

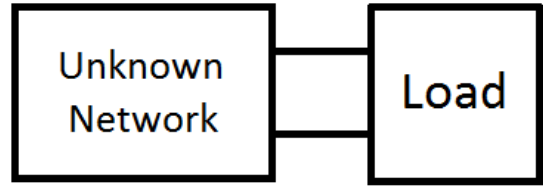
# 生物產業機電工程學系電工學解答

第二階段考試 (2012 年 5 月 16 日)

姓名：\_\_\_\_\_ 學號：\_\_\_\_\_

## 第一題：利用實驗決定未知電路的戴維寧與諾頓等效 20%

有一個連接負載 (Load) 的未知電路 (Unknown network)。當我們把 Load 拿開，並分別利用內部電阻分別為  $20\text{k}\Omega$  與  $15\Omega$  的伏特計 (Voltmeter) 與電流計 (Ammeter) 測得開口端的電壓降與電流分別為  $7.5\text{ V}$  與  $3.75\text{ mA}$ 。請根據這些條件，把未知電路的 Thevenin 與 Norton Equivalence 表達出來，記得清楚標示  $E_{\text{TH}}$ 、 $R_{\text{TH}}$ 、 $I_{\text{N}}$ 、 $R_{\text{N}}$ 。



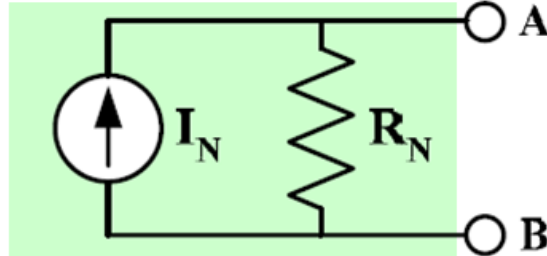
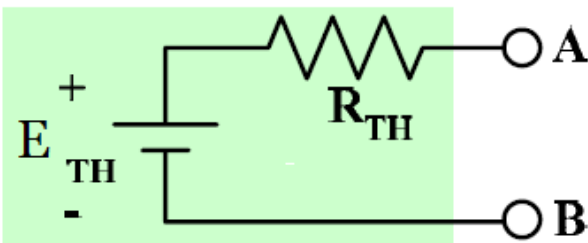
$$I_{\text{N}} = I_{\text{sc}} \left( 1 + \frac{r_{\text{m}}}{R_{\text{TH}}} \right) = 3.75\text{mA} \left( 1 + \frac{15\Omega}{R_{\text{TH}}} \right) \quad E_{\text{TH}} = V_{\text{oc}} \left( 1 + \frac{R_{\text{TH}}}{r_{\text{m}}} \right) = 7.5\text{V} \left( 1 + \frac{R_{\text{TH}}}{20\text{k}\Omega} \right)$$

$$R_{\text{TH}} = \frac{E_{\text{TH}}}{I_{\text{N}}} = \frac{7.5\text{V} \left( 1 + \frac{R_{\text{TH}}}{20\text{k}\Omega} \right)}{3.75\text{mA} \left( 1 + \frac{15\Omega}{R_{\text{TH}}} \right)} = \frac{R_{\text{TH}} (20\text{k}\Omega + R_{\text{TH}})}{10(R_{\text{TH}} + 15\Omega)}$$

$$R_{\text{TH}} = R_{\text{N}} = 2.206\text{k}\Omega$$

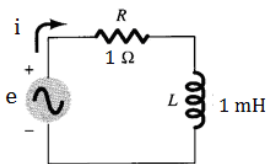
$$I_{\text{N}} = I_{\text{sc}} \left( 1 + \frac{r_{\text{m}}}{R_{\text{TH}}} \right) = 3.75\text{mA} \left( 1 + \frac{15\Omega}{R_{\text{TH}}} \right) = 3.776\text{mA}$$

$$E_{\text{TH}} = V_{\text{oc}} \left( 1 + \frac{R_{\text{TH}}}{r_{\text{m}}} \right) = 7.5\text{V} \left( 1 + \frac{R_{\text{TH}}}{20\text{k}\Omega} \right) = 8.327\text{V}$$

