

# 經濟部所屬事業機構 96 年新進職員甄試試題

類別：電機

科目：電機機械、電力系統

節次：第三節

注	1. 本試題共 4 頁(A3 紙 1 張) 2. 本試題為問答題，共五大題，50 小題。須用藍、黑色鋼筆或原子筆在答案卷指定範圍內標示小題題號作答，請注意答題空間，於本試題或其他紙張作答者不予計分。 3. 本試題採雙面印刷，請注意正、背面試題。 4. 三角函數之計算精確至 0.5 度( $^{\circ}$ )，請參考附表選擇最靠近之值；其餘實際值與標么值之計算，均計算至小數點後第三位(小數點後第四位 4 捨 5 入)，另 $\pi=3.1416$ 。 5. 每一小題(填空)2 分，若一填空有 2 未知數(含)以上，各未知數平均分配此 2 分。
意	6. 考試結束前離場者，試題須隨答案卷繳回，俟該節考試結束後，始得索取。 7. 考試時間：100 分鐘。

**問答題：**共五大題，50 小題，每 1 小題(填空)2 分，共 100 分。

一、一如圖 1 之三相 60 Hz 電力系統由一額定 500 MVA、20 kV 同步發電機經由一輸電線路供應二負載，發電機同步電抗為 25%，輸電線路為 50 km、其串聯阻抗為  $0.05+j0.5 \Omega/\text{km}$ ，升壓變壓器  $T_1$  為三相 550 MVA、20 kV/345 kV、漏電抗 10%，降壓變壓器  $T_2$  為 500 MVA、345 kV/25 kV、漏電抗 10%，負載 1 (Load 1) 為 22.8 kV、300 MVA、功率因數 (power factor) 0.80 lagging，負載 2 (Load 2) 為 22.8 kV、200 MVA、功率因數 0.90 lagging。今選擇三相功率  $S_{3\phi \text{ base}} = 100 \text{ MVA}$  與匯流排 4 (Bus4) 之電壓 22.8 kV 為基值 (base value)，並以匯流排 4 之電壓相量為參考(即  $\bar{V}_4 = V_4 \angle 0^{\circ}$ )，忽略變壓器連接型式之相角差；試求：

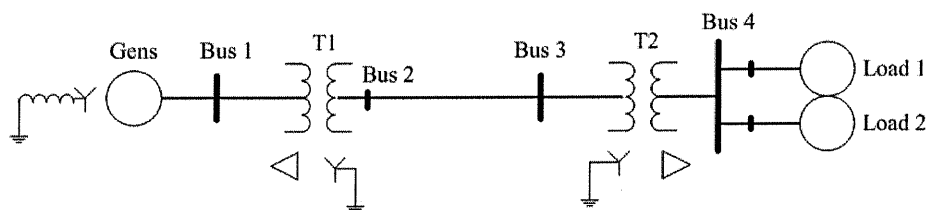


圖 1

1. 總負載實功率與虛功率實際值 (MW、MVAR)：\_\_\_\_(1)\_\_\_\_
2. Bus1 之功率基值與電壓基值：\_\_\_\_(2)\_\_\_\_
3. Bus3 之功率基值與電壓基值：\_\_\_\_(3)\_\_\_\_
4. 輸電線路阻抗基值：\_\_\_\_(4)\_\_\_\_
5. 輸電線路串聯阻抗標么值 (per unit value, pu)：\_\_\_\_(5)\_\_\_\_
6. 發電機同步電抗標么值：\_\_\_\_(6)\_\_\_\_
7. 升壓變壓器  $T_1$  漏電抗標么值：\_\_\_\_(7)\_\_\_\_
8. 降壓變壓器  $T_2$  漏電抗標么值：\_\_\_\_(8)\_\_\_\_
9. 總負載電流相量  $\bar{I}_4$  標么值：\_\_\_\_(9)\_\_\_\_
10. 總負載電流大小  $I_4$  實際值 (kA)：\_\_\_\_(10)\_\_\_\_

