

周密計畫的自學課本

基本電子學

下 冊

徐 萬 善 譯

a programmed course in

BASIC ELECTRONICS

second edition

New York Institute of Technology

東華書局印行

周密計畫的自學課本

基本電子學

second edition (1976)

下 冊

王子專案叢書

計畫者

New York Institute of Technology

專案指導

Alexander Schure

譯者 徐萬~~興~~

東華書局印行



版權所有・翻印必究

中華民國六十七年一月初版

基本電子學 (全二冊)

下冊定價 新臺幣八十元整

(外埠酌加運費郵費)

譯者	徐萬善
發行人	卓森
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 電話：3819470 郵撥：6484
印刷者	合興印刷廠 臺北市大理街130巷2弄1號

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號
(67001)

基本電子學

下 冊 目 次

第十一章 成音放大器(二) 451~504

§ 11-1 功率放大器(第一
部分) 452

§ 11-2 功率放大器(第
二部分) 456

§ 11-3 互補對稱原理 464

§ 11-4 互補對稱式的電
路 472

§ 11-5 複合聯接的電
晶體 477

§ 11-6 由兩個電晶體構
成的橋接電路 483

§ 11-7 其他的橋接電路 488
標準試題 499

第十二章 寬頻帶放大器 505~549

§ 12-1 對週期性波形的
檢討 506

§ 12-2 寬頻帶放大器的
效用 518

§ 12-3 相位失真的意義
與原因 524

§ 12-4 寬頻帶電晶體放
大器中的頻率補
償問題 532

§ 12-5 頻率及相位響應
的方波分析法 543
標準試題 545

第十三章 射頻放大器 550~584

§ 13-1 頻 譜 551

§ 13-2 射頻調諧電路 555

§ 13-3 射頻的耦合問題 558

§ 13-4 選擇性 562

ii 基本電子學(下)

§ 13-5 通帶的特性…	566	標準試題	582
§ 13-6 頻帶寬的調整	576		

第十四章 振盪器原理 585~613

§ 14-1 機械系統中的振盪.....	586	§ 14-3 LC 電路中的振盪.....	596
§ 14-2 振盪系統裡的反饋作用.....	594	§ 14-4 持續的電振盪	605
		標準試題.....	611

第十五章 LC 振盪器電路..... 614~640

§ 15-1 引 論.....	615	§ 15-3 標準的電晶體振盪器.....	630
§ 15-2 基本振盪電路的分析.....	622	標準試題.....	638

第十六章 晶體振盪器 641~670

§ 16-1 壓電效應.....	642	§ 16-3 晶體的諧振頻率	657
§ 16-2 晶體的溫度穩定性.....	645	§ 16-4 晶體振盪器電路	664
		標準試題.....	668

第十七章 調變的基本原理 671~705

§ 17-1 脈衝調變.....	672	§ 17-5 振盪器與放大器間的電感耦合	689
§ 17-2 調幅發射機——方塊圖.....	677	§ 17-6 鏈耦合.....	693
§ 17-3 中和作用.....	683	§ 17-7 電晶體式的調幅發射機.....	698
§ 17-4 振盪器與放大器間的 RC 耦合	686	標準試題.....	702

第十八章 檢波與檢波器 706~732

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| § 18-1 無線電接收機的
衡量準則..... 707 | 波器..... 720 |
| § 18-2 解調..... 713 | § 18-4 單電晶體接收機 726 |
| § 18-3 基本的二極體檢 | 標準試題..... 730 |

第十九章 超外差原理 733~756

- | | |
|------------------------------|---------------|
| § 19-1 調諧射頻式接收
機..... 734 | ——中頻..... 744 |
| § 19-2 頻率外差法... 738 | § 19-4 超外差接收機 |
| § 19-3 超外差的選擇性 | ——方塊圖... 752 |
| | 標準試題..... 755 |

第二十章 超外差級的分析 757~801

- | | |
|------------------------------|----------------|
| § 20-1 射頻放大級... 758 | 壓..... 784 |
| § 20-2 混波及振盪級 765 | § 20-7 自動音量控制的 |
| § 20-3 中頻放大級... 769 | 工作原理..... 790 |
| § 20-4 對像頻率的拒絕772 | § 20-8 自動音量控制的 |
| § 20-5 可變的電晶體增
益..... 780 | 濾波網路..... 793 |
| § 20-6 自動音量控制電 | 標準試題..... 798 |

