

新式收音機線路詳解

現代 實用電磁學

邱越凡著

該書詳述現代一切最新電磁學說。書分上下兩冊，上冊為原理概觀，下冊專事研究交流及電磁波。上冊現已出版。其內容在原理方面，有應用數學，靜電，直流電路，電磁，磁路，電磁感應，電容，電化學，氣體中放電，放射性，電子論，電子學說，電單位之系統等。在實用方面，有電阻，磁鐵，繼電器，感應圈，變壓器，直流電機，電池，容電器，電儀器，真空管，光電管，電花，電弧，整流器，陰射線管，X射線管，放射質等。再該書之特點，在於不用高深教學，而能將深奧原理，周詳扼要的闡明，故用作高級工業學校之教本或參考書，最為適宜。

上冊定價一元八角 寄費五分 掛號費八分

代售處 交通部電政同人公益會

上海呂塘路一六三街四號

作者書社

上海福州路二七一至三號

生活書店

上海福州路三八四號

亞美公司

上海江西路三二三號

新式收音機線路詳解

邱越凡編

1940.5.2.

朱其清先生序

今苟執一粗解無線電學之士，而詢之曰研究無線電發射學與研究無線電收音學孰難，必對曰發射學發射學，製造一無線電收音機與製造一無線電發射機孰難，必對曰發射機發射機。此種觀念，殆已深入於國內一般無線電界腦海之中。實則此乃大誤。夫無線電收音之學，視甚簡單，實則繁雜。所惜此種錯誤觀念，迄未有人加以糾正耳，竊嘗病之。吾友邱君越凡近以所著“新式收音機綫路詳解”一書見示，並囑以言弁其端，蒙受而讀之，全書內容專論收音，分九大章，都凡二十萬餘言，對於無線電收音機之學理，各種普通及特別收音機之內容，收音機之線路，特性，弊病，及其查驗方法等等，莫不條分縷晰，令人一讀而恍然於無線電收音之學，蓋如其複雜且繁難也。

年來國內無線電界之刊物，逐日增多，獨關於較繁雜較重要之收音學方面，尙少專著，亦可概見國人忽視心理之一斑。際茲廣播無線電事業，異常發達，需要迫切之時，邱君乃能利用公餘之暇，編著此項專書，以饒國人，而糾正其昔日對於此學忽視之錯誤，其功甚勤，其志尤嘉也。邱君曩曾著有“短波發報機”“實用電磁學”等書問世，其內容精美，諒讀者早已閱悉，今本書編輯敘述之詳盡，取材之新穎，搜集之豐富，分類之清楚，比較前著，尤過之無不及。吾知此書一出，將風行一時，由此促達國人，對於無線電學之注意，而引致其研究之興趣，其為無線電界之貢獻，豈淺鮮哉。故樂而為之序。

廿四年十一月一日撰於南京。

編 輯 大 意

生於今日之人類，可稱無一不知收音機爲何物，良以廣播無線電話，已經家喻戶曉，而成現代日常生活中一種必需用品矣。據最近調查，全球共有收音機四二，五一七，〇〇〇具，廣播電台一六九四座。其中北美計有收音機一九，七六九，〇〇〇具，廣播電台八三九座。歐洲計有收音機一八，五七一，〇〇〇具，廣播電台二六七座。當今無線電最發達之國家，首推美國。祇就一九三三年言，收音機之營業總值，除真空管不計外，尙有一三〇，八九九，〇〇〇金元之鉅。截至一九三四年底止，全國製造收音機之工廠，共有一百十家。所出各種收音機之式樣，不下一千五百餘種。發達之盛，於此可見一般。我國科學落後，經濟不充，一切建設事業，較諸歐美先進國家，未免相形見絀。惟廣播無線電話，近年來頗多進展。現在播音台，已遍及全國，合計不下五十餘座。尤以南京中央黨部之七萬五千瓦特大電台，在東亞首屈一指，更足自豪。惟播音台漸多，收音機之銷路必愈廣。據海關之報告，去年一月至十月之無線電機及零件之進口，約值國幣三，七二三，六六九元，較之前年同期之二，九三六，〇三五元，增加約八十萬元。雖此數較之前述者，不啻天壤之別。然而貧困如我國，而不景氣又如今日之秋，仍有數百萬金錢之外溢，實不可謂非一大漏卮。年來國貨無線電事業，雖有長足之進步。但所定方針，大都注重於發射機及零件之製造。至於消費最廣之收音機，則迄今尙無足與外貨頡頏之國產品，此實爲吾人所當加以深切注意者也。

今設取一最新式與一十年前之舊式收音機相比較，則其差別，不難立

見。非特外觀迥異，即其內部機件，亦無一相同。他若新式機之使用簡便，發音清晰，尤為舊式機所望塵莫及。誠以近十年來，收音機之設計與製造，已有極大之改良與進步，較諸舊日初試時代，固不可同日而語也。專就名詞一項而論，則有所謂可變放大，電子振盪，強力檢波，自動音量控制，靜默配諧等等，其花樣之多，已使初學者，神耀目眩，不知所從。但此等新設備，並非全在巧立名詞，淆惑聽聞而已。然為無數專家與業餘家，耗費極多之光陰，與極大之精力，然後獲得之成功。故自有研究之價值，及其存在之理由在焉。雖其原理與創造經過，記載於中外無線電雜誌中者甚多。但編有系統而內容較為備之專著，則尚不可多觀。致使有志研究斯道者，苦無入門之徑，而興望洋之嘆。然則本書之作，或非全無裨益也。

新式收音機，構造既繁，種類又多。欲求敘述詳盡，而所言者，又極淺顯易悟，實非易事。本書初旨，原為一般業餘家及粗具無線電學識之讀者，備作參考之用。故一切演述方法，均主重實用，而不借助於高深教學。全書共分九章。為首七章，專述收音機各部之機構，以便初學者，有所適從。至於全部線路，則於第八章研究之。又第九章之特種接收機，專為無線電職業者所用。但希望業家，亦加以注意。庶以無線電，不僅視作一種娛樂品，而向交通，國防教育等有用路上前進，方稱不失研究之價值與意義可也。

本書草率編成，誤謬之處，在所不免。尚祈海內專家，指正為幸。再本書之成，有賴於華君祖訓之助力甚多。此外又承交通部電政同人公益會，國際電台真社圖書室，李子介先生等，借閱名貴書籍或雜誌，均所深謝。

編者識

二十四年十月十日鑒於上海。

目 錄

第一章 收音機之種類與特性

| 節數 | 頁數 | 節數 | 頁數 |
|--------------------|----|------------------------|----|
| 1. 收音機之類別..... | 1 | 7. 靈敏度..... | 4 |
| 2. 射電週率配諧式收音機..... | 1 | 8. 選擇性..... | 5 |
| 3. 超等外差式收音機..... | 2 | 9. 真實度..... | 7 |
| 4. 回授式收音機..... | 2 | 10. 電工率容量..... | 8 |
| 5. 超等回授式收音機..... | 3 | 11. 新式收音機之組織概況..... | 8 |
| 6. 收音機之特性..... | 3 | 12. 配諧式與超外式收音機之比較..... | 10 |

第二章 射電及中週率放大

| | | | |
|-------------------------|----|-----------------------|----|
| 13. 天線輸入部..... | 12 | 27. 射電週率變壓器之設計..... | 29 |
| 14. 天線對於輸入配諧電路之影響..... | 13 | 28. 輸出等強之射電週率變壓器..... | 31 |
| 15. 新式收音機之天線輸入電路..... | 14 | 29. 金屬隔離器..... | 32 |
| 16. 前置選擇器..... | 16 | 30. 鐵心線圈..... | 33 |
| 17. 射電週率放大器..... | 16 | 31. 回授線圈..... | 34 |
| 18. 單個配諧電路之射電週率放大器..... | 16 | 32. 同動電容器及單鈕配諧問題..... | 35 |
| 19. 平差..... | 17 | 33. 不配諧之射電週率放大器..... | 36 |
| 20. 轉柵管..... | 18 | 34. 兩個耦合配諧電路之變壓器..... | 37 |
| 21. 轉柵管之構造..... | 19 | 35. 同週率耦合電路之特性..... | 37 |
| 22. 轉柵管之特性..... | 20 | 36. 不同週率耦合電路之特性..... | 39 |
| 23. 普通轉柵管之缺點..... | 23 | 37. 中週率放大器..... | 40 |
| 24. 可變放大管..... | 23 | 38. 中週率變壓器..... | 41 |
| 25. 射電週率五極放大管..... | 26 | 39. 選擇性可變之中週率放大器..... | 43 |
| 26. 用轉柵管之射電週率放大器..... | 28 | | |

第三章 換週器

| 節數 | 頁數 | 節數 | 頁數 |
|------------------------|----|----------------------|----|
| 40. 換週器之種類..... | 45 | 47. 各種新式換週線路..... | 55 |
| 41. 差週率之作用..... | 45 | 48. 五柵換週器..... | 57 |
| 42. 調幅換週器..... | 47 | 49. 五柵混和管..... | 59 |
| 43. 振盪器..... | 48 | 50. 超外式收音機之干擾問題..... | 59 |
| 44. 振盪線圈..... | 50 | 51. 前置選擇放大器..... | 60 |
| 45. 超外式收音機之單鈕配諧問題..... | 51 | 52. 短波接續器..... | 61 |
| 46. 電子耦合振盪器..... | 54 | | |

第四章 檢波

| | | | |
|--------------------|----|----------------------|----|
| 53. 調幅與週幅..... | 63 | 61. 強力檢波器..... | 71 |
| 54. 檢波器之種類與特性..... | 64 | 62. 柵極強力檢波器..... | 71 |
| 55. 檢波器之工作..... | 66 | 63. 屏極強力檢波器..... | 73 |
| 56. 鑽石及養化銅檢波器..... | 68 | 64. 各種檢波器之比較..... | 74 |
| 57. 兩極管檢波器..... | 68 | 65. 檢波與音量控制問題..... | 75 |
| 58. 柵電路檢波器..... | 69 | 66. 雙屏兩與三或五極合組管..... | 76 |
| 59. 屏電路檢波器..... | 70 | 67. 對稱柵極檢波管..... | 77 |
| 60. 平方律與直線檢波器..... | 70 | 68. 空間電荷柵極檢波管..... | 78 |

第五章 成音週率放大及揚聲器

| | | | |
|----------------------|----|-----------------------|-----|
| 69. 變壓器耦合..... | 80 | 78. B類放大器..... | 90 |
| 70. 總阻及電阻耦合..... | 80 | 79. AB類放大器..... | 92 |
| 71. 其他耦合方法..... | 81 | 80. 直接耦合放大器..... | 93 |
| 72. 強力放大管..... | 82 | 81. 6B5直接耦合放大管..... | 94 |
| 73. 輸出變壓器..... | 83 | 82. 揚聲器之任務與種類..... | 96 |
| 74. 推挽式放大器..... | 84 | 83. 聲學觀念..... | 97 |
| 75. 電阻耦合之推挽式放大器..... | 86 | 84. 磁鐵揚聲器..... | 99 |
| 76. 五極強力管..... | 87 | 85. 電動揚聲器..... | 100 |
| 76a 電子束射強力管..... | 88 | 86. 造音板及木箱..... | 102 |
| 77. A類放大器..... | 89 | 87. 改良揚聲器輸出週率之方法..... | 103 |

第六章 電源

| 節數 | 頁數 | 節數 | 頁數 |
|----------------------|-----|----------------------|-----|
| 88. 真空管各種所需之電壓..... | 105 | 95. 用於直流市電之濾波器..... | 111 |
| 89. 絲電壓之供給..... | 106 | 96. 交直流兩用收音機之電源..... | 112 |
| 90. 屏電壓之供給..... | 106 | 97. 汽車收音機之電源..... | 114 |
| 91. 柵電壓之供給..... | 107 | 98. 並聯分壓器之設計..... | 116 |
| 92. 轉柵電壓之供給..... | 108 | 99. 串聯分壓器之設計..... | 117 |
| 93. 數管合用一共同屏電源時應有之設備 | 108 | 100. 濾波器之設計..... | 118 |
| 94. 交流收音機之電源..... | 109 | 101. 變壓器之設計..... | 120 |

第七章 音量及音調控制

| | | | |
|-------------------------|-----|------------------------|-----|
| 102. 設置音量控制之目的..... | 123 | 108. 配諧指示器..... | 138 |
| 103. 手動音量控制..... | 125 | 109. 音調控制..... | 141 |
| 104. 自動音量控制..... | 126 | 110. 利用聲學補償法之音量控制..... | 142 |
| 105. 自動音量控制之設計..... | 127 | 111. 倒回授放大器..... | 144 |
| 106. 各種自動音量控制線路..... | 129 | 112. 音量膨脹器..... | 145 |
| 107. 自動音量控制線路之時間常數..... | 136 | | |

第八章 全部收音機之線路與設計

| | | | |
|--|-------|--|-------|
| 113. 廣播收音機之全部組織..... | 147 | 機..... | 165 |
| 114. 新式八燈射電週率配諧式收音機..... | 147 A | 122. MC MURDO SILVER 二十一燈高 真實度全波超等大收音機..... | 168 |
| 115. PHILIPS 472A 六燈強感應力收音機 | 150 | 123. 掀鈕配諧..... | 174 |
| 116. 新式五燈直流超外式收音機..... | 153 | 124. 自動週率控制..... | 177 A |
| 117. 新式六燈汽車收音機..... | 155 | 125. 收音機之設計..... | 177 C |
| 118. 交直流兩用收音機..... | 157 | 126. 收音機功效之估計..... | 177 F |
| 119. STEWART-WARNER 十二燈長 短波收音機..... | 157 | 127. 收音機之弊病..... | 178 |
| 120. G. E. K 80 最新式全波收音機..... | 162 | 128. 超外式收音機之特殊弊病..... | 180 |
| 121. MIDWEST 十六燈貴族化全波收音 機..... | 162 | 129. 超外式收音機之調準方法..... | 180 |

第九章 特種接收機

| | | | |
|--------------------|-----|---------------------------|-----|
| 130. 本章之目的..... | 181 | 132. 外差式短波收報機..... | 183 |
| 131. 自差式短波收報機..... | 182 | 133. 單信號晶體控制超外式短波接收機..... | 185 |

| 節數 | 頁數 | 節數 | 頁數 |
|---------------------|-----|------------------------------|-----|
| 134. 船舶用長波收報機..... | 189 | 139. 馬可尼 R.C.43 式短波大收報機..... | 202 |
| 135. 定向儀收報機..... | 191 | 140. R.C.A 分佈式定向收報機..... | 206 |
| 136. 自動報警收報機..... | 194 | 141. R.C.A 分佈式無線電話收音機..... | 207 |
| 137. 飛機接收機..... | 196 | 142. 超短波接收機..... | 208 |
| 138. 商業通信用之接收機..... | 198 | 143. 電視接收機..... | 212 |

第十章 雜聲及其消除法

| | | | |
|-----------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 144. 雜聲之種類與其消除方法..... | 214 | 150. C類或音週率放大器..... | 225 |
| 145. 雜聲平衡電路..... | 215 | 151. 電源濾波器..... | 226 |
| 146. 新式無雜聲收音天線..... | 217 | 152. 汽車及飛機收音機之防止着火騷擾方法..... | 227 |
| 147. 雜聲限制器..... | 219 | 153. 收音機內部之雜聲..... | 228 |
| 148. 靜默配諧器..... | 222 | | |
| 149. 輸出限制器..... | 224 | | |

附 錄

| | | | |
|--------------------------------|-----|------------------|-----|
| 1. 本書所用各單位之譯名及符號..... | 231 | 3. 美製真空管之命名..... | 232 |
| 2. 美國無線電製造業聯合會之電阻及容量變色辨量法..... | 231 | 4. 美製真空管之插足..... | 233 |
| | | 5. "G"及特選管..... | 233 |

美國無線電合組公司各式收音真空管特性表

新式收音機綫路詳解

第一章 收音機之種類與特性

1. 收音機之類別 就作用原則言，收音機可分下列之四種：

1. 射電週率配諧式 (Tuned Radio Frequency)
2. 超等外差式 (Superheterodyne)
3. 回授式 (Regenerative)
4. 超等回授式 (Superregenerative)

2. 射電週率配諧式收音機 射電週率配諧式收音機，或簡稱爲 T-R-F 者，係應用數級射電週率配諧電路，而與外來信號，調準於同一週率，俾收音機獲得相當之選擇性，與射電週率之放大。

新式配諧式收音機所用之配諧電路數目，大抵在三與六之間，而由一單調節鈕，同時配諧之。其方法係藉一種多數可變電容器合連一軸之同動電容器 (Gang Condenser)，同時變更各配諧電路之週率，使與欲收信號配諧是也。但配諧電路之電阻，係隨信號週率而變，故配諧式收音機之選擇性，在其配諧盤之全部度數內，不能完全相等。普通自廣播週帶之一端，以至他端，約爲三與一之比。配諧式收音機之天線輸入部份，往往佔有一或二配諧電路。至其他所餘者，則作爲各級射電週率放大管間耦合 (Coupling) 之用。射電週率放大管，幾一律爲障柵式 (Screen Grid) 檢波或用耦漏與電容器，或爲高偏負 (Grid Bias) 之強力式。最後並有一或二級收音週率放大，以完成該類收音機之組織。凡無需甚佳之選擇性者，以應用配諧式收音機。

最為適宜。

3. 超等外差式收音機 在此類收音機，外來之信號電壓，先與一本地振盪器 (Local Oscillator) 所產生之高週率電壓合併，造成一種週率較低之中週率 (Intermediate Frequency) 電壓後，再經放大與檢波，顯出欲收信號之音訊。

超等外差式收音機之構造，除具有配諧式收音機之各部主要機件外，尚多一換週器 (Frequency Converter)，及一中週率放大器 (I. F. Amplifier) 換週器係由一可變週率之振盪器，及一檢波器合組而成。其作用，即所以將信號週率，變成中週率是也。普通超外式收音機，在第一檢波器之前，尚有一級射電週率放大器，或數節射電週率配諧電路，以摒除在該類收音機中，通常所能遇到之數種特殊干擾 (Interference)。振盪及射電放大器之週率，通常由一同動電容器，同時配諧之。振盪器之配諧電路，更藉一種並聯與串聯電容器之特殊組織，使同動電容器，在任何配諧度數，常得保持中週率放大器所需之固定週差 (Constant Frequency Difference)。中週率放大器，恆用二或三變壓器。其構造大抵由兩個耦合電路 (Coupled Circuits) 組成⁽¹⁾，而具有通帶濾波器 (Band Pass Filter) 之作用。超外式收音機之放大作用與選擇性，均出於中週率放大器。但此放大器之特性，既與外來之信號週率無關，故該類收音機之靈敏度與選擇性，在全部配諧度數內，皆異常均等，而為當今效力最宏之一種收音機。

4. 回授式收音機 此類收音機之作用如下：由天綫輸入之信號電壓，先達於真空管之柵極，既而再將屏電路內所獲得之一部份電壓，以相當位 (Phase)，回授給於柵極，而加大輸入電壓之幅。回授之結果，使係柵極配諧電路之有效電阻減小，而獲得更大之放大效應。

(1) 如原圖兩線圈，均接有變調電容器者。

回授收音機，大抵具有兩個配諧鈕。其一用於調準收音機之波長，其他則作為控制回授能量之多寡。如回授能量，超過一定限值，則真空管可產生連續不斷之振盪（Oscillation），而使收得音訊，模糊難辨。調準回授收音機時，應作如下之步序。先加大屏柵兩電路之耦合度，使真空管產生振盪。然後再調準柵極配諧電路，至於與信號之載波週率（Carrier Frequency）相等。此時信號週率，與收音機之自生振盪，互相發一成音週差，而在耳機中有一尖銳之聲可聞，（但不能辨別音訊之意義）。最後則將耦合度逐漸減小，以取消其自生振盪。同時並調準柵極之配諧電路，至於在耳機中，聞得最清晰之音訊為止。此種配諧方法，又稱為零差法（Zero Beat Method）者，可使鄰居之收音機，接收同一電台時，受到干擾。若欲避免此種弊病，則應於天綫及回授檢波管間，加一級射電週率放大器。就真空管之數量言，回授收音機，可稱極為靈敏。但選擇性則頗感缺乏。蓋以其大抵祇具有一個配諧電路也。回授收音機，在廣播週帶，已廢棄不用。惟於短波業務中，則採取者頗屬不少。

5. 超等回授式收音機 此類收音機之構造，與前述之普通回授式收音機相似。惟接受信號之回授管，可許其產生振盪，而於該管之柵極上，另加一週率頗低（約為20,000週/秒）之電壓，使其所產生之振盪，時生時滅。此週率稱為撲滅週率（Quenching Frequency）；或由超等回授管自行產生，或從另一振盪器供給，均無不可。為使撲滅週率，不致與信號混雜起見，超等回授式收音機之成音部份，往往具有一種成音週率濾波器（A. F. Filter）。超等回授式收音機之靈敏度，在極高週率，係屬甚大，故頗合短波或超短波之用。至其缺點，則在於極難避免電波之放射。

6. 收音機之特性 收音機之優劣，可由下列之四種特性區別之。

1. 靈敏度（Sensitivity）

2. 選擇性 (Selectivity)

3. 真實度 (Fidelity)

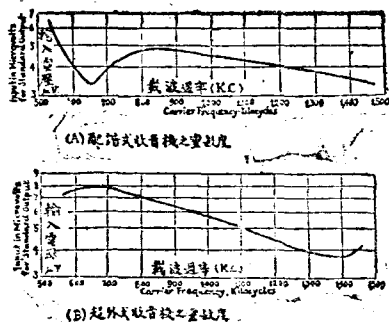
4. 電工率容量 (Power Capacity)

7. 靈敏度 靈敏度為表示收音機能接收微弱信號之一種特性。約言之，即為收音機自其天線輸入端，以至揚聲器間，所具有之總共放大效應。因此就同一輸出電工率言，凡收音機之靈敏度愈高，其所需之輸入電壓必愈小。但輸出電工率，更隨輸入電波之調幅度 (Degree Of Modulation) 而異，故于測量收音機之靈敏度時，必須將輸入電波之調幅度，確定方可。據美國無線電工程師協會之規定，輸入電波，應為經400週/秒及30%之調幅者。故靈敏度為經過400週/秒30%調幅之外來信號，在天線輸入端所具有之射電週率電壓，使收音機輸出一定之標準電工率。此標準電工率，係任意選定為0.05 Watt，並必須在一無感抗，而與輸出管之荷載總阻相等的電阻中者。此外收音天線之特性，又往往不同。為統一試驗起見，特制定一個標準天線。此天線之特性，為具有200 μ h之自感係數，200 μ f之電容量，以及25 Ω 電阻。

廣播收音機之靈敏度，在其全部配帶範圍內(自550至1500 K. C.)，並非一律相等。因此若於橫軸表週率，縱軸表輸入電壓，而畫一曲線，則可得一如第1圖所示之靈敏度特性線。其中 A 為配諧式收音機所具者，B 則屬於超外式收音機。

廣播收音機之靈敏度，甚少高

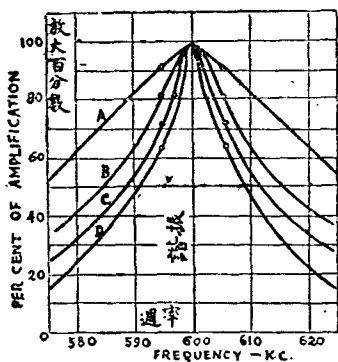
於數微伏特 (Microvolt)。其較為不靈敏者，約有100 μ v之譜。收音機之最



第1圖 收音機之靈敏度曲線

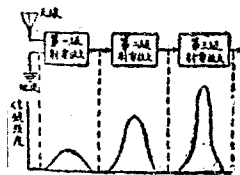
高靈敏度，不能超過 $1\mu v$ ，蓋即使在最佳之收音環境內，此時真空管內部之雜聲，已足掩蔽信號，無法收聽。在城市及電氣設備附近地區，人造之干擾，往往甚強，故收音機之最大有用靈敏度，不過為 $100\mu v$ 而已。

8. 選擇性 選擇性為收音機之將欲收與不欲收音號區別之一種特性。其優劣不能如靈敏度之得用數目字表出，而必須應用一種曲綫。此種曲綫，即為配諧電路之諧振曲綫 (Resonance Curve)。第2圖之曲綫A，係表示一級射電週率配諧電路之選擇特性綫。其縱軸所代表者，為非諧振與諧振電流互相比較之百分數。換言之，若假定諧振點之放大為100，(在600 K. C.)，則離諧振點約5 K. C.之放大，視圖知其祇及諧振時之90%。今設於此級之後，再加一相同之放大器，則可得一更尖銳之諧振曲綫B。此時就離諧振點之同一週率5 K. C.言，所得之放大，祇及諧振時之 $90\% \times 90\% = 81\%$ 而已。若有三個配諧電路，則依同樣情形，所得之放大，為 $81\% \times 90\% = 72.9$



第2圖 選擇性隨配諧電路級數增加之情形

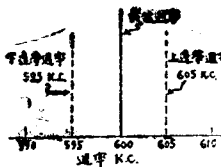
%。由此可知收音機之選擇性，得由增加配諧電路之數目而增加之。第3圖係表示選擇性隨放大級數依次增加之情形。視圖 知一級射電週率放大器之



第3圖 選擇性與射電週率放大級數之關係

輸出既小，且選擇性甚劣。兩級之輸出較大，選擇性亦改善甚多。至於三級，則往往可獲得極尖銳之選擇性，與極大之放大。此間所應注意者，為收音性，完全由配諧電路規定。至於放大管，則專司信號之放大，並無絲毫選擇能力也。

在實用上，收音機之選擇特性綫，亦不宜過分尖銳。蓋播音台發出之

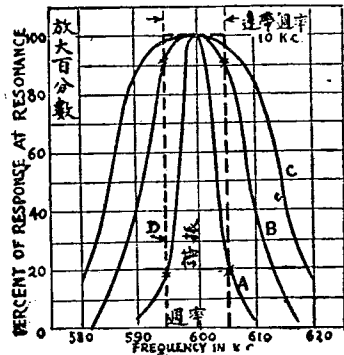


第 4 圖 載波與邊帶週率

信號，並非如無線電報之祇有一個週率，而為一寬約 10 K. C. 之週帶 (Frequencies Band)。此週帶係由一載波週率 (Carrier Frequency)，及兩個邊帶週率 (Side Band Frequency)，合組而成 (如第 4 圖)。

欲收音機不致失真，必須使載波及邊帶週率，一律均等放大。因此理想中最完美之選擇特性綫，應如第 5 圖所示之曲線 D。蓋如是所

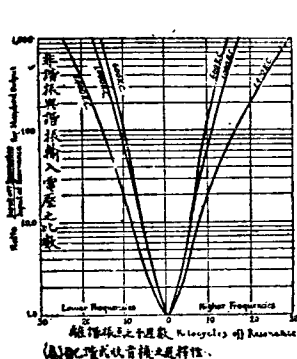
需要之週率，既得同樣放大，而在邊帶以外之週率，又能完全摒棄無餘。反之，若收音機之選擇性，如曲線 A 或 C，則或因所有之邊帶週率，不能同樣放大，引起失真，或因選擇性太劣，使收得之音，混亂不清，均非所宜。但欲求獲得如 D 之純粹理想曲綫，亦非易事。故實用之選擇特性綫，往往有如介於 A, C 間之曲綫 B。



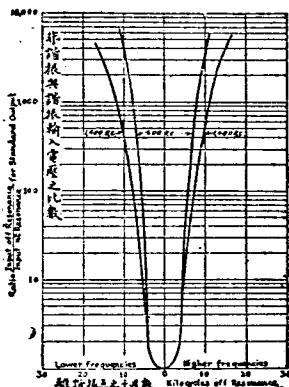
第 5 圖 理想與實驗選擇特性綫之區別

實用之選擇特性綫，其標示方法，往往與前述之學理曲綫，稍為不同。橫軸大抵代表諸振點兩旁之週率差數。縱軸則表示諸振與非諸振點，對同一輸出電工率，所需之輸入電壓的比數。換言之，此等曲綫，可直接表示在諸振兩旁之各週率，如何被祛除之情形也。其狀態大抵如第 6 圖所示。A 為配諧式收音機之選擇特性綫。B 則屬於超外式收音機。收音機之選擇性，在其全部配諧範圍內，並不盡同。故對於每個載波週率，可有一條曲線如圖。就普通情形言，超外收音機之選擇性，大抵較配諧式為佳，且往往不隨信號之週率

而變也。



(A) 配調式收音機之選擇性

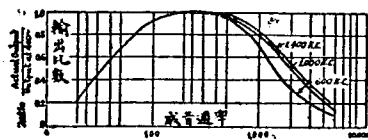


(B) 超外式收音機之選擇性

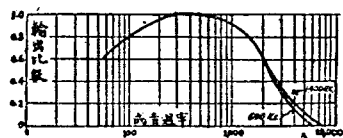
第 6 圖 收音機之實用選擇特性線

9. 真實度 真實度為收音機之將輸入信號，完全依照音訊之原有狀態，在揚聲器 (Loud Speaker) 中重行顯出之一種特性。嚴格言之，欲研究真實度，應將週率 (Frequency)，幅度 (Amplitude) 及相位 (Phase) 之失真，一併言及。但於無線電收音機中，普通祇計較週率之失真而已。收音機之真實度，由第 7 圖各曲線表示。其間係指收音機之收音輸出電壓，如何隨調幅週率而變之情形。為便利比較起見，往往以 400 週之輸出作標準。換言之，此等曲線之縱軸所代表者，為實在輸出，與調幅週率為 400 時所有之比數。

收音機之真實度，在其全部配諧範圍內，並非盡同。即對於每個載波週率，可有一條曲線如圖。再則超



(A) 配調式收音機之真實度



(B) 超外式收音機之真實度

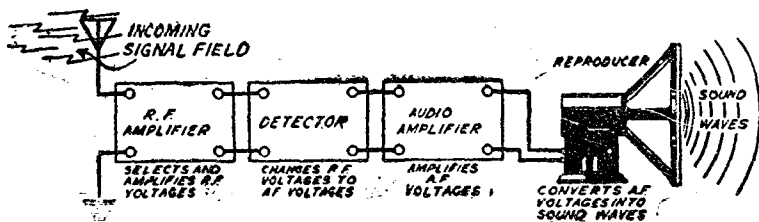
第 7 圖 收音機之真實度

外式收音機之真實度，大抵較配諸式為佳，蓋前者之選擇特性線，較後者為平也。

10. 電工率容量 收音機之電工率容量，不能明白規定，蓋其大小，得隨收音機失真程度之許可情形而變也。電工率容量，大抵由末級強力管之特性規定。輸出電工率之限值，雖亦可由檢波及射電週率放大器之輸出推算，但所得之結果，往往較強力管之額定值為小。

在測量收音機之靈敏度，選擇性，以及真實度時，應將前述之標準天線，代替普通收音天線，同時並需輸入一足夠大的經 400 週/秒及 30% 調幅之射電週率電壓，使收音機得輸出額定之標準電工率。產生預知幅度及調幅百分數之振盪器，今日市上已有出售。故收音機各特性之測量，並非一極難之事也。

11. 新式收音機之組織概況 第8圖為一普通收音機之組織。其構造可分三部言之。第一部為射電週率放大。係將天線輸入信號之極微電壓，加以放大，而使收音機得擴展其收訊能力。第二部為檢波 (Detection) 或還幅 (Demodulation)。專為取消高率電流，使之變成低週電流。第三部為成音週率放大。係將檢波後所得之成音電流，再加放大，使在揚聲器中，發出宏亮之聲。



第8圖 最簡單的收音機之組織

就淺近理想言，無論加多射電或成音週率放大級數，均可使收機音之靈

敏度，隨之增加。但新式收音機之設計，則趨向於多用射電週率放大，而設法減少成音放大之級數。其理由有三。第一，當此無線電事業，日益發達，播音台林立之秋，空間已瀰滿無線電波。若欲將各電台之音訊，分別收聽而不致相擾者，則收音機之首要條件，自當在於具有極佳之選擇性。但成音週率之放大，係放大已經檢波後之信號，自無配諧與選擇之能力，結果將使欲收與不欲收信號，同時加強，甚難辨別。且級數愈多，各信號間之相互擾亂，亦必愈甚。反之，射電週率放大，係未經檢波之放大，在其每級中，均可加一種配諧之設備，以區別欲收與不欲收之信號。且級數愈多，收音機之選擇性與放大率均愈佳。此實為射電放大勝於成音放大之最大優點。第二，成音週率放大器所放大者，為低週率電流。故一切雜聲，如交流電音，電池損壞，真空管振動，以及燈絲電子放射不勻等弊病，均得由各級次第放大，在揚聲器中昭然顯出。至於射電週率放大器，則並不能將低週率雜聲，由此級以輸至彼級也。第三，欲使輸出音調，不致失真，成音週率放大器，必須將調幅週帶（約自30至10,000週/秒），一律均等放大。但任成音放大器之輸出：均不能如理想中之完美，故級數愈多，失真必愈甚。反之，在射電週率放大器，頗易製造相當之通帶濾波器（Band Pass Filter），以保持信號之邊帶週率。且設或稍有失真，則于成音放大器方面，尙可設法補救。故就真實度言，亦以加多射電放大級數為宜。且近年自發明障柵管後，各射電放大管間，因發生回授作用，而不能工作之障礙，已經排除。故新式收音機中，得盡量加多射電週率放大級數，而不致發生極大困難。惟射電週率放大級數愈多，輸入於檢波管之信號電壓，亦必愈大。雖目前所用之強力檢波器（Power Detector），已能接受較高之電壓，而不致失真。但若輸入過強，則仍可使其發生荷載過甚之弊病。故在其前面所用之射電放大級數，實受有相當限制，而不得不另加一或二級成音週率放大，以補償輸出音量之不足。且成音週率放大，亦有其優點：如構造

簡單，工作穩定，使用便利，放大倍數較高等，均為不可泯滅之特長。此外在具有電唱機之收音機中，更非有一或二級成音週率放大不可。

輸入信號之強度，自必隨播音台之電力與距離而異。但優良之收音機，其靈敏度必甚高。因此若輸入信號過強，則可使各級真空管，荷載過甚，引起失真。為避免失真，並得隨意調節音量之大小起見，新式收音機中，往往置有一種音量控制(Volume Control)之設備。其構造係分手動，(Manual) 與自動(Automatic) 兩種。又人之聽覺，各不相同，或喜尖銳之聲，或愛和順之音。故新式收音機中，更設有一種音調控制(Tone Control) 鈕，使收聽者，得隨意變更所收音訊之聲調，以投其所好。且音調控制，又能減少高的調幅週率之輸出，以祛除雜聲。故此種設備，對於接收遠地電台之信號時，頗為有用。

為使用之簡便與經濟起見，新式收音機，大抵利用城市之交流電，以供給真空管各極所需之電壓。但交流必須經整流與濾波，變成純粹之直流後，方可輸入於收音機。且收音機之整個工作情形，以及雜聲之大小，與電源更有極大關係。故此部亦為研究收音機之一極重要問題，而不可忽視也。

綜上而觀，可知新式收音機之構造，得分成下列之數部而研究之：

1. 射電週率放大
2. 檢波
3. 成音週率放大
4. 音量及音調控制
5. 電源
6. 揚聲器

此外在超外式收音機中，除前述各部機件外，尚多一換週器及一中週率放大器。此兩部之地位，係介於射電週率放大及第二檢波器之間。

12. 配諧式與超外式收音機之比較 準前述，知線路之宜於

新式收音機用者，惟有配諧式與超外式兩種。蓋此兩種線路，均具有射電週率放大也。但目前各製造廠家，則幾一致趨向於採用超外線路。其所據理由如下：第一，超外式收音機之放大作用，均出於中週率放大器，但中週率既屬固定不變，自易獲得較高之靈敏度，且又不隨信號之週率而變，此為在前已經述及者也。第二，超外式線路，具有一種數算的選擇性(Arithmetical Selectivity)。所謂數算的選擇性者，其意義如下。今設有一週率為 1000 K. C. 之信號，而同時有一 1010 K. C. 之擾亂電台，必須設法祛除者。在此情形，兩週率之差數，僅為 10 K. C.，就百分數言，此差數祇及欲收信號之 1%。以如是狹小之週差，而欲由一配諧式收音機，分別清楚者，恐即使應用五或六節配諧電路，尙難達到所求之目的。反之，今若使此兩信號，輸入於一只中週率為 175 K. C. 之超外式收音機，則經發生週差作用後所得之兩中週率，必仍有 10 K. C. 之差數。換言之，欲收信號之中週率，將變成 175 K. C.，而不欲收信號之週率，離 175 K. C.，應有 10 K. C. 之遠。此時若再以百分數計之，則得 $\frac{10}{175} \times 100 = 5.7\%$ 。較之第一次直接放大時，已大六倍之多。如是則選擇問題，自易解決矣。第三，因選擇性之改善，超外式收音機之真實度，亦較配諧式為佳。惟配諧式收音機，亦有其特長。最顯著者，厥為無超外式收音機中所常聞到之嗚叫 (Whistle) 及幕後雜聲 (Background Noises) 等弊病，因此若構造得宜，則音調之清晰逼真，無與倫比。此外若能在各級射電週率放大器中，利用相當之反應 (Reaction)，則其靈敏度與選擇性，有時竟得勝過超外式而有餘。故收音機之改良終點，似在配諧式，而非超外式，此為一般普通心理始料所未及者也。但實用上，欲使配諧式收音機之能工作穩定，使用簡單等，亦非易事。通常往往必須耗費極大之代價，方可達到所求之目的。故其製造，實際上祇能限於價值高貴之收音機。飛利浦公司出品之強感應力 (Super Inductance) 收音機，即其一例。另一種趨

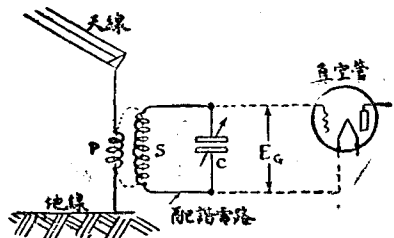
向，則為集配諧與超外式兩種線路之特長於一機。其方法係使輸入信號在檢週之前，先受數級射電週率配諧式放大器之選配與放大。如是則在普通超外式收音機中所常遇到之幕後雜聲，影射週率 (Image Frequency) 等弊病，均得消除，而漸近於理想中最完美之收音機。此種收音機，如奇異公司之 K-80，可稱為近年來收音機中之結晶品也。

第二章 射電及中週率放大

13. 天線輸入部 收音機之最前級，為天線輸入部 (Antenna Input System)。其任務專為將天線輸入之信號電壓，傳送至於第一射電週率放大管之柵極上，而對於收音機之全部工作，具有下列之兩種效用。

1. 在此部所置之配諧電路，能增高收音機之選擇性，及摒除錯雜調幅 (Cross Modulation) 之弊病。所謂錯雜調幅或稱交話 (Cross Talk) 者，為兩電台之信號，互相交混。或一台之信號，被他台之電波調幅，所引起之干擾。此種不規則現象，往往於接收遠地之微弱信號，而同時有一強電力之本地電台，亦在放送，所常能遇到也。若天線輸入部份，不具選擇性優良之配諧電路，則本地電台之強電波，非特能將欲收信號，完全朦蔽，且往往於第一放大管之屏電路中，產生一成音電流，而將欲收信號調幅，以致引起極大之失真。

2. 天線輸入部之配諧電路，更具有放大輸入電壓之作用。其理由得從下設之比喻見之。今設有一極簡單之天線輸入電路，如第 9 圖。若假定一個 500,000 週/秒之電波，經過收音天線，而在原線圈 P 之兩端，



第 9 圖 輸入電壓與配諧之關係

產生一射電週率電壓，則由P及S之互感作用，電路SC中，亦得一串聯電壓e。為明顯起見，茲姑假其為0.001v。當電路SC與外來之信號配諧時，其間之電流為最強。若假定此時C之電容量為0.00025 μf，SC之總電阻為10Ω，則依串聯振諧 (Series Resonance) 之特性，可計算 SC 電路中之電流 I_s ，及電容器 C 兩端，即輸入於放大管柵極之電壓 E_g ：

$$I_s = \frac{e}{R} = \frac{0.001}{10} = 0.0001 \text{ amp.}$$

$$E_g = X_c \times I_s = \frac{I_s}{2\pi f C} = \frac{0.0001}{2 \times 3.1416 \times 500000 \times 0.00025 \times 10^{-6}}$$

$$= 0.13 \text{ V.}$$

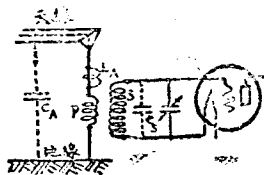
由此知配諧之結果，可使輸入於柵極之電壓 E_g ，較之由天線直接輸入者，(即e)，大130倍之多。但於諧振時， $\frac{1}{2\pi f C}$ 亦等於 $2\pi f L$ ，(L為副線圈S之自感係數)，故 E_g 與 e 之比數，又得寫作：

$$\frac{E_g}{e} = \frac{2\pi f L I_s}{R I_s} = \frac{2\pi f L}{R} = Q \quad (1)$$

此比數稱為配諧電路之增益 (Gain of the tuned circuit) 或電路之 Q (Circuit Q)。其值愈大，表示所得之電壓放大倍數愈高。通常往往以之作比較各種射電週率線圈或變壓器效率之用，故甚關重要，願讀者注意及之。

天線輸入部之配諧電路，既有放大電壓作用，故得藉此減少放大器之級數，而降低收音機之內部雜聲 (因收音機之內部雜聲，係隨真空管之數量而增加)。

14. 天線對於輸入配諧電路之影響 吾人知任何天線，均具有自感量與電容量 (如第10圖中所示之 L_A 及 C_A)，而與輸入變壓器之原線圈 P，成一串聯電路。簡言之，天線之電容量，對於副線圈 S 之作用，猶如在其兩端，多加一固定電容器 C_s 。但此電容器之容量，係隨天線之長度，

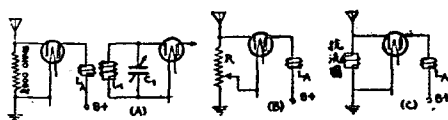


第十四圖 天線對於輸入電路之影響

形狀，以及離地之高度等而異。故其對於輸入配諧電路之影響，亦必隨所用天線而變。如是將使收音機之單鈕配諧問題，發生甚大困難，不易解決矣。

若欲避免天線之影響，則應使天線輸入級，為不配諧式 (Untuned)，而得採用第 11 圖所示之任何一路線。在圖 A 中，係用一 2000 歐姆之電阻，作第一放大管及天線間之耦合。此管稱為耦合管 (Coupling tube)，其主要任務，專使下設之各射電週率放大級之配諧，不受天線之影響。至其本身，則並無多大之放大作用也。有時可使電阻 R 為可變的，如圖 B，以作控制音量之用。圖 C 係用一射電週率抗流線圈，代替電阻 R，而獲得一個約自 4 至 1 之電壓放大倍數。蓋此線圈之感抗，往往與普通天線，約在 200 至 300 米間，互成諧振也。(1)

但前述之各種耦合方法，均得發生錯雜調幅之弊病。蓋天線之輸入電路，既毫無選擇性，本地電台



第 11 圖 各種不配諧式之天線輸入電路

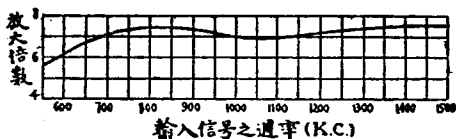
之強信號，自可輸入無阻，而在真空管之屏電路中，產生一成音電流，致使欲收信號受其調幅。故此種耦合方法，在新式收音機中，已完全廢棄不用。

15. 新式收音機之天線輸入電路 根據前述理由，新式收音機之天線輸入電路，仍以採用第 9 圖所示之變壓器方法為多。惟原線圈 P 之圈數，應慎重選擇，使其與天線合成之自然週率 (Natural frequency)，落在收機配諧範圍之外。其構造分兩種，一為低總阻式 (Low Impedance)，一為高總阻式 (High Impedance)。

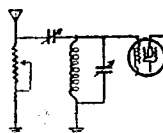
在低總阻式之耦合方法中，原線圈之圈數，約為 6 至 20 圈 (隨變壓器之形

(1) 普通收音機天線，約具有 150 至 300 μf 之電容量，50 至 100 μh 之自感係數，以及 25 至 100 Ω 之電阻。

狀而異)。其與副線圈所作之耦合度，大抵頗高；(約在40%左右)，俾收音機於接收較低週率時，能獲得相當之輸入電壓。但大的耦合度，有兩種缺點。第一，天線之反應電容量 (C_s)，必因之加大，而使收音機之配諧範圍，不能下降至於 1500 K. C.。第二，原副兩線圈間之絕緣損失，亦往往隨之增加，而影響及於收音機之選擇性。欲祛除此等弊病，可有兩種方法，或再減少P之圈數，或於天線內，加一容量頗小之串聯電容器。



第12圖 天線輸入電路之放大倍數



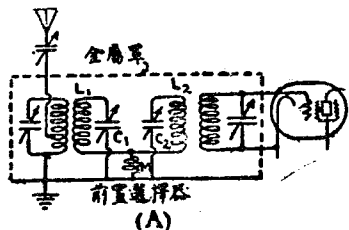
第13圖 緊耦合之天線輸入電路

在高總阻式中，原線圈所具之自感係數，約在 400 至 700 μ h 之間。其與天線所成之自然週率，適較收音機之最低配諧週率為低。因此在長波一端所得之放大倍數，略較短波方面為高。但此缺點，可於下設之各射電週率放大管間，應用相當之耦合變壓器以改善之。至於原副兩線圈間

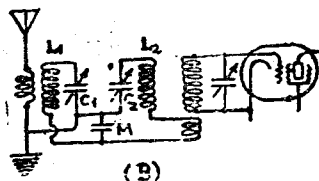
之耦合度，則為甚小，不過10%而已。

第 12 圖表示由前述之耦合方法，在天線與第一放大管柵極間所獲得之電壓放大倍數。視圖，知其值係隨信號週率而變也。

若欲由天線獲得較大之輸入電壓，則第13圖所示之緊密耦合方法，亦頗適用。惟其間必須多加一調節鈕，以抵消因天線性質不同，所引起之失諧影響。在此設備中，所獲得之



(A)



(B)

第14圖 前置選擇器

放大倍數，約較第9圖大兩倍。

16. 前置選擇器 為改善選擇性及免除錯雜調幅起見，新式收音機之天線輸入部，往往用一種前置選擇器 (Preselector)，如第14圖A及B。其構造大抵由兩個不相耦合之配諧電路 $L_1C_1L_2C_2$ 及一個耦合線圈或電容器M，合併造成。凡線圈之圈數愈少，或電容器之容量愈大，兩電路之耦合度為愈小。若欲獲得極尖銳之諧振曲線，則該兩電路之構造，必須為抵損失 (Low loss) 者。又此種前置選擇器，往往具有通帶濾波器之作用，故由此獲得之選擇特性線，較之單個配諧電路，改善甚多。

17. 射電週率放大器 廣播收音機中所用之射電週率放大器，可分配諧 (Tuned)，不配諧 (Untuned)，與固定配諧 (Fixed Tuned) 三種。

配諧式射電週率放大器，為放大器之專門放大一極狹週帶，而同時又得將此週帶，在一甚廣之範圍內，隨意變更之。

不配諧式射電週率放大器，不具調節鈕，其目的專為放大一極寬之週帶。

固定配諧式射電週率放大器，亦用於放大一極狹之週帶。其與配諧式放大器不同之點，在於該類放大器之配諧程度，不隨信號週率而變。超外式收音機之中週率放大器，即屬此類。

18. 單個配諧電路之射電週率放大器 第15圖為兩種應用單個配諧電路之放大器綫路。A係變壓器耦合式 (Transformer Coupling)，B則稱為直接耦合式 (Direct Coupling)。在變壓器耦合法中，外來之信號電壓，經變壓器 T_1 選配後，先輸入於第一放大管之柵極。此電壓經該管放大後，在其屏電路中，產生一顫動之直流電流，通過變壓器 T_2 之原線圈 P。由互感應之作用，副線圈 S 之兩端，即產生一感應電動力，而輸入於次管之

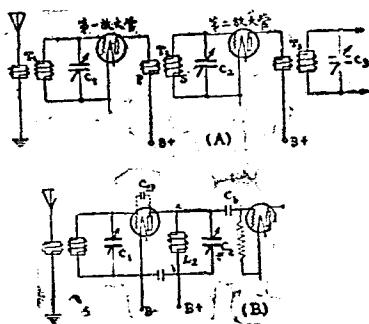
柵極上。如是將真空管次第加多，可至於獲得甚大之放大倍數。

爲增加放大倍數起見，變壓器之構造，大抵爲升壓式 (Step up)，即副線圈之圈數，較原線圈爲多也。但一則副線圈之圈數，係由收音機之配諧範圍規定，不能隨意增減。再則原線圈兩端所具之電壓放大倍數，更隨其總阻 R_o 及真空管之交流電阻 R_p 而變。依公式：

$$G = \mu \frac{R_o}{R_o + R_p} \quad (2)$$

其中 G 爲所欲求之放大倍數， μ 爲真空管之放大因數 (Amplification Factor)，可知若原線圈之圈數太少 (爲增加變壓器之升壓比數)，則 R_o 必甚小，在副線圈中，仍不能獲得相當之高電壓。有此兩種原因，原副兩線圈之圈數比數，不能相差過甚，普通約爲 1 與 4 之比。

在直接耦合法中，係以配諧電路 $L_1 C_1$ ，代替變壓器 T_1 。當此電路與信號週率配諧時，在屏電路中，猶如連有一甚大之荷載總阻 (約爲 100,000 歐姆)。(1) 故由此獲得之電壓放大倍數，往往較變壓器耦合式爲高。又圖 B 中之電容器 C_b ，其作用係使 ab 兩端之射電週率電壓，得



第15圖 射電週率放大器之線路

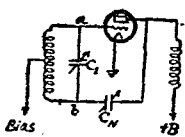
輸入於次管之柵，而同時又阻止屏極之直流高電壓，達於該管之柵，致妨礙其工作。

19. 平差 在設計與製造收音機時，其最要問題，在於防止射電週率放大管之自行產生振盪。在三極管中，因屏柵間之內容量 (即第15圖 B所

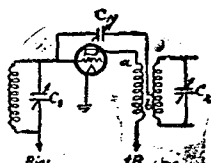
(1) 根據並聯諧振之特性。

示之 C_{gp}) 頗大, (約為 6 至 $10\mu\text{f}$), 故往往能產生振盪, 妨礙收音之工作。欲祛除振盪, 必須設法取消此種不規則耦合, 而使屏柵兩電路之電能, 不能互相授受方可。但真空管之內容量, 固無法取消也。唯一間接方法, 祇能於真空管之屏或柵極上, 加一與產生回授作用等強而方向相反之射電週率電壓以消除之。此方法稱曰平差 (Neutralization), 在舊式收音機中多用之。平差線路甚多, 第

16 圖 A 及 B 所示者, 為其較為著名者也。在此兩圖中, 因 ab 兩點之射電週率電壓, 常為反向, 故真空管屏柵兩極



(A) Rice 平差法



(B) Hazeltine 平差法

第16圖 平差線路

間之耦合, 得由調節平差電容器 (Neutralizing Condenser) C_n 之值, 而取消之。

在圖 A 之 Rice 平差法中, 配諧電容器 C_1 之動片與定片, 均需與地絕緣。至於圖 B 之 Hazeltine 平差法, 則各配諧電容器 C_1 C_2 之動片, 得一律連地。故後者之線路, 常為單鈕配諧之收音機所用也。

關於平差方法, 雖足述之點頗多。但此種方法, 既於新式收音機中, 完全不用, 似可從略不及。

20. 幟柵管 新式收音機之射電週率放大器, 幾一律採用幟柵管 (Screen Grid Tube)。其利益可概括述之如次:

1. 無需平差蓋此種真空管之內容量甚小, 往往祇為 0.01 或 $0.02\mu\text{f}$ 而已。
2. 屏電阻甚高 (約有 $500,000$ 歐姆)。故對於射電週率配諧電路之選擇性, 影響極小。
3. 因其交流電阻及互導 (Mutual Conductance) 均甚大, 故每級之放

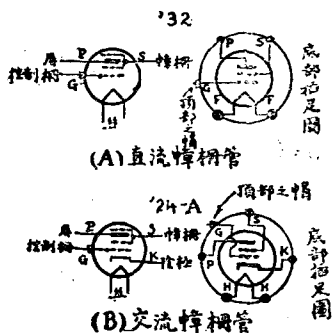
大倍數，較三極管為高。

21. 幃柵管之構造 幃柵管除具有普通三極管之絲，柵，屏各極外，更多一幃柵極 (Screen Grid)。幃柵極之地位，係處於屏柵兩極之間，如第17圖。為易於區別起見，往往稱接受輸入信號之普通柵極，曰控制柵極 (Control Grid)，或縮寫為 C. G.。至於幃柵極，則大抵以 S. G. 或 S. 表之。

