

科學圖書大庫

圖解電子學

(下冊：五～七)

譯者 朱堯倫 校閱 王善爲

本書共分七冊：

1. 電子信號
2. 電子積體
3. 電子管
4. 半導體裝置
5. 功率供應器與放大器
6. 振盪器、調變器與解調器
7. 輔助電路與天線

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

圖解電子學

(下冊：五～七)

譯者 朱堯倫 校閱 王善爲

本書共分七冊：

1. 電子信號
2. 電子積體
3. 電子管
4. 半導體裝置
5. 功率供應器與放大器
6. 振盪器、調變器與解調器
7. 輔助電路與天線

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 王洪鎧 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十九年四月十日四版

圖解電子學 (下冊：五~七)

基本定價 4.20

譯者 朱堯倫 國立湖南大學電機工程系
校閱 王善爲 中國廣播公司總工程師

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。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號

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

譯 序

在過去，要講授某一電路時，把這電路所產生的各種信號同時講授，多少年來這種方法都很令人滿意。可是近幾年來，由於電子技術的突飛猛進，已使這種方法很成問題。新的電路，新的設備，和新的應用，已經引出一種新的情況，就是可用很多種方法，應用或產生同樣一種基本信號。因此，從各種電路或設備中，儘量將信號分門別類，並且從它怎樣載運情報，怎樣與其他信號交互作用等方面加以說明，似乎更為可取。因為這樣，本書第一冊的全部篇幅，都用來介紹電子信號。學者一經瞭解各種電子信號的特性及原理，並且牢記，以這為基礎，便會更加容易解釋各種電路以及全部設備。

本書第二冊的全部篇幅，介紹電子積體的功用，輸入和輸出的關係，以及用積體組成的整體設備和系統。讀者只要閱讀本書第一二冊，便會對全部電子學有清晰的瞭解，和深刻的印象。對於進一步的研習，大有幫助。與電子有關的其他技術工程人員，以及科學技術研究人員，遇到問題時，臨時翻閱，特別省時省力。這種編排方法，很值得技術書籍的編者參考。

本書譯自（ Electronics one-seven ）和圖解電學（ Electricity one-seven ）都由 Harry Mileaf 主編，兩書的編排方法相同，篇幅也很接近。本書原本的編輯和出版，動員了十餘位專家學者，分別完成，所以在每一方面，都別具一格。

圖解電學完稿之日，徐氏基金會函囑續譯本書，並承王善為先生蔡駿康先生來核，張慶篤先生協助，謹致最高的敬意。

譯者 朱堯倫 59.12.28.

於國立台灣大學醫學院綜合研究館電儀室。

圖解電子學總目

譯序

原序

第一冊	電子信號	1-1 — 1-150
第二冊	電子積體	2-1 — 2-122
第三冊	電子管	3-1 — 3-141
第四冊	半導體裝置	4-1 — 4-118
第五冊	功率供應器與放大器	5-1 — 5-156
第六冊	振盪器、調變器和解調器	6-1 — 6-148
第七冊	輔助電路與天線	7-1 — 7-124
總索引		7-125 — 7-145

圖解電子學

第五冊

功率供應器與放大器

圖解電子學 第五冊

目 錄

第一章 整流器電路.....5-1

- 5-1-1. 功率供應器的用途..... 5-1
- 5-1-2. 基本半波整流器..... 5-2
- 5-1-3. 半導體半波整流器..... 5-3
- 5-1-4. 半波整流器的特性..... 5-4
- 5-1-5. 全波整流器..... 5-4
- 5-1-6. 全波整流器的動作..... 5-5
- 5-1-7. 全波整流器動作圖..... 5-7
- 5-1-8. 電橋式整流器..... 5-8
- 5-1-9. 電橋式整流器動作圖..... 5-9
- 5-1-10. 電橋式整流器的特性..... 5-10
- 5-1-11. 整流器的輸出極性..... 5-11
- 5-1-12. 整流器的輸出極性圖..... 5-12
- 5-1-13. 摘要..... 5-13

