



INGENIERIA Y MANUFACTURAS ELECTRICAS, S.A DE C.V.

CONTROL DE TEMPERATURA DE LOS TRANSFORMADORES SECOS ENCAPSULADOS



¡ATENCIÓN!

Durante el funcionamiento de todo equipo de **IMESA**, ciertos elementos del mismo están en tensión, otros pueden estar en movimiento, y algunas partes pueden alcanzar temperaturas elevadas. Como consecuencia, su utilización puede comportar riesgos de tipo eléctrico, mecánico y térmico.

GRUPO IMESA, a fin de proporcionar un nivel de protección aceptable para las personas y los bienes, y teniendo en consideración las recomendaciones medioambientales aplicables al respeto, desarrolla y construye sus productos de acuerdo con el principio de seguridad integrada, basado en los siguientes criterios:

- Eliminación de los peligros siempre que sea posible.
- Cuando esto no sea técnica ni económicamente factible, incorporación de las protecciones adecuadas en el propio equipo.
- Comunicación de los riesgos remanentes para facilitar la concepción de los procedimientos operativos que prevengan dichos riesgos, la formación del personal de operación que los realice y el uso de los medios de protección personal pertinentes.

Lo anterior debe ser cuidadosamente tenido en consideración, porque el funcionamiento correcto y seguro de este equipo depende no solo de su diseño, sino de circunstancias en general fuera del alcance y ajenas a la responsabilidad del fabricante, en particular de que:

- El transporte y la manipulación del equipo, desde la salida de fábrica hasta el lugar de instalación, sean adecuadamente realizados.
- Cualquier almacenamiento intermedio se realice en condiciones que no alteren o deterioren las características del conjunto, o sus partes esenciales.
- Las condiciones de servicio sean compatibles con las características asignadas del equipo.
- Las maniobras y operaciones deben ser realizadas estrictamente según las instrucciones del manual, y con una clara comprensión de los principios de operación y seguridad que le sean aplicables.
- El mantenimiento se realice de forma adecuada, teniendo en cuenta las condiciones reales de servicio y las ambientales en el lugar de la instalación.

Por ello, el fabricante no se hace responsable de ningún daño indirecto importante resultante de cualquier violación de la garantía, bajo cualquier jurisdicción, incluyendo la pérdida de beneficios, tiempos de inactividad, gastos de reparaciones o sustitución de materiales.

Garantía

El fabricante garantiza este producto por 2 años contra cualquier defecto de los materiales y mano de obra. Si se detecta cualquier defecto, el fabricante podrá optar por reparar o reemplazar el equipo. La manipulación de manera inapropiada del equipo, así como la reparación por parte del usuario se considerará como una violación de la garantía. **GRUPO IMESA** garantiza sus productos durante 24 meses desde su salida de fábrica o 12 meses desde su puesta en servicio a excepción de condiciones contractuales distintas.

Cómo ayuda el control de temperatura al funcionamiento óptimo de los Transformadores Secos Encapsulados

Es sabido que la **ventilación forzada** puede ayudar a aumentar la capacidad de un transformador seco encapsulado en resina. Pero cuánto puede sobrecargarse un transformador y durante cuánto tiempo, en qué condiciones se recomienda la ventilación forzada y cuál debe ser su **ajuste óptimo**. Son preguntas que frecuentemente debemos tener en cuenta a la hora de diseñar un equipo en base a su **ciclo y condiciones de uso**.



