107 學年度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

107-5-03-4、107-5-04-4

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

第一部分：電子學

1. (1) $V_{rms}=\sqrt{(6^2\times 0.4+(-4)^2\times 0.6)}=2\sqrt{6}\ V$

(2) $P=\dfrac{{V_{rms}}^2}{R}=\dfrac{(2\sqrt{6})^2}{2}=12\ W$

2. (1) 加入三價元素，因此爲 P 型半導體

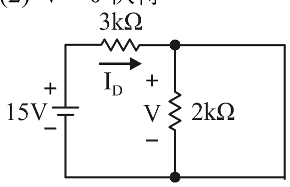
(2) 受體負離子的濃度 $N_A^-=\dfrac{2\times 10^{20}}{10^8}=2\times 10^{12}/cm^3$

(3) $n=\dfrac{{n_i}^2}{p}\cong\dfrac{{n_i}^2}{N_A^-}=\dfrac{(2.5\times 10^{10})^2}{2\times 10^{12}}=3.125\times 10^8/cm^3$

3. 理想二極體順向偏壓時視爲短路，因此

(1) $I_D=\dfrac{15\ V}{3\ k\Omega}=5\ mA$

(2) $V=0$ 伏特



4. (1) 次級線圈的最大値 $V_m=100\sqrt{2}\times\dfrac{1}{10}\times\dfrac{1}{2}=5\sqrt{2}\ V$

(輸出電壓最大値係指二次側繞組 $\dfrac{1}{2}$ 的電壓，因此需再乘以 $\dfrac{1}{2}$)

(2) 輸出電壓的有效値

$V_{o(rms)}=V_m\times\dfrac{1}{\sqrt{2}}=5\sqrt{2}\times\dfrac{1}{\sqrt{2}}=5\ V$

5. $r\%=\dfrac{2.4}{R_L\times C}\times 100\%\Rightarrow 0.1=\dfrac{2.4}{5\times C}\Rightarrow C=4.8\ \mu F$

8. (1) $I_{C(sat)}=\dfrac{V_{CC}-V_{CE(sat)}}{R_C}=\dfrac{15\ V-0.2\ V}{5\ k\Omega}=2.96\ mA$

(2) $I_B\times\beta\ge I_{C(sat)}$

$I_B\times 50\ge 2.96\ mA\Rightarrow I_B\ge 59.2\ \mu A$

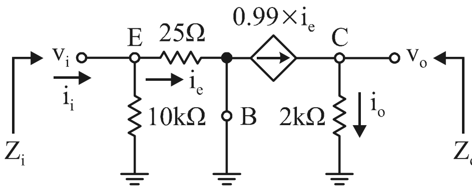
9. 直流分析：(此電路爲共基極偏壓組態)

(1) $I_E=\dfrac{10.7\ V-0.7\ V}{10\ k\Omega}=1\ mA$

$I_C=\alpha\times I_E=0.99\times 1\ mA=0.99\ mA$

(2) 集極飽和電流 $I_{C(sat)}=\dfrac{10\ V-0.5\ V}{2\ k\Omega}=4.75\ mA$

交流分析：繪製小信號模型如下



(1) 輸入阻抗 $Z_i=10\ k\Omega\,//\,25\ \Omega\cong 25\ \Omega$

(2) 輸出阻抗 $Z_o=\infty\,//\,R_C=\infty\,//\,2\ k\Omega=2\ k\Omega$

(3) 電壓增益 $A_V=\dfrac{v_o}{v_i}=\dfrac{0.99\times 2\ k\Omega}{25\ \Omega}=79.2$

(4) 電流增益 $A_i=\dfrac{i_o}{i_i}=\dfrac{10\ k\Omega}{10\ k\Omega+25\ \Omega}\times 0.99\cong 0.99$

10. (1) 第一級電壓增益 A_{V1}

$A_{V1}=\dfrac{v_{o1}}{v_{i1}}=-50\times\dfrac{(5\ k\Omega\,//\,20\ k\Omega\,//\,1\ k\Omega)}{1\ k\Omega}=-40$

(2) 第二級電壓增益 A_{V2}

$A_{V2}=\dfrac{v_{o2}}{v_{i2}}=-50\times\dfrac{10\ k\Omega\,//\,15\ k\Omega}{1\ k\Omega}=-300$

