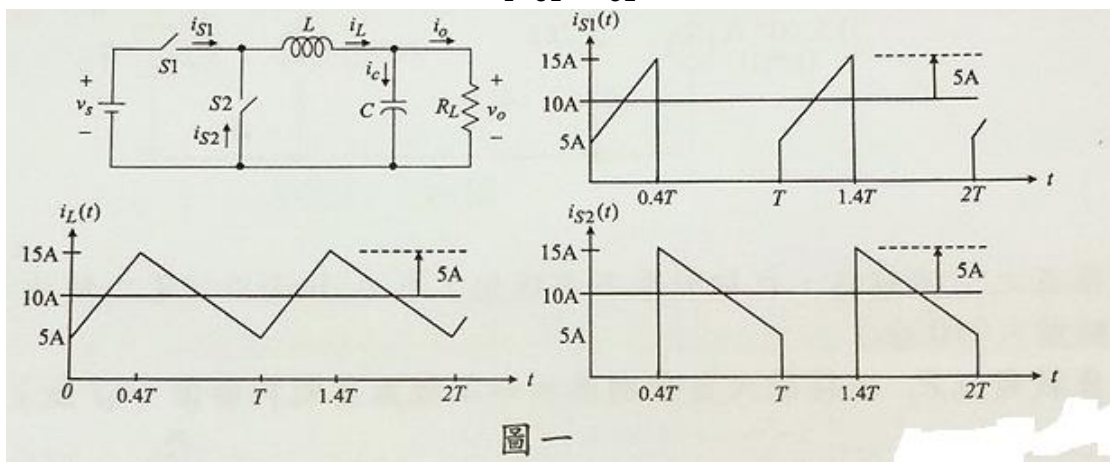


104 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：電力工程、電子工程、電信工程

科 目：電路學

一、如圖一之開關電路及其電流波形，求電流 i_L , i_{S1} 及 i_{S2} 之有效值。

圖一

【擬答】：

(一)

$$t=0 \rightarrow 0.4T \Rightarrow i = 5 + \frac{25}{T} \times t, \text{ 則}$$

$$\begin{aligned} \int_0^{2T} \left[5 + \frac{25}{T} t \right]^2 dt &= 25 \times \int_0^{2T} \left[1 + \frac{5}{T} t \right]^2 dt = 25 \times \int_0^{2T} \left(\frac{25}{T^2} t^2 + \frac{10}{T} t + 1 \right) dt \\ &= 25 \times \left[\frac{25}{3T^2} t^3 + \frac{5}{T} t^2 + t \right] \Big|_0^{2T} = 25 \times \left[\frac{25}{3T^2} \times \frac{8}{125} T^3 + \frac{5}{T} \times \frac{4}{25} T^2 + \frac{2}{5} T \right] \\ &= \frac{130}{3} T \end{aligned}$$

$$(二) t = 0.4T \rightarrow T \Rightarrow i = 15 - \frac{50}{3T} \times (t - 0.4T) = \frac{65}{3} - \frac{50}{3T} \times t$$

$$\begin{aligned} \int_{\frac{2}{5}T}^T \left[\frac{65}{3} - \frac{50}{3T} t \right]^2 dt &= \frac{25}{9} \int_{\frac{2}{5}T}^T \left[13 - \frac{10}{T} t \right]^2 dt = \frac{25}{9} \int_{\frac{2}{5}T}^T \left(169 - \frac{260}{T} t + \frac{100}{T^2} t^2 \right) dt \\ &= \frac{25}{9} \times \left[169t - \frac{130}{T} t^2 + \frac{100}{3T^2} t^3 \right] \Big|_{\frac{2}{5}T}^T = 65T \end{aligned}$$

$$1. \text{ 電流 } i_{L(rms)} = \sqrt{\frac{\int_0^{2T} \left[5 + \frac{25}{T} t \right]^2 dt + \int_{\frac{2}{5}T}^T \left[\frac{65}{3} - \frac{50}{3T} t \right]^2 dt}{T}} = \sqrt{\frac{\frac{130}{3} T + 65T}{T}} = \sqrt{\frac{130}{3} + 65} = 10.408A$$

