2º Prova - Conversão Eletromecanica de Energia

R.A. 131052873

Nome: Nathália Gerolomello

Questão 01:

$g_{min} = 0{,}27$ mm

$A_c = 30$ cm²

bobina de 474 espiras → resistência $2{,}4\,\Omega$

elevar barra de 9kg

Expressando a força para levantar a barra em termos de corrente.

$$f_{cmp} = \frac{i^2}{2}\frac{dL}{dg}$$

Para L sendo $\frac{N^2 \mu_0 A_c}{2g}$ e substituindo na equação acima:

$$f_{cmp} = \frac{i^2}{2}\cdot\left(-\frac{N^2\mu_0 A_c}{2g^2}\right)$$

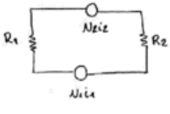
Para levantar a barra, a força f_{cmp} deve ser pelo menos igual a força gravitacional

$$-\frac{i^2}{2}\frac{N^2\mu_0 A_c}{2g^2} = mG \Rightarrow i = \frac{2g}{N}\sqrt{\frac{mG}{\mu_0 A_c}} = \frac{2\cdot 27\cdot 10^{-5}}{474}\sqrt{\frac{9\cdot 9{,}8}{4\pi 10^{-7}\cdot 30\,10^{-4}}} = 0{,}1743\,A$$

Para $R = 2{,}4\,\Omega$ a tensão é $V_{min} = 2{,}4\cdot 0{,}1743 = 0{,}418\,V$

Questão 02:

a) equivalente do circuito



o fluxo é dado por: $\phi = (N_1 i_1 + N_2 i_2)\frac{\mu_0 A}{2g_0}$

$\lambda_1 = L_{11} i_1 + L_{12} i_2$

$\lambda_2 = L_{21} i_1 + L_{22} i_2$

Portanto as indutancias proprias são:

$$L_{11} = \frac{\mu_0 N_1^2 A}{2g_0} \qquad L_{22} = \frac{\mu_0 N_2^2 A}{2g_0}$$

b) A indutância mútua entre os enrolamentos

$$L_{12} = L_{21} = N_1 . N_2 \cdot \frac{\mu_0 A}{2g_0}$$

c) A energia é dada por:

$$W_{cmp}(\lambda_1, \lambda_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda_0^2}{L(x_0)}$$

Para λ_1:

$$W_{cmp} = \frac{\lambda_1^2 g_0}{N_1^2 \mu_0 A}$$

Para λ_2:

$$W_{cmp} = \frac{\lambda_2^2 g_0}{N_2^2 \mu_0 A}$$

Para ambos: $(\lambda_1 \lambda_2)$ e $(\lambda_2 \lambda_1)$

$$W_{cmp} = \frac{\lambda_1 \lambda_2 g_0}{N_1 N_2 \mu_0 A}$$

Portanto a energia é

$$W_{cmp} = \frac{g_0}{\mu_0 A} \left[\frac{\lambda_1^2}{N_1^2} + \frac{\lambda_2^2}{N_2^2} + \frac{2\lambda_1 \lambda_2}{N_1 N_2} \right] \quad J$$

d) Sendo $F_{cmp} = \left. \frac{\partial W_{cmp}}{\partial g_0} \right|_{\lambda_1, \lambda_2} = \frac{-1}{\mu_0 A} \left[\frac{\lambda_1}{N_1} + \frac{\lambda_2}{N_2} \right]^2 \cdot \left. \frac{\partial g_0}{\partial g_0} \right|_{\lambda_1, \lambda_2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow f_{cmp} = \frac{-1}{\mu_0 A} \left[\frac{\lambda_1}{N_1} + \frac{\lambda_2}{N_2} \right]^2$$

Questaõ 03:

$B_m = \mu_R (H_m - H_c)$

$0 \leq x \leq 1 - h$

a) $i_2 = 0$

Sendo $H_m d + H_g g = 0$

$B_m \pi r_0^2 = 2\pi r_0 B_g l$

$$H_g = -\frac{H_m d}{g} \quad e \quad H_m = \frac{B + \mu_r H_c}{\mu_r}$$

$$\text{com } B_g = H_g \mu_0 = \frac{-H_m d \mu_0}{g} = \frac{-H_c d \mu_0}{g + \left(\frac{\mu_0}{\mu_r}\right)\left(\frac{2dl}{r_0}\right)} = \frac{-\mu_0 \mu_r . r_0 d H_c}{g \mu_0 \mu_r + \mu_0 2dL}$$

b) Sabendo que do fluxo concatenado tem:

$$d\lambda_2 = dN_2 \int_z^l 2\pi r_0 B_g = \frac{(-H_c d \mu_0 2\pi r_0 (l - z))}{g + \frac{\mu_0}{\mu_r} \frac{2ld}{r_0}}$$

$$\lambda_2 = \int_x^{x+h} \frac{N_2}{h} \cdot \frac{(-H_c d \mu_0 2\pi r_0 (l-z))}{g \mu_0 \mu_r + \mu_0 2ld} \, dz$$ => resolvendo esta integral:

$$\lambda_2 = \frac{-N_2 H_c d \mu_0 2\pi r_0 (l - x - h/2)}{g \mu_0 \mu_r + \mu_0 2ld}$$

c) Sendo $N_1 i_1 = -H_c d$

onde $\lambda_{11} = 2\pi r_0 L N_1 B_g = \frac{2\pi \mu_r r_0^2 N_1^2}{g \mu_r + 2dl} i_1$

