

113 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
考試時間：1 小時 30 分

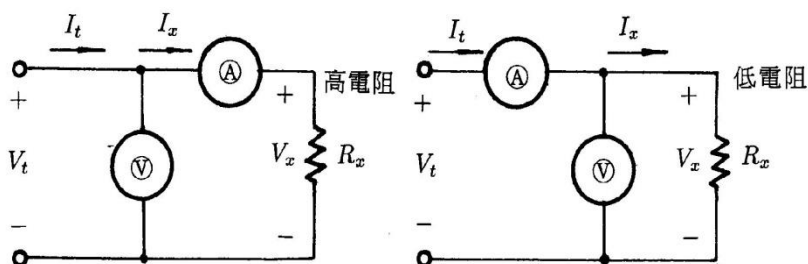
陳銘老師

一、利用伏特—安培表來測量電阻，試分別闡述高電阻測量法與低電阻測量法。(10 分)

1. 《考題難易》：★★★
2. 《解題關鍵》：利用伏特表與安培表的並串效應解釋
3. 《命中特區》：1-4 歐姆檔 範例 5

【擬答】：

兩種不同連接方式如圖所示：



圖(1)高電阻測量

圖(2)低電阻測量

- (一)若需量測高電阻 R_x 時，可採用圖(1)之方式誤差較小，如此電流表的讀值即為負載電流，因為量測電阻 R_x 遠大於 R_A ，故電壓表之值約等於負載電壓。
- (二)若需量測低電阻 R_x 時，可採用圖(2)之方式誤差較小，如此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_x ，故電流表之值約等於負載電流。

二、試繪出數位複用表 (Digital Multimeter, DMM) 之基本構造方塊圖，並詳述各方塊的功能。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：類比與數位如何轉換
3. 《命中特區》：5-1 數位電表 內容

