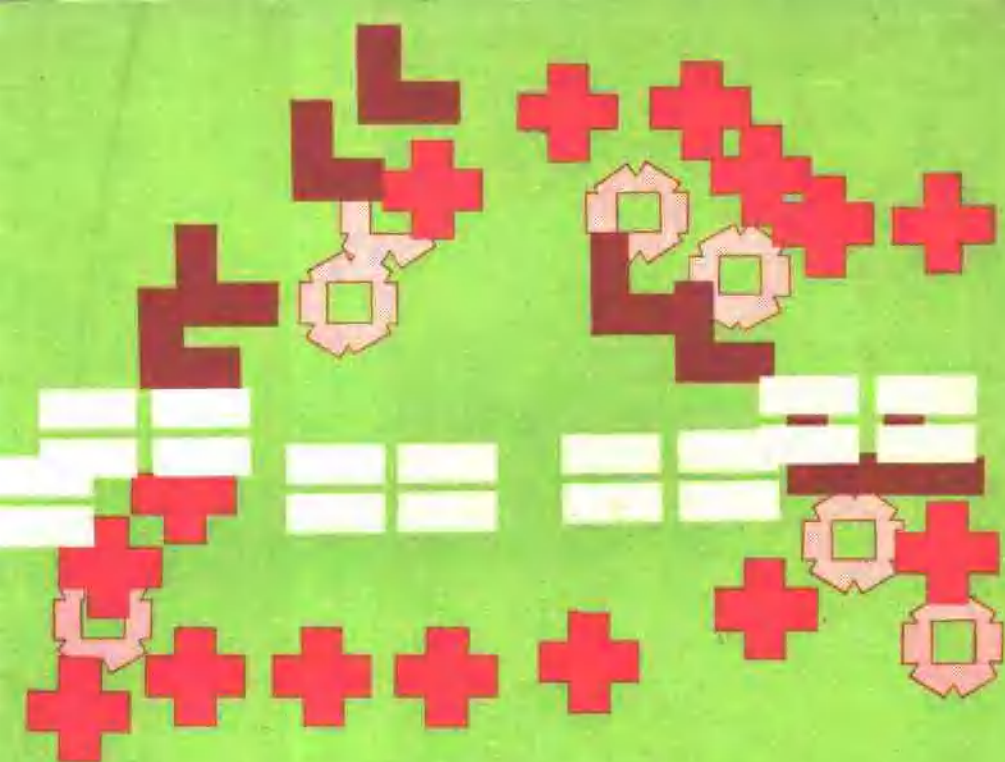




應用電子學叢書之一

電子電路初步

陳雲潮 編著

陳

東華書局印行

應用電子學叢書之一

電子電路初步

全 一 冊

編 著 者

陳 雲 潮

東 華 書 局 印 行



版權所有・翻印必究

中華民國六十二年十月初版

應用電子學叢書之一

**大專
用書** **電子電路初步** (全一冊)

定價新臺幣五十元整

(外埠酌加運費滙費)

編著者	陳	雲	潮
發行人	卓	鑫	森
出版者	臺灣東華書局股份有限公司		
	臺北市博愛路一〇五號		
印刷者	廣	益	印書局
	台中市中正路103巷1號		

內政部登記證內版臺業字第一〇三一號
(61080)

序 言

目下五年制專科學校電子工程科的一、二年級，它的課程結構，除了一、二年級的電子實習外，祇有初等電子學一門，到了三年級之後，由於電子工程領域的特殊，許多有相當深度的課程：如網路學、電磁學、自動控制、電子計算機和一些必需選修的課程接踵而來，對於一個普通的學生來說，先是過於鬆懈毫無興趣，繼而又是被壓的透不過氣來。因此依作者多年的經驗，如果要能有效地灌輸電子工程的知識到一個初入電子工程科學生的頭腦中，所有的教材必需經過特殊的安排。

專科的目的，既然是以培養專門技術人材為主，所以在編排課程的時候，應該從實用入手。以初等電子學這門課來講，它的對象是一個專科二年級的學生，他在一年級的時候，已經裝配過一些簡單的電子線路，加上他在初中唸物理學時對電學的一些認識，所以我們讓他在類似複習初中物理電學的第一章，電源與電路元件和第二章電路原理之後，就進入第三章複數向量與 BODE 圖。因此，當學生們在做放大器實驗的時候，也就明瞭放大器的頻率響應的基本原理。第四章為共振電路，這一章主要可以幫助學生瞭解接收機和發射機的基本原理。第五章是瞬態電路，為學生瞭解脈波電路不可缺少的基本材料。

