

110 年公務人員特種考試關務人員考試試題

考試別：關務人員考試

等 別：四等考試

類 科：電機工程

科 目：電工機械概要

一、某台三相、Y接、4極、圓筒型同步發電機，額定為 100 kVA、380 V（線電壓）、60 Hz。開路實驗時，在發電機電樞端為額定電壓，量測激磁繞組的電流為 8 A；短路實驗時，在發電機電樞端為額定電流，量測激磁繞組的電流為 4.5 A。忽略損失及磁飽和現象，試求：

(一) 短路比 (short circuit ratio, SCR) 及每相同步電抗為多少 Ω ? (10 分)

(二) 在發電機電樞端為額定電壓、電流、頻率，且功率因數為 0.8 落後，計算此發電機的電樞電流、輸出總實功率、輸出總虛功率及激磁繞組的電流。(15 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★

2. 《解題關鍵》短路比、感應電勢

【擬答】

$$(一) \text{ 短路比} = \text{S.C.R} = \frac{I_{fo}}{I_{fs}} = \frac{8}{4.5} = \frac{16}{9}$$

$$\text{阻抗基值 } Z_b = \frac{V^2}{S} = \frac{380^2}{100kVA} = 1.444\Omega$$

$$X_{SPU} = \frac{1}{\text{S.C.R}} = \frac{9}{16} \text{ pu}$$

$$\text{每相同步電抗 } X_S = X_{SPU} \times Z_b = \frac{9}{16} \times 1.444 = 0.8125\Omega$$

$$(二) \text{ 電樞電流} = \frac{100kVA}{\sqrt{3} \times 380} = 151.9343A$$

$$\text{輸出總實功率} = 100kVA \times 0.8 = 80kW$$

$$\text{輸出總虛功率} = 100kVA \times 0.6 = 60kVAR$$

$$\text{滿載內感應電勢} = \frac{380}{\sqrt{3}} + 151.9343 \angle -36.87^\circ \times j0.81225 = 309.6015 \angle 18.6^\circ V$$

$$\frac{380}{\sqrt{3}} = \frac{309.6015}{I_f}, \text{ 激磁繞組的電流 } I_f = 11.2894A$$

二、某台永磁式直流電動機的電樞電阻為 0.4Ω ，已知轉速為 1200 轉/分時其反電動勢 (back-EMF) 為 100 V。忽略旋轉機械損及鐵心損，試求：

(一)當外加電樞端電壓為 150 V，且轉速為 1740 轉/分，計算此電動機的電樞電流及電磁轉矩。
(10 分)

(二)同(一)條件的電磁轉矩，且轉速為 960 轉/分時，計算外加的電樞電壓、輸入功率及電樞電阻的損失。(15 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★

2. 《解題關鍵》 $E=K\omega$ 、 $T=K I_a$

【擬答】

$$(一) E=K\omega, 100=K \times 2\pi \times \frac{1200}{60}, K=\frac{5}{2\pi}$$

$$1740\text{rpm 時之反電勢}=K \times 2\pi \times \frac{1740}{60}=145V$$

$$\text{電樞電流 } I_a=\frac{150-145}{0.4}=12.5A$$

$$\text{電磁轉矩 } T=K I_a=\frac{5}{2\pi} \times 12.5=\frac{125}{4\pi} \text{ N-m}$$

$$(二)\text{反電勢為 } E'=K\omega'=\frac{5}{2\pi} \times 2\pi \times \frac{960}{60}=80V$$

$$\text{同條件(一)即 } I_a=12.5A$$

$$\text{外加電壓 } V'=80+0.4 \times 12.5=85V$$

$$\text{輸入功率}=85 \times 12.5=1062.5W$$

$$\text{電樞電阻損失}=I^2R=12.5^2 \times 0.4=62.5W$$

三、某台單相變壓器的額定為 120 kVA、3300 V : 240 V、60 Hz，假設為理想變壓器，試求：

(一)低壓側繞組的匝數為 160 匝，計算高壓側繞組的匝數。(5 分)

(二)計算高壓側及低壓側繞組的額定電流。(10 分)

(三)若高壓側的端電壓為 3025 V，負載阻抗為 $0.4+j0.3\Omega$ 接於低壓側端，計算高壓側的電流及負載消耗功率。(10 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《解題關鍵》匝數比、高低壓側阻抗變換

【擬答】

$$(一)\frac{N_1}{N_2}=\frac{V_1}{V_2}, \frac{N_1}{160}=\frac{3300}{240}, N_1=2200 \text{ 匝}$$

$$(二)\text{高壓側額定電流} \frac{120kVA}{3300}=\frac{400}{11}A$$

$$\text{低壓側額定電流} \frac{120kVA}{240}=500A$$

$$(三)\text{負載等校至高壓側時為 } (0.4+j0.3) \times \left(\frac{3300}{240}\right)^2=\frac{605}{8}+j\frac{1815}{32}=\frac{3025}{32} \angle 36.87^\circ \Omega$$

$$\text{電壓為 } 3025V \text{ 時高壓側電流}=\frac{3025}{\frac{3025}{32} \angle 36.87^\circ}=32 \angle -36.87^\circ A$$

$$\text{負載消耗功率}=32^2 \times \frac{605}{8}=77440W$$

四、某台單相、220 V、60 Hz、兩極的電容起動型感應電動機。在額定電壓及頻率操作，轉速為 3510 轉/分，電動機的輸入電流為 4 A，功率因數為 0.7 落後、效率為 70%，試求：

(一) 電動機的滑差率、輸出功率、輸出轉矩。(10 分)

(二) 電動機端並聯電容器，以改善功率因數為 1.0，計算此並聯電容值及電源提供電流。(15 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《解題關鍵》轉差率、轉矩公式、功率因數改善

【擬答】

$$(一) N_s = \frac{120}{P} f = \frac{120}{2} \times 60 = 3600 \text{ rpm}$$

$$\text{滑差率 (轉差率) } s = \frac{3600 - 3510}{3600} \times 100\% = 2.5\%$$

$$\text{輸出功率} = 220 \times 4 \times 0.7 \times 70\% = 431.2 \text{ W}$$

$$\text{輸出轉矩} = \frac{P_o}{\omega} = \frac{431.2}{2\pi \times \frac{3510}{60}} = 1.1731 \text{ N-m}$$

$$(二) \text{消耗之虛功率} = 220 \times 4 \times \sin(\cos^{-1}0.7) = 628.4457 \text{ VAR}$$

$$\text{改善容抗 } X_C = \frac{220^2}{628.4457} = 77.0154 \Omega$$

$$\text{所須並聯電容值 } C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 77.0154} = 3.44422 \times 10^{-5} \text{ F} = 34.4422 \mu\text{F}$$

功率因數為 1 時視在功率等於實功率

$$\text{電源提供電流 } I = \frac{220 \times 4 \times 0.7}{220} = 2.8 \text{ A}$$