

## 103 學年度四技二專第四次聯合模擬考試 電機與電子群 專業科目(一) 詳解

103-4-03-4、103-4-04-4

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

### 第一部分：基本電學

1. LED 燈泡較白熾燈泡每 1000 小時所節省之費用為

$$\frac{(60-20)}{1000} \times 1000 \times 3 = 120 \text{ 元}$$

LED 燈泡較白熾燈泡每 1000 小時的購置成本考慮下粗估回本的時間約略  $\frac{(300-20)}{120} = 2.33$  千小時，因此

假設燈泡使用  $t$  小時，且  $2000 \text{ 小時} \leq t \leq 3000 \text{ 小時}$ ，因此列方程式如下(含購置成本)

$$(20 \times 3 + \frac{60 \times t}{1000} \times 3) > (300 + \frac{20 \times t}{1000} \times 3)$$

$t > 2000$  小時，因此在第 2001 小時起 LED 燈泡較白熾燈泡省錢。(此時白熾燈泡總費用為 420.18 元，LED 燈泡總費用為 420.16 元)

2. A 材質的電阻溫度係數  $\alpha_{20} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{70} = \frac{1}{140}$

可推論零電阻溫度係數為  $-120^\circ\text{C}$ ，因此 A 材質的直線斜截式方程式為  $R = \frac{1}{2} \cdot ^\circ\text{C} + 60$

B 材質的電阻溫度係數  $\alpha_{30} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{100} = \frac{1}{300}$

可推論零電阻溫度係數為  $-270^\circ\text{C}$ ，因此 B 材質的直線斜截式方程式為  $R = \frac{1}{3} \cdot ^\circ\text{C} + 90$

當 A、B 兩材質電阻相同時

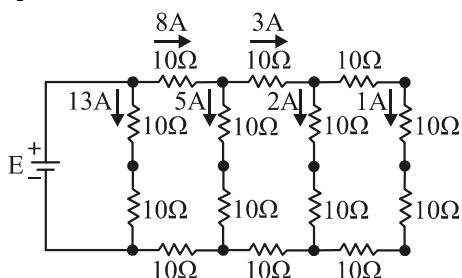
$$\frac{1}{2} \cdot ^\circ\text{C} + 60 = \frac{1}{3} \cdot ^\circ\text{C} + 90 \Rightarrow \text{溫度 } 180^\circ\text{C} \text{ 時電阻相同}$$

3. 1 BTU = 252 卡

4. 利用單位電流法假設  $I_4 = 1 \text{ A}$ ，可依序推導出

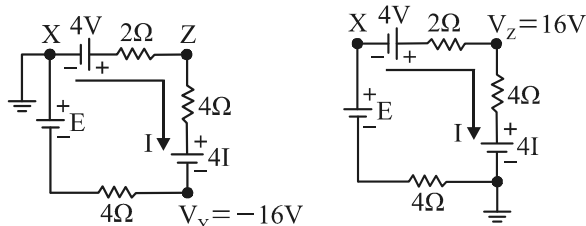
$I_3 = 2 \text{ A}$ 、 $I_2 = 5 \text{ A}$ 、 $I_1 = 13 \text{ A}$ ；因此

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{13}{5} = 2.6$$



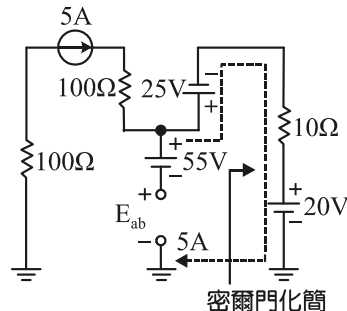
5. 並聯電路電壓相等，因此  $I_2 = 3I_1$

6. 假設電流方向為順時針(逆時針假設亦同)



$$\begin{cases} 0 - E + \frac{(E+4-4I)}{10} \times 4 = -16 \\ 4I + \frac{(E+4-4I)}{10} \times 4 = 16 \end{cases} \Rightarrow E = 24 \text{ V}, I = 2 \text{ A}$$

7.

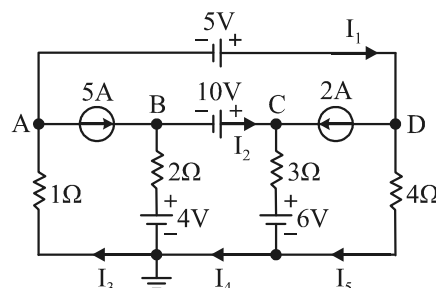


密爾門化簡

$$E_{ab} + 55 = 25 + 5 \cdot 10 + 20 \Rightarrow E_{ab} = 40 \text{ V}$$

$$R_{th} = 10 \Omega, \therefore P_{max} = \frac{20^2}{10} = 40 \text{ W}$$

8.



