

科學圖書大庫

電子工程科訓練教材(三)

電 子 修 護

編譯者 龔華山
校閱者 沈錫祥

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

電子工程科訓練教材(三)

護 修 子 電

編譯者 龔華山
校閱者 沈錫祥

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信

發行人 陳俊安

科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國七十二年八月廿四日再版

電子工程科訓練教材(二)

電子修護

基本定價 3.20

編譯者 龔華山 國立台灣大學電機研究所碩士

校閱者 沈錫祥 太平洋電線電纜公司工廠前任廠長

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者 華美照相製版社 三重市中正路一六四號

電話 9221763
9271575
9271576
9286842

電話 9714311

譯者序

時值我國經濟快速成長，國民生活水準日益提高，收音機及錄音機等，已成大眾化之娛樂器具。使用音響器材，不可避免的問題，即是故障後的修護問題。本書針對音響器材之修護問題，取材新穎，內容豐富，討論各種音響器材，由原理至實際修護技術，由淺入深，循序漸進，並以實際之故障修護舉例說明，易學易懂。

原書係美國McGraw-Hill公司最新出版，華盛頓國家無線電學會（National Radio Institute, Washinton DC）發行，全美最暢銷的NR I函授教材，適合於有志從事電子音響修護人員自修之用，亦可供大專或高工電子科系同學作為實習參考書之用。至於家有音響器材之一般讀者，更可由本書獲得正確之音響器材保養知識，減少故障之發生。

原書中稍有瑕疵錯誤之處，已在譯本中予以更正，唯譯者才疏學淺，辭不達意及誤謬遺漏之處，在所難免。敬祈海內外先進及讀者諸君，不吝指正賜教為感。

譯者識

目 錄

第一課 調頻

前言	1
信號如何被調變	4
調幅信號的形成	4
調頻信號的形成	6
調頻收音機	8
自動頻率控制	9
中頻放大器	12
限制器級	13
預強調和解強調	17
調頻立體多工	19
調頻多工信號	20
多工接收	24
多工矩陣檢波器	26
交換式多工檢波器	29
完整的多工交換電路	34
雙訊檢波器	36
立體四聲道音響	40
聲音的特性	40
SQ™ 矩陣式組訊器	42
矩陣式解訊器	43
信號的傳送	45
複習測驗	47

第二課 高傳真系統

前言	49
包裝式和組合式	50
聲音的特性	52
振幅	53
頻率範圍	56
聲音的失真	56
高傳真系統中的音源	58
唱片	59
錄音帶	63
廣播做為高傳真音源	64
拾音頭和唱臂	65
陶瓷唱頭	65
磁性唱頭	67
唱頭特性	69
唱臂拖曳	71
唱臂的移動	73
平衡	74
諧振	75
接線	76
音頻放大器	77
前置放大器	77
單級立體聲前置放大器	80
功率放大器	82
複習測驗	91

第三課 AM - FM 收音機

前言	93
一般的 AM- FM收音機	94
簡單型 AM- FM收音機	95
AM- FM 組合	97
複雜型 AM- FM收音機	103
桌上型 AM- FM收音機	106
信號路徑	106
FM 射頻放大器	106
FM 變換器級	108
FM 中頻級	109
FM 檢波器	109
AM 電路	109
音頻放大器	110
電源供應器	111
摘要	111
桌上型 AM- FM立體聲收音機	
.....	112
方塊圖	112
FM接收	114
FM 音體聲	116
落地式收音電唱機	117
AM 信號路徑	119
FM 信號路徑	120
音頻放大器	123
電源供應器	125
複習測驗	126
第四課 如何使用線路圖解圖	
前言	129
修護資料的來源	130
五管時鐘收音機	132
真空管的排列	134
工作電壓	136

各級的辨認	137
其他各種資料	137
六石電晶體收音機	139
電晶體的排列	139
工作電壓	140
信號電路	140
找出零件的位置	143
AM- FM多工調諧器	144
電晶體的配置	147
工作電壓	149
其他各種資料	150
找出零件位置	152