(3) 總電壓增益 $A_{VT}=-40\times -300=12000$

(4) $v_o(t)=v_i\times A_{VT}=1.2\sin\omega t\ V$

13. (1) $A_{V1}=-1\ mA/V\times(40\ k\Omega\,//\,10\ k\Omega)=-8$

(2) $A_{V2}=-1\ mA/V\times 40\ k\Omega=-40$

(3) $A_{V3}=\dfrac{-1\ mA/V\times(40\ k\Omega\,//\,10\ k\Omega)}{1+1\ mA/V\times 5\ k\Omega}=-\dfrac{4}{3}$

(4) $A_{V4}=\dfrac{-1\ mA/V\times 40\ k\Omega}{1+1\ mA/V\times 5\ k\Omega}=-\dfrac{20}{3}$

14. (1) $V_{G1}=18\ V\times\dfrac{50\ k\Omega}{50\ k\Omega+50\ k\Omega+50\ k\Omega}=6\ V$

(2) $V_{G2}=18\ V\times\dfrac{50\ k\Omega+50\ k\Omega}{50\ k\Omega+50\ k\Omega+50\ k\Omega}=12\ V$

(3) 第一級的汲極電流

$I_{D1}=0.5\ mA/V^2\times(6\ V-4\ V)^2=2\ mA$

(4) $I_{D2}=I_{D1}\Rightarrow 2\ mA=2\ mA/V^2\times(V_{GS2}-1\ V)^2$

$V_{GS2}=2\ V$ 或 $0\ V$(不合)

(5) 第一級放大器的汲-源極電壓

$V_{DS1}=V_{G2}-V_{GS2}=12\ V-2\ V=10\ V$

(6) 第一級的直流工作點

$Q_1(V_{DSQ1},I_{DQ1})=(10\ V,2\ mA)$

(7) $V_{GS1} > V_{t1}$ 且 $V_{GD1} \le V_{t1}$，因此 M_1 操作於飽和區
(8) 第二級放大器的汲極電壓
$V_{D2} = V_{DD} - I_{D2} \times R_D = 18\ V - 2\ mA \times 1\ k\Omega = 16\ V$
(9) 第二級放大器的汲-閘極電壓
$V_{DG2} = V_{D2} - V_{G2} = 16\ V - 12\ V = 4\ V$
(10) 第二級的直流工作點
$Q_2(V_{DGQ2}, I_{DQ2}) = (4\ V, 2\ mA)$
(11) $V_{GS2} > V_{t2}$ 且 $V_{GD2} \le V_{t2}$，因此 M_2 操作於飽和區

15. (1) $g_{m1} = 2K_1(V_{GS1} - V_{t1}) = 2\ mA/V$
(2) $g_{m2} = 2K_2(V_{GS2} - V_{t2}) = 4\ mA/V$
(3) 第一級的輸入阻抗 Z_{i1}，相當於總輸入阻抗
$Z_i = 50\ k\Omega // 50\ k\Omega // \infty = 25\ k\Omega$
(4) 第二級的輸入阻抗 $Z_{i2} = \dfrac{1}{g_{m2}} = \dfrac{1}{4\ mA/V} = 250\ \Omega$
(5) 第一級的輸出阻抗 $Z_{o1} = \infty\ \Omega$
(6) 第二級的輸出阻抗 Z_{o2}，相當於總輸出阻抗
$Z_o = \infty // 1\ k\Omega = 1\ k\Omega$
(7) 第一級電壓增益 $A_{v1} = \dfrac{-g_{m1}}{g_{m2}} = -\dfrac{1}{2}$
(8) 第二級電壓增益 $A_{v2} = g_{m2} \times R_D = 4$
(9) 總電壓增益 $A_{vT} = A_{v1} \times A_{v2} = -2$
(10) 總電流增益
$|A_{iT}| = |A_{vT} \times \dfrac{Z_i}{Z_{io}}| = |-2 \times \dfrac{25\ k\Omega}{1\ k\Omega}| = 50$