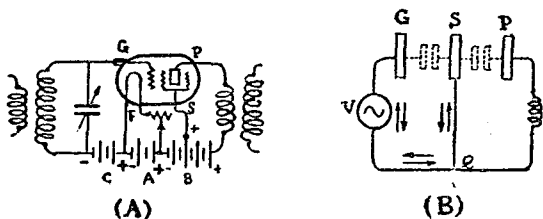
設置幃柵極之目的，專為減小真空管屏柵間之內容量，以增加其對於射電週率之放大效用。其理由可由第18圖 A 所示之柵幃管放大電路解釋之。此電路之結構，與第 15 圖 A 之三極管電路相似，惟幃柵極則連一較屏電壓略低之正電壓。對射電週率言，此電路可縮成如圖 B。在此圖中，可見控制柵極上所具

之高週率電壓，祇能在電路 GSQG 中，產生一循環電流，而不能達於屏極。反之，屏電路中之高週率電流，亦祇能流動於 PSQP 中，而不致影響及於控制柵極。換言之，真空管之屏柵兩電路，得藉此完全獨立，而絲毫無前述之耦合弊病。此實為幃柵極之真正功用，願讀者注意及之。

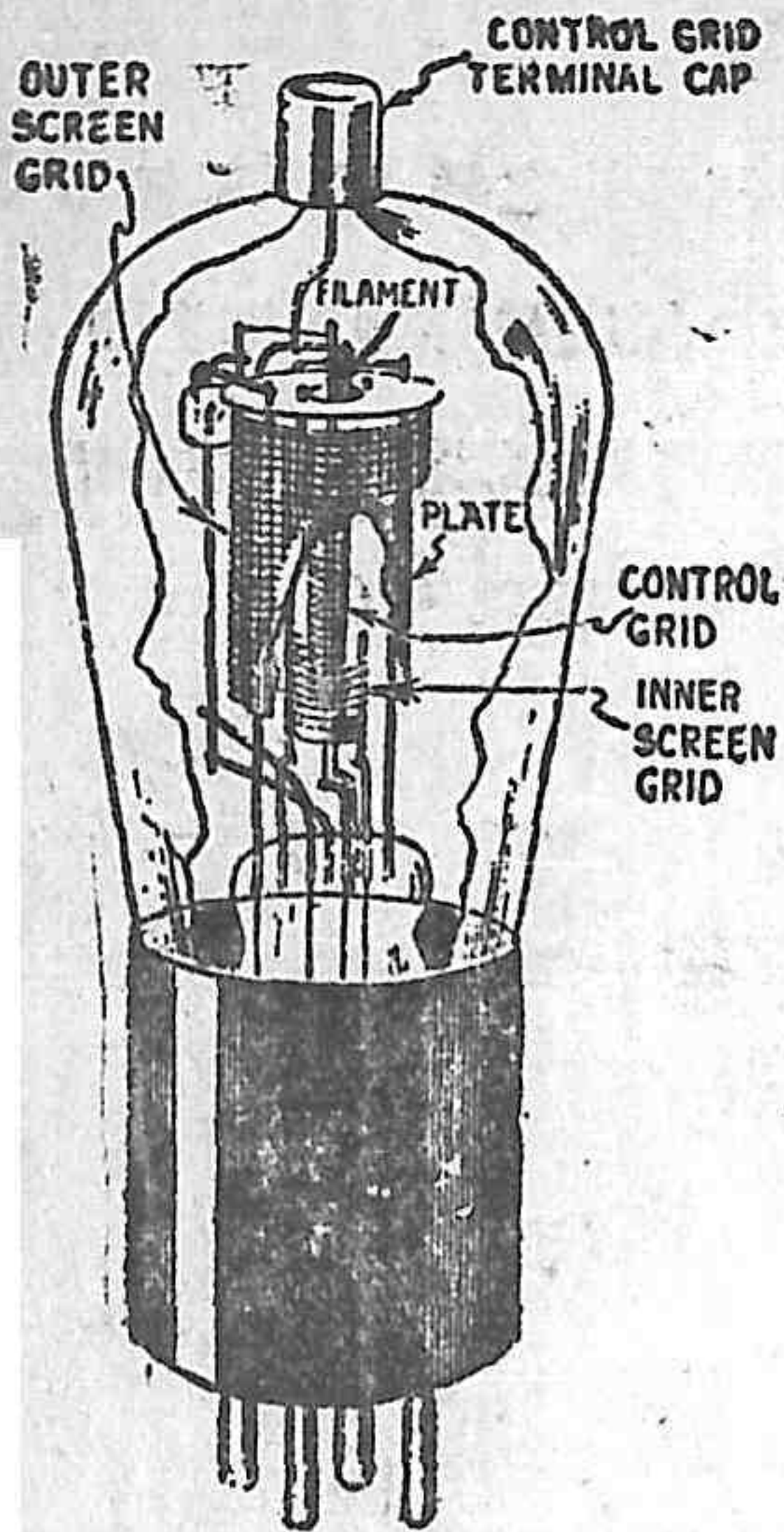
欲幃柵極盡其隔離效用，其構造應將屏極或控制柵極，完全籠罩，而使一極之靜電力線，不



第17圖 幃柵管



第18圖 柵極之作用



第19圖 美國幟柵管之構造

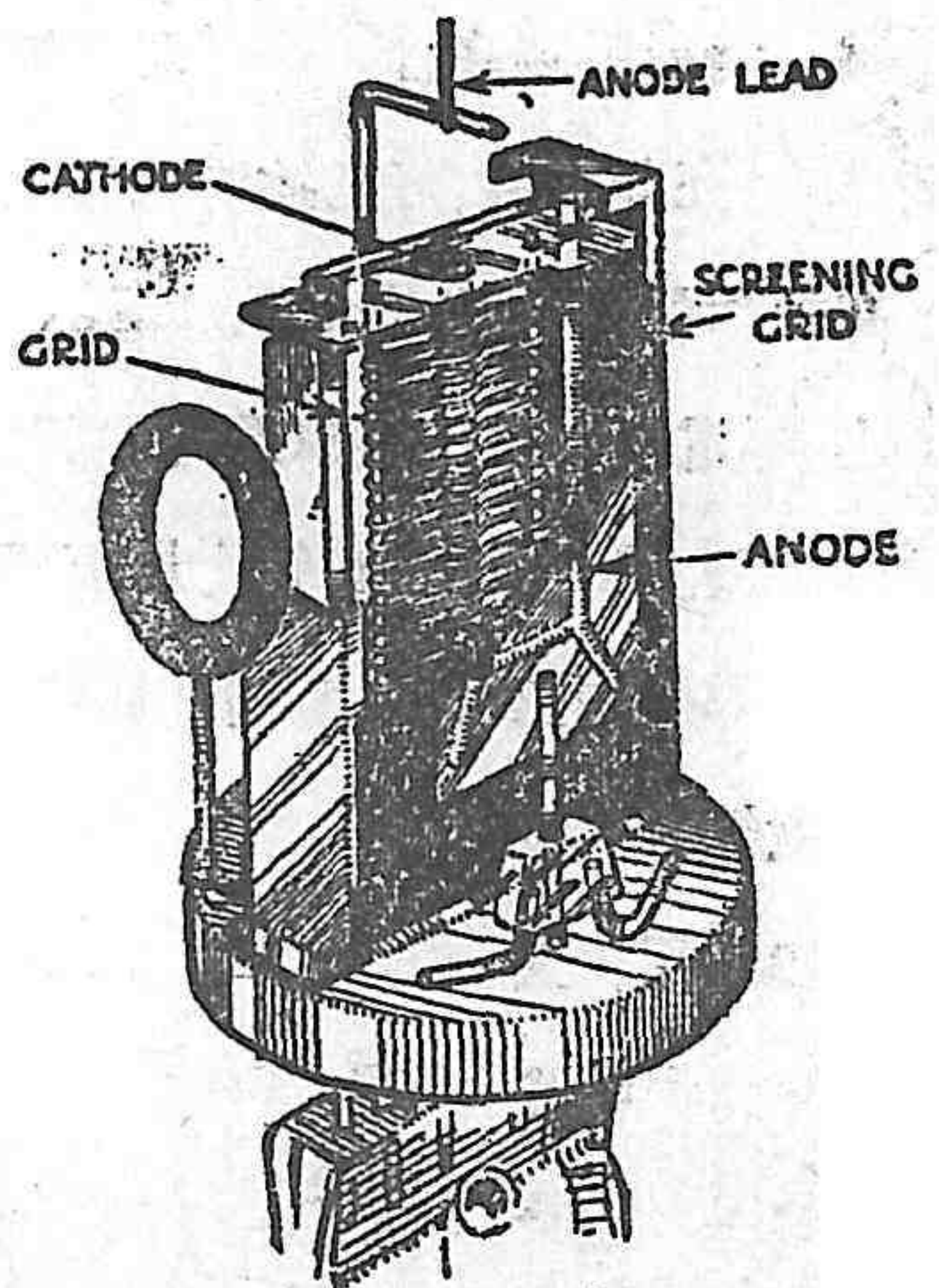
真空管不同之點，在於幟柵極，係將控制柵極而非屏極籠罩是也。

為減小各極引線間之電容量起見，幟柵管屏柵兩極之輸出端，應設法使之相離甚遠。在美製幟柵管中，控制柵係在真空管之頂部。至於其他各極，則連於真空管底部之插足上。在英製幟柵管，其構造適反，頂部為屏極，控制柵係在真空管之底部。

22. 幟柵管之特性 幟柵管因構造之特殊關係，其特性與普通三極管

能直接達於彼極方可⁽¹⁾。但因幟柵極位於屏柵之間，故實際上祇能將其製成金屬網形，而有下列之兩種構造：第19圖為美國出品之幟柵管。燈絲在內，外圍以控制柵。控制柵之外，為內幟柵 (Inner Screen) 與屏極。屏極之外，復有一外幟柵 (Outer Screen)。內外兩幟柵，係在真空管內，由一金屬片相連，故屏極係被幟柵極籠罩，而與控制柵極完全隔離。在交流收音機所用之間接授熱式幟柵管 (如 '24 之類)，其構造與此相仿。惟燈絲之外，尚多一陰極，以作放射電子之用。

第20圖為英國製造之幟柵管。其與美製



第20圖 英國幟柵管之構造

(1) 因電容量之作用，完全出於靜電力綫之由一金屬體達於他金屬體所致。

完全不同，茲得從略述之如次：

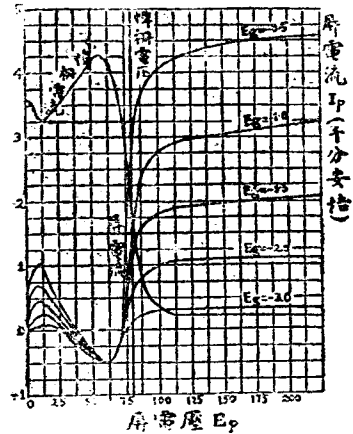
今設於障柵極，連一固定正電壓而使屏電壓為零，則此柵之作用，將如三極管之屏，能吸收絲極放射之電子，而有一電流通過障柵之電路。因此障柵極之存在，可使屏極對於吸收電子之能力，為之減小。至其情形，則勢必隨障柵電壓而異。今若假定障柵之電壓不變，而增加屏電壓，則穿過障柵極之金屬網，而達於屏極之電子數，必隨屏電壓同時增加。但絲極放射之電子，係有定數。故屏流之增加，實由於襲取障柵極所吸收之電子數而得，換言之，屏流之增加，必同時使障柵電流減小也。至於兩者之和，則等於絲極放射之電子數，故為恆定不變。此種情形，得由第21圖所示之各曲線見之。當屏電壓高出於障柵電壓時，所有電子，盡被屏極吸收。

故在此部份之屏曲線，幾與橫軸並行。此外屏電流之強度，更隨控制柵之電壓而變。故對於每個控制柵之柵負 (Grid Bias)，可有一條屏曲線如圖。

例如在 $E_g = -2V$ 之曲線上，當屏電壓由 120V，增加至 200V 時，屏電流約變 0.025 MA.，故真空管在此部份所具之屏極交流電阻 (A. C. Resistance)，(1)約為

$$\frac{200-120}{0.025 \times 10^{-3}} =$$

3,200,000 歐姆。他如 $E_g = -1.5 V$ 之曲線，其傾斜度稍大，屏極之交流電阻，殆略為減小。依同樣方法，可求得其值，約為 500,000 歐姆。由此知障柵管之屏電阻，往往較三極管所大甚多，此為應加注意者一也。此外就屏曲線之狀態而觀，又知欲障柵管之工作適當，其屏電壓必須遠勝於障柵電壓方



第21圖 障柵管之 $E_p I_p$ 特性

(1) 按真空管之屏極交流電阻，係等於屏電壓之變量，除以屏電流之變量所得之商。

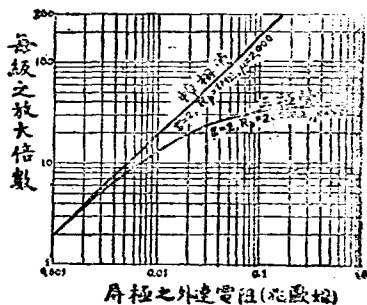
可。換言之，我人祇能利用屏曲線右端之平直部份也。至於該曲線左部之極奇特狀態，其來源在後將有更詳細之研究，茲姑從略不及。

由 $E_g = -1.5V$ 之曲線，可見屏電壓為 $200V$ 時，屏電流為 $2.05MA$ ，若柵電壓變為 $E_g = -2V$ ，則屏電流降至 $1.1 MA$ ，故在此柵電壓之變遷範圍內，屏電流為每半伏特變 $0.95 MA$ ，或每伏特變 $1.9 MA$ ，但吾人知屏電流對於每伏特柵電壓所具之變遷值，即為真空管之互導 (Transconductance)，故在此部份之平均互導，應為 $1.9MA/V$ 或 1900 微姆 (Micro mhos)。今若再假定真空管之平均交流屏電阻，係等於 $1,000,000 \Omega$ ，則可求得該管之放大因數為：

$\mu = GR_p = 1.9 \times 10^{-3} \times 1,000,000 = 1900$ ，較之普通三極管所具者 (最大不過 30 至 40)，約大數十倍之多。此樟柵管之異於三極管者二也。但於實際上，因屏極之荷載總阻 (如射電週率變器或配諧電路等)，往往較真空管之內電阻為小，故實在所得之放大倍數，並不若理想中之大。例如在上述之比喻中，若於該管之屏路內，連一 $100,000 \Omega$ 之荷載電阻，則所得之放大倍數為：

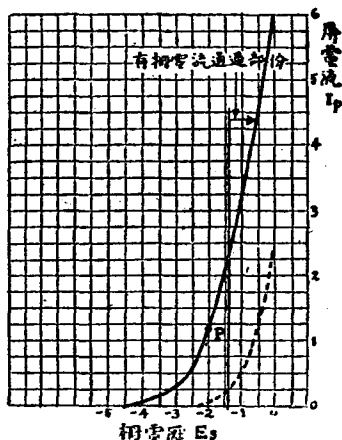
$$G = \mu \frac{R_o}{R_o + R_p} = 1900 \times \frac{100000}{100000 + 1000000} = 173$$

較之由三極管所得者 (普通約為 10 至 20)，約大十餘倍而已。樟柵管與三極管之放大比較，可由第 22 圖所示之兩曲線見之。對於小的荷載總阻，兩管之放大作用，幾屬相等。但總阻漸大，三極管之放大倍數，漸趨於一限值 (即真空管之放大因數)。至於樟柵管，則其放大作用，係與荷載電阻成正比也，(假定荷載電阻，不能至於與屏電阻相等)。



第 22 圖 由三極管及樟柵管所得之放大倍數

23. 普通障柵管之缺點 在三極管尤以屏總阻較低者，其 $E_g - I_p$ 特性線，往往有一甚長之直線部份，因此若輸入信號，苟非過大，則屏電流之變遷，大抵與柵電壓成正例，而能獲得甚大之不失真輸出。至於障柵管，則其 $E_g - I_p$ 特性線之有用部份（即介於產生柵電流⁽¹⁾，及屏電流截止點之間者），往往甚短，且具有極深之彎曲度（如第23圖）。此外輸入電壓，通常又能超過五或六伏特，（指本地強電力電台之信號，或第二第三放大管之柵電壓言），而使障柵管之屏極輸出電流，往往具有甚大之失真。至於失真之結果，則為產生副週率（Harmonics）。此種週率



第23圖 障柵管之 $E_g - I_p$ 特性線

雜可由第二及第三放大管之配諧電路摒棄，但若其中之一，適與欲收之信號週率相等，則以其能受各放大管之放大，勢必引起莫大之干擾。再則真空管之工作點，既在特性線之彎曲部份，故本地電台之強信號，得受第一放大管檢波，而在其屏電路中，產生一個成音電流。此電流據前所述，能將信號週率調幅，而引起所謂錯雜調幅之弊病。此弊病為任何配諧電路所不能消除，而為普通障柵管之最大缺點。今若於第一放大管之障柵極，加一電阻，以減小真空管之放大作用，（使第二第三放大管，不致過荷），則特性線變成如直線所示⁽²⁾。如是有用部份，更為彎曲，所得結果，將愈形惡劣矣。

24. 可變放大管 欲免除前述之各種弊病，可有兩種方法。或在天

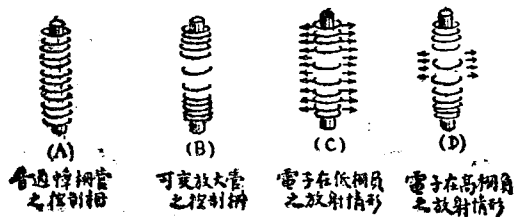
- (1) 在實驗上，柵電流往往在柵電壓為 $-1V$ 或 $-2V$ 時，已經產生。其在第23圖中，為 $E_g = -1, 4V$ 。
- (2) 若減小障柵電壓，特性線 $E_g - I_p$ ，愈向右移。

線與第一放大管間，加數級配諧電路，(如第 16 節所述之前置選擇器)，以減小本地電台感應及於第一放大管柵極之電壓，而使其不致荷載過甚。或用一種構造特殊之真空管，使於強信號輸入時，不致若普通障柵管之極易引起失真。此種真空管，如 35 及 551 之類，稱謂可變放大管 (Variable-Mu Tube)，而具有下列之各特性。

可變放大管異於普通障柵管之點，在其控制柵極，具有一種特殊狀態。在普通障柵管中，控制柵極之構造，為一直徑與距離完全相等之螺旋形金屬絲網(如第 24 圖 A)。故網之每圈，對於控制電子之作用，一律相等。至於可變放大管之控制柵極，則有如第 24 圖 B 所示之狀態。其兩端之金屬網圈，係屬甚密，而中部則甚疏。今若於此種柵極上，加一負電壓，則當其值頗小時，所有金屬網圈，對於控制電子之作用，係屬相等，如圖 C。換言之，其情形固與普通柵極，無甚大之區別也。但若加大負電壓，則兩端之甚密金屬網圈，雖有阻止電子越出之作用。但中間

之疏鬆部份，因控制能力減小，電子仍能越出，如圖 D。

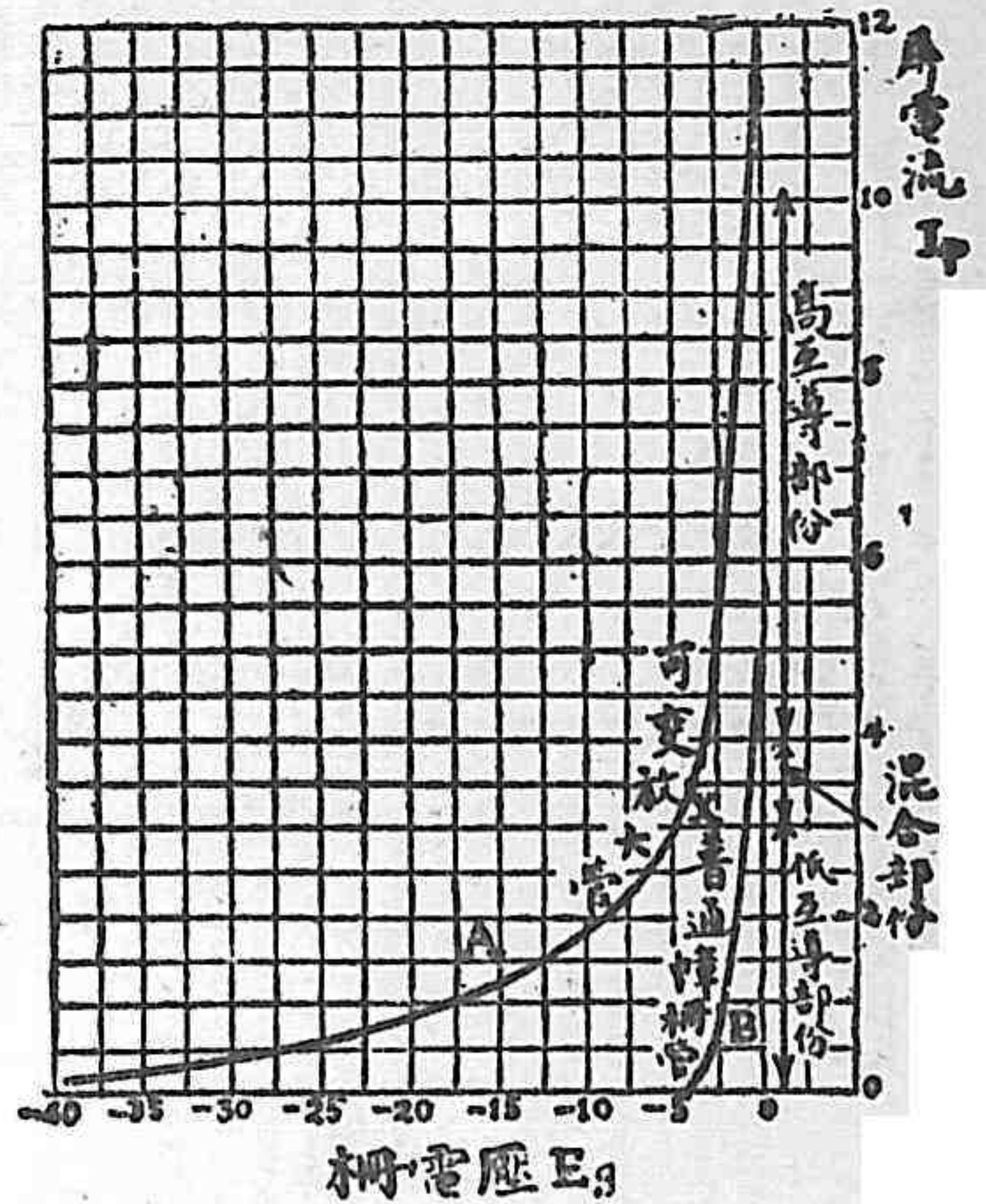
換言之，真空管之放大因數及互導，



第 24 圖 可變放大之控制柵極

必因之而減小矣。故此種真空管之 E_g-I_p 特性線，有如第 25 圖之曲線 A 所示。其異於普通障柵管曲線 B 之點，在於屏電流于到達截止點之前，有一甚長部份為直線。若細加審察，則知可變放大管之放大作用，得分兩部言之。當柵負甚小時，屏流之變遷，係屬甚大，故真空管之放大因數與互導，均為甚大。蓋此時真空管，係在第 24 圖 C 所示之情形工作，故柵極所有之金屬網圈，皆有控制電子之作用，而與普通障柵管無異。但一經超過 X 點後(約

爲 $-4.5v$)，因柵極控制電子之能力，逐漸消失，故必須應用甚大之柵負電壓，方可使屏電流發生相當變化。換言之，該時曲線之下降，將極遲緩，而使真空管之放大因數與互導，均隨之減小。普通約需 -40 至 $-50v$ 之柵負方，可使屏電流達於截止點。又該部份之曲線狀態，既完全爲直線形，故即使有強信號輸入，亦不致引起錯雜調幅之弊病。因此新式收音機之手動或自動音量控制，往往設於此種射電或中週率放大管之控制柵極電路內。當接收微弱信號時，柵極之負電壓頗小，故真空管係在高互導部份工作，而得盡其最大之放大效用。反之，當強信號來時，



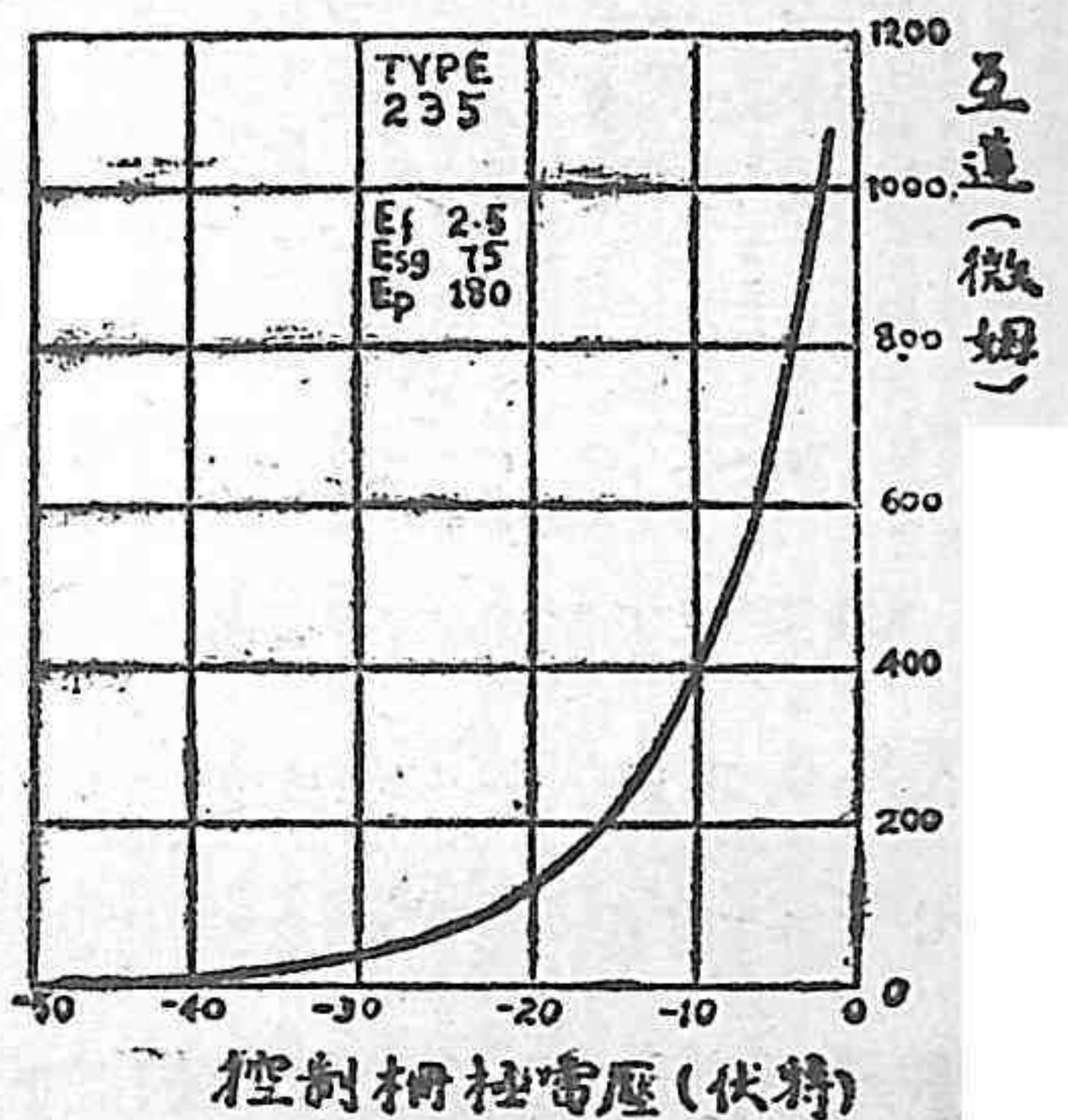
第25圖 可變放大管與普通幟柵管之比較

因控制柵極之負電壓，自動加大，故工作點遂移至低互導部份，而得減小錯雜調幅之弊病。



第26圖 可變放大管之內部構造

第26圖係表示可變放大管35之內部構造。其內幟柵爲一倒置之平截圓錐體形。屏極與外幟柵，均爲普通之圓筒形。至於控制柵極，則爲一如前所述之距離不勻之金屬網，但不能在圖中看出，第27圖表示該真空管之互導，隨控制

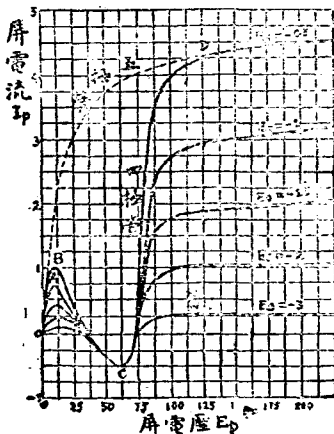


第27圖 可變放大管之互導

柵極電壓，隨控制柵極電壓之增加而增加。

柵極負電壓變遷之情形。通常由每級可變放大管所獲得之放大倍數，往往能作自 50 至 1 之變遷。若有兩級，則控制範圍更廣，約為 2500 與 1 之比。

25. 射電週率五極放大管 前述之可變放大管，較之普通障柵管，雖已改善甚多，但對於過強信號，仍不免有失真之憾。其原因，係在該管之有二次放射電子 (Secondary Emission) 也。所謂二次放射者，為具有高速度之電子，射擊一金屬板時，其動能轉變為熱，使金屬板亦放出電子。此種第二次放射之電子，一經脫離金屬板後，即能獲四週具有正電壓較高之物體吸收，而產生一與原動電子方向相反之電子流，以減小其效用。在障柵管中，



第25圖 二次放射在障柵管之作用

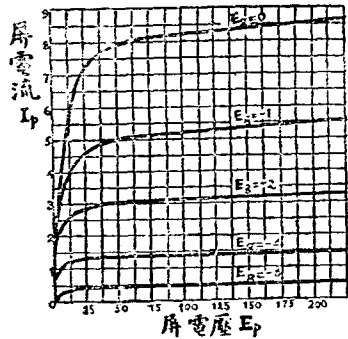
若屏電壓低於障柵電壓，則屏極能產生二次放射，而使屏電流，減小甚多。茲姑將其情形，從略述之如次：當吾人將屏電壓自零值增加時，屏電流先由 O 向 A 點上升(第28圖)。迨經過 A 點後，因屏電壓較高，故電子以更大速度，達於屏極，而使其產生二次放射電子。但此時障柵極之正電壓，又較屏極為高，故此種二次放射電子，即被障柵吸收，致屏流為之減小。再增屏電壓，雖屏極能吸取較多之電子，但因二次

放射之電子數，較吸收者增加更速，故屏電流非特逐漸減小，而竟能為負如 C 點。迨過 C 點，因屏電壓與障柵電壓，相差無幾，故由屏極放出之電子，不復被障柵吸收，而能回返達於屏極，使屏流復行增加。且屏電壓一經超過障柵電壓後，屏流之增加，異常迅速，此時曲線直向上升，至於 D 點。達 D 點時，

所有之二次放射電子，已完全被屏極吸回，故曲線之上升，又極遲緩如圖。

欲放大之不失真，必須使真空管在其特性線之直線部份工作，故用於障柵管之直流屏電壓，非極高不可。再則輸入電壓，又不可過大。蓋真空管在工作時，其屏電壓，係由交直兩種電壓，合組而成。若交流電壓過大，則屏電壓能降低至於較障柵電壓為小，如是真空管將在其非直部份工作，遂得引起甚大之失真。改善之道，應將屏極之二次放射作用，設法取消。其

方法甚簡單，祇須在屏極與障柵極間，再加一柵極。此柵極稱為穩定柵 (Suppressor Grid) 或陰極柵 (Cathode Grid)；而加有一負電壓，或與陰極直接相連。其目的所以排斥屏極之二次放射電子，使其不能達於障柵極。結果真空管之特性線，變成如第 29 圖所示。即其狀

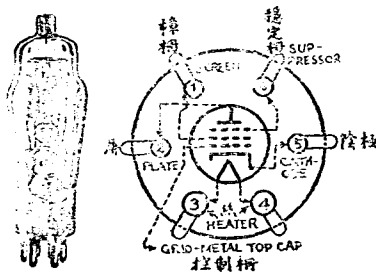


第29圖 射電週率五極管之 E_p-I_p 特性線

態，頗與三極管之 E_p-I_p 特性線相似也。如是既可應用較低之屏電壓，且

同時又得輸入較大之信號電壓於柵極，而不致引起失真。

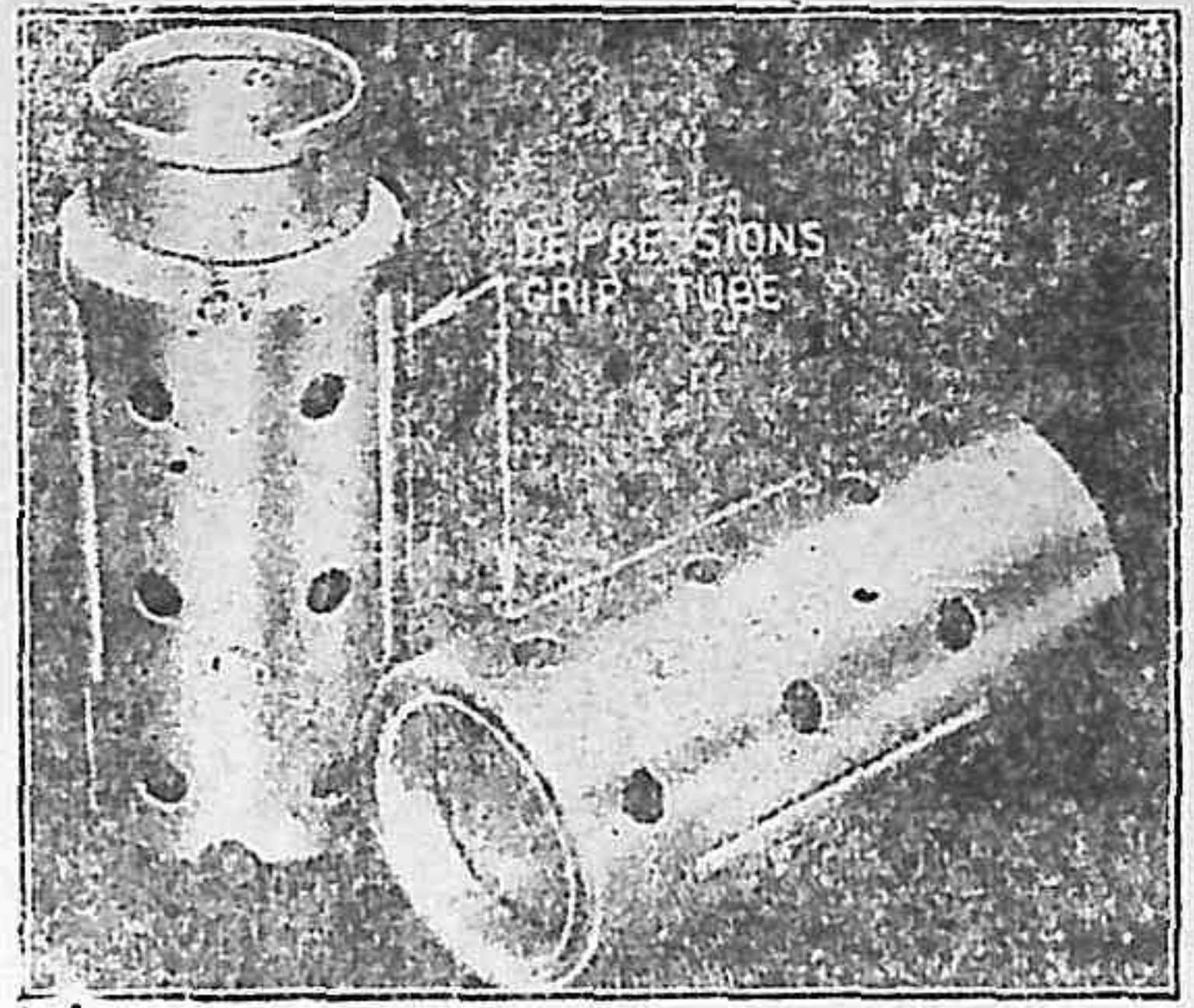
第 30 圖係表示此種真空管，如 58, 78, 6D6 等類之構造。其內部共有五極故稱為射電週率五極管 (R. F. Pentode)，或三柵超等控制管 (Triple Grid Super Control Tube)。



第30圖 射電週率五極管之構造

此種真空管之靈敏度，係屬甚高，即以甚小之輸入電壓，亦可獲得甚大之屏電流變遷。因此使用此種真空管時，應極審慎，以免各極間互相發生回授作用，

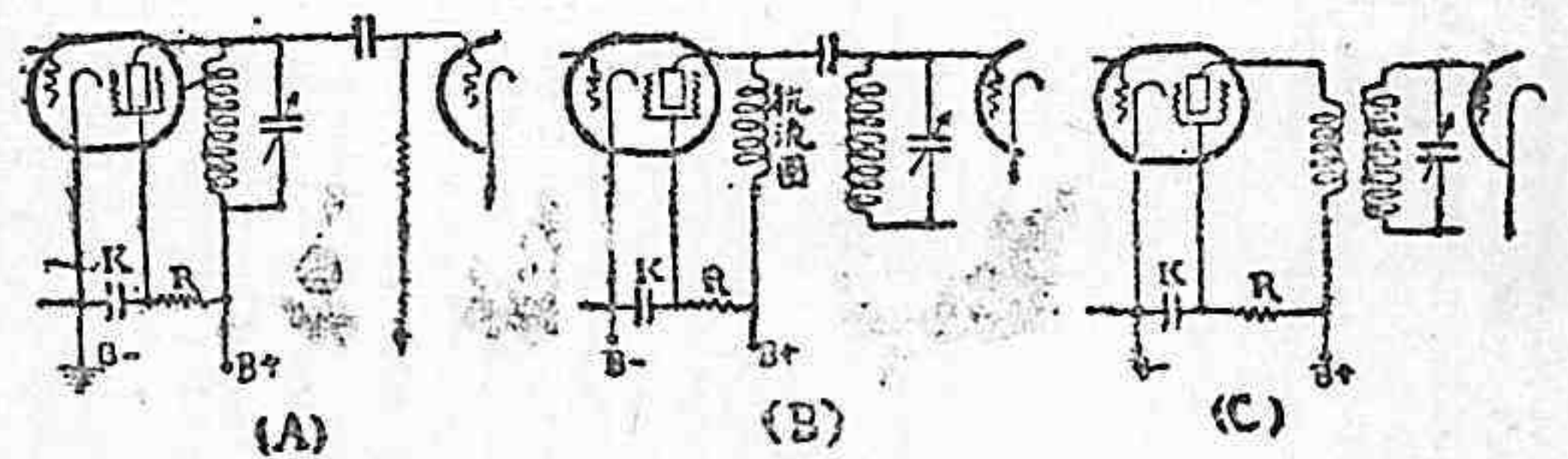
而產生振盪。普通往往以真空管置於第31圖所示之金屬隔離罩內，使任何靜電力線，不能直接達於柵極或屏極。有甚多製造廠家，更於真空管之玻璃面上，塗一層鋅或紫銅膜，以代隔離罩。此膜大抵與真空管之絲極或陰極相連。又該類真空管之頂部，往往具有駝峯形，如第30圖。其目的所以使金屬罩與真空管內部之各極，互相接近，而盡其靜電隔離之作用。



第31圖 真空管的隔離罩

最近更有全金屬真空管之創造，其隔離作用，較之普通真空管更佳，並得藉此減小其內容量。在五極管射電週率放大器中，其控制柵極之引接線，往往又以通地之金屬絲網包蔽，使外界之電場，不致經由該線，直接感應及於柵極。

26. 用幛柵管之射電週率放大器 第32圖表示用幛柵管之各種放大線路，A及B屬於直接耦合式，C則為變壓器耦合式。在此各圖中，其接於幛柵及絲極間之固定電容器K，專為取消幛柵極之高週率電壓，藉使真空管之工作，趨於穩定。蓋幛柵極所需之正電壓，往往取自屏電壓。但其方法，則大



第32圖 幛柵管射電放大線路

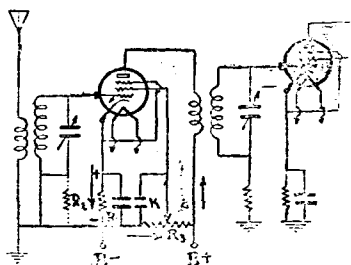
抵在幛柵電路中，接一串聯電阻R而獲得之。然而真空管於工作時，其幛柵電流，係隨信號而變，故於電阻R兩端，所產生之交流電壓，能自動變更幛柵極之電壓，而使屏電流亦受其影響，致引起失真。今若於幛柵與絲極間，接一電容量頗大之電容器K（普通約為 1 至 $5\mu f$ ），則高週率電流，可不經過電阻R，而

直接達於絲極。如是柵障電壓，既無變化，真空管之工作狀況，遂趨於穩定矣。

吾人知障柵管之屏電阻甚大，故線路之宜於該類真空管用者，應以直接耦合式為最適當。但為製造便利起見，在新式收音機中，仍以採用變壓器耦合式為多。

當今所用之射電週率放大器，幾一律採用前述之五極管。蓋此種真空管之靈敏度既大，而又無需高的屏電壓也，(用於汽車收音機，最為適宜)。第33

圖係表示五極管射電週率放大器之構造。其障柵電壓，係藉一電勢器 R_3 ，直接取自B電源。至於控制柵之柵負，則由置在陰極回路中之電阻 R_1 ，自行供給。蓋此電阻中，有屏流通過，故其間所產生之電壓降，得作為柵負電壓之用。此電阻之值，約為300歐姆，(至於



第33圖 五極管射電週率放大器

普通障柵管，如 '24之類所用者，約為1500歐姆)。又五極管之放大作用甚強，為防止真空管產生振盪，而使其工作穩定起見，有時在控制柵之回路中，更加一 $.1$ 至 $1M\Omega$ 之串聯電阻 R_2 ，此電阻稱謂去除耦合電阻 (Decoupling Resistance)，而為具有自動音量控制之收音機中，一種不可缺少之設備也。

27. 射電週率變壓器之設計 射電週率變壓器之設計，應分三部研究之。

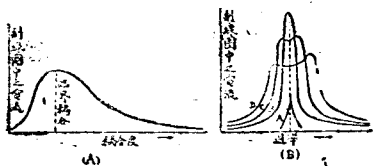
1. 原線圈
2. 副線圈
3. 耦合度

就學理言，原線圈之匝數愈多，所得之電壓放大倍數必愈大。但因原副兩線圈間，必須有相當之變壓比數 (Transformation Ratio)，而副線圈

之自感係數，又從所用波長規定，故其圈數，往往受有限制，不能隨意增減。普通原線圈約具有40圈（在樟柵管或五極管），而與副線圈捲於同一絕緣管上。

依第十三節之公式(1)，吾人知欲增加變壓器之放大效用，必須設法減小副線圈之電阻。但一則在射電週率，有集膚效應（Skin effect）及渦流電（Eddy Current）等之損失，故線圈之實在電阻，往往較由歐姆定律規定者，所大甚多。再則副線圈之電阻，亦不宜過小，蓋以其可使調幅邊帶週率缺落，而影響及於收音機之真實度。有此種種關係，並為減小地位起見，在新式收音機中，大抵採用體積頗小之線圈。此種線圈之直徑，約為一英寸。其圈數約在 100 左右，而用 28 至 32 號之 B&S 漆包線。

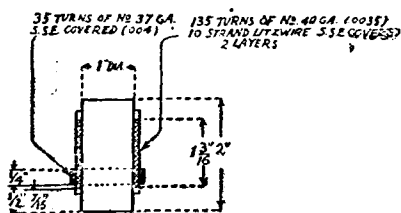
原副兩線圈間之耦合度，對於選擇性，有極大關係。其情形如第 34 圖 A 所示。當耦合度甚小，即兩線圈相距甚遠時，副線圈中之電流係甚小。加大耦合度，副線圈中之電流亦隨之增加。但耦合度一經超過臨界值（Critical Value）後，則電流又復減小。其理由，因此時副電路非特可吸收原線圈中之電能，且反有電能回投給於原線圈也。若吾人對每個耦合度，畫一副電路之諧振曲線，則有圖 B 所示之各種狀態。A 為耦合度甚小時之情形。其諧振電流，並不甚大，但極尖銳。C 及 D 為耦合度過大之結果，電流既小，且具有兩峯。最適當之配置，似屬在臨界耦合之曲線 B。蓋此時電流既為最大，但不甚尖銳，故可無邊帶週率缺落之憾也。



第34圖 選擇性與耦合度之關係

射電週率變壓器之圈數與耦合度等，雖可由公式計算，但終不若實驗之可靠。第35圖所示者，為已經試驗得有成效之一種變壓器構造。其副線圈共

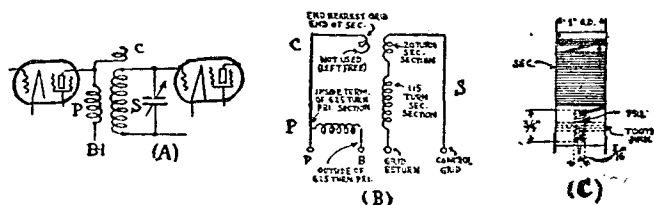
有135圈，而分兩層纏繞。所用之線，為10根40號漆包線絞成之立志線 (Litz Wire)。原線圈有35圈，係直接捲於副線圈上。所用之線，為37號單漆包線。



第35圖 最簡單之射電週率變壓器

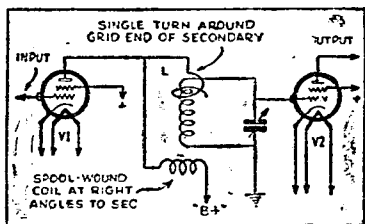
28. 輸出等強之射電週率變壓器 就同一耦合度及等強之輸入電壓言，在射電變壓器副線圈兩端所獲得之輸出電壓，更隨信號週率之大小而異。蓋依互感應之原理，副線圈中之感應電壓，係隨磁力線之變遷速度而變。在高的週率，電之變遷速度，較低的週率為大，故感應於副線圈中之電壓，亦必更強。因此若假定收音機之最高靈敏度，係在 200 米左右，則於接收 500 米之信號時，必不能獲得同樣強度之輸出。反之，若最高靈敏度，係調準於 500 米，則轉至低的波長時，又因耦合過甚，收音機能自行產生振盪。為欲免除此種弊病起見，新式收音機之射電變壓器，大抵有下列之兩種構造。

在第 36 圖 A 之設備中，原線圈為一自感係數甚大之線圈，而與接線等之電容量，約在 550M. 以上之波長配諧（即低於最低之廣播週率）。故此種變壓器，對於 550 K. C. 附近之週率，具有頗大之放大作用，而在 1500 K. C. 左右，則效率較遜。為抵消此種缺點起見，另在副線圈靠近控制柵極之端，纏繞一或二圈之線。此附加線圈之一端，係與原線圈相連，其他端則完全任其自由。故其作用，猶如在原副兩線圈間，接有一極小之耦合電容器。但我



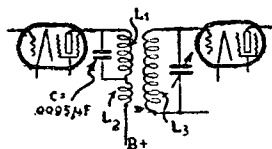
第36圖 耦合不變之變壓器

人知電流通過電容器時，在高的週率，較低的週率為易，故此電容器對於1500 K. C. 左右之高週率，有增加副線圈中感應電壓之作用，但對 550 K. C. 附近之低週率，則因電抗甚大，無甚關係。換言之，由此種變壓器所得之放大，較之普通變壓器，均勻甚多。圖B 及 C 係表示其構造之一班。副線圈係分成 20 及 115 圈兩段。至於耦合線圈 C，則與 20 圈部份靠近。又原線圈 P，約有 625 圈，但其直徑，較副線圈所小甚多。為增加選擇性起見，有時使原副兩線圈，竟完全不相耦合，如第 37 圖。



第37圖 選擇性最佳之耦合方法

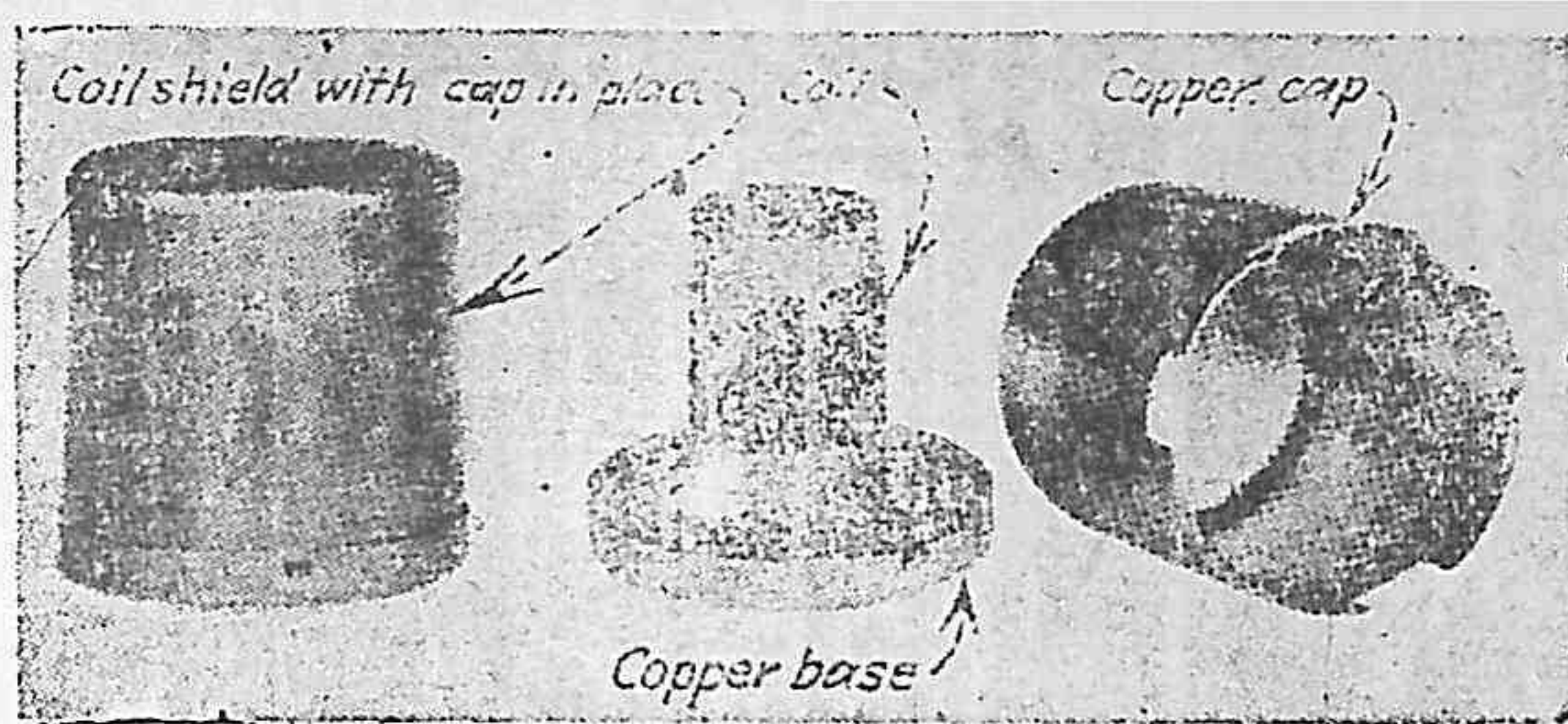
另一平均輸出電壓之方法，如第 38 圖所示。原線圈 L_2 及副線圈 L_3 ，為一普通構造之射電週率變壓器，而另在副線圈靠近柵極之一端，裝一感抗甚大之線圈 L_1 。此線圈之兩端，接有一電容器 C，而與欲求加高靈敏度之一段週率，作不甚尖銳的諧振。吾人知並聯諧振電路之總阻為最大，故其作用，能將該段週率之放大特別加強。即藉此方法，可改良收音機對於任何一段週率之靈敏度也。



第38圖 選段放大之射電週率放大器

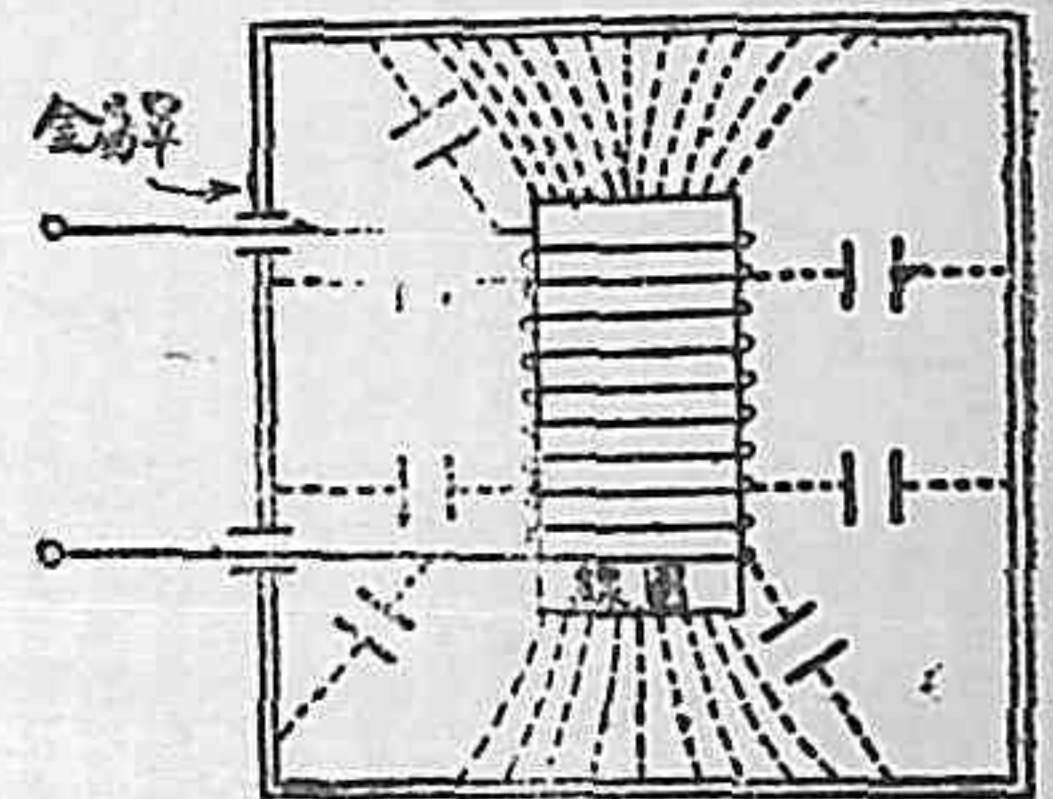
29. 金屬隔離罩 為避免各級射電週率放大器間，不致發生回授作用起見，新式收音機之線圈或射電週率變壓器，往往置於一種金屬隔離罩 (Shielding Can) 中。此種金屬罩，大抵為鉛製，而有第39圖所示之形狀。其所以能阻止磁力線之外越，而盡隔離之效用者，完全出於渦流電之作用。在電磁學中，吾人知任何金屬體，處於一變遷磁場內，能產生渦流電。再依楞次定律 (Lenz's Law)，此電流又產生一反方向磁場，以阻礙原有磁場之進

