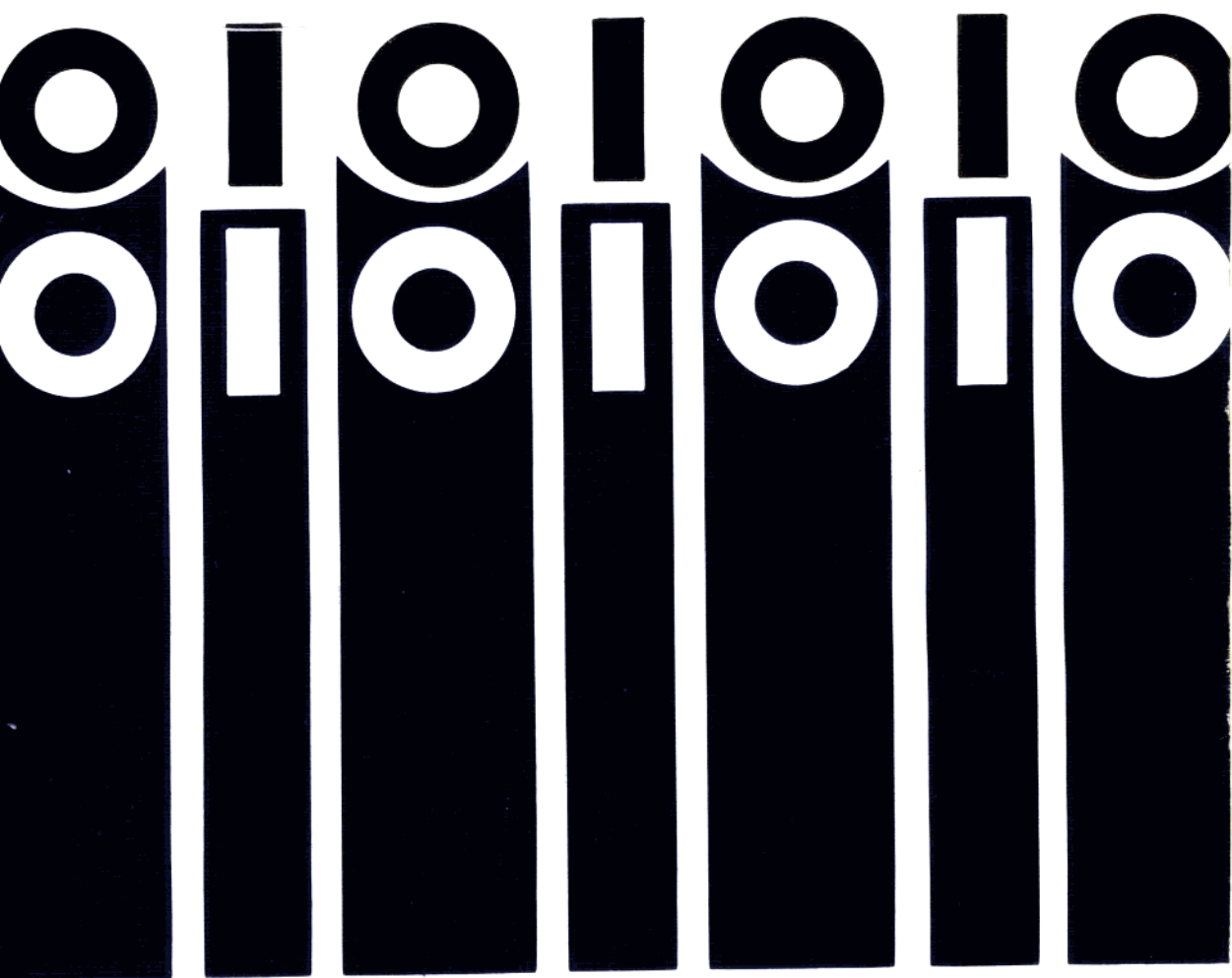


數位系統電路實作叢書之一

數位儀器製作

張博堯 譯

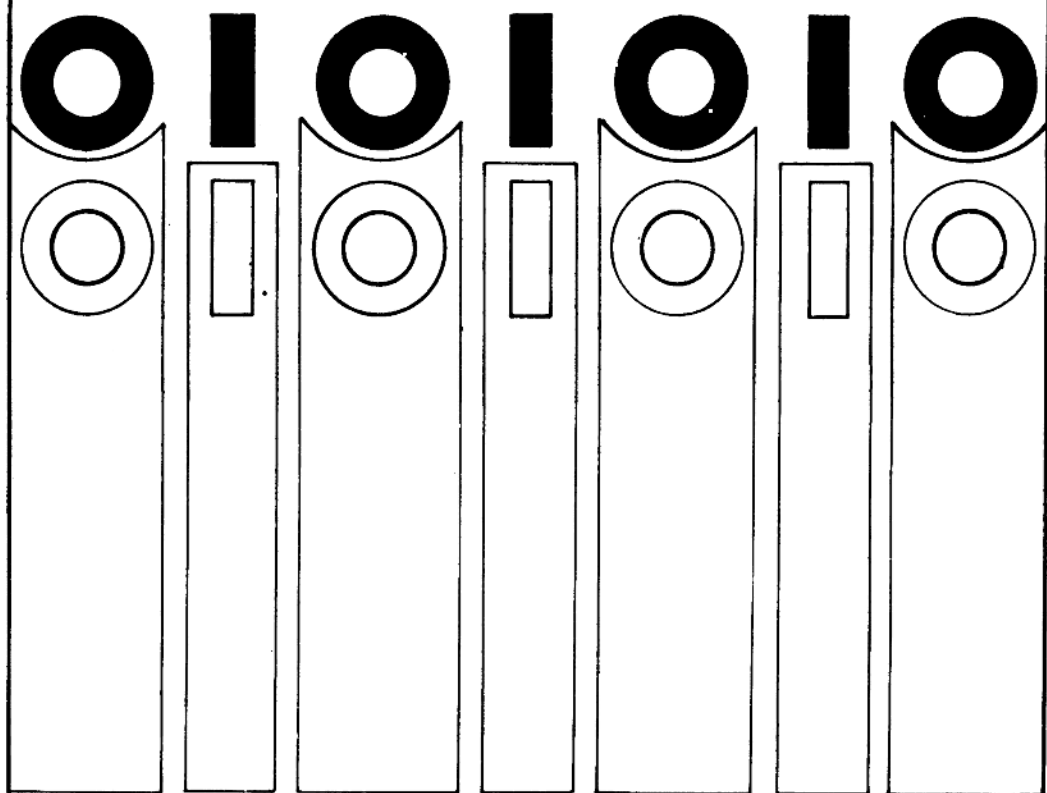


全華科技圖書公司印行

數位系統電路實作叢書之一

數位儀器製作

張博堯 譯



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 法律顧問：陳培豪律師

數位儀器製作

張博堯 譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司
北市龍江路76巷20-2號
電話：581-1300・541-5342
581-1362・581-1347
郵撥帳號：100836

發行人 陳 本 源
印刷者 華一彩色印刷廠
定價 新臺幣 180 元
再版 中華民國72年8月

數位儀器製作

序 文

半導體技術在近年來發展神速，各種功能與不同類型的 IC 使人有目不暇給的感覺，對於實地從事電子行業的技術人才，總希望能多體驗、多實作一些新的元件，不論任何人對於親手製作一些作品，總會感到興趣，尤其在完成自己的作品時，那種快樂是無法形容的，而本書的目的即在提供讀者製作數位 IC 的機會與樂趣。

本書涉及內容極為廣泛，也與讀者在生活上所接觸的東西有關，內容分為四類：一為數位 IC 在儀表上的運用（即：Laboratory Electronics），一為汽車上電子裝置之運用（即：Car Electronics），再者為家庭電器上的應用（即：Home Electronics），最後則為數位 IC 在業餘電子界的應用（即：Amateur Electronics）。另外，對所用顯示器，儘量提供各種不同類型，以應個人偏好。

業餘無線電愛好者在本書中也可發現一些樂趣，例如 Dx Hunting（遠距離通訊）之組件。有些人製作整套儀器用作通訊，有些人則利用這些組件的工作原理，一邊製作示波器，一邊製作計數器。

本書儘可能避免繁雜的理論與計算式子，即使對沒有專門知識的人來說，也可輕易地運用、製作，一面根據理論，一面以實作為出發點。本書中插入完整的電路圖，同時，製作上使用之 IC 極易找到，且以合宜價格可買到的 TTL、DTL IC 為主體。再者 PC 板以使用單面基板為主，雙面用基板僅在特殊範圍內使用，此外，也附有基板配線圖。

