

112 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

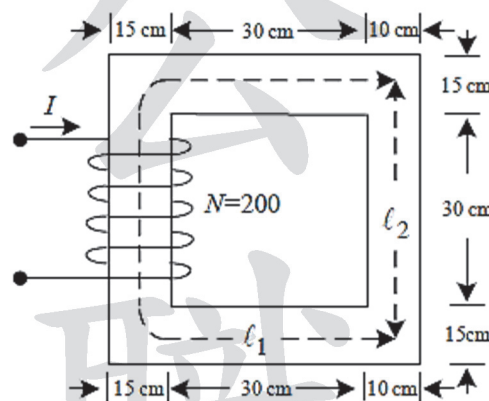
科 目：電機機械

古正信老師解題

一、一個鐵芯磁路如圖一所示，磁路各段的寬度數值（單位 cm）示於圖中，此磁路深度（進入紙面）為 10cm，磁路上繞有 200 匝線圈，通入電流 $I=1A$ ，鐵芯的比導磁係數 $\mu_r=2,500$ 。（每小題 10 分，共 20 分）

(一)計算此磁路的總磁阻。

(二)計算此磁路的磁通量，與磁路的儲能。



圖一

1. 《考題難易》：★

2. 《破題關鍵》：磁阻、磁通量，與磁路的儲能

3. 《使用法條》or《使用學說》：

$$\mathfrak{R} = \frac{l}{\mu A}, \quad NI = \Phi \mathfrak{R}, \quad W = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \frac{N\phi}{i} i^2 = N\phi i = \frac{1}{2} BAHl = \frac{B^2}{2\mu} Al \quad (\because \phi = BA, \quad Ni = Hl)$$

【擬答】

(一)總磁阻

$$\mathfrak{R} = \sum \frac{l}{\mu A} = \frac{\frac{0.15}{2} + 0.3 + \frac{0.15}{2}}{2500 \times 4\pi \times 10^{-7} \times (0.15 \times 0.1)} + \frac{\frac{0.15}{2} + 0.3 + \frac{0.1}{2}}{2500 \times 4\pi \times 10^{-7} \times (0.15 \times 0.1)} + \frac{\frac{0.15}{2} + 0.3 + \frac{0.15}{2}}{2500 \times 4\pi \times 10^{-7} \times (0.1 \times 0.1)} + \frac{\frac{0.15}{2} + 0.3 + \frac{0.1}{2}}{2500 \times 4\pi \times 10^{-7} \times (0.15 \times 0.1)} \approx 41910.80168 (A-T/Wb)$$

$$(二)此磁路的磁通量 \Phi = \frac{NI}{\mathfrak{R}} = \frac{200 \times 1}{41910.80168} \approx 4.77204 \times 10^{-3} Wb$$

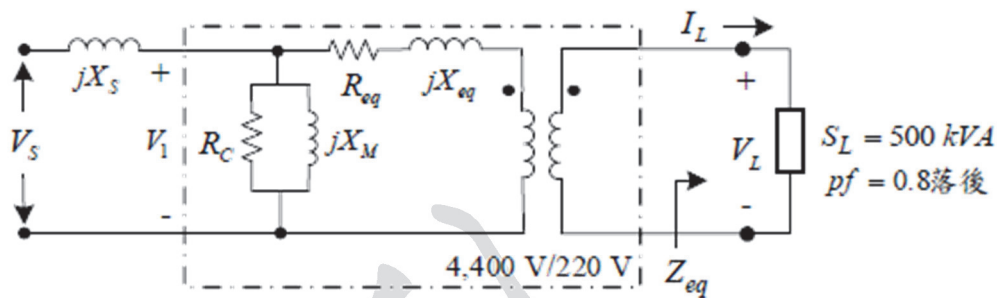
此磁路之磁能全部由電能轉換而來(題目未提有損失)，所以：

$$\text{磁路的儲能 } W = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \frac{N\phi}{i} i^2 = \frac{1}{2} N\phi i = \frac{1}{2} \times 200 \times 4.77204 \times 10^{-3} \times 1 \approx 0.4772 J$$

二、圖二為一個單相交流供電系統，其中供電變壓器的電壓比為 4,400V/220V，負載的滿載額定容量 500kVA、功率因數 (pf) 為 0.8 落後，系統電路參數值示於下，變壓器的激磁等效電抗與鐵損等效電阻不計。此時負載在滿載額定容量操作、負載電壓 220V。（每小題 10 分，共

20 分)

$$R_{eq}=0, jX_{eq}=j2\Omega, jX_M=\infty, R_c=\infty, jX_s=j1\Omega$$

(一)計算電源 V_s 的電壓大小，與負載側的電壓調整率 (V.R.%) ?(二)計算負載等效串聯阻抗 Z_{eq} 大小?

