

110 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：電力工程、電子工程、電信工程

科 目：電路學

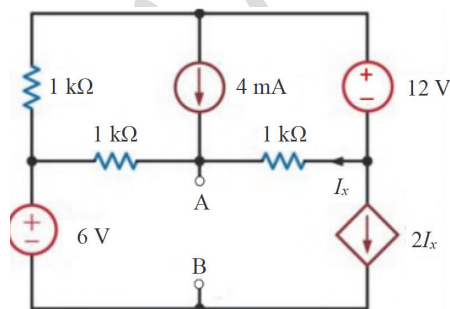
鄭奇老師

一、圖一中 A、B 為電源電路的兩端點。(每小題 10 分，共 30 分)

(一)請利用網目電流法 (mesh current analysis) 求得 A、B 兩點的開路電壓。

(二)請利用節點電壓分析法 (node voltage analysis) 求得 A、B 兩點的短路電流。

(三)請繪出圖一電路之戴維寧等效電路 (Thévenin equivalent network) 和諾頓等效電路 (Norton equivalent network)。

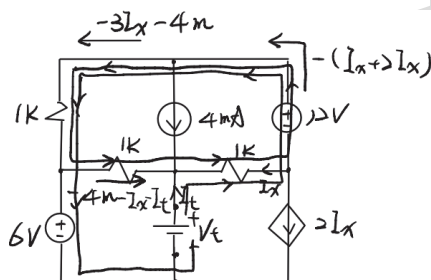


圖一

1. 《考題難易》：★★★普通
2. 《破題關鍵》：：直流迴路分析

【擬答】

(一)



$$V_t = -I_x \times 1k + (-12) + (-3I_x - 4m) \times 1k + 6 = -4I_x \times 1k - 10 \dots \text{①}$$

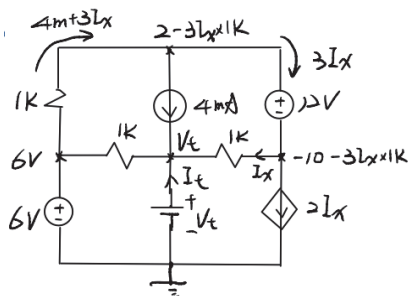
$$12 = (-3I_x - 4m) \times 1k + (-4m - I_x - I_t) \times 1k - I_x \times 1k$$

$$\Rightarrow I_x = -4m - 1/5 I_t \text{ 代入 ① 式}$$

$$\text{得 } V_t = -4 \times (-4m - 1/5 I_t) \times 1k - 10 = 6 + 4/5 k I_t$$

$$\therefore V_{oc} = 6V$$

(二)



$$\frac{V_t - 6}{1k} = 4m + I_t + I_x$$

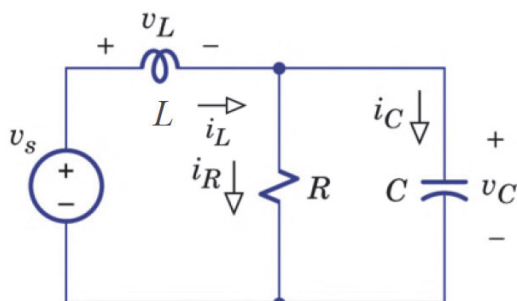
公職王歷屆試題 (110 高考三級)

二、圖二中， v_s 為電源， R 、 L 、 C 分別為電阻、電感和電容。

(一) 試推導 $i_L(t)$ 之微分方程，找出 $i_L(t)$ 與 $v_s(t)$ 之關係式 (以 R 、 L 、 C 和 $v_s(t)$ 表示之，並讓 $i_L(t)$ 最高階微分項之係數為 1)。(10 分)

(二) 若 $L = 2 \text{ H}$ 、 $R = 5 \Omega$ 、 $C = 1/50 \text{ F}$ ，且 $v_s(t) = \begin{cases} -10 \text{ V} & t < 0 \\ 30 \text{ V} & t > 0 \end{cases}$

