de conducir el calor de los arrollamientos y del circuito magnético hacia el aire ambiente. Este calentamiento originado por las pérdidas hará elevar la temperatura de los bobinados y el núcleo hasta que se estabilicen en un nivel superior (siempre que no cambien las condiciones de carga o ambiente).

Los valores máximos de sobreelevación de temperatura se establecen en base a la clase de temperatura de los aislantes y a las características ambientales de la instalación (temperatura, altitud, etc); o a especificaciones del usuario.

Las distintas normas de fabricación establecen los límites máximos de temperatura admisible en los equipos dependiendo de la clase del aislante a utilizar. Para transformadores instalados en condiciones normales de temperatura (20°C promedio anual), y a menos de 1000 m.s.n.m., la sobreelevación de temperatura promedio máxima de un transformador en clase F es de 100K.

A continuación, se dan los valores límites de temperatura para las diferentes clases de aislantes:



CAT MIRON – Compañía Argentina de Transformadores

 (54-11) 4693-9100

 catmiron.com.ar

 [Linked in](#)

 info@catsa.com.ar

 [YouTube](#)

Clase de aislamiento	Temperatura máxima admisible
A	105°C
E	120°C
B	130°C
F	155°C
H	180°C
C	220°C

Debe tenerse en cuenta que los valores establecidos en la tabla precedente, son los valores de temperatura máximos para el aislante, y no los valores de sobreelevación de temperatura permitidos; estos últimos se establecen dependiendo de las condiciones ambientales de la instalación.

El ensayo de calentamiento se realiza para comprobar que la capacidad de entrega de energía que tiene un equipo determinado, bajo las sollicitaciones nominales de carga, concuerdan con los valores de Potencia declarados. En otras palabras, se quiere demostrar que el transformador sujeto de este ensayo, estando cargado al 100% de su capacidad declarada, será capaz de soportar esta situación sin que la sobreelevación de temperatura en el equipo supere los límites especificados.

Hay diversos métodos de ensayo de calentamiento para transformadores. Aquí sólo mencionaremos los métodos propuestos por las normativas IRAM e IEC para transformadores:

- a) Método de carga simulada.
- b) Método de oposición.
- c) Método de carga.

Si bien desde el punto de vista técnico se podría optar por cualquier sistema de ensayo indistintamente, no suele suceder así en la práctica, ya que cada uno de los métodos requiere de condiciones especiales, sea de la instalación de ensayos o de las características de los equipos, que hacen dificultoso o imposible la implementación de alguno de los métodos antes mencionados.





A continuación mencionaremos, sin entrar en detalles técnicos, cada una de las características de los métodos de ensayo antes mencionados.

a) Método de Carga Simulada.

Este método es aplicable a transformadores del tipo seco con o sin envolvente, con refrigeración de aire natural o forzada.

Para ensayar bajo este método, se realiza una combinación de los ensayos de medición de pérdidas, el ensayo de medición en vacío (circuito abierto) y el ensayo de medición en cortocircuito (pérdidas en carga).

El ensayo se divide en dos partes: en una de ellas se aplica el ensayo de cortocircuito y, por otra parte, se utiliza el ensayo de vacío. El procedimiento de ensayo debe ser uno de los dos siguientes:

1. El ensayo de un arrollamiento cortocircuitado se lleva a cabo hasta la estabilización de la temperatura del circuito magnético y del arrollamiento. A continuación, se debe realizar un ensayo a circuito abierto hasta alcanzar la estabilización de la temperatura del circuito magnético y de los arrollamientos



2. El ensayo a circuito abierto se lleva a cabo hasta la estabilización de la temperatura del circuito magnético y del arrollamiento. Posteriormente, debe realizarse un ensayo de cortocircuito hasta alcanzar la estabilización de la temperatura del circuito magnético y de los arrollamientos.

La temperatura del transformador debe ser estabilizada con la del ambiente de la sala de ensayo. Deben medirse las resistencias de los arrollamientos de alta y de baja tensión. Estos valores se utilizarán como valores de referencia para el cálculo del calentamiento de los dos arrollamientos. La temperatura ambiente de la sala de ensayo también debe medirse y registrarse.

Para transformadores trifásicos las medidas de resistencia deben realizarse entre los bornes de línea de la fase central y una de las fases laterales.

La situación de los puntos de medida (es decir, los termómetros de temperatura ambiente y los sensores en el transformador, si los hubiese) debe ser la misma para las medidas de referencia y las medidas finales.

