

111 年公務人員普通考試試題

類 科：電子工程
科 目：電子儀表概要

陳銘老師

- 一、用一準確度為 (1%讀值+1 位數) 的 $3\frac{1}{2}$ 位之數位電壓表，以 20 V 檔位執行一元件兩端電壓測量後，若計算得知測量誤差百分比為 1.25%。(每小題 10 分，共 20 分)
- (一)求此次測量電壓表顯示的讀值為多少？
- (二)電壓表在此檔位的解析度為多少？

1. 《考題難易》★
2. 《破題關鍵》：需要知道數位電表準確度的規格±(M%rdg+N-digit)意義

【擬答】

(一)此最高讀值為 19.99V

假設測量電壓表顯示的讀值為 x，則

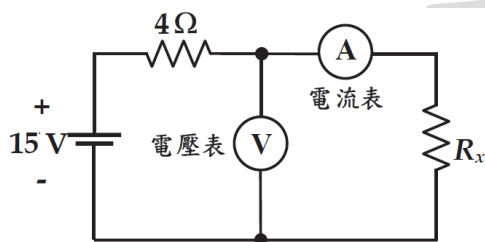
$$\frac{0.01x+1 \times 0.01}{x} \times 100\% = 1.25\% \Rightarrow \frac{0.01x+0.01}{x} = \frac{1.25}{100}$$

$$\therefore 1.25x = x + 1 \Rightarrow 0.25x = 1 \Rightarrow x = 4.00V$$

(二)因為 $3\frac{1}{2}$ 位之數位電壓表，則解析度為 0.01V 或 10mV

二、如圖一所示之電阻測量電路。(每小題 10 分，共 20 分)

- (一)若忽略電壓表與電流的負載效應時，當待測電阻 R_x 的值為多少時，電壓表讀值大小會等於電流表讀值大小的 20 倍。
- (二)若考慮電壓表與電流的負載效應時，則圖一適合測量高或低電阻值之 R_x 的接線方式 (須說明原因)？



圖一

1. 《考題難易》★
2. 《破題關鍵》：使用電表及電流表測電阻時，待測電阻為小電阻與大電阻需知道二種測量方式

【擬答】

(一)根據電壓表讀值大小會等於電流表讀值大小的 20 倍，則

$$15 \times \frac{R_x}{4+R_x} = 20 \times \frac{15}{4+R_x} \Rightarrow R_x = 20\Omega$$

(二)適合測量高電阻值，原因如下

測得的電阻由電壓表與電流表讀值計算

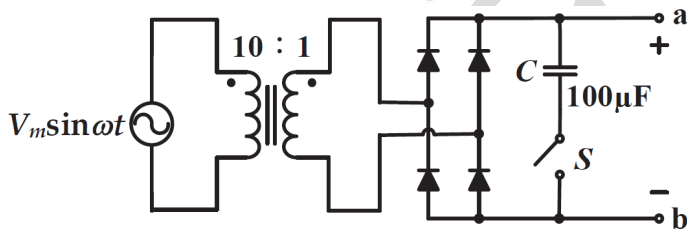
$$R_t = \frac{V_t}{I_x} = R_a + R_x$$

其中包含了電流表的內阻 R_a ，若待測電阻 R_x 較大，而電流表的內阻 R_a 很小，則測得的值 $R_t \approx R_x$ ；反之，待測電阻 R_x 較小，相對的突顯電流表的內阻 R_a ，則測量誤差較大。

若電流表的內阻 R_a 為確定已知，則待測電阻 R_x 可計算得到

$$R_x = \frac{V_t}{I_x} - R_a$$

三、如圖二所示電路，若二極體順向導通壓降可忽略，當未接電容 C (開關 S OFF) 時，以三用電表 ACV 檔測得 a、b 兩端電壓為 V_1 ，接上電容 C (S ON) 時，以三用電表 DCV 檔測得 a、b 兩端電壓為 V_2 ，求 $\frac{V_2}{V_1}$ 為多少？(20 分)



圖二

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》：需理解整流與濾波電路之不同

【擬答】

未接電容 C (開關 S OFF) 時，此電路為全波整流電路，以三用電表 ACV 檔測得 a、b 兩端電壓為

$$V_1 = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \times \frac{1}{10}$$

