

ESP1048

Prova 2 . Peso: 4,00 . Duração: 3h

Prof. Dr. Luiz Fernando Freitas-Gutierrez

luiz.gutierrez@ufsm.br



Licença internacional *Creative Commons* 4.0 – Atribuição-CompartilhaIgual

Esta é uma licença de cultura livre!

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

Nome & Matrícula: Prof. Dr. Luiz F. Freitas-Gutierrez, 1011424

Nota: Gabarito (17-12-23)

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 discursivas ou justificar, solicite uma folha adicional ao professor. Não utilize as folhas de rascunho para isso.
- ⇒ 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

Prova 2

Questões	01	02	03	Total
Pontos	50	20	30	100
Notas				

- ① Os resultados obtidos dos ensaios a vazio (C.A.) e de curto-circuito (C.C.) realizados em um transformador monofásico de 10-kVA, 2200/220-V e 60 Hz foram os seguintes:

- Teste de C.A. → 220-V, 2,5 A & 100-W.
- Teste de C.C. → 150-V & 215W

Utilize esses dados para responder os itens subsequentes.

- a) 20 pontos Calcule os parâmetros do circuito elétrico equivalente do transformador, considerando-os referidos ao lado de Baixa Tensão (BT).

$$R_c^{BT} = 484 \, \Omega$$

$$X_m^{BT} = 89,49 \, \Omega$$

$$R_{CC}^{BT} = 0,10 \, \Omega$$

$$X_{CC}^{BT} = 0,31 \, \Omega$$

- b) 5 pontos Determine o fator de potência do transformador durante os ensaios de C.A. ($\cos \theta_{C.A.}$) e de C.C. ($\cos \theta_{C.C.}$).

$$\cos \theta_{C.A.} = 0,18 \, i$$

$$\cos \theta_{C.C.} = 0,32 \, i$$

- c) 15 pontos Quantifique a regulação de tensão aproximada $\Delta R\%^1$ e o rendimento η do transformador quando operando com 80% de sua capacidade nominal e um fator de potência de 0,75c. Assuma que a tensão no lado de Alta Tensão (AT) está fixada em 2200-V e que a carga está alocada na BT.

$$\Delta R\% = -2,13\% ; \Delta V \sim AT = -46,96 \, V ; \Delta V \sim BT = -4,40 \, V$$

$$\eta = 96,19\%$$

- d) 5 pontos Calcule a regulação de tensão máxima $\Delta R\%_{\max}$ do transformador.

$$\Delta R\%_{\max} = 6,82\%$$

- e) 5 pontos Identifique o rendimento máximo η_{\max} do transformador operando com um fator de potência de 0,80i.

