

五年制專科學校適用

電 工 實 習

第 二 冊

呂 理 雄
鄭 光 超 編 著

臺 灣 開 明 書 店 印 行

電 工 實 習

〔第二冊〕

呂 理 雄
鄭 光 超 編 著

臺灣開明書店 印行

民國六十年十二月初版發行
民國六十五年一月五版發行

每冊基價一元四角

(按照同業規定倍數發售)

電 工 實 習

[冊二第]



印 翻 准 不 • 權 作 著 有

主 編 者 國 立 編 譯 館

編 著 者 呂 理 雄 鄭 光 超

補 助 機 關 國 家 科 學 委 員 會

發 行 人 劉 甫 琴

印 刷 者 臺 灣 開 明 書 店

總發行所

臺北市中山北路一段七七號
電話 二五五九 二五〇八三 號
郵局劃撥賬號第一二五七號

臺灣開明書店

行政院新聞局登記證：局版臺業字第〇八三七號

編輯大意

1. 本書為五年制工業專科學校電機工程科教學課本而編寫。除供五年制工專電機工程科教學之用外，並可供電機工程從業人員參考。
2. 本書之實驗項目包括電工原理、電磁測定及交流電路，共二十八項目。
3. 本書儘量採取較實用之有關電路實驗，惟各校設備不同，任課教授可依原設備酌予增減實驗項目配合使用。
4. 本書內容之選擇及排列，除根據編者教學經驗及參考國內外之有關書刊外，並承游福照、吳銘黨、余標憲諸先生之賜助得以完成，謹致謝忱。
5. 本書係利用課餘編撰，雖經多次校訂，但疏漏難免，敬盼諸先進及讀者，隨時賜予指正，俾再版時藉以訂正。

編著者謹識

六十年十二月 於臺北工專

電 工 實 習 (第二冊)

目 錄

實 驗 一	直流電表.....	1
實 驗 二	直流電位計.....	6
實 驗 三	線性電阻及非線性電阻.....	13
實 驗 四	線性電阻之串聯、並聯及混聯電路	19
實 驗 五	線性及非線性電阻之串聯電路.....	25
實 驗 六	電阻與溫度之關係.....	29
實 驗 七	最大電功率轉移實驗.....	33
實 驗 八	Δ -Y 變換.....	38
實 驗 九	電容器的電荷分佈.....	43
實 驗 十	串聯和並聯電容.....	48
實 驗 十一	普用 R - C 時間常數曲線.....	53
實 驗 十二	惠斯登電橋之認識及使用法.....	59
實 驗 十三	雙比電橋.....	66
實 驗 十四	電解液電阻及接地電阻之測定.....	72
實 驗 十五	直流回路.....	78
實 驗 十六	RLC 串聯調諧電路之頻率響應	83
實 驗 十七	並聯調諧電路之共振.....	89
實 驗 十八	RLC 並聯調諧電路之頻率響應	94
實 驗 十九	磁化特性.....	99

實 驗 二 十	單相有效功率及無效功率之測定.....	106
實驗二十一	以三伏特計法，三安培計法測定單相功率因 數及電功率.....	113
實驗二十二	三相制之電壓與電流.....	118
實驗二十三	三相有效功率及無效功率之測定.....	124
實驗二十四	相序之測定.....	130
實驗二十五	非正弦波之分析.....	136
實驗二十六	半導體特性實驗.....	148
實驗二十七	電晶體特性實驗.....	158
實驗二十八	SCR 特性實驗	166

