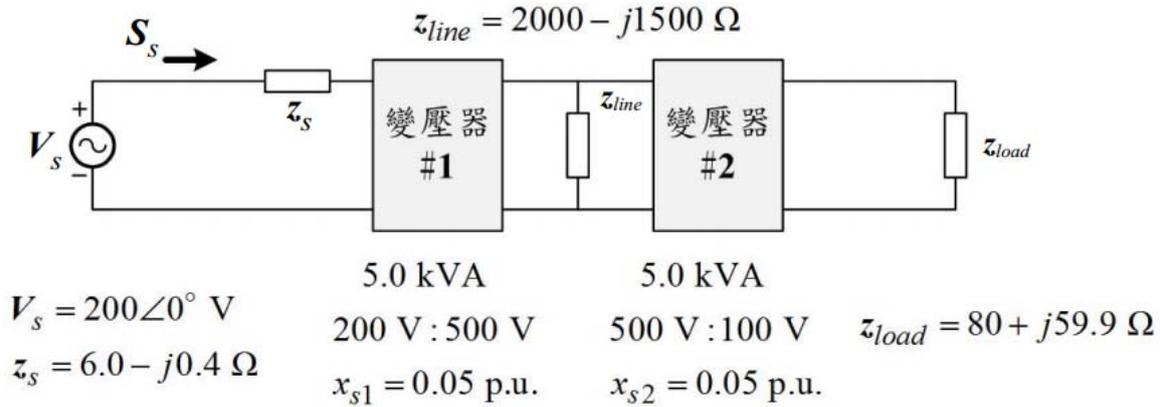


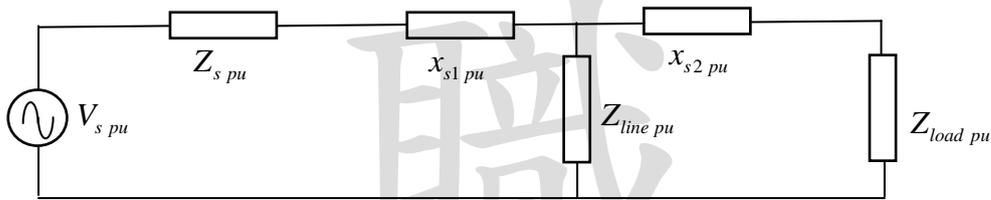
## 103 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：電力工程  
科 目：電機機械

一、一個簡單的單相系統藉由二台單相變壓器順序串接後組成，其等效電路（各台變壓器的串聯阻抗標么值均以該變壓器自身之額定量為基準）及相關電路參數如下圖所示，若電路中變壓器的鐵損與所需的激磁電流均甚小而可以忽略的話，則試求出本電路中由電源  $V_s$  所提供的總功率  $S_s$  為多少（請標示正確之單位）？



【擬答】：



$$Z_{s \text{ pu}} = \frac{6 - j4}{\frac{200^2}{5 \text{ kVA}}} = 0.75 - j0.5$$

$$Z_{line \text{ pu}} = \frac{2000 - j1500}{\frac{500^2}{5 \text{ kVA}}} = 40 - j30$$

$$Z_{load \text{ pu}} = \frac{80 + j59.9}{\frac{100^2}{5 \text{ kVA}}} = 40 + j29.95$$

$$I_{s \text{ pu}} = \frac{1}{0.75 - j0.5 + j0.05 + (40 - j30) // (j0.05 + 40 + j29.95)} = \frac{1}{32 - j0.45}$$

$$S_{s \text{ pu}} = V_{s \text{ pu}} \times I_{s \text{ pu}}^* = 1 \times \left( \frac{1}{32 - j0.45} \right)^* = \left( \frac{1}{32 + j0.45} \right)$$

$$S_s = \left( \frac{1}{32 + j0.45} \right) \times 5 \text{ kVA} = 156.219 - j2.197 = 156.2346 \angle -0.806^\circ \text{ VA}$$

二、以一台額定為  $2.0 \text{ kW}$  之直流並激式 (Shunt excited) 電動機而言，可以透過改變激磁電流或是電樞線圈輸入電壓的大小來達到控制速度的目的。若該電動機之磁場電阻為  $250 \Omega$ ，電樞電阻為  $0.5 \Omega$ ，輸入端電壓為  $125 \text{ V}$ ，且轉軸連接一額定功率之機械負載時，此電動機的轉速將為  $1494 \text{ rpm}$  (轉/分)。假設轉軸之摩擦及風阻等機械損失可以忽略，試問此電動機在輸出額定負載時的電樞電流為多少  $\text{A}$ ？若希望在輸出額定負載時能夠將電動機轉速提升為  $1500 \text{ rpm}$ ，試問此時應將輸入端電壓自原有之  $125 \text{ V}$  調整為多少  $\text{V}$ ？

公職王歷屆試題 (103 高普考)

【擬答】：

轉軸之摩擦及風阻等機械損失可以忽略，則  $E_b \times I_a = 2.0kW$ ， $E_b$ ：反電勢、 $I_a$ ：電樞電流  
端電壓  $V = E_b + I_a R_a$ ， $125 = E_b + I_a \times 0.5$

$$\text{將 } E_b = \frac{2.0kW}{I_a} \text{ 代入上式得 } 125 = \frac{2000}{I_a} + I_a \times 0.5$$

$$0.5I_a^2 - 125I_a + 2000 = 0, \text{ 輸出額定負載時的電樞電流 } I_a = 17.18 \text{ A}$$

$$E_b = \frac{2.0kW}{17.18} = 116.41 \text{ V}$$

利用輸入端電壓改變轉速，題意中有表示“可以透過改變激磁電流或是電樞線圈輸入電壓的大小來達到控制速度的目的”，因為是並激式，所以在改變端電壓亦改變了激磁場電壓，磁場亦跟著改變，故：

$$n = \frac{E_b}{k\phi}, 1500 = \frac{E_b'}{k \times \frac{V_t}{125} \times \phi}, \text{ 又 } 1494 = \frac{116.41}{k\phi}, (V_t \text{ 為端電壓})$$

