

Conversão de Energia I (TE-046) - Lista I

Prof.: MATEUS Duarte Teixeira
Monitor: Wesley THIAGO Egea Tiem

2017/1

1 Circuitos Magnéticos - Exercícios

- Defina, se possível incluindo simbologia e unidade de medida:
 - Relutância e permeância;
 - Materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos;
 - Permeabilidade magnética e permeabilidade magnética relativa;
 - Indutância;
 - Campo magnético;
 - Densidade de campo magnético;
 - Força magneto-motriz;
 - Fluxo magnético e fluxo magnético concatenado;
 - Entreferro;
 - Espraiamento.
- Determine a relutância de um circuito magnético se um fluxo de $420 \mu\text{Wb}$ for estabelecido por uma FMM = 400 Ae . Determine ainda o campo magnético indutor (H) para uma bobina de $6''$ de comprimento. $R = 952,4 \text{ kAe/Wb}$ $H = 2624,67 \text{ Ae/m}$
- Em um campo magnético indutor $H = 400 \text{ Ae/m}$ é colocado um pedaço de material ferromagnético cuja permeabilidade relativa é $\mu_r = 1600$ para este valor de H . Calcular o valor da densidade de campo magnético no interior do material. $B = 200 \text{ mT}$
- Calcular a relutância do circuito magnético da figura 1 cuja espessura é 4 cm . Considere dimensões em centímetros e $\mu_r = 1000$. $R = 477,4 \text{ kAe/Wb}$

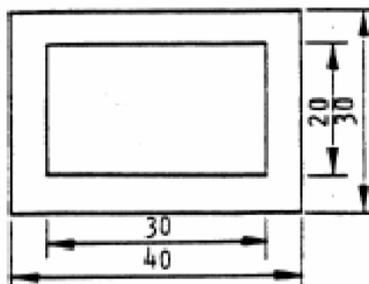


Figura 1: Exercício 4

5. O desenho (figura 2) representa um esquema primitivo de um relé. A bobina tem 500 espiras e o caminho médio no material magnético é 360 mm (sem considerar o entreferro de ar). Quando o entreferro de ar apresenta um comprimento de 1,5 mm cada, uma densidade de fluxo de 0,8 T é necessária para atuar o relé. Considere que o núcleo é constituído de aço fundido (Cast Steel) e despreze o efeito espraçamento no entreferro. (A curva $B \times H$ do aço fundido é apresentada na figura 3)
- Determine a corrente no enrolamento; $i = 4,14 \text{ A}$
 - Calcule o valor da permeabilidade e da permeabilidade relativa do núcleo; $\mu_c = 1,57 \times 10^{-3} \text{ H/m}$, $\mu_r = 1415$
 - Se o comprimento do entreferro for reduzido a zero, qual será a corrente no enrolamento para a mesma densidade de fluxo (0,8 T) no núcleo? $i = 0,324 \text{ A}$

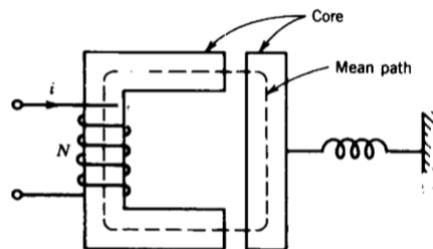


Figura 2: Exercício 5

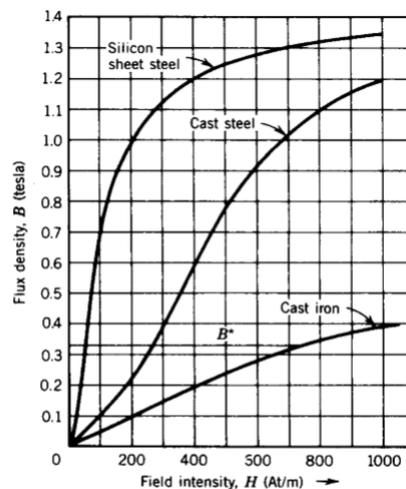


Figura 3: Exercício 5 - Curvas B x H

6. Um circuito magnético com um único entreferro está mostrado na figura 4. As dados do núcleo são:
- Área da secção reta: $A_c = 1,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, (lados: $1,0 \times 10^{-2} \text{ m} \times 1,8 \times 10^{-1} \text{ m}$);
 - Comprimento do núcleo: $l_c = 0,6 \text{ m}$;
 - Comprimento do entreferro: $l_g = 2,3 \times 10^{-3} \text{ m}$;
 - Número de espiras: $N = 83$;
 - Permeabilidade suposta do núcleo: $\mu = 2500\mu_0$.
- Responda:

- Calcule a relutância do núcleo R_c e a relutância do entreferro R_g . $R_c = 1,06 \times 10^5 \text{ Ae/Wb}$, $R_g = 1,02 \times 10^6 \text{ Ae/Wb}$
- Para corrente de $i = 1,5 \text{ A}$, calcule o fluxo total; $\phi = 1,11 \times 10^{-4} \text{ Wb}$
- Qual o fluxo concatenado da bobina? $\lambda = 9,2 \times 10^{-3} \text{ Wb}$
- Qual a indutância (L) da bobina? $L = 6,13 \text{ mH}$

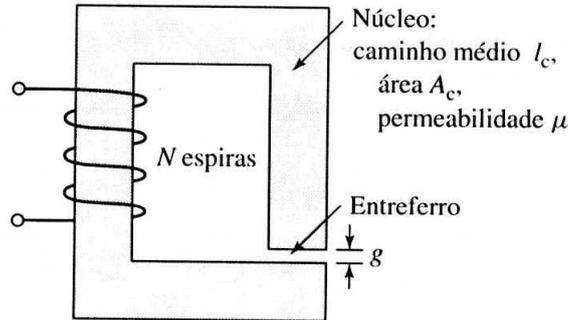


Figura 4: Exercício 6

- O circuito magnético da figura 5 consiste em anéis de material magnético dispostos em pilhas de altura h . Os anéis têm raios internos R_i e externos R_e . Suponha que o ferro tenha permeabilidade infinita ($\mu \rightarrow \infty$), despreze os efeitos de dispersão e espraçamento magnético e suponha que $R_i = 3,4 \text{ cm}$, $R_e = 4,0 \text{ cm}$, $h = 2,0 \text{ cm}$, $l_g = 0,2 \text{ cm}$. Calcule:
 - O comprimento médio do núcleo l_c e a área da seção reta A_c ; $l_c = 23,05 \text{ cm}$, $A_c = 1,2 \text{ cm}^2$
 - A relutância do núcleo R_c e a relutância do entreferro R_g para $N = 65$ Espiras; $R_g = 1,33 \times 10^7 \text{ Ae/Wb}$, $R_c = 0 \text{ A/Wb}$ (Permeabilidade infinita)
 - A indutância; $L = 318 \mu\text{H}$
 - A corrente i requerida para que se opere à uma densidade de fluxo no entreferro $B_g = 1,35 \text{ T}$; $i = 33,07 \text{ A}$
 - O fluxo concatenado correspondente λ da bobina. $\lambda = 10,5 \text{ mWb}$

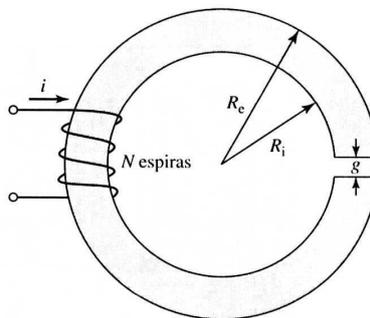


Figura 5: Exercício 7

- O indutor da figura 6 tem um núcleo de seção reta circular uniforme de área A_c , comprimento l_c , permeabilidade relativa μ_r , e um enrolamento N espiras. Escreva uma expressão para a indutância L . $L = \frac{N^2 A_c \mu_0}{l_g + \frac{l_c}{\mu_r}}$