實 驗 一

直 流 電 表

【目 的】

爲了解直流電表之測定範圍。

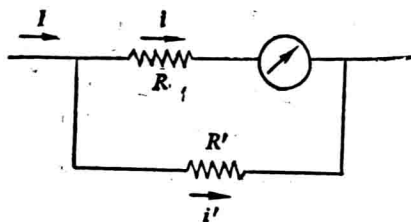


圖 1-1

【實驗項目】

1. 直流電流表測定範圍之擴大。
2. 直流電流表作電壓測量法。

【原 理】

1. 如圖 1-1, 設電流表之內阻爲 R , 其分流器之電阻爲 R' ,

$$\text{則: } i = \frac{R'}{R + R'} I$$

$$\therefore I = \frac{R + R'}{R'} i = \left(1 + \frac{R}{R'} \right) i \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{令 } 1 + \frac{R}{R'} = n, \quad I = ni$$

n 稱為分流比，因此，當並聯一分流器其電阻 $R' = \frac{R}{n-1}$ 時，則可測量比額定大 n 倍之電流。

2. 同上之電流表，其內阻為 R ，當串聯一電阻 R'

則：如圖 1-2 $E = (R + R')I$ 由此式可知，只要改變此串聯電阻 R' ，即可改變電壓之測定範圍。

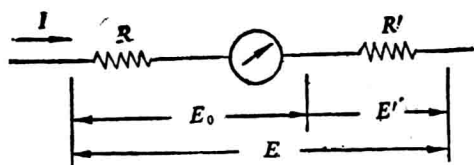


圖 1-2

如有一電壓表其內阻為 R ，滿標度電壓為 E_0

$$\text{則 } E = E_0 + E' = E_0 + IR' = E_0 + \frac{E_0}{R} R'$$

$$= \left(1 + \frac{R'}{R}\right) E_0$$

令 $n = 1 + \frac{R'}{R}$ n 為此電壓表之擴大倍數，則只要原來之電壓表再串聯一電阻 $R' = (n-1)R$ 即可使其量限比額定大 n 倍。

【儀 器】

1. 直流電源（整流器或蓄電池）30V. E
2. 可變電阻器 600Ω 1A. P
3. 可變電阻器 600Ω 0.5A. r
4. 插塞式十進電阻器，最大電阻 999.99Ω . K
5. 直流電流表 30mA 可動線圈形。A'

6. 標準電流表 $500\text{mA D.C. } A$

7. 標準電壓表 $30\text{V D.C. } V$

【實驗方法】

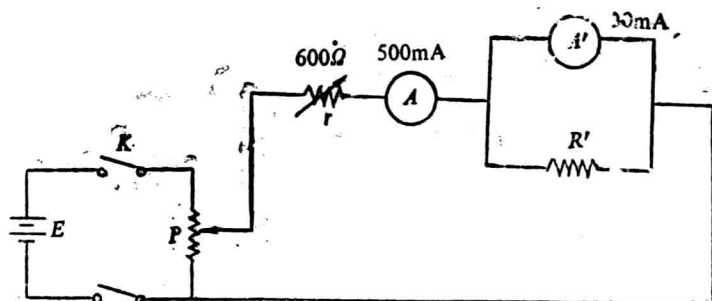


圖 1-3

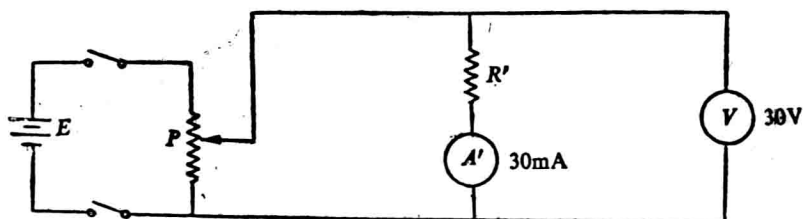


圖 1-4

1. 在圖 1-3 中，選定所欲實驗之分流比 n ，計算 R' 值，然後調整十進式電阻為此值，調節 P 及 r 使 A' 之讀值自 0 變化至最大，分別記下此時之 n ， R' ，電流表 A' 及標準電流表 A 之指示。
2. 改變他值之 n 及 R' ，做上述同樣實驗及記錄。
3. 在圖 1-4 中，選定所欲實驗之電壓，然後由電流表之內阻及額定電流算出所需之串聯電阻 R' 值，調十進電阻器為此值。
4. 改變 P 可變電阻使 A' 由 0 變化至最大，記下此時之 R' 及各值之 A' 與 V 之指示。

