

110 年特種考試地方政府公務人員考試試題

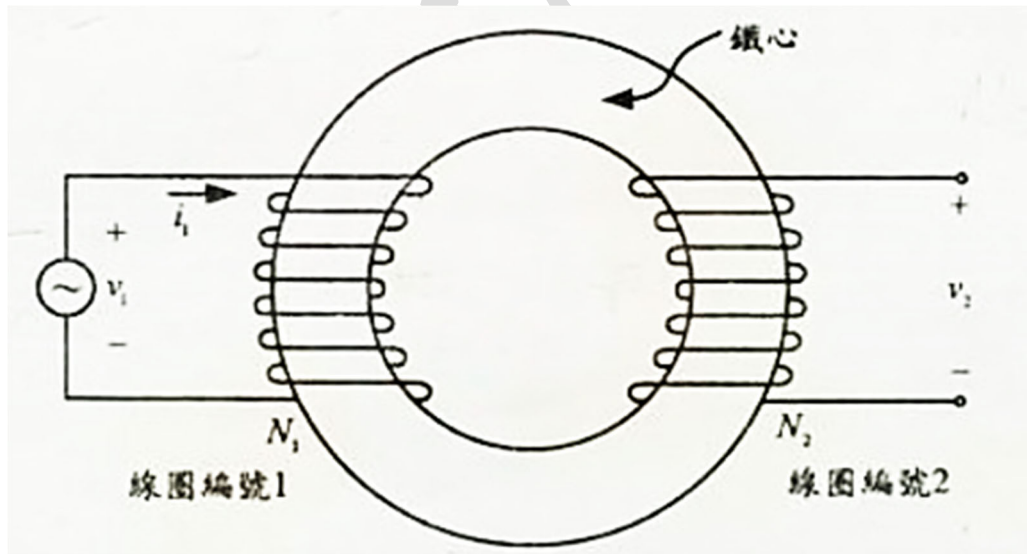
等 別：三等考試

類 科：電力工程

科 目：電機機械

古正信老師 解題

- 一、磁路結構示意如圖(一)所示，鐵心的截面積為 9cm^2 、平均長度為 50cm 、相對導磁係數為 200 ，線圈編號 1 的匝數 N_1 為 100 匝，線圈編號 2 的匝數 N_2 為 200 匝，忽略線圈的漏磁及鐵心磁飽和。計算線圈編號 1 及編號 2 的自感及互感。若線圈編號 1 的電流 $i_1=2\sin(2000t)\text{A}$ ，計算線圈編號 2 的開路端電壓 v_2 時間函數。(註：真空的導磁數為 $4\pi \times 10^{-7}\text{H/m}$)(20 分)



圖(一)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》電感與互感，感應電勢

3. 《使用法條》or 《使用學說》 $L = \frac{\mu AN^2}{l}$ 、 $M = K\sqrt{L_1 \cdot L_2}$ 、 $e(t) = N \frac{d\phi(t)}{dt}$

【擬答】

$$\text{編號 1 線圈之電感 } L_1 = \frac{\mu_r \mu_0 AN_1^2}{l} = \frac{200 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 9 \times 10^{-4} \times 100^2}{0.5} \approx 4.5239 \times 10^{-3} = 4.5239 \text{ mH}$$

$$\text{編號 2 線圈之電感 } L_2 = \frac{\mu_r \mu_0 AN_2^2}{l} = \frac{200 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 9 \times 10^{-4} \times 200^2}{0.5} \approx 0.0180956 = 18.0956 \text{ mH}$$

題意忽略線圈的漏磁，代表兩線圈完全耦合，耦合係數 $K=1$

$$\text{互感為 } M = K\sqrt{L_1 \cdot L_2} = 1 \times \sqrt{4.5239 \times 18.0956} = 9.0478 \text{ mH}$$

$$L \times i(t) = N \times \phi(t),$$

$$\phi(t) = \phi_1(t) = \frac{L \times i(t)}{N} = \frac{4.5239 \times 10^{-3} \times 2 \times \sin(2000t)}{100} = 9.0478 \times 10^{-5} \times \sin(2000t)$$

