



102年公務人員高等考試三級考試試題

代號：35970

全一頁

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、設有一「 Π 」型電磁鐵，截面積為 50 cm^2 ，其上繞有 200 匝的線圈，線圈總電阻值為 3Ω 。將該電磁鐵用來舉起一 100 公斤重的厚鐵板，電磁鐵與厚鐵板的兩接觸面因鐵板表面粗糙而形成兩處長度為 0.2 cm 的氣隙。設自由空間的導磁係數 μ_0 為 $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ ，若不計電磁鐵以及厚鐵板的磁阻，試求應施加於電磁鐵線圈的最小電壓值。(20分)
- 二、考慮旋轉電機（直流機、交流機）的兩種繞組：電樞繞組、磁場繞組。試說明該兩種繞組的功能並比較直流機與交流機在裝設該兩種繞組位置的差異，以及分析兩種交流機（同步發電機、感應電動機）在轉子構造、轉子繞組、機械轉速的不同。(20分)
- 三、設有一 230 V 外激式 (separately excited) 直流電機，其電動勢常數 $K=212.21 \text{ V} \cdot \text{s/Wb} \cdot \text{rad}$ 、電樞電阻 $R_a=0.278 \Omega$ 、每極之磁通為 0.01 Wb 。將端電壓 V_t 設定為 230 V 且電樞電流 I_a 設定為 36 A 情況下，試計算若作為發電機運轉時之轉速，若作為電動機運轉時之轉速，以及若作為電動機輸出 10 HP 至機械負載時之旋轉損失。(20分)
- 四、設有一 Y 接、二極、60 Hz、13.8 kV、10 MVA、功率因數 0.8 落後之同步發電機，其同步電抗為每相 10Ω ，電樞電阻為每相 2.0Ω 。此發電機與大型電力系統（無限匯流排）並聯運轉。試求此發電機運轉在額定運轉下之內電壓與轉矩角，以及若磁場電流為定值且可忽略電樞電阻情形下此發電機之最大輸出功率。(20分)
- 五、設有一 50 HP、460 V、60 Hz、865 rpm 的三相感應電動機，連接至三相、460 V、60 Hz 的電源，於額定輸出下運轉，此時輸入功率與輸入電流分別為 43.75 kW 與 61 A。已知換算至定子側的每相等效電路參數 $R_1=0.15 \Omega$ ，且在額定轉速時的旋轉損失為 1050 W。試求此電動機滿載時的功率因數及效率、轉子銅損、鐵損。(20分)



申論題解答

102年高考 電機機械

$$R_g = \frac{2l_g}{\mu_0 A_g} = \frac{2 \times 0.002}{4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times 10^{-4}}$$

$$= 636619.7 \text{ AT/Wb}$$

$$L = \frac{N^2}{R_g} = \frac{200^2}{636619.7} = 0.0628 \text{ H}$$

(其餘磁阻不計)

$$\therefore W = I^2 L = \frac{1}{2} L I^2$$

$$\Rightarrow 100 \times 9.8 \times 0.002 = \frac{1}{2} \times 0.0628 \times I^2$$

$$\Rightarrow I = 7.9 \text{ A}$$

$$\therefore V = I \times R = 7.9 \times 3 = 23.7 \text{ V}$$

二、① 旋轉電機 → 直流機

電樞繞組：用來切割磁場感應電流
(設置轉子) 或是接受電流和磁場產生動力。

磁場繞組：用來產生磁場。
(設置定子)

旋轉電機 → 交流機 (如同步機)

電樞繞組：受旋轉磁場感應電壓-電流
(設置定子) 或接受一電源產生一旋轉磁場

磁場繞組：利用直流產生一固定磁極，用來產生磁場。
(設置轉子)

② 同步發電機

轉子：利用直流電壓產生磁場，再由原動機帶動產生一旋轉磁場。

機械轉速：同步轉速 (旋轉磁場轉速)

