

110 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

考試別：鐵路人員考試

等 別：員級考試

類科組別：電子工程

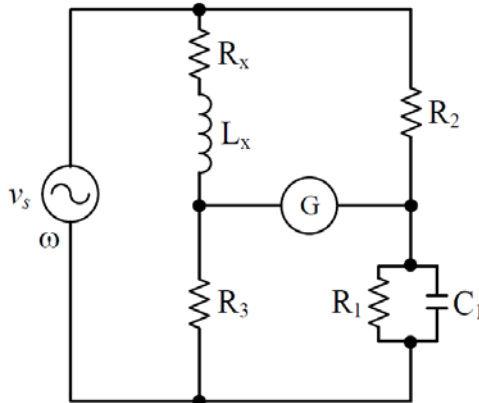
科 目：電子儀表概要

一、圖一為電橋電路，其中G為電流計， R_x 為電感 L_x 的內阻；若電源 v_s 的角頻率為 $\omega=2\pi(2\times 10^3)$ rad/sec，試回答下列問題：

(一)在平衡時，試求 $R_x = ?$ ， $L_x = ?$ (8 分)

(二)電感的品質因數 $Q = ?$ (6 分)

(三)若 $R_1 = 100\text{ k}\Omega$ ， $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ ， $R_3 = 200\Omega$ ， $C_1 = 0.1\mu\text{F}$ ；試求 $R_x = ?$ ， $L_x = ?$ ，品質因數 $Q = ?$ (6 分)



圖一

1. 《考題難易》：★★

2. 《解題關鍵》：交流電橋平衡時對邊相乘的做法

【擬答】：

(一)當檢知器電流為 0 時，則對邊阻抗相乘後相等，如下式所示

$$\left(R_1 \parallel \frac{1}{j\omega C_1} \right) \times (R_x + j\omega L_x) = R_2 R_3 \Rightarrow R_x + j\omega L_x = R_2 R_3 \times \left(\frac{1}{R_1} + j\omega C_1 \right)$$

則

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}, L_x = R_2 R_3 C_1$$

(二)電感之品質因數 Q 為

$$Q = \frac{\omega L_x}{R_x} = \frac{\omega \times R_2 R_3 C_1}{\frac{R_2 R_3}{R_1}} = \omega R_1 C_1$$

$$\Rightarrow R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{1\text{k} \times 200}{100\text{k}} = 2\Omega$$

$$L_x = R_2 R_3 C_1 = 1\text{k} \times 200 \times 0.1\mu = 20\text{mH}$$

$$Q = \omega R_1 C_1 = 2\pi \times 2\text{k} \times 100\text{k} \times 0.1\mu = 40\pi = 125.66$$

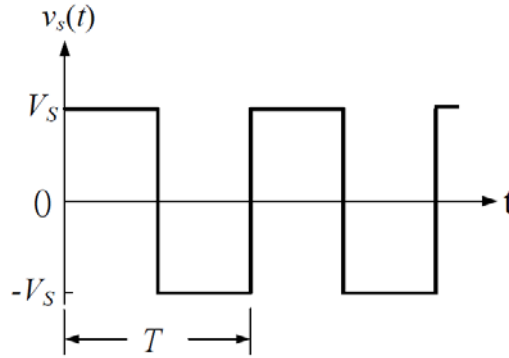
二、圖二為在時域 (Time domain) 的某一方波信號 $v_s(t)$ ，方波的角頻率為 ω ，正負脈波寬度為工作週期 (duty cycle) 50%分布，峰值為 $\pm V_s$ 。今欲使用頻譜分析儀量測此方波的頻譜；試回答下列問題：

(一)試繪出頻譜分析儀上可能出現的頻譜分布，並描述該頻譜波形出現的理由。(注意：繪製

公職王歷屆試題 (110 鐵路特考)

