

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。

(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、一條 60 Hz 三相輸電線路，長度為 400 公里。送電端電壓為 220 kV，線路參數為 $R = 0.1243 \Omega/\text{公里}$ ， $X = 0.4971 \Omega/\text{公里}$ ，而 $Y = 3.2934 \mu\text{S}/\text{公里}$ 。試求線路負載在 220 kV 為 80 MW，且功率因數為 1 時，計算送電端之電流、電壓及功率，並計算此線路的電壓調整率（假設送電端電壓維持不變）。

注意：長輸電線路的 ABCD 電路常數為

$$\begin{aligned} A &= \cosh \gamma l & C &= \frac{\sinh \gamma l}{Z_c} \\ B &= Z_c \sinh \gamma l & D &= \cosh \gamma l \end{aligned}$$

其中 l 為輸電線路的長度， $\gamma = \sqrt{zy}$ 為輸電線路的傳播常數， $z = R + jX$ ， $y = jY$ ， Z_c 為輸電線路的特性阻抗 (characteristic impedance)，假設受電端為輸電線路的起始點。
(20 分)

- 二、有一個三匯流排輸電系統 (3-bus transmission system)，匯流排 1 為搖擺匯流排 (swing bus 或 slack bus)，電壓為 $1.05 \angle 0$ 標么 (per unit)；匯流排 2 為負載匯流排 (load bus 或 PQ bus)，其負載為 $P_L + jQ_L = 4 + j2.5$ 標么 (以 100 MVA 為基準)；匯流排 3 為發電機匯流排 (generator bus 或 PV bus)，其電壓大小為 1.04 標么，發電量為 2 標么 (以 100 MVA 為基準)。若此輸電系統以標么值表示之導納矩陣 (admittance matrix, Y_{bus}) 如下 (注意：矩陣內元素的角度單位為弧度，radian)：

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} 53.85165 \angle -1.9029 & 22.36068 \angle 2.0344 & 31.62278 \angle 1.8925 \\ 22.36068 \angle 2.0344 & 58.13777 \angle -1.1071 & 35.77709 \angle 2.0344 \\ 31.62278 \angle 1.8925 & 35.77709 \angle 2.0344 & 67.23095 \angle -1.1737 \end{bmatrix}$$

假設匯流排 2 的初始電壓大小與角度為 $1.0 \angle 0$ ，匯流排 3 的電壓角度初值為 0。試以牛頓-勞福森 (Newton-Raphson) 法求解第一次疊代 (first iteration) 後，匯流排 2 的電壓大小 (標么) 與角度 (弧度)，以及匯流排 3 的電壓角度 (弧度)。(20 分)

- 三、三部發電機組並聯運轉在 60 Hz 下，其額定分別為 300 MW、450 MW 以及 600 MW，其速度下降特性分別為 5%、4% 和 3%。由於負載的改變，在發電機組的負載頻率控制動作發生之前，就以往的經驗，系統頻率會增加 0.4 Hz。試求系統的負載變化量，以及各機組分擔因為負載改變的發電變化量。(20 分)

類 科：電力工程
科 目：電力系統

四、為了滿足穩定度等面積法則的需求，針對故障的清除，有一個臨界角的限制，此角度稱為臨界清除角度 δ_{cr} (critical clearing angle)，如圖 1 所示。若發電機初始運轉在同步轉速且轉子角度為 δ_0 ， δ_{max} 為最大臨界清除角，請依據圖 1，試推導臨界清除角（請以 δ_0 表示）。(20 分)

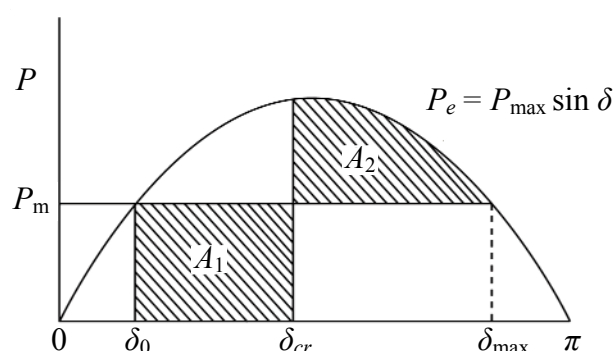


圖 1 顯示臨界清除角 δ_{cr} 的功率-角度曲線。圖中 A_1 與 A_2 面積相等。

五、圖 2 所示為雙繞組變壓器的五種可能連接方式，試繪出對應各變壓器連接方式的零相序電路。(20 分)

情況	符 號	連 接 圖
1		
2		
3		
4		
5		

圖 2 雙繞組變壓器的五種可能連接方式