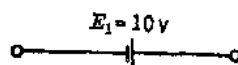
這本書曾經以先印成講義的方式，先後在省立臺北工專、私立崑山工專電子科試教過，效果十分良好。

有一點值得提及的是，本書採用“電子流”。關於“電子流”的書寫規定，在第一章之前有清楚的介紹。

本書的編著，多於公餘課畢之際，雖經多次校訂，錯誤之處，仍屬難免，尚祈海內先進，隨時予以指正。

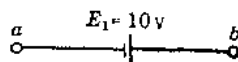
“電子流”方向的書寫規則

圖 (a) $E_1 = 10V$ 並沒有充份表示該電壓的方向。



(a)

“電子流”方向表示圖 (a) 的方法有二種，其中之一如圖 (b)

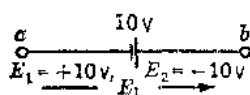


$$E_{ab} = +E_1 = +10V$$

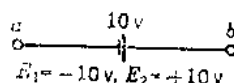
$$E_{ba} = -E_1 = -10V$$

(b)

另外的一種如圖 (c) 或圖 (d)

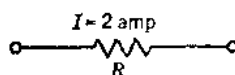


(c)



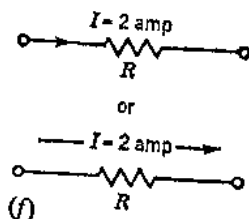
(d)

圖 (e) 電阻中流過 2 安培電流，也是缺少了方向的表示。

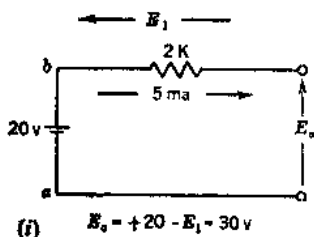
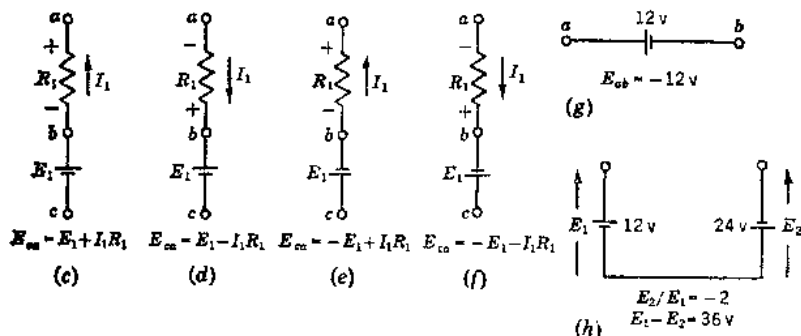
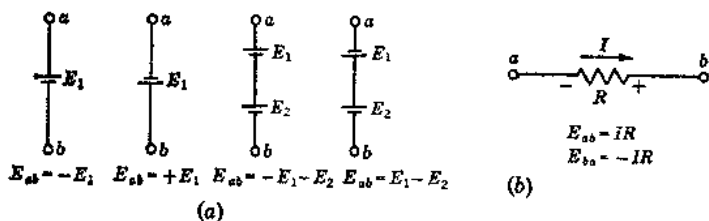


(e)

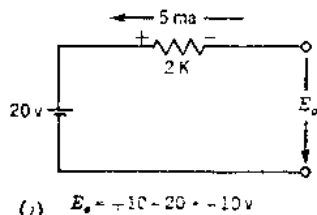
“電子流”方向表示圖 (e) 的方法有二種如圖 (f) 所示。



下面是一些利用“電子流”方向規則所寫出的例子。



$$E_s = +20 - E_1 = 30 \text{ v}$$



$$E_s = -10 - 20 = -10 \text{ v}$$

電子電路初步

目 次

第一章	電源與電路元件	1~23
1-1	直流電源	1
1-2	電流、電壓與電阻	5
1-3	交流電源	10
1-4	交流電流、交流電壓與電感及電容	15
第二章	電路原理	24~44
2-1	克希荷夫定律	24
2-2	串聯及並聯電路	25
2-3	分壓器及分流器	27
2-4	重疊原理	31
2-5	戴維寧定理	35
2-6	諾登定理	37
2-7	米爾曼定理	39
第三章	複數向量與 BODE 圖	45~80
3-1	複數	45
3-2	正弦函數與相量	50
3-3	以複數與向量解穩態電路	55
3-4	衰減器與濾波器	63
3-5	頻率響應與 BODE 圖	67

