

無線電對講機模組之研究

石崇翰

國立勤益科技大學 電子工程系
shih.chong.han@gmail.com

唐光輝

國立勤益科技大學 電子工程系
thkf14@ncut.edu.tw

摘要

本文使用市面常見的對講機電路，將其一一分解，以模組做區塊化的分析，做為在高頻電路中重要部份之設計。

關鍵詞：濾波器、低雜訊放大器、電壓控制振盪器

1. 前言

由於科技使高頻電路越來越發達，舉凡從數位機上盒到 RFID，內部都有使用到本文當中所分析的電路，在高頻電路當中，最難處理的部份就是增益及雜訊，要如何同時兼顧到高增益及低雜訊，在高增益的部份需要電路的匹配性，在低雜訊的部份講求的是零件的配置方式，同樣的，在 layout 的部份同樣重要，尤其是在處理雜訊的干擾。

2. 電路模擬

2.1 濾波器

在通訊系統中，龐大的訊號量，避免不需要的頻率進入放大器，造成雜訊的放大，影響到訊號的接受度，此時濾波器便可發揮作用，一般可分為低通、高通、帶通、帶阻等 4 種類型如圖 1，又可設計分為 L 型、T 型、 π 型等 3 種類型如圖 2。

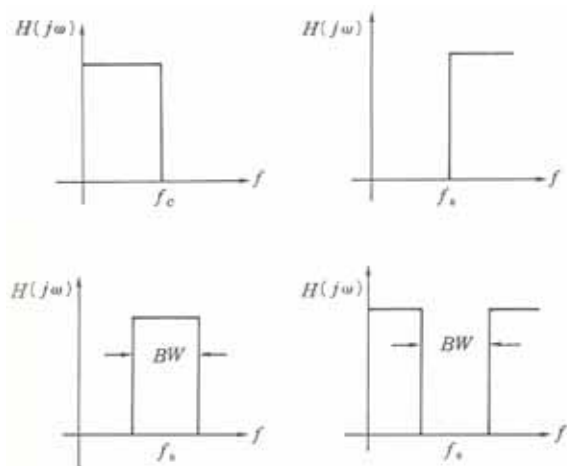


圖 1. 左上、右上、左下、右下依序是低通、高通、帶通、帶阻

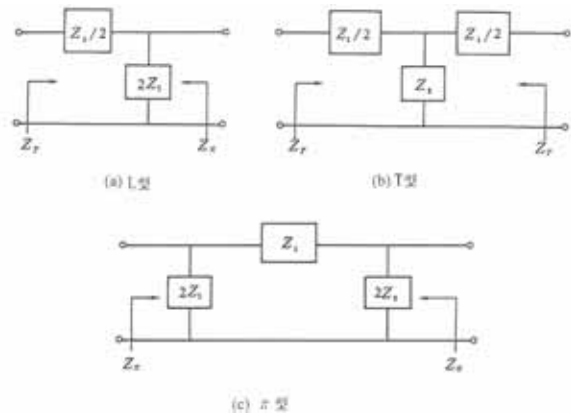


圖 2. L 型、T 型、 π 型

我們先以 Serenade SV 8.5 軟體進行帶通濾波器初步模擬如圖 3，使用的電路結構為 π 型濾波器，在高頻電路中，所需要測量的數值有傳輸係數及反射係數，圖中藍色線為傳輸係數，紅色線為反射係數，反射係數則是要取在半功率點，也就是 -3dB 點。

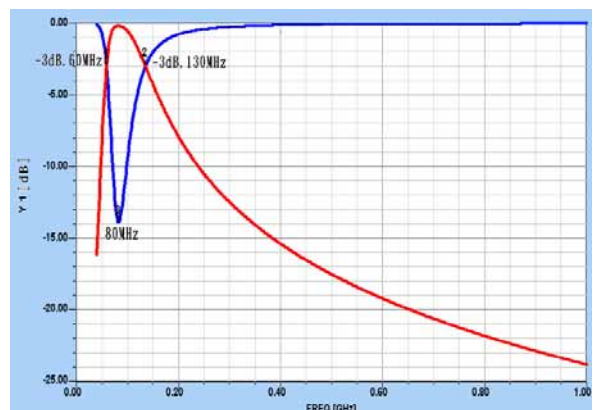


圖 3. 帶通濾波器模擬圖

2.2 低雜訊放大器

要設計一個低雜訊放大器，必須考慮到電晶體的工作穩定性跟雜訊指數及增益，之後以系統式的計算出數據好設計出阻抗匹配網路，將信號源與負載阻抗轉換為輸入端與輸出端，來達到反射係數所需要的阻抗。

