112 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

112-4-03-4、112-4-04-4

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

1. $W_a = Q \times V_a \Rightarrow 3\text{ eV} = Q \times 1.5\text{ V}$

   $Q = 2\text{ e} = 2 \times 1.6 \times 10^{-19}\text{ C} = 3.2 \times 10^{-19}\text{ C}$

   $\Delta W = Q \times (V_b - V_a)$

   $1.6 \times 10^{-18} = 3.2 \times 10^{-19} \times (V_b - 1.5\text{ V})$

   $V_b = 6.5\text{ V}$

   $P = \dfrac{\Delta W}{t} = \dfrac{1.6 \times 10^{-18}}{5} = 3.2 \times 10^{-19}$ 瓦特

   $W_b = Q \times V_b = 2\text{ e} \times 6.5\text{ V} = 13\text{ eV}$

2. $R = 125 \times 10^1 \pm 20\% = 1.25\text{ k}\Omega \pm 20\%$

   $P_{max} = \dfrac{V^2}{R_{min}} = \dfrac{12^2}{1.25\text{ k} - 1.25\text{ k} \times 0.2} = 144\text{ mW}$

3. $I_1 = \dfrac{18-6}{6} = 2\text{ A}$

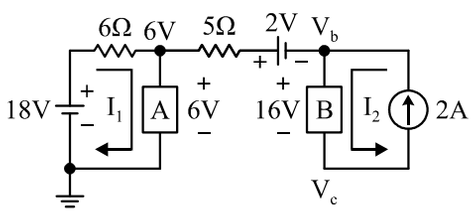
   $P_A = 6\text{ V} \times 2\text{ A} = 12\text{ W}$ →電壓降爲消耗功率

   $P_B = 32\text{ W} = V_{bc} \times 2\text{ A} \Rightarrow V_{bc} = 16\text{ V}$

   $B = \dfrac{16\text{ V}}{2\text{ A}} = 8\,\Omega$

   $V_c = 6\text{ V} - 2\text{ V} - 16\text{ V} = -12\text{ V}$

   $P_{2\text{A}} = 16\text{ V} \times 2\text{ A} = 32\text{ W}$ →電壓升爲提供功率

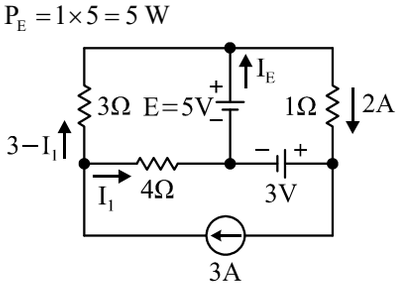


4. $E = 2 \times 1 + 3 = 5\text{ V}$

   $4I_1 = 5 + 3(3 - I_1)$ ， $I_1 = 2\text{ A}$

   $(3-2) + I_E = 2\text{ A}$ ， $I_E = 1\text{ A}$

   $P_E = 1 \times 5 = 5\text{ W}$



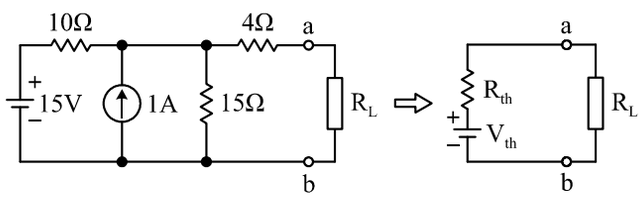
5. (A) 戴維寧等效電阻 $R_{th} = 10 // 15 + 4 = 10\,\Omega$

   (B) 戴維寧等效電壓 $V_{th} = (\dfrac{15}{10} + 1) \times 10 // 15 = 15\text{V}$

   (C) 負載 R_L 獲得最大轉移功率時，轉換效率爲 50%

   (D) 負載獲得之最大功率轉移爲

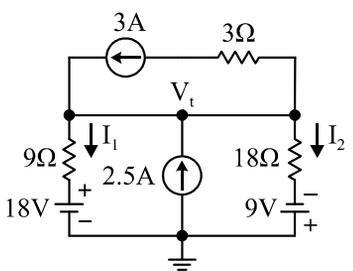
   $P_{o(max)} = \dfrac{V_{th}^2}{4R_{th}} = \dfrac{15^2}{4 \times 10} = 5.625\text{ W}$



