

# ESP1048

## Exame . Duração: 3h

Prof. Dr. Luiz Fernando Freitas-Gutierres

luiz.gutierres@ufsm.br



Licença internacional *Creative Commons* 4.0 – Atribuição-Compartilhual

Esta é uma licença de cultura livre!

[https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pt\\_BR](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pt_BR)

Nome & Matrícula: \_\_\_\_\_

**Nota:**

### 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

Exame

Questões	01	02	03	Total
Pontos	30	30	40	100
Notas				

- ① No circuito magnético ilustrado na Figura 1, as dimensões geométricas são fornecidas em centímetros. Uma corrente de excitação em Corrente Contínua (C.C.) de 0.28 A ( $i$ ), fluindo através de uma bobina de 200 espiras, gera a circulação de um fluxo magnético  $\phi$  no núcleo. Esse núcleo é composto por chapas de aço silício de grão orientado do tipo M-5, cuja curva de magnetização é exibida na Figura 2. Considera-se desprezível o fluxo de dispersão. Com base nessas informações, proceda com as seguintes solicitações:

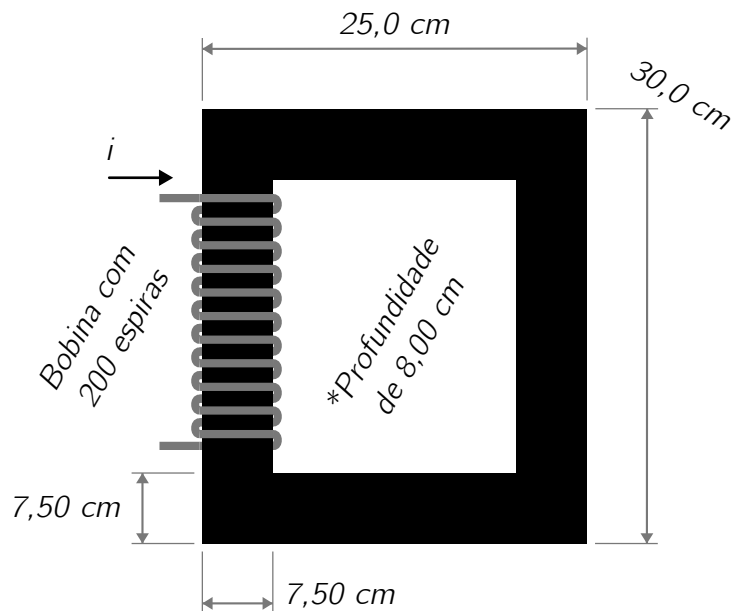


Figura 1: Circuito magnético com núcleo de aço laminado.

- 8 pontos Calcule o fluxo magnético  $\phi$  no núcleo.  
 $\phi =$
- 6 pontos Determine a permeabilidade magnética  $\mu$  do material ferromagnético.  
 $\mu =$
- 8 pontos Quantifique a indutância própria  $L$  do dispositivo.  
 $L =$
- 8 pontos Verifique a energia magnética  $\mathcal{W}_m$  armazenada na estrutura do circuito.  
 $\mathcal{W}_m =$