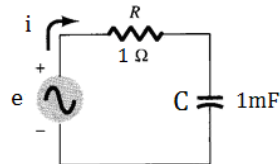


## 第二題 RL、RC、RLC 串聯電路的 e 與 i 相位關係 28%

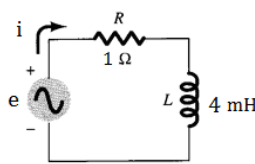
交流電壓源 e 的振幅 5V，頻率 1,000 rad/s。請由已知電路條件，研判 e 與 i 的關係。於電路圖下，填寫對應的 e 與 i 關係圖號 (上面四題為 A 組、三面三題為 B 組)。



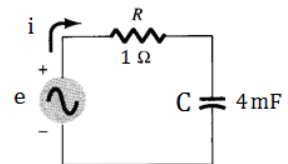
A ( a )



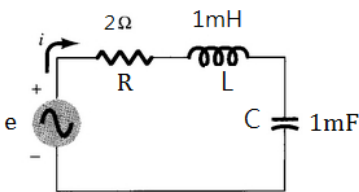
A ( d )



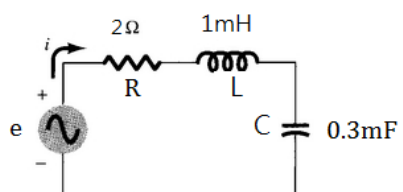
A ( b )



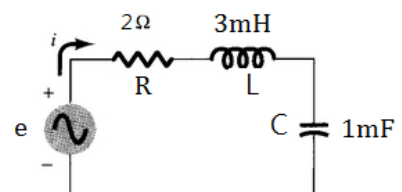
A ( c )



B ( b )



B ( a )



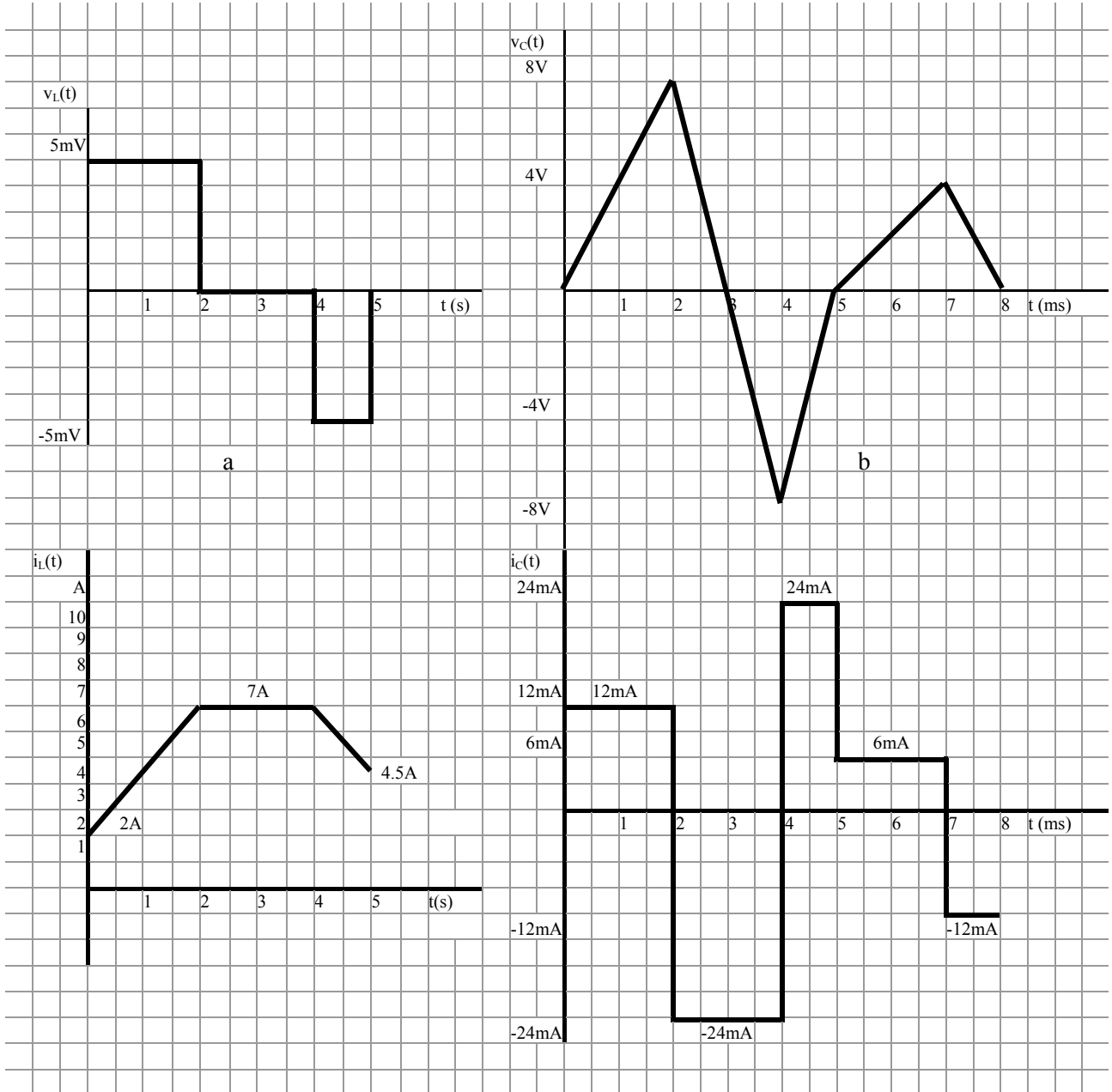
B ( c )

