

工業工程學

閱0393949

電子實習

第三冊

陳 盛 有 編 著



大中國圖書公司印行

N 360

18-78

電子實習

第三冊

陳盛有 編著

江南大学图书馆



91504783



大中國圖書公司印行

編輯大意

- 一、本書係遵照教育部於中華民國六十三年二月修訂頒布之高級工業職業學校課程標準編輯而成。
- 二、本書分一、二及三叁冊，除可供高級工業職業學校電子設備修護科第一、第二及第三學年教學之用外，亦可供五專電子工程科及電子工程從業人員之自修參考。
- 三、本書之取材，參酌國內外最新資料；內容新穎，觀念正確，結構嚴密，易學易做。
- 四、本書之編排，分實習目的、相關知識、相關實習及討論問題等四大項，深入淺出，簡明扼要。
- 五、本書所用名詞，均以教育部公布之電機工程名詞和電子工程名詞為準，並附英文原名，以資對照。
- 六、本書實用插圖特多且異常清晰，頗有助於學者之瞭解。
- 七、本書之成，每執筆於公餘課畢之隙，雖經多次核校，舛誤之處，在所難免，尚祈海內外先進及讀者，隨時惠予指正，俾再版時得加訂正是幸。

編 者 謹 識

電子實習

第三冊 目錄



實習一 電視接收機線路檢查與認識	1
1-1 瞭解電視接收系統及核對電視接收機線路與零件	1
1-2 各電路作用實驗	5
1-2.1 低壓電源電路	5
1-2.2 影像放大電路	7
1-2.3 同步分離電路	9
1-2.4 垂直偏向電路	11
1-2.5 水平AFC振盪電路	13
1-2.6 水平輸出及高壓電路	15
1-2.7 聲音電路	18
1-2.8 調諧器與影像中放電路	20
實習二 電視接收機的調整和故障檢修	24
2-1 電視接收機的調整	24
2-1.1 綜合調整	24
2-1.2 聲音電路的調整	26
2-1.3 調諧器與影像中頻放大器的調整	28
2-2 電視接收機的故障及檢修	32
2-2.1 檢修概論	32
2-2.2 影像放大電路的檢修	33
2-2.3 同步分離電路的檢修	35
2-2.4 垂直偏向電路的檢修	35
2-2.5 水平AFC與鋸齒波振盪電路的檢修	37
2-2.6 水平輸出及高壓電路的檢修	39
2-2.7 聲音電路的檢修	40
實習三 電視接收機用天線的製作及實驗	42

實習四	電視共同接收系統實驗	50
實習五	單接合電晶體 (UJT) 及矽控整流器 (SCR) 之特性實驗	54
5-1	單接合電晶體的特性	54
5-2	矽控整流器	66
實習六	矽控整流器之基本電路實驗	71
6-1	直流觸發	71
6-2	交流觸發	73
6-3	相移控制	76
6-4	以 UJT 作相移電路	79
實習七	矽控整流器之應用實驗	83
7-1	以 SCR 作無接點開關	83
7-2	交流電力調整器	86
7-3	SCR 變流器	86
7-4	直流電動機的速率控制	88
實習八	雙向觸發二極體與交流矽控管的特性實驗	90
8-1	雙向觸發二極體	90
8-2	交流矽控管	92
實習九	交流矽控管式電力調整器實驗	96
實習十	數位電路	99
10-1	和閘	99
10-2	或閘	102
10-3	否閘	104
10-4	基本電閘及等效之複習	105
10-5	基本的邏輯代數——布林代數之應用	106
10-6	非或閘	107
10-7	非和閘	109
10-8	各型 IC 電閘的認識	112
10-9	電閘的變化、應用與合成	115

