

113 學年度四技二專第二次聯合模擬考試

電機與電子群電機類 專業科目(二) 詳解

113-2-03-5

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
D	A	B	D	A	A	D	B	D	A	B	C	A	C	A	B	B	C	C	B	D	D	A	C	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
C	A	A	C	B	B	C	A	B	A	C	A	C	A	B	D	D	C	C	B	D	A	B	C	D

- (D) 汽車的雨刷或起動馬達的動力來源大多用直流電動機
- $\phi = \frac{F}{R} = \frac{NI}{\ell / \mu A} \Rightarrow I = \frac{\ell \phi}{\mu AN} = \frac{0.2 \times 1}{0.04 \times 0.05 \times 100} = 1 \text{ A}$
- (B) b 點稱為剩磁，此值越高表示材料越適合作為永久磁鐵
- 作用力大小： $F = B\ell I \sin \theta \Rightarrow I = \frac{10}{0.5 \times 0.4 \times \sin 90^\circ} = 50 \text{ A}$ ，電壓 $V = 50 \times 10 = 500 \text{ V}$ ，作用力方向：已知磁場流向紙內，銅棒要向左移動，依據弗萊明左手定則，導體電流要由下往上流，所以 b 端要接電源正端，a 端要接電源負端
- 線圈旋轉 1 圈經過 2 個磁極會感應產生 1 個正弦波，經過換向片後變成 2 個正半波，由圖(b)可得轉 1 圈產生 2 個正半波需要 0.4 秒，因此每秒鐘會轉 2.5 圈，每分鐘旋轉 150 圈
- $E_{av} = \frac{PZ}{60a} n \phi \Rightarrow a = \frac{4 \times 600}{60 \times 200} \times 1000 \times 0.01 = 2$ ，此機應採用單分波繞 $a = 2m = 2$
- 中間極裝在定子的主磁極之間，可以改善換向
- 4 極電機總電機角 $\theta_c = 4 \times 180^\circ = 720^\circ$ ；線圈 A 的兩邊分別放在 1 號與 5 號槽，可得後節距為 4 槽、9 號換向片上所連接的線圈 A 在 5 號槽而線圈 B 在 9 號槽，兩者距離 4 槽為前節距；線圈 A 線頭接在 1 號換向片、線尾在 9 號換向片，兩者距離 8 片為換向器節距、波繞特徵是換向器節距接近 360 度電機角
- 每個燈泡額定電流 $I_L = \frac{P_L}{V_L} = \frac{25}{100} = 0.25 \text{ A}$ ，負載總功率 $P_L = 4 \times 25 = 100 \text{ W}$ ，負載端電壓 $V_L = \frac{P_L}{I_L} = \frac{100}{0.25} = 400 \text{ V}$ ，應電勢 $E = V_L + I_a(R_a + R_s) + V_b = 400 + 0.25 \times (2.5 + 1.5) + 2 = 403 \text{ V}$
- 負載電流 $I_L = \frac{P}{V} = \frac{5 \text{ k}}{100} = 50 \text{ A}$ ，分激磁場電流 $I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{100}{10} = 10 \text{ A}$ ，電樞電流 $I_a = I_L + I_f = 60 \text{ A}$
 $E = V + I_a R_a \Rightarrow R_a = \frac{E - V}{I_a} = \frac{118 - 100}{60} = 0.3 \Omega$
- 電壓調整率
 $V.R.\% = \frac{V_{\text{無載}} - V_{\text{滿載}}}{V_{\text{滿載}}} \Rightarrow 4\% = \frac{260 - V_{\text{fl}}}{V_{\text{fl}}} \times 100\%$ ，可得

