107 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

107-4-03-4、107-4-04-4

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

第一部分：電子學

1. 矽晶圓尺寸指的是它的直徑
2. 10°C 之逆向飽和電流爲 $\frac{12\text{ V}}{6\text{ M}\Omega}=2\ \mu\text{A}$

   設增加至 $I=8\sqrt{2}\ \mu\text{A}$ 時的溫度爲 x

   $8\sqrt{2}=2\times2^{\frac{x-10}{10}}$ ，$\therefore x=35°\text{C}$
3. $10\text{ mA}\le I_Z\le120\text{ mA}$

   $10\text{ mA}\le\frac{10-6}{R_S}-\frac{6}{150}\le120\text{ mA}$

   $10\text{ mA}\le\frac{10-6}{R_S}-40\text{ mA}\le120\text{ mA}$

   $50\text{ mA}\le\frac{4}{R_S}\le160\text{ mA}$

   $\therefore 25\ \Omega\le R_S\le80\ \Omega$
4. 此輸入/輸出轉移特性曲線要求

   $V_i>6\text{ V}$ 時，$V_o=V_i-6$

   $V_i<-3\text{ V}$ 時，$V_o=V_i+3$

   若 $-3\text{ V}\le V_i\le6\text{ V}$ 時，則 $V_o=0\text{ V}$

   僅(A)選項之電路可達成此要求
5. 當 V_i 爲負半週時，ZD 短路，$V_o=0\text{ V}$

   當 V_i 爲正半週時，ZD 達成崩潰，$V_o=6\text{ V}$
6. $\because\frac{RC}{20}=\frac{T}{2}=\frac{1}{2f}$

   $\therefore R=\frac{20}{2fc}=\frac{20}{2\times200\times0.5\times10^{-6}}=100\text{ k}\Omega$
7. (C) 欲提高電流增益，可增加射極摻雜濃度或使基極寬度變窄
8. $\beta_1=\frac{\alpha_1}{1-\alpha_1}=\frac{0.95}{1-0.95}=19$ ，$\beta_2=\frac{\alpha_2}{1-\alpha_2}=\frac{0.98}{1-0.98}=49$
9. $I_B=\frac{V_{BB}-V_{BE}}{R_B}$ ，且 $I_C=\beta I_B$

   $\therefore R_B\uparrow$ 、$I_B\downarrow$ 、$I_C\downarrow$ ，工作點 Q 沿直流負載線向 Q_2(截止區)移動
10. $I_{B1}=I_{B2}=I_B$

    $V_{CC}=(I_C+I_{B1}+I_{B2})R_2+I_{B1}R_1+V_{BE}$

    $\Rightarrow V_{CC}\approx(\beta I_B+2I_B)R_2+I_BR_1$

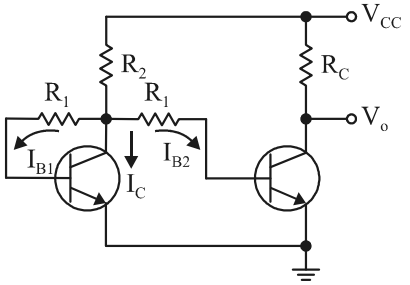
    $\Rightarrow V_{CC}\approx I_B[(2+\beta)R_2+R_1]$

    $\Rightarrow\frac{V_{CC}}{R_2}\approx I_B[(2+\beta)+\frac{R_1}{R_2}]\Rightarrow\frac{V_{CC}}{R_2}\approx(2+\frac{R_1}{R_2})I_B+\beta I_B$

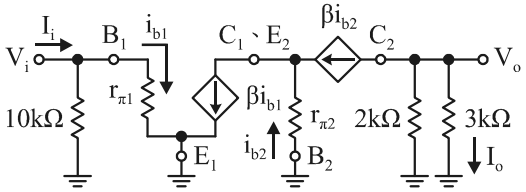
    $\because\frac{V_{CC}}{R_2}\gg(2+\frac{R_1}{R_2})I_B$ ，$\therefore\frac{V_{CC}}{R_2}\approx\beta\cdot I_B\approx\frac{V_{CC}}{4R_C}$