實習十一 正反器	136
11-1 RS 正反器	136
11-2 RST 時序正反器	138
11-3 邏輯電閘記憶器	141
11-3.1 NAND 電閘記憶器	141
11-3.2 NOR 電閘記憶器	143
11-3.3 閘控記憶器	144
11-3.4 資料門鎖器	145
11-4 邏輯電閘正反器	148
11-4.1 RS 主副型正反器	148
11-4.2 JK 主副型正反器	151
11-5 單穩式正反器	158
11-6 邏輯電閘型單穩正反器——移位正反器	160
11-6.1 RC 延遲單穩電路	160
11-6.2 閘式 RC 延遲單穩電路	161
實習十二 二進位計數器	162
12-1 基本的二進位計數器	162
12-2 異步二進位退步計數器	164
12-3 閘控式進退步二進位計數器	166
12-4 同步二進位計數器	166
12-5 同步閘控進退步計數器	168
12-6 BCD 計數器	170
12-7 同步BCD 計數器	173
12-8 其他兩進制定模數計數器	175
12-8.1 二進位除 3 計數器	175
12-8.2 二進位除 5 計數器	177
12-8.3 二進位除 6 計數器	178
12-8.4 二進位除 7 計數器	178
12-8.5 二進位除 11 計數器	179
12-8.6 二進位除 13 計數器	179
12-9 閘控計數模數型計數器	180

實習十三 錄位器及加法	182
13-1 錄位器	182
13-2 串錄位	185
13-3 數位加法	187
13-3.1 並加法	188
13-3.2 串加法	191
13-4 二進位數的減法	192
13-4.1 1的補數	192
13-4.2 0的補數	193
13-5 二進位乘法	194
13-6 兩進位除法	196

電子實習

第三冊

實習一 電視接收機線路檢查與認識

〔實習目的〕

1. 瞭解電視接收系統。
2. 認識電視接收機線路與零件。
3. 熟悉電視接收機主要配件的位置與訊號饋送的過程。
4. 瞭解電視接收機內各電路的作用。

1-1 瞭解電視接收系統及核對電視接收機線路與零件

〔相關知識〕

大多數的初學者可能面臨的困擾是：電視接收機中的線路零件如此的複雜與繁多，而電視機之機種又千千百百種，真是不知如何下手！當然了，電視機之機種繁多與其線路之複雜，這是事實不容否認，但絕不是難以瞭解的。只要具有一般的系統概念，掌握其相關的原理，由簡入繁，則很快地你會發現以上的困擾已經不復存在了。首先讓我們從圖 1-1 電視接收機方塊圖着手。

圖 1-1 所示為電視接收機方塊圖。其中每一方塊代表某一特殊作用，線與箭頭代表訊號的傳送方向。調諧器包含高放、混波及本地振盪電路。高放電路具有 6MHz 的頻帶寬度，對天線所拾取的微弱影像及聲音訊號作 20~30 dB 的放大。本地振盪電路產生的訊號與高放電路之輸出訊號在混波級混合後產生一差頻訊號，此差頻訊號即為中頻訊號。

中頻訊號之頻率各國使用者不盡相同：例如美國與我國所選用的影像中頻訊號頻率為 45.75 MHz，聲音中頻訊號頻率為 41.25 MHz；而日本大部分採用 26.75 MHz 或 58.75 MHz 的影像中頻訊號及 22.25 MHz 或 54.25 MHz 為聲音中頻訊號頻率。

影像中放電路大致分為三級放大，其增益大致為 80 dB。為了使得往後的影像訊號與聲音訊號分離更容易，及避免聲音訊號干擾到畫面，一般必須使得聲音中頻訊號的增益低於影像中頻訊號 40 dB 以下。