譯者本身服務於美商德州儀器公司，對於數位 IC 深感興趣，特藉此機會，取材日本最新電子書刊，譯成此書，願讀者分享之。書中容或有謬誤之處，尚祈先進賜教。

中華民國 1978 年 6 月

數位儀器製作

目 錄

第一篇 數位IC在儀表上的應用(Lab-Electronics)

第一章 50MHz頻率計數器之製作.....	1
1-1-1 50MHz 頻率計數器.....	1
1-1-2 50MHz 頻率計數器之製作與調整.....	18
第二章 200MHz前置比例器之製作.....	23
1-2-1 前置比例器各部的工作情形.....	24
1-2-2 150MHz 前置比例器之製作與調整.....	28
1-2-3 計數器之修改.....	29
第三章 多用電表的製作.....	33
1-3-1 多用電表的使用元件.....	34
1-3-2 多用電表各部的工作.....	39
1-3-3 多用電表之製作與調整.....	49

第二篇 數位IC在汽車電子裝置上的應用

第一章 60分鐘用馬錶的製作(Stop Watch)	59
2-1-1 馬錶之工作與電路構造.....	59
2-1-2 馬錶之裝配與調整.....	65
第二章 24小時顯示用時鐘之製作.....	69
2-2-1 車輛用 24 小時顯示時鐘之概要.....	69
2-2-2 時鐘之製作與調整.....	77
第三章 長程賽車用計時器之製作	83
2-3-1 長程賽車用計時器之組合與調整.....	84

2-3-2 長程賽車用計時器之概要·····	89
第四章 旅程表之製作 ·····	97
2-4-1 旅程表概要·····	97
2-4-2 旅程表之工作·····	98
第五章 自動駕駛操縱器(Autopilot)之製作 ·····	111
2-5-1 自動駕駛操縱器簡介·····	111
2-5-2 自動駕駛操縱器之規格·····	111
2-5-3 操縱員的作業與計算之自動化·····	112
2-5-4 數位化自動駕駛操縱器電路·····	114
2-5-5 自動駕駛操縱器之裝配與動作檢查·····	126
2-5-6 自動駕駛操縱器的使用方法·····	131

第三篇 數位IC在家庭電器上的應用

第一章 單晶片時鐘之製作 ·····	135
3-1-1 單晶片時鐘用 IC 之介紹·····	136
3-1-2 單晶片時鐘之製作調整與使用方法·····	141
第二章 數位定時器之製作 ·····	145
3-2-1 數位式定時器之概要·····	146
3-2-2 數位式定時器之構造與調整·····	151
第三章 電話計費器之製作 ·····	159
3-3-1 電話計費器之概要·····	159
3-3-2 電話計費器之構造與調整·····	166
第四章 單晶片計數器之製作 ·····	173

3-4-1 計算器用 L S I 與顯示器·····	173
3-4-2 利用TMS-0105 BNC的計算器·····	177
3-4-3 計數器之製作與調整·····	181

第四篇 數位IC在業餘電子界的運用

第一章 電子鍵之製作·····	187
4-1-1 電子鍵的電路實例·····	188
4-1-2 電子鍵之工作概要·····	191
4-1-3 電子鍵與操作器·····	197
第二章 呼喚電鍵之製作·····	203
4-2-1 本機規格·····	203
4-2-2 自動呼喚電鍵·····	203
4-2-3 自動呼喚電鍵之製作與調整·····	213
第三章 觸摸式電碼產生器之製作·····	217
4-3-1 何謂觸摸式電碼產生器·····	217
4-3-2 觸摸式電碼產生器之電路構造與動作·····	218
4-3-3 觸摸式電碼產生器之製作與調整·····	226
第四章 世界性時鐘·····	233
4-4-1 設計之目標·····	233
4-4-2 時差之產生·····	234
4-4-3 世界性時鐘之動作·····	234
4-4-4 世界性時鐘製作上 要點·····	245

數位電路設計與研究

目 錄

第一篇 基礎篇

前 言	1
第一章 水温警報器電路	3
1-1-1 主題	3
1-1-2 要點提示	3
1-1-3 實 例	4
1-1-4 問 題	8
第二章 電子節拍器電路	9
1-2-1 製作主題	9
1-2-2 要點提示	9
1-2-3 實 例	9
1-2-4 問 題	11
第三章 順次亮滅閃示電路	13
1-3-1 製作主題	13
1-3-2 要點提示	13
1-3-3 實 例	19
1-3-4 練 習	23
第四章 馬錶電路	25
1-4-1 製作主題	25
1-4-2 要點提示 1	25
1-4-3 要點提示 2	27
1-4-4 實 例	28
1-4-5 練 習	31
第五章 電動骰子電路	33
1-5-1 製作主題	33