6. (1) 3 A 電流源被短路，不影響 V_t

   (2) $V_t = (\dfrac{18}{9} + 2.5 - \dfrac{9}{18}) \times (9 // 18) = 24\text{ V}$

   $I_1 = \dfrac{24-18}{9} = \dfrac{2}{3}\text{ A}$ ， $I_2 = \dfrac{24-(-9)}{18} = \dfrac{11}{6}\text{ A}$



7. (A) $223\text{K} = 22 \times 10^3\text{ pF} \pm 10\% = 0.022\,\mu\text{F} \pm 10\%$

   (C) 一電子於電場中，逆著電場移動，則其電位上升，位能下降

   (D) $F = K\dfrac{Q \times q}{d^2}$ →受力大小與 q 之電荷量成正比

8. 磁阻 $\Re = \dfrac{\ell}{\mu_0 \mu_r A} = \dfrac{1}{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{4\pi} \times 10^7 \times 10 \times 10^{-4}}$

   $= 1000\text{ AT/wb}$

   磁通 $\phi = \dfrac{N \times I}{\Re} = \dfrac{400 \times 2.5}{1000} = 1\text{ wb}$

   電感 $L = \dfrac{N^2}{\Re} = \dfrac{400^2}{1000} = 160\text{ H}$

   磁通密度 $B = \dfrac{\phi}{A} = \dfrac{1}{10 \times 10^{-4}} = 1000\text{ wb/m}^2$

   磁場強度 $H = \dfrac{N \times I}{\ell} = \dfrac{400 \times 2.5}{1} = 1000\text{ AT/m}$

   $W = \dfrac{1}{2} \times L \times I^2 = \dfrac{1}{2} \times 160 \times 2.5^2 = 500\text{ J}$

9. (1) 開關閉合達穩態：C 斷路

$V_C = 120\text{ V} \times \frac{30}{60+30} = 40\text{ V}$

(2) S 斷開：120 V > 40 V→120 V 對電容二次充電

$V_C(t) = 40 + (120-40)\times(1-e^{\frac{-t}{\tau}}) = 120 - 80e^{\frac{-t}{\tau}}$

$\tau = (60+40)\times 10\,\mu = 1\text{ ms}$

$V_C(2\text{ ms}) = 120 - 80e^{-2} = 109.2\text{ V}$

10. (A) 同步轉速 $N = \frac{120f}{P} = \frac{120\times 60}{8} = 900\text{ rpm}$

(B) 交流電壓方程式爲 $v(t) = 110\sqrt{2}\sin(377t)\text{ V}$

(C) 正半週平均值 $= 0.9V_{rms} = 0.9\times 110 = 99\text{ V}$

(D) 三用電表 DCV 檔量測值爲平均值，家用交流電平均值爲 0 V

11. $\overline{V}_m = 100\angle 0°$ ， $\overline{I}_m = 20\angle 53°$

$jX_L = j1000\times 4\text{ m} = j4$

$\overline{Z} = \frac{100\angle 0°}{20\angle 53°} = 5\angle -53° = 3 - j4$

$\overline{Z} = 3 + j4 \,//\, (-jX_C) = 3 - j4$

$j4 \,//\, (-jX_C) = -j4$

$\frac{j4\times(-jX_C)}{j4 - jX_C} = -j4 \Rightarrow 16 - 4X_C = 4X_C \Rightarrow X_C = 2$

$X_C = \frac{1}{1000\times C} = 2 \Rightarrow C = 500\,\mu\text{F}$

12. $\overline{V} = 100\angle 53°$ ， $\overline{I} = 20\angle 37°$

$\overline{Z} = \frac{100\angle 53°}{20\angle 37°} = 5\angle 16°$ (電感性)

$\overline{S} = \overline{V}\times\overline{I}^{*} = 100\angle 53°\times 20\angle -37°$

$= (60 + j80)\times(16 - j12) = 1920 + j560$

$P = 1920\text{ W}$ ， $Q = 560\text{ VAR}$ (電感性)

13. $\overline{Z} = R + j\omega L = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}\angle \tan^{-1}\frac{\omega L}{R}$

14. (D) 若並接電壓源，功率 $P = \frac{V^2}{R}$ 爲定值

15. $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2\text{ m}\times 5\,\mu\text{C}}} = 1590\text{ Hz}$