影像與聲音訊號所構成的綜合頻寬須有 4 MHz，為了達到寬波帶與高增益的特性，一

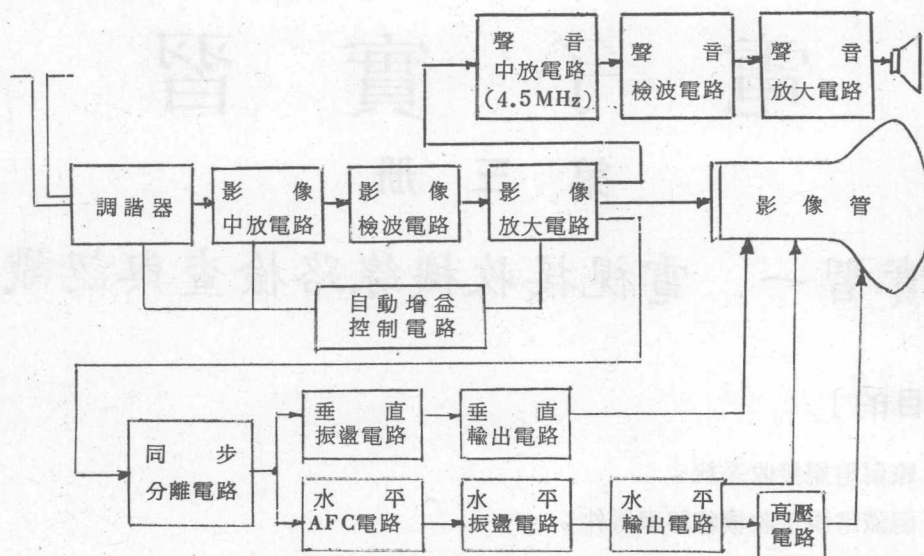


圖 1-1 電視接收機之方塊圖。

一般都採用交錯調諧法 (Stagger-Tuned)，即是每一中週變壓器的調諧振調頻率均錯開，不相同。

影像檢波器與一般AM收音機完全相同，唯其電路須有 4 MHz 的頻帶寬度，故一般均設有頻率補償電路。另外，此種檢波器還同時扮演了頻率轉變（變頻）的角色：即是產生 4.5 MHz 的聲音第二中頻訊號。在此檢波器中 45.75 MHz 之影像載波 (Picture Carrier) 好比一本地振盪訊號，因其訊號遠大於 41.25 MHz 的聲音載波。因此由於超外差作用，45.75 MHz 之影像載波與 41.25 MHz 之聲音訊號混合後產生 4.5 MHz 的聲音第二中頻訊號。

由影像檢波輸出的影像訊號大約在 2~3 伏左右，再經影像放大電路作 30 dB 的放大後，加於映像管才能作出反襯良好的畫面。如前所述，影像放大電路須有 4 MHz 的頻寬，一般均採用峯化線圈 (Peaking Coil) 作必需的頻率補償。

自動增益控制電路 (Automatic Gain Control)，簡稱為 AGC 電路，其作用與收音機中的 AVC 電路作用相同。因為各頻道的訊號強弱不一，AGC 使得電視機中的中放及高放電路之增益自動隨着電波訊號之強弱而自動地變化，以使檢波器之輸出保持一定強度，維持畫面反襯度的不變。

同步分離電路是利用截波器 (Clipper) 將影像訊號中的同步訊號取出，再利用積分電路與微分電路，將垂直及水平同步訊號分離之。

水平同步訊號因其頻率較高，為了防止雜音的干擾，故須加一自動頻率控制電路 (Automatic Frequency Control)，簡稱為 AFC 電路，以維持水平同步信號的頻率穩定不變。

垂直同步訊號因為頻率較低，且積分電路為一低頻通濾波器（Low Pass Filter）高週雜音已被濾去，故垂直同步訊號可直接地控制垂直振盪電路。

水平振盪電路與垂直振盪電路一般均採用多諧振盪器（Multivibrator），或間歇振盪器（Blocking Oscillator），再配合上電容器的充電放電之特性而產生鋸齒波形。

水平振盪器所產生的鋸齒波形如圖 1-2 所示。由 A 至 B，波形以穩定的速率上升，（線性部份）。在此周期中電子束在螢光幕上很平穩地由左向右掃描。在 B 點，電壓急速下降，使電子束很快地又回到右邊，以準備下一條掃描線的開始掃描。

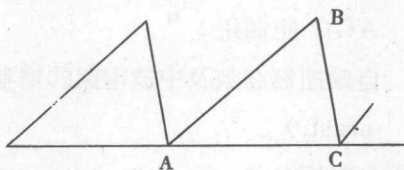


圖 1-2 水平振盪器所產生之鋸齒波形。

圖 1-2 所示之波形經由水平輸出電路之放大後，饋送至套於影像管管頸的偏向軛（

Deflection Yoke）之水平偏向線圈，此偏向線圈所產生之磁場使通過此磁場之電子束偏向，如上段所述。

當水平鋸齒波由 B 點急速降至 C 點，在馳返變壓器（Flyback Transformer）上感應出高電壓波形。此電壓經由整流後可產生 10,000 至 16,000 伏特之直流高壓，然後接至影像管的前部，以吸引管頭中的電子束擊打螢光幕。

至此，我們已經大概地瞭解了電子束如何地在螢光幕上由左向右掃描。垂直振盪器所產生之鋸齒波經由垂直輸出電路放大後傳送至偏向軛之垂直偏向線圈，此垂直偏向線圈上之鋸齒波形電流所造成之磁場使電子束產生垂直偏向。

影像檢波電路檢波後所得之 4.5 MHz 聲音第二中頻訊號，利用捕捉電路拾取之，並饋送至聲音中放電路，給于 30 至 40 dB 的增益後，經調頻檢波器解調成為成音訊號。成音訊號再經成音放大器放大後推動揚聲器。

電視接收機方塊圖中各電路的功能與作用大致已敘述如前，至於詳細的電路將在 1-2 節中詳細討論之。至此我們對於電視機接收系統有了初步的瞭解與概念，則任何廠牌，任何型號的電視接收機中各組成部分的作用大致與圖 1-1 所示的方塊圖雷同。

接着，讓我們瞭解一下電視接收機中各控制鈕的功用：

A. 調諧器部分：

a. 波道選擇鈕（Channel Selector）：

用於選擇所需接收的電視頻道。

b. 微調控制鈕（Fine Tuning Control）：

用於改變本地振盪器的振盪頻率，以適應因為電源或其他因素的變動影響到振盪頻率的改變，用於獲得更清晰更生動的畫面。

B. 影像部分：

a. 反襯控制鈕（Contrast Control）：

又稱為黑白對比控制鈕，係控制影像放大級的增益，以使畫面在各種室內照明的環境下均能得到適當的黑白對比。一般使用時應配合亮度控制鈕。

b. 亮度控制鈕（Brightness Control）：

控制影像管的偏壓（Bias），以達到調整畫面的背景亮度的目的。

c. 聚焦控制鈕（Focus Control）：

控制影像管G4的電壓，以使螢光幕的光點清晰明亮。

d. AGC 控制鈕：

自動控制高放及中放電路的增益，以適應各種環境下均能得到良好的對比（Contrast）。

C. 水平偏向部分：

a. 水平穩定控制鈕（Horizontal Hold Control）：

調整水平振盪器的振盪頻率，以使接收器的水平掃描與發射機取得同步。

b. 水平寬度控制鈕（Horizontal Width Control）：

改變水平偏向線圈中鋸齒波電流的大小，以調整畫面的寬窄。

c. 水平直線性控制鈕（Horizontal Linearity Control）：

控制水平偏向電流的直線性，以得到左右均勻的畫面。

d. 中心點控制鈕（Centering Control）：

設於偏向軛上，由兩片小磁鐵構成，以調整畫面的中心位置正確。

D. 垂直偏向部分：

a. 垂直穩度控制鈕（Vertical Hold Control）：

控制垂直振盪器的振盪頻率，以使得垂直掃描能夠得到同步。

b. 垂直高度控制鈕（Vertical Height Control）：

控制垂直鋸齒波的電壓大小，以使畫面的高度足夠。

c. 垂直直線性控制鈕（Vertical Linearity Control）：

控制垂直鋸齒波電流的直線性，以使畫面上下取得均勻。

E. 聲音部分：

a. 音量控制鈕（Volume Control）：

調整音量輸出之大小。

b. 音調控制鈕（Tone Control）：

調整音調之高低，以獲得適當之音質。

〔相關實習〕

一、使用器材：

1. 電視接收機一部。

2. 相關之電視接收機線路圖一份。

二、注意事項：

1. 暫時勿接上電源。
2. 各控制鈕不可以任意調動，尤其中週變壓器中之諧振電路，切不可任意轉動。

三、實習程序：

1. 比較電視接收機電路圖與圖 1-1 之方塊圖，並畫出每一方塊所代表的電路。
2. 依電視機電路圖，查對電視機各部分電路及主要的配件位置。
3. 繪出電視機前面板各控制鈕的位置，並註明其功能、名稱。此組控制鈕又稱為“使用鈕”，係供使用人調整用。
4. 繪出電視機後面板各控制鈕的位置，並註明其功能、名稱。此組控制鈕又稱為“調整鈕”，係供技術員調整用。

〔討論問題〕

1. 為何調諧器皆置於鐵罩之內？
2. 通常電視機底板上，中放電路皆儘可能遠離水平輸出電路，其因安在？

1-2 各電路作用實驗

在實習 1-1 中，我們已使大致地瞭解電視接收機系統及電視接收機方塊圖中各方塊所代表的功用。以下我們將討論各相關電路的工作，並配合實際的實驗使大家對於電視接收機能有更進一步的瞭解。

