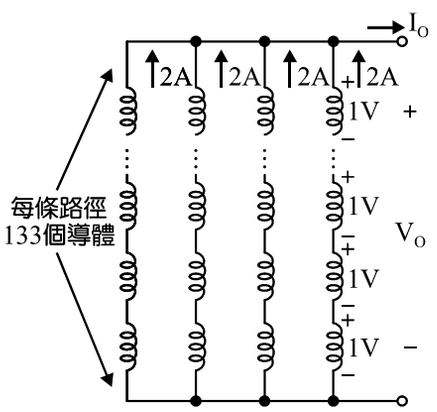
114 學年度四技二專第五次聯合模擬考試
電機與電子群電機類　專業科目(二)　詳解

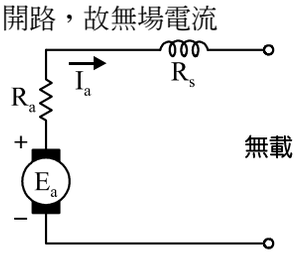
114-5-03-5

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

1. 依據法拉第電磁感應定律公式
   $e_{ind} = N \times \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = 700 \times \frac{0.003}{0.2} = 10.5\ V$
2. (C) 中間極繞組與電樞繞組在電路上呈現串聯關係
3. 採用單分疊繞，則電流路徑數 $a = mP = 1 \times 4 = 4$ 條路徑，532 個導體平均分配給 4 條路徑，每個電流路徑導體數 $Z_{path} = \frac{532}{4} = 133$ 個導體，如下圖



   輸出電壓爲單一路徑的所有串聯繞組電壓和
   即 $V_O = 1 \times 133 = 133\ V$
   輸出電流爲個別路徑的流出電流加總
   即 $I_O = 2 \times 4 = 8\ A$
   輸出功率 $P_O = V_O \times I_O = 133 \times 8 = 1064\ W$
4. (A) 中間極繞組已經大幅減輕電樞反應，電刷不需移動
   (B) 僅在中間極繞組涵蓋的面積下可抵銷電樞反應，主磁極附近仍存在無法抵銷之電樞反應；欲全面抵銷則需裝設補償繞組
   (C) 順轉向之排列應爲 NsSn；NnSs 爲電動機順轉向之排列
   (D) 承接(B)之解析，由於中間極可以改善中性面的換向，此時換向曲線形狀近似正弦波，稱爲「正弦換向」
5. 場繞組端電壓 $V_f = E_a - I_a R_a$
   $= 209.5 - 15 \times 0.5 = 202\ V$
   分激場電流 $I_f = \frac{V_f}{R_f} = \frac{202}{40.4} = 5\ A$
   負載電流 $I_L = I_a - I_f = 15 - 5 = 10\ A$
   負載端電壓 $V_L = V_f - I_L(R_x \,//\, R_s)$
   $= 202 - 10 \times (0.4 \,//\, 0.4) = 200\ V$
   負載消耗功率 $P_L = V_L I_L = 200 \times 10 = 2000\ W$
6. (A) 電壓調整率越接近 0 狀態越爲理想。以曲線 2 而言，其無載電壓與滿載電壓相同，電壓調整率 $VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}}$，其值近似於 0，較其他兩者更佳
   (B) 曲線 2 爲「平複激式」狀態
   (C) R_x 設定爲 2 Ω，比原先的 0.4 Ω 還大，則串激場繞組 R_s 分得電流增加，因而使場磁通 ϕ 增加，發電機將變爲「過複激式」狀態，其對應曲線爲曲線 1
   (D) R_x 由 0.4 Ω 改爲 10 Ω，造成電阻器電流更低，串激場磁通更大，仍爲「過複激式」狀態
7. (1) 如下圖之電路圖，串激式發電機於無載時，電路開路，故無場電流



