

FM MULTIPLEXING FOR STEREO

調頻式收音機原理

黃少銘譯

華聯出版社印行

FM MULTIPLEXING FOR STEREO

調頻式收音機原理

黃 少 銘 譯

華聯出版社印行

中華民國六十年十一月一日出版
 出版登記證內版臺業字第〇八六七號

調頻式收音機原理

版權所有
 翻印必究

經銷處	總經銷	出版者	譯者
全省各大書局	五洲圖書有限公司	華聯出版社	黃林秀銘
地址：臺北市重慶南路一段八十八號	郵政儲金戶：三七六五〇號	北郵政信箱五〇一號	
電話：三三三九六三〇	電政劃撥戶：二五三八號		

調頻式收音機原理

目 次

第 一 章 調頻廣播的意義	1
1.1 調頻訊號中的頻率變化	1
1.2 調頻訊號中的音頻調制	3
1.3 調頻廣播的優缺點	5
1.4 調制訊號的預加重與去加重	7
1.5 調頻收音機的特點	9
第 二 章 斜率檢波鑑頻器	11
2.1 調頻訊號的斜率檢波	11
2.2 三調諧回路鑑頻器	13
2.3 中點調諧回路鑑頻器	17
第 三 章 限幅器	22
3.1 調頻訊號的削幅	22
3.2 限幅的作用	23
3.3 柵漏偏壓的作用	25
第 四 章 比率檢波器	28

4.1 線路結構	28
4.2 穩定電壓	29
4.3 音頻輸出訊號	30
4.4 實際線路	31
4.5 單端比率檢波器	33
4.6 比率檢波器收音機的特徵	34
第 五 章 正交鑑頻器	35
5.1 正交柵極	36
5.2 閘控作用	37
5.3 線路工作	37
5.4 調幅拒却能力	39
5.5 鎖式振盪狀態	39
第 六 章 中頻放大級	41
6.1 頻寬要求	41
6.2 Q 值與增益	42
6.3 調頻調幅兩用中放級	46
第 七 章 高頻頭	49
7.1 高放級	51
7.2 高頻放大器線路	55
7.3 混頻級	60
7.4 本機振盪級	61
第 八 章 自動頻率微調	64

8.1 動作原理	64
8.2 電抗管控制器	66
8.3 電容二極管控制器	70
第九章 超再生接收原理	71
9.1 超再生的形成	71
9.2 超再生的兩種形式	75
9.3 熄滅電壓的取得	78
9.4 超再生式接收的缺點	80
第十章 調頻收音機各級的校正	81
10.1 去加重電路	82
10.2 相移鑑頻器	84
10.3 比率檢波器	95
10.4 正交鑑頻器	97
10.5 限幅器	100
10.6 中頻放大級	104
10.7 本機振盪級與混頻級	109
10.8 高放級	111
10.9 高頻頭的統調	114
第十一章 調頻收音機的裝製要點與零件的認識	117
11.1 零件佈置的要點	117
11.2 接線方面須知	121
11.3 調頻收音機零件的特點和結構	126
第十二章 超再生式收音機的裝製	135

12.1 附音頻放大的 6AQ8 超再生式收音機	135
12.2 6AK5 單管超再生機	139
12.3 多波段用的超再生機	141
第十三章 用印刷線路板的五管收音調諧器的製作	146
13.1 設計要點	146
13.2 線路說明	148
13.3 安裝方法	150
13.4 調整手續	156
第十四章 八管調頻調幅兩用收音機的製作	161
14.1 調頻部份之線路	161
14.2 調幅部份之線路	162
14.3 裝製及校準	164
第十五章 四種調頻收音調諧器製作範例	171
15.1 AFC 相移鑑頻調頻收音調諧器	171
15.2 用自繞線圈的調頻收音調諧器	183
15.3 正交鑑頻器調頻收音機	191
15.4 六管調頻收音擴音機	194
第十六章 超短波天線	198
16.1 電波的傳播情況	198
16.2 天線的設計	200
16.3 特性阻抗	202
16.4 天線的方向性	205

