

九十九學年四技二專第五次聯合模擬考試 電機與電子群 專業科目 (一) 詳解

99-5-03-4
99-5-04-4

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

第一部份：基本電學

1. 由移動電子作正功可知， $V_A < V_B$

$$\text{所以 } V_{AB} = -\left(\frac{12 \text{ J}}{3 \text{ C}}\right) = -4 \text{ V}$$

2. (A) 20°C 時的電阻溫度係數

$$\alpha_{20} = \frac{\left[\frac{(2.01 - 2)}{(21 - 20)}\right]}{2} = 0.005^\circ\text{C}^{-1}$$

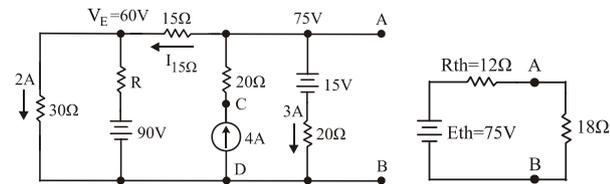
(B) 溫度降低、電阻降低，則此材料具有『正』電阻溫度係數

(C) $\alpha_0 = \frac{1}{202}^\circ\text{C}^{-1}$ ，即理論上推測，在零下 202°C 時電阻將降為 0

(D) 由計算式 $\frac{10}{100} = \frac{(202 + 20)}{(202 + t)}$ ，可得 $t = 2018^\circ\text{C}$

3. $V_{ab} = 15 + 3 \times 20 = 75 \text{ V} = V_{cd} - 4 \times 20$

$$\therefore V_{cd} = 75 + 80 = 155 \text{ V}$$



4. 依克希荷夫定律可知 $I_{15\Omega} = 1 \text{ A}$

$$\text{則 } V_E = 75 - 1 \times 15 = 60 \text{ V}$$

則流過 R 的電流為 1 A (向上)，所以 $R = 30 \Omega$

求出 A、B 間的戴維寧等效電阻

$$R_{th} = \left(\frac{30 // 30}{} + 15\right) // 20 = 12 \Omega$$

而 A、B 間的戴維寧等效電壓 $E_{th} = 75 \text{ V}$

$$\text{則電流 } I = \frac{75 \text{ V}}{(12 \Omega + 18 \Omega)} = 2.5 \text{ A}$$

5. 1 分鐘內 5 公升的水溫升 30°C ，需提供 150000 卡的熱量，即 $150000 = 0.24 \times 200 \times I \times 60 \times 0.9$ ，可得 $I = 57.87 \text{ A}$ ，約為 57.9 A

6. 兩電阻的額定電流分別為

$$I_{5\Omega} = \sqrt{\frac{10}{5}} \text{ 與 } I_{10\Omega} = \sqrt{\frac{15}{10}}$$

比較可得 $I_{10\Omega} < I_{5\Omega}$ ，為避免超過額定值

$$\text{電流應選用較小者 } I_{10\Omega} = \sqrt{1.5} = 1.22 \text{ A}$$

兩電阻串聯後電阻為 15Ω

可外加的最大電壓為 $E = I \times R = 1.22 \times 15 = 18.3 \text{ V}$

$$7. \frac{\left(\frac{(3 \times R)}{18 + 3}\right) \times R + 3}{2R} + \left(\frac{3 \times R}{18 + 3}\right) = 9, \text{ 可得 } R = 12 \Omega$$

流過 $2R$ 電阻的電流為 4 A

所以 $E = 4 \text{ A} \times 2R = 4 \text{ A} \times 24 \Omega = 96 \text{ V}$

8. 設 A 點電壓為 X 伏特，利用節點電流法列出計算式

$$\frac{(X - 20)}{10} + \frac{(X - 30)}{15} = 5, \text{ 可得 } X = 54 \text{ V}$$

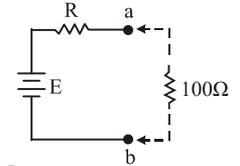
$$\text{則 } I = \frac{(54 - 30)}{15} = 1.6 \text{ A}$$

9. 此直流線性複雜網路可以戴維寧等效電路來代替當 a、b 間外接 100Ω 時

$$V_{ab} = 50 \text{ V}, \text{ 則 } E = 50 + \left(\frac{50}{100}\right) \times R$$

當 a、b 間外接 200Ω 時， $V_{ab} = 80 \text{ V}$

$$\text{則 } E = 80 + \left(\frac{80}{200}\right) \times R, \text{ 可求得 } R = 300 \Omega$$