① 節點電壓法：(AD 間以及 BC 間皆為超節點)

$$\frac{V_C - 6}{3} + \frac{V_C - 10 - 4}{2} = 5 + 2 \Rightarrow V_C = 19.2 \text{ V}$$

$$V_B = 19.2 - 10 = 9.2 \text{ V}$$

$$\frac{V_A}{1} + \frac{V_A + 5}{4} + 5 + 2 = 0 \Rightarrow V_A = -6.6 \text{ V}$$

$$\therefore V_{AB} = -6.6 \text{ V} - 9.2 \text{ V} = -15.8 \text{ V}$$

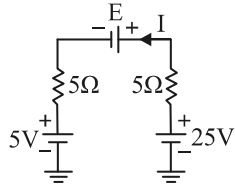
$$V_D = -6.6 + 5 = -1.6 \text{ V}$$

同時可知  $I_3 = 6.6 \text{ A}$ 、 $I_1 = 1.6 \text{ A}$ 、 $I_5 = -0.4 \text{ A}$

② 克西荷夫電流定律(KCL)

$$I_2 = 2.4 \text{ A}、I_4 = 4 \text{ A}$$

9. 在電壓源  $E$  兩端點分別取戴維寧等效電路  
當  $E = 20 \text{ V}$  時，電流  $I = 0 \text{ A}$



10. 原迴路方程式如下：

$$\begin{cases} I_1 : 12I_1 - 4I_2 + 6I_3 = 10 \\ I_2 : -4I_1 + 14I_2 + 2I_3 = 30 \\ I_3 : 6I_1 + 2I_2 + 20I_3 = 40 \end{cases}$$

更改係數後的迴路方程式如下：

$$\begin{cases} I_1 : 6 \cdot I_1 - 2I_2 + 3I_3 = 5 \\ I_2 : -4I_1 + 14I_2 + 2 \cdot I_3 = 30 \\ I_3 : -3 \cdot I_1 - I_2 - 10 \cdot I_3 = -20 \end{cases}$$

可知  $A = 6$ 、 $B = 5$ 、 $C = 2$ 、 $D = -3$ 、 $E = -10$

11. ① 開關  $S$  打開時：

$$900 \mu\text{J} = \frac{1}{2} \cdot 18 \mu\text{F} \cdot V^2 \Rightarrow V = 10$$

$$900 \mu\text{J} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{18 \mu\text{F}} \Rightarrow Q = 180 \mu\text{C}$$

$$\text{可求得 } C = \frac{Q}{V} \Rightarrow C_1 = \frac{180 \mu\text{C}}{(40-10)} = 6 \mu\text{F}$$

② 開關  $S$  閉合時：

$$\text{電容器 } 6 \mu\text{F} \text{ 儲存的電荷 } Q = CV = 6 \mu\text{F} \cdot \frac{80}{3} = 160 \mu\text{C}$$

$$\text{電容器 } 18 \mu\text{F} \text{ 儲存電荷 } Q = CV = 18 \mu\text{F} \cdot \frac{40}{3} = 240 \mu\text{C}$$

$$C_2 = \frac{(240 \mu\text{C} - 160 \mu\text{C})}{\frac{80}{3}} = 3 \mu\text{F}, \quad \frac{C_1}{C_2} = \frac{6 \mu\text{F}}{3 \mu\text{F}} = 2$$

12. 正電荷順電場方向移動則電位下降

$$13. L_T = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 - 2M} = 3.6 \text{ mH (並聯互助)}$$

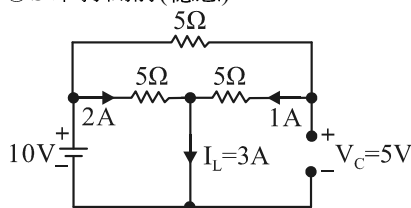
$$E_{ab} = L \frac{di(t)}{dt} = 3.6 \text{ mH} \times \frac{10t^2 - 10t + 5}{dt} \Big|_{t=3}$$

$$E_{ab} = 3.6 \text{ mH} \cdot (20 \cdot 3 - 10) = 180 \text{ mV}$$

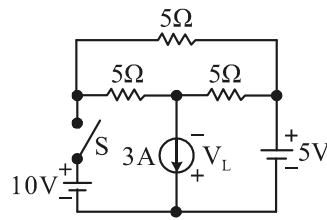
14. 磁場強度越大則磁力線越密集

$$15. V_{cd} = 2 \cdot \frac{2}{1} = 4 \text{ V}$$

16. ①  $S$  未打開前(穩態)