線圈編號 2 的開路端電壓 v_2 時間函數：

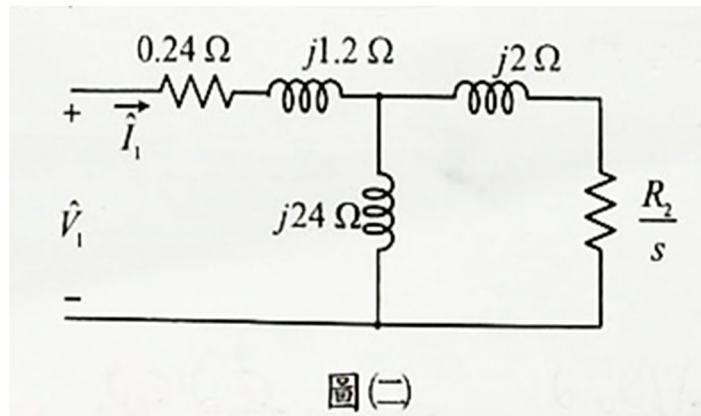
$$v_2(t) = N_2 \frac{d\phi(t)}{dt} = 200 \times \frac{d[9.0478 \times 10^{-5} \times \sin(2000t)]}{dt} = 36.1912 \cos(2000t) \text{ V}$$

公職王歷屆試題 (110 地方政府特考)

二、某台三相、Y 接、6 極、60Hz、線電壓為 440V 的感應電動機，其每相等效至定子側的電路及參數如圖(二)，圖中 s 表示滑差率， \hat{v}_1 、 \hat{I}_1 分別表示電壓及電流相量。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)在額定電壓及頻率其最大電磁轉矩(崩潰轉矩)發生，對應的轉速為 1120 轉/分，計算圖中的電阻 R_2 。

(二)同(一)條件，計算最大電磁轉矩發生的電動機輸入相電流、最大電磁轉矩、輸入總實功率。



圖(二)

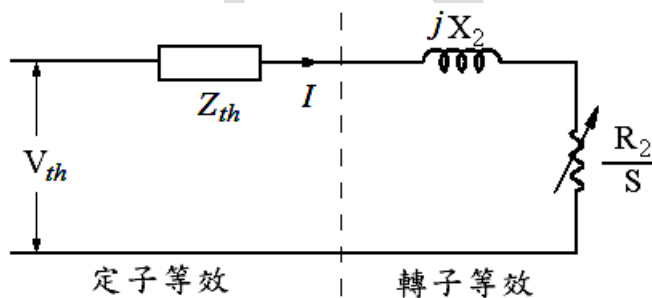
【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》將一次側電路等效成戴維寧電路，運用轉矩與轉子電阻和最大轉矩轉差率及最大轉矩之關係計算之

3. 《使用法條》or 《使用學說》 $s_{\max} = \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)^2}}$ 、 $T_{\max} = \frac{1}{\omega_s} \frac{0.5qV^2}{R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)^2}}$

【擬答】



$$V_{th} = \frac{440}{\sqrt{3}} \times \frac{j24}{0.24 + j1.2 + j24} \approx 241.9263 \angle 0.5457^\circ \text{ V}$$

$$Z_{th} = (0.24 + j1.2) // (j24) \approx (0.2177 + j1.1449) \Omega$$

(一)

$$\text{同步轉速 } n_s = \frac{120}{P} f = \frac{120}{6} \times 60 = 1200 \text{ rpm}$$