   (2) 串激式發電機接上負載後，其應電勢建立之條件過程，與分激式相同：需足夠剩磁、剩磁方向正確、轉速大於臨界轉速、場電阻小於臨界場電阻
8. (A) 渦流損與磁滯損應視爲鐵損；銅損爲「電阻損耗」，指電路中繞組造成之損耗
   (B) 因負載變動時，直流電機供應給負載的電流大小會有所變動，因而影響銅損
   (C) 鐵心在磁化過程中造成的能量損失爲磁滯損；鐵心在旋轉過程中產生之渦流造成的損失爲渦流損
   (D) 依據渦流損公式 $P_e = K_e B_m^2 f^2 t^2 G$，t 代表鐵心厚度，即體積會對渦流損有影響；既然鐵損爲渦流損與磁滯損之和，故體積大小會影響鐵損
9. 電樞電流 $I_a = \frac{V_L - E_b}{R_a} = \frac{209 - 206}{0.3} = 10\ A$
   內生機械功率 $P_m = E_b I_a = 206 \times 10 = 2060\ W$
10. (1) 依據 $n = \frac{E_b}{K\phi}$，電動機轉速與反電勢 E_b 成正比；與磁通量 ϕ 成反比
    原先反電勢 $E_{b1} = V_t - I_{a1}(R_a + R_s)$
    $= 100 - \frac{200}{100}(0.4 + 0.1) = 99\ V$
    串聯電阻後，新反電勢 $E_{b2} = V_t - I_{a2}(R_a + R_s)$
    $= 100 - \frac{200}{100}(0.4 + 0.1 + 5.5) = 88\ V$

(2) 負載不變下，電樞電流均相等；串激式電動機，電樞電流＝場電流，故新舊磁通量相等(即 $\phi_1=\phi_2$)

(3) $\frac{n_2}{n_1}=\frac{E_2}{E_1}\times\frac{\phi_1}{\phi_2}\Rightarrow\frac{n_2}{n_1}=\frac{88}{99}\Rightarrow n_2\fallingdotseq 1422$ rpm

11. 電樞反應爲主磁通受到電樞電流磁通影響，而導致總有效磁通部分被抵銷。故總有效磁通減少，再依據 $n=\frac{E_b}{K\phi}$，磁通下降，因而導致轉速提升

(註：直流發電機之電樞反應亦爲總有效磁通減少，但衍生的效應是應電勢下降)

12. 二次側電壓 $V_2=\frac{V_1}{a}=\frac{50}{\frac{110}{220}}=100$ V

二次側電流 $I_2=\frac{V_2}{R}=\frac{100}{25}=4$ A

一次側電流 $I_1=\frac{I_2}{a}=\frac{4}{\frac{1}{2}}=8$ A

13. (D) 桿上變壓器多以油浸之方式進行散熱

14. (A) 無載端電壓大於滿載端電壓，負載應爲電阻性或電感性負載，電容性負載會造成滿載端電壓上升

(B) 依據分接頭公式：$V_2N_1=V_2'N_1'$，希望供應負載端電壓增加，則一次側匝數應減少

(C) 再並聯電感性或電阻性負載，由於負載電流增加產生的壓降增加，會造成端電壓更下降

(D) 電壓調整率爲 0%係指無載端電壓＝滿載端電壓

15. (A) 因 Y-Y 接線之電路連接，其受諧波干擾的電流，將直接輸出至輸電線路中

(B) 線電壓 $=\sqrt{3}$ 相電壓

(C) 可續採 V 接線方式供電；U 接線係指 Y 接線故障其中一具變壓器

(D) 實務上 Δ 連接仍會對「三角形的其中一角」施作接地，避免系統處於浮接狀態，但 Δ 無中性點構造(僅 Y 接有)

16. (1) 依據 $S=V_1I_1=V_2I_2$，變壓器二次側繞組可供應最大之容量爲 1.2 kVA。但在中心抽頭過後，二次側可供應之容量會被兩組繞組平分，意即 an 繞組、nb 繞組分別僅能供應 0.6 kVA