就主動元件來說，具有無條件穩定特性的電晶體，可在兩端埠上接任何被動元件，都能保持穩定工作而不會引發振盪，反之，具有潛在性不穩定者，就要在設計階段先經過計算，選擇適當的負載使放大電路在外加負載之後，仍然可以工作在穩定

的頻率範圍之內。

對於一個低雜訊放大器來說，除了雜訊指數增益及輸入輸出返回損耗等特性外，其非線性之特性亦是非常重要的。

2.4 1dB 增益壓縮點

主動元件因具有非線性特性之關係，雖然放大器之增益於小訊號時為線性的，但當輸入訊號之功率增大時，其增益就會逐漸縮小，因此定義出 1dB 增益壓縮點如圖 4 來表示放大器之線性工作範圍。

其定義當輸入訊號之功率增大到一定強度時其非線性之增益剛好比線性增益區減少 1dB，此時之訊號強度即為 1dB

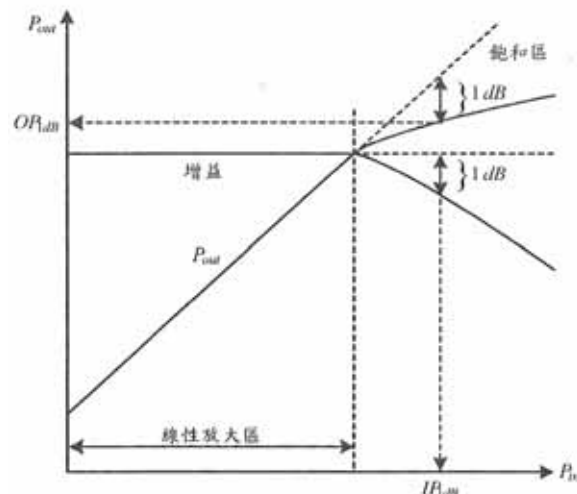


圖 4. 1dB 增益壓縮點

2.5 第三階交互調變點

定義為基頻功率與第三階互調功率如圖 5 延長線，IIP3 為輸入第三階交互調變截斷點，他可用來描述放大器所能承受的最大鄰近訊號輸入功率，OIP3 為輸出第三階交互調變截斷點，他可用來描述放大器输出的基頻功率與第三階互調功率相等時之輸出功率值。

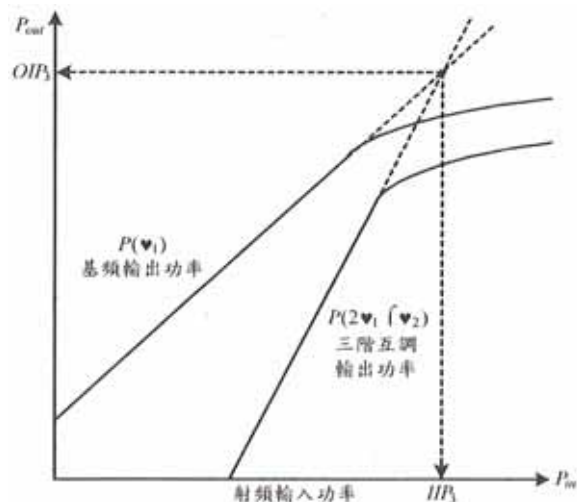


圖 5. 第三階互調功率

2.5 穩定性分析

在圖中紅色的線代表為 k ，藍色的線代表為 $|\Delta|$ ，可由式(1)與式(2)來表示電晶體穩定因素如圖 6，所使用的電晶體型號為 BFG540，上網查找過相關的 datasheet，這是一顆擁有 High power gain、Low noise figure、High transition frequency 的電晶體，可以應用在我們這邊的低雜訊放大器。

$$k > 1 \text{ 及 } |\Delta| < 1 \quad (1)$$

$$k < 1 \text{ 及 } |\Delta| > 1 \quad (2)$$

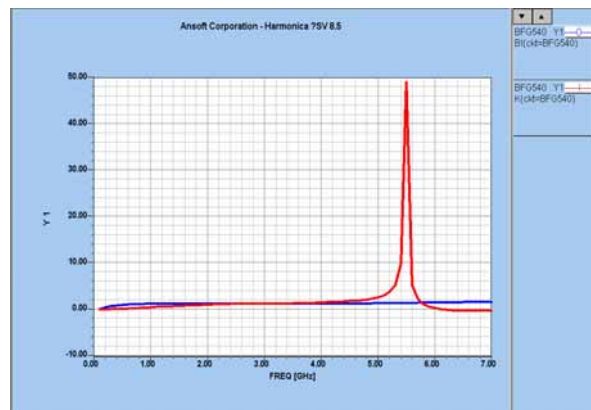


圖 6. 電晶體穩定因素

2.6 負阻

圖 7 中在測試電晶體的基極接到 2 個 2.5pF 的電容值為測試當不接任何匹配的數值時，可達到 800 赫茲的元件。

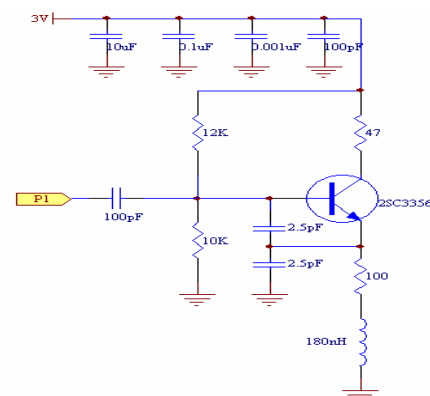


圖 7. 負阻電容值

2.7 電壓控制振盪器

振盪器是用被動元件跟主動元件組成的電子電路，會有週期性的信號輸出，但是沒有週期性的輸入信號，也可另外使用直流偏壓或電流回授偏壓的方式來達到電路穩定的效果。

振盪器的組成有三個基本元件組成如圖 8，諧振電路用來選取特定的頻率、主動元件被用來放大振盪訊號、輸出負載則是由負載所應用。

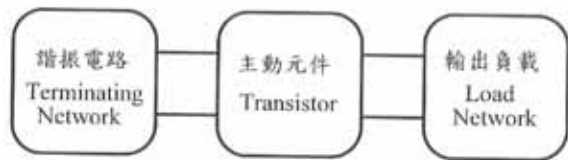


圖 8. 震盪器三要件

常見的振盪器可分為考畢子 colpitts、哈特萊 hartley、克萊普 clapp 如圖 9，再配合電晶體採用共基(開)極、共集(汲)極、共射(源)極組態即可採用多種振盪器型式可以選擇。

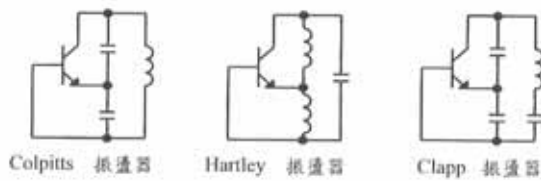


圖 9. 振盪器 3 種電路

在圖 10 中可以看到所使用的電晶體型號 2SC3356，這是一顆 low noise amplifier，使用 3 伏特的偏壓，從 3 伏特偏壓下來使用多顆電容是為了要濾除從電源端下來不乾淨的訊號，避免影響到電晶體的放大訊號，其中 2.5pF 的電容則是當我們不加任何阻抗匹配網路時所得到的在 800MHz 有最佳的增益電容值。

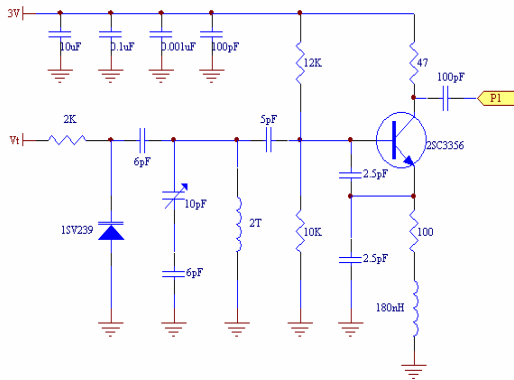


圖 10. 振盪器匹配過後電路

其中變容二極體在正常工作時，可以用一個電容串接一個電阻 R_s 及一個電感 L_s 來達成等校電路、主要是用來改變振盪器的電容量來達成輸出頻率可調的目的，它是一種在 PN 接面上加上逆向偏壓時會產生電容變化的二極體，當逆向偏壓增加時空乏區將會變寬，而導致其電容量下降，但是逆向偏壓降低時空乏區將變窄，導致其電容量上升。

3. 電路量測

3.1 濾波器

在圖 11 中我們使用一個帶通濾波器，與我們

所使用實際上用電容與電感組成一個帶通濾波器電感量 68nH、電容量 33pF，可以很清楚的看到與模擬中最大的不同是實際如圖 12 上有 2 個分別在 70MHz 與 100MHz 有兩個增益，在與模擬的相比較之下可以得知，要帶通的頻率為 60MHz 到 120MHz 之間，在 60MHz 以前的頻率被衰減掉，反之，在 120MHz 之後的頻率也逐漸被衰減掉，只留下我們要帶通的頻率範圍。