第五課 聲音再生器如何工作

前言	160
聲波	160
聲音再生器	162
雙向磁性式單體	163
靜電式驅動單體	164
晶體式驅動單體	166
動圈式驅動單體	166
動圈式揚聲器之構造	169
磁鐵	169
音圈	170
阻尼體	171
外框	172
動圈式揚聲器之工作	172
機械性諧振	173
揚聲器之失真	175
方向特性	179
揚聲器之效率	179
揚聲器之安裝	180
平面擋板	181

箱型擋板·····	182
外箱·····	182
揚聲器系統·····	185
擴展頻率響應·····	186
交越網路·····	189
揚聲器安裝·····	192

第六課 電子控制系統

前言·····	195
電子控制系統之零件·····	196
熱阻器·····	197
光電管·····	197
繼電器·····	200
矽控整流器·····	203
交流矽控器·····	205
單接面電晶體·····	207
崩潰二極體·····	210
電子控制系統之電路·····	213
開關電路·····	213
延時電路·····	217
電力控制電路·····	221
電子控制系統之應用·····	225
警報系統·····	225
遙控·····	232
電力控制電路·····	239

第七課 自動唱盤之修護

前言·····	246
修護指南·····	246
必備工具·····	247
唱針問題·····	249
自動換片動作·····	249
手動調整·····	250

自動換片機構·····	251
機械工具·····	251
馬達·····	256
啓動換片循環·····	261
離合器機構·····	262
撥動機構·····	263
撥動機構的故障·····	265
唱臂的循環和指引·····	266
唱臂的循環·····	266
唱臂的指引·····	267
調整指引系統·····	268
典型的自動唱盤·····	269
換片循環·····	271
調整·····	276
自動唱盤檢修·····	278

第八課 磁帶錄音機

前言·····	284
動作原理·····	285
磁帶和磁頭·····	286
錄音／放音放大器·····	290
頻率響應·····	293
磁帶傳動·····	294
轉盤式錄音機·····	298
磁頭·····	299
錄音／放音放大器·····	301
特殊效應·····	306
磁帶傳動·····	308
卡式和匣式錄音機·····	315
卡式負載的機器·····	315
匣式錄音機·····	322
錄音機的修護與調整·····	325
機械上的修護與調整·····	326

VI

電子上的修護與調整	329
-----------	-----

第九課 如何消除人爲干擾

前言	335
人爲干擾如何發生	337
電流遮斷	337
漏電	339
靜電放電	340
rf 輻射	340
廣播電台干擾	341

業餘干擾	344
摘要	345
如何決定干擾的位置	346
內部或外部的雜音	347
附近的外部干擾	349
決定外界干擾的位置	351
消除干擾	353
器具的修理	353
接地線	354
雜音濾波器	354

第一課 調 頻

前 言

前面講調變 (Modulation) 和解調 (Demodulation) 時已向諸位介紹過調頻 (Frequency Modulation 簡稱 FM)，同時在講超外差收音機 (Superheterodyne Receiver) 時，諸位也已讀過許多調頻收音機的有關電路了。因此在本課程中我們將擴展各位有關調頻方面的知識，包括前面略過未提的部份。諸位已知調頻檢波器 (FM Detector) 和調幅檢波器 (AM Detector) 有所不同，在本課程中，各位將會發現很多在調頻收音機中有而在調幅收音機中却沒有的電路。

調頻優於調幅的理由之一，是因其不受大氣干擾而引起雜音 (Noise)，雜音通常是由振幅變化的外來信號所引起的，以調頻方式接收時，我們可用一種對振幅變化不敏感的檢波器，或在檢波器前加裝一限制器 (Limiter) 來消除雜音，或大幅地減少雜音。限制器是一種容易飽和及截止 (Cut Off) 的電路，因此如果輸入限制器的信號有任何振幅上的變化，都將被限制器切除，使輸出成爲一等幅信號，從限制器至檢波器的信號是等幅信號，所以檢波器輸出的雜音將被減到最小，甚至沒有。