接上電容 C (S ON) 時為濾波電路，以三用電表 DCV 檔測得 a、b 兩端電壓為

$$V_2 = \frac{V_m}{10}$$

則

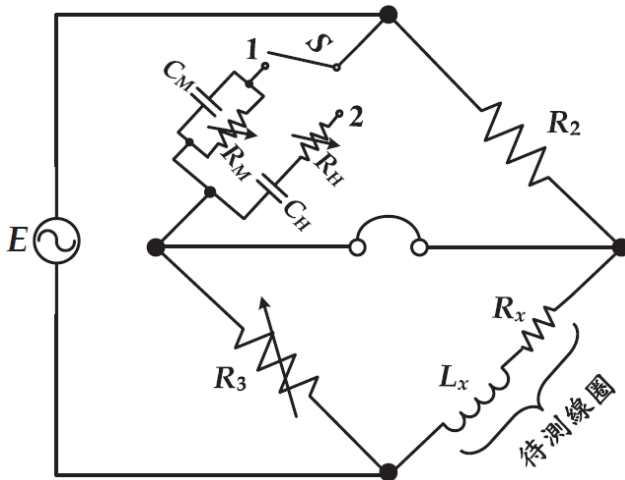
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{V_m}{10}}{\frac{V_m}{\sqrt{2}} \times \frac{1}{10}} = \sqrt{2}$$

公職王歷屆試題 (111 普考)

四、如圖三所示之電橋電路，當開關 S 投於位置 1 時，若 $R_M=4\text{ k}\Omega$ 、 $R_2=1.5\text{ k}\Omega$ 、 $R_3=100\text{ k}\Omega$ 、 $C_M=0.1\text{ }\mu\text{F}$ ，正弦波電源 E 的頻率為 1 kHz 。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)當電橋平衡時，求待測線圈之 R_x 和 L_x 值各為多少？

(二)若有另一待測線圈的品質因數為第(一)小題線圈的 10 倍，為減少測量誤差而將 S 投到位置 2，若 R_2 、 R_3 的值未改變、而 $C_H=1\text{ nF}$ ，當電橋平衡時，求 R_H 為多少？



圖三

1. 《考題難易》★★★★

2. 《破題關鍵》：比較馬克士威爾電橋與海氏電橋之不同

【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：

$$\left(R_M \parallel \frac{1}{j\omega C_M}\right) \times (R_x + j\omega L) = R_2 R_3 \Rightarrow R_x + j\omega L = R_2 R_3 \times \left(\frac{1}{R_M} + j\omega C_M\right)$$

則

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_M}, L_x = R_2 R_3 C_M$$

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_M} = \frac{1.5k \times 100k}{4k} = 37.5k\Omega$$

$$L_x = R_2 R_3 C_M = 1.5k \times 100k \times 0.1\mu = 15H$$

品質因數 Q 為

$$Q = \frac{\omega L_x}{R_x} = \frac{2\pi \times 1k \times 15}{37.5k} = 2.513$$

$$(二) \vec{Y}_H = \frac{1}{R_H + \frac{1}{j\omega C_H}} = \frac{R_H - \frac{1}{j\omega C_H}}{R_H^2 + \frac{1}{\omega^2 C_H^2}} = \frac{\omega^2 R_H^2 C_H^2 + j\omega C_H}{1 + \omega^2 R_H^2 C_H^2}$$

根據 $\vec{Z}_x = \vec{Z}_2 \vec{Z}_3 \vec{Y}_1$

則

$$R_x + j\omega L_x = R_2 \times R_3 \times \frac{\omega^2 R_H^2 C_H^2 + j\omega C_H}{1 + \omega^2 R_H^2 C_H^2}$$

且

$$R_x = R_2 \times R_3 \times \frac{\omega^2 R_H^2 C_H^2}{1 + \omega^2 R_H^2 C_H^2}$$

$$L_x = R_2 \times R_3 \times \frac{C_H}{1 + \omega^2 R_H^2 C_H^2}$$

故

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_H} \times \frac{1}{1 + Q^2}$$

$$L_x = R_2 R_3 C_H \times \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{Q}\right)^2}$$

已知另一待測線圈的品質因數為第(一)小題線圈的 10 倍，則 $Q=25.13$

$$Q = 25.13 = \frac{\omega R_2 R_3 C_H \times \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{Q}\right)^2}}{\frac{R_2 R_3}{R_H} \times \frac{1}{1 + Q^2}} = \omega R_H C_H \times \frac{1 + Q^2}{1 + \left(\frac{1}{Q}\right)^2}$$

$$25.13 = 2\pi \times 1k \times R_H \times 1n \times \frac{1 + 25.13^2}{1 + \left(\frac{1}{25.13}\right)^2} \Rightarrow R_H = 6.33k\Omega$$