    $V_o=V_{CC}-I_CR_C=V_{CC}-\beta I_BR_C=V_{CC}-\frac{V_{CC}}{4R_C}R_C$

    $\therefore V_o=\frac{3}{4}V_{CC}$



11. 射極電阻加入並聯的旁路電容可提高電壓增益
12. 共基極(CB)組態中，射極(E)爲輸入端，集極(C)爲輸出端，因此 A 接 V_o 、B 接 V_i 、C 接直流電源
13. 先繪出小訊號圖形分析



    $\because I_{C2}\approx I_{E2}\approx I_{C1}\approx I_{E1}$ ，$\therefore I_{B1}\approx I_{B2}$

    $V_{BB1}=9.9\times\frac{20\text{ k}}{20\text{ k}+20\text{ k}+20\text{ k}}=3.3\text{ V}$

    $I_{B1}=\frac{3.3-0.7}{(1+\beta)\times2\text{ k}}=13\ \mu\text{A}$

    $r_\pi=r_{\pi1}=r_{\pi2}=\frac{26\text{ mV}}{13\ \mu\text{A}}=2\text{ k}\Omega$

    $i_{b1}=I_i\times\frac{10\text{ k}}{10\text{ k}+r_{\pi1}}=\frac{5}{6}I_i$

    $i_{b2}+\beta i_{b2}=\beta i_{b1}\Rightarrow i_{b2}=\frac{\beta}{1+\beta}i_{b1}$

    $I_o=-\beta i_{b2}\times\frac{2\text{ k}}{2\text{ k}+3\text{ k}}=-\frac{2\beta}{5}i_{b2}$

$A_I=\frac{I_o}{I_i}=\frac{i_{b1}}{I_i}\times\frac{i_{b2}}{i_{b1}}\times\frac{I_o}{i_{b2}}=\frac{5}{6}\times\frac{\beta}{1+\beta}\times(-\frac{2\beta}{5})=-32.67$

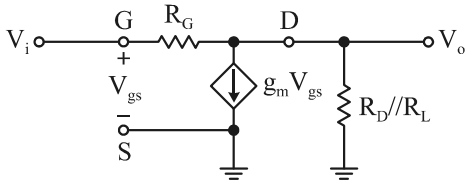
14. 29 dB 處爲最大電壓增益，因此 26 dB 處之電壓增益爲 $-3=20\log_{10}\frac{A_V}{28.28}\Rightarrow\frac{A_V}{20\sqrt{2}}=\frac{1}{\sqrt{2}}\Rightarrow A_V=20$

15. (C) 直接耦合放大器穩定性差，無法用於多級放大

16. $I_D=I_{DSS}\times(1-\frac{V_{GS}}{V_P})^2=9\times(1-\frac{2}{3})^2=1\text{ mA}$

17. 空乏型 NMOS 在飽和區工作
須滿足 $V_{GS}>V_P$ 及 $V_{GD}<V_P$
$V_{GS}>V_P\Rightarrow V_G-V_S>V_P\Rightarrow V_G-(-2)>-3$
$\therefore V_G>-5$
$V_{GD}<V_P\Rightarrow V_G-V_D<V_P\Rightarrow V_G-1<-3$
$\therefore V_G<-2$
故 $-5<V_G<-2$ ，故選(A)

18.



R_G 一般電阻極大，可不考慮
$V_{GS}=V_{DS}=V_{DD}-I_DR_D=5-0.5\times4=3\text{ V}$
$I_D=K(V_{GS}-V_T)^2\Rightarrow0.5=K(3-2)^2$
$\Rightarrow K=0.5\text{ mA/V}^2$
$g_m=2K(V_{GS}-V_T)=2\times0.5\times(3-2)=1\text{ mA/V}$
$A_V=\frac{V_o}{V_i}=\frac{-g_mV_{gs}(R_D//R_L)}{V_{gs}}=-g_m(R_D//R_L)$
$=-1\times(4\text{ k}\Omega//4\text{ k}\Omega)=-2$

