110 學年度四技二專第三次聯合模擬考試
電機與電子群　專業科目(一)　詳解

110-3-03-4、110-3-04-4

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

1. $V_{BA}=\dfrac{W_{BA}}{Q}=\dfrac{-12\text{ J}}{-4\text{ C}}=3\text{ V}$

$V_B-V_A=3\text{ V}$，$5\text{ V}-V_A=3\text{ V}$，$V_A=2\text{ V}$

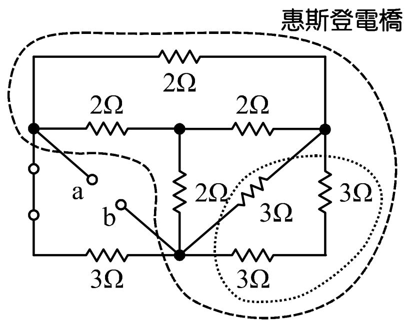
2. 電阻值和線徑成平方反比

$\dfrac{R_{2.0}}{R_{1.6}}=(\dfrac{1.6}{2.0})^2=0.64$

3. $W=3.3\text{ V}\times 0.85\text{ Ah}=2.805\text{ Wh}$

$t=\dfrac{W}{P}=\dfrac{2.805\text{ Wh}}{0.055\text{ W}}=51\text{ h}$

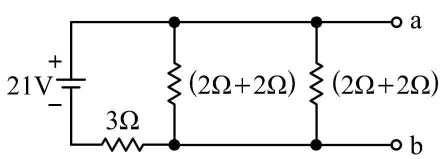
4. 求 R_{th}：



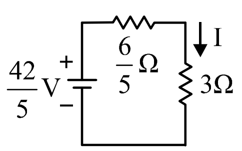
$3\,\Omega\,//\,(3\,\Omega+3\,\Omega)=2\,\Omega$

$R_{th}=3\,\Omega\,//\,(2\,\Omega+2\,\Omega)\,//\,(2\,\Omega+2\,\Omega)=\dfrac{6}{5}\,\Omega$

求 E_{th}：

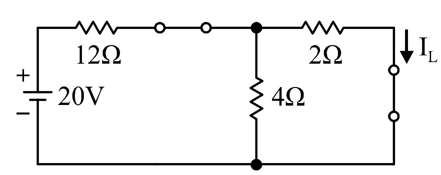


$E_{th}=V_{ab}=21\text{ V}\times\dfrac{2\,\Omega}{3\,\Omega+2\,\Omega}=\dfrac{42}{5}\text{ V}$



$I=\dfrac{\frac{42}{5}\text{ V}}{\frac{6}{5}\,\Omega+3\,\Omega}=2\text{ A}$

5. (1)

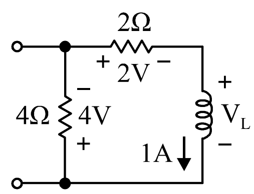


電路穩態時，電感等同於短路

得 $I_L=\dfrac{20\text{ V}}{12\,\Omega+(4\,\Omega\,//\,2\,\Omega)}\times\dfrac{4\,\Omega}{4\,\Omega+2\,\Omega}=1\text{ A}$

(2) 當 $t=0$ 時，SW 打開，依電感特性

欲保持 $I_L=1\text{ A}$，所以 $V_L=(-4\text{ V})+(-2\text{ V})=-6\text{ V}$



6. 利用重疊定理

1 A　$I_1=1\text{ A}\times\dfrac{2\,\Omega}{2\,\Omega+(1\,\Omega+3\,\Omega+4\,\Omega)}=0.2\text{ A}\rightarrow$

2 A　$I_2=2\text{ A}\times\dfrac{3\,\Omega}{3\,\Omega+(1\,\Omega+2\,\Omega+4\,\Omega)}=0.6\text{ A}\rightarrow$

4 V　$I_3=\dfrac{4\text{ V}}{1\,\Omega+3\,\Omega+4\,\Omega+2\,\Omega}=0.4\text{ A}\rightarrow$

12 V　$I_4=\dfrac{12\text{ V}}{1\,\Omega+2\,\Omega+3\,\Omega+4\,\Omega}=1.2\text{ A}\leftarrow$

$I=I_1+I_2+I_3-I_4=0\text{ A}$

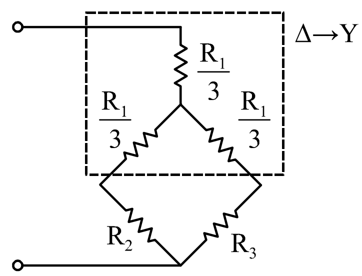
7. 假設 $R_1=3\,\Omega$，$R_2=2\,\Omega$，$R_3=1\,\Omega$