第二章 濾波器電路.....5-14

- 5-2-14. 濾波電路的用途..... 5-14
- 5-2-15. 電容濾波器..... 5-15
- 5-2-16. 電感濾波器..... 5-16
- 5-2-17. 電容器輸入式濾波器..... 5-16
- 5-2-18. 抗流圈輸入式濾波器..... 5-17
- 5-2-19. 電容器輸入和抗流圈輸入式濾波器的比較..... 5-19
- 5-2-20. 擺動抗流圈輸入式濾波器..... 5-20
- 5-2-21. 電阻電容式 (RC) 濾波器..... 5-21
- 5-2-22. 整流器和濾波器對頻率的效應..... 5-22
- 5-2-23. 摘要..... 5-23

第三章 分壓器和電壓倍增器電路.....5-25

5-3-24.	濾波器的負載電阻器.....	5-25
5-3-25.	分壓器.....	5-26
5-3-26.	電壓倍增器.....	5-27
5-3-27.	實用半波電壓兩倍器.....	5-28
5-3-28.	全波兩倍器.....	5-29
5-3-29.	串級兩倍器.....	5-30
5-3-30.	三倍器，四倍器，和五倍器.....	5-31
5-3-31.	各式電壓倍增器圖.....	5-32
5-3-32.	摘要.....	5-33

第四章 振子功率供應器與電壓調節電路.....5-35

5-4-33.	振子功率供應器的原理.....	5-35
5-4-34.	非同步振子功率供應器.....	5-36
5-4-35.	同步振子功率供應器.....	5-37
5-4-36.	多相功率供應器.....	5-38
5-4-37.	電壓調節的意義.....	5-39
5-4-38.	電壓調節的原理.....	5-40
5-4-39.	負載電阻器的調節.....	5-41
5-4-40.	充氣管調節器.....	5-42
5-4-41.	串聯充氣管調節器.....	5-43
5-4-42.	半導體調節器.....	5-44
5-4-43.	摘要.....	5-45

第五章 調節器與完整功率供應器電路.....5-47

5-5-44.	電子管電壓調節器.....	5-47
5-5-45.	電壓放大調節器.....	5-48
5-5-46.	電晶體電壓調節器.....	5-49
5-5-47.	線路調節器.....	5-50
5-5-48.	電流調節.....	5-51
5-5-49.	簡單功率供應器.....	5-52
5-5-50.	完整功率供應器.....	5-52

5-5-51.	功率供應器的特性	5-54
5-5-52.	摘要	5-54

第六章 放大器電路 5-56

5-6-53.	放大器電路的分類	5-56
5-6-54.	放大器依用途分類	5-57
5-6-55.	放大器依偏壓偏流分類	5-58
5-6-56.	各類偏壓放大器曲線圖	5-59
5-6-57.	放大器依耦合分類	5-60
5-6-58.	各類耦合放大器電路圖	5-61
5-6-59.	放大器依電路接地形式分類	5-62
5-6-60.	各類接地式放大器電路圖	5-63
5-6-61.	放大器依頻帶寬度分類	5-64
5-6-62.	放大器依頻率分類	5-65
5-6-63.	放大器的失真	5-66
5-6-64.	摘要	5-67

第七章 音頻放大器電路 5-68

5-7-65.	音頻放大器電路的用途	5-68
5-7-66.	基本兩級音頻放大器(一)	5-69
5-7-67.	基本兩級音頻放大器(二)	5-70
5-7-68.	音頻電壓放大器	5-71
5-7-69.	音頻功率放大器	5-72
5-7-70.	永磁式揚聲器	5-73
5-7-71.	其他揚聲器	5-74
5-7-72.	碳精微音器	5-75
5-7-73.	其他微音器	5-75
5-7-74.	電唱頭和錄音頭	5-76
5-7-75.	音量控制器	5-77
5-7-76.	音調控制器	5-78
5-7-77.	音頻放大器的負回授	5-79
5-7-78.	負電流回授	5-80
5-7-79.	負電壓回授	5-81

