

104 年公務人員普通考試試題

類 科：電力工程、電子工程、電信工程

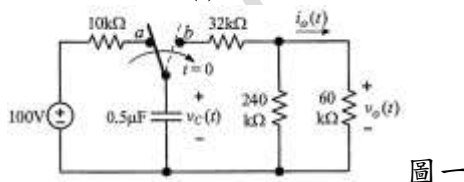
科 目：基本電學

一、如圖一電路，已知開關放在位置 a 一段很長時間；在 $t=0$ 時，開關由位置 a 移至位置 b ，(注意： $t=0$ 表示開關拉開的瞬間； $t=0^-$ 表示開關拉開之前瞬間； $t=0^+$ 表示開關拉開之後的瞬間)，試求：

(一) 在 $t \geq 0$ 時 $v_C(t) = ?$

(二) 在 $t \geq 0^+$ 時 $v_o(t) = ?$ 和 $i_o(t) = ?$

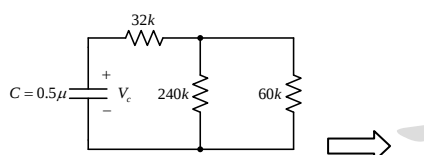
(三) 在 $60\text{k}\Omega$ 電阻器上所消耗的瞬時功率 $p(t) = ?$



圖一

【擬答】：

(一)



$$\tau = 0.5\mu \times [32k + (240k // 60k)] = 0.04$$

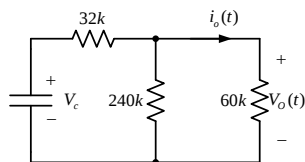
$$V_C(0) = 100V$$

$$V_C(\infty) = 0V$$

$$V_C(t) = V_C(\infty) + [V_C(0) - V_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$= 0 + [100 - 0]e^{-\frac{t}{0.04}} = 100e^{-\frac{t}{0.04}}, t \geq 0$$

(二)



$$V_o(t) = V_C(t) \times \frac{240 // 60}{32 + (240 // 60)} = 60e^{-\frac{t}{0.04}}, t \geq 0$$

$$i_o(t) = \frac{V_o(t)}{60k} = \frac{60}{60k}e^{-\frac{t}{0.04}} = e^{-\frac{t}{0.04}}\text{mA}, t \geq 0$$

(三)

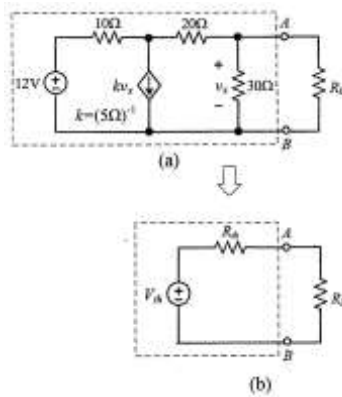
$$P(t) = V_o(t) \times i_o(t) = 60e^{-\frac{t}{0.04}} \times e^{-\frac{t}{0.04}}\text{mA} = 60e^{-\frac{t}{0.02}}\text{mW}, t \geq 0$$

二、如圖二(a)電路，試利用戴維寧定理將虛線部分電路簡化成如圖二(b)等效電路的虛線部分電路，試求：

(一) $R_{th} = ?$

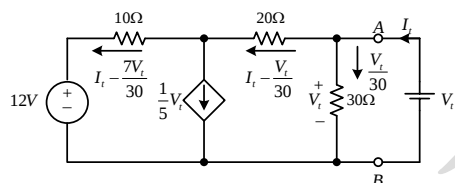
(二) $V_{th} = ?$

(三) 若此虛線部分電路對負載 R_L 要操作在最大功率轉換(maximum power transfer)的情況下，則 R_L 的選用應為多少？又負載 R_L 可獲得的最大功率 $R_{L, max}$ 為多少？