$$2. \text{ 電流 } i_{S1(rms)}$$

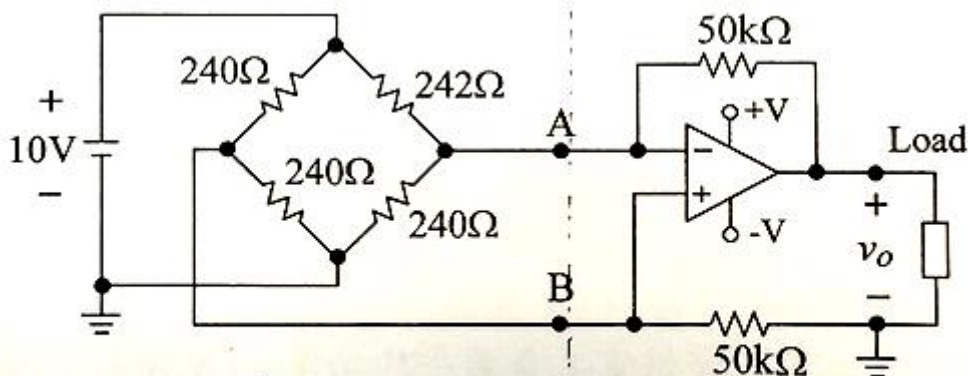
$$i_{S1(rms)} = \sqrt{\frac{\int_0^{\frac{2}{5}T} \left[5 + \frac{25}{T}t \right]^2 dt}{T}} = \sqrt{\frac{130}{3}} = 6.583A$$

3. 電流 $i_{S2(rms)}$

$$i_{S2(rms)} = \sqrt{\frac{\int_{\frac{2}{5}T}^T \left[\frac{65}{3} - \frac{50}{3T}t \right]^2 dt}{T}} = \sqrt{65} = 8.062A$$

二、(一)如圖二之電路，求 A, B 兩點回看之戴維寧等效電阻及電壓。

(二)設運算放大器為理想，求輸出電壓 v_o 。



圖二

【擬答】：

$$(-) E_{th} = V_A - V_B = 10 \times \frac{240}{242 + 240} - 10 \times \frac{240}{240 + 240} = 4.9793 - 5 = -0.0207V$$

$$R_{th} = 240 // 240 + 240 // 242 = 120 + 120.498 = 240.498\Omega$$

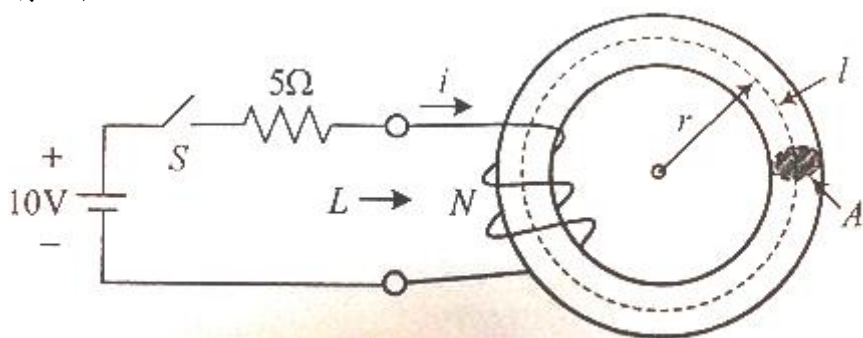
(二)利用 $V_+ = V_-$ ，則

$$V_- = V_+ - 0.0207 + V_+ \times \frac{240.498}{50000} = 1.0048V_+ - 0.0207 \Rightarrow V_- = V_+ = 4.3125V$$

$$V_o = V_- + V_{50k} = 4.3125 + 4.3125 = 8.625V$$

三、如圖三 R-L 電路，電感器鐵心之磁路平均長度 $l = 20cm$ ，截面積 $A = 25^2cm$ ，導磁係數

$\mu = 70\mu_o, \mu_o = 4\pi \times 10^{-7}H/m$ ，匝數 $N = 100$ ，求：(一)電感值 L ；(二)開關閉合後之電流表示式；(三)電流之穩態值；(5分)四如將直流電源改成 60Hz 之交流，欲得相同於上之穩態電流有效值，求外加交流電壓之有效值。



圖三

【擬答】：

$$(\rightarrow) L = \frac{\mu AN^2}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 75 \times 25 \times 10^{-4} \times 100^2}{20 \times 10^{-2}} = 11.78 \text{mH}$$

$$(\rightarrow) I_L = \frac{E}{R} \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right), \text{ 其中 } \tau = \frac{L}{R} = \frac{11.78 \text{m}}{5} = 2.356 \text{ms}$$

