113 學年度四技二專第五次聯合模擬考試
電機與電子群電機類　專業科目(二)　詳解

113-5-03-5

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

1. 磁阻 $R=\frac{\text{磁動勢F}}{\text{磁通量}\Phi}=\frac{NI}{\Phi}=\frac{20\times0.5}{0.1}=100\ \text{AT/wb}$
2. (B) 電刷並非磁路的一部份
3. 每極去磁磁動勢

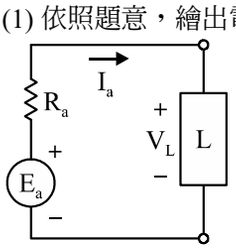
   $F_D=\alpha\times\frac{Z}{360}\times\frac{I_a}{a}=36\times\frac{400}{360}\times\frac{17}{2}=340\ \text{AT}$

   (註：本公式的 α 是機械角)
4. (1) 以佛萊明右手定則(發電機)判定繞組 B、C 的電樞電流方向。由於逆時針旋轉，繞組 B 等同於向下運動；繞組 C 等同於向上運動

   (2) 對於繞組 B，繞組向下運動(拇指向下)；搭配由左往右的磁通方向(食指往右)，得到繞組 B 電樞電流方向爲流出紙面(中指指尖指向自己)。再以安培右手定則，流出紙面電流產生逆時針旋轉磁通

   (3) 對於繞組 C，繞組向上運動(拇指向上)；搭配由左往右的磁通方向(食指往右)，得到繞組 B 電樞電流方向爲流入紙面(中指指尖指向紙面)。再以安培右手定則，流入紙面電流產生逆時針旋轉磁通

   (4) 補償繞組爲了抵消電樞反應，需與隔壁的電樞繞組磁通方向相反，所以繞組 A 電樞電流方向爲流入紙面(產生順時針旋轉磁通)；繞組 D 電樞電流方向爲流出紙面(產生逆時針旋轉磁通)
5. (1) 依照題意，繪出電樞迴路如下



   (2) 100 W 負載，端電壓爲 50 V，得負載電流 $I_L=$電樞電流 $I_a=\frac{P_L}{V_L}=\frac{100}{50}=2\ \text{A}$。列出迴路方程式 $E_a=2R_a+50$

   (3) 192 W 負載，端電壓爲 48 V，此時電樞電流 $I_a=\frac{P_L}{V_L}=\frac{192}{48}=4\ \text{A}$。列出迴路方程式 $E_a=4R_a+48$

   (4) 解聯立方程式 $\begin{cases}E_a=2R_a+50\\E_a=4R_a+48\end{cases}$，得到 $R_a=1\,\Omega$
6. (1) 依據負載規格計算負載電流 $I_L=\frac{P_L}{V_L}=\frac{120}{48}=2.5\ \text{A}$

   (2) 由負載端電壓得場繞組端電壓 $V_L=V_f=48\ \text{V}$ (並聯電路)，場電流 $I_f=\frac{V_f}{R_f}=\frac{48}{80}=0.6\ \text{A}$

   (3) 電樞電流 $I_a=I_f+I_L=2.5+0.6=3.1\ \text{A}$

   (4) 電樞應電勢 $E_a=I_aR_a+V_L=3.1\times0.2+48$
   $=48.62\ \text{V}$
7. 依據公式 $\frac{I_{SA}}{I_{SB}}=\frac{\text{B機串激場繞組阻值}R_B}{\text{A機串激場繞組阻值}R_A}=\frac{1}{2}=\frac{R_B}{0.2}$，得出 R_B 應爲 0.1 Ω；然而 B 機的串激場繞組有並聯分流器 R_X，亦即 $R_B=R_X\,//\,R_{SB}$。因此，$0.1=R_X//0.2$，得 $R_X=0.2\,\Omega$
8. (1) 發電機效率計算公式爲 $\eta=\frac{P_o}{P_o+P_{loss}}$；其中 P_{loss} 等於銅損(P_{cu})、鐵損(P_i)與機械損(P_k)之和

   (2) 求出所有電流，$I_L=\frac{P_L}{V_L}=\frac{1000}{100}=10\ \text{A}$

   $V_f=V_L+I_LR_S=100+10\times0.1=101\ \text{V}$

   $I_f=\frac{V_f}{R_f}=\frac{101}{50.5}=2\ \text{A}$，$I_a=I_f+I_L=10+2=12\ \text{A}$

