

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: _____

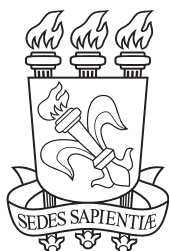
Gabarito

Nota:

21-07-21

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	03	Total
Pontos	50	20	30	100
Notas				

- 1 Um transformador monofásico de 50,00 kVA, com relação de transformação de 13,80/0,44 kV e frequência de 60 Hz foi ensaiado em fábrica, obtendo os seguintes resultados:

i) Teste de circuito aberto: 15,00 A – 900,00 W – Baixa Tensão (BT).

ii) Teste de curto-circuito: 870,00 V – 1.800,00 W – Alta Tensão (AT).

Com base nesses dados de laboratório, responda o que se pede abaixo.

- a) 20 pontos Determine os parâmetros do circuito equivalente do transformador solicitados abaixo.

$$R_c^{BT} = 215,11 \Omega$$

$$X_m^{BT} = 29,61 \Omega$$

$$R_{cc}^{BT} = 0,14 \Omega$$

$$X_{cc}^{BT} = 0,20 \Omega$$

$$R_1^{AT} \text{ (resistência da bobina de AT)} = 68,56 \Omega$$

$$R_2^{BT} \text{ (resistência da bobina de BT)} = 0,07 \Omega$$

$$R_c^{AT} = \frac{P_{ca}}{I_{ca}^2} = 137,12 \Omega \quad Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{I_{cc}} = 240,12 \Omega$$

$$X_{cc}^{AT} = (Z_{cc}^2 - R_{cc}^2)^{1/2} = 197,12 \Omega$$

$$R_{cc}^{BT} = R_{cc}^{AT} / a^2 = 0,14 \Omega$$

$$X_{cc}^{BT} = X_{cc}^{AT} / a^2 = 0,20 \Omega$$

$$\frac{R_{cc}^{AT}}{2} = R_1^{AT} = 68,56 \Omega \quad L / a^2 = 0,07 \Omega = R_2^{BT}$$

- b) 5 pontos Determine as correntes de magnetização e de perdas no ferro (I_m e I_c).

$$I_m = 14,86 A \quad I_m = I_{ca} \cdot \sin(\arccos \theta_{ca}) = 14,86 A \quad * \cos \theta_{ca} = \frac{P_{ca}}{S_{ca}} = 0,14$$

$$I_c = 2,04 A \quad I_c = I_{ca} \cdot \cos \theta_{ca} = 2,04 A$$

- c) 10 pontos Para uma demanda de 80% da exigência nominal e com fator de potência de 0,80 adiantado, calcule a regulação de tensão e o rendimento do transformador ($R\%$ e η).

$$R\% = (\Delta V \cdot 100) / (V \text{ a vazio}) = -0,18\% \quad \Delta V \approx F_c \cdot I_{AT} (R_{cc}^{AT} \cdot \cos \theta - X_{cc}^{AT} \sin \theta) = -24,87 V$$

$$\eta = 93,97\% \quad \eta = \frac{F_c \cdot S \cdot \cos \theta}{F_c \cdot S \cdot \cos \theta + \text{Perdas}} = 93,97\%$$

$$R\% = \frac{-24,87 \cdot 100}{13800} = -0,18\% \quad \text{Perdas} = (P_{ca} + P_{cc} \cdot F_c^2)$$

- d) 10 pontos Quando a regulação de tensão é nula operando sob carregamento máximo, identifique o fator de potência ($\cos \theta_{R\%=0}$) correspondente.

$$\cos \theta_{R\%=0} = 0,82c$$

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

$$P'_{\text{cobre}} = P_{cc} \cdot F_c^2 = 450 W$$

$$P'_{\text{ferro}} = P_{ca} = 900 W$$

$$0 = R_{cc}^{AT} \cos \theta - X_{cc}^{AT} \sin \theta$$

$$\cos \theta_{R\%=0} = \cos \left[\arctan \frac{R_{cc}^{AT}}{X_{cc}^{AT}} \right] = 0,82c$$

- ② A partir dos dados do transformador apresentados anteriormente e considerando que o mesmo opera em regime de plena carga com fator de potência de 0,80, determine as informações solicitadas.