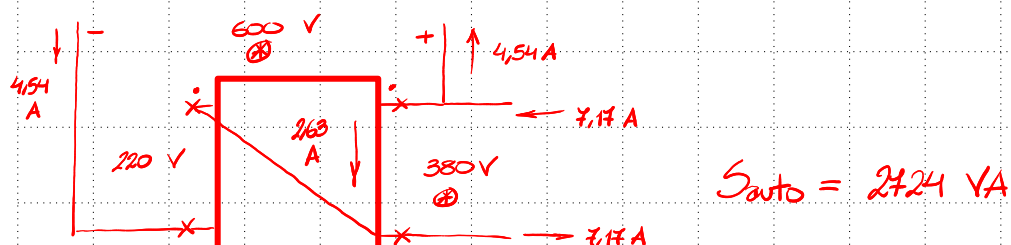
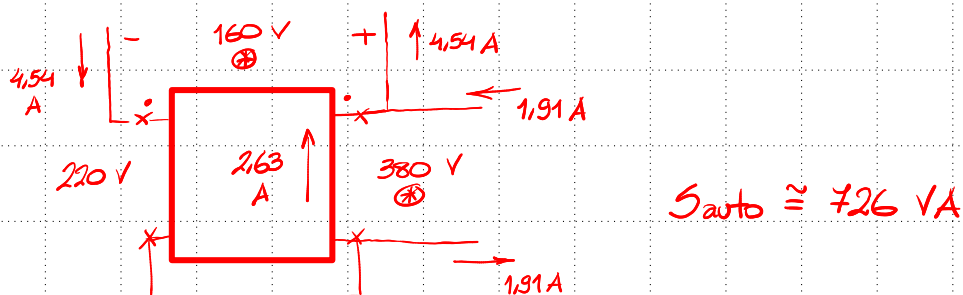
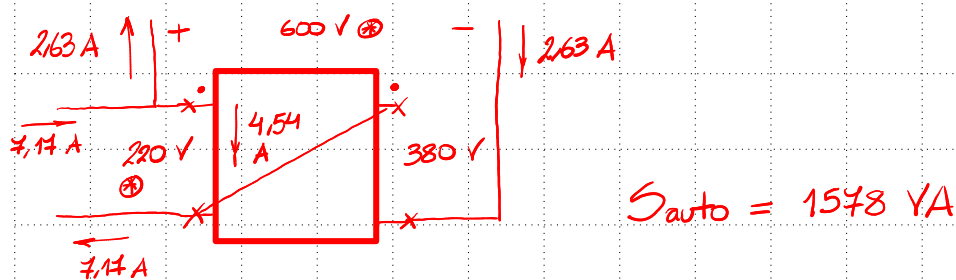
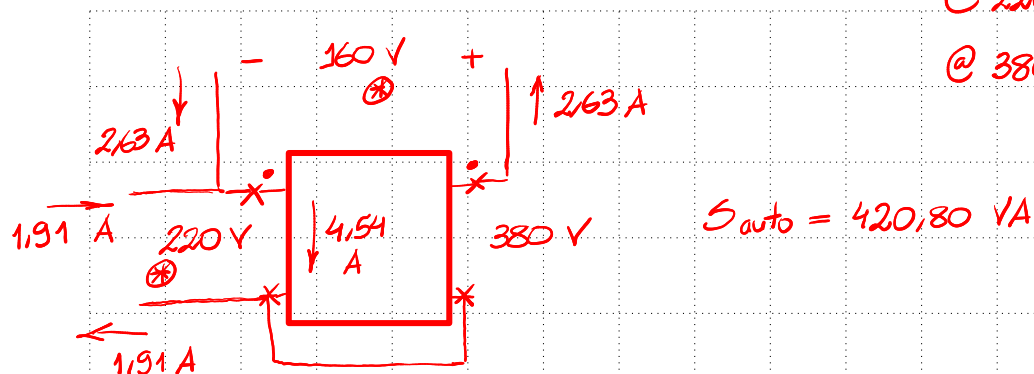
$$\eta_{\max} = 96,45\%$$

¹Para cálculos de regulação de tensão, adote a tensão a vazio como referência.

- 2) 20 pontos No Laboratório de Elétrica e Eletrônica (NUPEDEE) da UFSM, dispõe-se de um transformador monofásico de 1-kVA, 220/380-V e 60 Hz. Pretende-se empregar esse transformador na configuração de autotransformador para alimentar um conjunto de cargas com fator de potência de 0,80c. Solicita-se o cálculo das correntes elétricas de entrada, saída e do ramo comum nas quatro combinações possíveis de uso como autotransformador. Além disso, é necessário identificar a potência aparente fornecida por esse equipamento em cada um dos cenários propostos.

@ 220 V $\rightarrow i = 4,54$ A

@ 380 V $\rightarrow i = 2,63$ A



⊗ Enrolamentos em uso

③ 30 pontos Analise os itens abaixo, indicando se são certos ou errados.