1-2.1 低壓電源電路

〔實習目的〕

1. 熟悉一般電晶體及真空管電視機中之低壓電源供給電路，及其原理。
2. 瞭解倍壓整流器的原理。

〔相關知識〕

一般電晶體電視機的 V_{cc} 電源係由電源變壓器將市電 110 伏特交流電壓經降壓後得到所需的電壓。經全波橋式整流後，再經電阻電容器所構成的濾波器取出所需的直流電壓，如圖 1-3 所示。

一般真空管電視機之 B^+ 電源，大多採用半波倍壓整流器如圖 1-4 所示，由 110 伏 AC 輸入在 B^+ 的輸出端一般可以得到 300 伏左右的直流電壓。

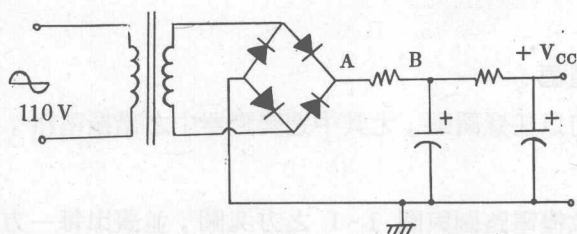


圖 1-3 橋式全波整流器。

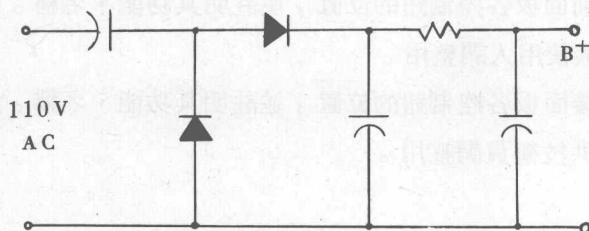


圖 1-4 半波倍壓整流器。

真空管燈絲電源的供給方式一般可分為二種：一為由變壓器降壓而來，其連接方式為並聯，另一種則選用燈絲電流均相同（一般在 600mA 附近）的真空管串聯連接而成，此種方法目前採用最廣。

〔相關實習〕

一、使用器材：

1. 電晶體式或真空管式電視接收機一部。
2. 相關電視接收機線路圖一份。
3. 三用電表一部。
4. 示波器一部。

二、實習程序：

1. 查對電視機低壓電源電路，及真空管電視機低壓電源電路和燈絲電源電路。
2. 繪下電晶體電視接收機低壓電源供給電路。（如圖 1-3, 1-4 的形式，並標明各相關的零件值）。
3. 選擇一廣播頻道，調至最佳收視狀況，然後以三用電表及示波器測量低壓電源電路中各點的直流及交流電壓讀數，記下結果。
4. 以示波器測示各點的波形，繪出結果，記下讀數（A 點、B 點及 V_{cc} ）。
5. 選用真空管電視接收機，查看其低壓電路部分，繪下相關的電路圖。
6. 選擇一廣播頻道，調整至最佳收視狀況；然後以三用電表或示波器計測各點的波形，及電壓讀數。

7. 繪出觀測的波形及電壓讀數。
8. 繪下真空管燈絲電路，以三用表或示波器測量燈絲電流及相關的燈絲電壓。

〔討論問題〕

1. 如何以三用電表來判斷二極體的極性？為什麼？請簡述之。
2. 試說明倍壓器（Voltage Doubler）的工作原理。
3. 解釋RC濾波電路的作用及原理。

1-2.2 影像放大電路

〔實習目的〕

1. 瞭解電視接收機中影像放大電路的工作原理及其功用。
2. 熟悉影像放大電路各試驗點的電壓波形及試驗電壓值讀數。

〔相關知識〕

一般影像檢波級的輸出訊號電壓大約在 2 至 4 伏特的峯至峯值，而電視影像管約須有 80 伏特的峯至峯值電壓來作為輸入，才能夠得到良好的反襯效果。因此影像放大級須具有 26~30 dB 的增益。

同時影像放大電路的頻率特性需有 0~4 MHz，才能夠使得失真減至最小。欲得此頻率特性，通常需要採用高頻補償電路及低頻補償電路。

影像放大電路的輸出訊號極性，須與影像管輸入配合（視其加於影像管的陰極或柵極而定）。以免產生黑白顛倒的畫面。

一般影像放大電路含有影像放大級及影像輸出級二部分。影像放大級大都是射極隨耦器（Emitter Follower），其主要的作用是作為阻抗的匹配；影像輸出電路則為一射極電壓放大電路。