(2) 丁負載若接上後，向 ab 線間索取 0.6 kVA 之功率，可視爲 an 線間與 nb 線間各索取 0.3 kVA

(A) 甲負載接於 ab 線間，額定電壓不正確，致功率超越額定值，有安全疑慮

(B) nb 線間功率爲 $0.4+0.3=0.7$ kVA ，已過載

(C) an 線間功率爲 $0.2+0.4=0.6$ kVA，nb 線間功率爲 0.6 kVA，總和 1.2 kVA，恰爲滿載狀態

(D) an 線間功率爲 $0.2+0.4+0.6=1.2$ kVA，雖整體未過載，但 an 繞組間已過載

17. 高壓側等效阻抗 $Z=\frac{\text{電壓錶讀值}}{\text{電流錶讀值}}=\frac{200}{4}=50\,\Omega$

高壓側等效電阻 $R=\frac{\text{功率錶讀值}}{(\text{電流錶讀值})^2}=\frac{400}{4^2}=25\,\Omega$

高壓側等效電抗 $X=\sqrt{Z^2-R^2}=\sqrt{50^2-25^2}=25\sqrt{3}\,\Omega$

18. (1) 由電路得負載電流 I_L

＝串聯繞組電流 $I_{SE}=\frac{3000}{150}=20$ A

(2) 自耦變壓器容量 $S_{IO}=V_{in}I_{in}=V_{out}I_{out}$

$\Rightarrow 100\times I_1=150\times 20$ ， $I_1=30$ A

並聯繞組電流 $I_C=30-20=10$ A

(3) 負載爲額定負載

故自耦變壓器容量 $S_{IO}=3$ kVA

$S_{IO}=S_W(1+\frac{V_C}{V_{SE}})\Rightarrow 3000=S_W(1+\frac{100}{50})$

得變壓器改接前容量(固有容量) $S_W=1$ kVA

(4) 改接後增加的容量(傳導容量)

$S_C=S_{IO}-S_W=3\,k-1\,k=2$ kVA

19. (B) 最大轉矩與轉子電阻值兩者無關聯

20. (A) 理想啓動狀況爲：「啓動電流小、啓動轉矩大」

21. (1) 依據線圈匝數比與接線方式將定子電壓轉換至轉子

$\frac{N_{定子}}{N_{轉子}}=\frac{4}{1}$ ， $\frac{V_{線}}{V_{相}}=\frac{\sqrt{3}}{1}$

$V_{轉子}=V_{定子}\times\frac{N_{轉子}}{N_{定子}}\times\frac{V_{相}}{V_{線}}=220\sqrt{3}\times\frac{1}{4}\times\frac{1}{\sqrt{3}}=55$ V

(2) 同步轉速 $n_s=\frac{120f}{p}=\frac{120\times 60}{8}=900$ rpm

轉差率 $S=\frac{n_s-n_r}{n_s}=\frac{900-800}{900}=\frac{1}{9}$

(3) 運轉時轉子側電流

$I_2=\frac{V_{轉子}}{\sqrt{(\frac{R_2}{S})^2+X_2^{\,2}}}=\frac{55}{\sqrt{(\frac{0.2}{\frac{1}{9}})^2+2.4^2}}=\frac{55}{3}=18.33$ A

22. 依據比例推移公式：

$\frac{\text{轉子側每相電阻}}{\text{最大轉矩之轉差率}}=\frac{R}{S}=\frac{R+R_x}{S'}\Rightarrow\frac{0.2}{0.4}=\frac{0.2+R_x}{1}$

得 $R_x=0.3\,\Omega$

23. (D) (1) 感應電動機中，轉子磁場與定子磁場共構爲電動機的合成磁場(通)，其磁場交互作用關係已包含於電路模型中，故不會在感應電動機中討論電樞反應。而如直流機、同步機之主磁通受電樞磁通影響，才獨立爲「電樞反應」做討論