【擬答】：

方塊圖如圖 1 所示，主要的方塊圖之作用說明如下。

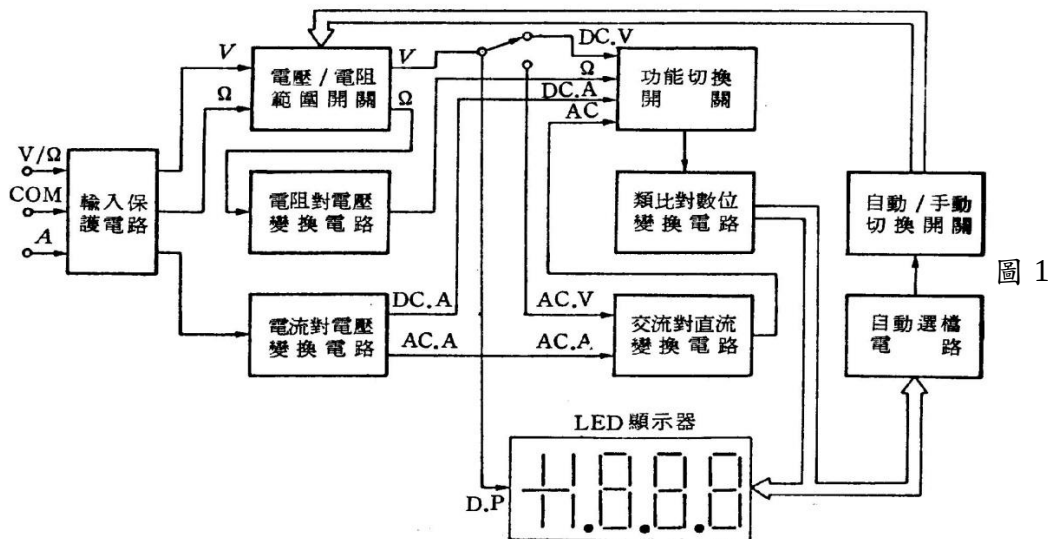


圖 1

(一)類比轉換電路(A/D)與 LED 顯示：如圖 2 所示。

A/D 轉換器為 DMM 的心臟，將待測信號經輸入電路轉換得到的直流電壓，經過 A/D 轉換器形成數位式的脈波信號，再經過計數器由 LED 顯示。

(二)輸入保護電路

利用分壓定理即可求出輸出。

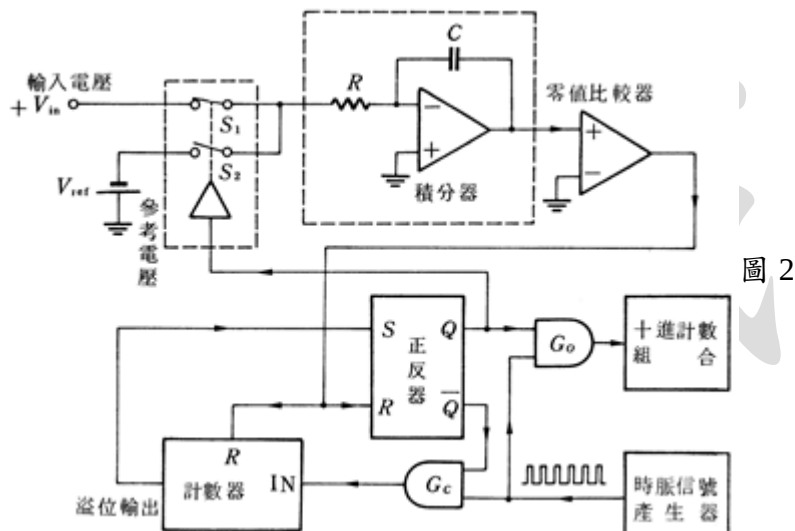


圖 2

(三)電阻對電壓轉換

將待測電阻透過放大電路轉換成直流電壓輸出。

(四)電流對電壓轉換

將待測電流透過放大電路轉換成直流電壓輸出。

(五)交流電壓對直流電壓轉換

利用 OPA 與二極體組成的精密半波整流電路，輸出接至 RC 低通濾波電路即形成均值檢波器。

三、試繪出三安培計法量測電路圖，並詳述如何測量負載之單相交流功率與功率因數。(25 分)

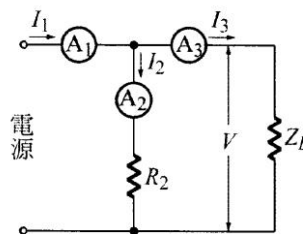
1. 《考題難易》：★★★★

2. 《解題關鍵》：利用功因與電流求法證明

3. 《命中特區》：6-10 瓦特表與瓦時計 內容

【擬答】：

$$(-) \text{如圖所示, } pF = \frac{I_1^2 - I_2^2 - I_3^2}{2I_2I_3}; P = \frac{R_2 \times (I_1^2 - I_2^2 - I_3^2)}{2}$$



說明如下

假設電路並聯電壓為 V ，負載 $Z = R_L + jX_L$

因此總阻抗為 $Z_T = R_2 // Z = (R_L + jX_L) // R_2 \Rightarrow Y_T = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_L + jX_L}$

$$|Y_T| = \frac{|(R_2 + R_L) + jX_L|}{R_2 \times (R_L + jX_L)} = \frac{\sqrt{(R_2 + R_L)^2 + X_L^2}}{R_2 \times \sqrt{R_L^2 + X_L^2}}$$

$$1. \text{ 負載之功因為 } pF = \frac{R_L}{\sqrt{R_L^2 + X_L^2}}$$

$$I_1 = |Y_T| \times V = \frac{\sqrt{(R_2 + R_L)^2 + X_L^2}}{R_2 \times \sqrt{R_L^2 + X_L^2}} \times V ; I_2 = \frac{1}{R_2} \times V ; I_3 = \frac{1}{\sqrt{R_L^2 + X_L^2}} \times V$$

