

102年特種考試地方政府公務人員考試試題

代號：33930 全一張
(正面)

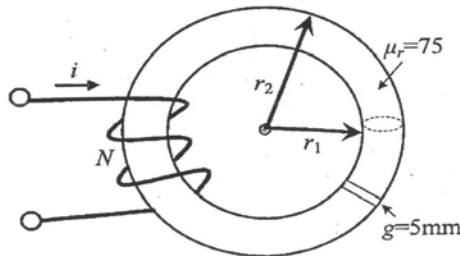
等 別：三等考試
類 科：電力工程
科 目：電機機械
考試時間：2小時

座號：

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

- 一、如圖示之電感，線圈匝數 $N = 200$ ，環型鐵芯之相對導磁係數為 $\mu_r = 75$ ，具圓形截面積， $r_2 = 10\text{ cm}$ ， $r_1 = 6\text{ cm}$ ，具一氣隙 $g = 5\text{ mm}$ ，忽略邊緣效應， $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ H/m}$ ，求電感值。(10分)



- 二、有一電磁裝置之 $\lambda - i$ 關係為：

$$\lambda = \frac{i^{1/2}}{g}, \quad i = 2\text{ A}, \quad g = 8\text{ cm}$$

其中 g 為氣隙長度，求此裝置之：(一)儲能 (3分)，(二)移動部之機械作用力 (7分)。

- 三、有一單相變壓器其額定值為 1ϕ ， 10 kVA ， $2400/120\text{ V}$ ， 60 Hz ，其參考至高壓側之等效電路參數為： $Z_{eqH} = R_{eqH} + jX_{eqH} = 5 + j25\Omega$ ， $R_{cH} = 64\text{ k}\Omega$ ， $X_{mH} = 9.6\text{ k}\Omega$ 。今欲從事標準之無載及短路測試，決定下列測試資料：

(一)無載測試： V_{oc} ， I_{oc} ， P_{oc} 。(7分)

(二)短路測試： V_{sc} ， I_{sc} ， P_{sc} 。(7分)

(三)激磁電流為滿載電流之百分比。(2分)

(四)將此傳統變壓器接成 $2400/2520\text{ V}$ 之自耦變壓器，求其額定值。(4分)

- 四、有一串激馬達驅動一電梯負載，該負載具定轉矩 $200\text{ N}\cdot\text{m}$ ，串激馬達之電樞電阻及串激場電阻分別為 $R_a = 0.3\Omega$ 及 $R_{sr} = 0.2\Omega$ ，忽略旋轉損失及電樞反應：

(一)外加直流端電壓為 $V_t = 200\text{ V}$ 時，電樞電流為 $I_a = 40\text{ A}$ ，試求：轉速 (rpm)、輸出功率及系統轉換效率。(12分)

(二)外加直流端電壓為 $V_t = 400\text{ V}$ ，及外加電阻 R_{ae} ，以使轉速與(一)相同，試求： R_{ae} 、 R_{ae} 之消耗功率 P_{Rae} 及系統轉換效率。(8分)

- 五、一部三相線繞式感應馬達 (460 V ， 1740 rpm ， 4-pole ， 60 Hz)，其於 60 Hz 下之單相等效電路參數為： $R_1 = 0.25\Omega$ ， $R_2' = 0.2\Omega$ ， $X_1 = X_2' = 0.5\Omega$ ， $X_m = 30\Omega$ ，旋轉損失 = 1500 W 。求：

(一)在外加電壓為 ($460\text{ V}/60\text{ Hz}$) 下之啟動電流及啟動轉矩。(8分)

(二)欲令最大轉矩發生在轉差率 $S_{Tmax} = 1$ ，求外接轉子電阻 (每相) $R'_{ext} = ?$ (5分)

(三)以變頻器供電，在外加電壓為 ($46\text{ V}/6\text{ Hz}$) 下之啟動電流及啟動轉矩。(8分)

(四)如變頻器輸出供給至馬達之電壓含有第 5 次及第 7 次諧波成分，說明其影響。(4分)

- 六、一部三相 Y-接隱極式 (Non-salient pole) 同步馬達 (5 kVA ， 208 V ， 4-pole ， 60 Hz)，其電樞電阻為零，同步電抗為 $X_s = j8\Omega/\text{phase}$ ，將其接至三相交流電源 (208 V ， 60 Hz)，調整其激磁使其由電源引入實功率為 3 kW ，且功率因數為 1：

(一)求磁化電壓 (Excitation voltage) E_f 及功率角度 δ 。(7分)

(二)將功率因數改為 0.8 越前，重求磁化電壓 E_f 及功率角度 δ ，並說明激磁狀況屬於過激或欠激。(8分)