5-7-80. 摘要	5-82
------------	------

第八章 推挽式放大器電路 5-84

5-8-81. 推挽式放大器的原理	5-84
5-8-82. 輸出信號產生的步驟(一)	5-85
5-8-83. 輸出信號產生的步驟(二)	5-86
5-8-84. 陰極耦合推挽式放大器	5-87
5-8-85. 射極耦合推挽式放大器	5-88
5-8-86. 分相器	5-88
5-8-87. 變壓器式分相器	5-89
5-8-88. 單管平衡式分相器(一)	5-90
5-8-89. 單管平衡式分相器(二)	5-91
5-8-90. 兩級分相器(一)	5-92
5-8-91. 兩極分相器(二)	5-93
5-8-92. 隨耦電路	5-94
5-8-93. 隨耦電路的動作	5-95
5-8-94. 摘要	5-96

第九章 視頻放大器與射頻放大器電路 5-98

5-9-95. 視頻放大器的性質	5-98
5-9-96. 高頻補償	5-99
5-9-97. 高頻補償電路	5-100
5-9-98. 其他高頻補償電路	5-101
5-9-99. 低頻補償	5-102
5-9-100. 低頻補償電路	5-102
5-9-101. 射頻放大器的意義	5-103
5-9-102. 射頻電壓放大器(一)	5-104
5-9-103. 射頻電壓放大器(二)	5-106
5-9-104. 調諧電路(一)	5-107
5-9-105. 調諧電路(二)	5-108
5-9-106. 調諧電路的特性	5-109
5-9-107. 射頻放大器調諧電路(一)	5-110
5-9-108. 射頻放大器的調諧電路(二)	5-111

5-9-109.	電晶體射頻放大器調諧電路	5-112
5-9-110.	摘要	5-113

第十章 射頻放大器電路(二).....5-114

5-10-111.	頻帶寬度和選擇性(一)	5-114
5-10-112.	頻帶寬度和選擇性(二)	5-115
5-10-113.	三極管和五極管的比較	5-116
5-10-114.	中和(一)	5-117
5-10-115.	中和(二)	5-118
5-10-116.	射頻增益控制	5-119
5-10-117.	射頻陷弄	5-120
5-10-118.	頻帶更換	5-121
5-10-119.	串級射頻電壓放大器	5-122
5-10-120.	共軸電容器	5-123
5-10-121.	直串射頻放大器	5-124
5-10-122.	直串射頻放大器電路(一)	5-125
5-10-123.	直串射頻放大器電路(二)	5-125
5-10-124.	摘要	5-126

第十一章 射頻功率放大器電路.....5-128

5-11-125.	射頻緩衝放大器	5-128
5-11-126.	頻率倍增器(一)	5-129
5-11-127.	頻率倍增器(二)	5-130
5-11-128.	頻率倍增器電路	5-131
5-11-129.	射頻功率放大器	5-132
5-11-130.	電子管和電晶體射頻放大器的比較	5-133
5-11-131.	調變的效應	5-134
5-11-132.	調幅和調頻射頻功率放大器的比較	5-135
5-11-133.	射頻功率放大器的輸入電路	5-136
5-11-134.	射頻功率放大器的輸出電路	5-137
5-11-135.	天線調諧單體	5-138
5-11-136.	屏極中和法	5-139
5-11-137.	柵極中和法與電感中和法	5-140

