

112 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

考試別：鐵路人員考試

等別：高員三級考試

類科組別：電力工程

科目：電力系統

陳銘 老師解題

一、圖1為一個輻射型電力系統，傳輸線阻抗與操作參數示於圖中。

(每小10分，共20分)

(一)求此系統的匯流排導納(Y)矩陣，並辨別匯流排種類、已知變數與待求未知變數。

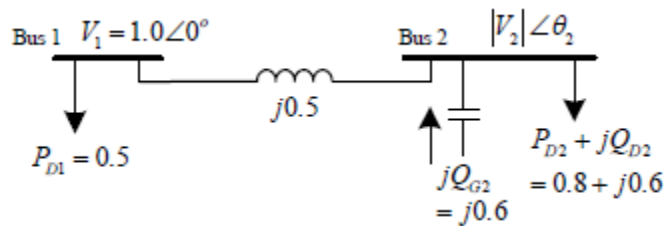
(二)列出使用高斯-賽德(Gauss-Seidel)法求取匯流排2的電壓與相角所需疊代方程式，使用 $V_2=1.0\angle 0^\circ$ 作為初值，列出疊代二次過程與結果。

圖1 一個輻射型電力系統

1. 《考題難易》：★★
2. 《解題關鍵》：瞭解 G-S 迭代法的基本原理
3. 《命中特區》：第3章3-2電力潮流分析範例3

【擬答】：

(一)匯流排導納(Y)矩陣如下

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} -j2 & j2 \\ j2 & -j2 \end{bmatrix}$$

Bus 1 為搖擺匯流排(Swing bus)

可供應輸電線耗損的額外有效與無效功率，對於搖擺匯流排必須限定電壓大小與相角，輸入資料為

$$|V_1|\angle\delta_1$$

電力潮流方程式計算 P_1 與 Q_1 。

Bus 2 為負載匯流排(P、Q bus)

限定有效功率與無效功率，電力潮流方程式計算 $|V_k|$ 與 δ_k 。

(二)迭代方程式如下

$$V_2^{v+1} = \frac{1}{y_{22}} \left[\frac{P_2 - jQ_2}{V_2^{v*}} - y_{21} V_1^v \right]$$

$$\therefore S_{21} = S_{G2} - S_{D2} = j0.6 - (0.8 + j0.6) = -0.8$$

$$\Rightarrow V_2^{v+1} = \frac{1}{-j2} \left[\frac{-0.8}{(V_2^v)^*} - (j2) \times (1.0\angle 0^\circ) \right] = -j \frac{0.4}{(V_2^v)^*} + 1.0$$

假設 $V_2^0 = 1\angle 0^\circ$ ，若依次迭代可得

$$V_2^1 = 1 - j0.4 = 1.0770\angle -21.80^\circ \Rightarrow V_2^2 = 1.1379 - j0.34484 = 1.1890\angle -16.86^\circ$$

公職王歷屆試題 (112 鐵路特考)

二、圖2為一個三相平衡配電系統供電兩組平衡負載電路，電源為a-b-c相序，電源線電壓有效值為3.45kV。兩組負載均為平衡負載，因此在圖2上僅標示每相阻抗值。(每小題10分，共20分)