志光 保成 學儒

112年 虛實整合

多元學習新型態

重聽OK 旁聽OK

突破傳統上課形式 5大方式彈性又便利

| 面授學習 | 直播學習 | 在家學習 | 視訊學習 | Wifi學習 |

✦學習✦
零時差

同類科各班別
皆可同步直播上課

✦服務✦
零死角

服務緊貼需求
隨時掌握學習狀況

線上
課業諮詢

老師
申論批閱

雙師資
雙循環

多元
補課方式

上榜生
經驗親授

時事
專題講座

歷屆試題
練習

班導師
制度

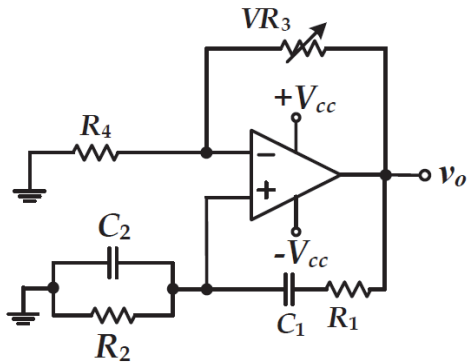
各班服務略有不同，詳情請洽全國志光、保成、學儒門市

五、圖四所示為用於信號產生器可產生正弦波之振盪器電路，運算放大器工作於線性（放大）

區，若選擇 $R_1=R_2=R=20\text{ k}\Omega$ 、 $R_4=1\text{ k}\Omega$ 、 $C_1=C_2=C$ 。（每小題 10 分，共 20 分）

(一)要使電路可維持等振幅振盪，則 VR_3 須為多少？

(二)要使輸出正弦波電壓 (v_o) 的頻率為 795 Hz，則 C 應為多少？



圖四

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》：需瞭解韋恩電橋的操作

【擬答】

$$(一) \beta = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}}$$

欲使電路可維持等振幅振盪，則需滿足下式

$$|A|\beta = 1 + \frac{R_3}{R_4} \geq 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{R_3}{R_4} \geq \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{VR_3}{1k} = 1 + 1 \times 1 \Rightarrow VR_3 = 2k\Omega$$

$$(二) f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} = \frac{1}{2\pi RC}$$

則

$$795 = \frac{1}{2\pi \times 20k \times C} \Rightarrow C = \frac{1}{795 \times 2\pi \times 20k} = 0.01\mu F$$

志光學儒保成

跟著工科學長姐們 戰上榜

我們都是前三名

<p>連過三榜</p> <p>普考 電子工程【狀元】 地特四等電子工程(高市)【榜眼】 曾○富 高考 電子工程【探花】</p>	<p>狀元.榜眼.探花</p> <p>普考 考電信工程【狀元】鐘○翊 地特四等(竹苗區)電子工程【狀元】詹○凱 地特四等(台中市)電力工程【狀元】柯○訓</p>	<p>地特三等(高雄市)電力工程【榜眼】江○展 普考 考電信工程【探花】王○鎧 地特三等(台北市)電力工程【探花】黃○任 地特五等(台北市)電子工程【探花】柯○輝</p>
---	---	---

110年度優秀考取

<p>高考電力工程 廖○禾 高考電力工程 徐○志 高考電力工程 江○展 高考電力工程 邱○輝 高考電力工程 徐○軒 高考電力工程 曾○倫 高考電力工程 陳○宥 高考電力工程 曾○翔 高考電力工程 李○賢</p>	<p>高考電子工程 林○玄 高考電子工程 張○揚 高考電子工程 李○憲 高考電子工程 游○瑋 高考電子工程 何○勳 高考機械工程 鄭○威 高考機械工程 邱○清 高考機械工程 陳○好 高考機械工程 李○誠</p>	<p>高考機械工程 吳○揚 普考電力工程 吳○翰 普考電力工程 李○誼 普考電力工程 蔡○祐 普考電力工程 黃○堯 普考電力工程 席○榮 普考電力工程 曾○翔 普考電力工程 黃○任 普考電力工程 陳○文</p>	<p>普考電力工程 曾○倫 普考電力工程 賴○綸 普考電力工程 陳○祥 普考電力工程 江○展 普考電力工程 盧○源 普考電力工程 陳○昇 普考電力工程 曾○毅 普考電力工程 詹○豪</p>	<p>普考電子工程 張○揚 普考電子工程 黃○皓 普考電子工程 李○齊 普考電子工程 高○辰 普考電子工程 詹○凱 普考電子工程 蔡○典 普考電子工程 林○玄 普考電子工程 王○延</p>	<p>普考機械工程 李○誠 普考機械工程 陳○好 普考機械工程 許○貴 普考機械工程 李○璇 初等電子工程 柯○輝 地特三等電力工程 張○培 地特四等電力工程 盧○源 地特四等電力工程 蘇○禎 因版面有限，無法一一刊登</p>
---	---	---	--	--	---