5-11-138. 寄生振盪遏止器.....	5-141
5-11-139. 摘要.....	5-141

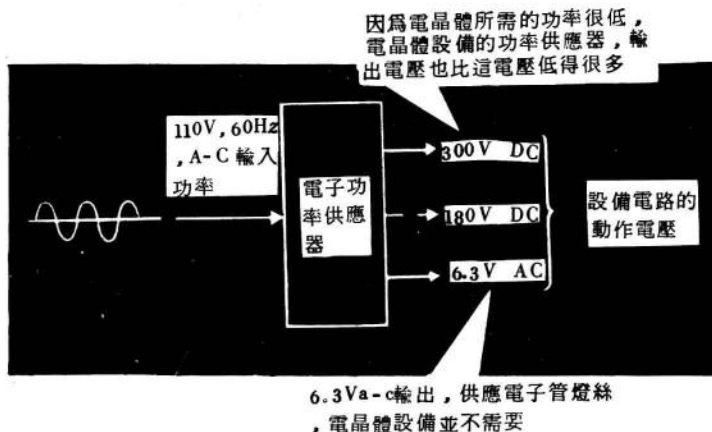
第十二章 中頻放大器電路.....5-143

5-12-140. 中頻放大器的特點.....	5-143
5-12-141. 中頻放大器的頻帶寬度.....	5-144
5-12-142. 耦合對選擇性和頻帶寬度的效應.....	5-145
5-12-143. 實用中頻耦合電路(一).....	5-146
5-12-144. 實用中頻耦合電路(二).....	5-146
5-12-145. 電視中頻放大器的頻率響應.....	5-148
5-12-146. 濾波器選擇性.....	5-149
5-12-147. 中頻放大器的增益.....	5-150
5-12-148. 中頻放大器的中和.....	5-151
5-12-149. 典型的中頻放大器.....	5-152
5-12-150. 中頻限制器.....	5-153
5-12-151. 屏極限制器電路.....	5-154
5-12-152. 柵極限制器電路.....	5-155
5-12-153. 摘要.....	5-156

第一章 整流器電路

5-1-1. 功率供應器的用途

用於電子設備中的電子管和電晶體，需要一定的動作電壓，才有適當的動作。通常用功率供應器（power supply）在必須的電流定額內供應這些電壓。除了電子管的燈絲可用 a-c 電壓以外，動作電壓必須使用極穩定的 d-c 電壓，有些設備用電池供應這些種直流電壓，大多數設備是用電子功率供應器（electronic power supply）。這種供應器通常用市電作電源，將 a-c 輸入功率，變成一種或幾種 d-c 電壓。功率供應器也對使用電子管的設備供應低壓，即電子管的燈絲電壓；這種 a-c 功率的電流較大。

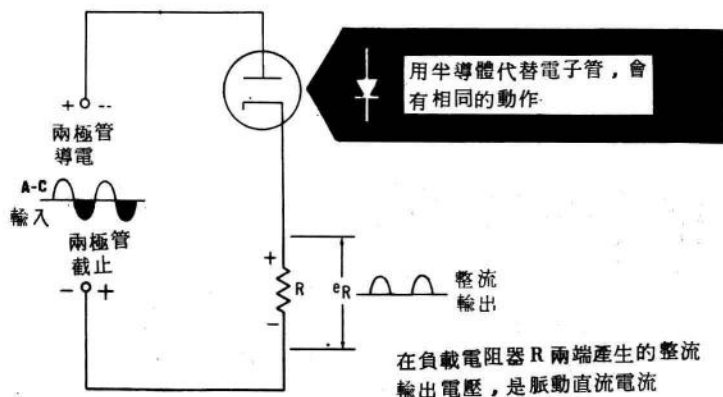


功率供應器有兩大功用：(1)整流（rectifies），將正弦 a-c 功率輸入變成脈動 d-c。(2)濾波（filters），使所產生的脈動 d-c 平滑。除此以外，許多功率供應器含有變壓器，在整流和濾波之前升高 a-c 輸入電壓。也含有調節電路，保持 d-c 電壓穩定。

5-1-2. 基本半波整流器

整流是除去正弦波或其他對稱波的一半。廣泛應用電子管或半導體兩極體來完成這種功用。因為兩極管和兩極體都有單向導電特性 (unidirectional conduction characteristics)。僅有一方向導電。正弦波電壓加在屏極和陰極，或 p 和 n 之間時，祇有一種交變 (半週) 能夠通過。

基本兩極管整流電路如圖所示，當 a-c 輸入電壓的正半週加到兩極管屏極，使屏極對陰極是正時，兩極管導電，便有電流流經電阻器 R，這種電流在 R 兩端產生壓降，壓降的波形，和使兩極管導電時 a-c 輸入電壓半週相同。

