

AM-FM 收音機原理

黃政協編譯

A graphic design featuring a background of alternating vertical stripes in dark blue and olive green. The letters 'AM' are printed in a large, bold, black sans-serif font on the left side. The letters 'FM' are printed in a large, bold, white sans-serif font in the center, overlapping the stripes. Two thin horizontal lines, one black and one white, cross the graphic behind the text.

AM-FM

啟學科技系列 ⑭

AM

FM

收音機原理

黃政協 編譯

目 錄

第一章 無線電FM廣播的結構	1
1.1 無線電的廣播與接收	1
1.2 廣播電波	2
1.3 調幅廣播的接收機	5
第二章 電路的基礎知識	6
2.1 電路與電流	7
2.1.1 直流與交流	7
2.1.2 歐姆定律	9
2.2 正弦波交流的表示方法	11
2.2.1 頻 率	11
2.2.2 瞬時值與最大值	12
2.2.3 平均值與有效值	13
2.3 電 阻	17
2.3.1 電 阻	17
2.3.2 電阻的串聯與並聯	17
2.4 電 感	19
2.4.1 電 感	19
2.4.2 相互電感	20
2.4.3 電感的串聯與並聯	21
2.5 電 容 器	23
2.5.1 電容量	23

2.5.2 電容的串聯與並聯·····	25
2.6 交流電路·····	27
2.6.1 R.L.C 單獨存在時電路的電壓與電流·····	27
2.6.2 阻 抗·····	30
2.7 諧振電路·····	32
2.7.1 串聯諧振電路·····	32
2.7.2 並聯諧振電路·····	35
2.8 時間常數·····	36
2.9 電流、電壓、電阻的測量方法·····	37
2.9.1 三用電表的基本結構·····	38
2.9.2 三用電表·····	42

第三章 二極體與電晶體····· 43

3.1 半導體·····	43
3.1.1 半導體的性質·····	43
3.1.2 物質的構造·····	44
3.1.3 N型半導體與P型半導體·····	46
3.2 二極體·····	48
3.2.1 二極體的動作與特性·····	48
3.2.2 二極體的種類·····	
3.3 電晶體的動作·····	54
3.3.1 電電晶體的構成·····	54
3.3.2 電晶體的動作原理·····	54
3.4 電晶體的種類與構造·····	56
3.4.1 合金接合形 (Alloy-Junction Type) 電晶體·····	57
3.4.2 漂移形 (Drift Type) 電晶體·····	57
3.4.3 高台形 (Mesa Type) 電晶體·····	59
3.4.4 晶膜高台形 (Epitaxial-Mesa Type) 電晶體·····	59

3.4.5	平面形 (Planar type) 電晶體	60
3.4.6	電晶體的名稱與電極端子	60
3.5	電晶體的特性	61
3.5.1	電流放大率	61
3.5.2	集極遮斷電流	63
3.5.3	截止頻率	64
3.5.4	靜態特性	65
3.5.5	h 常數	66
3.5.6	最大容許規格	69
3.6	FET (場效電晶體)	70
3.6.1	接合形 FET	71
3.6.2	MOS 形 FET	72
3.7	IC (積體電路)	73
3.7.1	IC 與其分類	73
3.7.2	半導體 IC	74
3.7.3	混成 IC	76

第四章 電晶體的基本電路 79

4.1	電晶體電路的接地方式	79
4.1.1	接地方式	79
4.1.2	各接地方式的特徵	79
4.2	偏壓電路與負荷直線	84
4.2.1	偏壓電路的動作	85
4.2.2	負荷直線與動作點的決定	87
4.2.3	偏壓對於穩定的影響	92
4.3	低頻放大電路	101
4.3.1	低頻放大電路的種類	101
4.3.2	變壓器耦合放大電路	101

4.3.3	電阻電容耦合放大電路	104
4.3.4	放大電路的雜音指數	106
4.4	低頻功率放大電路	106
4.4.1	A類放大電路	107
4.4.2	B類放大電路	108
4.5	高頻放大電路	112
4.5.1	高頻放大的基本電路	112
4.5.2	中和電路	113
4.5.3	最大有用功率增益	114
4.6	振盪電路	115
4.6.1	振盪的原理	115
4.6.2	LC振盪電路	115

第五章 零件的構造與性能 117

5.1	電阻器	117
5.1.1	固定電阻器	117
5.1.2	可變電阻器	119
5.1.3	熱敏電阻與變阻體	121
5.1.4	複合零件	122
5.1.5	使用電阻器時需注意之點	122
5.2	線圈與變壓器	124
5.2.1	線圈	125
5.2.2	中週變壓器	127
5.2.3	低週變壓器	128
5.2.4	電源變壓器	129
5.2.5	使用線圈與變壓器時需注意之點	129
5.3	電容器	130
5.3.1	固定電容器	130

