

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

- 1-1 Fundamento de los transformadores de potencia
- 1-2. Finalidad de los transformadores.
- 1-3 Tipos de transformadores. designaciones y simbolismos .
- 1-4. Constitución de un transformador monofásico .
- 1-5. Potencia nominal de un transformador.
- 1-6. Misión económica del transformador.
- 1-7 Otra ejecución de arrollamientos

CAPÍTULO II

TEORÍA DEL TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE POTENCIA

- II-1 Corriente de excitación o de vacío en el transformador. Corriente en la bobina de reactancia con núcleo de hierro
- II-2 Diagrama vectorial del transformador en vacío: resistencia y reactancia de dispersión en el primario. ensayo del transformador en vacío.
- II-3 Transformador en carga
- II-4 Reducción de los valores, de un transformador a la tensión de uno de sus arrollamientos
- II-5 Esquema equivalente al transformador
- II-6. Esquema equivalente simplificado Resistencia y reactancia de cortocircuito de un transformador
- II-7. Ensayo del transformador en cortocircuito. Tensión de cortocircuito.
- II-8. Pérdidas y rendimientos en un transformador
- II-9 Balance energético
- II-10. Comparación económica de transformadores
- II-11 Caída de tensión en un transformador: Efecto Ferranti .
- II-12. Corriente de cortocircuito
- II-13. Corriente de conexión de un transformador.
- II-14. Trabajo en paralelo de transformadores monofásicos .
- II-15 Alteraciones de las principales características de un transformador de potencia al variar la tensión o la frecuencia aplicadas

CAPÍTULO III. TRANSFORMACIÓN DE SISTEMAS TRIFÁSICOS

- III-1. Bancos trifásicos a base de transformadores monofásicos .
- III-2. Transformador de tres columnas
- III-3. Teoría de los transformadores trifásicos en régimen equilibrado.
- III-4. Armónicas en las corrientes de excitación. en los flujos y en las tensiones.
- III-5. Estudio de transformadores trifásicos estrella-estrella con cargas desequilibradas
- III-6. Arrollamientos terciarios o de compensación.
- III-7. Conexiones en los transformadores trifásicos: desfases, trabajo en paralelo .
- III-8. Cargas desequilibradas en los tipos de acoplamientos normalizados.
- III-9. Terceras armónicas en las corrientes de excitación, en los flujos y en las tensiones secundarias de los acoplamientos normalizados.
- III-10 Resumen de propiedades de diversos grupos de conexión. Ejemplos de aplicación
- III-11. Cálculo de tensiones de cortocircuito correspondientes a conjuntos de transformadores. Aplicaciones

CAPÍTULO IV REGULACIÓN DE TENSIONES

- IV-1. Autotransformadores monofásicos: potencia de paso y potencia propia.
- IV-2 Autotransformadores trifásicos
- IV-3. Reguladores de inducción .
- IV-4. Transformadores con tomas

CAPÍTULO V TRANSFORMACIONES ESPECIALES

- V-1. Transformadores con tres arrollamientos .
- V-2. Conexión de transformadores en V .
- V-3. Transformación de sistemas trifásicos en monofásicos
- V-4. Transformación de sistemas trifásicos en exafásicos
- V-5. Transformación de sistemas trifásicos en dodecafásicos .

CAPÍTULO VI TRANSFORMADORES DE MEDIDA y DE PROTECCIÓN

- VI-1. Transformadores de medida y de protección. Objetivos básicos.
- VI-2. Primeras ideas sobre transformadores de corriente.
- VI-3. Primeras ideas sobre los transformadores de tensión .
- VI-4. Funcionamiento del transformador de corriente.
- VI-5. Errores de intensidad, o de relación. y de fases. Exigencias.
- VI-6. Carga y potencia de precisión en los transformadores de corriente.
- VI-7. Definiciones y clases de precisión según normas.
- VI-8. Influencia de los núcleos. Transformadores con varios núcleos
- VI-9. Intensidades límites dinámica y térmica.
- VI-10. Elección del transformador de corriente.
- VI-11. Conexiones y formas de trabajo en transformadores de corriente.
- VI-12. Funcionamiento del transformador de tensión inductivo .
- VI-13. Errores de tensión, o de relación, y de fase.
- VI-14. Conexiones y formas de trabajo en transformadores de tensión

APÉNDICE 1

CARGAS PERMISIBLES SEGÚN CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO TEMPERATURAS DE REFRIGERANTES, CICLOS DE CARGAS, ALTURAS DE INSTALACIÓN

- Ap. 1-1. Cargas admisibles en diversos casos de funcionamiento.
- Ap. 1-2. Disminuciones de cargas admisibles en los casos de refrigerantes con temperaturas superiores a las normales.
- Ap. 1-3. Reducciones de potencias por instalaciones en altitudes elevadas.

APÉNDICE II

ASPECTOS TÉRMICOS EN LOS TRANSFORMADORES

- Ap. II.1. Temperaturas de los medios de refrigeración.
- Ap. II-2. Límites de calentamientos en los elementos integrantes de los transformadores .

