FEEC/UNICAMP – Prof. Ruppert

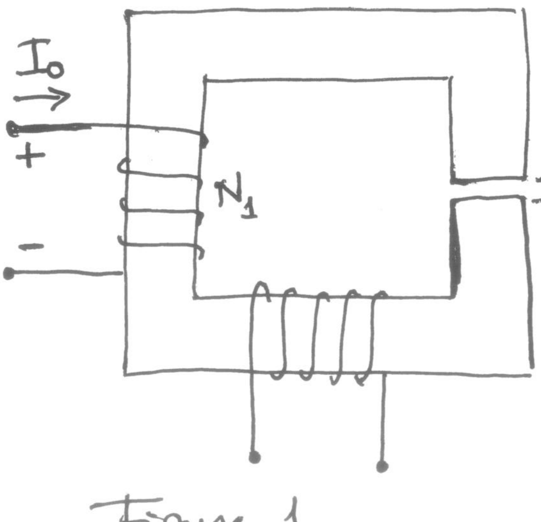
Exercícios de Conversão Eletromecânica de Energia – ET520A - 1º. Semestre de 2013 – Nº 01

Exercício 01: O dispositivo eletromagnético mostrado na figura 1 tem as seguintes dimensões: $A_n = 1{,}8 \times 10^{-3}$m, $g = 2{,}3 \times 10^{-3}$m e $l_n = 0{,}6$m. O número de espiras da bobina é de 85 e a permeaabilidade magnética do material magnético é muito grande. Calcule: a) a relutância do entreferro, b) a relutância do material magnético, c) para uma corrente elétrica de 1,5ª, calcule o fluxo magnético no núcleo magnético, d) calcule o fluxo magnético concatenado com a bobina, e) calcule a indutância própria da bobina, e) supondo que houvesse uma outra bobina de 200 espiras no núcleo determine a indutância mútua entre as duas bobinas

Exercício 02: Ídem sabendo que o material magnético apresenta permeabilidade magnética relativa de 2500 e que é constituído de lâminas magnéticas com fator de empilhamento 0,96.

Exercício 03: Ídem sabendo que há um espalhamento de fluxo no entreferro de 7%.

Exercício 04: O dispositivo eletromagnético da figura 2 é um gerador de corrente alternada. Ele apresenta um êmbolo móvel que é acionado de modo a apresentar o deslocamento $x(t)$. O entreferro é constante e igual a g. O acionador provê o movimento do êmbolo restrito à faixa de variação $0 \leq x \leq a$. Tem-se um circuito de excitação constituído de uma bobina com N_1 espiras alimentado com corrente contínua constante I_0 e um outro circuito com N_2 espiras que se apresenta em circuito aberto mas que pode ser conectado à uma carga. a) determine a indutância mútua entre os enrolamentos 1 e 2 em função da posição x do êmbolo, b) sendo o êmbolo acionado por um acionador mecânico de tal modo que $x = (\frac{a}{2})(1 + k\, sen(wt))$, $k \leq 1$, determine a força eletromotriz gerada no enrolamento 2, c) se a frequência de deslocamento do êmbolo for f Hz e uma carga de resistência elétrica R e indutância L for ligada aos terminais da bobina 2 determine a corrente elétrica que circulará no enrolamento 2 em função do tempo.



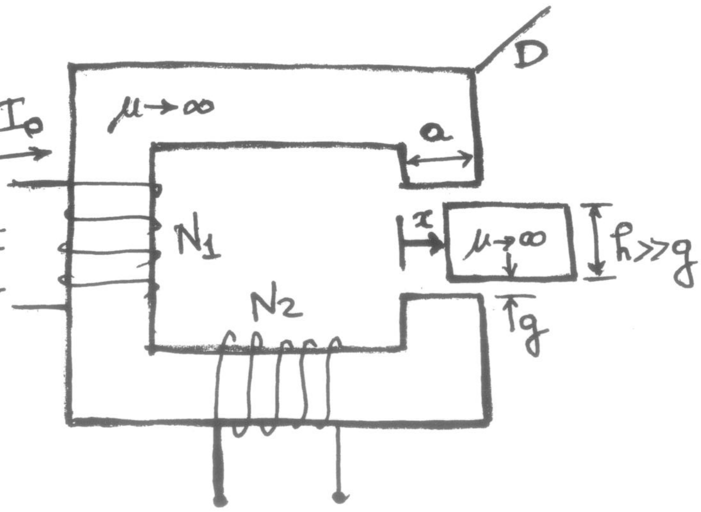


Figura 1

Exercício 01

a) $\mathcal{R}_g = \frac{1}{\mu_0}\frac{g}{A_g} = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7}}\frac{2{,}3\times 10^{-3}}{1{,}8\times 10^{-3}} = 1016820{,}870\ Ae/Wb$