調頻響應 (Frequency Response) 美國聯邦通信委員會 (Federal Communication Commission 簡稱 FCC) 規定調頻廣播電台傳送整個音頻範圍，從 50 赫至 15,000 赫的信號時，失真率不得超過 3%。但是對調幅電台只規定傳送頻率從 100 赫至 5,000 赫範圍內在傳送 1000 赫信號時，它的頻率響應要維持在 2 分貝 (dB) 以內。由此可見，調頻廣播電台較調幅廣播電台更能使再生原音逼真。當然，如果調幅廣播電台的頻帶寬度 (Bandwidth) 可以增加的話，調幅電台也可能傳送和調頻電台一樣寬的頻率範圍。問題是標準的調幅電台頻帶寬度已被限制爲 30 千赫，所以信號頻率一旦超出這個頻帶範圍，至少被遏制 35 分貝，而無法傳送出去。但是調頻電台就沒有這種現象

，這是因其頻帶寬度寬達 240 仟赫之故。然而有些調幅廣播電台仍然會被准許放寬其頻帶寬度，祇要這些電台的設備有能力傳送較寬的音頻範圍，而且不會干擾鄰近電台就可以了。除此之外，一般調幅電台的頻帶寬度為 30 仟赫，即以載波為中心頻率，上下各 15 仟赫。

調頻傳送之另一優點是同一射頻載波 (RF Carrier) 可以傳送二個音頻信號，這就是所謂調頻多工 (FMMultiplex)，利用這種方式，我們可以只用一組調頻機，來接收立體聲 (Sterophonic Sound)。

立體聲的優點，使你傾聽再生音樂時，有如你身歷樂隊演奏時之情形一樣，譬如說，有的樂器在你的左邊演奏，有些在你的右邊演奏。在立體音響再生時用二個揚聲器，一左一右，在你左邊演奏樂器的聲音灌入左邊揚聲器，右邊的灌入右邊揚聲器，因此從左右二揚聲器再生的聲音就如一個活生生的樂隊在演奏一般。事實上，音響方面已進步得超過用二個揚聲器的立體音響，而進入所謂四聲道音響 (Quadraphonic Sound) 的階段。四聲道音響要用四個揚聲器，二個在你的前面 (一左一右)，二個在你的後面 (一左一右)，這種再生的音響使你感覺自己正好在再生音響的正中央。好好把四個麥克風所拾取的信號混合後，錄在唱片上，就可用調頻電台發射出去。裝有四聲道解訊器 (Decoder) 的接收機能將原來的四種信號分開，分別灌入四個揚聲器內，其音響效果要比二聲道的立體音響更逼真。諸位在本課程中將會學到立體和四聲道音響。

調頻的缺點之一是傳送距離太短。這是因為調頻電台傳送的頻率屬極高頻 (VHF) 帶範圍，極高頻信號無法被空中的電離層 (Ionized Layer) 所反射，因此除非特殊情況，遠距離是無法接收的。

調頻的另一缺點，是頻帶要比調幅電台寬，調頻的頻道寬 240 仟赫，而調幅的只有 30 仟赫。調幅廣播頻帶大約從 535 仟赫至 1605 仟赫，大家都知道，在這個頻帶範圍內只能容納 4 個或 5 個調頻道。假如換成調幅頻道時就有 100 個以上 (調幅頻道之間隔只有 10 仟赫，在某一地區內都指定好頻率以避免干擾)。

調頻收音機 新式的調頻收音機是用固態零件組成的超外差式收音機。標準中週週率為 10.7 百萬赫 (MHz)，圖 1 所示為一調頻收音機的方塊圖 (Block Diagram)。這種收音機可接收 88MHz 至 108MHz 調頻電台的廣播。