(A)(B)(D)皆為惠斯登電橋

(A) $R_T=(3\,\Omega+3\,\Omega)\,//\,(2\,\Omega+2\,\Omega)=2.4\,\Omega$

(B) $R_T=(2\,\Omega+2\,\Omega)\,//\,(3\,\Omega+3\,\Omega)=2.4\,\Omega$

(C) $R_T=1\,\Omega+(3\,\Omega\,//\,2\,\Omega)=2.2\,\Omega$



(D) $R_T=(1\,\Omega+1\,\Omega)\,//\,(2\,\Omega+2\,\Omega)\fallingdotseq 1.33\,\Omega$

8. S 閉合很久，線圈 1 磁場方向往右；突然打開瞬間線

圈 1 磁通消失，線圈 2 瞬間會產生一磁場方向往右之磁通，阻止線圈 1 磁通消失；根據安培右手定則，電流從 A 流出，表示 A 電位高於 B

9. $C_T = 24\ \mu F = \dfrac{C_A \times C_B}{C_A + C_B} = \dfrac{60\ \mu F \times C_B}{60\ \mu F + C_B}$，$C_B = 40\ \mu F$

串聯 $Q_T = Q_A = Q_B = 24\ \mu F \times 300\ V = 7200\ \mu C$

$V_B = \dfrac{7200\ \mu C}{40\ \mu F} = 180\ V$

10. $\overline{Z}_T = 9 + (j6 // -j12) = 9 + j12\ \Omega = 15\angle 53.1°\ \Omega$

$\bar{I} = \dfrac{\overline{V}}{\overline{Z}_T} = \dfrac{150\angle 0°\ V}{15\angle 53.1°\ \Omega} = 10\angle -53.1°\ A$

11. $p(t) = v(t) \times i(t)$

$= \dfrac{110}{\sqrt{2}} \times \dfrac{5}{\sqrt{2}}[\cos(-30°) - \cos(2000t + 90°)]$

$= 275\cos(-30°) - 275\cos(2000t + 90°)$

$= 238 - 275\cos(2000t + 90°)\ W$

(A) $\theta_p = \theta_v - \theta_i = 30° - 60° = -30°$

(B) $\omega_p = 2000\ rad/s$，$f_p = \dfrac{2000}{2\pi} ≒ 318\ Hz$

(C) $P_{min} = 238 - 275 = -37\ W$

(D) $P_{max} = 238 + 275 = 513\ W$

12. (A) 線圈在一變動的磁場內，會因感應產生感應電動勢

(B) 線圈磁通變化爲一線性時，線圈兩端所感應的電動勢呈定值

(D) 感應電動勢與線圈匝數成正比

13. 改善功率因數之 $Q_C = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$

$= 30\ kW(0.75 - 0.484) ≒ 7.98\ kVAR$

$C = \dfrac{Q_C}{\omega V^2} = \dfrac{7.98\ kVAR}{2\pi \times 60\ Hz \times (220\ V)^2} ≒ 437.6\ \mu F$

14. $C_1 = \varepsilon\dfrac{A}{d} = \dfrac{1}{36\pi \times 10^9} \times \dfrac{18\pi}{2 \times 10^{-3}} = 0.25\ \mu F$

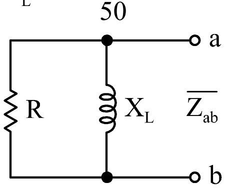
$Q = C_1 \times V \xrightarrow{\text{介質更換}} Q_2 = \dfrac{Q}{4} = \dfrac{C_1}{4} \times V$

