



## CURSO DE CAPACITACION PRESENCIAL

### Temario

1. **EL TRANSFORMADOR:** Generalidades; Aplicaciones; Tipos elevadores de generador, de transmisión, de subtransmisión, de distribución; Bancos de transformadores; Transformadores de medición.
2. **ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL ACTIVO:** Especificaciones Técnicas; Revisión de Diseño, Inspección y Ensayos; Ciclo de Vida; Vida Útil; Capitalización de Perdidas. Aseguramiento de la calidad. Estrategia de Mantenimiento basado en Tiempo TBM; Mantenimiento basado en Condición CBM: Mantenimiento basado en confiabilidad RCM. Técnicas de análisis de modos de falla FMEA y criticidad FMECA, Política de repuestos
3. **AISLAMIENTO DE LOS DEVANADOS:** Tipos de devanados; Concéntrico, Enteros de discos; de Arrollamientos aplanados; Voltajes de devanado, Estructura del aislamiento; Rigidez dieléctrica campo unidireccional, Rigidez dieléctrica en C.A.; Efecto del tiempo de Aplicación; Teoría del aislamiento; Distribución de voltajes transitorios; Métodos constructivos, condensador, hisercap, bobinas serie; Materiales para aislamiento; Procesos de secado.
4. **NÚCLEOS MAGNÉTICOS:** Tipos constructivos; Características electromagnéticas de los materiales; Flujo y corriente; Curvas de histerisis; Flujo y voltaje; Pérdidas de histerisis Foucault; Trayectoria real del flujo magnético; Ruido y constricción magnética; Componentes armónicas de la corriente de excitación; Núcleos trifásicos.
5. **RESISTENCIAS REACTANCIAS Y REGULACIÓN:** Resistencia de los devanados; Flujo de dispersión; Reactancia de dispersión; Regulación, resistencia eficaz de devanados; Cálculo de pérdidas adicionales; Tipos constructivos.
6. **FUERZAS ELECTRODINÁMICAS:** Fórmulas de la fuerza; Fuerzas entre bobinas; Resistencia mecánica contra fuerza axial; Desplazamientos axial y fuerzas axiales, Fuerzas de compresión radial de la bobina interior, resistencia de las vueltas exteriores; Fuerzas en bobinas formadas por devanados planos entre sí; Capacidad para soportar corriente de corto circuito.
7. **DISEÑO TÉRMICO:** Método general de cálculo de temperaturas; Flujo de calor del cobre a través del aislamiento; Flujo desde la superficie de la bobina; Flujo de calor de la bobina al aceite; Cálculo de la convección natural; Cálculo de flujo en circulación forzada; Transmisión del calor del líquido al aire; Flujo de calor desde el aceite al aire por termosifón; Evacuación del calor por circulación forzada de aire.
8. **ENSAYOS DE RECEPCIÓN Y COMISIONAMIENTO:** De tipo; De rutina; Calentamiento; Soportabilidad de cortocircuito; Curva de magnetización; Relación de transformación; Polaridad; Resistencia de bobinados; Ensayo de cortocircuito; Ensayo de vacío; Impulso atmosférico; Impulso maniobra; Tensión aplicada;



## Temario

- Tensión inducida con medida de D P; Tangente delta; Aislación de bobinado; Corr. excitación en 380V; Aislación de núcleo; circuitos auxiliares; Nivel sonoro y R.I.V.; Respuesta. frecuencia. (FRA)
9. **VIDA DE AISLACIONES EN PAPEL Y ACEITE:** Evaluación de la degradación por efecto térmico de la celulosa; Ciclo de carga normal; Operación en sobrecarga; Sobrecargas de emergencia; Solicitaciones durante los corto circuitos.
  10. **INCIDENCIA DE LAS SOBRETENSIONES:** Degradación del aislamiento, Factor de la degradación; Estadística de Weibull; aplicación de los ensayos de recepción.
  11. **ENSAYOS ELÉCTRICOS DE RECEPCIÓN EN FÁBRICA:** Mediciones de: Aislación de la Tang, Factor de Potencia; Medida de "Resistencia de Aislamiento" (IR); Índice de Polarización (IP); Ensayo de Vacío; Ensayo de Pérdidas en Corto Circuito; Resistencias de los Arrollamientos; Ensayo de Calentamiento; Ensayos de Tensión Aplicada; Ensayo de Impulso Atmosférico (BIL); Ensayo de Impulso se Maniobra (BIL); Ensayo de Tensión Inducida con Medición de Descargas Parciales; Ensayo de Estandariedad.
  12. **ENSAYOS ELÉCTRICOS DE MANTENIMIENTO EN CAMPO:** Medida de la Tang, Factor de Potencia; Espectrografía dieléctrica EDA; Medida de "Resistencia de Aislamiento" (IR); Relación de Absorción (DAR); Índice de Polarización (IP); Escalón de Voltajes (SV); Corriente de Descarga (DD) Descargas parciales principios detección eléctrica y acústica; Respuesta en frecuencia (FRA); Resistencias de los Arrollamientos
  13. **ENSAYOS ELÉCTRICOS DE LOS ACEITES:** Rigidez dieléctrica del aceite; Resistividad; Factor de pérdida.
  14. **ENSAYOS FISCOQUÍMICOS DE LOS ACEITES:** La acidez en el aceite o índice de neutralización; La Tensión Interfacial (TIF); Criterio de Color; Contenido de agua; Índice de Calidad (IDQ.); Sed; Lodos; Contenido de Partículas; Ensayos especiales.
  15. **GENERACIÓN DE GASES EN TRANSFORMADORES:** Formación de gases; Velocidad de formación; Motivos de formación; Generalidades del método; solubilidad de los gases; Descomposición primaria y secundaria, Gases en operación normal; Método (Gas Patrón); Norma IEC60599, norma IEE C57 104/91 Interpretación de resultados; Valores típicos, Criterios de Duval; Dornenburg; Rogers; Gas clave; MSS/VDE.
  16. **CONTENIDO DE FURANOS:** La Cromatografía Líquida; Generalidades; Descomposición de la celulosa; Significación de los Valores.