接收信號先進入射頻級，射頻級可能是由雙向電晶體 (Bipolar Transistor)

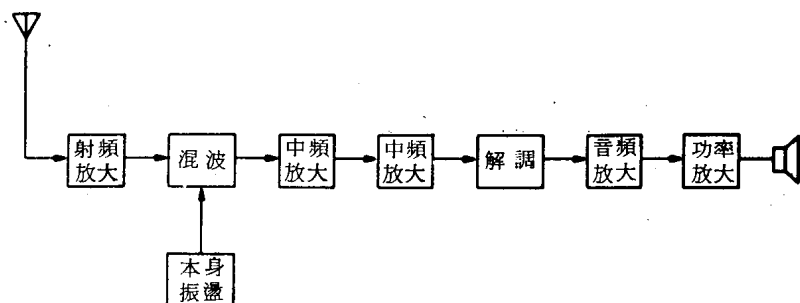


圖 1 一般的調頻收音機方塊圖

構成的共射極或共基極電路，也可能是一個場效電晶體（Field-Effect Transistor）。然後信號被放大並耦合至混波器（Mixer），同時本身振盪器（Local Oscillator）產生一種比接收信號頻率高 10.7MHz 的等幅波信號（Continuous Wave Signal），這二種信號在混波器中互相差拍（Beat），而產生 10.7MHz 的中頻信號。

調變信號和等幅波信號相外差（Heterodyned）後，所產生的信號仍保有原調變波形之頻率和及頻率差。中頻即為射頻與本身振盪頻率之差，與射頻信號的調變波形相同。

中頻信號用二級或二級以上的中頻放大器放大。最簡單的調頻收音機都有二級中頻放大器，有的甚至有三、四級。因此可以說中頻放大擔任了大部份信號放大的工作。

大家已知道，調頻信號內的調變是頻率起變化的載波，在調頻信號裏面的雜音，不管是靜態雜音或閃電引起的雜音，是改變調頻信號的振幅的。因此為了使接收時不產生雜音，進入調頻解調器的中頻信號必須為等幅信號。通常在中頻放大器和解調器之間加一級限制器（Limiter）以削去中頻信號上的尖峰部份，這樣信號中的雜音就會被消除。

用限制器後面的調頻解調器把調頻信號中的音頻信號檢出。這信號是從頻率的變化中檢出的，所以和諸位以前學過調幅收音機的檢波器，大不相同。從解調器而來的音頻信號送入音頻放大器，然後經過一級或多級放大後，進入揚聲器。

立體聲及四聲道收音機和普通調頻收音機不同的地方是解調器出來的音

頻信號又和別的電路產生的信號混合後成為二聲道或四聲道。詳細情形我們以後會講到。但是為了先幫助諸位瞭解調頻收音機，我們先簡單說明調頻信號是如何產生的。

信號如何被調變

諸位已知道，音頻信號和射頻信號混合的過程叫「調變」(Modulation)，未經調變前的射頻信號是一種連續波動的高頻等幅正弦波，調幅和調頻的不同，在於音頻改變正弦波方法上的不同。

調幅是用音頻信號來改變射頻載波的振幅。載波的最大調變為 100% 調變，那時射頻載波的振幅在零和調變前二倍振幅之間變化；調變小於 100% 時，射頻載波幅值上升時必較調變前二倍振幅小，而下降時必較零點稍高。

調頻載波的振幅是不變的，用音頻來改變它的載波頻率，使其在中心頻率 (Center Frequency)，或靜止頻率 (Resting Frequency) 之上下變動。載波頻率的變化率由音頻信號的頻率來決定，而載波頻率的變化量則由音頻信號的振幅來決定。調頻廣播以 100% 調變傳送時，載波頻率以靜止頻率為中心，上下各變動 75 仟赫，如果調變小於 100% 時，那麼頻率變化就小於 75 仟赫了。

