

類科(別)：電力工程

科 目：電機機械研究

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、兩個激磁繞組的旋轉電機裝置，其磁通鏈 (flux linkage) λ_1 、 λ_2 與電流 i_1 、 i_2 的關係為：

$$\lambda_1 = L_{11}i_1 + L_{12}i_2$$

$$\lambda_2 = L_{21}i_1 + L_{22}i_2$$

$$L_{11} = L_{22} = 2.0 + 20\sin 4\theta_m \text{ mH}$$

$$L_{12} = L_{21} = 40\sin 2\theta_m \text{ mH}$$

其中， θ_m 為定子與轉子的機械角度，試求：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)此裝置共能 (co-energy) $W'_f(i_1, i_2, \theta_m)$ 的表示式；若 $i_1 = i_2 = 2 \text{ A}$ ，計算此裝置的共能對 θ_m 的函數，並標示單位。

(二)此裝置電磁轉矩 $T_e(i_1, i_2, \theta_m)$ 的表示式，若 $i_1 = 2 \text{ A}$ 、 $i_2 = -2 \text{ A}$ ，計算此裝置的電磁轉矩對 θ_m 的函數，並標示單位。

二、單相變壓器的額定為 20 kVA，2400 V：240 V，額定電流的銅損為 400 W，額定電壓及頻率的鐵心損為 200 W，以額定為基值，其等效串聯阻抗標么值為 $0.02 + j0.03$ 。試求：(每小題 5 分，共 20 分)

(一)在額定電壓及電流操作，且功率因數為 0.8 滯後，此變壓器的效率為何？

(二)在額定電壓及電流為 1/2 額定值，且功率因數為 1.0，此變壓器的效率為何？

(三)在額定電壓、電流及功率因數為 0.8 滯後時之電壓調整率為何？

(四)在額定電壓、電流及功率因數為 0.6 超前時之電壓調整率為何？

三、三相凸極型同步電機接至電力系統無限匯流排，且忽略此電機的等效電阻及傳輸線阻抗。若電機的直軸電抗 X_d 大於交軸電抗 X_q ，發電機的相電壓 $\hat{V}_a = V_a \angle 0^\circ$ ，電機內部的感應電勢相電壓 $\hat{E}_f = E_f \angle \delta$ ，其中 δ 為功率角。推導此發電機傳送至匯流排的每相實功率 P 的公式，並繪出 P 與 δ 關係曲線圖，其中 δ 的範圍為 $-180^\circ \leq \delta \leq 180^\circ$ ，說明 δ 與此電機的發電機模式或電動機模式操作關係。(20 分)

四、說明三相感應電動機的電磁轉矩與滑差率 (slip) 曲線的煞車區 (braking region)、電動機區 (motor region) 及發電機區 (generator region) 所對應滑差率範圍及運轉特性。(20 分)

五、永磁式直流電動機的參數如下：

轉速常數 $k_E = 0.5 \text{ V/rad/s}$ ，轉矩常數 $k_T = 0.5 \text{ N-m/A}$ ，

電樞電阻 $R_a = 0.5 \Omega$ ，電樞電感 $L_a = 10 \text{ mH}$ ，

機械慣量 $J_m = 5 \times 10^3 \text{ kg-m}^2$ ，摩擦係數 $B_m = 5 \times 10^{-2} \text{ N-m/rad/s}$ ，

試求：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)當負載轉矩為零時，推導及計算輸入的電壓 V_i 與輸出的轉速 ω_m 在 s 域 (Laplace domain) 的轉移函數。

(二)計算此轉移函數的特徵值 (characteristic value or eigenvalue)，並判斷此系統是否穩定？