5. 改變其他 R' 值, 重做此實驗。

【實驗記錄】

直流電流表 A' 之滿標度電流 $i = \underline{\hspace{2cm}} \text{ amp.}$ 內阻 $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

記 錄 表 1-1

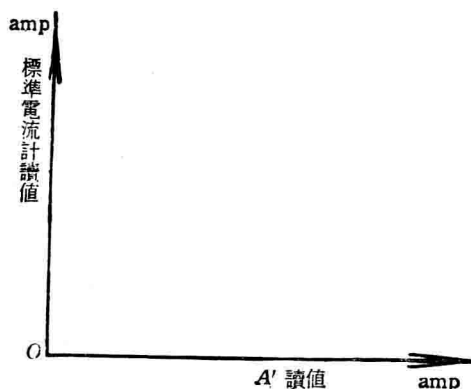
$n = \quad, R' =$		$n = \quad, R' =$		$n = \quad, R' =$	
A'	A	A'	A	A'	A

記 錄 表 1-2

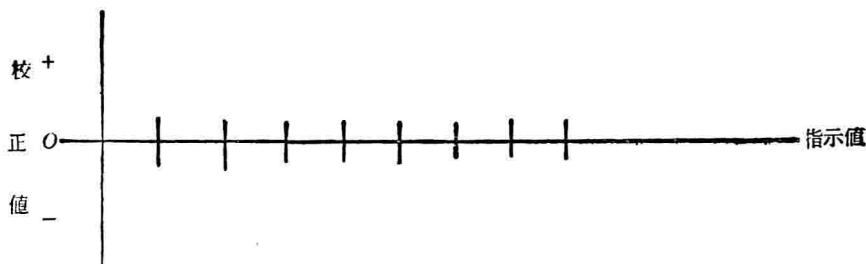
$R' =$		$R' =$		$R' =$	
A'	V	A'	V	A'	V

【問題及研討】

1. 由記錄表 1-1 之結果, 以標準電流計讀值 A 為縱軸, 電流計 A' 之讀值 A' 為橫軸, 在普通座標紙上繪出其曲線。



2. 以標準電流計之讀值為真值, 以直流電流計 A' 之讀值代入原理第一式所得之計算值為指示值, 計算校正值(等於真值減指示值), 並以座標紙繪圖。
3. 從記錄表 1-2 之結果, 以標準電壓表讀值為橫軸, 以電流計讀值為縱軸, 在座標紙上繪圖。
4. 以標準電壓計讀值為真值, 以電流計之讀值代入計算式, 所求得之計算值為指示值, 同問題(2)求其校正值, 並以座標值繪出其結果。



5. 說明可動線圈型儀表之優點; 為何在直流測定上均使用之。
6. 自行討論。

實 驗 二

直 流 電 位 計

【目 的】

熟悉直流電位計的基本原理，及其利用方法。

【實驗項目】

1. 測定各種電池之電動勢及其內阻。
2. 校準直流伏特計。
3. 校準直流安培計。

【原 理】

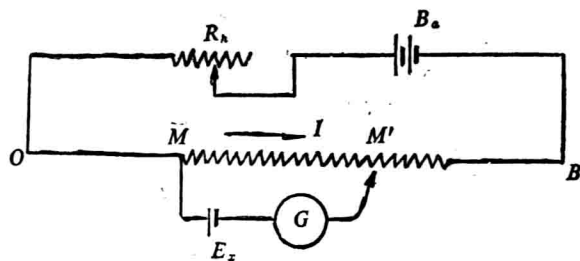


圖 2-1

圖 2-1 示為電位計之簡單原理，一電池 B_a 供給一穩定電流 I 於電阻線 OB 兩端，令滑線剛好在 MM' 兩點時，恰使此 MM' 兩端之電壓降，與待測電池之電動勢相等，則檢流計 G 中沒有電流流通，則不發生偏轉。如果電阻線 OB 間之電壓降已先用標準電池校準過，則可在電阻線上刻劃出電壓值，因此 MM' 間之電壓讀數，即為待測電池之電動