16.5 天線的極性·····	209
第十七章 超短波天線的架設·····	211
17.1 最簡單的偶極天線·····	212
17.2 兩單元偶極天線·····	216
17.3 三單元偶極天線·····	217
17.4 四單元摺合偶極天線·····	220
17.5 室內天線·····	223
第十八章 脈沖數算檢波式收音機·····	229
18.1 脈沖數算檢波器之優點·····	229
18.2 脈沖數算檢波器工作·····	230
18.3 實際線路·····	234
第十九章 調頻廣播的多路傳送·····	240
19.1 立體聲廣播的沿革·····	241
19.2 多路傳送立體聲廣播原理·····	242
19.3 開關轉換法構成的合成波形·····	249
19.4 多路傳送訊號的接收·····	250
19.5 譯碼器的連接方法·····	253
第二十章 立體聲接收譯碼器·····	255
20.1 立體聲譯碼器·····	256
20.2 倍頻及解調制·····	259
20.3 Motorola HS-996 譯碼器的線路分析·····	262
20.4 Zenith 9 H 21 譯碼器的線路分析·····	265

20.5 RCA RK - 295 譯碼器的線路分析.....	268
20.6 基本的晶體管譯碼器線路.....	270
20.7 Philips 晶體管譯碼器的線路分析	272
20.8 Fisher TFM 1000 專業型晶體管譯碼器的線路分析.....	273

調頻式收音機原理

第一章 調頻廣播的意義

在一般的調幅 (AM) 廣播中，發射台所送出的高頻載波，其幅度是隨着調制聲音訊號的振幅而不斷變化的。但調頻 (FM) 廣播所送出的高頻載波，其振幅是永遠相等，惟載波的瞬時頻率却是隨調制的聲音訊號電壓而改變。調頻廣播較一般的調幅廣播有很多的優點，最主要的，莫如是在調頻接收中可以免除噪聲及其他的干擾。

1.1 調頻訊號中的頻率變化

要明白怎樣才產生調頻的訊號，可以用圖 1—1 這個稱為擺頻訊號發生器 (Wobbulator) 的電路來說明。線圈 L 與電容器 C 組成振盪器的諧振電路。與諧振電路並聯的，是一個可以作 360° 轉動的微調空氣可變電容器 C_T ，可變電容器的轉軸由一個馬達來驅動，使動片可以不停地在定片處轉出及轉入，以便使振盪器的頻率不斷往復變化。於是，由這擺頻訊號發生器的輸出，就得到頻率調制的高頻訊號。

假定 C_T 的動片在旋入至定片一半時，振盪器的頻率是 100KHz ，當動片由這一半處旋出及旋入，振盪的頻率就從 100KHz 這個中間數值作升高及減低的變化。在動片完全旋入時，諧振電路增加的電容量最大，振盪器輸出的頻率也最低；動片完全旋出時，振盪器的頻率則處於最高。當可變電容器的電容量在這最大及最小的兩極端內不斷變化時，振盪頻率也不停地繞着 100KHz 這個中心頻率而增至最高及減至最低。若