(一)計算負載吸收總三相總視在功率、總實(有效)功率與總虛(無效)功率。

(二)計算負載匯流排電壓與電壓調整率(V.R.%)。

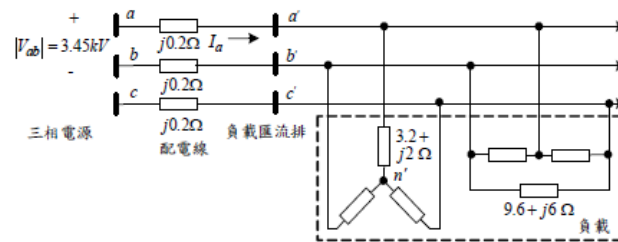


圖2 一個三相平衡配電系統供電兩組平衡負載電路

1. 《考題難易》：★★
2. 《解題關鍵》：先化成Y型等效電路後解題
3. 《命中特區》：第1章1-2平衡與非平衡三相電路內容範例15

【擬答】：

(一)圖中 Δ 之 $Z_{\Delta} = 9.6 + j6$ 化成 Y 型為 $Z_Y = 3.2 + j2$

$$|Z_T| = |(3.2 + j2) // (3.2 + j2) + j0.2| = |1.6 + j1 + j0.2| = 2\Omega$$

電源線電流 I_a 大小為

$$|I_a| = \frac{3450}{\sqrt{3}} = 995.93A$$

負載吸收總實(有效)功率為

$$P_{3\phi} = 3 \times 995.93^2 \times \text{Re}[(3.2 + j2) // (3.2 + j2)] = 3 \times 995.93^2 \times 1.6 = 4761kW$$

總虛(無效)功率為

$$Q_{3\phi} = 3 \times 995.93^2 \times \text{Im}[(3.2 + j2) // (3.2 + j2)] = 3 \times 995.93^2 \times 1 = 2975.629kVAR$$

總視在功率為

$$S_{3\phi} = 3 \times 995.93^2 \times \sqrt{1.6^2 + 1^2} = 5614.407kVA$$

(二)負載電壓 V_{ab} 大小為

$$|V_{ab}| = \sqrt{3} \times 995.93 \times |(3.2 + j2) // (3.2 + j2)| = 3.255kV$$

電壓調整率(V.R.%)為

$$VR(\%) = \frac{3.45 - 3.255}{3.255} \times 100\% = 5.99\%$$

公職王歷屆試題 (112 鐵路特考)

