



## **DISEÑO DIELECTRICO DE TRANSFORMADORES**

### **Objetivo:**

Presentar los fundamentos del Diseño Dieléctrico de Transformadores de Distribución y Potencia, detallando todas las etapas del mismo, el cumplimiento de la normalización internacional y de las especificaciones del cliente, y la descripción de las herramientas de cálculo necesarias.

El curso está dirigido a profesionales que trabajen en empresas eléctricas y que tengan a su cargo la especificación, la adquisición, la revisión del diseño y la recepción en fábrica de transformadores.

Se pondrá especial énfasis en dimensionar la estructura aislante y en la calidad de los procesos de secado e impregnación de modo de evitar la inyección de descargas parciales durante los ensayos de recepción en fábrica.

### **Programa:**

1. Introducción al diseño dieléctrico
  - 1.1. Tensiones permanentes y transitorias aplicadas a los transformadores en servicio
  - 1.2. Diferencias entre el diseño dieléctrico en AC y DC
  - 1.3. Clasificación de los aislamientos de los transformadores
    - 1.3.1. Aislamientos Externos
    - 1.3.2. Aislamientos Internos
  - 1.4. Fundamentos del diseño dieléctrico
  
2. Ensayos Dieléctricos
  - 2.1. Tensión Aplicada
  - 2.2. Tensión Inducida (corta y larga duración)
  - 2.3. Impulso de Maniobra
  - 2.4. Impulso Atmosférico (Onda Plena y Onda Cortada)
  - 2.5. Ensayos de Rutina, Tipo y Especiales



3. Materiales Aislantes
  - 3.1. Aislantes gaseosos (aire, SF<sub>6</sub>, etc.)
  - 3.2. Aislantes líquidos (aceite mineral, esteres naturales y sintéticos, etc.)
  - 3.3. Aislantes sólidos (papel, cartón prensado, madera laminada, etc.)
  - 3.4. Criterios de calidad de los materiales aislantes
  - 3.5. Tensiones de ruptura y de inceptión de descargas parciales
  - 3.6. Fenómeno de contorneo ("creepage")
  - 3.7. DIL ("Design Insulation Level")
4. Cálculo de la respuesta del transformador a transitorios de frecuencia industrial y al impulso de maniobra
5. Cálculo de la respuesta del transformador al impulso atmosférico y a transitorios de alta frecuencia
  - 5.1. Modelos de parámetros concentrados
  - 5.2. Modelos de parámetros distribuidos
  - 5.3. Modelado monofásico y trifásico
  - 5.4. CIGRE WG A2/C4.39 – Fictitious Transformer
6. Resonancia en Transformadores
  - 6.1. Fundamentos del fenómeno
  - 6.2. Cálculo de las frecuencias de resonancia
  - 6.3. Consecuencias y métodos de mitigación (IEEE Std C57.142-2010)
7. Cálculo de campos eléctricos
  - 7.1. Ecuaciones de Maxwell
  - 7.2. Métodos analíticos
  - 7.3. Métodos numéricos
  - 7.4. Fundamentos del Método de Elementos Finitos
8. Dimensionado del aislamiento
  - 8.1. Dimensionado de los aislamientos externos
    - 8.1.1. Entre bobinas
    - 8.1.2. Entre fases
    - 8.1.3. Bobinas a tierra (núcleo y tanque)
    - 8.1.4. Conexiones
  - 8.2. Dimensionado de los aislamientos internos
    - 8.2.1. Conductor a conductor

- 8.2.2. Sección a sección
- 8.2.3. Capa a capa
- 8.3. Otros elementos
  - 8.3.1. Aros y capas en ángulo
  - 8.3.2. Aros equipotenciales
  - 8.3.3. Descargadores de sobretensión internos
  - 8.3.4. Influencia dieléctrica de los reactores internos
- 9. Tratamientos y proceso de los materiales aislantes
  - 9.1. Secado y Estabilización de las Bobinas
  - 9.2. Secado de la Parte Activa
  - 9.3. Prensado Final de la Parte Activa
  - 9.4. Llenado de Aceite e Impregnación
  - 9.5. Tiempo de Reposo previo a los ensayos dieléctricos

**Duración:** 40 horas.

**Sugerencia:** Dictarlo en 10 clases de 4 horas cada una.

**Antecedentes:**

- El curso fue dictado en Montevideo, Uruguay, en el mes de julio de 2016, para profesionales de UTE (Usinas y Trasmisiones del Estado de Uruguay), CTM (Comisión Técnico-Mixta de Salto Grande, empresa binacional entre Uruguay y Argentina) y de ARTRANS (Fabricante de transformadores de Argentina)
- El curso fue dictado en agosto de 2017, en Medellín, Colombia, como curso de Capacitación del Comité de Transformadores del CIER (Comisión de Integración Energética Regional), para 15 profesionales de Colombia.