1-5-2 要點提示·····	34
1-5-3 實 例·····	36
第六章 定時器 ·····	39
1-6-1 製作主題·····	39
1-6-2 要點提示·····	39
1-6-3 實 例·····	39
1-6-4 練 習·····	44
第七章 數位顯示測速計電路 ·····	45
1-7-1 製作主題·····	45
1-7-2 要點提示·····	45
1-7-3 實 例·····	51
1-7-4 練 習·····	55
第八章 附加定時器之24時顯示用時鐘電路 ·····	57
1-8-1 製作主題·····	57
1-8-2 要點提示·····	57
1-8-3 實 例·····	58
1-8-4 練 習·····	65
第九章 電子報音控制電路 ·····	67
1-9-1 製作主題·····	67
1-9-2 要點提示·····	67
1-9-3 實 例·····	68
1-9-4 練 習·····	69

第二篇 實務篇

前 言·····	71
第一章 電子鎖之設計 ·····	73

2-1-1 製作主題	73
2-1-2 要點提示	73
2-1-3 實 例	73
第二章 自動販賣機控制電路之設計	87
2-2-1 製作主題	87
2-2-2 要點提示	88
2-2-3 實 例	88
第三章 最小與最大值判別電路之設計	97
2-3-1 製作主題	97
2-3-2 要點提示	97
2-3-3 實 例	99
第四章 電算器用 LSI 所構成資訊處理電路之設計	107
2-4-1 製作主題	107
2-4-2 要點提示	107
2-4-3 實 例	107
第五章 由計數器作成計算電路之設計	115
2-5-1 製作主題	115
2-5-2 要點提示	115
2-5-3 實 例	116
第六章 數字顯示電容測量計之設計	123
2-6-1 製作主題	123
2-6-2 要點提示	123
2-6-3 實 例	125
2-6-4 關於要求的測量精密度	129
第七章 電子脈拍計之設計	133
2-7-1 製作主題	133

2-7-2 要點提示	133
2-7-3 實 例	133
第八章 數字顯示溫度計之設計	147
2-8-1 製作主題	147
2-8-2 要點提示	147
2-8-3 實 例	148
第九章 由PPL作成的脈波產生器之設計	157
2-9-1 製作主題	157
2-9-2 要點提示	157
第十章 亂數產生器與投幣器之設計	165
2-10-1 製作主題	165
2-10-2 要點提示	165
2-10-3 電路實例	165
第十一章 彈珠計數器與贈品兌換器之設計	175
2-11-1 製作主題	175
2-11-2 要點提示	175
2-11-3 電路實例	175
2-11-4 贈品兌換電路之計算	177
第十二章 麻將點數計算器之設計	181
2-12-1 製作主題	181
2-12-2 要點提示	181
2-12-3 電路實例	183
附錄一 TTL IC互換表	189
附錄二 TTL IC資料表	195
附錄三 C-MOS IC資料表	213

計 算 機 實 作

目 錄

第一篇 自製計算機

第一章 自製計算機的進行過程.....	1
1-1-1 前 言.....	1
1-1-2 硬體方面的基本組成.....	2
1-1-3 程式的基本組成.....	7
第二章 ATOM-8 的製作.....	17
1-2-1 前 言.....	17
1-2-2 ATOM-8 的基本動作.....	18
1-2-3 ATOM-8 的製作.....	20
1-2-4 程式製作.....	33
1-2-5 ATOM-8 的擴張和運用.....	43
第三章 TC-1 的製作.....	49
1-3-1 前 言.....	49
1-3-2 有關TC-1	51
1-3-3 TC-1 的製作.....	63
1-3-4 成品功能及應用.....	78

第二篇 微計機篇——單晶片CPU

第一章 MYCOM-4 的製作.....	83
2-1-1 前 言.....	83
2-1-2 MYCOM-4 製作上必先具備的知識.....	83
2-1-3 軟體及硬體的預備知識.....	91

