

104 年公務人員特種考試關務人員考試、104 年特種考試身心障礙

人員考試及 104 年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

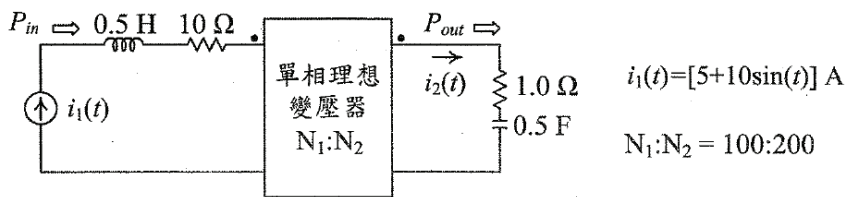
考試別：關務人員考試

等 別：三等考試

類 科：電機工程

科 目：電機機械

一、若下圖所示的理想單相變壓器內部沒有任何鐵損與銅損消耗，則此電路中變壓器的輸出電流 $i_2(t)$ 的表示式為何？而此電路的輸入與輸出實功率 (P_{in} 及 P_{out}) 的平均值各為多少瓦 (W)？電路的整體操作效率 (P_{out}/P_{in}) 又為多少%？(25 分)



【解】

直流成分無法感應至二次側

$$\text{交流成分 } i_{1,AC}(t) = 10\sin(t) \text{ A}, \quad i_2(t) = \frac{100}{200} \times 10\sin(t) = 5\sin(t) \text{ A}$$

直流成分輸出功率為 0 W

$$\text{直流成分輸入功率為 } I^2 R = 5^2 \times 10 = 250 \text{ W}$$

$$\text{一次側交流有效值為 } I_1 = \frac{10}{\sqrt{2}} \text{ A}, \quad I_2 = I_1 \times \frac{N_1}{N_2} = \frac{10}{\sqrt{2}} \times \frac{100}{200} = \frac{5}{\sqrt{2}} \text{ A}$$

$$\text{交流成分輸入功率為 } I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = \left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 10 + \left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 1 = 512.5 \text{ W}$$

$$\text{交流成分輸出功率為 } I_2^2 R_2 = \left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 1 = 12.5 \text{ W}$$

$$\text{總輸入功率 } P_{in} = 250 + 512.5 = 762.5 \text{ W}$$

$$\text{總輸出功率 } P_{out} = 0 + 12.5 = 12.5 \text{ W}$$

$$\text{效率 } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = 1.64\%$$

二、如果有一台額定 200V，1.0kW，電樞電阻為 0.05Ω 之直流他激式 (Separately excited) 電動機的旋轉摩擦等機械損耗均可以忽略，而且電樞線圈的輸入電壓及轉軸所連接的機械負載均固定在它的額定量 (200V，1.0kW)。若輸入至電動機的磁場電流為 2.0 安培 (A)，而轉子的機械轉速為 1000 轉/分 (rpm)，則此時的電樞電流為多少 A？若此電動機的激磁特性可假設為線性 (沒有磁飽和現象發生)，則將此其磁場電流由 2.0A 降低至 1.95A 時，其轉速將提升至多少 rpm？(25 分)

【解】

$$\text{機械負載} = E_b \times I_a = (V - I_a R_a) \times I_a, \quad 1.0kW = (200 - I_a \times 0.05) \times I_a$$

公職王歷屆試題 (104 年關務考試)

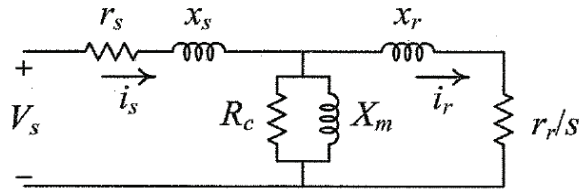
得電樞電流 $I_a = 5 A$

原 $E_b = 200 - 5 \times 0.05 = 199.75 V = k\phi n = k\phi \times 1000$

新 $E_b' = 200 - 5 \times 0.05 = 199.75 V = k\phi'n' = k \times \frac{1.95}{2} \times \phi \times n'$

新轉速 $n' = 1025.64 \text{ rpm}$

三、某台三相四極，額定為 380V，60Hz，2.0hp，Y 型連接之感應電動機等效至定子側的等效電路如下圖所示，其中的四個參數分別為： $r_s = 0.5\Omega$ ， $r_r = 0.5\Omega$ ， $x_s = 0.66\Omega$ ， $x_r = 0.66\Omega$ 。而若在轉軸不加任何負載並忽略其轉動機械損失的情況下，對其定子側線圈輸入具額定頻率的電壓，可以量測到每相定子線圈的輸入線電流為 0.1833A，而需要消耗的三相總功率共為 72.2W，試求出另外兩個參數 R_c 及 X_m 。又此一感應電動機在外加額定電壓啟動時等效至定子側的定子及轉子電流 (i_s 及 i_r) 各為多少 A？