行。隔離罩之主要作用，即基於此理。



第39圖 線圈及其隔離罩

裝置隔離罩後，可使線圈之特性，發生重大變化。其情形得分三類言之。第一，金屬罩中之渦流電，能消耗電能，而使線圈之電阻大增。結果收音機之選擇性與放大作用，均隨之減小甚多。第二，線圈之自感係數，因受反向磁場之抵消作用，自行減小。第三，線圈各部對於金屬罩，具有電容作用。其情形可由第40圖見之。結果猶如在線圈之兩端，多加一固定並聯電容器，故收音機之配諧，因此不能降低至於最低波長矣。欲避免此等弊病，金屬罩之體積，應較



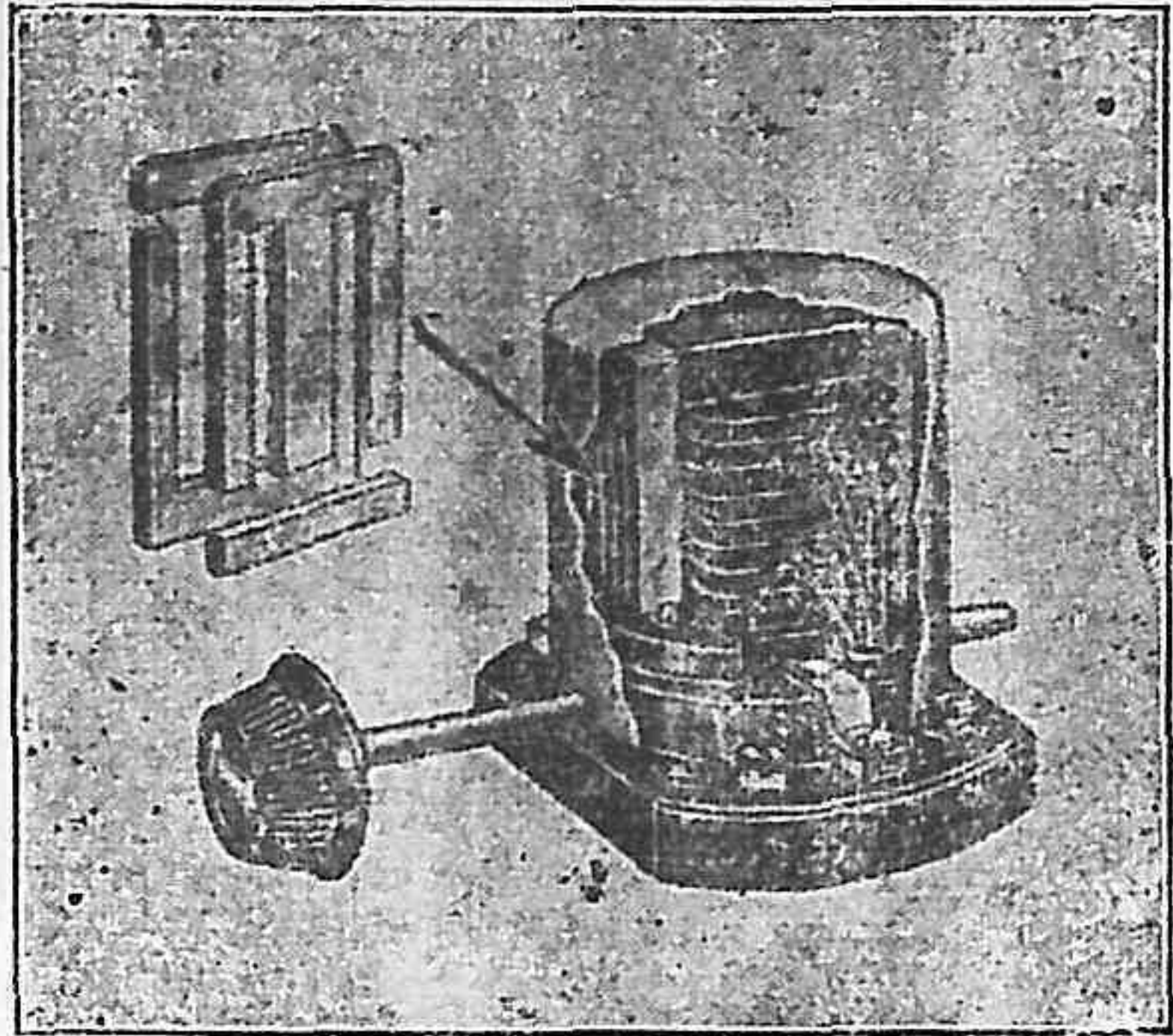
第40圖 隔離罩之電容作用

線圈所大甚多。尤以沿線圈之長度方面，非留有相當足夠空曠地位不可。若線圈本身之體積，並不過大，則其各部，凡離金屬罩，約有等於其直徑之距離，即為適用。在實驗上，因電容作用，往往大於自感量之減小，故於設置金屬罩後，應將線圈略減數圈，使配諧度能達於最低波長為要。

30. 鐵心線圈 在前述之空氣心線圈或變壓器中，因漏磁⁽¹⁾甚多，其放大倍數，即線圈之 Q ，最大不出 100 至 150。若欲減小漏磁，而增加線圈之效用者，則可於線圈中，加一鐵心。但鐵心對於射電週率，有極大之磁滯 (Hysteresis) 及渦流電損失，不能貿然應用。近年新發明用於射電週率之鐵

(1) 即原線圈之磁力線，不能完全穿過副線圈。

心線圈(Iron Cored Coil),其構造與普通鐵心,完全不同,而由極細之鐵粉(約為.005至020 mm.),及一種絕緣物如電木粉之類,混合鑄成。此種半磁體之導磁係數(Permeability),較空氣約大8倍,故以之製造射電週率變壓器,祇須極少之圈數,即足敷所用。因此此種線圈之銅的損失(指電能言),較普通線圈為小。此外因磁力線又均集中於鐵心內,故以之置在金屬罩中,可無前述之渦流電損失。要之此種線圈之

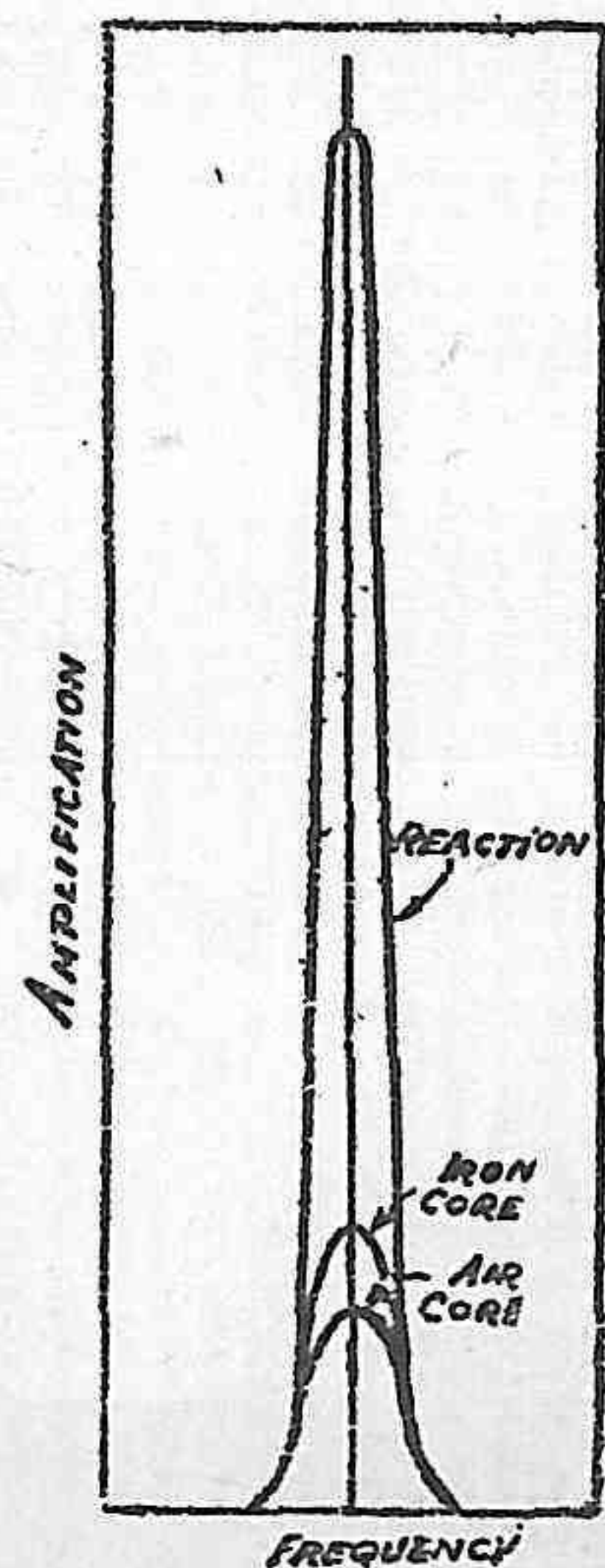


第41圖 鐵心線圈

損失,即其電阻,較之具有空氣心者為小,故其效率甚高,而能獲得極大之放大。其電抗與電阻之比數,即線圈之 Q ,往往能超過300或400。第41圖表示此種線圈之一般概造,其下部之膠木柄,係作掉換波長之用。

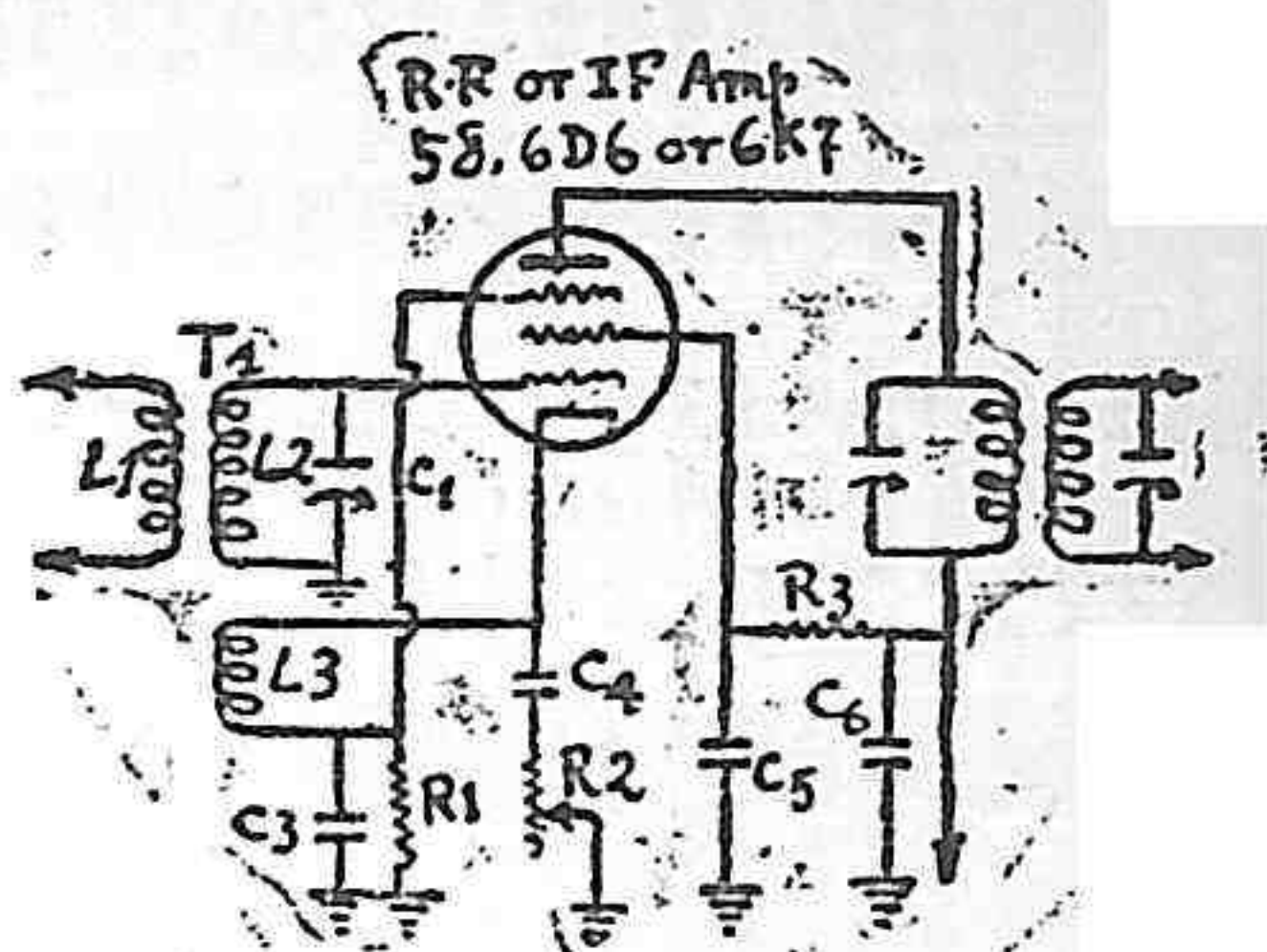
31. 回授線圈 吾人知柵極配諧電路之電阻,得藉一屏線圈之回授作用,而減小之。且回授能量,若為足夠大,則竟可使配諧電路之電阻,至於為零。因此回授作用,對於收音機,極為有利。若使用得宜,則選擇性與靈敏度,較之由空氣或鐵心線圈所得者,往往所大甚多(第42圖)。至其缺點,則在於極難使真空管之工作穩定,故新式收音機中,用此方法者甚少。

第43圖為一應用回授之放大器線路。其輸入變壓器 T_1 ,除具有輸入與輸出之 L_1 L_2 兩線圈外,尚多一回授線圈 L_3 。視圖,知此線圈係經由柵負電阻 R_1



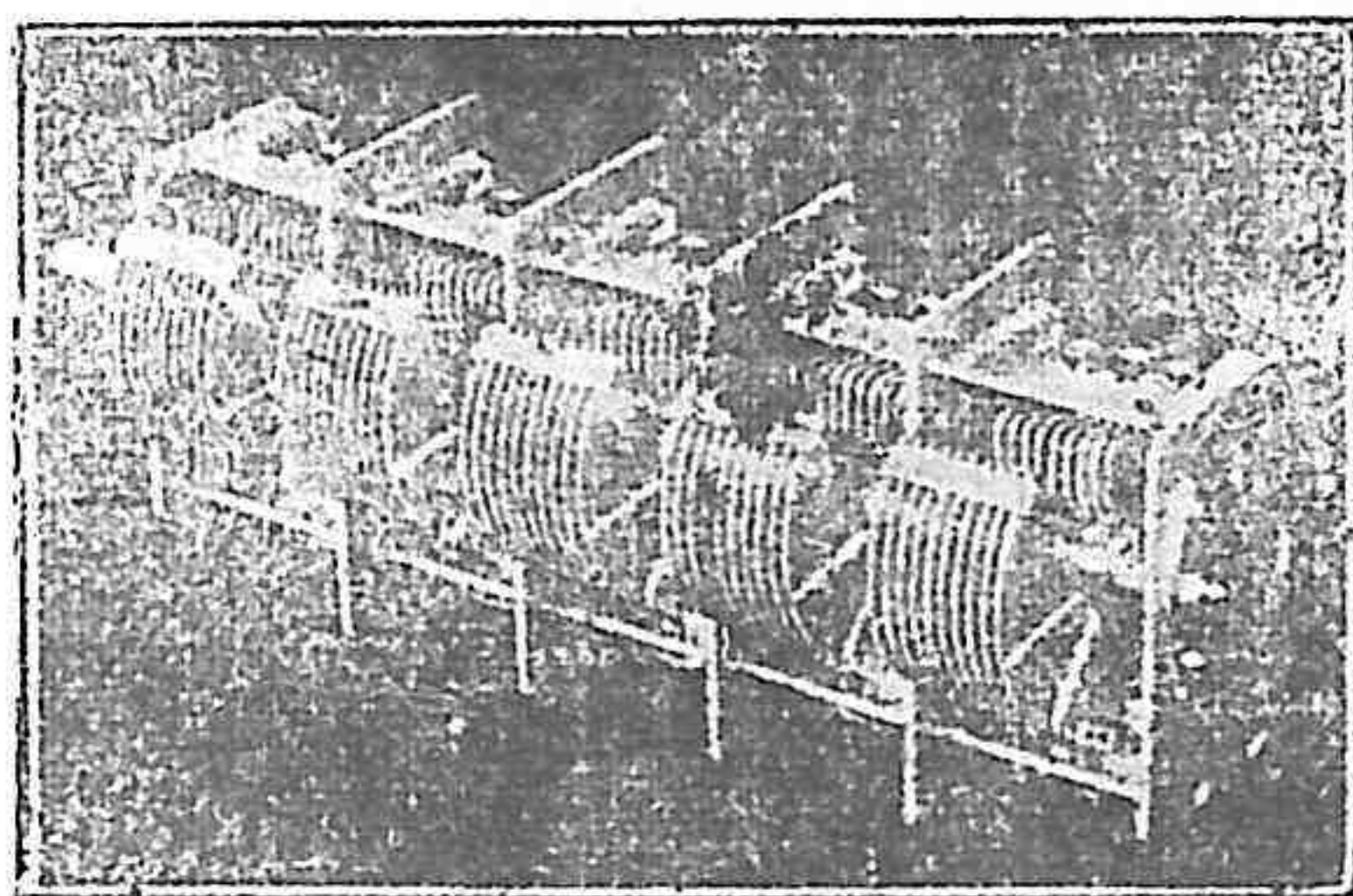
第42圖 回授之效用

接於放大管屏極回路中之陰極與地線間。其作用則為使柵電路中，產生一與輸入電壓為同相之感應回授電壓，以增加其強度。回授之大小，由接於 L_3 兩端之可變電阻 R_2 (2000Ω)控制之。當 R_2 全部使用時，回授作用為最大。反之， R_2 為零時， L_3 被短路，回授最為小。



第43圖 回授式放大器

32. 同動電容器及單鈕配諧問題 為使用便利起見，新式收音機之射電週率放大器，往往由同一同動電容器 (Gang Condenser)，同時配諧之。第44圖表示此種電容器之構造，所有可變電容器之動片 (Rotor)，均連於同一轉軸上。其定片 (Stator)，則以金屬板隔離，以免互相發生靜電感應之作用。(1)

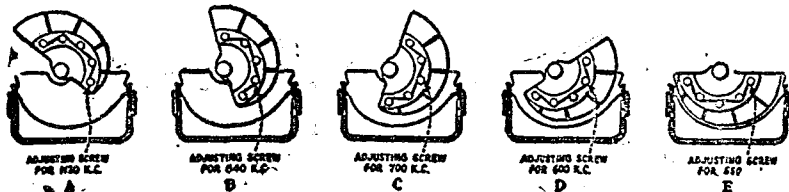


第44圖 同動電容器

欲收音機在任何配諧度，均有最高之靈敏度，必須使各配諧電路之電容量與自感量，完全相等方可。但一則在製造方面，難免稍有差別。再則配諧電路，除可變電容器外，尚有接線及真空管極際容量等，雜於其間，故單鈕配諧問題，並不若理想中之簡單。在實驗上，往往藉下列之數種方法以獲得之。第一，各配諧電路所用之線圈，必須先加測量，其自感係數之最大差數，不得超

(1) 請參閱拙現代實用電磁學。

過百分之五。第二，于每只配諧電容器之兩端，連一小的並聯電容器，使任何一配諧電容器之電容量不足用時，得隨意加大之。此電容器稱為補整電容器 (Trimming Condenser)，係裝於同動電容器定片之邊上(第44圖)。其構造大抵為兩銅片及一雲母片。其電容量約及配諧電容器之十分之一，而得藉旋轉一線絲以變更之。但此電容器，祇能用於排整 (Track) 一極狹週帶，而無法使全部週率，完全配諧。換言之，收音機之靈敏度，對於排整之一段週率，係屬最大，但對於較此或高或低之配諧度，則均減小。為補救此種弊病起見，另將每只電容器之最外動片，鋸五條隙縫，使於某段週率，或有不能完全配諧時，得將其相對之葉片揭開或合近，以變更配諧電路之電容量。此種較準手續，往往施行於 550, 600, 700, 840 及 1120 K.C. 五個週率，如第 45 圖。

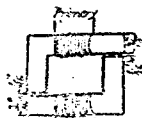


第45圖 葉片之用途

33. 不配諧之射電週率放大器

凡收音機需要更大之放大，而不必增加其選擇性時，可用一級不配諧之射電放大器，置於其間。其利益在於無需配諧，而得加高收音機之靈敏度。

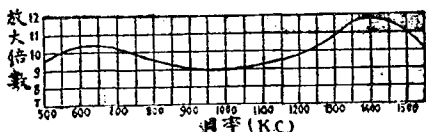
第46圖為一不配諧式射電週變壓器之構造，用於廣播週率，頗適為宜。原線圈有160圈，副線圈有130圈。銅線為40號漆包線。兩線圈係分別捲於半吋之紙管上，而於其中套一L形之鐵心。鐵心由120片及厚為3呎 (Mil) (1)



第46圖 不配諧的射電週率變壓器

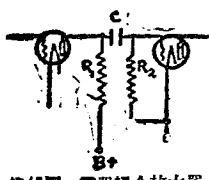
(1) 一呎等於千分之一吋。

之硅鋼片 (Silicon Steel Shee
r) 疊成。兩鐵心間，具有長為
 $\frac{1}{16}$ 吋之空氣隙 (Air Gap)，
以免鐵心受真空管屏電流之影



第47圖 不配諧變壓器之放大曲線

響，達於飽和。第47圖表示該變壓器與一'24-A 真空管合用時，所得之電
壓放大曲線。

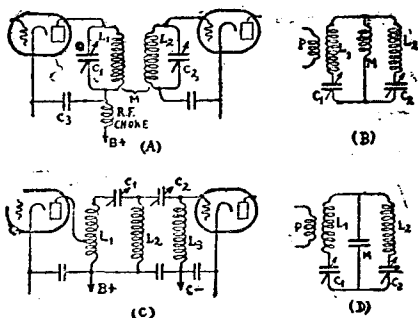


第48圖 電阻耦合放大器

適用。

34. 兩個耦合配諧電
路之變壓器 新式廣播收
音機之射電或中週率變壓器，
大抵由兩個配諧電路，耦合而
成。耦合之方法甚多。其在第
49圖 A中，係藉兩線圈之互感
量M，在圖B及C中，則用一耦

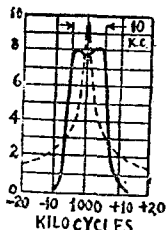
另一不配諧之射電週率放大器，為第48圖
所示之電阻耦合 (Resistance Coupling) 放大器
其在廣播業務中，已完全廢棄不用。但對於調幅週
帶甚寬，如電視 (Television) 接收機之類，則頗為



第49圖 配諧耦合電路

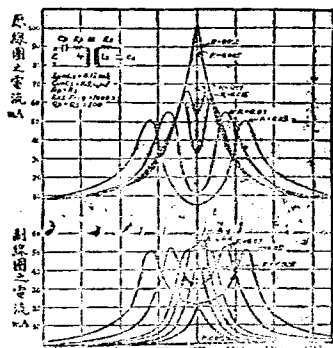
合線圈M。又圖D之耦合，稱為電容式的。

由此等放大器所獲得之選擇性，往往較單個配諧
電路為佳，(如第50圖)。為使讀者易於明瞭此種變
壓器之構造起見，茲先將耦合電路之原理，從略述之如
次。

第50圖 兩個配諧電
路之選擇特性線

35. 同週率耦合電路之特性 今若以第49

圖 A 所示之 $L_1 C_1$ 及 $L_2 C_2$ 兩個配諧電路，調準於同一週率，而逐漸加大其耦合度，則原副兩線圈中之電流，有如第 51 圖所示之各種狀態。當耦合度甚小時 ($K=0.002$)，原副兩電路之諧振曲線，均極尖銳，且在同一諧振週率（即兩電路之共同週率）。加大耦合度，將使副線圈之電流增加，原線圈之電流減小。同時原線圈諧振曲線之頂部，又較無副線圈存在時為平。其理由因副線圈能供給一耦合總阻 (Coupled Impedance) 於原線圈。此總阻之作用，係減低諧點之電流，而增加其在諧點之兩旁者，故得如 $K=0.005$ 之曲線。至於耦合總阻之來源，則由於副線圈所產生之磁力線，於穿過原線圈時，能變更其特性所致。此外耦合總阻之性質，更隨副線圈所具之總阻性質而變。在諧振時，副線圈之總阻，為電阻式，故耦合總阻亦為電阻式。換言之，此時原線圈之電阻，在無形中，自行加大，而使其電流，隨之減小。在於較諧振點為低之週率，原電路有一電容式電抗，而耦合總阻為一磁感式電抗，故能互相相抵消，而使原線中之電流，為之增加。其在較諧振點為高之週率，所得結果，亦復相同，蓋原



第 51 圖 同週率耦合電路之特性

電路與耦合總阻之性質，亦為相反也，（原電路之電抗為磁感式，耦合總阻之性質為電容式）。此種情形，不論增加耦合度至若何程度，必繼續存在。及至諧振時之耦合電阻，適等於原線圈之電阻時，原電路將供給最大之電能於副電路，故副電路中之電流為最強，而稱此時之耦合，曰臨界耦合 ($K=0.1$)。另一種奇特之點，為原電路之諧振曲線，於此時能發現兩峯 (Double Hump)。其原因由於耦合總阻，適將該兩點之電抗，完全抵消，

而使之成諧振，故該兩點之電流，反較正常諧振點為強矣。經數算結果，知兩峯所具之週率為：

$$f_1 = \frac{f}{\sqrt{1+K}} \quad , \quad f_2 = \frac{f}{\sqrt{1-K}} \quad (3)$$

其中 f 為兩電路之共同配諧週率， K 為其耦合度。由此式知耦合度愈大，兩峯之相距必愈遠 ($K=0.015$, $K=0.03$, $K=0.05$ 等)。

觀之前述各種情形，可知若欲利用兩個配諧電路，作射電週率變壓器之用，則必須選擇適當之耦合度。其值往往由實驗規定。在第38節中，將有更詳細之研究，茲從略不及。

至於變更耦合之方法，則隨線路之構造，稍有差別。例如在第 3 圖^o中，可變更 L_1 及 L_2 之距離以獲得之。在圖 B 或 C 中，則為變更線圈 M 之圈數。但因 M 又為原電路 $L_1 C_1$ 及副電路 $L_2 C_2$ 之一份子，故每次更動 M 時，必須同時更動 L_1 及 L_2 之圈數，使配諧週率，不出額定之圈範方可。此外在圖 AD 中，若變更耦合電容器 C 之容量，亦須同時更動 L_1 及 L_2 之圈數。但此電路，有一特別優點，即就同一電容量言，其耦合度係隨週率之增加而減小，(因週率愈高，電容抗愈小之故)。但配諧電路之放大效用 $(\frac{2\pi fL}{R})$ ，則又隨週率而增加，結果將使收音機，具有更為均等之靈敏度，故為射電週率放大器所常用也。至於中週率變壓器，則以採用第 46 圖 A 之線路為多。

36. 不同週率耦合電路之特性 在前所述者，係原副兩電路，諧配於同一週率，所有之情形。若兩電路之配諧週率，並不盡同 (例如偏移副電路之電容量)，則其情形，更為複雜。所得結果，約如第 52 圖所示，即原副各曲線之兩峯，將完全不等，而失去通帶濾波器之效用。因此設在中週率變壓器中之電容器，不可任意亂動，以免發生此種失諧之弊病；致

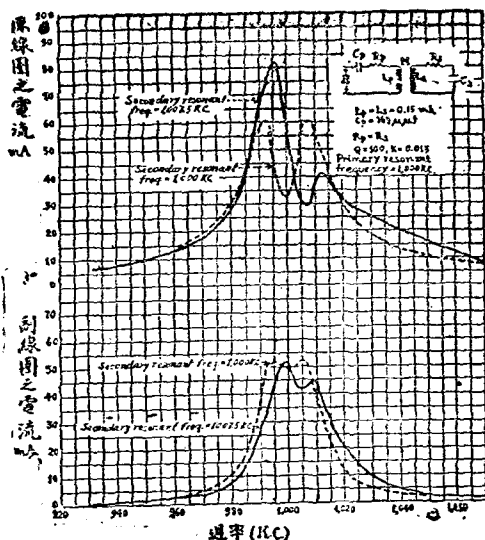
影響及於收音機之選擇性與靈敏度。

37. 中週率放大器
中週率放大器，為超外式收音機之一種特殊設備。其構造與性質，與射電週率配諧式放大器相彷彿，故先述之，以免將來再敘之勞。

廣播收音機所用之中週率，大抵為 175 K C。但於新式之長短波

收音機中，亦有用至 465 K. C. 者。此外歐洲所用之廣播波長，最長能至 2000 米（約 150 K. C.），故中週率更有用 50 或 60 K. C. 者。(1)

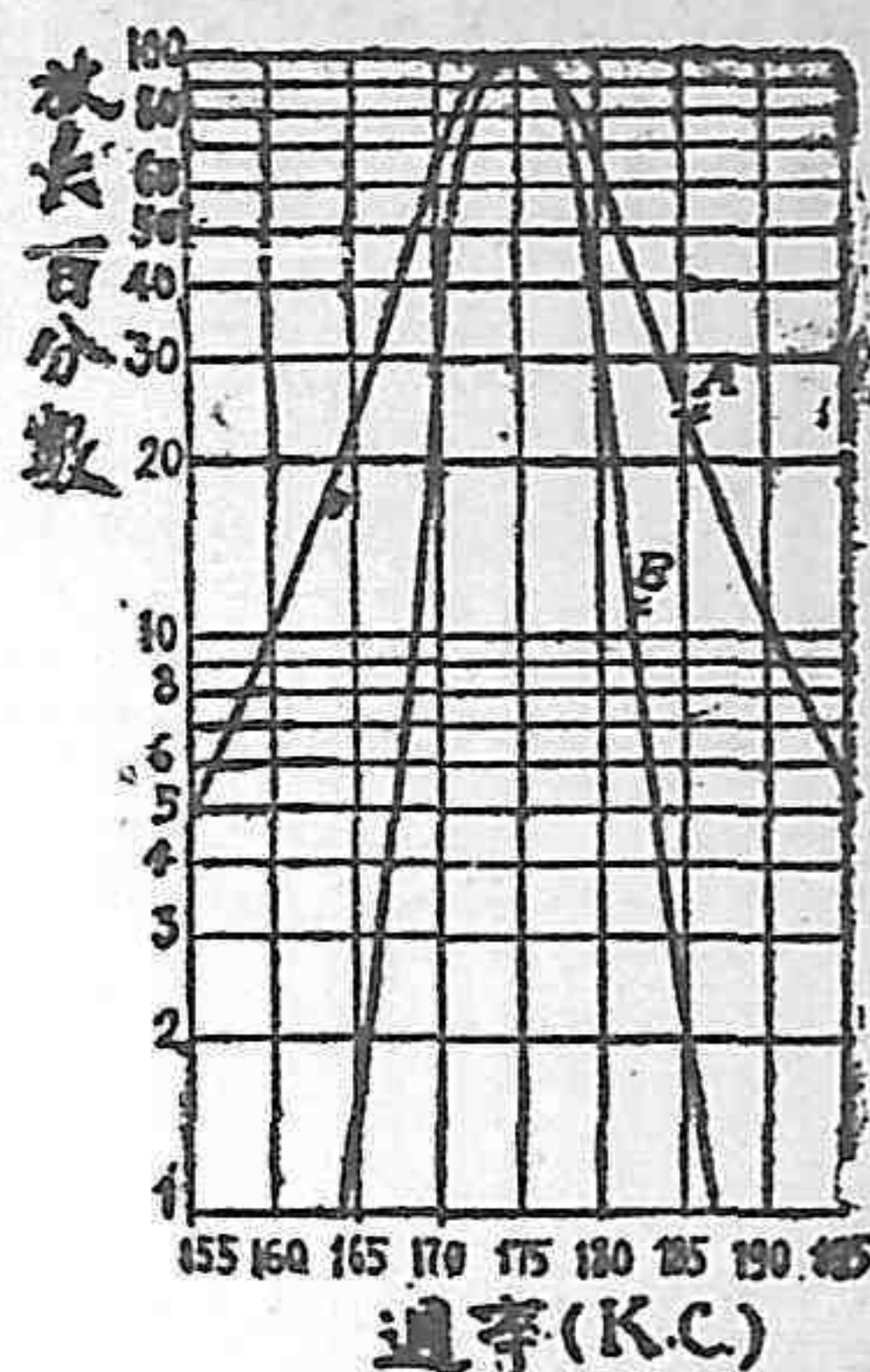
中週率放大部份之構造，往往具有 2 或 3 變壓器及 1 或 2 只放大管。放大管幾一律採用射電週率五極管，如 58, 78, 6 D6 等。在價值高貴之收音機，往往用兩級中週率放大，即三只變壓器。其在小型 (Midgettype) 中，大抵用一級，即兩只變壓器。中週率變壓器，以第 49 圖 A 所示之兩個配諧耦合電路為最多。其可通週帶之寬度，隨所需之真實度而異。普通約為 10 K C. (即最高之收音週率，以 5000 週/秒為限)。但於高真實度之收音機中，往往擴展至於 15 K. C. 或更寬者。該等放大器之週率，既不隨收音機之配諧而變，故變壓器之構造，應採用較大之 L, C 比數，俾獲得更大之放大倍數。



第52圖 不同週率耦合電路之特性

(1) 凡中週率愈低，收音機之選擇性亦愈佳。

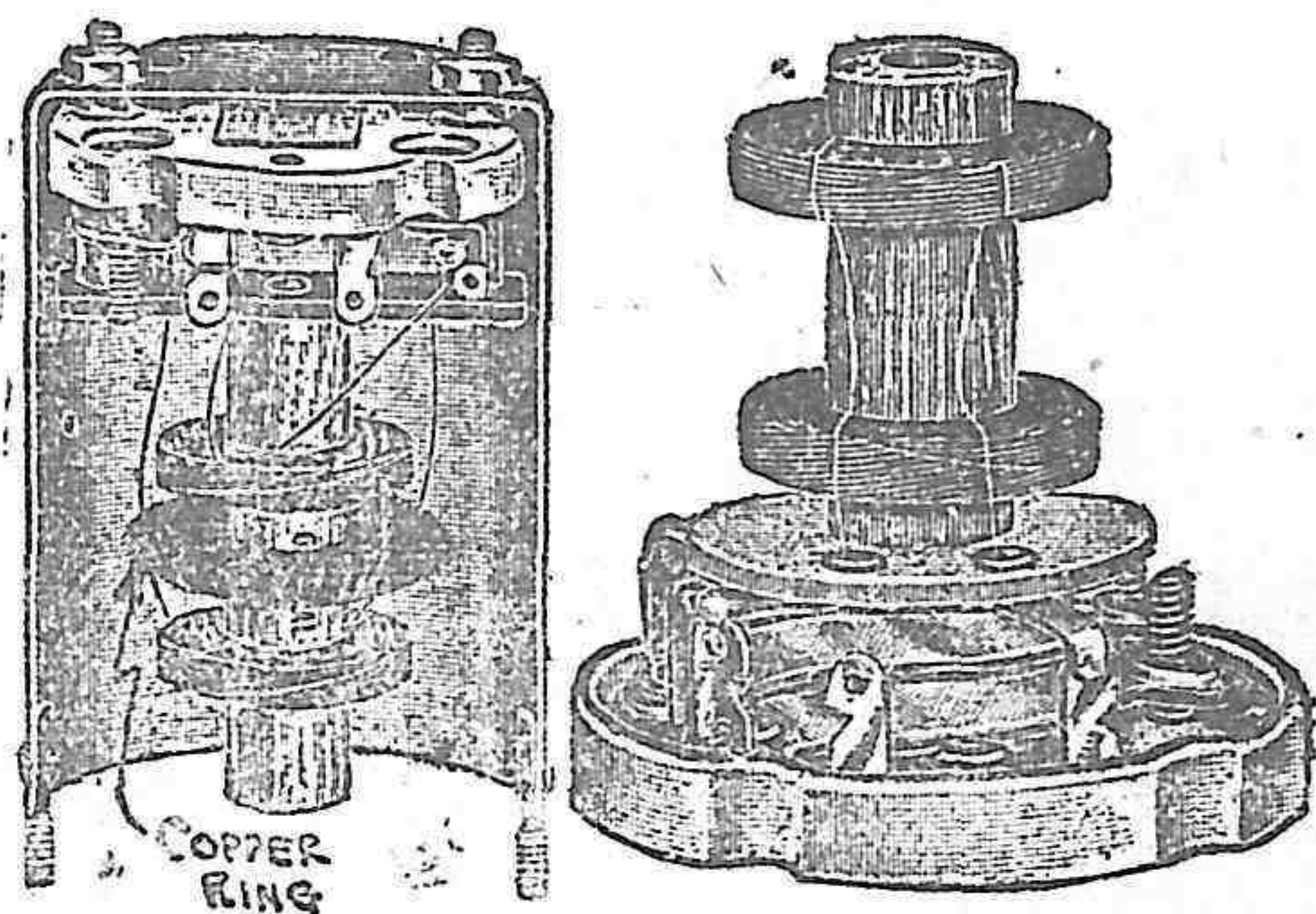
第 53 圖之曲線 A，係表示一級中週率放大器之選擇特性線。B 則為應用兩級之結果。由兩只變壓器及一只真空管所得之電壓放大倍數，約為 5000 之譜。若用三只變壓器及兩只真空管，則此倍數，可直達 15000 或 30000。以如是巨大之放大，實難使真空管之工作，趨於穩定狀態。故實用上，往往故意將放大器，略為減低，以免發生振盪之弊病。



第 53 圖 中週率放大器之選擇特性線

38. 中週率變壓器 第 54 圖為中週率變壓器之一種。其構造大抵為兩個普通捲法或

蜂房式 (Honeycomb) 線圈。兩圈線係合裝於一木棍或紙管上。一線圈連真



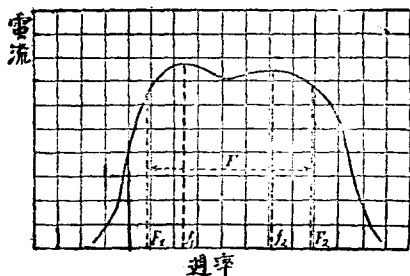
第 54 圖 中週率變壓器

空管之屏電路，他線圈則接至次管之柵極。兩線圈之耦合度，由彼此間之距離規定。若欲收音機之選擇特性線，近於第 5 圖 D 所示之理想曲線，則兩線圈必須相距甚遠。為減小此距離起見，有時可於兩線圈

間，置一銅片，以減小由一線圈達彼線圈之磁力線。同時又可將銅片偏折，以求獲得適當之互感量。木棍之一端，往往裝有一瓷板。板之面上，置有兩可變電容器，以作配諧之用。此種電容器，大抵為壓縮式 (Compression Type)，由兩導片及一雲母片構成。其最大電容量，約為 100 至 200 μf 。其構造

應極堅牢可靠，使電容量一經校準後，不致自行變更。中週率變壓器，通常均置在金屬罩內，以保障其安全，並兼作靜電隔離之用。罩之頂部，有兩小孔，以備在匣外校準上述兩電容器之用。

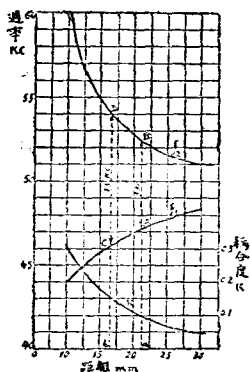
中週率變壓器之諧振曲線，大抵如第 55 圖所示。其中 f_1 及 f_2 ，為兩



第55圖 中週率變壓器之選擇特性線

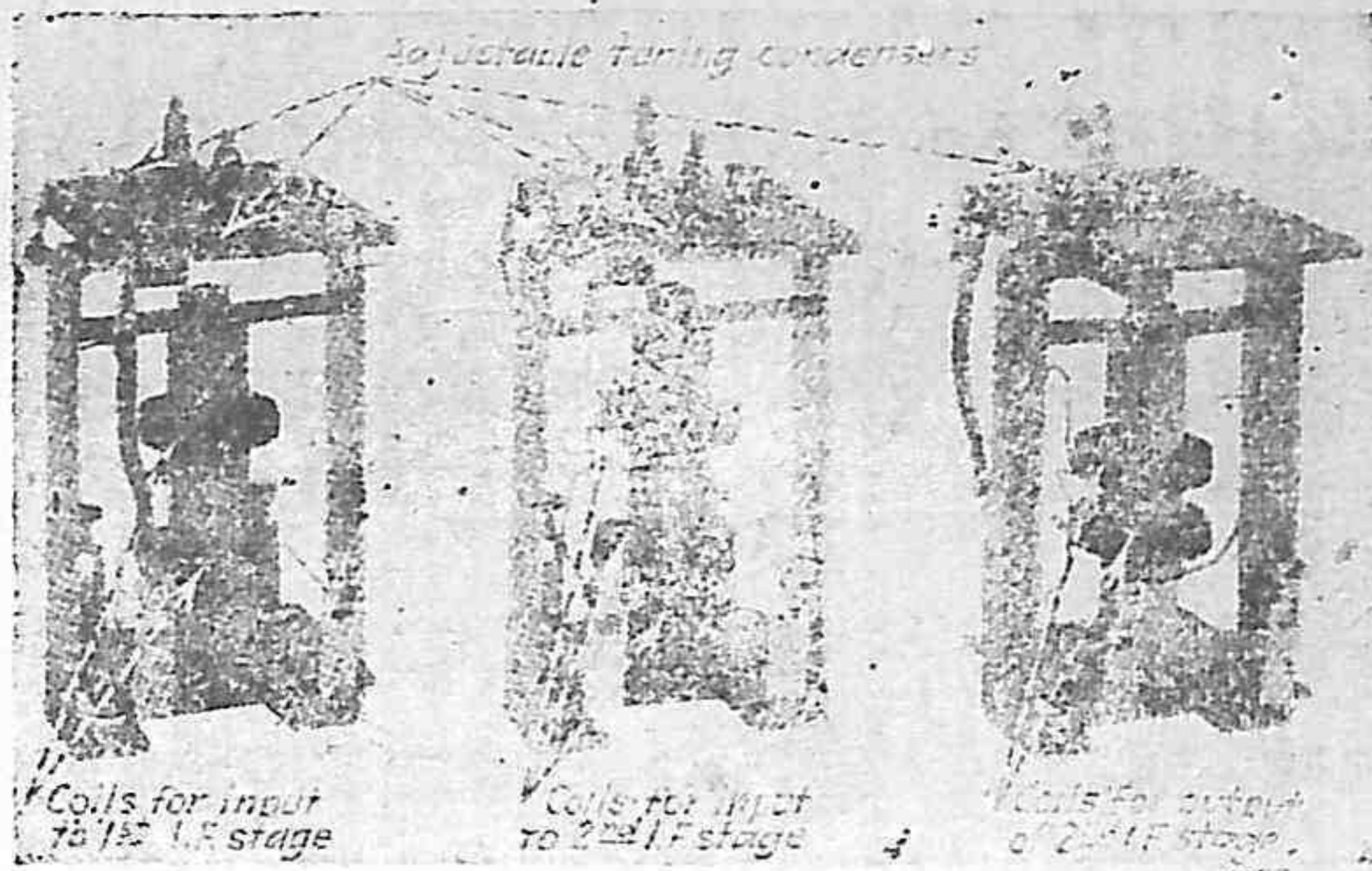
電流峯所具之週率。視圖知欲獲得較佳之選擇性，必須使欲通過帶之寬度 F ，較 $f_2 - f_1$ 之差數稍大。經實驗結果，知 $f_2 - f_1$ ，約需等於 $\frac{F}{2}$ 。因此變壓器之線圈距離，得由下列之方法規定之。先用實驗方法，畫兩條 f_1 及 f_2 隨距離變遷之曲線，如

第 56 圖。該兩曲線間之垂直距離，即代表 $f_2 - f_1$ 之差數。因此若假定所需求之週帶寬度為 10 K.C.，則 $f_2 - f_1$ 應等於 5 K.C.。在此兩曲線上，取 $AB = 5$ K.C.，而將其引長至於與橫軸相遇，則 $oa = 21$ mm，即為所求之距離。今若欲使週帶寬度為 15 K.C.，則依同樣方法，取 $CD = 7.5$ K.C.，而求得兩線圈之距離，為 $ob = 16.5$ mm。但實用上，為改善選擇性起見，往往使各級變壓器之距離，不盡相同（第 57 圖）。通常第一級之距離，大抵較其他各級為大。

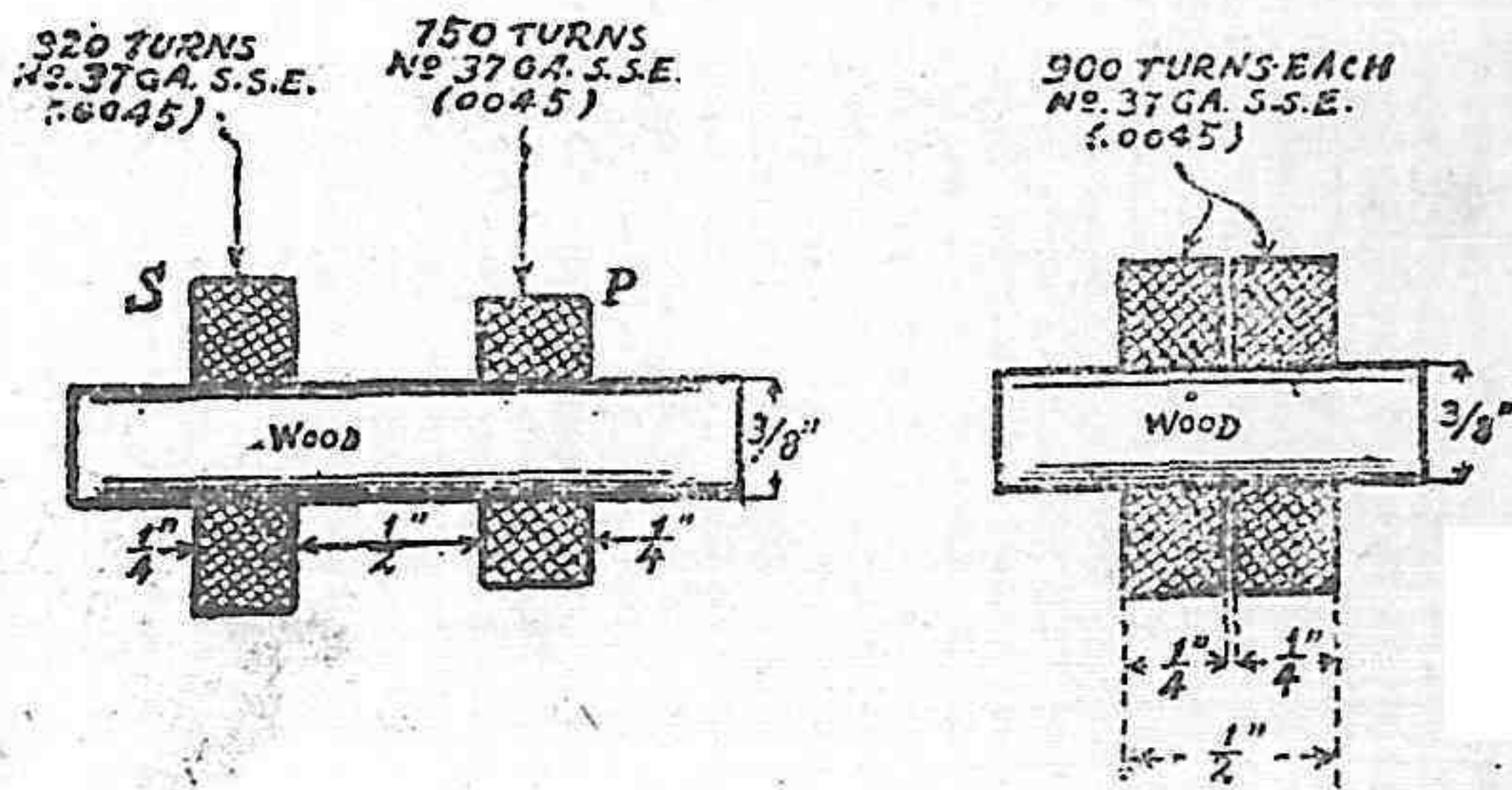


第56圖 規定線圈距離之方法

中週率變壓器之圈數，係隨所用週率而變。第 58 圖所示者，為用於 175 K.C. 之中週率放大器。A 為第一級之構造，B 則用於第二級者。



第57圖 各級中週率放大器所用之變壓器



(A) 第一中週率變壓器

(B) 第二中週率變壓器

第58圖 中週率變壓器之構造

39. 選擇性可變之中週率放大器

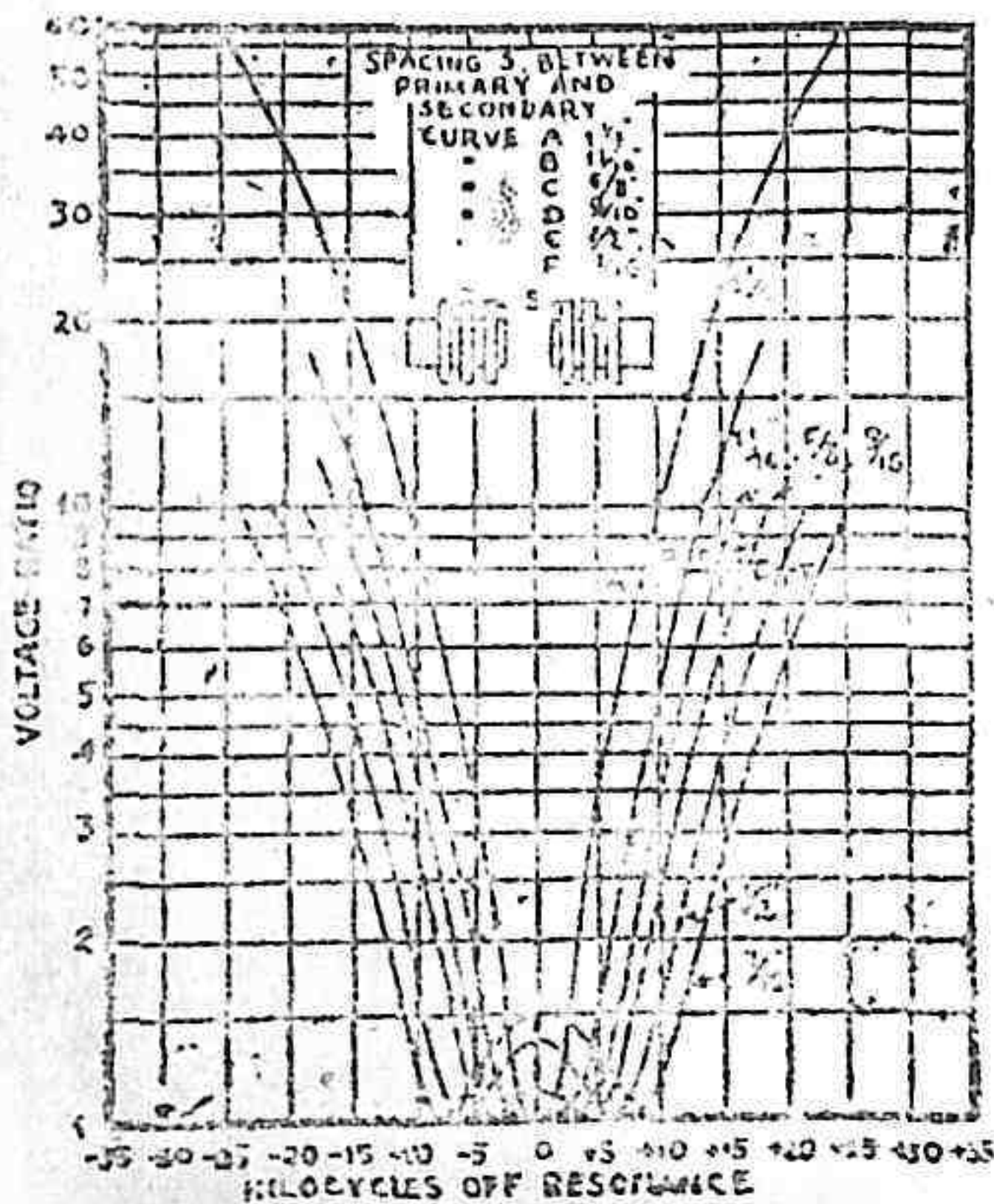
吾人知超外式收音機之選擇性與真實度，均出於中週率放大器。但此兩特性之性質，又適為相反。若選擇性太尖銳，則真實度必受影響。反之，若真實度推求過甚，則選擇性又甚劣。因此中週率變壓器之構造，祇能採取一種折衷辦法，使所任通過之週帶寬度，一方面具有相當之真實度，他方面又不妨礙收音機之選擇性。準此原則，普通收音機所採用之邊帶週率寬度，往往不超出 10K.C. (即以 5000 週秒為最高調幅週率)。但限制調幅週率於5000週秒，尚不足以言最佳之真實度，故在音質特優之收音機中，往往將邊帶週率之寬度，擴展至於 15 K.C. (即以

