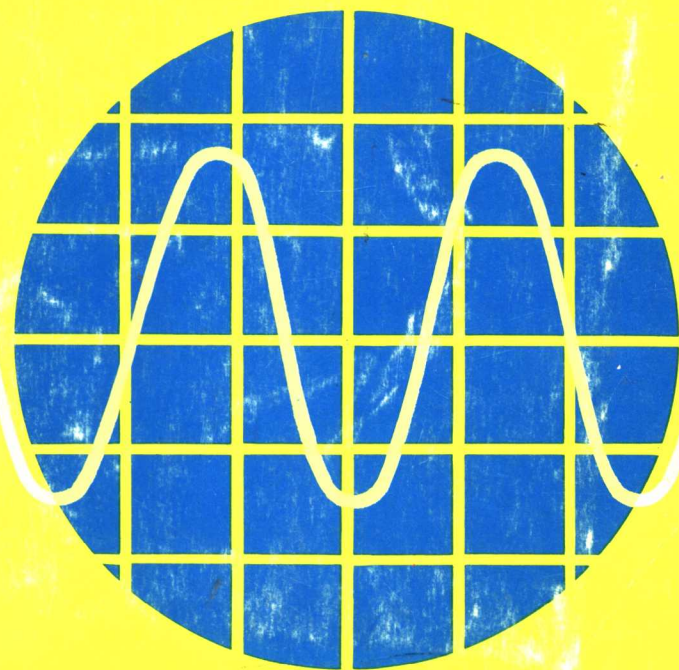


# 實用電子學(四)

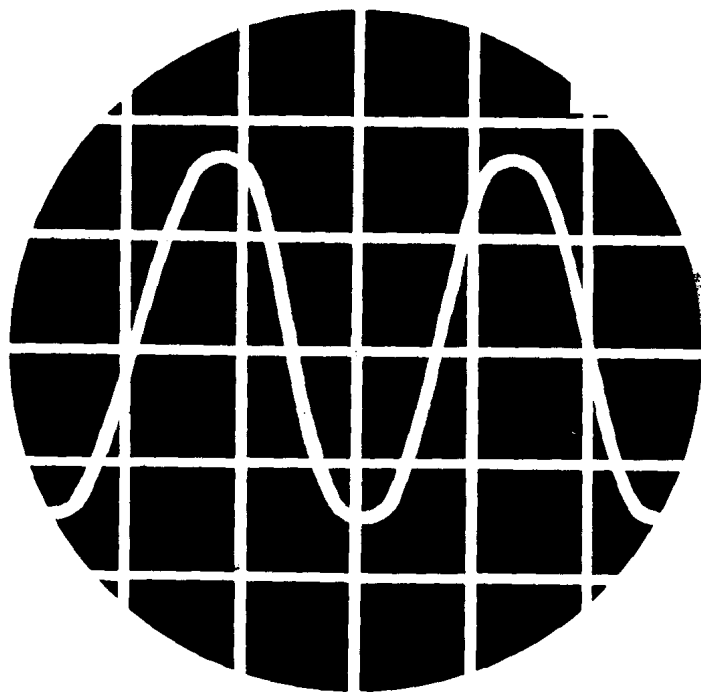
魯鐵編譯



知識叢書出版社

# 實用電子學(四)

魯鐵編譯



知識叢書出版社

翻印必究 版權所有

## 實用電子學(四)

編者：魯鐵

出版者：知識叢書出版社  
香港九龍彌敦道14號18樓

承印商：通文印刷公司  
香港九龍斧山道12A

<b>第一章 資訊的表示法</b>	<b>1</b>
—類比與數位系統	
<b>第二章 布耳代數</b>	<b>25</b>
—二值資訊	
—基本連接符號的記法	
—倒數	
—真實表	
—布耳代數的規則與定理	
—交換電路設計	
<b>第三章 分解與綜合</b>	<b>77</b>
—坎諾圖	
—邏輯符號	
—互斥「或」	
—邏輯的識別	
<b>第四章 半導體交換電路</b>	<b>97</b>
—無源閘	
—邏輯位準	
—負載效應	
—有源閘	
—AND, OR, NOT 邏輯	
—NAND, NOR 邏輯	
—電晶體邏輯	
—分布功能	
—TTL	

