



統測基本電學 113 詳解
泉勝出版公司

www.goodbooks.com.tw

詳見本公司基本電學審定書
基本電學實習審定書

1. 電場中，將電量為 Q 庫倫的電荷由 a 點移到 b 點需作功 64 焦耳；而將 Q 庫倫的電荷由 c 點移到 b 點需作功 -20 焦耳，若 b 點電位為 10V， c 點電位為 20V，則 c 點對 a 點之電位差 V_{ca} 為何？
(A) 64V (B) 42V (C) -20V (D) -30V

1, 依照電位定義, 寫出 V_{ba} 與 V_{bc} 如下:
 $V_{ba} = V_b - V_a = \frac{64}{Q}$ (1), $V_{bc} = V_b - V_c = \frac{-20}{Q}$ (2), $V_b = 10, V_c = 20 \Rightarrow V_{ca} = ?$
 (2) 由 $V_b = 10, V_c = 20$ 得到 $V_{bc} = -10 = \frac{-20}{Q}$ 得到 $Q = 2$,
 (3) 由 (1) 得到 $V_{ba} = \frac{64}{2} = 32V \Rightarrow V_b - V_a = 10 - V_a \Rightarrow V_a = -22$
 (4) $V_{ca} = V_c - V_a = 20 - (-22) = 42V$

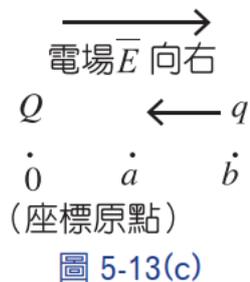
摘自泉勝教材

電位差

電場中的電位並非絕對的，而是與零電位的位置有關，但任意兩點間的電位差值是有絕對性的，並不會因零電位的選擇而改變。而兩點間電位的差值稱為**電位差** (electric potential difference)。若 a 點電位為 V_a ， b 點電位為 V_b ，兩點的電位差 V_{ab} 為：

$$V_{ab} = V_a - V_b$$

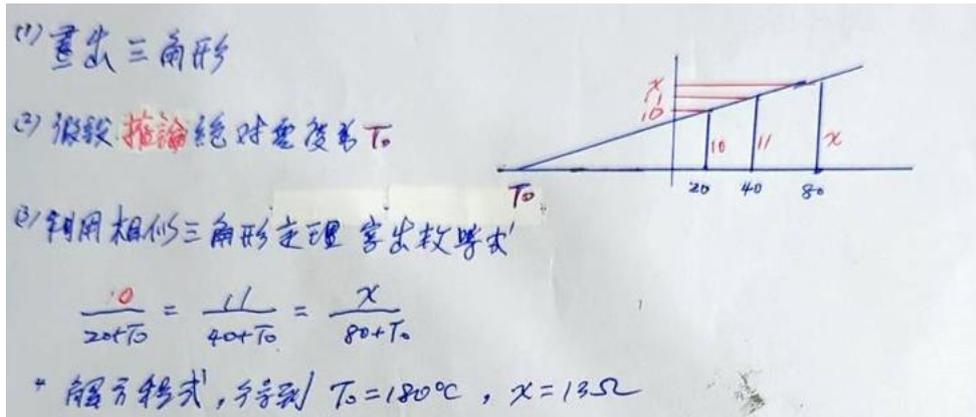
以上 V_{ab} 代表的意義為：如圖 5-13(c) 單位正電荷 q 由 b 點移至 a 點時，外力所需作的功 W 。以上定義，以數學式表示如下：



$$V_{ab} = V_a - V_b = \frac{W}{q}$$

(公式5-15)

2. 某電阻器在溫度 20°C 時電阻為 10Ω ，而在溫度 40°C 時電阻為 11Ω ；若電阻器之電阻值與溫度為線性關係，則在溫度 80°C 時其電阻為何？
(A) 13Ω (B) 14Ω (C) 15Ω (D) 16Ω



摘自泉勝教材 2-18

以金屬導體為例，溫度下降時，電阻也隨之下降，溫度在中間，其電阻變化是接近線性（直線）的，而該範圍之外則非線性，如圖 2-4b，因為中間溫度是接近線性的，我們就利用相似三角形等比的觀念，建立一個模型，可以推測所有溫度的電阻值。

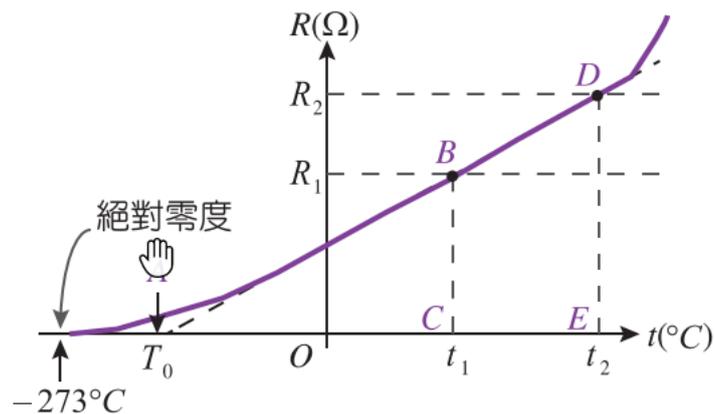
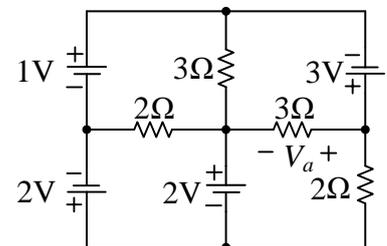


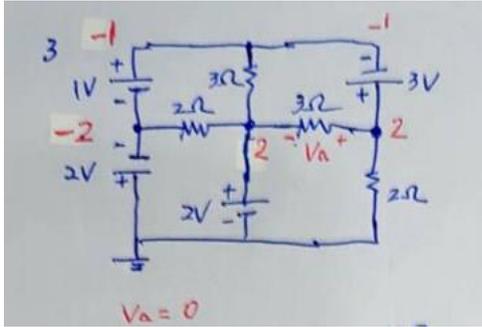
圖 2-4b 正溫度係數的 R-t 關係曲線

3. 如圖(一)所示電路，電壓 V_a 為何？

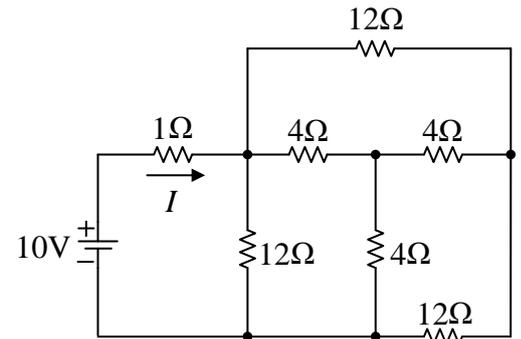
- (A) -4 V
- (B) -2 V
- (C) 0 V
- (D) 2 V



圖(一)