7500 週/秒為最高調幅週率)。具有如此寬度之收音機，用於電台林立之區，(如上海情形)，勢必發生干擾。此外各種天電雜聲之週率，大抵處於 4000 至 13000 週秒之間，故加大寬度，對於接收遠地電台，亦將發生困難。因此無線電工程家又主張採用選擇性可變之中週率放大器。其理由如下：若中週率放大器之邊帶週率，得任意伸縮者，則於接收本地電台，而無干擾時，可將週帶儘量放寬，以求獲得最佳之真實度。其在擾亂極盛或接收遠地電台時，又將週帶縮狹，以增加收機之音選擇性。如是收音機之效用，必更見優異矣。

變更週帶寬度之方法甚多。最簡單者，係使中週率變壓器原副兩線圈之距離為可變的，如第 59 圖。第 60 圖表示此種變壓器在各種距離所具之選擇特性線。另一變更週帶寬度之方法，如第 61 圖所示。係在中週率變壓器之旁，加一吸收線圈 T。此線圈與一電容器 C₃ 及一 7000 至 9000 歐姆之可變電阻 R_t 串聯。當電阻最大時，電能之吸收甚小，收音機之選擇性，約具有 3000

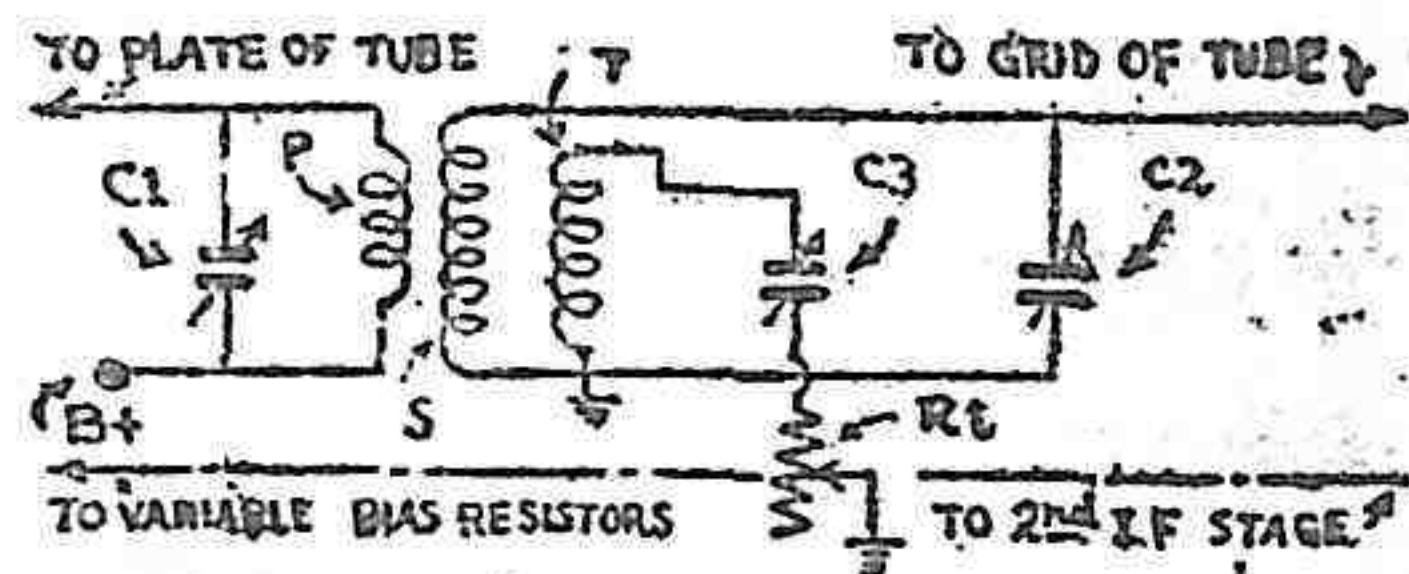


第59圖 耦合度可變之中週率變壓器

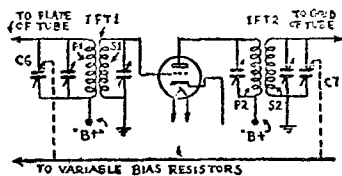


第60圖 可變耦合之中週率變壓器之選擇特性線

週/秒之寬度。反之，減小電阻 R_t，因吸收作用加大，故週帶寬度，逐漸展開，而能達於 7,500 週秒之最高真實度。尚有第三種方法，係在中週率

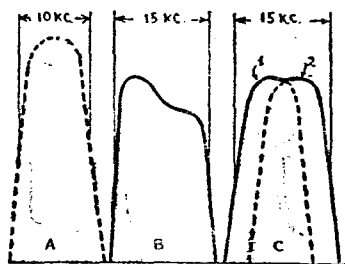


第61圖 用吸收方法增加收音機之真實度



第62圖 用失諧方法增加收音機之真實度

者，可由第 63 圖所示之曲線解釋之。A 為未加電容器前之選擇性。B 為祇加電容器 C_6 ，而無 C_7 之情形。C 為 C_6 C_7 完全加入後之結果。此結果（即實線曲線），係由 C_6 之曲線 1 及 C_7 之曲線 2，合併造成故也。



第63圖 失諧程度對於放寬週帶之影響

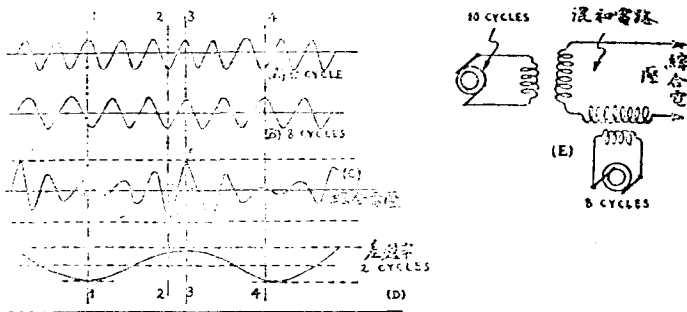
第三章 換週器

40. 換週器之種類 換週器 (Frequency Converter)，亦稱混和電路 (Mixer Circuit)，為超外式收音機之主要部份，其任務專為將外來信號之週率，變換成中週率是也。其構造可分兩種。一係應用差週率 (Beat Frequency) 之效應。一係根據調幅 (Modulation) 之原理。前者大抵用兩只真空管，一為本地振盪器 (Local Oscillator)，他為第一檢波器 (First Detector)。至於在後者之設備中，則並無檢波器，而由一多極真空管，兼司調幅及混和兩種工作。

41. 差週率之作用 今設有兩個等幅交流電壓，而假定其週率，一為 10 週/秒，一為 8 週/秒 (如第 64 圖 A 及 B)。若將此兩電壓，輸入於一

放大器之兩變壓器的輸入與輸出端，加兩只極小的可變電容器 C_6 ， C_7 ，如第 62 圖。此兩電容器，應連於同一轉軸，使 I. F. T. 1 及 I. F. T. 2，具有相等之失諧程度。其所以必須應用兩只電容器

混和電路，如圖E，則彼此間可發生差週率作用，而產生一個 $10-8=2$ 週/秒之差週率。產生差週之理由，得由下列之簡單說法言之。



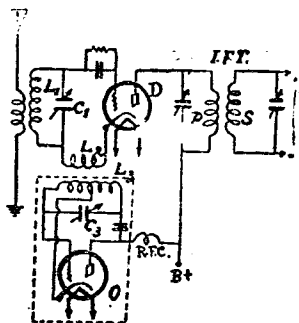
第44圖 差週率之意義

例如在直線 1-1 之時期，10週之電壓為正，而8週之電壓為負，故兩相消滅，得一極小之綜合正值電壓 ab (曲線 C)。少頃在 2-2 時，該兩電壓，成經過其最大負值，故綜合電壓亦為負而最大 (cd)。再前，至於 3-3，兩單個電壓俱為正，故綜合電壓，經過其最大正值 ef。他如在 4-4 線，10週之電壓，有一最大負值，而8週則經過其最大正值，故綜合電壓，幾等於零。由此知兩等幅交流電壓之和，得變成一不等幅之另一交流電壓。此綜合電壓，並具有下列之兩種特性。第一，其週率係等於兩單個週率之平均數。其在所列之比檢中，為 $\frac{10+8}{2}=9$ 週/秒。第二，其幅係依照兩單個週率之差數，作正弦式 (Sine) 的變遷 (如圖D)。

換週器之作用：即根據上述之原理造成。今設以載波週率為1000K.C.之信號，與一1175K.C.之本埠振盪電壓混合，則其結果，第一，係產生一週率為 $\frac{1000+1175}{2}=1087.5$ K. C.之高週率電壓，第二，其幅係照 $1175-1000=175$ K. C.之週率而變。今若再將此電壓，加以檢波，則載波之週率，即變成 175 K. C. (如圖 D)。此間所應注意者，為欲達到換週之目的，必須將混合電壓檢

被。否則，若無此檢波器，則所得者，仍為一與信號週率相差無幾之高週率電壓，不生作用也。在前所述者，係就信號與本地振盪之電壓，均為等幅者而言。若信號為調幅波，則所得結果，亦屬相同，惟中週率電壓，係被調幅而已。

第 65 圖為一最簡單之換週器構造。其間 O 為振盪管，D 為檢波管。外來之信號電壓，係由配諧電路 $L_1 C_1$ ，直接輸入於檢波管之柵極。至於由 O 產生之本地振盪電壓，則藉 L_2 及 L_3 之互感作用，傳至該檢波管，而與信號混合。此外由屏極輸出之中週率電流，係通過中週率變壓器 I. F. T. 之原線圈 P，而次第傳至下設之各放大管。



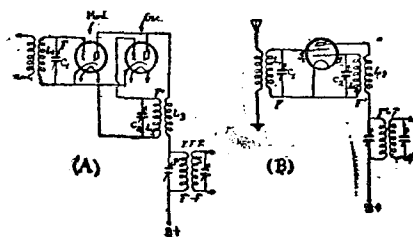
第 65 圖 換週器之組織

42. 調幅換週器 吾人知週率為

F 之射電週率電流，經成音電流之週率 f 調幅後，可得 F ， $F-f$ ， $F+f$ 三個週率。其中 F 為載波週率， $F+f$ 及 $F-f$ 為兩個邊帶週率。此係播音之原理，而為在前已經述及者也。今若以一射電週率 F' 作調幅電流，則所得結果，亦必相同。即於混合電路之輸出處，可獲得， F ， $F+F'$ ， $F'-F$ 三個週率。且此三個週率，因具有甚大之差數，故極易由濾波方法，使其互相分離。其用於換週器者，即為 $F'-F$ 之週率是也。

第 66 圖 A 表示調幅換週器之構造。其中 Osc 為振盪管，Mod 為調幅管。外來之信號電壓，係由配諧電路 $L_1 C_1$ 輸入，而加於調幅管之柵極上。調幅與振盪兩管之屏極，係直接相連，故調幅管之屏電壓，除直流電源外，尚有在 L_3 兩端所具之本地高週率電壓。如其屏極之輸出電流，即被本地振盪週率 F' 調幅，而產生 F ， $F+F'$ ， $F'-F$ 三個週率。其中 $F'-F$ 之週率，更受變壓器 I. F. T 之配諧，而得由下設各放大管放大之。至於 F 及 $F'+F$

兩週率，則因不與變壓器配諧，故得完全摒棄。



第6圖 調幅換週器

今若將兩屏極，合而為一，而在調幅管中，另加一柵極 g_2 ，作振盪之用，則得如圖 B 所示之兩柵 (Double Grid) 管換週器。此種換週器，在歐洲曾一度盛行。雖今日已被三柵及五柵等管淘汰，但以之解釋調幅

換週器之原理，頗為簡便。約言之，此種真空管之換週作用，實由於絲極所放射之電子流，係受柵極 g_2 上之週率 F' 調幅所致。

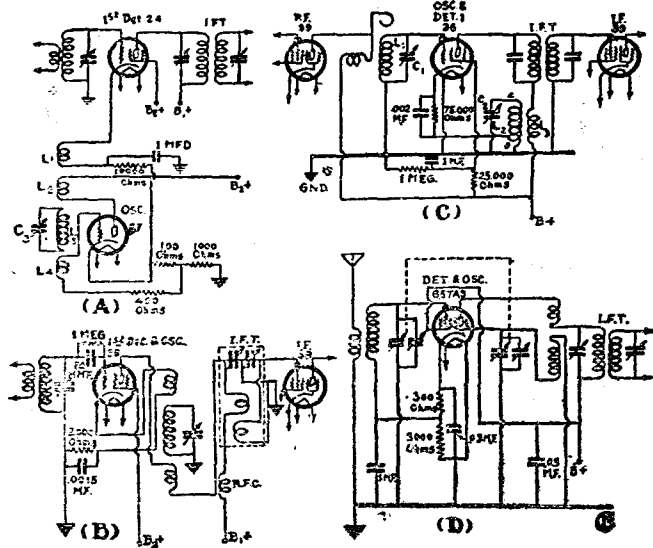
調幅換週之特點，在於無需將混台電流檢波。故在前述之線路中，並無柵漏及柵電容器也。此外依調幅之原理，可證明調幅之現象，係由兩電流之相乘而得。至於差週率之作用，則為兩電流相加之結果。故調幅換週器，大抵具有較高之靈敏度。(但其實際現象，極為複雜，必須借重高深數學，方可表出其作用)

43. 振盪器 振盪器 (Oscillator) 為換週器亦即超外式收音機之主要部份。其週率應具有一甚廣可變範圍，使與各信號產生一定之中週率。

真空管產生振盪之理由，出於屏柵兩電路，互相回授電能所致。當屏極回授給於柵極之能量，超過一定限值時，因柵電壓一再受真空管放大，至於無需由外界輸入，而能自行供給。此為真空管自生振盪之由來也。至於此電壓之週率，則由振盪電路規定。但其強度，係隨真空管之特性，全部電路消耗電能之多寡，以及回授程度之大小等而異。回授之方法甚多。或藉真空管屏柵間之內容量 (第 18 節)，或利用屏柵兩線圈之磁感耦合 (第 65 圖之 L_2 及 L_3)，或於屏柵兩電路間，接一耦合電容器，均無不可。但各種振盪電路，對於換週器，並非一律適用。最要之點，在於振盪器之週率，不可隨其他電路之配諧程

度而變。普通往往使振盪器，由磁感方法，與第一檢波器之柵絲圈或陰極回路相耦合。蓋惟有此種方法，可將反應程度，減至最小也。

第67圖係表示數種習用換週器之構造。在圖A中， L_2 、 L_3 、 L_4 ，及 C_3 為振盪部份。其產生振盪之情形如下：在線圈 L_2 中所得之電壓變遷，先感應及於振盪電路 L_3 C_3 。再由 L_3 及 L_4 之互感作用，回授達於柵極。柵電壓既生變化，屏電流復隨之而變，如是循環作用，可使 L_3 C_3 維持振盪不息。此電壓復經由線圈 L_4 及10000歐姆之電阻(1)，輸入於檢波管之柵極。圖B之作用，與圖A相似。惟振盪及檢波兩種工作，係由一管完成。在圖C中，係將振盪電路 L_2 C_2 及配諧電路 L_1 C_1 接成串聯，而置在真空管之柵電路中。但因信



第67圖 各種換週線路

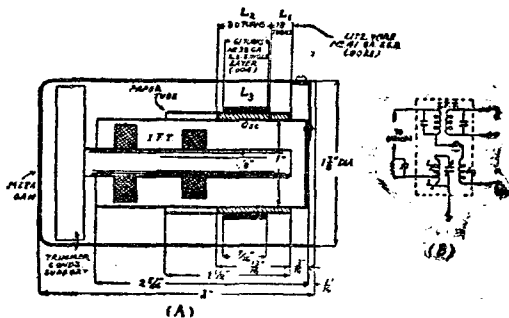
- (1) 係作檢波管柵極固定負電壓之用。至於振盪管之柵極，則由 100 歐姆之電阻供給。又 1000 歐姆之電阻，係作振盪與檢波兩管間耦合之用。蓋振盪管之屏流，可通過其間。但其兩端所產生之電壓，又如加在檢波管之柵極上。

號週率，與本地振盪週率，相差無幾，若以陰極接至振盪電路之 a 點，則真空管可在 $L_1 C_1$ 所配諧之信號週率，發生振盪，而完全失去換週之效用。欲免除此種反應弊病，必須將陰極之回線，接於 L_1 之中間一點 O。圖 D 為一三柵管換週線路。其間以屏極及穩定柵，作振盪之用。蓋穩定柵有控制屏電流之作用，今既於其上，加一高週率電壓，則信號電流，即被此週率調幅矣。故此種線路，實為一調幅換週器也。

振盪器之設計，關係超外式收音機之全部效用甚多。其應具之條件，有下列之數種：第一，週率應極端穩定。第二，不可產生副週率。第三，輸出電工率，在全部配諧範圍內，宜一律均等。第四，放射電能最小。第五，不影響其他配諧電路之工作。

輸入於檢波管柵極之振盪電壓，普通約為 5v。有時復故意使振盪器之輸出電工率，不全均等，藉以加強收音機缺乏靈敏度之數段週率的功效。此外檢波器之屏柵各極，應具相當電壓，使於加入本地振盪及強信號電壓時，不致產生柵電流，而引起失真。

44. 振盪線圈 振盪線圈之構造，頗為簡單。第 68 圖表示其中之一種。屏線圈約有 61 圈，振盪線圈為 98 圈。兩者合繞於一吋之紙管上。為節省地位起見，振盪線圈，大抵與第一中週率變壓器，合裝於一金屬罩內。此金屬罩又有防止電波放射之效用。



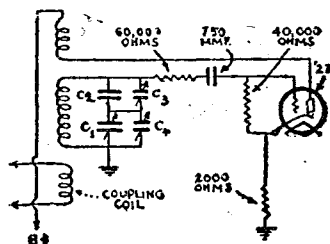
第 68 圖 振盪線圈之構造

45. 超外式收音機之單鈕配諧問題 普通本地振盪之週率，往往較信號週率為高。因此若假定中週率為 175 K. C.，則對於全部廣播週帶 (550至1500 K. C.)，振盪器所具之率週範圍，應在 $550+175=725$ K. C. 及 $1,500+175=1675$ K. C. 之間。由此可知振盪電容器之度數，不能與其他配諧電容器相等。故超外式收音機之單鈕配諧問題，較之射電配諧式，更為困難。通常有下列之三種方法，可以保持換週器之固定週差。

法之最簡單者，係應用一種直線週率 (Straight line frequency) (1) 之同動電容器，而將用於振盪器之活動部份，稍行偏移，使其與其他射電配諧電容器，具一相當電容差數，以獲得所需之週差。此方法之缺點，在於電容器之有用範圍，為之減小。而對於較高之中週率，將完全不能適用。

另一方法，係使各電容器，仍排成一行，惟將振盪部份之動片，製成一種特殊狀態，以維持所需之固定週差。但其製造與調準手續，勢必甚煩，而所費亦必較同一式樣之電容器為大，故用者甚少。

第三方法，為通常所習用者。其間之射電放大及振盪器，係採用同一式樣及容量相等之電容器。至於兩者間所需之固定週差，則藉振盪電路之一種特殊組織以獲得之。此種電路之構造，如第69圖所示。 C_1 為主要配諧電容器。 C_2 為與其串聯之固定電容器，稱曰排整電容器 (Tracking Condenser) 又 C_3 及 C_4 為串聯及補整兩電容器之補整小電容器。此四只電容器所具之容量，略如下表 (係用於中週率為 175 K. C. 者)。



第69圖 超外式收音機之振盪電路

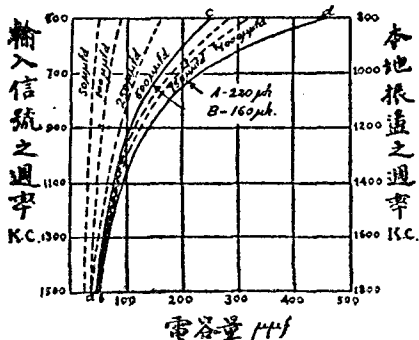
| | |
|---------------|--------------------------------|
| 主要配諧電容器 C_1 | $15 \mu\mu f$ 至 $350 \mu\mu f$ |
| 固定串聯電容器 C_2 | $750 \mu\mu f$ |

(1) 即電容器之度數，與週率成正比例者。

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| 串聯補整電容器 C_3 | 15 μf 至 70 μf |
| 配諧補整電容器 C_4 | 5 μf 至 40 μf |
| 射電配諧線圈之自感係數 | 270 μh . |
| 振盪線圈之自感係數 | 215 μh . |

此種電路，對於任何形狀之同動電容器，不論其為直線週率，中線 (Midline) 或直線容量 (Straight Line Capacity)，均能適用。其原理可由下列之比喻說明之。

今設有一換週器，其射電週率配諧電路之特性，為線圈之自感係數，等於 220 μh ，可變電容器之最大容量，等於 500 μf 。此電路在廣播週帶內 (假定為 500 至 1500 K. C.)，所具之各種電容值，如第 70 圖之曲線 A 所示。今欲使此換週器，輸出 300 K. C. 之中週率。故振盪週率之範圍，應為 800 至 1800 K. C. 為獲得此配諧範圍起見，吾人用一 160 μh 之振盪線圈，及一 500 μf 之可變電容器。依同樣方法，吾人可將振盪器，在各種週率所具之電容值，畫成一曲線如 B。由此兩曲線，可知欲保持 300 K. C. 之固定中週率，振盪及配諧兩電容器之容量差數，在全部廣播週帶內，不能相等。其在高的週率



第70圖 求串聯電容量值之方法

一端，此差數約為 3 μf (ab)，而在低的週率，則竟能超過 200 μf (cd)。因此振盪及配諧兩電容器，實不能合連一軸，而使之同時配諧也。今若使振盪電容器 C_1 ，另與一固定電容器 C_2 串聯，如第 69 圖，則就同一振盪週率言， C_1 之度數，必與未加入 C_2 時，完全不同。依串聯

電容器之公式：

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

吾人可計算此時 C_1 應有之值。反之，若欲使 C_1 之容量，與射電週率配諧電路所具者相等，（即以之合連一軸，而實行單鈕配諧問題），則祇須選擇適當之 C_2 值，使 C 與未加入 C_2 前之 C_1 值相等即可。今若變更 C_2 之值，使其次第為 1000, 750, 500, 250 μmf ，則對於每個 C_2 之值，吾人可畫一振盪週率隨 C_1 度數變遷之曲綫，（即用虛綫所示者）。其中之一，即 $C_2 = \{0\} \mu\text{mf}$ 者，視圖知其適與第一次所求得之曲綫 B 吻合。故此時 C_1 得與射電週率配諧電容器，合連一軸，而使單鈕配諧問題，隨之解決矣。例如欲收之信號週率為 500 K. C.。由曲綫 A，可求得配諧電容器之容量，應為 460 μmf 。同時由曲綫 B，可求得振盪電路之電容量，應為 245 μmf 。但振盪電容器，既與配諧電容器合連一軸， C_1 亦等於 460 μmf 。故此時振盪電路之電容量，應為：（由一 60 μmf 之可變電容器及一 500 μmf 之固定電容器，串聯而成）。

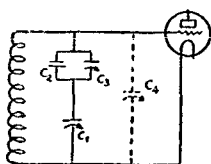
$$C = \frac{460 \times 500}{460 + 500} = 240 \mu\text{mf}$$

較之前述之 245 μmf ，實屬相差無幾。至於其他度數之容量，亦可依同樣方法求出如下表：

| 信號週率 | 射電週率配諧電路之電容量 | 無串聯電容器時之振盪電容量 | 具有 500 μmf 之串聯電容器時之振盪電容量 |
|------|--------------|---------------|-------------------------------------|
| | A | B | B' |
| 500 | 460 | 245 | 240 |
| 700 | 235 | 159 | 160 |
| 900 | 142 | 110 | 110 |
| 1100 | 95 | 80 | 80 |
| 1300 | 68 | 61 | 60 |
| 1500 | 51 | 48 | 46 |

(1) 按無阻容量，包括檢圖之分佈容量，檢線間之不規則容量等。

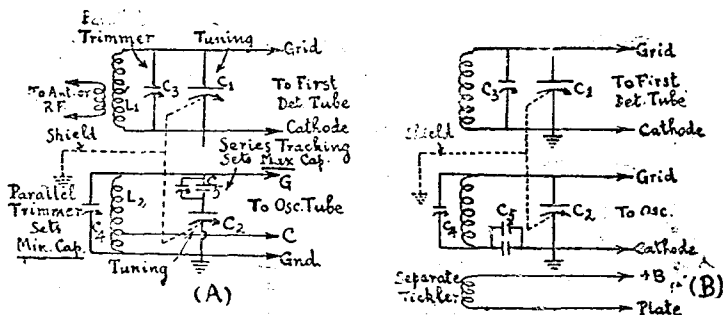
由此表，可知B及B'兩曲線，實際上不能完全相合。為糾正此種弊病起



第71圖 串聯及並聯電容器之用途

見，另於 C_2 之兩端，加一補整電容器 C_3 。在實用上，若電路之雜亂容量 (Stray Capacities) 頗小，則祇用 C_3 補整已足。否則另須加一補整電容器 C_4 於 C_2 及 C_1 之間(第71圖)。又 C_2 之容量，係隨所用之中週率及振盪圈之自感係數等而異。

第72圖表示實用之兩個單鈕配諧電路。其中 C_1 及 C_2 為同動配諧電容器， C_3 及 C_4 為其補整電容器。又 C_5 為振盪電路之排整電容器。下表指中週率為45°至46°K.C.時， C_5 所具之約值。其中 C_1 及 C_2 之最大容量為350 μMf 。



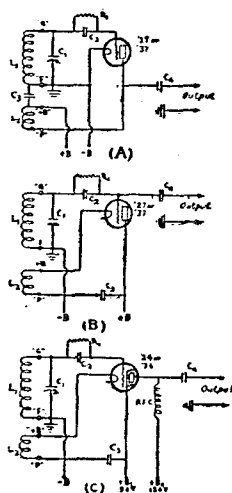
| 週率範圍 | L1 | L2 | C5 | 備考 |
|-------------|-------------------|--------------------|--------------------|----|
| 0.5-1.5 MC. | 240 μH | 130 μH | 425 μMf | 廣播 |
| 1.5-4.0 MC. | 32 μH | 25 μH | 115 μMf | 短波 |
| 4-10 MC. | 4.5 μH | 4 μH | 28 μMf | 短波 |
| 10-25 MC. | 0.8 μH | 0.75 μH | 無用 | 短波 |

第72圖 兩個實用單鈕配諧電路

46. 電子耦合振盪器 振盪器之主要條件，為其所產生之週率，穩定不變。但實際上，以其必須與檢波器，由磁感或電容方法相耦合，故振盪

器之週率，往往受檢波器之影響，而不能完全保持不變，惟振盪週率之變動，足使收音機之輸出音量，時大時小，甚為不宜。因此近年更有電子耦合振盪器(Electron Coupled Oscillator)之發明，以減小此種弊病。

電子耦合振盪器之線路，與普通振盪器所用者，完全不同。第73圖 A 表示一個普通回授式振盪電路。若將斷路電容器 C_3 改接於 -B 及屏極之間(圖B)，則其工作情形，仍屬不變。惟屏極之射電週率電壓，則變為零。故若欲將振盪電壓，傳送至於檢波管，則必須由振盪管之柵極，接一電容器 C_4 以獲得之。所謂電子耦合振盪器者，其構造與此相似。通常大抵用一幀柵管。其間係以控制柵及幀柵，作振盪之用。而使射電週率電壓自其屏極輸出，如圖C。此種振盪器異於普通振盪器之點，在其幀柵極之高週率電壓為零。故屏柵兩極之作用，得完全互相隔離，不致發生反應之弊病。至其利益，則為週率既得保持不變，而同時本地振盪之放射，亦減至最小限度。

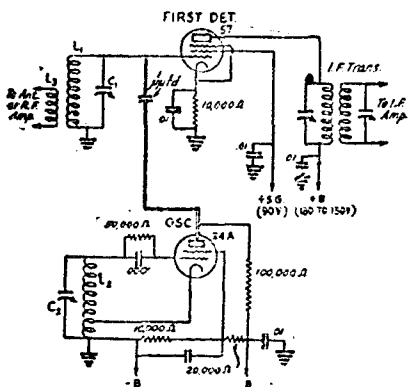


第73圖 電子耦合振盪器

47. 各種新式換週線路 為保持本地振盪週率之穩定起見，新式收音機之換週器，大抵用兩只真空管，分任檢波與振盪之職。振盪電路，幾一致採用電子耦合式。真空管以幀柵式為多。蓋屏與幀柵極，對於電源電壓之變遷，有互相抵消作用，故輸出週率，較為穩定。下列各圖，為此等換週器之線路。

第74圖稱為柵極灌射法(Grid Injection System)。其間 L_1 C_1 為信號輸入電路， L_2 C_2 為本地振盪電路。振盪管之輸出電壓，由一容量極小之電容器，輸入於檢波管之柵極。因輸入及振盪電壓，同時加於一柵上，故祇須其總

和,不超過柵極固定負電壓,換過器之換過利益(Conversion Gain)⁽¹⁾,及其輸入選擇性(Input Selectivity),大抵頗佳。

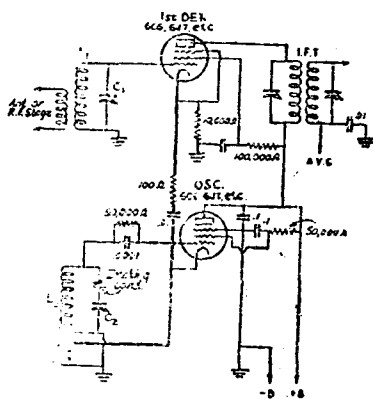


第74圖 柵極注射法

穩定柵滲射法 (Suppressor Grid Injection)及障柵滲射法 (Screen Grid Injection),蓋振盪電壓,係由檢波管之穩定柵或障柵輸入也。此兩法所需之振盪電壓較大,但其強度,並不若前者之受有限制。在穩定柵滲射法中,因檢波管之穩定柵上,有一頗大負電壓(由振盪管之柵極電阻供給),故屏總阻係甚低,不能獲得極大之中過率輸出電壓,至於障柵滲射法,則無此種現象,所得結果較佳。

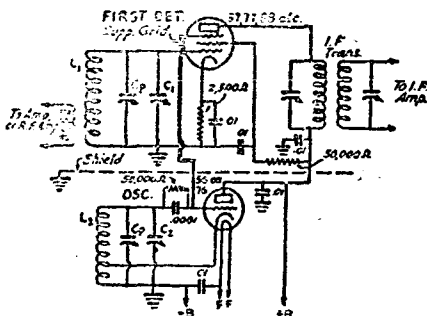
在第75圖中,振盪電壓,係由反應線圈 L3. 輸入於檢波管之陰極,故稱為陰極滲射法 (Cathode Injection System),視圖,知此電壓,係與輸入電壓成串聯,故為一種柵極調幅。圖中之 100Ω 電阻及 $0.01\mu\text{f}$ 電容器,係用於減小檢波器之反應作用。

第76及77兩圖,分別稱為

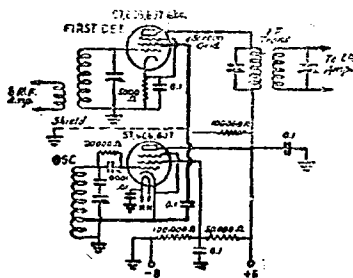


第75圖 陰極滲射法

(1) 換過利益,為輸出之中過率電壓與輸入之信號電壓之比數。

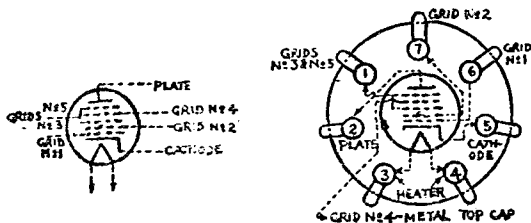


第76圖 固定極權射法



第77圖 極權極流射法

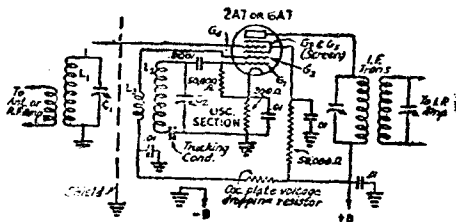
48. 五柵換週管 五柵管為當今認為最適用之一種換週管，蓋以其兼有調幅及電子耦合等電路之利益也。第78圖表示此種真空管，如2A7, 6A7等之構造。其間共有五柵，一屏，及一陰極，故為一七極管（Heptode）。五



第78圖 五柵換週管

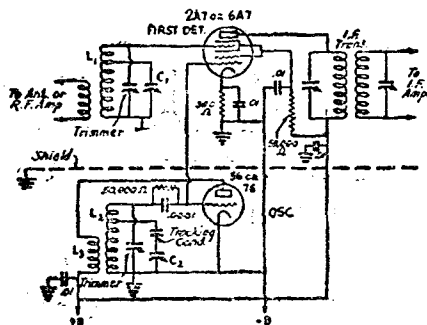
柵之作用如下：柵1 (Grid No. 1) 為振盪部份之控制柵。柵2為振盪器之屏極，故又稱為陽極柵 (Anode Grid)。外來之信號，由柵4輸入，稱曰調幅柵 (Modulator Grid)。柵3柵4在管內自相連接，其作用猶如普通轉柵管之轉柵極，所以使柵4與其他各極隔離，並增加真空管之放大效用。簡言之，五柵管實為一只三極與一只四極合組之複式真空管也。

第79圖表示五柵管之換過線路。柵1及柵2係用於產生振盪電流。其線路為一普通回授式電路。由陰極放出之電子流，先經此振盪電流調幅後，再達於柵3。但柵3連正電壓，故能吸引此電子流，並加大其速度，使達於柵4。同時外來之信號，由柵4輸入，故電子流達該極後，由調幅換過之作用，在屏電路



第79圖 五柵管換過器

輸出一中週率電壓，此即五柵管換過之原理也。此種換過器之利益，在於換過效率及輸入選擇性，均為頗高。但此線路，用於高的週率，不甚合宜。蓋一

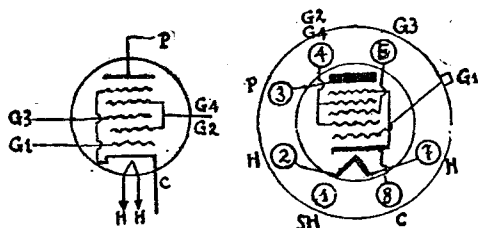


第80圖 用於短波之五柵換過器

則其振盪流，往往隨週率之增高而減小。再則，其振盪與換過部份間，具有一種空間電荷之耦合 (Space Charge Coupling)，可使振盪週率，隨檢波器之配諧而變。若欲消除此等弊病，則振盪電流，應由另一獨立之真空管產生

如第80圖。其間之五柵管，係專司混和之責。

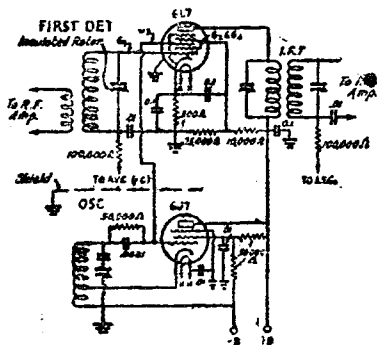
49. 五柵混和管 新式收音機所用之 6L7 式 (1) 五柵混和管 (Pentagrid Mixer Tube), 為當今理想中最完美之一種換週管。蓋以其既無空間電荷之弊病, 且因其屏總阻較高, 換週效率, 亦較他法為佳。此管之構造, 如第 81 圖所示。雖亦有五柵, 但與前述之五柵換週管不同。簡言之, 為一射電



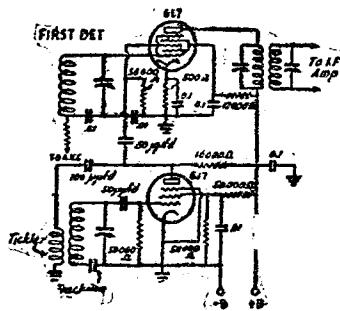
第 81 圖 五柵混和管

週率五極放大管, 而多一耦合柵極 (Coupling Grid)。外來信號, 由 G1 輸入, 為該管之控制柵極。G2 G4 在管內相連, 為五極管之極柵極。G5 為穩定柵, 在管內與陰極相連, 所餘之 G3 即為耦合柵, 用於引入振盪電壓, 而完成

換週之作用。第 82 及 83 兩圖為用 6L7 混和管作換週之兩種線路。



第 82 圖 6L7 混和管換週線路之一



第 83 圖 6L7 混和管換週線路之二

50. 超外式收音機之干擾問題 在超外式收音機中, 往往具有數種為配諧式收音機所無之干擾。此種干擾, 大抵於換週時產生。茲得從略述之如次:

1. 影射週率之干擾。設 f_0 為收音機之本地振盪週率, IF 為其所採用之中週率, 則依換週原理, 凡外來信號, 具有 $f_0 + IF$ 或 $f_0 - IF$ 之週率者, 均得與本地振盪之週率 f_0 發生週差, 而通過中週率放大器。例如 $f_0 = 1175$ K. C., $IF = 175$ K. C., 則週率等於 1000 K. C. 或 1350 K. C. 之信號, 均將變成 175 K. C. 之中週率, 而受中週率放大器, 同樣放大無疑。此種干擾, 稱為影射週率之干擾 (Image-Frequency Interference)。避免之道, 頗為簡

易，祇須在第一檢波器之前，加一節選擇性優良之濾波器，或一級射電週率配諧式放大器，俾欲收與干擾信號，得互相分離可也。普通因振盪週率，大抵較信號週率為高，故產生影射干擾之信號，其週率為 $f_s + 2IF$ ，其中 f_s 為欲收信號之週率， IF 為中週率。例如在前述之比喻中，若假定欲收信號之週率為 1000 K. C.，則影射週率為 $1000 + 2 \times 175 = 1350$ K. C.。

2. 振盪副週率之干擾。設 f_0 為振盪器之主週率(Fundamental Frequency)，則凡信號之週率，等於 $2f_0 \pm IF$ 者，均得與振盪器之第二副週率(Second Harmonics)，產生週差，而發生干擾。例如 $f_0 = 650$ K. C.，其第二副週率為 $2 \times 650 = 1300$ K. C.。在此情形，凡信號週率之等於 1475 或 1125 K. C. 者，均得與此第二副週率發生 175 K. C. 之週差，而引起干擾。此種干擾，往往亦能藉檢波器前所置之配諧電路而減小之。

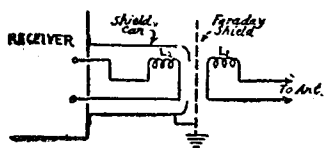
3. 兩信號彼此間之干擾。若有週率差數，適與中週率相等之兩信號，同時輸入於第一檢波管之柵極，則經檢波後，必同時通過中週率放大器，而將引起干擾。避免方法，亦唯有在檢波器之前，設置相當配諧電路，使兩信號不致同時達於檢波管方可。

4. 第二檢波器之副週率干擾。中週率經第二檢波器後，往往產生甚多之副週率。若其中之一，具有相當強度，而同授至於收音機之信號輸入電路，則往往可引起干擾，在中週率為 175 K. C. 之收音機中，此種干擾，大抵在 700, 875, 1050, 1225 K. C. 等配諧度，常能遇到。避免之道，應將第二檢波器用金屬罩，妥為隔離。

51. 前置選擇放大器 準前述，如欲避免影射週率之干擾，必須在第一檢波器之前，設置數節選擇性極佳之配諧電路。因此若第16節所述之前置選擇器，對於超外式收音機，用之最宜。此種選擇器，雖可增加信號對雜聲之比數(Signal to Noise Ratio)甚多，但因信號強度，同時為之損減，故

不及於檢波器前，多加一級射週率配諧式放大器為優。此放大器稱為前置選擇放大器 (Pre-Selector Amplifier)。其主要目的，在於減小影射週率之干擾，故其與天線線圈所作之耦合，往往甚疏也。

普通收音機，往往與天線頗近，故彼此間又能發生電容耦合，而使信號，不經過前置選擇器，竟直達檢波管之柵極。如是前述之各種干擾，又將重行



第84圖 避免直接輸入之方法

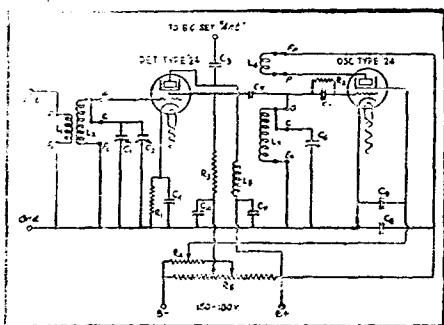
發現，甚為不宜。若欲祛除此種弊病，則應於天線線圈，及收音機之輸入電路間，加一靜電隔離網，如第84圖⁽¹⁾。此網之任務，專司靜電隔離，而非電磁隔離，故不

能用普通銅版或銅絲網，以免產生渦流電之損失。其構造大抵由甚多之並行金屬絲結成。惟各絲應互相絕緣，而祇有一點通地也。

52. 短波接續器 若欲由廣播收音機，接收短波信號，則祇須在其前面，加一短波換週器，而將廣播機用作中週率及成音週率放大器即可。此種換週器，稱為短波接續器 (Short Wave Adapter)。其構造甚簡單，凡前述之各種換週線路，均能適用。第 85 圖所示者，為其中之一種。此器係採用 24 式真空管兩只。兩管之任務，為一作振盪，他作檢波。振盪器之輸出電壓，係經由電容器 C_5 ，達於電阻 R_3 之兩端。但此電阻，又接於檢波管之幃柵電路內，故能使該管之屏流，受振盪週率之調幅，而獲得換週之目的。此種換週方法，稱為幃柵極調幅 (Screen Grid Modulation)，可使振盪器之週率，不受檢波管之配諧程度而變，故用於短波，極稱適宜。此外又可將 C_1 及 C_2 兩電容器之動片，合連一軸，而實行單鈕配諧之方法。至於振盪之強弱，則可由變更振盪管之幃柵電壓獲得之 (R_4)。此器之電源，或由外界供給，或取自廣播機，均無不可。合用時，祇須由廣播機出四個接頭，其中以兩個供給接續器之絲

(1) 此種設備，在接收之短波收音機中常用之。

極電流，其餘兩個，則爲 B- 及 B+。在使用時，更須將接續器之一輸出端 (C₃)，與廣播機之“Ant”接頭相連。至於地線接頭，則不必相連。蓋廣播機之 B- 頭，或絲極之一端，大抵已經通地也。此機各部所需用之材料，均由第 85 圖下部之附註，詳細表明，無庸贅述。惟短波之週帶寬度，較廣播週帶，所大甚多，故必須應用數個綫圈，方可全將週



— SCHEMATIC CIRCUIT OF THE CONVERTER

- C₁ — 50 μ fd. condenser, National SE-50
 C₂ — 15 μ fd. midist condenser, National STE-17
 C₃ — 500 μ fd. Sangamo mica condenser
 C₄ — C₅, C₆, C₇, C₈ — 0.01 μ fd. Sangamo mica condensers
 C₉ — 40 μ fd. Sangamo mica condenser
 C₁₀ — 60 μ fd. condenser, National SF-60
 C₁₁ — 100 μ fd. Sangamo mica condenser
 R₁ — 5000 ohms, Continental Carbon 2-watt size
 R₂ — 100,000 ohms, Continental Carbon 2-watt size
 R₃ — 25,000 ohms, Continental Carbon 2-watt size
 R₄ — 100,000-ohm potentiometer, Electrad No. 5 Super-Tonafrol
 R₅ — 20,000 ohms, Electrad C-200 with 2 extra clips
 L₁ — Arisano Coil
 L₂ — Detector Grid Coil
 L₃ — Oscillator Grid Coil
 L₄ — Oscillator Plate Coil
 L₅ — 85-mh choke, Samson No. 85
 F₁ — National Type HS

Coil terminal letters indicate base connections: F₁ is filament terminal nearest cathode; F₂ is filament terminal nearest plate

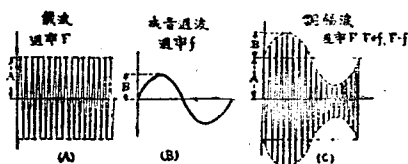
第85圖 短波接續器

帶羅致。在本機中，各綫圈均繞於1 $\frac{1}{2}$ 吋之膠木管上。所用銅綫，一律爲雙紗包。其號數，爲配譜電路20或22號，回授綫爲32號。各綫圈之圈數及其所能達到之週率範圍，如下表：

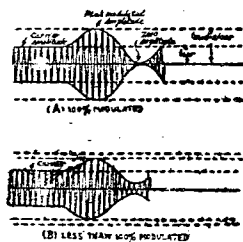
| 線圈 號數 | 信號週率 K. C. | 振盪器 | | | 檢波器 | | |
|----------|---------------|------------------|-------|----------------|-----------------|-------|----------------|
| | | L ₃ | | L ₄ | L ₂ | | L ₁ |
| | | 圈數 | 每吋之圈數 | 圈數 | 圈數 | 每吋之圈數 | 圈數 |
| 1 | 3400—5450 | 27 $\frac{1}{2}$ | 20 | 16 | 44 | 靠緊 | 16 |
| 2 | 5000—7750 | 18 | 15 | 13 | 26 | 20 | 18 |
| 3 | 7350—11,200 | 12 $\frac{1}{2}$ | 10 | 10 | 15 | 15 | 10 |
| 4 | 10,600—15,800 | 7 | 10 | 8 | 9 $\frac{1}{2}$ | 10 | 8 |

第四章 檢波

53. 調幅與還幅 今設有一幅度為 A ，週率為 F 之等幅高週電流，如第86圖 A。若使此電流之幅，依照圖 B 所示之幅度為 B 週率為 f 之成音電流而變，則得一調幅波 (Modulated wave) 如圖 C。無線電話之電波，即為調幅波之一種。惟調幅包覆綫 (Modulation Envelope)，並不像圖 B 之正弦曲綫，而為入語或音樂所造成之成音週波。比數 $\frac{B}{A} = M$ ，稱為調幅因數 (Modulation Factor) 或調幅百分數 (Percentage of Modulation)。調幅因數之最大值为 1 ($A = B$)，或稱其為 100% 之調幅，而有如第 87 圖 A 所示之狀態。反之，若調幅百分數，不及 100%，則有圖如 B。



第86圖 調幅波之成因

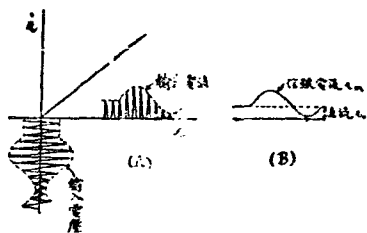


第87圖 調幅因數對調幅波狀之關係

感應於收音天綫中之電流，其狀態必與播音台所發出者相同。若以此種電流，直接輸入於耳機或揚聲器中，則不能使之成聲。其理由有三。第一，耳機與揚聲器，具有甚大總阻，不能使射電週率電流通過。第二，設或能通過，則因薄膜具有機械惰性，甚難追隨此極高週率而振動。第三，即使薄膜能振動，亦將因週率過高，絕非吾人之耳所可聞。所謂檢波或還幅 (Demodulation) 者，係設法取消調幅波之高週率，而使之變為成音電流是也。故檢波實為任何收音機所不可缺小之設備也。

欲得還幅，甚為簡單。祇須將輸入之射電週率電流，通過一種具有單方

向導電性之物體即可。蓋如是輸出電流，祇在一個單方向通過，其平均值，並

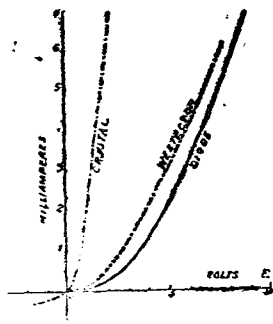


第88圖 檢波之作用

不若輸入電波之為零，而由一直流 i_0 及一與輸入波調幅包圍綫相似之音電流 i_m ，相加而成，(第88圖A及B)。當此種電流通過耳機時，其成音部份 i_m ，將使薄膜振動，放出欲收之音。至於直流 i_0 ，則祇可加強耳機

之固定磁場，但不能使薄膜振動，故調幅工作，遂於此完成矣。直流 i_0 之來源，係從載波電流經檢波後所得。凡播音台之電力愈大，其值必愈強。此層極關重要，願讀者注意及之。

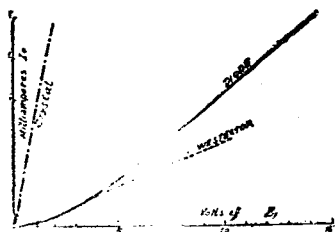
54. 檢波器之種類與特性 具有如第88圖所示特性之物體，為實用上所不可得者。普通檢波器，如礦石，兩極管，Westector (即鍍化銅)等之特性綫，大抵如第89圖所示。在原點 O 附近處之電流，係屬甚小。但稍過即上升頗速，(在計算中，往往以此部份，視作拋物綫或指數曲綫)。既而為類似直綫部份。最後則至於飽和，或因熱度過高，致使電流受有限制，(在圖中並未指出)。要之，此種曲綫之狀態，頗相類似。所不同者，為礦石特性綫之斜度，較其餘兩檢波器為大。換言之，礦石之內電阻，較其他檢波器為小是也。就直綫部份言，礦石之內電阻，約為300歐姆。至於其餘兩檢波器，則有1500歐姆之譜。此外在電壓較低部份，後者之電阻，較前者所大更多。



第89圖 檢波器之直流特性綫

在前所述者，係指檢波器上，加有直流電壓之情形而言。若所輸入者為

一週率 F 之射電週率電壓 E_F ，則準前述，知檢波器中，有一平均直流電流 I_0 通過其間。此電流與輸入電壓 E_F 之變遷情形，必與第89圖所示之各曲線相似。其結果如第90圖所示。雖電流之平均值，較89圖為小，但曲線之狀態，則較為挺直。今若再假定電壓 E_F ，更受一週率為 f 之成音電流調幅，則在檢波器之輸出中，除直流 I_0 外，更有一成音電流 I_f 。此成音電流，即為吾人所欲求者。其值大抵隨 E_F 及調幅因數 M 而增加，但未必互成正比例。若更欲使其與 M 成正比例，則輸入電壓不可過高，且其工作點，應在特性線之直線部份。



第90圖 檢波器之工作特性線

各種檢波器中，以礦石之失真為最小。惜不能接受過強之電流，故其應用範圍，頗受限制。當今認為最適用之檢波器，應推三極管。蓋其靈敏度與穩定性，勝於礦石甚多也。

各種檢波器中，以礦石之失真為最小。惜不能接受過強之電流，故其應用範圍，頗受限制。當今認為最適用之檢波器，應推三極管。蓋其靈敏度與穩定性，勝於礦石甚多也。

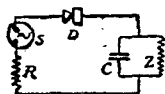
就所依據之特性線，指定為 E_g-I_p 或 E_g-I_g ，三極管檢波器，可分屏電路檢波 (Plate Circuit Detection) 及柵電路檢波 (Grid Circuit Detection) 兩種。此外檢波器，更得隨輸入信號之強弱，分為微信號 (Weak Signal) 或強力檢波器 (Power Detectors)。強力檢波器之工作，為其輸出電流之變遷，係與輸入電壓成正比例，故又稱為直線檢波器 (Linear Detectors)。至於微信號檢波器，則輸出電流，係與輸入電壓之平方成正比例，故稱為平方律檢波器 (Square Law Detectors)。在昔收音機不具自動音量控制之時，強力檢波器，已頗稱適用。但自利用檢波器之輸出，控制射電或中週率放大管之柵電壓後，則非有極大之輸入電壓不可。普通約需 $15v$ 或更大之載波電壓。若以如是巨大電壓，加於前述之各檢波管柵極上，則無一不至過荷，而引起