可變電容器 C_r 轉動一周的時間是 $1/50$ 秒，則振盪器輸出的高頻訊號

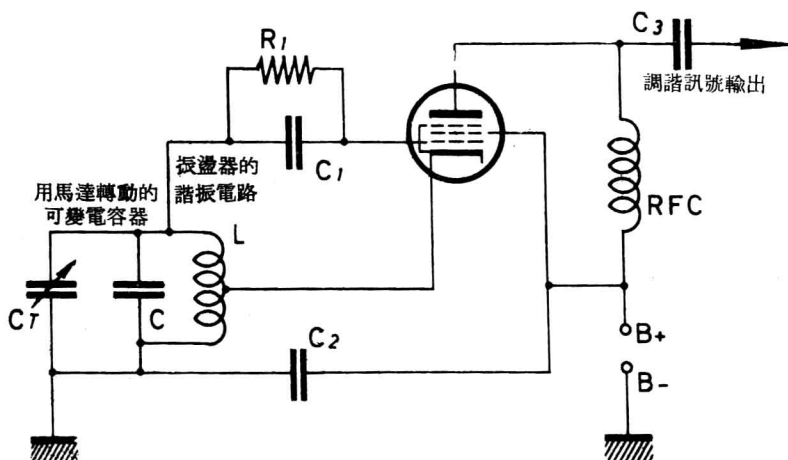


圖1—1 擺頻訊號發生器的電路

將如圖 1—2 所示，即振幅恆保持一定，而頻率則不斷往復變化。

要注意的是頻率的擺動變化（圖中所示為 $\pm 20\text{KHz}$ ）與擺動的重複次數（圖中所示為每秒 50 次）這兩者的區別。在這個例子中，每秒重複 50 次的頻率擺動即為馬達轉動可變電容器的每秒次數；而自 100KHz 中心頻率作 20KHz 的頻率擺動變化，則是決定於可變電容器的電容量改變程度。因此，頻率可以作任何程度的擺動而與重複之次數無關。以同樣每秒 50 次的重複率來說，載波的擺動可以是 $\pm 30\text{KHz}$ 或 $\pm 50\text{KHz}$ 不等，而決定於電容量的改變程度。同理，祇要將可變電容器的轉動速度改變，同樣為 $\pm 20\text{KHz}$ 的頻率擺動，它的重複率就會高於或低於每秒 50 次的數字。

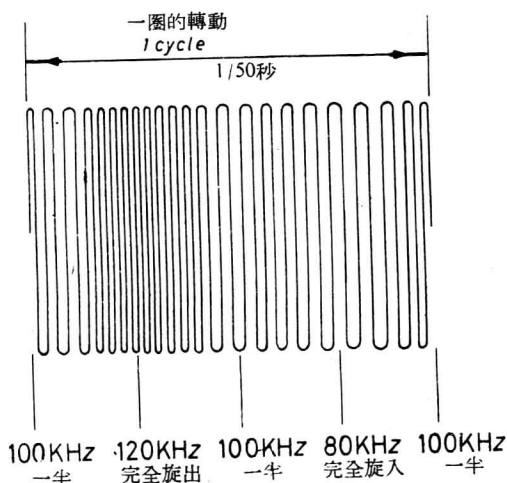


圖1—2 可變電容器的動片位置

1 · 2 調頻訊號中的音頻調制

圖 1—3 所示，是音頻電壓對高頻載波造成調制的四個例子。圖中假定一個振幅為 10V 的音頻訊號對一個 100KHz 載波調制會產生 20KHz 的頻率改變，並假定調制是直線性的，即一半的音頻電壓頻率變化也祇有一半，兩倍的音頻電壓，頻率改變也增一倍。注意在四個例子中，音頻電壓的高低決定了頻率擺動的幅度，而擺動的重複率則決定於音頻的頻率。

以圖 1—3 (a) 的 1000Hz 音頻電壓來說，當音頻調制電壓為零值時，發射訊號的輸出頻率是 100KHz，因為這時載波頻率沒有調制訊號。當有調制訊號時，發射的頻率就不停地在 $100 \pm 20\text{KHz}$ 間的數值內

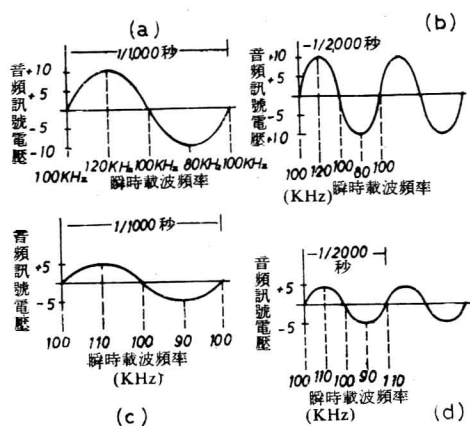


圖1—3 音頻電壓對高頻載波造成的四個例子

改變。如果頻率是在正值的調制電壓時增加，則在負值時頻率便減低。這樣，在音頻的正半周時，瞬時頻率會由 100KHz 增加至 120KHz 的最高值；在音頻電壓的 0 至 +10V 間，頻率則在 100 至 120KHz 內。在負半周，當音頻電壓在 0 與 -10V 間，輸出的頻率則在 100 至 80KHz 內變化。