頻譜圖時，橫坐標上標示為角頻率 (ω)，縱坐標標示為振幅 (V)；至少需要繪出五到六個諧波分布) (10 分)

(二)承(一)，利用所繪製的頻譜分布，計算此方波信號 $v_s(t)$ 的電壓有效值 V_{rms} 。(10分)



圖二

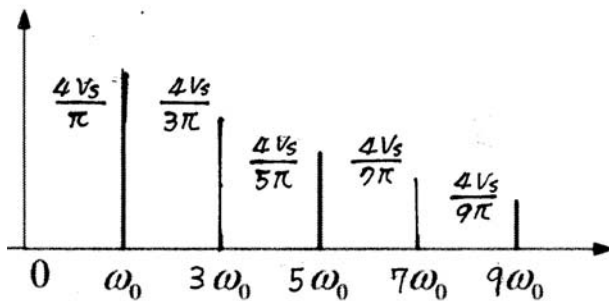
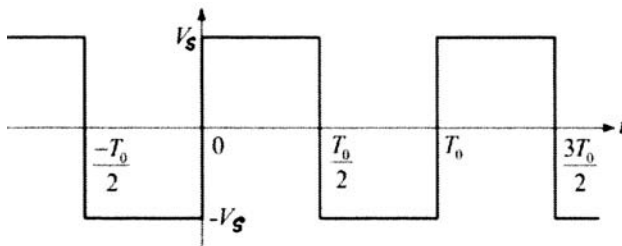
1. 《考題難易》：★★★

2. 《解題關鍵》：使用Fourier轉換將方波分解為正弦波組合

【擬答】：

(一)方波是由基本波和奇數諧波所組合而成，因為

$$F(t) = \frac{4}{\pi} V_m \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3 \omega t + \frac{1}{5} \sin 5 \omega t + \dots + \frac{1}{n} \sin n \omega t \right)$$



$$(二) V_{rms} = \frac{4V_s}{\pi} \times \sqrt{\frac{1}{2} \left(1^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{5}\right)^2 + \left(\frac{1}{7}\right)^2 + \left(\frac{1}{9}\right)^2 \right)} = \frac{2\sqrt{2}V_s}{\pi} \times 1.08$$

三、根據函數波信號產生器中的信號產生方法及其功能，試回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

(一)函數波信號產生器的三角波信號是如何由方波信號轉換而成？

(二)OFFSET (直流抵補) 調整鈕的作用為何？

(三)若函數波信號產生器每秒輸出 500 個脈波的信號且其脈波寬度 (pulsewidth) 為 200 微秒 (μs)，試問該脈波信號的工作週期 (duty cycle) 為多少百分比 (%)？

(四)函數波信號產生器製作過程中，正弦波信號是由三角波信號整形而成，該整形電路主要是用什麼電路方式來形成？

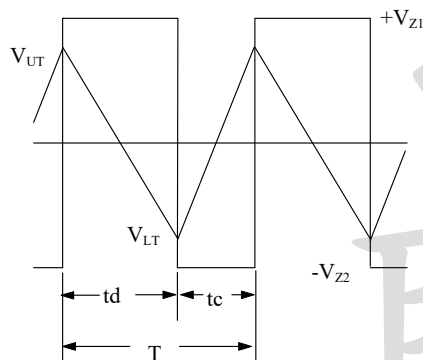
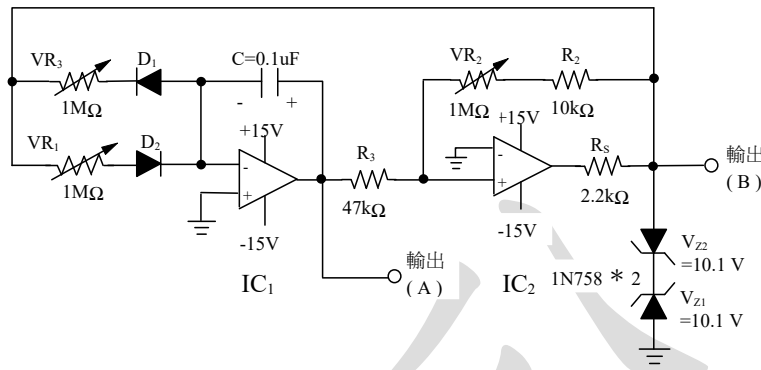
1. 《考題難易》：★★★