失真。其能適合此種情形之檢波器，惟有兩極管與鍍化銅。故廢棄已久之兩極管檢波器，又於今日盛行矣。

檢波器之輸出電流狀態，應與輸入電波完全相似，方可不致失真。若輸出電流中，具有輸入電波所無之週率，則稱為波幅失真(Amplitude Distortion)。若其強度，更隨調幅週率而變，則稱為週率失真(Frequency Distortion)。此外檢波器又能變更各調幅週率間之相位，是謂相位失真(Phase Distortion)。

55. 檢波器之工作 在討論各種檢波線路之前，吾人先將檢波器之工作情形，及其應具之特性，加以說明。蓋此種特性，為任何檢波器所必須有者。明乎此，則一切檢波線路之構造與用途，即不難了解。

第91圖表示一普通檢波器之相等線路。其中S為輸入信號之電源，而以R代表其內電阻(Internal Resistance)。在廣播收音機中，S為一射電率



第91圖 檢波器之相等線路

F及一成音週率 f 合組而成之調幅波。此電波經檢波器D後，在接受器Z中(耳機或變壓器之原線圈)，輸出一成音電流 I_f 。所複雜者，為在此檢波線路中，同時

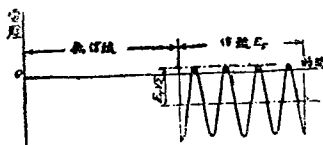
有 F, f, o (即直流)三種不同週率之電流通過。而 R, D, Z 對此三種電流所具之總阻(Impedance)，則又完全不同。茲特將其情形，從略述之如次：

第一，輸入部份，大抵為一配諧電路。此電路對於週率 F 之總阻 R_F ，往往甚大(普通約有數萬或數十萬歐姆)，故檢波器對於 F 所具之總阻 D_F ，亦應甚大。蓋否則檢波器，即不能盡量利用所輸入之有用電壓，而配諧電路之選擇性，亦將為之減弱矣(1)。所幸者，此配諧電路對於 f 及 o 兩週率之總阻，往往甚小，故其存在，尚不致影響及於直流或成音電流之強度。

(1) 因檢波器D之電阻，對射電週率言，係與配諧電路並聯。若其值過小，可增加配諧電路之串聯電阻，而影響及於該電路之選擇性。

第二，總阻 Z 係用於接受檢波器輸出之成音電流，故其對於 f 之總阻 Zf ，隨所求目的之為最大電工率（耳機或揚聲器），或最大電壓（接成音放大器），應等於或超過檢波器對此週率所具之總阻 Df 。但射電週率 F 之電流，亦能通過 Z ，而 Z 對於 F 所具之總阻，又往往甚大，如是射電週率電流，將在 Z 中產生一電壓降，而使加於檢波器之有用電壓，為之減小甚多。為祛除此種弊病起見，另於 Z 之兩端，連一電容器 C ，使射電電流，直接通過其間，而不致在 Z 中降落。但 C 之容量，亦不宜過大。否則高的成音週率，將在 C Z 自行消耗，而能影響及於收音機之真實度。 C 之電容量，普通約為 $.001$ 至 $.002 \mu f$ 。

第三，在檢波器之輸出中，除成音電流外，尚有一直流，雜於其間（第89圖）。此直流係由載波經檢波後所得，而與成音電流，同時通過總阻 Z 。若波對於直流所具之總阻甚小，（例如 Z 為一變壓器，而原線圈之電阻，較檢波器所具者為小），則此直流，不發生任何中用，在檢波器中，並不覺有載波通過也。



第92圖 載波對於檢波器工作之影響

反之，若 Z 對於直流所具之總阻 Z ，為甚大，（例如 Z 為一大電阻），則在此電阻中，可產生一甚大之電壓降，而將檢波器之工作點，遷移至於一幾等於輸入電壓 E_F 之最大值（即 $E_F \sqrt{2}$ ）。在此情形，射電週率電流，將祇能在其每週之一極短期間通過（第92圖）。結果檢波器對於 F 之內電阻，為之增加，但於 Z 兩端所得之電壓，則大抵係與輸入電壓成正比例。換言之，檢波器之工作，將變成直線式矣。(1)

綜前所述，吾人得作如下之結論。

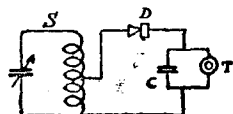
1. 檢波器之總阻，對於高週電流宜大。

(1) 因內電阻增加後，曲線之傾斜度即減小，故較為挺直。

2. 接受電路之總阻，對於成音電流宜大，射電週率宜小。

3. 若接受電路，對於直流，具有甚大電阻，則可增加檢波器對於高週率之內電阻，而使其工作，變為直線式。

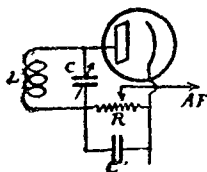
56. 礦石及養化銅檢波器 第93圖表示礦石檢波器之線路。所應注意者，為礦石之內電阻甚小。為減小高週電流之損失，並增加選擇性起見，應將檢波器騎接於配諧線圈之一部份。



第93圖 礦石檢波器

養化銅檢波器，係利用銅(Cu)及養化銅(CuO)不良接觸之特性。蓋電流祇得由養化銅至銅之方向通過，而不能在其反方向流動也。此種檢波器之利益，在於能接受頗大之電流，而不致產生過量之熱。其線路與用於礦石者相同，惟因內電阻較大，可不必十分顧慮配諧電路之影響。此外養化銅特性線之傾斜度，較礦石所具者為小，故對於微弱信號之檢波，頗不相宜。同時接受電路之電阻，亦不可過大。各種養化銅檢波器中，以英國製造之 Westector，最為適用，故有時簡稱之曰 Westector 檢波器。

57. 兩極管檢波器 兩極管或稱弗來明檢波器(Fleming valve Detector)者，為利用真空管作檢波之最先聲。其線路如第94圖所示。外來之



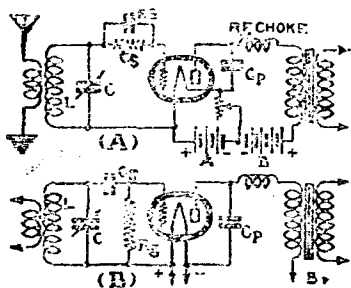
第94圖 兩極管檢波器

信號，係由配諧電路 LC 輸入，而加與真空管之屏絲兩極間。經檢波後，在電阻 R 兩端所產生之成音週率電壓，得用於供給下設之成音放大器。圖中之固定電容器 C'，所以任高週電流自由通過其間，使其不致在電阻 R 中降落。兩極管之內電阻，與 Westector 相近，但因消耗較小⁽¹⁾，故能將極微信號檢波。至其輸出電阻，亦較用於 Westector 為大，(直至數百萬歐姆)。

(1) 在 Westector，因各片間，具有頗大之電容量，故損失較大。

兩極管檢波器之缺點，在於無放大作用。故靈敏度，不及三極管為高，而使其應用受有局限。

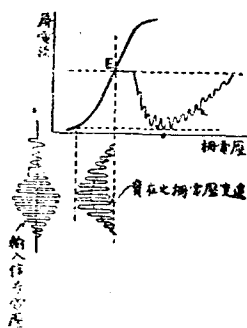
58. 柵電路檢波器 第95圖為柵電路檢波器之線路。其方法係在柵極上，接一甚大之電阻 R_g (約為 1 至 5 Meg)，及一固定電容器 C_g (約



第95圖 柵電路檢波線路

為 .0001 至 .0003 μf)。欲明瞭此電路之檢波作用，祇須將柵與絲極，視作一兩極管檢波器。其在 R_g 兩端，所得之成音週率電壓，係經真空管之放大，在屏電路中，輸出一更大之成音電流。換言之，此種檢波器，實由一兩極管檢波及一三極管成音放大器合組而成，故其

靈敏度，較之任何其他檢波器為大。其唯一缺點，在於柵極上，非特加有成音週率電壓，且受載波檢波後所得之直流電壓而變⁽¹⁾。因此當信號來時，柵極之平均電壓，自動降低，而使屏流隨之減小(第96圖)。若輸入信號過強，則因柵電壓降落過甚，成音放大器，將不能完全在其直線部份工作，而得引起甚大之失真。故此種檢波器，實不宜於強信號之用。但其理由，並不在檢波部份之工作不佳，(因柵電壓仍得照常變遷)，而為成音放大器之工作條件不合。若欲減小此種弊病，則可加高屏電壓，藉以延長屏曲線之直線部份⁽²⁾。惟於信號未來時，檢波管之柵電壓幾為零，故嫌屏流

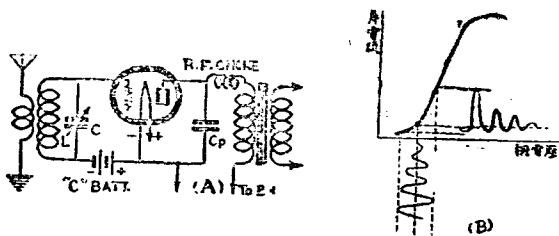


第96圖 柵電路檢波器之柵電壓與屏電流

- (1) 因檢波之直流電流，能通過電阻 R_g ，而使真空管之柵極上，加有一直流電壓 (§55)。
- (2) 柵極強力檢波器，即根據此原理造成。

太大，用者頗少。

59. 屏電路檢波器 第97圖 A 為屏電路檢波器之線路。其柵極上，係藉一“C”電池，加有一甚高之負電壓，其目的所以使真空管之工作點於信號未來時，處於 $EgIp$ 特性線之彎曲點 E 上。在此檢波器中，可將屏與絲極，視作一兩極管檢波器。惟外來之信號，則經由柵極而輸入。故其作用，實為一三極管射電週率放大器及一兩極管檢波器，合組而成。此種檢波器之效率，勢必甚劣。蓋欲使三極管合於放大之用，其工作點應處於特性線之直線部份上，但同時又欲兩極管得盡其檢波效用，則非採取其彎曲部份不可。在實用上，祇能採取一折衷辦法，故其靈敏度，不及柵電路檢波為高。



第97圖 屏電路檢波線路

此種檢波器之檢波工作，既在屏電路中完成，故依第55節所述之理由，應在屏絲之間，接一通高濾波電容器 C_p ，使射電週率電流，不致通過成音電路方可。為改善此種濾波作用起見，有時更在屏電路中，加一射電週率抗流線圈 R. F. C. (如圖 A)。

屏電路檢波器之最大利益，在其輸入配諧電路之不感受損失。蓋此電路，既與檢波電路，完全隔離，同時前電路又因柵負甚高，具有極大之總阻。因此屏電路檢波器之選擇性，往往較屏極檢波為佳也。

60. 平方律與直線檢波器 前述之柵或屏電路檢波器，又稱為平方律檢波器，蓋其輸出電壓之變態，係與輸入電壓之平方成正比例也。此

種檢波器，雖極靈敏，但因輸出電流中，具有第二副週率之失真，故不能接受過大之輸入電壓也。在昔不用射電週率放大器時，因輸入電壓甚小（往往不超過 0.1 v.），此種失真，尚無大礙。但近年自利用幘柵管作射電週率放大器後，情形為之大變。蓋輸入於檢波器柵極之電壓，往往能超過四或五伏特而有餘。若以如此巨大電壓，輸入於普通三極管檢波器之柵極上，則必至引起極大之失真無疑。欲免除此種弊病，非應用直線檢波器不可。所謂直線檢波者，係使輸出電壓之變遷，直接與輸入電壓成正比例，故失真最小，而為新式廣播收音機所常採用也。下述之強力檢波器，即為其中之一種。

此外在平方律檢波器，其第二副週率之失真強度，係與調幅因數 M 之平方成正比例，故對於接收調幅度較高之電波，頗為不宜。至於直線檢波器之輸出電壓，則與調幅因數成正比例。故當此播音台一致採用高調幅因數之時（直至 100%），直線檢波器，更為收音機所不可缺少之設備也。

61. 強力檢波器 凡檢波器之輸出電工率，足供強力輸出管（Power Output Tube）之用，而中間無需另加一級成音週率放大器者，稱為強力檢波器（Power Detector）。應用此種檢波器，可有三種利益。第一，成音週率放大級數，既經減少，交流收音機所需之濾波設備，以及檢波真空管之微音騷擾（Microphonic Noise）⁽¹⁾，皆隨之減少。第二，此種檢波器，大抵在真空管之直線部份工作，且又缺少一級成音週率放大，故失真最小。第三，檢波器既得輸出較大之電壓，故對於收音機裝置自動音量控制之問題，易於解決。

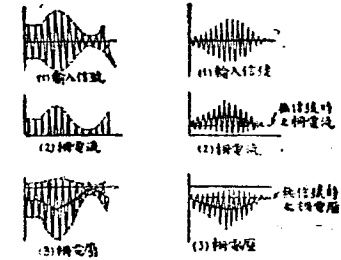
強力與微信號檢波器之界限，頗難明白規定。普通以輸入信號，在 1v 之上者，稱為強力檢波器。

62. 柵極強力檢波器 依 58 第節所述，吾人知柵電路檢波器之所

(1) 因檢波管之振動，而發出之嗡嗡聲，稱為微音騷擾。

以不能接受大的輸入電壓者，實因載波之直流，可使柵電壓降落過甚，致真空管不能盡其成音週率之放大作用。

若設法加高屏電壓，並利用相當之柵漏與柵電容器，則即使有頗大之輸入電壓，仍可使輸出電流，不致失真，此為柵極強力檢波之主要原理也。其與前述之微信號柵電路檢波之區別，在於前者柵電流與柵電壓，係依照調幅波之包覆線而變(第98圖A)。至於後者之柵壓與柵流，則在一固定值之兩旁，作不等之變遷，而使信號檢波是也(見圖B)。

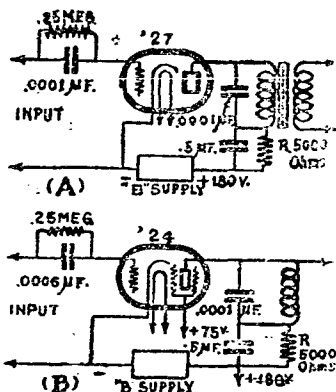


第98圖 柵極微信號與強力檢波器之區別

為使柵電壓不致受載波直流之響影，降落過甚起見，柵極強力檢波器所用之柵漏，應較前述之微信號檢波器所用者略小，其值約在 $\frac{1}{4}$ Meg. 左右。此外固定電容器 C_g 之容量，亦不宜過大。蓋否則其荷電與放電之時間，將不能完全追隨信號之徐疾而變，致引起失真。普通所用者，約為 $.0001 \mu f.$ 。

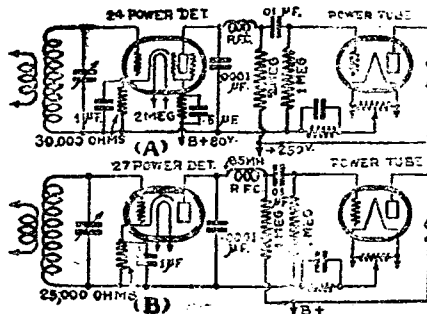
柵極強力檢波器之最大缺點，在於信號未來時，屏極之直流電流頗大。但此缺點，可設法改良。祇須在屏電路中，加一頗大之固定電阻 R ，如第99圖。如是當信號未來時，因電阻 R 中，有一電壓降，可使屏流減小甚多。但柵極上有輸入電壓時，因屏流能自動降低，故 R 中之電壓降，亦隨之減小，而使屏極上仍有相當之高電壓。

柵極檢波之另一缺點，則為其柵電路之電阻頗低(約為 $150,000\Omega$)，故選擇性不及屏極檢波為佳。又柵極強力檢波器所能輸出之最大成音電工率，約及同一真空管用作放大器時之四分之一。



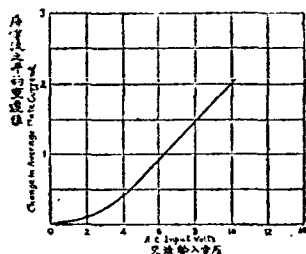
第99圖 實用之極極強力檢波線路

63. 屏極強力檢波器 屏極強力檢波器之線路，與第59節所述之屏電路檢波器，完全相同，惟屏電壓與柵負，則均為甚高。第100圖所示者，即為此種檢波器之構造及其所用之屏電壓。



第100圖 屏極強力檢波線路

屏極強力檢波器之工作如下：若吾人於該類檢波器之柵極，輸入一等幅之高週率電壓，而量其輸出之屏電流變遷，則可得一曲線，如第101圖。由此曲線，可見當輸入電壓小於6v時，屏電流之變遷，係與輸入電壓之平方成



第101圖 輸入載波電壓與屏電流之關係

正比例。此部份即為通常所用之徵信號檢波，而為在前已經述及者也。但輸入之信號電壓，一經超過6v後，屏電流之變遷，即與輸入信號直接成正比例。因此若輸入之載波電壓，為一經由成音週率調幅者，則屏電流即完全依照此成音週率而變，而成為強力檢波器矣。由此可知欲使該類檢波器之不

失真，其輸入之載波電壓，必須頗大方可。

屏極強力檢波之真空管，應具有較大之放大因數。但若欲獲得更大之輸出電工率，則以採用強力輸出管為宜。又輸出電壓之幅，得由下例之公式計算之：

$$E_r = D\mu m E_o \quad (4)$$

其中 E_o 為載波之幅， D 為檢波器之效率(普通約等於50%)， m 為調幅因數， μ 為真空管之放大因數。

屏極強力檢波器之利益，在於能輸出甚大之不失真電工率，而又具有極佳之選擇性，故用者頗多。

64. 各種檢波器之比較 茲將各種檢波器，在實用上之情形，從略述之如次：

1. 靈敏度。若所欲檢波之信號電壓，極為微弱，則以應用特性線斜度較大，或具有放大作用較巨之檢波器為宜。在此情形，礮石與柵電路檢波器，最適合用。反之，若輸入於檢波器之電壓頗大，而得任意控制其幅度者，則祇須選擇適當之強度，使其工作點，超過特性線之彎曲部份，變為直線。在此情形，各種檢波器所輸出之電壓，幾屬相等，固無熟優熟劣之區別。

2. 高週率電能之消耗。其中以礮石為最大，蓋其內電阻甚小之故。其

次爲鍍化銅與兩極管。但若無需要甚大之輸出電工率者，則此消耗，可由增加接受電路之電阻而減小之。各種檢波器中，以屏電路檢波器之消耗爲最小，故選擇性亦最佳。

3. 對於各種成音週率之真實度。普通柵電路檢波器中接於柵漏兩端之固定電容量，往往可妨礙高的成音週率之輸出。故對此問題言，礦石與屏電路檢波器，往往勝於柵電路檢波器。實則礦石與屏電路檢波器，亦有通高容器，惟接受電路之總阻，大抵爲一感抗式（耳機或變壓器之線圈），故其本身，已有阻止射電週率通過之作用，而得將並聯電容器之容量減小。由此可知欲避免高的成音週率之損失，祇須選擇適當之總阻與電容量。至於檢波線路，則爲次要問題。

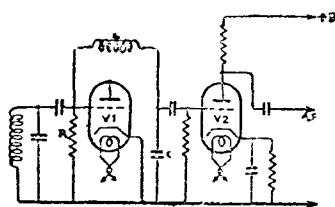
4. 對於各種成音電流幅度之真實度。當輸入波之調幅度 m 變時，檢波器所輸出之成音電流，應隨之作正比例式而變。蓋否則即能產生副週率，而引起失真。欲獲得此種結果，檢波器之特性線，必須有一甚長之直線部份方可，對此問題言，似以兩極管及屏極強力檢波器爲最宜。

要之，各種檢波器，並無優劣之區別，祇視使用者，能否依照其所處環境，選擇適當之線路，以及如何用法而定。

65. 檢波與音量控制之問題 新式廣播收音機中，大抵均具有音量控制之設備。此種音量控制，不論其爲手動或自動，往往設在射電或中週率放大部份，藉以變更檢波器之輸入電壓。但吾人知任何檢波器，對於微弱之輸入信號，大抵在特性線之彎曲部份工作。因此收音機往往於接收強信號時，頗爲清晰，而將音量減低時，反覺覺模糊難辨。此外新式收音機之射電或中週率放大器，幾一律採用可變放大管。而此種真空管所需之柵負，則又甚大，（普通約需 40 或 50v 之負電壓，方使其屏電流至於截止點）。因此若欲以檢波器之輸出電壓，控制此種真空管之放大作用，則其柵極上，非有甚大之

輸入電壓不可(普通約需15 v 以上之載波電壓或30 v 之調幅高週率電壓)。但如此巨大電壓，實為前述之強力檢波器所不能接受，故必須另籌他種方法，以適合此種環境。而下述之各種特殊檢波方法與檢波管，即由此產生也。

66. 雙屏兩與三或五極合組管 吾人知柵極檢波器之所以不能接受甚大之輸入電壓者，實因其成音放大部份，難於在適當之條件工作所致。若設法使檢波與成音放大之工作，由兩管分任，則輸入於檢波器之電壓，即不受限制，而得輸出極大之成音電工率矣。此方法在數年前，用於廣播



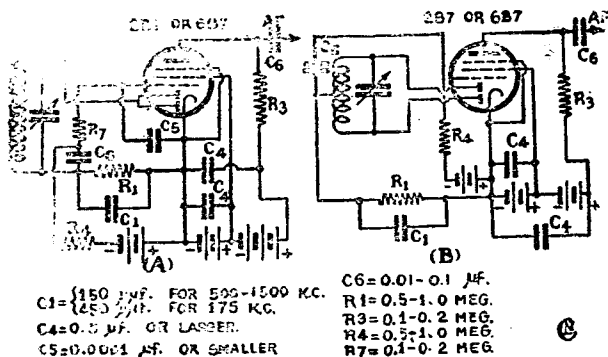
第102圖 新式強力檢波管之構造

收音機者甚多。其線路如第102圖所示。其間以三極管之柵與屏極接成一兩極管檢波器。由此在電阻R兩端所得之成音週率電壓，復經由通低濾波器L及C，通至另一三極管而放大之。此放大管，稱為檢波放大器(Detector Amplifier)。其

目的專為補償兩極管輸出音量之不足，故應與第一管合併視作一柵極強力檢波器。但兩極檢波管所需之電流甚小，為節省地位起見，近年復將上述之兩管，裝於一管內，而造成所謂雙屏兩與三極，(Duplex Diode Triode)或雙屏兩與五極(Duplex Diode Pentode)各種複式真空管。

此類真空管，如55,75之類(雙屏兩與三極合組管)，或2B7, 6B7之類(雙屏兩與五極合組管)，既由兩種完全獨立之真空管組成，故能以之接成極多式樣之線路。單就三極或五極部份言，可作為兩極管前面之射電或中週率放大器，或用於放大兩極管所輸出之成音電壓，均無不可。第103圖所示者，為此類真空管用檢波及成音放大之兩種線路。在圖A中，兩極管之雙屏，係並聯而接成一半波(Half wave)檢波器。在B1兩端所得之成音週率電壓，復經由電容器C₆，輸入於五極管之控制柵面。成音電壓，經如是放

大後，可直接輸入於強力輸出管，而中間無需另設一級放大器。又圖 A 中之 R_7 及 C_5 ，為一通低濾波器。其目的專為防止射電週率電壓之達於成音放大器之柵極。至於電阻 R_1 之作用，則猶如一抗流線圈，使射電及成音週率電流，不致通過加於控制柵極之“C”電池而受損失。在圖 B 中，兩極管之雙屏，係接成推挽式 (Push Pull)，故為一全波 (Full Wave) 檢波器。在 R_1 兩端所得之成音電壓，係由電容器 C_6 ，傳至五極管之控制柵極。至於其他 R_3 、 R_4 等之作用，與圖 A 中所示者相同。全波檢波之利益，在於能取消電容器 C_1 ，而輸出極高的成音週率。蓋電阻 R_1 中，並無射電週率電流通過也。至其缺點，則為輸出電壓，祇及輸入電壓，亦即半波檢波線路之一半 (因 0 點在配諧線圈之中心點)。

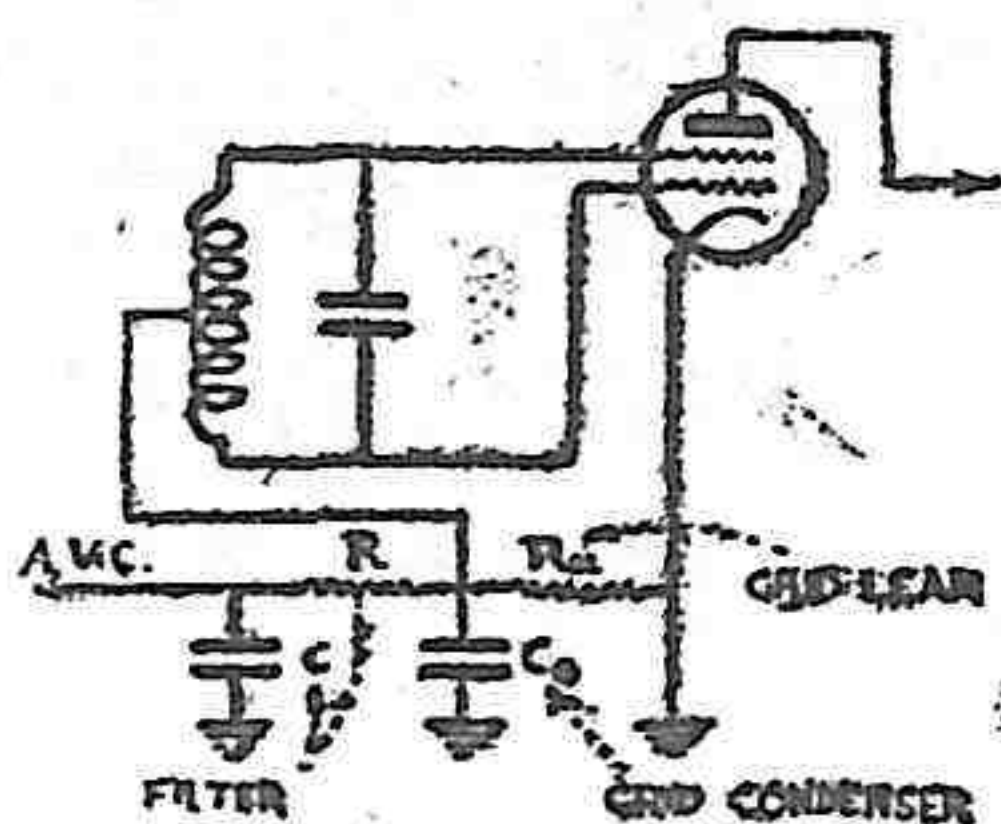


第103圖 雙屏兩與五極管之用法

67. 對稱柵極檢波管 此管為美人 N. Wunderlich 所創造。其間有兩柵，一屏及一陰極。惟兩柵之構造，係完全對稱，而互相交叉，如第104圖。為維持對稱之狀態起見，此管頂部之帽為陰極，而以兩柵置在低部。此管之檢波線路，如第105圖。以兩柵作一雙屏兩極全波檢波器。由此在 RGL 兩端所得之成音週率電壓，復以相同相位，加於該兩柵。此時適因其製造關係，



第104圖 Wunderlich 雙柵檢波管之構造

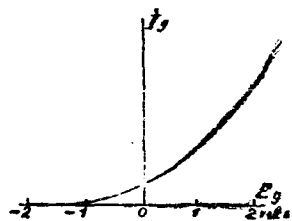


第105圖 雙柵管之檢波線路

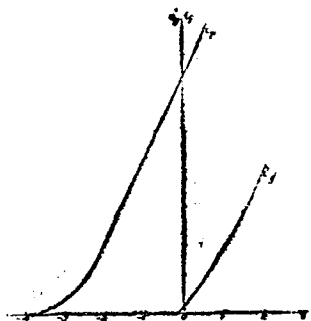
其作用猶如一普通柵極，而得將成音週率電壓，在屏電路中放大之。此外由載波經檢波後所得之直流電壓，得經由高週率濾波器 R, C ，通至檢波器前面之各級射電或中週率放大器，以作自動音量控制之用。

68. 空間電荷柵極檢波管 準前述，吾人知新式收音機中，大抵用兩極管作檢波。其理由因兩極管特性線之直線部份，較其他真空管為長。但兩極管亦並非完全無缺點者。其最大弊病，在於電壓為零附近處，其特性線往往極為彎曲。故此種檢波器，對於微弱信號，實屬不宜。因此有人主張應用柵極檢波，取其較為靈敏，而得減小微信號之失真。惟柵極檢波，有兩種缺點。此兩種缺點，大抵由於柵電流或屏電流特性線之不合而來。對於屏電流特性線，頗易設法改良。祇須選擇適當之真空管，使於柵電壓為零附近處，有一甚長之直線部份即可。至於柵電流之問題，則較為複雜。普通三極管之 $E_g - I_g$ 特性線，往往如第 106 圖所示。視圖知柵電流不在柵電壓為零，而於

$V_g = -1$ 或 $-1.5v$ 時，已經開始產生。此柵電流之由來，(亦即所以使該處之特性線彎曲者)，實因絲極附近之空間電荷(Space Charge)⁽¹⁾，受絲極電子之推拒作用，使電子達於柵極所致。今若於絲柵之間，加一連



第106圖 普通三極管之 $E_g I_g$ 特性線

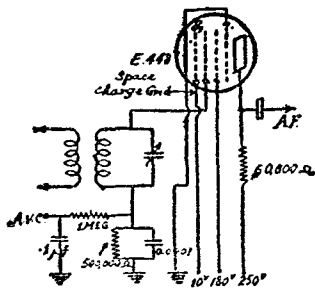


第107圖 具有空間電荷柵極之柵電流特性線

正電壓之柵極(即空間電荷柵極(Space Charge Grid))，以取消此空間電荷，則由實驗，可得一極為挺直之柵電流曲線如第107圖。此曲線實與第88圖所示之理想檢波曲線相似，故具有空間電荷柵極之檢波器，往往較任何檢波器為靈敏，而失真又最小。第108圖表示此類檢波器之一種線路。所用之真空管為 Philips E. 448. g，即為空間電荷柵極，而連有 $10v$ 之正電壓。借此

管之屏曲線(如第107圖)，其直線部份，並不甚長，故祇能用於接收頗低之輸入信號。

綜前所述，吾人以為最適合於新式收音機之檢波管，似宜有如下之構造，除絲與屏極外，另應具有兩個對稱柵極(如 Wunderlich 管)，及一個空間電荷柵極⁽²⁾。同時各極間之距離與構造，宜使屏曲線在柵電壓為零附近處，有一甚長之直線部份。如是



第108圖 空間電荷柵極檢波器之一種線路

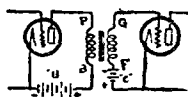
(1) 空間電荷，為滯留於真空管各極間之電子。

(2) 尚可加以轉極或穩定柵極等。

則無論輸入信號之為強為弱，均一律適用，而無顯此失彼之慮矣。惟此種真空管，尙有待於來日之創造，蓋現在市上，並無出售也。

第五章 成音週率放大及揚聲器

69. 變壓器耦合 在此類放大器中，各級真空管屏柵間成音電壓之授受，係藉一具有鐵心之變壓器完成之(第 109 圖)。其設計應使最低以至



第109圖 變壓器耦合
放大器

最高之各種成音週率，均得一律放大。下列者為此種變壓器之構造一斑。原線圈有5000圈，副線圈有15,000圈，銅線為40號漆包線，鐵心係由厚為140呎(Mil)之硅鋼片疊成。

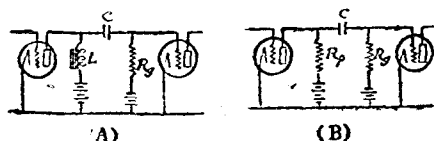
欲放大器得盡其最大之放大作用，原線圈之感抗，(在成音週率範圍內。至少兩倍(Twice)於真空管之屏電阻。

就學理言，凡變壓器之變壓比數愈大，所得之放大倍數必愈大。但實際上，此比數往往受下列之各因數限制，而不能任意增加。第一欲使低的週率，得滿意放大，原線圈應具有相當之磁感量，故圈數不可太少。第二，若副線圈之圈數太多，則其分佈電容量(Distributed Capacity)，亦隨之增加，將使高的週率，難於輸出。第三，鐵心與線圈之體積，兩者間應具有相當之比例，若鐵心太小，則屏極之直流電流，可使其達於飽和狀態，而引起失真。有此種種原因，普通變壓器之比數，大抵在3與6之間。

廣播收音機之用變壓器耦合者頗多。其利益在於無需應用甚高之屏電壓，而能獲得較大之放大倍數。此外在推挽式(Push Pull)線路中，又以應用變壓器耦合為最簡單。

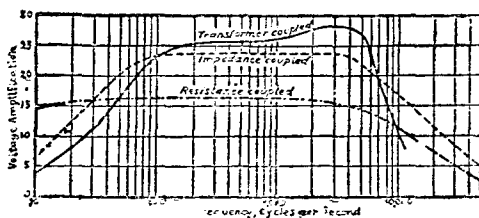
70. 總阻及電阻耦合 總阻耦合(Impedance Coupling)與電阻耦合(Resistance Coupling)之區別，在於前者置於屏電路內者，為一

流線圈 (Choke Coil), 而後者則為一電阻 (Resistance)。此外在此兩放大器中, 均需有一耦合電容器 C 及一柵漏 R_g , 如第 110 圖 A 及 B。



第110圖 總阻及電阻耦合

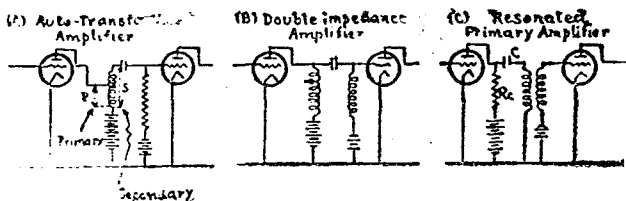
第111圖係表示變壓器, 總阻, 及電阻三種放大器, 對於各種成音週率之放大曲線。其中以變壓器耦合之放大為最大, 蓋其副線圈, 具有升高電壓之作用也。至其缺點, 則在於不能使各種成音週率, 均等輸出。其中尤以極低週率, 往往在輸出電路中, 完全缺落也。三種耦合方法中, 以電阻式之輸出, 最為均等。惟因屏電流能在電阻 R_p 中產生電壓降, 故必須應用極高之屏電壓, 方可使放大器輸出相當之成音電工率。但自收音機利用交流電源後, 此種高電壓, 已不難獲得矣。再則電阻之價值與所佔地位, 又較變壓器或抗流線圈為小, 故今日廣播收音機, 幾一致採用電阻式之成音放大器。



第111圖 變壓器, 總阻, 及電阻三種放大器之放大曲線。

71. 其他耦合方法 除上述之三種放大器外, 尚有他種耦合方法頗多。第 112 圖所示之各線路, 為其中較為著名者也。圖 A 為一自耦變壓器 (Auto-transformer) 線路。其所具之各特性, 與普通變壓放大器相似。不同

之點，在於無需另設一原線圈，故得節省一部份製造材料。又在此線路中，必須用一電容器及一柵漏，以阻止高電壓之直接達於次管之柵極。圖 B 之線路，與前述之總阻耦合放大器相似，惟柵漏則由一高感抗線圈代替之，藉以避免成音電流因柵電容器絕緣不良所受之一部份損失。但此種設備，往往可使低週率之輸出，為之減小，而所費亦較柵漏為多，故用者甚少。圖 C 為一變壓器與電阻之混合線路。其間係用一電容器 C，使變壓器之原線圈，與屏極之高電壓隔斷。此電容器並與原線圈之感抗，在一頗低之週率配諧，故能加強放大器對於低週率之輸出。此外屏極之直流電流，既不通過原線圈，故變壓器之鐵心，又可無飽和之虞。惟因屏電流能通過電阻 R_c ，產生電壓降，故實際上必須應用較高之屏電壓，而使其應用，不能十分普及。



第112圖 三種耦合方法

72. 強力放大管 收音機末級連揚聲器之放大器，稱為強力放大器 (Power Amplifier)。其所用之真空管，曰強力管 (Power Tube)。強力管之主要工作，為能供給甚大之不失真成音輸出電工率於揚聲器，故與普通之成音週率放大器不同。蓋普通之成音週率放大器，又稱為電壓放大器 (Voltage Amplifier) 者，其目的專為放大電壓，並無需供給電工率也。

吾人知任何電源，欲其得輸出最大之電工率，必須使外電阻與內電阻相等其於成音放大器亦然。所不同者，為此種電源中，尚須顧及失真之問題。經數算結果，知欲使放大管得輸出最大之不失真電工率，其荷載總阻 (Load

Impedance), 應等於屏電阻之兩倍 (Twice)。所謂不失真之輸出者, 按通常規則, 係指輸出電壓中所具之第二副週率之失真, 不得超過百分之五。在此情形, 強力管之輸出電工率, 可由下列之公式計算之:

$$P = \frac{\mu^2 E_g^2}{8 R_p} \quad (5)$$

其中: P = 輸出電工率, 以瓦特為單位。

μ = 真空管之放大因數

E_g = 柵極輸入電壓之巔值 (Peak Value)

R_p = 真空管之屏電阻

欲真空管之得輸出極大電工率, 其屏電壓與屏電流, 必須甚大方可。但於收音機中, 屏電壓往往受有限制, 故惟有加大屏電流, 方可增加真空管之輸出電工率。欲得此結果, 第一應加強絲極電流, 使其能放射較多之電子。第二, 柵極之網格, 應極疏鬆, 使屏極以頗小之電壓, 即能吸收多量之電子。但疏鬆之柵極, 必使真空管之屏電阻與放大因數, 均隨之減小, (因柵極控制電子之能力減小)。故強力管與普通放大管之區別, 可由下列之五種特點見之:

1. 屏電壓較高
2. 絲極電流較大
3. 屏電阻較小
4. 放大因數較小
5. 柵負較大 (1)

73. 輸出變壓器 在實用上, 普通荷載總阻, 往往較屏電阻所少甚多, 若以之直接連屏電路, 則收音機之輸出電工率, 必為之大減。欲使其得與

(1) 柵極控制電子之能力, 既經減小, 故必須有更大之柵負電壓, 方可使屏電流至於載止點。

真空管配合 (Match)，必須於兩者之間，加一降壓式 (Step Down) 變壓器 (如第 113 圖)。此變壓器稱謂輸出變壓器 (Output Transformer)。其圈數比數，得由下列之公式計算之：

$$N = \sqrt{Z_p / Z_L} \quad (6)$$

其中：N 為原線圈對副線圈之降壓比數 (Step Down Ratio)。

Z_L 為荷載總阻

Z_p 為真空管屏電路所需之總阻

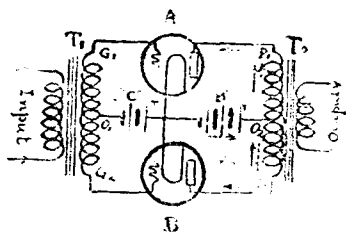
例題：今設有一屏電阻為 3750 歐姆之真空管，而欲使其在 12 歐姆之荷載總阻中，輸出最大之電工率，試問輸出變壓器所需之降壓比數為若干？

(解)：欲真空管輸出最大之電工率，其屏電路之荷載總阻，應等於屏電阻之兩倍，即 $Z_p = 2 \times 3750 = 7500$ 歐姆，故變壓器之降壓比數，應為：

$$N = \sqrt{\frac{7500}{12}} = 25$$

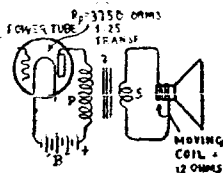
輸出變壓器之構造，應具有一空氣隙 (Air Gap)，使其鐵心不致受輸出管甚強電流之影響，達於飽和。此外原線圈更應具有相當圈數，使其感抗 L_p ，即使在最低的成音週率 (約 30 週/秒)，至少等於 $N^2 Z_L$ 。

74. 推挽式放大器 在價值高貴之廣播收音機中，其輸出級往往



第 114 圖 推挽式放大器

為兩只或四只真空管合併接成之推挽式放大器 (Push Pull Amplifier)。蓋此種放大器之輸出工率既甚大，而失真又最小也。其線路如第 114 圖所示。A, B 為兩只程式相同之空管。T₁ 為輸入推挽式變壓器。其副線圈共有

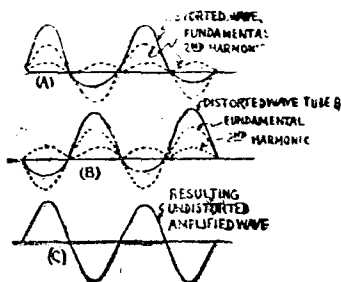


第 113 圖 輸出變壓器

三頭。外端兩頭，各連兩管之柵極。其中心點 O_1 ，則接“C”電池之負極。如是每只真空管之柵線圈，祇佔變壓器副線圈之一半，故其所受電壓，亦祇及輸入電壓之半數。換言之，輸入於推挽式放大器之電壓，可較單只真空管所需者大兩倍，而不致引起失真也。 T_2 為推挽式輸出變壓器。其原線圈亦有三頭。外端兩頭，係連真空管之兩屏，而中間之 O_2 點，則接“B”電池之正極。視圖知兩管之直流屏電流，在 T_2 之原線圈中，係相等而方向相反（如虛線矢所示），故能互相抵消，使鐵心免去飽和之弊病。如是既可減小失真，而變壓器之體積，又得縮小矣。此外“B”電源中所遺留之交流電流（為整流器內所常有者），亦因其在原線圈之兩半部中，互為反向而抵消，故電聲（Hum）及濾波設備，均得減小甚多。

推挽式放大器之工作情形如次。當信號電壓，由 T_1 輸入時，設假定 G_1 較 O_1 為正，則 G_2 較 O_1 為負。結果A管之屏流增加，B管之屏流減小。但電流之減小，亦得視作增加一反方向之電流；故此兩電流對於 T_2 之副線圈作用，係屬同相而相加（如圖中之實線矢所示），因此輸出電壓，較之單只真空管，可大兩倍。

推挽式放大器之最大利益，在於能自動取消第二副週率之失真⁽¹⁾。其詳情得由第115圖所示之各曲線見之。圖A及B之兩實線曲線，為A，B兩真空管之實在輸出電波。其狀態與正弦曲線，相去甚遠，蓋以其均由主波及第二副波合成故也。兩主波在原線圈中，係

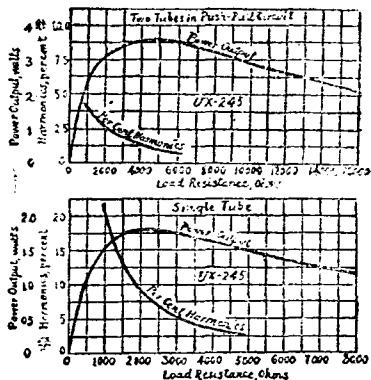


第115圖 推挽式放大器取消第二副週率之情形

(1) 實際上，推挽式放大器，祇能取消偶數副週率，而對於奇數副週率，不生效用。但通常因第二副週率為最強，故此種線路，得減小失真甚多。

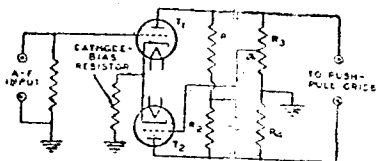
屬反相，故對於副線圈之作用，應為同相而相加，得一不失真之輸出曲線如圖 C。反之，兩副波對於原線圈為同相，故在副線圈中，係相減而得彼此相消。

第 116 圖係表示單管及推挽式放大器，所有之輸出電工率及副週率失真之比較。



第116圖 單管及推挽式放大器之電工率與失真

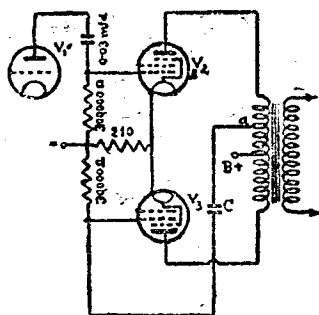
75. 電阻耦合之推挽式放大器 在推挽式放大器中，兩真空管柵極上之信號電壓，應互為反相，而有相等的幅。若欲用電阻耦合方法，接成推挽式線路，則有兩種方法。第一方法，如第117圖所示。其間係用一反相管(Phase Reversing Tube) T_2 。此管之柵極，係接於下管輸出電阻 R_3 中間一點a上。因放大管屏柵兩極之電壓變遷，常為反相，故 T_2 管輸出電阻 R_2 ，亦即 R_4 兩端之電壓，與其輸入端 R_3 間之電壓，互成180度。此外欲 T_2 之輸出電壓，與 T_1 相等，祇須移動a點



第117圖 電阻式推挽式放大線路之一

即可。例如假定 T_2 之放大倍數為20，則a之所在點，為輸入於 T_2 柵極之電壓，約等於 R_3 兩端電壓之二十分之一。

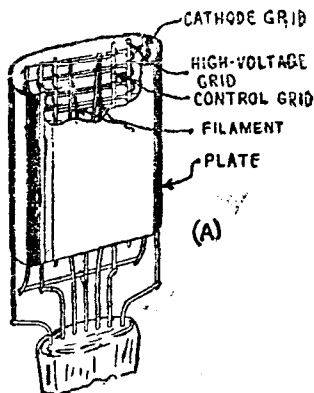
第二方法，如第118圖所示，稱為 Caphart 推挽線路。其間並無反相管，但於第一強力管之輸出變壓器上，出一a頭，作為第二強力管輸入之用。蓋第一放大管之輸出電壓，與其輸入電壓，互成反相也。



第118圖 電阻式推挽放大線路之二

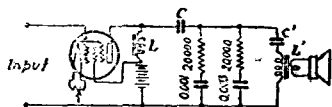
76. 五極強力管 五極強力管 (Power Pentode)，為近年在廣播收音機中應用最廣之一種輸出管。其利益在於具有甚大之電工率靈敏度 (Power Sensitivity)。易詞言之，則為在此類真空管之柵極上，祇須加頗低之輸入電壓，即可獲得甚大的輸出電工率。平均而論，對於柵極之每平方伏特 (Volt Square)，約可輸出30毫瓦特 (Milliwatt)。至於 '71, '45, '50等三極管，則每平方伏特，祇有2毫瓦特而已。再由此種真空管所得之放大倍數，(當屏極用7500歐姆之荷載電阻時)，約為15之譜。

五極強力管之構造，與第25節所述之射電週率五極管相似。惟其柵極並不將屏或柵籠罩，而與普通柵極完全相同，如第119圖。此外加於柵極之電壓，往往甚高。蓋所以使其近傍，具有一極濃厚之電子霧(即空間電荷)，而得增加屏極之輸出電流。五極管之屏電阻甚大，約有50,000 歐姆之譜。但因其特性線之狀態關係，屏極所用之荷載總阻，應較屏電阻所小甚多，(普通約為



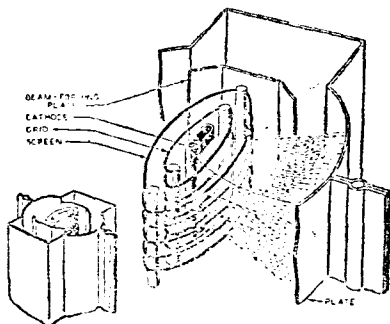
第119圖 五極強力檢出管

之電路網，如第120圖。此電路網大抵與感抗線圈L，約在50週/秒附近之週率，互成諧振也。



第120圖 五極強力管之輸出電路

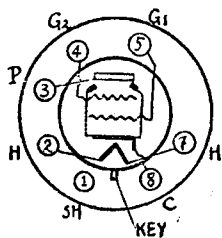
76 A . 電子束射強力管 吾人知五極管之所以有大的電工率靈敏度者，因其內部，有一可以取消屏極次放射電子之穩定柵極。但此作用，亦



第121圖 電子束射強力管之內部構造

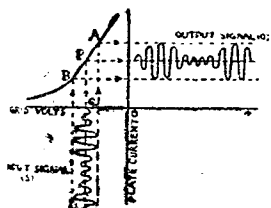
可藉管內之空間電荷獲得，而不必另設一極。新式電子束射強力管(Electron

Beam Power Tube) 即根基此種原理造成。第121圖表示此等真空管，如6L6等之內部構造。其屏極係與其他各極相離頗遠，故陰極之電子流，穿過柵極後，其速度減低，而在其中一處，造成一種停滯不動之霧狀空間電荷。此電荷可推拒屏極之次放射電子，使之復歸屏極而取消之。又此管之柵與障柵極，係層層相對，故電子流作葉片形，由障柵極射出，(同時障柵電流亦甚小)。此等真空管，因具有強有力之祛除次放射作用，及其障柵電流之微小，故輸電工率，靈敏度，以及效率等，均較他管為大。第122圖為此類真空管之插足圖。



121圖 6L6強力管之插足圖

77. **A類放大器** 欲成音週率放大器，不致失真，其屏極輸出電波之狀態，必須與柵極之輸入電波，完全相似。欲得此結果，必須選擇適當之柵負與屏電壓，使放大器之活動特性線 (Dynamic Characteristic)，完全成一直線方可 (第123圖)。同時輸入於柵極之電壓強度，又當在正刺 (Positive



123圖 A類放大器之工作

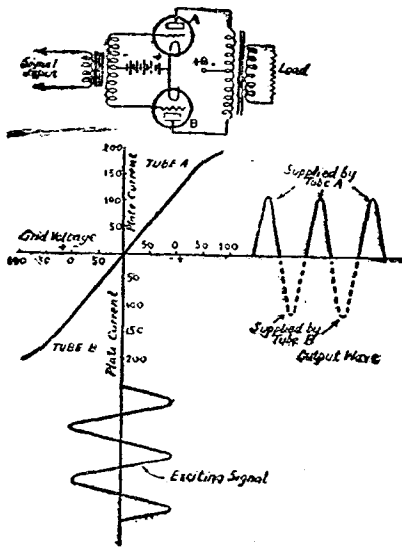
Peak)，方面 (1)，不使柵電壓為正 (A點)，而在負刺 (Negative Peak) 方面，則不致達於特性線下部之彎曲處 (B點)。凡在如是情形下工作之放大器，稱為A類放大器 (Class A Amplifier)。前述之各種電壓，強力，單管，以及推挽式放大器等，均屬此類。

A類放大器之利益，在於第一失真甚小。第二因柵電壓常為負，故不消耗電工率，而得用電力極小之放大器推動之。至其缺點，則為第一，於信號未來時，屏電路中有一頗大之固定直流 QP ，通過其間 (第123圖)。第二，因特

(1) 即輸入電壓之最大正值。

性線之工作部份甚短，故屏效率 (Plate Efficiency)，即屏路之輸出與輸入電工率之比數，往往甚小(最大不過 15 至 20% 而已)，極不經濟。

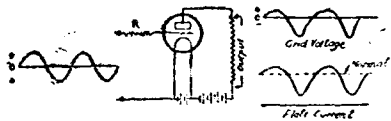
78. B類放大器 為增加輸出電工率，並提高屏效率起見，近年又有B類放大器 (Class B Amplifier) 之創造。在實用上，若能選用適當之柵負與屏電阻，則就同一失真程度及屏電壓言，此類放大器之輸出電工率，可較 A 類放大器大五倍。第124圖為該類放大器之線路圖。其構造與普通推挽式



第124圖 B 類放大器之工作

式放大器相似。但工作狀況，則大不相同。第一，B 類放大器之柵極負電壓，係屬甚大，幾使屏電流完全達於截止點。因此當信號來時，惟有柵極為正之真空管可以放大，至於柵電壓為負之管，則不生作用。換言之，兩管係輪流工作，而不若 A 類推挽式放大器之同時此升而彼降也。第二，輸入於 B 類放大器之信號電壓，又得許其上升至於柵電壓為正部份。至於 A 類放大器之柵電壓，所以不可為正者，實因柵極耦合電路(如變壓器或柵漏等)之總阻太大所致。蓋於柵極為正時，柵電流能在此總阻中，產生一甚大之電壓降，而使輸入信號之狀態，為之變更(如第125圖)。蓋如是屏極之輸出波狀，亦隨之而變，遂致引起極大之失真。但若使輸入變

式放大器相似。但工作狀況，則大不相同。第一，B 類放大器之柵極負電壓，係屬甚大，幾使屏電流完全達於截止點。因此當信號來時，惟有柵極為正之真空管可以放大，至於柵電壓為負之管，則不生作用。換言之，兩管係輪流工作，而不若 A 類推挽式放大器之同時此升而彼降也。第二，輸入於 B 類放大器之信號電壓，又得許其上升至於柵電壓為正部份。至於 A 類放大器之柵電壓，所以不可為正者，實因柵極耦合電路(如變