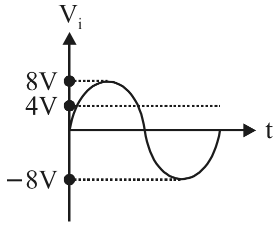
17. (1) $\because I_G \cong 0\ A$，故 $V_{SG} = V_{SD}$
(2) $I_D = \dfrac{28\ V - V_{SG}}{3\ k\Omega}$ …… ①
$I_D = 2\ mA/V^2 \times (2\ V - V_{SG})^2$ …… ②
$\dfrac{28\ V - V_{SG}}{2\ k\Omega + 1\ k\Omega} = 2\ mA/V^2 \times (2 - V_{SG})^2$
$\Rightarrow (V_{SG} - 4\ V)(6V_{SG} + 1) = 0$，$V_{SG} = 4\ V$ 或 $-\dfrac{1}{6}\ V$
因此 $V_{GS} = -4\ V$ 或 $\dfrac{1}{6}\ V$ ($\dfrac{1}{6}$ V 操作於截止區，故不合)
(3) $I_D = 2\ mA/V^2 \times (-4\ V - (-2\ V))^2 = 8\ mA$
(4) $V_{SDQ} = 28\ V - 8\ mA \times (2\ k\Omega + 1\ k\Omega) = 4\ V$
(5) 工作點 $Q(V_{SDQ}, I_{DQ}) = (4\ V, 8\ mA)$

18. (1) 差模電壓
$V_d = V_{i1} - V_{i2} = 200\ \mu V - 100\ \mu V = 100\ \mu V$
(2) 共模電壓
$V_c = \dfrac{V_{i1} + V_{i2}}{2} = \dfrac{200\ \mu V + 100\ \mu V}{2} = 150\ \mu V$
(3) 輸出電壓 $V_o = A_d \times V_d + A_c \times V_c$
$= 10^4 \times 100\ \mu V + 10 \times 150\ \mu V \cong 1\ V$

21. (1) 第一級放大器為反相放大器，因此輸出電壓
$V_{o1} = -\dfrac{R_{f1}}{R_1} \times V_{s1} = -\dfrac{2\ k\Omega}{1\ k\Omega} \times 1\ V = -2\ V$
(2) 第二級放大器為非反相放大器，運用節點電壓法，以第二級放大器的反相輸入端 $V_{i(-)}$ 為節點，且 $V_{i(-)} = V_{i(+)} = V_{s2}$，列出克西荷夫電流(KCL)方程式如下：$\dfrac{2\ V - (-2\ V)}{3\ k\Omega} + \dfrac{2\ V - V_{o2}}{6\ k\Omega} = 0 \Rightarrow V_{o2} = 10\ V$

22. (1) 輸出電壓
$V_o = V_s \times (1 + \dfrac{R_f}{R_1}) = -5\ V \times (1 + \dfrac{6\ k\Omega}{2\ k\Omega}) = -20\ V$
超過負飽和輸出電壓，因此 $V_o = -12\ V$
(2) OPA 已經飽和，此時不具虛短路特性
即 $V_{i(+)} \ne V_{i(-)}$，運用密爾門定理，可得：
反相輸入端電壓 $V_{i(-)} = \dfrac{(\dfrac{0\ V}{2\ k\Omega} + \dfrac{-12\ V}{6\ k\Omega})}{(\dfrac{1}{2\ k\Omega} + \dfrac{1}{6\ k\Omega})} = -3\ V$

23. (1) 參考電壓
$V_{ref} = V_{i(-)} = V_{CC} \times \dfrac{R_2}{R_1 + R_2} = 12\ V \times \dfrac{1\ k\Omega}{2\ k\Omega + 1\ k\Omega} = 4\ V$
(2) 當 $\begin{cases} V_i(t) > 4\ V \Rightarrow V_o = +12\ V \\ V_i(t) < 4\ V \Rightarrow V_o = -12\ V \end{cases}$
(3) 由上述分析，可繪製輸出波形如下：



(4) 故工作週期為 $\dfrac{150° - 30°}{360°} \times 100\% = 33.33\%$
(5) 平均值 $V_{dc} = \dfrac{12 \times 1 - 12 \times 2}{3} = -4\ V$

24. (1) 輸出電壓 V_o 的振盪週期
$T = 4 \times \dfrac{R_1}{R_2} \times R \times C = 4 \times \dfrac{20\ k\Omega}{40\ k\Omega} \times 10\ k\Omega \times 0.01\ \mu F$
$= 0.2\ ms$
(2) V_{o1} 為振幅 ±12 V 的方波；而 V_{o2} 的峰對峰值為 $2 \times \dfrac{R_1}{R_2} V_{sat} = 2 \times \dfrac{20\ k\Omega}{40\ k\Omega} \times 12\ V = 12\ V$ 的對稱三角波

25. 該電路為具參考電壓之史密特觸發電路，輸出波形為方波

第二部分：基本電學

26. $I = \dfrac{Q}{t} = \dfrac{(2.5 \times 10^{16} + 2.5 \times 10^{16}) \times 1.6 \times 10^{-19}}{0.001} = 8\ A$
(電流方向即為電洞移動的方向)