申論題解答

102年地特三等电机机械

(一)

$$l_c = 2\pi r - 0.005 = (2\pi \times 0.08) - 0.005 = 0.4997 \text{ m}$$

$$A_g = A_c = \pi r^2 = \pi \times 0.02^2 = 0.00126 \text{ m}^2$$

$$\therefore R_c = \frac{l_c}{\mu A_c} = \frac{0.4997}{75 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 0.00126} = 419108 \text{ AT/Wb}$$

$$R_g = \frac{l_g}{\mu_r A_g} = \frac{0.005}{4\pi \times 10^{-7} \times 0.00126} = 3157836.2 \text{ AT/Wb}$$

$$\therefore L = \frac{N^2}{R} = \frac{200^2}{(419108 + 3157836.2)} = 0.0112 \text{ H}$$

(二)

①

$$W_f = \int_0^i \lambda di = \int_0^i \frac{i}{g} di = \frac{2}{3} \times \frac{i^3}{g} = \frac{2}{3} \times \frac{2^3}{0.08} = 23.57 \text{ J}$$

②

$$f_m = -\frac{\partial W_f}{\partial g} = -\left(\frac{2}{3} \times i^3 \times (-g^{-2})\right) = \frac{2}{3} \times 2^3 \times (0.08)^{-2} = 294.6 \text{ N}$$

(三)

①

$$\begin{cases} V_{oc} = \text{額定电压} = 2400 \text{ V} \\ P_{oc} = \frac{V_{oc}^2}{R_{cH}} = \frac{2400^2}{64k} = 90 \text{ W} \\ I_{oc} = \left(\frac{2400}{64k} + \frac{2400}{j9.6k}\right) = 0.0375 - j0.25 \\ = 0.253 \angle -81.47^\circ = 0.253 \text{ A} \end{cases}$$

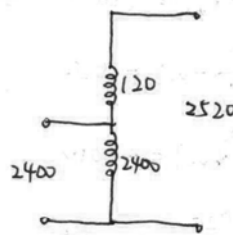
②

$$\begin{cases} I_{sc} = \text{額定电流} = \frac{10k}{2400} = 4.167 \text{ A} \\ V_{sc} = I_{sc} \times Z_{sc} = 4.167 \times 25.5 = 106.3 \text{ (V)} \\ P_{sc} = I_{sc}^2 \times R_{og} = 4.167^2 \times 5 = 86.82 \text{ (W)} \end{cases}$$

③

$$I = \frac{\text{激磁电流}}{\text{滿載电流}} \times 100\% = \frac{0.253}{4.167} \times 100\% = 6.07\%$$

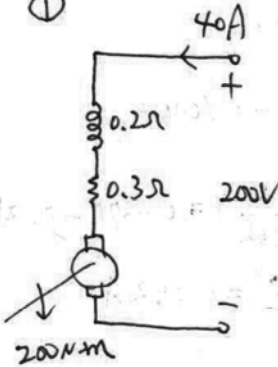
④



$$S_{\text{自}} = 10k \left(1 + \frac{2400}{120}\right) = 210 \text{ kVA}$$

(四)

①



$$P_{ZN} = 200 \times 40 = 8000 \text{ W}$$

$$P_c = I^2 \times 0.5 = 40^2 \times 0.5 = 800 \text{ W}$$

$$P_e = P_o = 8000 - 800 = 7200 \text{ W}$$

$$\omega = \frac{P_o}{T} = \frac{7200}{200} = 36 \text{ rad/s}$$

$$\therefore N = \frac{36 \times 60}{2\pi} = 343.8 \text{ rpm}$$

$$\eta = \frac{7200}{8000} = 0.9$$

②

定轉矩定轉速下 $\Rightarrow P_o = 7200 \text{ W}$

$$P'_{ZN} = 400 \times 40 = 16000 \text{ W}$$

$$P'_c = I_a^2 (R_a + R_s + R_{ae}) = 16000 - 7200$$

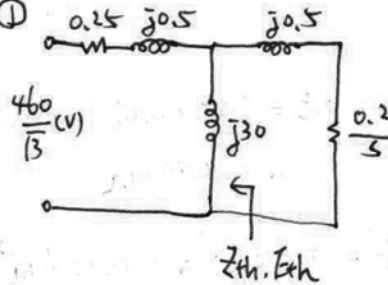
$$\therefore R_{ae} = \frac{8800}{40^2} - 0.5 = 5 \Omega$$

$$P_{Ra} = I_a^2 R_a = 40^2 \times 0.3 = 480 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_o}{P'_{ZN}} = \frac{7200}{16000} = 0.45$$