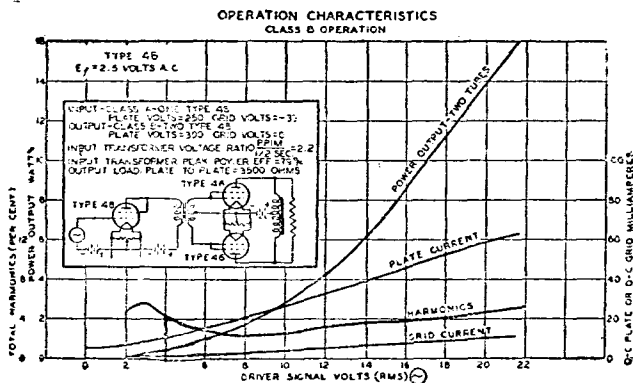
第125圖 柵電路總阻太大之影響

壓器之總阻，較之真空管柵絲間之電阻，所小甚多，而置在B類放大器前面之推動管 (Driver Tube)，又假定其能供給極大之電工率，以抵消柵電路中之損失，則可使輸入信號之狀態，仍得保持不變，而輸出極大之不失真電工率，此即為B類放大器之最重要工作也。但欲獲得此種結果，則必須有數端以從之。第一推動管應為一強力輸出管。且其輸出電流中之第二副週率之失真，不可超過2%。第二，因輸入電路之總阻，較柵電阻為小，(其在特製之46B類放大管中，約為1000歐姆之譜)，故輸入變壓器之構造，應為降壓式。此變壓器之全部原線圈與其半部副線圈之圈數比數，約在1.5/1與5.5/1之間。至於比數之大小，則隨下列之各因數而變：a) 推動管之程式 b) B類放大管之程式 c) 該管所受之荷載 d) 所許的失真程度 e) 變壓器之效率。第三，B類放大管之屏極，應具有相當之荷載總阻。就一定之輸入電壓言，凡屏電壓與屏電流變遷之乘積愈大，其輸出電工率亦愈大。第四，屏極之直流電壓，必須完全不隨荷載而變。欲得此結果，整流管應採用電阻較小者(如'82及'83之類)，同時電源變壓器及濾波抗流線圈之內電阻，亦必須設法減小為要。綜上而觀，可知B類放大器之設計，頗為複雜。但因其能輸出極大之電工率，且於信號未來時，其屏電流又幾屬為零，故能節省電力之消耗甚多，而對於電源受有限制，如電池收音機等，最為適用。

真空管之宜於B類放大器用者，應具有較大之放大因數與屏電阻，此層適與A類強力放大管相反。因此近年專為B類放大器創造之真空管，如46, 48, 19, 53, 79之類，其放大因數，往往極大。但具有大的放大因數之真空管所需之柵負必為甚小，故在此種專為B類放大器製造之真空中，竟可完全不用柵負也。再則，此種構造，對於B類放大管之工作，甚為有益。蓋普通柵負電壓，往往由屏電流通過陰極回路中之電阻而獲得，若在B類放大器中，亦用此種設備，則該類放大器之屏電流，既屬變遷無常，勢必使柵電壓，

亦隨之而變，甚為不宜。

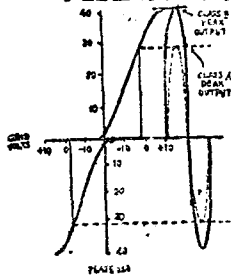
第126圖表示用46雙柵管作B類放大器之線路。其間係以兩柵合連成一輸入柵極。此種接法，可使真空管之放大因數，為之加大，而得完全不用柵負電壓。蓋兩柵對於屏極之距離，係屬不同，故由絲極放出之電子，於柵電壓為負時，受有兩重推拒力，實無法達於屏極也。又此放大器之推動管，亦為一46雙柵管，惟其中一柵，則與屏極相連，故其作用，猶如一普通三極管。(1)



第126圖 雙柵管B類放大器

79. AB類放大器

B類放大器，雖有甚大之輸出電工率，但因設計困難，而失真又較A類為大，故用者不多。近年又有所謂AB類強力放大器者 (Class AB Power Amplifier)，其構造頗與B類放大器相似，即於柵極上加有一頗大之負電壓，且用一降壓式輸入變壓器。但其工作情形，則大部份又均合於A類放大器之條件，(如第127圖)故有AB

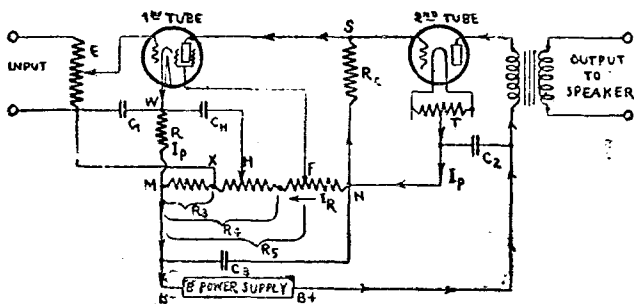


第127圖 AB類放大器之工作

- (1) 在此接法，既祇有一個柵極控制電子，故真空管之放大因數，即隨之減小，而必須加一頗大之柵負。

類放大器之名稱。此外所用之真空管，亦大抵為 A 類強力式。此種放大器之利益，在於無需應用電力甚大之推動管，而失真亦較 B 類放大器為小。惟欲其工作完善，所用之柵負電壓，應由一固定電源供給。

80. 直接耦合放大器 在述之各種放大器中，成音週率電壓之得由一管之屏極，傳至他管之柵極者，係藉一種磁感或電容之耦合。例如在第 110 圖 B 所示之電阻放大器中，其耦合方法，係採用一電容器 C。但此電容器之電抗，則隨信號週率而變，故放大器之輸出，對於各種週率，實際上不能完全一律均等。此外若輸入信號過強，則末級強力管之柵極上，將因堆積電子過多⁽¹⁾，能減小屏電流之輸出，或竟使放大管之工作阻斷。所謂直接耦合放大器 (Direct Coupled Amplifier) 者，係將一管之屏與他管之柵，直接相連，而於其間，不用任何磁感或電容耦合也。第 128 圖所示者，即為極著名之 Loftin White 直接耦合放大線路。其間共有兩管。第一管為一具有甚大放大率之電壓放大管。第二管為一普通 A 類強力放大管。兩管之屏電壓，係由一共同之 B 電源供給。至於第一管之屏，則與第二管之柵，直接相連，而以電阻 R_c 作兩者之間耦合。此種放大器之工作情形如下：“B” 電源之電流，係由 Y 點，



第 128 圖 Loftin-White 直接耦合放大器

(1) 因電容器 C 之金屬面上所堆積之電子，不及由柵電阻 R_g 漏去。

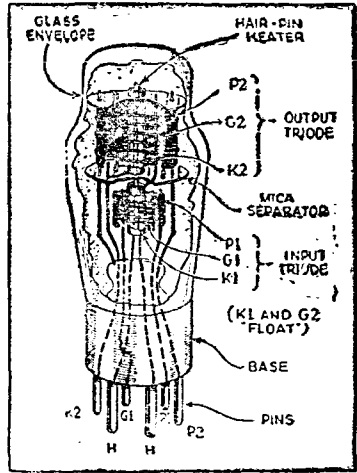
經第二管之屏絲電路，而達於 T 及 N 點。達 N 點後，此電流分成兩路。一路經由電阻 NM，回至“B”。他路則通過電阻 Rc，第一管之屏絲電路，以及電阻 R，亦回至“B”電源。當信號未來時，電阻 Rc 中，有第一管之屏流通過，而於其兩端產生一電壓降。但因此電壓之正極在 N 點，負極在 S 點，故第二管之柵極上，自動加有一負電壓。反之，當信號來時，第一管之屏電阻，自動發生變化，於是 Rc 兩端之電壓，亦隨之而變，而得由第二管將此變化，加以放大。電阻 R 專為用於供給第一管之柵負。但因其間所通過者，為第一管之屏電流，而此屏電流，則又隨輸入信號之強度而增加，故實際上，R 兩端之電壓不能完全恒定不變也。為減小此種弊病起見，往往將輸入電路之回線，不連 M 而接於一 X 點。如是第一管之柵負，將等於 R_{1P} 及 R_3I_R 兩電壓之差數。但因 NM 及 NSWN 兩電路為並聯，故 R 中之電流增加時，R 中之電流，必同時減小，而得使第一管之柵負電壓，保持不變。此外在陰極與 H 點間所連之電容器 C_H ，專為減小交流電音之用。蓋於 R 及 HM 中，所產生之交流顫動電壓，亦常為反相，而得互相抵消也，(由調節 H 之地位得之)。

直接耦合放大器之利益，除能將各種週率一律均等輸出外，又得從極少數之真空管，輸出極大之電工率。故對於公共演講機 (Public Address) 或有聲電影等，用之最為適宜。至其缺點，則為 B 電源之電壓，必須甚高 (1) 故在收音機中不常用也。

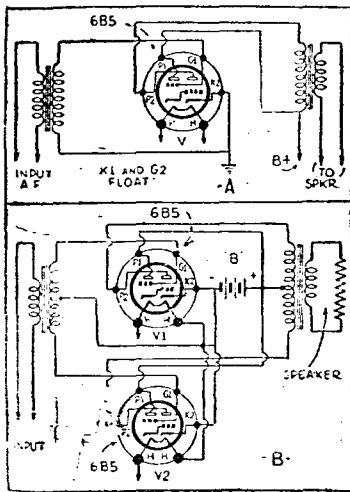
81. 6B5 直接耦合放大管 在近年各種新式真空管中，其能輸出極大之成音電工率，而又具有極高之電工率靈敏度者，應推最近發明之 6B5 直接耦合放大管。此管之構造，如第 129 圖，係由兩只間接傳熱之三極管，合組而成。其符號旁邊註有 1 字者，為輸入部份。註有 2 字者，為輸出部份。輸入部份之陰極，係與輸出部份之柵極，在管內自相連接，而無引線適至外

(1) 因兩管之屏電壓為串聯。

間。第130圖 A，爲此種真空管之單管放大線路。至於 B，則爲用兩管接成之推挽式線路。在此兩線路中，其能立即引起吾人之注意者，爲輸入與輸出兩部，均不用柵負電壓與柵電容器。實則該管之兩柵極電壓，已由真空管自行產生，故無需另從外間供給也。當信號未來時，輸入管之屏電流，係從“B+”經 P_1 而至 K_1 ，再由 G_2 經輸出管之柵絲電路以至 K_2 ，而成通路。故輸入管之屏電壓，應等於“B+”減去 G_2K_2 間之電壓降。此電壓降約爲 15 v。換言之， G_2



第129圖 6B5 直接耦合放大管



第130圖 6B5 強力放大管之用法

上係自動加有一較其陰極 K_2 高 15v 之正電壓也。同時因 K_1 與 G_2 互相連接，而 K_2 之電壓，又直接經輸入變壓器之副線圈，通至 G_1 ，故 G_1 上亦有一較低 15v 之負電壓也。今若以信號電壓，加於輸入管之柵極上，則屏電流即發生變化。於是 G_2K_2 之電壓降，亦隨之而變，而在輸出管之屏電路中，遂有信號電流輸出矣。或謂 G_2K_2 間之電壓降，既隨信號之強度而變，則輸入管之柵負，亦必隨信號而變，甚爲不宜。但實際上，因 G_2K_2 之電阻，更作爲輸入

管之荷載電阻之用，故此種消滅 (Degeneration) 之影響，能自相抵消，而不必顧慮也。例如在某時， $G_2 K_2$ 間之電壓降，猝然增加，則輸入管之放大作用，固為之減低，但因加於輸出管柵極上之電壓，係屬同一之 $G_2 K_2$ 電壓，故輸出電流，仍不受影響，此為該類真空管之主要特點也。

82. 揚聲器之任務與種類 揚聲器之作用，實為一由電變聲之能力變換器也，故有時亦稱之為複製器 (Reproducer)。優良之揚聲器，應具有下列之各特性。第一，聲波之狀態，應與電波狀態，完全相對，而不可稍有失真。第二，應使各種成音週率，一律均等輸出。第三輸出之音量 (Volume)，應與輸入之功率成正比例。換言之，其聲調之高下，應追隨播音台之音量而變也。

在廣播歷史中，已經用過之揚聲器，不勝枚舉。有鐵片式 (Iron Diaphragm)，電容器式 (Condenser)，磁振式 (Magneto-Striction)，電振式 (Piezo-Electric) 等等。但用於新式收音機者，大抵為動鐵式 (Moving Iron type) 與動圈式 (Moving Coil Type) 兩種。動鐵式揚聲器，亦稱為磁鐵揚聲器 (Magnetic Speakers)。其構造為一固定磁鐵，而在其間有一鐵棒或鐵板，依照通過揚聲器線圈中之成音週率電流而振動。至於動圈式揚聲器之構造，則為一通有成音電流之線圈，直接在一極強之固定磁場中振動是也。此種揚聲器，亦稱電動揚聲器 (Electro-dynamic Speakers)，而為當今各式收音機中應用最廣之一種。

任何揚聲器，可分兩部研究之。第一部稱謂電機 (Motor) 或推動器 (Driving Unit) 者，專事將所收到之成音週率電流，變成機械的振動是也。第二部稱謂擴音器者，係將此種機械振動，傳於一圓錐形之紙盆或號筒式之喇叭，以擊動較大面積之空氣，而放出宏亮之聲。

揚聲器之效率，往往甚低，普通祇有 5% 而已，其最佳者，亦不過 30%。

83. 聲學觀念 在討論各種揚聲器構造之前，吾人應先將數種較為重要之聲學觀念，加以說明。蓋此種觀念，對於區別揚聲器之優劣，頗有關係也。

a. 聲之特性。聲為機械振動之一種，而由音調 (Pitch)，高度 (Loudness)，及相位 (Phase) 三種特性區別之。音調為聲之週率，係以每秒若干週數規定之。高度係音波之幅 (Amplitude)，而以壓力之單位巴 (Bar) (1) 計算之，(或為與同週之最低音量互相比較後所得之能量比數。) 又相位係指振動經過零位所需之時間。

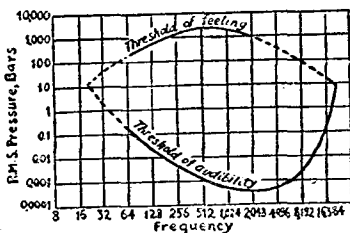
普通聲音，大抵為一種複波 (Complex Wave)。即其組織，係由甚多週率不同之單純音波所合成。各單純波間，大抵互相諧和。即所具之週率，係與其中一主週率 (Fundamental Frequency) 成正比例也。此主週率稱謂複波之音調 (Pitch)。至於其他之諧週率，則稱謂倍音 (Overtones)。倍音之作用，專為規定音之質地 (Quality)。因此若變更各倍音之幅，而不變其週率，則音之質地雖變，其音調仍得保持不失。反之，若將倍音中數種週率取消，則音調立變，或竟至無法辨認。例如在普通有線電話中，其能通過之週率，約在 250 及 2700 週/秒之間，故有甚多具有倍音較高之字，如 th, z, sh 等，往往不能聽出也。

普通聲音，可分言語，音樂及雜聲三種。在言語音中，有母音，雙音，半母音，子音等之別。其主週率之高下與倍音之多少，每字每人，均為不同。平均男子音之主週率，約為 120 週/秒。至於女子，則在 240 週/秒左右(較男子高一音階)。但男子之倍音，有時能直達 5000 週/秒，而女子之倍音，則往往超過 8000 週/秒。音樂之週率範圍甚廣，幾佔人耳所能聞到之各種週率(即自 20 至 20000 週/秒)。但普通因最重要之主週率，大抵在 40 與 4000 週/秒之

(1) 即 Dynes per Square centimeter.

間，故即使將 6000 以上之週率取消，尚可獲得滿意之結果。惟若欲揚聲器放出之音，與樂琴之原音有同，則非將較低與較高之週率，一律輸出不可。因此在新式之高真實度收音機中，其週率範圍，特擴展至於自 25 以至 16000 週/秒。雜聲(Noise)係由各種週率混合組成，但無一定之音調。其週率大抵在 40 以下或 8000 之上。因此週帶過寬之收音機，於接收遠地電台時，往往反覺其雜聲過大也。

b. 耳之特性。耳之特性，對於收音機之構造，甚關重要。蓋其優劣，直接由此判別也。普通人耳所能感覺到之聲之週率與幅度範圍，如第131圖所示。週率在 20 週/秒以下所收得者，實為感觸，而非聽覺。其在 20000 週/秒以上者，則非普通人耳所可聞。因音強(Sound Intensity)過甚，致使人耳感覺痛苦者，稱為音之刺激界限(Threshold of Feeling)。又人耳可聞之最低



第131圖 各種成音週率之聽覺

聲音，稱為聽覺界限(Threshold of Audibility)。由圖可知人之聽覺，對於 1000 至 3000 之各種週率最為靈敏。此外由實驗證明耳之對於聲之能量，不成正比例，而為對數式的(Logarithmically)。例如一樂隊於奏最大

之聲時，較其奏低聲時大1,000,000倍，則吾人之耳，祇覺前者較後者大 $10 \log 1,000,000 = 60$ 倍而已。因此於表示聲之大小時，通常往往用如第111圖所示之對數格(Logarithmic Scale)，而不用普通之等分圖紙也。在電信交通工程中，有所謂分倍耳(Decibel)者，即用於區別音量大小之一種單位。依定義：

$$\text{Decibels} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

其中 P_2 及 P_1 為結果及原來兩種聲音之功率。實際上，分倍耳祇能用於比較工

率之比數。但若所需比較之工率，係在一相等之電阻中產生者，則因 $P_2/P_1 = E_2^2/E_1^2$ ，故有：

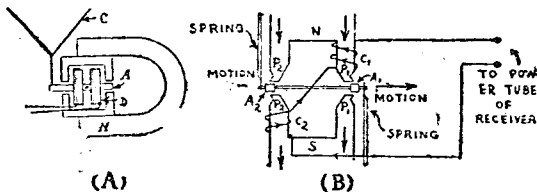
$$D. B. = 20 \log_{10} \frac{E_2}{E_1}$$

此方法用於比較真空管放大器之電壓放大倍數，甚為簡便，願讀者注意及之。

人耳之又一特性，為其對於強大聲音，不能依直線定律而感覺。其間有兩種原因。第一，強大之聲音，能在耳中產生副週率。第二，各種聲音之幅度，能在空間自相增強或消滅。因此有甚多收音機，雖不能輸出低的週率，但因低音調之副波，能與其他音調，發生週差作用，而產生低音調所需之主週率，故覺其輸出，尚屬不甚惡劣也。此外在人叢擾攘地區，所以必須高聲疾呼者，亦因言語與雜聲之各週率間，發生干擾所致。此種現象，在聲學上，稱謂隱蔽 (Masking)，而為區別收音機收音情形之一種重要因數也。

84. 磁鐵揚聲器 磁鐵揚聲器之種類甚多，下述者，為其中較為著名之兩種。

第132圖 A 所示者，稱謂平衡銜鐵式 (Balanced Armature Type)。在一固定磁鐵 M 之兩磁極間，置一可以擺動之銜鐵 (Armature) A。此銜鐵係在一線圈 D 之中空部份穿過。當靜止時，因其兩端所受之磁力為相等，故處於如圖所示之中線上。但若線圈 D 中，有電流通過，則銜鐵一端之磁量加強，他端之磁量減弱，故磁力遂變為不均，而得推動紙盆 C，使之發音矣。

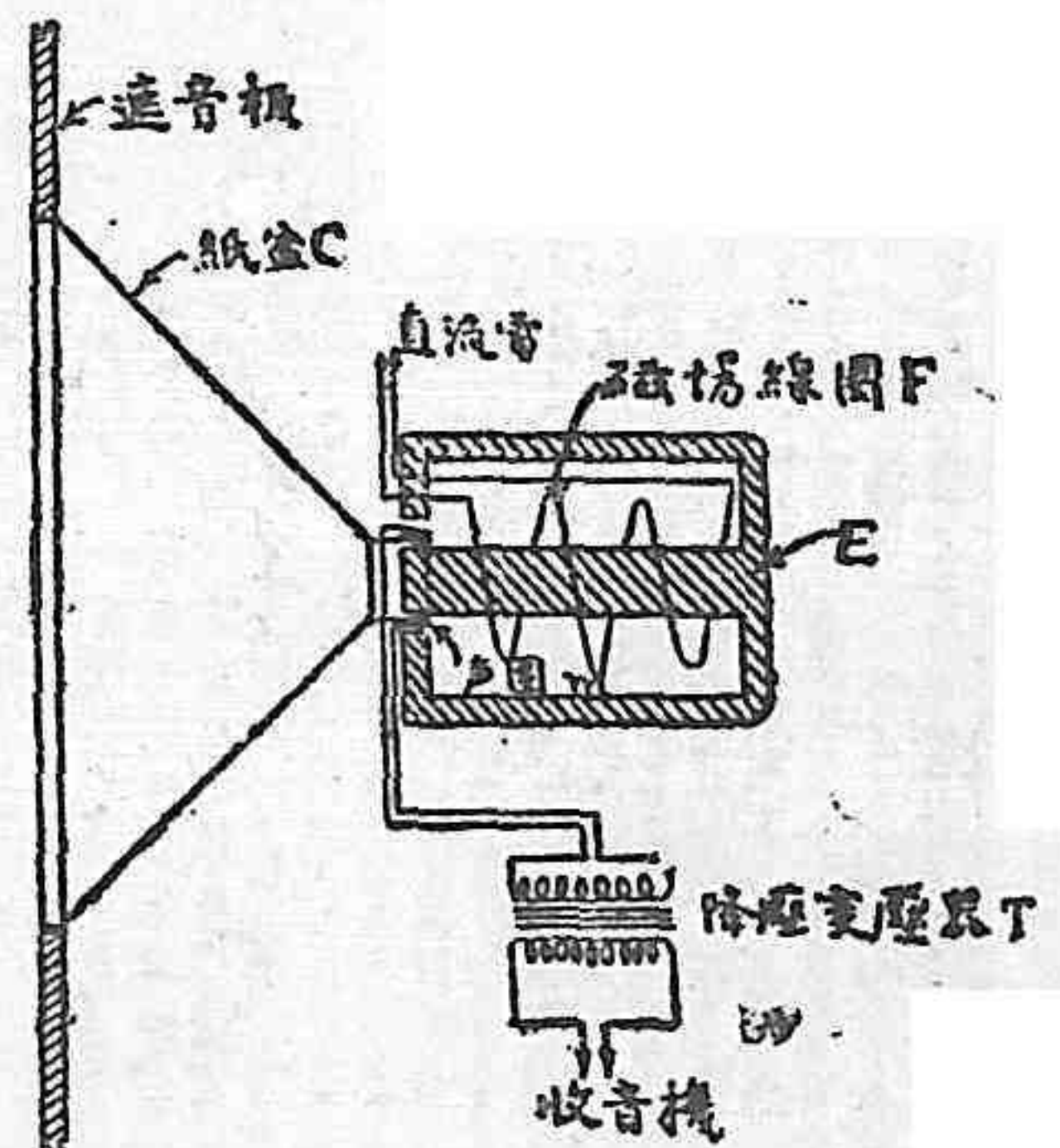


第132圖 磁鐵揚聲器之構造

圖B稱為感應式 (Inductor Type)。銜鉄 A_1 及 A_2 為兩鉄塊，而以一非磁體相結連。在一固定磁鉄之兩鉄腿上，繞有兩線圈 C_1 及 C_2 。設電流依圖示之方向通過，則磁極 P_1 之磁力線增加，磁極 P_2 之磁力線減小。但磁力線常欲向磁阻較小之磁路穿過，故 A_1 被吸，使與磁極 P_1 相近。同時 A_2 亦受 P_2 之吸引。惟因不及 P_1 之大，故全部銜鉄，遂向左端移動。此種揚聲器之利益，在於銜鉄之振距，不受限制。至於前述之平衡式揚聲器，若吸力過大，則其銜鉄可碰擊磁極，發出極可厭之聲也。

磁鉄揚聲器，因無需勵磁電流，故在直流，汽車，以及小型交直流兩用收音機中，應用甚廣。

85. 電動揚聲器 電動揚聲器之構造，如第 133 圖所示。E 為一殼式 (Shell Type) 電磁鉄。其中間所捲之線圈 F，通有直流電流，所以產生一極強之電磁場。在此磁場中，置有一活動線圈 (Moving Coil) 或聲圈 (Voice Coil) m。聲圈之一端係與一圓錐形紙盆 C 相連。當強力管之成音電流，通過



第133圖 電動揚聲器之構造



第134圖 電動揚聲器與輸出變壓器

音電流，通過線圈 m 時，因其間所產生之交流電磁場，

與固定磁場，互相發生反抗作用，故遂連同紙盆向前或後移動，而放出宏亮之聲。欲使聲圈之得追隨各種成音週率電流而振動，其構造必須甚輕方可。故此線圈，往往用極細之線，以及甚少之圈數繞成。但如是則線圈之總阻，必為甚小，若

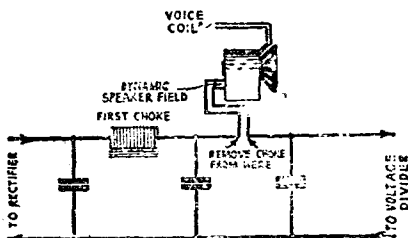
欲使其得與強力管之屏電阻相配合，則必須用一降壓式變壓器 T，置於兩者之間。此變壓器之降壓比數，約為 25 與 1 之比。而與揚聲器，往往合裝一處，如第 134 圖。

此種揚聽器，因輸出之週率範圍甚廣，而又不佔地位，故在新式收音機中，應用甚廣。茲為引起讀者之研究興趣起見，特將其各部構造，再略加補充如次：

a. 磁場線圈。欲揚聲器得輸出甚大之工率，其固定磁場，必須極強方可。在數種特製之大揚聲器中，其磁流密度，竟有超過每平方英寸 120,000 條磁力線者。因此電動揚聲器之磁場線圈，其圈數往往甚多。但其情形，隨所用電源之為高或低電壓，稍有不同。若電源為 6v 之蓄電池者，則圈數較小，但電流與線之直徑均係甚大。普通電流約需 1 或 2 安培，線圈用 20 號漆包線，而有 1600 圈。若電源為整流器所供給之直流高電壓，則圈數較多，但電流頗小。下列者，為其構造之一般：

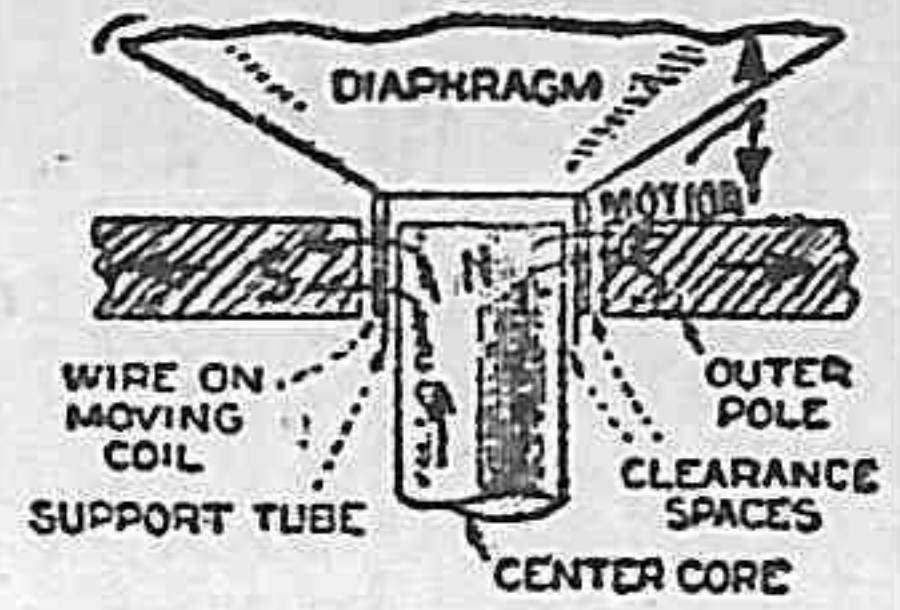
| 圈數 | 線號 | 電壓 | 電流 | 電阻 |
|--------|----|------|------|-------|
| 22,000 | 34 | 110v | 44ma | 2500Ω |
| 39,000 | 36 | 180v | 24ma | 7500Ω |

為節省製造經費起見，在收音機中，往往以電動揚聲器之磁場線圈，代替 B 電源之濾波線圈（如第 135 圖）。



第 135 圖 以音場線圈代替濾波電路之濾波線圈

b. 活動線圈。普通活動線圈，約有90圈之譜。且層數應為雙數，使接線在一面引出。線圈之一端，與紙盆結連如第136圖。但聲圈與磁場鐵心間所留之空隙係甚狹，為使線圈在工作時，不致離去中線，而與其他物體相碰起見，另裝一具有彈性之薄蛛網板(Spider) S，如第137圖。



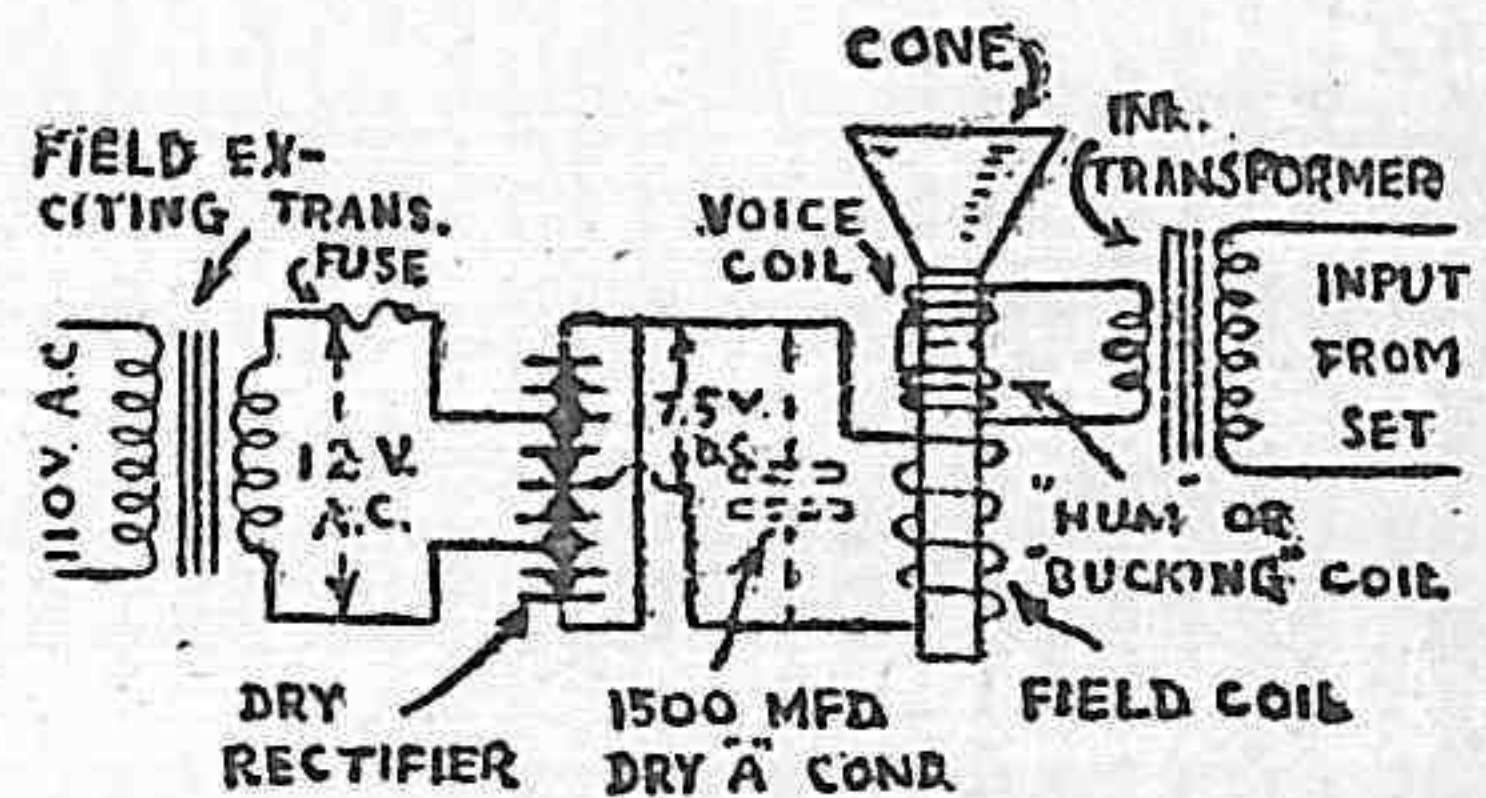
第136圖 聲圈之構造



第136圖 紙盆與聲圈之裝法

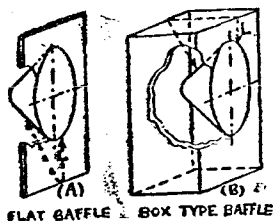
至於此板之中心點，則以縲絲旋牢於中間之鐵心上。在裝配時可用薄紙捲成一小管，置於聲線及鐵心間，及縲絲旋緊後，再將紙管取去，如是聲圈即在鐵心中間空懸，而不致有碰擊之虞矣。至於紙盆C，則以具有彈性之鈴羊皮圈，裝於揚聲器之鐵架上。此外凡磁場線圈之電源，由整流器供給者，

往往因濾波不佳，致於聲圈中，產生一交流電磁場，而發出極可厭之電聲。若欲減小此種電聲，則可於鐵心上另繞數圈之線。此線圈稱為抵制線圈(Bucking Coil)，而與聲圈接成串聯如第138圖。其圈數與方向，應慎重選擇，使與聲圈中之交流電壓，得互相抵消是也。



第138圖 避免電聲之方法

86. 遮音板及木箱 吾人知音波之產生，由於空氣分子之被壓縮或疏鬆而來。當揚聲器之紙盆向前推動時，在其前面之空氣分子，即被壓縮。而在其後面者，則同時又為放鬆。但較密之空氣，常有流至較疏處之傾向。因此若不設法隔離，則紙盆前後之空氣壓力，能互相抵消，致使輸出之音，大為減弱。欲免除此種弊病，祇須於揚聲器之前面，裝一遮音板(Baffles)，如第139A。蓋如是前面之空氣分子，必須經過一極長之距離L，方可達到揚聲器



第139圖

平板與木箱之遮音作用式 (Console) 收音機之低音調，往往勝於小型

(Midget) 收音機。再則若收音機與揚聲器，係合裝於同一木箱內者，則收音機之各部機件，往往因受到揚聲器之振動，發生各種擾亂。欲免除此種弊病，應於揚聲器與木箱間，墊一種避音物如呢絨或 Celotex 之類。此外收音機架與木箱間，亦往往墊以硬橡皮或其他具有彈性之物體。

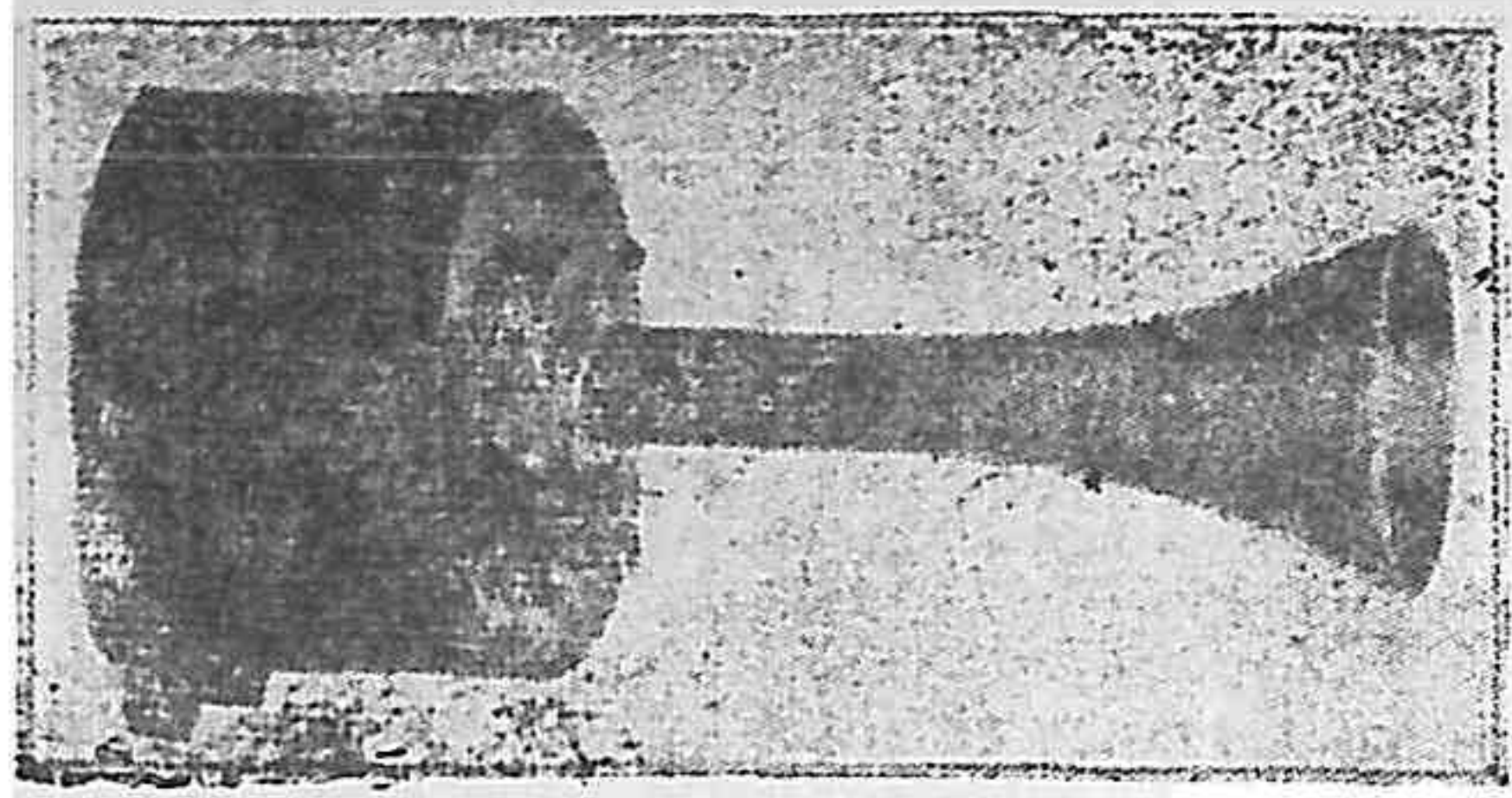
87. 改良揚聲器輸出週率之方法 普通紙盆式電動揚聲器因聲圈與紙盆之重量，往往頗大，故不能使極高週率輸出。其最高截止週率 (Cut-off Frequency)，大抵不出 5000 至 6000 週/秒。但有甚多倍音極高 (之樂器或聲響，如提琴，笙簫，或鼓掌之類，若將高週率截去，則其音調，將與原音完全不符。故在新式高真實度之收音機中，有人主張將週帶擴展至於 10,000 或 15,000 週/秒。但如是廣訊之週帶，決非單只揚聲器所能勝任，而必須在一只收音機中，同時應用兩只或三只輸出週率不同之揚聲器(1)。

第 140 圖所示者，為倍耳電話公司出品之一種特製高週率揚聲器。其構造與普通電動式揚聲器相似。惟聲圈係與一極薄之半圓球形鋁質薄膜相連。此膜係由厚為 .005 cm 之 Duralumin(2) 製成。聲圈為鋁質之一圈之環。聲圈與薄膜之總共重量，祇為 .16 gram，故其所能輸出之週率甚高，約在 6,500

(1) 在價值高貴之收音機中，大抵有兩只揚聲器。其大者為低週率，小者為高週率。

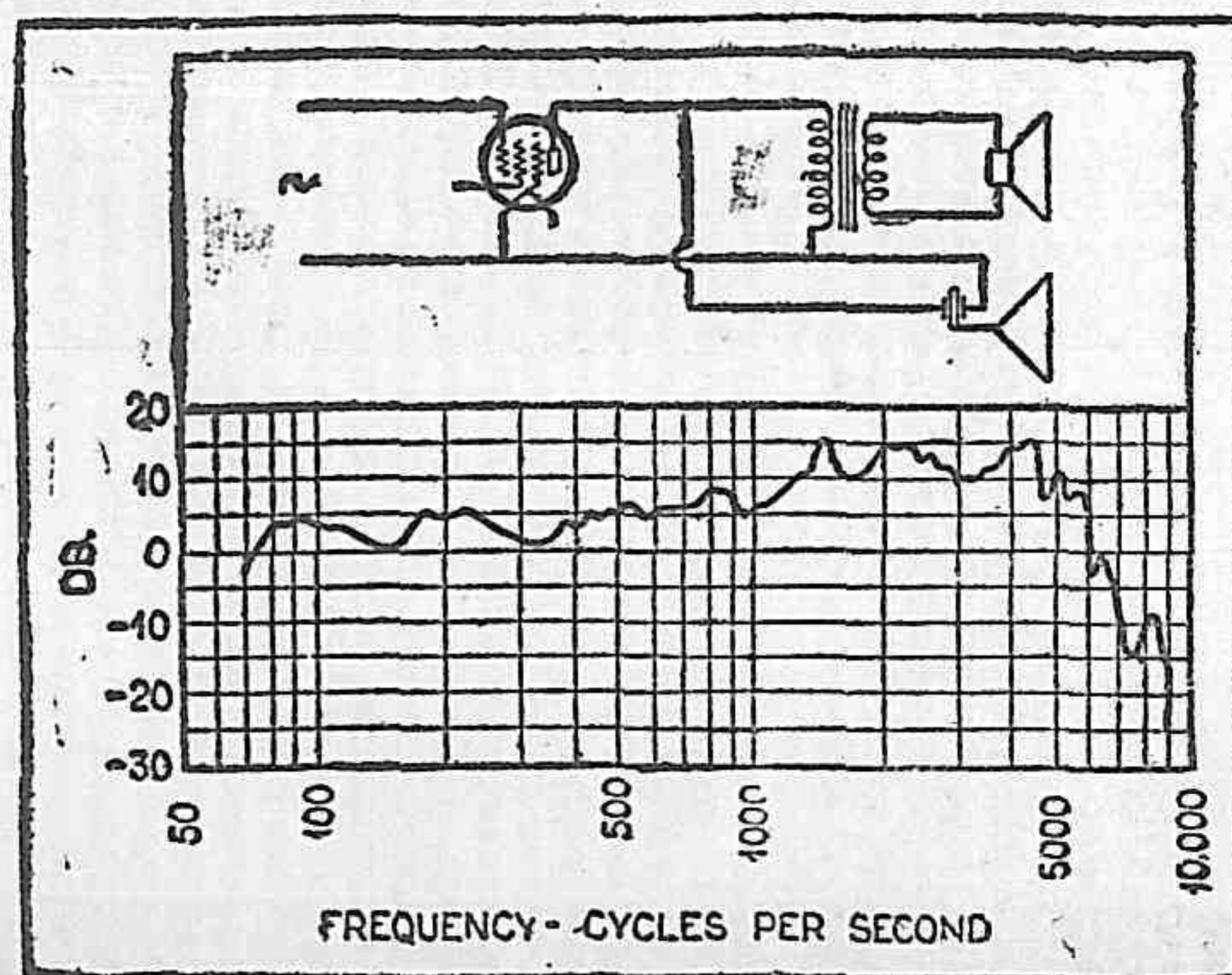
(2) 為鋁之一種合金，取其輕而頗堅。其成分為 94.06% Al, 3.93% Cu, 0.56% Mn, 0.50% Mg, 0.33% Si, 0.62% O。

至12,000週/秒之間。

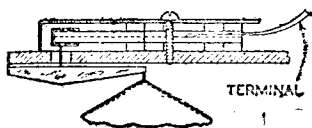


第140圖 特種高週率揚聲器

另一改良普通揚聲器輸出週率之方法，則為應用晶體揚聲器 (Crystal Loud Speaker)。第141圖係表示此種揚聲器與一普通電動式揚聲器合用時之週率輸出曲線，其範圍可自 60 直至 10000 週/秒。晶體揚聲器之構造，係根據數種天然結晶體，如 Rochelle Salt 等所具之電振效應 (Piezo-electric effect)。所謂電振效應者，為若於此種晶體之兩面，加一交流電壓，則晶體之本身，即依電之週率，自行伸長或縮短。在晶體揚聲器中，即利用此種機械振動，並藉槓桿，及紙盆，將其轉變成聲是也(如第142圖)。此種揚聲器之作用，猶如一普通電容器，故其所消耗之電能，極為微細。此外因其所具之電抗，又



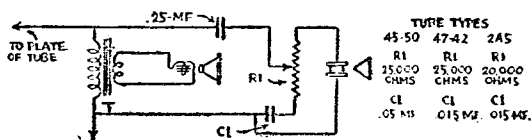
第141圖 電磁與晶體揚聲器合用時之輸出曲線



第142圖 晶體揚聲器之構造

電容式(約 25,000Ω), 故當其與電磁揚聲器合用時, 能與後者之磁感電抗相消滅, 而使收音機輸出工率之因數, 為之改善甚多。

第143圖表示此種揚聲器, 與一普通電磁揚聲器合用時之接法。其中之可變電阻 R_1 , 係作耦合之用。蓋普通輸出變壓器 T 之原線圈, 往往不能與晶體之電抗, 適為配合也。

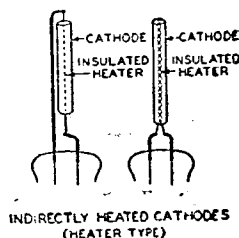


第143圖 晶體揚聲器之用法

第六章 電源

88. 真空管各極所需之電壓 無線電真空管之構造, 簡言之, 由一個陰極 (Cathode), 及數個附加電極, 合盛於一真空之玻璃管中而組成。陰極專司產生電子之職。其他各極, 則用於控制或吸取由陰極所放出之電子。

陰極分直接傳熱 (Directly Heated) 與間接傳熱 (Indirectly Heated) 兩種。直接傳熱式之陰極, 亦稱為絲極 (Filament), 其構造為一純鎢 (Pure Tungsten), 或塗鎢 (Thoriated Tungsten), 或塗氧化物 (Oxide Coated) 之金屬絲, 而於其間通一電流, 使之熾熱而產生電子。至於間接傳熱之陰極, 則為一金屬套管, 如第144圖。管之面上, 塗有一層易於放射電子之物質。其中間則設有一與之相絕緣之金屬絲。此金屬絲;



第144圖 間接傳熱真空管絲極之構造

稱爲授熱極 (Heater)。專用於產生熱量，但不放射電子。至於電子之產生，則藉授熱極之熱量，間接使套管之溫度升高，而由後者放出是也。故此種真空管，必須於授熱極中，通有電流約數十秒鐘後，方可發生效用。

加於真空管各極之電壓，有下列之四種：

絲極……………“A”

屏極……………“B”

柵極……………“C”

障柵極……………“D”

89. 絲電壓之供給 絲電壓可由直流或交流供給。直流電源，大抵爲蓄電池或乾電池。交流電源，則爲110或220v之市電，經一降壓式變壓器，將電壓降低後，再輸入於真空管之絲極。就美製真空管言，絲電壓與絲電流約可分成下列之三種。1)交流管之絲電壓，大抵爲2.5v，絲電流約自1.75至2.5A。但於舊式管中，亦有不依此規律者。例如 '26 之絲電壓爲1.5v，絲電流爲1.05A。2)電池管之絲電壓，大抵爲2v，絲電流約自0.060至0.260A。但於舊式管中，如 '22,01—A等，亦有用3.3或5v者。3)汽車及直流市電之真空管³其絲電壓大抵爲6.3v，絲電流約自0.3至0.8A。但有數種特殊整流管，如12Z及25Z5等，其絲電壓亦有用至12或25v者。

收音機中各真空管絲極之連接，分並聯與串聯兩種。並聯方法，應用較廣。串聯則多用於直流市電或交直流兩用之收音機中。絲電壓及絲電流之準確與否，關係真空管之效用與壽命極大。尋常必須應用製造廠家所規定之值，而不可過高或太低。若各絲極爲並聯，則應以一極準確之電壓計，測量其電壓。若爲串聯，則以電流計量其電流。

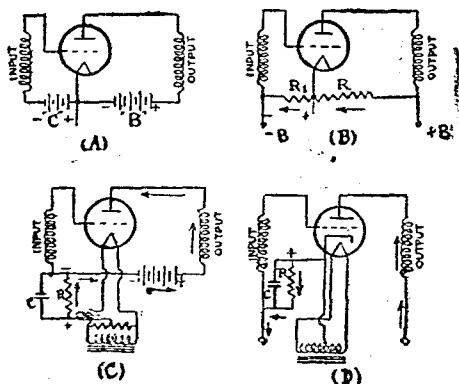
90. 屏電壓之供給 真空管之屏電壓，可由“B”電池，整流器，直流市電，直流發電機等供給。在新式汽車收音機中，更有用振動器 (Vibrator)，

作屏電源者。屏電壓之高低與屏電流之大小，係隨真空管之程式及其使用情形而異⁽¹⁾，故無一定之標準。普通強力輸出管之屏電壓與屏電流，大抵較其他各管為大。屏電壓應於接柵負電壓後，再行加上。否則真空管中，將有甚大之屏電流通過，而能使其毀壞。

91. 柵電壓之供給 柵電壓為規定真空管工作之最重要因數，故其值必須慎重選擇，而不可等閒視之也。其供給方法，有“C”電池，分壓器 (Voltage Divider)，或在陰極回路中，置一電阻等。第145圖A，為用“C”電池之接法。其間以負極連柵，正極接絲或陰極是也。圖B為分壓器之用法。收音機之“B”電源，常有一電流通過R及R₁兩電阻，故於R₁兩端所產生之電壓降，可作為供給柵負之用。圖C及D，為自生柵負 (Self Bias) 之接法。蓋於電阻R中，有屏流通過，而得產生一電壓降。視圖，知此電壓，實加於柵絲之間，而其負極，則又為通柵也。此電壓之值，頗易計算，係等於 $\frac{I_p(\text{ma.})R}{1000}$ 。惟於

障柵及五極管中，同時尚有障柵電流I_s，通過電阻R，故其計算公式，應變為：

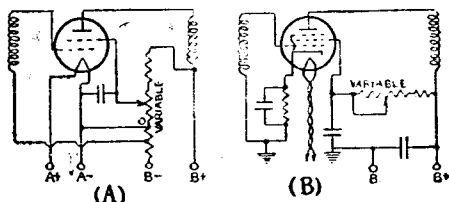
$$\frac{(I_s + I_p)R}{1000} \text{。}$$



第145圖 柵極負電壓之各種供給方法

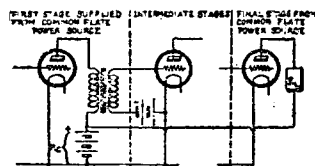
(1) 極克亞管之作爲射電放大，檢波，或收音放大而言。

92. 幘柵電壓之供給 幘柵極所需之正電壓，往往取自屏電源。在四極管中，大抵由“B”電池或分壓器之中間，出一接頭而供給之（如第146圖A）。至於五極管中，則可用一串聯電阻R，如圖B。若於四極管中，亦用此方法，則不甚相宜。蓋其幘柵電流，可有甚劇烈之變遷也。



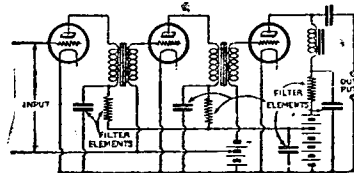
第146圖 幘柵電壓之供給方法

93. 數管合用一共同屏電源時應有之設備 若各級真空管，係合用一屏電源，如第147圖，則因此電源之內總阻，係同時加於各該真空管之屏路內，故彼此間能發生耦合作用，而使收音機之放大，為之增強或減弱（隨回授電壓之相位而定）。且若回授過甚，則收音機能自行產生振盪，而完全失去其放大效用。其理由甚簡單。蓋末級強力管之屏電流，係通過電源之內電阻 R_c ，而於其兩端，產生一交流電壓。但此電壓，則又直通其他各管之屏極，因此若 R_c 甚大，則此電壓亦必甚強，而能使第一放大管之輸出電壓，隨之變更甚多。欲免除此種弊病，應於各真空管之屏路內，加一電阻 R 及一電容器 C，如第148圖。此電阻稱為去耦電阻 (Decoupling Resistors)，係用於阻止高週電流之通過電源，而為新式收音機中所常採用也。至於電容



第147圖 電源之內總阻對於耦合之作用

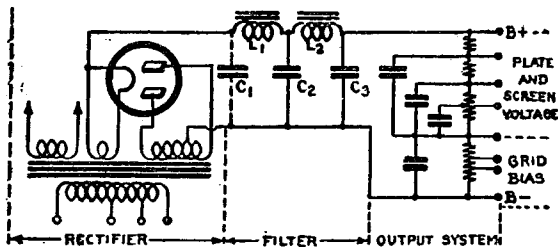
器 C，則對於高週電流所具之總阻，係屬甚小，故能使此電流直接通過其間，而不致在電阻 R 及電源中，受有損失。



第148圖 取消電源之耦合方法

94. 交流收音機之電源 下圖為交流收音機所用電源之一種。

其構造得分四部言之。



第149圖 交流收音機之電源

1. 電源變壓器。專為供給各級真空管之絲電流，及整流管高電壓之用。其構造與設計，在後將有更詳細之討論，茲姑從略不及。所應注意者，為變壓器之鐵片，應夾緊而不可發生振動。否則收音機之工作，必受其擾亂甚多也。

2. 整流管。廣播收音機所用之整流管，大別之，可分真空與汞蒸氣 (Mercury-Vapor) 兩種。其區別在於前者之玻璃管中為真空，而後者則盛少許水銀。添加水銀之目的，專為減小整流管之內電阻，以增加其輸出電流。因構造之互異，此兩種整流管之電壓與電流額定方法，亦屬不同。下表所列

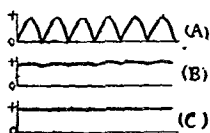
者，為'80及'82之額定值：

| | 絲電壓 Volts | 絲電流 Amp. | 每屏之交流電壓 (有效值)V. | 最大之直流輸出電流 Ma. |
|--------------|--------------|-------------|--------------------|------------------|
| '80 (無水銀) | 5.0 | 2.0 | 350 | 125 |

| | 絲電壓 Volts | 絲電流 Amp. | 最大反電壓之巔值 Volts | 最大屏電流之巔值 Amp. | 管內電壓降 Volts |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|------------------|----------------|
| '82 (有水銀) | 2.5 | 3.0 | 1,400 | 0.4 | 15 |

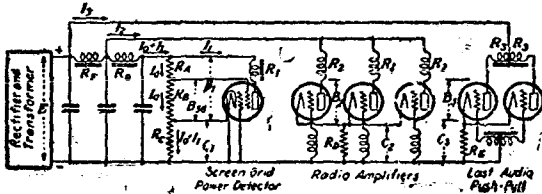
鎂蒸氣整流管之管內電壓降甚小，故其輸出電壓，極為平均，不致隨荷載電流，降落過甚。凡收音機需要甚大之屏電流，而屏電壓又不可變者（如B類放大器），則以應用此種整流管為最宜。但其工作情形，猶如電花之在氣體中放電，故能使其附近電路，產生減幅電波，而擾亂收音機之收音工作。欲免除此種弊病，應在整流管之每屏上，連一射電週率抗流線圈。同時並須將整流管，置於一金屬隔離罩中。

3. 濾波器。由整流管所輸出之電流，為一種如第150圖A所示之顫動直流電流。若欲使其變成平直不變之直流，則必須在整流管之後，加一濾波



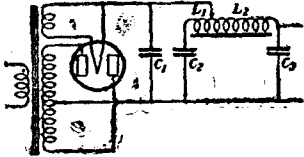
第150圖 濾波器之作用

器(Filter)。其用於廣播收音機者，大抵如第149圖所示之兩節粗暴力式(Brute-force Type)。經濾波後所得之電壓狀態，如第150圖B及C所示。B為一節之輸出波狀，C則用兩節後之結果。濾波線圈，大抵一為電動揚聲器之磁場線圈，一為30亨利之特製抗流線圈。又電容器，幾一律採用電解式(Electrolytic)，取其價廉而佔地位較小也。濾波器之效率，係隨電容器及抗流線圈之大小而異。若容量大而感抗小，則可減小濾波器中之電壓降，以及成音週率回授等不良現象。為節省設置費用起見，有時在收音機中，可採用一種階段式濾波器(Graded Filter)，如第151圖。其間強力輸出



第151圖 階段式濾波器

管之電壓，係直接取自整流管，而不經過濾波器。蓋如是可減小通過抗流線圈之電流，而得將其體積縮小。同時變壓器之高電壓，亦可略為減低。惟此



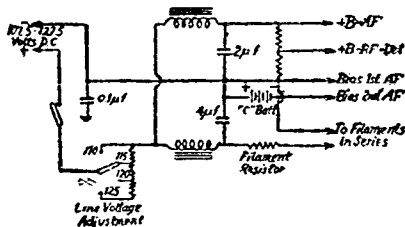
第152圖 具有互感應之濾波器

種整流器，大抵祇能適用於末級放大器之為推挽式者為限，(因其能自行抵消交流電音)。另一方法，則為應用一種具有互感量之抗流線圈，如第152圖。若 L_1 及 L_2 間之圈數比數，為適當的，則可使交流電壓，在 L_2

C_2 及 L_2 C_3 兩電路中，自相抵消，藉以改善濾波之作用。

4. 分壓器。收音機各級真空管所需之高電壓，往往不同。分壓器(Voltage Divider)之作用，即所以將整流器所輸出之直流電壓，利用電阻中之電壓降，適當的分配于各級真空管是也。其構造往往隨真空管之數量與程式而異，頗難一言盡述。又射電及中週率放大管之柵負，亦往往由分壓器供給，蓋於具有自動音量控制之收音機中，此種放大管之控制極上，必須有一固定負電壓也。

95. 用於直流市電之濾波器 第153圖，表示收音機用直流市電供給真空管各種電壓之一種措置。在此種收音機中，各真空管之絲極，均為串聯。其所需電流，係由電源經一電阻，直接供給之。屏柵各極之電壓，亦取自外來電源，但另裝濾波器一節，以減小換向環之波動。輸出管大抵為兩只或推挽式之45真空管。其屏電壓則直接取自濾波器以前之外來電源。



第153圖 用於直流市電之濾波器

96. 交直流兩用收音機之電源 此種收音機，不用變壓器。各真空管之絲極，均為串聯，而由電源經一電阻，直接供給之。屏電壓係由一特製之間接傳熱整流管供給⁽¹⁾。其絲極與屏極，均與電源直接相連。下列者，為整流管2Z5之特性。此管有一絲，兩屏，及兩陰極。

絲電壓.....25 v.

