

廣播與電視工程學

(中國工程師手冊電機類第廿四篇)

溫 世 光 編 著

中國電機工程學會編行

PDG

廣播與電視工程學

(中國工程師手冊電機類第廿四篇)

溫 世 光 編 著



中國電機工程學會編行

第二十四篇

廣播與電視工程學

目 錄

頁

第一章 廣播發射機

1.1	廣播發射原理	24— 1
1.2	發射機應具備之性能	24— 1
1.2.1	頻率穩定性	24— 1
1.2.2	發射機之輸出	24— 2
1.3	緩衝放大器	24— 2
1.4	調波系統	24— 4
1.4.1	話筒(麥克風)輸入電路	24— 4
1.4.2	語言放大器之性能	24— 4
1.4.3	純音調幅設置	24— 5
1.5	發射機電路	24— 6

第二章 廣播接收機

2.1	接收原理	24— 13
2.2	接收機應具備之性能	24— 13
2.2.1	靈敏度	24— 13
2.2.2	選擇性	24— 14
2.2.3	傳真度	24— 14
2.2.4	信號雜音比	24— 16
2.2.5	穩定性	24— 16
2.3	接收機之類別	24— 17
2.4	調諧射頻式接收機	24— 17
2.5	接收機雜音	24— 19
2.6	接收機電路之分析	24— 20

第三章 超外差式接收機

3.1	超外差式收音機概要	24— 25
3.2	超外差式線路原理	24— 26
3.3	超外差式收音機的特點	24— 27
3.3.1	靈敏度高超	24— 27
3.3.2	選擇性優越	24— 28
3.3.3	傳真度高	24— 28
3.4	超外差式收音機的缺點	42— 29
3.4.1	雜音較多	24— 29
3.4.2	穩定度較差	24— 29
3.4.3	容易發生超外差式特有混音	24— 29
3.5	射週放大器	24— 30
3.5.1	射週放大之特點	24— 30
3.5.2	射週放大管的選用	24— 30
3.5.3	射週放大電路的種類	24— 31
3.5.4	射週放大器的電壓增益	24— 32
3.5.5	射週放大器的週率特性	24— 33
3.6	變週器	24— 34
3.6.1	變週管與混波管所必備之條件	24— 34
3.7	自動型外差式	24— 35
3.8	他勵型外差式	24— 36
3.8.1	由三極管與五極管構成的混波管	24— 36
3.8.2	混波專用管	24— 36
3.8.3	以變週管作混波管之用	24— 37
3.9	局部振盪器	24— 37
3.9.1	自動型外差式的振盪電路	24— 37
3.9.2	他勵型外差式的局部振盪器	24— 38
3.10	變週管與內部雜音	24— 40
3.11	短波變週器	24— 40
3.12	中週放大器	24— 41
3.12.1	中週放大器概要	24— 41
3.12.2	中週變壓器及其電路	24— 42

3•12•3	中週放大器的特性	24— 43
3•13	第二檢波器	24— 47
3•13•1	二極管檢波的優點和缺點	24— 47
3•14	二極管的檢波電路	24— 47
3•15	二極管檢波器的線路	24— 50
3•16	音量控制與音調控制	24— 51
3•16•1	音量控制	24— 51
3•17	延遲式自動音量控制	24— 55
3•18	次大型自動音量控制	24— 56
3•19	音調控制的用途	24— 57
3•19•1	低音衰減	24— 57
3•19•2	高音衰減	24— 57
3•19•3	低音強調	24— 58
3•19•4	高音加強	24— 58
3•20	音調控制器的特性	24— 58
3•20•1	高音、低音增強的意義	24— 58
3•20•2	最大增益	24— 58
3•20•3	與前級真空管的屏內阻的關係	24— 59
3•20•4	音調控制與失真	24— 59
3•21	非諧振型音調控制器	24— 59
3•21•1	低音衰減與高音增強電路	24— 59
3•21•2	高音衰減電路與低音增強電路	24— 59
3•22	音調放大器	24— 60
3•22•1	音週電壓放大電路	24— 60
3•23	推挽式放大器的原理	24— 61
3•24	倒相電路	24— 63
3•25	負回授電路	24— 63