第二十一章 基本電源 802~827

- | | |
|----------------------|---------------------|
| § 21-1 引 言..... 803 | § 21-5 中央有分接點的 |
| § 21-2 半波整流器... 804 | 變壓器..... 814 |
| § 21-3 濾波網路..... 808 | § 21-6 倍壓器..... 820 |
| § 21-4 全波整流器... 812 | 標準試題..... 825 |

第二十二章 超外差接收機的分析 828~849

§ 22-1 電源 829

§ 22-2 解耦網路 833

§ 22-3 輸出級 835

§ 22-4 推動級 837

§ 22-5 檢波器與自動音

量控制 839

§ 22-6 中頻級 841

§ 22-7 振盪器與變頻級 844

標準試題 848

習題答案 851

英漢索引 855



第十一章

成音放大器 (二)

本章目標

- 1 舉例證明一個未加偏壓的電晶體推挽式放大器中所發生的失真。
- 2 示範以順偏壓來消除在變壓器耦合的推挽放大器中所發生的交越失真。
- 3 修改一個推挽電路，避免它在C類區操作。
- 4 講解互補對稱式放大器的基本原理。
- 5 畫出由兩個電晶體構成的基本互補對稱式電路，分析在一完全輸入週下它的輸出電流。
- 6 畫圖講解以下各電路：(1)輸入和輸出都是用變壓器耦合的互補對稱式電路；(2)直接耦合的互補對稱式共射極推動級和輸出級電路；(3)推動級使用共集極組態的互補對稱電路。
- 7 討論電晶體的電流增益，當它作為集極電流的一項函數時它的直線性。
- 8 畫圖分析複合聯接的電晶體對 (compound-connected transistor pair)，追蹤流經這兩個電晶體的直流電流。
- 9 為複合聯接對算出短路順向電流放大因數 h_{fb} 和 h_{fe} 來；然後將這複合對的 h_{fe} 和單個電晶體的 h_{fe} 作個比較。

- 10 畫一個普通四元件的電橋電路。
- 11 說明電橋的「平衡」條件。
- 12 分析雙電晶體的電橋電路。
- 13 討論有兩個NPN和兩個PNP電晶體的電橋電路。
- 14 描繪有四個電晶體的電橋電路，就輸入和電池供應的需求條件上和有二個電晶體的電橋電路作個比較。
- 15 追蹤由交流輸入所引起的電流在電橋中的流動情形。
- 16 討論電橋電路在A類條件下的操作。
- 17 描繪有四個電晶體的電橋電路，其中有兩個電晶體是共集極組態的，另外兩個是共射極的。
- 18 講述變壓器和降壓電阻器對不同組態（共集極和共射極）供應不同的推動階層方面的用法。
- 19 列出橋式電路的各項優點（至少5項）。

§ 11-1 功率放大器（第一部分）

11-1

參考圖 10-2 中所示完整的成音放大系統的方塊圖。我們已經討論過幾個典型的前置放大器和推動器。我們尚未談到而現在就要專心來討論的應當是_____放大器。

11-2

（功率）放大器可以是單端的（single-ended）也可以是推挽式的。一個放大器如果是單端的，在正常情形下這一級裏只使用一個電晶體。一個推挽式的放大器就要使用_____個電晶體。

11-3

(兩) 在圖11-3 中的單級「功率放大器」(power amplifier, 亦稱強力放大器)就使用了兩個電晶體。這兩個電晶體共同促成這同一級的增益。顯然這是個 _____ 式的電路, 因為兩個電晶體都包含在這同一級中。

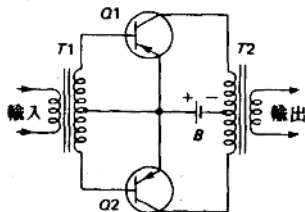


圖 11-3

11-4

(推挽) B 電池只供應集-射電壓。因為沒有其他的電池, 同時也沒有任何網路讓 B 電池供應基-射偏壓, 所以在沒有輸入信號時這系統的基極與射極之間是在零 _____ 差的狀況下操作的。

11-5

(電壓或電位) 這種情況就稱為零偏壓 (zero bias)。在每一個電晶體上都沒有順偏壓。假如 I_{CBO} (漏電流) 可予忽略不計的話, 那麼在沒有信號時就可認為集極電流等於 _____。

11-6

(零) 因此, 這電路可以得到非常高的效率, 因為在信號為零的期間任一電晶體都不會傳導。當一個信號加於輸入變壓器的初級繞組時, 就有一個同頻率信號出現在輸入變壓器的 _____ 繞組上。