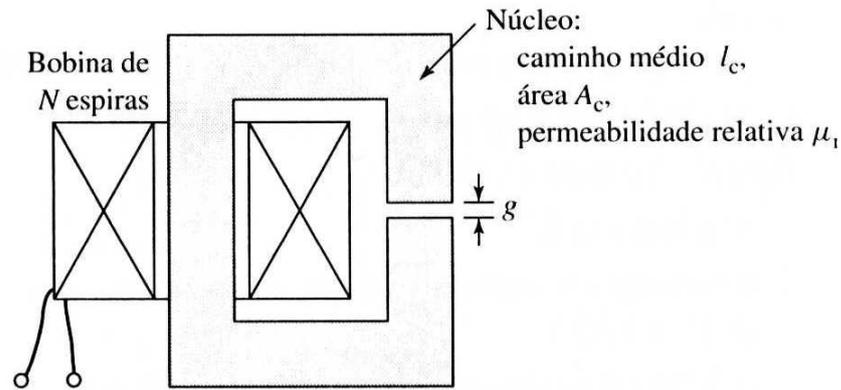


Figura 6: Exercícios 8, 9 e 10

9. O indutor do exercício 8 (figura 6) tem as seguintes dimensões: $A_c = 1,0 \text{ cm}$; $l_c = 15,0 \text{ cm}$; $l_g = 0,8 \text{ cm}$; $N = 480$ espiras. Desprezando os efeitos de espreadimento e dispersão de campo, e supondo $\mu_r = 1000$, Calcule a indutância. $L = 30,5 \text{ mH}$
10. O mesmo indutor do exercício 9 (figura 6) deve operar com uma tensão de 60 Hz. Desprezando a resistência da bobina,
 - a. Calcule a tensão eficaz no indutor que corresponde a uma densidade de fluxo de pico no núcleo de $1,5 \text{ T}$; $V_{ef} = 19,19 \text{ V}$
 - b. Sob essa condição de operação, calcule a corrente eficaz e a energia armazenada no pico. $I = 1,67 \text{ A}$, $W_p = 85 \text{ mJ}$
11. O núcleo indicado na figura 7 tem uma área de 2 in^2 e um comprimento médio total de 12 in . Também, a bobina A tem 200 espiras e conduz $0,50 \text{ A}$, a Bobina B tem 400 espiras e conduz $0,75 \text{ A}$ e a bobina C tem $1,00 \text{ A}$. Quantas espiras a bobina C tem para que o fluxo seja de 120000 linhas? A corrente da bobina tem os sentidos indicado na figura 7 e o núcleo é de aço-silício. ($1 \text{ in} = 25,4 \text{ mm}$) $389,5 \text{ espiras}$

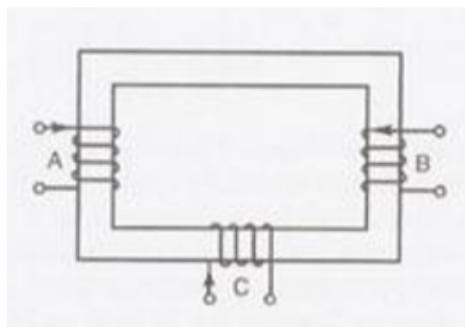


Figura 7: Exercício 11

12. Considere uma estrutura magnética construída com chapas de aço-silício, com fator de empacotamento $0,9$. As dimensões da secção transversal do núcleo são: $a = 5 \text{ cm}$, $b = 6 \text{ cm}$ o caminho médio do fluxo é de 1 m . Determine a FMM necessária para obter um fluxo de $25 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ no entreferro. O entreferro tem $0,5 \text{ cm}$. $FMM = 3435 \text{ Ae}$
13. O toroide mostrado na figura 8 é fabricado com ferro muito puro. Determine a corrente necessária para produzir uma densidade de fluxo de $1,2 \text{ T}$ no raio médio do toroide e, sabendo que $\mu_r = 8000$, qual o fluxo do núcleo? $I = 0,25 \text{ A}$, $\phi = 1,5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$

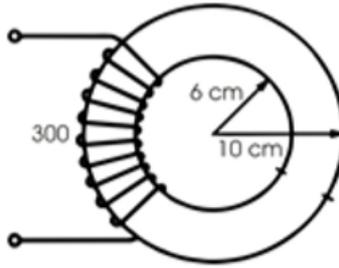


Figura 8: Exercícios 13 e 14

14. Considerando ainda o toroide da figura 8, porém inserindo um entreferro de 2 mm, determine o valor da corrente necessária para manter a mesma densidade de fluxo (1,2 T). $I = 6,57 A$
15. O circuito magnético mostrado na figura 9 possui 500 espiras e o enrolamento é percorrido por uma corrente de 20 A. O material do núcleo possui relutância desprezível. Determine o maior entreferro possível para estabelecer 1,4 T de densidade de fluxo na perna central, considerando que a perna central possui o dobro da dimensão das pernas laterais. $l_g = 1,8 mm$

