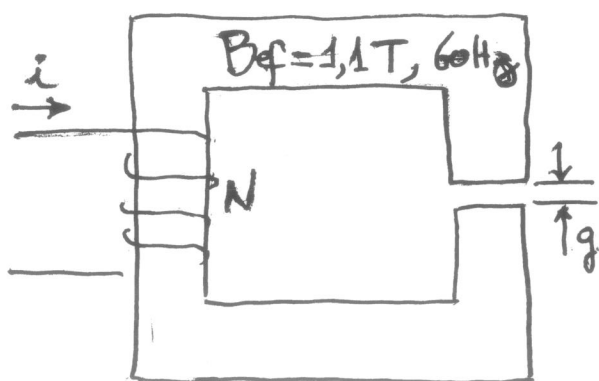


Exercícios de Conversão Eletromecânica de Energia – ET520A - 1º. Semestre de 2013 – N° 02

Exercício 05: O dispositivo eletromagnético mostrado na figura 1 tem as seguintes dimensões: $A_n = 1,8 \times 10^{-3} \text{ m}$, $g = 2,3 \times 10^{-3} \text{ m}$ e $l_n = 0,6 \text{ m}$. O número de espiras da bobina é de 85 e o material magnético é o aço M5 que apresenta as curvas características anexas. Suponha que o núcleo esteja operando com uma densidade de fluxo senoidal de frequência 60 Hz e de valor eficaz 1,1 T. Desconsiderando a resistência elétrica do enrolamento e a reatância de dispersão, obtenha: a) o valor eficaz da fem sobre o enrolamento, b) a potência de perdas ativas no núcleo (W), c) potência reativa do núcleo (VAR) e d) a potência aparente do núcleo (VA), e) a resistência elétrica de perdas no núcleo e f) a reatância indutiva do núcleo. A densidade do aço M-5 é de $7,65 \text{ g/cm}^3$ (7650 kg/m^3).

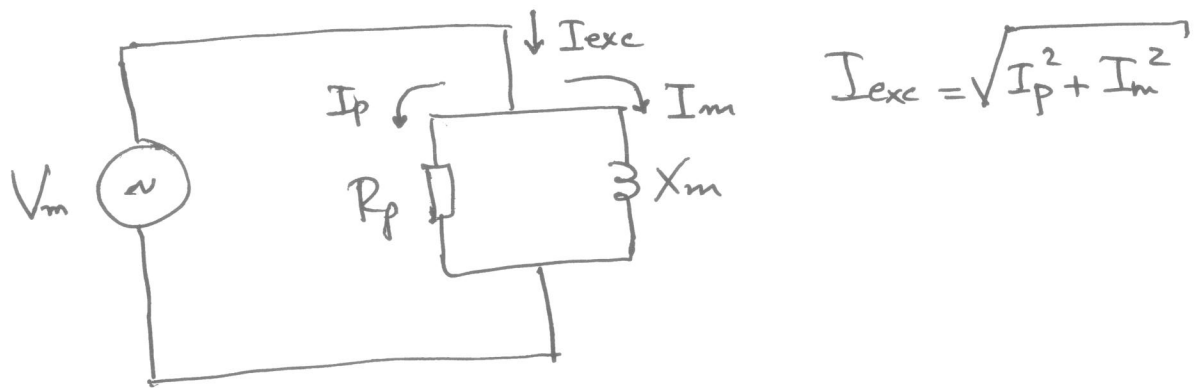


$$\begin{aligned} \text{Volume do núcleo} &= A_n l_n = V_n = \\ &= 1,8 \times 10^{-3} \times 0,6 \text{ m} = 1,08 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ \text{Massa do núcleo} &= \rho V_n = \\ &= 7650 \text{ kg/m}^3 \times 1,08 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = \\ &= 8,262 \text{ kg} \end{aligned}$$