三、圖3為一個具有3個操作電壓等級的三相平衡電力系統單線圖，負載為一部等效同步電動機。

圖中各電力設備的標么電抗為以本身額定為基準計算得到，三相傳輸線的每相總電抗實際值標於圖中，發電機電源線的電壓為20kV。（每小題10分，共20分）

(一)選取發電機的額定作為全系統標么計算基準值，繪出標么系統圖。

(二)假設同步電動機在13.2 kV、180MW、功率因數1.0運轉，計算發電機輸出電壓實際值。

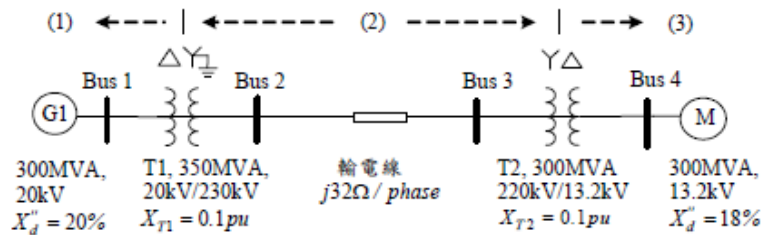


圖3 三相電力系統單線圖

1. 《考題難易》：★★
2. 《解題關鍵》：標么值的修訂與有載運轉之計算
3. 《命中特區》：第1章1-3標么值內容範例6

【擬答】

(一)基準電壓 20kV/230kV，基準容量為 300MVA

$$X_{T1} = 0.1 \times \frac{300}{350} = 0.0857 \text{ pu}$$

$$Z_l = j \frac{32}{\frac{230^2}{300}} = j0.1815 \text{ pu}$$

$$X_{T2} = 0.1 \times \left(\frac{220}{230} \right)^2 = 0.0915 \text{ pu}$$

$$X_M = 0.18 \times \left(\frac{220}{230} \right)^2 = 0.1647 \text{ pu}$$

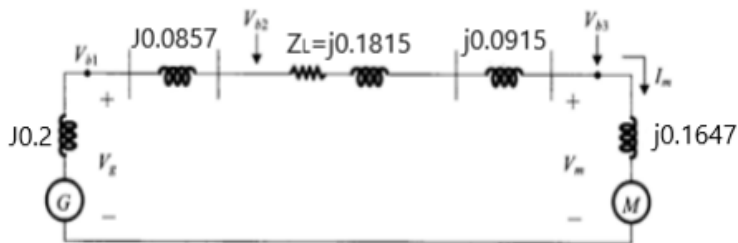
阻抗標么系統圖如圖所示

選擇 志光學儒保成

是你通往 上榜 最快的捷徑

你還可以考這些考試

✔ 初等考 ✔ 鐵路營運人員
✔ 國營聯招職員 ✔ 中油僱員 ✔ 台電僱員
✔ 台菸酒評價人員 ✔ 台水評價人員



$$(\Rightarrow) V_m = \frac{220k}{230k} \angle 0^\circ = 0.9565 \angle 0^\circ; P_L = \frac{180M}{300M} = 0.6 p.u.$$

$$I_m = \frac{0.6}{0.9565 \times 1.0} \angle 0^\circ = 0.6273 \angle 0^\circ$$

發電機輸出電壓為

$$V_g = 0.9565 \angle 0^\circ + 0.6273 \angle 0^\circ \times (j0.0915 + j0.1815 + j0.0857) = 0.9565 + j0.225 = 0.9826 \angle 13.24^\circ$$

$$V_g = 0.9826 \times 20k = 19.652kV$$

四、就以下2種常用的過電流保護電驛，請繪出並說明基本接線方塊圖、動作公式與保護目的。
(每小題10分，共20分)

(一)瞬時/延時過電流電驛 (50/51)。

(二)差動電驛 (87)。

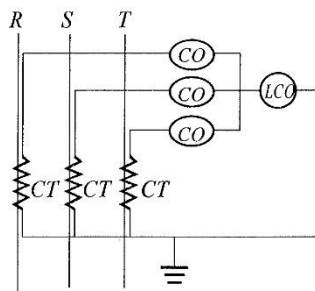
1. 《考題難易》：★★
2. 《解題關鍵》：瞭解保護電驛的種類與特性
3. 《命中特區》：第7章7-2系統保護三、保護電驛

【擬答】：

(一)瞬時/延時過電流電驛 (50/51)

分成瞬間與延時，當電流超過所設定的值時，此一電驛將跳脫，當運用於複雜的輸電網路時，在保護調度上有其困難，因而無法達到快速保護之要求。

過電流電驛乃利用比流器 CT 二次側之電流，在電驛內產生磁場，及另外以其它激磁方式產生與主磁通相異 90° 之磁場，互相作用後產生移動磁場，促使轉盤轉動。



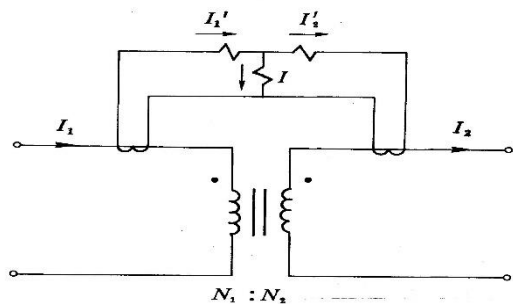
目的：電路過載保護。

(二)差動電驛 (87)

差動保護電驛之主要動作電流為差動電流，即流入流出匯流排之電流差 (I_d)。正常時電流差 (I_d) 為零，保護電驛不動作，事故時之大量差流促使保護電驛動作。

目的：該種電驛多用於保護發電機線圈、三相變壓器等設備。

該種電驛多用於保護發電機線圈、三相變壓器等設備，須有通訊頻道之配合，如圖所示。



$$1. I_1' = \frac{I_1}{a_1}, I_2' = \frac{I_2}{a_2}$$

其中 a_1 為一次側 CT1 匝數比； a_2 為二次側 CT2 匝數比

$$2. \text{差動電流 } I = I_1' - I_2' = \frac{I_1}{a_1} - \frac{I_2}{a_2}, \frac{a_2}{a_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

