



Exercícios – Circuitos Magnéticos

☞ Para alguns exercícios (do primeiro ao sétimo) será necessário utilizar a curva de magnetização apresentada na Figura 1.

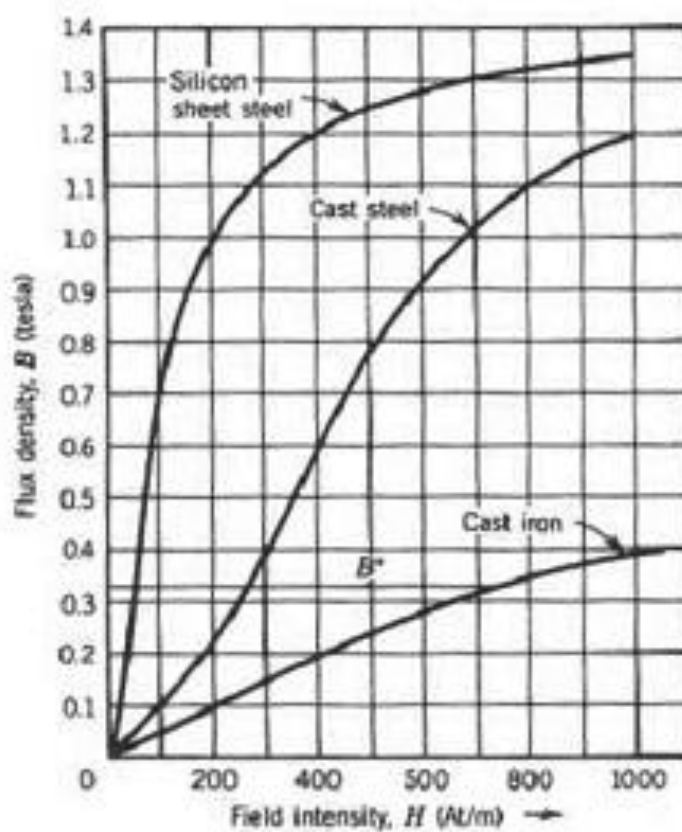


Figura 1 – Curva de Magnetização de alguns materiais.

1) No circuito magnético abaixo, a profundidade é de 10 cm, a permeabilidade relativa é de 2000, o número de espiras é de 300 e a corrente que passa pelo enrolamento é de 1A. Calcule:

- o fluxo magnético no núcleo
- a densidade de fluxo nas partes do núcleo

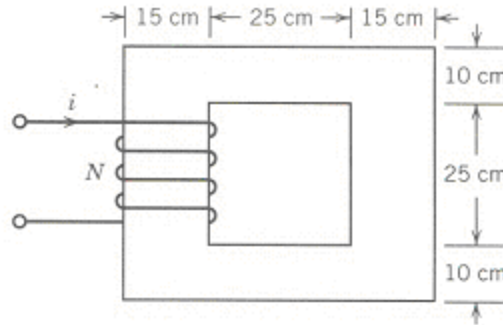


Figura 2 – Circuito magnético para o exercício 1.

2) O circuito magnético abaixo tem um núcleo com $\mu_r = 2000$. A profundidade do núcleo é de 5cm. A bobina tem 400 espiras e transporta uma corrente de 1,5A. Calcule:

- o fluxo magnético no núcleo
- a densidade de fluxo
- a indutância

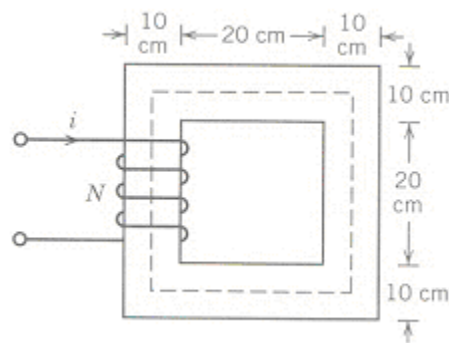


Figura 3 – Circuito magnético para o exercício 2.