第四章 調 頻

4•1	調頻	24— 66
4•1•1	調頻波形	24— 66
4•1•2	調頻指數與偏差量比	24— 67
4•1•3	調頻原理	24— 68

4•2	調頻種類	24— 70
4•2•1	機械調頻	24— 70
4•2•2	電抗管調頻	24— 71
4•2•3	電容抗管調頻	24— 72
4•2•4	電感抗調頻	24— 73
4•2•5	輸入電容管調頻	24— 75
4•2•6	R-C (電阻—電容) 調頻波產生器	24— 76
4•3	調頻檢波器	24— 78
4•3•1	斜邊檢波器	24— 78
4•3•2	相位鑑別器	24— 80
4•3•3	比率檢波器	24— 83

第五章 天 線

5•1	天線概述	24— 86
5•2	輻射圖案	24— 89
5•2•1	半波天線之圖案	24— 89
5•2•2	副波天線輻射圖案	24— 90
5•3	天線阻抗	24— 93
5•4	天線之相當電路	24— 94
5•5	天線電阻	24— 95
5•6	天線電抗	24— 95
5•7	天線之方向性及獲益	24— 96
5•8	地面反射	42— 97
5•9	地面特性	24— 98
5•10	地面反射對輻射電阻之影響	24— 98
5•11	電網	24— 99
5•12	波角	24— 99
5•13	天線及饋線	24—100
5•14	諧振線饋電法	24—100
5•15	電流饋電與電壓饋電	24—100
5•16	饋線中之天線電流	24—104
5•17	饋線之不平衡	24—105

第六章 電視概論

6.1	何謂電視與電視概論	24—106
6.2	電視頻道	24—108
6.3	陰極射線管	24—109
6.3.1	電子鎗	24—109
6.3.2	鋸齒波	24—116
6.4	電子掃描式電視系統	24—118
6.4.1	電視攝像機	24—118
6.4.2	圖像信號之傳送	24—118
6.4.3	電視發射機	24—118
6.4.4	發射天線	24—119
6.4.5	接收天線	24—119
6.4.6	電視接收機	24—119
6.4.7	基本電視系統方塊圖	24—120

第七章 攝像管

7.1	光電效應與光電管	24—123
7.1.1	光電效應	24—124
7.1.2	光電管	24—124
7.1.3	二次放射與倍增式光電管	24—125
7.2	光電發像管的構造	24—126
7.2.1	光電發像管的動作原理	24—128
7.2.2	直線性光電管的構造與原理	24—129
7.3	直線性光電攝像管的構造	24—131
7.3.1	直線性光電攝像管的工作原理	24—132
7.4	光導電效應攝像管	24—134

第八章 視頻發射系統

8.1	視頻發射概說	24—138
8.1.1	殘餘旁波帶方式	24—138
8.1.2	正調變與負調變	24—139
8.1.3	電視發射裝置的構成	24—140

8.1.4	低階層調變方式	24—141
8.1.5	高階層調變方式	24—141
8.1.6	中階層調變方式	24—142
8.2	同步信號電路及波形	24—142
8.2.1	同步信號產生器	24—146
8.2.2	同步信號產生器方塊圖	24—147
8.3	調變電路	24—153
8.3.1	直流成分再生	24—154
8.3.2	振幅失真修正電路	24—156
8.3.3	調變器	24—157
8.4	輸出電路平衡調變器	24—158
8.4.1	殘餘旁波帶濾波器	24—158
8.4.2	雙訊器	24—159
8.5	電視發射天線	24—162

第九章 電視接收機

9.1	電視接收機的構造與原理	24—164
9.1.1	射頻組	24—164
9.1.2	聲音分離	24—166
9.1.3	聲音放大鏈	24—166
9.1.4	圖像放大鏈	24—166
9.1.5	自動增益控制	24—167
9.1.6	同步電路	24—167
9.1.7	偏掃電路	24—167
9.1.8	電能供給	24—168
9.1.9	圖像之形成原理	24—168
9.2	輸入電路	24—169
9.2.1	不調諧型輸入電路	24—169
9.2.2	調諧型輸入電路	24—170
9.3	像頻放大電路	24—172
9.4	電阻耦合放大器	24—173
9.5	直流成分再生電路	24—174
9.6	峯值整流電路	24—175

9.7	脈衝定位電路	24—176
9.8	接收機部份之故障定位	24—178
9.8.1	聲音正常，但無光亮顯示	24—178
9.8.2	顯示面正常，但無圖像和無聲音	24—179
9.8.3	圖像正常，但無聲音	24—179
9.8.4	聲音和顯示面正常，但沒有圖像	24—180
9.8.5	水平和垂直同步作用同時損失	24—180
9.8.6	無垂直同步作用，但水平同步正常	24—180
9.8.7	無水平同步，但垂直同步正常	24—180
9.8.8	僅一根水平掃描線顯示	24—181
9.8.9	無顯示面及無聲音	24—181
9.8.10	聲音正常而圖像微弱	24—181