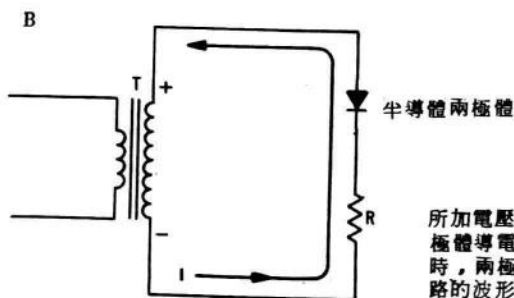
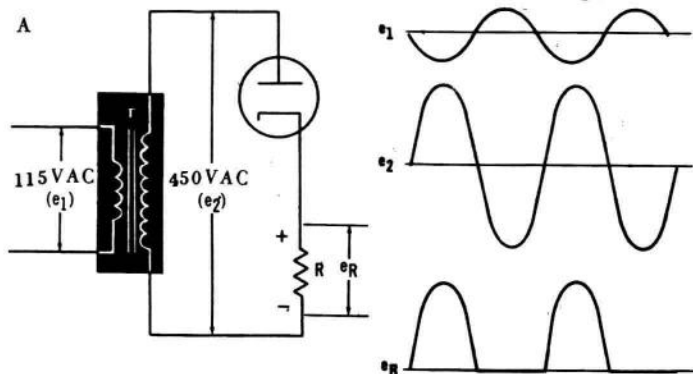


在 a-c 輸入電壓的負半週期間，兩極管的屏極對陰極是負，結果，兩極管不導電，在電阻器 R 兩端沒有壓降產生。電阻器 R 兩端的電壓是一連串電搏，並且相當於 a-c 輸入的正半週。這種電壓，便是整流器的輸出。這種整流器，因為祇在輸入電壓正半週期間有輸出，所以叫做半波整流器 (half-wave rectifier)。

若使輸入的 a-c 電壓先經過一升壓變壓器 (step-up transformer)，也可加高整流器的輸出電壓。這種電路，如下節圖 A 所示。雖然祇有 115 v a-c 電源可用，用一具有升壓匝比 (step-up turns) 的變壓器，可將電壓升高到 450 v，然後將這高壓加到兩極管的屏極和陰極之間。這種變壓器平常處理的電功率很大，所以又叫電源變壓器或功率變量器 (power transformer)。

5-1-3. 半導體半波整流器

使用半導體整流器的半波整流電路如圖B所示。這種電路和圖A的電路相同，僅是用半導體兩極體代替兩極電子管。半導體兩極體的順向電阻很低，因此，加上順向電壓（如箭頭所示）時，傳導電流很大。所加電壓極性相反時，傳導電流很小。這種逆向電流在實用上小到無足輕重。



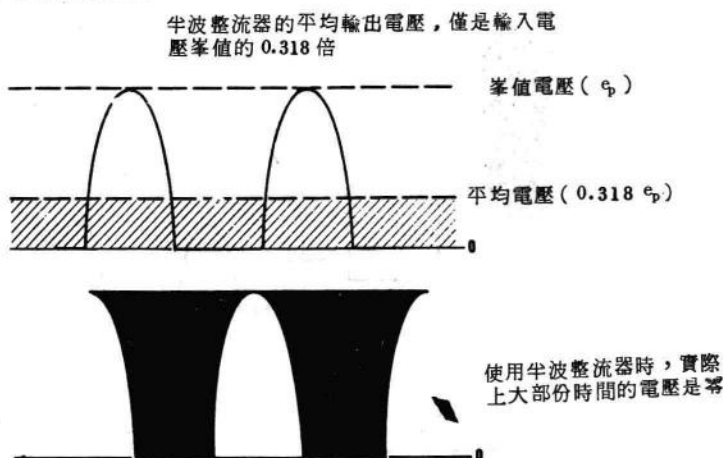
所加電壓如圖所示時，半導體兩極體導電，輸入A C的極性逆向時，兩極體基本上截止。這種電路的波形和圖A相同