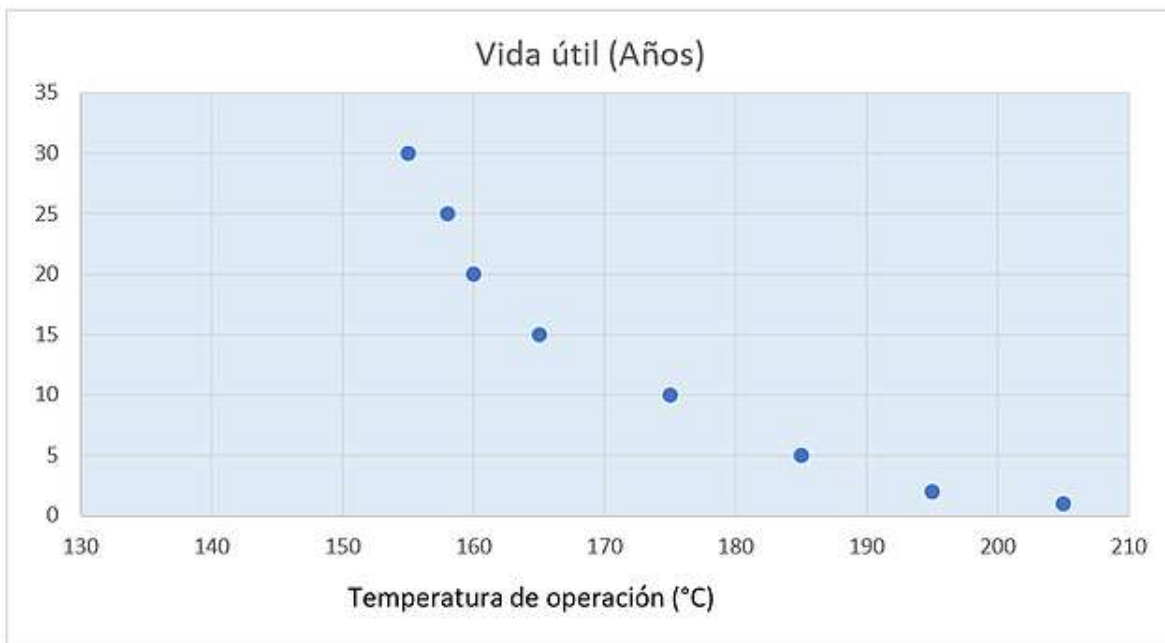
Imagen Transformador Seco Encapsulado IMESA con ventilación Forzada

La temperatura es el factor más determinante en la vida útil de un equipo.

Los transformadores son equipos robustos y deben serlo, ya que son parte fundamental del suministro básico de energía. Pero, lo que finalmente causa daños en los **elementos aislantes** del transformador es el **efecto de la temperatura**. Las reacciones químicas aumentan al doble de la velocidad por cada 10 grados Centígrados de aumento en la temperatura. Por eso es predecible una **disminución de la vida útil** del equipo a la mitad por cada diez grados de sobre temperatura de operación.

Según la siguiente gráfica vemos que la vida útil media de un transformador es de aproximadamente 30 años. Sin embargo, podemos observar como este período disminuye drásticamente si no se controla la **temperatura de operación**.

Gráfica de vida útil de un Transformador Seco encapsulado Vs. Temperatura



¿De dónde viene el calor del transformador?

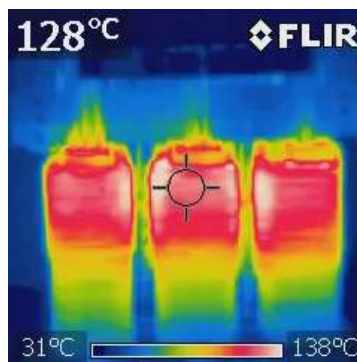
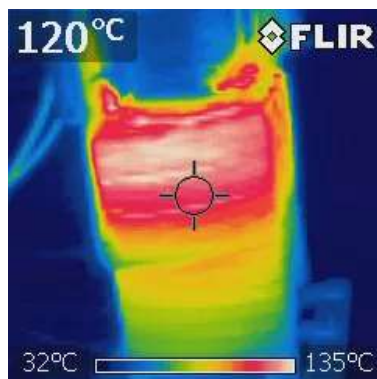
Todos los equipos reales tienen pérdidas inherentes a su funcionamiento. En el caso de los transformadores las pérdidas se presentan principalmente por dos factores: Las **pérdidas en el hierro** o **pérdidas en vacío** y las pérdidas por el denominado **efecto Joule** o **pérdidas debido a la carga**. En total estas pérdidas se estiman entre 0,8 y 1% de la potencia nominal. Las pérdidas en el hierro sólo son relevantes en términos del costo de uso del equipo ya que siempre van a estar presentes mientras el equipo se encuentre energizado. Pero no contribuyen de manera significativa para el incremento de la temperatura del equipo. Las pérdidas bajo carga son las más importantes ya que contribuyen de manera determinante al incremento en la temperatura de los arrollados. Y es este calor el que se debe disipar, ya que, de no hacerlo, la temperatura puede exceder el **punto máximo permitido** dañando el aislamiento entre los conductores.