第四章	共振電路	81~110
4-1	Q 值的概述	81
4-2	串聯電路與並聯電路之互換	82
4-3	串聯共振	91
4-4	串聯共振電路的頻帶寬度	94
4-5	並聯共振	105
第五章	瞬態電路	111~140
5-1	方波的分析	111
5-2	平均值與有效值	114
5-3	電阻、電容所組成的電路	122
5-4	時間常數與充放電的關係	124
5-5	週期性開關電路	134
5-6	瞬態與頻率反應間的關係	138

第一章

電源與電路元件

1—1 直流電源

直流電源是一種電的能源，它的電壓不隨時間而變化。在現代的電子設備中，電池是一種非常主要的直流電源，例如電晶體收音機、電子鐘，皆需使用電池。

電池的基本原理是用兩種不同的材料製成兩個電極，再把這兩個電極放在電解液內，由於電解液與電極間的化學作用，使一個電極附有許多正離子，另外一個附有許多負離子，於是在這兩個電極間產生一個電位差，這個電位差與電極的大小、電解液的多少無關，而與電極材料及所使用的電解液有關。這種電位差一般皆在 1.2 至 2.1 V 之間。

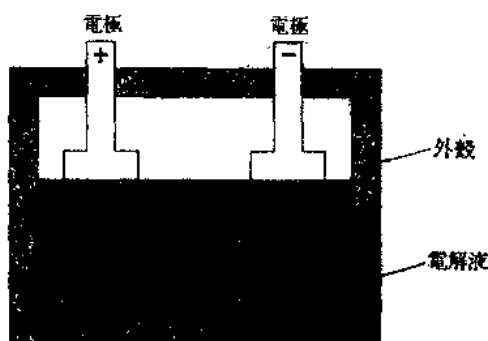


圖 1-1 電池的基本結構

電池是以化學作用產生電能，當化學作用停止時就沒有電能產生，因此它有固定的壽命。依化學作用的特性，電池可分成兩類，一

類是當電用完時不能再充電使用，如乾電池；另一類是當電用完時，可以經充電後再使用，如蓄電池。電池的壽命是以安培小時表示之，其公式如下：

$$ah = I \times t \quad (1-1)$$

一個標準的電池，如果每天用 4 小時，在使用時電流是 100×10^{-3} A，則這個乾電池可以用 36 小時，如果在用時電流值是 10×10^{-3} A，則此乾電池可用 580 小時，由上資料