試求 $i_L(0^+)$ 、 $i'_L(0^+)$ 以及 $t > 0$ 之 $i_L(t)$ 。其中 $i_L(0^+)$ 和 $i'_L(0^+)$ 分別為電源切換發生後那一刻之 $i_L(t)$ 以及 $i_L(t)$ 的一次微分值。($t=0^+$ 係指 $v_s(t)$ 切換之後瞬間之時刻。) (15 分)



圖二

1. 《考題難易》：★★★★困難

2. 《破題關鍵》：二階電路分析

【擬答】

(一) $i_L(t) = i_R(t) + i_C(t) = V_C(t)/R + C \cdot dV_C(t)/dt \dots\dots\dots ①$

又 $V_S(t) = V_L(t) + V_C(t) = L \cdot di_L(t)/dt + V_C(t)$

$\Rightarrow V_C(t) = V_S(t) - L \cdot di_L(t)/dt$ 代入 ① 式

$$i_L(t) = \frac{V_S(t) - L \cdot \frac{d i_L(t)}{dt}}{R} + C \frac{d(V_S(t) - L \cdot \frac{d i_L(t)}{dt})}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{d i_L(t)}{dt} + \frac{1}{LC} i_L(t) = \frac{V_S(t)}{RLC} + \frac{1}{L} \frac{dV_S(t)}{dt}$$

(二) $V_C(0^-) = -10 \text{ V}$

$$i_L(0^-) = V_S(0^-) / R = -10 / 5 = -2 \text{ A}$$

$$\therefore i_L(0^+) = -2 \text{ A}$$

$$V_L(0^+) = V_S(0^+) - V_C(0^+) = 30 - (-10) = 40 \text{ V}$$

$$i'_L(0^+) = V_L(0^+) / L = 40 / 2 = 20 \text{ A/S}$$

$$\frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{d i_L(t)}{dt} + \frac{1}{LC} i_L(t) = 0$$

$$\Rightarrow \lambda^2 + 1/RC + 1/LC = 0 \Rightarrow \lambda^2 + 10\lambda + 25 = 0 \Rightarrow \lambda = -5, -5$$

$$i_{Ln}(t) = C_1 e^{-5t} + C_2 t e^{-5t}$$

$$i_{Lf}(t) = i_L(\infty) = 30/R = 6 \text{ A}$$

$$\therefore i_L(t) = C_1 e^{-5t} + C_2 t e^{-5t} + 6$$

$$i'_L(t) = -5C_1 e^{-5t} + C_2 e^{-5t} - 5C_2 t e^{-5t}$$

$$i_L(0) = C_1 + 6 = -2 \Rightarrow C_1 = -8$$

$$i'_L(0) = -5C_1 + C_2 = -5 \times (-8) + C_2 = 20 \Rightarrow C_2 = 60$$

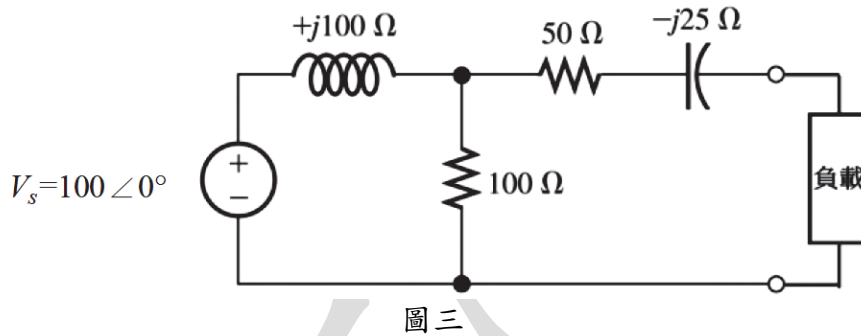
$$\text{故 } i_L(t) = -8e^{-5t} + 60te^{-5t} + 6$$

公職王歷屆試題 (110 高考三級)

三、圖三所示之電路中， $V_s=100\angle 0^\circ$ 為電源 $v_s(t)=100\cos(\omega t)$ 的相量 (phasor) 表示法，其中 ω 為頻率 (單位: rad/sec)。(每小題 10 分，共 20 分)