3) O núcleo toroidal de seção transversal circular mostrado na Figura 4 é feito de aço fundido (cast steel). Calcule:

- a corrente necessária na bobina para produzir um fluxo de $1,2\text{T}$ no raio médio do toróide
- o fluxo no núcleo, em Webers
- se um entreferro de 2mm for inserido no toróide (seção A-A'), determine a nova corrente na bobina necessária para manter a densidade de fluxo de $1,2\text{T}$ no núcleo.

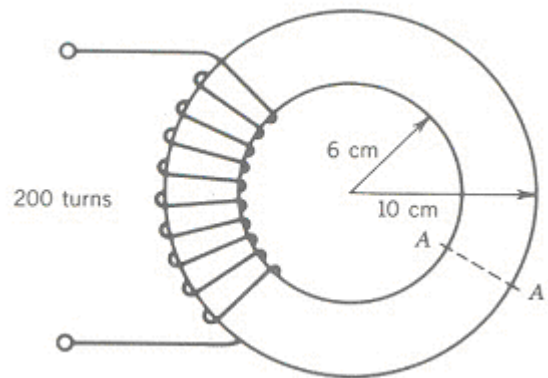


Figura 4 – Circuito magnético para o exercício 3.

4) Duas bobinas estão enroladas em um núcleo toroidal como mostrado na Figura 5. O núcleo é feito de chapas de aço silício (silicon sheet steel) e tem seção transversal quadrada. As correntes nas bobinas são $i_1 = 0,28\text{A}$ e $i_2 = 0,56\text{A}$. Calcule:

- a densidade de fluxo no raio médio do núcleo
- o fluxo no núcleo
- a permeabilidade relativa do núcleo

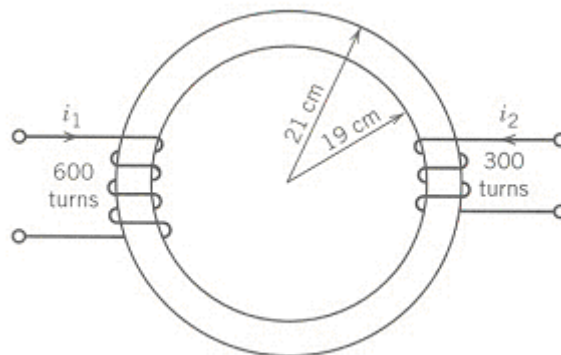


Figura 5 – Circuito magnético para o exercício 4.

5)O circuito magnético abaixo fornece fluxo nos 2 entreferros. As bobinas ($N_1=700$ e $N_2=200$) estão conectadas em série e carregam uma corrente de 0,5A. Despreze a dispersão, a relutância do ferro (permeabilidade infinita) e o frangeamento dos entreferros. Determine o fluxo e a densidade de fluxo nos entreferros.

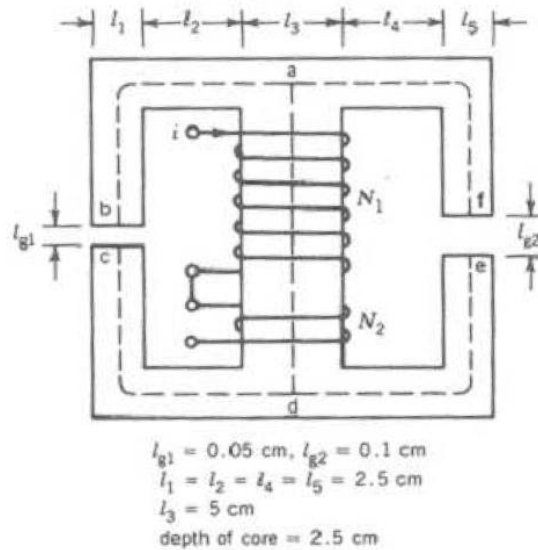


Figura 6 – Circuito magnético para o exercício 5.

6)O circuito magnético abaixo possui os seguintes parâmetros, $N = 100$ espiras, $A_c = A_g = 5 \text{ cm}^2$, $\mu_r = \infty$. Determine o comprimento do entreferro l_g , para se obter uma indutância de 10mH no núcleo.