4. 如圖(二)所示電路，電流 I 為何？
 (A) 4A
 (B) 3A
 (C) 2A
 (D) 1A



圖(二)

4 電橋平衡

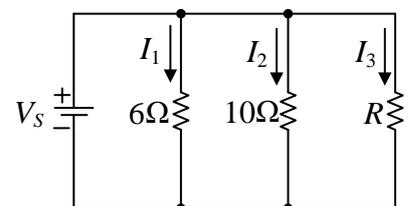
(1) 少重疊電路，如圖(2)
 (2) 電橋平衡，4Ω 沒作用，如圖(3)
 (3) 如圖(4)

$$12 \parallel 24 \parallel 8 = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{24} + \frac{1}{8}}$$

$$= \frac{1}{\frac{2+1+3}{24}} = \frac{24}{6} = 4$$

(4) $I = \frac{V}{R} = \frac{10}{5} = 2A$

5. 如圖(三)所示電路，若電流 $I_1 : I_2 : I_3 = 5 : 3 : 2$ ，則電阻 R 值為何？
 (A) 12Ω
 (B) 15Ω
 (C) 18Ω
 (D) 20Ω



圖(三)

5 分流定則
並聯時

$$6:10:R = \frac{1}{I_1} : \frac{1}{I_2} : \frac{1}{I_3} = I_2 I_3 : I_1 I_3 : I_1 I_2 = 3 \times 2 : 5 \times 2 : 5 \times 3 = 6:10:15$$

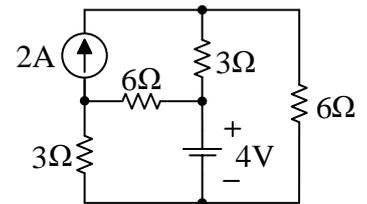
$$6:10:R$$

$$\Rightarrow R = 15\Omega \quad (B)$$

6. 如圖(四)所示電路，4V 電壓源之功率約為何？

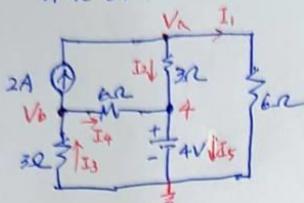
- (A) 供給 3.56 W
- (B) 吸收 3.56 W
- (C) 供給 0.89 W
- (D) 吸收 0.89 W

圖(四)



6 此題為第 4 章的網路分析，我的書強調 5 個方法都可以解

(1) 節點電壓法



$$\textcircled{1} V_a: 2 = I_1 + I_2 \Rightarrow 2 = \frac{V_a - 4}{3} + \frac{V_a}{6}$$

$$\textcircled{2} V_b: I_3 = 2 + I_4 \Rightarrow \frac{0 - V_b}{3} = 2 + \frac{V_b - 4}{6}$$

$$\textcircled{1} V_a: 2 = I_1 + I_2 \Rightarrow 2 = \frac{V_a}{6} + \frac{V_a - 4}{3} \Rightarrow 12 = V_a + 2V_a - 8 \Rightarrow 3V_a = 20 \Rightarrow V_a = \frac{20}{3}$$

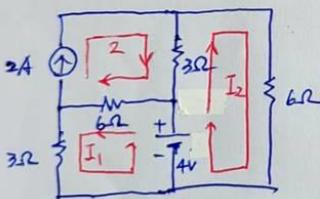
$$\textcircled{2} V_b: I_3 = 2 + I_4 \Rightarrow \frac{0 - V_b}{3} = 2 + \frac{V_b - 4}{6} \Rightarrow -2V_b = 12 + V_b - 4 \Rightarrow 3V_b = -8 \Rightarrow V_b = -\frac{8}{3}$$

$$\textcircled{3} \text{由 } V_a = \frac{20}{3} \Rightarrow I_2 = \frac{\frac{20}{3} - 4}{3} = \frac{8}{9} \text{ A} \quad \text{由 } V_b = -\frac{8}{3} \Rightarrow I_4 = \frac{-\frac{8}{3} - 4}{6} = \frac{-\frac{20}{3}}{6} = -\frac{20}{18} \text{ A}$$

$$\textcircled{4} I_5 = I_2 + I_4 = \frac{8}{9} + \frac{-20}{18} = \frac{-4}{18} \text{ A 向上}$$

$$\textcircled{5} P_{4V} = \left(\frac{4}{18}\right) \cdot 4 \doteq 0.89 \text{ W}$$

(2) 迴路分析法：(其實此法很好)

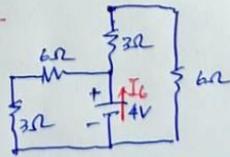
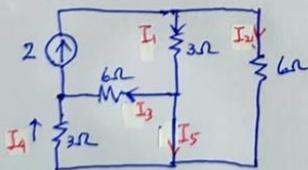


$$I_1: 4 - 9I_1 - 12 = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{-8}{9} \Rightarrow I_{4V} = \frac{2}{9} \text{ A 向上}$$

$$I_2: 4 - 9I_2 + 6 = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{10}{9}$$

$$P_{4V} = 4 \cdot \frac{2}{9} = \frac{8}{9} \doteq 0.89$$

(3) 重疊定理



$$R_T = 9 // 9 = 4.5 \Omega$$

$$I_1 = \frac{2}{3} \cdot 2 \quad I_2 = \frac{1}{3} \cdot 2 \Rightarrow I_5 = \frac{2}{3} \text{ A} \quad I_6 = \frac{4}{4.5} = \frac{8}{9} \text{ A 向上}$$

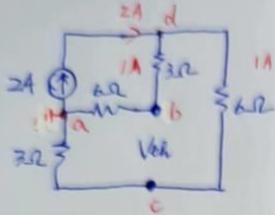
$$I_3 = \frac{1}{3} \cdot 2 \quad I_4 = \frac{1}{3} \cdot 1 = \frac{2}{9} \text{ A 向下}$$

由 $I_5 = \frac{2}{3} \text{ A 向下}$ $I_6 = \frac{8}{9} \text{ A 向上}$ 依據重疊定理 $\Rightarrow I_{4V} = \frac{2}{9}$

$$P_{4V} = I_V = \frac{2}{9} \cdot 4 = \frac{8}{9} \doteq 0.89 \text{ W}$$

④ 戴維寧定理

① 求 V_{oc} :



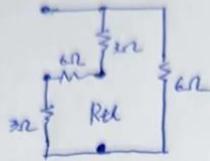
① 選定 a 點為零電位

② $V_b = 6V$

③ $V_c = 3V$

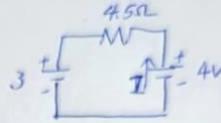
④ $V_{oc} = V_b - V_c = 3$

② 求 R_{oc} :



$R_{oc} = 4.5\Omega$

③ 畫出戴維寧等效電路

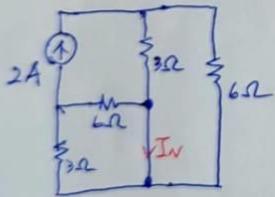


$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{4.5} = \frac{2}{3} A$ 向上

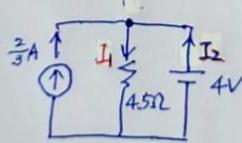
$P_{4V} = \frac{2}{3} \cdot 4 = \frac{8}{9} W \approx 0.89W$