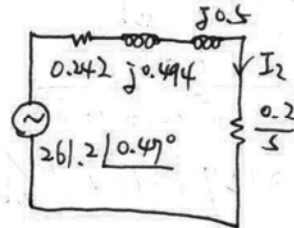
(五)

①



$$\bar{Z}_{th} = j30 \parallel (0.25 + j0.5) = 0.242 + j0.494 \Omega$$

$$\bar{E}_{th} = \frac{460}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ \times \frac{j30}{0.25 + j0.5 + j30} = 261.2 \angle 0.49^\circ \text{ (V)}$$



$$S = 1 \text{ 時}$$

$$I_2 = I_s = \frac{261.2 \angle 0.49^\circ}{0.242 + j0.494 + j0.5 + 0.2} = 240.1 \angle -65.6^\circ \text{ (A)}$$

$$P_{ag} = 3 I_2^2 \times R_2 = 3 \times (261.2)^2 \times 0.2 = 34588.8 \text{ W}$$

$$T_s = \frac{P_{ag}}{\omega_s} = \frac{34588.8}{\frac{2\pi}{60} \times \frac{120 \times 60}{4}} = 183.5 \text{ N-m}$$

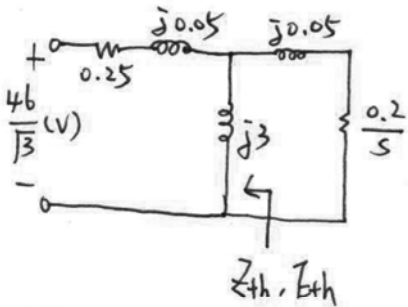
②

$$S_{\max, T} = \frac{R_2 + R_{ext}'}{\sqrt{R_{th}^2 + (X_{th} + X_2)^2}}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{0.2 + R_{ext}'}{\sqrt{0.242^2 + (0.494 + 0.5)^2}}$$

$$\Rightarrow R_{ext}' = 0.823 \Omega$$

③ (46V/60Hz)



$$X_1 = X_2 = 0.5 \times \frac{6}{60} = 0.05 \Omega$$

$$X_m = 30 \times \frac{6}{60} = 3 \Omega$$

$$\bar{Z}_{th} = j3 \parallel (0.25 + j0.05) = 0.24 + j0.069 \Omega$$

$$\bar{E}_{th} = \frac{46}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ \times \frac{j3}{0.25 + j0.05 + j3} = 26.04 \angle 4.69^\circ \text{ (V)}$$

$$S = 1 \text{ Hg}$$

$$I_2 = I_s = \frac{26.04 \angle 4.69^\circ}{0.24 + j0.069 + j0.05 + 0.2} = 57.1 \angle -10.4^\circ \text{ (A)}$$

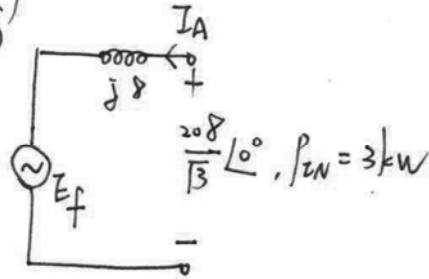
$$P_{ag} = 3 I_2^2 R_2 = 3 \times (57.1)^2 \times 0.2 = 1956.2 \text{ W}$$

$$T_s = \frac{1956.2}{\frac{2\pi}{60} \times \frac{120 \times 6}{4}} = 103.78 \text{ N-m}$$

④

电压含有谐波成分, 将造成产生脉动转矩, 功率损失增加, 設備过熱, 降低机械壽命。

(六)
①



$$\bar{I}_A = \frac{P_{2W}}{\sqrt{3} V \cos \theta} = \frac{3000}{\sqrt{3} \times 208 \times 1} = 8.327 \angle 0^\circ \text{ (A)}$$

$$\bar{E}_f = \frac{208}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - 8.327 \angle 0^\circ \times j8 = 137.3 \angle -29.02^\circ \text{ (V)}$$

$$\delta = 29.02^\circ$$

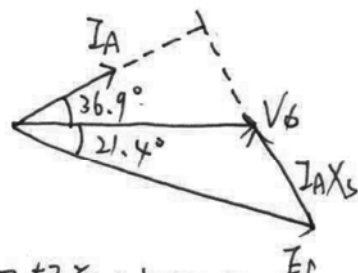
②

$$\bar{I}_A' = \frac{3000}{\sqrt{3} \times 208 \times 0.8} = 10.41 \angle 36.9^\circ \text{ (A)}$$

$$\bar{E}_f' = \frac{208}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - 10.41 \angle 36.9^\circ \times j8 = 182.7 \angle -21.4^\circ \text{ (V)}$$

$$\delta = 21.4^\circ$$

又



功因超前則激磁狀況屬過激磁