絲電流.....0.3 amp.

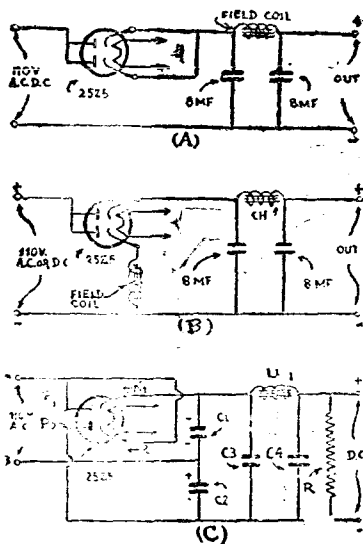
每屏之最大交流電壓(有效值).....125 v.

最大之輸出電流.....100 ma.

此種整流管，可有甚多用法。第154圖A為一半波整流線路。其間係以兩屏及兩陰極，各自並聯，而使之成一普通半波整流器。圖B亦為一半波整流線路，惟使電動揚聲器磁場線圈所需之直流電流，由整流管之另一屏極直接供給，而不經過濾波器。圖C稱為倍壓器(Voltage Doubler)之接法，蓋其所輸出之直流電壓，可倍於輸入之交流電壓也。倍壓作用之原理如次：當輸入電壓之半週，使A為負時，電子由陰極K₂，屏極P₂，而達於電容器C₂之負片。既而再由C₂之正片，回至B極。故此時C₂上，荷有155v之電壓也(即有效電壓110v之巔值)⁽²⁾。同時電容器C₁，亦能經由A K₂ P₂ R L₁ C₁ B之電路而容電。但

(1) 凡為間接傳熱之兩極或三極管，均得作此類整流器之用。

(2) $110 \times \sqrt{2} = 155$

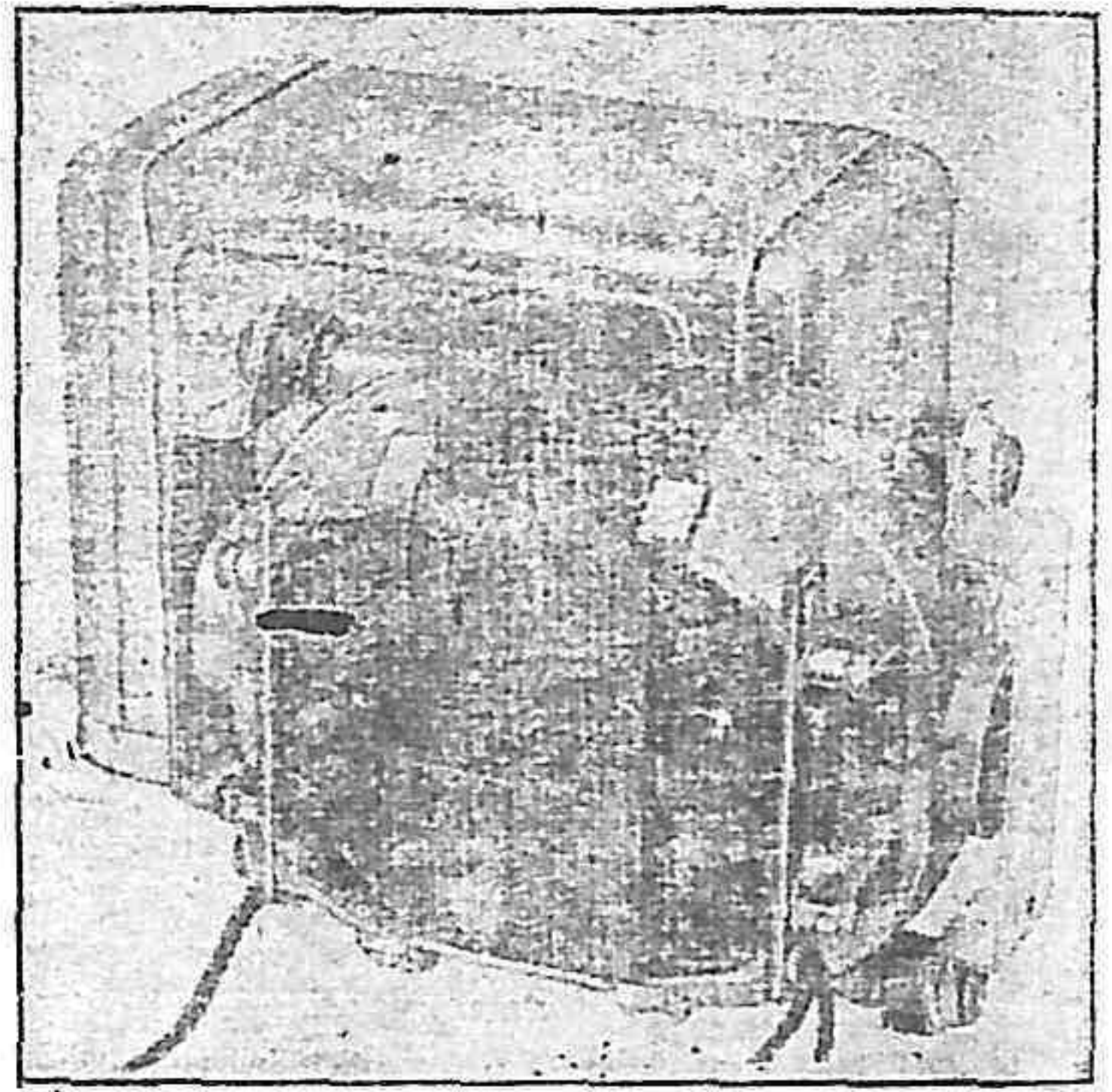


第154圖 不用變壓器之整流器

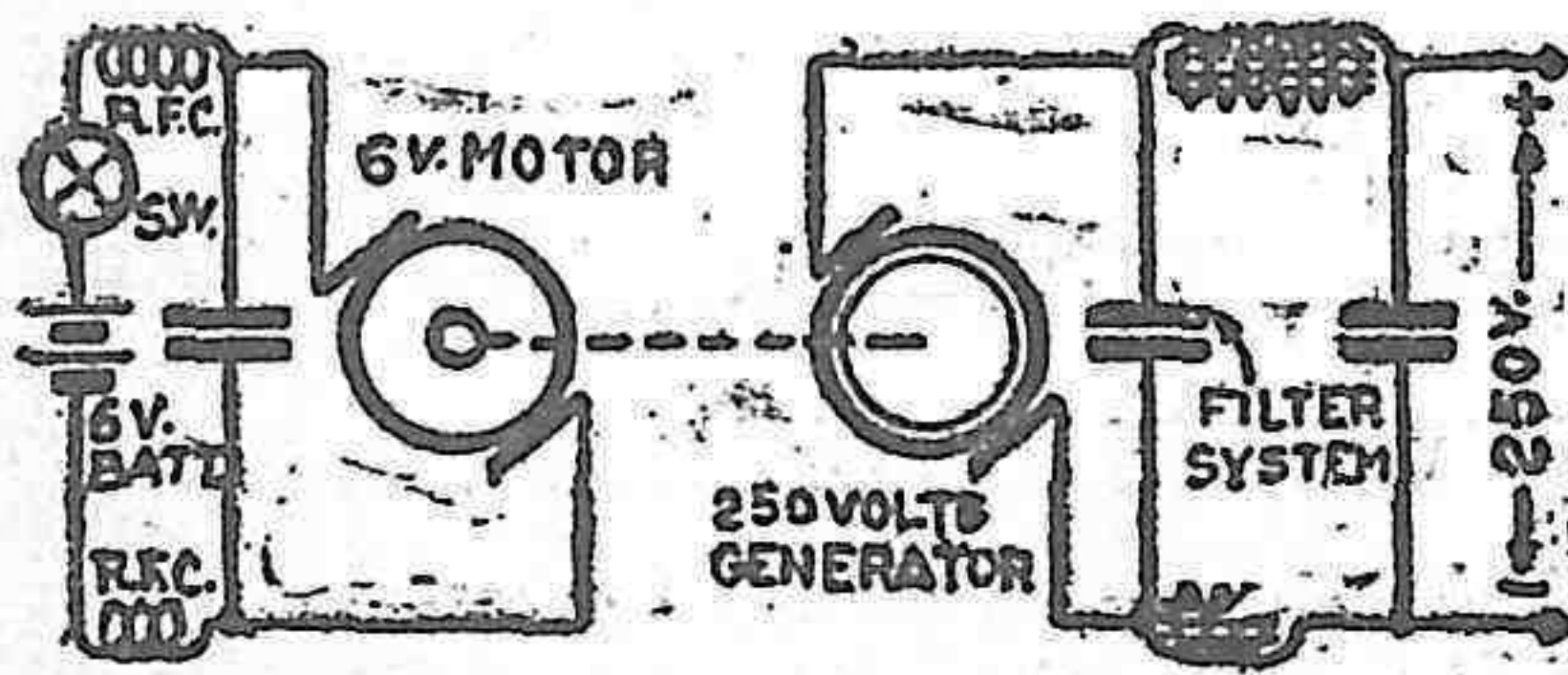
若 R 之值，較整流管之內電阻，所大甚多，則此反方向之電壓（與圖中 C_1 兩端所註之符號相反），必為甚小，可不必計及。反之，當 B 為負時，電子係由 B 經 C, K, P_1, A 而通過，故 C_1 上亦荷有 155 v 之電壓。且其方向，係與 C_2 在前半週所具者，適成串聯，故 C_3 之兩端，遂荷有 310 v 之電壓矣。又此時 C_2 亦能經 B, C, R, L_1, K, P_1, A 之電路而容電。但其方向，係與其在前半週所荷者相反，故實質上，此時 C_2 之電壓，能自行減低，而不能完全等於 155 v 矣。由此可知 C_1 及 C_2 兩電容器所荷之電壓，在每半週中，常受一反方向電壓之抵制。故其實在之輸出電壓，係隨荷載電阻與整流管內電阻之比數而變，而不能視作完全均等。此外 C_1 與 C_2 為串聯，故其濾波效用，祇及每只電容器之半數容量（假定 C_1 與 C_2 之容量為相等者）。又電容器 C_3 ，並非為必要者。但接於輸出端之 C_4 ，則為不可缺少的。

97. 汽車收音機之電源 汽車收音機之絲電壓，係直接由 6v. 之汽車蓄電池供給。但所用真空管，均為間接傳熱式，蓋此種電池之電壓，不能如普通電池之平直不變也。至於屏極所需之高電壓，則往往由下列之三種方法產生。

1. 電動發電機 (Motor-Generator 或 Genemotor)。此種電機之構造，如第 155 圖所示。其電動與發電兩部，係合用一鐵軛及一磁場線圈。但電樞有兩個。其一接 6v 之蓄電池，係作電動機之用。其他則為產生 250v 直流高電壓之電樞。第 156 圖係表示此種電機之用法。其間所設之射電週率抗流線圈 R. F. C., 專為用於防止換向環之火花



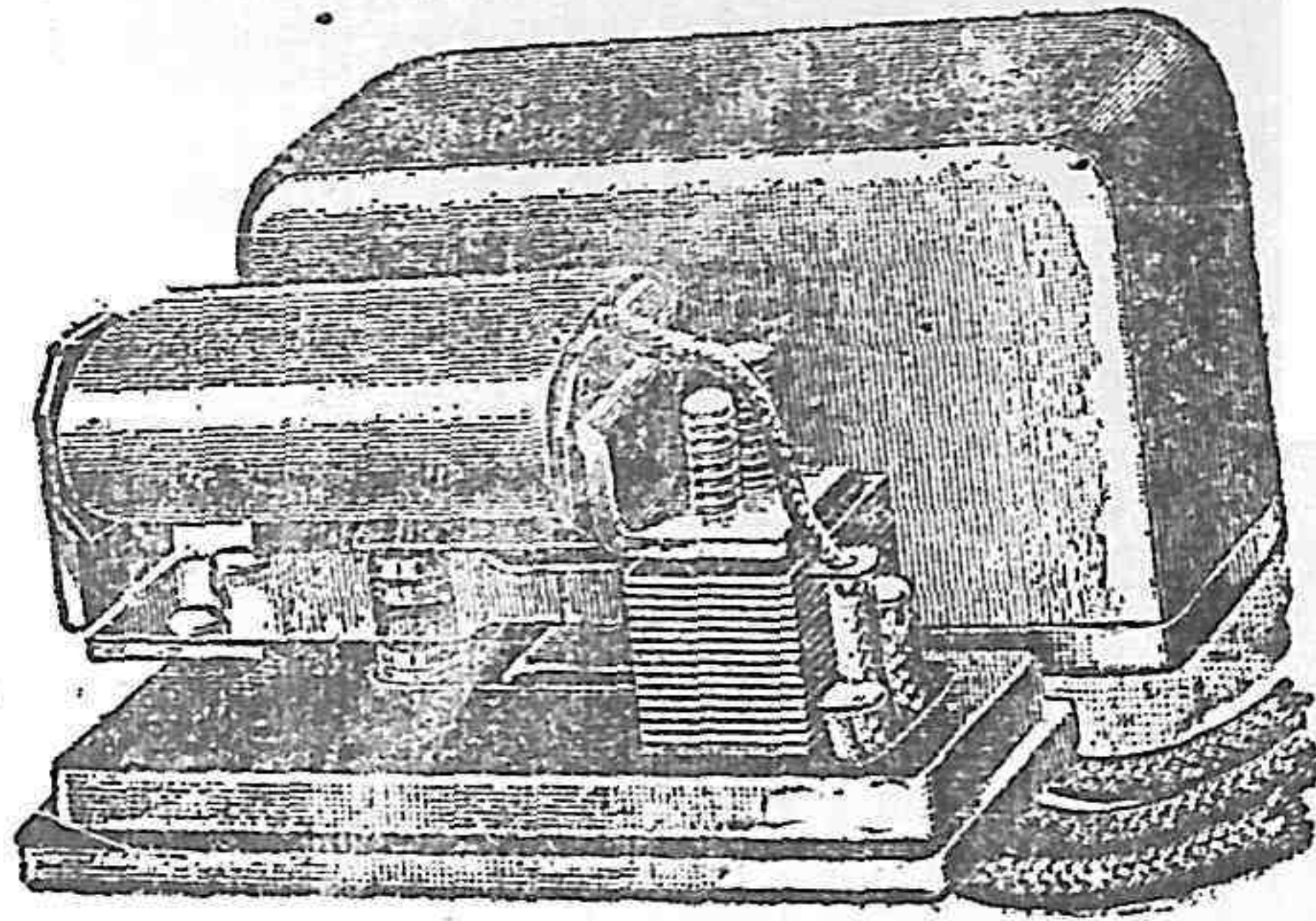
第155圖 用於汽車收音機之電動發電機



第156圖 電動發電機之用法

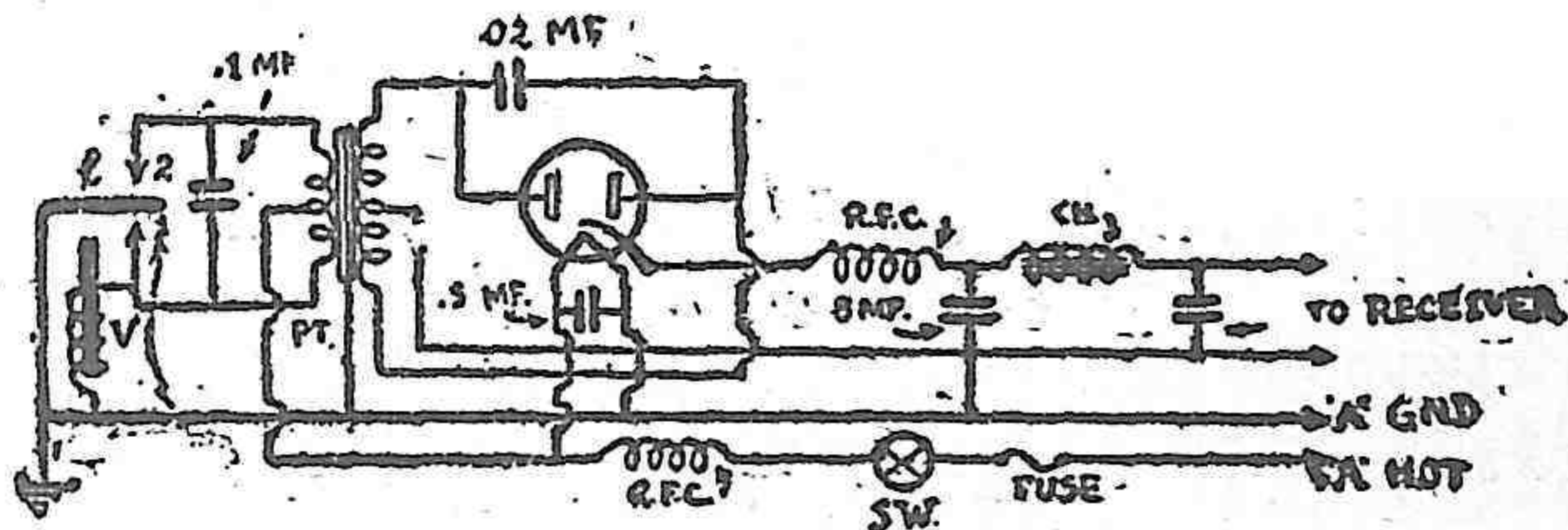
電波，傳至收音機，而發生騷擾。此種電機之利益，在於持久可靠，及濾波之簡便。至其缺點，則為價值甚昂，並需頗大之起動電流（約三倍於正常電流）。

2. 用整流管之振動器 (Vibrator With Rectifier Tube)。在此設備中，係用一如第 157 圖所示之振動器，將“A”電池之直流，輪流切斷，變成斷續電流後，再經變壓器與整流管，輸出所需之直流高電壓。第 158 圖係表示此種振動器及其附屬之設備。視圖知蓄電池之電流，係由 A+ 經變壓器原線圈之下半部，而通過振動器之鐵心線圈 V，回至地線（即 A-）。此時線圈 V，遂變成一電磁鐵，而將具有彈性之舌片 1 吸下。迨 1 至於與 1 接觸時，線圈 V 猝然被



第157圖 用於汽車收音機之振動器

短路。於是原線圈中之電流，立刻加大，而使其副線圈之兩端，產生一高電壓。同時 V 中，既無電流通過，遂失其磁性，而將舌片 1 放棄。但 1 藉其彈性，復與接觸鈕 2 相遇，而使副線圈之兩端，又產生一高電壓。然此時 V 中又有電流通過，故不久復將 1 吸下。如是循環作用，遂使高電壓，得繼續輸出不已矣。為免除花火之擾亂起見，在整流器之各部線路中，應加數個高週率抗流線圈如圖。

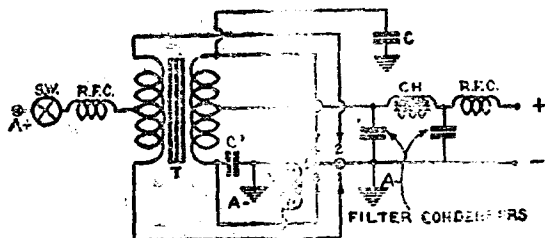


第158圖 振動器及整流管

3. 機械整流的振動器 (Vibrator With Mechanical Rectification)。

在此類振動器中，係不用整流管，而由舌片自行整流。其構造甚簡單，祇須在副線圈之兩端，另加 3, 4 兩接觸鈕，如第 159 圖。當電流通過振動器 V 時，舌片 1 被吸下降，而於副線圈之兩端，產生一高電壓。同時接觸鈕 3，又與地相連，故電流能在副線圈之下半部中通過。至於上半部，則因受電容器 C 之阻斷，不能供給電流也。反之，當舌片 1 與接觸鈕 4 相遇時，電流將在副線圈之上半

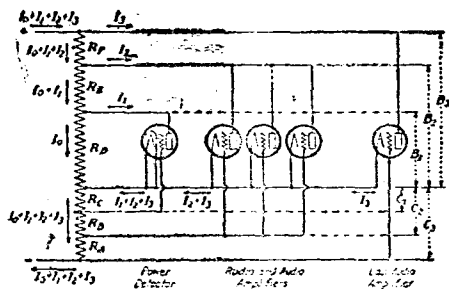
部中通過，而被阻於下半部。依對稱原理，此兩電流之方向，必常為相同，故無需應用整流管也。



第159圖 變壓器耦合檢波器

98. 並聯分壓器之設計 在設計製造整流器時，第一步手續先規定各級真空管所需之電壓與電流。然後再次第及於濾波器，整流管及變壓器等之計算。蓋濾波線圈之構造，係隨荷載電流之大小而異，而濾器之磁感量與電容量之比數，則又隨荷載電阻而變也。惟荷載電流及荷載電阻之計算，則視電壓之分配方法，係用並聯或串聯電阻，稍有不同。茲先將並聯之計算方法，從略述之如次：

第160圖表示一個用並聯分壓器之線路。各級真空管之“B”及“C”電壓皆由一共同分壓電阻供給。故絲極應連於該分壓器之中間一點，而有如下之分配情形。



第160圖 並聯分壓器之計算

| | 屏電壓 | 柵電壓 |
|------------|-------|-------|
| 強力檢波管 | B_1 | C_1 |
| 射電及成音週率放大管 | B_2 | C_2 |
| 三級強力輸出管 | B_3 | C_3 |

視圖，知通過分壓器各段電阻之電流值，並非一律相等。其中與 I_1 並聯之 I_0 ，稱謂循環或消費(Waste)電流。

分壓器各段電阻所需之值，得依照普通歐姆定律計算之。其公式如下：

$$R_F = \frac{B_3 - B_2}{I_0 + I_1 + I_2}$$

$$R_E = \frac{B_2 - B_1}{I_0 + I_1}$$

$$R_D = \frac{B_1}{I_0}$$

$$R_C = \frac{C_1}{I_0 + I_1 + I_2 + I_3}$$

$$R_B = \frac{C_2 - C_1}{I_0 + I_1 + I_2 + I_3}$$

$$R_A = \frac{C_3 - C_2}{I_0 + I_1 + I_2 + I_3}$$

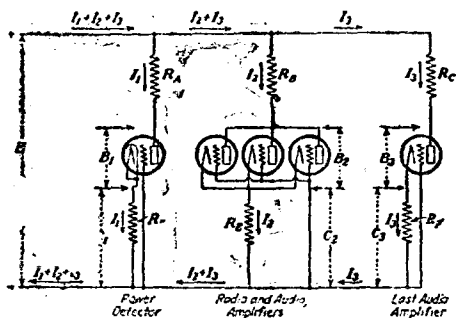
又分壓器與真空管合併造成之等值電阻，係等於總電壓，被除於總電流：

$$R_{equiv.} = \frac{B_3 + C_3}{I_0 + I_1 + I_2 + I_3}$$

在並聯分壓方法中，若欲减小電壓之變遷，或稱使其有更佳之電壓調節(Voltage Regulation)者，則應加大循環電流 I_0 之值。但因一則電能之消耗，為之增加，再則同時並需應用較大之濾波電容器，故實際上，仍以採用小的 I_0 為宜。

99. 串聯分壓器之設計 第161圖為串聯分壓器之組織。其中所

指之電壓與電流值，與第160圖相同。



第161圖 串聯分壓法之計算

末級強力管之電壓為最大，故整流器之壓電 E ，即由此規定：

$$E = I_3 R_C + B_3 + C_3$$

至於其他各電阻，亦可依同樣方法計算之：

$$R_A = \frac{E - B_1 - C_1}{I_1}$$

$$R_D = \frac{C_1}{I_1}$$

$$R_B = \frac{E - B_2 - C_2}{I_2}$$

$$R_E = \frac{C_2}{I_2}$$

$$R_F = \frac{C_3}{I_3}$$

在 $R_A R_B R_C$ 三數值中，係包含降壓及耦合兩種電阻。例如在強力檢波管之昇電路中，設有一 1000 歐姆之抗流線圈，則外加之降壓電阻，應等於 $R_A - 1000$ 歐姆。

100. 濾波器之設計。普通濾波器，大抵如第149圖所示之用兩個

抗流線圈及三只電容器。其最適當之L及C值，可由下列之兩公式計算之：

$$C = \frac{0.3183}{f_c R} \quad \text{Farads} \quad (7)$$

$$L = \frac{0.3183 R}{f_c} \quad \text{Henrys} \quad (8)$$

其中： f_c = 所欲取消之顫動電壓之週率(?)

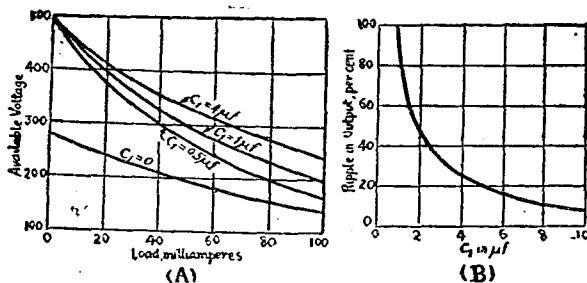
C = 電容量 (Farads)

R = 荷載電阻 (Ohms) (?)

L = 磁感量 (Henrys)

由此兩公式，可知就同一截止週率 f_c 言，增加荷載電阻R，應同時加大L而減小C也。

C_1 C_2 C_3 三電容器對於濾波之效用如下。加大 C_1 ，可使輸出電壓增加(第162圖A)，但不能減小電壓之顫動，低於百分之十(如圖B)。



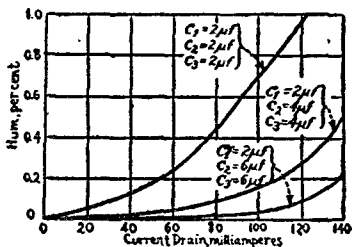
第162圖 電容器 C_1 之效用

C_2 及 C_3 兩電容量，最好為相等。且其值愈大，交流電音必愈小 (第163圖)。又各級真空管所需之濾波設備，其程度並不相同。對於檢波管及前數級或音週率放大器之濾波，最應注意。若其輸出中，稍帶交流電音，則此電音，

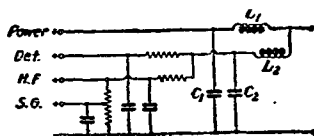
(1) 設整流器為50週/秒半波式，則 f_c 應小於50，若為全波式，則應小於100。

(2) R即為98.93兩節計算所得者。

將被其他各級次第放大，勢必引起甚大之騷擾。為改良濾波情形起見，有時除總濾波器外，在各級真空管之屏電路中，另加數節電阻式濾波器，如第164圖。同時此種電阻，又得作降低屏電壓之用。



第163圖 C₂及G₃之作用



第164圖 電阻式濾波器

101. 變壓器之設計 電源變壓器之設計，為製造及修理交流收音機時所常用者。其原理散見於中外各無線電雜誌中者甚多，讀者固不難探尋也⁽¹⁾。茲將此種設計之步序，從略述之如次：

1. 規定副線圈所需之電流與電壓：

a. 計算副線圈所需之電能總值： $W_s = E_1 I_1 + E_2 I_2 + \dots$

b. 假定變壓器之效率為90%，而求原線圈之電能： $W_p = \frac{W_s}{0.9}$

c. 假定電工率因數為90%，而求原線圈之電流：

$$I_p = \frac{W_p}{E_p \times 0.9} = \frac{W_s}{0.81 E_p}$$

2. 規定導線之粗細。 既知各線圈所需之電流，即可由導線表，求得導線之粗細。為安全起見，凡電工率在 50 W 以下者，電流密度，可取每安培 1,000 圓米勒 (Circular Mils)⁽²⁾。其電力較大者，應取每安培 1,500 圓米勒。

3. 求鐵心之面積。 鐵心之橫斷面積，係隨電工率而異。凡電工率愈大，鐵心之面積，亦宜愈大。第165圖即表示鐵心面積與電工率之變遷曲線，而得

(1) 如讀者無法找得，可參閱拙著現代實用電磁學(上册)。

(2) 1 mil 等於 .001 inch。圓米勒為米勒之乘方。

作變壓器設計之用。例如40W之變壓器，其鐵心面積，約為1平方英寸。若電工率加大至於70W，則其面積至少為1.5平方英寸。

4. 規定鐵心之磁流密度。鐵心中所能產生之磁力線數，係隨鐵之性質而異。其用於收音機者，大抵為4%之硅鋼片(Silicon Steel Sheet)。在設計變壓器時，可採用每平方英寸65千條力線。

5. 求每伏特之圈數。既知鐵心之面積與磁流密度，即

可由下列之公式，計算變壓器每伏特之圈數(Turns Per Volt)。

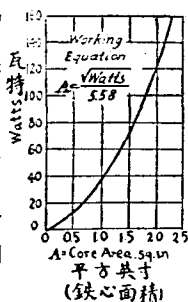
$$\frac{N}{E} = \frac{10^8}{BAf 4.44} \quad (9)$$

其中N為圈數，E為電壓，A為鐵心面積，B為磁流密度，f為電之週率。A及B所用之單位，應為相同。若A以平方英寸計算，則B之單位，應為每平方英寸之磁力線數。若A為平方厘米，則B為每平方厘米之磁力線數。為便利起見，公式(9)又可由第166圖所示之標尺求之。此標尺係由三條刻度線合組而成。左線表磁流密度，中線表鐵心面積，右線表每伏特之圈數。其用法如下：例如B=65 Kilolines Per Square Inch, A=1.8 Square Inch, f=60 Cycles per Second。由A, B之值，在左中兩線上，可求得兩點。既而再由此兩點劃一直線，則此直線與右端刻度線相遇之點，即為所欲求之每伏特之圈數，視圖知其為3.1。

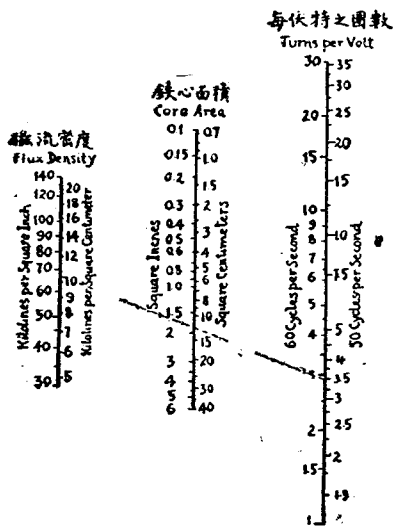
6. 規定每個線圈之圈數。既知每伏特之圈數後，則每個線圈所需之圈數，即不難計算，祇須以電壓相乘即得。

7. 電能之消耗與效率之估計。此種計算，亦非甚難。但因非為實用所必需要者，故得從略不及。

為使讀者易於了解前述之設計方法起見，特舉一例如下：



第165圖 鐵心面積與電工率之關係



第166圖 計算變壓器圈數之標尺

今設欲製造一只用於110v及50週/秒交流電之變壓器，其副線圈應輸出下列之各種電壓與電流：

| 電 壓 Volts | 電 流 Amperes | 用 途 | 電 工 率 Watts |
|--------------|----------------|-----------|----------------|
| 330 | 0.05 | “B”及“C”電壓 | 16.5 |
| 330 | 0.05 | “B”及“C”電壓 | 16.5 |
| 5.0 | 2.0 | 整流管之絲電壓 | 10.0 |
| 2.5 | 2.5 | 收音機之絲電壓 | 6.25 |
| 2.5 | 3.0 | 收音機之絲電壓 | 7.5 |

1. a. 副線圈之總電工率.....56.75
- b. 原線圈之電工率: $W_p = W_s / 0.9 = 56.75 / 0.9 = 63.09$
- c. 原線圈之電流: $I_p = W_s / 0.81 E_p = 56.75 / 89.1 = 0.66$

2. 由銅線表,可求得線之粗細,如下表:

| 電 壓 | 電 流 | 線之號數 |
|-----|------|------|
| 110 | 0.66 | 20 |
| 330 | 0.05 | 30 |
| 330 | 0.05 | 30 |
| 5 | 2.0 | 14 |
| 2.5 | 2.5 | 14 |
| 2.5 | 3.0 | 12 |

3. 由第 165 圖,可求得鐵心面積,約為 1.3 平方英寸。但為使變壓器具有較高之效率,及較優之電壓調節起見,可將鐵心面積略為放大,而取 1×2
 $i_0 = nhes2 \text{ Sq. In.}$

4. 若鐵片為硅鋼,而假定磁流密度為 65 Kilolines Per Sq. in., 則由第 166 圖之標尺,可求得每伏特之圈數為 3.5。因此各線圈所具之圈數,應如下表:

| 電壓 | 圈數 |
|-----|------------------|
| 110 | 385 |
| 330 | 1155 |
| 330 | 1155 |
| 5 | 17 $\frac{1}{2}$ |
| 2.5 | 9 |
| 2.5 | 9 |

第七章 音量及音調控制

102. 設置音量控制之目的 新式廣播收音機,均具有一種可

以調節揚聲器輸出音量之方法。設置此種音量控制 (Volume Control) 之目的有二。第一，使輸出音量，適當悅耳。第二，當收音機接收本地強力電台時，使真空管不致過載 (Overload) 而失真。控制音量之方法甚多，但以能抑制強信號，而又不妨礙收音機之選擇性，靈敏度，真實度，以及配諧等為合度。廣播收音機所用之音量控制方法，有手動 (Manual) 與自動 (Automatic) 兩種。但其所根據之原理，則大致相同，而得分成兩類如下：

1. 由變更控制柵或幛柵之電壓，以變換各放大管之互導。蓋增加控制柵之負電壓，或減小幛柵之正電壓，均足以減小互導，而降低真空管之放大作用。

2. 變更輸入或其他電路間之耦合度，以減低輸出音量。

第一法比較第二法，有下列之各種利益。

a. 用一只電勢器 (Potentiometer) 或可變電阻，即可同時控制數只真空管之放大，而獲得甚大之調節範圍。

b. 當變更控制柵之電壓時，無需供給電能於音量控制部份，故使自動音量控制，易於實行。

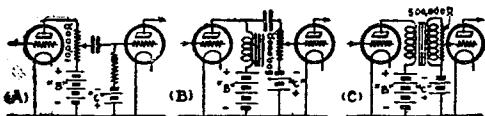
c. 所變更之放大作用，既在第一真空管柵極之後，故各種雜音，得藉此減至最小限度。

至於第一方法之缺點，則在於極易引起失真或發生錯雜調幅之弊病。失真大抵在接收本地電台時發生。蓋欲將強力電台之信號，抑抵至於適當程度，必需應用極大之柵負方可。惟過大之柵負，可使真空管之屏電流，達於截止點，而引起失真。欲減小此種弊病，收音機之射電或中週率放大器，應一律採用可變放大管。蓋依第 24 節所述，此種真空管之控制柵極上，可有甚大之負電壓，而不致失真也。若所用真空管，非為可變放大式者，則應於天線輸入端，加一“本地—遠程” (Local-Distance) 電鍵，使於接收本地電台時，得

減小天線與收音機間之耦合度，而任真空管在其特性線之直線部份工作方可。

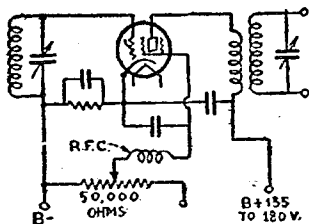
103. 手動音量控制 用作手動音量控制之線路甚多，盡述。下列者，為通常習用之數種。

第167圖所示之各方法，專為用於成音週率放大器者。



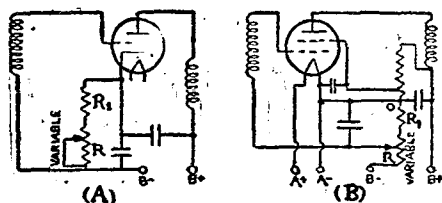
第167圖 成音週率放大器之音量控制

第168圖為變更幘極電壓，藉以控制音量之線路。



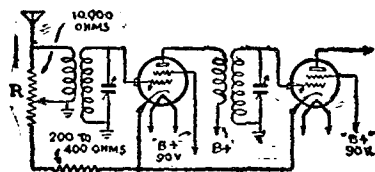
第168圖 變更幘極電壓之方法

新式收音機之音量控制，以採用第169圖變更控制幘極負電壓之方案為最多。在圖 A 中，此負電壓係由屏電流通過陰極回路中之電阻而獲得。至於圖 B，則取自屏電源之分壓器。所應注意者，為幘極負電壓，在控制音量時，不可減小至於零值。否則收音機中，即可發生甚大之擾亂與雜聲。因此除用作調節音量之可變電阻 R 外，須另加一串聯固定電阻 R_1 。使可變電阻 R 減至零值時，真空管之控制幘極上，尚有一由 R_1 所供給之最小負電壓。



第169圖 變更控制柵極負電壓之音量控制法

第170圖為同時變更天線輸入及真空管柵負電壓之一種方法。當R之調節臂向上移時，天地線間之電阻既減小，同時真空管之柵負又增加，故音量降落頗速。反之，若將活節向下而移，則柵負減小，天線之輸入電壓增加，故音量即隨之加大矣。



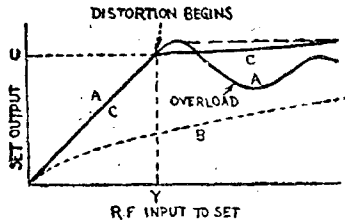
第170圖 同時變更天線輸入及柵負之音量控制方法

104. 自動音量控制 新式廣播收音機，大抵均具有一種自動音量控制 (Automatic Volume Control 或縮寫為 A. V. C.) 之設備⁽¹⁾。其目的所以使收音機之輸出音量，不論輸入信號之強弱，得一律相等。設置自動音量控制之最大利益，在於能減小電波衰落 (Fading) 之弊病，故有時又稱之為反抗衰落 (Antifading) 方法，而為當今短波無線電話及汽車收音機中所不可缺少之一種設備也。此外就收音機之設計工程方面言，此種設備，亦有甚多利益。第一，通常所用之屏極強力檢波器，欲其工作適當，必須

(1) 自動音量控制，有時又稱謂 Automatic Gain Control 或縮寫為 A. G. C.

使輸入信號，不出其應有之範圍方可（即最高不至於產生柵電流，最低不降及特性線之非直部份）。設置自動音量控制後，既使輸入於檢波管之電壓，一律均等，故收音機之真實度，得藉此改善甚多。第二，裝設自動音量控制後，又使手動音量控制問題，易於解決。蓋今日高靈敏度之收音機，其所收受之輸入電壓，往往可有 50 至 200,000 Microvolts 之變遷，而輸出之電工率，則又隨使用者之意向，得自 10 變至 3000 Milliwatts。此種變遷範圍，若就放大倍數言，則約為一百萬與一之比，故自難單獨由手動音量控制，所能達到目的。反之，若收音機具有一種自動音量控制設備，以抑制輸入電壓之大部份變遷，則手動音量控制之範圍，可藉此減小，而得設於成音放大部份。同時檢波器之微音 (Microphonic) 擾亂，以及其他雜聲等，亦必因之減小甚多。

第171圖之曲線B，係表示收音機裝設自動音量控制後所得之結果。視圖知輸入電壓，達一相當值後，收音機之輸出，幾屬恆定不變。至於曲線A，則表示收音機不具自動音量控制之輸出情形。若輸入電壓過強，則收音機之輸出，極為不勻，而得引起甚大之失真。



第171圖 收音機具有與不具自動音量控制之輸出曲線

105. 自動音量控制之設計 各種自動音量控制線路所根據之原理，均為利用載波經檢波後所得之直流電壓，以控制其他一切射電或成音週率放大器之放大作用。但若欲使輸出信號不致失真，則控制線路之工作，應祇與載波有關，而不可涉及調幅波之包圍線。

自動音量控制之最大利益，在於當輸入電壓，發生甚大變遷時（約自 60 至 80 DB）⁽¹⁾，得維持輸出電工率於頗狹範圍內（約自 6 至 12 DB）。因此其線路之構造，應使輸入信號於達到一定相當強度之前，不致將收音機之靈敏減小。但其對於控制本地強力電台之作用，則又極為有效，使檢波器不致發生過載弊病而失真。

又控制作用之速度，係隨收音機之用度而異。在汽車收音機中，此控制速度，似宜在十分之一秒內，能將收音機之放大，減小約及 40DB，方為合式。蓋此種收音機，既常在移動，而其所處地位，又大抵在播音台附近區域，故電磁場之強度，往往可有甚大之變遷。例如 1000 K. C. 之播音台，其電磁場有時在數英里範圍內，竟因移動數尺之距離，具有 100 至 10,000 microvolts per meter 之變遷⁽²⁾。若將此距離，就汽車行動之時速計算之，則不過一秒鐘而已。至於陸地通信用之收音機，若欲由自動音量控制，以減小電波衰落之弊病，則其控制作用之速度，若能在半秒鐘內，矯正 40 DB 之變遷，已頗認為滿意。此外廣播收音機之自動音量控制線路，其控制速度，應使收音機之放大作用，降落頗速。但必須約經數秒鐘之時間後，方使此放大再上升至於 40 DB。蓋如是庶可由一強力電台調準至於他台時，不致產生過大之雜聲。另一原因，則為普通廣播無線電波之衰落時間，往往頗長，故自動音量控制之作用，亦宜較緩，使其得追隨信號之變遷為要。

普通自動音量控制，均施於射電或中週率放大器。惟檢波前之末級射電或中週率放大器，則大抵不受控制，藉以使檢波器具有較大之輸入電壓。又換週器及第一成音週率放大器，間亦有用自動音量控制者。此外在最新

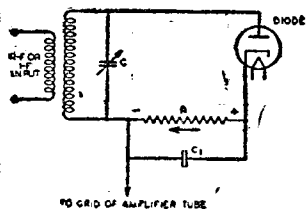
(1) 就電壓比較言，為 1000 至 10000 倍，(可由公式 $20 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$ 計算得之)。

(2) 若以分佈耳計算之，則有 $20 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 20 \log_{10} \frac{10000}{100} = 40 \text{ DB}$ 。

式之收音機中，竟有同時應用兩種自動音量控制者。其一大抵設於中週率放大及換週器，其他則專為控制置於天線輸入處之射電週率放大器。其目的所以使該器對於任何強大信號，均不致受到過載，而同時於接收微弱信號時，又能得盡其最大之放大作用，故實為當今理想中最完備之一種收音設備也。

106. 各種自動音量控制線路 自動音量控制之線路甚多，頗難一言盡述。但其所根據之原理，則如前述，係以載波經檢波後所得之直流電壓，控制前面各級真空管之放大作用，藉使輸入於檢波器之電壓，常得保持恆定不變。此控制電壓，可加於射電週率五極放大管之穩定柵，障柵，或屏極。但通常所用之方法，則大抵加於該類真空管之控制柵極上。蓋控制柵極之電路中，通常並無電流通過，故自動音量控制管，可無需供給電工率，而使其設計與實行，均獲得甚大之便利。

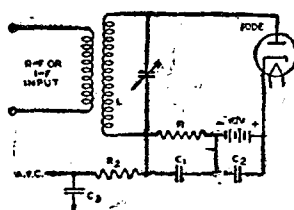
產生控制電壓之最簡單方法，係用一兩極整流管，如第172圖。由L C輸入之射電或中週率電壓，經兩極管檢波後，在電阻R之兩端，產生一如第88圖B所示之顫動電壓。此電壓之平均值，係等於由載波所供給之直流電壓，故與調幅包覆線無關，而得作為自動音量控制之用。至於此電壓之負極，則連於射電或中週率放大管之柵極。設因某種原因，輸入電壓，忽然減小，則R兩端之電壓，自動降低，於是放大管之柵負，亦隨之減小，真空管之放大作用，必立刻增加，故輸入於檢波



第172圖 產生自動音量控制電壓
之最簡單方法

管之電壓復行加大，而使輸出電壓，自動恢復其原狀。反之，若輸入信號變強，則因放大管之柵負，自動增大，故收音機之靈敏度，即隨之減低，結果輸出音量，仍得保持不變。此種自動控制之作用，係隨輸入信號之變遷，立刻發生。但據前節所述，似以控制作用，迨信號超過一定強度後，再行發生，較為

有益。欲得此結果，甚為簡便。祇須在檢波電路中，加一固定負電壓即可

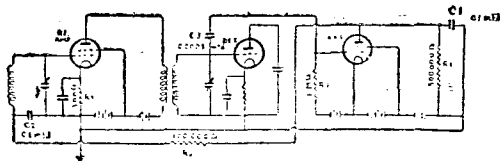


第173圖 遲緩自動音量控制

(第173圖)。蓋如是輸入於檢波管之信號電壓，其巔值必須超過10v後，方可有電流通過電阻R，而發生自動音量控制之作用。反之，若輸入信號不及10v，則無控制電壓產生。如是收音機與不具自動音量控制無異，故得在其最高之靈敏度工作。此種音量控制線路，稱

為遲緩自動音量控制(Delayed A. V. C.)或縮寫為D. A. V. C.。具有遲緩自動音量控制之輸出，如第171圖C之曲線所示。當輸入電壓，低於Y線時，因無控制電壓產生，故與不具自動音量控制之曲線A相合。迨一過Y線後，則控作用，開始發生，故其曲線，遂漸與橫軸平行。

有時檢波與自動音量控制之兩種工作，由兩管分任，而稱後者曰音量控制管(Volume Control Tube)。第174圖所示者，為此類線路之一種。加於檢波管DET柵極之輸入信號電壓，係由固定電容C3，通至控制管A.V.C.。在後者之柵極上，復加有一固定負電壓，而使屏電流達於或超過其特性線之截止點。故輸入信號之強度，必須超過此負電壓後，方可使屏流產生，發生自動音量控制之作用⁽¹⁾。今若有一相當強度之信號，輸入於控制管，則該管之屏電流，將通過電阻R1，而使其兩端，產生一平均直流電壓。視圖知此電壓係經由濾波線路R3 C2，加於射電週率放大管之柵極上也。但此射電週率放大管

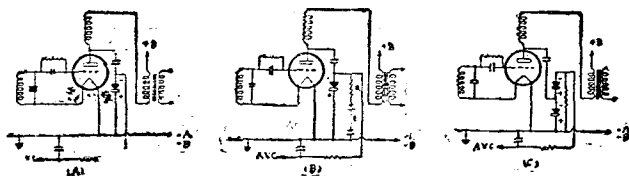


第174圖 檢波與音量控制分用兩管之線路

(1) 即所以使其有遲緩控制作用。

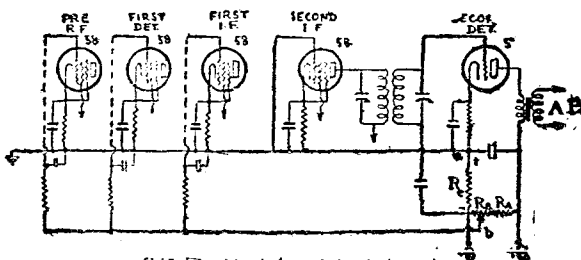
之柵極上，除上述之控制電壓外，尚有一由 R_4 所供給之固定負電壓。此固定負電壓之值，係按準至於當控制管不供給電壓時，收音機之靈敏度為最大。

在歐洲製造之收音機中，有時又用 Westector 金屬整流器，代替兩極管作自動音量控制。第 175 圖為其數種習用之線路。(A) 為普通自動音量控制之用法。(B) 為遲緩自動音量控制之裝法。(C) 為倍壓整流之接法。應用此種整流器之利益有三。第一，可節省一真空管。第二，其特性線較兩極管為挺直。第三，其內電阻頗大，可不必另加荷載電阻(如圖 A)。



第 175 圖 用金屬整流器產生音量控制電壓

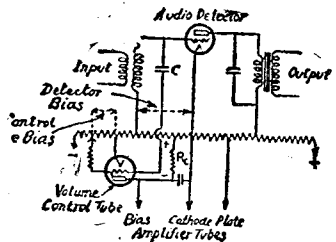
利用兩極管作自動音量控制，有一極大缺點，即其能耗甚大之射電週率電工率，致損害射電或中週率放大器之選擇性。若欲減小此種弊病，則以採用三極管直線式強力檢波方法為最宜。第 176 圖為其線路之一種。其第二檢波器，為一屏極直線強力式。當此管之柵極上，有信號輸入時，外來之載波電壓，能使屏電流在電阻 R_C 之兩端，產生一直流電壓，而得作為自動音量控制之用。但於信號未來時，電阻 R_C 中，尚有一固定屏流通過其間，致使射



第 176 圖 用三極管產生音量控制電壓

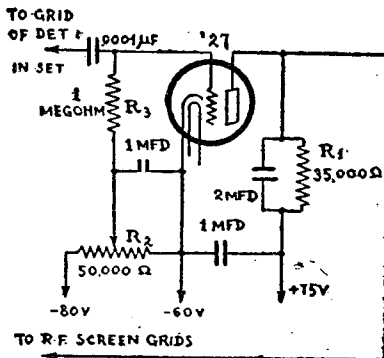
電及中週率放大器之柵極上，無形中多加一負電壓。為取消此有礙電壓起見，另於屏電源中，接一電阻 R_B 。視圖知 R_C 及 R_B 兩電阻中之電流，常為反向，故得由移動 b 點之地位，校準 a, b 兩點間之電壓差數，至於使信號未來時，完全為零。

