

ESP1066

Prova 2 . Peso: 4,50 . Duração: 3h

Prof. Dr. Luiz Fernando Freitas-Gutierrez

luiz.gutierrez@ufsm.br



Licença internacional *Creative Commons* 4.0 – Atribuição-SemDerivações

https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.pt_BR

Nome & Matrícula: _____

Luiz F. Freitas-Gutierrez

Nota: *6,0*

04-12-24

Instruções:

- ⇒ Preencha seu nome completo e matrícula na capa desta avaliação e rubrique as demais folhas.
- ⇒ Use caneta azul ou preta para responder.
- ⇒ Nas folhas de rascunho, é permitido o uso de lápis ou lapiseira.
- ⇒ Se precisar de espaço adicional para responder questões, solicite uma folha adicional ao professor.
- ⇒ Escreva respostas de forma clara e legível. Respostas ilegíveis não serão avaliadas.
- ⇒ Em questões de certo ou errado, ao identificar itens incorretos, corrija-os e forneça justificativas.
- ⇒ Em questões que envolvam cálculos, apresente-os de maneira completa.



UFSM

Questões	01	02	Total
Pontos	60	40	100
Notas			

- 1 Um transformador monofásico de 250,00 kVA, com relação de transformação de 46/15 kV e frequência de 60 Hz, será destinado a uma subestação para operação em um banco trifásico. O equipamento foi submetido a ensaios ainda em fábrica, tendo sido obtidos os seguintes resultados:

i) Teste de circuito aberto: 0,8 A – 2.700,00 W – Baixa Tensão (BT).

ii) Teste de curto-circuito: 2.500,00 V – 4.000,00 W – Alta Tensão (AT).

Com base nos dados laboratoriais acima, responda às questões a seguir.

- a) 30 pontos Determine os parâmetros do circuito equivalente do transformador solicitados abaixo.

$R_c^{AT} =$ Respos
 $X_m^{AT} =$ tas ao
 $R_{cc}^{AT} =$ lado ...
 $X_{cc}^{AT} =$

$$R_{cc}^{AT} = \frac{P_{cc}}{I_{cc}^2} = 135,42 \Omega$$

$$Z_{cc} = V_{cc} / I_{cc} = 460 \Omega$$

$$X_{cc}^{AT} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^{AT2}} = 439,61 \Omega$$

$$R_c^{BT} = \frac{V_{ca}^2}{P_{ca}} = 83,33 \text{ k}\Omega$$

$$S_{ca} = V_{ca} \cdot I_{ca} = 12 \text{ kVA}$$

$$Q_{ca} = \sqrt{S_{ca}^2 - P_{ca}^2} = 11,69 \text{ kVAr}$$

$$X_m^{BT} = \frac{V_{ca}^2}{Q_{ca}} = 19,24 \text{ k}\Omega$$

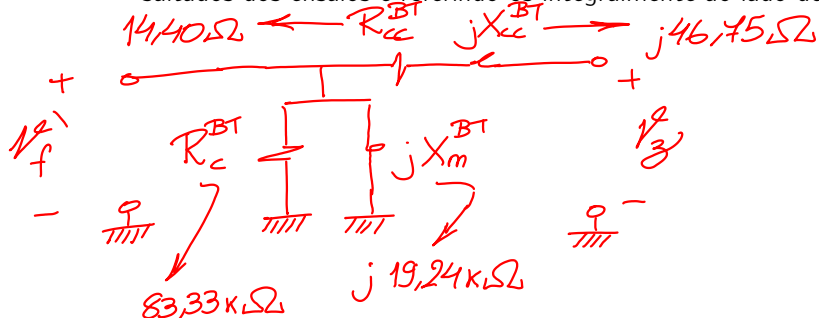
$$R_c^{AT} = R_c^{BT} \cdot a^2 = 783,7 \text{ k}\Omega$$

$$X_m^{AT} = X_m^{BT} \cdot a^2 = 180,97 \text{ k}\Omega$$

$$R_{cc}^{BT} = R_{cc}^{AT} / a^2 = 14,40 \Omega$$

$$X_{cc}^{BT} = X_{cc}^{AT} / a^2 = 46,75 \Omega$$

- b) 10 pontos Elabore o desenho do circuito elétrico equivalente do transformador, considerando os resultados dos ensaios e referindo-os integralmente ao lado de BT.