諧振電流 $I_0 = \frac{100}{2} = 50\text{ A}$

截止點電流 $I = \frac{50}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2}\text{ A}$

截止點功率 $P = (25\sqrt{2})^2\times 2 = 2.5\text{ kW}$

品質因數 $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2}\times\sqrt{\frac{2\text{ m}}{5\,\mu}} = 10$

16. (C) 當使用相同的導線，在相同的距離內傳送相同的功率時，線路損失 $1\phi 3\text{W}$ 爲 $1\phi 2\text{W}$ 的 $\frac{1}{4}$

17. $t = \frac{W}{P} = \frac{960\text{ Wh}}{48\text{ V}\times 3\text{ A}} \fallingdotseq 6.66\text{ hr}$

18. 純電騎行 30 km 後剩餘電量：

$W_1 = 960\text{ Wh}\times\frac{2}{5} = 384\text{ Wh}$

充電器充電 2 小時後電量：

$W_2 = 384\text{ Wh} + 48\text{ V}\times 3\text{ A}\times 2\text{ hr} = 672\text{ Wh}$

電助力續行里程：$\frac{960\text{ Wh}}{100\text{ km}} = \frac{672\text{ Wh}}{X} \Rightarrow X = 70\text{ km}$

19. (D) 將指針型三用電表檔位置於歐姆檔 R×10 檔位，在 LI 滿刻度標示有 15 mA，表示線圈動作之最大額定電流爲 15 mA

20. (C) 當示波器觀察雙軌跡訊號時，如觀察訊號頻率屬於低頻訊號，應採用 CHOP 切割掃描

22. (A) 化學藥品及油類所引起的火災，可使用二氧化碳、乾粉等滅火器予以撲救較爲有效，不可用水滅火

23. 示波器雙軌跡需考慮共同接地，是以須將 CH1 之黑棒與 CH2 之黑棒共同接在 b 端，同時須將 CH2 設定 INV 始可觀察到正確波形

24. 並聯等效取小電壓：

$V_A^2 = 15\text{ k}\Omega\times 60\text{ mW} \Rightarrow V_A = 30\text{ V}$

$V_B^2 = 10\text{ k}\Omega\times 40\text{ mW} \Rightarrow V_B = 20\text{ V}$

A 並聯 B 等效電壓爲 20 V

等效電阻爲 $15\text{ k}\Omega \,//\, 10\text{ k}\Omega = 6\text{ k}\Omega$

串聯等效取小電流：

$I_{A//B} = \frac{20\text{ V}}{6\text{ k}\Omega} = \frac{10}{3}\text{ mA}$

$27\text{ mW} = I_C^2\times 3\text{ k}\Omega \Rightarrow I_C = 3\text{ mA}$

(A // B) 串聯 C 等效電流爲 3 mA，等效電阻爲 $6\text{ k}\Omega + 3\text{ k}\Omega = 9\text{ k}\Omega$ ，等效電壓爲 $3\text{ mA}\times 9\text{ k}\Omega = 27\text{ V}$

25. $\overline{Z} = 4 + j3 + j6 \,//\, (-j3) = 4 - j3 = 5\angle -37°$ (電容性)

$\overline{I} = \frac{60\angle 0°}{5\angle -37°} = 12\angle 37°$

$P = I^2\times R = 12^2\times 4 = 576\text{ W}$

$Q = I^2\times X = 12^2\times 3 = 432\text{ VAR}$ (電容性)

$S = V\times I = 60\times 12 = 720\text{ VA}$

$PF = \frac{R}{Z} = \frac{4}{5} = 0.8$ (領先)

27. 目前半導體製程的演進：

MOSFET→FinFET→GAAFET，都是屬於 FET 類型的元件

28. (B) 閘極無電流

29. (B) 具有輸出低阻抗特性

(C) 開迴路電壓增益無限大

(D) 內部具有定電流源電路

31. $I_D = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{R_D + R_S} = \frac{24\text{ V} - 8\text{ V}}{3\text{ k} + 1\text{ k}} = \frac{16\text{ V}}{4\text{ k}} = 4\text{ mA}$