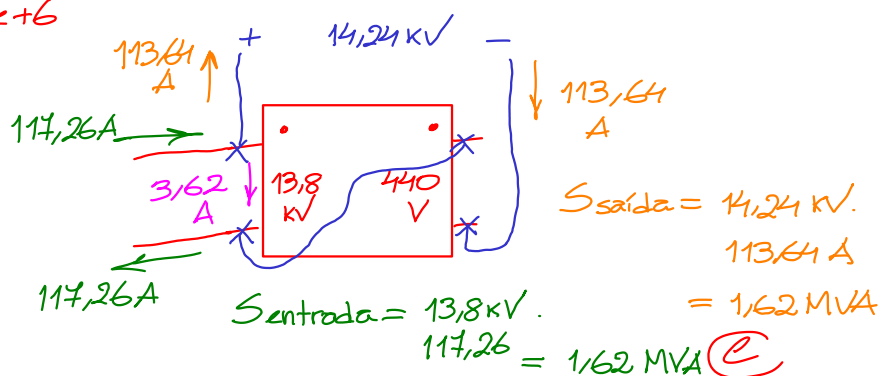
- a) 15 pontos Converta o transformador em um autotransformador de 13,80/14,24 kV e calcule a potência aparente (S_{auto}) e as correntes elétricas nominais (entrada, saída e comum [I_{entrada} , $I_{\text{saída}}$ e I_{comum}]) correspondentes.

$S_{\text{auto}} = 1,62 \text{ MVA}$

$I_{\text{entrada}} = 117,26 \text{ A}$

$I_{\text{saída}} = 113,64 \text{ A}$

$I_{\text{comum}} = 3,62 \text{ A}$



- b) 5 pontos Calcule a eficiência energética do autotransformador (η_{auto}) em plena carga e sob um fator de potência de 0,80.

$\eta_{\text{auto}} = 99,79\%$

$$\eta_{\text{auto}} = \frac{(1,62 \times 10^6) \cdot 0,8}{(1,62 \times 10^6) \cdot 0,8 + 1800 + 900} \times 100\% = 99,79\%$$

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

- a) ☒ ☐ E Quando ocorre o aumento de carga instalada pelos consumidores e o transformador conectado à rede não pode atender ao acréscimo dessa nova demanda, é melhor, na maioria das vezes, conectar em paralelo outro transformador do que substituir o instalado por um de maior capacidade nominal. Inclusive, eles não precisam ser idênticos, desde que se respeite a polaridade do instalado.

- b) ☒ ☐ E As vantagens de um autotransformador, quando comparado ao tradicional transformador de dois enrolamentos, são os menores tamanhos e custos de fabricação, mas a relação de espiras não pode se afastar muito da unidade.

- c) ☐ ☒ C Uma simplificação usual, principalmente para transformadores de potência, é aquela em que o ramo de magnetização é desprezado, por considerar que a corrente de magnetização é uma porcentagem muito baixa em relação à corrente de operação.

- d) ☒ ☐ E Em um transformador monofásico ideal, há equilíbrio de forças magnetomotrizes (FMMs) entre primário e secundário. As FMMs são iguais em magnitude, mas geram fluxos magnéticos que se opõem e, portanto, o fluxo magnético líquido é zero.

- e) ☐ ☒ C Em um transformador do tipo núcleo ~~envolvido~~ ^{envolvente}, as bobinas dos enrolamentos são envolvidas pelo núcleo.

- f) ☐ ☒ C Sob carga, a tensão aplicada ao primário e a força eletromotriz primária induzida são ^{distintos} iguais em módulo.

- g) ☐ ☒ C Normalmente, a bobina com tensão mais ^{baixa} alta é a bobina interna em referência ao núcleo, pois isso facilita o isolamento, tornando o projeto mais econômico.

- h) ☒ ☐ E Para uma mesma tensão aplicada ao primário do transformador, quanto maior for a indução magnética, menor pode ser o número de espiras.

$$N \approx 444 \text{ N} f \Phi \approx 444 \text{ N} f \uparrow B \cdot S$$