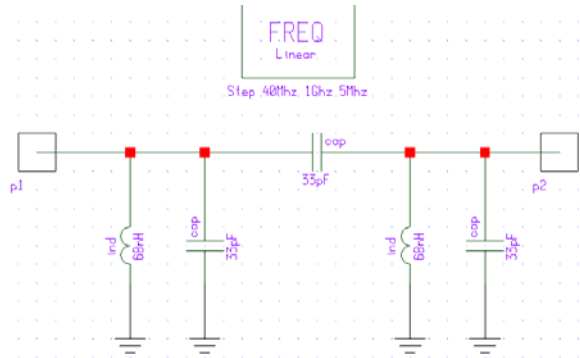


圖 11. 帶通濾波器

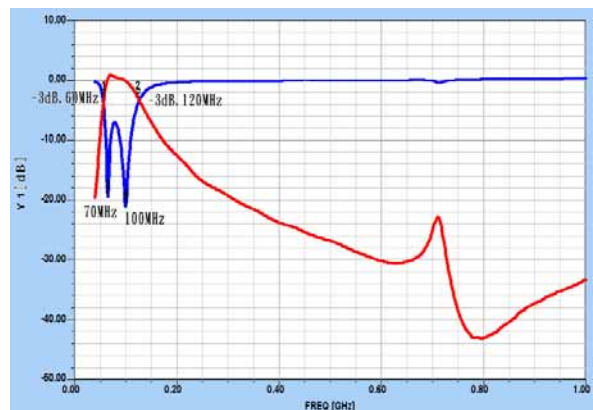


圖 12. 實際測量值

在圖 13 中是我們將電路板焊接好之後的成品圖，圖上有許多小孔為接地孔。

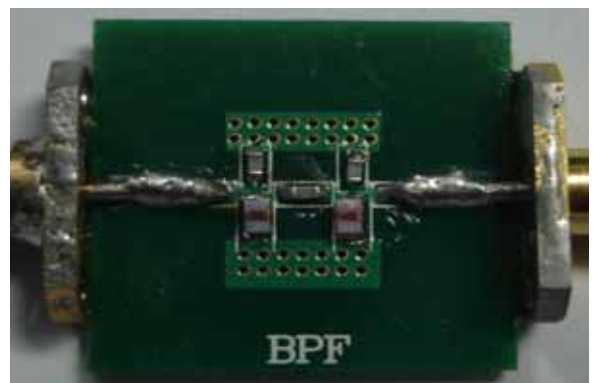


圖 13. 焊接成品圖

3.2 電壓控制振盪器

在圖 14 中我們將在前面所設計好的電路，實

際上焊接好，並接上 3V 的偏壓。



圖 14. 電壓控制振盪器

圖 14 中為使用頻譜分析儀之後所量出來的實際數據，可以很清楚的看到，其振盪頻率在 794MHz。

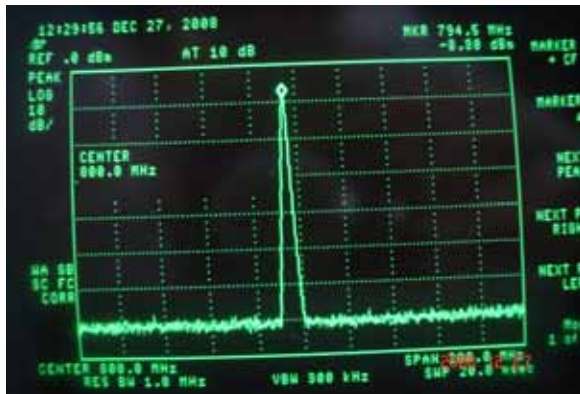


圖 14. 頻譜分析儀結果

4. 結論

在本文中所提到的低雜訊放大器、濾波器、電壓控制振盪器，可以使用在無線電對講機、RFID 等任何需要使用到有發射頻率與需要濾除雜訊的電路，其中又以濾波器為最實用的電路。

5. 參考文獻

- [1] 袁杰，高頻電路分析與設計(一)，全威圖書有限公司，90 年 1 月 15 日
- [2] 袁杰，高頻電路分析與設計(二)，全威圖書有限公司，90 年 1 月 15 日
- [3] 沈俊良，應用於數位無線公共廣播射頻模組之設計與製作，92 年 6 月
- [4] 羅景瀚，射頻接收機子電路架構與設計，樹德科大電腦與通訊系，95 年 10 月 27 日