11. Bus1之電壓相量 $\bar{V}_1$ 標么值：\_\_\_\_(11)\_\_\_\_
12. Bus1之電壓大小 $V_1$ 實際值(kV)：\_\_\_\_(12)\_\_\_\_
13. 電壓調整率(voltage regulation, V.R. %)：\_\_\_\_(13)\_\_\_\_
14. 發電機輸出實功率與虛功率標么值：\_\_\_\_(14)\_\_\_\_

二、承上題，若欲安裝並聯電容器組(shunt capacitor bank)於負載側以調整總負載功率因數達0.95 lagging，試求：

15. 並聯電容器組之虛功率標么值：\_\_\_\_(15)\_\_\_\_
16. 並聯電容器組以delta( $\Delta$ )連接之每相電容值( $\mu\text{F}$ )：\_\_\_\_(16)\_\_\_\_
17. 並聯電容器組以Y連接之每相電容值( $\mu\text{F}$ )：\_\_\_\_(17)\_\_\_\_

三、一電力系統標么值等效電路為一發電機經由一輸電線路供應一負載，發電機為一理想電壓源 $\bar{V}_s = V_s \angle 0^\circ = 1.05 \angle 0^\circ$ ，輸電線路串聯阻抗為 $\bar{Z} = 0.02 + j0.16$ ，負載為定功率負載 $P_L + jQ_L = 0.8 + j0.6$ ，今以牛頓-萊福森(Newton-Raphson)疊代方法解電力潮流(power flow)，則：

18. 發電機匯流排型態為\_\_\_\_(18)\_\_\_\_ Bus
19. 負載匯流排型態為\_\_\_\_(19)\_\_\_\_ Bus
20. 若以 $\theta_L$ 為第一未知數、 $V_L$ 為第二未知數，並假設以負載匯流排電壓 $\bar{V}_L = V_L \angle \theta_L = 1.0 \angle 0^\circ$ 為初始值，此種解電力潮流之疊代方法稱為\_\_\_\_(20)\_\_\_\_ start；

試求：

21. 負載匯流排實功率負載之初始值 $P_L^{(0)}$ ：\_\_\_\_(21)\_\_\_\_
22. 負載匯流排虛功率負載之初始值 $Q_L^{(0)}$ ：\_\_\_\_(22)\_\_\_\_
- [23. 24. 25. 26. 各佔2分、共8分] 賈可比矩陣(Jacobian matrix)初始值：

$$J^{(0)} = \begin{bmatrix} (23) & (24) \\ (25) & (26) \end{bmatrix}$$

27. 第一次疊代後之 $\theta_L^{(1)}$ (角度 $^\circ$ )：\_\_\_\_(27)\_\_\_\_
28. 第一次疊代後之 $V_L^{(1)}$ ：\_\_\_\_(28)\_\_\_\_
29. 第一次疊代後之發電機匯流排輸出實功率 $P_s^{(1)}$ ：\_\_\_\_(29)\_\_\_\_
30. 第一次疊代後之發電機匯流排輸出虛功率 $Q_s^{(1)}$ ：\_\_\_\_(30)\_\_\_\_

四、一台240 kVA、4800/240 V、60 Hz單相變壓器之短路試驗與開路試驗之數據如下：

開路試驗，低壓側數據： $V_{OC}=240\text{ V}$ 、 $I_{OC}=10\text{ A}$ 、 $P_{OC}=1440\text{ W}$

短路試驗，高壓側數據： $V_{SC}=187.5\text{ V}$ 、 $I_{SC}=50\text{ A}$ 、 $P_{SC}=2625\text{ W}$

變壓器等效電路中，試求：

31. 參考至高壓側之並聯元件電阻實際值 $R_{CH}$ ：\_\_\_\_\_ (31)

32. 參考至高壓側之並聯元件電抗實際值 $X_{mH}$ ：\_\_\_\_\_ (32)