5.3.2	可變電容器	134
5.3.3	半導體電容器	136
5.3.4	使用電容器時需注意之點	137
5.4	印刷板配線	137
5.5	零件的符號	140

第六章 電波與天線 141

6.1	電波的發生與性質	141
6.1.1	電波的發生	141
6.1.2	電波的發射	142
6.1.3	電波的性質	143
6.2	電波的傳播方法	146
6.2.1	電波傳播的形式	146
6.2.2	地上波的傳播	147
6.2.3	電離層波的傳播	148
6.2.4	電波的實際傳播方法	149
6.2.5	衰落	151
6.3	調變與傍波帶	152
6.3.1	振幅調變 (Amplitude Modulation)	153
6.3.2	頻率調變 (Frequency Modulation)	153
6.3.3	傍波與波帶	154
6.4	AM 與 FM 廣播的比較說明	157
6.5	接收天線的動作	159
6.5.1	天線	159
6.5.2	一般常用的接收天線	163

第七章 AM接收機 167

7.1	AM 接收機的種類與構成	167
-----	--------------	-----

7.1.1	超外差式的原理	167
7.1.2	超外差式的特徵	169
7.2	高頻放大電路	171
7.2.1	天線與輸入電路	171
7.2.2	高頻放大電路	173
7.3	變頻電路	176
7.3.1	變頻的原理	176
7.3.2	振盪電路	179
7.3.3	追蹤調整 (Tracking)	180
7.3.4	調諧之組成	181
7.4	中頻放大電路	184
7.4.1	中頻放大電路的構成	184
7.4.2	中頻放大電路的特性	185
7.5	檢波電路	187
7.5.1	二極體的檢波	187
7.5.2	由檢波器發生的失真	188
7.6	AVC 電路	189
7.7	低頻放大電路	191
7.7.1	低頻放大電路的構成	191
7.7.2	耦合方式	192
7.7.3	小信號放大電路	195
7.7.4	大信號放大電路	196
7.7.5	負回授電路	201
7.7.6	IC 接收機	204
7.8	調整電路	204
7.8.1	音量調整電路	204
7.8.2	音質調整電路	207
7.9	電 源	210

7.9.1	電池	210
7.9.2	整流電源	212
7.9.3	穩壓電源(恒定電壓電路)	214
7.10	AM 接收機的性能	215
7.10.1	靈敏度	215
7.10.2	選擇性	216
7.10.3	傳真性	218
7.10.4	最大無失真輸出功率	219
7.10.5	安定性	219

第八章 FM立體廣播 221

8.1	立體音	221
8.1.1	立體音與單音之不同	221
8.1.2	立體音信號的性質	222
8.2	立體音信號的性質與傳送方法	224
8.2.1	立體音信號的性質	224
8.2.2	立體音信號的傳送	225
8.3	FM 立體音廣播的信號	226
8.3.1	FM 立體音廣播的概要	226
8.3.2	FM 立體音廣播的信號	228

第九章 FM接收機 231

9.1	FM 接收機的電路組成	231
9.1.1	FM 單音接收機	231
9.1.2	FM 立體音接收機	232
9.2	前置級(Front End)	233
9.2.1	高頻放大電路	233
9.2.2	變頻電路	242

9.2.3	本地振盪電路	245
9.2.4	前置級的實例	248
9.3	中頻放大電路與波幅限制電路	249
9.3.1	中頻的選定	249
9.3.2	中頻放大電路	250
9.3.3	選擇元件與頻帶特性	251
9.3.4	波幅限制電路	254
9.4	FM 檢波電路	257
9.4.1	FM 檢波的結構	257
9.4.2	福斯特—西略檢波電路	259
9.4.3	比率檢波電路	262
9.4.4	解強調電路	264
9.5	立體音解調電路	265
9.5.1	矩陣式立體音解調電路	265
9.5.2	交換式立體音解調電路	267
9.6	附屬電路	276
9.6.1	調諧指示電路	277
9.6.2	靜音電路	278
9.7	FM 接收機的性能	280

第十章 喇叭與欣賞環境 287

10.1	優良的喇叭	287
10.1.1	盆形動態式喇叭	287
10.1.2	號筒形動態式喇叭	291
10.2	高傳真性	292
10.2.1	振動系的改善	292
10.2.2	複合形喇叭	293
10.3	喇叭箱	297

