

111 學年度四技二專第四次聯合模擬考試

電機與電子群電機類 專業科目(二) 詳解

111-4-03-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	C	A	C	D	A	A	A	B	B	D	D	A	B	C	B	C	C	B	B	D	A	D	B	B
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
A	A	C	D	A	B	A	D	B	D	B	C	A	C	C	D	D	B	C	D	B	A	C	C	D

$$1. \text{氣隙磁阻 } R_g = \frac{l_g}{\mu A} = \frac{2 \times 10^{-3}}{1.25 \times 10^{-6} \times A} = \frac{1600}{A} \text{ AT/Wb}$$

$$\text{磁通密度 } B = \frac{\phi}{A} = \frac{F/R_g}{A} = \frac{N \times I}{A \times R_g}$$

$$\Rightarrow N = \frac{A \times 1600}{4} = 400 \text{ 匝}$$

2. 開關 S 由閉合變成打開後，電流為 0，因此磁場強度 (H) 為 0，鐵心中有剩磁存在，因此磁通密度 (B) 不為 0，位於圖中的 c 點位置

3. (A) 補償繞組裝在定子磁極面上，目的為抵消電樞反應

4. 單分疊繞 $a = mP = 1 \times 4 = 4$

電壓調整率

$$V.R. = \frac{E - V_L}{V_L} \Rightarrow 0.05 = \frac{E - 200}{200} \Rightarrow E = 210 \text{ V}$$

$$\text{應電勢 } E = \frac{PZ}{60a} n\phi \Rightarrow 210 = \frac{4 \times 600}{60 \times 4} \times n \times 0.021$$

$$\Rightarrow n = 1000 \text{ rpm}$$

5. (D) 分激式發電機負載端斷路(無載)，可以順利建立電壓

$$6. \text{滿載電流 } I_L = \frac{P_o}{V_L} = \frac{10 \text{ k}}{200} = 50 \text{ A}$$

$$\text{分激場電壓 } V_f = V_L + I_L R_s = 200 + 50 \times 0.1 = 205 \text{ V}$$

$$\text{應電勢 } E = V_f + I_a R_a \Rightarrow I_a = \frac{216 - 205}{0.2} = 55 \text{ A}$$

$$\text{分激場電流 } I_f = I_a - I_L = 5 \text{ A}$$

$$\text{分激場電阻 } R_f = \frac{V_f}{I_f} = \frac{205 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 41 \Omega$$

$$7. \text{1 號機額定電流 } I_{L1} = \frac{10 \text{ k}}{250} = 40 \text{ A}$$

$$\text{應電勢 } E_1 = V_L + I_{a1} R_{a1} = 250 + 40 \times 0.25 = 260 \text{ V}$$

$$\text{2 號機額定電流 } I_{L2} = \frac{20 \text{ k}}{250} = 80 \text{ A}$$

$$\text{應電勢 } E_2 = V_L + I_{a2} R_{a2} = 250 + 80 \times 0.2 = 266 \text{ V}$$

並聯運轉時，負載端電壓 $V_L' = 254 \text{ V}$

$$\text{1 號機分擔電流 } I_{L1} = \frac{E_1 - V_L'}{R_{a1}} = \frac{260 - 254}{0.25} = 24 \text{ A}$$

$$\text{2 號機分擔電流 } I_{L2} = \frac{E_2 - V_L'}{R_{a2}} = \frac{266 - 254}{0.2} = 60 \text{ A}$$

兩機合計可得負載總電流為 84 A

8. 反電勢 $E_c = V - I_a R_a = 12 - 4 \times 0.5 = 10 \text{ V}$ ，電磁(內生)功率 $P_a = E_c I_a = 10 \times 4 = 40 \text{ W}$

$$\text{電磁轉矩 } T = \frac{60 P_a}{2\pi n} = \frac{60 \times 40}{2\pi \times 240} = 1.59 \text{ N-m}$$