33. 參考至高壓側之串聯元件電阻實際值 $R_{eH}$ ：\_\_\_\_\_ (33)

34. 參考至高壓側之串聯元件電抗實際值 $X_{eH}$ ：\_\_\_\_\_ (34)

35. 以變壓器額定為基值(base value)，參考至低壓側之串聯元件阻抗標么值：\_\_\_\_\_ (35)

36. 在低壓側額定電壓、額定負載、功率因數0.80落後(lagging)時之效率 $\eta$ ：\_\_\_\_\_ (36)

全日各時段負載如下，試求：

37. 無載、8小時之能量損失(瓦時) $WH_{loss1}$ ：\_\_\_\_\_ (37)

38. 50%額定負載、功率因數0.80落後(lagging)、4小時之損失 $WH_{loss2}$ ：\_\_\_\_\_ (38)

39. 80%額定負載、功率因數1.0、6小時之損失 $WH_{loss3}$ ：\_\_\_\_\_ (39)

40. 滿載、功率因數0.80超前(leading)、6小時之損失 $WH_{loss4}$ ：\_\_\_\_\_ (40)

41. 全日效率 $\eta$ ：\_\_\_\_\_ (41)

五、一台三相Y接、50 hp、480 V、60 Hz、4極感應電動機，以參考至定子側之近似等效電路(即激磁阻抗置於電源側)表示，每相參數為：定子電阻 $R_1=0.100\ \Omega$ 、定子電抗 $X_1=0.350\ \Omega$ ，轉子電阻 $R_2=0.125\ \Omega$ 、轉子電抗 $X_2=0.400\ \Omega$ ；定子鐵損為 $P_{core}=1200\text{ W}$ 、機械損(摩擦損和風損)為 $P_{rot}=900\text{ W}$ 。無載時(忽略轉子電流)，電動機線電流18 A、功率因數0.088落後(lagging)。若以A相(線對中性點)電壓 $\bar{V}_{AN}=V_{AN}\angle 0^\circ$ 為參考相量，當電動機運轉於轉差率為 $s=2.5\%$ 時，試求：

42. 等效並聯激磁電路之電阻 $R_c$ 與電抗 $X_m$ ：\_\_\_\_\_ (42)

43. 轉子電流相量 $\bar{I}_2$ ：\_\_\_\_\_ (43)

44. 定子電流相量 $\bar{I}_1$ ：\_\_\_\_\_ (44)

45. 功率因數：\_\_\_\_\_ (45)

46. 同步轉數 $N_s$  (rpm)：\_\_\_\_\_ (46)

47. 氣隙(air gap)功率 $P_{ag}$ ：\_\_\_\_\_ (47)

48. 輸出功率 $P_{out}$ ：\_\_\_\_\_ (48)

49. 輸入功率 $P_{in}$ ：\_\_\_\_\_ (49)

50. 忽略等效並聯激磁電路之起動電流大小 $I_{start}$ ：\_\_\_\_\_ (50)