第十章 彩色電視機

10.1	彩色電視與色彩	24—182
10.1.1	色彩與光的本質	24—182
10.1.2	色相	24—185
10.1.3	彩度	24—185
10.1.4	亮度	24—185
10.1.5	色度	24—185
10.2	NTSC 彩色電視系統	24—187
10.2.1	單色信號	24—187
10.2.2	彩色信號與其組成	24—188
10.2.3	信號	24—189
10.2.4	I 及 Q 信號	24—192
10.3	彩色發像概要與發像裝置系統的構成	24—194
10.3.1	彩色電視攝像機	24—195
10.3.2	彩色標識器	24—196
10.3.3	同步信號產生器	24—197
10.3.4	彩色電視信號之發射	24—198
10.4	三槍式彩色收像管與彩色螢光幕	24—199
10.4.1	電子槍之結構	24—199
10.4.2	蔭罩	24—200

10•4•3	靜態及動態收款	24—203
10•5	彩色電視接收機的構成	24—204
10•5•1	單色信號之處理	24—206
10•5•2	彩色組合部份	24—207
10•5•3	彩色之分解	24—209
10•5•4	彩色之還原	24—212
10•6	彩色同步電路	24—216

第 廿 四 篇

廣播與電視工程學

溫 世 光

第一章 廣播發射機

1.1 廣播發射原理

發射機乃用以產生射頻電能之機械，射頻電能由於該機械內之特別設計，受所欲傳遞信號之控制。一發射機係由振盪器、增幅器、功率放大器、調波系統或鍵控系統，及電能供給器等組合而成。

圖 24.1.1 所欲發射之信號經過語言放大器及調幅器後，就與振盪器產生之射頻波，經緩衝器及增幅器後在功率放大器混合輸出至天線，再由天線發射出去

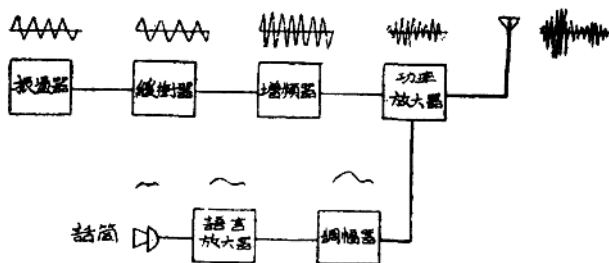


圖 24.1.1 發射機（調幅發射機）之方塊圖解

1.2 發射機應具備之性能

1.2.1 頻率穩定性

發射機產生射頻電能，其頻率之穩定與否，影響通信成敗極大，維持射頻載波頻率恒定不變，為設計優良發射機之極重要因素。

短波及極高頻率發射機，在固定波譜範圍內，所能使用之通信波道之數目，實取決於維持射頻載波頻率之穩定性能。

為維持發射機載波頻率之優良穩定性，常用晶體以控制振盪器之頻率，或以自動頻率穩定電路以控制之。晶體控制振盪器，尤其具有高度穩定性者，能產生之射頻功率甚小，常需要一級或多級之功率放大器，以求得額定發射功率；且晶體工作頻率常受其本身特性之限制不能過高，故在頻率較高之發射機，應需用增頻器，使頻率增至需要值。

1.2.2 發射機之輸出

發射機之輸出，應避免交流哼聲、雜音、失真、副波發射及假旁波帶。副波之發射必須遏止，特別於高功率發射機尤然。

假旁波帶係由於調波邊線之失真而發生者，致干擾使用臨近波道之其他電臺。產生臨近波道干擾之原因，為於調波負載值時射頻載波被過度調波。

調波哼聲係由於交流燈絲電流或電能供給系統濾波不良所致，雜音可得之於發射機裝設部位之機械振動，二者均可由負回饋方法來消滅之。

1.3 緩衝放大器

主振強放式發射機（具有一振盪器與一級或一級以上之功率放大器者）之功率放大器，如因負載發生變化，將使振盪器振盪頻率不穩定，為免除此種弊害，乃置緩衝放大器或簡稱緩衝器於振盪器與功率放大器之間以隔離之如圖 24.1.2

