

科學圖書大庫

速成電子學

譯者 邱垂炫

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

速成電子學

譯者 邱垂炫

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十九年四月十日初版

速成電子學

基本定價 2.80

譯者 邱垂炫 台灣電力公司電力研究所電機工程師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306

發行者 財團法人臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

電話 9221763
9446842

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

原 序

近代電子學發展至今仍未超過二十年，然而今日舉目所見在電子工程方面的成就，均非二十年前所能見到的，當時的成就以今日標準來衡量，它只不過是一初具雛形的階段，例如：袖珍型電子計算機的出現未超過一九七〇年代，以及我們所熟悉的家電音響亦非吾人父母輩當年所見的那樣。

近代電子學是結合電晶體及由電晶體脫胎而成的積體電路和微處理而成的學問，它們濃縮了許多古典電子理論及改進其應用性，使這些技術奔向各自的新趨勢，本書是指導你走向這新趨勢的第一步。

在我們活動的各種空間裏已變成令人難以相信的複雜，把研究工業電子學及其應用當作一種嗜好，已是非常容易的，這本速成電子學比一般的近代電子學教科書具有更簡單明瞭且實用的優點，以往電子學的教學方法不齊，常令許多學生抓不住電子學的重點且難以捉摸，總以為它是一種奧妙善變的魔術，事實上，它並非如此深奧難懂的一門科學。

本書的安排和指導方法和其他電子學教科書完全不同，本書可作為任何初學者進入電子學領域的門竅，它專門針對那些在工作上急需而又被忽略的一些重要原理及應用加以討論，書中再予強調它在科技方面的用途。利用“問答題”方式來引導學生作簡單且適當的實驗，書中幾乎未用到數學公式，即使有也未超過初級代數的程度。本書專供初學電子學之用，故對十分重要的半導體物理學暫且不談。

電子學是一門很簡單的科學技術，任何人只要稍微下點功夫就可瞭解，且可迅速進入電子學之門，本書專門討論在近代電子應用技術上所必須具備的基本原理。

譯 序

我國提倡科學教育及工程教育已逾半世紀，國人用本國文字著述的科學書籍不在少數，坊間可買到的實用科學書籍亦日漸增多，但關於電子學以簡潔問答方式使讀者能依個人能力一步一步地獲得廣博、淺易、實用的基本電子工程概念的書籍實感匱乏；對於國中或高中畢業生有志從事電子工作或一窺電子學基本知識所需的中文書籍更是鳳毛麟角。基於提倡電子科學確屬應站在時代的前端，以便迎頭趕上科學先進國家的認識，吾人不可忽略的是目前炫耀於世的太空科學和核子工程均是由許多基礎科學和工程所堆積而成的，蓋因基礎科學是高級科學的根，無此根就無法獲得其豐碩的果實，所以譯者不辭才疏學淺，一本過去多年的工作經驗和教學心得，譯成本書，以最簡明易懂文字來表達該書的原意，讓那些具有基本電學知識的同學能進一步深入瞭解電子工程的奧妙，以致對我國和電子工程教育有一小小貢獻，則幸甚。

譯者才疏學淺，匆促付梓，錯誤在所難免，敬請國內外先進賢達，不吝指正。

邱垂炫

中華民國六十八年九月十日

本書閱讀方法

本書涉及一些基本電學常識，如果讀者曾經讀過有關電學方面的課本或研習過電學課程，甚至曾在電工界工作過的話，那麼可說你已經具有電學常識了，如果讀者未具有電學常識的話，那麼可先閱讀Ryan的“基本電學”（它是John Wiley & Sons的速成自習手冊）或其他基本電學課本，以備研習本書所需的基本常識，第一章及第五章提供讀者開始研習電子學之前複習或瞭解自己在電學方面的程度之用，並且研習時須依照章序進行，否則有許多後面章節的觀念須從前面引伸而來的部份就不易瞭解。