- 滿載端電壓 $V_{\text{fl}} = 250 \text{ V}$ ，端電壓 $V_{\text{fl}} = E - I_L R_a$ ，因此
 $R_a = \frac{E - V_{\text{fl}}}{I_L} = \frac{260 - 250}{2} = 5 \Omega$
- (A) 無載時輸出功率為 0，效率為 0
 (B) 滿載時效率
 $\eta_{\text{滿}} = \frac{8000}{8000 + (1000 + 640)} = \frac{8000}{9640} = 83\%$
 (C) 半載時變動損失為 $\eta_{\frac{1}{2}} = 1000 \times (\frac{1}{2})^2 = 250 \text{ W}$ ，固定損失 640 W 不變，合計總損失為 890 W
 (D) 最大效率發生於 $\sqrt{\frac{P_i}{P_{cf}}} = \sqrt{\frac{640}{1000}} = 0.8$ 載，此時輸出功率 $P_{o(0.8\text{載})} = 8 \text{ kW} \times 0.8 = 6.4 \text{ kW}$
 - 磁場繞組接線方向錯誤，會造成分激場磁通與剩磁互相抵消，無法順利建立電壓
 - A 機：磁場電流 $I_{fA} = \frac{200}{50} = 4 \text{ A}$ ，電樞電流 $I_{aA} = I_{LA} + I_{fA} = 96 + 4 = 100 \text{ A}$ ，應電勢 $E_{aA} = 200 + 100 \times 0.2 = 220 \text{ V}$
 B 機：磁場電流 $I_{fB} = \frac{200}{40} = 5 \text{ A}$ ，電樞電流 $I_{aB} = I_{LB} + I_{fB} = 95 + 5 = 100 \text{ A}$ ，應電勢 $E_{aB} = 200 + 100 \times 0.1 = 210 \text{ V}$
 兩機負載電流合計 $I_L = 96 + 95 = 191 \text{ A}$ ，負載消耗功率為 $P_L = 200 \times (96 + 95) = 38.2 \text{ kW}$
 - 他激式電動機轉矩 $T = K\phi I_a \propto I_a$ ，貨物增加表示電動機軸端所需要的轉矩 T 增加，此時電動機取用的電樞電流 I_a 上升，轉速 $n = \frac{E_c}{K\phi} = \frac{V - I_a R_a}{K\phi}$ 略為下降
 - 設分激磁場電流為 I_f ，輸入電流 $I_L = I_a + I_f = 18 + I_f$ ，輸入電壓 $V_L = I_L R_s + I_f R_f \Rightarrow 220 = (18 + I_f) \times 1 + I_f \times 100$ ，分激磁場電流 $I_f = \frac{220 - 18}{101} = 2 \text{ A}$ ，輸入電流 $I_L = 18 + 2 = 20 \text{ A}$ ，反電勢 $E_c = V_L - I_L R_s - I_a R_a = 220 - (20 \times 1) - (18 \times 0.5) = 191 \text{ V}$
 - 由於轉矩 $T = k\phi I_a$ ，起動時欲產生 2 倍額定轉矩，則起動電流為額定電流的 2 倍，故起動電流為 80 A，起動電流 $I_s = \frac{V - E}{R_a + R_s} = \frac{200 - 0}{0.5 + R_s}$ ，可得外加起動電阻 $R_s = 2 \Omega$
 - 原本 1500 rpm 時反電勢： $E_{c1} = 300 - 100 \times (0.3 + 0.2)$

= 250 V，磁通未飽和時，串激式電動機轉矩與電樞電流成平方正比，當轉矩降至 $\frac{1}{4}$ 倍，此時電樞電流則會減半變成 50 A，連帶磁通量也變成 0.5 倍，此時反電勢： $E_{c2} = 300 - 50 \times (0.3 + 0.2) = 275 \text{ V}$ ，由於轉速 $n = \frac{E}{k\phi} \Rightarrow n_2 = 1500 \times \frac{275}{250} \times \frac{1}{0.5} = 3300 \text{ rpm}$

19. (C) 積複激式電動機額定運轉狀態下，負載增加，串激場磁通增加，轉速會快速下降

20. 渦流損 $P_e = K_e B_m^2 f^2 t^2 G$ ，其中頻率 $f \propto n$

$$P_e' = P_e \times \left(\frac{B_m'}{B_m}\right)^2 \times \left(\frac{n'}{n}\right)^2 = 200 \times (0.5)^2 \times (2)^2 = 200 \text{ W}$$

磁滯損 $P_h = K_h B_m^2 f$

$$P_h' = P_h \times \left(\frac{B_m'}{B_m}\right)^2 \times \left(\frac{n'}{n}\right) = 800 \times (0.5)^2 \times 2 = 400 \text{ W}$$