在電視廣播中調頻聲音的載波頻率，最大變化不得超過 25 仟赫。所以 100% 調變時，載波頻率將以靜止頻率為中心上下各變動 25 仟赫；如果調變小於 100%，頻率變化也將小於 25 仟赫。

現在我們進一步研究調幅信號及其特性，接着研究調頻信號，最後比較這二種調變方式，諸位就更可以瞭解調幅調頻的差別在那裏了。

調幅信號的形成

如圖 2 所示，當音頻信號幅調射頻載波時，射頻載波的振幅在中點線（零軸）上下增減的幅度大小，由音頻信號的強度或振幅的大小來決定。

圖 2(A) 內，音頻信號的最大振幅為射頻載波信號最大振幅的一半，其調變為 50%。圖 2(B) 音頻信號的最大振幅等於射頻載波信號的最大振幅，稱之為 100% 調變。100% 調變可說是調幅波的最大調變率，再高就會使音頻信號失真 (Distortion) 了。

如圖 2(C) 所示，如果音頻信號的頻率增高時，射頻載波上下的變化率即增大，因此我們可以說，調幅時，載波信號的振幅，是由音頻信號的振幅大小來決定；而射頻載波振幅的變化率，則是由音頻信號的頻率高低來決定。

通常發射機所傳送的音頻信號很少是純正弦波的，而是一種很複雜的波形所形成的射頻信號如圖 2(D)所示。雖然這種波形變化相當大，但是形成射頻信號的方法，却和圖 2(A)(B)(C)完全一樣。

調幅信號的包線 (Envelope)

(圖 2 中連接峯值的點線部份) 是若干個調變部份之組合。因為射頻載波被一個固定頻率的正弦波調幅後，其信號中即含有三個不同的頻率：一個是等幅射頻載波的頻率，另外兩個是旁頻帶頻率 (Sideband Frequency)，其中之一比載波頻率高一個音頻頻率，另一比載波頻率低一個音頻頻率。

舉例來說，假如音頻頻率是 5 仟赫，而載波頻率是 1000 仟赫，那麼調變後的射頻信號內，就有 1000 仟赫、995 仟赫及 1005 仟赫三種頻率。換句話說，此時的音頻訊息，以高出載波頻率 5 仟赫的上旁頻帶 (Upper Sideband) 和低於載波頻率 5 仟赫的下旁頻帶 (Lower Sideband) 兩種方式同時出現。

通常一個複雜的音頻信號含有多種頻率，其範圍從 100 赫到 5000 赫。用這種音頻信號將射頻載波調變後，成為傳送的調變載波信號。其中含有 1000 仟赫的射頻載波及含有很多頻率的上下旁頻帶各一個，這許多頻率即為造成聲音或音樂訊息的頻率。在調幅收音機裏的射頻和中頻部份，必須能將這整個頻率範圍的信號，很均勻地加以放大，然後再將載波和上下旁頻帶加於第二檢波器之上。

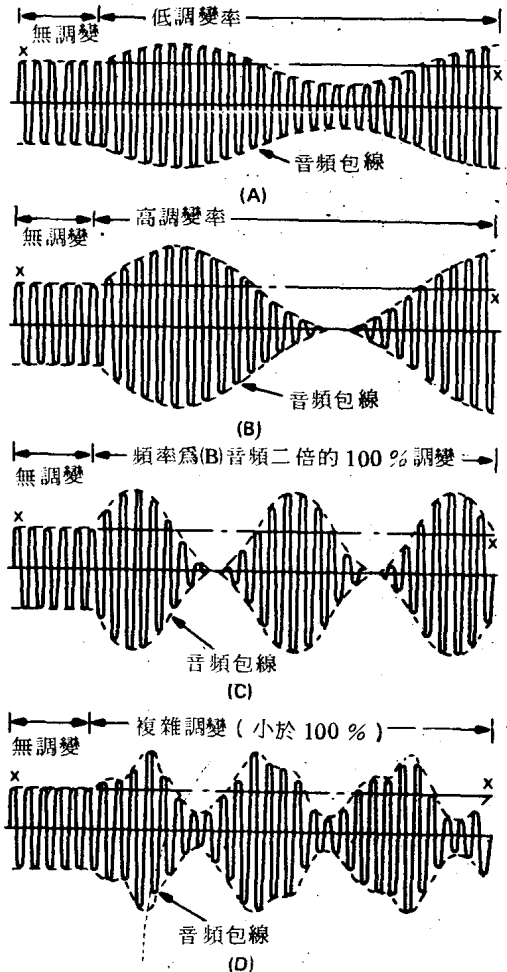
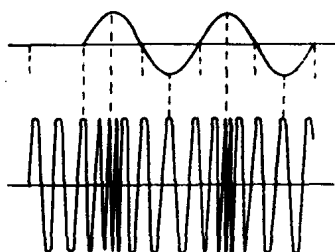