$$ah = 0.1 \times 36 = 3.6 \text{ 安培小時}$$

$$ah = 0.01 \times 580 = 5.8 \text{ 安培小時}$$

由上可知，當使用電池時，電流小將會增長電池的壽命

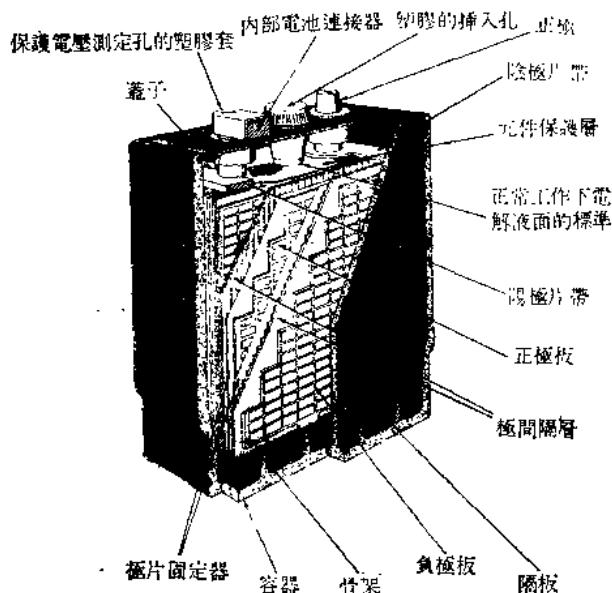


圖 1-2 蓄電池

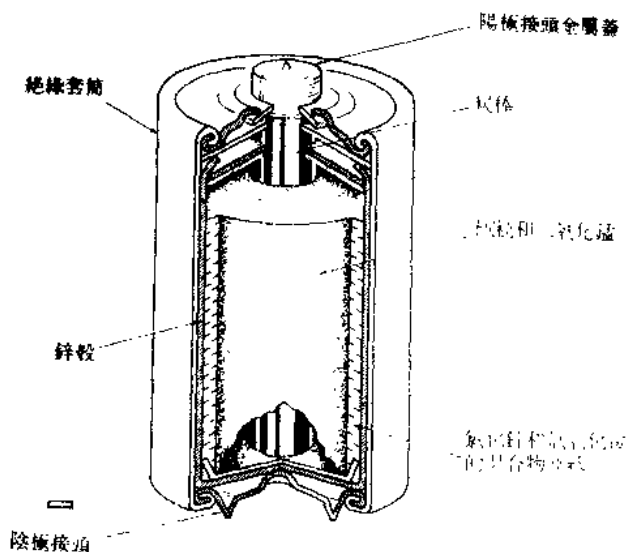
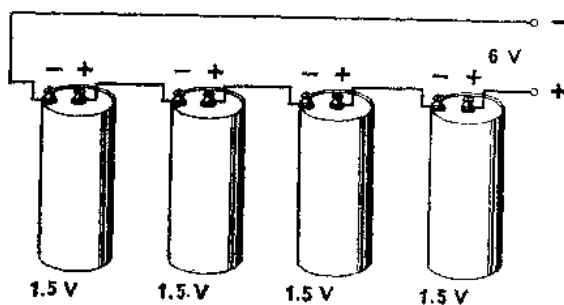


圖 1-3 乾電池

電池可用串聯或並聯的方法，以獲得所需的電壓或電流。如果你需要一個 6 伏特的直流電源，那你可以用 4 個 1.5 V 的電池串聯起來，以造成 6 伏特的直流電源。



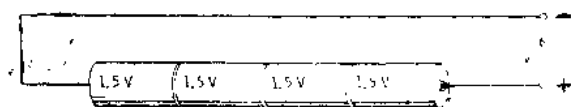


圖 1-4 把 4 個 1.5 V 電池串聯以獲得 6 伏特之電壓

如果需使用較大的電流，爲了增長電池的壽命起見，可以用並聯的方法把幾個電池正極接在一起，負極接在一起，造出一個能增長電池壽命的電源。

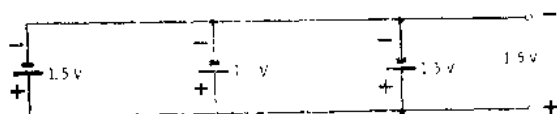
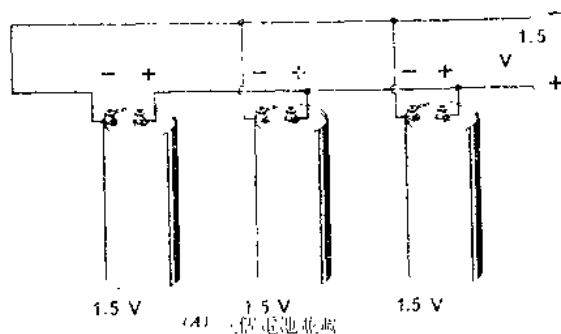


圖 1-5 電池的並聯接法能提供較大的電流，而不影響電池壽命

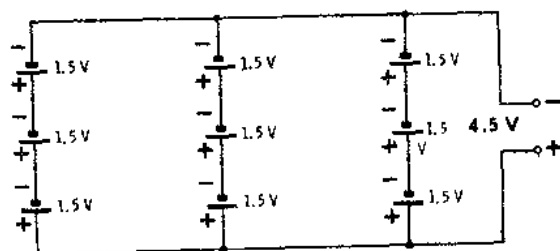


圖 1-6 用串並聯方法，造出一個電壓高，而且能提供大電流的直流電源

如果需要一個電壓高，電流大的直流電源，那就需如圖 1-6 所示，以串並聯的方法，造出一個直流電源。

1—2 電流、電壓與電阻

當一個電壓加在一個導電的物體上時，則這個導電物體內之電荷就會發生流動的現象（電子往電壓高的方向流動）這種電荷流動就是電流。外加的電壓增加，電流增加；外加的電壓減少，電流也減少，電壓與電流之間有成正比的關係。