11-7

(次級) 在信號輸入期間, 其中一個電晶體的基極就會向正變, 而另一電晶體的基極則要向 _____ 變。

11-8

(負)當 $Q1$ 的基極被推向負的那一瞬間， $Q2$ 的基極將被推向_____。

11-9

(正的)對一個PNP電晶體來說，一項負的基極電壓就是順向電壓(或順偏壓)。換句話說，當基極對射極而言被推向負的時候，這電晶體的集極電流就要_____。

11-10

(變大或增加)一項正的基極電壓(PNP)就是反向電壓。無信號情況下如果電晶體的集極電流等於零的話，那麼加一個正電壓到基極上就不會改變_____電流。

11-11

(集極)因此，假定圖11-3中 $Q1$ 的基極被推向負的，而 $Q2$ 的基極被推向正的。在這一情況下，只有電晶體_____會在它的集極電路中傳導。

11-12

($Q1$)當信號反轉之後， $Q2$ 的基極就會變成負行的，這時 $Q1$ 的基極就是正行的。就這一情況來說，只有電晶體_____會傳導。

11-13

($Q2$)這就說明了一點：每個電晶體依輸入信號的半週期間交替傳導。輸出信號是由得自兩個電晶體的信號合成的；這兩個信號的合併作用係發生在輸出變壓器的次級繞組上。這輸出變壓器的識別符號是_____ (見圖11-3)。

11-14

(T2)爲了得出總輸出波形的圖樣起見，我們先考慮一下這放大器的「動態轉移特性曲線」(dynamic transfer characteristic)。圖11-14畫出了其中一個電晶體的特性曲線。動態轉移特性曲線是表示集極電流與_____之間關係的圖解。

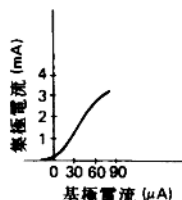


圖 11-14

11-15

(基極電流)假如這兩個電晶體具有完全一樣的特性曲線，那麼把兩個特性曲線背對背地(像圖11-15那樣)放在一起就能夠得出總輸出特性曲線來。注意：每一曲線的零

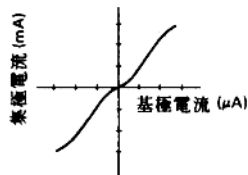


圖 11-15

值線(zero line)在縱向方面是對齊的，以便表達在無信號狀況下基極電流等於_____這項事實。

11-16

(零)當它們的零值線像這樣對齊的時候，這曲線即可說是結合的(combined)。輸入的_____電流對输出的集極電流之影響已經畫在圖11-16中。

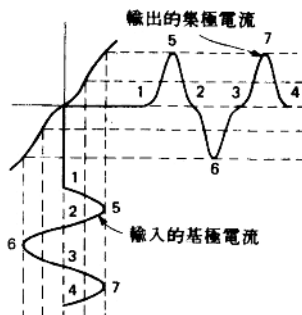


圖 11-16

11-17

(基極)正如從垂直軸上的曲線所看到的,輸入的基極電流是弦式的。它被向上投射到結合的特性曲線上,然後向右以便產生_____的集極電流波形。

11-18

(輸出)嚴重失真係發生在各交越點(crossover points)處。這些交越點計有1,2,3和_____。

11-19

(4)依照輸入信號的忠實再生這觀點而言,就有必要來消除或盡量減小發生在_____點處的失真。

11-19(交越)

§ 11-2 功率放大器(第二部分)

11-20

為了鑑賞一下如何把交越失真(crossover distortion)減至最小起見,首先參看圖11-20。這電路和上一節裏所談推挽放大器的區別在於本電路中又包含了兩個新增的零件,它們是 $R1$ 和_____。

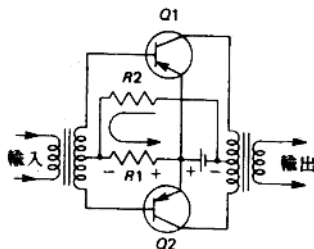


圖 11-20

11-21

(R_2) R_2 和 R_1 形成一個分壓器，從電池出來的電流會流經這分壓器。跨於 R_1 上的壓降具有圖上所示的極性。這樣的極性就使兩個電晶體的射極比兩個基極更 _____。

11-22

(正) 當一個 PNP 電晶體的射極比基極更正的時候，那麼這電晶體就是在順 _____ 條件下操作的。

11-23

(偏壓) 所以 R_2 和 R_1 構成的分壓器為兩個電晶體各提供了一項小量的順偏壓。動態轉移特性曲線的未結合(uncombined)形式已畫在圖 11-23 中。在這個形式下，兩個曲線是依下述情形對齊的：其中一條曲線的零值基極電流剛剛比另一條的 _____ 基極電流高一些。