$$\frac{I_1^2 - I_2^2 - I_3^2}{2I_2I_3} = \frac{\left[\frac{\sqrt{(R_2 + R_L)^2 + X_L^2}}{R_2 \times \sqrt{R_L^2 + X_L^2}} \right]^2 - \frac{1}{R_2^2} - \frac{1}{R_L^2 + X_L^2}}{2 \times \frac{1}{R_2} \times \frac{1}{\sqrt{R_L^2 + X_L^2}}} = \frac{\frac{2R_2R_L}{R_2^2 \times (R_L^2 + X_L^2)}}{\frac{2}{R_2 \times \sqrt{R_L^2 + X_L^2}}}$$

$$= \frac{R_L}{\sqrt{R_L^2 + X_L^2}} = pF$$

2. 負載之實功為 $P = I_3^2 \times R_L$

$$\frac{I_1^2 - I_2^2 - I_3^2}{2} = \frac{\left[\frac{\sqrt{(R_2 + R_L)^2 + X_L^2}}{R_2 \times \sqrt{R_L^2 + X_L^2}} \right]^2 - \frac{1}{R_2^2} - \frac{1}{R_L^2 + X_L^2}}{2} \times V^2 = \frac{2R_2R_L}{R_2^2 \times (R_L^2 + X_L^2)} \times V^2$$

$$= \frac{R_L}{R_2 \times (R_L^2 + X_L^2)} \times V^2$$

$$P = R_2 \times \frac{I_1^2 - I_2^2 - I_3^2}{2} = \frac{R_L}{(R_L^2 + X_L^2)} \times V^2 = I_3^2 \times R_L$$

四、試詳述馬克斯威爾電橋 (Maxwell Bridge) 用於測量電感器上的適用範圍，並推導出待測電感的電感量 L_x 、電阻值 R_x 與品質因數 Q 。(20 分)

1. 《考題難易》：★★

2. 《解題關鍵》：應用對邊相乘相等後證明

3. 《命中特區》：3-4 交流電橋內容

【擬答】：

(一)如圖所示

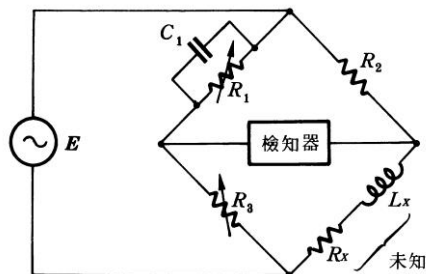


圖 3-20

$$1. R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}; L_x = R_2 R_3 C_1$$

$$2. Q = \frac{\omega L_x}{R_x} = \omega R_1 C_1$$

當檢知器電流為 0 時，則對邊阻抗相乘後相等，如下式所示：

$$\left(R_1 // \frac{1}{j\omega C} \right) \times (R_x + j\omega L) = R_2 R_3 \Rightarrow R_x + j\omega L = R_2 R_3 \times \left(\frac{1}{R_1} + j\omega C \right)$$

則

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

且

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

3. 因為 R_2 與 R_3 為相對臂，相角為 0，因此待測臂與相對臂之乘積相角亦需為 0，當 Q 值很大時 ($Q > 10$)，則 $\omega L_x \gg R_x$ ，表示相角接近 90 度，故相對臂之相角須接近 -90 度，此時 $R_1 \gg \frac{1}{\omega C_1}$ ，此方法不易獲得；反之，若 Q 值很小時 ($Q < 1$)，則 R_1 應極小，調整平衡更不易，因此馬克士威爾電橋僅適合於 Q 值介於 1~10 之間的測量。


站上工科巔峰

志光
學儒
保成

電力工程

電子工程

機械工程

電信工程

112高普考&111地方特考 TOP10 強勢上榜

狀元	榜眼	探花
高考 電力工程 許○軒 高考 電子工程 郭○瑞	普考 電力工程 許○軒 地特三等(台北市) 電子工程 郭○瑞 地特四等(台北市) 電力工程 張○境	普考 電力工程 呂○勳 地特四等(台北市) 電子工程 楊○榮 地特四等(高雄市) 電子工程 何○宇