一雜訊消除

## 第五章 順序交換電路

179

- 一基本複振器
- 一非穩定
- 一單穩定及雙穩定複振器
- 一雙穩定作儲存
- 一SRT雙穩定
- 一雙穩定作除法器

## 第六章 數字系統及電碼

243

- 一十進位
- 一八進位及二進位數字系統
- 一變換
- 一補數及負數
- 一補數記號
- 一二進位算術
- 一BCD
- 一互補電碼
- 一非權衡碼
- 一誤差偵錯碼

## 第七章 暫存器與計數器

269

- 一資料傳送
- 一暫存器與移位暫存器
- 一二進位計數器
- 一低向計數器
- 一解碼

## 附 錄 工作手冊題解

287

# 第一章 資訊的表示法

---

## 緒 論

在本課題中，我們將要舉出實際的例證以及實驗之助，研討在設計交換電路時所涉及的基本原理。在進行這項工作之前，最重要的一點我們必須認清的是，交換電路只處理由離散位準所組成的資訊，這跟一般電子電路完全不同。組成資訊的離散位準，可能為電壓，也可能為電流，這是因為可以假定為一個開關，只能為二個位置之一，即或開或關，主要並非信號的大小，而是某種特殊位準的存在或是不存在。

跟一般電子電路相比，一般電子電路均可視為其中信號為連續可變的量。以一般常見的無線電機來說，由廣播發射機接收到極微弱的信號，先經過選擇，然後予以放大到足以推動揚聲器的功率位準。在這種情況，在每一級所處理的信號其大小以完全清楚最好。同時其信號可能從若干微伏的輸入，而連續變化成爲一瓦或二瓦的功率輸出。

