

## 111 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

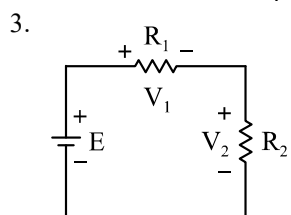
111-3-03-4、111-3-04-4

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

1.  $n = \frac{I}{evA} = \frac{3.2 \mu}{1.6 \times 10^{-19} \times 10^{-6} \times 0.02 \times 10^{-4}}$   
 $= 10^{25}$  個自由電子/立方公尺  
 $Q = Ne = A l n e$   
 $= 0.02 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2} \times 10^{25} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 C$

2.  $R = \frac{V}{I} = \frac{2}{2m} = 1 k\Omega$   
 $P = I^2 \times R = (2m)^2 \times 1 k\Omega = 4 mW$   
 $P' = \frac{P}{4} = 1 mW = \left(\frac{2}{R'}\right)^2 \times R' = \frac{4}{R'}$   
 $R' = \frac{4}{1m} = 4 k\Omega$   
 $\frac{R'}{R} = \frac{4k}{1k} = 4$   
 $R = \rho \frac{\ell}{A}, R' = \rho \frac{2\ell}{\frac{1}{4}A} = 4R$

在體積不變之條件下，將導線均勻拉長 2 倍，則面積縮小 2 倍，可以將電阻值提高為原來的 4 倍，且消耗功率降為原來的  $\frac{1}{4}$



$\frac{W_2}{W_1} = 4 = \frac{P_2 \times t}{P_1 \times t} = \frac{I \times V_2 \times 1 hr}{I \times V_1 \times 1 hr} = \frac{V_2}{V_1}, V_2 = 4V_1$

$E = V_1 + V_2 = 5V_1$

$\frac{E}{V_2} = \frac{5V_1}{4V_1} = 1.25$  倍

4.  $18 = 3I_1 + 3I_2 \dots\dots ①$

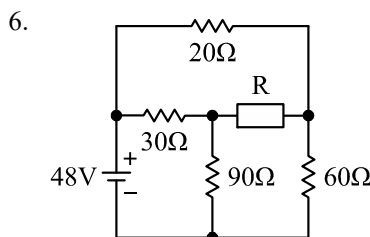
$I_1 - I_2 = 6 A \dots\dots ②$

①、②解聯立可得

$I_1 = 6 A, I_2 = 3 A, I_3 = \frac{18}{6} = 3 A$

$\frac{P_1}{P_3} = \frac{6^2 \times 3}{3^2 \times 6} = 2$  倍

5.  $21 = 30I_1 - 15I_2$   
 $10 = -15I_1 + 28I_2$   
 $A = 30, B = -15, C = -15, D = 28$



平衡電橋  
 $30 \Omega \times ((60 \Omega + 60 \Omega) // (80 \Omega + 40 \Omega)) = 20 \Omega \times 90 \Omega$   
 $I_{30\Omega} = \frac{48}{30 + 90} = 0.4 A$   
 $P_{30\Omega} = 0.4^2 \times 30 = 4.8 W$

7. (A) 電容器充電後移除電源，內部總電荷量不變  
 (B)  $C = \epsilon \frac{A}{d}, C' = \epsilon \frac{2A}{\frac{1}{2}d} = 4C = 4 \times 20 \mu = 80 \mu F$

(C)  $Q = CV$   
 當 C 增加 4 倍，且 Q 不變時，V 減少為原來的 4 倍

(D)  $E = \frac{V}{d}, \frac{E'}{E} = \frac{\frac{V/4}{V/d}}{\frac{0.5d}{V/d}} = \frac{1}{2}$

8.  $L = \frac{\mu \times A \times N^2}{\ell} = \frac{1 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-4} \times 100^2}{1} = 20 mH$