(2) 感應電動機將氣隙設計較小，主要目的是降低激磁電流，使無載電流不致過大，而非用來抑制電樞反應；相反地，在直流機中，爲減輕電樞反應對主磁通的影響，才會傾向設計較大的氣隙

24. (A) 依題意，加裝電容器後主繞組電流與輔助繞組電流相位差達 90 度，是爲最佳分相效果，故啓動轉矩會增加

(B) 電容器 B 爲「啓動」使用，若將其留在電路上，會造成輔助繞組線路電流增加，提升銅損。故此種啓動用電容器會於啓動完成後切離

(C) 不一定。如果加裝前功率因數爲 0.9(落後)，電容器 B 的電容量過大，可能導致變成超前功因，此時功

率因數反而衰減
(D) 轉向是透過輔助繞組與主繞組相位方向決定，所採用之電容器爲交流用，反裝並不影響轉向

25. 節距因數 K_p

$$=\sin\frac{\beta\pi}{2}=\sin\frac{180°\times\frac{5}{6}}{2}=\sin 75°=0.965$$

26. 槽距 $\alpha=\frac{\text{總電機角}}{\text{總槽數}}=\frac{180°\times 12}{72}=30°$
每相每極線圈數 q
$$=\frac{\text{總槽數}}{\text{相數m}\times\text{極數p}}=\frac{72}{3\times 12}=2$$
分佈因數 K_d
$$=\frac{\sin\frac{q\alpha}{2}}{q\sin\frac{\alpha}{2}}=\frac{\sin\frac{2\times 30°}{2}}{2\times\sin\frac{30°}{2}}=\frac{\sin 30°}{2\times\sin\frac{30°}{2}}$$
$$=\frac{1}{4\times\sin 15°}=0.965$$

27. 短路比 K_s 爲同步阻抗標么值 $Z_{s(pu)}$ (又稱爲百分比同步阻抗)之倒數
先計算 $Z_{s(pu)}=\frac{\text{實際值}Z_s}{\text{基準值}Z_b}=\frac{Z_s}{\frac{V^2}{S}}=\frac{25}{\frac{(\sqrt{3}\,k)^2}{60\,k}}=0.5$
短路比 $K_s=\frac{1}{Z_{s(pu)}}=2$

28. (C) 汽輪式發電機的轉速高，約 1500 rpm~3600 rpm。又核能發電之原理爲藉由核分裂反應產生的高溫對水加熱後，產生蒸氣來推動原動機，故有冷卻問題需解決。以臺灣的核電廠舉例，均以海水做爲機組降溫使用

29. (C) 容量部分可不相同，因透過並聯運用，發電機所需負擔的容量可透過調整轉速(分配實功率)與激磁電流(分配虛功率)決定，只要不超出其額定容量即可

30. (B) 電樞電流大小 $I_a=\frac{V_p-E_A}{R_a+j(X_a+X_L)}$ ，並非無關
(C) V_f 應爲直流電源，目的爲提供固定之 N、S 極性；通入交流電會導致磁極極性變化不定
(D) R_f 增加則場電流減少，導致磁通量 ϕ 減少，反電勢 $E_A=4.44N\phi f$ 減小

31. 本圖三條虛線部分爲功率因數大小與性質(超前或落後)；實線部分爲負載電樞電流的大小

32. (A) 步進電動機無電刷之構造
(B) 步進電動機轉子慣性小，且以特定角度運轉，無追逐現象存在
(C) 步進電動機轉向控制是藉由改變定子繞組激磁順序達成之
(D) 開迴路控制系統代表訊號輸入系統(電動機)後，不再有回授訊號之機制。相對於此觀念者爲「閉迴路控制系統」，即輸出之訊號有回授機制，而伺服電動機即是