$V_S = I_D\times R_S = 4\text{ mA}\times 1\text{ k} = 4\text{ V}$

$V_G = V_{DD}\times\frac{V_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = 24\text{ V}\times\frac{1\text{ M}}{3\text{ M} + 1\text{ M}} = 6\text{ V}$

$I_D = K(V_{GS} - V_t)^2 \Rightarrow 4\text{ mA} = K(6 - 4 - 1)^2$

$\Rightarrow K = 4\text{ mA/V}^2$

32. 電晶體操作在飽和區是做爲開關 ON 使用，若要放大

交流訊號，則必須操作於順向主動區

33. $V_{r(P-P)}=\frac{V_{o(P)}}{fRC}=\frac{100\text{ V}}{50\times100\,\mu\times1\text{ k}}=\frac{100\text{ V}}{5}=20\text{ V}$

$V_{o(min)}=V_{o(P)}-V_{r(P-P)}=100\text{ V}-20\text{ V}=80\text{ V}$

34. (A) 固定偏壓是四個選項中唯一沒有回授的偏壓，故溫度穩定性最差

35. $V_{B1}=V_{CC}\times\frac{R_{B3}}{R_{B1}+R_{B2}+R_{B3}}$

$=16\text{ V}\times\frac{2\text{ k}}{6\text{ k}+2\text{ k}+2\text{ k}}=3.2\text{ V}$

$V_{E1}=V_{B1}-V_{BE1}=3.2\text{ V}-0.7\text{ V}=2.5\text{ V}$

$I_{E1}=I_{E2}\fallingdotseq I_{C1}\fallingdotseq I_{C2}=\frac{V_{E1}}{R_{E1}}=\frac{2.5\text{ V}}{1\text{ k}}=2.5\text{ mA}$

$V_{CE2}=V_{CC}-I_{C2}\times R_{C2}-V_{CE1}-I_{C2}\times R_{C2}$

$=16\text{ V}-2.5\text{ mA}\times2\text{ k}-3.2\text{ V}-2.5\text{ mA}\times1\text{ k}$

$=16\text{ V}-5\text{ V}-3.2\text{ V}-2.5\text{ V}=5.3\text{ V}$

36. $A_V=-\frac{g_{m1}\times(R_{D1}\,//\,R_{G1})}{1+g_{m1}\times R_{S1}}\times-\frac{g_{m2}\times(R_{D2}\,//\,R_L)}{1+g_{m2}\times R_{S2}}$

$A_V=-\frac{2\text{ m}\times(3\text{ k}\,//\,1\text{ M})}{1+2\text{ m}\times1\text{ k}}\times-\frac{2\text{ m}\times(2\text{ k}\,//\,6\text{ k})}{1+2\text{ m}\times1\text{ k}}$

$A_V=-\frac{6}{3}\times-\frac{3}{3}=2$

$A_{V(-3\text{ dB})}=\frac{1}{\sqrt{2}}\times A_V=\frac{1}{\sqrt{2}}\times2=\sqrt{2}$

37. $V_{UT}=V_{o(sat)}\times\frac{1\text{ k}}{4\text{ k}+1\text{ k}}\times\frac{2\text{ k}+2\text{ k}}{2\text{ k}}=15\text{ V}\times\frac{1}{5}\times2=6\text{ V}$

$V_{LT}=-V_{o(sat)}\times\frac{1\text{ k}}{2\text{ k}+1\text{ k}}\times\frac{2\text{ k}+2\text{ k}}{2\text{ k}}$

$=-15\text{ V}\times\frac{1}{3}\times2=-10\text{ V}$

38. $I_D=K(V_{GS}-V_t)^2=2\text{ mA/V}^2\times(5\text{ V}-I_D\times R_S-2\text{ V})^2$

$I_D=2(5-I_D-2)^2$ ， $I_D=2(3-I_D)^2$

$0.5I_D=9-6I_D+I_D{}^2$ ， $I_D=2\text{ mA}$

$g_m=2\sqrt{2\text{ mA}\times2\text{ mA/V}^2}=4\text{ mS}$

$A_V=g_m\times(R_D\,//\,R_L)=4\text{ mS}\times(3\text{ k}\,//\,6\text{ k})=8$

39. $V_{o1}=2\text{ V}\times(1+\frac{2\text{ k}}{1\text{ k}})=6\text{ V}<$飽和電壓 9 V