當外加電壓一定時，電流量因導電物體之性質（電阻）而改變，當電阻增加時，電流就減少，當電阻減少時電流就增加。電流與電阻成反比之關係。這種電路上的基本關係叫做歐姆定律，可用數學式表示如下：

$$I = E / R \quad (1-2)$$

I ：電流，單位是安培(A)

E ：電壓，單位是伏特(V)

R ：電阻，單位是歐姆(Ω)

例1. 有一電路，如圖 1-7，電源的電壓是 120 V，電阻是 30 Ω ，此電路上的電流是幾 A？

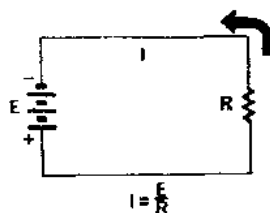


圖 1-7: $I = E/R = \frac{120}{30} = 4 \text{ A}$

例2. 有一電路如圖 1-8, 電源的電壓是 6 V, 電路上電流是 30mA, 此電路的電阻值是幾 Ω ?

$$I = E/R, R = E/I, R = \frac{6}{0.03} = 200 \Omega$$

註: $1 \text{ mA} = 0.001 \text{ A}$

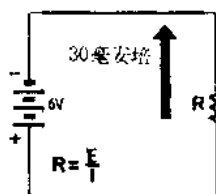
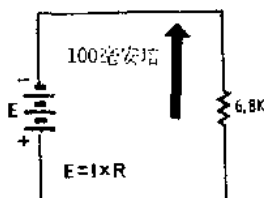


圖 1-8

例3. 有一電路如圖 1-9, 電路上的電流是 100 mA, 電阻是 6.8K Ω , 此電路的電源電壓是幾伏特?



$$\begin{aligned} I &= E/R, E = I \cdot R, \\ E &= 0.1 \times 6800 = 680 \text{ V} \\ \text{計: } 1 \text{ K}\Omega &= 1,000 \Omega \end{aligned}$$

圖 1-9

如果一個人把一公斤重的物品提升一公尺, 則這個人所做的功是一焦耳。同理, 把電荷 Q , 由電壓為 E_a 的地方, 送到電壓為 E_b 的地方, 則所做的功是

$$W = (E_b - E_a) \times Q \quad (1-3)$$

W : 功, 單位是焦耳。 E_a 、 E_b : 電壓, 單位是伏特。 Q : 電荷, 單位是庫倫 (6.28×10^{18} 個電子)

而功率是單位時間內所做的功

$$\text{功率} = \frac{\text{伏特} \times \text{庫倫}}{\text{時間}} \text{ 或 } P = \frac{E \times Q}{T}, W = P \times T$$

電流是單位時間內通過某橫截面的電荷量，所以

$$P = E \times I \quad (1-4)$$

P : 功率，單位是瓦特(W)

E : 電壓，單位是伏特(V)

I : 電流，單位是安培(A)

