

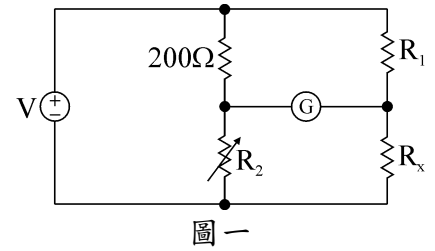
104 年身心障礙人員特考

等 別：三等考試
類 科：電力工程
科 目：電路學

一、如圖一所示之惠斯登電橋電路，圖中 R_x 為待測電阻器， R_2 為可調電阻器（最大值为 100Ω ）， R_1 為固定電阻器。

(一)若 R_x 範圍在 $0\sim 50\Omega$ 之間，試求 R_1 之值。

(二)若 R_x 範圍在 $0\sim 500\Omega$ 之間，試求 R_1 之值。



圖一

【擬答】：

(一)當電橋平衡時，則：

$$200 \times R_x = R_1 R_2$$

$$\therefore R_x = \frac{200R_x}{R_2}$$

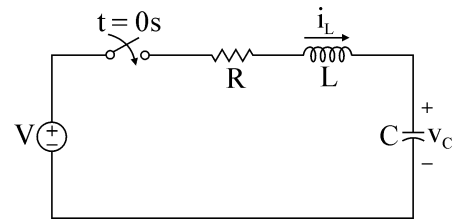
$$\text{當 } R_2 = 100\Omega \text{ 時， } R_1 = \frac{200R_x}{100} = 2R_x = 0\sim 100 (\Omega)$$

(二)當電橋平衡時，則：

$$R_1 = \frac{200R_x}{R_2}$$

$$\text{當 } R_2 = 100\Omega \text{ 時， } R_1 = 2R_x = 0\sim 1000 (\Omega)$$

二、如圖二所示，一個串聯 RLC 電路經由一個開關 SW 連接至一個直流獨立電壓源 V，當開關 SW 在 $t = 0s$ 閉合後，其電容器電壓、電感器電流之響應分別為： $v_C(t) = -50 - 10e^{-20t} + 30e^{-10t}$ 伏特， $i_L(t) = 40e^{-20t} - 60e^{-10t}$ 毫安培。試求該電路之電壓源 V、電阻值 R、電容值 C 及電感值 L。



圖二

【擬答】：

$$\frac{di_L(0^+)}{dt} = -800e^{-20t} + 600e^{-10t} \Big|_{t=0} = -200$$

$t = 0$ 時，其等效電路如右所示：

$$\therefore V = i_L(0^+)R + L \frac{di_L(0^+)}{dt} + v_C(0^+)$$

其中 $i_L(0^+) = -20$ ， $v_C(0^+) = -30$

$t = \infty$ 時， $v_C(\infty) = -50 = V$ ，則：

$$-50 = (-20)R + L \times (-200) = -30$$

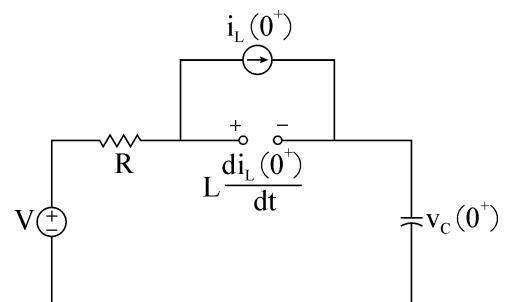
$$\therefore R + 10L = 1$$

又特性根為 -20 ， -10 ；其特性方程式為：

$$\Delta(S) = S^2 + 30S + 200 = S^2 + \frac{R}{L}S + \frac{1}{LC} = 0$$

$$\therefore R = 30L, \frac{1}{LC} = 200$$

$$\text{故 } L = \frac{1}{40} (\text{H}), R = \frac{3}{4} (\Omega), C = \frac{1}{5} (\text{F}), V = -50 (\text{V})$$



三、一個三相三線 Y 型平衡負載連接至一個三相、440V、60Hz、負相序之平衡電源，兩瓦特計 W1、W2 分別正確連接至 a、b 線間及 c、b 線間做量測，其讀數分別為 500W、800W。試求該負載之總實功、總虛功、總功率因數及每相阻抗。

【擬答】：

公職王歷屆試題 (104 年身心障礙人員特考)

令 $V_{an} = V_p \angle 0^\circ$, $V_{bn} = V_p \angle 120^\circ$, $V_{cn} = V_p \angle -120^\circ$

$\therefore V_{ab} = V_{an} - V_{bn} = \sqrt{3} V_p \angle -30^\circ = V_L \angle -30^\circ$

$V_{bc} = V_L \angle 90^\circ$, $V_{cb} = V_L \angle -90^\circ$

$V_{ca} = V_p \angle -150^\circ$

又 $I_{an} = I_L \angle -\theta$, $I_{bn} = I_L \angle -\theta + 120^\circ$, $I_{cn} = I_L \angle -\theta - 120^\circ$