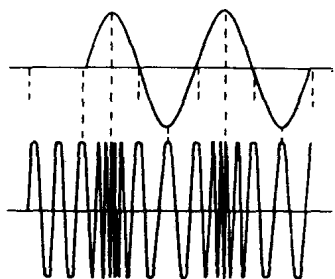
圖 2 各種調幅信號波形

調頻信號的形成

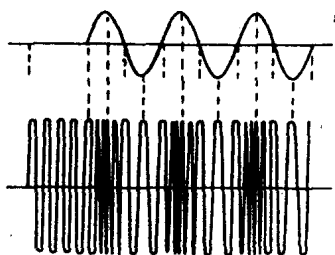
調頻信號和調幅一樣，也是由射頻載波和上下旁頻帶所組成，所不同的是調頻信號的振幅不變，而是載波的頻率隨音頻信號而改變。調頻信號的載波頻率叫「中心頻率」(Center Frequency)或靜止頻率(Resting Frequency)，也就是不加音頻調變信號時的載波頻率，當音頻信號加入時，載波



(A)



(B)



(C)

圖 3 各種調頻信號波形

頻率，將如圖 3 (A) 所示隨音頻信號變化而增減，這種頻率的變化叫做「偏差」(Deviation)。當音頻信號經過中心線（即電壓為零）時，所傳送的載波頻率，就是中心頻率。

如圖 3 所示，在音頻信號為正半波峯值時，載波的頻率增加（週波數較調頻信號為多），反之，在音頻信號為負半波峯值時，載波的頻率減少（週波數較小）。調頻發射機的設計有的以這種方式傳送，但也有和這相反，而設計成音頻信號正半週時，載波頻率反而減少的。

當我們用振幅較大的音頻信號（較大的聲音）來調變調頻載波時，調頻載波的頻率「偏差」會增大，這種情形從圖 3 (B) 可以看出。圖 3 (B) 調頻載波在音頻信號為正半波峯值時，所含的週波數較圖 3 (A) 的多，這是因圖 3 (A) 的音頻信號振幅的峯值較低之故。

當調變的音頻信號的頻率增加時（音調較尖銳的聲音），調頻載波的頻率在中心頻率上下之偏差率會增加，這種情形可從圖 3 (C) 看出。因此我們可以說：音頻信號的振幅，控制了載波頻率偏差量；音頻信號的頻率，控制了調頻載波頻率的偏差率。調頻信號的振幅則始終不變。而且傳送最大聲音時所允許的最大頻率偏差為 75 仟赫。

調頻頻帶寬度 調頻頻帶在極高頻 (VHF)

範圍內，就是在電視第六頻道和第七頻道之間；從 88 百萬赫到 108 百萬赫。調頻頻帶被等分成很多個 200 仟赫的頻道，每個頻道的中心頻率，就是該頻道的載波頻率。

通常調頻廣播電台可以使用整個 200 仟赫頻道。在實際上，二個旁頻帶還會向相鄰上下兩個頻道裏侵佔 20 仟赫。這幸好同一地區的調頻電台，在分配頻道時，都避免使用相鄰頻道，因此並無互相干擾之慮。