$\phi = \frac{LI}{N} = \frac{20 m \times 5}{100} = 1 mWb$

9.  $\frac{V_C}{V_R} = \frac{0.632E}{0.368E} = 1.717$  倍

10.  $V(t) = 1 \sin 100t + 3 \sin 100t + 3 \cos 100t + 5 \sin 200t V$   
 $= 4 \sin 100t + 3 \cos 100t + 5 \sin 200t V$   
 $= 5 \sin(100t + 37^\circ) + 5 \sin 200t V$

$V_{rms} = \sqrt{\left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2} = 5 V$

11.  $N = \frac{120 \times f}{P}$ ，當 f 增加一倍，P 增加一倍時，N 轉速不變；輸入電源的頻率不變，磁極數增加一倍時，電動機轉速減少

12.  $I_3 = 10 \angle -90^\circ A \Rightarrow X_L = \frac{100}{10} = 10 \Omega$

$I_3$  與  $I_2$  相位相差  $120^\circ$  時,  $|I_1|=|I_2|=|I_3|=10\text{ A}$  才會成立

故  $I_2=10\angle 30^\circ\text{ A}$  或  $I_2=10\angle -210^\circ\text{ A}$  (無負電阻, 不合)

$$I_2=10\angle 30^\circ\text{ A}, I_3=10\angle -90^\circ\text{ A}$$

$$\therefore I_1=10\angle -30^\circ\text{ A}$$

$$I_R=10\cos 30^\circ=5\sqrt{3}\text{ A} \Rightarrow R=\frac{100}{5\sqrt{3}}=\frac{20}{\sqrt{3}}\Omega$$

$$I_C=10\sin 30^\circ=5\text{ A} \Rightarrow X_C=\frac{100}{5}=20\Omega$$

13. (A) RC 串聯交流電路: 電源頻率  $f$  增加,  $X_C$  減小,  $Z$  減小,  $\bar{I}$  增加,  $\cos\theta$  漸趨近於 1

(B) RC 並聯交流電路: 電源頻率  $f$  增加,  $B_C$  增加,  $Y$  增加,  $\bar{I}$  增加,  $\cos\theta$  漸趨近於 0

(C) RL 串聯交流電路: 電源頻率  $f$  增加,  $X_L$  增加,  $X$  增加,  $\bar{I}$  減小,  $\cos\theta$  漸趨近於 0

(D) LC 串聯交流電路: 電源頻率  $f$  增加,  $X_L$  增加,  $X_C$  減小,  $\cos\theta$  均趨近於 0

14.  $P=3\text{ kW}$ ,  $\text{PF}=0.6\text{ Lag} \Rightarrow Q_L=4\text{ kVAR}$   
 $\text{PF}=0.6\text{ Lead}$  時,  $P$  不變  $\Rightarrow Q_C=8\text{ kVAR}$

$$C=\frac{Q_C}{\omega V^2}=\frac{8000}{10000\times 100^2}=80\mu\text{F}$$

15.  $\bar{V}_L=100\angle 0^\circ\text{ V}$

$$\bar{I}_L=10\angle 90^\circ\text{ A} \Rightarrow \theta_p=\theta_i-\theta_v=90^\circ$$

$\theta_i$  超前  $\theta_v$   $90^\circ \Rightarrow$  只有  $Q_C$ ,  $Q_L=0\text{ VAR}$

$$P_L=100\times 10\times \cos 90^\circ=0\text{ W}$$

$$Q_C=100\times 10\times \sin 90^\circ=1000\text{ VAR}$$

$$\text{PF}=\cos 90^\circ=0$$

16. 呼吸停止但卻仍有脈搏時應以人工呼吸急救法施予急救

17. 葉扇不轉動但卻出現嗡嗡聲, 如撥動葉扇後就開始轉動, 較可能是啟動電容器燒毀或是啟動線圈斷線

18.  $802\text{ k}=80\times 10^2\mu\text{H}=8\text{ mH}$

$$123\text{ k}=12\times 10^3\mu\text{H}=12\text{ mH}$$

$$L_T=8\text{ m} // 12\text{ m}=4.8\text{ mH}$$

19. (D) 網目電路量測某電阻之阻值時, 調整歐姆表檔位並歸零調整後, 需移除待測元件與網目電路之連接後, 並聯量測元件電阻值

20.  $w=p\times t \rightarrow 600\text{ mJ}=0.6\text{ J}=p\times 60$ ,  $p=10\text{ mW}$