### 三角函數參考表(角度計算至0.5°)

角度 <sup>0</sup>	sin	cos	tan	角度 <sup>0</sup>	sin	cos	tan	角度 <sup>0</sup>	sin	cos	tan
0.0	0.0000	1.0000	0.0000	30.0	0.5000	0.8660	0.5774	60.0	0.8660	0.5000	1.7321
0.5	0.0087	1.0000	0.0087	30.5	0.5075	0.8616	0.5890	60.5	0.8704	0.4924	1.7675
1.0	0.0175	0.9998	0.0175	31.0	0.5150	0.8572	0.6009	61.0	0.8746	0.4848	1.8040
1.5	0.0262	0.9997	0.0262	31.5	0.5225	0.8526	0.6128	61.5	0.8788	0.4772	1.8418
2.0	0.0349	0.9994	0.0349	32.0	0.5299	0.8480	0.6249	62.0	0.8829	0.4695	1.8807
2.5	0.0436	0.9990	0.0437	32.5	0.5373	0.8434	0.6371	62.5	0.8870	0.4617	1.9210
3.0	0.0523	0.9986	0.0524	33.0	0.5446	0.8387	0.6494	63.0	0.8910	0.4540	1.9626
3.5	0.0610	0.9981	0.0612	33.5	0.5519	0.8339	0.6619	63.5	0.8949	0.4462	2.0057
4.0	0.0698	0.9976	0.0699	34.0	0.5592	0.8290	0.6745	64.0	0.8988	0.4384	2.0503
4.5	0.0785	0.9969	0.0787	34.5	0.5664	0.8241	0.6873	64.5	0.9026	0.4305	2.0965
5.0	0.0872	0.9962	0.0875	35.0	0.5736	0.8192	0.7002	65.0	0.9063	0.4226	2.1445
5.5	0.0958	0.9954	0.0963	35.5	0.5807	0.8141	0.7133	65.5	0.9100	0.4147	2.1943
6.0	0.1045	0.9945	0.1051	36.0	0.5878	0.8090	0.7265	66.0	0.9135	0.4067	2.2460
6.5	0.1132	0.9936	0.1139	36.5	0.5948	0.8039	0.7400	66.5	0.9171	0.3987	2.2998
7.0	0.1219	0.9925	0.1228	37.0	0.6018	0.7986	0.7536	67.0	0.9205	0.3907	2.3559
7.5	0.1305	0.9914	0.1317	37.5	0.6088	0.7934	0.7673	67.5	0.9239	0.3827	2.4142
8.0	0.1392	0.9903	0.1405	38.0	0.6157	0.7880	0.7813	68.0	0.9272	0.3746	2.4751
8.5	0.1478	0.9890	0.1495	38.5	0.6225	0.7826	0.7954	68.5	0.9304	0.3665	2.5386
9.0	0.1564	0.9877	0.1584	39.0	0.6293	0.7771	0.8098	69.0	0.9336	0.3584	2.6051
9.5	0.1650	0.9863	0.1673	39.5	0.6361	0.7716	0.8243	69.5	0.9367	0.3502	2.6746
10.0	0.1736	0.9848	0.1763	40.0	0.6428	0.7660	0.8391	70.0	0.9397	0.3420	2.7475
10.5	0.1822	0.9833	0.1853	40.5	0.6494	0.7604	0.8541	70.5	0.9426	0.3338	2.8239
11.0	0.1908	0.9816	0.1944	41.0	0.6561	0.7547	0.8693	71.0	0.9455	0.3256	2.9042
11.5	0.1994	0.9799	0.2035	41.5	0.6626	0.7490	0.8847	71.5	0.9483	0.3173	2.9887
12.0	0.2079	0.9781	0.2126	42.0	0.6691	0.7431	0.9004	72.0	0.9511	0.3090	3.0777
12.5	0.2164	0.9763	0.2217	42.5	0.6756	0.7373	0.9163	72.5	0.9537	0.3007	3.1716
13.0	0.2250	0.9744	0.2309	43.0	0.6820	0.7314	0.9325	73.0	0.9563	0.2924	3.2709
13.5	0.2334	0.9724	0.2401	43.5	0.6884	0.7254	0.9490	73.5	0.9588	0.2840	3.3759
14.0	0.2419	0.9703	0.2493	44.0	0.6947	0.7193	0.9657	74.0	0.9613	0.2756	3.4874
14.5	0.2504	0.9681	0.2586	44.5	0.7009	0.7133	0.9827	74.5	0.9636	0.2672	3.6059