**第三題 由電容與電感的電壓與電流關係推測電壓與電流 20%**

已知電容 (capacitor) 與電感 (inductor) 的電流與電壓關係分別為  $i_C = C \frac{dv_C}{dt}$  與  $v_L = L \frac{di_L}{dt}$ 。

圖 a 為跨越電感值為 2 mH 的電感的電壓變化，假設電流的初始值為 2 A，請於圖 a 下方畫出流經該電感的電流變化。(標明座標軸，座標軸類別、重要數值等)

圖 b 為跨越電容值為 3 μF 的電容的電壓變化，請於圖 b 下方畫出流經該電容的電流變化。(請標明座標軸，座標軸類別、重要數值等)

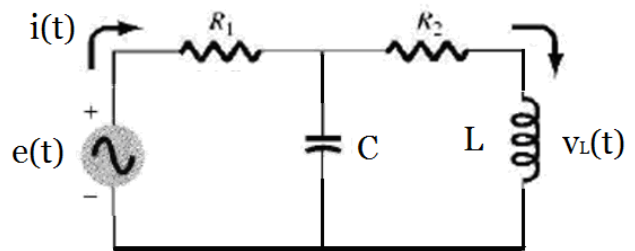


**第四題：串並聯電路分析 20%**

$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$ 、 $C = 0.2 \mu\text{F}$ 、 $L = 3 \text{ H}$ 。

電壓源  $e(t)$  的  $e_{\text{eff}} = 120 \text{ V}$ ， $\omega = 1,000 \text{ rad/s}$ ，

phase angle =  $10^\circ$ 。求  $i(t)$  與  $v_L(t)$

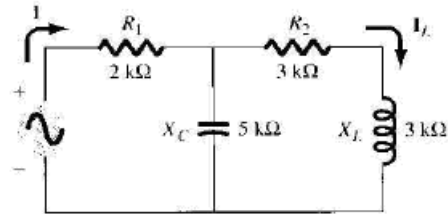


$$Z' = Z_{R2} + Z_L = 3\text{k}\Omega + j3\text{k}\Omega = 4.243\text{k}\Omega \angle 45^\circ$$

$$Z'' = Z' // Z_C = \dots$$

$$= 5.878\text{k}\Omega \angle -11.31^\circ = 5.764\text{k}\Omega - j1.152\text{k}\Omega$$

$$Z_T = Z_{R1} + Z'' = 7.764\text{k}\Omega - j1.152\text{k}\Omega = 7.849\text{k}\Omega \angle -8.44^\circ$$



$$I(j\omega) = \frac{E(j\omega)}{Z_T} = \frac{120 \angle 10^\circ}{7.849\text{k}\Omega \angle -8.44^\circ} = 15.29\text{mA} \angle 18.44^\circ$$

$$i(t) = 21.623\text{mA} \sin(1000t + 18.44^\circ)$$

$$I_L(j\omega) = \frac{Z_C}{Z_C + Z'} \cdot I(j\omega) = \frac{5\text{k}\Omega \angle -90^\circ}{-j5\text{k}\Omega + 3\text{k}\Omega + j3\text{k}\Omega} \cdot 15.29\text{mA} \angle 18.44^\circ$$