9. (B) 磁場電流變小，磁通量降低，轉速 $n = \frac{E}{K_n \phi}$ 會上升

$$10. \text{分激場電流 } I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{200}{100} = 2 \text{ A}$$

$$\text{滿載時電樞電流 } I_a = I_L - I_f = 22 - 2 = 20 \text{ A}$$

$$\text{原本反電勢 } E_{c1} = 200 - 20 \times 0.2 = 196 \text{ V}$$

轉速由 2000 rpm 變為 1500 rpm

$$\text{由於轉速 } n = \frac{E_c}{K_n \phi} \text{，因此}$$

$$\text{反電勢 } E_{c2} = 196 \times \frac{1500}{2000} = 147 \text{ V}$$

$$147 = 200 - 20 \times (0.2 + R_x)$$

串聯電阻 R_x 等於 2.45 Ω

11. (D) 分激場繞組銅損為固定損，與電源電流無關

$$12. \text{(A) 匝數比為 } a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{220}{110} = 2$$

$$\text{(B) 二次側額定電流 } I_2 = a I_1 = 2 \times 45.45 = 90.9 \text{ A}$$

(C) 一次側等效阻抗

$$\%Z = \frac{I_1 Z_{e1}}{V_1} \Rightarrow Z_{e1} = \frac{220 \times 0.025}{45.45} = 0.121 \Omega$$

$$\text{(D) 一次側短路電流 } I_{s1} = \frac{I_1}{\%Z} = \frac{45.45}{0.025} = 1818 \text{ A}$$

$$13. \text{二次側電流 } I_2 = \frac{S}{V_2} = \frac{20 \text{ k}}{200} = 100 \text{ A}$$

$$\cos \theta = 0.8, \sin \theta = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$$

百分電阻壓降

$$p = \frac{I_2 R_{e2}}{V_2} \times 100\% = \frac{100 \times 0.03}{200} \times 100\% = 1.5\%$$

百分電抗壓降

$$q = \frac{I_2 X_{e2}}{V_2} \times 100\% = \frac{100 \times 0.04}{200} \times 100\% = 2\%$$

$$\text{電壓調整率 } V.R. = p \cos \theta \pm q \sin \theta$$

$$= 1.5\% \times 0.8 - 2\% \times 0.6 = 0 \text{ (超前取 -)}$$

14. 以 180 kVA 為基準

$$\%Z_A' = 4\% \times \frac{180 \text{ kVA}}{120 \text{ kVA}} = 6\% , \%Z_B = 3\% (\text{不變})$$

兩機分擔與百分阻抗壓降成反比

$$\frac{S_B}{S_A} = \frac{\%Z_A'}{\%Z_B} \Rightarrow \frac{S_B}{S_A} = \frac{6\%}{3\%} \Rightarrow S_B = 2S_A$$

當 A 機供應為額定 120 kVA 時, B 機須供應 240 kVA (過載); 當 B 機供應為額定 180 kVA 時, A 機須供應 90 kVA (未達滿載); 合計兩機最大供應容量為 270 kVA

15. 每台變壓器容量為 S

$$S_{V-V} = 2 \times S \times 0.866$$

$$\Rightarrow 100 \text{ kVA} = 2 \times S \times \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow S = \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ kVA}$$

增加一台同規格變壓器, 可改成 $\Delta-\Delta$ 連接

$$S_{\Delta-\Delta} = 3 \times S = 3 \times \frac{100}{\sqrt{3}} = 100\sqrt{3} \text{ kVA}$$

16. $a = \frac{\text{並聯繞組電壓}}{\text{串聯繞組電壓}} = \frac{40 \text{ k}}{20 \text{ k}} = 2$

自耦變壓器輸出容量 $S_A = S(1+a)$

$$= 20(1+2) = 60 \text{ MVA}$$

負載功率 $P_A = S_A \times \cos \theta = 60 \times 0.9 = 54 \text{ MW}$

17. 極數(POLE)為 4 極、電源頻率(CYCLE)為 60 Hz

$$\text{同步轉速 } n_s = \frac{120 \times f}{P} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ rpm}$$

$$\text{轉差率 } S = \frac{n_s - n_r}{n_s} = \frac{1800 - 1720}{1800} = 0.044 = 4.44\%$$