2. 《解題關鍵》：熟悉函數波信號產生器所有之作用

【擬答】：

公職王歷屆試題 (110 鐵路特考)

(一)由 IC₂ 所組成之比較器(Comparator)電路，使輸出(B)趨近於方波波形，且其振幅大小被兩個稽納二極體(Zener diode)之逆向崩潰電壓，+(V_{Z1}+V_{DO1}≐V_{Z1})、-(V_{Z2}+V_{DO1}≐V_{Z2})形成之箝位器限制在約為 V_Z 之大小；此方波經 IC₁ 組成之反向積分器(Integrator)積分後輸出三角波。

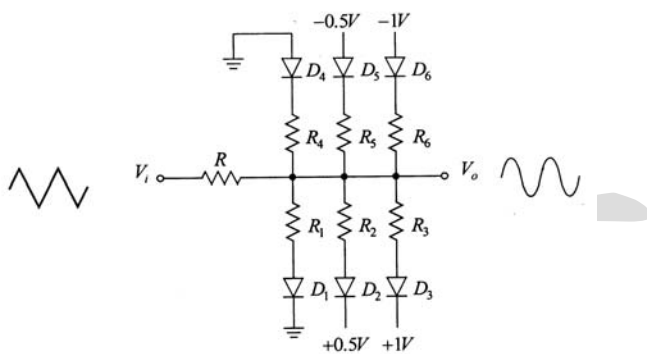


(二)調整輸出波形的直流電壓，若往右旋轉則波形往上；若往左旋轉則波形往下。

(三)週期為 $T = \frac{1}{500} \times \frac{2}{2} = 2000\mu s$

工作週期為 $D = \frac{200\mu}{2000\mu} \times 100\% = 10\%$

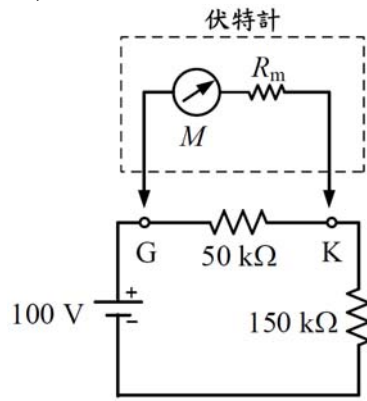
(四)電路如圖所示



四、如圖三，某一電壓計M的靈敏度(Sensitivity)為 10 kΩ/V，若以檔位50 V 和檔位500 V 處，分別去量測電路的G-K兩點電壓，試求：(以下計算到小數第二位)

(一)在檔位50 V和檔位500 V 處，電表的讀數分別為多少伏特(V)？(10 分)

(二)承(一)，求絕對誤差和相對誤差分別為多少(%)？(10 分)



圖三

1. 《考題難易》：★★★★
 2. 《解題關鍵》：熟悉誤差之概念

【擬答】：

$$(-) 1.50V : R_1 = S_1 V = 500k\Omega ; V_1 = 10 \times \frac{50 // 500}{50 // 500 + 150} = \frac{500}{\frac{11}{500} + 150} = 2.3256V$$

$$2.500V : R_2 = S_2 V = 5000k\Omega ; V_2 = 10 \times \frac{50 // 5000}{50 // 5000 + 150} = 10 \times \frac{101}{\frac{5000}{101} + 150} = 2.4814V$$