其值大於跳脫電流設定值時，電驛將動作達到保護變壓器之目的。

$$3. |I_1' - I_2'| > |I_P| \Rightarrow \text{跳脫}; |I_1' - I_2'| < |I_P| \Rightarrow \text{閉鎖}$$

五、一個三相、60Hz、600V 負載匯流排供應兩組三相負載，其中負載1吸收實功率300kW、功率因數0.707落後，負載2吸收視在功率100kVA、功率因數1.0。欲規劃在負載匯流排裝置一組三相、三角接線功因補償電容器組，以將負載總功率因數改善到0.95落後。（每小題10分，共20分）

(一)計算功因補償電容的三相總虛功率與每相電容值。

(二)計算負載功率因數補償前、後的電源線電流值。

1. 《考題難易》：★★

2. 《解題關鍵》：實功不變之基礎下併聯補償電容組

3. 《命中特區》：第1章1-2平衡與非平衡三相電路七、提高功因值

【擬答】：

(一)負載之實功與虛功如下

$$P_1 = Q_1 = 300k$$

$$P_2 = 100kW; Q_2 = 0kVAR$$

總實功與虛功為

$$P_T = 300k + 100k = 400kW; Q_L = 300kVAR$$

此時視在功率為 500Kva

負載總功率因數改善到 0.95 落後的虛功率為

$$Q_T = 400k \times \tan[\cos^{-1}0.95] = 131.47kVAR$$

功因補償電容的三相總虛功率為

$$Q_C = 300k - 131.47k = 168.53kVAR$$

此時三角接線功因補償每相電容值為

$$Q_{C(\Delta)} = 3\omega C_{\Delta} |V_L|^2 \Rightarrow C_{\Delta} = \frac{168.53k}{3 \times 377 \times 600^2} = 413.92\mu F$$

(二)功率因數補償前電源線電流值為

$$I_L = \frac{500k}{\sqrt{3} \times 600} = 481.125A$$

功率因數補償後電源線電流值為

$$I_L = \frac{400k}{\sqrt{3} \times 600} = 405.158A$$

迎戰二試關鍵

志光學儒保成 體能測驗課程



立即加入LINE

報名登記



職王

成為國營.特考之星

就選志光學儒保成



鐵路特考 高員三級運輸營業 莊○翔	鐵路特考 高員三級會計 陳○利	鐵路特考 高員三級材料管理 陳○勳	鐵路特考 員級運輸營業 邱○峰	國營事業職員 台電企管 徐○玫	國營事業職員 台糖僑電 馬○雍
台電僱員 綜合行政中區 蘇○婷	台電僱員 綜合行政南區 李 ○	台電僱員 綜合行政東區 李魏○榛	台電僱員配電 線路維護南區 蔡○寬	台電僱員配電 線路維護澎湖區 陳○豪	台電僱員 起重技術北區 邱○元
台水評價人員 營運士業務類第五區 劉○謨	台水評價人員 營運士行政類第七區 王○禾			台水評價人員 技術士操作類(甲)第四區 陳○愷	中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務南投 陳○丞
中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務三重 陳○忻	中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務板橋 李○霖			中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)屏東 卓○芬	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)南投 廖○軒
中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)台東 林○省	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)苗栗 江○維			中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)台中 洪○恆	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務南投 賴○璋
中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務新竹 廖○涵	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務苗栗 徐○恩			中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務台中 李○億	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理嘉義 吳○軒
中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理台北 洪○強	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理三重 李○喬	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理台北 紀○名	中華郵政專業職(二) 內勤外匯櫃台台南 黃○瑄	中華郵政專業職(一) 程式設計不分區 呂○珊	 完整榜單查詢 請洽全國各班