15.0	0.2588	0.9659	0.2679	45.0	0.7071	0.7071	1.0000	75.0	0.9659	0.2588	3.7321
15.5	0.2672	0.9636	0.2773	45.5	0.7133	0.7009	1.0176	75.5	0.9681	0.2504	3.8667
16.0	0.2756	0.9613	0.2867	46.0	0.7193	0.6947	1.0355	76.0	0.9703	0.2419	4.0108
16.5	0.2840	0.9588	0.2962	46.5	0.7254	0.6884	1.0538	76.5	0.9724	0.2334	4.1653
17.0	0.2924	0.9563	0.3057	47.0	0.7314	0.6820	1.0724	77.0	0.9744	0.2250	4.3315
17.5	0.3007	0.9537	0.3153	47.5	0.7373	0.6756	1.0913	77.5	0.9763	0.2164	4.5107
18.0	0.3090	0.9511	0.3249	48.0	0.7431	0.6691	1.1106	78.0	0.9781	0.2079	4.7046
18.5	0.3173	0.9483	0.3346	48.5	0.7490	0.6626	1.1303	78.5	0.9799	0.1994	4.9152
19.0	0.3256	0.9455	0.3443	49.0	0.7547	0.6561	1.1504	79.0	0.9816	0.1908	5.1446
19.5	0.3338	0.9426	0.3541	49.5	0.7604	0.6494	1.1708	79.5	0.9833	0.1822	5.3955
20.0	0.3420	0.9397	0.3640	50.0	0.7660	0.6428	1.1918	80.0	0.9848	0.1736	5.6713
20.5	0.3502	0.9367	0.3739	50.5	0.7716	0.6361	1.2131	80.5	0.9863	0.1650	5.9758
21.0	0.3584	0.9336	0.3839	51.0	0.7771	0.6293	1.2349	81.0	0.9877	0.1564	6.3138
21.5	0.3665	0.9304	0.3939	51.5	0.7826	0.6225	1.2572	81.5	0.9890	0.1478	6.6912
22.0	0.3746	0.9272	0.4040	52.0	0.7880	0.6157	1.2799	82.0	0.9903	0.1392	7.1154
22.5	0.3827	0.9239	0.4142	52.5	0.7934	0.6088	1.3032	82.5	0.9914	0.1305	7.5958
23.0	0.3907	0.9205	0.4245	53.0	0.7986	0.6018	1.3270	83.0	0.9925	0.1219	8.1443
23.5	0.3987	0.9171	0.4348	53.5	0.8039	0.5948	1.3514	83.5	0.9936	0.1132	8.7769
24.0	0.4067	0.9135	0.4452	54.0	0.8090	0.5878	1.3764	84.0	0.9945	0.1045	9.5144
24.5	0.4147	0.9100	0.4557	54.5	0.8141	0.5807	1.4019	84.5	0.9954	0.0958	10.3854
25.0	0.4226	0.9063	0.4663	55.0	0.8192	0.5736	1.4281	85.0	0.9962	0.0872	11.4301
25.5	0.4305	0.9026	0.4770	55.5	0.8241	0.5664	1.4550	85.5	0.9969	0.0785	12.7062
26.0	0.4384	0.8988	0.4877	56.0	0.8290	0.5592	1.4826	86.0	0.9976	0.0698	14.3007
26.5	0.4462	0.8949	0.4986	56.5	0.8339	0.5519	1.5108	86.5	0.9981	0.0610	16.3499
27.0	0.4540	0.8910	0.5095	57.0	0.8387	0.5446	1.5399	87.0	0.9986	0.0523	19.0811
27.5	0.4617	0.8870	0.5206	57.5	0.8434	0.5373	1.5697	87.5	0.9990	0.0436	22.9038
28.0	0.4695	0.8829	0.5317	58.0	0.8480	0.5299	1.6003	88.0	0.9994	0.0349	28.6363
28.5	0.4772	0.8788	0.5430	58.5	0.8526	0.5225	1.6319	88.5	0.9997	0.0262	38.1885
29.0	0.4848	0.8746	0.5543	59.0	0.8572	0.5150	1.6643	89.0	0.9998	0.0175	57.2900
29.5	0.4924	0.8704	0.5658	59.5	0.8616	0.5075	1.6977	89.5	1.0000	0.0087	114.5887
30.0	0.5000	0.8660	0.5774	60.0	0.8660	0.5000	1.7321	90.0	1.0000	0.0000	無限大