

110年公務人員高等考試三級考試試題

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、功率因數為落後 0.707 的三相負載自線電壓 440 V 汲取 250 kW 功率，與此負載併聯的是三相電容器組，其汲取 60 kVA 功率。試求總電流及合併的功率因數。(20 分)

二、針對圖 1 的二個匯流排系統， $P_{T2} + jQ_{T2} = 1.2 + j0.5$ ，所有的數值皆為標么 (pu) 值。試執行兩次的高斯賽得電力潮流疊代 (Gauss-Seidel Power Flow Iteration)，求解匯流排 2 的電壓大小及相角。假設匯流排 1 為鬆弛匯流排 (Slack Bus)，且匯流排 2 的初始電壓為 $1.0 \angle 0^\circ$ 。(20 分)

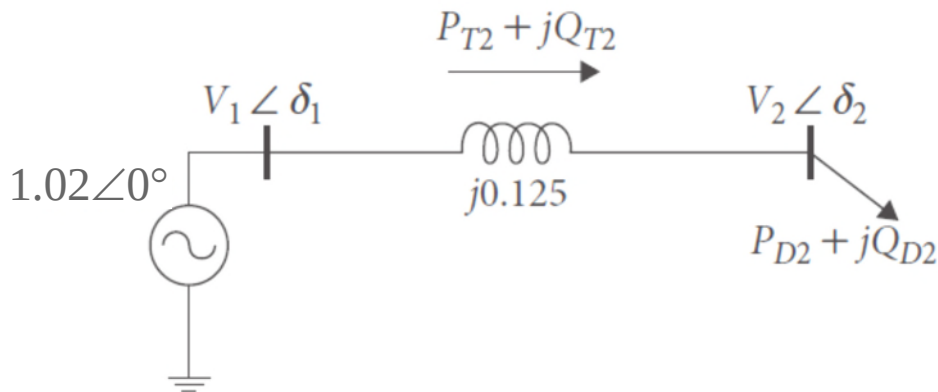


圖 1

三、一部 300 MVA、20 kV 的三相發電機，其次暫態電抗為 20%。此發電機經由 64 公里且二端皆有變壓器的輸電線路供電給數台同步電動機，如圖 2 所示的單線圖。所有電動機的額定皆為 13.2 kV，而且以二台等效電動機來表示。電動機 M_1 的中性點經由電抗接地，而第二台電動機 M_2 的中性點並未接地。電動機 M_1 與 M_2 的額定輸入分別為 200 MVA 與 100 MVA。二台電動機之次暫態電抗 $X_d'' = 20\%$ ，三相變壓器 T_1 的額定為 350 MVA，20 kV/230 kV，其漏磁電抗為 10%；變壓器 T_2 由三個單相變壓器所組成，每一個額定為 127 kV/13.2 kV，100 MVA，漏磁電抗為 10%，輸電線路的串聯電抗為 $0.5 \Omega/\text{km}$ 。假設發電機及電動機的零序電抗為 0.05 標么，發電機及電動機 M_1 的中性點都有 0.4Ω 的限流電抗器。輸電線路的零序電抗為 $1.5 \Omega/\text{km}$ ，試繪出此系統的零序網路，以標么表示。選擇發電機的額定為此系統的基準值。(20 分)

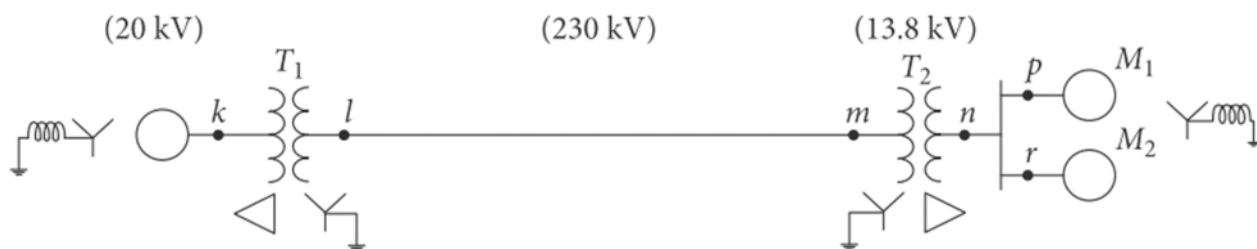


圖 2

四、當一台發電機經由兩條併聯的輸電線路提供電力至無限匯流排時，開啟其中一條線路可能會造成發電機失去同步。在穩態情況下，負載可以經由剩餘的線路供電。如果在兩條併聯線路連接的情形，故障是發生在一條線路的一端，則可將此線路兩端的斷路器開啟，將故障從系統隔離，並允許電力經由另一條併聯的線路流動。當一個三相接地故障發生在兩條併聯的其中一條線路上的某一點時（發生在併聯的匯流排或在線路的末端除外），則在併聯匯流排與故障點之間會有一些阻抗存在。因此，當故障仍存在於系統上時，會有一部分電力被傳送。如果在故障發生前，傳輸的實功率為 $P_{\max} \sin \delta$ ；在故障期間，可以傳輸的實功率為 $r_1 P_{\max} \sin \delta$ ，而當故障在 $\delta = \delta_{cr}$ 瞬間由於開關動作而被清除後（即，開啟故障的線路），可以傳輸的實功率為 $r_2 P_{\max} \sin \delta$ 。檢視圖 3 可發現在此情況下， δ_{cr} 為臨界清除角度。利用 A_1 及 A_2 等面積的程序步驟，試求臨界清除角度 δ_{cr} 。（20 分）