電視信號聲音部份的最大偏差為 25 仟赫，即允許在調頻的靜止頻率上下各 25 仟赫。所以電視調頻聲音傳送的偏差，比調頻廣播頻帶的偏差要少得多。

旁頻帶 調頻信號和調幅信號一樣，也是由載波頻率和若干旁頻帶所組成。先談調幅，當傳送一個頻率的音調時，有二個旁頻帶，一高於載波頻率，一低於載波頻率。當音頻基準 (Audio Level) 改變時，這些旁頻帶的振幅雖然跟着變化，但是旁頻帶始終只有二個。其中心載波的振幅則不因調變而變。

但是調頻的情形就不太一樣，調頻載波至少有二個或更多的旁頻帶，而且旁頻帶都是成對的出現，每對旁頻帶都是一個頻率比載波高，另一個頻率比載波低。當音頻基準變化時，每對旁頻帶的振幅及旁頻帶的數目都跟着變化。旁頻帶的對數，不但隨音頻基準的改變而變化，而且還跟着音頻頻率的變化而變化；音頻頻率低時，其旁頻帶數，較振幅相同的高音頻頻率的旁頻帶數為多。

提高音頻基準會使旁頻帶內的功率增加，中心載波的振幅減少。甚至在某些低音頻基準時載波會消失，等到音頻基準再高時，載波再重現。同樣地，不同旁頻帶對的振幅也會變化，甚至在某些振幅時會消失。但是不管音頻基準或調變信號的頻率怎樣變化，載波和所有旁頻帶內所含的總功率是始終不變的。

調幅和調頻信號的主要不同點是：調幅信號的總功率會因旁頻帶功率的增加而改變。變更音頻基準會改變加於信號中的功率。但是在調頻方面，它的總功率是始終不變的，因旁頻帶的功率，都由載波得來。調頻的作用，祇是把所有的功率適當地分配到載波和旁頻帶內而已。音頻基準的改變，也祇不過改變功率分配方式罷了。

圖 4 所示為調頻載波被一個很大聲的，15 仟赫音頻信號調變後，可能產生旁頻帶對的數目，位置和振幅。這是調頻廣播所用的最高音頻信號。

在圖 4 中，調頻載波在其 103.5 百萬赫中心頻率上下各偏差 75 仟赫。

由於音頻調變信號頻率為 15 仟赫，所以上旁頻帶或下旁頻帶都相差 15 仟赫。旁頻帶的振幅由直線的長度來表示。本來在載波上下不只八對旁頻帶，

祇是八對旁頻帶以外的旁頻帶，已超過允許的 240 仟赫頻帶，已把它衰減 (Attenuate) 25 db 以上。

如果我們用低頻信號去調變載波，那麼所產生的有用旁頻帶數將會增加，比如說，5 仟赫的調變信號可在中心頻率二邊產生 24 個旁頻帶。所以在允許的頻帶範圍內，低頻信號所產生的旁頻帶較多。

如果調變信號的振幅減小，那麼旁頻帶的振幅也會跟着減小。結果，如果信號振幅太低，在最旁邊的旁頻帶對就會消失，或變得很小。旁頻帶對愈小，需要的頻帶寬度愈窄。但是為了產生高傳真的音響，