33. (A) 同步速率 $V_s=2Y_pf$ ，其中 Y_p 爲極距，故與極距有關；與極數無關
(B) 線性電動機僅是將旋轉電機展開爲水平運動之結構，故可分爲「線性感應電動機」與「線性同步電動機」
(C) 屬於直線運動之電動機
(D) 控制其移動速率之方式以變頻器改變頻率達成，與改變外加電壓大小無關

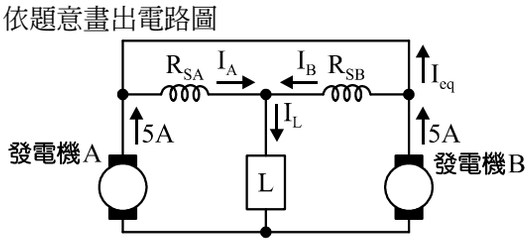
34. (A) 若以塑膠袋套頭，除影響視線外，濃煙的高溫可能將塑膠袋融化黏在皮膚上
(B) 若來不及逃生，火場內首要觀念爲「保命求生」，將門緊閉後即可創造安全空間，隨後立即以開窗確保氧氣充足、撥打 119 等方式求救，並於室內等待救援
(C) 逃生時若有門可關上，務必關門，以阻絕火勢與濃煙擴散
(D) 若評估後決定逃生，務必往下逃生，因濃煙是往上竄，且平均上升速度爲每秒 3~5 公尺(相當快)，故應往低樓層方向逃生
(資料來源：內政部消防署-消防防災館網頁。建議同學參閱，建立正確火場求生觀念。)

35. $a_{疊繞}=mp$ ， $a_{波繞}=2m$ ，故波繞繞組電流路徑數少於疊繞繞組

36. 無載特性曲線代表發電機在無載(輸出端開路)時，量測其激磁變化與對應之應電勢之特性曲線，故橫軸爲場電流 I_f ，縱軸爲應電勢 E_a 。又因 $E_a=k\phi n$ ，若轉速增加，則應電勢提高，故曲線往上方移動

37. 電阻 R_x 調低即降低場電阻值。建立應電勢的條件其一爲「場電阻值需低於臨界值」，而在調降後即改善此問題，故失敗原因爲「場電阻值過高」。答案選(D)

38. 依題意畫出電路圖



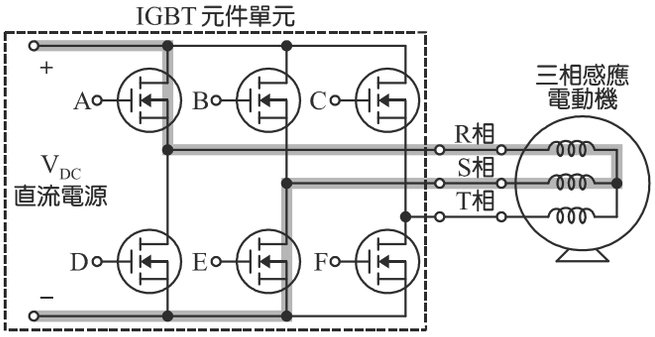
(1) $\frac{R_{SA}}{R_{SB}}=\frac{I_B}{I_A}=\frac{P_B}{P_A}=\frac{3}{2}$
負載電流 $I_L=\frac{P_L}{V_L}=\frac{1000}{100}=10\text{ A}$
故 A 機串激場電流 $I_A=4\text{ A}$
B 機串激場電流 $I_B=6\text{ A}$
(2) 以 B 機計算，電樞電流 5 A
但串激場電流 $I_B=6\text{ A}$
所以均壓線電流 $I_{eq}=6-5=1\text{ A}$
(3) 綜上所述，答案選(A)

39. 永磁式電動機磁場已由內置永久磁鐵固定，故無法使用場磁通控速法；題意之作法爲「電樞電阻控速法」，此做法由外加電阻後產生壓降，導致電樞繞組端電壓只會較正常值低，故僅能控制於基礎轉速之下