圖 1—3(b) 的音頻電壓造成的頻率擺動程度與圖 1—3(a) 的相同，因為兩者的音頻振幅都是 10V。但這時發射訊號完成這一頻率擺動的重複率，却變成是每秒 2000 次，因為音頻調制頻率是 2000Hz。故受到 2000Hz 音頻訊號電壓調制的載波在完成其兩次的頻率擺動週期時，受 1000Hz 音頻調制的載波祇完成其一次的頻率擺動。所謂一次的頻率擺動，是指自中心頻率到達最大值，再跌回中心頻率然後到達最低值，最後又返回中心頻率的一個週期。

在圖 1—3(c) 的音頻調制電壓，最大的頻率變化已經不是 20KHz 而是祇有 10KHz，因為音頻訊號的峯值祇有 5V，輸出訊號的擺動重複率則是每秒 1000 次。從圖 1—3(d) 的調制電壓來說，由於音頻訊號是 5V，頻率變化的最大值仍然是 10KHz，但變化的重複率却是每秒 2000 次，即等於音頻訊號頻率。

綜上所述，發射載波的頻率變化程度，是決定於音頻訊號的振幅，因此不能與音頻訊號的頻率相混淆。而音頻調制電壓的頻率，則造成載波頻率擺動的重複次數。在收音機重放出來時，這擺動的重複率則決定了聲音的音調；而音頻電壓的大小所造成的頻率擺動程度，則造成了聲音的響度。下表列出調頻及調幅訊號兩者特性上的分別：

調 頻	調 幅
載波幅度一定。 載波頻率隨調制訊號而改變。 調制電壓的幅度決定高頻載波的頻率。 調制訊號頻率即載波頻率的變化重複率。	載波幅度隨調制訊號而變化。 載波頻率一定。 調制電壓的幅度決定高頻載波的振幅。 調制訊號頻率即載波振幅的變化率。

1 · 3 調頻廣播的優缺點

調頻接收的最大優點，就是它可以將一切干擾所造成的影響從所需接收的訊號中除去。這些干擾可以是由其他調頻或調幅電台而來的調制載波、大氣或人為的靜電及收音機等產生的噪聲。這些干擾訊號大部是以調幅的形式出現，祇有少數是調頻的。對於調幅變化的干擾，由於調頻收音機所接收的是等幅載波，因此就可以在機內加一級限幅器將一切

調幅成份除去。對於調頻變化的干擾，由於噪聲所引起的頻率調制遠比發射台的調頻訊號小得多，故造成的噪聲響度也比聲音響度低得多。另一方面，因為在調頻收音機中出現時，噪聲響度是與其頻率成正比的，噪聲頻率低，響度也就很弱。因此，對於人耳最爲敏感的低頻噪聲也就微不可覺了。

發射效率 由於調頻廣播的載波幅度是一定的，因此就可以用低電平的調制，並將發射機造成丙類工作的形式，使對調頻訊號得到最高效率的放大。由於這些因素，使調頻廣播的發射台可以較小而且更經濟。

廣播頻帶 由於調頻訊號的頻率擺動很闊，因此調頻廣播祇能在 VHF 或 UHF 的頻段上（即超短波或極短波頻段上）。調頻廣播的專用頻段，除了日本是 80 至 90 MHz，及美國的 88~108 MHz 外，其他各地也有用 87~100MHz 的，而每電台的頻寬則容許有 200KHz。但由於調頻廣播必須用超短波頻段，使它的訊號祇能在發射台的視在範圍內接收得到；從同一的發射功率來說，其可及距離與一般的 535~1605KHz 頻段內的電台比較起來，仍相差很遠。

音頻頻率範圍 在一般的廣播頻段內，由於電台的分佈非常擠逼，每一個調幅廣播電台的最高音頻調制頻率是大約限制於 5 至 10KHz 左右，而調頻廣播由於是用 VHF 的超短波段，因此音頻調制的頻率就可以廣闊得多。當然，如果調幅電台也用超短波段來廣播，是同樣可以得到很闊的頻寬的，例如英國 405 制的電視廣播就是很好的例子，但用超短波頻段來作為調幅廣播是有很多弊點的，這裏就不再詳細論及了。

一般調頻廣播電台所用的音頻調制頻率範圍為 50 至 15,000Hz，這一數字與現在高度音響傳真的要求正相同。當然，如果要將音頻範圍更加推廣還是可以的，但這將牽涉到收音機音頻部份能否作同樣廣闊響應的問題。