   (3) 總銅損 $P_{cu}=P_{R_a}+P_{R_f}+P_{R_S}$

   $=(I_a^2\times R_a)+(I_f^2\times R_f)+(I_S^2\times R_S)$

   $=(12^2\times0.5)+(2^2\times50.5)+(10^2\times0.1)=284\ \text{W}$

   總損耗 $P_{loss}=P_{cu}+P_i+P_k=284+16=300\ \text{W}$

   (4) 效率 $\eta=\frac{1000}{1000+300}=0.769$
9. $T=\frac{PZ\Phi I_a}{2\pi a}=\frac{8\times200\times0.628\times5}{2\times3.14\times4}=200\ \text{Nt-m}$
10. 串激式電動機處於磁飽和狀態時，轉矩與電樞電流是正比關係($T\propto I_a$)；非磁飽和狀態時才會是平方正比關係($T\propto I_a^2$)。故 $\frac{T_2}{T_1}=\frac{I_{a2}}{I_{a1}}\Rightarrow\frac{T_2}{144}=\frac{20}{30}$，$T_2=96\ \text{Nt-m}$

    註：非磁飽和狀態，又稱「激磁特性位於線性區」(出自 112 年統測專二第 5 題)，指激磁電流增加，磁通亦呈線性增加之狀態，即磁通未飽和時才有此現象
11. (B) 串激式電動機不可以無載啓動，否則有飛脫之虞

    (C) 磁通方向應相同，否則起動時電機內磁通相互抵消(差複激式)，無法啓動

    (D) 複激式電動機受限於串激場繞組電流大小受負載變動影響，其總磁通經常變動，影響轉速。分激式電

動機轉速爲 $n=\dfrac{V-I_aR_a}{k\times\Phi_S}$

複激式電動機轉速爲 $n=\dfrac{V-I_a(R_a+R_S)}{k\times(\Phi_S+\Phi_f)}$

依此推定，分激式的速率變動較不明顯，故相較於無串激場繞組之分激式而言，速度調整率(SR%)較差

12. (A) 匝數比 $a=\dfrac{12800}{6400}=2$

(B) 開路電壓指無負載時，由匝數比降壓而來的電壓，故 $V_o=\dfrac{220}{2}=110\text{ V}$

(C)(D) 先求負載電流 $I_L=\dfrac{S_L}{V_L}=\dfrac{10000}{100}=100\text{ A}$ ，以匝數比回推一次側電流 $I_1=\dfrac{I_L}{a}=\dfrac{100}{2}=50\text{ A}$

13. $I_e=I_o\cos\theta=0.1\times0.4=0.04\text{ A}$

14. 變壓器標么值不論高壓側或低壓側均相同，所以抓低壓側的數值來算就可以，即

$$Z_{pu}=\frac{Z}{Z_b}=\frac{Z}{\frac{V^2}{S}}=\frac{0.02}{\frac{(100)^2}{80\text{ k}}}=0.16$$

15. (A) 線電壓超前相電壓 30°

(C) 線電壓 $=\sqrt{3}$ 相電壓

(D) 線電流與相電流同相

16. $VR\%=\dfrac{V_{NL}-V_{FL}}{V_{FL}}\times100\%=\dfrac{100-98}{98}\times100\%\fallingdotseq2\%$

17. $n_s=\dfrac{120\times f}{p}=\dfrac{120\times60}{8}=900\text{ rpm}$

$S=\dfrac{n_s-n_r}{n_s}=\dfrac{900-810}{900}=0.1$

18. (1) $n_s=\dfrac{120\times f}{p}=\dfrac{120\times50}{4}=1500\text{ rpm}$

$S=\dfrac{n_s-n_r}{n_s}=\dfrac{1500-900}{1500}=0.4$

(2) $I_2=\dfrac{E_2}{\sqrt{(\frac{R_2}{S})^2+x_2{}^2}}=\dfrac{150}{\sqrt{(\frac{2}{0.4})^2+5^2}}=15\sqrt{2}$

