

等 別：三等考試

類 科：電力工程

科 目：電力系統

考試時間：2 小時

座號：_____

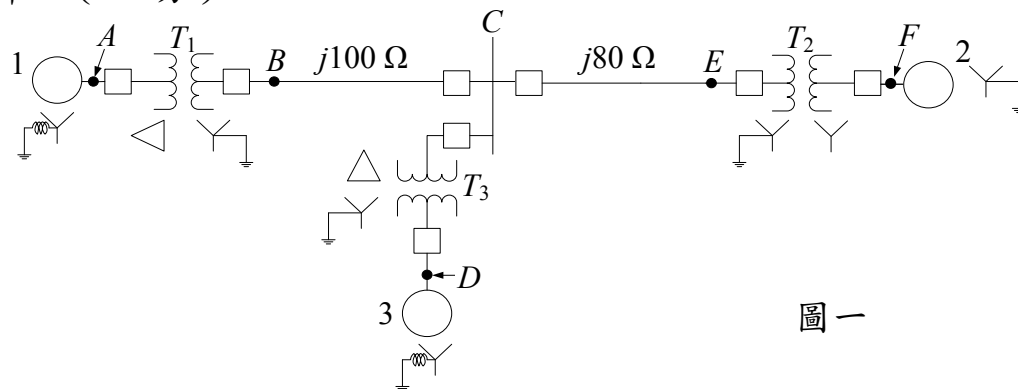
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

一、圖一顯示一個無載電力系統的單線圖，兩部分輸電線路的電抗顯示於圖上。發電機及變壓器的額定如下：

發電機 1：20 MVA，13.8 kV， $X_d'' = 0.20$ 標么發電機 2：30 MVA，18 kV， $X_d'' = 0.20$ 標么發電機 3：30 MVA，20 kV， $X_d'' = 0.20$ 標么變壓器 1：25 MVA，220 Y/13.8 Δ kV， $X = 10\%$ 變壓器 2：單相變壓器，每一個額定為 10 MVA，127/18 kV， $X = 10\%$ 變壓器 3：35 MVA，220 Y/22 Y kV， $X = 10\%$

試繪出此系統之阻抗圖 (Impedance diagram)，將所有的電抗以標么值 (per unit) 標示在圖上，並以相對於單線圖的各點以字母標示。選擇在發電機 1 側，以 50 MVA、13.8 kV 為基準。(20 分)



圖一

二、高壓交流輸電與高壓直流輸電兩者比較情形下，交流輸電優點為何？直流輸電優點為何？請各列兩項。(20 分)

三、一條 320 公里長的輸電線路，在 60 Hz 時有以下參數：

電阻 $r = 0.1305 \Omega/\text{km}$ 每相串聯電抗 $x = 0.485 \Omega/\text{km}$ 每相並聯電納 $b = 3.368 \times 10^{-6} \text{ Siemens/km}$ 每相

如果輸電線在受電端為開路，且受電端電壓維持在 100 kV 線對線 (100 kV line-to-line voltage)，(1)式及(2)式可用來求解送電端電壓與電流的入射及反射成分，試求線路送電端的電壓與電流。

$$V = \frac{V_R + I_R Z_c}{2} e^{\gamma x} + \frac{V_R - I_R Z_c}{2} e^{-\gamma x} \quad (1)$$

$$I = \frac{V_R / Z_c + I_R}{2} e^{\gamma x} + \frac{V_R / Z_c - I_R}{2} e^{-\gamma x} \quad (2)$$

在(1)式及(2)式中，傳播常數 (Propagation constant) γ 與線路特性阻抗 (Characteristic impedance) Z_c 均為複數。傳播常數 $\gamma = \alpha + j\beta$ 的實數部分 α 稱為衰減常數 (Attenuation constant)，單位為每單位長度之奈培 (neper)； γ 的虛數部分 β 稱為相位常數 (Phase constant)，單位為每單位長度之徑度 (radian) 或角度 (degree)。(20 分)

(請接第二頁)

等 別：三等考試
類 科：電力工程
科 目：電力系統

四、圖二(a)為四個匯流排電力系統的單線圖，其中發電機連接至匯流排①和④，四個匯流排的所有負載均已標示。輸電系統的基準值為 100 MVA，230 kV。表一所列資料為四條線路的標稱 π 等效電路上的串聯阻抗 (Series Z) 標么值及線路充電電納 (Shunt Y) 標么值；圖二(b)為圖二(a)的系統中，利用負載潮流 (Load flow) 計算得到連接匯流排①與③的線路之實功 (直線箭頭符號，MW 值) 與虛功 (十字線箭頭符號，MVAR 值) 潮流實際值。