10.3.1	喇叭箱的種類	297
10.3.2	後面開放阻板	297
10.3.3	密封箱	298
10.3.4	相位反轉阻板	298
10.4	喇叭系統	300
10.5	良好屋子的條件	301
10.6	隔 音	302
10.7	室內音響處理	305
10.8	音響室的實例	311
10.9	喇叭的擺設法與收聽	311

第十一章 接收方法 315

11.1	接收方法	315
11.1.1	接收品級	315
11.1.2	電場強度	316
11.2	調幅廣播的接收	319
11.2.1	天 線	319
11.2.2	弱電場地區的接收	319
11.2.3	雜音防止與雜音防止器	319
11.3	調頻廣播的接收	322
11.3.1	調頻接收天線	322
11.3.2	FM 天線架設時需注意事項	325
11.3.3	FM 立體廣播的接收	326

第十二章 真空管 329

12.1	熱電子的放射	329
12.2	二極真空管	330
12.3	三極真空管	332

12.3.1	三極管的構造與柵極的動作·····	332
12.3.2	三極管的特性·····	334
12.3.3	三極管的三常數·····	335
12.3.4	三極管的動作·····	337
12.4	五極真空管·····	340
12.4.1	五極管的構造與補助電極的動作·····	340
12.4.2	五極管的特性·····	343
12.4.3	可變放大率真空管·····	344
12.5	束射功率管·····	345
12.6	其他種類的真空管·····	346
12.7	真空管與電晶體·····	346

無線電FM廣播的結構

AM FM

1.1 無線電的廣播與接收

半世紀來，電子工業的進步實在驚人，在此過程中電視的廣播，調頻（FM）的廣播也相繼出現，而使廣播的形態變成多元化起來，利用聲音的無線電廣播比利用影像和聲音的電視廣播更能將它的獨特之特性生動地恢復，而變成我們人類日常生活不可或缺的一項目。

現在吾人就來研究無線電FM廣播的發射與接收之結構。

發射方面

把聲音變成電氣信號——將該電氣信號，載於容易發射之高頻率電流（調變）以形成電波——由天線發射電波。

接收方面

將電波逮住——選擇電波——由調變後的高頻率電流中取出聲音信號（解調）——聲音重現。

1. 2 廣播電波

廣播節目依製作場所之不同可分為，在播音室(Studio)製作的節目與播音室外製作的轉播節目。或用別的方法分類，像新聞或運動之在現場直接播出的現場轉播，以及像音樂或娛樂節目預先錄音於磁帶，而在適當的時間播出之錄音節目。圖 1-1 是表示廣播電波發生的系統。

(1) 播音室 與副控制室

一談到廣播電台，首先會想到的就是播音室。播音室有像製作新聞或座談等節目的小播音室，也有像製作大合唱團之類的大播音室。

播音室四週圍都裝置重重的隔音材料，以避免室外的噪音進入，同時，為使節目有最佳的音響效果，在播音室的牆壁、天花板、地板等裝置吸音材料，或相反地裝置反射板，使聲音分布可以適當，以防止共鳴的發生與得到適當的殘響。

在播音室內使用微音器(Microphone)把聲音變為電氣信號。目前廣播所使用的微音器有很多種，各有各之特長，依節目之特色加以選擇使用。當然在一個節目中也有同時使用數隻微音器的情況。

鄰接播音室的是副控制室或稱副調整室。室內有聲音控制機、唱片播放裝置、磁帶錄音裝置，以及聲音監聽(Monitor)裝置等等的設備，隔着玻璃窗，一面望着播音室的現場狀況，將透過微音器變換後的聲音信號加以調整，或是把唱片、磁帶的音樂以及效果音(模擬音)等配音加入節目中，以做成完整的節目。節目的製作使用磁帶錄音機錄存，或以電氣信號向主控制室或稱主調整室輸出。