爲了增進你對此一重要課題的澈底瞭解，本章其餘的部份還要探討資訊表示所包含的基本觀念。

## 基本觀念

資訊表示法所包括的兩個基本觀念為：

- (a) 連續變量的運用。
- (b) 離散位準的運用。

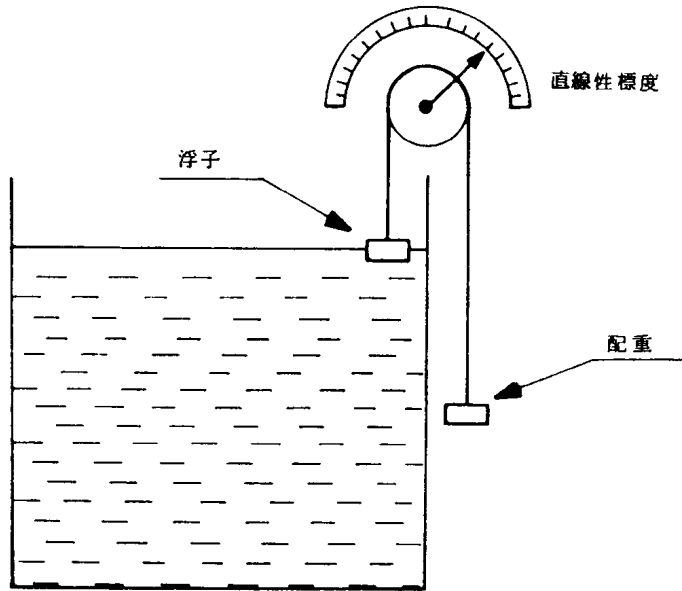
現在我們首先就利用連續變量來考慮資訊的表示法。

---

### 用連續意義的表示法

假定要我們想方法測量儲存於水槽中液體的體積，而其資料必定要以連續的變量來表示。如圖 1.1 所繪即為解決此問題的方法之一。其中利用浮球的位移來帶動經過標度的指針。如果該標度以公升為單位表示，我們一眼就可看出儲存於池中液體的體積，在基本上來說，因為在槽中的液體之量與高度成比例，這種系統的運算方式沒有問題。換句話說，容積與高度之間的關係可以數學的方式來定出，而假定這種關係是直線性的，我們可以如圖中所示分成若干相等的等份來標度。每一小格就代表相等的容積的增量，這樣標度讀起來最方便。如果指針指於所標之刻度之間，對於估量讀數也很有幫助。不過，要是容積與液體之間的高度其間關係不是成直線性的話，爲了要表示相等的容積增量，其標度就必須分爲不相等的間隔。顯然地，這對於標度的讀法就更加困難，不過應該明白的是，無論任何一種情況，整個系統的精確度受到限制。

像這類的系統會定有一個特殊的名稱，都稱爲類比 ( Analogue ) 系統，因為在某些方面來說，對於我所欲量度的物理量的變化而言，其作用是相類似的。圖 1.1 所示系統真正爲機械類比，將浮體的運動變成荷載指針軸的記號。如果我們能利用浮體的運動，以控制電壓取代運動的指針，我們即可獲得該系統電的類比。利用浮體的運動轉動電位器的軸就不會有困難。



■ 1-1

在稍後的實驗中，我們就要利用一個電位器，觀察如圖 1.1 所示系統電的類比之作用。我們可假定此電位器的軸係由浮體的運動所推動。關於此點實際上極有價值，浮體的運動就相當於提供很小的機械的轉矩，而所用之電位器必定要轉動靈活。

不過，在作實驗之前，其工作手冊 (Work Book) 的觀念，及其使用時所持的態度，都有介紹與解說的必要。



## 工作手冊

在你研讀相當一段時間之後，就要以回答問題，或是解問題的方式查證你學習情形。這項工作都該完成而且記入隨本課題一道的檔案中。像這種小冊子就稱為“工作手冊”，而在教材中通常都簡稱W. B. 隨着為數碼，稍後即將詳細說明。應該記住的是，這是屬於你個人的工作手冊，如果作得完整無缺，即可作為在你學習期間完成理論以及實作工作的個人記錄。

### A. 理論性問題

這方面的問題都以在任何時刻所講述過的理論方面的工作為準。全部答案都在教科中有關理論中，因此不必另作記錄。假如你發現你不能完全回答問題，你就該檢討在此階段關於理論方面的學設並不透澈，你應該把握重點重新仔細學習。

在工作手冊中理論方面的問題用附加的(A)表示，例如：

#### 1.3 (A)表示理論問題

### B. 實用問題

這一部份與實驗直接有關。通常都留有空白處，專供你在每一次作實習時用來畫出電路圖之用，你所得出的結果亦可記入所備的表格中。這樣還可以與教科書中所備標準答案作比較。每個實驗的結論都以問題的方式舉出重點，要你作答。同時，由於這方面的資料都已包括在教材中，所以不單獨列出答案。

在工作手冊中，實作問題都用附加字(B)表示。

### C. 一般問題

這方面的問題通常都很完備，可能以理論為主，或是實作工作為主，甚至二者兼顧。這些問題可能在任何時刻所曾講授的各專題有關。在工作手冊中一般問題都用附加字(C)表示，這類問題的答案都列於教材的末尾。

在教材中，你還會發現配合工作手冊的數碼的形式，並且總用黑框圍住。

例如：

W.B. 1.1(A)至 1.3(A)

此一例子表示關於在該課題中，你應該參閱你的工作手冊，所欲回答理論方面的問題包含在 1.1 (A) 至 1.3 (A) 中。在這種情況，回答該問題所需的資料你可以在 1.3 至 1.5 頁找到，有關資料也都曾講過。找出原案照抄回答問題十分簡單，但以這種方式對你有害無益。最好的辦法是吸取並牢記該項資料，而學習，在於仔細研讀教材，然後設法用你自己的詞彙寫出所要求的答案。當然，像有的答案特別短，而只需用某種專有名詞，就另當別論，不過，如果可能應該儘量用你自己的詞彙回答。