感應電動機

轉子：可視為電樞繞組和旋轉磁場切割感應電流而產生一轉矩。

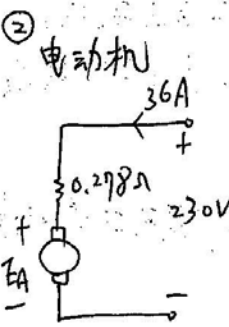
機械轉速：非同步轉速，才能與旋轉磁場作相對運動。



$$E_A = 230 + (36 \times 0.278) = 240.008 \text{ (V)}$$

$$\lambda E_A = k \phi n$$

$$\therefore n = \frac{240.008}{212.21 \times 0.01} = 113.1 \text{ rpm}$$



$$E_A = 230 - (36 \times 0.278) = 219.992 \text{ (V)}$$

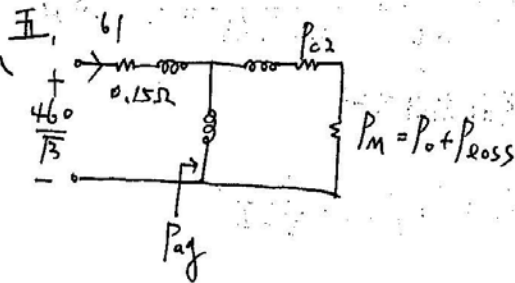
$$\therefore n = \frac{219.992}{212.21 \times 0.01} = 103.7 \text{ rpm}$$

$$\therefore E_A = 11505.6 \text{ V/相}$$

$$\delta = 14.31^\circ$$

② $P_{max} = 3 \times \frac{E_A \times V_b}{X_s}$

$$= 3 \times \frac{11505.6 \times \frac{13800}{\sqrt{3}}}{10} = 27501.03 \text{ kW}$$



① $\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{3}VI} = \frac{43.75 \text{ k}}{\sqrt{3} \times 460 \times 61} = 0.9$

② $\eta = \frac{P_o}{P_{in}} = \frac{50 \times 746}{43.75 \text{ k}} = 0.853$

③ $P_o = 10 \times 746 = 7460 \text{ W}$

$$P_e = E_A \times I_A = 219.992 \times 36 = 7919.7 \text{ W}$$

$$\therefore P_{loss} = P_e - P_o = 7919.7 - 7460 = 459.7 \text{ W}$$

③ $N_r = 865 \text{ rpm} \therefore N_s = 900 \text{ rpm}$

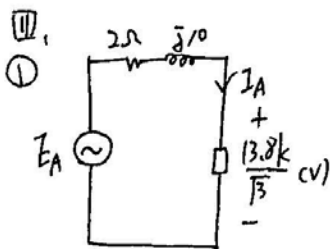
$$\therefore s = \frac{900 - 865}{900} = 0.039$$

$$\therefore P_{02} = \frac{s}{1-s} \times P_m = \frac{0.039}{1-0.039} \times (50 \times 746 + 1050)$$

$$= \frac{0.039}{0.961} \times 38350 = 1556.3 \text{ W}$$

④ $P_{01} = 3 \times I_1^2 \times R_1 = 3 \times 61^2 \times 0.15 = 1674.5 \text{ W}$

$$P_{ag} = P_{02} + P_m = 1556.3 + 38350 = 39906.3 \text{ W}$$



$$I_A = \frac{S}{\sqrt{3}V} = \frac{10 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 13.8 \text{ k}} = 418.4 \angle -36.9^\circ \text{ A}$$

$$\therefore E_A = \frac{13.8 \text{ k}}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + 418.4 \angle -36.9^\circ (2 + j10)$$

$$= 11505.6 \angle 14.31^\circ \text{ V/相}$$

$$\therefore P_{loss} = P_{in} - P_{01} - P_{ag}$$

$$= 43750 - 1674.5 - 39906.3 = 2169.2 \text{ W}$$