APÉNDICE 111

PÉRDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES

- Ap. III-1. Naturaleza de las pérdidas en los transformadores de potencia.
- Ap. III-2. Nuevo estudio de la corriente de vacío. Ciclos de histéresis estático y dinámico.
- Ap. III-3. Pérdidas en el ensayo en vacío
- Ap. III-4. Pérdidas en el ensayo en cortocircuito .
- Ap. III-5. Pérdidas que se considerarán
- Ap. III-6. Medición de las pérdidas en vacío. Variación con la temperatura.
- Ap. III-7. Medición de las pérdidas en cortocircuito. Variación con la temperatura

APÉNDICE IV

ACOPLAMIENTOS DE EMPLEO GENERAL SEGÚN CEI 76

Acoplamiento de empleo general según CEI 76

APÉNDICE V

LOS DESFASES y LA PUESTA EN PARALELO DE TRANSFORMADORES

- Ap. V-1. Posibilidad de obtención de otros desfases (índices horarios) .
- Ap. V -2. Posibilidades de puesta en paralelo de transformadores con distintos índices horarios
- Ap. V -3. Proceso sistemático para la puesta en paralelo de transformadores con índices horarios ignorados.
- Ap. V-4. Determinación experimental de índices horarios.

APÉNDICE VI

ANÁLISIS DEL DESEQUILIBRIO FASE-FASE EN LOS TRANSFORMADORES CON CONEXIONES Dy

Análisis del desequilibrio fase-fase en los transformadores con conexiones Dy

APÉNDICE VII

TRANSFORMADORES CON TRES ARROLLAMIENTOS

- Ap. VII-1. Esquemas equivalentes en transformadores monofásicos .
- Ap. VII-2. Esquemas equivalentes en transformadores trifásicos .
- Ap. VII-3. Ensayos para la determinación de parámetros .
- Ap. VII-4. Caídas de tensión
- Ap. VII-5. Determinación de pérdidas en transformadores con tres arrollamientos

APÉNDICE VIII

IMPEDANCIAS DIRECTA, INVERSA Y HOMOPOLAR, EN LOS TRANSFORMADORES

- Ap. VIII-1. Impedancias de cortocircuito inversas.
- Ap. VIII-2. Impedancias homopolares de cortocircuito.
- Ap. VIII-3. Banco trifásico Yd. a base de transformadores monofásicos. con neutro puesto a tierra.
- Ap. VIII-4. Transformador Yd con núcleo de tres columnas y neutro puesto a tierra
- Ap. VIII-5. Banco trifásico Yy. con los dos neutros puestos a tierra, a base de transformadores monofásicos .
- Ap. VIII-6. Transformador Yy, con núcleo trifásico (sin columna de retorno), y con los dos neutros puestos a tierra.
- Ap. VIII-7. Banco trifásico Yy, a base de transformadores monofásicos, con sólo el neutro primario puesto a tierra (o solamente el secundario).
- Ap. VIII-8. Transformador, con núcleo de tres columnas, Yy, con sólo el neutro primario puesto a tierra (o solamente el secundario) .
- Ap. VIII-9. Otros casos.

APÉNDICE IX

DESIGNACIONES DE TRANSFORMADORES SEGÚN LOS MEDIOS Y MÉTODOS DE REFRIGERACIÓN. DE ACUERDO CON LA RECOMENDACIÓN CEI 76

- Ap. IX-1. Símbolos que se utilizarán
- Ap. IX-2. Disposición de símbolos.

APÉNDICE X

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE POLARIDADES

- Ap. X-1. Método por corriente continua.
- Ap. X-2. Método por corriente alterna .

APÉNDICE XI

TOLERANCIAS EN LOS VALORES NOMINALES Y EN LOS DE GARANTÍA DE LOS TRANSFORMADORES

Tolerancias en los valores nominales y en los de garantía de los transformadores .

APÉNDICE XII

CLASES DE PRECISIÓN EN TRANSFORMADORES DE MEDIDA. CONSUMOS DE LOS APARATOS ALIMENTADOS. USOS SEGÚN CLASES DE PRECISIÓN

- Ap. XII-1 Gráficos de errores límite en los transformadores de corriente para medida
- Ap. XII-2. Consumos de las bobinas amperimétricas de los aparatos alimentados.
- Ap. XII-3. Usos de los transformadores de corrientes según clases de precisión
- Ap. XII-4 Clases de precisión para transformadores de tensión para medida y para los de protección
- Ap. XII-5. Consumo de las bobinas voltimétricas de los aparatos alimentados.
- Ap. XII-6. Usos de las clases de precisión.

APÉNDICE XIII

EL ACEITE EN LOS TRANSFORMADORES

- Ap. XIII-1. Función
- Ap. XIII-2. Naturaleza
- Ap. XIII-3. Envejecimiento.
- Ap. XIII-4. Características principales de un aceite nuevo.
- Ap. XIII-5. Características del aceite en servicio. Control.

APÉNDICE XIV

VENTILACIÓN DE CELDAS PARA TRANSFORMADORES

Ap. XIV-1. Importancia de la previsión. Datos básicos.

Ap. XIV-2. Cálculo de la ventilación necesaria.

Ap. XIV-3. Complementos útiles en el proyecto.

APÉNDICE XV

CAÍDAS DE TENSIÓN EN LOS TRANSFORMADORES

Ap. XV-1. General

Ap. XV-2. Diversidad de impedancias de cortocircuito según las tomas.

Ap. XV-3. Expresión de la caída de tensión unitaria.

APÉNDICE XVI

ESQUEMA EQUIVALENTE: CÁLCULO DE VALORES

Ap. XVI-1. Valores característicos en el esquema equivalente al transformador.

APÉNDICE XVII

TRANSFORMADORES DE FRECUENCIA VARIABLE.

TRANSFORMADORES DE ADAPTACIÓN

Ap. XVII-1. Transformadores de frecuencia variable.

Ap. XVII-2. Transformadores de adaptación o de máxima potencia.

APÉNDICE XVIII

DIELÉCTRICOS MÁS RESISTENTES AL CALOR PARA TRANSFORMADORES

Ap. XVIII-1. Dieléctricos líquidos más resistentes al calor.

Ap. XVIII-2. Dieléctricos sólidos.