在實作工作中用了相同的數碼，像這種情況在實驗標題之後即出現這種數碼。例如：

實驗 1a 用電位器作類比元件

W.B. 1.4(B)

該數碼表示此實驗的圖與結果，應該記於你的工作手冊中的 1.4 (B)。在作下面的實驗中該工作手冊所用的詳細步驟亦予說明。

## 實驗1a

## 用電位器作類比元件

W.B. 1.4(B)

### 目的

運用電位器作電的類比，模擬對水池液體容積作連續量度。

### 實驗器具

測試儀表，其他組件如圖所示。

### 準備工作

準備工作

置電源控制至：切斷

置電源選擇器至：V

置多用表控制V至：10

S至：V

**註：除非另有說明，全部實驗均應按上面說明定置。**

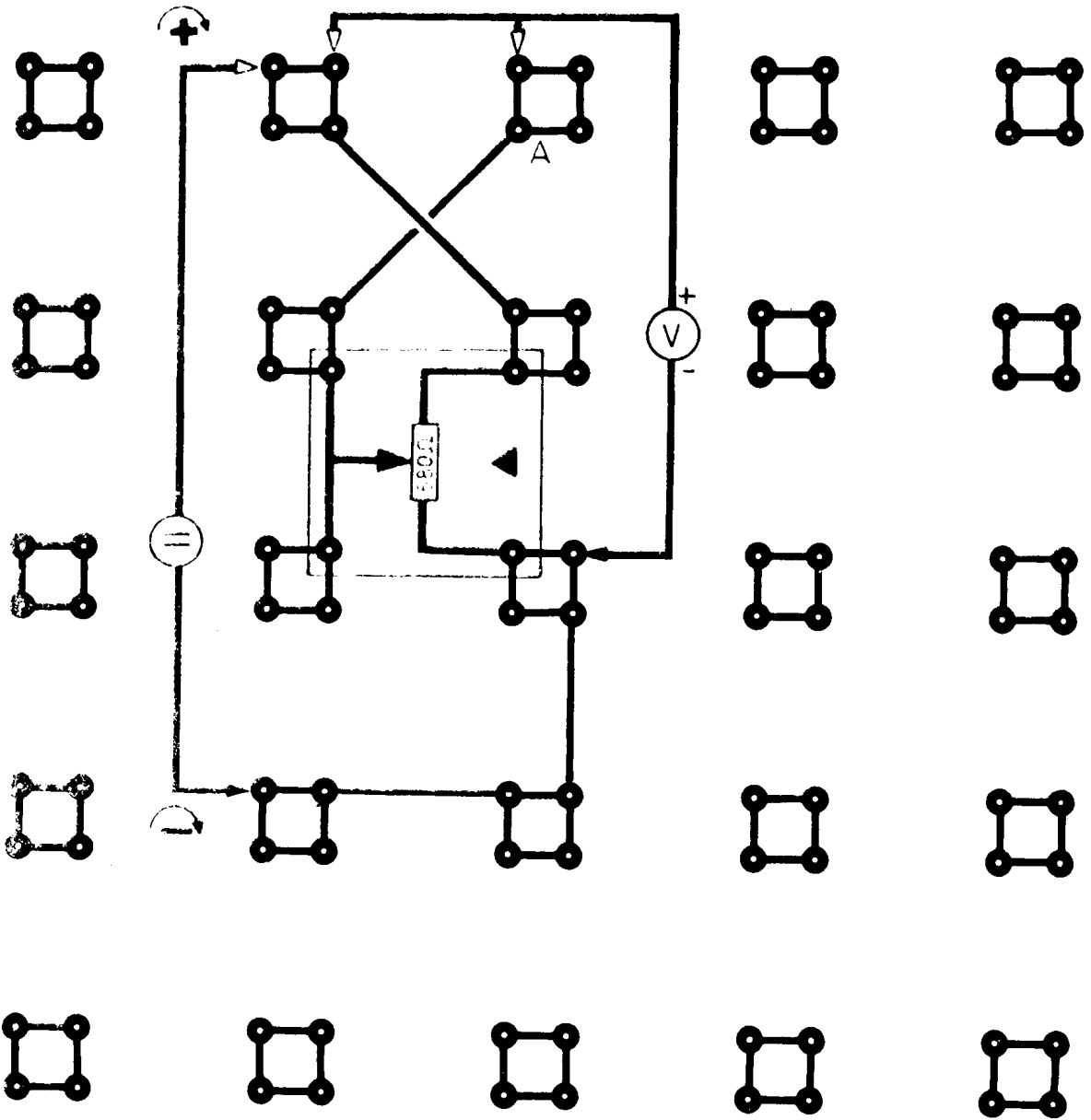
工作手冊參考資料見實驗標題之後所列。在你的工作手冊中找出1.4(B)，利用該頁上端的空白繪出本實驗的源路圖。將實驗時所測得結果記入表1.1中。