換句話說，兩極體會傳導順向電流，順向就是與兩極體符號箭頭相反的方向。兩極體符號箭頭所指的方向叫做逆向，在這方向並不導電。兩極體符號的箭頭部份，相當於電子管的屏極，有時叫做陽極。因此，箭頭是指高電阻方向。

5-1-4. 半波整流器的特性

半波整流器僅在 a - c 輸入的正半週或負半週期間有輸出，所以平均輸出電壓並不等於峯值 (e_p) 的 0.637 倍，而是整個 360 度正弦波平均值的一半，即為峯值的 0.318 倍。

半波整流器也僅在 a - c 輸入的正半週或負半週期間，從電源取得功率，所以電流較小，供應負載的功率也較小。因此，半波整流器通常僅應用於需要較小電流的裝置。



半波整流器的另一缺點，就是電源變壓器二次繞組的電流，經常是同一方向，因此會在變壓器鐵心中產生顯著的磁通飽和，減低變壓器的效率。

它的最大缺點是輸出不穩定，與純粹的 d - c 電壓相差太大。這是因為有半週沒有輸出，各輸出電搏間隔較寬所致。因此，半波整流器並不適用於需要穩定直流的設備。

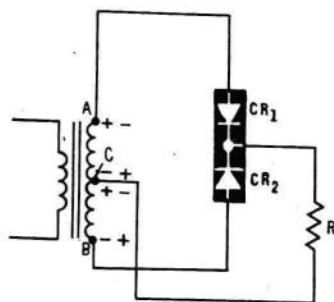
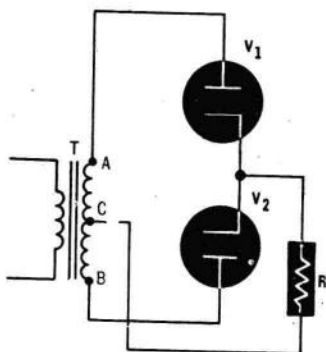
將兩極管或兩極體改變接法，當然可以改變輸出的極性，而使正弦波的另一半週，也完成整流的動作，變為脈動直流。

5-1-5. 全波整流器

全波整流器 (full-wave rectifier) 可以補救半波整流器的缺點。在全波整流器中，將兩只兩極管 (或兩極體) 對稱連接，一只在輸入 a - c 的正半週導電，另一只在負半週導電。使兩只兩極管的輸出電流，經常依相同

的方向，流經同一負載。

全波整流器使用兩只兩極管（或兩極體）和一共同負載。



C點的電位對A，B兩點的極性不同。當A點對B為正時，C點對A為負，對B為正；A點對B為負時，C點對A為正，對B為負。

基本全波整流器電路如圖所示，這種電路，使用兩只兩極管（或兩極體）。兩管的陽極接到變壓器二次繞組的相對兩端。共同陰極電阻器R，接在兩陰極和變壓器二次繞組中心分接頭之間。當a-c輸入加到變壓器的一次繞組，便在變壓器的整個二次繞組（A到B）兩端有一升高電壓。因為C點是二次繞組的電氣中心（electrical center）點，便在AC之間和BC之間各有一半感應電壓，這兩種感應電壓，都是對公共基準點C計量，所以經常是180度異相。AC之間的電壓，加到 V_1 的陰極和屏極之間，BC之間的電壓，加到 V_2 的陰極與屏極之間。

特製的全波整流管，是將兩管裝在同一管殼內，有些用共同陰極，有些用個別陰極。全波半導體兩極體也是將兩只兩極體裝在一隻單體內。

5-1-6. 全波整流器的動作

在全波整流器中，變壓器二次繞組的兩端A，B與中心分接頭C點之間的電壓，是異相180度，因而使兩管在a-c輸入的每半週中，交互導電，如下節圖所示。圖A表示a-c輸入在負半週期間，二次繞組接到 V_1 的一端是正，接到 V_2 的一端是負。因此，C點對A點而言為負，對B點為正。這就是說