$C_2 = \dfrac{0.25\ \mu F}{4} = 62.5\ nF$

15. 頻率爲 2f

$R = \dfrac{50^2 + 50^2}{50} = 100\ \Omega$

$X_L = \dfrac{50^2 + 50^2}{50} = 100\ \Omega$



$\overline{Z_{ab}} = 50\sqrt{2}\angle 45°\ \Omega = 50 + j50\ \Omega$

頻率改爲 $f \Rightarrow R' = 100\ \Omega$ (不變)

$X_L' = \dfrac{100}{2} = 50\ \Omega\ (X_L = 2\pi fL)$

$\overline{Z_{ab}}' = 100 + j50\ \Omega$

16. $P = V \times I = 110\ V \times 15\ A = 1650\ W$，並聯電路負載總消耗功率爲各負載相加總合，將插至同一延長線電器之消耗功率相加後若超過 1650 W，即表示電流超過負載

(A) $700\ W + 900\ W = 1600\ W$

(B) $1250\ W + 300\ W = 1550\ W$

(C) $1000\ W + 700\ W = 1700\ W$

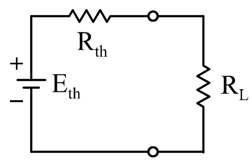
(D) $1500\ W + (30\ W \times 2) = 1560\ W$

17. 「棕綠黑紅棕」$= 15\ k\Omega \pm 1\% = 15\ k\Omega \pm 0.15\ k\Omega$

$= 14.85\ k\Omega \sim 15.15\ k\Omega$

18. 電表的 ACV 檔位量到的值爲交流電之有效值，因此 $V_{p-p} = 18 \times 2 \times \sqrt{2} ≒ 50.9\ V$

19.



$R_{th} = 40\ \Omega // 60\ \Omega // 120\ \Omega = 20\ \Omega$

$E_{th} = (\dfrac{10\ V}{40\ \Omega} + \dfrac{15\ V}{60\ \Omega} + \dfrac{20\ V}{120\ \Omega}) \times (40\ \Omega // 60\ \Omega // 120\ \Omega)$

$= \dfrac{40}{3}\ V$

$P_{max} = \dfrac{E_{th}^{\ 2}}{4 \cdot R_{th}} = \dfrac{(\frac{40}{3}\ V)^2}{4 \times 20\ \Omega} = 2.22\ W$

20. 波形太密集需調整水平檔位將波形放大

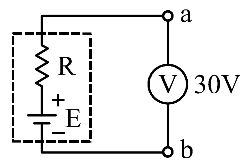
(A) INTEN：亮度調整

(B) TIME/DIV：水平檔位調整

(C) VOLT/DIV：垂直檔位調整

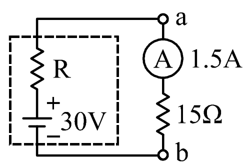
(D) FOCUS：聚焦控制

21. (1)



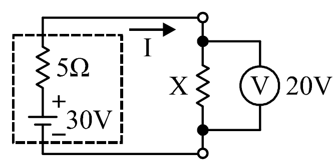
$E = 30\ V$

(2)



$R_T = \dfrac{30\ V}{1.5\ A} = 20\ \Omega = R + 15\ \Omega$，$R = 5\ \Omega$

(3)



$I = \dfrac{30\ V - 20\ V}{5\ \Omega} = 2\ A$

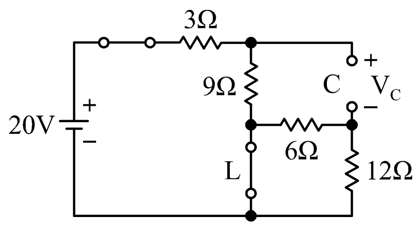
$X = \dfrac{20\ V}{2\ A} = 10\ \Omega$

22. $I_T = 10\ A = \sqrt{{I_R}^2 + (I_C - I_L)^2} = \sqrt{(8\ A)^2 + (8\ A - I_L)^2}$
$|8\ A - I_L| = 6\ A$，$I_L = 2\ A$ 或 $14\ A$
∵總電壓超前總電流，此為 RL 交流電路，$I_L > I_C$
∴ $I_L = 14\ A$