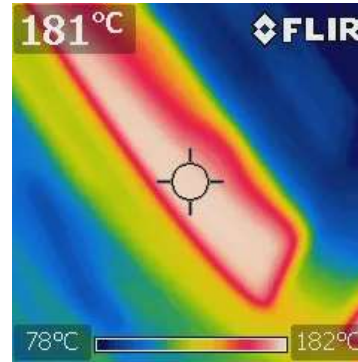
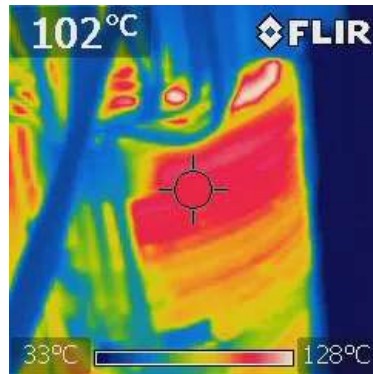
$$P = P_{Fe} + P_{cc}$$

P: Pérdidas totales
PFe: Perdidas en el hierro
Pcc: Pérdidas en los conductores

El punto más caliente

El punto más caliente del transformador se ubica entre el arrollado de BT, generalmente en el punto intermedio del mismo. Es por eso que se prevén ductos especiales ubicados en el espacio medio del arrollado para ubicar las sondas. Allí se estima que se refleja el mayor incremento en la temperatura que debe registrar las sondas.





Imágenes IR de un transformador Seco Cargado. Foto Cortesía Transmagneca C.A.

Cuánto y cómo sobrecargar

Las sobrecargas de corta duración (De menos de una constante de tiempo y no mayores de 50% de la Potencia Nominal) pueden ser soportadas por el transformador sin que este efecto de aumento de la temperatura se traduzca en deterioro considerable del equipo. Sin embargo, si la sobrecarga tiene una duración mayor a 2 o 3 horas dependiendo del tamaño y la potencia del equipo ya debe considerarse la ventilación forzada. El efecto de la utilización de la ventilación se puede mostrar en la siguiente gráfica, donde se observa que una vez alcanzada la temperatura máxima de operación (Alrededor de 120 grados) en el punto donde se coloca la sonda, el ventilador se debe activar reduciendo la **temperatura del bobinado** por debajo de esta temperatura, llegando al punto de desconexión del ventilador (alrededor de 80 C) Este ciclo se repite hasta que el período de sobrecarga concluya y no se active el control. En algunos casos la **sobrecarga del equipo** puede llegar hasta el 40%, Sin embargo, cálculos más conservadores estiman que no debe ser más de un 30%.

Gráficas de temperatura en el transformador con sobrecarga puntual y prolongada. Cortesía de Schneider-Electric.



Para un diseño de desempeño óptimo y sin riesgos del equipo ante la sobrecarga se deben considerar los siguientes puntos:

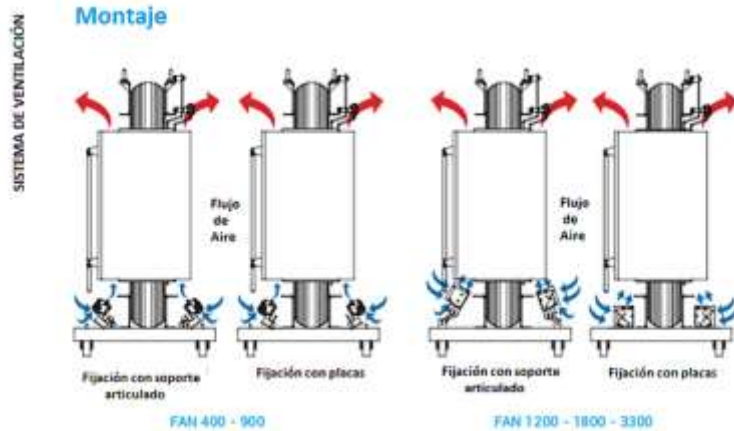
- a) Las **secciones transversales** de los conductos de los cables o las barras colectoras. Deberá tenerse en cuenta el nivel de sobrecarga máximo para evitar sobrecalentamiento.
- b) La **clasificación del disyuntor de protección** del transformador. Si el nivel de sobrecarga sobrepasa el nivel de operación del disyuntor, este se activará, ocasionando posiblemente interrupciones del servicio no deseadas.
- c) **El tamaño de las aberturas de entrada** y salida de aire en el alojamiento del transformador para su ventilación. Deberá tenerse en cuenta que aunque los equipos de control de temperatura sacarán el calor producido en las bobinas, pero este debe ser igualmente disipado en el ambiente. Por ello debe tenerse en cuenta el espacio en donde se debe colocar el equipo.
- d) **La vida útil de los ventiladores**, que es mucho menor que la del transformador (3,5 años frente a 30 años). Este factor debe ser tomado muy en cuenta debido a que los equipos de control de temperatura no están diseñados para funcionar constantemente, debido a que la vida útil de los ventiladores es mucho menor que la del transformador y por tanto no deben estar funcionando ininterrumpidamente.



Calibración de Control de Temperatura. Foto TR 1500 KVA Instalado en Bimbo GDL.

¿Cómo funciona el sistema de control de temperatura?

Los ventiladores se ubican en la parte inferior de las bobinas en un lugar previsto para que el flujo transversal corra de manera eficiente a través de los ductos del bobinado previstos para tal efecto.



Distintos tipos de montaje de las barras de Ventilación

Los **Ventiladores TECSYSTEM** están diseñados para proporcionar un flujo constante y preciso que garantice un rendimiento óptimo del Transformador.

Ventiladores Centrífugos TG360



*MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA DE TRANSFORMADORES TIPO
SECO ENCAPSULADO, MEDIANTE LA CENTRAL 1701 Y 1706 MCA ORTO*

El monitor serie 1701 es un dispositivo, diseñado para el monitoreo y control de la temperatura en transformadores de tipo seco y tipo seco Encapsulado.

Incluye 3 entradas de RTD (tipo pt100) para la medición de temperatura en las bobinas de cada fase y una entrada de RTD (tipo pt100) adicional para la medición de la temperatura ambiente.



Su indicador digital de 4 dígitos es fácil de leer aun en condiciones de alta luminosidad.

El monitor está equipado con 6 salidas de relé configurables por el usuario, para el control del enfriamiento (relé 1,2 y 3), el accionamiento de alarmas y disparo del interruptor.

Este modelo incluye 2 puertos de comunicación (USB y RS-485), los cuales transmiten las mediciones a una estación maestra (no incluida) a través de protocolo Modbus.

Los Monitores de Temperatura cuentan con la función "FAN Exerciser" la cual permite controlar el encendido y apagado del ventilador de acuerdo a la programación y calibración de la elevación de temperatura.



CERTIFICADO ISO/IEC17025

El certificado nuestro laboratorio de Ensayo bajo la Norma **NMX-EC-17025-IMNC-2006 ISO/IEC 17025:2005**. El equivalente a la norma internacional **ISO/IEC17025:2005** "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories", Requisito general para la competencia de laboratorios de ensayo y de calibración, para la rama de ELECTRICA ELECTRONICA.

Garantiza que nuestro Sistema de Aseguramiento de Calidad, aplicado desde la fase de diseño y desarrollo del producto hasta el Servicio Post – Venta, establece los criterios de gestión y procedimientos y procesos que garantizan la entrega de transformadores libres de defectos, aplicando los conocimientos y enseñanzas que se derivan de la investigación, los ensayos de tipo y los especiales, lo que permite garantizar la homogeneidad del diseño de los componentes del producto, los procedimientos de fabricación y ensayos, la formación del personal y la mejora continua de todo el proceso.

Garantizando los principios de la **Norma ISO 9001:2008 "Sistema de gestión de la Calidad- Requisitos"**