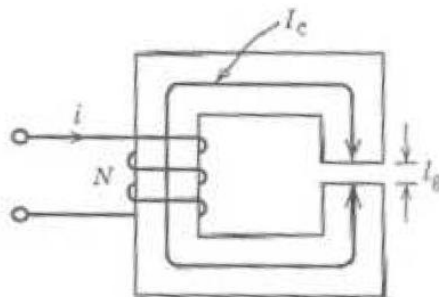


Figura 7 – Circuito magnético para o exercício 6.

7) Na Figura 8, a bobina possui 500 espiras e o caminho médio do núcleo é de $l_n = 360\text{mm}$. Quando o comprimento do GAP de ar for de $1,5\text{mm}$ cada, a densidade de fluxo vale $0,8\text{T}$. O material do núcleo é aço fundido (cast steel). Calcule:

a) a corrente na bobina

b) a permeabilidade e a permeabilidade relativa do material do núcleo

c) se o GAP de ar for nulo, calcule a corrente para a mesma densidade de fluxo ($0,8\text{T}$) no núcleo.

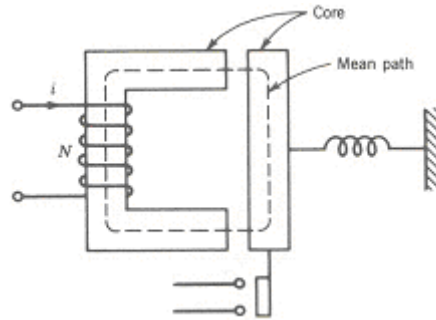


Figura 8 – Circuito magnético para o exercício 7.

8) O circuito magnético mostrado abaixo, tem as seguintes dimensões: $N = 500$ espiras, $A_c = 9\text{cm}^2$, $l_g = 0,05\text{cm}$, $l_c = 30\text{cm}$. Supor $\mu_r = 5000$ para o ferro. Calcular:

a) a corrente i para $B = 1\text{T}$

b) o fluxo ϕ e o fluxo concatenado $\lambda = N\phi$

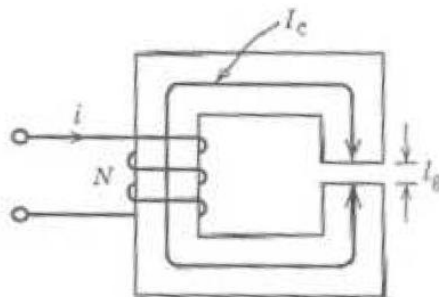


Figura 9 – Circuito magnético para o exercício 8.

9) O circuito magnético da Figura 10 tem 2 caminhos paralelos que se concatenam com o enrolamento. Calcular o fluxo e a indução magnética em cada uma das pernas do circuito magnético. Desprezar o espraçamento nos entreferros e os campos de dispersão. Supor que a permeabilidade relativa do ferro seja tão alta que a fmm do enrolamento é totalmente consumida nos entreferros.

Os dados do problema são:

$$A_{g1} = A_{g2} = 6,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_3 = 2 A_{g1}$$

$$l_{g1} = 5,08 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$l_{g2} = 10,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$N = 1000 \text{ espiras}$$

$$i = 0,2 \text{ A}$$

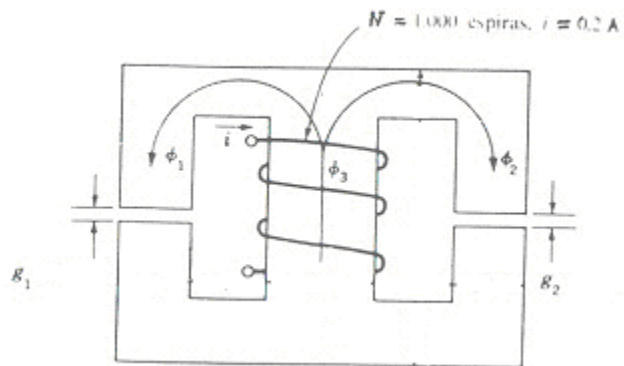


Figura 10 – Circuito magnético para o exercício 9.