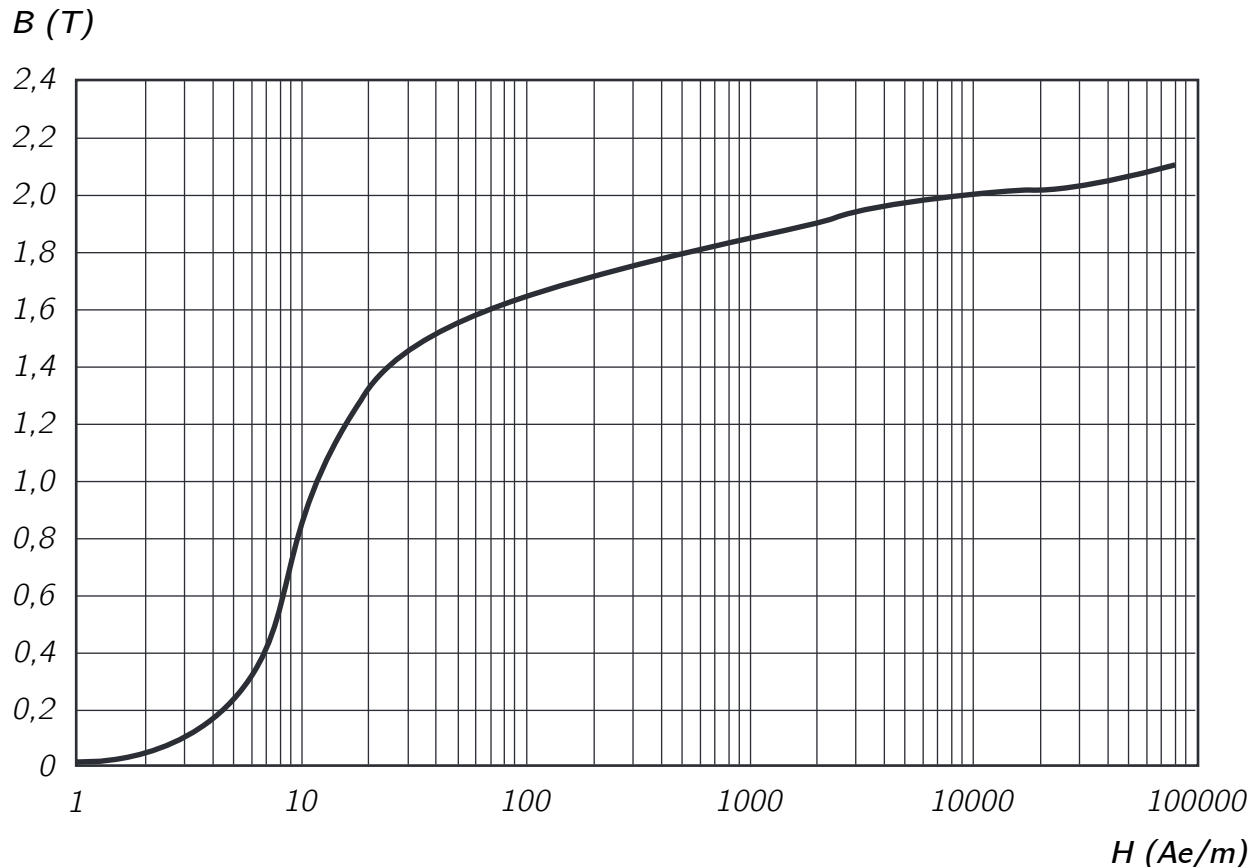


Figura 2: Curva de magnetização C.C. para o aço silício de grão orientado do tipo M-5.

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

- a) ☐ C ☐ E As perdas por excitação magnética variam de acordo com as mudanças na demanda de carga do transformador.
- b) ☐ C ☐ E Os núcleos são montados com lâminas dispostas de forma a minimizar os efeitos adversos dos entreferros nas junções. Com uma tensão de alimentação constante, os entreferros reduzem o fluxo magnético na máquina.
- c) ☐ C ☐ E Em transformadores imersos em óleo do tipo ONAN (Óleo com circulação Natural e Ar com circulação Natural), é essencial que o óleo não entre em contato com o ar em hipótese alguma, razão pela qual a carcaça é selada.
- d) ☐ C ☐ E O fluxo magnético máximo em um transformador com frequência nominal de 400 Hz será maior que em um transformador com frequência nominal de 60 Hz.
- e) ☐ C ☐ E Um transformador com frequência nominal de 60 Hz terá dimensões físicas menores em comparação com um transformador de frequência nominal de 400 Hz.
- f) ☐ C ☐ E A força eletromotriz induzida no secundário de um transformador depende da resistência do enrolamento e das características da carga.

- g) ☐ C ☐ E A dopagem de silício junto ao ferro tem como objetivo aumentar a resistência elétrica do material e, assim, reduzir as perdas por correntes de Foucault.
- h) ☐ C ☐ E As perdas por correntes parasitas nas lâminas do núcleo são proporcionais à densidade de fluxo magnético e ao quadrado da frequência.
- i) ☐ C ☐ E Transformadores monofásicos de diferentes potências e tensões nominais podem ser conectados em paralelo.
- j) ☐ C ☐ E Uma indutância de 150 mH é necessária em um projeto. Entretanto, devido à falta desse componente no laboratório, optou-se pelo uso de três indutores de 50 mH conectados em série. Essa solução é inadequada e só se aplica se o acoplamento magnético entre os indutores for desprezado. Caso contrário, o valor equivalente da indutância poderá ser maior ou menor do que o valor desejado.
- ③ Os resultados obtidos dos ensaios a vazio (C.A.) e de curto-circuito (C.C.) realizados em um transformador monofásico de 50-kVA, 4160/440-V (AT/BT) e 60 Hz foram os seguintes:
- Teste de C.A. → Ref. BT, 5,2 A & 380-W.
  - Teste de C.C. → Ref. AT, 320-V & 3805-W

Utilize esses dados para responder os itens subsequentes.