則

$$I_L = \frac{10}{5} \times \left(1 - e^{-\frac{t}{2.356 \text{m}}}\right) = 2 \times \left(1 - e^{-424.448t}\right) \text{A}$$

$$(\rightarrow) \text{電流之穩態值為電感短路時，則 } I_L(\infty) = \frac{10}{5} = 2 \text{A}$$

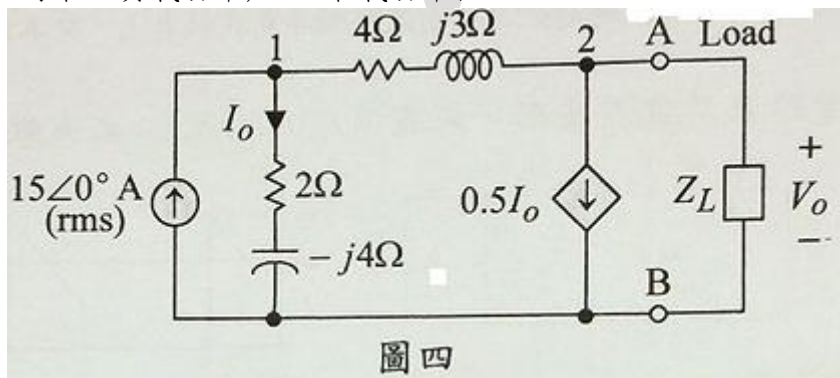
$$(\rightarrow) \text{當頻率為 } 60 \text{Hz} \text{ 時，則感抗 } X_L = 377 \times 11.78 \text{m} = 4.441 \Omega$$

$$\text{總阻抗大小為 } Z_T = \sqrt{5^2 + 4.441^2} = 6.6875 \Omega$$

因此電壓有效值為

$$V_{in} = 2 \times 6.6875 = 13.375 \text{V}$$

四、(一)求圖四之交流電路，求 A, B 兩點回看之戴維寧等效阻抗及電壓相量。

(二)求負載抗 Z_L 以得最大負載功率，以及最載功率值。

【擬答】：

(一)使用驅動阻抗法：

KCL：

$$I_T - 0.5I_o + 15\angle 0^\circ = I_o \Rightarrow I_o = \frac{2}{3}I_T + 10\angle 0^\circ$$

KVL：

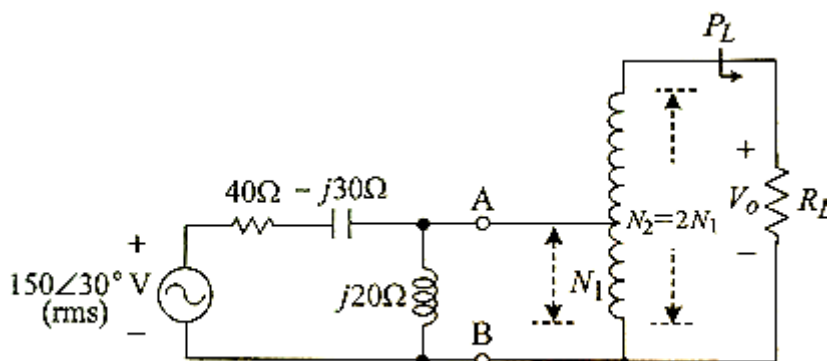
$$\begin{aligned} V_T &= (2 - j4)I_o + (4 + j3)(I_T - 0.5I_o) = (4 + j3)I_T - j5.5I_o \\ &= (4 + j3)I_T - j5.5 \times \left(\frac{2}{3}I_T + 10\angle 0^\circ\right) = \left(4 + j3 - j\frac{11}{3}\right)I_T + 55\angle -90^\circ \\ &= \left(4 - j\frac{2}{3}\right)I_T + 55\angle -90^\circ \\ &\Rightarrow E_{th} = 55\angle -90^\circ; Z_{th} = 4 - j\frac{2}{3} \end{aligned}$$