$=21.213\text{ A}$

19. (1) $I_2^2R_2$ ：轉子每相銅損， X_2 ：轉子每相漏磁電抗，$I_2^2\dfrac{(1-S)}{S}R_2$ ：轉子每相內生機械功率

(2) 請見上一題詳解之 I_2 公式，轉子電流會受到轉差率 S 影響

20. $P_g:P_{cu}:P_m=1:S:(1-S)$

取 $P_{cu}:2400=0.2:(1-0.2)$ ，得 $P_{cu}=600\text{ W}$

21. (A) 變頻器可以藉由改變內部 IGBT 元件導通順序，進而控制轉向

(B) 輸出之電壓頻率越高，則轉動速度越快

(C) 原理是將三相 AC 整流爲 DC 之後，再變流爲不同頻率的 AC，藉以控制轉速

22. $X_C=X_A+\dfrac{R_AR_m}{X_m}=2+\dfrac{9\times6}{3}=20\,\Omega$

23. (D) 該電容器是用作幫助起動

24. $E=4.44\times N\times\Phi_m\times f\times k_w=4.44\times225\times0.01\times50\times0.9$

$=449.55$ ，約爲 450 V

25. (A) 感應電動機在機械負載增加時，向電源取用的電流量增加，如此造成感應電動機內生機械功率(實功率)顯著上升，因而使功率因數提升。本項正確

(B) 感應電動機負載增加，則同步發電機將提供更多的輸出電流。輸出電流亦即同步發電機的電樞電流，若電樞電流增加會影響電樞反應，並非無影響，本項錯誤

(C) 若斷掉一條線之後，原本的三相變爲單相運轉。感應電動機爲維持輸出功率 P_o 不變，在端電壓 V_L 不變之下，原先的 $P_{o(三相)}=\sqrt{3}V_LI_L\cos\theta$ ，變成了 $P_{o(單相)}=V_LI_L\cos\theta$ ，在 $P_o=P_{o(三相)}=P_{o(單相)}$ 的前提下，感應電動機的取用電流 I_L ，也就是同步發電機的輸出電流會增加，本項錯誤

(D) 若斷掉兩條線之後，根本無法構成迴路，感應電動機應停止，本項錯誤

26. (A) 在開路特性曲線(OCC)磁飽和之前(A 點的左邊)是線性，線性的 OCC 除以同爲線性的短路特性曲線(SCC)，所得之數值爲完全相等之定值。此定值物理意義爲「未飽和同步阻抗」。I_{f1} 與 I_{f2} 之條件下，OCC 曲線仍爲線性，故求得的同步阻抗數值均相等，此項正確

(B) 若 OCC 飽和後，將呈一平緩線段；此後除以仍爲線性的 SCC，會得到不同的數值，這些不同的數值稱爲「飽和同步阻抗」，在不同的激磁電流下，求到的數值也會不一樣。題目中 I_{f2} 與 I_{f5} 分別是 OCC 未飽和與已飽和之狀態，所以求得的同步阻抗數值不同，此項錯誤

(C) 飽和同步阻抗 $=\left.\dfrac{\text{開路時的相電壓}}{\text{短路時的相電流}}\right|_{\text{相同的}I_f}=\dfrac{\frac{B}{\sqrt{3}}}{C}$ ，除以 $\sqrt{3}$ 之原因是發電機採 Y 接，此項正確

(D) 短路比 $=\dfrac{\text{產生額定開路端電壓之激磁電流}}{\text{產生額定電流之激磁電流}}=\dfrac{I_{f5}}{I_{f4}}$ ，此項正確

27. 自激磁現象(又稱傅倫第效應，Ferranti Effect)之改善，應並聯電感性質之調相設備(如三相同步電動機或調相使用的電感器)中和掉大電容所造成的進相電流，故(D)錯誤

28. 同步發電機發生短路的瞬間，因磁滯現象與磁場線圈之冷次作用產生感應電勢，抑制電樞反應，造成短路瞬間的電樞反應電抗 $X_A=0\,\Omega$ ，此時每相短路電流

$$I_S=\frac{\text{相電壓E}}{\text{電樞漏磁電抗}X_L}=\frac{\frac{380}{\sqrt{3}}}{2.2}=100\text{ A}$$

29. $P_{o(max)}=\dfrac{3E_PV_L}{X_S}=\dfrac{3\times\dfrac{380}{\sqrt{3}}\times250}{22}=7500\text{ W}$