依最大功率轉移定理可知當 a、b 間外接電阻 $R_L = R$ 時，可在 R_L 獲得最大功率，即 $R_L = 300 \Omega$

10. 電感器組合所儲存的能量為 $W = 0.5 \times 2 \text{ H} \times (2 \text{ A})^2 + 0.5 \times 4 \text{ H} \times (2 \text{ A})^2 + (2 \text{ A}) \times (2 \text{ A}) \times (1 \text{ H}) = 16 \text{ 焦耳}$

11. 電容 C_1 儲存電量 $500 \mu\text{C}$ 、電壓 50 V ，可知 $C_1 = 10 \mu\text{F}$

$$C_1、C_2 \text{ 串聯後總電容量} = \frac{(40 \times 10)}{(40 + 10)} = 8 \mu\text{F}, \text{ 且串聯電}$$

容電路，每個電容所儲存的電量均相等且等於總電量，所以電源電壓 $E = \frac{500 \mu\text{C}}{8 \mu\text{F}} = 62.5 \text{ V}$

12. 因電容充飽電後呈斷路，由 $V_C = \frac{1}{3}E$ 可知係由 R_1 與

$600 \text{ k}\Omega$ 分壓的結果， R_1 為 $600 \text{ k}\Omega$ 的一半等於

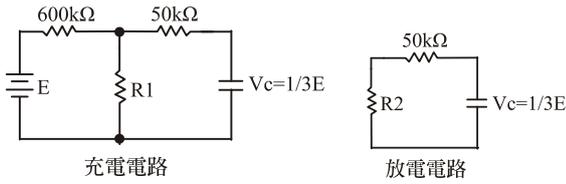
$$300 \text{ k}\Omega. \text{ 而充電時間常數 } \tau = R \times C = \left(\frac{600 \text{ k}\Omega // 300 \text{ k}\Omega}{} + 50 \text{ k}\Omega\right) \times C = 250 \text{ k}\Omega \times C$$

而放電暫態的時間為充電暫態時間的一半，代表放電時間常數為充電時間常數的一半

即放電時間常數 $\tau = 125 \text{ k}\Omega \times C$

則表示 $50 \text{ k}\Omega + R_2 = 125 \text{ k}\Omega$ ，所以 $R_2 = 75 \text{ k}\Omega$

則 $R_1 + R_2 = 300 \text{ k}\Omega + 75 \text{ k}\Omega = 375 \text{ k}\Omega$



13. 電感量大小與匝數平方成正比，所以當匝數減半時，電感量變為原來的 $\frac{1}{4}$ ，又直流電感電阻串聯暫態電路中，時間常數 $\tau = \frac{L}{R}$ ，所以當電感變為原來的 $\frac{1}{4}$ 時，時間常數 τ 亦變為原來的 $\frac{1}{4}$ ，即 $\tau = \frac{2\text{秒}}{4} = 0.5\text{秒}$

14. 依諧振公式，於諧振時
- $$\omega r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{(20 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-6})^{0.5}} = 500 \text{ rad/s}$$

所以當 ω 由 300 rad/s 增加時，會到達 $\omega r = 500 \text{ rad/s}$ 角速度，之後再繼續增加，又因並聯諧振時，電路電流 I 為最小值。所以線路電流的變化為『先減小後增大』

15. 由交流電路 $E = 200 \text{ V}$ 、 $V_R = 120 \text{ V}$ 、 $V_L = 80 \text{ V}$ 可知 $|V_L - V_C| = 160 \text{ V}$ ，所以 $V_C = 240 \text{ V}$
因 $X_C = 24 \Omega$ ，所以線路電流 $I = \frac{240 \text{ V}}{24 \Omega} = 10 \text{ A}$

線路平均功率 $P = V_R \times I = 120 \times 10 = 1200 \text{ W}$

$$R = \frac{120 \text{ V}}{10 \text{ A}} = 12 \Omega, X_L = \frac{80 \text{ V}}{10 \text{ A}} = 8 \Omega$$

所以線路串聯阻抗

$$Z = 12 \Omega + j8 \Omega - j24 \Omega = 12 - j16 \Omega$$

$$\text{可得線路功因 } \cos \theta = \frac{R}{Z} = 0.6 \text{ 越前}$$

16. $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(1250 \times 10 \times 10^{-6})} = 80 \Omega$

