

Contenido

Capítulo 1: Elementos Constructivos 1

- 1.1 Introducción 2
- 1.2 Ideas generales 3
- 1.3 Elementos constitutivos 6
 - 1.3.1 Núcleos 6
 - 1.3.2 Bobinas 11
 - 1.3.3 Refrigeración y aislación. Tanques 16

Capítulo 2: Ecuaciones Fundamentales 21

- 2.1 Introducción 22
- 2.2 El transformador ideal 22
 - 2.2.1 El transformador ideal en vacío 23
 - 2.2.2 El transformador ideal en carga 26
- 2.3 El transformador real 28
 - 2.3.1 El transformador real en vacío 28
 - 2.3.2 El transformador real en carga 31

Capítulo 3: Reducción de las magnitudes y parámetros al primario o secundario 35

- 3.1 Introducción 36
 - 3.1.1 Reducción al primario 36
 - 3.1.2 Reducción al secundario 39
- 3.2 El diagrama de Kapp 41
- 3.3 Las características externas 44
- 3.4 El circuito eléctrico equivalente 46

Capítulo 4: Ensayos en vacío y en cortocircuito 51

- 4.1 Introducción 52
- 4.2 El ensayo en vacío 53
- 4.3 El ensayo en cortocircuito 55

Capítulo 5: Rendimiento, Factor de demanda y Regulación 59

- 5.1 Introducción 60
- 5.2 El rendimiento en función de las pérdidas 60
- 5.3 El rendimiento en función del factor de demanda 63
- 5.4 La regulación 68

Capítulo 6: Consideraciones varias 71

- 6.1 Calentamiento 72
- 6.2 Esfuerzos mecánicos entre los bobinados 77
- 6.3 Forma de onda de la corriente 77

Capítulo 7: Autotransformadores 81

- 7.1 Introducción 82
- 7.2 Relaciones entre tensiones, corrientes y potencias 82
- 7.3 Uso de transformadores como autotransformadores 87
- 7.4 Ventajas e inconvenientes del autotransformador 87

Capítulo 8: Transformadores trifásicos 89

- 8.1 Introducción 90
- 8.2 Ejecución tipo acorazado 90
- 8.3 Ejecución tipo ventana 92
- 8.4 Ventajas e inconvenientes de los transformadores trifásicos 93
- 8.5 Esquemas de conexiones de transformadores trifásicos 94
- 8.6 Análisis de las diferentes conexiones 100
- 8.7 Relación de tensiones 101
- 8.8 Ventajas e inconvenientes de las diferentes conexiones 102
- 8.9 Conexiones paralelas 104

Capítulo 9: Complementos 109

- 9.1 Marcha en paralelo de transformadores 110
- 9.2 Utilización de transformadores a frecuencias distintas de la nominal 111

Capítulo 10: Ejemplos de diseño en base a valores experimentales 113

- 10.1 Cálculo práctico de un transformador 114
 - 10.1.1 Valores de inducción usuales 114
 - 10.1.2 Densidad de corriente en los arrollamientos 115
 - 10.1.3 Factor de apilado 116
 - 10.1.4 Ampere/vueltas por unidad de ancho de bobinado 117
 - 10.1.5 Altura de la columna del circuito magnético 118
 - 10.1.6 Factor de llenado de la ventana 118
 - 10.1.7 Tensión [V]/espira 119
 - 10.1.8 Tensión [V]/bobina 120
 - 10.1.9 Pérdidas en el hierro y en el cobre 120
 - 10.1.10 Regulación 121
 - 10.1.11 Rendimiento 121

- 10.1.12 Sección del hierro en la columna 121
- 10.1.13 Estimación del peso del transformador trifásico 123
- 10.1.14 Escalonamiento del núcleo 124
- 10.2 Procedimiento de cálculo 126
 - 10.2.1 Sección del núcleo 126
 - 10.2.2 Sección del yugo 127
 - 10.2.3 Tensión por espira y número de espiras por fase 128
 - 10.2.4 Sección de los conductores 128
 - 10.2.5 Altura de la columna del circuito magnético 129
 - 10.2.6 Ancho de la ventana 130
 - 10.2.7 Largo del yugo 130
 - 10.2.8 Cantidad de galletas para el primario 131
 - 10.2.9 Aislación interpuesta 131
- 10.3 Verificación cabida 132
 - 10.3.1 Cálculo de la resistencia por fase del bobinado de baja tensión 133
 - 10.3.2 Cálculo de la resistencia por fase del bobinado de alta tensión 134
 - 10.3.3 Pérdida total en el cobre 135
 - 10.3.4 Peso total del hierro 135
 - 10.3.5 Pérdida total en el hierro 136
 - 10.3.6 Rendimiento 136
 - 10.3.7 Regulación y corriente de vacío 136
- 10.4 Dimensionamiento de transformadores monofásicos de baja potencia 137

Apéndice 1: Laminaciones 141**Apéndice 2: Norma DIN 46435 159****Índice 161**