

108 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：四等考試

類 科：電力工程

科 目：電工機械概要

一、某一台額定為 200kVA、2400V：240V、60Hz 的單相變壓器，高壓側等效電路的參數如下：串聯阻抗為 $0.432+j0.576\Omega$ ，鐵損等效電阻為 $2.88k\Omega$ ，激磁電抗為 $1.15k\Omega$ 。若低壓側接單相負載，負載端電壓為 240V，頻率為 60Hz，實功率為 120kW，功率因數為 0.6 滯後，試求變壓器的銅損、鐵損、效率及電壓調整率。(效率及電壓調整率的數值寫至小數點第三位)(25 分)

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》

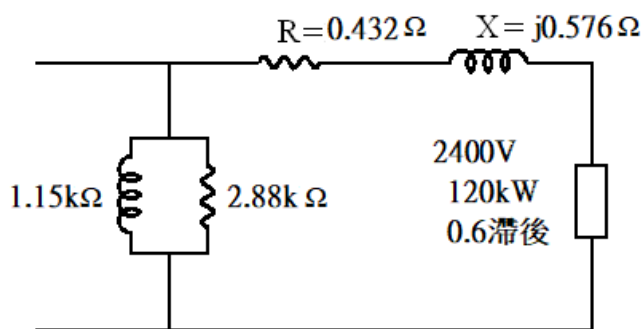
串聯電阻乘以電流平方→銅損

電壓平方除以鐵損等效電阻→鐵損

電壓調整率=(無載電壓減負載端電壓)除以負載端電壓

【擬答】

等效到高壓側電路：



$$\text{負載電流 } I_H = \frac{120k}{0.6 \times 2400} \angle -53^\circ = \frac{250}{3} \angle -53^\circ \text{ A}$$

$$\text{銅損：} P_c = \left(\frac{250}{3} \right)^2 \times 0.432 = 3000 \text{ W}$$

$$\text{電源端電壓 } V_s = 2400 + \left(\frac{250}{3} \angle -53^\circ \right) \times (0.432 + j0.576) = 2460 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$\text{鐵損：} P_i = \frac{2460^2}{2.88k} = 2101.25 \text{ W}$$

$$\text{效率：} \eta\% = \frac{120k}{120k + 2101.25 + 3000} \times 100\% = 95.922\%$$

$$\text{電壓調整率：} \varepsilon\% = \frac{2460 - 2400}{2400} \times 100\% = 2.5\%$$

二、某一台三相、Y 接、60Hz、100kVA、460V (線電壓)、8 極的同步發電機，每相的等效同步電抗 X_S 為 0.4 標么，以額定為基值，忽略電樞電阻及旋轉損失。在額定電壓及頻率操作，若感應電勢 (內部電壓) 與發電機端電壓相同皆為額定電壓，且功率角 (power angle) 為 21 度，試求此發電機的輸出電流、輸出總實功率、輸出總虛功率、轉速及電磁轉矩。(25 分)

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》 $P = \frac{E \times V}{X} \times \sin \delta^\circ$ 、 $T = \frac{P_{3\phi}}{\omega}$

【擬答】

輸出總實功率： $P_{3\phi} = 100kVA \times \left(\frac{1 \times 1}{0.4} \times \sin 21^\circ \right) = 89591.987 \text{ W}$

輸出電流： $I_L = \left(\frac{100k}{\sqrt{3} \times 460} \right) \cdot \left(\frac{1 \angle 21^\circ - 1 \angle 0^\circ}{j0.4} \right) \approx 114.36275 \angle 10.5^\circ \text{ A}$

輸出總虛功率： $Q_{3\phi} = \sqrt{3} \times 460 \times 114.36275 \times \sin 10.5^\circ = 16604.893 \text{ VAR}$

轉速： $N_s = \frac{120}{P} \times f = \frac{120}{8} \times 60 = 900 \text{ rpm}$

電磁轉矩： $T = \frac{P_{3\phi}}{\omega} = \frac{89591.987 \text{ W}}{2\pi \times \frac{900}{60}} = 950.601 \text{ N-m}$

三、某一台三相、Y 接、200V (線電壓)、50Hz、8 極之感應電動機，在額定電壓及頻率操作下，輸出總功率為 2kW、滑差率為 0.03、輸入的功率因數為 0.8 滯後，銅損、鐵損及旋轉損失的總損失為 250W。試求此感應電動機的轉速、轉子側導體電流頻率、輸入電流、輸出轉矩及效率。(25 分)

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》 $N_r = N_s (1 - S) = \frac{120}{P} \times f \times (1 - S)$ 、 $f_2 = S \times f_1$ 、 $T = \frac{P_{3\phi}}{\omega}$

【擬答】

轉速： $N_r = N_s (1 - S) = \frac{120}{P} \times f \times (1 - S) = \frac{120}{8} \times 50 \times (1 - 0.03) = 727.5 \text{ rpm}$

轉子頻率： $f_2 = S \times f_1 = 0.03 \times 50 = 1.5 \text{ Hz}$

輸入電流： $I = \frac{2k + 250}{0.8 \times \sqrt{3} \times 200} = 8.119 \text{ A}$

$$\text{輸出轉矩：} T = \frac{P_{3\phi}}{\omega} = \frac{2k}{2\pi \times \frac{727.5}{60}} = 26.252 \quad N-m$$

$$\text{效率：} \eta\% = \frac{2k}{2k + 250} \times 100\% = 88.889\%$$

四、某一台永磁式直流電動機的電樞電阻為 0.8Ω ，當電動機端電壓為 $24V$ 時，電樞電流為 $1.5A$ ，轉速為 1500 轉/分，忽略鐵心磁飽和現象及鐵心損失。試求：

(一)若電動機端電壓為 $6V$ ，且轉速為零，計算此電動機的電磁轉矩 (5 分)

(二)若電動機端電壓為 $24V$ ，且電磁轉矩為 $2.0 N-m$ ，計算此電動機電樞電流、轉速、電樞電阻所消耗的功率及輸入功率。(20 分)

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》 $\frac{E_b \times I_a}{\omega} = T = k\phi I_a$

【擬答】

$$\frac{E_b \times I_a}{\omega} = T = k\phi I_a, \quad \frac{E_b}{\omega} = k\phi, \quad \frac{24 - 1.5 \times 0.8}{2\pi \times \frac{1500}{60}} = k\phi, \quad k\phi = \frac{0.456}{\pi}$$

$$\text{(一)端電壓 } 6V \text{、轉速為零時，電磁轉矩：} T = k\phi I_a = \frac{0.456}{\pi} \times \frac{6}{0.8} = \frac{3.42}{\pi} \quad N-m$$

(二)端電壓 $24V$ 、電磁轉矩 $2.0 N-m$ 時：

$$\text{電樞電流：} T = k\phi I_a, \quad 2 = \frac{0.456}{\pi} \times I_a, \quad I_a \approx 4.385965\pi \approx 13.779 \quad A$$