

110年公務、關務人員升官等考試、110年交通
事業公路、港務人員升資考試試題

等 級：薦任

類科(別)：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。

(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、如圖一所示之電力系統，二台發電機分別併入二個匯流排並以輸電線連接。

(一)請推導自匯流排 i 傳輸至匯流排 j 之實功率與虛功率公式分別如下：

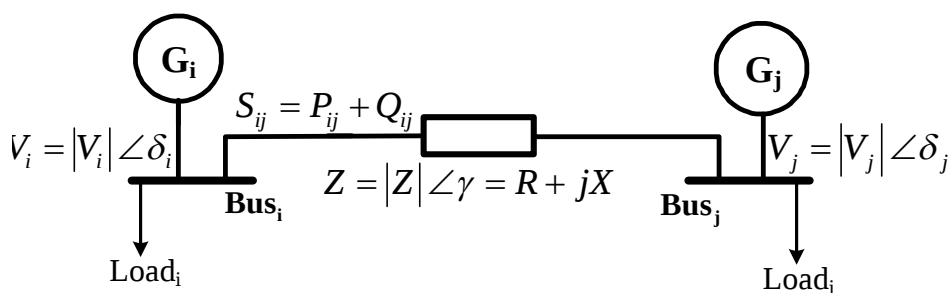
(8 分)

$$P_{ij} = \frac{|V_i|^2}{|Z|} \cos \gamma - \frac{|V_i||V_j|}{|Z|} \cos(\gamma + \delta_i - \delta_j)$$

$$Q_{ij} = \frac{|V_i|}{|Z|} \sin \gamma - \frac{|V_i||V_j|}{|Z|} \sin(\gamma + \delta_i - \delta_j)$$

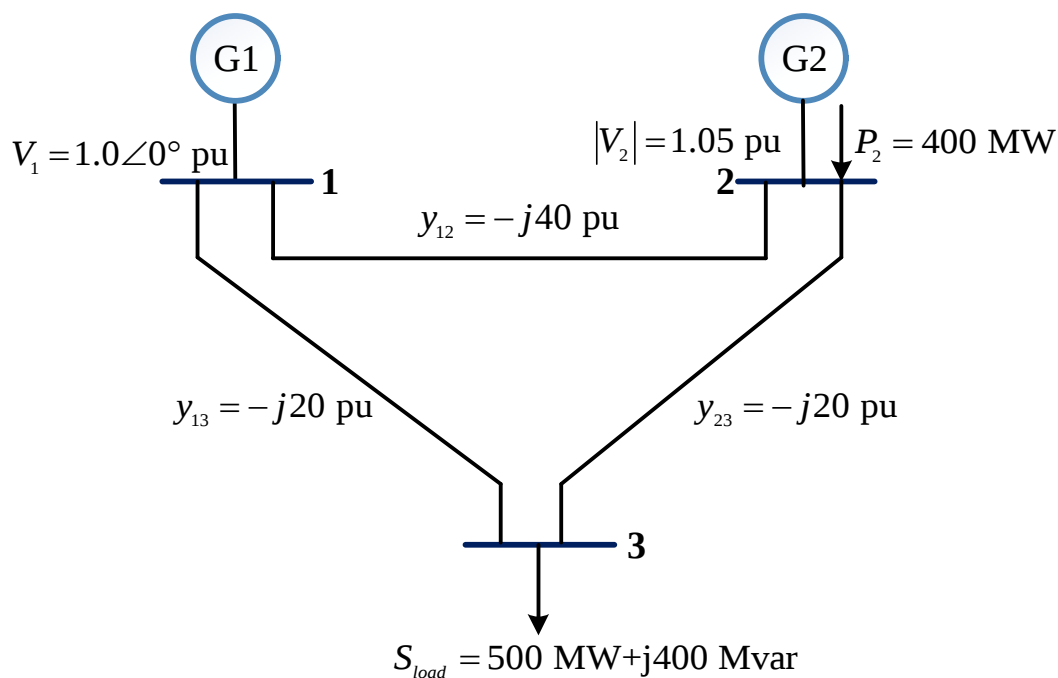
(二)承(一)小題，假設在輸電系統分析中，忽略線路電阻值 ($R=0$)，證明輸電線上的實功率潮流主要受兩端電壓的相角差所支配。(6 分)

(三)承(一)小題，假設在輸電系統分析中，忽略線路電阻值 ($R=0$)，證明輸電線上的虛功率潮流主要受兩端電壓的大小差所支配。(6 分)



