

晶體管電路設計叢書



DESIGN OF T.V. CIRCUIT

電視電路設計

鍾偉華編譯・香港萬里書店出版

電 視 電 路 設 計

鍾 偉 華 編 譯

香 港 萬 里 書 店 出 版

晶體管電路設計叢書

電子學設計叢書

鍾偉華編

出版者：香港萬里書店

北角英皇道486號三樓

(P. O. BOX 15635, HONG KONG)

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：上海印刷有限公司

香港銅鑼灣謝菲道498號

定價：港幣四元

版權所有 * 不准翻印

(一九七五年四月版)

出版說明

本書主要根據日本池原典利所著的“晶體管電路設計”一書譯出。我們把原書分爲數冊，作爲一套叢書出版。

“晶體管電路設計叢書”分別介紹晶體管音頻放大、高頻放大、直流放大、振盪、變頻、檢波、調制、穩壓電源、電視、脈沖以及使用特殊半導體器件等基本電路的設計和計算方法，並有設計實例。適合有關技術人員及無線電愛好者參考。

本書電路參數的計算，大部分沒有採用繁雜的數學推導，而運用了圖解和實驗數據，直接給出了計算關係式，並通過實際電路設計舉例加以說明。因此，內容比較淺顯易懂。

在翻譯過程中，我們刪除了原書一些繁瑣部分，對一些技術上的錯誤，也作了修改和更正。

在附錄中，選編了書中所用的晶體管參數特性表，及晶體管、二極管的符號和縮寫字，以便利讀者參閱。

目 錄

引言

1. 調諧器	2
所需條件	2
調諧器電路的組成	3
調諧器的基本電路	4
晶體管的選擇方法	8
調諧器電路的設計	9
實際電路	11
2. 圖像中頻放大電路	24
所需條件	24
圖像中頻電路的組成	25
圖像中頻的基本電路	26
增益的控制	28
圖像中頻電路的設計	30
自動增益控制電路 (AGC)	31
晶體管的選擇方法	34
實際電路	35
3. 視頻放大電路	56
所需條件	56

視頻放大電路的組成	56
視頻放大電路的設計	57
晶體管的選擇方法	61
實際電路	62
4. 音頻接收電路	71
所需條件	71
音頻接收電路的組成	71
基本電路及其設計	72
實際電路	73
5. 同步和自動頻率控制 (AFC) 電路	80
所需條件	80
同步電路的組成	80
同步分離的基本電路	81
同步電路的設計	83
晶體管的選擇方法	84
同步自動頻率控制電路	84
實際電路	85
6. 行偏轉電路	94
所需條件	94
行偏轉電路的工作原理	95
行偏轉電路的組成	99
行偏轉電路的設計	100
晶體管的選擇方法	108
實用中的幾個問題	112
實際電路	113
7. 幀偏轉電路	126
所需條件	126

幀偏轉電路的組成.....	127
電路的工作原理和設計.....	128
晶體管的選擇方法.....	133
實際電路.....	133
8. 電源電路	139
所需條件.....	139
直流電源.....	140
交流電源.....	142
交直流兩用電源.....	143
附錄一：晶體管、二極管的符號和縮寫字.....	145
附錄二：書中所用晶體管參數特性表.....	151

引 言

本書談的是電視的晶體管電路設計。

電視接收機晶體管化有一個優點：可以將消耗電力減少到 $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10}$ ，電源電壓也可降低，因而更適於携帶式接收機。

目前，晶體管電視機在技術上還可能存在以下問題：

1. 調諧器用甚高頻晶體管的增益、雜音及交擾調制點要稍次於電子管； 2. 由於晶體管特性在工作點上發生變化，難以進行自動增益控制； 3. 視頻輸出用晶體管的耐壓不足，因而得不到足夠的視頻輸出； 4. 晶體管的性能滿足不了行偏轉輸出所需的高耐壓、大輸出的要求，難以使大型顯像管偏轉。

上述問題，通過提高晶體管性能和進一步改進電路設計，是可以解決的。甚至做出的電視接收機性能比電子管式的更好。以下各章是介紹各種電路設計。

1. 調諧器

所需條件

(1) 功率增益 爲了同電子管式調諧器相比擬，功率增益必須在 30dB 以上。目前晶體管調諧器的增益，在低信道可達 30dB 以上，而在高信道則只能得到 20~25 dB。