21. (A) 分激式電動機滿載運轉時，電樞繞組斷路，電樞電流為 0，電動機停止轉動

(B) 分激式電動機無載運轉時，轉速穩定

(C) 串激式電動機滿載運轉時，磁場繞組斷路，電樞電流為 0，電動機停止轉動

(D) 串激式電動機無載運轉時，電樞電流很小，所產生的磁通很低，轉速會極高有飛脫之危險

22. (D) 低壓側繞組採用線徑粗、匝數少的導線繞製而成

23. $E_1 = 4.44 f N_1 \phi_m = 4.44 f N_1 (A \times B_m)$

$$\Rightarrow N_1 = \frac{6600 \text{ V}}{4.44 \times 50 \times 4 \times 10^{-3} \times 1.5} = 4955 \text{ 匝}$$

24. 本機為三相機種，容量 $S = \sqrt{3} VI$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} V_2} = \frac{100 \text{ k}}{\sqrt{3} \times 415} = 139.1 \text{ A}$$

25. 應電勢 $E = 4.44 f N \phi_m = 4.44 f N (A \times B_m)$ 不變下，將矽鋼片面積 A 增加，可降低鐵心磁通密度 B_m ，而磁滯損

$P_h = K_h B_m^2 f$ 與渦流損 $P_e = K_e B_m^2 f^2 t^2$ 才會降低

26. 最大效率發生在 $m = \sqrt{\frac{P_i}{P_e}} = \sqrt{\frac{150}{300}} = 0.707$ ，此時輸出

功率 $P_o = 10 \text{ k} \times 1 \times 0.707 = 7070 \text{ W}$ ，鐵損 150 W 不變，銅損為 $300 \times 0.707^2 = 150 \text{ W}$ ，最大效率

$$\eta\% = \frac{7070}{7070 + 150 + 150} \times 100\% = 95.9\%$$

27. $a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$ ， $V_2 \uparrow$ 則 $N_1 \downarrow$

分接頭位置 $N_1' = 6600 \text{ V} \times \frac{210 \text{ V}}{220 \text{ V}} = 6300 \text{ V}$ 之位置

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

$V.R.\% = p \cos \theta \pm q \sin \theta = 3\% \times 0.8 - 4\% \times 0.6 = 0$ (功因超前取 -)

29. 負載實驗於高壓側加入額定電壓，低壓側接額定負載

30. 總輸入功率 $P_{in} = \frac{P_o}{\eta} = \frac{5 \times 10 \times 746}{0.746} = 50 \text{ kW}$ ，總視在功

率 $S_T = \frac{P_{in}}{\cos \theta} = \frac{50}{0.866} \text{ kVA}$ ，V-V 接法利用率為

0.866，因此 $S_T = 2 \times S \times 0.866$ ，每部容量至少需要

$S = \frac{S_T}{2 \times 0.866} = \frac{0.866}{2 \times 0.866} = \frac{100}{3} \text{ kVA}$ ，選用略大於負載的 35 kVA 變壓器最恰當

31. 以 200 kVA 為基準， $\%Z_A = 2\%$

$$\%Z_B' = 3\% \times \frac{200 \text{ kVA}}{150 \text{ kVA}} = 4\%$$
，並聯運用時分擔與百分

阻抗成反比，因此兩機分擔比例 $S_A : S_B = 2 : 1$ ，倘若 A 機供應額定 200 kVA 時，此時 B 機須供應 100 kVA (未達滿載)；合計可得兩機最大供應容量為 300 kVA

32. (A) 110 V/100 V 降壓自耦變壓器，共用繞組電壓 100 V，非共用繞組電壓 10 V，變壓比 $a = \frac{100}{10} = 10$ ，自耦

變壓器輸出容量 S_A 需要 1100 VA，則雙繞組變壓器容

$$量 S = \frac{S_A}{1 + a} = \frac{1100}{1 + 10} = 100 \text{ VA}$$

(B) 功率因數為 1 時，感應功率(S)等於 100 W，直接傳導功率($S_A - S$)等於 1000 W

(C) 串聯繞組(10 V)為雙繞組變壓器的低壓側，額定電

$$流 I_2 = \frac{S}{V_2} = \frac{100 \text{ VA}}{10 \text{ V}} = 10 \text{ A}$$

(D) 並聯繞組(100 V)為雙繞組變壓器的高壓側，額定

$$電流 I_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{100 \text{ VA}}{100 \text{ V}} = 1 \text{ A}$$