19. $I_{D1}=I_{D2}\Rightarrow K_1(V_{GS1}-V_{T1})^2=K_2(V_{GS2}-V_{T2})^2$
$\Rightarrow\frac{V_{GS1}-V_{T1}}{V_{GS2}-V_{T2}}=\sqrt{\frac{K_2}{K_1}}\Rightarrow\frac{2K_1(V_{GS1}-V_{T1})}{2K_2(V_{GS2}-V_{T2})}=\frac{K_1}{K_2}\times\sqrt{\frac{K_2}{K_1}}$
$\Rightarrow\frac{g_{m1}}{g_{m2}}=\sqrt{\frac{K_1}{K_2}}$
且 $g_{m1}V_{gs1}=g_{m2}V_{gs2}\Rightarrow\frac{V_{gs2}}{V_{gs1}}=\frac{g_{m1}}{g_{m2}}$
$\because\frac{V_o}{V_S}=-\frac{V_{gs2}}{V_{gs1}}=-\frac{g_{m1}}{g_{m2}}=-\sqrt{\frac{K_1}{K_2}}$
$\therefore-2=-\sqrt{\frac{K_1}{2}}\Rightarrow4=\frac{K_1}{2}$ ，$\therefore K_1=8$

20. (A) 共模拒斥比(CMRR)越大越佳，理想狀態爲無限大

21. V_2 接地時， $V_{o1}=(-\frac{12}{2})V_1=-6V_1$
V_1 接地時， $V_+=\frac{V_2}{4+4}\times4=\frac{1}{2}V_2$
$V_{o2}=(\frac{V_-}{3}+\frac{V_-}{2})\times12+V_-=11V_-=11\times\frac{1}{2}V_2=5.5V_2$
$\therefore V_o=V_{o1}+V_{o2}=-6V_1+5.5V_2$

22. $V-1\times2=-12\Rightarrow V=-12+2=-10\text{ V}$

23. $A_{V(max)}=1+\frac{18}{3}=7$
$f_H=\frac{1}{2\pi R_iC}=\frac{1}{2\times3.14\times2\times10^3\times0.01\times10^{-6}}$
$\approx7962\text{ Hz}\approx8\text{ kHz}$

24. 丁、石英晶體厚度越厚，振盪頻率越低

25. $\beta_+=\beta_-\Rightarrow\frac{1}{1+\frac{2}{1}+\frac{2}{1}}=\frac{10}{10+R}\Rightarrow\frac{10}{10+R}=\frac{1}{5}$
$\therefore R=40\text{ k}\Omega$

第二部分：基本電學

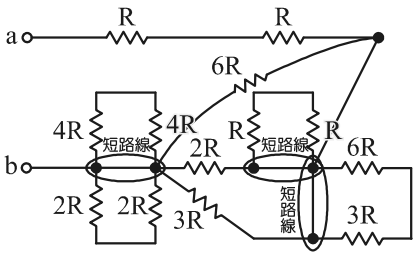
26. 總度數爲 $\frac{1500}{1000}\times24\times30=1080$ 度
$85+(1080-80)\times2.5=2585$ 元

27. 該電流變動範圍爲 400 ± 2 mA ，電流誤差 0.5%
(A)(B) 電阻均誤差 5%
(C) 電阻誤差 10%
(D) 電阻誤差 0.5%
$\because I=\frac{V}{R}$ ，所以電阻誤差變動即爲電流誤差變動

28. 串聯電路電流相同，因此
$\frac{P_{10\sqrt{21}}}{P_{5\sqrt{7}}}=\frac{I_{T^2}\times10\sqrt{21}}{I_{T^2}\times5\sqrt{7}}=2\sqrt{3}=3.464$

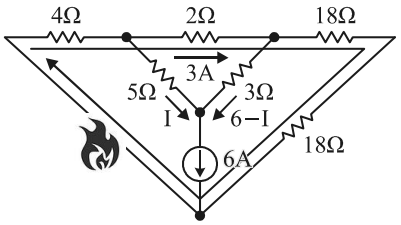
29. (1) 假設電流錶 A_2 由左向右的電流爲 I_1
則流經電流錶 A_1 的電流向下 $6-I_1$
(2) $A_1+A_2=I_1+(6-I_1)=6\text{ A}$
[另解]使用 KCL： $4+2=A_1+A_2$

30.

