

110年專門職業及技術人員高等考試建築師、
24類科技師(含第二次食品技師)、大地工程技師
考試分階段考試(第二階段考試)、公共衛生師
考試暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：電機工程技師
科 目：電力系統
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。

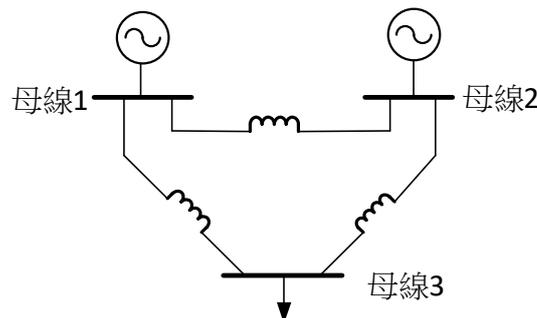
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、(一)若有一具圓型轉子(cylindrical rotor)之同步發電機，其同步感抗大小為 0.7 p.u.。此同步機經兩條感抗均為 0.6 p.u.的並聯輸電線接到無窮母線(infinite bus)。若無窮母線電壓大小為 1 p.u.，此同步發電機的激磁電壓為 1.5 p.u.，且供應到無窮母線的實功率為 0.75 p.u.。則此時的功率角為多少度(degree)？(4分)
- (二)若一凸極式(salient pole)同步發電機併接一無窮母線，以供應功因為 1 的負載 1.0 p.u.。此時若無窮母線電壓大小為 1.05 p.u.且發電機激磁電壓為 1.4 p.u.，功率角為 25 度(degree)，則同步機的直軸和交軸感抗各為多少 p.u.？(16分)

二、如圖之電力系統，若電力系統的 $Y_{bus} = \begin{bmatrix} -j19.98 & j10 & j10 \\ j10 & -j19.98 & j10 \\ j10 & j10 & -j19.98 \end{bmatrix}$ p.u.，

母線 1 為搖擺母線(swing bus)，其電壓大小 $V_1 = 1$ p.u.，相角 0 度；
母線 2 為 PV 母線，其電壓大小 $V_2 = 1.05$ p.u.、相角為 θ_2 且發電量 $P_{G2} = 0.6$ p.u.；
母線 3 為 PQ 母線，其電壓大小為 V_3 、相角為 θ_3 且負載 $P_3 + jQ_3 = 3 + j1$ p.u.。

- (一)寫出注入母線 2 的實功率 P_2 電力潮流方程式(不代入數值)。(5分)
- (二)寫出注入母線 3 的虛功率 Q_3 電力潮流方程式(不代入數值)。(5分)
- (三)若 V_3 初始大小為 1 p.u.、 θ_2, θ_3 的初始值為 0 度。用快速解耦電力潮流法(fast decoupled power flow method)解一次疊代的 θ_3 及 V_3 為何？(10分)



三、若有一配電饋線，電源端電壓大小 1 p.u.、相角 0 度，經一正序感抗大小為 0.1 p.u.的饋線連接至末端負載。若末端 A 相發生單相接地故障，也同時發生 BC 相間故障，此時 A 相故障電流為 $-j9$ p.u.，B 相故障電流為 -6.92 p.u.。試求：

- (一)正序及零序故障電流 (p.u.)。(10 分)
- (二)負序故障電壓 (p.u.)。(5 分)
- (三)饋線零序感抗 (p.u.)。(5 分)

四、如圖之有實功損耗的電力系統，符號 PG1 及 PG2 分別為兩部發電機的實功率發電量。若兩部機組的發電增量成本 (Incremental Cost) 分別為

$$IC1 = 0.007PG1 + 4.0 \text{ \$/MWh (PG1 單位為 MW)}$$

$$IC2 = 0.007PG2 + 4.0 \text{ \$/MWh (PG2 單位為 MW)}$$

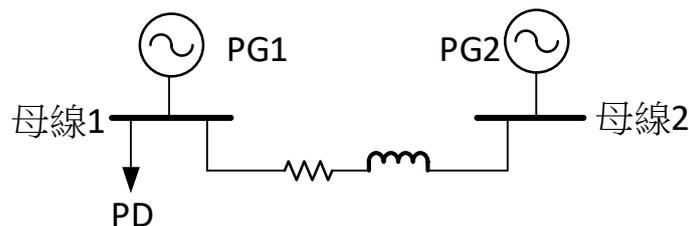
若母線 1 的電壓大小為 1 p.u.、相角 $\theta_1 = 0$ 度 (degree)、負載 PD 為 300 MW (功率基準 = 100 MW)；母線 2 的電壓大小為 1 p.u.、相角 θ_2 度。令符號 $\theta_{12} = \theta_1 - \theta_2$ ，若母線 1 及 2 上實功率 (p.u.) 注入之數學式分別用下列式表示：

$$PG1 - PD = P1 = 3(1 - \cos\theta_{12}) + 10\sin\theta_{12}$$

$$PG2 = P2 = 3(1 - \cos\theta_{12}) - 10\sin\theta_{12}$$

則：

- (一)此電力系統的實功損耗 PL 之數學表示式為何？(5 分)
- (二)母線 2 的增量損失 (dPL/dPG2, incremental loss) 為何？(10 分)
- (三)若初始 $\theta_{12} = -5$ 度，則此時母線 1 的增量成本 (\\$/MWh) 為何？(5 分)



五、若有一部 3 相 Y 接 2500 kVA、6600 V 具圓型轉子的發電機工作在滿載且功因 0.8 滯後的條件，每相同步感抗大小是 8 歐姆，此發電機依其功率角特性 (power angle characteristic) 表示實功率發電量為 $P_{\max} \times \sin\delta$ MW，其中符號 δ 為功率角 (power angle)，(一)試計算電壓調節百分比 (percent voltage regulation)，(5 分) (二)若 δ 的初始值為 10 度 (degree)，不考慮阻尼 (damping) 及控制系統時，則機械輸入功率 (mechanical input power) 至多可突然增加到多少 MW，使得發電機不失去穩定度？(答案以 P_{\max} 表示，15 分)