圖二

1. 《考題難易》：★
2. 《破題關鍵》：電壓調整率、負載等效阻抗
3. 《使用法條》or《使用學說》：變壓器一二次側電壓轉換、變壓器一二次側阻抗轉換

【擬答】

$$(一) \text{負載電流 } I_L = \frac{500kVA}{220} \angle -36.87^\circ = \frac{25000}{11} \angle -36.87^\circ A$$

$$\text{轉換到一次側之負載電流 } I_H = \frac{\frac{25000}{11} \angle -36.87^\circ}{\frac{4400}{220}} = \frac{1250}{11} \angle -36.87^\circ A$$

$$\text{電源電壓 } V_s = 4400 + \left(\frac{1250}{11} \angle -36.87^\circ \right) \times (j2 + j1) \approx 4612.61567 \angle 3.38966^\circ V$$

$$\text{電源電壓 } V_s \approx 4612.61567 V$$

$$\text{電壓調整率 } \varepsilon\% = \frac{4612.61567 - 4400}{4400} \times 100\% = 4.83217\%$$

$$(二) \text{負載等效串聯阻抗 } Z_{eq} = \frac{220}{\frac{25000}{11} \angle -36.87^\circ} = 0.0968 \angle 36.87^\circ \Omega = 0.07744 + j0.05808 \Omega$$

1. 《考題難易》：★★
2. 《破題關鍵》：轉差率、電流、輸出功率、轉速與轉矩等相互間的關係
3. 《使用法條》or《使用學說》：藉由等效電路求出電流、能量傳送等相關的數據。

【擬答】

$$(一) N_s = \frac{120}{P} f = \frac{120}{6} \times 60 = 1200 \text{ rpm}$$

$$\text{實際轉速: } N_r = 1200 \times (1 - 3\%) = 1164 \text{ rpm}$$

$$\text{每相電流 } I = \frac{V_s}{Z_T} = \frac{\frac{460}{\sqrt{3}}}{0.2 + j0.5 + j0.5 + \frac{0.2}{3\%}} \approx 38.27314 \angle -8.28580^\circ A$$

$$\text{額定運轉時輸出轉矩 } T = 3 \times \frac{P_g}{\omega_s} = 3 \times \frac{38.27314^2 \times \frac{0.2}{3\%}}{2\pi \times \frac{1200}{60}} \approx 233.13545 \text{ N-m}$$

$$(\text{二}) I_s = \frac{V_s}{Z_{Ts}} = \frac{\frac{460}{\sqrt{3}}}{0.2 + j0.5 + j0.5 + \frac{0.2}{1}} \approx 246.58588 \angle -68.19859^\circ \text{ A}$$

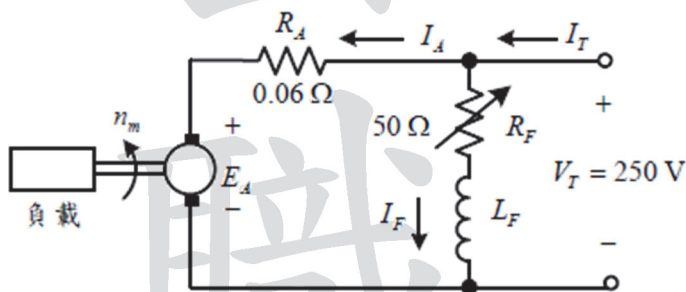
$$\text{啟動電流 } |I_s| \approx 246.58588 \text{ A}$$

$$\text{啟動轉矩 } T = 3 \times \frac{P_g}{\omega_s} = 3 \times \frac{246.58588^2 \times \frac{0.2}{1}}{2\pi \times \frac{1200}{60}} \approx 290.32056 \text{ N-m}$$

四、一部 50 馬力 (hp)、250V、1,200rpm，具補償繞組的直流並激電動機示於圖四。圖中電樞電阻為 0.06Ω ，磁場繞組總電阻設定在 50Ω 。直流並激電動機在此時空載運轉，電樞電流為 0A、轉速 1,200rpm、電動機端電壓 250V。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)若輸入電流增加為 100A，計算此時輸出轉速 (rpm)。

(二)同(一)輸入電流增加為 100A，計算此時感應轉矩 (N-m)。



圖四

1. 《考題難易》：★
2. 《破題關鍵》：空載運轉，電樞電流為 0 A 表示忽略旋轉等雜散損失。
3. 《使用法條》or《使用學說》：轉速與感應電勢成正比，轉矩等於機械輸出功率除以角速度。