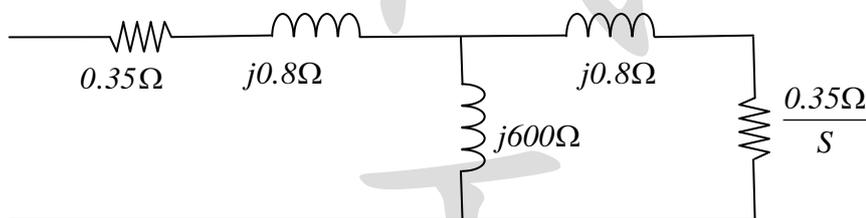
$$\text{得 } E_b' = 0.935V_t, \text{ 又 } V_t = E_b' + I_a \times R_a, \text{ 輸出額定負載時 } E_b \times I_a = 2.0kW$$

$$\text{所以 } V_t = E_b' + \frac{2kW}{E_b'} \times 0.5 = 0.935V_t + \frac{2000}{0.935V_t} \times 0.5, V_t = 128.274 \text{ V}$$

輸入端電壓調整為 128.274 V

三、一台三相四極，380V,60Hz,22kW 之感應電動機具有以下的等效電路參數（等效至定子側）： $r_s = 0.35\Omega$ ， $r_r' = 0.35\Omega$ ， $x_s = 0.8\Omega$ ， $x_r' = 0.8\Omega$ ， $x_m = 600\Omega$ ，且可忽略其鐵心及轉動機械損失。當供應額定電壓及頻率之電源至此電動機時，試求此感應電動機之啟動定子電流大小？若將此一感應機應用至風力發電系統，並透過齒輪組帶動使其轉速達到 1890rpm（端電壓仍維持額定值），則此時的定子線圈輸出之三相實功率為多少 W？

【擬答】：



$$\text{定子啟動電流 } I_s = \frac{\frac{380}{\sqrt{3}}}{0.35 + j0.8 + (j600) // \left( \frac{0.35}{S} + j0.8 \right)}$$

$$I_s = \frac{\frac{380}{\sqrt{3}}}{0.35 + j0.8 + (j600) // \left( \frac{0.35}{1} + j0.8 \right)} \approx 50.353 - j115.183 = 125.708 \angle -66.387^\circ \text{ A}$$

$$\text{轉速達到 } 1890\text{rpm} \text{ 時轉差率為 } S = \frac{\frac{120}{P} \times f - 1890}{\frac{120}{P} \times f} \times 100\% = \frac{\frac{120}{4} \times 60 - 1890}{\frac{120}{4} \times 60} \times 100\% = -5\%$$

輸出電流等於輸入電流加負號

$$I_o = -I_i = - \frac{\frac{380}{\sqrt{3}}}{0.35 + j0.8 + (j600) // \left( \frac{0.35}{-5\%} + j0.8 \right)} \approx 6.6304 - j1.6803 = 6.84 \angle -14.22^\circ \text{ A}$$

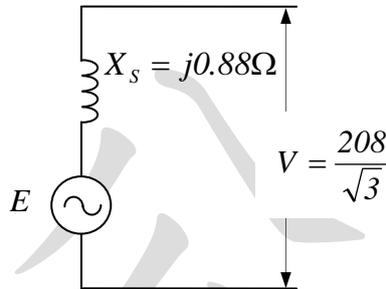
公職王歷屆試題 (103 高普考)

輸出之三相實功率

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} V_l \times I_o \times \cos 14.22^\circ = \sqrt{3} \times 380 \times 6.84 \times \cos 14.22^\circ \approx 4364 \text{ W} = 4.364 \text{ kW}$$

四、將一個 208V, 60Hz 且每相等效同步電抗為  $0.88\Omega$  之三相同步發電機連接至負載側並提供額定電壓時, 該同步機將可提供 9kW, 功率因數為 0.9 滯後的輸出 (假設定子線圈電阻遠小於同步電抗, 而電機之激磁場、機械與鐵芯損失亦可以忽略)。試求此時該同步發電機之電壓調整率及效率各為多少%?

【擬答】：



$$\text{輸出電流 } I_o = \frac{P_o}{\sqrt{3} \times V_l \times I_l \times \cos \theta} \angle (-\cos^{-1} 0.9)^\circ = \frac{9 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 208 \times 0.9} = 27.76 \angle -25.842^\circ \text{ A}$$

$$\text{每相感應電勢 } E = \frac{208}{\sqrt{3}} + j0.88 \times 27.76 \angle -25.842^\circ = \frac{208}{\sqrt{3}} + 24.4288 \angle 64.158^\circ$$

$$E = 130.737 + j21.986 = 132.573 \angle 9.546^\circ$$

$$\text{電壓調整率 } \varepsilon\% = \frac{132.573 - \frac{208}{\sqrt{3}}}{\frac{208}{\sqrt{3}}} \times 100\% = 10.396\%$$

由題意：“假設定子線圈電阻遠小於同步電抗, 而電機之激磁場、機械與鐵芯損失亦可以忽略”表示電路無損失, 也無機械損; 亦即總損失  $P_{loss}$  趨近於零。

$$\text{效率 } \eta\% = \frac{P_o}{P_o + P_{loss}} \times 100\% = 100\%$$