⑤ 諾頓定理

① 求 I_N



$I_N = \frac{2}{3} A$ 向下



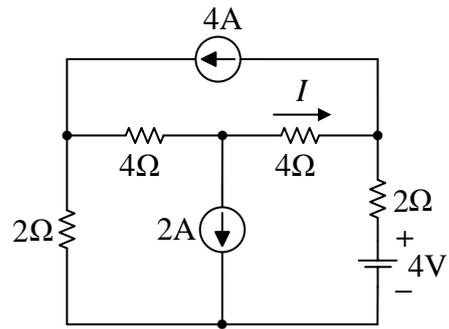
$I_1 = \frac{4}{4.5} = \frac{8}{9} A$

$I_1 = \frac{2}{3} + I_2$

$\frac{8}{9} = \frac{2}{3} + I_2$

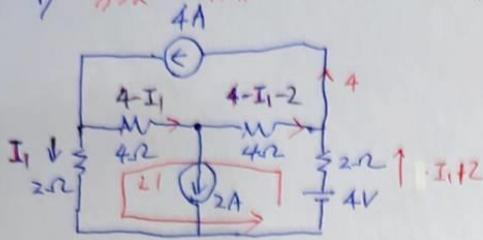
$I_2 = \frac{2}{9} A$

7. 如圖(五)所示電路，電流 I 為何？
(A) -1 A
(B) 0 A
(C) 1 A
(D) 2 A



圖(五)

7 方法一：使用 KCL、KVL、歐姆定律



① 使用 KCL 標示所有支路的電流

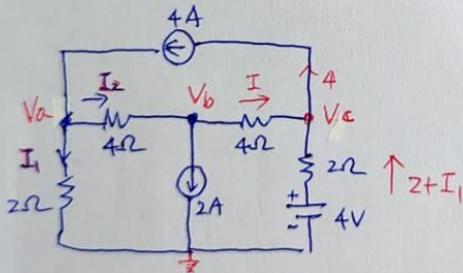
② 使用 KVL:

$$4 - 2(I_1 + 2) + 4(4 - I_1 - 2) + 4(4 - I_1) - 2I_1 = 0$$

$$4 - 2I_1 - 4 + 16 - 4I_1 - 8 + 16 - 4I_1 - 2I_1 = 0$$

$$-12I_1 = -24 \Rightarrow I_1 = 2 \Rightarrow I = 0$$

方法二：節點電壓法



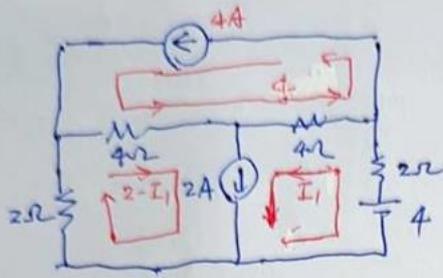
$$V_a: 4 = \frac{V_a}{2} + \frac{V_a - V_b}{4} \Rightarrow 16 = 2V_a + V_a - V_b \Rightarrow 3V_a - V_b = 16 \quad 3-1 \quad 0$$

$$V_b: \frac{V_a - V_b}{4} = 2 + \frac{V_b - V_c}{4} \Rightarrow V_a - V_b = 8 + V_b - V_c \Rightarrow V_a - 2V_b + V_c = 8 \quad 1-2 \quad 0$$

$$V_c: \frac{V_b - V_c}{4} + \frac{4 - V_c}{2} = 4 \Rightarrow V_b - V_c + 8 - 2V_c = 16 \Rightarrow V_b - 3V_c = 8 \quad 0 \quad 1-2$$

$$\Rightarrow V_a = 4 \quad V_b = -4 \quad V_c = -4 \Rightarrow I = 0$$

方法三：迴路電流法。



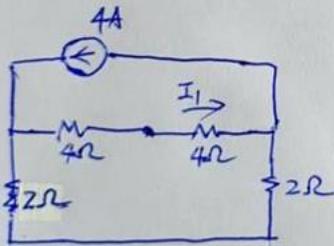
使用 KVL 走一大圈：(順向是減，逆向是加)

$$4 - 2I_1 - 4I_1 + 4(2 - I_1) + 2(2 - I_1) + 4 \cdot 4 + 4 \cdot 4 = 0$$

$$4 - 2I_1 - 4I_1 + 8 - 4I_1 + 4 - 2I_1 + 16 + 16 = 0$$

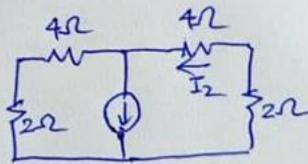
$$-12I_1 = -48 \Rightarrow I_1 = 4 \Rightarrow I = 4 - 4 = 0$$

方法四：重疊定理

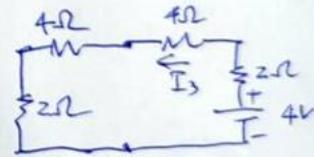


$$I_1 = \frac{4}{3} \text{ A 向右}$$

$$I = 4 \cdot \frac{1}{3} - \frac{4}{3} = 0$$



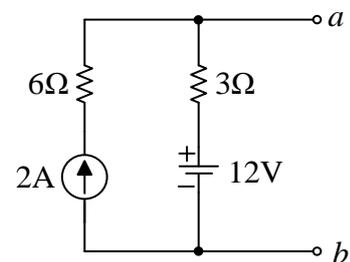
$$I_2 = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1 \text{ A 向右}$$



$$I_3 = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \text{ A 向右}$$

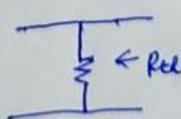
8. 如圖(六)所示電路， a 、 b 兩端之戴維寧等效電壓 V_{Th} 及等效電阻 R_{Th} 為何？

- (A) $V_{Th} = 12 \text{ V}$ 、 $R_{Th} = 6 \Omega$
- (B) $V_{Th} = 18 \text{ V}$ 、 $R_{Th} = 6 \Omega$
- (C) $V_{Th} = 18 \text{ V}$ 、 $R_{Th} = 3 \Omega$
- (D) $V_{Th} = 12 \text{ V}$ 、 $R_{Th} = 3 \Omega$



圖(六)

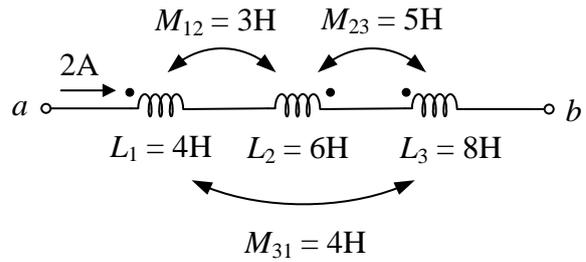
8
 $V_{th} = 2 \times 3 + 12 = 18 \text{ V}$
 $R_{th} = 3 \Omega$



