

徐氏基金會科學函授學校

電子工程科訓練教材(三)

(電 子 修 護)

(譯自美國 McGraw-Hill 圖書公司附設電子函授學校教材)

譯者 龔華山

校閱 沈錫祥

徐氏基金會出版

01

4

徐氏基金會科學函授學校

電子工程科訓練教材(三)

(電 子 修 護)

(譯自美國 McGraw-Hill 圖書公司附設電子函授學校教材)

譯者 龔華山

校閱 沈錫祥

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十六年十二月十日初版

電子工程科訓練教材(三) (電子修護)

基本定價 3.60

譯者 龔華山 國立台灣大學電機研究所碩士
校閱 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。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話9719739

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧鏗氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

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，已成大衆化之娛樂器具。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爲實習參考書之用。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，不吝指正賜教爲感。

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	各級的辨認	137
一般的 AM- FM收音機	94	其他各種資料	137
簡單型 AM- FM收音機	95	六石電晶體收音機	139
AM- FM 組合	97	電晶體的排列	139
複雜型 AM- FM收音機	103	工作電壓	140
桌上型 AM- FM收音機	106	信號電路	140
信號路徑	106	找出零件的位置	143
FM 射頻放大器	106	AM- FM多工調諧器	144
FM 變換器級	108	電晶體的配置	147
FM 中頻級	109	工作電壓	149
FM 檢波器	109	其他各種資料	150
AM電路	109	找出零件位置	152
音頻放大器	110		
電源供應器	111	第五課 聲音再生器如何工作	
摘要	111	前言	160
桌上型 AM- FM立體聲收音機		聲波	160
	112	聲音再生器	162
方塊圖	112	雙向磁性式單體	163
FM接收	114	靜電式驅動單體	164
FM 音體聲	116	晶體式驅動單體	166
落地式收音電唱機	117	動圈式驅動單體	166
AM 信號路徑	119	動圈式揚聲器之構造	169
FM 信號路徑	120	磁鐵	169
音頻放大器	123	音圈	170
電源供應器	125	阻尼體	171
複習測驗	126	外框	172
第四課 如何使用線路圖解圖		動圈式揚聲器之工作	172
前言	129	機械性諧振	173
修護資料的來源	130	揚聲器之失真	175
五管時鐘收音機	132	方向特性	179
真空管的排列	134	揚聲器之效率	179
工作電壓	136	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

VII

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 仟赫，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

2 電子工程科訓練教材(三)—電子修護

，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允許放寬其頻帶寬度，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 (FM Multiplex)，利用這種方式，我們可以用一組調頻機，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)

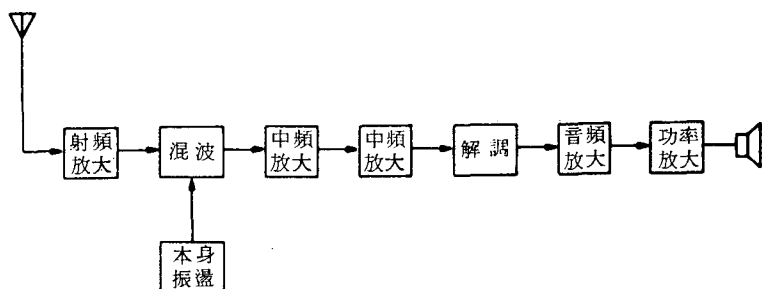


圖 1 一般的調頻收音機方塊圖

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（Heterodyne）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，射頻載波波幅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了 (Distortion)。

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。

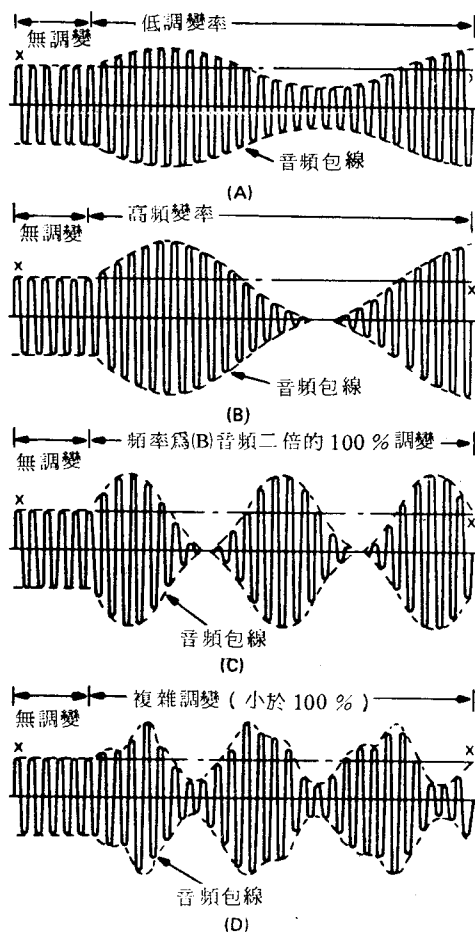


圖 2 各種調幅信號波形

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

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。

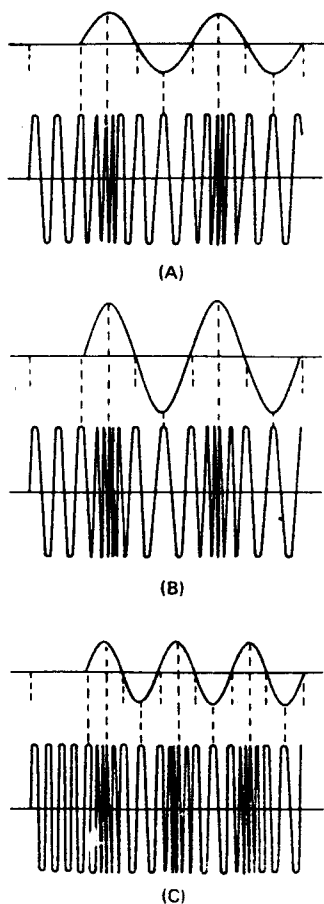


圖 3 各種調頻信號波形

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。