最大電磁轉矩(崩潰轉矩)發生，對應的轉速為 1120 轉/分，轉差率 $s_{\max} = \frac{1200 - 1120}{1200} = \frac{1}{15}$

$$s_{\max} = \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)^2}}, \frac{1}{15} = \frac{R_2}{\sqrt{0.2177^2 + (1.1449 + 2)^2}}, \text{ 圖中的電阻 } R_2 \approx 0.2102 \Omega$$

(二)

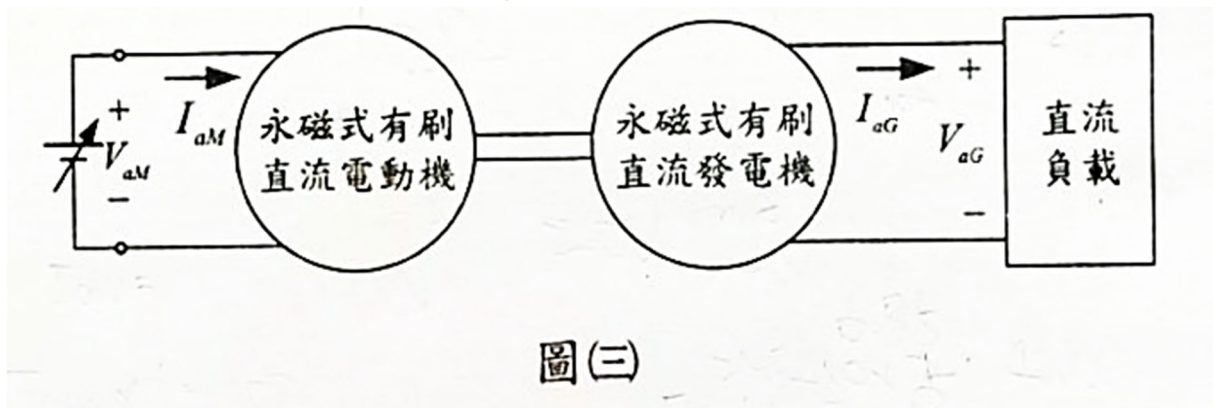
最大電磁轉矩發生的電動機輸入相電流：

$$I = \frac{\frac{440}{\sqrt{3}}}{0.24 + j1.2 + (j24) // \left(j2 + \frac{0.2102}{\frac{1}{15}} \right)} = 57.2685 \angle -49.3845^\circ \text{ A}$$

$$\text{最大電磁轉矩 } T_{\max} = \frac{1}{2\pi \times \frac{1200}{60}} \times \frac{0.5 \times 3 \times 241.9263^2}{0.2177 + \sqrt{0.2177^2 + (1.1449 + 2)^2}} = 207.3010 \text{ N-m}$$

$$\text{輸入總實功率 } P_{3\phi} = \sqrt{3} \times 440 \times 57.2685 \times \cos 49.3845^\circ \approx 28411.7 = 28.4117 \text{ kW}$$

三、永磁式有刷直流電動機驅動永磁式有刷直流發電機的示意如圖(三)所示，其轉軸直接連結。電動機的電樞電阻為 1.0Ω ，在轉速為 1200 轉/分時，其反電動勢為 120V；發電機的電樞電阻為 2.0Ω ，在轉速為 1200 轉/分時，其反電動勢為 240V。若發電機供給直流負載其端電壓為 400V，直流負載的消耗總功率為 4kW，忽略電動機及發電機的鐵心損失及旋轉損失；計算穩態時永磁式有刷電動機的轉速、電磁轉矩、輸入端電壓 V_{aM} 、電樞電流 I_{aM} 。(20 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》轉速與反電動勢成正比、電磁轉矩
3. 《使用法條》反電動勢 $E = K'\phi n$ 、電磁轉矩 $T = \frac{P_o}{\omega}$

