

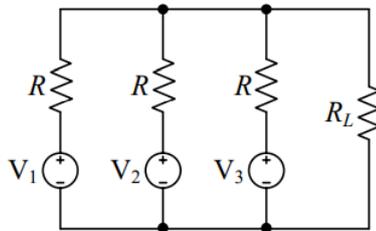
三民輔考

109 年公務人員高等考試三級考試試題解析

類科：電力工程、電子工程、電信工程

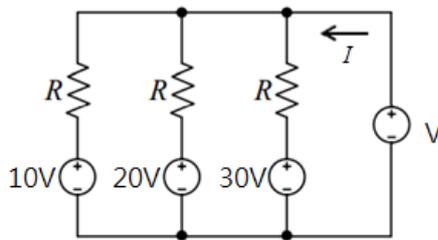
科目：電路學

一、如下圖所示之電路，已知  $V_1 = 10\text{ V}$ 、 $V_2 = 20\text{ V}$ 、 $V_3 = 30\text{ V}$ 。試求電阻器  $R$  之值，以使負載電阻器  $R_L$  吸收之最大功率為  $30\text{ W}$ 。(25 分)



參考解析:

1. 接上測試電壓源求戴維寧等效電路

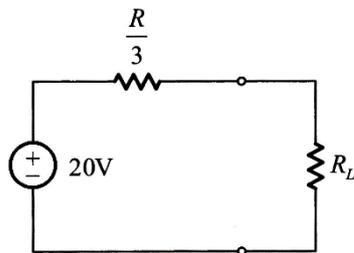


$$\Rightarrow I = \frac{V-10}{R} + \frac{V-20}{R} + \frac{V-30}{R}$$

$$\Rightarrow V = I \times \frac{R}{3} + 20$$

$$\Rightarrow V_{th} = 20, R_{th} = \frac{R}{3}$$

將原電路簡化成戴維寧等效電路：



2. 當  $R_L = R_{th}$  時有最大轉移功率, 即  $R_L = \frac{R}{3}$  時,

$$P_{L(\max)} = \left( \frac{20}{\frac{R}{3} + \frac{R}{3}} \right)^2 \times \frac{R}{3} = 30 \Rightarrow R = 10\Omega$$

二、一個串聯 RLC 電路之電容器電壓  $v_C(t)$  與電感器電流  $i_L(t)$  的步階響應 (step response) 分別為：

$$v_C(t) = 100 - 20e^{-3000t} - 20e^{-6000t} \text{V}, t > 0s$$

$$i_L(t) = 5e^{-3000t} + 10e^{-6000t} \text{mA}, t > 0s$$

試求該電路之阻尼型式，以及以 nF 為單位之電容值。(25 分)

參考解析:

1

透過二階微分方程式求解

$$\text{可得 RLC 串聯電路 C.E. 為 } R + sL + \frac{1}{sC} = 0, \text{ 整理後得 } s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC} = 0 \dots Eq.1$$

$$\text{另外, 由題目 } v_C(t) \& i_L(t) \text{ 的響應可知其 C.E. 為 } (s + 3000)(s + 6000) = 0 \dots Eq.2$$

此電路之特徵根  $s$  為相異實數根, 所以該電路為過阻尼系統

$$Eq.2 \text{ 整理後得 } s^2 + 9000s + 18 \times 10^6 = 0 \dots Eq.3$$

$$\text{比較 } Eq.1 \& Eq.2 \text{ 係數可得: } \frac{R}{L} = 9000 \dots Eq.4, \frac{1}{LC} = 18 \times 10^6 \dots Eq.5$$

2

$$\because RLC \text{ 串聯電路, } \therefore C \frac{dv_C(t)}{dt} = i_L(t)$$

$$\Rightarrow C \frac{d}{dt} (100 - 20e^{-3000t} - 20e^{-6000t}) = (5e^{-3000t} + 10e^{-6000t}) \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 6 \times 10^4 C e^{-3000t} + 12 \times 10^4 C e^{-6000t} = 5 \times 10^{-3} e^{-3000t} + 10^{-2} e^{-6000t}$$

$$C = \frac{5 \times 10^{-3}}{6 \times 10^4} = \frac{5}{6} \times 10^{-7} F = \frac{5}{6} \times 10^{-7} \times 10^9 nF = \frac{250}{3} nF$$

三、一個三相、220 V、60 Hz、負相序之平衡電源，供電給三個並聯連接的三相平衡負載。1 號負載是一部三相、滿載運轉之額定 20 馬力 (1 馬力 = 746 W)、滿載效率 93.25%、滿載功率因數 0.8 落後 (lagging)、 $\Delta$  連接之感應馬達；2 號負載是一台三相、Y 連接、額定 6 kW 之電熱器；3 號負載是一個三相、 $\Delta$  連接、額定 12 kVAR 之電容器組。試求該三相平衡電源提供之總複數功率與總線電流大小。(25 分)

參考解析:

$$L_1 : P_1 = \frac{20 \times 746}{0.9325} = 16KW, \cos \theta_1 = 0.8(\text{lagging})$$

$$\tan \theta_1 = \frac{Q_1}{P_1} \Rightarrow Q_1 = \tan \theta_1 \times P_1 = \frac{3}{4} \times 16KW = 12KVAR(\text{lagging})$$

$$L_2 : P_2 = 6KW, Q_2 = 0VAR$$

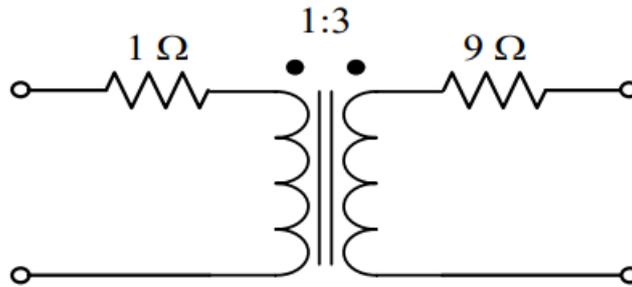
$$L_3 : P_3 = 0W, Q_3 = 12KVAR(\text{leading})$$

$$\Rightarrow P_T = P_1 + P_2 + P_3 = 22KW \text{ \& } Q_T = Q_1 + Q_2 - Q_3 = 0KVAR$$

$$\therefore S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} = 22KVA \Rightarrow 22000 = \sqrt{3} \times 220 \times I_L$$

$$\Rightarrow I_L \cong 57.7A$$

四、如下圖所示為含有一個理想變壓器 (ideal transformer) 之雙埠網路 (two-port network)，試求該雙埠網路之混合參數 (hybrid parameters) 或 h 參數的表示式。(25 分)



參考解析:

$$v_1 = i_1 \times 1 + \frac{1}{3}(v_2 - i_2 \times 9) \Rightarrow v_1 = 2i_1 + \frac{1}{3}v_2$$

$$i_1 = -3i_2 \quad i_2 = -\frac{1}{3}i_1 + 0v_2$$

$$\text{可得 } [h] = \begin{bmatrix} 2 & \frac{1}{3} \\ -\frac{1}{3} & 0 \end{bmatrix}$$