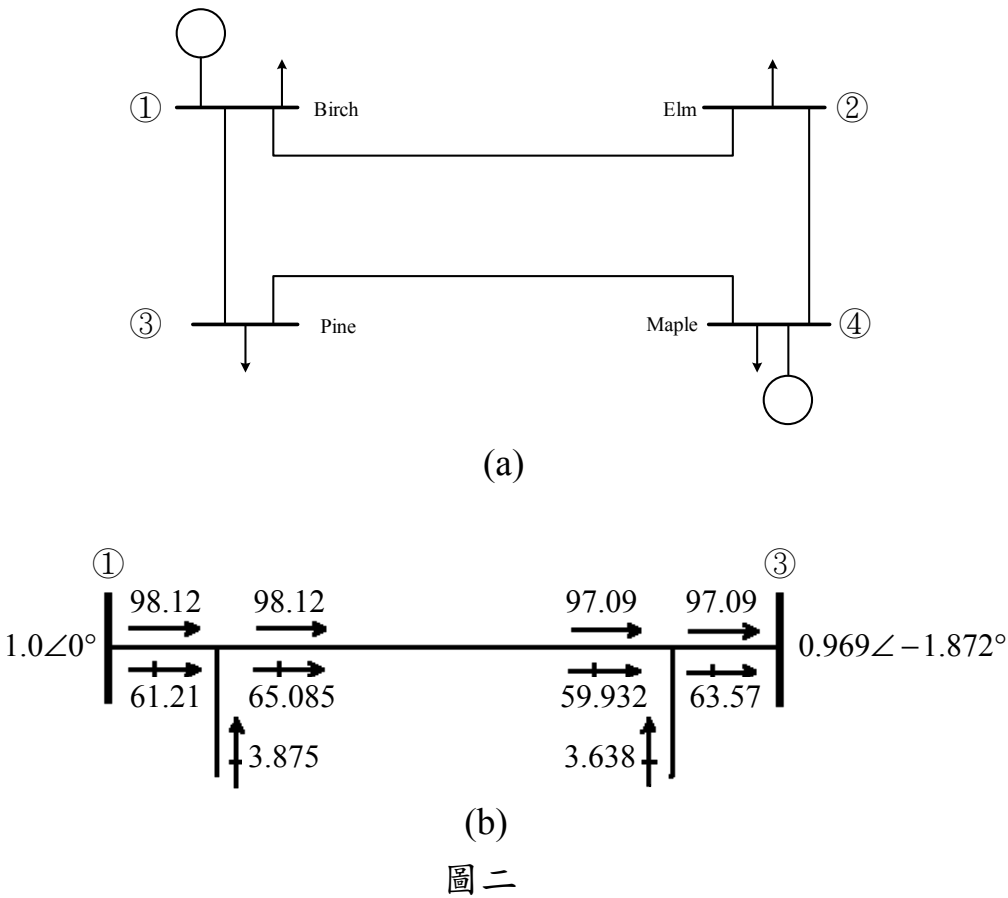
試從圖二(b)所顯示的線路潮流，計算圖二(a)的 230 kV 系統中，從匯流排①到匯流排③的線路等效電路之電流；並利用計算的電流及表一的線路參數，計算 I^2R 實功損失，再將此數值與圖二(b)上計算所得的值比較兩者差異。(20 分)

表一†

線路 bus to bus	Series Z		Series Y=Z ⁻¹		Shunt Y	
	R (per unit)	X (per unit)	G (per unit)	B (per unit)	Total charging MVar‡	Y/2 per unit
1-2	0.01008	0.05040	3.815629	-19.078144	10.25	0.05125
1-3	0.00744	0.03720	5.169561	-25.847809	7.75	0.03875
2-4	0.00744	0.03720	5.169561	-25.847809	7.75	0.03875
3-4	0.01272	0.06360	3.023705	-15.118528	12.75	0.06375

†基準值：100 MVA, 230 kV

‡ 230 kV 時的線路充電虛功 (Charging MVAR) 值



(請接第三頁)

等 別：三等考試

類 科：電力工程

科 目：電力系統

五、有一個由兩座電廠組成的電力系統，具有下列以 100 MVA 為基準，標么值表示的 B 係數（ B -coefficients）矩陣：

$$\begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{10}/2 \\ B_{21} & B_{22} & B_{20}/2 \\ B_{10}/2 & B_{20}/2 & B_{00} \end{bmatrix} = \left[\begin{array}{cc|c} 5.0 & -0.03 & 0.15 \\ -0.03 & 8.0 & 0.20 \\ \hline 0.15 & 0.20 & 0.06 \end{array} \right] \times 10^{-3}$$

兩座電廠的發電機組增量燃料成本（Incremental fuel cost，單位為\$/MWh）分別是

$$\lambda_1 = \frac{df_1}{dP_{g1}} = 0.012P_{g1} + 6.6 \quad \text{及} \quad \lambda_2 = \frac{df_2}{dP_{g2}} = 0.0096P_{g2} + 6.0$$

若第一座電廠供電 $P_{g1} = 200$ MW 及第二座電廠供電 $P_{g2} = 300$ MW，試求每座電廠的罰點因數（Penalty factor），並判斷系統是否在最經濟的情形下運轉？若不是，每座電廠應增加或降低發電量？請說明。（20 分）