故 $W_1 = |V_{ab}| |I_{an}| \cos [\angle V_{ab} - \angle I_{an}] = V_L I_L \cos (\theta - 30^\circ) = -500$

$W_2 = |V_{cb}| |I_{cn}| \cos [\angle V_{cb} - \angle I_{cn}] = V_L I_L \cos (\theta + 30^\circ) = 800$

\therefore 負載之總實功率 $P_t = W_1 + W_2 = 300$ (W)

負載之總虛功率 $Q_t = \sqrt{3} (W_1 - W_2) = -1300\sqrt{3}$ (VAR, 電容性)

負載之總功率因數 $\cos \theta_T = \frac{P_T}{\sqrt{P_T^2 + Q_T^2}} = \frac{300}{\sqrt{(300)^2 + (-1300\sqrt{3})^2}} = 0.132$ (超前)

每相阻抗: $\vec{S}_Y = \frac{|V_L|^2}{\vec{Z}_Y^*} \Rightarrow \vec{Z}_Y^* = \frac{(440)^2}{300 - j1300\sqrt{3}} = \frac{(440)^2}{2271.56 \angle -82.41^\circ} = 85.227 \angle -82.41^\circ$ (Ω)

故 $\vec{Z}_Y = 85.227 \angle -82.41^\circ$ (Ω)

四、試求圖三電路之共振頻率 (Hz)。

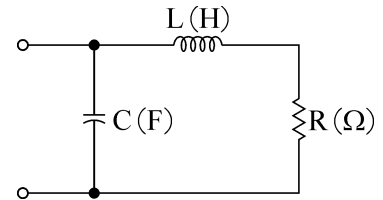
【擬答】:

由 a、b 兩端所求得之等效導納

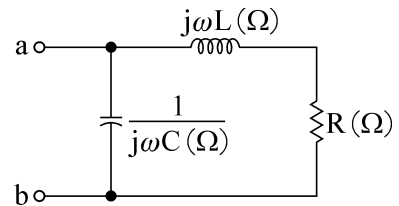
$$\begin{aligned} \vec{Y} &= j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L} = j\omega C + \frac{R - j\omega L}{R^2 + (\omega L)^2} \\ &= \frac{R}{R^2 + (\omega L)^2} + j \left[\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + (\omega L)^2} \right] \end{aligned}$$

令其虛部為零, 則 $R^2 + (\omega L)^2 = \frac{L}{C}$

\therefore 共振頻率 $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$ (Hz)



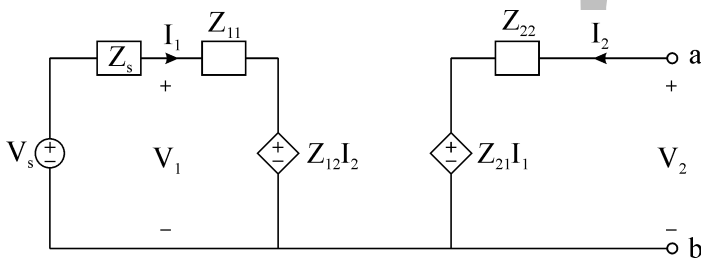
圖三



五、試求圖四端點 a、b 左方看入之戴維寧等效電路。

【擬答】:

依題意, 其等效電路如下圖所示:

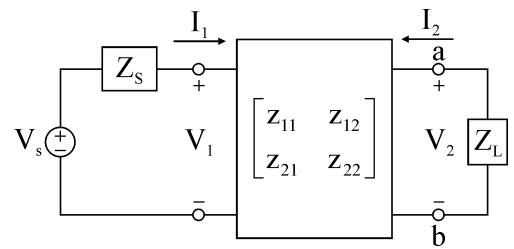
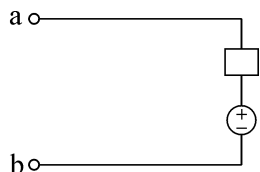


$\therefore V_2 = Z_{22} I_2 + Z_{21} I_1$, 而 $V_s = (Z_s + Z_{11}) I_1 + Z_{12} I_2$

$\therefore I_1 = \frac{V_s}{Z_s + Z_{11}} - \frac{Z_{12}}{Z_s + Z_{11}} I_2$

故 $V_2 = Z_{22} I_2 + \frac{Z_{21} V_s}{Z_s + Z_{11}} - \frac{Z_{21} Z_{12}}{Z_s + Z_{11}} I_2 = (Z_{22} - \frac{Z_{21} Z_{12}}{Z_s + Z_{11}}) I_2 + \frac{Z_{21} V_s}{Z_s + Z_{11}} = Z_{th} I_2 + E_{th}$

\therefore 戴維寧等效電路: $Z_{th} = Z_{22} - \frac{Z_{21} Z_{12}}{Z_s + Z_{11}}$, $E_{th} = \frac{Z_{21} V_s}{Z_s + Z_{11}}$



圖四