(二)當負載阻抗為 $Z_L = Z_{th}^* = 4 + j\frac{2}{3}$ ，最大負載功率為

$$P_{\max} = \frac{55^2}{4 \times 4} = 189.0625W$$

五、(一)如圖五之交流電路，自耦變壓器為理想，求 A, B 兩點回看戴維寧等效阻抗及電壓相量。

(二)求負載電阻 R_L 以得最大負載功率，以及最大負載功率值。



圖五

【擬答】：

(一)戴維寧電壓為

$$E_{th} = 150\angle 30^\circ \times \frac{j20}{40 - j30 + j20} = 150\angle 30^\circ \times \frac{j2}{4 - j} = 150\angle 30^\circ \times \frac{2\angle 90^\circ}{\sqrt{17}\angle -14.04^\circ}$$

$$= \frac{300}{\sqrt{17}} \angle 134.04^\circ V$$

戴維寧阻抗為

$$Z_{th} = (40 - j30) // j20 = \frac{(40 - j30) \times j20}{40 - j10} = \frac{10 \times (6 + j8)}{4 - j1} = \frac{20 \times (8 + j19)}{17}$$

(二)從自耦變壓器看入之戴維寧等效電路為

$$E = 2 \times E_{th} = \frac{600}{\sqrt{17}} \angle 134.04^\circ$$

$$Z = 4 \times Z_{th} = 4 \times \frac{20 \times (8 + j19)}{17} = \frac{80 \times (8 + j19)}{17}$$

則

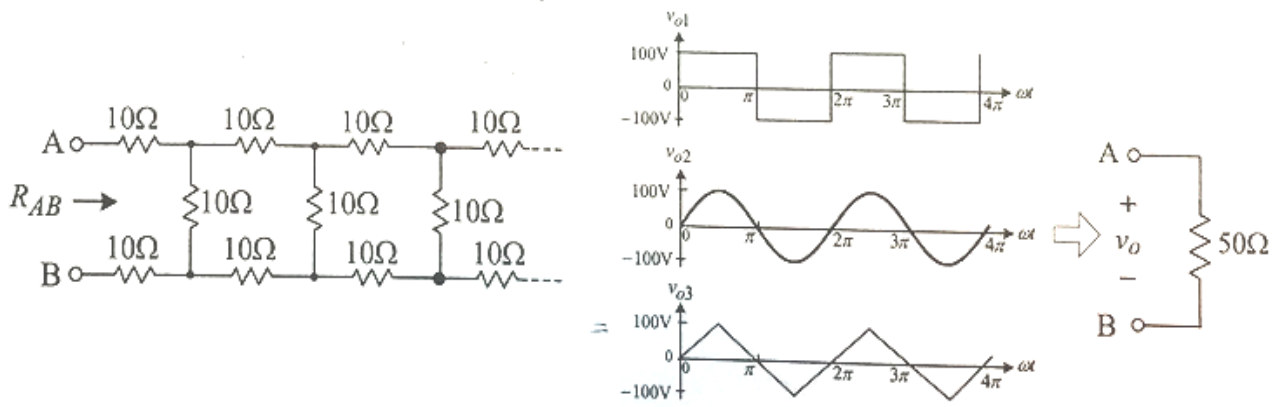
$$R_L = |Z| = \left| \frac{80 \times (8 + j19)}{17} \right| = 97.01\Omega$$

$$|I| = \frac{\frac{600}{\sqrt{17}}}{\left| \left(\frac{640}{17} + 97.01 \right) + j \frac{1520}{17} \right|} = \frac{145.52}{|134.657 + j89.412|} = \frac{145.52}{161.384} = 0.902A$$

$$P_L = 0.902^2 \times 97.01 = 78.928W$$

六、(一)求圖六所給電阻網路之 R_{AB} 。

(二)如圖六電路，求三種電壓供電之負載平均功率。



圖六

【擬答】：

$$(\rightarrow) R = 10 // R + 20 \Rightarrow R - 20 = \frac{10R}{R+10} \Rightarrow R^2 - 10R - 200 = 10R \Rightarrow R^2 - 20R - 200 = 0$$

因此

$$(R - 10)^2 = \pm 300 \Rightarrow R - 10 = \pm 10\sqrt{3} \times R = 10 + 10\sqrt{3}\Omega$$

$$(\rightarrow) P_{O1} = \frac{100^2}{50} = 200W$$

$$P_{O2} = \frac{\left(\frac{100}{\sqrt{2}}\right)^2}{50} = 100W$$

$$P_{O3} = \frac{\left(\frac{100}{\sqrt{3}}\right)^2}{50} = \frac{200}{3}W$$