OPA1 未飽和、虛短路成立，故 $V_x=2\text{ V}$

$V_o=-2\text{ V}-(\frac{V_{o1}+2\text{ V}}{2\text{ k}})\times3\text{ k}=-2\text{ V}-(\frac{6\text{ V}+2\text{ V}}{2\text{ k}})\times3\text{ k}$

$=-14\text{ V}<$飽和電壓 –9 V

故 OPA2 飽和、虛短路不成立， $V_o=-9\text{ V}$

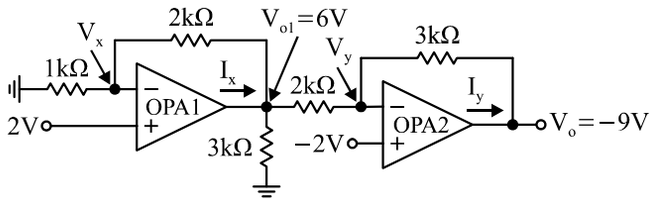
$V_y=V_{o1}-\{[V_{o1}-(V_{o2(sat)})]\times\frac{2\text{ k}}{2\text{ k}+3\text{ k}}\}$

$=6\text{ V}-\{[6\text{ V}-(-9\text{ V})]\times(\frac{2}{5})\}=6\text{ V}-6\text{ V}=0\text{ V}$

$I_x=\frac{V_{o1}-V_o}{2\text{ k}+3\text{ k}}+\frac{V_{o1}}{3\text{ k}}+\frac{V_{o1}-0}{2\text{ k}+1\text{ k}}$

$=\frac{6\text{ V}-(-9\text{ V})}{5\text{ k}}+\frac{6\text{ V}}{3\text{ k}}+\frac{6\text{ V}-0}{3\text{ k}}=7\text{ mA}$

$I_y=\frac{V_o-V_y}{3\text{ k}}=\frac{-9\text{ V}-0\text{ V}}{3\text{ k}}=-3\text{ mA}$



40. (B) V_1 爲 Q_1 的轉態電壓(截止區 ↔ 飽和區)，故 $V_1=V_{GSN(t)}=1\text{ V}$ ； V_4 爲 Q_2 的轉態電壓(截止區 ↔ 飽和區)，故 $V_4=5\text{ V}+V_{GSP(t)}=4\text{ V}$

(C) V_{OPt} 爲 Q_2 的轉態電壓(歐姆區 ↔ 飽和區)

(D) 甲區： Q_1 操作在截止區、 Q_2 操作在歐姆區；戊區： Q_1 操作在歐姆區、 Q_2 操作在截止區

41. $f=\frac{1}{RC\times2\ln3}\Rightarrow10\text{ Hz}=\frac{1}{100\text{ k}\times C\times2.2}$

$\Rightarrow C=\frac{1}{2200\text{ k}}=0.4545\,\mu\text{F}$

因題目容許 10%誤差故選擇 0.47 μF

此電容必須在 –2.5 V~+ 2.5 V 之間不斷充放電，不適用有極性之電容， 故選擇陶瓷電容

42. 交流脈波轉直流脈波要用二極體

43. 在 X-Y 模式下，示波器 CH1 爲水平軸，CH2 爲垂直軸，故 CH1 正端接 A 點、負端接 D 點；CH2 正端接 C 點、負端接 D 點

44. 數位電表歐姆檔紅棒正極、黑棒負極；指針型電表紅棒負極、黑棒正極。PN 接面如要導通，P 型須接正極、N 型須接負極

45. $I_D=K(V_{GS}-V_t)^2$

$\begin{cases}1\text{ mA}=K(3\text{ V}-V_t)^2\\9\text{ mA}=K(4\text{ V}-V_t)^2\end{cases}$

$9=\frac{(4\text{ V}-V_t)^2}{(3\text{ V}-V_t)^2}\Rightarrow3=\pm(\frac{4-V_t}{3-V_t})$

假設 $3=-(\frac{4-V_t}{3-V_t})$ ， $9-3V_t=-4+V_t$

$4V_t=13\text{V}$ ， $V_t=3.25\text{ V}$ (不合)

假設 $3=(\frac{4-V_t}{3-V_t})$ ， $9-3V_t=4-V_t$

$2V_t=5\text{ V}$ ， $V_t=2.5\text{ V}$ (合)

