



**FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR**

CÓDIGO: _____	COMPONENTE CURRICULAR: <b><u>TRANSFORMADORES</u></b>	
UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE: <b><u>FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA</u></b>		SIGLA: <b><u>FEELT</u></b>
CH TOTAL TEÓRICA: <b><u>30</u></b>	CH TOTAL PRÁTICA: <b><u>15</u></b>	CH TOTAL: <b><u>45</u></b>

**OBJETIVOS**

Ao final do curso o estudante deverá ser capaz de:

1. Trabalhar com transformadores tanto em forma de modelo teórico quanto na prática;
2. Montar diagrama elétrico de transformadores, obtendo diagnósticos sobre as suas condições de funcionamento e operação.

**EMENTA**

Bases teóricas e práticas do funcionamento e ensaio de transformadores de potência trifásicos.

**DESCRIÇÃO DO PROGRAMA**

**1. O transformador nos sistemas elétricos de potência**

- 1.1. Definição
- 1.2. A importância dos transformadores
- 1.3. Funcionamento - uma visão aproximada

- 1.4. Elementos construtivos
- 2. Funcionamento a vazio**
  - 2.1. Corrente a vazio
  - 2.2. Forma de onda
  - 2.3. Harmônicos
- 3. Ligações e conexões trifásicas**
  - 3.1. Diagramas fasoriais de tensão e corrente das ligações trifásicas  $y$ ,  $\Delta$  e  $Z$
  - 3.2. Características, vantagens, desvantagens e aplicações das conexões trifásicas  $Y$ - $Y$ ,  $\Delta$ - $\Delta$ ,  $\Delta$ - $Y$ ,  $Y$ - $\Delta$ ,  $\Delta$ - $Z$ ,  $Y$ - $Z$  e  $Y$ - $\Delta$ - $Y$ .
- 4. Tensão induzida e circuito equivalente**
  - 4.1. Fluxos nos transformadores
  - 4.2. Razão, tensões e correntes
  - 4.3. Indutâncias e reatâncias de fuga
  - 4.4. O transformador ideal
  - 4.5. Circuitos equivalentes de Steinmetz referidos a primário e secundário
- 5. Ensaio a vazio**
  - 5.1. Objetivos
  - 5.2. Perdas a vazio
  - 5.3. Corrente a vazio
  - 5.4. Relação de transformação e parâmetros do ramo magnetizante
- 6. Funcionamento com carga - ensaio em curto-circuito**
  - 6.1. Circuito equivalente simplificado com carga
  - 6.2. Perdas em curto-circuito
  - 6.3. Queda de tensão interna
  - 6.4. Impedância, reatância e resistência percentuais do transformador
  - 6.5. Correção de valores para temperatura de operação
  - 6.6. Tensão de curto-circuito
  - 6.7. Perdas adicionais
- 7. Rigidez dielétrica do óleo isolante e condições térmicas de operação**
  - 7.1. Tipos de óleo
  - 7.2. Rigidez dielétrica
  - 7.3. Sistemas de preservação do óleo mineral
  - 7.4. O medidor de rigidez dielétrica

7.5. Relé Buchholz

7.6. Secadores de sílica-gel

7.7. Verificação das condições térmicas de operação

## **8. Rendimento de transformadores**

8.1. Conceito de rendimento

8.2. Fator de carga de rendimento máximo

8.3. Transformadores de distribuição e de força

8.4. Rendimento diário médio

## **9. Regulação de transformadores**

9.1. Estudo analítico e gráfico

9.2. Diagramas de Kapp

9.3. Estudo da variação da regulação com o fator de potência e com a carga

9.4. Diagrama fasorial do modelo completo de Steinmetz.

## **10. Polaridade de transformadores trifásicos**

10.1. Conceito de polaridade

10.2. Polaridades aditiva e subtrativa

10.3. Métodos para a sua determinação

## **11. Defasamento angular de transformadores trifásicos**

11.1. Conceito e grupos de defasamento

11.2. Métodos de ensaios

## **12. Paralelismo de transformadores**

12.1. Conceito

12.2. Vantagens do paralelismo

12.3. Condições obrigatórias e de otimização do paralelismo

12.4. Corrente de circulação

12.5. Distribuição de potência entre unidades em paralelo

12.6. Determinação da potência certa para inclusão e exclusão de unidades

## **13. Autotransformadores**

13.1. Conceito

13.2. Auto-transformadores elevadores e abaixadores

13.3. Relação entre pesos de transformadores e autotransformadores de mesmas potências

13.4. Vantagens e desvantagens do autotransformador

13.5. Potências transferida e transformada

- 13.6. Correntes no primário, secundário e nos enrolamentos
- 13.7. O transformador funcionando como autotransformador

**14. Transformadores de 3 circuitos**

- 14.1. Características, impedâncias individuais e combinadas
- 14.2. Aplicações
- 14.3. Ensaio para a determinação das impedâncias

**BIBLIOGRAFIA**

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA:**

1. CAMACHO, J. R.; AGUIAR, A. L. **Notas de Aula – Apostila de Transformadores**, 2004
2. OLIVEIRA, J. C.; COGO, J. R., DE ABREU, J. P. G. **Transformadores Teoria e Ensaio**, Edgard Blücher, São Paulo, 1983
3. MARTIGNONI, A. **Transformadores**, Editora Globo, Rio de Janeiro, 1979

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:**

1. SIMONE, G. A. **Transformadores**, Érica, São Paulo, 1998
2. JORDAO, R. G. **Transformadores**, Edgard Blücher, São Paulo, 2002
3. HEATHCOTE, M. J. **J & P Transformer Book**, News Editores, Cambridge, EUA, 1998
4. WINDERS JR., J. J. **Power Transformers, Principles and Applications**, Marcel Dekker, New York, 2002.
5. HARLOW, J. H. **Electric Power Transformer Engineering**, CRC Press, USA, 2004.

**APROVAÇÃO**

<p>_____/_____/_____</p> <p>_____ Carimbo e assinatura do Coordenador do curso</p>	<p>_____/_____/_____</p> <p>_____ Carimbo e assinatura do Diretor da Unidade Acadêmica</p>
--	--