

547431

電子電路  
基礎講座  
— 2 —

電學與電子學入門叢書

# 直流及交流電路

## 如何工作

黃鑑村 編著



無線電界雜誌社印行

基本電學與電子學

## 第二卷

# 直流及交流電路如何工作

黃鑑村 編著

無線電界雜誌社印行

~~501~~

~~4484~~

~~T. 2~~

书 号

登 记 号

成

電學與電子學入門叢書

第二卷 直流及交流電路如何工作

中華民國六十七年 3 月再版

版權所有 不許翻印

特價 NTS 70

編著者：黃 鑑 村

發行者：無線電界雜誌社

台北市復興南路 13-1 號

電 話：7 1 1 2 7 6 5

郵政劃撥帳戶：2 7 5 6

印刷者：中美美術印刷廠

台北市天水路 3 2 號

登記證：局版臺誌字第 1026 號

## 本講座的主要內容 全五卷

本講座共分五卷，以簡明的敘述統一介紹電學與電子學的原理，採取現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容之設計係作爲一完整標準課程之構想，使學者在研讀五卷之全部內容，而獲得電子科學之基本知識更有進者，本講座有特殊設計之版式，以資作自學之工具，因之，教師如採用本叢書作爲教科書，則其教授方法，可較以往客觀且收效宏大。

雖然本講座之每一卷都予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。

第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本原理。

第二卷講解基本的交流及直流電路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以用此書作爲電路基礎之一般教科書。

第三卷爲關於電子管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷函蓋了一般電學及電子學原理，可作爲爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作爲專門教科書——試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

# 第二卷

## 直流及交流電路如何工作

### 目錄

頁數

#### 第一章 瞭解基本原理

- 第 1-1 節 電是什麼..... ( 7 )
- 第 1-2 節 分子..... ( 7 )
- 第 1-3 節 原子..... ( 8 )
- 第 1-4 節 自由電子..... ( 9 )
- 第 1-5 節 離子..... ( 12 )
- 第 1-6 節 力與流動..... ( 14 )
- 第 1-7 節 電之產生..... ( 18 )
- 第 1-8 節 導體與絕緣體..... ( 19 )
- 第 1-9 節 靜電..... ( 22 )
- 第 1-10 節 電流..... ( 34 )
- 第 1-11 節 電壓..... ( 40 )
- 第 1-12 節 化學電壓源..... ( 44 )
- 第 1-13 節 磁力電壓源..... ( 52 )
- 第 1-14 節 熱生電壓..... ( 53 )
- 第 1-15 節 光生電壓..... ( 56 )

第 1 - 16 節	壓力生電.....	( 58 )
第 1 - 17 節	電阻.....	( 60 )
<b>第二章 簡單電路</b>		
第 2 - 1 節	基本電路.....	( 75 )
第 2 - 2 節	開關.....	( 77 )
第 2 - 3 節	歐姆定律.....	( 80 )
第 2 - 4 節	電壓降.....	( 84 )
第 2 - 5 節	電功率.....	( 86 )
<b>第三章 直流串聯電路</b>		
第 3 - 1 節	串聯電路是什麼.....	( 91 )
第 3 - 2 節	電壓之分佈.....	( 91 )
第 3 - 3 節	分壓器.....	( 101 )
第 3 - 4 節	串聯電路之實際應用.....	( 102 )
<b>第四章 直流並聯電路</b>		
第 4 - 1 節	何謂並聯電路.....	( 111 )
第 4 - 2 節	汽車電路.....	( 113 )
第 4 - 3 節	並聯電路內之電流.....	( 115 )
第 4 - 4 節	計算總電阻.....	( 116 )
第 4 - 5 節	並聯電路之應用範例.....	( 122 )
<b>第五章 串並聯混合電路</b>		
第 5 - 1 節	認明各個電路.....	( 129 )
第 5 - 2 節	串聯電路.....	( 130 )
第 5 - 3 節	並聯電路.....	( 134 )

- 第 5—4 節 串聯及並聯之合併..... (136)  
第 5—5 節 克希荷夫定律..... (138)  
第 5—6 節 應用..... (144)

## 第六章 電磁學

- 第 6—1 節 磁之歷史..... (151)  
第 6—2 節 磁性是什麼..... (152)  
第 6—3 節 磁體..... (152)  
第 6—4 節 磁體之類型，應用及磁路之各種  
參數項..... (160)  
第 6—5 節 電磁..... (164)  
第 6—6 節 磁體之用途..... (180)

## 第七章 交流是什麼

- 第 7—1 節 交流電源..... (189)  
第 7—2 節 交流之應用..... (190)  
第 7—3 節 波形..... (191)  
第 7—4 節 正弦波之產生..... (193)  
第 7—5 節 正弦波之測量..... (196)  
第 7—6 節 脈波..... (200)  
第 7—7 節 鋸齒電壓..... (201)  
第 7—8 節 脈波之計量..... (202)

## 第八章 僅含電阻之交流電路

- 第 8—1 節 基本交流電路..... (207)  
第 8—2 節 歐姆定律..... (207)