b) $\mathcal{R}_n = 0$

c) $i = 1{,}5\,A$

$\mathcal{F} = \mathcal{R}_g\phi = Ni \Longrightarrow \phi = \mathcal{F}/\mathcal{R}_g = \frac{85\times 1{,}5}{1016820{,}870} = 1{,}254\times 10^{-4}\ Wb$

d) $\lambda = N\phi = 85\times 1{,}254\times 10^{-4} = 1{,}0659\times 10^{-2}\ Wb = \lambda_{11}$

e) $L_{11} = \lambda_{11} = 1{,}0659\times 10^{-2}/1{,}5 = 0{,}711\times 10^{-2} = 7{,}110\,mH$

f) O fluxo é produzido na bobina 1 pela corrente i. O fluxo concatenado com a bobina 2 será $\lambda_{12} = N_2\phi = 200\times 1{,}254\times 10^{-4} =$
$= 0{,}02508\ Wb$

$L_{12} = \frac{\lambda_{12}}{i} = \frac{0{,}02508}{1{,}5} = 16{,}720\ mH$

Exercício 02

$\mu_n = 2500\times 4\pi\times 10^{-7} = 0{,}0031416$

a) $\mathcal{R}_n = \frac{1}{\mu_n}\frac{l_n}{A_n} = \frac{1}{0{,}0031416}\frac{0{,}6}{1{,}8\times 10^{-3}\times 0{,}96} = 110524{,}0076\ Ae/Wb$

b) $\mathcal{R}_g = 1016820{,}870\ Ae/Wb$

c) $\mathcal{F} = (\mathcal{R}_g + \mathcal{R}_n)\phi \Rightarrow \phi = \frac{85\times 1{,}5}{1016820{,}870 + 110524{,}0076} = 1{,}13097\times 10^{-4}\ Wb$

d) $\lambda = N\phi = 85\times 1{,}13097\times 10^{-4} = 0{,}9613\times 10^{-2}\ Wb = \lambda_{11}$

e) $L_{11} = \lambda_{11}/i = 0{,}9613\times 10^{-2}/1{,}5 = 0{,}6409\times 10^{-2} = 64{,}09\,mH$

f) $\lambda_{12} = N_2\phi = 200\times 1{,}13097\times 10^{-4} = 0{,}022619\ Wb$

$L_{12} = \lambda_{12}/i = \frac{0{,}022619}{1{,}5} = 15{,}0796\,mH$

Exercício 03

Repetir tudo porém considerar que $\mathcal{R}_g$ será

$\mathcal{R}_g = \frac{1}{\mu_0}\frac{g}{1{,}07A_g} = \frac{1}{4\pi\cdot 10^{-7}}\frac{2{,}3\times 10^{-3}}{1{,}07\times 1{,}8\times 10^{-3}} = 950291{,}467\ Ae/Wb$

Solução do exercício 04

a) $$L_{12} = \frac{N_2 \Phi_{12}}{i_1} = \frac{N_2 \Phi_{12}}{I_0}$$

$$\Phi_{12} = B_g(i_1) A_x = B_g(I_0) . A_x$$

$$B_g = \mu_0 H_g$$

$$N_1 I_0 = H_g 2g \Rightarrow H_g = \frac{N_1 I_0}{2g}$$

$$B_g = \mu_0 \frac{N_1 I_0}{2g}$$

$$\Phi_{12} = \mu_0 \frac{N_1 I_0}{2g} A_g = \mu_0 \frac{N_1 I_0}{2g} D(a-x)$$

$$L_{12} = \frac{N_2 \Phi_{12}}{I_0} = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{2g} D(a-x)$$

b) $$\Phi_{12} = \mu_0 \frac{N_1 I_0}{2g} D\left(a - \frac{a(1+\varepsilon \operatorname{sen}(\omega t))}{2}\right)$$

$$e_2 = v_2 = \frac{d\lambda_{12}}{dt} = \frac{d(N_2 \Phi_{12})}{dt} = -\mu_0 \frac{N_1 N_2 I_0 D a \varepsilon \omega}{4g} \cos(\omega t)$$

ou

$$e_2 = \frac{d\lambda_{12}}{dt} = \frac{d}{dt}(L_{12} i_1) = \frac{d}{dt}(L_{12}) I_0 + \cancel{L_{12} \frac{dI_0}{dt}} =$$

$$= \frac{d}{dt}\left[\mu_0 \frac{N_1 N_2}{2g} D\left(a - \frac{a(1+\varepsilon \operatorname{sen}(\omega t))}{2}\right)\right] =$$

$$= -\mu_0 \frac{N_1 N_2 a \varepsilon \omega}{4g} \cos(\omega t)$$