電路總組抗 $Z = 80 - j80 \Omega = 80\sqrt{2} \Omega$

$$\text{線路電流 } I = \frac{E}{Z} = \frac{160}{(80\sqrt{2})} = \sqrt{2} \text{ A}$$

平均功率 $P = I^2 \times R = (\sqrt{2})^2 \times 80 = 160 \text{ W}$

17. 由 $X_L = 2 \pi fL$ 可知當頻率加倍時， X_L 加倍
反之頻率減半時， X_L 亦減半

又 $X_C = \frac{1}{(2 \pi fL)}$ 可知當頻率加倍時， X_C 減半

另串聯電路中，當電流達到最大時代表電路達到串聯諧振， $X_L = X_C$

	X_L	X_C		X_L	X_C	
50 Hz			➔	50 Hz	25 Ω	
100 Hz		200 Ω		100 Hz	50 Ω	200 Ω
200 Hz				200 Hz	100 Ω	100 Ω

18. 此單純 RLC 並聯電路， I_R 與 E 同相

I_L 落後 E 90° ， I_C 越前 E 90°

$$\text{所以 } I = 13 \angle 0^\circ = I_R + jI_C + jI_L = 9 + j7.5 - jI_L$$

可得 I_L 約為 16.88 A，因 $I_L > I_C$ ，所以電路呈電感性

19. 未接電容前 $Z = 15 + j20 = 25 \Omega$

$$\text{線路電流 } I = \frac{E}{25}, Q_L = I^2 \times X_L = \left(\frac{E^2}{625}\right) \times 20$$

依接電容前電路功因為 0.6 落後

接電容後電路功因為 0.6 越前可知

電容所提供的進相虛功率 $Q_C = 2Q_L$

$$\text{即 } \frac{E^2}{X_C} = 2 \times \left(\frac{E^2}{625}\right) \times 20 = \frac{40 \times E^2}{625}$$

$$\text{得 } X_C = 15.625 \Omega = \frac{1}{\omega C}$$

$$\text{所以 } C = \frac{1}{15625} = 0.000064 \text{ F} = 64 \mu\text{F}$$

20. $E = 100 \angle 30^\circ$ ， $I = 4 \angle -6.9^\circ$

$$\text{則 } Z = \frac{E}{I} = 25 \angle 36.9^\circ = 20 + j15 \Omega$$

此為串聯形式，但電路呈現為並聯形式以導納方式來呈現

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{(20 + j15)} = \frac{20}{625} - \frac{j15}{625} = G - jB_L$$

$$\text{則電阻 } R = \frac{1}{G} = \frac{625}{20} = 31.25 \Omega$$

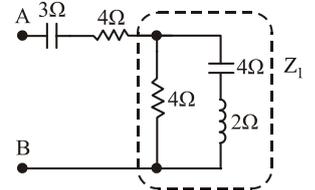
21. 先求出 $Z_1 = 4 // (j2 - j4)$

$$= \frac{(4 \times (-j2))}{(4 + (-j2))} = 0.8 - j1.6$$

$$\text{而 } Z_{AB} = 4 - j3 + Z_1$$

$$= 4 - j3 + 0.8 - j1.6$$

$$= 4.8 - j4.6 \Omega$$



22. 於 500 Hz 時， $X_L = 20 \Omega$ ， $X_C = 720 \Omega$

$$\text{則諧指頻率為 } f_r = 500 \times \sqrt{\frac{720}{20}} = 3000 \text{ Hz}$$

即頻率為原來 6 倍時才會產生諧振

而諧振時 $X_L = 20 \Omega \times 6 = 120 \Omega$

$$\text{所以品質因數 } Q = \frac{X_L}{R} = \frac{120}{10} = 12$$

23. 由 $X_C = 40 \Omega$ 、 $I_C = 3 \text{ A}$ ，可得 $V_A = 120 \text{ V}$

則 $I_R = 4 \text{ A}$ ，若我們假設 $V_A = 120 = 120 \angle 0^\circ$

則流過阻抗 Z 的電流 $I = 4 + j3 = 5 \angle 36.9^\circ$

而 $Z = 24 \angle 16.2^\circ$

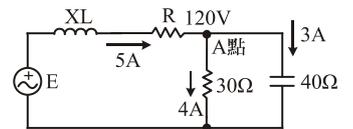
所以 $V_Z = I \times Z$

$$= 120 \angle 53.1^\circ$$

$$= 72 + j96 \text{ 伏}$$

$$\text{則 } E = V_Z + 120 \angle 0^\circ = 72 + j96 + 120 = 192 + j96$$

$$= 96(2 + j1) = 96 \times \sqrt{5} = 214.66 \text{ V} \approx 215 \text{ V}$$



24. 不同頻率的兩個交流信號相加時
其有效值為各信號有效值的平方和再開平方根

$$\text{即 } I = \sqrt{\left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{20}{\sqrt{2}}\right)^2} = 15.81 \text{ A}$$

