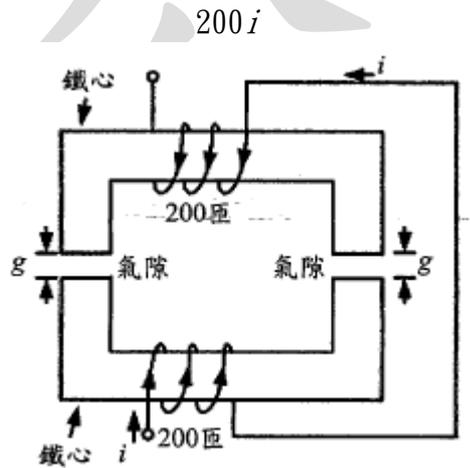


104 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別:三等考試
類 科:電力工程
科 目:電機機械

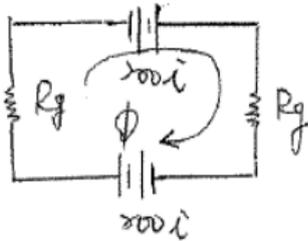
一、某電感由兩塊鐵心 (core) 及兩組線圈所組成示意圖如下圖。其中鐵心的截面積 $A_c=10\text{cm}^2$ ，平均磁路的有效長度 $\ell_c=10\text{cm}$ ，每組線圈的匝數各為 200 匝，此兩組線圈串聯，電流方向如下圖所示。假設鐵心為理想導磁材料，忽略氣隙磁場的邊緣 (fringing) 效應，即氣隙的截面積與鐵心相同，氣隙的導磁係數為 $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 。試求：

- (一)若氣隙長度 g 為 4mm 時，計算此電感。
- (二)若電流 i 為 10 A 且氣隙 g 維持 4mm，計算氣隙的磁通密度 (flux density) 及兩個鐵心的磁心力 (force)。



【擬答】：

磁路等效為以下電路



$$\because \mu c \rightarrow \infty \quad R_c = \frac{\ell_c}{\mu c A_c} = 0 \text{ A-T/wb}$$

$$R_g = \frac{g}{\mu_o A g} = \frac{4 \times 10^{-3}}{4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 10^{-4}} = 3.183 \text{ MA-T/wb}$$

$$(一) L = \frac{N^2}{2R_g} = \frac{(200 \times 2)^2}{2 \times 3.183 \text{ M}} = 0.0251 \text{ H} = 25.1 \text{ mH}$$

$$(二) \phi = \frac{200i \times 2}{2R_g} = \frac{400 \cdot 10}{2 \times 3.183 \text{ M}} = 6.283 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

$$B(\text{磁通密度}) = \frac{\phi}{A} = \frac{6.283 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-4}} = 0.6283 \text{ wb/m}^2$$

$$wf'(\text{共能}) = \frac{1}{2} Li^{-2}$$

$$\begin{aligned} \text{吸力 } fm &= \frac{\partial wf'}{\partial x} = \frac{1}{2} \frac{\partial L}{\partial x} \cdot i^{-2} = \frac{1}{2} \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{\partial L}{\partial g} \cdot \frac{\partial g}{\partial x} \right) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 100(-6.28 \times (-1)) = 314.2 \text{ Nt} \end{aligned}$$

公職王歷屆試題 (104 地方政府特考)

$$\frac{\partial L}{2g} = \frac{\partial}{\partial g} \left(\frac{N^2}{2Rg} \right) = \frac{\partial}{2g} \left(\frac{N^2}{2 \cdot \frac{g}{\mu_0 Ag}} \right) = \frac{\partial}{2g} \left(\frac{\mu_0 Ag N^2}{2} \cdot \frac{1}{g} \right)$$

$$= \frac{\mu_0 Ag N^2}{2} \cdot \left(\frac{-1}{g^2} \right) = \frac{-4\pi \times 10^{-7} \cdot 10^{-3} \cdot 400^2}{2 \cdot (4 \times 10^{-3})^2} = -6.283$$