(2) 信道間的增益差要小 如果增益差過大，那麼僅用自動增益控制便補償不了各信道間靈敏度之差。晶體管高頻放大器的增益與頻率的平方成反比，若用同一個調諧器，則在第 1 和第 12 信道上便產生大約 8dB 的增益差。因此，作爲調諧器來說，寧可使低信道的增益有某種程度的減小，也要減小增益差。

(3) 選擇性和輸入的匹配 這一點與電子管式的相同，帶寬爲 6MC 時，要求輸入的電壓駐波比應在 2 以下。

(4) 噪聲係數 必須低於 8dB。在當前調諧器用的晶體管中，晶體管本身的噪聲係數在 6dB 以下，但作爲調諧器使用時，由於輸入電路的損耗使噪聲係數變劣。

(5) 增益控制範圍 爲了有效地進行自動增益控制，增益控制範圍應能做到 20dB 以上。

(6) 交擾調制 在電場強的地區，由於其他信道的交擾調制，所以很容易在畫面上出現拍頻或其他信道的圖像。當輸入電壓過高時，在天綫端裝一衰減器，可防止交擾調制。在電子管式調諧器中也存在這個問題，但是，由於晶體管的電壓電流特性曲線的曲率比電子管的大，所以，就更容易引起交擾調制。希望在電子管式中，輸入電壓在 $0.1V(100dB\mu)$ 以下，一般不應引起交擾調制；而在晶體管式中，輸入電壓約在 $0.03V(90dB\mu)$ 以下則不應產生交擾調制。

(7) 鏡頻波道的相對增益 要求 $60dB$ 。只要能使選擇性與電子管電路相同，這一點是能滿足的。

(8) 本機振盪頻率可變範圍 $1MC$ 。

(9) 本機振盪頻率漂移 在 $\pm 200KC$ 以內。由於晶體管式調諧器沒有溫升，因而電感和電容不因此而發生變化，所以比電子管式更容易使頻率穩定。

當然，在設計調諧器時要全部滿足上述條件是困難的，因此，這裏主要對增益和選擇性的設計方法加以說明。

調諧器電路的組成

電路的組成與電子管式調諧器相同，即包括高頻放大、混頻和本機振盪三級。在調頻調諧器中也有在同一級上進行混頻和本機振盪的。

基本電路如圖 1 所示，高頻放大級一般採用發射極接地電路。發射極接地較基極接地電路而言，雖然增益稍劣，但它具有容易同輸入端匹配和非常穩定的突出優點，所以在調諧器中仍被廣泛採用。混頻級採用發射極接地或基極接地都行。本機振盪級採用的是一般的基極接地的考畢茲型振盪電路。

調諧器的轉換機構雖然也有用鼓型和旋轉開關型，但經常使用的是圓鼓型，它是旋轉式和鼓式的混合轉換機構。這種轉換機構易調整、造價低，所以最適合於晶體管接收機。

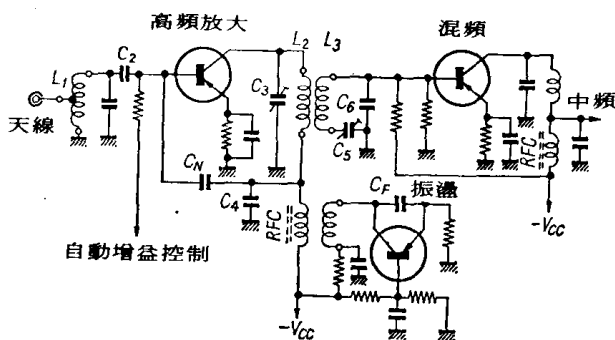


圖1 調諧器的基本電路

調諧器的基本電路

(1) 高頻放大

這裏採取有中和的發射極接地高頻放大電路（如圖 2

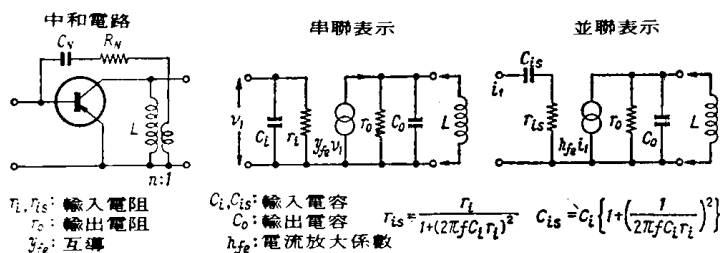


圖2 發射極接地高頻放大器的等效電路

所示)比較適宜,用它可以簡便地設計功率增益和調諧電路。

當輸入輸出電路分別與信號源和負載匹配時,增益為最大,此時功率增益 G_A 可利用圖2中的參數按下式近似計算:

$$G_A \approx \frac{|y_{fe}|^2}{4} r_o r_i \quad (1)$$

或

$$G_A \approx \frac{|h_{fe}|^2 r_o}{4 r_{is}} = \frac{|h_{fe}|^2 r_o}{4 r_i} \{1 + (2\pi f C_i r_i)^2\} \quad (2)$$

在晶體管手冊中, $|h_{fe}|$, r , C_i , r_o , C_o 的數值一般是給出的,其中 $|h_{fe}|$ 只表示某一頻率時的值,例如在100MC時。在甚高頻段使用甚高頻晶體管時, $|h_{fe}|$ 值近似與頻率成反比,因此用此關係可以簡單地計算求得其他頻率上的數值。由式(2)可知,功率增益不僅與電流放大係數 $|h_{fe}|$ 有關,而且還與輸入輸出電阻的比值有關,比

值越大，增益也越大。

但是，上述諸關係是沒有考慮輸入輸出電路損耗的理想情況，而實際所得的增益要低 $1 \sim 2\text{dB}$ 。

這種增益在甚高頻段具有與頻率的平方成反比的關係，因此，若知道了某一頻率上的增益，則在其前後頻率上的增益便可簡單地推導出來。例如， 200MC 的增益可認為是 100MC 的增益的四分之一。

關於調諧電路將在電路設計一節中敘述，作為中和條件有以下關係：

綫圈比 $n = \sqrt{r_o/r_i}$ ；中和電容 $C_N \approx nC_{ob}$ ，中和電阻 $R_N \approx r_{bb}'/n(C_{ob} + C_F)$ （ C_{ob} ：集電極電容； r_{bb}' ：基極電阻）。

R_N 一般是不用考慮的。在實際應用上往往採用圖 3 所示的中和電路，這時 $n = C_F/C_o + C_F$ 。

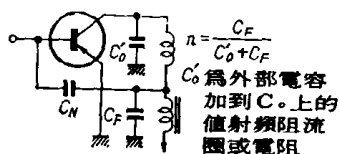


圖3 實用中和電路

因為集電極電壓和發射極電流能改變增益，所以可用來控制增益，關於該點的論述，請參照視頻中頻放大一節。

(2) 混頻器

在這一電路中，當高頻信號加到輸入端後，在輸出端只有中頻信號出現，因此，可以把輸入端看作是具有很高頻

阻抗的放大器，輸出端則是具有中頻阻抗的放大器（如圖4所示）。在這種場合，由於輸入端和輸出端的頻率不同，即使得不到中和也行。基極端對於中頻應呈現十分低的阻抗，否則變換增益就會降低。

上述阻抗由於本機振盪電壓的關係，與普通放大器多少是有差別的，但只要近似值也就行了。混頻器的輸出電流即為放大了的中頻分量，該中頻分量是高頻輸入電壓和本機振盪電壓經基極-發射極間的二極管特性混頻而產生的，變換電導為中頻的互導加到二極管的變換電導上去的數值，計算它比較困難，所以混頻器的增益是通過實驗求得的。

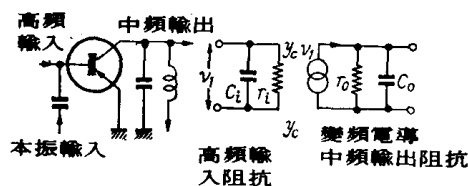


圖4 發射極接地混頻器的等效電路

為了得到最大的變換增益，在實驗中，設本機振盪輸入電壓為 $0.1 \sim 0.2V$ ，發射極電流為 $1 \sim 1.5mA$ 。這種情況下的增益，比作為高頻放大器的增益低 $5 \sim 10dB$ 。