【擬答】

(一)空載運轉，電樞電流為 0 A、轉速 1200 rpm、電動機端電壓 250V，即反電動勢為 250V

輸入電流增加為 100A， $I_A = 100 - \frac{250}{50} = 95 \text{ A}$ ，電樞反電動勢 $E_A = 250 - 95 \times 0.06 = 244.3 \text{ V}$

$$\frac{244.3}{250} = \frac{n}{1200} \text{，此時轉速 } n = 1172.64 \text{ rpm}$$

$$(\text{二}) \text{轉矩 } T = \frac{P}{\omega} = \frac{244.3 \times 95}{2\pi \times \frac{1172.64}{60}} \approx 188.99649 \text{ N-m}$$

五、一部三相、1,000kVA、3.3kV、4 極、60Hz、Y 接線圓柱式轉子 (round rotor) 同步電動機的每相同步電抗為 5Ω ，電樞電阻忽略不計。此電動機以額定電壓、額定容量、功率因數 (power factor) 為 0.95 領先 (leading) 運轉，所有損失均不計。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)繪出同步電動機的單相等效電路，計算電樞感應電壓(E_A)與功率角(δ)。

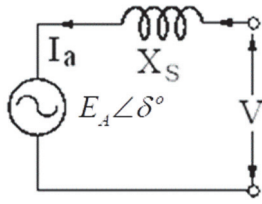
(二)計算此電動機輸出轉矩多少 kg-m。

1. 《考題難易》：★
2. 《破題關鍵》：等效電路、電樞感應電壓與功率角、轉矩

3. 《使用法條》or 《使用學說》：由等效電路求出電樞感應電壓與功率角、 $T_{3\phi} = 3 \times \frac{VE}{X_s} \times \sin \delta$

【擬答】

(一)



同步電動機的單相等效電路：

$$\text{依題意電流為 } I_a = \frac{1000kVA}{\sqrt{3} \times 3.3kV} \angle (\cos^{-1} 0.95) \approx 174.95463 \angle 18.19487^\circ \text{ A}$$

$$E_A \angle \delta^\circ = \frac{3.3kV}{\sqrt{3}} - j5 \times (174.95463 \angle 18.19487^\circ) \approx 2331.53618 \angle -20.88124^\circ \text{ V}$$

$$\text{電樞感應電壓 } E_A = 2331.53618 \text{ V}$$

$$\text{功率角 } \delta^\circ = 20.88124^\circ$$

(二) 電動機輸出轉矩

$$T_{3\phi} = 3 \times \frac{VE_A}{X_s} \times \sin \delta^\circ = 3 \times \frac{\frac{3.3kV}{\sqrt{3}} \times 2331.53618}{5} \times \sin 20.88124^\circ \approx 950 \times 10^3 \text{ N-m}$$

$$\approx 96.93877 \times 10^3 \text{ kg-m}$$

志光 學儒 保成

雙榜學長的上榜訣竅



謝謝老師們這麼盡力的教導及輔助

高普雙榜 蔡○穎 112高普考電力工程

電子學老師上課淺顯易懂，也搭配題目練習加深我們對解題的理解，更幫我們分別說明解題申論跟選擇的方式。

電機機械這科目是我陌生的科目，不過老師的講解淺顯易懂，例如：電動機、發電機、感應電動機及變壓器，需要了解其等效電路圖以及其原理，才能駕輕就熟。

想了解更多訣竅？

歡迎至 志光.學儒.保成 全國門市洽詢

志光 學儒 保成

高普考 雙榜學長高分上榜的秘密 工科題庫班

解析 題目觀念



精選易錯題型
加強觀念解析

強化 解題技巧



以題目授課
加強應考實力

增快 答題速度



加強快速審題
增加取分機會



電子學考題的多樣性太過豐富，因此讓我慶幸有**題庫班**的存在。當讀完課程並複習完後初次寫電子學考古題仍舊讓我難以著手，透過**題庫班**的課程整理出各單元的解題方式才稍微能夠下筆。

許O軒 112高考電力工程 全國狀元 | 112普考電力工程 全國榜眼

工科上榜養成規劃

志光 學儒 保成



法科架構班

結合實務例子
建構法科概念



扎實正規班

完整堂數
循序漸進



獨家 進階課程

圖解階段複習
解題技巧灌輸



工科全科班

公職+國營
一次到位



主題題庫班

主題教學
考點分析



精華總複習

掌握考點
增強實力



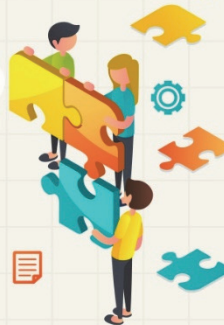
全真模擬考

比照真實考試
檢視應考實力



考前關懷講座

名師最終提點
觀念更加清晰



詳細課程內容，歡迎至志光學儒保成全國門市洽詢