【解】

忽略轉動機械損，在不加任何負載時代表 $\frac{r_r}{s} \approx \infty$

無載功率因數 $\cos \theta = \frac{P}{S} = \frac{72.2}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.1833} = 0.6$ ， $\theta \approx 53^\circ$

$V_{R_c} = V_{X_m} = \frac{380}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - (0.5 + j0.66) \times 0.1833 \angle -53^\circ = 219.24132 \angle 0.0001^\circ \approx 219.24 \angle 0^\circ$ 每相無載實功率

$= \frac{72.2}{3} = I^2 \times r_s + \frac{(V_{R_c})^2}{R_c} = 0.1833^2 \times 0.5 + \frac{219.24^2}{R_c}$

$R_c = 1998.605 \Omega$

每相無載虛功率 $= \frac{\sqrt{3} \times 380 \times 0.1833 \times \sin 53^\circ}{3} = I^2 \times x_s + \frac{(V_{X_m})^2}{X_m} = 0.1833^2 \times 0.66 + \frac{219.24^2}{X_m}$

$X_m = 1497.633 \Omega$

每相電流 $i_s = \frac{V_p}{r_s + jx_s + \left[R_c // jX_m // \left(\frac{r_r}{s} + jx_r \right) \right]}$

啟動時 $s = 1$ ，每相啟動電流 $i_s = \frac{\frac{380}{\sqrt{3}}}{0.5 + j0.66 + \left[1998.605 // j1497.633 // \left(\frac{0.5}{1} + j0.66 \right) \right]}$

$i_s = 80.03 - j105.64 = 132.528 \angle -52.853^\circ A$

公職王歷屆試題 (104 年關務考試)

$$i_r = \frac{\frac{380}{\sqrt{3}} - (132.528 \angle -52.853^\circ) \times (0.5 + j0.66)}{\frac{0.5}{1} + j0.66} = 132.433 \angle -52.85^\circ \text{ A}$$

四、如果有一台三相八極，380V，50Hz 之同步電動機的定子電阻可以忽略，而其每相等效同步電抗為 0.75Ω 。若此電動機的鐵芯及旋轉機械損失均可以忽略，當輸入額定電壓並連接一大小為 3.0 kW 之機械負載至此電動機之轉軸時，其操作功因為 0.9 滯後。試問在不改變此同步電動機激磁的前提下，此同步電動機在理論上可以提供的最大功率為多少 W？而此時對應的電動機轉子機械轉速為多少 rpm？輸出轉矩又為多少牛頓-米(N-m)？(25 分)

【解】

$$\text{相電流 } I = \frac{\frac{3.0 \text{ kW}}{3}}{\frac{380}{\sqrt{3}} \times 0.9} = 5.06 \text{ A}, \quad \cos \theta = 0.9, \quad \therefore \theta = 25.84^\circ$$

$$\text{每相電樞電壓 } E = \frac{380}{\sqrt{3}} - j0.75 \times 5.06 \angle -25.84^\circ = 217.74 - j3.42 = 217.76 \angle -0.899^\circ$$

$$\text{每相 } P_o = \frac{V \times E}{X_s} \sin \delta = P_{\max} \times \sin \delta, \quad P_{\max} = \frac{P_o}{\sin \delta}$$

$$\text{三相最大功率輸出 } P_{3\phi \max} = 3 \times P_{\max} = 3 \times \frac{\frac{3.0 \text{ kW}}{3}}{\sin 0.899^\circ} = 191.21 \text{ kW}$$

$$\text{轉子轉速 } n = \frac{120}{P} \times f = \frac{120}{8} \times 50 = 750 \text{ rpm}$$

$$\text{輸出轉矩 } T = \frac{P_o}{\omega}$$

$$3.0 \text{ kW 輸出時 } T = \frac{3.0 \text{ kW}}{2\pi \times \frac{750}{60}} = 38.20 \text{ 牛頓-米}$$

$$\text{三相最大功率輸出時之輸出轉矩為 } T = \frac{191.21 \text{ kW}}{2\pi \times \frac{750}{60}} = 2434.56 \text{ 牛頓-米}$$