第 8 - 3 節	相位.....	(209)
第 8 - 4 節	基本交流電路內之功率.....	(210)
第 8 - 5 節	串聯電阻之交流電路.....	(211)
第 8 - 6 節	並聯電阻之交流電路.....	(212)
第 8 - 7 節	串並聯電阻之交流電路.....	(214)
第 8 - 8 節	在高頻率之集膚效應.....	(216)
<b>第九章 電感</b>		
第 9 - 1 節	電感是什麼.....	(221)
第 9 - 2 節	電感如何影響交流.....	(224)
第 9 - 3 節	影響電感值之諸因素.....	(226)
第 9 - 4 節	電感與感應.....	(228)
第 9 - 5 節	電感抗.....	(230)
第 9 - 6 節	電感之濾波作用.....	(232)
第 9 - 7 節	變壓器.....	(234)
第 9 - 8 節	脈波響應.....	(236)
<b>第十章 電阻與電感電路</b>		
第 10 - 1 節	電感性電路.....	(241)
第 10 - 2 節	Q 因數.....	(246)
第 10 - 3 節	時間常數.....	(247)
第 10 - 4 節	相位.....	(248)
第 10 - 5 節	阻抗.....	(250)
第 10 - 6 節	R L 電路內之功率.....	(254)
<b>第十一章 電容及其效應</b>		



- 第 11 - 1 節 電容是什麼..... (259)
- 第 11 - 2 節 電容之測量單位..... (262)
- 第 11 - 3 節 電容對交流之影響..... (263)
- 第 11 - 4 節 相位..... (264)
- 第 11 - 5 節 影響電容值之諸因素..... (266)
- 第 11 - 6 節 功率..... (268)
- 第 11 - 7 節 電容抗..... (269)
- 第 11 - 8 節 電容之脈波響應..... (272)
- 第 11 - 9 節 電容之應用..... (273)
- 第 11 - 10 節 雜散電容..... (274)

## 第十二章 RC 電路

- 第 12 - 1 節 基本電容電路..... (277)
- 第 12 - 2 節 諸電容器之合併..... (277)
- 第 12 - 3 節 RC 電路..... (282)
- 第 12 - 4 節 阻抗..... (283)
- 第 12 - 5 節 RC 時間常數..... (287)

## 第十三章 RLC 電路

- 第 13 - 1 節 RLC 阻抗..... (293)
- 第 13 - 2 節 諧振..... (294)
- 第 13 - 3 節 應用..... (300)
- 第 13 - 4 節 並聯諧振電路..... (301)
- 第 13 - 5 節 RLC 電路中之功率..... (306)
- 第 13 - 6 節 RLC 電路內之脈波..... (308)

第13—7節 時間常數..... (311)

#### 第十四章 變壓器之作用

第14—1節 變壓器是什麼..... (319)

第14—2節 變壓器之功率..... (322)

第14—3節 變壓器之效率..... (323)

第14—4節 變壓器之各種損失..... (324)

第14—5節 變壓器之類型..... (326)

第14—6節 磁性放大器..... (328)

## 本叢書之序

我們生活在電學與電子學的世界中。電力為我們帶來人造的光和熱，以及擔任許多工作所需之能。電學是無綫電、電視、計算機——亦即所謂「電子學」的整個領域——之基礎。

雖然我們在工藝上的進步已達到能成功地衝破太空阻碍之程度，但我們仍在不斷學習關於電學與電子學之新事物。其主要原因之一是電在某些方面是無法捉摸的。換言之，電不可依平常的方法用人類的感覺來觀察之。然而，我們能觀察電的存在所生之結果，並不斷發現用電的新方法，在電子學方面為尤然。

電子學是一門相當新的科學。雖然我們對於電學可以追溯至富蘭克林、貝爾、及愛迪生，但電子學僅可追溯至數十年前馬可尼及德福雷斯特 (De Forest) 的發現與發展。事實上，直到有了無綫電以後，電子學才真正變成一門長滿初生羽毛的科學。第二次世界大戰造成了迅速的工藝發展之需求，而長程無綫電、無綫電導航、雷達、聲納等得以實現。自第二次世界大戰以來的這些年中，電子學已有不斷的迅速發展；實際上，由於其發展步調如此之迅速，以致教育與訓練之設施難以追隨。

電子科學已擴展至如此的寬度與深度，以致其現在確為各項專門工藝之併合。誠然，這些個別的工程都是基於相同的基本原理——由於教材和教授法的關係，這些原理一直都難以了解。

本叢書共分五卷，代表邁向電學與電子學原理的統一而簡單的途徑之一主要步驟。本叢書利用現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容係設計作為一標準課程者。更有進者，本叢書有特殊設計之版式，以資作為一自教之工具；因之，教師使用本叢書作為教科書，則其教授方法可較以往客觀，而收效也要大得多。

雖然本書之每一卷都已予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本知識。不過，僅需要對本科目習得相當簡單概念的讀者也可以只讀第一卷，而不用其他各卷。

第二卷講基本的交流及直流電路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以僅用此書作為電路基礎學之一般教科書。

第三卷為關於真空管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷涵蓋了一般電學及電子學原理，可作為爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作為專門教科書——試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