$$10\text{ mW}=I^2\times 10\text{ k}, I=1\text{ mA}$$

$$V=I\times R=1\text{ mA}\times 10\text{ k}=10\text{ V}$$

$$22. \text{dB}=20\log\frac{V_o}{V_i}+10\log\frac{R_i}{R_o}=-20 \Rightarrow \frac{V_o}{V_i}=\frac{1}{10}$$

23. 電路達穩定

(1)  $t=0$  時將開關  $S$  閉合前

$$V_{C(t=0^-)}=20\text{ V}, I_{L(t=0^-)}=1\text{ A}$$

(2)  $t=0$  時將開關  $S$  閉合瞬間

$$\text{電源電流}=\frac{30}{10}=3\text{ A}, \text{電容器流出電流}=\frac{20}{10}=2\text{ A}$$

$$(3) \text{開關電流 } I_{(t=0^+)}=3+2-I_{L(t=0^+)}=5-1=4\text{ A}$$

$$24. I_T=10-j(10+7.32)=10-j17.32 \approx 20\angle -60^\circ\text{ A}$$

$$25. |\bar{Z}|=\frac{100}{20}=5\Omega, R=\frac{100}{10}=10\Omega$$

$$X_{L1}=\frac{100}{10}=10\Omega, L_1=\frac{X_{L1}}{\omega}=10\text{ mH}$$

$$X_{L2}=\frac{100}{7.32}=13.66\Omega, L_2=\frac{X_{L2}}{\omega}=13.66\text{ mH}$$

$$26. V_1(t)=3\sqrt{2}\sin(\omega t-53^\circ)\text{ V}$$

$$V_2(t)=4\sqrt{2}\cos(\omega t-53^\circ)\text{ V}=4\sqrt{2}\sin(\omega t+37^\circ)\text{ V}$$

$$V_1(t)+V_2(t)=V_T(t)=5\sqrt{2}\sin\omega t\text{ V}$$

$$V_3(t)=5\sqrt{2}\sin(\omega t+90^\circ)\text{ V}$$

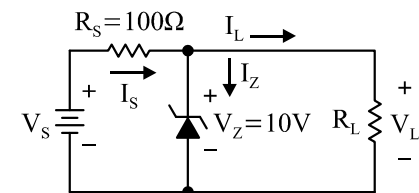
$V_T(t)$  與  $V_3(t)$  相位差為  $90^\circ$

27. (A) 溫度上升時, 逆向飽和電流增加

(B) 溫度上升時, 障壁電壓(Barrier Voltage)下降

(D) 在室溫且未加偏壓之情況下, PN 接面所形成的空乏區(Depletion Region)中, 僅有正、負離子存在

28.



$$P_{Z(\max)}=V_Z\times I_{Z(\max)}\Rightarrow 600\text{ m}=10\times I_{Z(\max)}$$

$$I_{Z(\max)}=60\text{ mA}$$

$$\text{又 } I_S=I_{Z(\max)}+I_{L(\min)}$$

$$\frac{20-10}{100}=60\text{ m}+\frac{10}{R_{L(\max)}}, 100\text{ m}=60\text{ m}+\frac{10}{R_{L(\max)}}$$

$$R_{L(\max)}=250\Omega$$

29. (A) BJT 的射極(E)與集極(C)不可以對調使用, 否則耐壓與增益皆降低

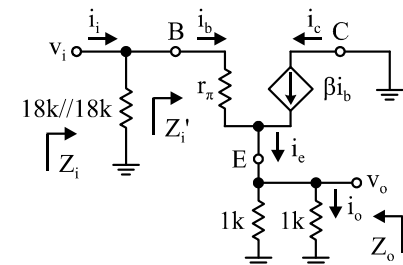
(B) 為了使 BJT 具有線性放大的功能, 必須將工作偏壓設計在主動區(Active Region)