(一) 當負載為一阻抗時，試求能傳送至負載的最大功率及此時之負載值。

(二) 當負載為一電阻時，試求能傳送至負載的最大功率及此時之負載值。



圖三

1. 《考題難易》：★★簡單

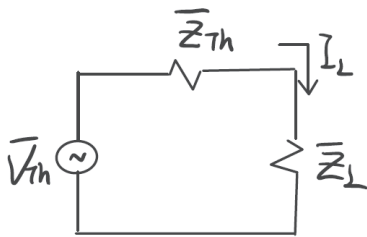
2. 《破題關鍵》：交流電路最大功率轉移

【擬答】

$$\bar{Z}_{Th} = (j100 // 100) + 50 + (-j25) = 100 + j25 \Omega$$

$$\bar{V}_{Th} = 50\sqrt{2} \angle -45^\circ$$

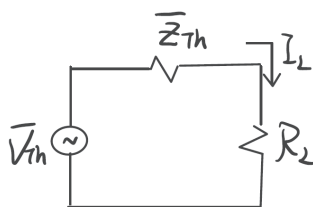
(一)



當 $\bar{Z}_L = \bar{Z}_{Th}^* = 100 - j25 \Omega$ 時有 P_{Lmax}

$$\text{且 } P_{Lmax} = I_L^2 \times R_L \mid \bar{Z}_L = \bar{Z}_{Th}^* = \left(\frac{50\sqrt{2}}{2 \times 100} \right)^2 \times 100 = 6.25 \text{ W}$$

(二)



當 $R_L = |\bar{Z}_{Th}| = \sqrt{100^2 + 25^2} = 25\sqrt{17} \Omega$ 時有 P_{Lmax}

$$\text{且 } P_{Lmax} = I_L^2 \times R_L = \left(\frac{50\sqrt{2}}{|25\sqrt{17} + 100 + j25|} \right)^2 \times 25\sqrt{17} = 6.155 \text{ W}$$

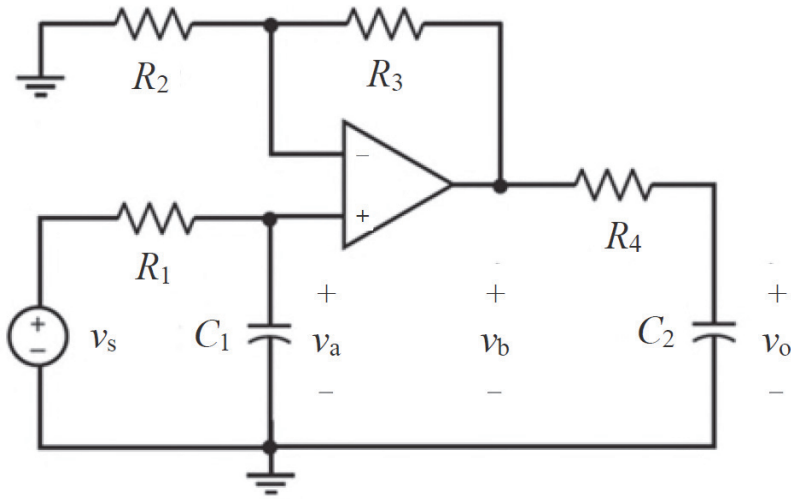
公職王歷屆試題 (110 高考三級)

四、圖四(a)為一濾波電路，其中 v_s 和 v_o 分別為輸入與輸出電壓，其轉移函數 (transfer function)