- a)  Calcule os parâmetros do circuito elétrico equivalente do transformador, considerando-os referidos ao lado de Alta Tensão (AT).

$$R_c^{AT} =$$

$$X_m^{AT} =$$

$$R_{CC}^{AT} =$$

$$X_{CC}^{AT} =$$

- b)  Quantifique a regulação de tensão aproximada  $\Delta R\%^1$ , a tensão de entrada  $V_{entrada}^{BT}$  (em referência à Baixa Tensão, BT) e o rendimento  $\eta$  do transformador quando operando com 95% de sua capacidade nominal e um fator de potência de 0,80c. Presuma que a tensão fornecida à carga, alocada na BT, é de 440-V.

$$\Delta R\% =$$

$$V_{entrada}^{BT} =$$

$$\eta =$$

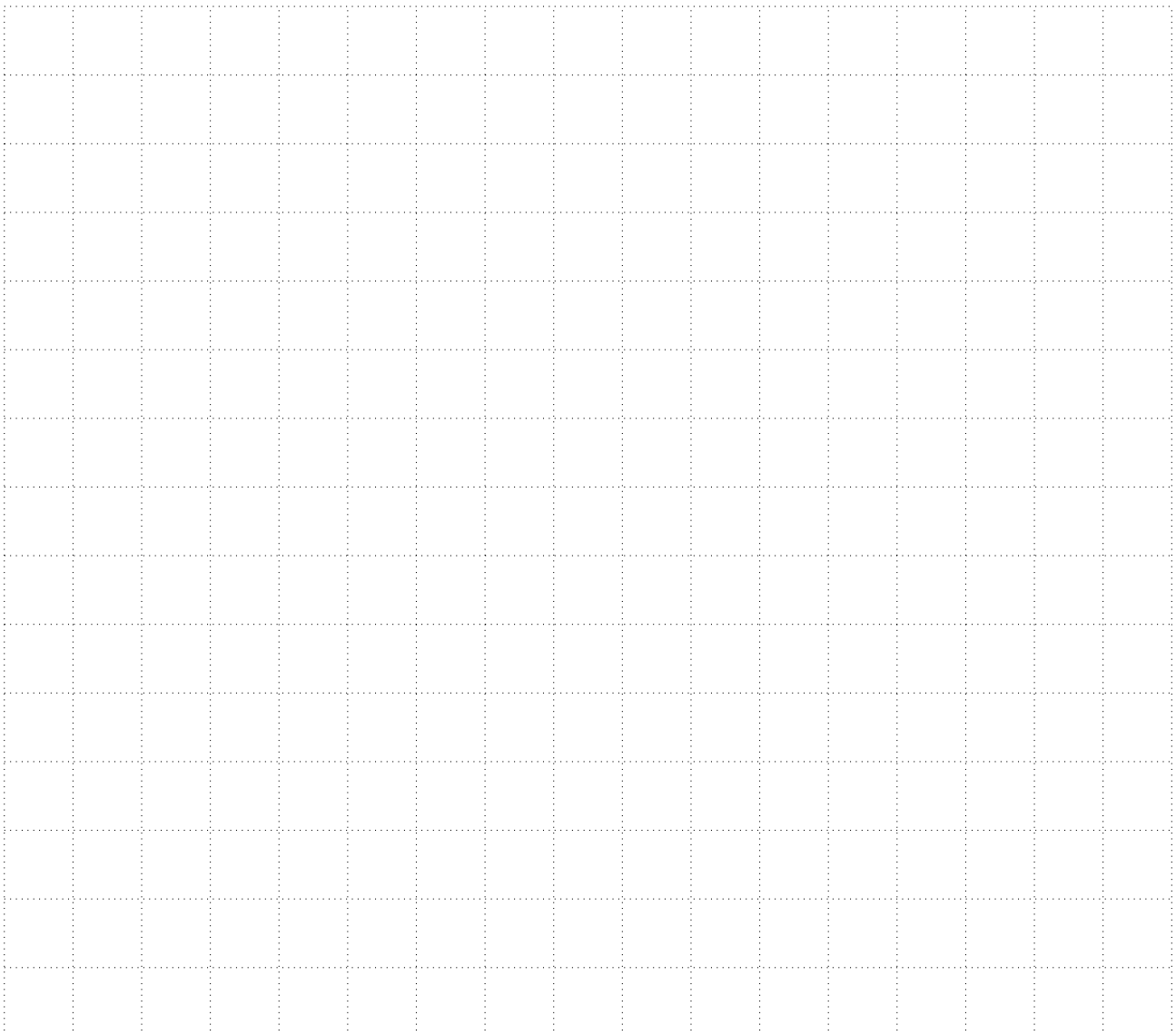
<sup>1</sup>Para cálculos de regulação de tensão, adote a tensão a vazio como referência.

- c) 5 pontos Calcule o fator de potência  $\cos \theta_{\Delta R\% = 0}$  no ponto operacional de carga que resulta em uma regulação de tensão nula. Indique também a característica da carga ( $i$ ,  $c$  ou  $r$ ).

$$\cos \theta_{\Delta R\% = 0} =$$

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

$$\eta_{\max} =$$



### Formulário:

$$\begin{aligned} \mu_o &= 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} & \mathbf{B} &= \mu \mathbf{H} & Hl &= Ni = \mathcal{R}\phi & \mathcal{R} &= \frac{\mu l}{S} \\ \Lambda &= N\phi & \phi &= BS & L &= \frac{N^2}{\mathcal{R}} = \frac{\Lambda}{i} & \mathcal{W}_m/\text{m}^3 &= \frac{BH}{2} \end{aligned}$$