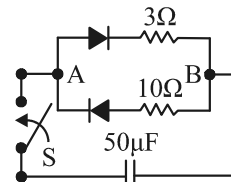


- ②  $S$  打開在  $t = 0^+$  的瞬間



$$V_L(0^+) + 5 = 3 \cdot (5 // 10) \Rightarrow V_L(0^+) = -5 \text{ V}$$

- 17.



$$V_C(t) = 30e^{-\frac{1}{10 \cdot 50 \mu}} = 30e^{-2000t}$$

$$V_C = 30e^{-2000 \cdot 0.5 \text{ m}} = 30e^{-1} = 11.036 \text{ V}$$

$$I = \frac{11.036}{10} \cong 1.1 \text{ A}$$

18. 正弦波的波峰因數為 1.414

19. 第一個正峰值與第一個負峰值時間差為  $\frac{1}{2} T$

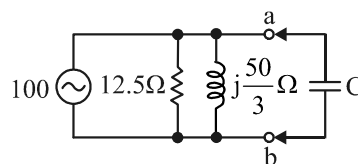
$$\text{因此 } \frac{\pi}{500} \times \frac{1}{2} = \frac{\pi}{1000} \text{ 秒}$$

20. 串聯電路流經每一元件的電流皆相同

$$21. \text{① } i(t) = \frac{V_L}{X_L} = \frac{60 \angle 53^\circ}{6 \angle 90^\circ} = 10 \angle -37^\circ$$

$$Z = \frac{V_i(t)}{i(t)} = \frac{100 \angle 0^\circ}{10 \angle -37^\circ} = 10 \angle 37^\circ = R + jX_L \Rightarrow R = 8 \Omega$$

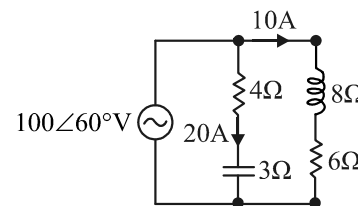
② 將串聯電路轉為並聯電路



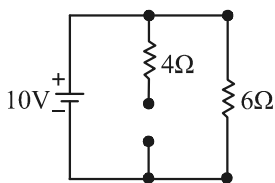
$$\left( \frac{100}{X_C} - \frac{100}{50} \right)$$

$$\frac{3}{100} = \frac{4}{3} \Rightarrow X_C = 6 \Omega, \quad C = \frac{1}{6} \text{ mF}$$

22. ① 交流分析： $P = 20^2 \times 4 + 10^2 \times 6 = 2200 \text{ W}$

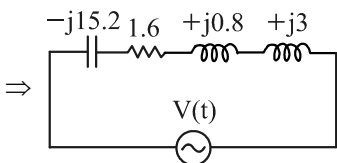
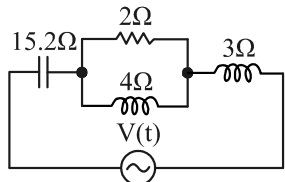


$$\text{② 直流分析：} P = \frac{10^2}{6} \cong 16.67 \text{ W}$$



③ 平均功率為  $2200 + 16.67 = 2216.67 \text{ W}$

23. 需並聯約  $53 \text{ mH}$  的电感器可將功率因數改善至 1  
24.



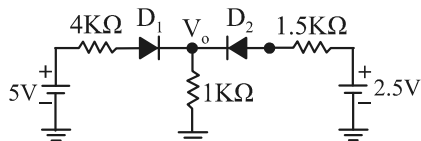
$$f_0 = f \sqrt{\frac{X_C}{X_L}} = 60 \cdot \sqrt{\frac{15.2}{3.8}} = 120 \text{ Hz}$$

25. 電源電壓與電源電流相差  $0$  度角，可知該電路為諧振電路，品質因數  $Q$  的定義為諧振時電感器或電容器的虛功率與實功率的比值

$$Q = \frac{Q_{L0}}{P} = \frac{Q_{C0}}{P} = \frac{700}{(20 + 10 + \frac{40^2}{80})} = 14$$