【擬答】

直流負載其端電壓為 400V，直流負載的消耗總功率為 4kW，負載電流為 $I_L = \frac{4kW}{400} = 10 \text{ A}$

發電機內電勢為 $400 + 10 \times 2 = 420 \text{ V}$

此時轉速 $\frac{420}{240} \times 1200 = 2100 \text{ rpm}$

電動機內電勢為 $120 \times \frac{2100}{1200} = 210 \text{ V}$

電動機傳輸給發電機的能量為發電機的輸出加上發電機電樞繞組損失
 $= 4kW + 10^2 \times 2 = 4.2 \text{ kW}$

電動機的輸入電流 $I_{aM} = \frac{4.2kW}{210} = 20 \text{ A}$

電動機的輸入電壓 $V_{aM} = 210 + 20 \times 1 = 230 \text{ V}$

公職王歷屆試題 (110 地方政府特考)

穩態時永磁式有刷電動機的轉速 = 2100 rpm

$$\text{電磁轉矩 } T = \frac{210 \times 20}{2\pi \times \frac{2100}{60}} = \frac{60}{\pi} \text{ N-m}$$

四、某台 150kVA、4200V：420V、Y-Y 的三相變壓器，在三相平衡電源作開路及短路實驗。高壓側開路，低壓側量測其三相總功率為 540W、線電壓為 420V，線電流為 5.4A。低電壓側短路，高壓側量測其三相總功率為 1860W，線電壓 85V、線電流 20.6A。若低壓側接三相負載，其負載的電壓及電流為三相變壓器的額定、功率因數為 0.85 落後。計算此三相變壓器的效率及電壓調整率(註：計算電壓調整率可忽略鐵心損失)(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》電壓調整率以標么值方法計算即可。
3. 《使用法條》or 《使用學說》由短路試驗求出等效串聯電阻及電抗標么值

$$\text{電壓調整率 } \varepsilon\% = (R_{pu} \times \cos\theta + X_{pu} \times \sin\theta) \times 100\%, \text{ 效率 } \eta = \frac{P_o}{P_i}$$

【擬答】

$$\text{效率 } \eta = \frac{150kVA \times 0.85}{150kVA \times 0.85 + 540W + 1860W} \times 100\% = 98.1524\%$$

短路試驗中：

$$\text{總功率標么值} = \frac{1860}{150k} pu, \text{ 電流標么值} = \frac{20.6}{\frac{150k}{\sqrt{3} \times 4200}} \approx 1 pu, \text{ 電壓標么值} = \frac{85}{4200} \approx \frac{17}{840} pu$$

$$R_{pu} = \frac{1860}{150k \times 1^2} = 0.0124 pu, X_{pu} = \sqrt{Z_{pu}^2 - R_{pu}^2} = \sqrt{\left(\frac{17}{840}\right)^2 - 0.0124^2} \approx 0.016$$

$$\cos\theta = 0.85, \text{ 則 } \sin\theta \approx 0.5268$$

$$\text{電壓調整率 } \varepsilon\% = (R_{pu} \times \cos\theta + X_{pu} \times \sin\theta) \times 100\%$$

$$\text{電壓調整率 } \varepsilon\% = (0.0124 \times 0.85 + 0.016 \times 0.5268) \times 100\% = 1.89688\%$$

五、某台三相、Y 接、60Hz、8 極、線電壓為 440V 的圓筒型同步電動機，每相的同步電抗為 $j2.5\Omega$ ，忽略電樞電阻、鐵心損失及旋轉損失。在額定電壓及頻率操作，且反電動勢與額定電壓相同時，其輸出轉矩為 400N-m；計算此電動機的轉速、輸入相電流、功率角及功率因數角。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》轉速、輸入相電流、功率角及功率因數角
3. 《使用法條》or 《使用學說》同步轉速 $n = \frac{120}{P} f$ ，機械輸出功率 $P_{3\phi} = 3 \times \frac{VE}{X_a} \sin\delta$ ，輸出轉矩

$$T_{3\phi} = \frac{P_{3\phi}}{\omega_s}$$

【擬答】

$$\text{電動機的轉速 } n = \frac{120}{P} f = \frac{120}{8} \times 60 = 900 \text{ rpm}$$