25. 三相 Δ 接負載，線電流為 10 A 時，相電流為 $\frac{10}{\sqrt{3}}$

而每相負載為 30 Ω ，所以相電壓

$$= \left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right) \times 30 = 100\sqrt{3} \text{ 伏特，又 } \Delta \text{ 接負載中}$$

相電壓 = 線電壓 = 電源電壓 = $100\sqrt{3}$ 伏特
此三相電源接至 Y 接負載時

$$Y \text{ 接負載的相電壓} = \frac{(100\sqrt{3})}{\sqrt{3}} = 100 \text{ V}$$

又 Y 接負載中，線電流 = 相電流 = 5 A

$$\text{所以三相 Y 接負載中每相阻抗為 } \frac{100 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 20 \Omega = Z$$

而每相阻抗 Z 中，電阻 R = 10 Ω

$$\text{即 } Z = 20 = 10 + jX, \text{ 則 } X = 17.32 \Omega$$

第二部份：電子學

26. ① 在順偏情況下，仍有漏電流存在

② 二極體有記號端通常為 N 極

27. ① $I_{R2} = \frac{6 \text{ V}}{1 \text{ k}} = 6 \text{ mA}$ ， $I_{\min} = I_{ZK} + I_{RL} = 10 \text{ mA}$

② $I_{\max} = I_{ZM} + I_{RL} = 40 \text{ mA}$

③ $R_{\max} = \frac{10 - 6}{I_{\min}} = \frac{4}{10 \text{ mA}} = 400 \Omega$

④ $R_{\min} = \frac{10 - 6}{I_{\max}} = \frac{4}{40 \text{ mA}} = 100 \Omega$

28. 放電時間 $\tau = R \cdot C = (1 \times 10^3) \cdot (0.1 \times 10^{-6}) = 0.1 \text{ ms}$
經放電時間 $5\tau = 0.5 \text{ ms}$

輸入週期 $\frac{T}{2} = 0.5 \text{ ms}$ ，因和放電時間相同，

故輸出波形將發生失真

29. 有效值 = $\sqrt{\frac{\left(\frac{-3}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \pi + \left(\frac{-7}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \pi}{2\pi}} = \sqrt{\frac{58}{4}}$

30. ① I_m 電流主要為載子濃度不均所引起

② 所加電壓 V 增加時， I_s 電流不變

31. $\frac{2 - (2V_i - 2)}{2} = -3$ ， $\therefore V_i = 5 \text{ V}$

32. $I_E = \frac{0 - 0.7 - (-10.7)}{\frac{200 \text{ k}\Omega}{100} + 3 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mA}$

$$V_E = V_{EE} + I_E R_E = -4.7 \text{ V}$$

33. (A) $V_C = 0 - I_C R_C = -4.4 \text{ V}$

(B) $V_{RE} = V_Z - V_{BE} = 5 - 0.6 = 4.4 \text{ V}$

$$I_E = \frac{V_{RE}}{R_E} = \frac{4.4}{10^3} = 4.4 \text{ mA}, I_C \doteq I_E = 4.4 \text{ mA}$$

(C) $V_{CE} = 0 - V_{EE} - I_C R_C - I_E R_E$
 $= 12 - (4.4 \times 10^{-3}) \times [(1+1) \times 10^3] = 3.2 \text{ V}$

(D) $I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{4.4 \text{ mA}}{100} = 44 \mu\text{A}$

34. $V_{CC} = \frac{-10 \times (10) + 5 \times (40)}{10 + 40} = 2 \text{ V}$

$$I_B = \frac{2.7 - 0.7}{100 \text{ k}} = 0.02 \text{ mA}, R_{CC} = 10 \text{ k} // 40 \text{ k} = 8 \text{ k}\Omega$$

$$I_C = \beta I_B = 0.2 \text{ mA}, V_o = V_{CC} - I_C \times R_{CC} = 0.4 \text{ V}$$

35. (1) $I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS}(\text{OFF})}\right)^2 = 16 \times \left(1 - \frac{V_{GS}}{-4}\right)^2$

解(1)得 $I_D = 4 \text{ mA}$

(2) 定電流區條件 $V_{DG} \geq |V_{GS}(\text{OFF})| = 4$

$$V_{DG} = V_D - V_G \geq 4, R_D \leq \frac{V_{DD} - 4}{I_D} = 2 \text{ k}\Omega$$