多向性接收 因為調頻訊號的瞬時頻率是每一時間不同的，如果經

過各方面折射而到達天線以進入收音機的訊號，在同一時間它們的頻率將是不同的；因此，分別由各方面折射而來的多路訊號就產生了互差的作用，在收音機中形成一種頻率不斷變化的叫聲。這變化的頻率，可以造成一種吼聲，其情形即如在擴音機中出現非線性失真時相似。幸而這種缺點可以用方向性較佳的接收天線來避免。

1·4 調制訊號的預加重與去加重

在調頻訊號中，音頻調制的較高音域之幅度通常都比較低弱，這是因為高音域訊號均為主音調的諧波，所以它們的頻率擺動一般均較小。爲了補救這一弊點，在調頻廣播中，通常都將音頻調制的較高音頻率之幅度在加入發射機時先加予預加重（Pre-emphasis），即在調制前將高音頻率之幅度提高。這種做法一方面是使它在發射訊號中得到較大的頻率擺動，另一方面也提高了它的訊號與噪聲比。在收音機中，音頻訊號要經過去加重（De-emphasis）的處理，以將曾被提高的部份予以抑低，才可以得到符合於原來音頻振幅的訊號。

一般調頻廣播發射機是將音頻調制訊號通過一個時間常數爲 50 微秒（ μsec ）的阻容（RC）電路，以將高音加重。在收音機方面也需要有一個同樣時間常數的去加重電路，但它的作用却相反，它是要將音頻的較高音域之振幅減低。圖 1—4 所示的這個低通 RC 濾波器就是最常被接於調頻收音機的檢波輸出電路上，這個去加重網絡將加在音頻放大級的高音頻率衰減。因為旁路電容器 C 對於頻率越高則電抗越小，故經過去加重的音頻電壓，較高之音頻其振幅自然就較低。以一個 50 微秒的時間常數來說，濾波器會對 1000Hz 以上的頻率開始起衰減（見圖 1—5）。

音頻電壓這種一增一減的加重過程，表面看來似乎無什麼重大的意義，但它最大的利益是在訊號與噪聲比的實質提高。理由是：訊號在未受到干擾之前已經被預加重，在干擾加入之後，干擾與訊號却同時受到

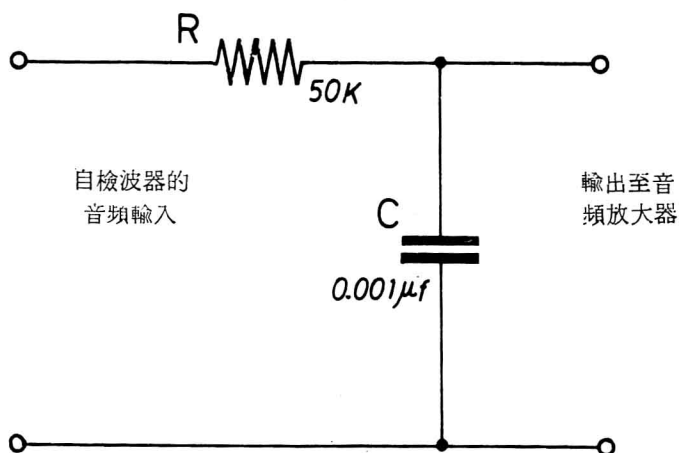


圖1—4 低通RC濾波電路

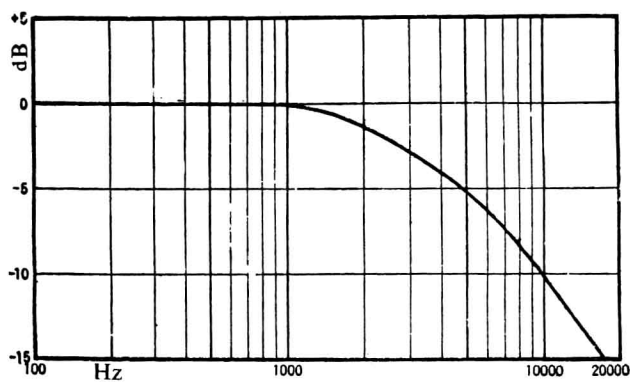


圖1—5