圖 11-23

11-24

(零值) 這種對齊方法是不正確的，原因如下：當加了順偏壓之後，沒有一個電晶體的基極電流是等於 _____ 的。

11-25

(零) 在零信號的情形下，一個電晶體中的基極電流是由水平軸以上的虛線來表示的；另一個電晶體中的基極電流則是由水平軸 _____ 的虛線來表示(圖 11-23)。

11-26

(以下) 要想把兩條特性曲線正確地結合在一起，水平軸上方的虛線必須和 _____ 的虛線對齊，如圖 11-26 所示。

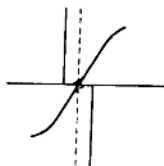


圖 11-26

11-27

(下方或下面) 如果這方面已經恰當地做到，像圖 11-26 那樣，那麼當這合併的推挽式動態特性曲線在原點處通過水平軸及垂直軸之際，應當是一條合理的 _____ 線。

11-28

(直) 因此，像圖 11-28 裏所指出的，一個投射的輸入基極電流正弦曲線就產生一個增高的輸出 _____ 電流正弦曲線，後者具有像輸入一樣的波形。

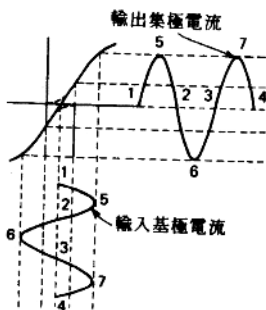


圖 11-28

11-29

(集極) 所以在推挽式放大器上加一個小的順偏壓之後， _____ 失真實質上就被消除了。

11-30

(文越) 圖11-30 用來表示在 $R1$ 上增加一個旁路電容的效應。這電容器在電路圖上的識別符就是_____。

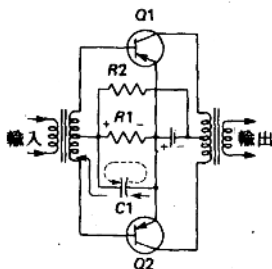


圖 11-30

11-31

($C1$) 當一個信號加於電晶體 $Q2$ 的基極時，電容器 $C1$ 就會經由 $Q2$ 的_____ -射接面而充電，像實線箭號所示。

11-32

(基) 這項作用發生的時間是在 $Q2$ 的基極上得到一個負半週(順向電壓) $Q2$ 因而傳導的期間。在正半週期間， $C1$ 就會經由_____而放電，如虛線箭號所示。

11-33

($R1$) 這放電電流將在 $R1$ 上產生一項壓降，它的極性就像圖11-30中所指明的。這項壓降會使每個電晶體的基極對射極而言是_____。

11-34

(正的) 這是一項反偏壓，反偏壓就有把兩個電晶體推向截止以外而進入C類操作區的傾向。C類操作將是非常可厭的，因為一個成音放大器在C類操作下會產生嚴重的_____。

11-35

(失真) 因此, 在圖 11-30 的電路裏應當禁止使用旁路電容器。如果沒有使用這電容器, 兩個電晶體就是依 _____ 類操作的, 因為在沒有信號時它們實際上是在截止情形下。

11-36

(B) B 類操作在成音頻率下是許可的, 只要 _____ 個電晶體被用在推挽電路中就成了。

11-37

(2) 在 B 類操作期間, 一個電晶體傳導的時間是信號輸入週的 _____; 這時另一個電晶體是不傳導的, 只是為了減小交越失真而使用了順偏壓的時候會引起小量的集極電流而已。

11-38

(半) B 類推挽級所用的普通 RC 耦合裏也會發生某種不良效應。參考圖 11-38, 假定在某一瞬間輸入信號正負把 Q_1 的基極朝負向推動。因為一個 _____ 行的信號具有順向 (偏壓) 的效果, 所以 Q_1 就會導電。

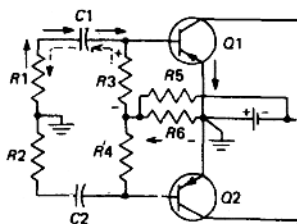


圖 11-38

11-39

(負) 這時電子就離開 C_1 右側的極片, 進入 Q_1 的基-射接面, 向下流到射極的接地線, 再由 R_1 和 R_2 間的接地線向上流經 _____, 最後回到 C_1 左側的極片。