(C) BJT 操作在主動區(Active Region)時的偏壓設計為 B-E 接面順偏、B-C 接面逆偏, 則 NPN 型 BJT 操作在主動區時的偏壓設計為  $V_{BE}>0$ 、 $V_{BC}<0$

(D) BJT 操作在飽和區(Saturation Region)時的偏壓設計為 B-E 接面順偏、B-C 接面順偏, 則 PNP 型 BJT 操作在飽和區時的偏壓設計為  $V_{BE}<0$ 、 $V_{BC}<0$

30. 工作點由直流負載線之 A 點移動至 Q 點,  $I_C\downarrow$ ,  $I_B\downarrow$ , 由輸入迴路  $V_{BB}=I_B R_B+V_{BE}$  可知,  $R_B\uparrow$  則  $I_B\downarrow$

31.



- (A) 2SA1015 為 PNP 電晶體編號  
 (B)  $Z_i' = r_\pi + (1+\beta)(1k // 1k)$   
 $= 1k + (1+99) \times 0.5k = 51k$   
 $Z_i = (18k // 18k) // Z_i' = 9k // 51k = 7.65k\Omega$

(C)  $Z_o = 1k // \frac{r_\pi}{1+\beta} = 1k // \frac{1k}{100}$   
 $= 1k // 10\Omega \approx 10\Omega$

(D)  $A_i = \frac{i_o}{i_i} = \frac{i_o}{i_e} \times \frac{i_e}{i_b} \times \frac{i_b}{i_i}$   
 $A_i = \frac{1k}{1k+1k} \times (1+\beta) \times \frac{9k}{9k+51k} = 7.5$

32. (A) 串級放大電路之級數越多，則頻寬越窄  
 (B) 直接耦合放大電路之低頻響應佳，但前後級之直流偏壓相互影響，設計不易  
 (C) 達靈頓電路為直接耦合串級放大電路，具有高電流增益的特點

33. (A) MOSFET 之閘極輸入電阻無限大、輸入電流( $I_G$ ) 為 0  
 (B) 空乏型 N 通道 MOSFET 操作於工作區，當  $V_{GS} = 0$  時，MOSFET 之  $I_D = I_{DSS}$   
 (C) 對於矽基板之 MOSFET 而言，N-MOSFET 之頻率表現優於 P-MOSFET

34.  $I_D = K(V_{GS} - V_T)^2 = 1 \times (12 - 2I_D - 2)^2 = 1 \times (10 - 2I_D)^2$   
 $I_D = 100 - 40I_D + 4I_D^2$  ,  $4I_D^2 - 41I_D + 100 = 0$   
 $(I_D - 4)(4I_D - 25) = 0$   
 $I_D = 4 \text{ mA}$  或  $I_D = 6.25 \text{ mA}$  (不合)  
 故  $V_o = I_D \times 2k\Omega = 4 \text{ mA} \times 2k = 8 \text{ V}$

35. (A) N 通道增強型 MOSFET  
 (B)  $R_1$ 、 $R_2$  電阻之主要功能決定 MOSFET 之直流工作點  
 (D) 電路之中頻(midband)電壓增益