- a) $B_{\text{max}} = B_{\text{ef}} \sqrt{2} = 1,1 \times \sqrt{2} = 1,556 \text{ T}$
 $\phi_n = B_n A_n = B_{\text{max}} A_n \sin(\omega t)$
 $e = \frac{d\lambda}{dt} = \frac{d(N\phi)}{dt} = N \frac{d}{dt} [B_{\text{max}} A_n \sin(\omega t)] = \omega N B_{\text{max}} A_n$
 $E = \omega N B A_n = 2\pi 60 \times 85 \times \frac{1,556}{\sqrt{2}} \times 1,8 \times 10^{-3} = 63,462 \text{ V}$
 $E_{\text{m}} = 63,462 \sqrt{2} = 89,749 \text{ V}$
b) Curva 2 para $B_{\text{max}} = 1,555 \text{ T} \rightarrow P_c (\text{W/kg}) \approx 1,3 \text{ W/kg}$
 $P_n = 1,3 \times 8,262 = 10,741 \text{ W}$
d) Curva 3 para $B_{\text{max}} = 1,555 \text{ T} \rightarrow S_c (\text{VA/kg}) \approx 2,0 \text{ VA/kg}$
 $S_n = 2,0 \times 8,262 = 16,524 \text{ VA}$
e) $Q_n = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{16,524^2 - 10,741^2} = 12,557 \text{ VAR}$
 $\cos \phi_n = P/S = 10,741/16,524 = 0,65 \text{ indutivo}$

Circuito elétrico equivalente do núcleo magnético

2



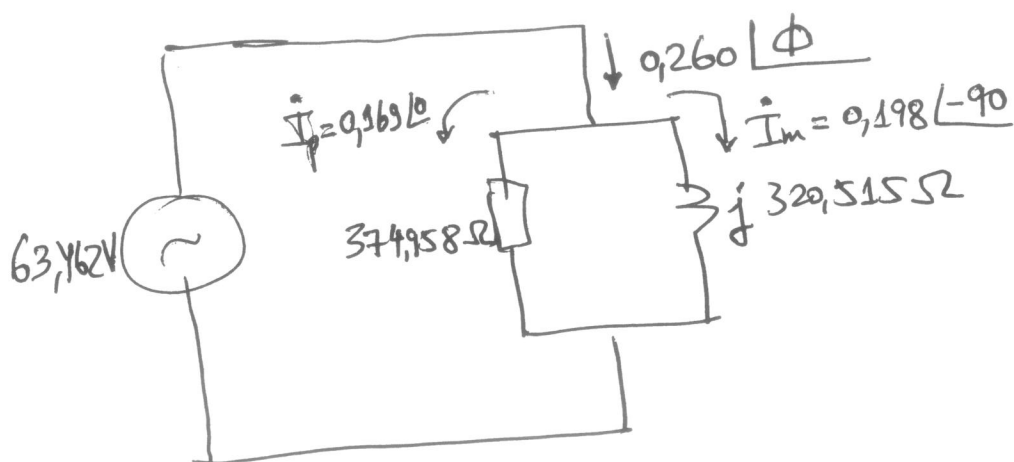
$$R_p = \frac{V_m^2}{P_m} = \frac{63,462^2}{10,741} = 374,958 \Omega$$

$$I_{exc} = \frac{S}{V_m} = \frac{16,524}{63,462} = 0,260 \text{ A}$$

$$I_p = \frac{V_m}{R_p} = \frac{63,462}{374,958} = 0,169 \text{ A}$$

$$I_m = \sqrt{I_{exc}^2 - I_p^2} = \sqrt{0,260^2 - 0,169^2} = 0,198 \text{ A}$$

$$X_m = \frac{V_m}{I_m} = \frac{63,462}{0,198} = 320,515 \Omega$$



Pode-se associar a esse circuito as perdas no enrolamento da bobina ($R_b I^2$) e uma reatância de dispersão que representa a queda de tensão devido ao fluxo de dispersão na bobina. O circuito equivalente fica:

