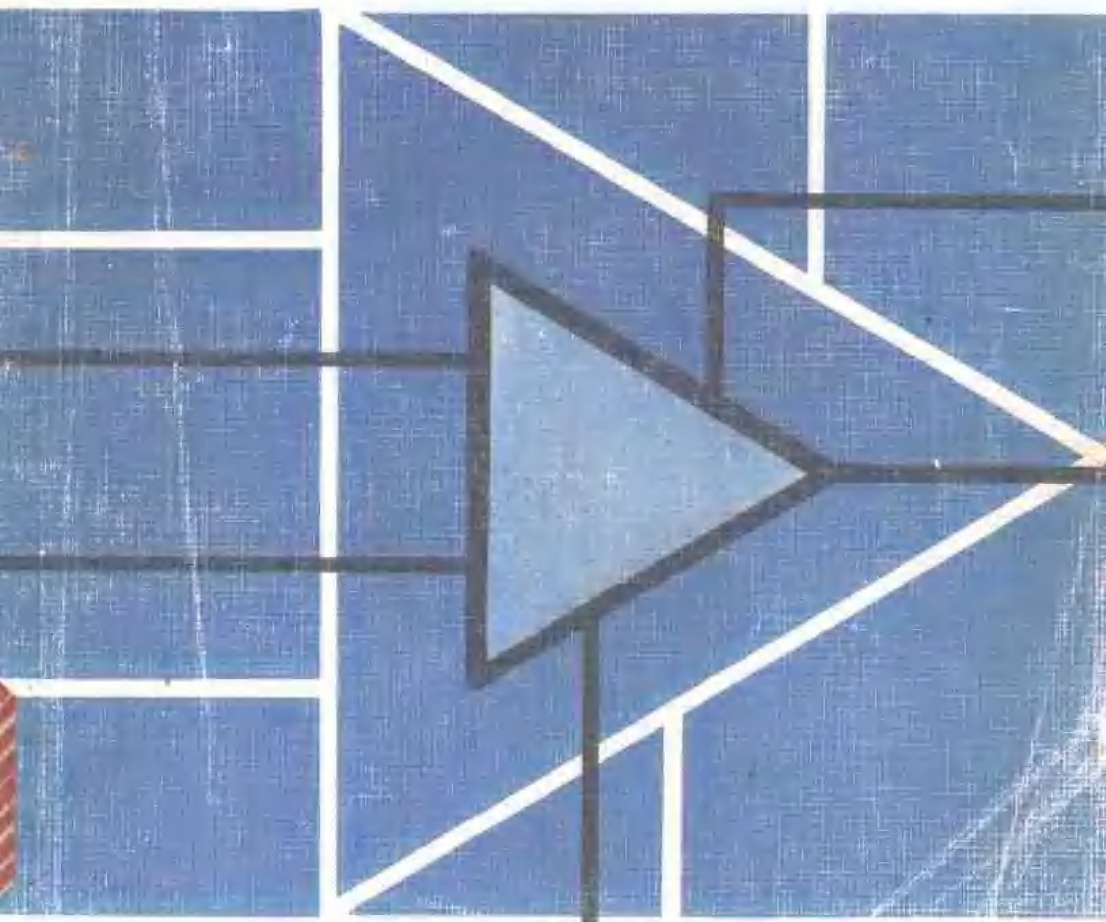


387128

線性IC 實用手冊

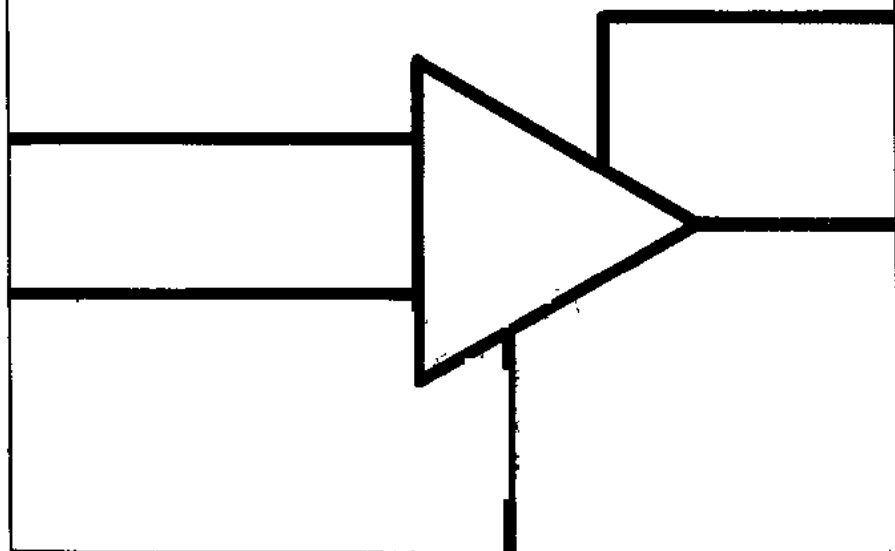
徐茂林 編著



全華科技圖書公司印行

線性IC 實用手冊

徐茂林 編著



全華科技圖書公司印行



全華圖書 版權所有 翻印必究

局版台業字第0223號

線性IC實用手冊

徐茂林 編著

出版者 全華科技圖書公司
北市建國北路85巷9號一樓
電話：581 1300
郵政：100836
發行者 蕭而卿
印刷者 台元彩色印刷公司
定價 平裝本 80元
精裝本 180元
初版 中華民國66年6月

序

首先我要感謝全華圖書公司的蕭培雄先生給我機會編寫「線性 IC 實用手冊」這本書，同時，我還要感謝全華圖書公司的全體工作人員及台大電研自動控制室的全體工作同仁，若沒有他們的協助，這本書的出版將是一件極困難的工作。

在 1960 年以前，人們都使用一個個獨立的電晶體、二極體、電阻……等零件組成電路，這種方式做出來的電路固然比真空管時代的小得很多了，但實際上仍相當大；又由於零件特性上的差異（即使是兩個同一廠牌，同一編號的電晶體，特性上都會有很大的不同），做出來的電路效果也不見得十分良好。

在 1960 年末期，半導體製造工廠已研製出積體電路（IC）的製造方法，使用 IC 可以大大的縮小以往電路的體積，並可以得到更良好的電路工作性能（用 IC 做成的電路中，兩電晶體可以十分相似），如果大量生產，更能使成本降得很低——只可惜，很少有電路或接收機值得大量製造的，於是廠商們就製造一種 IC 的方塊（block），它可以使用在許多許多場合（這樣才能增加銷路，降低成本），例如一個 CA3020 規格表上寫着可以適用在 AF 功率放大（手提的通信系統）、伺服控制放大器、線性混波、視頻放大、通信系統中傳輸線信號放大器、計算機邏輯電路界面設計用、燈控制、馬達控制、功率開關等用途。

我個人以爲，電晶體的時代已經過去了。目前電視及音響廣告方面不都是以“全 IC 電路”爲號召嗎？微計算機的出現，更使得各方一片噓噓聲，據統計估計，到 1978 年左右，全部的電路中，將有 80% 以上採用 IC 電路，只有極少部份的大功率方面才使用功率晶體電路。

經常的，我們會埋怨我們的科學技術比美國差，比日本差，其中癥結在那兒呢？許多小地方我們沒注意到；就拿線性 IC 方面的使用來說，要使用那一種編號的 IC 最適當呢？在電路設計時，如何使偏置電壓、偏置電流，甚或偏壓電流影響最小呢？要如何補償才可使頻帶夠用呢？這些方面是否我們有能力隨心所欲的處理呢？小地方不能解決，我們做出來的東西當然沒有別人的好，甚至可能做不出來。

本書在前面部份較注重綜合性的敘述，而在後大部份則注重實用電路方面之分析及應用。

最後，我還要介紹一本和線性 IC 實用息息相關的一本書——那便是全華公司出版的「全世界線性 IC 資料手冊」，幾乎每一種實用的線性 IC 都可在這上面找到實用規格及線路。

徐茂林 識於台大電研博士班
六十五年十一月

謝謝您選購全華圖書！

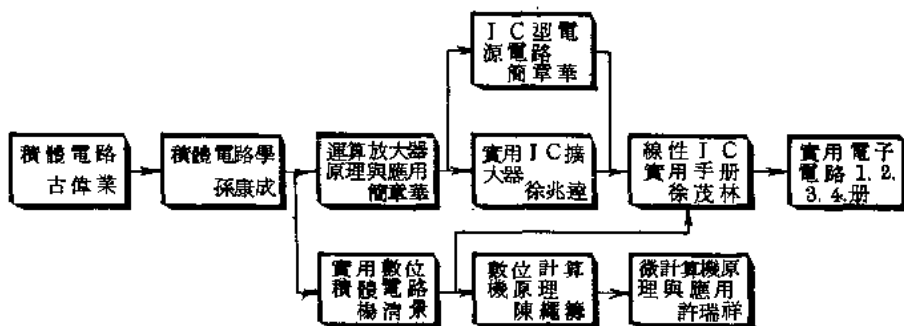
希望本書能滿足您求知的慾望！

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的絕不只是一本書，而是這門學問的最新知識，由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「線性 IC 實用手冊」呈獻給您，使您能經由本書了解線性 IC 的基本原理及實際用途。由於 IC 製造技術的快速成長，各種特性良好的 IC 陸續地被研製成功，可以將許多電子元件或一電路做在一片 IC 上，使得過去極為複雜的電路由於 IC 的應用而簡化了很多。目前，線性 IC 在工業電子、通訊系統及計算機工程方面的應用極為廣泛，本書即以實際的應用電路為主，逐項討論分析，使讀者能掌握當前工業界線性 IC 使用的情形，為研究電子技術人員必備、必讀。

同時，為了使您能有系統且循序漸進地研習有關 IC 方面的叢書，我們將全華公司一整套 IC 系列叢書以流程圖方式列之於後，只要您按照順序詳加研讀，除可減少您摸索的時間外，並可使您具備 IC 方面完整的知識，希望您能善加利用。有關以下各書內容，如您需要更進一步的資料，歡迎來函連繫，我們將可給您滿意的答覆。



目 錄

第一章	積體電路IC的運用	1
1-1	IC 的包裝	2
1-2	印刷電路板組合	3
1-3	IC 的實用領域	5
第二章	線性IC基本原理及規格	13
2-1	差動放大器	13
2-2	差動電晶體對的直流分析及設計	21
2-3	差動電晶體對的交流分析	23
2-4	共態操作	26
2-5	轉移特性	28
2-6	互導	30
2-7	差動放大器附有射極負回授電阻	31
2-8	差動放大器之增益	32
2-9	差動放大器之偏置電壓	34
2-10	差動電晶體對的交流設計	36
2-11	串級式放大器基礎	39
2-12	IC 普通放大器之偏壓	45
2-13	Y 參數	46
2-14	小的定電流源	47
2-15	多電流源	48

第三章	運算放大器電路的分析及設計	51
3-1	運算放大器方塊圖	51
3-2	一般差動級輸入	52
3-3	活性負載的輸入級	62
3-4	低輸入偏壓電流的輸入級	66
3-5	偏壓抵消	72
3-6	IC-OP-AMP 的輸出級	75
3-7	電流差動運算放大器	82
3-8	MOTOROLA MC 153 ϕ OP AMP 的電路分析	86
3-9	單電源工作	102
3-10	功率級	105
3-11	OP-AMP 的設計方法	106
3-12	電壓最大變動率之考慮	110
3-13	OP 的分類及應用規格	113
第四章	IC在通信方面的運用	125
4-1	串級放大器	125
4-2	射極耦合放大器	127
4-3	視頻放大器	129
4-4	轉換器	135
4-5	檢波	136
4-6	音頻放大器	137
4-7	中頻放大器	138
4-8	可調放大器	142
4-9	視頻放大器	145
4-10	信號混波	148
4-11	中頻放大電路的設計	150

4-12	彩色解調	154
4-13	電壓穩定電路	160
4-14	平衡調變器	161
第五章	OP-AMP常用的基本電路及其重要概念	163
5-1	基本理論	163
5-2	反相放大器	164
5-3	非反相放大器	166
5-4	差動放大器	167
5-5	反相加法器	169
5-6	積分器	170
5-7	微分器	170
5-8	電壓隨耦器	171
5-9	對數運算電路	172
5-10	反對數運算電路	177
5-11	Log乘法及除法器	178
5-12	轉移函數之組成	179
5-13	電感器之模擬	184
5-14	OP-AMP之規格	186
5-15	頻率補償之數學意義	188
5-16	暫態響應	195
5-17	直流放大器	197
5-18	對溫度穩定之基片	199
第六章	音頻電路、電視機電路及收音機電保	205
6-1	IC-OP-AMP 運用在音頻方面的重要參數	205
6-2	OP-AMP 基本音頻電路	220
6-3	實用 IC-OP-AMP 音頻電路	229