圖二

【擬答】：



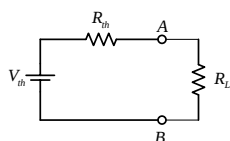
$$I_t = \frac{V_t - (-\frac{2V_t}{3}) - (-\frac{7V_t}{3}) - 12}{20 + 10}$$

$$\Rightarrow V_t = \frac{15}{2} I_t + 1$$

$$(-) V_{th} = 1V$$

$$(二) R_{th} = \frac{15}{2} \Omega$$

$$(三) \text{ 當 } R_L = R_{th} = \frac{15}{2} \Omega \text{ 時有 } P_{L\max}$$

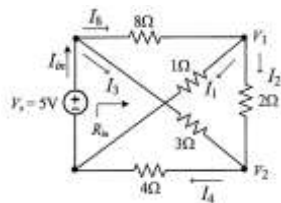


$$P_{L\max} = \frac{V_{th}^2}{4R_{th}} = \frac{1}{30} W$$

三、如圖三之電路電路，試求下列問題：

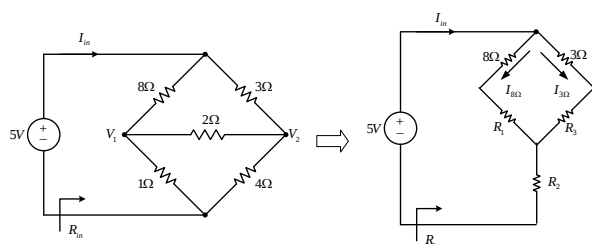
$$(-) V_1 = ? \text{ 及 } V_2 = ?$$

$$(二) I_{in} = ? \text{ 及 } R_{in} = ?$$



圖三

【擬答】：



$$R_1 = \frac{1 \times 2}{1 + 2 + 4} = \frac{2}{7} \Omega$$

$$R_2 = \frac{1 \times 4}{1 + 2 + 4} = \frac{4}{7} \Omega$$

$$R_3 = \frac{2 \times 4}{1 + 2 + 4} = \frac{8}{7} \Omega$$

公職王歷屆試題 (104 高普考)

$$R_{in} = [(8 + \frac{2}{7}) / (3 + \frac{8}{7})] + \frac{4}{7} = \frac{70}{21} \Omega$$

$$I_{in} = \frac{5}{R_{in}} = \frac{21}{14} A$$

$$\therefore I_{8\Omega} : I_{3\Omega} = 1 : 2$$

$$\therefore I_{3\Omega} = \frac{21}{14} \times \frac{2}{1+2} = 1 A$$

$$I_{8\Omega} = \frac{21}{14} \times \frac{1}{1+2} = 0.5 A$$

$$V_1 = 5 - I_{8\Omega} \times 8 = 1 V$$

$$V_2 = 5 - I_{3\Omega} \times 3 = 2 V$$

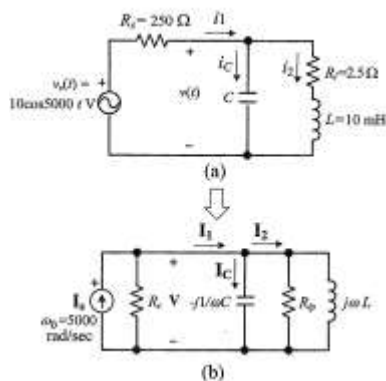
四、如圖四(a)電路所示，交流電壓電源為 $v_s(t) = V_{s,rms} \cos 5000t = 10 \cos 5000t$ V ($V_{s,rms}$ 為有效值) 及電源內阻為 $R_s = 250 \Omega$ 。已知電感 $L = 10 \text{ mH}$ 和電感內阻為 $R_l = 2.5 \Omega$ ，此電路的並聯模式等效電路如圖四(b)所示。若設計此電路在電源頻率為 $\omega = \omega_0 = 5000 \text{ rad/sec}$ 時共振，(注意：電路圖中，正楷大寫粗字體符號表示相量，phasor)，試分別計算下列問題：

(一) 電容 $C = ?$

(二) 電感內阻 R_l 轉成等效電路之 $R_{lp} = ?$

及等效電路之電流源 $I_s = ?$

(三) 電路品質因素 $Q = ?$ 及 I_2 的大小及相位為多少？



圖四

【擬答】：

(一)

$$X_L = \omega L = 5000 \times 10 \text{ m} = 50 \Omega$$

$$X_{LP} = \frac{R_l^2 + X_L^2}{X_L} = \frac{2.5^2 + 50^2}{50} = 50.125 \Omega$$

$$X_{Co} = X_{LP} = 50.125 \Omega$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega_0 C} = \frac{1}{5000 \times C} = 50.125 \Omega$$