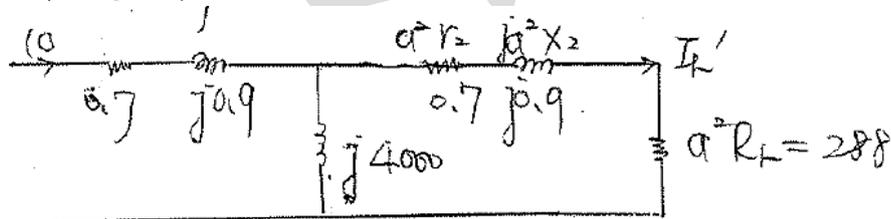
$$\frac{\partial g}{\partial x} = -1 (g \text{ 減少比例} = x \text{ 增加比例})$$

吸力為 3.142Nt

二、單相變壓器的額定電壓為 2400V : 240V，高壓側繞組的漏電抗 X_1 為 0.900Ω 、電阻 R_1 為 0.700Ω 、激磁電抗 X_m 為 4000Ω ，忽略鐵心損失的等效電阻；低壓側繞組的漏電抗 X_2 為 0.009Ω 、電阻 R_2 為 0.007Ω 。若低壓側的負載為純電阻為 2.880Ω ，高壓側的繞組的輸入電流為 10A，計算低壓側的負載電流值，及此電流與高壓側電流相位相差多少度？[註：答案的數值寫至小數點後第三位]

【擬答】：

歸至高壓側之等效電路為



$$a = \frac{N1}{N2} = \frac{2400}{240} = 10$$

$$a^2 r_2 = 100 \cdot 0.007 = 0.7\Omega$$

$$a^2 x_2 = 100 \cdot 0.009 = 0.9\Omega$$

$$a^2 R_l = 100 \cdot 2.88 = 288\Omega$$

$$I_1' = 10 \cdot \frac{jx_m}{a^2 r_2 + a^2 R_l + ja^2 x_2 + jx_m} = 10 \cdot \frac{j4000}{288.7 + j4000.9}$$

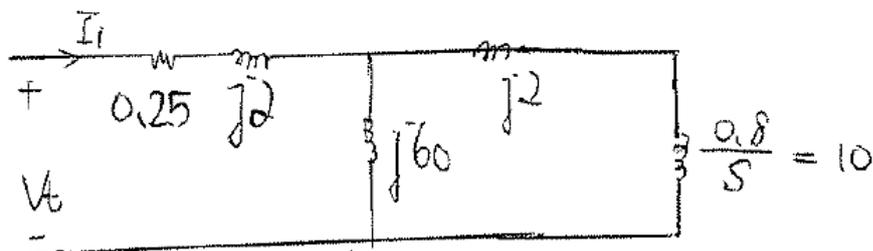
$$= 9.9718 \angle 4.127^\circ$$

低壓側負載電流 $|I_l| = |I_1'| \cdot a = 9.9718 \cdot 10 = 99.718\text{A}$

與高壓側電流角差 4.127°

三、某一台三相 380V (線電壓)、6 極、60Hz 的感應電動機，此電機等效至定子側每相等效電路的參數如下：定子側的等效電阻 $R_1=0.25\Omega$ 、定子側漏電抗 $X_1=2\Omega$ 、激磁電抗 $X_m=60\Omega$ 、轉子側的等效電阻 $R_2=0.8\Omega$ 、轉子側漏電抗 $X_2=2\Omega$ 。在額定電壓及頻率運轉，轉速為 1104 轉 / 分。試求輸入電流、輸入實功率、輸入虛功率、總氣隙功率及電磁轉矩。

【擬答】：



公職王歷屆試題 (104 地方政府特考)

$$S = \frac{ns - nr}{ns} = \frac{1200 - 1104}{1200} = 0.08$$

$$ns = \frac{120}{p} \cdot f = \frac{120}{6} \cdot 60 = 1200 \text{ rpm}$$

$$\text{輸入電流 } I_1 = \frac{380/\sqrt{3}/0^\circ}{0.25 + j2 + (j60 // (10 + j2))} = 20.267 / -29.97^\circ \text{ A}$$

$$|I_1| = 20.267 \text{ A}$$

$$\text{輸入實功 } P = \sqrt{3} \cdot |Vt| \cdot |I_1| \cos \theta = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 20.267 \cdot \cos(-29.97^\circ) = 11555.7 \text{ W}$$

$$\text{輸入虛功 } Q = \sqrt{3} \cdot |Vt| \cdot |I_1| \sin \theta = 6663.5 \text{ Var}$$