假定該水池最大容量為50公升。我們必須選妥以電的類比相當電壓，對以公升為單位的實際容積為標度。其標度所選方式為：

$$5 \text{ 伏} = 50 \text{ 公升}$$

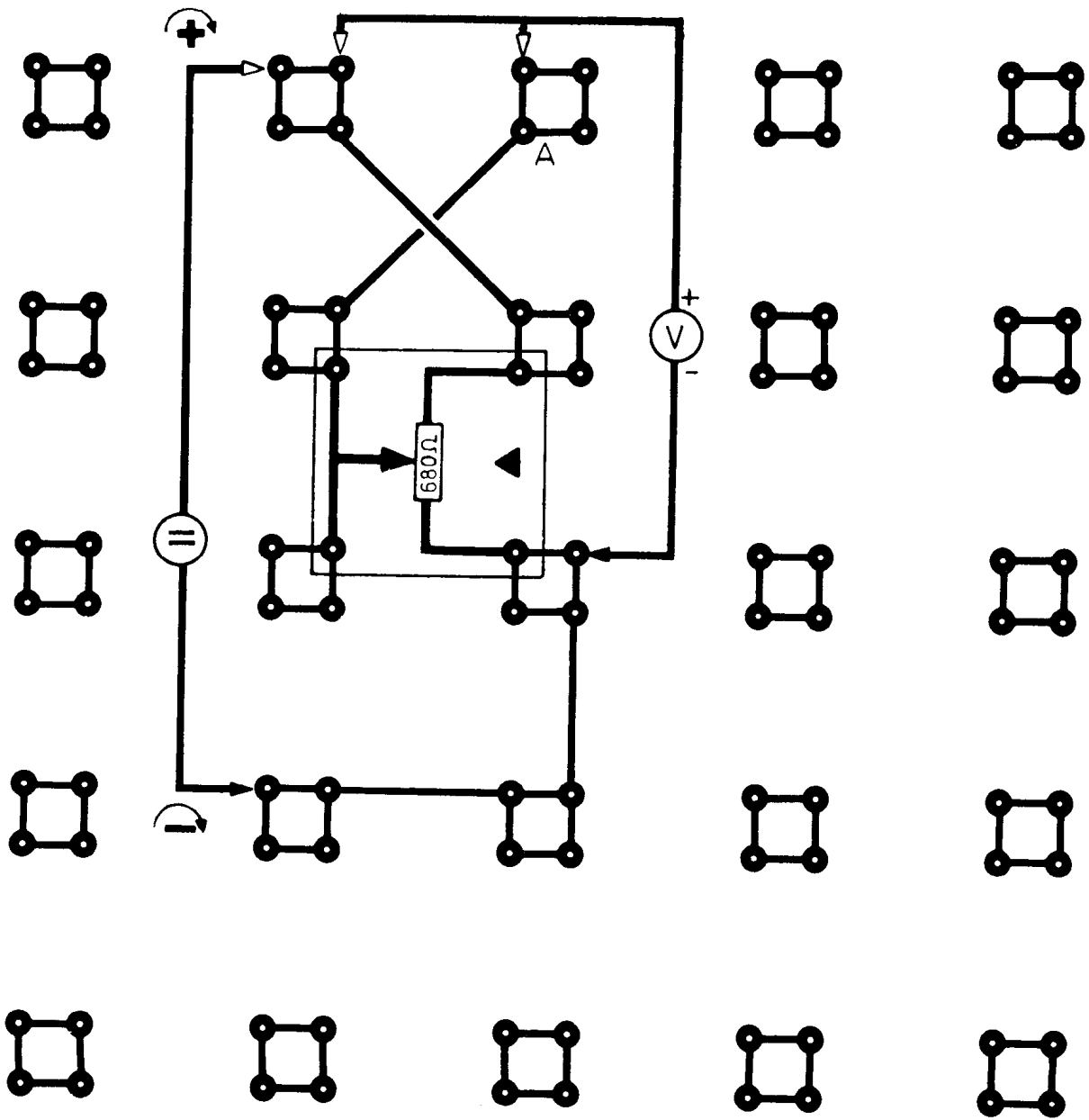
### 步驟

1. 按圖所示在實驗模板上接妥電路。
2. 旋轉電位器軸至反時針到底。
3. 小心使軸上的指針能朝左指，而且與實驗模板的底邊平行。確定該指針已在軸上安裝好。
4. 將指針安裝於正確的位置，確使電位器的軸仍然為反時到底位置



。這就定為 0 度。

5. 接通電源，徐徐轉動電源控制，直到電壓表正好指於 5 V。在作實驗時保持不動為原則。
6. 將電壓表的正（紅色）測試線，轉接到電位器活動臂上，在圖上標出 A 處。在附表的第一行，記下所觀察到的電壓，應該為零伏。
7. 將電位器旋轉 90 度位置，利用實驗模板之助觀察指針成一直線。在此位置指針應與實驗模板的左邊平行，而指針則直接指於實驗模板頂端。測量在此位置所得之新電壓，在表中記下此值。
8. 將電位器的軸分別轉於  $180^\circ$ ， $270^\circ$ ，以及滿刻度，在表中記錄所得讀數。在滿刻度時，電位器的軸應為順時針到底。
9. 切斷電源，拆除電路並取下實驗模板。



## 結 論

W.B. 1.4(B)

填妥的表應如表 1.1 所示，不過實際所得的讀數可能與本表所列稍有出入。