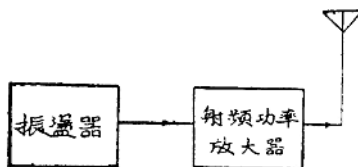


圖 24.1.2 主振強放式發射機方塊圖

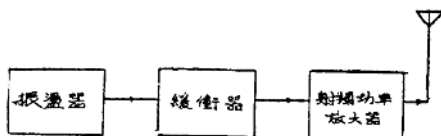


圖 24.1.3 加入緩衝器後之發射機圖

所示為主振強放式發射方塊圖，圖 24.1.3 為加入緩衝器後之方塊圖，圖 24.1.4 為緩衝器之電路，緩衝器放大倍數甚小，額定功率亦甚低，其主要功用在於隔離而不在放大。

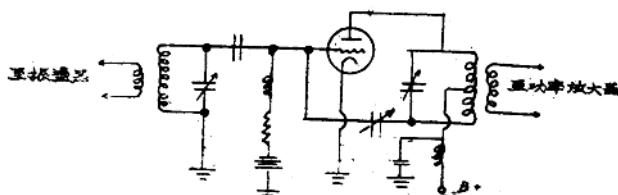


圖 24.1.4 緩衝放大器電路

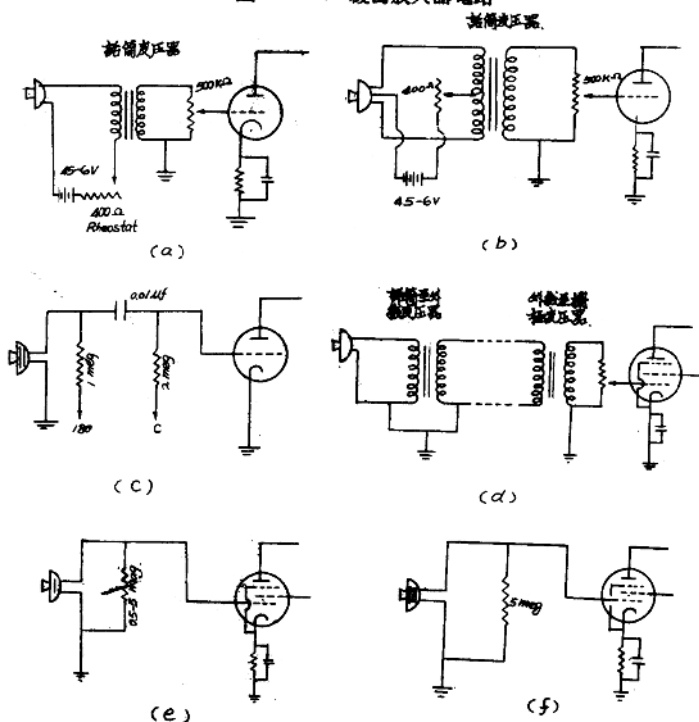


圖 24.1.5 各種不同之話筒（麥克風）輸入電路

1.4 調波系統

1.4.1 話筒（麥克風）輸入電路

圖 24.1.5 為六種常用之話筒（麥克風）輸入電路。

(a) 及 (b) 為單鈕式及雙鈕式炭精話筒輸入電路，電流調節器係調節話筒電流至適當值者；優良之單鈕式話筒，其跨於話筒變壓器 50Ω 至 100Ω 原圈之輸出電壓為 0.1 至 0.3 伏特，經變壓器昇壓而至柵極之顛值電壓可為 3 伏至 10 伏之間。常用單鈕話筒電流為 50 至 100 m.a.，雙鈕式話筒之靈敏度較差，其跨於 200Ω 之輸出電壓為 0.02 至 0.07 伏特，經推挽輸入變壓器後，輸至第一級語言放大器柵極之電壓，約為 0.4 至 0.5 伏特之間。雙鈕話筒電流每鈕為 5 至 50 m.a.。

(c) 圖為電容話筒輸入電路，話筒中之電容器與一電阻及一直流電壓串聯，話筒膜片振動而產生變化之充電電流，串聯電阻所產生之聲頻電壓降，即經由偶合電容器饋接至語言放大器。電容話筒之輸出電壓約為炭精式者之 $1/100$ 至 $1/50$ ，第一級語言放大器應緊接話筒，以避免接線間電容量影響工作情形。

(d) 及 (e) 圖為變速式話筒輸入電路，(d) 為低總阻式，(e) 為高總阻式。後者輸出可與 0.5 至 5 兆 Ω (mega Ω) 電阻並聯後，直接饋接至語言放大器柵極；前者用於需用長接線（75 呎或更長）處，其輸出須經由適當之昇壓變壓器，饋接至語言放大器。此式話筒輸出電壓約為 0.03 至 0.05 伏特。