36. $R_{TH} = 20 \text{ k} // 20 \text{ k} = 10 \text{ k}\Omega$ ， $I_C = \beta I_B = 50 \text{ mA}$

$$E_{TH} = 5 \text{ V}, I_C(\text{SAT}) = \frac{10}{3 \text{ k}} = 3.3 \text{ mA}$$

$$I_B = \frac{5}{10 \text{ k}} = 0.5 \text{ mA}, \text{電晶體已飽和，故 } AV = 0$$

37. ② 截止頻率處之電壓增益為最大增益 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍

③ 串級放大使頻寬減少

38. $A_V = A_{V1} + A_{V2} = 40 \text{ dB}$ ， $40 \text{ dB} = 20 \log AV$

$$\therefore A_V = 100, A_{VT} = A_V \times A_{V2} = 1000$$

$$V_o = 1 \mu\text{V} \times 1000 = 1 \text{ mV}$$

39. ① MOSFET 本身結構中有空乏區存在

④ 空乏型 MOSFET 本身已有通道存在

40. $10 = I_D R_D + I_G R_G + V_{GS} \Rightarrow V_{GS} = 4 \text{ V}$

$$I_D = k(V_{GS} - V_T)^2 \Rightarrow k = \frac{2}{9} \text{ mA/V}^2$$

$$g_m = 2k(V_{GS} - V_T) = \frac{4}{3} \text{ m}\overline{\text{S}}, A_V = -g_m(R_D // r_d) = -4$$

41. $D\% = \frac{30^\circ + (360^\circ - 150^\circ)}{360^\circ} \times 100\% = 66.7\%$

42. ① V_{C2} 的輸出振盪波形為一方波

② C_1 和 C_2 是經由 R_{C1} 和 R_{C2} 來充電

43. 電容充電 $T_1 = 0.7(R_1 + R_2)C$ ，輸出週期 $T = T_1 + T_2$

$$\text{電容放電 } T_2 = 0.7R_2C, \text{ 輸出頻率} = \frac{1}{T} \doteq 3 \text{ kHz}$$

44. $V_{UT} = \beta \times (+V_{CC}) = \frac{10 \text{ k}}{20 \text{ k} + 10 \text{ k}} \times (+15) = 5 \text{ V}$

$$V_{LT} = \beta \times (-V_{CC}) = \frac{10 \text{ k}}{20 \text{ k} + 10 \text{ k}} \times (-15) = -5 \text{ V}$$

由 -7 V 變成 4 V 時，在遲滯範圍內為記憶栓銷

$$V_o = +V_{CC} = +15 \text{ V}$$

45. (B) 電晶體工作於飽和區時，少數載子在基極中累積

(D) 電晶體在工作區時， I_C 隨 V_{CE} 電壓增加而增加

$$46. I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$\therefore V_{GS} = -3$ 或 -5 (不合)(JFET 截止)

$$1 = 16 \left(1 - \frac{V_{GS}}{-4}\right)^2, V_{GS} = 0 - I_D R_S, \therefore R_S = 3 \text{ k}\Omega$$

$$47. V_+ = \left(\frac{V_1}{400 \text{ k}} + \frac{V_2}{400 \text{ k}}\right) \times (400 \text{ k} // 400 \text{ k}) = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

$$\frac{V_o}{V_+} = 1 + \frac{30 \text{ k}}{10 \text{ k}} \Rightarrow V_o = 2V_1 + 2V_2$$

$$49. \omega t = \frac{\pi}{2} \text{ 時}, V_1(t) = 20 \sin \frac{\pi}{2} = 20, V_o = 20 + 5 = 25 \text{ V}$$

$$50. V_{2\text{k}\Omega} = 12 \times \frac{2 \text{ k}\Omega}{7 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ V}$$

$$V_{E1} = 2 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 1.3 \text{ V}, I_{E1} \frac{1.3 \text{ V}}{R_E} = 1.3 \text{ mA}$$

$$r_{e1} = \frac{26 \text{ mV}}{1.3 \text{ mA}} = 20 \Omega = r_{e2}$$

$$A_{V1} = -\frac{r_{e2}}{r_{e1}} = -1, A_{V2} = \frac{4 \text{ k} // 12 \text{ k}}{r_{e2}} = \frac{3 \text{ k}}{20} = 150$$

$$A_{VT} = A_{V1} \times A_{V2} = -150$$