T : 時間，單位是秒。

- 例4. 有一電路如圖 1-10 所示，在半分鐘內，電壓為 5V 的電源送出 60 庫倫的電荷，試問此電源做了幾焦耳的功？功率為幾W？

$$W = E \times Q, W = 5 \times 60 = 300 \text{ 焦耳}$$

答：做了 300 焦耳的功

$$P = \frac{E \times Q}{T} = \frac{W}{T} = \frac{300}{30} = 10 \text{ W}$$

答：10 W

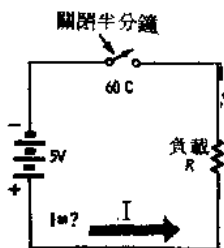


圖 1-10

- 例5. 有一電路如圖1-11，電源是一個十二伏特的電池，試問此電池的輸出功率是多少？

$$P = E \times I = 12 \times 2 = 24 \text{ W}$$

由歐姆定律我們知道 $I = E/R$ 或

$E = I \times R$ 所以利用歐姆

定律可把公式 (1-4) 化成

$$P = E \times I, P = E \times E/R,$$

$$P = E^2/R, \text{ 或 } P = E \times I,$$

$$P = IR \times I = I^2 R$$

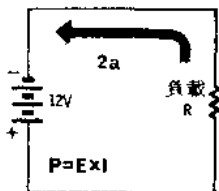


圖 1-11

- 例6. 有一個馬達，它的電阻是 3Ω ，負載電流是 8 A，試問此馬達的最大輸出

功率為若干？

$$P = I^2 R, P = 8^2 \times 3 = 64 \times 3 = 192 \text{ W}$$

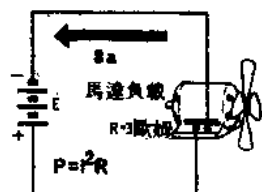


圖 1-12

例7. 有一燈泡，電阻是 10Ω ，若將此燈泡接在電壓為 12 V 的電池上時，此燈泡的功率消耗為若干W？

$$P = E^2 / R, P = \frac{144}{10} = 14.4 \text{ W}$$

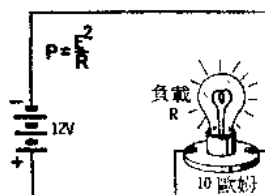


圖 1-13

電阻器是一種最常用的電子零件。電阻器大略可分為兩類，一類

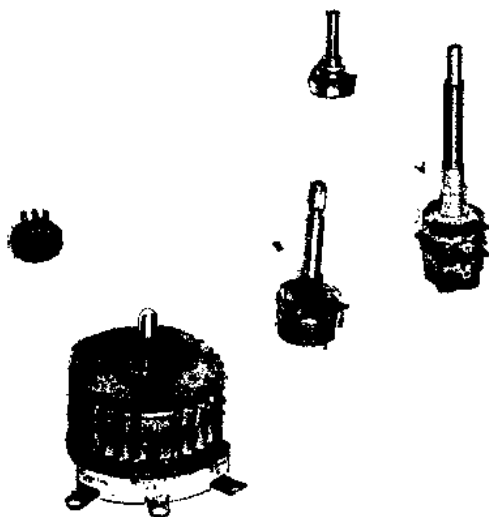


圖 1-14 可變電阻器

是電阻值固定不變，另一類是電阻值能够加以改變，如收音機上的音量控制旋鈕，就是一個可變電阻器。

電阻值固定的電阻器可分成兩型，一種是用鎳合金線繞在陶瓷的絕緣圓筒上而製成的，適於功率消耗較大的地方。

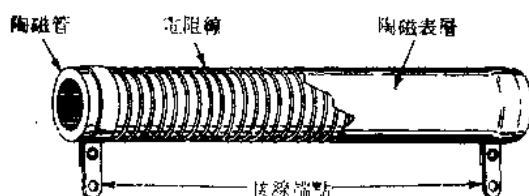


圖 1-15 線繞式電阻器

另外一種是碳質電阻器，這種電阻器是用石墨或碳粉與一些填充料壓製而成的，碳質電阻器之電阻質一般是在 1Ω 至 $22M\Omega$ 之間。其額定功率可分為 $1/10$ 、 $1/4$ 、 $1/2$ 、 1 及 $2W$ 數種。電阻器的實際大小與額定功率之關係如圖 1-17 所示：

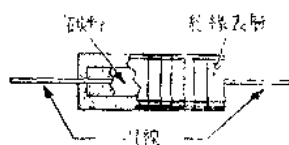


圖 1-16 碳質電阻器

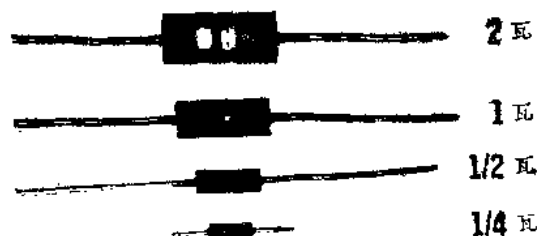


圖 1-17 碳質電阻與額定功率之關係