圖 1-5 所示為一實際的影像放大電路圖。此電路為一直接交連，故低頻響應特別良好。在此電路中，二極體 CR2 係用來補償電晶體，以供給較佳的直線性。當輸出電晶體被較強的訊號所激勵時，其特性曲線將趨於下降，而二極體的特性曲線則隨電壓之增加而上升，因此可補償其直線性。

CR1 影像檢波器後由 C_s 、 L_1 、 Q_1 的基極輸入電容及 L_2 組成一低頻通濾波器。此濾波器的作用有二：一為濾去中頻信號，其二是補償高頻的特性。

第一影像放大級係採射極耦合電路。然而對於 AGC 訊號而言， Q_1 係一射極接地式（共射型）電路。 C_s 與 T_2 之初級線圈組成一 4.5 MHz 的聲音訊號補捉器，並經由變壓器將聲音訊號交連至聲音系統的相關電路。

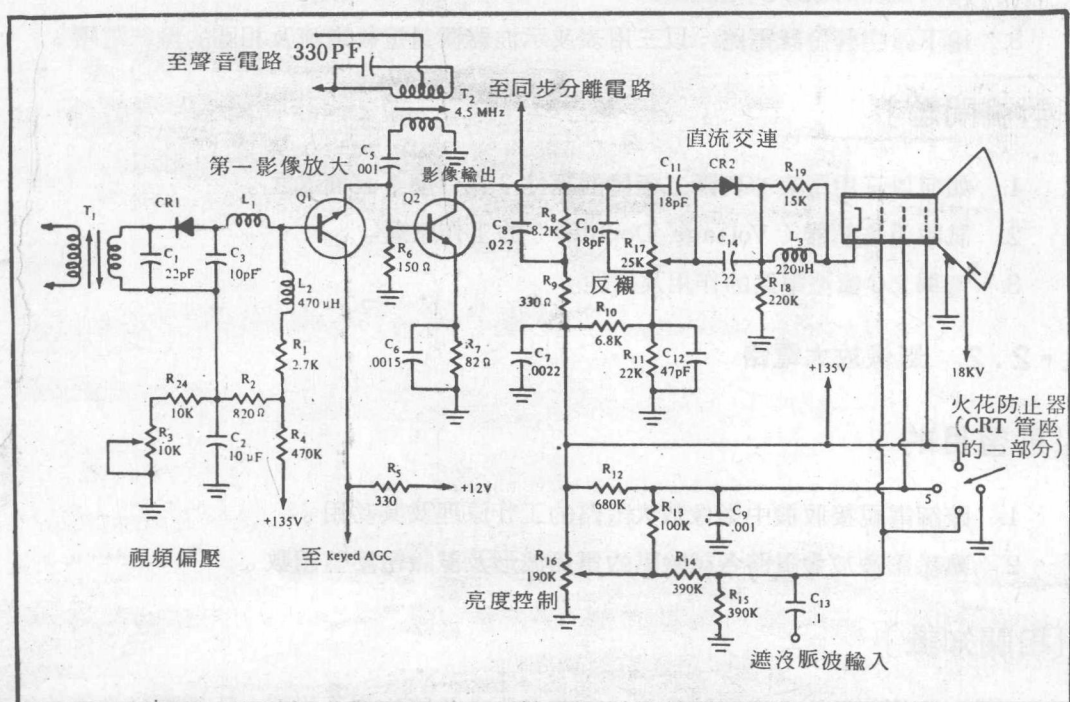


圖 1-5 影像放大電路。

L_3 為一補償峯化線圈 (Peaking Coil)， C_{10} 與 C_{11} 係針對反襯控制鈕調整至最低時所作的高頻補償。

可變電阻 R_{17} 可用來調整影像放大器的電壓增益，也就是改變影像管的輸入訊號電壓，而使得畫面的黑白對比發生變化，故稱為反襯控制。 R_{16} 係改變影像管的偏壓，而使整個畫面的亮度發生變化，稱為亮度控制。