效率(EFF)為 78%

18. (A) 定子輸入功率

$$P_{in} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta = \sqrt{3} \times 400 \times \frac{60}{\sqrt{3}} \times 0.9 = 21600 \text{ W}$$

(B) 轉子輸入功率

$$P_{i2} = P_{in} - P_{cl} - P_i = 21600 - 1000 - 600 = 20000 \text{ W}$$

(C) 轉差率 $S = \frac{P_{c2}}{P_{i2}} = \frac{500}{20000} = 0.025 = 2.5\%$

(D) 總輸出功率

$$P_{out} = P_{i2} - P_{e2} - P_k = 20000 - 500 - 1500 = 18000 \text{ W}$$

19. 最大功率轉移發生在 $\frac{R'_2}{S} = \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}$ 時, 因此

$$S_{T_{max}} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{6}{\sqrt{6^2 + (0.2 + 7.8)^2}} = 0.6$$

20. (A) 4 極總電機角 $\theta_{cr} = 4 \times 180^\circ = 720^\circ$, 每槽間隔為 $\frac{720^\circ}{36} = 20^\circ$ 電機角

(B) 定子採雙層繞, 線圈數等於槽數需要 36 個

(C) 極距為 $\frac{36}{4} = 9$ 槽, 線圈節距為 $\frac{8}{9}$, 表示線圈兩邊

間隔 $\frac{8}{9} \times 9 = 8$ 槽, U 相的第 1 個線圈兩邊分別放在 1

號槽的上層及第 9 槽(或第 29 槽)的下層

(D) V 相繞組的第一個線圈需與 U 相繞組間隔 120 度電機角相當於 6 個槽, 因此 V 相第一個線圈兩邊可以

安裝在 7 號槽與 15 號槽

21. (D) 電動機起動完成後, 離心開關 D 藉由離心力打開, 將 A 繞組切離電路

22. A 為起動繞組, 阻抗 $Z_A = 6 + j10 \Omega$, B 為運轉繞組, 阻抗 $Z_B = 4 + j3 \Omega$

$$\text{電容抗 } X_C = X_A + \frac{R_A R_B}{X_B} = 10 + \frac{6 \times 4}{3} = 18 \Omega$$

$$\text{電容量 } C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 18} = \frac{1}{2160\pi} \text{ F}$$

23. (D) 雙值電容式電動機起動時, 兩個電容器並聯後再與起動繞組串聯, 產生大起動轉矩

24. 4 極電機總電機角 $\theta_{cr} = 4 \times 180^\circ = 720^\circ$

$$\text{槽距 } \alpha = \frac{720^\circ}{12} = 60^\circ$$

線圈跨距 3 槽等於 180 度電機角, 故節距因數為 1

$$\text{每相每極槽數 } m = \frac{12}{3 \times 4} = 1$$

$$\text{分佈因數 } K_d = \frac{\sin \frac{m\alpha}{2}}{m \sin \frac{\alpha}{2}} = 1$$

$$\text{繞組因數 } K_w = K_p \times K_d = 1$$

$$\text{頻率 } f = \frac{P \times N_s}{120} = \frac{4 \times 1200}{120} = 40 \text{ Hz}$$

$$\text{每相應電勢 } E_p = 4.44 f N \phi_m K_p K_d = 4.44 \times 40 \times 100 \times 0.1 = 1776 \text{ V}$$

25. (A) 額定電流 $I_L = \frac{20 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 200} = \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ A} = 57.7 \text{ A}$

(B) 短路比 SCR

$$= \frac{\text{開路時產生額定電壓所須之場電流 } I_{fo}}{\text{短路時產生額定電流所須之場電流 } I_{fs}} = \frac{3 \text{ A}}{2 \text{ A}} = 1.5$$