(2) 主控制室與節目的自動播出

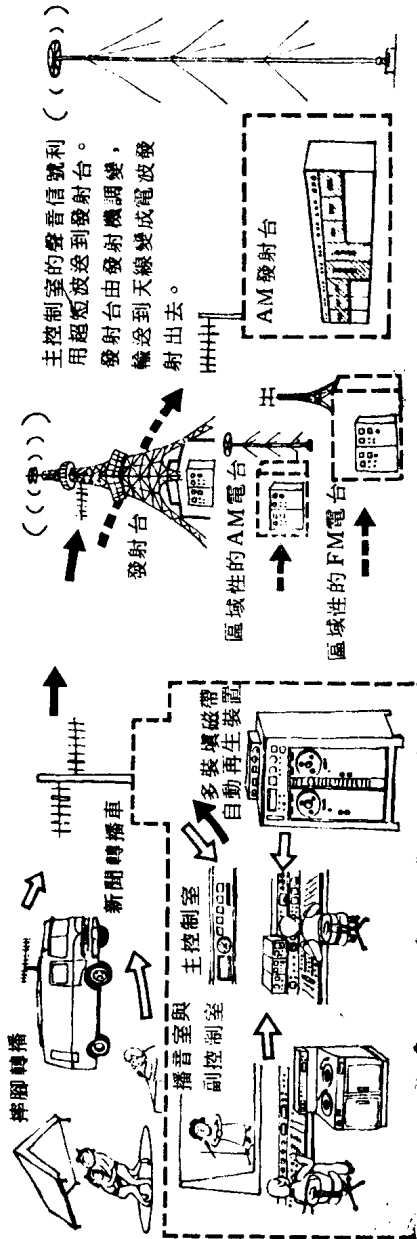


圖 1-1 廣播電波發生系統

主控制室集中各播音室（本電台）的節目、電台外的現場轉播節目或是其他廣播電台的節目等等許多聲音信號。再把這些聲音信號放大到規定的階準，在適當時日的廣播節目表中傳送到發射台，同時經由中繼線路網（Network）傳送到其他發射台。

近來的調幅廣播或調頻廣播除了作新聞、天氣預報的報導外，還經常將節目預先錄音起來，而在適當的廣播時間予以播出。NHK 廣播電台就使用這種方法，把各種節目預錄起來，再利用「多裝填磁帶自動再生裝置」將一天內所要播送的節目磁帶裝入該裝置，然後由電腦自動控制把各節目陸續地自動播送出去。

(3) 發射台與電波的發射

發射台將來自控制室的聲音信號（電流）變換成無線電波，發射到空中，圖 1-2 是發射台的裝備圖。

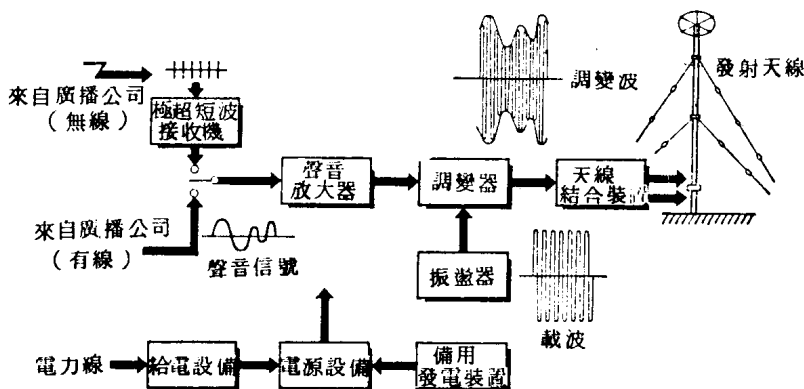


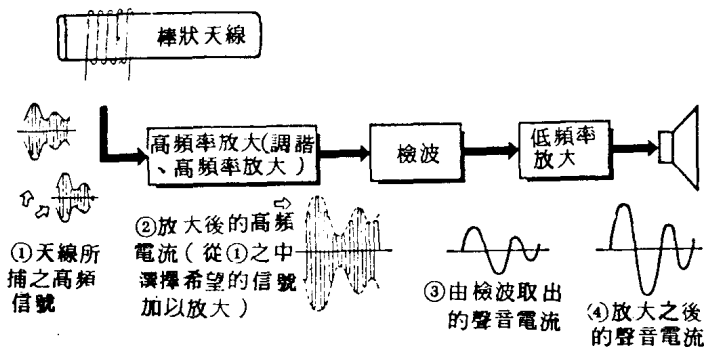
圖 1-2 調幅發射台的裝備

由於將聲音信號直接送到天線也不能變成電波發射出去，所以主控制室送來的聲音信號，是由發射台的振盪器所作之高頻電流所載送，再從天線變成電波發射出去。發射台的高頻電流稱為載波（Carrier），載波載送聲音信號之動作稱為調變（Modulation）。

調變的方法有很多種，在廣播方面，有波幅調變（Amplitude Modulation）簡稱調幅（AM）與頻率調變（Frequency Modulation）簡稱調頻（FM）等二種。調幅的載波頻率我國是525-1650 KHz 之中波段，調頻則是超短波段的88-108MHz。

1.3 調幅廣播的接收機

圖 1-3 是接收調幅廣播的接收機之基本構成方塊圖，按照圖中的結構可收聽所希望的節目。



(1) 電波之捕獲

要收聽調幅廣播或調頻廣播，首先一定要捕獲電波。此項任務是由接收天線來完成，一般的調幅接收機都把天線裝在機內，調頻接收機則大多把天線裝置在室外。