本書編輯成自習方式，使讀者能容易配合自己的程度去研習，內容分成許多題，每題介紹一些新資料讓讀者作問答測驗或實驗用，若想提高學習效率，則必須儘量憑自己所能來回答每個題目，然後和虛線下的正確答案相對照，如果答錯則改正過來，答錯太多的話就重新複習前節的新資料，以免讀者誤解要點，讀者也可以把這些簡單且適當的實驗都做做看，以便加深印象。

讀者讀完了每一章可利用測驗題來瞭解自己的學習程度，如果答錯，可回頭再複習有關部份的內容，如果答得很理想就可繼續研習下一章，讀者將會發現這種測驗複習對你進入下一章的研習十分有用，在書末有總測驗可幫助讀者瞭解研習全書後的收穫有多少。

每次只花費二十分鐘的時間配合自己的程度來研習本書，也可單獨或課堂上課時互相配合研習，本書並非一完整的課程，它只可當作一種電子學入門用，書末有編列一些書本及建議作為進一步研習或應用之用，在封面底亦列有相關圖書目錄表可作為參考或複習用資料。

那麼現在讓諸位開始研習電子學吧！

目 錄

原 序.....	I
譯 序.....	II
本書閱讀方法.....	III
第一章 直流電學學前測驗及複習	1
電流潮.....	1
歐姆定律.....	3
串聯電阻.....	5
並聯電阻.....	5
電 力.....	6
小電流.....	6
電阻特性圖.....	8
分壓器.....	9
分流器.....	11
開 關.....	12
直流電路中的電容器.....	14
第二章 二極體	20
二極體實驗.....	23
二極體的崩潰.....	34

齊納二極體.....	36
第三章 電晶體簡介.....	44
電晶體實驗.....	56
第四章 電晶體開關.....	67
電晶體之導通.....	67
電晶體之啓斷.....	72
爲何電晶體被用作開關.....	75
雙晶體開關電路.....	78
三電晶體開關.....	83
交替變換的基極開關作用.....	86
第五章 交流電學學前測驗及複習.....	95
發電機.....	96
交流電路中的電阻.....	98
交流電路中的電容器.....	99
交流電路中的電感器.....	101
諧振.....	102
第六章 電子學之交流概念.....	104
交流電路中的電容器.....	104
電容器和電阻器串聯.....	105
相位移.....	114
電阻和電容並聯.....	119
交流電路中的電感器.....	122
電感器和電阻器.....	125
相位移.....	127
第七章 諧振電路.....	133
電容器和電感器串聯.....	133
電容器和電感器並聯.....	138

輸出特性曲線.....	141
振盪器概要.....	152
第八章 電晶體放大器	157
簡易實驗.....	164
穩定放大器.....	166
偏壓.....	170
簡易實驗.....	173
射極隨耦器.....	178
放大器分析.....	v 183
第九章 振盪器	190
回授.....	198
考畢茲振盪器.....	202
簡易實驗.....	206
哈特萊振盪器.....	206
簡易實驗.....	207
阿姆斯特壯振盪器.....	208
實用振盪器的設計.....	208
簡單振盪器設計步驟.....	209
振盪器故障檢修表.....	212
第十章 變壓器	219
變壓器的基本觀念.....	219
變壓器在通訊電路中的應用.....	225
摘要及應用.....	228
第十一章 交流二極體電路及電源	231
二極體在交流電路中的效應.....	231
電 源.....	239

結 論	253
總測驗	255
附 錄	266
名 詞	266
符號簡稱	267
數 值	269
十倍法則	269
索 引	271

第一章 直流電學學前測驗及複習

若不先學好電學基本觀念則不易學好電子學，本章是學前測驗及複習有關將被應用到電子學的直流電學觀念，雖然未能涵蓋所有直流電理論，但是這些理論，對學習一般電子學已足夠了，這些複習可分成下列各節：

- 電流潮；
- 歐姆定律；
- 電阻之串聯及並聯；
- 電力；
- 小電流；
- 電阻特性圖；
- 分壓器；
- 分流器；
- 開關；
- 電容器充電；
- 電容之並聯及串聯；