〔相關實習〕

一、使用器材：

1. 電視接收機一部。
2. 相關的電視接收機線路圖一份。
3. 三用電表一部。
4. VTVM 一部。
5. 示波器一部。

二、實習程序：

1. 查對電視機影像放大電路。
2. 繪下相關的影像放大電路圖。
3. 接上電源，選擇一廣播頻道，調至最佳的收視情況。

4. 以 VTVM 及示波器測量下列各試驗點的 AC 及 DC 電壓值、與波形。
 - (a) 影像管檢波輸出。
 - (b) 影像放大輸出。
 - (c) 影像輸出級電晶體集極（或真空管屏極）。
 - (d) 影像管陰極。
 - (e) 影像管 G1。
5. 記下讀數，繪下波形。
6. 以三用電表測量下述各點的 AC 及 DC 電壓值。
 - (a) 影像輸出級電晶體基極（或真空管之柵極）。
 - (b) 影像輸出級電晶體之集極（或真空管之屏極）。
 - (c) 影像輸出級電晶體之射極（或真空管之陰極）。
 - (d) 影像管之陰極。
 - (e) 影像管之 G1。
 - (f) 影像管之 G2。
 - (g) 影像管之 G4。
7. 調到別的波道重覆作上述第 4 至第 6 步驟的實習。
8. 記下讀數，重繪測量之波形。

〔討論問題〕

1. 試說明峯化線圈的作用。
2. 使用 VTVM 與三用電表測量影像放大器的電壓值各有何不同？為什麼？
3. 影像管 G4 的功用何在？

1-2.3 同步分離電路

〔實習目的〕

1. 瞭解同步分離器的功用及其工作原理。
2. 熟悉同步分離器電路中各試驗點的波形與相關電壓讀數。

〔相關知識〕

同步分離電路包含二部分：一為振盪分離，其二為頻率分離。振盪分離電路係利用電晶體（或真空管）的截止偏壓之特性而取得同步訊號。（同步訊號包含了水平同步訊號及垂直同步訊號）。再以頻率分離電路（濾波器）將水平及垂直同步訊號分開，分別用來控制水平及垂直振盪頻率。

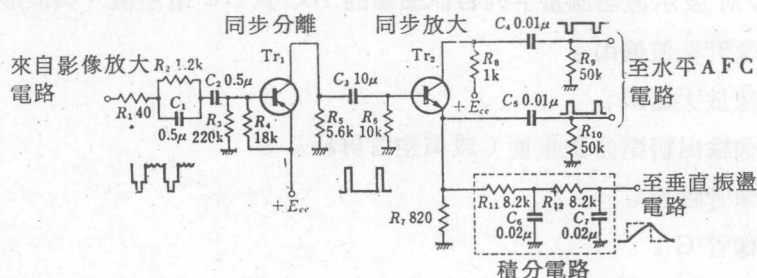


圖 1-6 同步分離電路。

圖 1-6 所示為實際的同步分離電路。輸入訊號取至影像放大器， R_2C_1 為消除雜音所構成的電路； R_3 與 R_4 所產生的偏壓使 Tr_1 能適當地由影像訊號中取出同步訊號。

自 Tr_1 的負載電阻 R_5 取得同步訊號後再經 Tr_2 放大，整修波形後由集極的 C_4R_9 與射極的 C_5R_{10} 兩微分電路取出二個反相的水平同步訊號，用於供給水平 AFC 電路之用。另由 Tr_2 射極經 $R_{11}C_6$ 與 $R_{12}C_7$ 兩段積分電路取得垂直同步訊號，用來控制垂直振盪器之用。

〔相關實習〕

一、使用器材：

1. 電視接收機一部。
2. 相關的線路圖一份。
3. 三用電表一部。
4. 示波器一部。

二、實習程序：

1. 將電視機接上電源，接上電源開關。
2. 選擇一收視頻道，並調整至最佳的收視情況。
3. 用三用電表計測下述各點的電壓值。
 - (a) 同步分離器電晶體的基極（DC）。
 - (b) 同步分離器電晶體的射極（DC）。
 - (c) 同步分離器電晶體的集極（DC與AC）。
 - (d) 同步放大器電晶體的基極（DC與AC）。
 - (e) 同步放大器電晶體的射極（DC）。
 - (f) 同步放大器電晶體的集極（DC與AC）。
4. 記下讀數。
5. 將波道選擇鈕轉至另一不播送的頻道，然後重複作第 3、4 兩步驟。
6. 將波道選擇器轉至一廣播頻道，以示波器計測同步分離器的基極、集極、射極，同