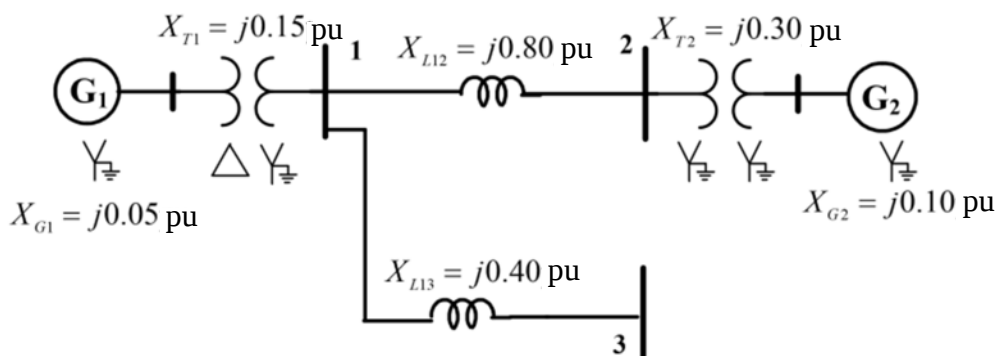
圖一、二個匯流排電力系統單線圖

- 二、如圖二所示之三個匯流排電力系統單線圖，二台發電機分別併入匯流排 1 及 2。匯流排 1 之電壓為 $V_1 = 1.0 \angle 0^\circ$ pu，匯流排 2 之電壓大小固定在 1.05 pu，且發電機輸出實功率為 400 MW。匯流排 3 之負載實、虛功率分別為 500 MW 及 400 Mvar；輸電線阻抗之標示係以 100 MVA 為基準。
- (一) 試求匯流排導納矩陣 Y_{Bus} (bus admittance matrix)。(6 分)
- (二) 試列出匯流排 2 之實功率及匯流排 3 之實功率及虛功率的表示式。(6 分)
- (三) 試利用快速解耦法 (fast decoupled method)，以起始估計值為 $\delta_2^{(0)} = \delta_3^{(0)} = 0^\circ$ ，以及 $|V_3^{(0)}| = 1.0$ 開始，求解匯流排 2 及 3 電壓 (執行到第二次疊代結果)。(8 分)



圖二、三個匯流排電力系統單線圖

- 三、試利用匯流排阻抗構建法 (Z_{bus} building algorithm) 求圖三所示網路的匯流排阻抗矩陣。(20 分)



圖三、電力網路單線圖

四、一 10 MVA、80 kV/20 kV 單相雙繞組變壓器採差動電驛(differential relay)保護。

(一)選擇適當比流器 (CT) 匝數比。(10 分)

表：CT標準匝數比

50 : 5	100 : 5	150 : 5	200 : 5
250 : 5	300 : 5	400 : 5	450 : 5
500 : 5	550 : 5	600 : 5	800 : 5

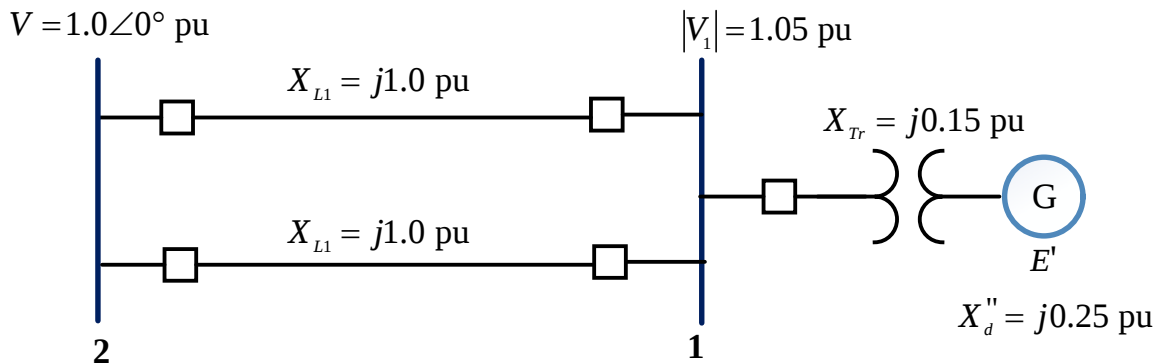
(二)若電驛允許 I_1 與 I_2 之間最高誤差為 25%，求差動電驛 K 值。

$$\left(|I_1 - I_2| > K \left| \frac{I_1 + I_2}{2} \right| \text{跳脫} \right) (10 \text{ 分})$$

五、如圖四所示之電力系統單線圖，發電機經由一台變壓器和雙迴路傳輸線連接到無限匯流排。發電機送出 1.0 pu 的實功率到匯流排 1，匯流排 1 上電壓大小為 1.05 pu，而無限匯流排電壓 $V = 1.0 \angle 0^\circ$ pu。假設 $H = 5$ MJ/MVA、系統頻率為 60 Hz。試求：

(一)功率角方程式。(10 分)

(二)搖擺方程式。(10 分)



圖四、電力系統單線圖