如果讀者無法正確解答本章的問題時，必須先研習查理士W.李昂編著的基本電學（另外一種速成自習手冊）之後，才可能繼續研習本書的第二章。

電流潮

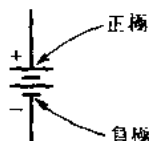
1. 電機和電子設備是靠電流動作的，那麼什麼是電流呢？_____

電流是一群電子的流動。

2. 你能寫出三種以上產生電子流動或電流的方法嗎？

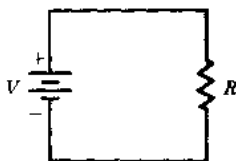
有下列六種方法：化學方法、電磁方法、熱力方法、壓電方法、太陽能方法、光電方法及其他可能的方法。其中最常用的方法有二種：
(1)化學方法——例如蓄電池，及(2)電磁方法——例如發電機。

3. 本書所舉的簡單範例中大多使用電池電源，其電路符號表示如下：



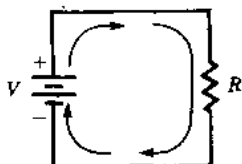
電子群實際從電池的負極經過外部電路再回到正極，很多教科書用這種電子流動方向作說明或繪圖，但是仍有許多教科書喜歡沿用與此反向的電流流動方向。自從電晶體和半導體出現以後許多建議轉向沿用古典的電流流動方向，大多數半導體電路均用箭頭方向表示電流方向而不表示電子流方向，如此更加強調前述觀點，這理由是我們無法在此詳加解釋的十分複雜的物理學理論。在本書我們仍遵照古典的電流流動方向來表示。

(a)在下圖中用箭頭表示電流流動方向。



(b)如果電池反向的話會怎樣？

(a)



(b) 電流會反向流動。

歐姆定律

4. 歐姆定律說明了電壓、電流和電阻的基本關係，可用代數公式寫成

$$V = R \times I$$

如果讀者不瞭解此公式，將對以後所討論的問題發生疑難，所以必須暫時擱置本書，先研習查理士 W. 李昂所編著的基本電學一書之後再回頭研習本書。有許多教科書用 $E = I R$ 表示歐姆定律， E 或 V 均可表示電壓，本書將全部採用 V 來表示電壓。

5. 本習題均應用歐姆定律來計算，從下列已知值 R 和 I 可求得 V 值。

(a) $R = 20$ 歐姆 $I = 0.5$ 安培 $V =$ _____

(b) $R = 560$ 歐姆 $I = 0.02$ 安培 $V =$ _____

(c) $R = 1000$ 歐姆 $I = 0.01$ 安培 $V =$ _____

(d) $R = 20$ 歐姆 $I = 1.5$ 安培 $V =$ _____

(a) 10 伏特

(b) 11.2 伏特

(c) 10 伏特

(d) 30 伏特

6. 本習題已知 V 和 R ，求 I 值

- (a) $V = 1$ 伏特 $R = 2$ 歐姆 $I =$ _____
(b) $V = 2$ 伏特 $R = 10$ 歐姆 $I =$ _____
(c) $V = 10$ 伏特 $R = 3$ 歐姆 $I =$ _____
(d) $V = 120$ 伏特 $R = 100$ 歐姆 $I =$ _____

- (a) 0.5 安培
(b) 0.2 安培
(c) 3.3 安培
(d) 1.2 安培

7. 本習題已知 V 和 I ，求 R 值

- (a) $V = 1$ 伏特 $I = 1$ 安培 $R =$ _____
(b) $V = 2$ 伏特 $I = 0.5$ 安培 $R =$ _____
(c) $V = 10$ 伏特 $I = 3$ 安培 $R =$ _____
(d) $V = 50$ 伏特 $I = 20$ 安培 $R =$ _____

- (a) 1 歐姆
(b) 4 歐姆
(c) 3.3 歐姆
(d) 2.5 歐姆

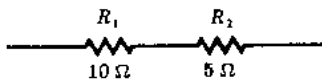
8. 做了這些習題後，在下列題目中只要知道任何兩個值就可求得第三值。

- (a) 已知 12 伏特及 10 歐姆，求電流 _____
(b) 已知 24 伏特及 8 安培，求電阻 _____
(c) 已知 5 安培及 75 歐姆，求電壓 _____