40. 示波器所量測的訊號爲「電壓值」，故須將變壓器之

輸出電壓再藉由另一只降壓至示波器可承受之電壓大小。不得選(A)之理由爲：爲配合貫穿式比流器使用，變壓器輸出兩端需以導線短路。但本題變壓器二次側輸出電壓爲 110 V，將其短路有電流過高之虞，有違題意所需「安全性」

41. 本試驗測試結果得到變壓器爲「加極性」，故輸出波形與輸入波形關係爲反相關係。而變壓器並不會對頻率造成任何影響，故答案選(C)
42. (C) 感應電動機的功率因數會隨著負載量增加而增加。無載試驗求得的無載功率因數應爲低數值；而堵住試驗求得的堵住功率因數爲高數值，兩者不會相等
43. (1) 由圖中得知有蔽極環之構造，故爲蔽極式電動機
(2) 蔽極式電動機的轉向爲「未蔽極」轉向「被蔽極」，故圖(a)轉向爲順時針
(3) 若將電動機整個定子上下翻轉後，由於蔽極線圈之位置對調，導致磁極處的移動磁場方向改變，故圖(b)爲逆時針
綜上所述，答案爲(B)
44. (A) 目的爲量測激磁電流對無載(開路)電壓之變化曲線，即無載特性曲線(OCC)
(B) 因發電機採 Y 接線，交流電壓錶測得的讀值應再除以 $\sqrt{3}$ 才是相電壓
(C) 運轉前應將激磁電源先設定爲 0 A，待轉速穩定後，再將激磁電流逐漸調整到額定值，避免定子繞組在啓動過程中感應產生高電壓，損害線路與絕緣或造成人員感電危險之虞
45. 每相飽和同步阻抗
$$Z_S=\frac{\frac{\text{額定線電壓}V_o}{\sqrt{3}}}{\text{對應之短路電流}I_s}=\frac{\frac{200}{\sqrt{3}}}{\frac{500}{\sqrt{3}}}=\frac{2}{5}\,\Omega$$
46. (A) 三相交流同步發電機接上電容性負載後，滿載輸出端電壓將大於無載端電壓，故外部特性曲線應爲上揚之形狀
47. (A) 感應機構造簡單，啓動方便，多用於一般機械負載驅動力來源；同步機應用場合多爲電網系統調整功率因數，或者需要恆速的動力驅動系統：如發電廠水泵、壓縮機等不允許轉速變化的設備，其成本更高
(B) 只要是電動機，其轉矩均有最大值，即脫出(崩潰)轉矩
(C) 感應機轉子構造分爲鼠籠式與繞線式；同步機轉子構造爲永久磁鐵或帶有激磁繞組之電磁鐵
(D) 感應機的定子磁場與轉子磁場存在轉速差(故須計算轉差率 S)；同步機的定子磁場與轉子磁場存在角度差(即負載角 δ，將影響其轉矩)
48. (1) 變頻器中的 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)元件，可藉導通時間與順序，輸出三相電源，並可調控其頻率。判斷本題時，僅需將六只 IGBT 元當作「電晶體開關」來想即可
(2) 依題意，繞組通電順序爲 RS 相→ST 相→TR 相……。先以 RS 相來分析，如下圖所示，RS 相繞組欲激磁(通電)，則以此兩組繞組爲出發點，往變頻器內劃出灰色路徑，A、E 兩只元件需導通，其餘需截止



(3) 依此類推，ST 相欲激磁，則 B、F 需導通；TR 相欲激磁，則 C、D 需導通，故答案選(A)
(4) (B)選項會使電動機「逆時針旋轉」，(C)(D)選項均無此導通方式
49. 伺服電動機驅動器並無對於輸出功率之控制。輸出功率係由電動機之「轉速」與「轉矩」自然決定之結果
50. 輸出功率 $P_O=T\times\omega=2\times2\pi\times\frac{1910}{60}\fallingdotseq400\text{ W}$