由該結果顯示其電壓隨電位器的呈直線性變化，因為所給定的旋轉角，比如 90 度，其電壓變化是一定的。在此特殊情況，以最大為 5V 加於該電路，以軸每旋轉 90 度實際變化的記錄為 1.5 V。事實上電壓隨軸的旋轉成直線變化，圖 1.2 所示即可說明。此圖根據該結果的表繪成，由於為直線性響應所以是一條直線。根據你自己作出的結果，在你的工作手冊中作出同等的圖解圖。

在電壓最大時，亦即 + 5 V，電位器順時針轉到底，根據圖形，可見在其軸轉經 300 度之後發生。此點在圖上標明為 B 點，顯然，此點也表示最大容積為 50 公升。容積的標度以公升為單位，因而以 O 與 B 之間的距離表示，又因為是直線性圖形，我們可以再度將此距離分成若干等份。如圖 1.2 的底端所示，係以公升為單度標度。在你的工作手冊中作出相當的標度。

在作實驗之前原先所選定的標度為：

$$5 \text{ 伏} = 50 \text{ 公升}$$

換句話說，每伏 10 公升。我們可以圖上 1 伏與 10 公升的交叉點來證明，該交點標明為 C 點。任何電壓值均可變成公升，或是反過來將公升變為電壓。

當然在真實系統中，我們可以 5 伏電壓表滿刻度偏轉，而直接以公升為單位標度，這樣我們即可直接看出在水槽中的液體容積。運用電的類比真正的優點，是能夠遠離水槽指示出任何點所連續測得數值。例如許多汽車上所裝的燃油量表就是這種情形。