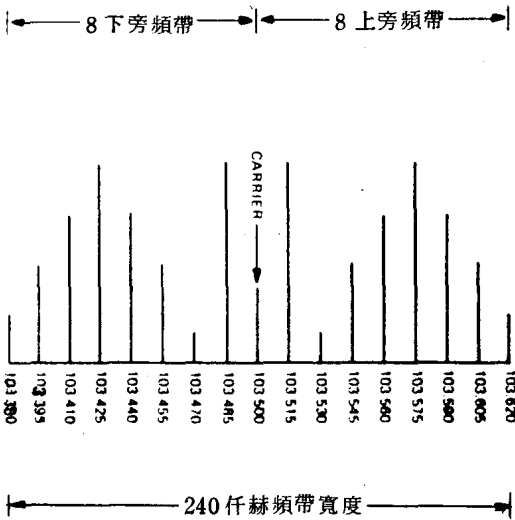


圖 4 由 15 仟赫音頻信號 100 % 調變後，產生的載波和旁頻帶所構成的調頻頻帶圖

廣播信號必須包含所有的訊息才行。

由前面所討論，諸位可以知道，調頻信號的有用旁頻帶數，取決於調變時音頻信號的頻率和振幅。音頻調變信號的頻率愈低，旁頻帶數愈多。當音頻信號振幅減少時，有用的旁頻帶數也會減少，因這時的頻率偏差將小於 75 仟赫。

測驗試題

1. 音頻信號的什麼特性影響調頻信號的偏差率？
2. 調頻廣播頻帶裏的每一個頻道有多寬？
3. 調變百分率增加時，調頻信號的功率會不會增加？
4. 調變信號的振幅改變時，對調頻信號有何影響？

調頻收音機

前面我們曾提到過，現代的收音機都是固態組件的超外差式收音機。同時因為諸位已經學過超外差式收音機，所以我們不打算再重複討論諸位已學過的電路，而且諸位在「調變和解調」課程裏也已學過調頻解調器，因此在此我們也不詳細討論。但是還有一些在調幅收音機裏找不到，而在調頻收音機時會遇到的電路，以及一些調頻收音機電路作用相當於調幅收音機而要求較特別的電路。我們將在討論調頻立體音響以前，先在本課程中加以詳細討論。

自動頻率控制 (Automatic Frequency Control)

幾乎所有的調頻收音機都用自動頻率控制裝置。自動頻率控制，簡稱 AFC，用以使振盪保持於某一正確頻率，因此在振盪器信號相「差拍」時，能夠產生一固定不變而正確的中頻。

AFC 並不是新玩意兒，幾乎在 40 年前就被用在調幅收音機了。當時用的是一種對頻率變化很敏感的檢波器，這種檢波器和現在調頻收音機用的檢波器很相似。當振盪器的頻率漂移以致使中頻不正確時，檢波器會產生一電壓，將這電壓加到一個電抗性的「電抗管」(Reactance Tube) 上。電抗管跨接在振盪器的儲能電路 (Tank Circuit) 兩端，由檢波器所產生的電壓變化，加在電抗管上，使管內的電流變化，而使管子的電抗變化。比如說，管子的電抗是一個電容器的電抗，電流增大，使電容性電抗減少，其效果與增加電容量一樣。因此將使振盪器的頻率減少。反之，如果流經電抗管的電流減少，其結果與增加電容性電抗一般；也就是減少電容器的電容量，因此將使振盪器的頻率增加。雖然這種方式已很古老，但是現代的彩色電視機仍然採用這種方式來控制彩色振盪器的頻率。

在現代新式的調頻收音機內，則採用一種更簡單的方式來控制振盪器的頻率。圖 5 所示為一新型調頻立體聲收音機的振盪器線路圖。 L_1 是振盪器的振盪線圈， C_1 是主調諧電容器，與中頻級混波級的調諧電容器共軸連動。 C_2 是用來校準收音機的修正電容器 (Trimmer Capacitor)。校準時，須將收音機調至頻帶高處，然後調整 C_2 使刻度之讀數正確無誤。然後再將收音機調至頻帶低處，調整 L_1 使收音機刻度盤的低刻度也正確無誤，接着將收音機調回頻帶高處重調整 C_2 。

電容器 C_2 是溫度補償電容器；在此電路中， C_2 的電容量是 4.7 pf ；而溫度係數為 $N\ 750$ 。其中「 N 」表示溫度係數為負的。 750 表示溫度每變化 1°C 時，電容量變化為百萬分之七百五十。換句話說，如果溫度上升 1°C ，那麼