## 第二部分：電子學

26. 電晶體電路為電子學發展歷程中的第二代  
27. 1N60 系列(鍺質二極體)比 1N40 系列(矽質二極體)更適用於檢波電路  
28. ① 左右兩端各化為戴維寧等效電路(電壓源  $10 \text{ V}$  取代掉電流源  $20 \text{ mA}$ )



② 假設二極體皆 ON，密爾門定理化簡

$$V_o = \frac{(\frac{5}{4K} + \frac{2.5}{1.5K})}{(\frac{1}{4K} + \frac{1}{1.5K} + \frac{1}{1K})} = \frac{35}{23} \approx 1.52 \text{ V}$$

29. 順向偏壓視為短路；逆向偏壓視為開路  
30. 二極體 PIV 皆為  $2V_m$

$$31. V_{i(\min)} = 5 + (5 \text{ mA} + 5 \text{ mA}) \times 1K = 15 \text{ V}$$

$$V_{i(\max)} = 5 + (15 \text{ mA} + 5 \text{ mA}) \times 1K = 25 \text{ V}$$

當  $15 \text{ V} \leq V_i \leq 25 \text{ V}$  時為積納二極體正常穩壓範圍

$\therefore V_i = 14 \text{ V}$  時 Zener 視為開路

$$V_o = 14 \cdot \frac{1K}{1K + 1K} = 7 \text{ V}$$

32. 箝位器

33. 仍符合克西荷夫電流定律(KCL)， $I_E = I_C + I_B$

34. 在  $I_C$  不變情況下，B 端進入 E 端的電洞越多，則表

示 E 端發射的電子越多， $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$  (下降)

36. ①  $10 \text{ V} \times \frac{20K}{20K + 80K} = 2 \text{ V} < V_Z \Rightarrow \text{Zener 視為開路}$

$$② I_B = \frac{(2 - 0.7)}{16K + 1K \cdot 99} \approx 11.3 \mu\text{A}$$

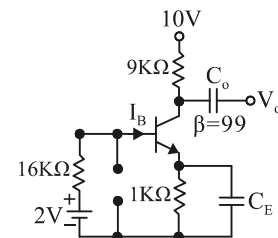
$$③ I_C = \beta \cdot I_B = 99 \cdot 11.3 \mu\text{A} = 1.11 \text{ mA}$$

$$④ I_C(\text{sat}) = \frac{10 - 0.2}{9K + 1K} = 0.98 \text{ mA}$$

$\therefore \beta \cdot I_B > I_C(\text{sat})$  進入飽和區

$$⑤ V_B = 0.98 \text{ mA} \cdot 1K + 0.7 = 1.68 \text{ V}$$

$$⑥ I_B = \frac{2 - 1.68}{16K} = 20 \mu\text{A}$$



37. 飽和判別式：

$$\frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \times \beta \geq \frac{V_{CC} - V_{CE(\text{sat})}}{R_C} \Rightarrow \beta \times R_C \geq R_B$$

$$38. I_B = \frac{(10.7 - 0.7)}{100K} = 100 \mu\text{A}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 50 \cdot 100 \mu\text{A} = 5 \text{ mA}$$

$$I_C(\text{sat}) = \frac{10.7 - 0.2}{1K} = 10.5 \text{ mA}$$

$$V_C = 10.7 - 5 \text{ mA} \cdot 1K = 5.7 \text{ V}$$

$\therefore I_B \cdot \beta < I_C(\text{sat})$  操作於工作區

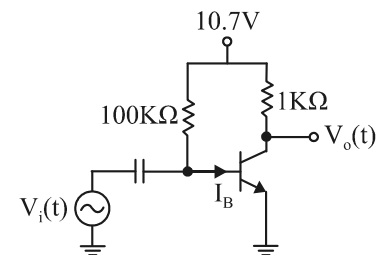
$$r_\pi = \frac{25 \text{ mV}}{I_B} = \frac{25 \text{ mV}}{100 \mu\text{A}} = 250 \Omega$$

$$A_v = -\frac{h_{fe} \cdot R_C}{r_\pi} = -50 \cdot \frac{1000}{250} = -200 \text{ 倍}$$

$$V_o(t) = 5.7 \text{ V} + 10 \text{ mV} \sin(1000t + 30^\circ) \cdot -200$$

$$V_o(t) = 5.7 \text{ V} - 2 \sin(1000t + 30^\circ)$$

$$= 5.7 + 2 \sin(1000t - 150^\circ)$$



$$39. \frac{4M}{4M + 2M} \cdot (1 + h_{fe1})(1 + h_{fe2}) \cdot \frac{8K}{8K + 4K} = 1000$$