10) No circuito magnético abaixo considere $B=0,6\text{T}$ no ponto médio da perna esquerda e determine: fmm_{ar} ; $\text{fmm}_{\text{aço}}$ e a corrente necessária em um enrolamento de 1300 espiras na perna esquerda.

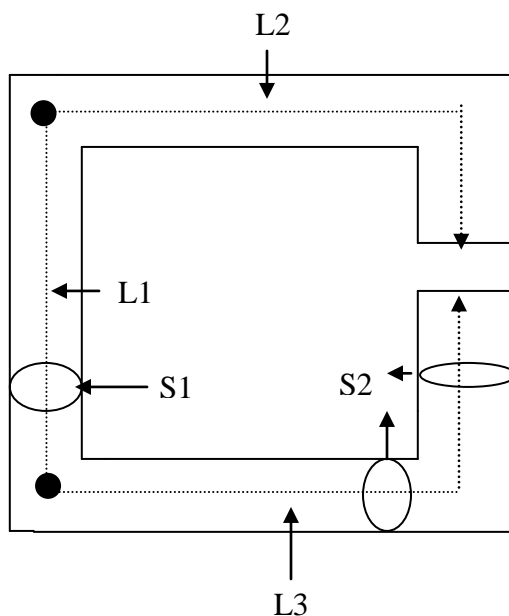


Figura 11 – Circuito magnético para o exercício 10.

Dados do problema:

$L1 = 8\text{ cm}$; $L2 = L3 = 16\text{ cm}$; $S1 = 5\text{cm}^2$; $S2 = 3\text{cm}^2$; entreferro = $0,5\text{cm}$; Material Aço Silício

A curva do B-H do material aço silício está apresentada na Figura 12.

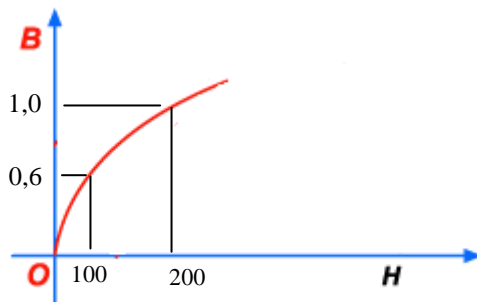


Figura 12 – Curva B-H do aço silício

Resultado dos exercícios

- 1) $\phi = 5,94 \text{ mWb}$; $B_1 = 0,594 \text{ T}$; $B_2 = 0,396 \text{ T}$
- 2) $\phi = 6,28 \text{ mWb}$; $B = 1,25 \text{ T}$; $L = 1,674 \text{ H}$
- 3) $i = 2,512 \text{ A}$; $\phi = 1,5 \text{ mWb}$; $i = 12,06 \text{ A}$
- 4) $B = 1,1 \text{ T}$; $\phi = 0,44 \text{ mWb}$; $\mu_r = 3273,88$
- 5) $0,392 \text{ mWb}$ e $0,627 \text{ T}$; $0,196 \text{ mWb}$ e $0,3135 \text{ T}$
- 6) $l_g = 0,0628 \text{ cm}$
- 7) $i = 4,18 \text{ A}$; $\mu_r = 1248,90$ $\mu = 1,56 \cdot 10^{-3}$; $i = 0,367 \text{ A}$
- 8) $i = 0,89 \text{ A}$; $\phi = 9 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$; $\lambda = 0,45 \text{ Wb-espira}$
- 9) $\phi_1 = 3,18 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$; $\phi_2 = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$; $\phi_3 = 4,76 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$
 $B_1 = 0,493 \text{ T}$; $B_2 = 0,244 \text{ T}$; $B_3 = 0,368 \text{ T}$
- 10) $f_{m_{ar}} = 3980,89 \text{ Ae}$; $f_{m_{aço}} = 72 \text{ Ae}$; $i = 3,1176 \text{ A}$