9. 如圖(七)所示電路， a 、 b 兩端電感所儲存之總能量為何？

- (A) 20J
- (B) 30J

- (C) 40J
(D) 50J

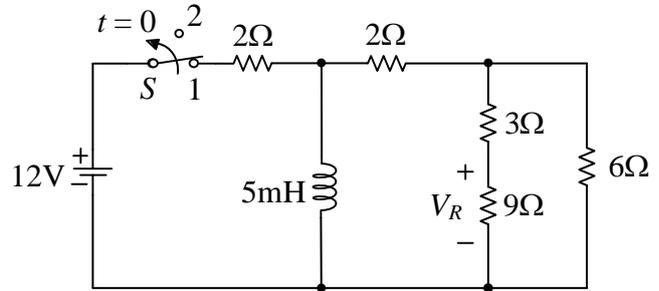


圖(七)

9 $L_{ab} = L_1 + L_2 + L_3 - 2M_{12} - 2M_{23} + 2M_{31}$ $W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} 10 \cdot 2^2 = 20J$
 $= 4 + 6 + 8 - 2 \cdot 3 - 2 \cdot 5 + 2 \cdot 4$
 $= 10$

10. 如圖(八)所示電路，時間 $t=0$ 以前開關 S 在 "1" 的位置且電路已經達到穩態。若在 $t=0$ 時將開關切換至 "2" 的位置，則開關切離位置 "1" 的瞬間， 9Ω 電阻之電壓 V_R 為何？

- (A) $-10V$
(B) $-12V$
(C) $-16V$
(D) $-18V$



圖(八)

10 S 在位置 1 穩定時, $I_L = \frac{12}{2} = 6A$ 向下
 S 切換到位置 2 的瞬間, I_L 也要維持 $6A$ 向下 $\Rightarrow I_1 = 6$
 $I_2 = 6 \cdot \frac{6}{8} = 4.5$
 $V_R = 9 \cdot 2 = 18V$ 下正上負
 題目是擇上正下負, 所以是 $-18V$

請看泉勝 7-31

解

(1) 電感的特性是電流維持不變，也就是電流來了，我產生電壓反抗，電流沒了，我提供電壓，讓電流能維持不變。

11. 已知電壓 $v(t) = 100 \sin(100t - 30^\circ) V$ 、電流 $i(t) = -5 \cos(100t + 30^\circ) A$ ，則電壓與電流相位關係為何？

- (A) 電壓相角超前電流相角 60° (B) 電壓相角超前電流相角 30°

(C) 電壓相角落後電流相角 60°

(D) 電壓相角落後電流相角 30°

解

1. 由 $i(t) = -5\cos(100t+30) = 5\cos(100t-150) = 5\sin(100t-60)$
由 $v(t) = -30$ 度， $i(t) = -60$ 度，所以電壓超前電流 30 度
泉勝基本電學 P8-29

相位差的比較

兩個波形的方程式，要比較其相位關係時，必須考慮下列要項：

1. 頻率要相同；即 ω 或 f 值必須一樣，否則無法比較其相位。
2. 正、負號要相同；否則必須經過三角函數的轉換。

例如： $-\sin\theta = \sin(\theta \pm 180^\circ)$

(公式8-5c)

$-\cos\theta = \cos(\theta \pm 180^\circ)$

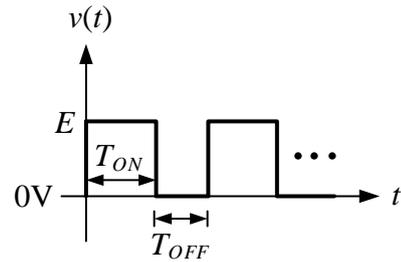
(公式8-5d)

補充說明：圖 8-5b，藍色是 $\sin\theta$ ， $-\sin\theta$ 就是將 $\sin\theta$ 往前，或往後移動 180° ，所以 $-\sin\theta = \sin(\theta \pm 180^\circ)$ ；同理 $-\cos\theta$ ，也是將 $\cos\theta$ 往前，或往後移 180° 的結果，所以 $-\cos\theta = \cos(\theta \pm 180^\circ)$ 。相位懂了，對於學習三角函數也會突然都懂了。

3. 函數 ($\sin\theta$ 、 $\cos\theta$) 要相同；否則必須經過三角函數的轉換。例如，我們統一採用 $\sin\theta$ 。看到 $\cos\theta$ ，則將其加上 90° ，轉為 $\sin\theta$ ：
 $\cos\theta = \sin(\theta + 90^\circ)$

2.

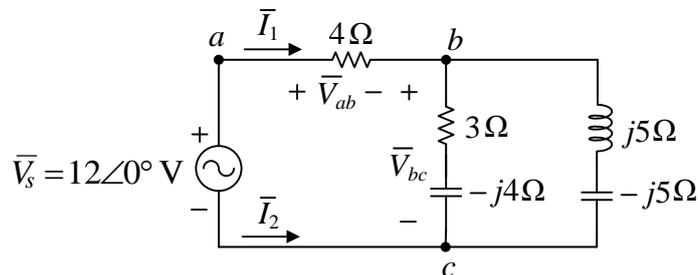
12. 如圖(九)所示週期性電壓 $v(t)$ 波形，若 $T_{ON}=3\text{ ms}$ 、 $T_{OFF}=2\text{ ms}$ 、 $E=15\text{ V}$ ，則此電壓的平均值為何？
 (A) 9V
 (B) 10V
 (C) 11V
 (D) 12V



圖(九)

解: $15 \times 3 / (2+3) = 9\text{V}$

13. 如圖(十)所示電路，下列敘述何者正確？



圖(十)

- (A) $\bar{I}_1 = 1.5\angle 30^\circ\text{ A}$ 、 $\bar{V}_{ab} = 6\angle 30^\circ\text{ V}$
 (B) $\bar{I}_2 = 1.5\angle -30^\circ\text{ A}$ 、 $\bar{V}_{bc} = 7.5\angle -37^\circ\text{ V}$
 (C) $\bar{I}_1 = 3\angle 90^\circ\text{ A}$ 、 $\bar{V}_{bc} = 15\angle 53^\circ\text{ V}$
 (D) $\bar{I}_2 = 3\angle 180^\circ\text{ A}$ 、 $\bar{V}_{ab} = 12\angle 0^\circ\text{ V}$

13 $\bar{I}_{bc} = (3 - j4) // (j5 - j5) = 0$
 $\bar{I}_1 = \frac{12\angle 0^\circ}{4} = 3\angle 0^\circ$ $\bar{I}_2 = -\bar{I}_1 = 3\angle 180^\circ$ (D)