El ensayo debe realizarse haciendo circular la corriente asignada por los arrollamientos, estando uno de los arrollamientos conectado a la fuente de energía y el otro bobinado con sus bornes cortocircuitados. Esta condición debe continuarse hasta alcanzar un régimen de temperatura estable en los arrollamientos y en el circuito magnético.

El ensayo a circuito abierto, a tensión y frecuencia asignadas, debe continuarse hasta obtener la condición de régimen permanente de los arrollamientos y del circuito magnético, debe medirse entonces el calentamiento individual de los arrollamientos.

b) Método de Oposición.

Es de adecuada implementación cuando se tienen 2 transformadores idénticos y se dispone del equipamiento necesario para realizar el ensayo.

Las condiciones iniciales son iguales a las descritas en el método anterior.

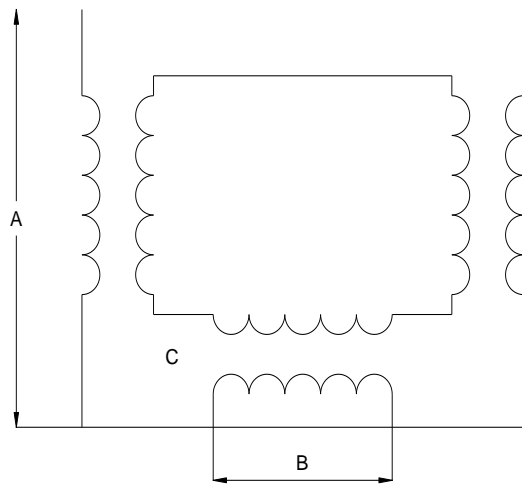
El método consiste en la utilización de 2 transformadores similares conectados en paralelo. Uno de ellos es el sujeto a ensayo.



Los arrollamientos internos, en el equipo a ensayar deben excitarse a la tensión nominal.

Posteriormente se hace circular por el equipo de ensayo la correspondiente corriente nominal, ya sea por medio de una tensión inyectada o por medio de relaciones de transformación diferente. La duración de esta corriente debe ser tal que se establezca la temperatura del equipo tanto en los arrollamientos como en el circuito magnético.

Una vez alcanzada la estabilización de temperatura, se procede a la medición de resistencias de los arrollamientos para determinar cuál ha sido el incremento promedio de aumento de temperatura dentro de los arrollamientos ensayados.



A - Fuente de alimentación de tensión (pérdidas en vacío)
B - Fuente de alimentación de corriente (pérdidas en carga)
C - Transformador de Ajuste

Ejemplo: método de oposición (monofásico)

c) Puesta en carga directa.

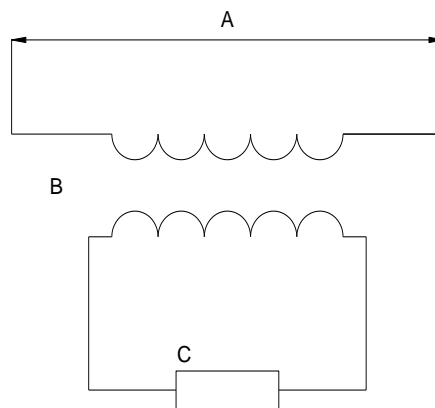
Este ensayo se aplica solamente a transformadores pequeños.

Se requiere para poder aplicar este método de un elemento para simular la carga nominal del equipo sobre los bobinados secundarios, y de la potencia y tensión suficiente para alimentar el transformador en carga nominal.



Un arrollamiento del equipo es excitado a la tensión nominal, estando el otro arrollamiento conectado a la carga, de forma tal que circulen por los arrollamientos primarios y secundarios las corrientes nominales del equipo.

Se debe mantener estos valores hasta la estabilización de temperatura del equipo, para luego proceder a la medición de resistencias y establecer el aumento de temperatura promedio de los bobinados.



A - Fuente de alimentación (tensión y corriente)
B - Equipo a ensayar
C - Carga

Ejemplo: método de carga directa (monofásico)

Para mayor información, te invitamos a enviarnos un mail a info@catsa.com.ar

Ing. Sergio García
Ingeniero de CAT MIRON



CAT MIRON – Compañía Argentina de Transformadores

☎ (54-11) 4693-9100

🌐 catmiron.com.ar

🌐 [LinkedIn](#)

✉ info@catsa.com.ar

📺 [YouTube](#)