(f) 圖為晶體式話筒輸入電路，話筒輸出電壓約為 0.01 至 0.03 伏特，甚受接線長度之影響，上述數值其接線之長度為 6 至 7 呎。頻率特性不受話筒接線之影響，但受負載電阻（放大管柵極電阻）之影響，負載電阻愈低，較低頻率愈被衰減。1 meg Ω 或以上之柵極電阻即可得合度之平但頻率均勻性，習慣上常用之值為 5 meg Ω 。

1.4.2 語言放大器之性能

1.4.2.1 功用 語言放大器在於增加話筒輸出微弱電壓，使作用於調幅器而得需要之輸出量。語言放大器即聲頻電壓放大器，可用一級或數級，末級並常需輸出適量聲頻功率，特別當連接之調幅器為乙類放大時尤然。

語言放大器與調幅器可以分開裝置，使用時離開若干距離，但須具有一降壓變壓器，以得 200Ω 或 500Ω 之低阻抗。於調幅器並須一昇壓變壓器，以配合調幅器柵路之輸入阻抗。降壓變壓器之輸出與昇壓變壓器輸入間之連線，可長至

任何適當長度。

1.4.2.2 放大之類別 末級語言放大器既需輸出相當功率，例如以推動乙類放大調幅器，則應慎重設計與裝置之。末級語言放大器用單管或雙管或雙管推挽均可，推挽式有較大功率輸出與較低副波失真，故常被採用，其類別可為甲類、甲乙₁類或甲乙₂類放大，視功率之需而定。應用甲類或甲乙₁類放大時，前級均為電壓放大器，但應用甲乙₂類放大時，其前一級亦應用功率輸出，以供給其柵路消耗。此種情形與乙類放大調幅器之需要推銜級一樣，惟其消耗之功率極低，故僅用一或二級接收用三極管充任即可。所有低階層之語言放大器，均純為電壓放大器。

末級語言放大器前所需之電壓放大倍數，應等於末級在全量輸出時，其柵極所需要之聲頻電壓峰值，除以話筒或話筒度壓器副圈之輸出電壓。輸出管柵極所需之聲頻電壓峰值，應等於單管甲類放大時之直流柵負偏壓，或二管推挽甲類放大時柵負偏壓之二倍。甲乙₁類及甲乙₂類放大器時之值，可由廠家之說明中查出。惟採用甲乙₂類放大作輸出級時，更需要功率推銜器，與偶合變壓器等。

多級語言放大器之電壓放大倍數，等於各級電壓放大倍數之乘積。例如當語言放大器為3級時，其電壓放大倍數各為100，20及15，則總放大倍數應為 $100 \times 20 \times 15 = 30000$ 。在實際工作時為適應各種可能變化情形，設計時之總倍數應為最低需要值之2倍或3倍。

應用晶體話筒時，必需甚高之電壓放大倍數，語言放大器常多至4級。第一級常用五極管，第二級及第三級用三極管，如輸出級為甲乙₂類放大時，第三級多接為二管推挽式，語言放大器中甚少使用至二級五極管放大管者，因為每級均有高度放大倍數時，工作甚不穩定。使用炭精話筒時，語言放大器不需甚高放大倍數，第一級五極管放大管大可以省去，僅用一或二級三極管放大器，即可得滿意輸出。

1.4.2.3 級獲益及電壓輸出 電壓放大器中，級獲益即屏極輸出交流電壓與柵極輸入交流電壓之比，級獲益常隨頻率而變，但欲設計頻率範圍為100~4000 ω /s，級獲益變化甚小之語言放大器，尚為易事。

輸出電壓指屏路輸出無失真之最大電壓值，即交流輸出電壓之最大值而言。低階層語言放大器，輸出電壓甚少工作於其額定全量值，因之副波失真可忽略不計，僅考慮其級電壓放大倍數。

1.4.3 純音調幅設置

發射機發射調幅等幅波時，需要純音振盪器產生某定頻率聲頻電壓，調變於

載波振幅，接收機接收調幅等幅波，可不需要差頻振盪器，一若接收調幅波一樣。

純音振盪器即聲頻電能產生器，如圖 24•1•6 所示，為一改良哈特萊 (Modified hartley) 振盪電路 L 與 C 及 C_1 決定振盪頻率，因 L 值極大故振盪頻率極低，可配置在聲頻範圍內， L_1 為變壓器次級圈，聲頻能即由此圈及 L