2-1-4 MYCOM-4 的製作	115
2-1-5 MYCOM-4 之調整	132
第二章 TC-2 的製作	141
2-2-1 前言	141
2-2-2 關於 8008	142
2-2-3 TC-2 之構成及製作指引	147
2-2-4 TC-2 之操作指引	159
第三章 電視遊樂器顯示裝置的製作	171
2-3-1 前言	171
2-3-2 遊戲顯示的規列及動作結構	172
2-3-3 有關各部份的動作	176
2-3-4 遊戲的程式	192
2-3-5 卡式介面的製作	204
第四章 行印機控制器	211
2-4-1 MCS-40	211
2-4-2 行印機控制裝置	226
2-4-3 控制裝置的構成	233
2-4-4 軟體	242

第三篇 記憶積體電路

記憶體IC的基礎知識	265
附錄微處理器選粹一覽表	283

第一篇 數位IC在儀表上的應用 (Lab-Electronics)

50MHZ頻率計數器之製作

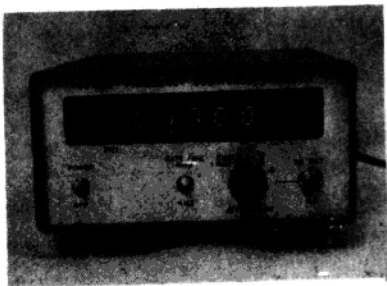
1-1-1 50 MHZ 頻率計數器 之概要與其各部份動作

由於數位 IC 之出現，最近廠商推出許多適合業餘者製作且價格合理的頻率計數器製品，或以成組的零件方式出售。這些製成品的效果很好，使人躍躍欲試。本書一開頭就先說明頻率計數器的原因，是因為在以後

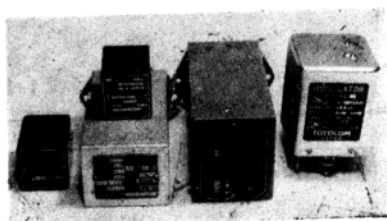
數位儀器的製作中，可以當作測試儀器使用。

(一) 選用規格

頻率計數器所須具備的首要條件為測量精確度與最高測定頻率，這兩項決定它的可用範圍。計數器的精確度雖由基準振盪器決定，但像高級工業用計數器一樣，須利用等溫槽保持晶體振盪器的穩定度為 1×10^{-7} /天



照片 1-1



照片 1-2 各種晶體用等溫槽

，成本則非業餘者所能負擔。

如果一定要使用等溫槽，可使用如照片所示利用雙金屬(Bimetal)來做溫度控制的等溫槽，此等溫槽可向一些出售舊貨品的商店購買。

製作本儀器所用零件一般以可買到為原則，譬如基準振盪器HC/6U所使用的1MHz晶體係一種標準品，容易購買。其頻率精確度為 $\pm 0.003\%$ 。

其次，最高測定頻率乃由輸入放大器之頻率特性與計數器第一級中使用的IC來

決定。第一級IC若使用十進計數器SN7490，則由於其計數頻率的標準為18MHz以上，因此，不能顧及業餘者所需的50MHz頻帶。

若要尋找最高測定頻率為50MHz之適當IC，可使用T.I.之SN74196N，此IC的最高計數頻率可達50MHz，實際測試時可延伸至62MHz，為求設計上的一致，將其額定值視為50MHz，圖1-1-1所列為SN74196N之規格。

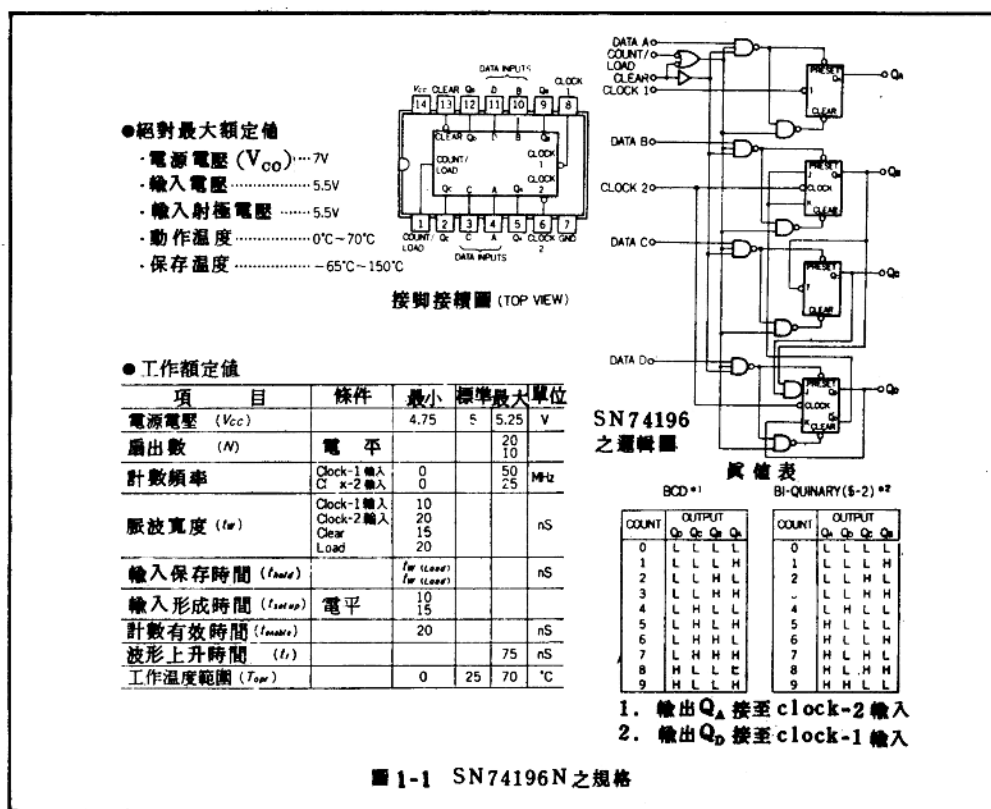


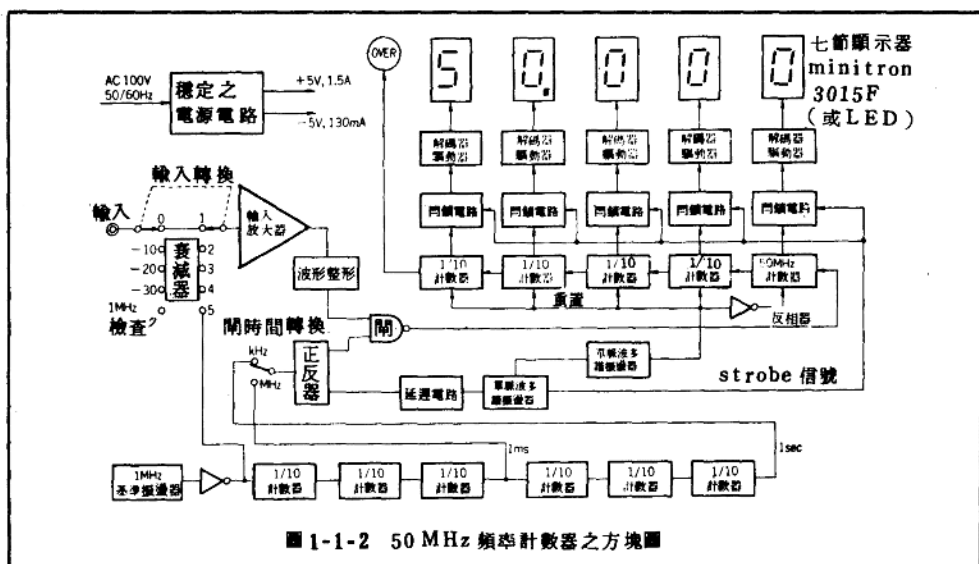
圖 1-1 SN74196N 之規格

(二) 顯示器之選用

一般選擇顯示器時，要選用Nixie管或發光二極體，須視其優點而定，唯在本儀器

中使用minitron顯示器。

Minitron與燈泡相似，它是一種利用白熱燈絲在平面上配列成7節(7-Segment)的數字顯示器，不須使用高壓電源，只用與



TTL IC 相同的 5V 電源即可。

顯示之位數與基準頻率之精確度有關，只將位數增加，其有效位數並不增加，本儀器以 5 位數字顯示，其整體方塊圖如圖 1-1-2 所示。

(三) 各部之動作

(1) 輸入電路與Schmidt觸發器(Trigger)

輸入電路係由衰減器(Attenuator)，寬頻帶放大器，波形整形電路等三方塊(Block)構成，由於上限頻率定為 50MHz，所以輸入放大器之製作週測試器不完備時，要用電晶體來組合，調整就很費工夫。