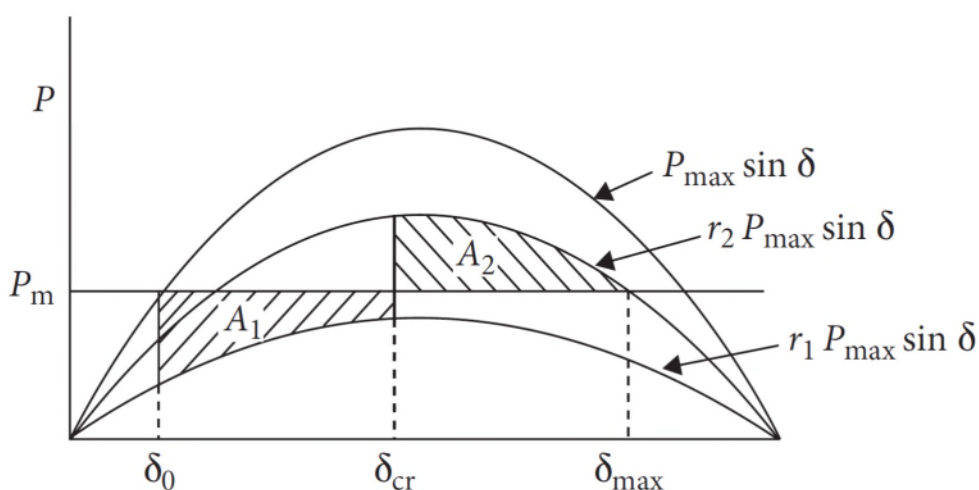


圖 3

五、考慮一個具有 N 台火力發電機組的電力系統，如圖 4 所示。

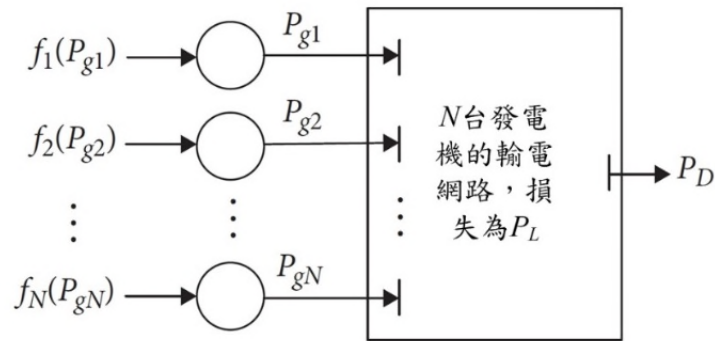


圖 4

針對整個系統，假設所有機組的總燃料成本函數 F （單位：\$/hr）為：

$$F = f_1 + f_2 + \dots + f_N = \sum_{i=1}^N f_i$$

其中個別機組之燃料成本（\$/hr）分別為 $f_1, f_2, \dots, f_N$ 。所有發電機組輸入至電網的功率（MW）總和為：

$$P_{g1} + P_{g2} + \dots + P_{gN} = \sum_{i=1}^N P_{gi}$$

其中 $P_{g1}, P_{g2}, \dots, P_{gN}$ 是個別機組注入電網的輸出功率（MW）。系統的總燃料成本 F 是所有電廠輸出的函數，電力平衡方程式為：

$$P_L + P_D - \sum_{i=1}^N P_{gi} = 0$$

其中 P_D 為系統總負載需求，而 P_L 為該系統的輸電損失且為各發電機輸出功率的二次函數。針對固定的系統負載需求 P_D ，以電力平衡限制為條件。

(一) 試利用拉格朗日乘數法（The Method of Lagrange Multipliers）求得在 F 有極小值（最低總燃料成本）時的系統遞增燃料成本函數 λ （\$/MWh）。（10 分）

(二) 若圖 4 之電力系統由兩座（ $N=2$ ）火力發電廠供電，全部以經濟調度運轉。發電廠 1 的遞增燃料成本為 \$11/MWh，發電廠 2 的遞增燃料成本為 \$13/MWh。那一座電廠有較高的懲罰因數（Penalty Factor）及其值為何？如果每小時增加 1 MW 的總負載供電燃料成本為 \$14，試求電廠 2 的懲罰因數。（10 分）