23. 電壓落後電流 90°，此為純電容電路
$\omega = 500\ rad/s = 2\pi f \Rightarrow f \fallingdotseq 80\ Hz$
$Z = \dfrac{V}{I} = 2.4\ \Omega$
$X_C = \dfrac{1}{2\pi fC} \Rightarrow 2.4 = \dfrac{1}{2\pi \times 80 \times C}$
$C = \dfrac{1}{2\pi \times 80 \times 2.4} \fallingdotseq 830\ \mu F$

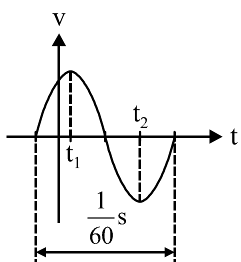
24. $PF = \cos\theta_P = \dfrac{P}{S} = \dfrac{R}{Z}$
電路之交流電壓改變但頻率不變，不會影響 R 和 Z 之值　∴PF 不變

25.



電路達到穩態，電容斷路，電感短路
$V_C = 20\ V \times \dfrac{9\ \Omega}{3\ \Omega + 9\ \Omega} = 15\ V$

26. $f = 60\ Hz$，則週期 $T = \dfrac{1}{60}$ 秒
求 t_2：
$\dfrac{60+90+90}{360} \times \dfrac{1}{60} = \dfrac{1}{90}$ 秒

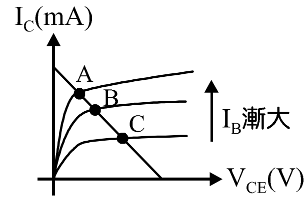


27. (D) I_S 在未達崩潰前，不敏感於偏壓大小，溫度每上升 10°C，I_S 增加一倍

28. $V_{o(m)} = 110\sqrt{2} \times \dfrac{\sqrt{3}}{11} = 10\sqrt{2} \times \sqrt{3}\ V$
$f_o = 60 \times 2 = 120\ Hz$
$\Rightarrow V_{r(rms)} = \dfrac{10 \times \sqrt{2} \times \sqrt{3}}{2\sqrt{3} \times \sqrt{2}\ k \times C\ \mu \times 120}$
$V_{o(dc)} \fallingdotseq 24.5\ V$，欲設計 $r\% = \dfrac{V_{r(rms)}}{V_{o(dc)}} = 2\%$
$\Rightarrow V_{r(rms)} = 0.5\ V$，$C \fallingdotseq 83.33\ \mu F$

29. $I_3 = I_B = 10\ \mu A$，$I_2 = I_C = 1.99\ mA$
$\Rightarrow I_1 = I_E = 2\ mA$
$\alpha = 0.995$，$\beta = 199$，$\gamma = 200$
$\Rightarrow \alpha(\beta + \gamma) \fallingdotseq 397$

30. (A) 當 R_B 減小，I_B 漸大，工作點將如圖沿著 C→B→A 往飽和區移動



31. (1) SW 閉合，R_E 被旁路
$A_V = \dfrac{V_o}{V_i} = -\beta \dfrac{R_C // R_L}{r_\pi} = -1000$
(2) SW 打開
$A_V' = \dfrac{V_o}{V_i} = -\beta \dfrac{R_C // R_L}{r_\pi + (1+\beta)R_E} \fallingdotseq -9.8$
A_V' 與 A_V 相差了大約 100 倍

32. $I_{C1(sat)} \fallingdotseq I_{C2(sat)} = \dfrac{12 - 0.2 - 0.2}{2.5\ k + 3.3\ k} = 2\ mA$
$I_{C1} < I_{C1(sat)}$，故 Q_1、Q_2 仍操作於主動區

33. (B) $k \propto \dfrac{W}{L}$，跟通道長度成反比
(C) $V_{GS} > V_t$ 亦有可能工作在飽和區
(D) $I_D = k(V_{GS} - V_t)^2$
若 $W' = 2W$，$L' = \dfrac{1}{2}L$，則電流應放大 4 倍

34. 如圖 $V_{DS} = V_{GS} = 12 - (4.8\ k\Omega + 2.2\ k\Omega)I_D$
代入飽和電流公式
$I_D = 2\ mA/V^2(12 - 7\ k\Omega \times I_D - 2)^2$
$\dfrac{I_D}{2} = (10 - 7I_D)^2$
$\dfrac{I_D}{2} = 100 - 140I_D + 49{I_D}^2$，等號左側的 $\dfrac{I_D}{2}$ 忽略以簡化計算，$0 = (10 - 7I_D)^2 \Rightarrow$ 估算 $I_D \fallingdotseq \dfrac{10}{7}\ mA$