$A_v = \frac{v_o}{v_i} = -g_m \times R_D$

36. MOSFET 之 CD 組態放大電路之輸入端為閘(G)極、輸出端為源(S)極，特點為輸入阻抗很高、輸出阻抗很低、電壓增益小於 1、常應用於阻抗匹配電路

37.  $I_{D1} = k_1(V_{GS1} - V_{t1})^2 = 4 \text{ mA} \times (4 - 3)^2 = 4 \text{ mA}$   
 $g_{m1} = 2\sqrt{k_1 \times I_{D1}} = 2\sqrt{4 \text{ mA} \times 4 \text{ mA}} = 8 \text{ mA/V}$   
 $A_{vT} = A_{v1} \times A_{v2} = -g_{m1} \times R_D = -8 \text{ mA/V} \times 1k = -8$

38. BJT 電晶體具有高頻寬特性  
 39.  $Q_1$ 、 $Q_2$  為 P 通道增強型 MOSFET， $Q_3$ 、 $Q_4$  為 N 通道增強型 MOSFET，真值表如下：

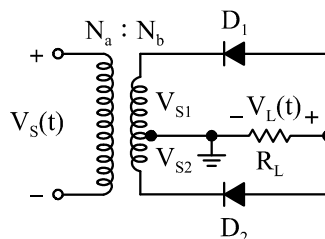
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

由真值表可知，此電路為 NOR 閘功能

41. (A)  $T = 0.01 \text{ ms} \times 4 = 0.04 \text{ ms}$

- (B)  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.04 \text{ ms}} = 25 \text{ kHz}$   
 (C)  $V_{p-p} = 0.5 \text{ V} \times 4.4 \times 10 = 22 \text{ V}$   
 (D)  $V_{rms} = \frac{V_{p-p}}{2 \times \sqrt{2}} = \frac{22}{2 \times \sqrt{2}} \approx 7.8 \text{ V}$

42.



$V_{S1} = 110 \times \frac{2}{11} \times \frac{3}{4} = 15 \text{ V}$

$V_{S2} = 110 \times \frac{2}{11} \times \frac{1}{4} = 5 \text{ V}$

當  $V_S(t)$  為正半週時

$D_1$  OFF、 $D_2$  ON， $V_L(t) = -5 \text{ V}$

當  $V_S(t)$  為負半週時

$D_1$  ON、 $D_2$  OFF， $V_L(t) = -15 \text{ V}$

43. CB 組態放大電路之特性為：低輸入阻抗、高輸出阻抗、電流增益  $\approx 1$

44.  $I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE1} - V_{BE2}}{R_B + (1+\beta_1)(1+\beta_2)R_E}$   
 $= \frac{12.4 - 0.7 - 0.7}{1 \text{ M} + (1+99)(1+99)1k} \approx 1 \mu\text{A}$

$I_E = (1+99)(1+99) \times 1 \mu\text{A} = 10 \text{ mA}$   
 $V_{CE2} = V_{CC} - I_E R_E = 12.4 - 10 \text{ mA} \times 1k = 2.4 \text{ V}$

$V_{CE1} = 12.4 - 0.7 - 10 = 1.7 \text{ V}$

$I_{C1} = 99 \times 1 \mu\text{A} = 99 \mu\text{A}$

$I_{C2} = 99 \times (1+99)1 \mu\text{A} = 9.9 \text{ mA}$

$Q_1(V_{CE1}, I_{C1}) = Q_1(1.7 \text{ V}, 99 \mu\text{A})$

$r_{\pi 1} = \frac{25 \text{ m}}{1 \mu} = 25 \text{ k}\Omega$  ,  $r_{\pi 2} = \frac{25 \text{ m}}{100 \mu} = 250 \Omega$

$A_{vT} = \frac{1 \text{ M}}{1 \text{ M} + 25k + (1+99)250 + (1+99)(1+99)1k} \times (1+99)(1+99)$   
 $= 905$

46. (A) 為共閘極(CG)組態放大電路

(B)  $I_D = 2(2.5 \text{ V} - I_D - 1.5 \text{ V})^2$

$I_D = 2(1 - I_D)^2 \rightarrow I_D = 0.5 \text{ mA}$

$g_m = 2\sqrt{I_D \times K} = 2\sqrt{0.5 \text{ mA} \times 2 \text{ mA/V}^2} = 2 \text{ ms}$