勢。

注意此法中，待測電池並不供給任何電流。因此，檢流計 G ，及電池 E_x 之內阻並不發生電位降落，此乃其最大特點。圖 2-2 所示為日本橫河 (YEW) 出品型號 2727 之直流電位計內部線路圖。

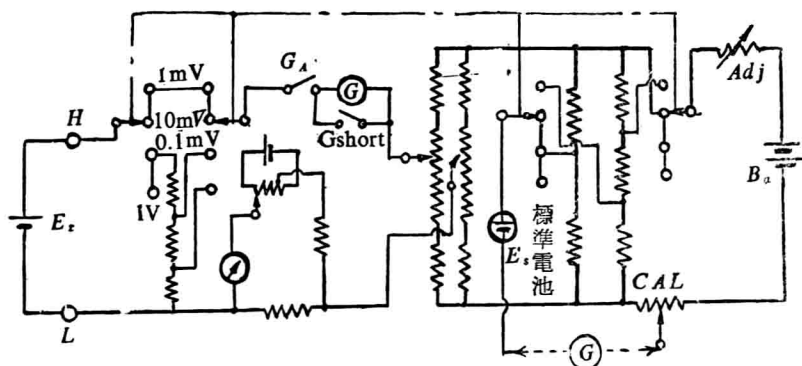


圖 2-2

電位計與標準電阻合用，亦可用以量度電流及校準電流表。如圖 2-5 所示：

$$I = \frac{E_x}{R_s} \quad R_s: \text{標準電阻}$$

【儀 器】

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 電位計 | 2. 開關 |
| 3. 待測電池 | 4. 標準電阻 |
| 5. 待校正電壓表 | 6. 待校正電流表 |
| 7. 可變電阻器 | |

【實驗方法】

1. 測定前之校正

- (1) 旋轉紅色 Function 開關至標準電池 E_s 位置, 此時不要按檢流計之 G_A 按鈕開關。
 - (2) 置測定盤 I、II、III 於任意位置。
 - (3) 置檢流計靈敏度開關於 Bcheck 之位置, 視檢流計指針是否於 B 藍色範圍內, 轉靈敏度開關至 G_2 位置, 調整檢流計之零點, 使指針歸零。
 - (4) 按下 G_A 按鈕, 旋轉電流調整器之粗調整旋鈕 (黑色), 使檢流計指針回至零點, 置靈敏度開關於 G_1 , 旋轉電流調整器之細調整旋鈕 (紅色), 使指針確實為零指示。此時測定盤之數字已為標準電池校正完畢。
2. 測定電池之電動勢及內阻 (此時熱電偶補償器開關在 OFF 位置)
- (1) 如圖 2-3 接線, 接線時注意待測電池與電位計之極性。

至電位計之 E_x 端

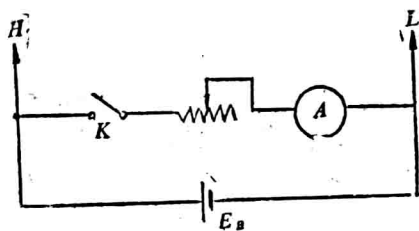


圖 2-3

- (2) 旋轉紅色之 Function 開關至 E_x^+ 或 E_x^- 位置, 以黑色 Function 開關, 選擇適當之測定範圍。
- (3) 壓下檢流計 G_A 按鈕開關, 旋轉測定盤數字, 直到使檢流計指示為零時止, 則未知電壓可由下式算出。

$E_x = \pm (\text{測定盤數字之總和}) \times (\text{倍數})$, 正負符號係以

Function 開關之位置而決定。

- (4) 按下開關 K , 調整可變電阻器, 使待測電池供給一適當值之電流。
- (5) 待測電池供給 I 電流後, 重覆 (1)-(3) 之步驟, 量出此時之端電壓 V 。
- (6) 由 (3) 測出之電動勢 E_x 及 (5) 之端電壓及電流 I , 可求出電池之內阻

$$r_b = \frac{E_x - V}{I} \quad (\text{歐姆})$$

- (7) 調換其他電池, 分別測出其電動勢及內阻, 記錄於表 2-1。

3. 校準伏特計

- (1) 按圖 2-4 接線後, 接至電位計 E_x 端。
- (2) 將可變電阻器之滑動點移至最右端, 使其電壓為零, 按下開關 K , 調整可變電阻器, 使伏特計有電壓指示, 然後用電位計同時量其電壓。
- (3) 以電位計之電壓為標準, 減去伏特計之讀數得到校正值, 記錄於 2-2 表。
- (4) 改變不同之電壓, 作此相同之實驗步驟。

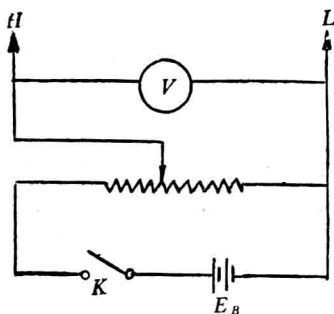


圖 2-4

4. 校準安培計

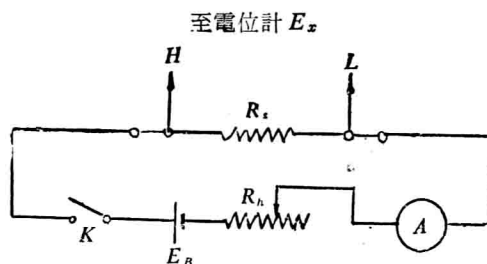


圖 2-5

- (1) 將圖 2-5 標準電阻 R_s 兩端接至電位計之 E_x 兩端。
- (2) 分數次改變可變電阻 R_h 記下電流讀數，並用電位計分別量各電流在標準電阻 R_s 二端之電壓降。
- (3) 記下電位計讀數並計算標準電流值，記錄於表 2-3，並以標準電流值減去安培計之指示值得校正值。

【實驗記錄】

表 2-1

電池種類 及牌號	電動勢 E_x	內 阻			備 註
		V	I	$r_b = \frac{E_x - V}{I}$	

表 2-2

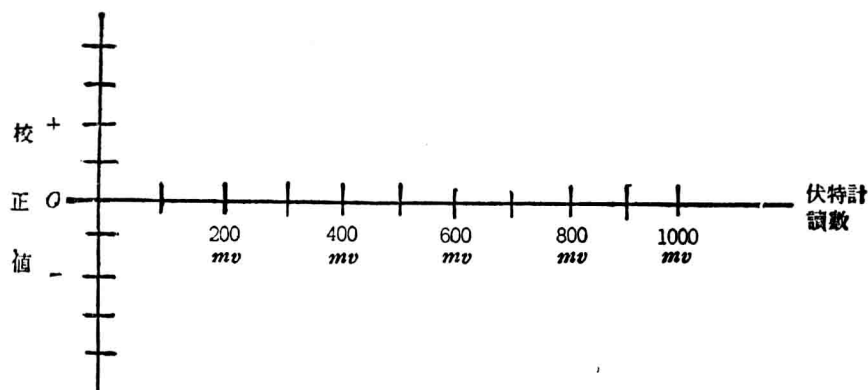
伏特計種類 及量限	伏 特 計 讀 數 V	電 位 計 讀 數 E_x	校正值 $\pm V$	百分誤差 $\pm \%$

表 2-3

安培計種類及量限	安培計讀數 I	電位計讀數 E_x	$I_s = \frac{E_x}{R_s}$	校正值 $\pm$	百分誤差 $\pm \%$

【問題及研討】

1. 由 2-2 表之記錄, 用座標紙繪出伏特計之校正曲線。



2. 由 2-3 表之記錄, 用座標紙繪出安培計之校正曲線。