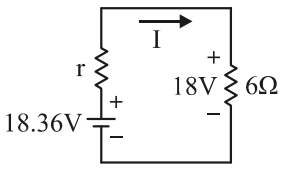


$R_{ab}=2R//3R//6R+R+R=27\,\Omega\Rightarrow R=9\,\Omega$

31. 運用最內圈之電流迴路，假設電流爲順時針
Σ 電壓升 = Σ 電壓降， $5\times I=6+3(6-I)\Rightarrow I=3\text{ A}$
運用最外圈之電流迴路
假設電流爲順時針
$0\times18+0\times18+$ 🔥 $+6\times4+6=0\Rightarrow$ 🔥 $=-30\text{ V}$
$\therefore$ 🔥 爲上正下負之 30 V 電池



32. 開關閉合前，$I=0$ A
電源電壓 $E=18.36$ V
開關閉合後

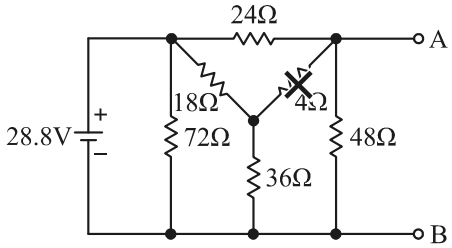


$V_{6\Omega}=18$ V ，$I=\dfrac{18}{6}=3$ A

$\therefore 18.36=3r+18\Rightarrow r=0.12\ \Omega$

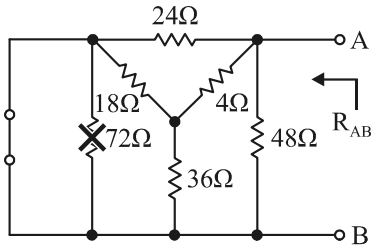
$\text{V.R.\%}=\dfrac{18.36-18}{18}\times 100\%=2\%$

33.



4 Ω 電阻因電橋平衡，可移去

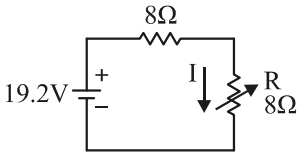
$V_{AB}=28.8\times\dfrac{48}{24+48}=19.2$ V



求等效電阻，電壓源短路

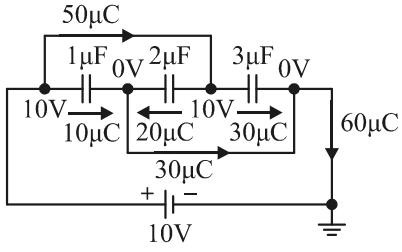
$R_{AB}=24\,//\,48\,//\,[4+(18\,//\,36)]=8\ \Omega$

$\therefore I=\dfrac{19.2}{8+8}=1.2$ A



34. (1) 極板面積減半，故左右電容各減爲 2.5 μF
(2) 左側電容 $C=2.5\ \mu F\times 12=30\ \mu F$
右側電容 $C=2.5\ \mu F\times 6=15\ \mu F$
(3) 改裝後之總電容爲 30 μF 並聯 15 μF = 45 μF

35. 運用接地法，結果如下圖所示



36. $F=NI=400\times 500\ \text{m}=200$ 安匝(AT)

$R=\dfrac{\ell}{\mu\times A}=\dfrac{F}{\phi}=\dfrac{200}{2\,\mu}=10^8$ 安匝/韋伯(AT/Wb)

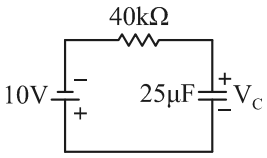
$B=\dfrac{\phi}{A}=\dfrac{2\,\mu}{1\times 10^{-4}}=0.02$ 韋伯/平方公尺(特斯拉)