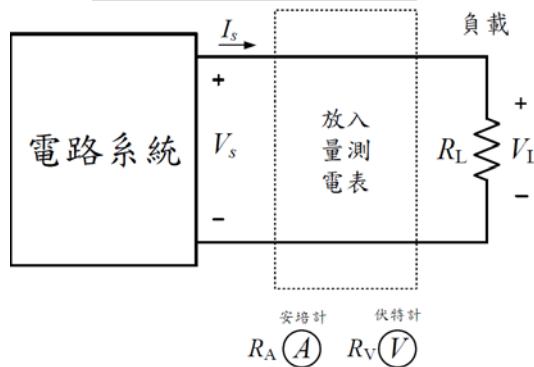
$$(二) \text{真實值為 } 10 \times \frac{50}{50 + 150} = 2.5V$$

$$\text{絕對誤差 } |2.3256 - 2.5| = 0.1744V ; |2.4814 - 2.5| = 0.0186V$$

$$\text{相對誤差 } \frac{0.174}{2.5} \times 100\% = 6.96\% ; \frac{0.0186}{2.5} \times 100\% = 0.744\%$$

五、如圖四，某一電路系統欲以伏安法量測負載 R_L 的功率 P_L （即同時以伏特計和安培計和負載連接，並直接讀取以量測功率的方法）；此處定義： R_A 為安培計的內阻， R_V 為伏特計的內阻。試就下列量測狀況，分別將圖四中的伏特計和安培計植入連接於系統和負載之間的虛線框內，同時直接由伏特計和安培計讀取電壓和電流值以計算負載功率。

- (一)若負載 R_L 為高電阻時且大於或接近於伏特計內阻 R_V ，提出伏特計和安培計的最佳連接負載方式，並描述證明連接理由；負載功率 P_L 的量測值與實際值關係為何？（10 分）
 (二)若負載 R_L 為低電阻時且小於伏特計內阻 R_V ，提出伏特計和安培計的最佳連接負載方式，並描述證明連接理由；負載功率 P_L 的量測值與實際值關係為何？（10 分）



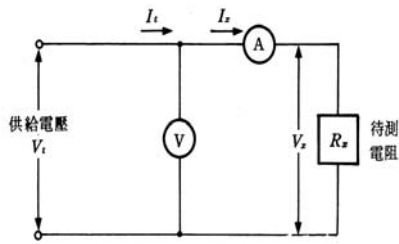
圖四

1. 《考題難易》：★★★★
 2. 《解題關鍵》：使用伏特表與安培表進行測量

【擬答】：

公職王歷屆試題 (110 鐵路特考)

(一)負載 R_L 為高電阻時：如圖所示



電流表的讀值即為負載電流，因為負載電阻 R_L 遠大於 R_A ，故電壓表之值約等於負載電壓。

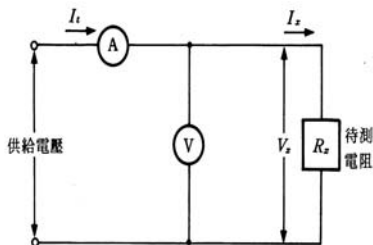
1. 實際值功率

$$P_L = \frac{V_s^2}{R_L}$$

2. 測量值功率

$$P_L = V_s \times \frac{V_s}{R_A + R_L} = \frac{V_s^2}{R_A + R_L}$$

(二)負載 R_L 為低電阻時：如圖所示



電壓表的讀值即為負載電壓，因為量測電壓表之內阻 R_V 遠大於 R_L ，故電流表之值約等於負載電流。

1. 實際值功率

$$P_L = \frac{V_s^2}{R_L}$$

2. 測量值功率

$$P_L = V_s \times \frac{V_v}{R_v // R_L} = \frac{V_v^2}{R_v // R_L} = \frac{1}{R_v // R_L} \times \left[V_s \times \frac{R_v // R_L}{R_A + R_v // R_L} \right]^2 = \frac{R_v // R_L}{(R_A + R_v // R_L)^2} \times V_s^2$$