27. (1) $\eta = \dfrac{P_i - P_{loss}}{P_i} \times 100\% \Rightarrow 80\% = \dfrac{200 \times 10 - P_{loss}}{200 \times 10}$
電動機：$P_{loss} = 400\ W$ (損失即為浪費的度數)

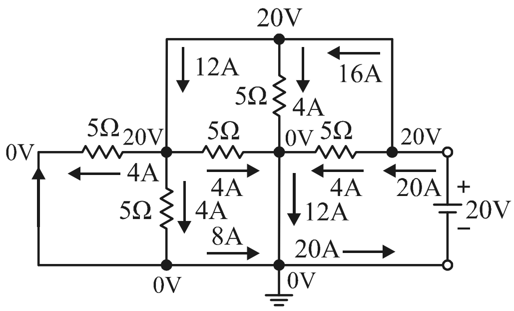
(2) $\eta=\dfrac{P_o}{P_o+P_{loss}}\times 100\%\Rightarrow 90\%=\dfrac{900}{900+P_{loss}}$

發電機：$P_{loss}=100\ W$ (損失即爲浪費的度數)

浪費 $(\dfrac{400}{1000}\times 10+\dfrac{100}{1000}\times 24)\times 2.5=16$ 元

28. 2 kΩ及 15 kΩ的電阻器串聯，相當於 17 kΩ(棕紫橙金)

29.



30. $(\because R=\rho\dfrac{\ell}{A}\Rightarrow R\propto \ell)$

$15\cdot X=10\cdot(80+80-X)\Rightarrow 15X=1600-10X$

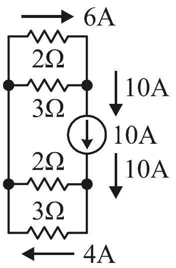
$\Rightarrow 25X=1600\Rightarrow X=64$

31. $V_o=0\ V\times\dfrac{6\ \Omega}{1\ \Omega+6\ \Omega}=0\ V$

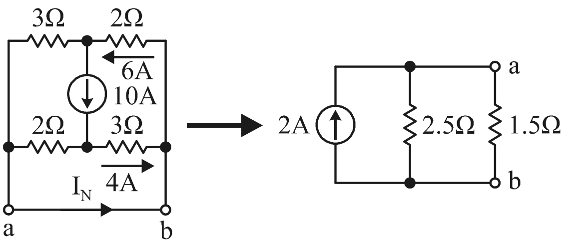
32. (1) $R_{th}=(4\,//\,4)+2+4=8\ \Omega$

(2) $E_{ab}=-16\ V$

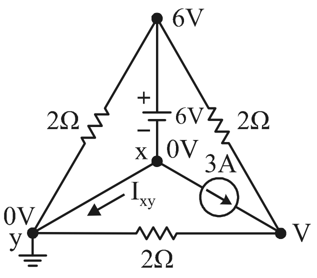
33. (1) 電路化簡如下：(運用分流定則)



(2) 將化簡電路的結果帶回原電路圖：



34. (1) 運用節點電壓法



(2) $\dfrac{V-6}{2}+\dfrac{V}{2}=3\Rightarrow V=6$ 伏特

(3) $I_{xy}=-(\dfrac{6}{2}+\dfrac{6}{2})=-6\ A$

35. (1) $C=\varepsilon\dfrac{A}{d}$，極板間距減爲原來的 $\dfrac{1}{3}$，則電容量變爲原來的 3 倍，且將電源移除後電荷守恆

(2) $W=\dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C}\Rightarrow 18：W=\dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2}{C}：\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{Q^2}{3C}$

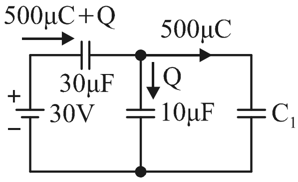
$\Rightarrow 18：W=\dfrac{1}{2}：\dfrac{1}{6}\Rightarrow W=6\ J$

36. (1) 假設通過 10 μC 爲 Q

$30=\dfrac{500\ \mu+Q}{30\ \mu}+\dfrac{Q}{10\ \mu}\Rightarrow 900\ \mu=500\ \mu+Q+3Q$