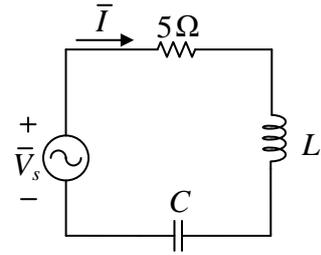
泉勝基本電學 P9-39

9-4 電阻電感電容串並聯電路

交流電路電阻電感電容的串並聯計算與前面直流電路的串並聯相同，一樣遵守相同的歐姆定律、相同的 KVL、相同的 KCL，差別在交流元件多了電容與電感，還有計算方式，直流電採用實數運算，交流電則使用複數運算，請看以下範例說明。

14. 如圖(十一)所示電路，若電源電壓大小固定，電源頻率為 240 Hz 時，電感抗為 $j160\ \Omega$ ，電容抗為 $-j40\ \Omega$ ，則電流 \bar{I} 為最大值時的電源頻率為何？
 (A) 480 Hz
 (B) 240 Hz
 (C) 120 Hz

(D) 60Hz



圖(十一)

此為統測 106 試題，統測中心有買我們教科書，詳見泉勝 p11-4

範例11-1a

在 RLC 串聯電路中，當接上頻率 1kHz 的正弦波電壓源時，電路中 $R=20\Omega$ ， $X_L=4\Omega$ ， $X_C=16\Omega$ ；若調整電源的頻率使得線路電流最大，則此時的電源頻率為何？ 統測 106

- (A) 250Hz (B) 500Hz (C) 2kHz (D) 4kHz

解

- (1) 由題目 $f=1\text{kHz}$ 時 $X_L=4\Omega \Rightarrow X_L=\omega L=2\pi fL \Rightarrow L=\frac{X_L}{2\pi f}$ 。
- (2) 由題目 $f=1\text{kHz}$ 時 $X_C=16\Omega \Rightarrow X_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow C=\frac{1}{2\pi fX_C}$ 。
- (3) 調整頻率，當電流得到最大，表示頻率為諧振頻率。
- (4) 諧振時 $f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{X_L}{2\pi f}\cdot\frac{1}{2\pi fX_C}}}$

我們教材也有寫程式

```
import math as ma
pi=ma.pi;print("pi",pi)
u=0.000001;m=0.001;k=1000
R=20;f=240;XL=160;XC=40
L=XL/(2*pi*f)
C=1/(2*pi*f*XC)
f0=1/(2*ma.pi*(L*C)**(1/2))
print("f0=",f0) #120
```

15. 有一 RLC 並聯電路， $R=200\Omega$ 、 $L=1\text{mH}$ ，諧振時若頻帶寬度 (bandwidth) $BW=250/\pi\text{Hz}$ ，則下列敘述何者正確？
- (A) 諧振頻率 $f_0=500/\pi\text{Hz}$ (B) 品質因數 $Q=20$
 (C) 上截止頻率 $f_2=1592\text{Hz}$ (D) 電容 $C=100\mu\text{F}$

$$14 \text{ 由 } BW = \frac{250}{\pi} = \frac{f_0}{Q} = \frac{1}{2\pi RC} \Rightarrow \frac{250}{\pi} = \frac{1}{2\pi \cdot 200 \text{ C}} \Rightarrow C = \frac{1}{100000} \text{ 1M} = 10\mu\text{F}$$

$$\text{有 } R、L、C, \text{ 求 } Q = R \sqrt{\frac{C}{L}} = 200 \sqrt{\frac{10\mu}{1\text{m}}} = 200 \sqrt{0.01} = 20$$

$$f_0 = BW \times Q = \frac{250}{\pi} \cdot 20 = \frac{5000}{\pi} \text{ Hz} \doteq 1592 \text{ Hz}$$

$$f_2 = f_0 + \frac{BW}{2}$$

► 品質因數 Q

並聯諧振與串聯諧振品質因數 Q 的定義相同，都是虛功率與電阻平均功率的比值。以下以電感來計算。功率的計算有 3 種方式，分別是 $\frac{V^2}{R}$ 、 IV 與 I^2R ，因為並聯時電壓相同，所以本例功率使用 $\frac{V^2}{X_L}$ 與 $\frac{V^2}{R}$

$$Q = \frac{\frac{V^2}{X_L}}{\frac{V^2}{R}} = \frac{R}{X_L} \quad \text{(公式 11-2c)}$$

以上得到 Q 與 R 、 X_L 的關係。諧振時 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，代入 Q ，可得到 Q 與 R 、 L 、 C 的關係如下：

$$Q = \frac{R}{X_L} = \frac{R}{2\pi f_0 L} = \frac{R}{2\pi \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} L} = R \sqrt{\frac{C}{L}} \quad \text{(公式 11-2d)}$$

設計電路時，可據此公式，調整 R 、 L 、 C 可得到優良的 Q 值。請留意，並聯品質因數定義相同，但結果卻剛好是串聯品質因數的倒數。

► 頻帶寬度

圖 11-2b 是 RLC 並聯電路的 $I-f$ 曲線圖，電源頻率 f 在 f_0 時電流有最小值 I_0 。因此定義：由電流最小值上升至最小值 $\sqrt{2}$ 倍 (1.414 倍) 所對應的頻率為 f_1 與 f_2 ，則其範圍 ($f_2 - f_1$) 稱為頻帶寬度 (BW)。頻帶寬度 (BW)、諧振頻率 f_0 與品質因數 Q 三者之間的關係與串聯諧振電路相同：

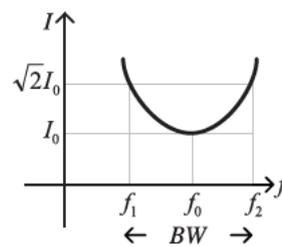


圖 11-2b

$$BW = \frac{f_0}{Q} \quad \text{(赫茲, Hz)} \quad \text{(公式 11-2g)}$$

將 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 及 $Q = R \times \sqrt{\frac{C}{L}}$ 代入公式 11-2g，亦可得到頻帶寬度 (BW) 與 R 、 C 的關係如下：

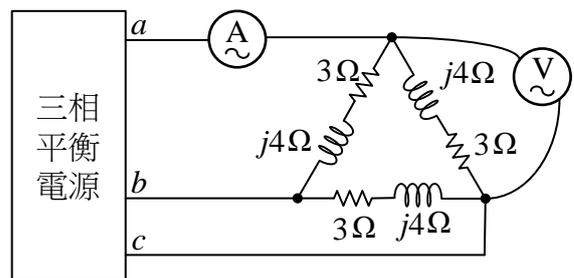
$$BW = \frac{1}{R \times \sqrt{\frac{C}{L}}} = \frac{1}{2\pi RC} \quad (\text{赫茲, Hz}) \quad (\text{公式 11-2g})$$