【全國第四】 普考 電力工程 林○彬

【全國第五】 普考 電力工程 莊○鈞

【台北市第五】 地特三等 電子工程 薛○文

【全國第六】 普考 電信工程 朱○萱

【全國第七】 普考 電子工程 王○延

【全國第八】 高考 電力工程 林○彬

【全國第八】 高考 電子工程 黃○源

【全國第八】 普考 電子工程 黃○軒

【全國第十】 高考 機械工程 徐○甫

優秀考取 菁英薈萃

高考 電力工程 孫○勝

高考 電力工程 呂○勳

高考 電力工程 郭○謙

高考 電力工程 林○佑

高考 電力工程 許○騰

高考 電力工程 莊○鈞

高考 電力工程 王○宏

高考 電力工程 陳○文

高考 電力工程 汪○懷

高考 電力工程 蔡○穎

高考 電力工程 羅○璋

普考 電力工程 郭○宗

普考 電力工程 孫○勝

普考 電力工程 蔡○祐

普考 電力工程 蔡○穎

普考 電力工程 王○宏

普考 電力工程 賴○允

普考 電力工程 蔡○翰

普考 電力工程 陳○萱

普考 電力工程 蔡○典

普考 電力工程 周○明

高考 電子工程 林○陞

普考 電子工程 鄭○棠

普考 電子工程 蔡○恩

普考 電子工程 林○仁

普考 電子工程 郭○謙

普考 電子工程 賴○憲

普考 電子工程 林○陞

高考 機械工程 翁○駿

普考 機械工程 賴○儒

普考 機械工程 張○傑

普考 機械工程 余○緯

普考 機械工程 官○麟

普考 機械工程 廖○瑄

普考 機械工程 賴○儒

普考 機械工程 翁○駿

普考 機械工程 徐○甫

普考 機械工程 陳○昇

普考 機械工程 高○倫

普考 機械工程 應○宏

普考 機械工程 黃○吉

普考 機械工程 盧○方

普考 機械工程 張○傑

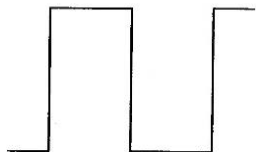
版面有限 無法一一刊登

五、當一方波測試波形輸入至放大器後，其方波測試的輸出波形可能呈現低頻衰減、高頻衰減、低頻相位超前、低頻相位落後以及振鈴現象。試繪出並解釋以上五種方波測試的輸出波形。(25 分)

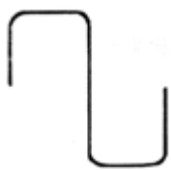
1. 《考題難易》：★★★★★ (最難 5 顆星)
2. 《解題關鍵》：方波測試下的低頻與高頻響應
3. 《命中特區》：2-2 示波器的使用內容探棒

【擬答】：

加入方波測試如圖所示，方波是由基本波與無數個奇次諧波組成。



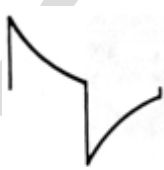
(a)高頻衰減



(b)低頻衰減



(c)低頻相位超前



(d)低頻相位落後



(e)振鈴現象



(a)高頻成分出現於轉換區域，圖(a)在高頻部分出現衰減現象。

(b)低頻成分出現於水平區域，圖(b)在低頻部分出現衰減現象。

(c)在基本波部分已出現低頻相位超前現象。

(d)在基本波部分已出現低頻相位落後現象。

(e)高頻部分增強且產生振鈴現象。



志光 學儒 保成

工科上榜養成規劃

法科架構班
結合實務例子
建構法科概念

扎實正規班
完整堂數
循序漸進

獨家 進階課程
圖解階段複習
解題技巧灌輸

工科全科班
公職+國營
一次到位



主題題庫班
主題教學
考點分析

精華總複習
掌握考點
增強實力

全真模擬考
比照真實考試
檢視應考實力

考前關懷講座
名師最終提點
觀念更加清晰

詳細課程內容，歡迎至志光學儒保成全國門市洽詢

