

109年公務人員高等考試一級暨二級考試試題

等 別：高考一級
類 科：電力工程
科 目：電力系統研究
考試時間：3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。

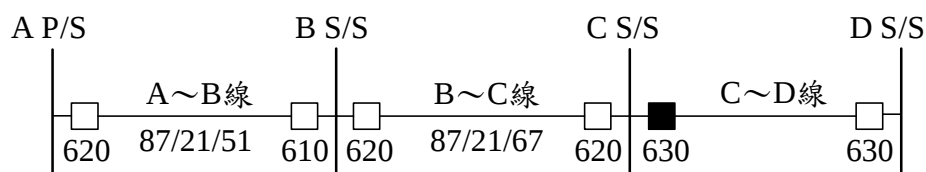
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、考慮如圖一輸電系統之單線圖，匯流排 A 為一次變電所 (Primary Substation, 簡稱 P/S)，匯流排 B、C、D 為二次變電所 (Secondary Substation, 簡稱 S/S)。輸電線路已安裝以下保護電驛：數字標記87為線路電流差動電驛，21為測距電驛。51為延時相間過電流電驛，67為方向性延時相間過電流電驛。使用三種型式之斷路器，編號分別為610、620、630。□代表斷路器為常閉點，而■代表斷路器為常開點。各電驛之保護協調均已經妥適設計，於事故發生後會適時正確跳脫。

(一)請說明測距電驛21之工作原理。(12分)

(二)試繪出該輸電系統各保護裝置之保護區域 (Protection Zone)。(7分)

(三)假設於某日中午12時發生事故，造成 B~C 線路之電驛87動作，造成 B~C 線路跳脫。而於12時0分1.3秒 A~B 線路之電驛51亦動作，而電驛87無動作，造成 A~B 線路跳脫，使得二次變電所 B 與 C 全部停電。請判斷事故發生地點之可能範圍。(6分)



圖一

二、為維持電力供應安全與可靠、確保電力系統穩定、維持電力品質及因應偶發事故，電力系統必須提供適當之備轉容量 (Spinning Reserve)。

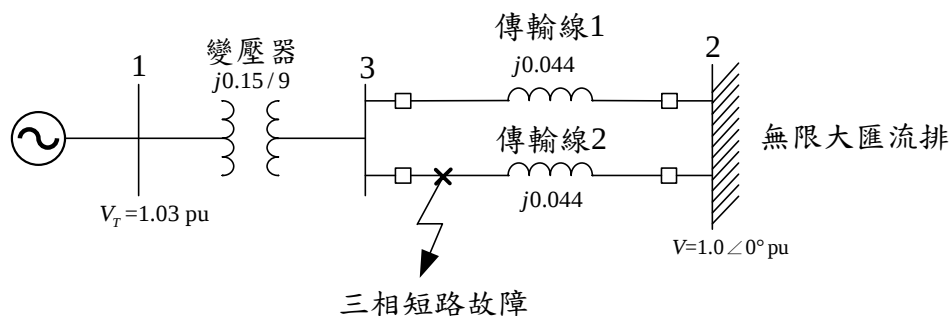
(一)說明備轉容量之定義。(9分)

(二)請依照響應時間分類，說明備轉容量可分為那四類？並請說明各種備轉容量之來源。(16分)

三、兩部相同之三相火力同步發電機 A 與 B，額定輸出為750 MW，同時並聯運轉供電於負載，而原動機 A 與 B 之速度-下垂率（Speed-Droop Characteristic）分別為3%與6%。

- (一)於供電給1200 MW 負載時，系統頻率為60 Hz。若忽略損失，各發電機依其額定輸出發電。請問發電機 A 與 B 之出力各為多少 MW？（6分）
- (二)若負載由1200 MW 增加至1400 MW，而其他輔助控制均未啟動，此時發電機 A 與 B 之出力各為多少 MW？電力系統之頻率為多少 Hz？（12分）
- (三)承小題(二)，若此時電力系統頻率無法回復至60 Hz 之額定值，請問可採取那些措施，使得電力系統頻率及互聯聯絡線的電力潮流維持恆定。（7分）

四、如圖二所示為一單機無限大匯流排電力系統。同步發電機之額定容量為900 MVA，慣量常數 H 為3.50秒，阻尼 D 為0 pu。直軸之次同步電抗 x'_d 為0.24 pu。發電機端電壓 V_T 之振幅值為1.03 pu，無限大匯流排之電壓 V 為 $1.0 \angle 0^\circ$ pu。變壓器阻抗為 $0.15/9$ pu。每條傳輸線阻抗為 0.044 pu。變壓器與傳輸線之阻抗值均以100 MVA 為基準值。



圖二

- (一)若發電機之出力為850 MW，請求出發電機外部匯流排1端之電角與同步發電機之無效功率輸出。（10分）
- (二)若於傳輸線2近3號匯流排處，於時間0時發生三相短路事故，故障傳輸線路2之斷路器瞬間動作，使傳輸線2跳脫。於時間 T 時，該故障線路之斷路器復閉，使傳輸線2重新併網。請以故障前、故障中、與故障後之該系統搖擺方程式，說明於此事故過程中，電力系統之動態響應。（6分）
- (三)為確保該電力系統於此事故過程中，仍可維持暫態穩定度，請以該系統之動能與位能關係，推導出等面積原則。並說明於該事故下，如何計算該斷路器最大容許之復閉時間與臨界清除電角。（9分）