2. 並聯諧振的特性：

- (1) 諧振頻率 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。(與串聯相同)
- (2) 諧振時，電流達最小 $I_0 = \frac{V}{R}$ (串聯是達最大)
- (3) 品質因數 $Q = \frac{X_L}{R} = \frac{R}{X_C} = \frac{R}{\frac{1}{\omega C}} = R\omega C = R\sqrt{\frac{C}{L}}$ (串聯是 $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$)
(並聯電壓相同，所以功率取 $\frac{V^2}{X_L}$ ，品質因數為串聯的倒數)
- (4) 電感電流 $I_L = QI_0$ (串聯是 $V_L = QV$)
- (5) 電容電流 $I_C = QI_0$ (串聯是 $V_C = QV$)
- (6) 頻帶寬度 $BW = \frac{f_0}{Q}$ (與串聯相同)
- (7) 上下截止電流 $I_1, I_2 = \sqrt{2}I_0$ (串聯是 $I_1, I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$)
- (8) 下截止頻率 $f_1 = f_0 - \frac{BW}{2}$ (與串聯相同)
- (9) 上截止頻率 $f_2 = f_0 + \frac{BW}{2}$ (與串聯相同)

16. 如圖(十二)所示電路，其中 \textcircled{A} 、 \textcircled{V} 為理想的電流表及電壓表，若電流表指示值為 8.66 A，則下列敘述何者正確？

- (A) 負載的總平均功率為 225 W
- (B) 負載的總虛功率為 325 VAR
- (C) 負載的總視在功率為 395 VA
- (D) 電壓表指示值為 60 V



圖(十二)

解

- (1) 標註節點名稱，如圖 (1)。
- (2) 由題目得知 $I_L = 8.66 \text{ A}$ ， $\bar{Z} = 5 \angle 53^\circ \Omega$ ， $\theta = 53^\circ$ ，如圖 (1)。
- (3) 負載是 Δ 接，相電流 $I_b = I_c = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = 5 \text{ A}$ 。

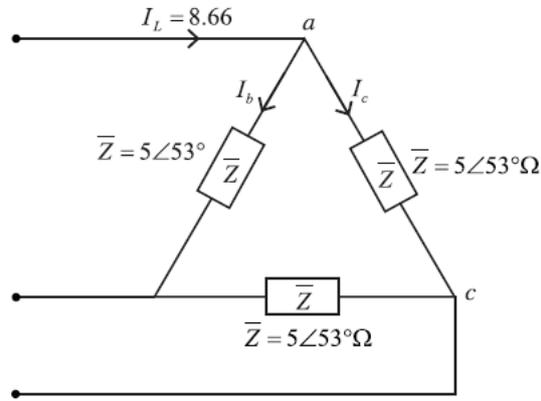


圖 (1)

(4) 由 $I_c = 5\text{A}$ ， $Z = 5$ 得到 $V_{ac} = I_c \times Z = 5 \times 5 = 25\text{V}$ 。

(A) 負載的總平均功率 $= 3V_{ac} \cdot I_c \cdot \cos 53^\circ = 3 \times 25 \times 5 \times \frac{3}{5} = 225\text{W}$ (對)。

($\because \bar{Z} = \frac{\bar{V}}{I}$ ，所以 θ 可取 \bar{Z} 的角度)

(B) 負載的總虛功率 $= 3V_{ac} \cdot I_c \cdot \sin 53^\circ = 3 \times 25 \times 5 \times \frac{4}{5} = 300\text{VAR}$ (錯)。

(C) 負載的總視在功率 $= 3V_{ac} \cdot I_c = 3 \times 25 \times 5 = 375\text{VA}$ (錯)。

(D) 電壓表指示值 $= V_{ac} = 25\text{V}$ (錯)。

7. Δ 形連接的特性如下：

① 線電壓等於相電壓，即

$$V_L = V_P$$

② 線電流等於相電流的 $\sqrt{3}$ 倍，即：

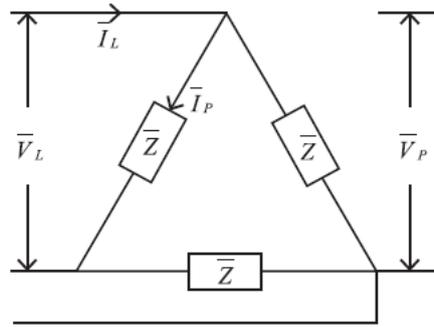
$$I_L = \sqrt{3}I_P$$

③ 若是正向序，則線電流落後相電流 30°

$$\bar{I}_L = \sqrt{3}I_P \angle -30^\circ$$

④ 若是逆相序，則線電流超前相電流 30°

$$\bar{I}_L = \sqrt{3}I_P \angle 30^\circ$$



8. 三相負載的接線與三相電源相同，一樣有 Y 接與 Δ 接，且其線電壓、線電流、相電壓、相電流的關係同三相電源的 Y 接與 Δ 接。

9. 三相負載的總有效平均功率 P

$$P = 3 V_P I_P \cos \theta$$

$$= \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta \quad (\text{不論 Y 接或 } \Delta \text{ 接都適用})$$

10. 三相負載的總無效功率 (Q)

$$Q = 3 V_P I_P \sin \theta$$

11. 三相負載的總視在功率 (S)

$$S = 3 V_P I_P$$

$$\text{或 } \bar{S} = P + jQ = \sqrt{P^2 + Q^2} \angle \tan^{-1} \frac{Q}{P} = S \angle \theta$$

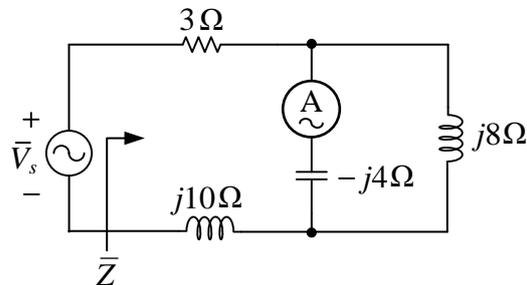
12. 三相負載的功率因數 (PF)

$$PF = \cos \theta = \frac{P}{S} = \frac{\text{總有效功率}}{\text{總視在功率}}$$

詳見泉勝基本電學 12-20

▲閱讀下文，回答第 17-18 題

如圖(十三)所示電路，其中 \textcircled{A} 為理想電流表。



圖(十三)

17. 總阻抗 \bar{Z} 為何？

(A) $(3-j8) \Omega$

(B) $(3-j14) \Omega$

(C) $(3+j2) \Omega$

(D) $(3+j4) \Omega$

17 解

$$\bar{Z} = 3 + \frac{-j4 \cdot j8}{-j4 + j8} + j10 = 3 + \frac{32}{j4} + j10 = 3 - j8 + j10 = 3 + j2 \quad (C)$$

18. 若電流表指示值為 4A，則下列敘述何者正確？

- (A) 電源供給的平均功率為 108 W (B) 電源供給的虛功率為 8 VAR
(C) 電源供給的視在功率為 20 VA (D) 電路的功率因數為 0.83 超前