6-4	其它音频电路.....	258
6-5	IC 收音機电路.....	265
6-6	電視機电路應用 IC	279
第七章	電源回路	295
7-1	電壓穩定器.....	295
7-2	基本電源.....	297
7-3	正參考電壓源附緩衝輸出級.....	304
7-4	負參考電壓源.....	305
7-5	較高電壓及電流輸出的電源.....	306
7-6	可變輸出電壓的串聯穩壓電路.....	309
7-7	追蹤調整器.....	315
7-8	雙輸出, 各自可調變的電壓源.....	316
7-9	並聯電壓調整器.....	318
7-10	低功率並聯穩定器.....	320
7-11	電流穩定器.....	323
7-12	低功率, 一般用的電流穩定器.....	324
7-13	布斯特電流輸出穩流器.....	325
7-14	單方向性電源.....	327
7-15	兩方向性輸出的VCCS 壓控電流源.....	331
第八章	信號處理電路	335
8-1	理想二極體.....	335
8-2	精確的切割電路.....	338
8-3	直流準位變動電路.....	341
8-4	半波整流.....	341
8-5	高速整流電路.....	342
8-6	全波精確整流電路.....	344

8-7	峰值檢知電路	346
8-8	回授限制電路	348
8-9	二極體橋電路輸入電流限制器	353
8-10	電壓隨耦電路附有可變化的直流電位	354
8-11	信號極性變換電路	355
8-12	比較器電路	357
8-13	交流電壓通過零點查覺電路	367
8-14	窗電壓比較器	368
8-15	一般界面電路	374
8-16	儀器用放大器	374
8-17	類比乘法電路	384
8-18	用乘法器做數學運算	386
8-19	可變互導 IC 乘法器	388
8-20	單晶 IC 乘法電路及其應用	390
第九章	信號產生電路	401
9-1	積分器及微分器	401
9-2	多諧振盪器	410
9-3	信號產生器	417
9-4	三角波轉換成正弦波電路	424
9-5	鋸齒波產生器	426
9-6	長時間的定時器	429
9-7	同步的鋸齒波產生器	431
9-8	壓控信號產生器及調變	433
9-9	壓控鋸齒波 / 方波產生器	437
第十章	線性IC在數位計算機方面的應用	439
10-1	感應放大器	439

10-2	記憶體驅動電路	448
10-3	類比／數位轉換器，數位／類比轉換器	450
10-4	抽樣及保持電路	463
10-5	選擇開關	469

第十一章 線性IC在工業機器方面的應用 473

前言

11-1	一般電路	475
11-2	控制器	479
11-3	頻率及相位測量電路	490
11-4	鎖電路	492
11-5	IC 類比信號隔離電路	496
11-6	IC 金屬探知電路	497
11-7	相位鎖住環路 IC 及 n 倍頻率電路	498
11-8	脈衝寬度鑑別器電路	500
11-9	波寬調變電路	502
附錄 1. 溫度對 IC 的效應		505
1.	矽晶體對熱溫的關係	505
2.	ETM 模型	508
3.	ETM 模型的應用	515
4.	等溫的晶片	518

附錄 2 資料篇

積體電路IC的運用

回顧這些年來，IC 蓬勃的發展，IC 的好處在那兒呢？它比傳統的電晶體組合電路有下列優點：①設備的體積可以變得很小②使用的功率可以降得很低③價錢便宜；很多的電晶體電路可以被製造在一小片晶片（Chip）上，最後的成品約只有傳統的一個電晶體大。

IC 實用的範圍約可分為下列七大部份：

1. 數位電路 用以製造各種數位測量儀器，數位計算機，數位控制系統及記憶系統。
2. 高速度數位系統（ECL） 專用於高速度之資訊處理。
3. 運算放大器（OP AMP） 用於線性及類比工作方面，可工作於直流到數十MHz 的範圍。
4. 差動放大器（differential amp） 用於比較器方面，特別是常用在工業控制方面。
5. 感應放大器（sense amp） 用於連接數位及類比線性系統

(interface)。

6. 音頻、視頻，即高頻率的線性放大器 專用在通訊系統及家庭電器方面。
7. 微波積體電路 用於雷達及微波通訊電台等。

由以上的七大類不難看出 IC 使用的範圍太廣泛了，曾經就有人預測，到 1978 年左右，約有 85 % 到 95 % 的電器都會使用 IC 做零件。目前，無法使用 IC 技術做出來的只有在大動力方面的電路，但一般相信，動力控制電路將先使用混合的方式 (hybrid)，最後也會走上單晶 (monolithic) 的路途。