35. (D) FET 有較大的輸入電容，故頻率響應和操作速度未必較 BJT 突出

36. $A_{VT} = A_{V1} \times A_{V2} = -g_{m1} \times (R_{D1} // r_{\pi 2}) \times -g_{m2} \times R_{C2}$
$= -5 \times (10\ k // 10\ k) \times -40 \times 5\ k = 5000$

37. $I_D = (0.1\ mA/V^2)(4-2)^2 = 0.4\ mA$
$g_m = 2\sqrt{kI_D} = 2\sqrt{0.1 \times 0.4} = 0.4\ mA/V$，$s = 0.4$
$A_V = -g_m R_D = -0.4 \times 2 = -0.8\ V/V$，$p = -0.8$
$R_i = 4\ M // 6\ M = 2.4\ M$，$q = 2.4$
$R_o = R_D = 2\ k\Omega$，$r = 2$
$p + q + r + s = (-0.8) + 2.4 + 2 + 0.4 = 4$

38. (B) 亦在共汲極發生
(C) CG > CD > CS
(D) 米勒等效之輸入端大電容，將在高頻時造成信號嚴重衰減

39. 由於 $V_{GS3} = 0\ V$
$I_{D1} = I_{D2} = I_{D3} = 1 \times 0.5^2 = 0.25\ mA$

$g_{m1}=2\sqrt{1\times 0.25}=1\ \text{mA/V}=g_{m2}$

$r_{o3}=\dfrac{25}{0.25}=100\ \text{k}\Omega$

$A_{V1}=-g_{m1}\times\dfrac{1}{g_{m2}}=-1$

$A_{V2}=g_{m2}\times 100\ \text{k}\Omega=100$

$\Rightarrow A_{VT}=-100$

40. (C) $Y=\overline{A+B}=\overline{A}\cdot\overline{B}$

41. 串聯電組加總：
$1.2+33.2\ \text{m}+470+0.24=471.4732$

42. Zener 被設計工作在逆向崩潰區

43. (D) $V_{CE}=6\ \text{V}$，β 在大約 100 mA 才有明顯下降

44. $I_{BQ}=\dfrac{4.7}{470\ \text{k}}=0.01\ \text{mA}$

$V_{EQ}=4.7+0.7=5.4=V_2$

$I_{EQ}=\dfrac{9-5.4}{8\ \text{k}}=0.45\ \text{mA}$

$\dfrac{I_{EQ}}{I_{BQ}}=45=1+\beta$，β 約為 44

45. $I_{CQ}\doteqdot I_{EQ}=\dfrac{12-0.6}{\dfrac{240\ \text{k}}{120}+0.4\ \text{k}}=4.75\ \text{mA}$

$\Rightarrow V_{CQ}=12-4.75\ \ \text{m}\times 2\ \text{k}=2.5\ \text{V}$

$A_V\doteqdot-\dfrac{R_C}{R_E}=-\dfrac{2}{0.4}=-5$的放大效果

使 $V_o=|A_V|\times V_i=6.25\sin 500t$

V_C 偏壓在 2.5 V，上下跳動的幅度各 6.25 V，卻因下振幅觸碰截止區而受限失真

$\therefore V_o$ 的最高點為 $2.5+6.25$ ， V_o 的最低點為 0

46. 負半週失真表示工作點太接近截止區，應試著調降 V_{R1} ，有助抬高偏壓點

47. ①Metal：金屬(電極)
②Oxide：氧化層(閘極氧化層)
③Semiconductor：半導體(基板、通道)

48. 已知波形為 1.5 倍的反相放大， $A_V=-1.5$
$\Rightarrow R_S$ 未旁路的共源極組態

$A_V=\dfrac{-g_m(R_D\,//\,R_L)}{1+g_mR_S}=-1.5$ ，得 $g_m=3\ \text{mA/V}$

49. 第一級主要負責提高輸入阻抗

50. $Y=\overline{A+B}$