由 $I_a = 4$ ，我們可以假設 $\bar{I}_a = 4 \angle 0^\circ$

$$\bar{V}_a = \bar{I}_a \times (-j4) = 4 \times -j4 = -j16$$

$$\bar{I}_b \times j8 = \bar{V}_a = -j16 \Rightarrow \bar{I}_b \times 8 \angle 90^\circ = 16 \angle -90^\circ$$

$$\Rightarrow \bar{I}_b = 2 \angle -180^\circ = -2 \angle 0^\circ$$

$$\bar{I}_s = \bar{I}_a + \bar{I}_b = 4 - 2 = 2 \angle 0^\circ$$

(A) $P_{av} = 2^2 \cdot 3 = 12W$ (B) $Q = 2^2 \cdot 2 = 8 VAR$ (C) $S = I^2 Z = 2^2 \cdot \sqrt{13} \approx 14.4VA$

(D) $PF = \cos\theta = \frac{3}{\sqrt{13}} = 0.83$ 落後 $\bar{Z} = \frac{V}{I}$ $Z = \frac{V}{I}$

($Z = \frac{V}{I} = 0.83$ 所以是電路落後)

5. 交流電負載的平均功率為：

$$P = VI \cos\theta \quad (\text{瓦特, W})$$

6. 交流電負載的視在功率為：

$$S = VI \quad (\text{伏安, VA})$$

7. 交流電負載的虛功率為：

$$Q = VI \sin\theta \quad (\text{乏爾, VAR})$$

13. 功率因數 PF 定義如下：

$$PF = \cos\theta(\theta_v - \theta_i)$$

(1) 若電流 (\bar{I}) 超前電壓 (\bar{V}) (電容性負載) 則稱功因超前。

(2) 若電流 (\bar{I}) 落後電壓 (\bar{V}) (電感性負載) 則稱功因落後。

19. 將 5 V 之直流電壓源串接於一個五環色碼電阻，若此色碼電阻的色環由第一環至第五環顏色依序為「紅綠黑黑棕」，則電阻可能消耗的最大功率約為何？

- (A) 0.01 W (B) 0.05 W (C) 0.1 W (D) 0.4 W

19

紅綠黑黑棕

$$250 \times 10^{\pm 5\%} = 250 \Omega$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{5^2}{250} = 0.1 W$$

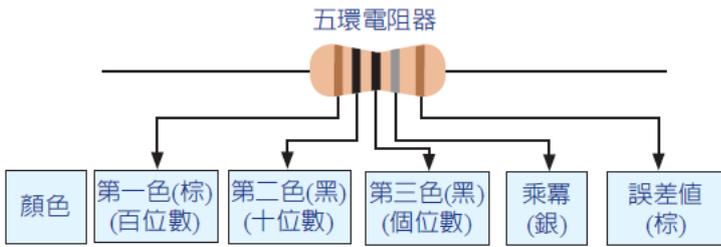


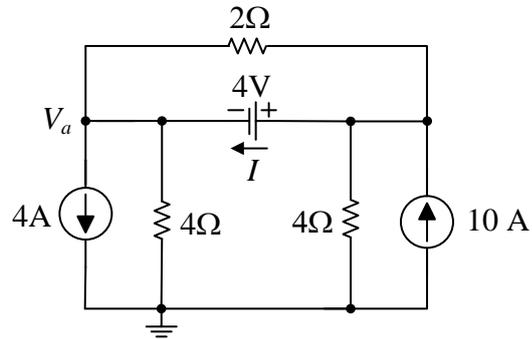
圖 2-2f 五環電阻器

黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	±1%
紅	2	2	2	10^2	±2%
橙	3	3	3	10^3	
黃	4	4	4	10^4	
綠	5	5	5	10^5	±0.5%
藍	6	6	6	10^6	±0.25%
紫	7	7	7	10^7	±0.10%
灰	8	8	8		±0.05%
白	9	9	9		
金				10^{-1}	±5%
銀				10^{-2}	±10%
無					±20%

圖 2-2g 色碼與數字對照表

20. 如圖(十四)所示電路，若量測得電流 $I=4.5\text{ A}$ ，則電壓 V_a 為何？

- (A) 4V
- (B) 6V
- (C) 8V
- (D) 10V



圖(十四)

20

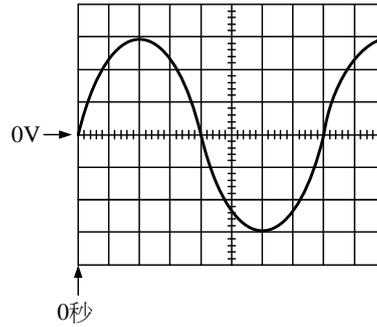
$I_1 = \frac{4}{2} = 2\text{ A}$

節點 a 依 KCL

$I_1 + 4.5 = 4 + I_2 \Rightarrow 2 + 4.5 = 4 + I_2$
 $\Rightarrow I_2 = 2.5\text{ A}$

$V_a = 4 \cdot 2.5 = 10\text{ V}$ (D)

21. 使用示波器量測一弦波信號 $v(t) = 6\sin(157t)\text{ V}$ ，若示波器之測試探棒衰減比為 1:1，此弦波信號於示波器上顯示之波形如圖(十五)所示，則示波器之水平刻度 (TIME/DIV) 與垂直刻度 (VOLTS/DIV) 設定分別為何？



圖(十五)

- (A) 水平刻度設定為 10ms/DIV、垂直刻度設定為 5V/DIV
 (B) 水平刻度設定為 5ms/DIV、垂直刻度設定為 5V/DIV
 (C) 水平刻度設定為 10ms/DIV、垂直刻度設定為 2V/DIV
 (D) 水平刻度設定為 5ms/DIV、垂直刻度設定為 2V/DIV

$$v(t) = 6 \sin(157t) \text{ V} \Rightarrow V_m = 6 \quad \omega = 157 \Rightarrow 2\pi f = 157$$

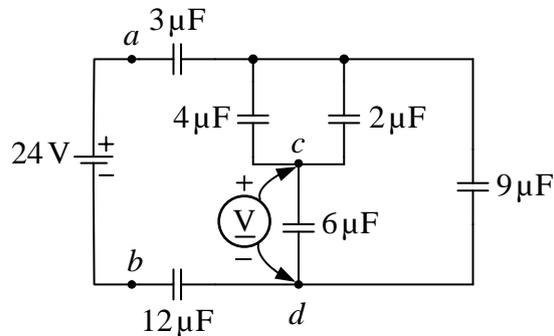
$$6 \div 3 \text{ 格} = 2 \text{ volts/div}$$

$$\omega = 157 = \frac{2\pi}{T} \quad T = \frac{2\pi}{157} \approx 0.04 \text{ s}$$