至被調幅放大器

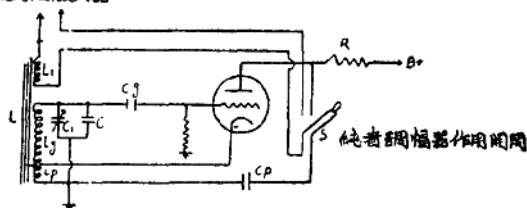


圖 24•1•6 純音振盪器電路

輸出至被調幅放大器， S 為純音調幅作用開關，閉合時振盪器工作，並閉合 L_1 電路。

1.5 發射機電路

發射機包含有調波系統和振盪及放大系統，調波系統由話筒、語言放大器以及調幅器構成，其餘是由振盪器、緩衝器、增頻器和功率放大器構成，最後天線。

調波系統和緩衝器前面已經介紹過了，而振盪器是用來產生載波。增頻器是一副波產生器，係內類放大器，屏極槽路調諧於柵極電路工作頻率之數倍，即屏極電路各工作於不同的頻率。

下列是為 T-4/FRC 發射機之全部電路，圖 24•1•7 為 T-4/FRC 發射機之射頻部份，亦即射頻電路與發射部份，圖 24•1•8 為聲頻部份，即 MD-1/FRC 調幅器圖 24•1•9 為電能供給部份；即為 PP-1/FRC 整流器。

T-4/FRC 為報話兩用發射機，其輸出功率在正常情形下，發話時為 300 瓦，發報時為 400 瓦；其頻率範圍為 2M.Hz 至 18 M.Hz，其振盪器有晶體控制式及主振式兩種。當用主振式時，晶體振盪管可作增頻器。主振管及晶體振盪管均用 6V6。第三級為中間放大器 (I.P.A)，以 807 管一只充任。第四級用兩隻 807 管，聯成推挽式電路，以之擔任末級功率放大器之激勵級。最後之功率放大器，用氣冷管 81C 兩隻，亦聯成推挽式電路。在第三級（中間功率放大器）之陰

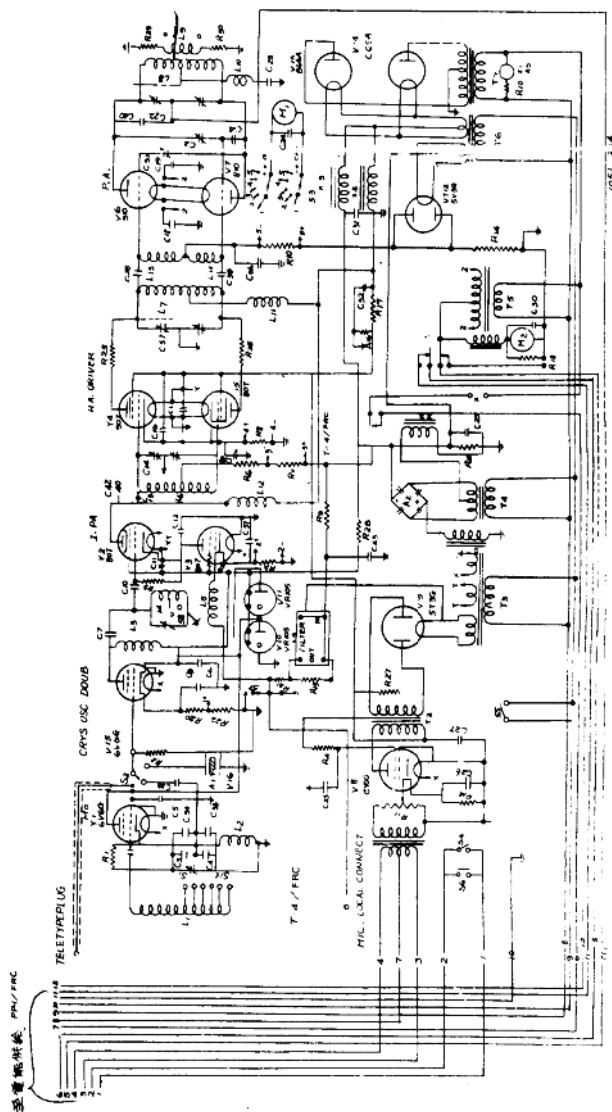


圖 24-1.7 T-4/FRC 調幅發射機全部電路——射頻部份