$$= 21.18\text{mA} \angle -37.87^\circ$$

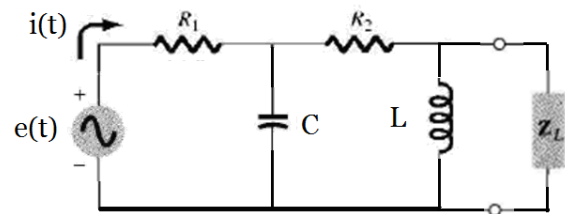
$$V_L(j\omega) = I_L(j\omega) \cdot Z_L = 21.18\text{mA} \angle -37.87^\circ \cdot 3\text{k}\Omega \angle 90^\circ = 63.54\text{V} \angle 52.13^\circ$$

$$i(t) = 21.623\text{mA} \sin(1000t + 18.44^\circ)$$

$$v_L(t) = 89.859\text{V} \sin(1000t + 52.13^\circ)$$

### 第五題：Determine $Z_L$ for maximum power to $Z_L$ 12%

在第四題所示電路後，並聯接上負載  $Z_L$ ，為讓負載  $Z_L$  得以從電壓源獲得最多的功率，請問負載的組合為何，其電阻值、電感值或電容值為何？最大功率為何？



$$E_{TH} = V_L(j\omega) = 63.54\text{V} \angle 52.13^\circ$$

$$Z' = (Z_{R1} // Z_C) + Z_{R2} = \frac{Z_{R1} \cdot Z_C}{Z_{R1} + Z_C} + Z_{R2} = \frac{2\text{k}\Omega \cdot 5\text{k}\Omega \angle -90^\circ}{2\text{k}\Omega + 5\text{k}\Omega \angle -90^\circ} + 3\text{k}\Omega = 4,724.138 - j689.655\Omega$$

$$Z_{TH} = Z' // Z_L = \frac{Z' \cdot Z_L}{Z' + Z_L} = \frac{(4,724.138 - j689.655) \cdot j3}{4,724.138 + j2,310.345} \text{k}\Omega = \frac{14,322.637 \angle 81.694^\circ}{5.258.819 \angle 26.086^\circ} \text{k}\Omega$$

$$= 2,723.548\Omega \angle 55.608^\circ = 1,538.401 + j2,247.451\Omega$$

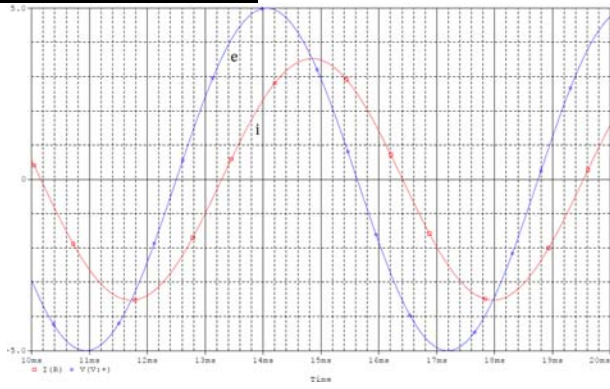
所以， $Z_L = 1,538.401 - j2,247.451\Omega$ ；

負載為電阻與電容的組合。電阻值為 1,538.401kΩ；電容值為 0.445μF

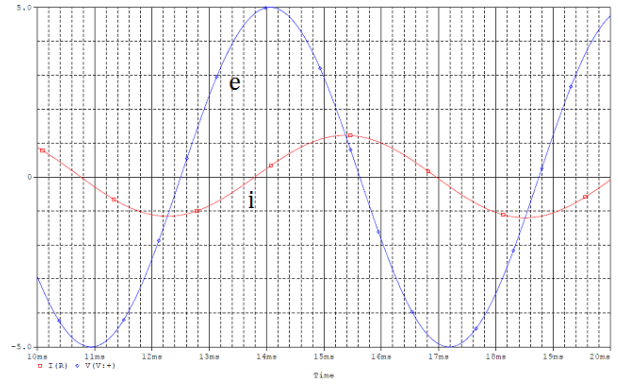
### Max. power

$$P_{L\max} = \frac{E_{TH}^2}{4R_{TH}} = \frac{(63.54\text{V})^2}{4 \cdot 1,538.401\Omega} = 0.656\text{W} = 656.092\text{mW}$$