$$0.04 \div 8 \text{ 格} = 0.005 = 5 \text{ ms/div} \quad (D)$$

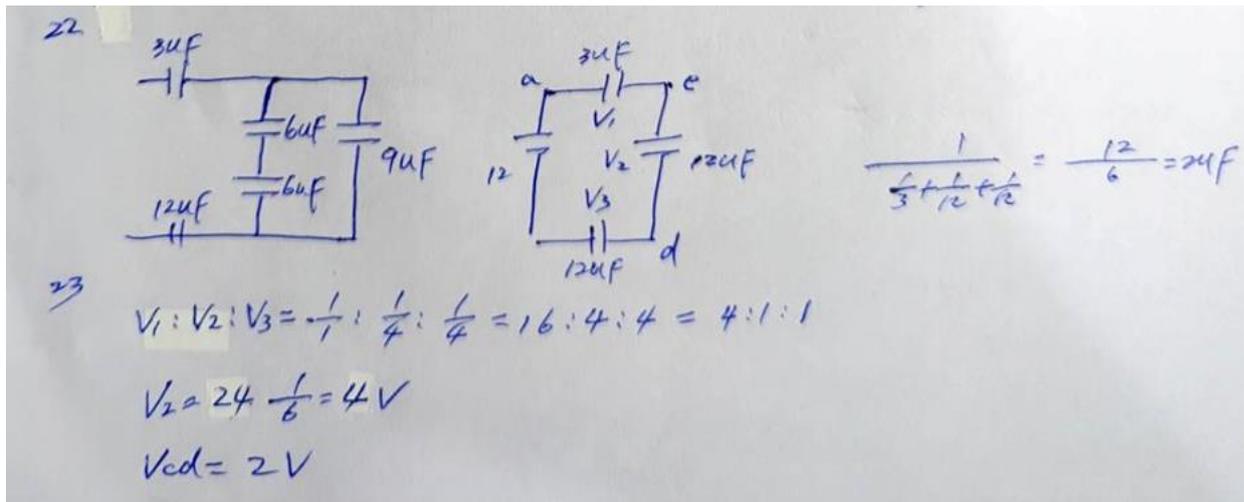
▲閱讀下文，回答第 22-23 題

圖(十六)所示電容器串並聯組合電路。



圖(十六)

22. 將 24V 電壓源移除且所有電容器皆放電完成後，若使用 LCR 表之電容量測檔位，則由 a 、 b 兩端所量測之等效電容量為何？
 (A) $1\mu\text{F}$ (B) $2\mu\text{F}$ (C) $3\mu\text{F}$ (D) $4\mu\text{F}$
23. 將 24V 電壓源重新接到電路上，再使用電壓表 V 量測 c 、 d 兩端之電壓，則電壓表顯示之電壓為何？
 (A) 2V (B) 4V (C) 6V (D) 8V



5-24 基本電學 (上)

7. 電容串聯特性：

- ① 等效電容量為所有電容量倒數之和再倒數：

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \text{ or } C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \text{ (與電阻並聯相似)。}$$

- ② 等效總電量為任一電容電量： $Q_T = Q_1 = Q_2$ 。

- ③ 串聯分壓與自己電容量成反比：

$$V_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} V, \quad V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V \text{ (與電阻串聯分流相似)。}$$

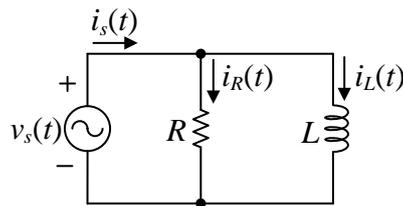
8. 電容並聯特性：

- ① 所有電容端電壓都相同。

- ② 等效總電量為所有電量之和： $Q_T = Q_1 + Q_2$ 。

- ③ 等效電容量為所有電容量之和： $C_T = C_1 + C_2$ (與電阻串聯相似)。

24. 如圖(十七)所示電路，若 $v_s(t) = V_m \sin(\omega t) V$ ，則下列波形圖的相位關係何者正確？



圖(十七)

答案選 D

關於電感的電流落後電壓 90 度，詳見基本電學實習 P6-9

5. 輸出波形如圖 6-13，CH1（黃色）是 $v_L(t)$ ，CH2（藍色）是 $i(t)$ 。

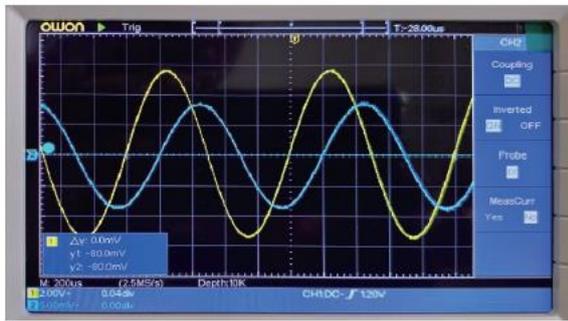


圖 6-13 $v_L(t)$ 與 $i(t)$ 的波形

信號產生器：
 $V_m=5.6V$ ， $f=1kHz$ ，正弦波。
 示波器： $T=200\mu s*5=1ms$ 。
 CH1(黃色 $v_L(t)$):
 $V_1=2V*2.8=5.6$ 。
 CH2(藍色 $i(t)$):
 $V_2=5mV*1.7=8.5mV$ ，電流相位落後電壓
 $1/5 \times 360=72^\circ$ (因為電感有內阻，無法達
 90°)。

基本電學 P9-10

電感抗

純電感電路，電感器端電壓與電流的比值，我們定義為電感抗 (inductive reactance)，簡稱感抗，符號是 \bar{X}_L ，此為相量，其大小為 X_L ，相位角將會以 θ 表示。圖 9-1j 電路裡，以示波器量測， $v_L(t)$ 與 $i(t)$ 的波形如圖 9-1k，CH1（黃色）是 $v_L(t)$ ，CH2（藍色）是 $i(t)$ 。

圖 9-1i 純電感電路

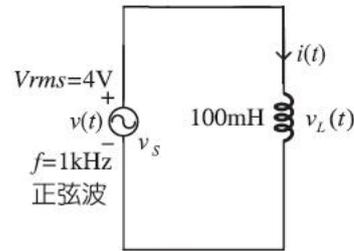


圖 9-1j

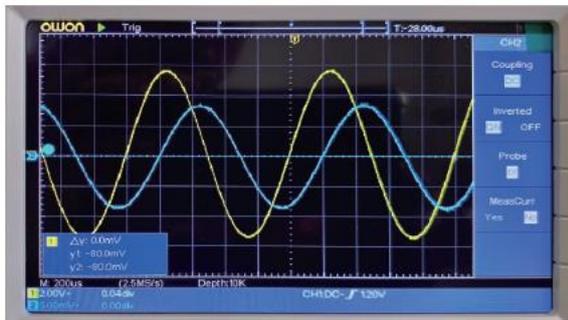


圖 9-1k $v_L(t)$ 與 $i(t)$ 的波形

信號產生器：
 $V_m=5.6V$ ， $f=1kHz$ ，正弦波。
 示波器：
 $T=200\mu s*5=1ms$ 。
 CH1(黃色 $v_L(t)$):
 $V_1=2V*2.8=5.6V$
 CH2(藍色 $i(t)$):
 $V_2=5mV*1.7=8.5mV$
 電流相位落後電壓 $1/5 \times 360=72^\circ$ (因為電
 感有內阻，無法達 90°)。