$H=\dfrac{NI}{\ell}=\dfrac{400\times 500\ \text{m}}{0.2}=1000$ 牛頓/韋伯(Nt/Wb)

37. (1) 任意假設電流方向，判斷互助或互消
(2) $L_{ab}=(7-1-2)+(6-1+1)+(8+1-2)=17$ H
(3) $W=\dfrac{1}{2}\times L_T\times I^2=\dfrac{1}{2}\times 17\times\sqrt{6}^2=51$ 焦耳(J)

38. (1) 電容器開路，電感器短路
(2) 總電流 $I=\dfrac{18}{(3\,//\,6)+4}=3$ A
(3) $I_L=3\times\dfrac{3}{3+6}=1$ A
(4) $V_C=3\times 4=12$ V

39. 將電路化爲戴維寧等效電路如右圖



$V_{C(t=2)}=-10\times(1-e^{-2})$
$=-8.65$ V

40. $V=100\sin(377t-60°)+100\cos(377t-60°)$
$=100\sqrt{2}\sin(377t-15°)$
$V_{rms}=\dfrac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=100$ V

41. $50\pi t-15°=30°\Rightarrow 50\pi t=45°$
$50\pi t=\dfrac{\pi}{4}\Rightarrow t=\dfrac{1}{200}$ 秒

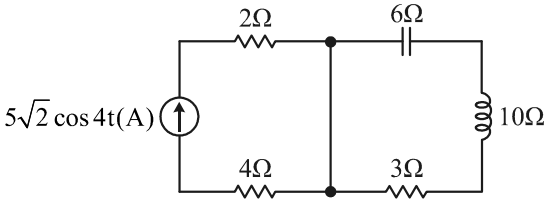
42. (1) $V_1=\sqrt{(2\times 6)^2+(2\times 8)^2}=20$ V
(2) $V_2=2\times 8-2\times 7=2$ V

43. (1) $C\downarrow\ X_C\uparrow\ B_C\downarrow\ Y\downarrow$
(2) $\because I=V\times Y$ ，$Y\downarrow I\downarrow$
(3) 電流超前電壓的角度逐漸變小
(4) $\theta\downarrow\ \cos\theta$ 趨於 1

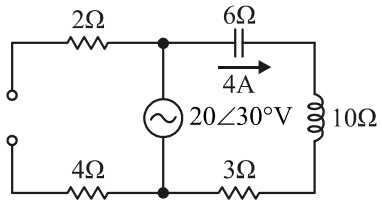
44. 通過電阻之電流爲 6 A，Ⓐ爲 $\sqrt{6^2+4.5^2}=7.5$ A

45. $P_S=P_P\times\cos^2\theta_S\Rightarrow 2400=P_P\times 0.8^2$ ，$\therefore P_P=3750$ W

46. (1) 運用重疊定理將電壓源短路：
$P=I^2R=5^2\times(2+4)=150$ W ； $Q=0$ VAR



(2) 運用重疊定理將電流源開路：
$P=I^2R=4^2\times 3=48$ W ； $Q=64$ VAR



(3)重疊後 $P_T=198$ W ； $Q_T=64$ VAR

47. (A) RLC 並聯電路，不論諧振與否，消耗實功率不變

48. $Q=\frac{X_{LO}}{R}=\frac{400}{5}=80$ ， $BW=\frac{f_o}{Q}=\frac{4000}{80}=50\text{ Hz}$

∴可通過的區段爲 $4000\pm\frac{50}{2}=3975\text{ Hz}\sim4025\text{ Hz}$

49. $\overline{V_{an}}=100\angle60°\text{ V}$ ，負相序其相電壓超前線電壓 30 度，因此 $\overline{V_{AB}}=100\sqrt{3}\angle30°\text{ V}$

50. Δ 接轉爲 Y 接， $Z_Y=\frac{Z_\Delta}{3}=2+j4\,\Omega$

$I_L=\frac{\frac{105\sqrt{3}}{\sqrt{3}}}{2+j4+1}=21\text{ A}$ ； $I_P=\frac{21}{\sqrt{3}}=7\sqrt{3}\text{ A}$