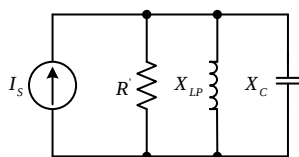
$$\Rightarrow C = 3.99 \mu F$$

(二)

$$R_{lp} = \frac{R_l^2 + X_L^2}{R_l} = \frac{2.5^2 + 50^2}{2.5} = 1002.5 \Omega$$

$$\bar{I}_s = \frac{\bar{V}_s}{R_s} = \frac{10 \angle 0^\circ}{250} = 0.04 \angle 0^\circ A$$

(三)



$$R' = R_s // R_{lp} = 250 // 1002.5 = 200 \Omega$$

$$Q = \frac{R'}{X_{Co}} = \frac{200}{50.125} = 3.99$$

$$\bar{V} = \bar{I}_s \cdot R' = 0.04 \angle 0^\circ \times 200 = 8 \angle 0^\circ V$$

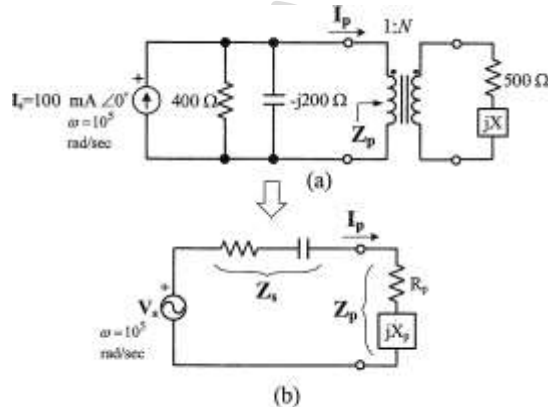
$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{V}}{R_l + jX_L} = \frac{8 \angle 0^\circ}{2.5 + j50} = 0.16 \angle -87.14^\circ A$$

五、如圖五(a)電路，輸入電流源 $I_s = I_{s, rms} \angle 0^\circ = 100\text{mA} \angle 0^\circ$ ($I_{s, rms}$ 為有效值)，電流源側並接一電阻 400Ω 及一容抗 $-j200\Omega$ ；負載為一固定電阻 500Ω ，且變壓器為理想變壓器，令此電路的等效電路如圖五(b)所示。若此電路操作在 $\omega = 10^5 \text{ rad/sec}$ ，且欲操作在最大功率轉換(maximum power transfer)，試回答下列問題：(注意：電路圖中，正楷大寫粗字體符號表示相量，phasor)

(一)利用戴維寧定理，求等效阻抗 $Z_s = ?$ 及 $|V_s| = ?$

(二)此電路若欲取得最大功率轉換，則 jX 應為何種元件及 $Z_p = R_p + jX_p$ 應為若干？且在最大功率轉換時，匝數比 $N = ?$

(三)負載 500Ω 上所吸收到的最大功率 $P_{L, max} = ?$



圖五

【擬答】：

(一)

$$Z_s = 400 // (-j200) = 178.57 \angle -63.43^\circ \Omega = 80 - j160 \Omega$$

$$|V_s| = |Z_s| \times |I_s| = 178.57 \times 100\text{m} = 17.857\text{V}$$

(二)

(1) 當 $Z_p = Z_s^* = 80 + j160 \Omega$ 有 P_{max}

$\therefore jX$ 為電感元件

$$(2) \frac{R_p}{500} = \left(\frac{1}{N}\right)^2 \Rightarrow \frac{80}{500} = \left(\frac{1}{N}\right)^2 \Rightarrow N = 2.5$$

(三)

$$|I_p| = \frac{|V_s|}{R_s + R_p} = \frac{17.857}{80 + 80} = 0.112\text{A}$$

$$P_{500} = |I_p|^2 \times R_p = 0.112^2 \times 80 = 1\text{W}$$