30. 負載量：A > B > C
(B) 應往曲線 A 的方向移動
(C) 應爲電感性
(D) 應變爲超前功因

31. (1) $E=\sqrt{(V_p\cos\theta-I_aR_a)^2+(V_p\sin\theta\pm I_aX_s)^2}$ ，本題負載功率因數爲超前，故方程式中取「＋」
(2) $V_p=\dfrac{V_L}{\sqrt{3}}=\dfrac{100\sqrt{3}}{\sqrt{3}}=100\text{ V}$ (由於電動機 Y 接)；功率因數 $\cos\theta=0.6$ ， $\sin\theta=\sqrt{1-\cos\theta^2}=0.8$
$I_a=\dfrac{P}{\sqrt{3}V_L\cos\theta}=\dfrac{9000}{\sqrt{3}\times100\sqrt{3}\times0.6}=50\text{ A}$
(3) 代入題目所給數據，得到
$E=\sqrt{(100\times0.6+50\times0)^2+(100\times0.8+50\times1)^2}$
$=\sqrt{(60)^2+(130)^2}=\sqrt{3600+16900}=\sqrt{20500}$
$=143.178\text{ V}$

32. 伺服電動機是藉由伺服器解析控制器(本題採用 PLC)產生之控制訊號而作動，題目選項中只有此種電機具有接受控制訊號作動之功能，其餘三者皆無

33. 串激式電動機別名「普用式電動機」，指直流電與交流電兩者均適用。(B)(C)(D) 三者受限於通交流電後，分激場繞組具有電感抗性質(匝數很多)，致分激場繞組之電流與電樞電流產生相位差，導致運轉效果差。故具有分激式繞組的直流電動機，不會通以交流電使用之

34. (1) 實習過程中遇到如本題所述之淺層傷口，以選項(C)方式處理即可。如果有持續出血的狀況，可採用(A)的加壓止血方式，隔著紗布加壓，等止血後再處理傷口；但是(A)錯在於應對傷口壓制，而不是上臂；且本情境中僅「些微出血」，故以(C)方式處理
(2) (B)的止血帶法，是針對四肢有嚴重的出血狀況使用。止血帶使用方式爲，將出血肢以止血帶綁緊後旋轉塑膠固定棒固定，並於止血帶上寫上綁上時間，盡速送醫急救。(同學若想深入了解，可上網查詢止血帶使用的相關急救教學影片)
(3) (D)不可以，透氣膠帶本身不是無菌；且撕下後可能導致傷口二度撕裂傷害

35. (1) 後節距是同一組線圈中兩個線圈邊的跨距。計算後節距 $Y_b=\dfrac{S}{P}=\dfrac{9}{4}=2.25$ ，取整數爲 2 槽。則另一線圈邊置放的槽爲 $1+2=$第 3 槽，故 $A=3$
(2) 換向片節距爲同一線圈的兩個線頭所連接的換向片跨距。本題採用波繞，所以換向片節距
$Y_c=\dfrac{c\pm m}{\dfrac{P}{2}}=\dfrac{9+1}{\dfrac{4}{2}}=5$ 槽。其中因爲題目是前進繞，算式取+號。則另一線頭連接的換向片爲 $1+5=$第 6 個，故 $B=6$

36. 電樞繞組繞製是以一條漆包線纏繞到底，於正確繞製成繞組後，應呈現低電阻值；但是繞製過程中可能因施工不慎而導致斷線狀況，此時會量測到高電阻值，代表應重繞

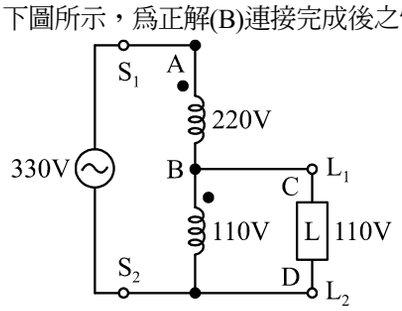
37. 串激式發電機，場繞組短路後即無電流經過，發電機的磁通顯著降低。依據 $E=K\Phi n$ ，發電機產生之應電勢 E 會急遽降低，故視同「短路保護」，不會讓負載燒毀
註：考題常考的「分激式」短路保護作用，是針對它的「負載端」短路；因分激式發電機構造，負載端短路會讓與負載並聯的場繞組無電流，造成磁通顯著降低，達到短路保護。串激式要達到短路保護，僅是針對場繞組進行短路。若針對串激式的負載端短路，則會發生(B)之狀況

38. (1) V 錶代表發電機之端電壓。在發電機的負載顯著增加時，發電機受電樞反應、線路電阻造成壓降，故 V 錶指示的電壓值會發生下降之狀況
(2) A 錶代表發電機輸出之電流。本題發電機之輸出功率爲 1 kW；若將三只負載投入之後，負載消耗總功率爲 2.1 kW，已大幅超過輸出功率。在分激式發電機中，可能發生建立應電勢崩潰之情形；所以開關投入過程中會先看到 A 錶指示值增加，但在應電勢崩潰後，電樞僅存低量應電勢，即造成 A 錶指示值下降