- a) ☒ ☐ E A eficiência energética de transformadores diminui significativamente sob condições de carga leve, embora as perdas no ferro permaneçam inalteradas. diminuir
- b) ☐ ☒ C O rendimento do transformador tende a ~~aumentar~~ diminuir proporcionalmente à diminuição do fator de potência para um mesmo nível de carga.
- c) ☒ ☐ E Autotransformadores, de modo geral, possuem regulações de tensão melhores quando comparados aos transformadores convencionais.
- d) ☐ ☒ C Normalmente, a bobina de tensão mais ~~alta~~ baixa é posicionada mais internamente, próxima ao núcleo, uma vez que tal configuração facilita o isolamento.
- e) ☐ ☒ C Em transformadores monofásicos do tipo núcleo envolvente, ocorrem esforços ~~axiais~~ radiais entre as bobinas, que podem levar a uma ~~atração~~ repulsão mútua e, ao longo do tempo, causar deformações no equipamento.
- f) ☒ ☐ E Conforme a corrente aumenta, os incrementos na indução magnética tendem a ser progressivamente menores.
- g) ☐ ☒ C O ensaio *back-to-back* de transformadores tem como objetivo complementar a avaliação da polaridade desses equipamentos. operação sob carga nominal e verificação de perdas
- h) ☒ ☐ E Transformadores de distribuição, em condições normais, permanecem energizados 24 horas por dia, mesmo sem carga. Nessa perspectiva, um quilowatt nominal de perda a vazio representa um custo maior do que um quilowatt nominal de perda sob condição de carga.
- i) ☒ ☐ E Geralmente, sobretensões não se propagam do lado primário para o secundário em transformadores.
- j) ☐ ☒ C Um transformador com núcleo envolvente tende a apresentar ~~mais~~ menos fluxo disperso em comparação a um transformador com núcleo envolvido.

1.
 ◦ Ensaio de C.A.: 220 V, 2,5 A, 100 W
 ◦ Ensaio de C.C.: 150 V, 4,54 A, 215 W

$$a) \quad R_c^{BT} = \frac{V_{CA}^2}{P_{CA}} = 484 \Omega \quad Q_{CA}^2 = S_{CA}^2 - P_{CA}^2$$

$$X_m^{BT} = \frac{V_{CA}^2}{Q_{CA}} = 89,49 \Omega \quad Q_{CA} = \sqrt{(220 \cdot 2,5)^2 - 100^2} = 540 \text{ VAR}$$

↙ 550 VA

$$R_{cc}^{AT} = \frac{P_{cc}}{I_{cc}^2} = 10,43 \Omega \quad Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{I_{cc}} = 33,04 \Omega$$

$$X_{cc}^{AT} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = 31,35 \Omega$$

$$R_{cc}^{BT} = \frac{R_{cc}^{AT}}{\omega^2} = 0,10 \Omega$$

$$X_{cc}^{BT} = \frac{X_{cc}^{AT}}{\omega^2} = 0,31 \Omega$$

$$b) \quad FP_{CA} = \frac{P_{CA}}{V_{CA} I_{CA}} = 0,18 \text{ u} \quad FP_{CC} = \frac{P_{CC}}{V_{CC} I_{CC}} = 0,32 \text{ u}$$

$$c) \quad \Delta V_n = i (R_{cc}^{AT} \cos \theta - X_{cc}^{AT} \sin \theta)$$

$$= 0,8 \cdot \frac{10000}{2200} (10,43 \cdot 0,75 - 31,35 \cdot \sin(\arccos 0,75))$$

$$= -46,96 \text{ V @ AT} \rightarrow -4,70 \text{ @ BT}$$

$$\Delta R\% = \frac{\Delta V_n(AT)}{V_{nom}(AT)} \cdot 100\% = \frac{-46,96}{2200} \cdot 100 = -2,13\%$$

$$\eta = \frac{FC \cdot S \cdot \cos \theta}{FC \cdot S \cdot \cos \theta + \text{perdas}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{0,8 \cdot 10000 \cdot 0,75}{0,8 \cdot 10000 \cdot 0,75 + 100 + 0,8^2 \cdot 215} \cdot 100\%$$

$$= 96,19\%$$

d) A máx. regulação é obtida durante o ensaio de C.C.
 $\Delta V = 150 \text{ V @ AT}$

$$AR\% \text{ max} = \frac{150}{2200} \cdot 100 = 6,82\%$$

$$e) FC_{\max \eta} = \sqrt{\frac{P_{CA}}{P_{CC}}} = 0,68 \quad S_{\max \eta} = 0,68 \cdot 10000 = 6800 \text{ VA}$$

$$\eta_{\max} = \frac{S_{\max \eta} \cdot 0,8}{S_{\max \eta} \cdot 0,8 + 2P_{CA}} \cdot 100\%$$

$$= 96,45\%$$