各位作者、編者、及顧問對本書貢獻良多。他們希

望本書可作為期待已久之標準教科書，而用以作為自教之指引，或用於任何需要了解電學與電子學原理之訓練中。

無線電界雜誌社

## 謝啟

謹以至誠，對參與本叢書準備，資料蒐集，及編輯之全體人員深致謝忱。若無諸君之寶貴貢獻，則本叢書不可能編成。

美國海軍電子學校教育專員孟尼士先生 ( Bernard C. Monnes ) 對本叢書之寫作、編排、及最後審核方面尤具卓越之貢獻，茲向孟先生表達最大之謝意。本叢書之最後定稿工作，不論在技術內容及教育價值，均主要地得力於孟先生的孜孜不倦，負責不懈之精神。

美國海軍史起模 ( Ashley G. Skidmore ) 先生及韋爾里上尉 ( Lt. Loren Worley ) 對本叢書之原始準備及協同編輯貢獻甚多，茲並伸謝忱。艾仁 ( Irene ) 古席士 ( Don Koosis )、孟久 ( Raymona Mungiu )

諾佛尼 ( George V. Novotny )、及布萊特 ( Robert J. Brite ) 諸君提供技術寫作，並對規劃表達方法貢獻良多，合併致謝。而史耐德 ( Robert L. Snyder ) 先生對於本叢書之初步準備及編組工作，尤應特別致謝。

本計劃學習叢書的最初構想則應歸功於訓練與重訓練公司 ( Training & Retraining, Inc. ) 的職員希夫曼先生 ( Stanley B. Schiffman )。

最後，謹向出版部之編輯同仁表達特別之謝忱，因為他們的寶貴協助已超乎出版者與著作者的平常關係之外。

## 第二卷

# 直流及交流電路如何工作

### 引言

本叢書第二卷講電學之各項基本原理如何應用於直流及交流電路——而這些電路乃為構成電裝備及電子裝備之份子。當講到電路工作之原理時，均將其與習見之應用相關聯，以助你不但了解原理之本身，而且又懂得它如何付諸實用。如此，即可使學習進行容易，並保持你對本科目之興趣。在本卷中，你的進度將超出一般性之知識，而開始學習更有實際重要性之特別事物。在讀了本卷之後，你就會應用你的電路基礎學之知識來分析電器及電子器件如何工作。

### 您將學些什麼

本卷要解釋，在一電路中的電壓與電流之關係如何取決於該電路中的組件之安排。你將學習有關這些組件（電阻器、電感器、電容器、變壓器等）之知識，並研究其連接之基本方法。若干電阻器、電感器、或電容器連接在電路中的聯合作用之計算方法也將予討論。本書還要解釋電抗——電感器及電容器如何對交流與直流產生不同之結果。你將發現電抗與電阻如何產生一種叫做「阻抗」的聯合效應。電容與電感以特別之組合而產生一稱為「諧振」之情形也將予提出，並告訴你如何利用這種情形來調諧無線電及電視接收機，並作許多其他應用。在研究交流在電路中之作用時，還要解釋相位之意義及向量之用法。你將

熟習時間常數，並學到脈波電路之基本知識。最後，你將學到變壓器，它如何工作，如何使用，及爲何要用它。

### 你在開始學習之前應知道一些什麼

你在研讀本卷之前，宜於（但非絕對必要）先對電學及電子學之基本原理（例如本叢書第一卷所供給者）有一概略之認識。然而，從本卷學習直流及交流電路之唯一重要預先要求乃爲閱讀之能力及學習之欲望。一切用語（專門名詞）均予慎重定義。採用足夠之數學以資對重要之原理給予精密之闡釋，不過，只要你會加、減、乘、及除，各種數學式子對你就無困難。



# 第一章瞭解基本原理

.....  
 .....  
 ..... 您將 .....  
 ..... 學些什麼 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

有一重要之事，那就是你應學會冥想並描述電子流，並能分辨導體與絕緣體。在本章中，你將學習六種生電方法。你將曉得電壓及電阻對電流之影響，並熟習一些實際的器件。

## 第1-1節 電是什麼

電就是電壓與電流。電壓(voltage)是電的壓力；電流(current)是帶電的質點(微粒)之流動。

電壓之所以產生，是因為在電源(source)的一端之帶負電的微粒多於另一端。

電流為此種帶電之微粒由電源(例如電池)之負端經過負載(load, 例如燈泡)而移往電源之正端，如圖1-1。

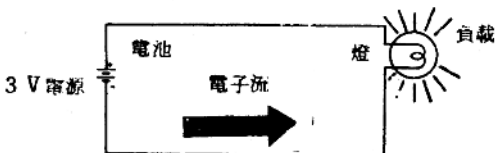


圖1-1  
電壓與電流

## 第1-2節 分子

為對這些帶電的質點及其移動建立一心圖(心中想像的圖畫)起見，你必須冥想一切物質如何構成。首先，想想你能看得見的一粒最小的鹽。假定我們將其分裂為兩半，然後又將其一半分為兩半，如此繼續行之，一直到無