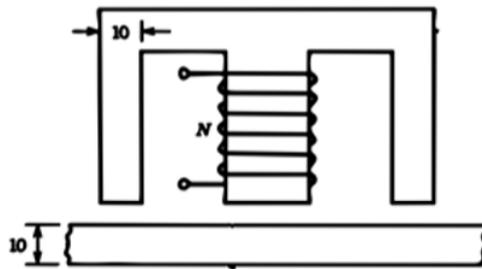


Figura 9: Exercício 15

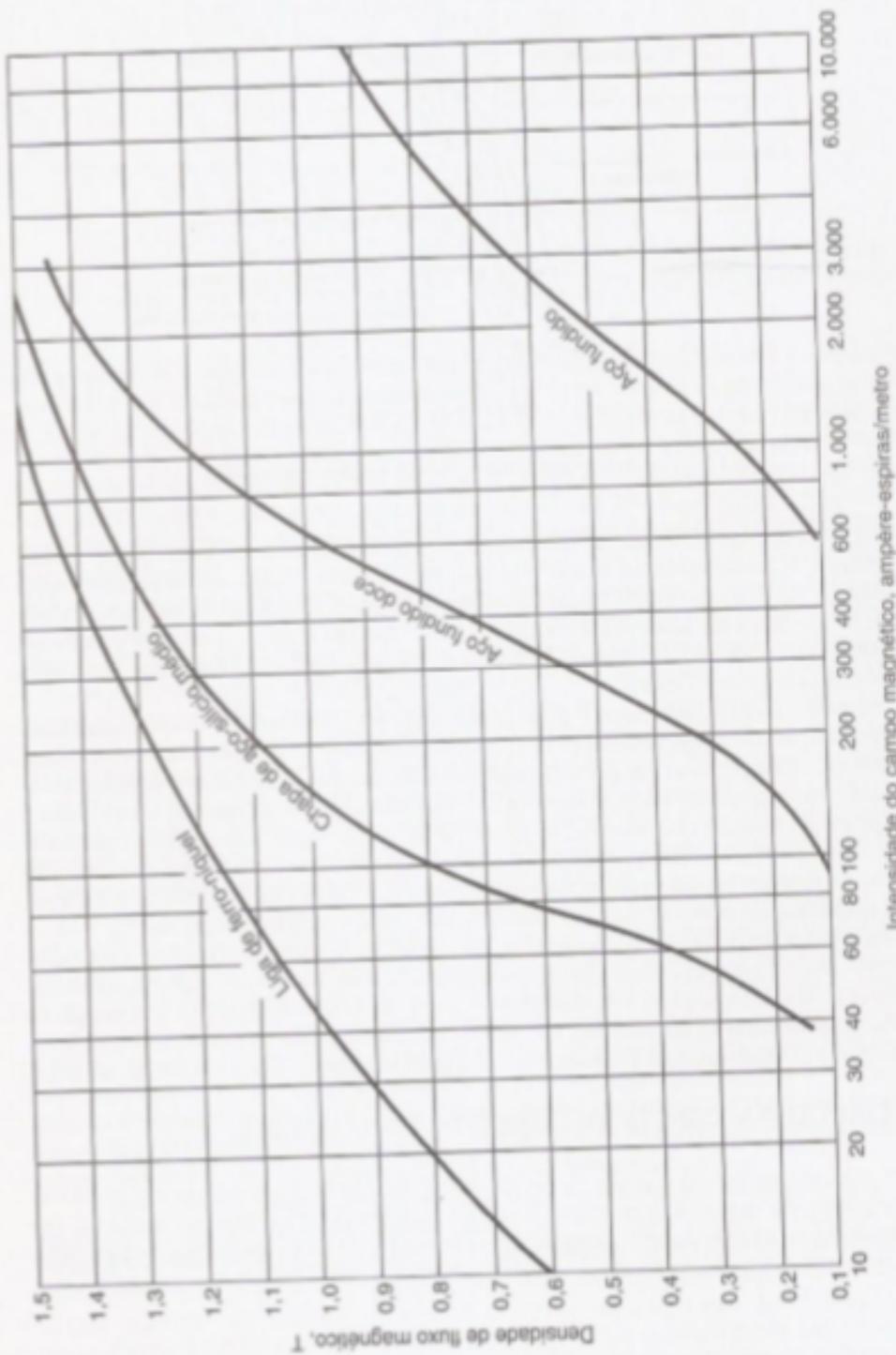


Fig. 1.10 Curvas de magnetização de materiais ferromagnéticos típicos.

Figura 10: Curvas de magnetização