表 1-1

軸旋轉	電壓
0 度	0
90 度	+1.5 V
180 度	+3.0 V
270 度	+4.5 V
順時計 到底	+5.0 V

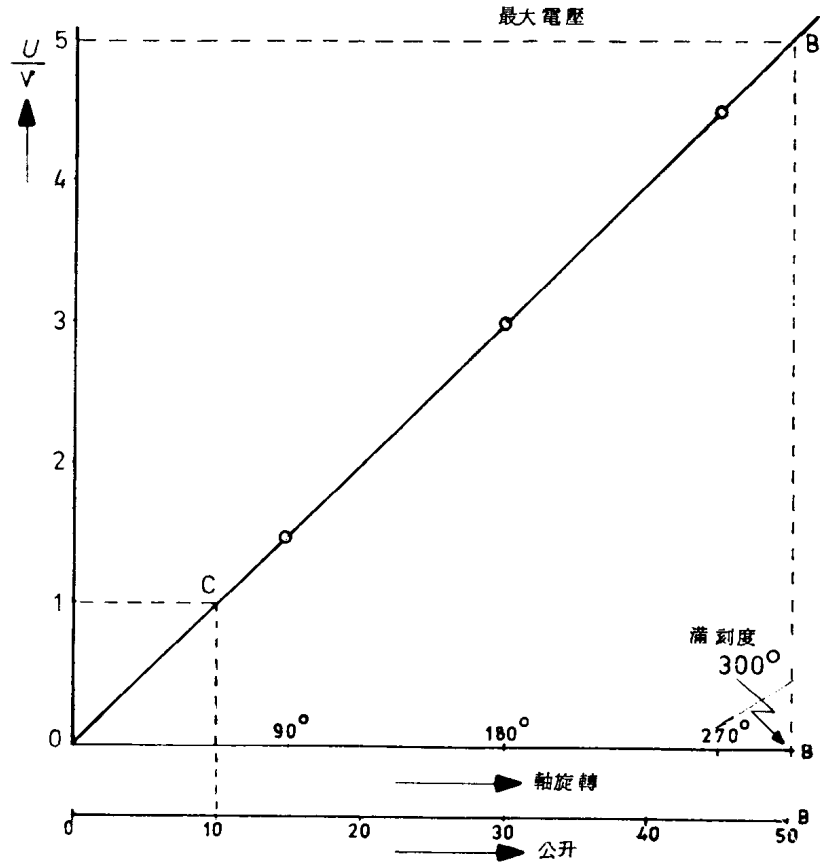


圖 1-2



現在，讓我們以稍微不同的觀點，將注意力轉移到以電位器作為類比元件的行動上。在圖 1.3 所示的重新繪製的圖中，只重視該電位器的動作。正如前面所說，在最大電壓時，該電位器已經旋轉超過 300 度。在其軸旋轉經過 150 度時，由電位器的輸出電壓是多少呢？要回答此一問題可由圖上獲得，可由在代表 150 度點的基準線上，畫一條與縱座標垂直的線。其相當的輸出電壓為 2.5 伏。可以相同的方式，在旋轉 30 度其輸出電壓為 0.5 伏。在圖形上標明為 E。現在 150 度可以電位器旋轉帶總行程的 0.5 即表示 150 度，而其輸出電壓恰好為最大值的一半，也就是 2.5 V。

同樣地，30 度可以用電位器總行程的 0.1 來表示，得出 0.5 V 的輸出電壓。用數學方式表示，我們可以說：

$$\text{輸出電壓} = k \times U$$

其中  $U$  為外施電壓，在此情況為 5 V，而  $k$  為在 0 與 1 之間變化的常數。顯然， $k$  的實際值視電位器活動臂的位置而定。因此，我們可以推斷該電位器可被小於 1 的常數來乘，而且，如果電位器是直線性的話，活動臂的精確位置就是以選為特殊乘數常數。也須要注意外施電壓可能為 D.C. 即目前的情況，或是為 A.C. 例如後者，即用於一般家庭無線電中作為音量控制，雖然該電位器不像作直線運用，其基本原理却一樣。