$$H(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_s(j\omega)}$$

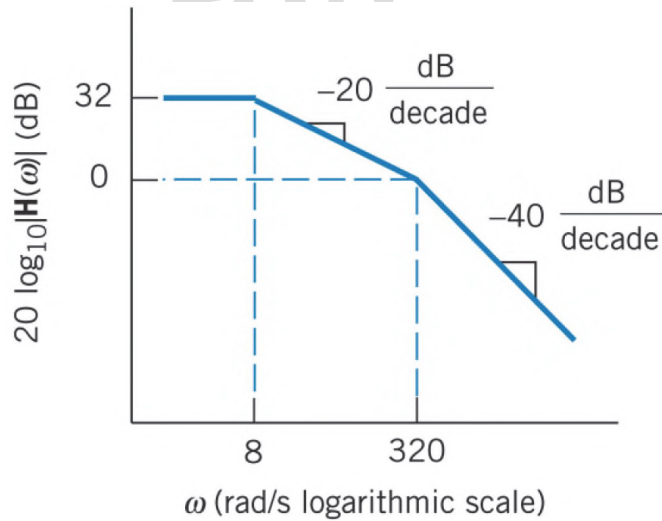
頻率 ω (單位: rad/sec) 的函數。

(一)試推導圖四(a)電路的轉移函數 $H(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_s(j\omega)}$ ，並以 $H(j\omega) = \frac{K \times (j\omega)^c \prod_{k=1}^m (1+j\omega B_k)}{\prod_{k=1}^n (1+j\omega A_k)}$ 之形式表示之，並求式中之 K 和 c 。(10分)



圖四(a)

(二)圖四(b)為圖四(a)之轉移函數的波德圖 (Bode Plot) 漸近線，若 $C_1=C_2=1 \mu\text{F}$ 且 $R_2=10 \text{ k}\Omega$ ，試求 R_1 、 R_3 、 R_4 。(15分)



圖四(b)

1. 《考題難易》：★★★普通
2. 《破題關鍵》：濾波電路分析

【擬答】

$$\Rightarrow V_o(S) = V_s(S) \times \frac{\frac{1}{SC_1}}{R_1 + \frac{1}{SC_1}} \times \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \times \frac{\frac{1}{SC_2}}{R_4 + \frac{1}{SC_2}}$$

$$\Rightarrow H(S) = \frac{V_o(S)}{V_s(S)} = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \frac{\frac{1}{SR_1C_1}}{1 + \frac{1}{SR_1C_1}} \times \frac{\frac{1}{SR_4C_2}}{1 + \frac{1}{SR_4C_2}}$$

$$= \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \frac{1}{1 + SR_1C_1} \times \frac{1}{1 + SR_4C_2}$$

$$\therefore H(j\omega) = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \frac{1}{(1 + j\omega R_1C_1)(1 + j\omega R_4C_2)}$$

故 $K = 1 + \frac{R_3}{R_2}$

$c = 0$

$(\Rightarrow) 20 \log K = 32\text{dB} \Rightarrow K = 39.81$

$\therefore 1 + \frac{R_3}{R_2} = 1 + \frac{R_3}{10k} = 39.81 \Rightarrow R_3 = 388.1 \text{ K}\Omega$

$W_1 = \frac{1}{R_1C_1} \Rightarrow 8 = \frac{1}{R_1 \times 1\mu} \Rightarrow R_1 = 125 \text{ K}\Omega$

$W_2 = \frac{1}{R_4C_2} \Rightarrow 320 = \frac{1}{R_4 \times 1\mu} \Rightarrow R_4 = 3.125 \text{ K}\Omega$

志光 學儒 保成

公職工科+國營事業

1+1 更有力 準備公職的同時，可報考國營事業考試，善用重疊考科，一次準備就能多次上榜！

上榜路徑大公開！一年內超過8次上榜機會！

初等考 1月 ● 最容易上手的公職考試	關務特考 4月 ● 考科少於同職等考試	鐵路特考 6月 (110年因疫情延至9月) ● 佐級錄取率最高	高普考 7月 (110年因疫情延至10月) ● 主流考試，缺額眾多	調查局特考 8月 (110年因疫情延至10月) ● 三等月薪76,000起
地方特考 12月 ● 考科同高普考	自來水評價人員 不定期舉辦 ● 只考選擇題	台電考試 不定期舉辦 ● 考科少、好準備	中油僱員 不定期舉辦 ● 只考2科，多為選擇題	國營事業職員級 不定期舉辦 ● 國營退休潮，缺額多，工科類科競爭者少

錄取率高 109年 工科錄取率 最高達 **19.42%**

電力工程	電子工程	機械工程	資訊工程
高考 19.42% 普考 17.33%	高考 9.04% 普考 9.39%	高考 18.27% 普考 13.70%	高考 12.92% 普考 10.47%