(C) 短路比 $SCR = \frac{I_{short}}{I_{額定}}$

$$\text{短路電流 } I_{short} = 1.5 \times \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ A} = 50\sqrt{3} \text{ A}$$

(D) 每相同步阻抗

$$Z_{sp} = \frac{V_{op}}{I_{sp}} \Big|_{I_f=k} = \frac{200/\sqrt{3}}{86.6} \Big|_{I_f=3 \text{ A}} = \frac{4}{3} \Omega$$

26. 電感性負載增加時, 電樞反應產生去磁效應, 使得端電壓降低, 電壓調整率為正值, 此時激磁電流應適度增加, 以維持端電壓不變

27. (A) 當頻率不同時, 三個燈泡會輪流明、滅

28. 兩發電機並聯運用時頻率相等, 由圖可得當甲發電機滿載時 ($P_1 = 1500 \text{ kW}$), 頻率為 59.5 Hz, 此時乙發電機輸出功率依據直線方程式可得

$$P_2 = 1500 \times \frac{60.5 - 59.5}{60.5 - 59} = 1000 \text{ kW}$$

兩發電機合計最大輸出為 2500 kW

29. 同步電動機當機械負載增加時, 轉矩角變大以產生足夠轉矩, 讓電動機維持同步轉速不變

30. 步進角 $\theta = \frac{360^\circ}{3 \times 12} = 10^\circ$ ，採用一、二相激磁方式，每次前進步進角度減半為 5° ，每秒 24 個脈波，每秒前進 $24 \times 5^\circ = 120^\circ$ 相當於 $\frac{1}{3}$ 轉，因此每分鐘轉速為 20 轉
31. 極距 $Y_p = \frac{3.6 \text{ m}}{18} = 0.2 \text{ m}$
 同步速率 $v_s = 2Y_p \times f = 2 \times 0.2 \text{ m} \times 5 \text{ Hz} = 2 \text{ m/s}$
 動子 2 秒鐘平行移動 3 m
 可得移動速度 $v_2 = 1.5 \text{ m/s}$
 轉差率 $S = \frac{v_s - v_2}{v_s} = \frac{2 - 1.5}{2} = 0.25$
32. (A) 三相同步電動機起動過程中，轉子會經過放電電阻短路，待轉速上升後才加直流激磁
33. (D) 繞線式感應電動機，轉子外加電阻降低，轉差率下降，轉速增加
34. (B) 用電設備會使用高阻計測量絕緣電阻
35. (D) 汽車雨刷多採用永磁式電動機，起動馬達多採用串激式電動機
36. (B) 依據弗萊明左手定則，線圈要朝順時針方向旋轉，電流須穩定由 b 端流入線圈，因此 b 端接直流電源的 + 端，a 端 - 端
37. 換向器節距 $Y_c = \frac{c - m}{P/2} = \frac{21 - 1}{4/2} = 10$ 片
 平均節距 $Y_{av} = \frac{21}{4} = 5.25$ 槽
 後節距取整數 $Y_b = 5$ 槽
 前節距 $Y_f = Y_c - Y_b = 10 - 5 = 5$ 槽
 4 極總電機角 $\theta_{cT} = 4 \times 180^\circ = 720^\circ$ ，槽距 $\alpha = \frac{720^\circ}{21}$
 線圈節距 $Y_s = 5 \times \frac{720^\circ}{21} = 171.4^\circ$ 電機角
38. 無載時(S 打開)，原動機轉速不變下(電源供應器 A 的電壓維持定值)，將激磁機(電源供應器 B 的電壓)由 0 逐漸增加到額定值，再紀錄電樞應電勢 E(電壓表 V_2) 與激磁電流 I_f (電流表 A_1) 的關係
39. 電動機輸出功率 $P_o = \frac{2\pi nT}{60} = \frac{2\pi \times 600 \times 20}{60} = 400\pi \text{ W}$
 電動機輸入功率 $P_{in} = \frac{400\pi}{0.628} = 2000 \text{ W}$
 電源電流 $I_L = \frac{2000 \text{ W}}{100 \text{ V}} = 20 \text{ A}$
40. 變壓器高壓側開路，低壓側加到額定電壓，可知為開路實驗，目的為測量鐵損與激磁導納
 此時功率因數 $\cos \theta_0 = \frac{P_{oc}}{V_{oc} I_{oc}} = \frac{66}{110 \times 1} = 0.6$
 激磁導納 $Y_{oc} = \frac{I_{oc}}{V_{oc}} = \frac{1}{110} \text{ S}$
41. 開路實驗時電壓表指示值 230 V 等於額定電壓，因此鐵損為 64 W，短路時電流表指示值 4.35 A 等於高壓