$$T_{3\phi} = \frac{P_{3\phi}}{\omega_s}, P_{3\phi} = T_{3\phi} \times \omega_s = 400 \times 2\pi \times \frac{900}{60} = 12000\pi \text{ W}$$

$$P_{3\phi} = 3 \times \frac{VE}{X_a} \sin \delta, \text{ 由題意, 反電動勢與額定電壓相同, 得}$$

$$12000\pi = 3 \times \frac{VE}{X_a} \sin \delta = 3 \times \frac{\left(\frac{440}{\sqrt{3}}\right)^2}{2.5} \times \sin \delta$$

$$\text{功率角 } \delta = 29.1316^\circ$$

$$\text{輸入相電流 } I = \frac{\frac{440}{\sqrt{3}} - \frac{440}{\sqrt{3}} \angle -29.1316^\circ}{j2.5} \approx 51.10997 \angle -14.5658^\circ \text{ A}$$

$$\text{輸入相電流 } I = 51.10997 \text{ A}$$

$$\text{功率因數角 } \theta = 14.5658^\circ$$

志光 學儒 保成

工科公職+國營

善用重疊考科，一次準備
一年內超過 8 次上榜機會！

初等考 1月 ● 最容易上手的公職考試	關務特考 4月 ● 考科少於同職等考試	鐵路特考 6月 <small>(110年因疫情延至9月)</small> ● 佐級錄取率最高	高普考 7月 <small>(110年因疫情延至10月)</small> ● 主流考試，缺額眾多	調查局特考 8月 <small>(110年因疫情延至10月)</small> ● 三等月薪76,000起
地方特考 12月 ● 考科同高普考	自來水評價人員 不定期舉辦 ● 只考選擇題	台電考試 不定期舉辦 ● 考科少、好準備	中油僱員 不定期舉辦 ● 只考2科，多為選擇題	國營事業職員級 不定期舉辦 ● 國營退休潮，缺額多，工科類科競爭者少

錄取率高

109年
工科錄取率
最高達 **19.42%**

電力工程	電子工程	機械工程	資訊工程
高考 19.42% 普考 17.33%	高考 9.04% 普考 9.39%	高考 18.27% 普考 13.70%	高考 12.92% 普考 10.47%



跟著我們一起在志光學儒保成 找到屬於工科人的工頂人生



選對好老師，中年轉職好順利！

我遭遇公司裁員，覺得公職夠穩定，決定踏上國考之路。隔了20幾年重拾書本，選擇好的補習班讓我事半功倍。熱力學老師跟流體力學老師，我非常推崇，只要照著老師講的記下來、寫下來，這樣就夠了。

1年考取 古○芳 109年高考機械工程



專業名師指導，提升解題順暢度！

本以為適合闖蕩，但發現穩定的生活才是我想要的。老師的教材都有明確分析與統整，再加上會由老師出申論題讓考生做練習，增加寫題目的敏感及順暢度。考前還有總複習課程，精準預測範圍、統整考前重點。

全國探花 李○庭 109年鐵路員級機械工程

為你設計的學習模式，讓你靈活學習、輕鬆準備！



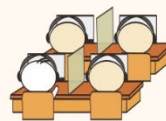
面授學習 直接，有效

- ▲面對面教學，現場解決疑惑
- ▲專業名師統整、分析考試重點
- ▲定期測驗，隨時檢視學習效果



雲端函授 自主，彈性

- ▲不再煩惱通勤，教材直接送到家
- ▲反覆聽課，不怕觀念聽不懂
- ▲完全自由，自主安排學習進度



視訊學習 便利，專注

- ▲安靜舒適上課環境，提高專注力
- ▲看課時間自由預約，不必擔心時間衝突
- ▲可暫停、倒轉或快轉，深度學習超簡單

職王