使用 IC 已不只是用以取代已有的電晶體電路，而是像電晶體取代真空管一般，設計工程師將使用 IC 來做為電路元件，未來的幾年，電子領域將被 IC 所獨佔。由此看來，詳細的研究 IC 已是刻不容遲的事了，但這方面的資料非常的龐大而且雜亂，作者有鑑於此，故和全華圖書公司合力寫下這本有系統的 IC 手冊。

1-1 IC 的包裝

在討論 IC 的實用前，讓我們先看看 IC 的包裝；一般有三種：TO-5 多腳圓包裝，平面包裝 (flat pack) 及兩排腳 (dual-in-line) 的包裝，如圖 1-1 所示；TO-5 多腳圓包裝由於其中是用電晶體組合而成的電路，故在早期被使用的很廣，但由線路組合的觀點上來看，TO-5 並不適當，由於它的接腳距離太近了，將使印刷電路上製作困難；平面包裝 (flat pack) 在按裝電路時，非常方便，但由於體積太小 (體積小也是其方便因素之一)，必須用比較多的 IC，也使價錢提高了，兩排腳的包裝由於可以配合標準的電路板製造方法故已被證實是一種最方便實用的包裝，也最受大眾歡迎。將來，很可能都會改用這種包裝。

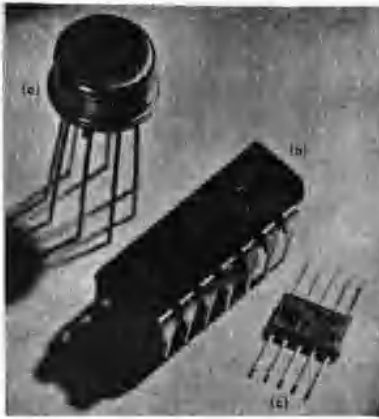


圖 1-1 IC 的包裝 (a) TO-5 (b) 兩排腳 (c) 平面包裝

1-2 印刷電路板組合

這種標準的電路組合如圖 1-2 所示，是使用一雙面的 PC 板照像製成

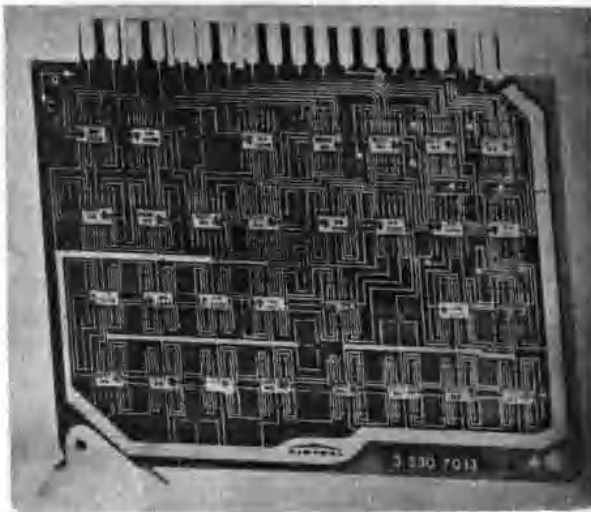


圖 1-2 標準印刷電路板組合

的，將平面型的 IC 平行的焊在上面，圖 1-3 則是兩排腳 (dual-in-line)

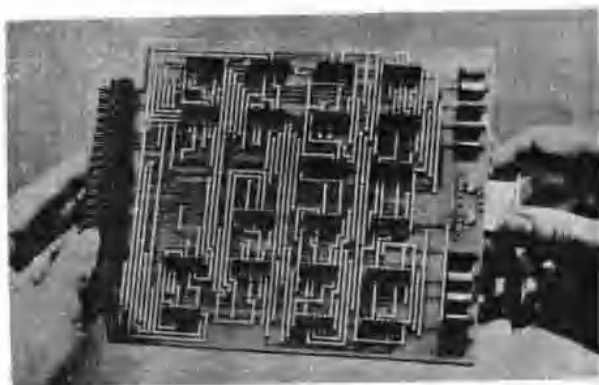


圖 1-3 標準電路板組合 (兩排腳 IC)

包裝的 IC 焊在一 PC 板上，這種線路採用的 PC 板經常是 6~10 平方吋；堆排成像圖 1-4 的集合。



圖 1-4 標準電路板組合

當用 IC 來設計一個裝備時，必須考慮整個系統的問題，例如在數位