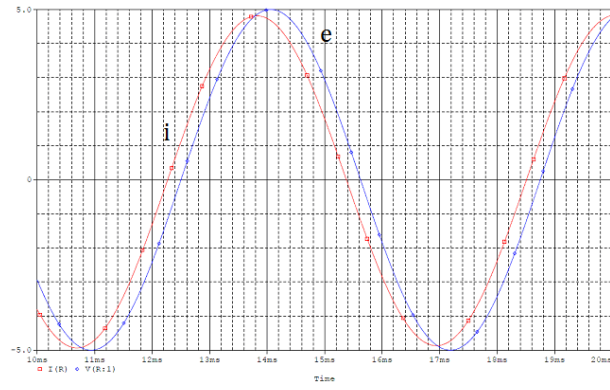
**第二題 A 組選項**



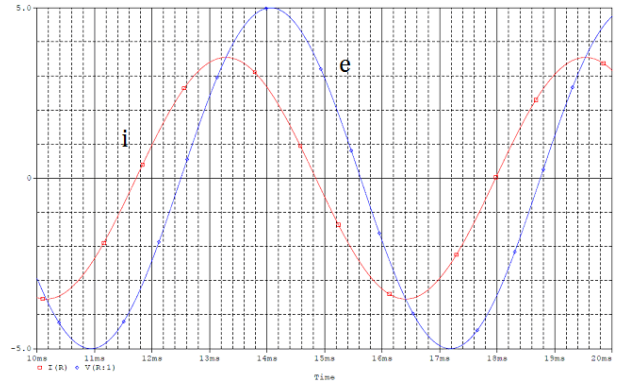
(a)



(b)

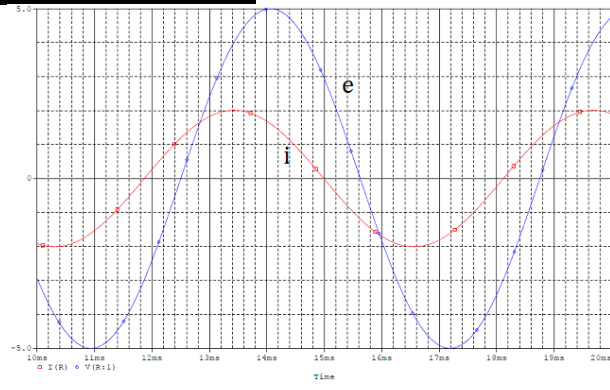


(c)

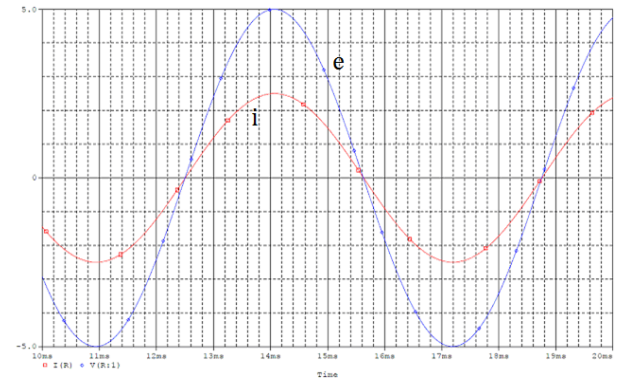


(d)

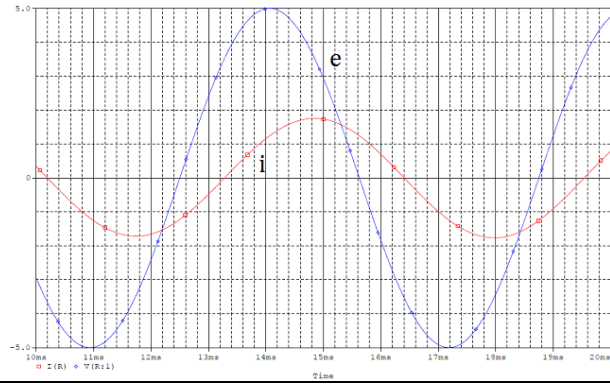
**第二題 B 組選項**



(a)



(b)



(c)