側額定電流($I_1 = \frac{1 \text{ k}}{230} = 4.35 \text{ A}$)，因此滿載銅損為 100

W，最大效率發生時負載為 $m = \sqrt{\frac{64}{100}} = 0.8$ 載，最大

效率 $\eta_{\max} = \frac{1000 \times 0.8 \times 1}{1000 \times 0.8 \times 1 + (2 \times 64)} \times 100\% = 86.2\%$

42. 變壓器採用 Y- Δ 接法，降壓效果相較其他接法好

(C) 若一次側線電壓為 $V_{L1} \angle 0^\circ$ ， $V_{P1} = \frac{V_{L1}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ$ ，

$V_{P2} = \frac{V_{L1}}{\sqrt{3}a} \angle -30^\circ (= V_{L2})$ ，可知二次側線電壓落後相位達 30 度

(D) 二次側線電流 $I_{L2} = \sqrt{3}I_{P2} = \sqrt{3}aI_{P1} = \sqrt{3}aI_{L1}$

43. 原本比流器一次基本貫穿匝數為 1 匝，如圖貫穿數變成 2 匝後，比流器(CT)的變流比修正為 50 A/5 A，因此當 $I_2 = 4 \text{ A}$ 時，則 $I_1 = 40 \text{ A}$

44. 利用直流法測試三相感應電動機的極性時，電表指針瞬間負偏轉時，表示電表 + 端之線圈與電源正端線圈極性一致，因此 c 端可註記為 B_1 或 C_1 ，d 端則對應註記為 B_2 或 C_2 ，至於 a 端則註記為 B_2 或 C_2 ，b 端對應註記為 B_1 或 C_1

45. 三相感應電動機的轉向控制，需將三條電源線其中兩條對調即可

46. (B) 同步電動機的起動轉矩很低，起動時軸端負載需設定在無載

47. 輸入功率 $P_{in} = \sqrt{3}V_L I_L \cos \theta$
 $= \sqrt{3} \times 173.2 \times 50 \times 0.8 = 12000 \text{ W}$

輸出功率 $P_o = \frac{2\pi N_s T}{60} = \frac{2\pi \times 1800 \times 50}{60} = 9420 \text{ W}$

效率為 $\eta = \frac{P_o}{P_{in}} = \frac{9420}{12000} \times 100\% = 78.5\%$

48. (C) 輪轂馬達內部採用直流無刷電動機，利用功率晶體進行電子式換向，因此沒有火花

49. (A) 電動機負載實驗時磁粉制動器為定轉矩模式
 (B) 已知轉子轉速為 1140 rpm

電動機應為 6 極， $N_s = \frac{120 \times 60}{6} = 1200 \text{ rpm}$

轉差率 $S = \frac{1200 - 1140}{1200} = 0.05$

轉子頻率 $f_2 = Sf = 0.05 \times 60 = 3 \text{ Hz}$

(C) $\cos \theta = \frac{P_{in}}{\sqrt{3}V_L I_L} = \frac{1900 + 740}{\sqrt{3} \times 380 \times 5} = 0.8$

(D) 輸出功率 $P_o = \frac{2\pi nT}{60} = \frac{2\pi \times 1140 \times 20}{60} = 2386 \text{ W}$

50. 堵住實驗時，轉子轉速為 0，轉差率為 1，調整電壓直到額定電流為止