33. $\textcircled{A_n}$ 指示值為 $\textcircled{A_1}$ 與 $\textcircled{A_2}$ 及 $\textcircled{A_3}$ 的三相相量和，

$$A_n = 4 \angle 0^\circ + 4 \angle -120^\circ + 3 \angle 120^\circ = 4 \angle -60^\circ + 3 \angle 120^\circ$$

$$= 1 \angle -60^\circ, \textcircled{A_n} \text{ 指示值為 } 1 \text{ A}$$

34. 油料火災為 B 類火災，使用泡沫或乾粉滅火器滅火

36. 蓄電池的充電採用直流電流，本儀表無法使用

37. 輸入功率 $P_{in} = V \times I = 250 \times 84 = 21 \text{ kW}$

$$效率 \eta = \frac{P_o}{P_{in}} = \frac{20 \text{ kW}}{21 \text{ kW}} = 0.952 = 95.2\%$$

$$38. T = \frac{60 P_o}{2 \pi n} = \frac{60 \times 20000}{2 \pi \times 1250} = 152.8 \text{ N-m}$$

39. 線圈受到旋轉磁場切割，兩端感應產生交流電壓

40. 無載時可以建立電壓，並具有短路保護功能為直流分激式發電機的特性

41. 轉速 n 過高時，要降低可變電阻 R_l 電阻，使磁場電

流增加，磁通量增加，轉速 $n = \frac{E}{k\phi}$ 會降低

42. 根據佛萊銘左手定則(電動機定則)：永磁式電動機因為磁場固定，直流電源反接時，電樞電流方向改變，因此會反轉；至於分激、串激、複激等電動機會因為電樞電流及磁場電流同時改變，因此轉向不變

43. (A) 兩繞組電流方向無法改變，只能朝單一方向旋轉

(B) 電樞繞組與磁場繞組串聯($A_2 - F_1$)，此接法為串激式電動機

(C) 將鼓型開關旋轉位置時，電樞繞組 A_1 與 A_2 因為接到 c 點與 d 點，電流方向會改變，至於磁場繞組 F_1 與 F_2 接到 b 點與 f 點，電流方向維持不變，可以正反轉

(D) 兩繞組電流方向無法改變，只能朝單一方向旋轉

44. $N_1 : N_2 = V_1 : V_2 = 250 \text{ V} : 30 \text{ kV} = 1 : 120$

45. $a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{2}$ ，二次側電流 $I_2 = \frac{1100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 5 \text{ A}$ ，一次側

電流 $I_1 = \frac{I_2}{a} = \frac{5}{\frac{1}{2}} = 10 \text{ A}$ ，無熔絲開關裝於一次側，還

要考慮變壓器激磁電流，因此額定電流選用 15 A 最恰當

46. 變壓器進行 Y- Δ 接線需要三台單相變壓器，一次側 Y 接線，二次側 Δ 接線

47. 此為變壓器極性測試的交流法，可將 A、C 或是 B、D 擇一處短路後，另外一側加上交流電壓表，利用此電壓表的電壓大小來判斷。須注意不可使用電流表，因其為低阻值，會造成一、二次側間短路

48. 開路實驗時電壓表讀值為 100 V 等於低壓側額定電壓，因此瓦特表讀值即為額定鐵損值 80 W。短路實驗時電流表之讀值為 5 A 等於高壓側額定電流 ($\frac{10 \text{ k}}{2000} = 50 \text{ A}$)，因此瓦特表讀值即為滿載銅損值

125 W。最大效率發生於 $\sqrt{\frac{80 \text{ W}}{125 \text{ W}}} = 0.8$ 載，最大效率

發生時輸出功率 $P_o = 10 \text{ kVA} \times 0.8 \times 0.8 = 6.4 \text{ kW}$

49. 6.9 表示一次側電壓為 6.9 kV，25 表示容量為 25 kVA

50. 本題高壓側採用 Y 接線 ($V_{L1} = \sqrt{3}V_{P1}$)，低壓側採用 Δ 接線 ($V_{L2} = V_{P2}$)，因此線電壓 $V_{AB} = V_{L1} = \sqrt{3}V_{P1}$
 $= \sqrt{3}aV_{P2} = \sqrt{3}aV_{L2} = \sqrt{3}aV_{ab}$