$Z_i = \frac{1}{g_m} // R_S = 0.5k // 1k = 0.333 \text{ k}\Omega$

(C)  $Z_o = R_D = 10 \text{ k}\Omega$

(D)  $A_v = g_m \times R_D = 2 \text{ ms} \times 10k = 20$

47.  $g_{m1} = 2\sqrt{I_{D1} \times K_1} = 2\sqrt{4 \text{ mA} \times 1 \text{ mA}} = 4 \text{ mA/V}$

$g_{m2} = 2\sqrt{I_{D2} \times K_2} = 2\sqrt{4.5 \text{ mA} \times 2 \text{ mA}} = 6 \text{ mA/V}$

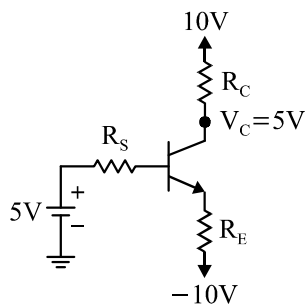
$$A_{V1} = \frac{-g_{m1} \times R_{D1}}{1 + g_{m1} \times R_{S1}} = \frac{-4 \text{ m} \times 3 \text{ k}}{1 + 4 \text{ m} \times 500} = -4$$

$$A_{V2} = \frac{g_{m2} \times R_{S2}}{1 + g_{m2} \times R_{S2}} = \frac{6 \text{ m} \times 2 \text{ k}}{1 + 6 \text{ m} \times 2 \text{ k}} = \frac{12}{13} \doteq 0.92$$

$$A_{VT} = -4 \times \frac{12}{13} = \frac{-48}{13} = -3.69$$

$$R_o = 2 \text{ k} // \frac{1}{g_{m2}} \doteq 153.8 \Omega$$

48. (A) CMOS 反相器由一個 N 通道增強型 MOSFET 與一個 P 通道增強型 MOSFET 所組成  
 (B) 只有在狀態轉換時，才有功率損耗，因此消耗功率極低  
 (D)  $P_D = fCV_{DD}^2$ ，散耗功率與電壓平方成正比
49. 直流分析



(1) 由輸入迴路

$$5 = I_B R_S + 0.7 + I_E R_E + (-10)$$

又  $I_B = \frac{1}{1 + \beta} I_E = 0.01 \text{ mA}$

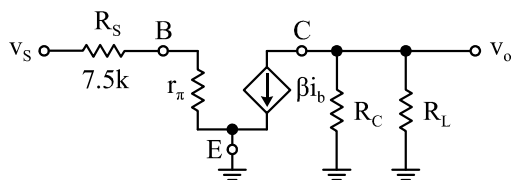
$$\Rightarrow 5 = 0.01 \text{ m} \times 7.5 \text{ k} + 0.7 + 1 \text{ m} \times R_E + (-10)$$

$$R_E = \frac{5 - 0.075 - 0.7 - (-10)}{1 \text{ m}} = 14.225 \text{ k}\Omega$$

(2)  $I_C = \frac{\beta}{1 + \beta} I_E = \frac{99}{1 + 99} \times 1 \text{ m} = 0.99 \text{ mA}$

$$R_C = \frac{10 - 5}{0.99 \text{ m}} = 5.05 \text{ k}\Omega$$

50. 小訊號等效電路



$$r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \frac{25 \text{ m}}{\frac{1 \text{ m}}{100}} = 2.5 \text{ k}\Omega$$

$$A_V = \frac{v_o}{v_s} = -\beta \times \frac{R_C // R_L}{R_S + r_\pi} = -99 \times \frac{5.05 \text{ k} // 10 \text{ k}}{7.5 \text{ k} + 2.5 \text{ k}} \doteq -33$$

$$v_{o(p-p)} = 2 \times 0.01 \times |(-33)| = 0.66 \text{ V}$$