(3) 本機振盪

本機振盪採用基極接地的考畢茲型振盪電路，如圖

5 所示。關於該電路產生一般較低振盪頻率的振盪條件，在“直流放大與振盪電路”（萬里書店出版）一書中已經講過，這裏不再重複。但由於頻率升高振盪條件發生變化，因而使電路變得比較複雜。電容 C_F 為反饋電容，可通過實驗決定。

因為甚高頻用晶體管的最高振盪頻率一般在 500MC 以上，必然產生振盪。輸出有幾毫瓦就足夠了，所以只要是一般的甚高頻用晶體管都能使用。

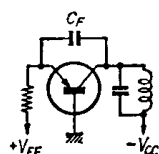


圖5 考畢茲型甚
高頻振盪器

晶體管的選擇方法

選擇調諧用的晶體管，最主要的是有高的 f_a 或 f_T 。前面已經講到，由於增益同其他因素有很大關係，因此在工作頻率上選擇 $|h_{fe}|$ 值大和輸入輸出電阻比值大的晶體管是最合適的。一般說來，晶體管的增益越高，噪聲係數也越低。

選擇振盪用晶體管最主要是要求 f_T 在 300MC 以上，其他參數一般都能滿足。

目前的晶體管，在 100MC 工作頻率上一般都能達到

20~25dB (不包括損耗) 的功率增益，這作為低信道用已足夠了。如果工作頻率為 200MC，則增益將降低到 12~16dB，因而作為高信道用，與電子管相比增益稍嫌不足。為了減小增益差，如果把低信道的增益減小，那麼整個增益就不夠了，這可以使中頻放大的增益高於電子管電路而加以彌補。

現在，已有的甚高頻晶體管，如台面型晶體管 2SA229~230、2SA161~163、2SA228~290 等，或合金擴散型晶體管 2SA241~243 等，其性能均能滿足調諧器的要求。但是，儘管增益相同，然而由於晶體管種類不同，參數的數值也就不同，而且各個晶體管參數的偏差為 $\pm 20 \sim 30\%$ 。

調諧器電路的設計

在調諧器中，為了得到所需的選擇性，一般把輸入電路做成單調諧電路，而級間耦合做成複調諧電路，兩電路的選擇特性如圖 6 所示。在晶體管電路中，必須使上述調諧電路與晶體管的輸入輸出阻抗匹配。匹配的方法很多，為便於在調諧器中轉換信道起見，一般採用電容匹配。在實際例子中有各種簡單而實用的電路，如圖 1 的電路，設計就比較容易，現以此電路為例，用它的等效電路 (圖 7) 將設計方法加以說明。

輸入電路用在另一節中所示的設計公式進行設計。然

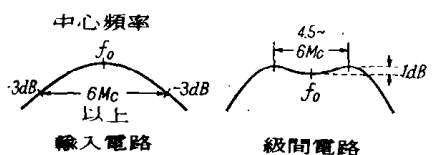


圖6 調諧器的所需選擇性特性

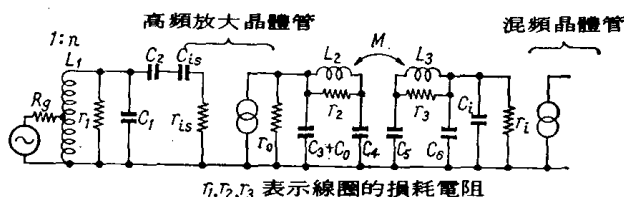


圖7 基本電路(圖1)的等效電路

而，這時更重要的是盡量減小這一電路的損耗，因為損耗增大，噪聲係數就變壞，為此，不得不將帶寬減小一些。輸入端阻抗一般選為 $75\ \Omega$ ，可用寬帶變壓器使之與天綫阻抗 ($300\ \Omega$) 匹配。由於這樣安排可以減少調諧器的接點，所以在電子管式電路中也能廣泛使用。

級間耦合頻率特性具有約 1dB 凹陷的雙峯性，峯與峯之間設計為 $4.5\sim 6\text{MC}$ 。其設計公式在下一節介紹，但設計初級電路必須考慮到中和電路。

與中頻放大電路的耦合仍採用複調諧電路，只是把它初級放入調諧器一側。該電路可分為初級（調諧器）和次級（中頻），用低阻抗進行耦合。

增益是從晶體管的匹配功率增益中減去電路損耗的數