因此，為了製作上的簡單，採用 IC 與若干分離(Discrete)元件。首先在用寬頻帶放大之 IC 中選用 NEC 之 μ PC105A 或 T.I. 之 SN7510L，並研究其特性。

使用 μ PC105A 的原因，是在數種寬頻帶線性 IC 中，它具有單一電源與較小的最

低工作電壓，並能與其他 IC 一樣在 +5V 工作。

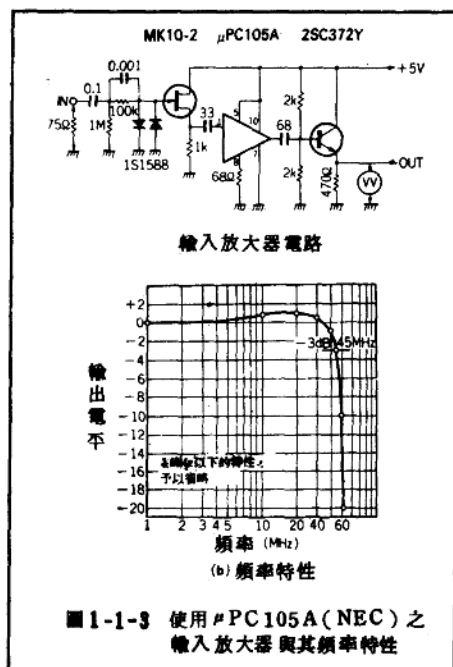
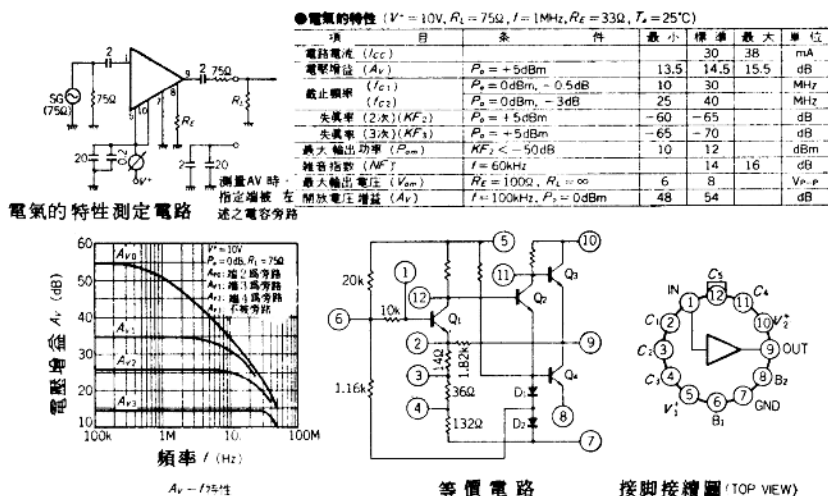
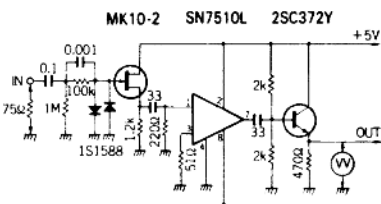


圖 1-1-3 表示其電路圖與頻率特性，-3 dB 處頻率為 45MHz，50MHz 處為 -10 dB，逾此點後就急劇下降，若要顧及

圖 1-1-4 μ PC105A (NEC) 之規格

輸入放大器電路

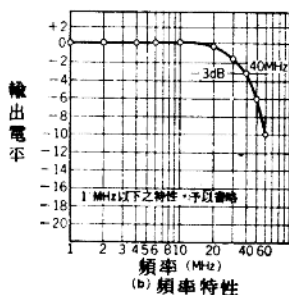


圖 1-1-5 使用 SN7510L (T.I.) 之輸入放大器與其頻率特性

50MHz 之業餘者頻帶 (Amateur Band) 稍有困難。依其特性只能用到 45MHz 左右。圖 1-1-4 為 μ PC105A 之規格，供作參考。

其次，就 T.I 之 SN7510L 而論，此

IC 須用 $\pm 8V$ 兩種電源，圖 1-1-5 及圖 1-1-6 分別表示 SN7510L 之電路圖與規格。頻率特性為 $0 \sim 40MHz$ ，40MHz 之點為下降 $-3dB$ 之值，逾越此點後就緩緩下降，至 50MHz 附近降至 $-6dB$ ，因此可