## Temario

17. **TRATAMIENTOS DE ACEITE PARA EL MANTENIMIENTO:** Filtrado; Deshidratado en vacío, Regeneración en planta externa, regeneración in situ con tierra de Fuller; Cambio de aceite; Hot Oil Spray; Secado in situ; Tratamientos de secado o Regenerado en línea.
18. **MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADOR Y ACCESORIOS:** Programa de mantenimiento; Relés, RBC; Bushing; Termómetros; Imagen Térmica; Válvulas; Monitoreo.
19. **TABLAS DE DIAGNÓSTICO PARA EL ANÁLISIS DE LAS FALLAS:** Diagnósticos generales; Reconocimientos de fallas dieléctricas, en núcleos y en bobinados; Fallas térmicas en núcleos; bobinados y cubas; Fallas en bushings; fallas en RBC.
20. **CIRCUITOS:** Norma IEC 60076 -8; Características de transformadores; Características de auto transformadores trifásicos; Propiedades de secuencia cero y corrientes de falla; Cálculos de corto circuito en trafos trifásicos de 3 bobinados; Operación en paralelo en sistemas trifásicos.
21. **ESTUDIOS DE TRANSITORIOS:** Transitorio de sobretensiones que llegan al trafo; Transitorio de conexión de líneas largas; Transitorio de conexión de transformador (Inrush); Sobretensiones en el interior del transformador; Modelos de simulación.
22. **ANÁLISIS DE LAS FALLAS:** Diagnósticos generales; Reconocimientos de fallas dieléctricas, en núcleos y en bobinados; Fallas térmicas en núcleos; bobinados y cubas; Fallas en bushings; fallas en RBC. evaluación del Riesgo de falla.
23. **SISTEMAS DE PROTECCIONES:** Se desarrollará una síntesis de las protecciones usadas en los transformadores, los ajustes recomendados y coordinación, Reles Buscholz, Flujo, Alivio de Presión, Diferencial, Sobrecorriente, Impedancia, Imagen Térmica, etc.

### INDICE TEMATICO

- Fundamentar las Especificaciones Técnicas en la Gestión Adquisición
- Análisis de aspectos técnicos para juzgar el Diseño Técnico del Transformador.
- Inspeccionar la fabricación en un marco trazable de Calidad.
- Control de los Ensayos finales, tanto de tipo y rutina en fábrica.
- Comisionamiento en emplazamiento de la unidad.

# Gestión de activos en transformadores, operación, mantenimiento y administración de riesgo.



## Temario

- Operación dentro de los límites de sobrecargas autorizados por las Normas.
- Estrategias de Mantenimiento TBM; CBM; RCM.
- Capacitar sobre diagnóstico de funcionamiento observable, pre-fallas, fallas.
- Evaluación del Riesgo de Falla para gestión. Índices Evaluación de Transformadores (TAI)
- Distintas Técnicas de monitoreos.
- Criterios para el Aumento de Vida Útil.
- Análisis de repuestos y de reposición de servicio.
- Análisis post-falla para contingencias especiales.
- Criterio para la deposición final de unidades y sus componentes atendiendo la legislación ambiental.

## FUNDAMENTOS

Los Transformadores, la creación de Nicolás Tesla, es un elemento clave en el mundo moderno. Es el elemento fundamental para el suministro económico y seguro de la energía eléctrica. Este componente cumple distintos roles dentro de los sistemas eléctricos de potencia, siendo elementos vitales para el desarrollo humano de las comunidades en áreas urbanas, rurales, en armonía con el medio ambiente.

El mercado nacional se abastece de la industria local en los rangos de pequeña y mediana potencia pero hay escasos proveedores para transformadores de gran potencia y extra alta tensión (550kV) que son un elemento estratégico para el desarrollo industrial sostenido de nuestro país.

Como consecuencia de esta situación, actualmente en las unidades de gran potencia se ha notado que a partir del año 2000 se acrecentó su riesgo de falla, debido en gran parte a los diseños muy comprometidos de los fabricantes. Por lo tanto los especialistas deben estar capacitados para atender competentemente las distintas gestiones de: Especificación, Inspección, Ensayo, Comisionamiento, Operación, Mantenimiento, Decomisionado y Deposición final de elementos descartados.

# Gestión de activos en transformadores, operación, mantenimiento y administración de riesgo.



## Temario

Indudablemente el transformador dentro de la matriz económica del sistema energético es un parámetro importante no solo por lo significativo de la inversión en si misma, sino porque cuando ocurre una falla, los costos que involucran estas contingencias, son usualmente muy elevados, alcanzando generalmente varias veces su propio valor, esto no es por la reparación del daño en si, sino porque se suman los tiempos de lucro cesante, muy largos, involucrando pérdidas severas al sector energético.

Además, el crecimiento del sistema eléctrico, asociado al incremento de la actividad económica y a la mejor calidad de servicio requerida por los usuarios, con llevan a la necesidad de mejorar la eficacia en la “Gestión del Activo” reduciendo o evaluando su “Riesgo de Falla” para aumentar la confiabilidad de su servicio en explotación.

Las estrategias de adquisición, comisionamiento, operación y mantenimiento se transforman en elementos claves, en las que el especialista deberá capacitarse para lograr el funcionamiento eficiente de las unidades, siendo este el primordial objetivo del curso, que pondrá énfasis en los transformadores de gran potencia y Extra Alta Tensión (500kV).