$1\text{ mA}=K(3\text{ V}-2.5\text{ V})^2$ ， $K=4\text{ mA/V}^2$

46. $A_V=\frac{6\text{ V}}{-2\text{ V}}=-3$ ， $A_V=-\frac{g_m\times(R_D\,//\,R_L)}{1+g_m\times R_S}$

$-3=-\frac{g_m\times(3\text{ k}\,//\,9\text{ k})}{1+g_m\times0.25\text{ k}}$ ， $3=\frac{g_m\times2.25\text{ k}}{1+g_m\times0.25\text{ k}}$

$g_m=2\text{ mS}$

47. (A) L_1 ：交流負載線

(B) B 點：$I_{C(sat)}=\frac{20\text{ V}}{2\text{ k}}=10\text{ mA}$

(C) F 點：電晶體操作在截止區，$V_{CE}=V_{CC}=20\text{ V}$

(D) Q 點：$I_B=\frac{20\text{ V}-0.7\text{ V}}{386\text{ k}}=0.05\text{ mA}$

$I_C=\beta\times I_B=100\times 0.05\text{ mA}=5\text{ mA}$

$V_{CE}=V_{CC}-I_C\times R_C=20\text{ V}-5\text{ mA}\times 2\text{ k}=10\text{ V}$

48. (A) 調大 R_{G12}，會使 I_D、g_m 變大，造成電壓增益 ($A_V=\frac{V_o}{V_i}$)變大

(B) 調整 R_{G2} 不會改變 V_{gs2}，故不影響 A_V

(C) $\frac{V_o(R_L\text{移除前})}{V_o(R_L\text{移除後})}=\frac{-g_mR_D}{-g_m\times(R_D\,//\,R_L)}=\frac{R_D}{(R_D\,//\,R_L)}$

$=\frac{3\text{ k}}{3\text{ k}\,//\,6\text{ k}}=1.5$

(D) 若移除 V_{DD}，無法提供適當的直流工作點，故電壓增益($A_V=\frac{V_o}{V_i}$)變爲 0

49. (B) 達靈頓飽合條件 $\frac{I_{C1}+I_{C2}}{I_{B1}}\le(1+\beta_1)(1+\beta_2)-1$ (可忽略 -1)

$\frac{I_{C1}+I_{C2}}{(1+\beta_1)(1+\beta_2)}\le I_{B1}\Rightarrow\frac{2\text{ A}}{(1+249)(1+79)}\le I_{B1}$

$\Rightarrow I_{B1}\ge 0.1\text{ mA}$

(C) Q_1 消耗功率

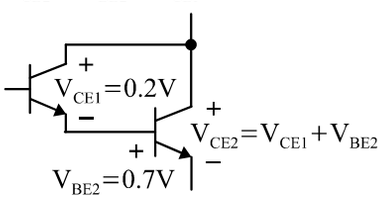
$P_{C1}\fallingdotseq I_{C1}\times V_{CE1}\fallingdotseq 24.9\text{ mA}\times 0.2\text{ V}\fallingdotseq 4.98\text{ mW}$

Q_2 消耗功率

$P_{C2}\fallingdotseq I_{C2}\times V_{CE2}\fallingdotseq 1.975\text{ A}\times 0.9\text{ V}\fallingdotseq 1.778\text{ W}$

(D) 當 $V_i=3.3\text{ V}$ 時，燈泡亮

$V_{CE2}=V_{BE2}+V_{CE1}=0.7\text{ V}+0.2\text{ V}=0.9\text{ V}$



50. $V_d=[5\sin(\omega t)+2\sin(100\omega t)]-[-5\sin(\omega t)+2\sin(100\omega t)]\,\mu V$

$V_d=10\sin(\omega t)\,\mu V$

$V_C=\frac{[5\sin(\omega t)+2\sin(100\omega t)]+[-5\sin(\omega t)+2\sin(100\omega t)]}{2}\,\mu V$

$V_C=2\sin(100\omega t)\,\mu V$

$V_o(t)=A_d\times V_d+A_C\times V_C$

$V_o(t)=10^6\times 10\sin(\omega t)\,\mu V+10^2\times 2\sin(100\omega t)\,\mu V$

$V_o(t)=10\sin(\omega t)+2\times 10^{-4}\sin(100\omega t)\text{ V}$