$$\Delta V_N = I_{BT} (R_{cc}^{BT} \cos \theta - X_{cc}^{BT} \sin \theta) = -245,45 \text{ V}$$

$$R\% = -1,84\%$$

$$\eta = \frac{S \cos \theta}{S \cos \theta + P_{ca} + P_{cc}} \cdot 100\% = 96,76\%$$

- c) 15 pontos Para uma demanda máxima da máquina, com tensão nominal fixada no lado de Baixa Tensão (BT) e fator de potência igual a 0,80c (adiantado), calcule a regulação de tensão ($R\%$) e o rendimento do transformador (η).

$$R\% = (\Delta V \cdot 100) / (V \text{ a vazio}) = -1,84\%$$

$$\eta = 96,76\%$$

- d) 5 pontos Quantifique as perdas no cobre (P'_{cobre}) e no ferro (P'_{ferro}) para uma exigência correspondente a metade da capacidade nominal da máquina.

$$P'_{\text{cobre}} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot 4000 = 1000 \text{ W}$$

$$P'_{\text{ferro}} = 2400 \text{ W}$$

② 40 pontos Analise os itens abaixo, indicando se são certos ou errados.

- a) ☒ ☐ E Transformadores do tipo núcleo envolvente (*core type*) tendem a apresentar menores alturas e maior largura em comparação com os transformadores de núcleo envolvido (*shell type*).
- b) ☒ ☐ E A densidade de fluxo magnético no núcleo ferromagnético de um transformador mantém-se aproximadamente constante, tanto em condições de operação a vazio quanto sob carga, assim como as perdas no ferro.
- c) ☐ ☒ A componente de perdas no núcleo da corrente de excitação apresenta um defasamento de 90° em relação à tensão aplicada durante o teste a vazio. *0° (em fase)*
- d) ☒ ☐ E A elaboração do circuito equivalente aproximado de um transformador considera que a tensão de alimentação é aproximadamente igual à tensão aplicada ao ramo de magnetização. Além disso, presume-se que o ramo de magnetização exige uma corrente de magnitude insignificante.
- e) ☐ ☒ As correntes de entrada (no enrolamento primário) e de saída (no enrolamento secundário) de um transformador devem, necessariamente, estar em oposição de fase.
*- Possuem defasagem, mas não necessariamente de 180° .
 - Para transformadores ideais, estão em fase.*
- f) ☒ ☐ E Não é relevante em qual lado o teste de curto-circuito seja realizado. No entanto, a medição da corrente nominal sugere que, por razões de segurança, o ensaio seja conduzido no lado de Alta Tensão (AT).
- g) ☒ ☐ E As perdas no ferro serão as mesmas independentemente do enrolamento em que forem medidas. Contudo, o valor da corrente a vazio será inversamente proporcional à relação entre o número de espiras.
- h) ☐ ☒ Os fluxos dispersos geram perdas por efeito Joule nos enrolamentos dos transformadores e, portanto, devem ser considerados em modelagens não ideais. *→ produzem quedas de tensão*
- i) ☐ ☒ Uma carga capacitiva, quando combinada com a característica naturalmente indutiva de um transformador, resultará, invariavelmente, em uma regulação de tensão negativa. *↗ Se for suficientemente capacitiva.*
- j) ☐ ☒ Uma sobretensão aplicada ao circuito equivalente real de um transformador será transmitida do primário ao secundário, mesmo na ausência de conexão elétrica direta entre eles. *Satura e não transmite.*