$$(1 + h_{fe1})(1 + h_{fe2}) = 2250$$

∴  $h_{fe1} = 49$  ;  $h_{fe2} = 44$  較符合需求

40. (A) 加極性變壓器  $\bar{V}_1 = 5 \angle 180^\circ \text{ mV}$   
 ( $\bar{V}_1 = 5 \angle -180^\circ \text{ mV}$ )  
 (B) 第一級電壓增益分貝數以  $20 \log_{10} 20$  表示(其中負號表示反向 180 度)  
 (C) 經過兩次反向, 因此電壓同相位  
 (D) 輸出電壓  $V_o = 0.005 \cdot -2 \cdot -20 \cdot 0.5 = 0.1 \text{ V}$

電阻消耗功率  $P = \frac{0.1^2}{1\text{K}} = 0.01 \text{ mW}$

$10 \log_{10} \left( \frac{0.01 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} \right) = -20 \text{ dBm}$

41. 增強型 MOSFET 沒有預設通道  
 42.  $V_{GD} = -0.7 \text{ V} < V_t$  且  $V_{GD} = -3.7 \text{ V} < V_t$  工作於歐姆區

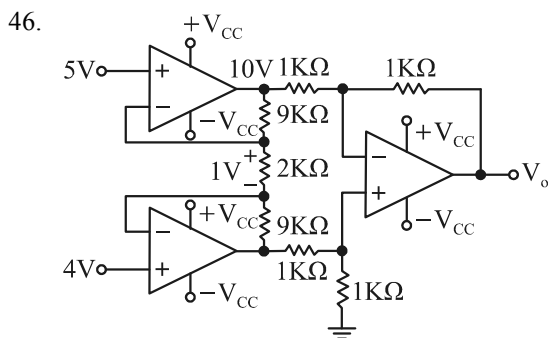
43.  $g_m = \frac{2I_{DSS}}{|V_p|} \left( 1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right) = \frac{2 \cdot 16 \text{ mA}}{4} \cdot \left( 1 - \frac{-2}{-4} \right) = 4 \text{ ms}$

$r_s = \frac{1}{g_m} = 250 \Omega$  ,  $R_s = \frac{2}{4 \text{ mA}} = 500 \Omega$

$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{500}{250 + 500} = \frac{2}{3}$

44. ① 電容器充飽電視為開路, 輸出電壓為 0 V  
 ②  $f_i < \frac{1}{2\pi R_s C_1}$  微分器, 直流訊號微分為 0 V

45.  $V_o = 5 + (4 - 3) \cdot 5 - 6 = 4 \text{ V}$



$V_o = 10 \cdot \frac{1\text{K}}{1\text{K}} = -10 \text{ V}$  (最後一級電路為減法器)

47.  $V_o = A_d V_d \times \left( 1 + \frac{1}{\text{CMRR}} \times \frac{V_c}{V_d} \right)$

$V_o = 100 \times 0.1 \times \left( 1 + \frac{1}{1000} \times \frac{10}{0.1} \right) = 11 \text{ V}$

48. 該電路為正峰值檢知器  
 $V_i = 6\sqrt{3} + 8 \sin(1000t + 180^\circ)$  , ∴  $V_o = (6\sqrt{3} + 8) \text{ V}$

49. ① 若  $V_o = +15 \text{ V}$

$V_+ = V_i \cdot \frac{6\text{K}}{6\text{K} + 3\text{K}} + 15 \cdot \frac{3\text{K}}{6\text{K} + 3\text{K}} < 2\text{V}$

⇒  $V_o : +15 \text{ V} \rightarrow -15 \text{ V}$

∴  $V_i < -4.5 \text{ V}$  輸出電壓轉態由 +15 V 轉為 -15 V

- ② 若  $V_o = -15 \text{ V}$

$V_+ = V_i \cdot \frac{6\text{K}}{6\text{K} + 3\text{K}} - 15 \cdot \frac{3\text{K}}{6\text{K} + 3\text{K}} > 2 \text{ V}$

⇒  $V_o : -15 \text{ V} \rightarrow +15 \text{ V}$

∴  $V_i > 10.5 \text{ V}$  輸出電壓轉態由 -15 V 轉為 +15 V

50.  $\frac{R_3}{R_4} \geq \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{R}{3 \text{ K}\Omega} \geq \frac{16 \text{ K}\Omega}{12 \text{ K}\Omega} + \frac{15 \text{ nF}}{5 \text{ nF}}$

∴  $R \geq 13 \text{ K}\Omega$