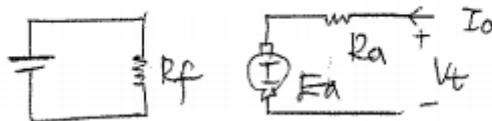
$$\text{總氣隙功率 } P_{g1} = P - 3|I_1|^2 \cdot R_1 = 11555.7 - 3 \times 20.267^2 \times 0.25 = 11247.5 \text{ W}$$

$$\text{電磁轉矩 } T = \frac{P_{g1}}{\omega_s} = \frac{11247.5}{1200 \times 2\pi/60} = 89.5 \text{ Nt-m}$$

四、某一台永磁式直流電動機的電樞電阻為 1Ω ，實驗時得知：輸入電壓為 50 V ，電樞電流為 2 A ，轉速為 2000 轉/分 ，試求：

- (一) 輸入電壓為 50 V ，調整機械負載使其轉速為 1500 轉/分 ，計算此電樞電流及電磁轉矩。
 (二) 啟動時的輸入電壓為 20 V ，計算啟動時的電樞電流及電磁轉矩。

【擬答】：



(一) 改變前， $nr = 2000 \text{ rpm}$

$$E_a = V_t - I_a R_a = 50 - 2 \cdot 1 = 48$$

改變後， $nr' = 1500 \text{ rpm}$

$$E_a' = 50 - I_a' \cdot 1 = 50 - I_a'$$

$$\because E_a = k' \phi \cdot n = k \cdot n \quad \therefore \frac{2000}{48} = \frac{1500}{50 - I_a'}, I_a' = 14 \text{ A}$$

$$\therefore \text{樞電流 } 14 \text{ A}，\text{電磁轉矩 } T = E_a' \cdot I_a' / \omega_m' = (50 - 14) \cdot$$

$$(4 / (1500 \cdot \frac{2\pi}{60}))$$

$$T = 3.2 \text{ Nt-m}$$

(二) 啟動時， $n = 0$ ， $\therefore E_a = k \cdot n = 0$ ，樞電流 $= \frac{20 - 0}{1} = 20 \text{ A}$

$$\text{電磁轉矩 } T_s = 0 \text{ Nt-m}$$

五、某一台三相 13.8 kV (線電壓)， 2 極， 60 Hz ， Y 接三相同步發電機，每相的等效同步電抗為 12Ω ，忽略電樞電阻及所有損失。當三相同步發電機接於 13.8 kV 的電力系統，試求：

(一) 若電樞電流 (相電流) 為 200 A ，且功率因數為 0.8 滯後，計算發電機的輸出總實功率，感應電勢及功率角。

(二) 同(一)條件下，激磁電流維持固定，計算發電機的最大輸出功率及最大電磁轉矩。

【擬答】：

$$\text{(一) 輸出總實功 } P = \sqrt{3} |Vt| \cdot |I_a| \cos \theta = \sqrt{3} \cdot 13.8 \text{ k} \cdot 200 \cdot 0.8 = 3.824 \text{ Mw}$$

$$\text{感應電勢 } |Ef| = \sqrt{3} |Ef| = \sqrt{3} \cdot 9601.4 = 16.63 \text{ kv}$$

公職王歷屆試題 (104 地方政府特考)

$$E_f = V_t + I_a j X_s = \frac{13.8k}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + j12 \cdot 200 \angle -\cos^{-1} 0.8 = 9601.4 \angle 11.535^\circ$$

功率角 $f = 11.535^\circ$

(二)

$$P_{\max} = 3 \cdot \frac{|E_f| \cdot |V_t|}{X_s} = 3 \cdot \frac{9601.4 \cdot 13.8k / \sqrt{3}}{12} = 19.12Mw$$

$$T_{\max} = \frac{P_{\max}}{W_s} = \frac{19.12M}{\frac{120}{2} \cdot 60 \cdot \frac{2\pi}{60}} = 50.729k(Nt - m)$$

公
職
王