$\Rightarrow Q=100\ \mu C$

(2) 並聯端電壓相同：$\dfrac{100}{10}=\dfrac{500}{C_1}\Rightarrow C_1=50\ \mu F$



37. $F=B\times\ell\times I\times\sin\theta=\dfrac{2\times 10^{-7}\times\mu_r\times\ell\times I_1\times I_2}{d}$

$\Rightarrow d=\dfrac{2\times 10^{-7}\times 2\times 2}{2\times 10^{-7}\times 2}=2$

38. (1) $e_{ab}=L\dfrac{\Delta i}{\Delta t}=12\times\dfrac{4-1}{1}=36\ V$

(2) $e_{cd}=M\dfrac{\Delta i}{\Delta t}=6\times\dfrac{1-4}{1}=-18\ V$

39. 並聯互消：

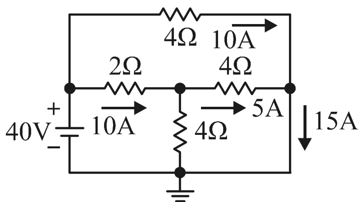
$L_{ab}=\dfrac{L_1\times L_2-M^2}{L_1+L_2+2M}=\dfrac{20\times 40-10^2}{20+40+2\times 10}=8.75\ H$

40. (1) 兩個電容器串聯後的端電壓爲 $40\times(1-e^{12.5t})\ V$

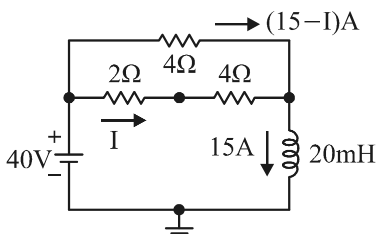
(2) 由 Q = CV 可知 C 與 V 成反比，因此：

$V_C(t)=\dfrac{40}{3}\times(1-e^{-12.5t})\ V$

41. (1) 開關 S 打開前：$I_L(t=0^-)=15\ A$



(2) 開關 S 打開後：$(15-I)\times 4=6\times I\Rightarrow I(t=0^+)=6\ A$



42. 兩波形的頻率不同，在不同時間的取樣時間，皆有可能產生彼此互相超前或滯後的情況，因此無法比較

43. $f\uparrow X_L\uparrow B_L\downarrow Y\downarrow \theta\downarrow$

44. (1) 將串聯電路轉爲並聯電路：

$$R_P=\frac{30^2+40^2}{30}=\frac{250}{3}\ \Omega$$

$$X_P=\frac{30^2+40^2}{40}=j62.5\ \Omega$$

(2) $G=0.012\ S$ ，$B_L=-j0.016\ S$

(3) $3：4=0.012：(B_C-0.016)\Rightarrow B_C=0.032\ S$

(4) $X_C=\frac{1}{B_C}=31.25\ \Omega=\frac{1}{1000\times C}\Rightarrow C=32\ \mu F$

47. (1) $VI[\cos(\theta_v-\theta_i)-\cos(2\omega t+\theta_v+\theta_i)]$

$=VI[\cos(15°)-\cos(628t+45°)]$

$=VI\cos15°-VI\cos(628t+45°)$

(2) $\therefore$令 $\cos(628t+45°)=\sin(628t+135°)=-1$

可產生 P_{max}

(3) $200\pi t+\frac{3}{4}\pi=-\frac{\pi}{2}\Rightarrow t=-\frac{1}{160}$ 秒

$-\frac{1}{160}+\frac{1}{100}=\frac{3}{800}=3.75\ ms$

(加上一個週期以校正正確的時間)

48. (1) 諧振頻率 $f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{0.16}{\sqrt{4\ \mu\times0.1\ m}}=8000\ Hz$

(2) 品質因數 $Q=R\sqrt{\frac{C}{L}}=5\sqrt{\frac{0.1\ m}{4\ \mu}}=25$

(3) 頻帶寬度 $BW=\frac{f_0}{Q}=\frac{8000}{25}=320\ Hz$

(4) $f_2=f_0+\frac{BW}{2}=8000+\frac{320}{2}=8160\ Hz$

(5) $f_1=f_0-\frac{BW}{2}=8000-\frac{320}{2}=7840\ Hz$

49. (1) 諧振時 $X_L=X_C$

(2) $I=\frac{200\angle0°}{100}=2\angle0°\ A$

50. (1) $\overline{V_{ab}}=100\sqrt{3}\angle30°V$

(2) $\overline{V_{ca}}=100\sqrt{3}\angle150°V$

(3) $\overline{I_{bc}}=30\sqrt{3}\angle-195°V$