39. 場繞組反接之後，將造成應電勢建立失敗，發電機內僅存剩磁電壓，故 V 錶呈現低數值

40. (B) 變壓器組可供應之輸出容量爲
$S_L=\sqrt{3}S=\sqrt{3}\times50\text{ k}=86.6\text{ kVA}$ ，80 kVA 尚未過載

41. 自耦變壓器之連接，是以一條線將雙繞組變壓器的一次側、二次側，連接成共用部分繞組，再針對各端點通入電源與接上負載。依題意應連接成降壓形式，故如下圖所示，爲正解(B)連接完成後之情形



(A)選項爲錯誤連接法；(C)(D)選項之連接方式是升壓的接法，負載額定是 110 V，不可選

42. (C) 比流器仍爲變壓器，依據 $\dfrac{N_1}{N_2}=\dfrac{I_2}{I_1}$ ， N_1 指變壓器貫穿之匝數， N_2 爲比流器殼內線圈數(固定值)， I_1 爲一次側貫穿線路流經電流， I_2 爲二次側流出電流。設供電系統流出電流爲 I_1 ，則一次側貫穿匝數增加，比流器二次側流出的電流 I_2 應爲增加(越大)，本項錯誤

43. 感應電動機之轉速 1782 rpm 非常接近同步轉速 1800 rpm，且感應電動機無載時功率因數相當低(只有 0.3)，故推測爲無載試驗
(A) 短路試驗是變壓器的試驗
(C) 堵住試驗時轉速應爲 0 rpm
(D) 絕緣電阻試驗應採用絕緣電阻計進行量測

44. (1) $P_o=\sqrt{3}\times V_L\times I_L\times\cos\theta=\sqrt{3}\times220\times0.577\times0.3$

≒ 66 W

(2) $T_o = 9.55 \times \frac{P_o}{n} = 9.55 \times \frac{66}{1782} \fallingdotseq 0.353$ Nt-m

註：分子 9.55×66 並未大於分母 1782，故計算的結果要是「介於 0 到 1 之間的數值」，選項中也只有(A)選項符合此性質

45. 感應電動機繞組改爲 Δ 接線後，自電動機線端看入阻抗降低，導致電動機取用之電流上升，即線電流增加
(A)(D) 線電壓應不變，因爲還是接 220 V
(B) 電動機的轉矩應上升，因爲取用的電流增加了，輸出功率增加，導致轉矩上升

46. (D) 採用的是交流電解質電容器

47. 本題之同步燈爲二明一滅之接線方式，注意 PL2、PL3 兩燈之連接方式，是跨接在不同的兩相之間。故在相序錯誤的時候，PL2、PL3 兩燈會因爲兩端等電位，因而不亮，造成三燈皆不亮的狀態。此時應對調發電機兩線，使相序正確

48. 調增同步發電機的激磁電流，可使該機負擔較多的虛功率。故應調升乙機激磁電流，降低甲機激磁電流

49. 同步電動機的起動重要考量，在於轉子於起動前不可激磁，否則轉子無法與定子快速的旋轉磁場結合，故(D)直接投入電源之方式錯誤
(A) 之起動方法係將同步電動機轉子繞組短路，如同感應電動機之繞組，以感應電動機之方式起動至接近同步轉速後，再對繞組激磁，使其起動成功，本項正確
(B) 之利用變頻器之方式，應將電源頻率降低，使轉子與定子磁場結合後，再逐漸調升頻率至同步轉速，本項錯誤
(C) 無此種做法，本項錯誤

50. (1) 步進角 $\theta = \frac{360°}{\text{相數m} \times \text{轉子齒數n}} = \frac{360°}{4 \times 3} = 30°$
(2) 由脈波與激磁的時相圖得知，此爲一二相激磁，因爲同時有兩個繞組通電(A→A、B→B→$\overline{B}$、$\overline{A}$→$\overline{A}$、$\overline{B}$→…)，故每個脈波轉動的角度需再除以 2，即 15°
(3) 第 32 個脈波轉動了 $15° \times 32 = 480$ 度，自 0 度開始轉 480 度，最終會停在 120 度之位置