Para L_{11} portanto:

$$L_{11} = \frac{2\pi \mu_r r_0^2 N_1^2}{g \mu_r + d2l}$$

Para L_{12}:

$$L_{12} = \frac{2 N_1 N_2 r_0^2 \mu_r (l - x - \frac{h}{2})}{g \mu_r + d2l}$$

sendo tambem:

$$i_1 = \frac{-H_c d}{N_1} \Rightarrow W_{comp} = \frac{1}{2} L_{11} i_1^2 + L_{12} i_1 . i_2$$

Substituindo os valores:

$$W'cmp = \frac{\mu_0 H_c^2 d^2 \pi r_0 h}{g\mu_0\mu_r + 2ld\mu_0} + \frac{\mu_0 N_e(-H_c d)\, 2\pi r_0 d\,(l - x - h/2)}{g\mu_0\mu_r + 2ld\,\mu_0} \cdot i_2$$

d) Sendo $f_{cmp} = \frac{dW'_{cmp}}{dx}$

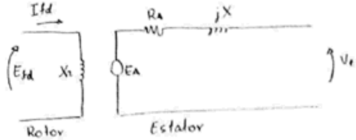
$$f_{cmp} = \frac{\mu_0 N_e H_c d\, 2\pi d r_0}{g\mu_0\mu_r + \mu_0 2ld}$$

Questão 04:

a) Nas maquinas CA, os envolamentos de armadura alojam-se geralmente na parte estacionária do motor (estator). Na maquina CC o envolamento de de armadura encontra-se na parte rotativa do motor (rotor).
Para as maquinas CC o eixo do motor gira por conta de uma corrente eletrica passando pela bobina, onde o campo magnetico gera uma força mecânica que produz o torque. Para as maquinas CA, o movimento do eixo é gerado a partir de um campo magnetico, onde provem de uma força eletromotriz em um condutor em movimento.

b) Como a corrente trifasica é equilibrada, elas estao defasadas 120° entre si, portanto os campos magneticos produzidos tambem estão. Combinando os campos gerados é possível definir o sentido do campo resultante. A partir disto. os campos pulsantes criados por cada fase resultam no giro por conta da defasagem correspondente. O campo no estator interage com o rotor, o fazendo girar por conta do torque eletromagnetico.

c) Gerador síncrono



I_{fd} - corrente de campo

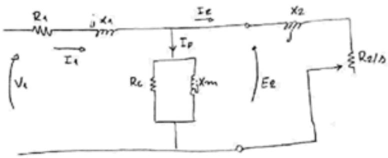
E_{fd} - tensão aplicada no campo

X_2 - indutância armadura

$R_A + jX$ - resistência de armadura

V_t - tensão terminal

Motor de indução trifásico



V_1 - queda de tensão na impedância de dispersão

$R_1 + jX_1$ - impedancia de dispersão

I_p - corrente de excitação

$R_c + jX_m$ - impedência de magnetização

I_2 - corrente de carga

jX_2 - reatância rotor

R_2/s - resistencia motor

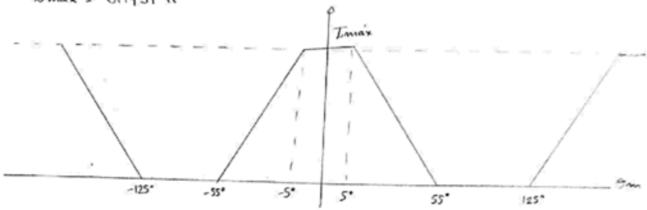
E_2 - tensão no entreferro

Questão 05:

a) Para $L_{máx}$

$$L_{máx} = \frac{N^2 \mu_0 R \beta D}{2g} = \frac{120^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3{,}8 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}873 \cdot 13 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}$$

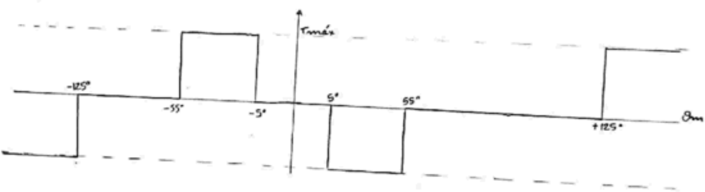
$L_{máx} = 0{,}1951$ H



b) $T_{máx1} = \frac{L_{max} i_1^2}{2\beta}$ e $T_{máx2} = \frac{L_{máx} i_2^2}{2\beta}$

$T_{máx1} = 0{,}111\, i_1^2$ (Nm) $\qquad T_{máx2} = 0{,}111\, i_2^2$ (Nm)

(i) $i_1 = I_1$ e $i_2 = 0$:



(ii) $i_1 = 0$ e $i_2 = I_2$