- (a) 1.2 安培
(b) 3 歐姆
(c) 375 伏特

串聯電阻

9. 電阻可串聯，下圖表示兩個電阻串聯。



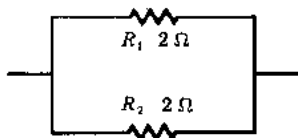
總電阻多少？_____

$$R_T = R_1 + R_2 = 10 \text{ 歐姆} + 5 \text{ 歐姆} = 15 \text{ 歐姆}$$

此總電阻常被稱為“等效串聯電阻”—— R_{eq} 。

並聯電阻

10. 電阻可並聯如下圖。



這總電阻多少？_____

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{1} = 1 \text{ 歐姆}$$

本電阻常被稱為“等效並聯電阻”用電子計算機來計算是很容易求得解答的。

11. 從第 10 題的簡單公式可推算出許多電阻的並聯等效值，那麼三個電阻的並聯公式是什麼呢？_____

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

12. 下列習題的電阻是並聯，求其總等效電阻。

(a) $R_1 = 1$ 歐姆 $R_2 = 1$ 歐姆 $R_T =$ _____

(b) $R_1 = 1000$ 歐姆 $R_2 = 500$ 歐姆 $R_T =$ _____

(c) $R_1 = 3600$ 歐姆 $R_2 = 1800$ 歐姆 $R_T =$ _____

(a) 0.5 歐姆

(b) 333 歐姆

(c) 1200 歐姆

R_T 一般均比並聯電路中的最小電阻值還小。

電 力

13. 電流通過導體時會以發熱來消耗電力，電力是用瓦特來表示，那麼電力的公式是什麼呢？ _____

 $P = V \times I$

14. 如果加在導體上的電壓和電流均為已知，求下列各題在導體上所消耗的電力。

(a) $V = 10$ 伏特 $I = 3$ 安培 $P =$ _____

(b) $V = 100$ 伏特 $I = 5$ 安培 $P =$ _____

(c) $V = 120$ 伏特 $I = 10$ 安培 $P =$ _____

(a) 30 瓦特

(b) 500 瓦特或 0.5 瓩

(c) 1200 瓦特或 1.2 瓩

小電流

15. 在重工業設備裏雖然可以發現很多使用電流大於 1 安培的，但是大

多數的電子工廠其設備只用到零點幾安培的電流而已。

(a)什麼叫做毫安培呢？_____

(b)什麼叫做微安培呢？_____

(a)所謂毫安培就是千分之一安培，那就是 $1/1000$ 或 0.001 安培，可簡寫為 mA 。

(b)所謂微安培就是百萬分之一安培，那就是 $1/1,000,000$ 或 0.000001 安培，可簡寫為 μA 。

16. 電子學裏常碰到很高的電阻，高到數千歐姆，偶而也會用到數百萬歐姆的電阻。

(a)在電阻器裏所表示的 $\text{K}\Omega$ 是什麼意義？_____

(b)在電阻器裏所表示的 $\text{M}\Omega$ 是什麼意義？_____

(a)它是千歐姆（ K 為一千， Ω 是歐姆），測量所得電阻值達數千歐姆時那麼 $1\text{K}\Omega = 1000$ 歐姆， $2\text{K}\Omega = 2000$ 歐姆及 $5.6\text{K}\Omega = 5600$ 歐姆。

(b)它是百萬歐姆（ M 為一百萬， Ω 為歐姆），測量所得電阻值達數百萬歐姆時那麼 $1\text{M}\Omega = 1,000,000$ 歐姆及 $2.2\text{M}\Omega = 2,200,000$ 歐姆

17. 下列習題是許多電晶體電路常碰到的典型，在電阻之兩端加上 6 伏特並有 5mA 電流經過此電阻，那麼此電阻值有多少？_____

從歐姆定律得 $R = \frac{V}{I} = \frac{6\text{伏特}}{5\text{毫安培}} = \frac{6}{0.005} = 1200$ 歐姆
 $= 1.2$ 千歐姆。

18. 現在試解答下列兩個簡單習題。