在第177圖中，檢波管亦為一屏極強力式，惟另用一音量控制管，以調節其放大器之柵負電壓。輸入電壓之一部，係由電容器 C ，通至控制管之柵極上。此管之工作情形，與第174圖所示者相同。其自動音量控制之電壓，係取自屏電阻 R_C 之兩端。



第177圖 檢波與音量控制分列之線路

第178圖為一控制柵極電壓之線路。各射電週率放大管之柵極，係與一27式音量控制管之屏極相連。在此管之屏電路中，有一35000歐姆之電阻 R_1 。

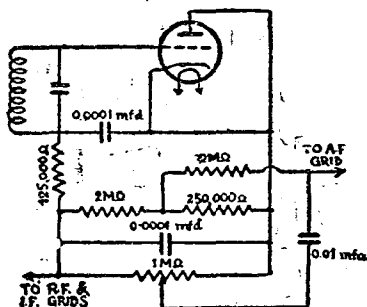


第178圖 控制柵極電壓之自動音量控制線路

當信號未來時，控制管之柵電壓，係由50000歐姆之可變電阻，調節至於使屏流為零。故此時電阻 R_1 中，不產生電壓降，而有75伏特之高電壓，加於射電週率放大管之柵極上。反之，若有相當強度之信號電壓，輸入於控制管之柵極上，則因其柵負之減小，在屏電阻 R_1 中，得產生一電壓降，而使射電週率放大管之柵極電壓，隨之減低。又27真空管所需之屏電壓頗高，故其陰極應接於較射電週率放大管之陰極低60伏特之一點上。蓋如是方可使

其屏電壓，達於135伏特也。

普通自動音量控制均設於射電或中週率放大器。但有時亦能用於成音週率放大器或換過器，第179圖表示同時加於射電及成音週率放大器之一種自動音量控制線路。在此收音機中，其第一成音週率放大器，係用一可變放大管。至其自動控制電壓，則由電阻 $2M\Omega$ 輸出。

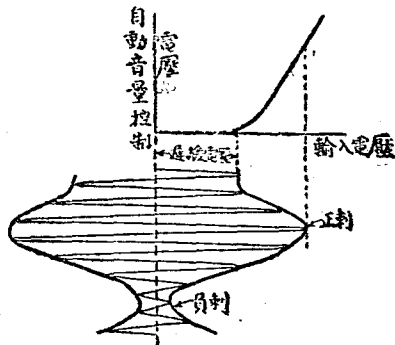


第179圖 同時控制射電及成音兩放大器之自動音量控制線路

在新式超等外差式收音機中，大抵採用第 66 節所述之雙屏兩與三極 (Duplex Diode Triode)或雙屏兩與五極管 (Duplex Diode Pentode)，俾第二檢波，自動音量控制，及成音放大等工作，得同時在一管內完成。此等真空管，因其構造之複雜，得接成極多線路，而適合各種應用。例如三極或五極部份，可作為射電週率，中週率，成音週率，或直流放大器之用。其兩極部份之兩屏，或合併作檢波與自動音量控制，或使一屏任檢波，他屏專司自動音量控制之職。後者之用法，頗為合理。蓋以其可使靈敏度控制 (Sensitivity Control) 及延時 (Time Delay) 兩種作用，均託付於自動音量控制電路，而不致影響及於信號之檢波。如前述，吾人知自動音量控制之作用，應於信號強度，達到一相當值後，再行發生，較為有益。但此種遲緩或稱為靈敏度之控制，勢必影響及於信號之檢波。其情形可由第180圖見之。設控制管之工

作，祇能於電壓超過OA值後，方能發生，則調幅包圍線之負刺，既被截去，勢必引起甚大之失真。此實為檢波與音量控制，不宜合用一管之最大原因。再則整流器之荷載電路 RC_1 ，(第172圖)，具有一時間常數(Time Constant)。凡 R 及 C_1 之值愈大，電壓存在之時間必愈長⁽¹⁾。較長之時間，對於自動音量控制，雖為有利，但對於高的成音週率之輸出，則大受妨礙。故檢波與音量控制兩種工作，實難由一管調和。由此可知新式音量控制管之所以具有兩屏者，並非無因也。

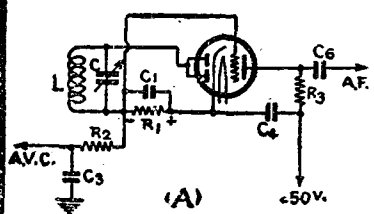
第181圖係表示應用雙屏兩與三極管，如75,85,2A6等類作檢波與自動



第180圖 檢波與自動音量控制合用一管之缺點

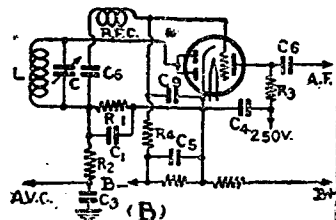
音量控制之線路。圖A及B稱為半波檢波式。在電阻 R_1 兩端所輸出之檢波電壓，其直流部份，係經由濾波器 $R_2 C_3$ ，通至各射電或中週率放大管，作為自動音量控制之用。其成音週率部份，則輸入於三極管之柵極，而由該部加以放大。此管所需之柵負，在圖A中，係由載波在 R_1 兩端所產生之直流電壓供給。至於圖B中，則取自屏電源中之分壓器。其間之電阻 R_4 及電容器 C_5 ，為一阻止成音週率電流通過電源之濾波器。圖C及D，為全波檢波之線路。其

(1) 因 C 所貯積之電子較多，不易在 R 中漏去。



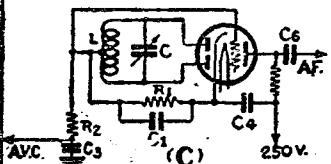
(A)

HALF-WAVE DETECTOR
DIODE BIASED AMPLIFIER
半波檢波及由兩極管供
給柵負之成音速率放大器



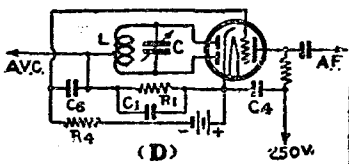
(B)

HALF-WAVE DETECTOR
FIXED BIAS AMPLIFIER
半波檢波及固定柵
負之成音速率放大器



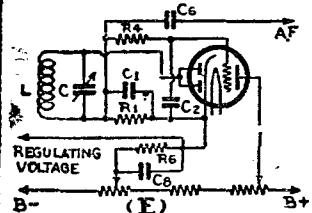
(C)

FULL-WAVE DETECTOR
DIODE BIASED AMPLIFIER
全波檢波及由兩極管供
柵負之成音速率放大器



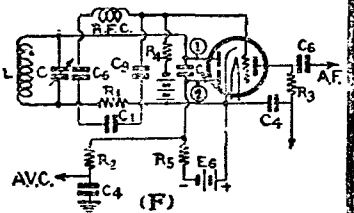
(D)

FULL-WAVE DETECTOR
FIXED BIAS AMPLIFIER
全波檢波及固定柵
負之成音速率放大器



(E)

HALF-WAVE DETECTOR
DIODE BIASED D-C AMPLIFIER
半波檢波及由兩極管供
給柵負之直訊放大器



(F)

HALF-WAVE DETECTOR SEPARATE
A.V.C. FIXED BIAS AMPLIFIER
半波檢波、分列之自動音量控
制以及固定柵負之成音速率放大器

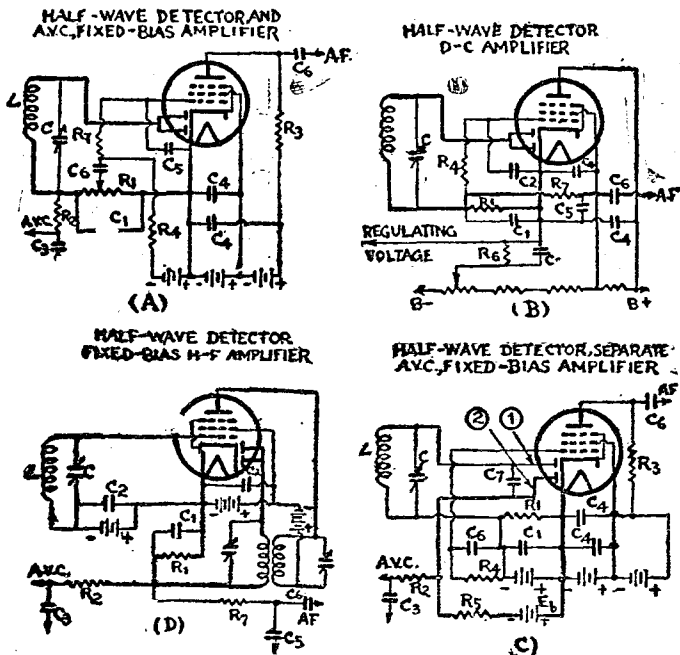
APPROXIMATE VALUES

| | | |
|---|---------------------------------------|--|
| $C_1 = \begin{cases} 150 \mu\text{f} & \text{FOR } 500-1500 \text{ K.C.} \\ 450 \mu\text{f} & \text{FOR } 175 \text{ K.C.} \end{cases}$ | $C_6 = 0.01-0.1 \mu\text{f}$ | $R_3 = 0.1 \text{ MEGOHM}$ |
| $C_2 = 0.1 \mu\text{f}$ | $C_7 = 0.0005-0.001 \mu\text{f}$ | $R_4 = 0.5-1.0 \text{ MEGOHM}$ |
| $C_3 = 0.1 \mu\text{f}$ | $C_8 = 0.1 \mu\text{f}$ OR LARGER | $R_5 = 1.0-1.0 \text{ MEGOHM}$ |
| $C_4 = 0.5 \mu\text{f}$ OR LARGER | $C_9 = 0.0001 \mu\text{f}$ OR SMALLER | $R_6 = 25000-75000 \text{ OHMS}$ |
| $C_5 = 0.5 \mu\text{f}$ OR LARGER | $R_1 = 0.5-1.0 \text{ MEGOHM}$ | $E_6 = \text{VOLTAGE FOR } \text{---}$ |
| | $R_2 = 1.0-1.5 \text{ MEGOHMS}$ | SENSITIVITY CONTROL |

構造與A、B兩圖相似。惟在 R_1 兩端所輸出之電壓，祇及輸入於LC電路之一半。其利益在電路 R_1 中，並無射電週率電流通過，故得將電容器 C_1 取消，而改善高的成音週率之輸出。圖E為半波檢波，及直流放大器(D. C. Amplifier)之線路。經檢波後在電阻 R_1 兩端所得之電壓，其成音部份，係直接由電容器 C_6 輸出。至其直流部份，則經由濾波器 R_1 、 C_2 加於三極管之柵極上。此電壓經該管放大後，在電阻 R_6 兩端，可得一較大之直流電壓，而能以之作爲調節其他機械的電壓之用。圖F為檢波與音量控制兩種作用分開之線路。由LC輸入之調幅電壓，經屏(1)與陰極檢波後，在電阻 R_1 之兩端，產生一成音週率電壓。此電壓由電容器 C_6 及高度週率濾波器 R_1 、 C_7 及 C_9 ，加於三極管之柵極上，而得由該管放大之。同時輸入電壓，又經由電容 ΔC_7 ，加於兩極管之屏(2)。此屏係專爲作自動音量控制之用。故經整流後，在電阻 R_3 兩端所得之直流電壓，復經由濾波器 R_2 、 C_4 ，通至前面之射電或中週率放大器。又檢波與音量控制兩種作用，既經分開，故能在屏(2)上，加一固定負電壓，以實行遲緩音量(即靈敏度)之控制。

第182圖，爲雙屏兩與五極管之各種用法。其A、B、C三線路，與第181圖之B、E、F三圖，完全相同，惟三極部份換一五極管而已。圖D爲一射電放大與半波檢波之線路。由LC輸入之射電週率電壓，先加於五極管之柵極上。經此管放大後，再輸入於兩極管之屏極，而在電阻 R_1 之兩端，輸出一直流及成音週率之電壓。

107. 自動音量控制線路之時間常數 設於各真空管柵極回路中之電阻式濾波器(如第183圖A之 RC 、 $R_1 C_1$ 、 $R_2 C_2$ 等)，其目的所防止高週率電壓，因電阻 r 之耦合，同時輸入於各真空管，而發生振盪。但此種濾波器之電阻與容量值，必須慎重選擇，而不可任意亂用也。當電阻 r 兩端，具有電壓時，各電容器 C ，可以貯電。但因受電阻 R 之阻礙，不能立刻達其



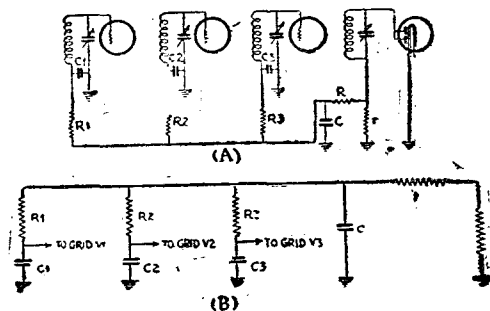
APPROXIMATE VALUES

$C_1 = 150 \mu\text{Mf}$ FOR 500-1500 KC.
 $C_2 = 1450 \mu\text{Mf}$ FOR 175 KC.
 $C_3 = 0.1 \mu\text{f}$.
 $C_4 = 0.1 \mu\text{f}$.
 $C_5 = 0.0001 \mu\text{f}$ OR LARGER
 $C_6 = 0.01-0.1 \mu\text{f}$ OR SMALLER
 $C_7 = 0.0005-0.001 \mu\text{f}$.
 $C_8 = 0.1 \mu\text{f}$ OR LARGER

$R_1 = 0.5-1.0 \text{ MEG}$
 $R_2 = 1.0-1.5 \text{ MEG}$.
 $R_3 = 0.1-0.2 \text{ MEG}$.
 $R_4 = 0.5-1.0 \text{ MEG}$.
 $R_5 = 1.0 \text{ MEG}$.
 $R_6 = 30000-100000 \text{ OHMS}$
 $R_7 = 0.1-0.2 \text{ MEG}$.
 $E_b = \text{VOLTAGE FOR SENSITIVITY CONTROL}$

第182圖 用雙屏兩與五極管之各種自動音量控制線路

最高值。反之，當外間無信號時，C之電量，又可經由地線，r, R之電路而放電。若C及R之值過大，則必須經過頗長時間，方可使C之電量放盡。如是自動音量控制之作用，將不能追隨信號之變遷，立刻發生效用矣。若欲音量控制之工作合度，則必須使濾波電路，具有適當之時間常數(Time Constant)。所謂時間常數者，為R(歐姆)及C(法拉特)之乘積，而用於代表電容器放電



第183圖 設於被控制管之濾波器

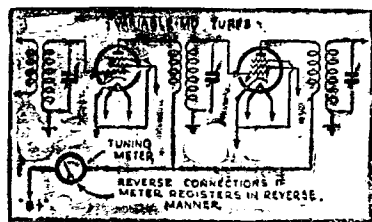
完盡所需之時間。經實驗，知 .05 秒為一頗適當之時間常數，但不能超過 .06 秒。例如在圖 B 中，設 r 及 R 為 $1/2 \text{ M}\Omega$ ， R_1-2-3 為 $1/4 \text{ M}\Omega$ ，各電容器為 .05 mfd，則各電路之時間常數，為 $(R_1 + R + r) C_1 = (0.25 + 0.5 + 0.5) \times .05 = .0625$ 秒，已略較在上所規定之界限稍高矣。下表為各製造廠家通常所採用之各種電阻及電容值。

| r | R | R_1, R_2, R_3 | C | C_1, C_2, C_3 |
|------------|------------|-----------------|---------|-----------------|
| 1.0 megohm | 0.5 Megohm | .25 Megohm | .03 MFD | .30 MFD |
| 0.5 Megohm | 0.5 Megohm | .1 Megohm | .05 MFD | .05 MFD |
| 1.0 Megohm | 0.5 Megohm | .1 Megohm | .04 MFD | .04 MFD |

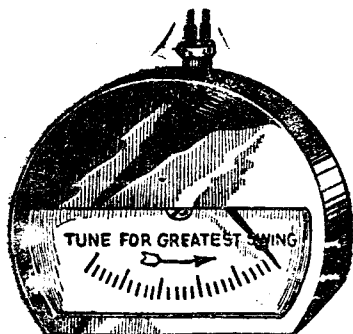
108. 配諧指示器 具有自動音量控制之收音機，往往因輸出音量之不變，甚難確定配諧程度之是否適合。為便利使用起見，在新式廣播收音機中，更設有一種配諧指示器 (Tuning Indicator)。其目的所以藉目視方法，代替耳聽作用，以求獲得收音最準確之配諧。此種方法甚多，下述者為通用之數種。

1. 直流電計，法之最簡單者，係在射電或中週率放大器之屏電路中，置一直流電計，如第 184 圖。當外間有信號輸入，而於配諧最準確時，藉 A.V.

C. 之作用，被控制管之柵負，自動增加，故屏電流即電計之指針，即隨之降低。此種電計，通常稱為配諧計(Tuning Meters)。其構造如第185圖所示。當配諧至於最準確時，其指針係向右移動，至於最大度數(因其移動方向，與普通電計相反)。

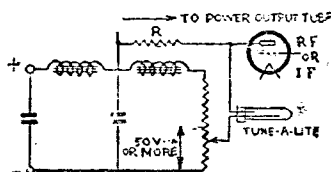


第184圖 配諧電計之裝法



第185圖 配諧電計之外觀

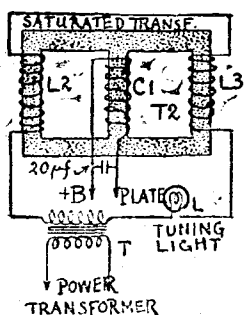
2. 氖氣管。另一目視配諧方法，則為用一氖氣(Neon)管。此管具有兩極，一為長約三英寸之陰極，一為短及半英寸之陽極。兩極係各裝於長約三英寸，徑約半英寸之玻璃管內。吾人知氖氣管接於收音機之輸出兩端時，其光度之強弱，得依照信號之大小而變。在此配光管(Tune-A-Lite)中，信號之強弱，由氖氣紅光柱之長度表示之。若欲增加氖氣管之靈敏度，則必須於其兩端，另加一頗大之固定電壓。此電壓稱為推動電壓(Striking Voltage)。其作用係使氣體先受相當之電離效應(Ionization)。然後再稍增電壓，即可使之放電，發出明亮之光。第186圖為此種氖氣管在收音機之接法。其陽極係與被控制管之屏極回路相連，並經一電阻R，通至屏電源之正極。當收音機未配諧時，被控制管之屏流頗大，故R中有一電



第186圖 氖氣管配諧指示器

壓降，而使加於氖氣管之電壓減小，不能發光。反之當收音機與輸入信號配諧時，藉自動音量控制之作用，被控制管之屏流，自動減小。於是R兩端之電壓降，亦隨之減小，而使氖氣管兩端之電壓加大，發出明亮之光。又圖中之分壓電阻R1，專為於信號未來時，校準氖氣管之推動電壓，至於適當之值，庶獲得最高之放電靈敏度。

3. 普通電燈。第187圖為一用普通電燈之目視配諧器。T₁ 為一用於燃點小電燈L之變壓器。T₂ 為一特製之感應器。其上共纏有線圈三個。外間兩

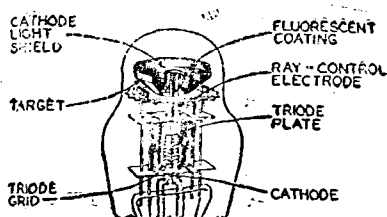


第187圖 特製目視指示器

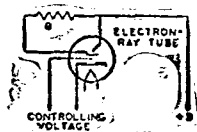
個，係與 T₁ 及 L 成串聯。至於中間之 C₁ 線圈，則有被控制管之屏電流通過。當收音機未達到準確配諧之前，因屏電流甚大，故能使 T₂ 之鐵心，達於飽和狀態。如是 L₂ 及 L₃ 之感抗，即為之減小，而使 L 放出明亮之光。反之，當收音機與外來信號配諧時，被控制管之屏流，立刻減小。於是 T₂ 之鐵心，回復常態，L₂ 及 L₃ 之感抗，猝然增加，指示燈 L 立即暗下或竟熄滅，而在刻度紙上，顯出一條黑影。

4. 電子射線管。近年更特製造一種專為目視配諧用之真空管，名曰電子射線管 (Electron Ray Tube) (1)。此種真空管，如 6E5 及 6G5 等，具有一三極管及一裝於玻璃管頂部之螢光標板 (Target)，如第 188 圖。標板上加有正電壓。故能吸引陰極之電子，並藉電子之衝擊力，使其面上所塗之螢光體發光。當電子達及標板全部面積時，成一藍色之光環。在標板與陰極間，尚有一射線控制極 (Ray-Control Electrode)。若此極之正電壓，不及加於標板者為大，則一部份電子流，被該極之靜電力推拒不能達到標板，此時標板上顯出一月形之黑影。影角之大小，可由變更控制極之電壓獲得之。其變遷範圍約，自 100 度 (當控制極較標板為負甚多時) 至零度 (當控制極與標板之電壓相等時)。

控制極係在管內與三极管之屏極相連。在使管子，復以電阻R（約為15



第188圖 電子射線管之構造



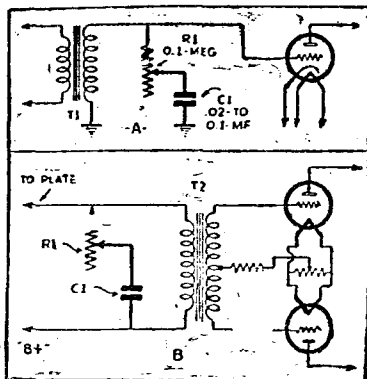
第189圖 電子射線管之用法

至1MEG)，接於屏極與標板間，如第189圖。故控制極之電壓，可由變更三极管之柵極電壓以變更之。當柵極電壓之變化為正時，屏電流係增加，故R中之電壓降亦加大，控制極之電壓，將隨之減低，黑影之角度遂自動放寬。反之，若柵極電壓之變化為負，則影角將縮小。當此管用作收音機之配諧指示器時，其柵極上所加者，為A.V.C.電壓。吾人知收音機與信號諧配時，此電壓為最大，故影角為最小。此種目視配調方法，既甚簡單，又極明顯，故新式收音機中多用之。又6E5及6G5兩種電子射線管之區別，在於前者之柵極截止電壓較低，故祇須頗小之AVC電壓，即可使影角閉闊。至於後者，則所需電壓較大也。因此應用何者為適當，須視收音機之特性而定。

109. 音調控制 欲收音機具有最高之真實度，其輸出之成音電壓，應完全均等，而不可隨週率稍變，或有此強彼弱之弊病。但實際上，一則因射電週率放大器，能將高的調幅週率截去，再則成音放大器其音聲器，又不能將低的週率，盡量放大，故收音機真正能輸出之週率範圍，往往甚狹，而不可獲得所需之真實度。此外人之聽覺，亦各不相同，或喜尖銳之音，或愛和順之聲。為使應用者，得隨意變更輸出之音調起見，新式收音機中，大抵具有一種音調控制(Tone Control)設備。第190圖為其線路之一種。其目的所以減低

(1) 即俗稱之神眼(Magic Eye)

過甚之高週率放大，而使輸出音調，變為均等。電容量 C_1 之值，專為規定所欲祛除之高週率之尖銳程度。普通約為.02mf。但亦可隨意變更，以求適合所需要之目的。至於變更 R_1 之值，則可選擇低音調(Bass)之深度(Depth)也。



第190圖 音調控制

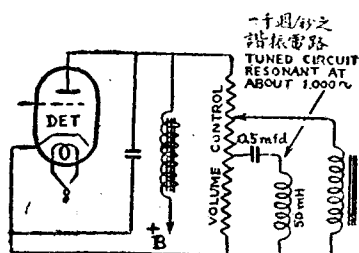
裝設音調控制後，更有如下之數種利益：

1. 接收遠地電台時，可減少高週率之輸出，以摒除雜聲，（因雜聲之週率，往往頗高）。

2. 各播音台之真實度，往往不同，收音機之音調控制，可補償此種變遷之一部。

3. 人耳對於各種週率之聽覺，隨音之強度(Intensity)而異，音調控制，可矯正此種缺點。

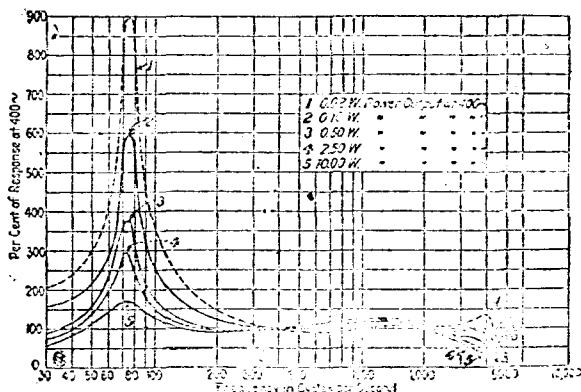
110. 利用聲學補償法之音量控制 近年在數種廣播收音機中，有時利用一種特殊方法，以補償人耳對於極低或極高成音週率不靈敏之缺點。此方法係在減低音量時，故意將極低或極高成音週率之輸出，特別加大，以補償聽覺之缺點。此種聲學補償法之音量控制(Acoustically Compensated Volume Control)線路，如第191圖所示。其音量控制之作用，猶如其



第191圖 利用變壓器補償法之音量控制線路

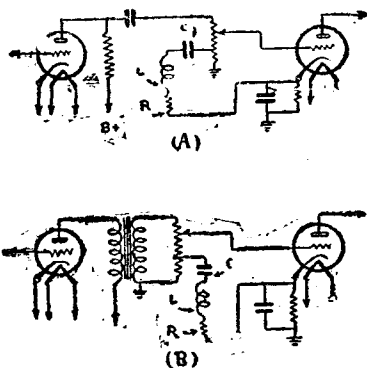
他線路，係由置在檢波器及第一成音放大器間之可變電阻任之。惟於此電阻之一部份上，另行騎接一約在1000週/秒左右成諧振之振盪電路。當檢波器之全部電壓，加於放大器時，此並聯電路，並無任何作用。但若將音量控制鈕，向下而移，則並聯總阻之關係，可

逐漸加大，而能使成音週帶中各中間週率之輸出減低，以利其他極低或極



第192圖 變壓器補償法音量控制之響應線

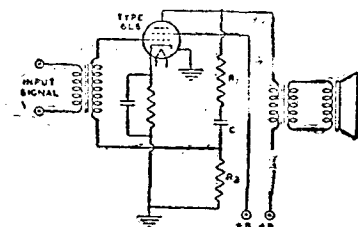
高週率之放大。如是無論輸出音量之大小，均得藉此獲得適當之音調矣。在實用上，往往又使低週率一端之輸出，較高週率為大（如第192圖），藉以補償此種週率在揚聲器或木箱中所受之損失可也。第193圖 A 及 B，為此種音量控制通常習用之兩種接法。其各部機件所用之數量，在圖 A 中，為 $C = .1$ Mfd, $L = .3$ H, $R = 3000 \Omega$ 。至於圖 B 中，則為 $C = 0.2$ Mfd, $L = 1.5$ H, $R = 15,000 \Omega$ 。



第193圖 通常習用之兩種音調控制線路

111. 倒回授放大器 倒回授 (Inverse Feedback) 係用於減小成音放大器輸出級之失真，當此管之荷載總阻，為一揚聲器。因揚聲器之總阻，對於各種成音週率，不能相等，故真空管之荷載總阻，亦將隨週率而變。當輸出管為一具有高屏電阻之五極管或電子束射管時，此種屏極荷載總阻之變遷，若不加以矯正，則可引起甚大之失真。倒回授即為矯正此種週率失真之一種方法。

第194圖為一用倒回授及 6L6 輸出管之線路。在此管之輸出兩端，接有



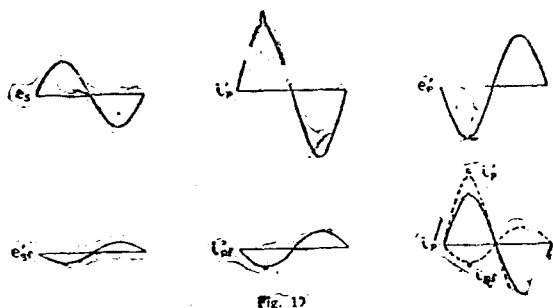
第194圖 倒回授放大線路

R_1 , R_2 , 及 C 組成之分壓器。柵極輸入變壓器之一端，係接於此分壓器上之一點，故放大管有一部份輸出電壓(1)，回授給於柵極。其結果將使失真減小，而得由第195圖各曲線解釋之。

茲假定放大器先不用倒回授，而在其柵極上加一輸入電壓 e_s 。設因某種

(1) 約等於 $R_2 / (R_1 + R_2) \times$ 總輸出電壓。C 為一只阻止直流電壓達於柵極之耦合電容器。

原因，屏極之成音電流 i_p ，在正半週，有一不規則之缺點。此缺點表示輸出電波與輸入電波，不相符合，故具有失真。但屏電流之增加，係加大屏極荷載電阻中之電壓降，故屏電壓 e_p 之波狀，與屏電流所具者適相反。今若加用倒回授，則柵極上有一與屏電壓波狀相同，惟幅度較小之柵電壓 e_{gf} 。此電壓在屏路中產生一屏電流 i_{pf} 。視圖，知此電流之不規則缺點，適與原有屏電流，所具者為反方向，故兩者得互相抵消，而得一失真較小之屏電流曲線 i （實線）。



第195圖 倒回授之作用

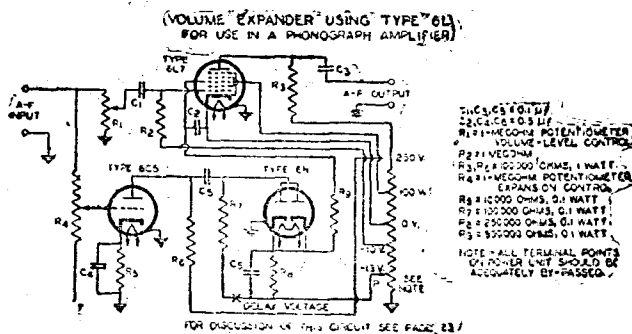
由第195圖，可見放大器用倒回授後，非特可以減小失真，其輸出電工率，亦隨之減小。但此缺點，可由增加輸入電壓以補償之。倒回授大抵不用於三極強力管。蓋揚聲器總阻之變遷，對於此種低屏電阻真空管，並不引起甚大之失真。倒回授有時用於五極管，但不甚普遍。因此種放大管，必須有甚大之輸入電壓，方可使其輸出額定電工率。而過大之輸入電壓，對於此種五極管，並不適宜也。至於電子束射強力管，則所需之輸入電壓甚小，故應用倒回授，最為適宜，並得藉此輸出極大之不失真電工率。

112. 音量膨脹器 音量膨脹器 (Volume Expander)，係用於留聲機或價值高貴之收音機，使放送音量範圍甚廣之音樂時，更為自然悅耳。例如在交響樂中，強音之高度，往往遠出軟音之上。但於灌音時，所用之最大

與最小幅度，其差別不能若原音為廣，故唱片之音量範圍，往往較原音為緊縮。欲抵償此種緊縮現象，可用一放大率可變之放大器，以擴大強音高度。此為音量膨脹器所任之職務是也。

第196圖為一音量膨脹器之線路。其間用一6L7真空管作成音週率放大器，並利用柵3電壓，對於輸出電流之影響，以變更音量之輸出。外來信號，係由該管之柵1輸入，而加以放大。此電壓同時又輸入於一6C5真空管，經放大後，受一6H6管整流。此整流電壓，由荷載電阻R8兩端，輸入於6L7管之柵3，作為該管之柵極正電壓。當輸入信號之幅度增加時，電阻R8兩端之電壓加大，故6L7管柵3之負電壓減小，6L7管之放出作用，隨之加大，音量之膨脹，遂於此完成矣。

6L7為一可變放大管，故柵1之輸入電壓，不能過大，否則即可引起失真。因此輸入於6L7之電壓，其幅度往往不超過1v。柵3之固定負電壓，可由調節電勢器P以變更之。當信號未來時，此電勢器係調準至於6L7之屏電流，約為0.15 mA，此後即無需再行更動矣。若欲使音量膨脹，具有遲緩效應，即其作用，在信號超過一定強度後，再行發生，則可以於圖中之×點，即6H6之屏極上，加一負電壓。



第196圖 音量膨脹器



第八章 全部收音機之綫路與設計

113. 廣播收音機之全部組織 廣播收音機之組織，約可分成下列之數部：

1. 收音機底盤 (Receiver Chassis)。此部包括射電放大，檢波，成音放大，以及其他附屬設備等。

2. 電源底座 (Socket-Power-Unit)。此部包括整流及濾波器等。有時收音機之末級強力輸出管，亦設在該部。

3. 揚聲器 (Loud Speaker)。

4. 木箱 (Cabinet)。

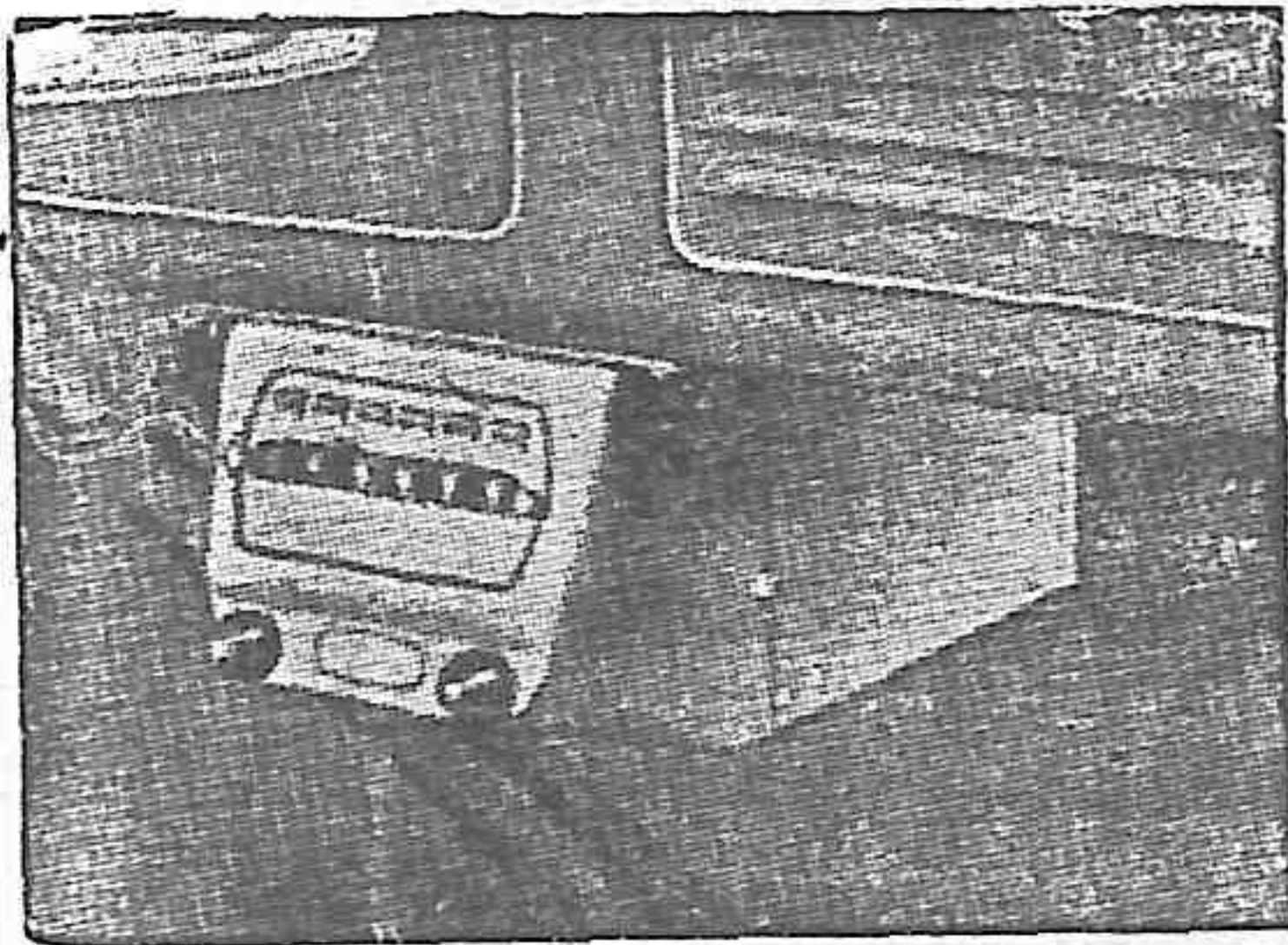
當今市上所售之收音機，約言之，有落地式 (Console Type)，小型 (Midget) 及汽車 (Automobile) 三種。其形態如197各圖所示。



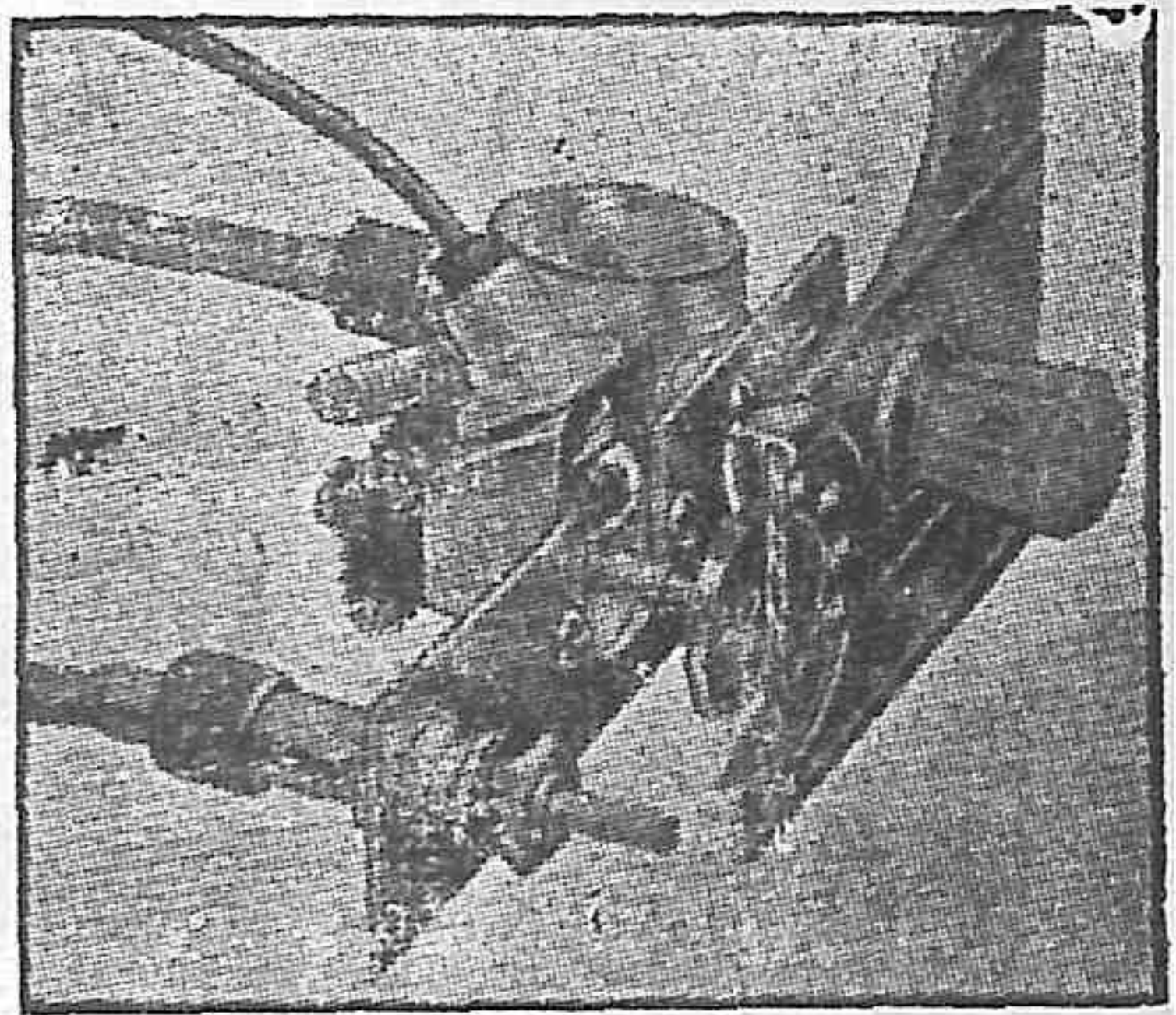
第107圖 各式收音機之外觀

新式收音機線路詳解

在小型收音機，往往以收音機幹部及電源，合裝於一底盤內，以免接線等之麻煩。至於大號之落地式收音機，則因地位及運輸等困難關係，往往以收音機底盤及電源分列為適宜。他如汽車收音機，為便利配諧及免除發火騷擾起見，往往以配諧，音量，及音調控制鈕等，另裝於一控制板上如第198及199圖，而將收音機之底盤，置於汽車後面。若收音機為超外式，則又可將換週器及各控制鈕，合盛於一金屬箱內。至於其他之中週率放大，第二檢波，成音放大，電源，及揚聲器等，則另裝一箱。但以其無需配諧，故得置在汽車中任何一部份之地位。



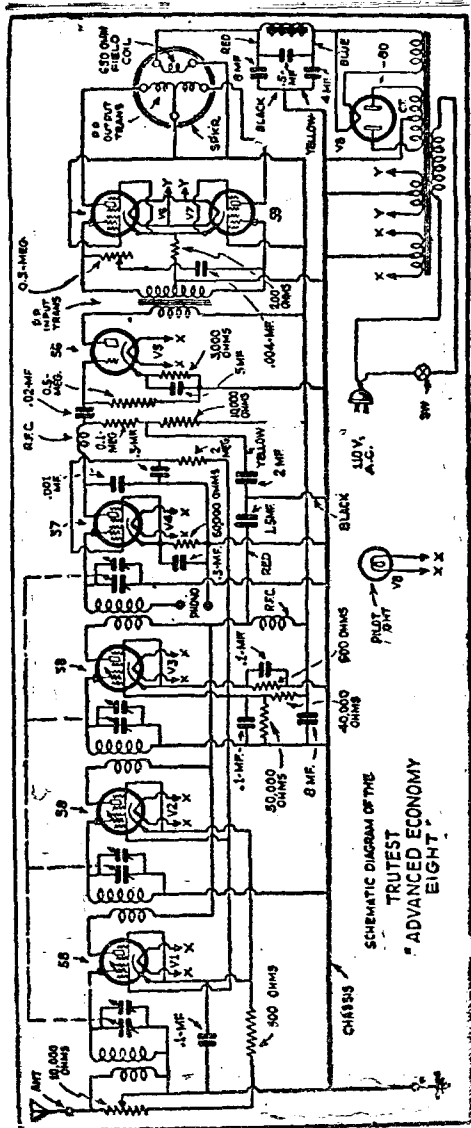
第198圖 汽車收音機之裝置法



第199圖 汽車收音機之控制板

此外收音機又有一個或數個週帶之別。蓋全球廣播電台所用之週率，不僅限於1500至550 K. C.。除13至100 m.之短波外，尚有100至200 m.之警務波帶 (Police Band)，以及700至200 m.之長波廣播波帶(祇在歐洲使用)在焉。有所謂全波 (All Wave) 收音機者，凡上述之各種週率，均得一律接收。

114. 新式八燈射電週率配諧式收音機 第200圖為一新式射電週率配諧式收音機之線路。其間計有三級射電週率放大，一級強力檢

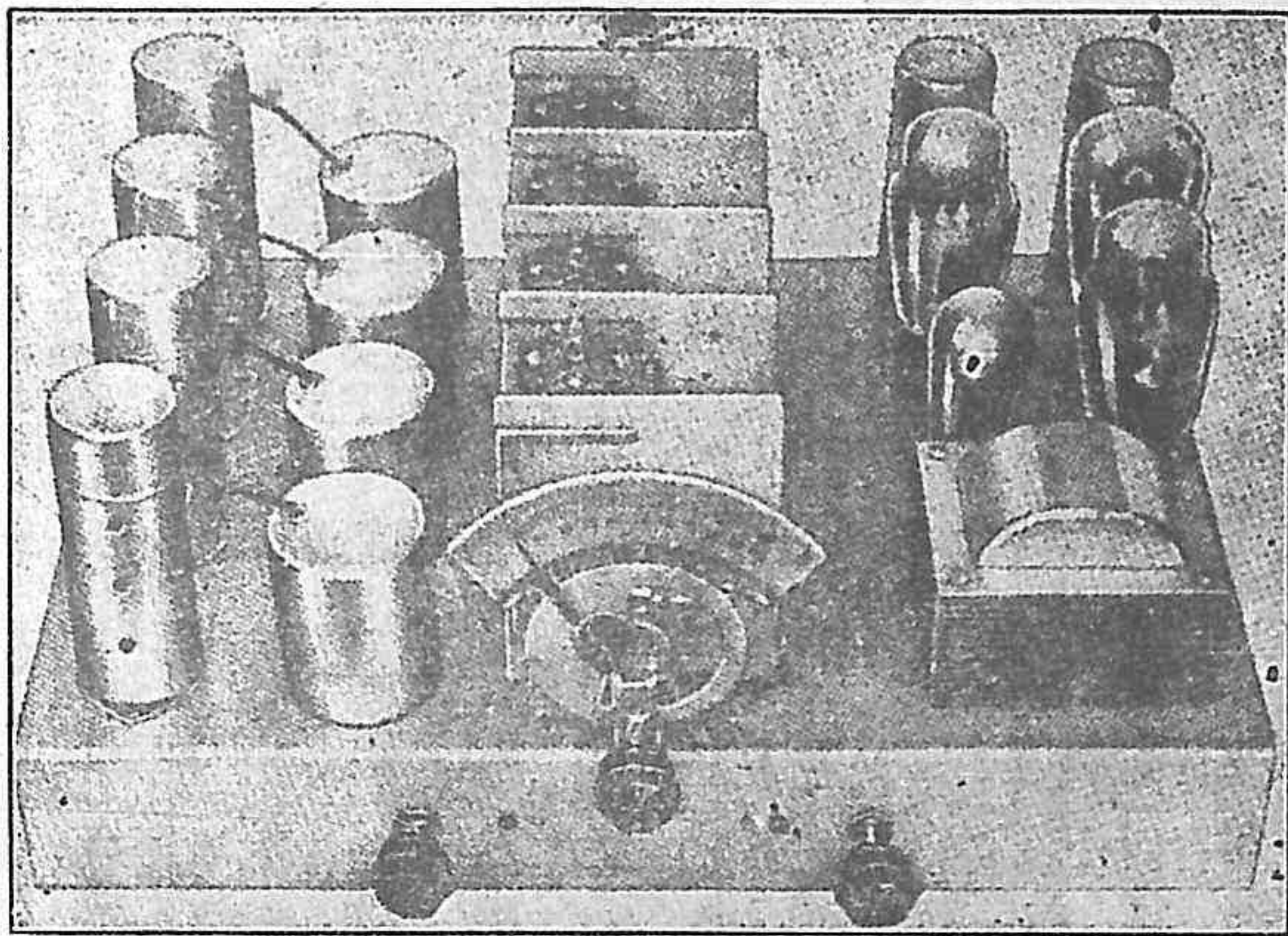


第200圖 八燈射電速率單配牌式收音機之線路

1. 各真空管之絲電壓，均由變壓器註有 X X 之線圈供給，惟最末一級之兩 5Y 真空管，則取自 YY 之線圈。
2. 各級真空管之屏電壓，一律相等。惟用於檢波管者，則加一個 10,000 歐姆之電阻，加以降低。
3. 射電速率放大管之轉極電壓，係取自 40,000 及 50,000 歐姆兩電阻合併組成之分壓器。此外檢波管之轉極電壓，又藉一 2MEG 之固定電阻，加以降低。
4. 各真空管之柵極電壓，皆由其陰極回路中之電阻供給。在第一第二兩射電放大管之陰極回路中，除 300 歐姆之固定電阻外，尚有 10000 歐姆之電容，共同供給柵極電壓。

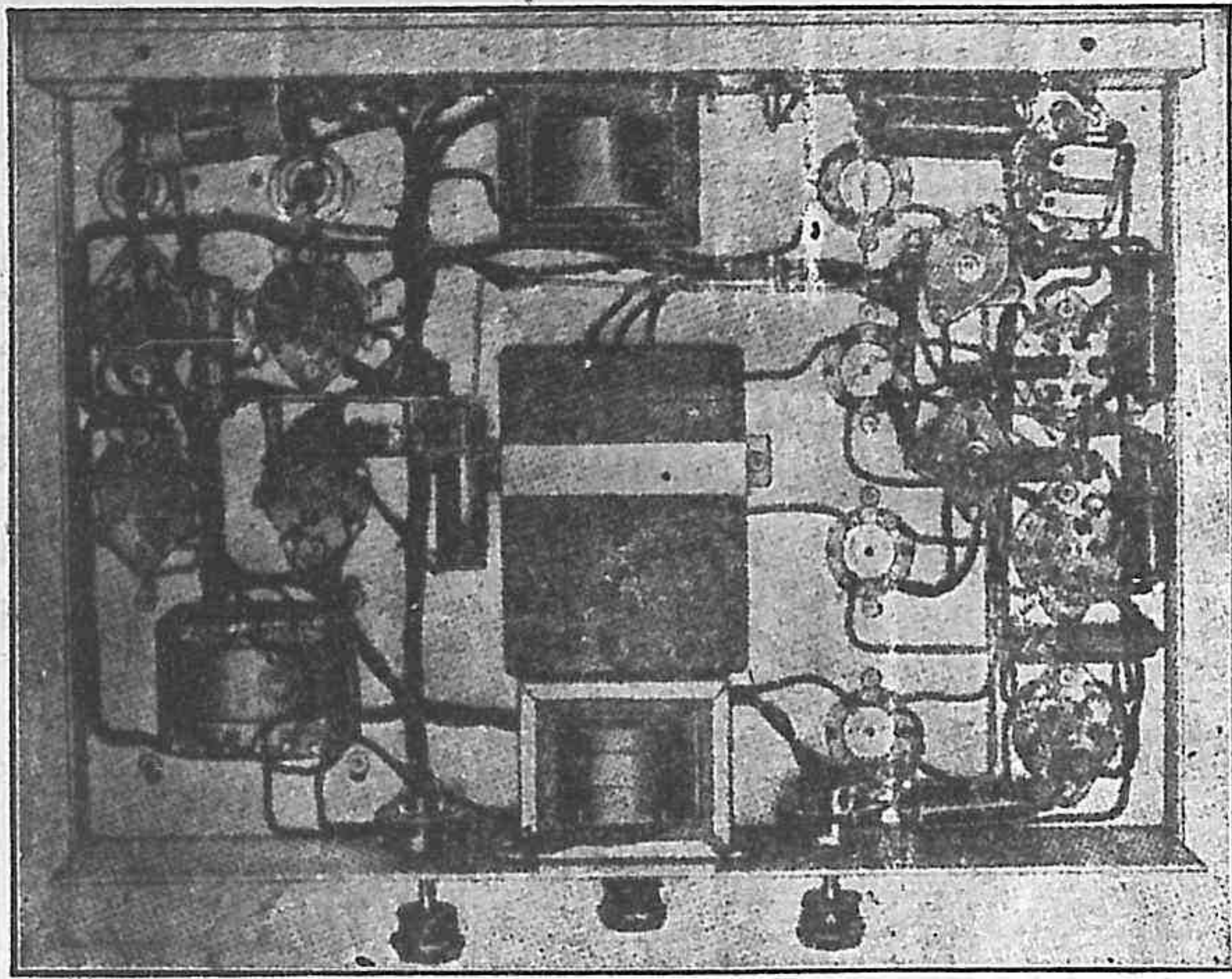
波，一級電阻耦合之成音放大，一級推挽式強力放大，以及一級全波整流。此機之輸出電工率，約有 6 瓦特之譜。其選擇性與靈敏度均頗佳。射電週率放大管，係採用最新式之 58 式五極管。檢波為 57。第一成音放大管為 56。強力輸出管為 59。又整流為 80。濾波抗流線圈，一為 650 歐姆之揚聲器之磁場線圈。一為另行加上者，而裝於收音機底盤之下。音量控制，係由接於天線及最前兩級射電週率放大管陰極回路中之 10000 歐姆電勢器任之。音調控制，為 -0.5 MEG. 之可變電阻及一 $.004$ MFD. 之串聯電容器，而裝在推挽式變壓器副線圈之兩端。此外在檢波器之柵電路中，復留有兩接線柱，專為接留聲機拾音器 (Phonograph Pick-up) 之用。在接收無線電話時，此兩端宜以銅線直連。其他詳情，觀第 200 圖及其附帶說明，即不難瞭解。

第 201 及 202 圖，為該機之外觀及其內部接線。左端之四個金屬罩，內藏射電週率放大及檢波管。其次為四只射電週率變壓器。中間為一只四聯同動電容器。右端所列者，為電源變壓器，第一及第二級成音週率放大管，整流管，電解電容器等。下面左端之鈕，為音量控制及電源開關。其在右者，則為音調



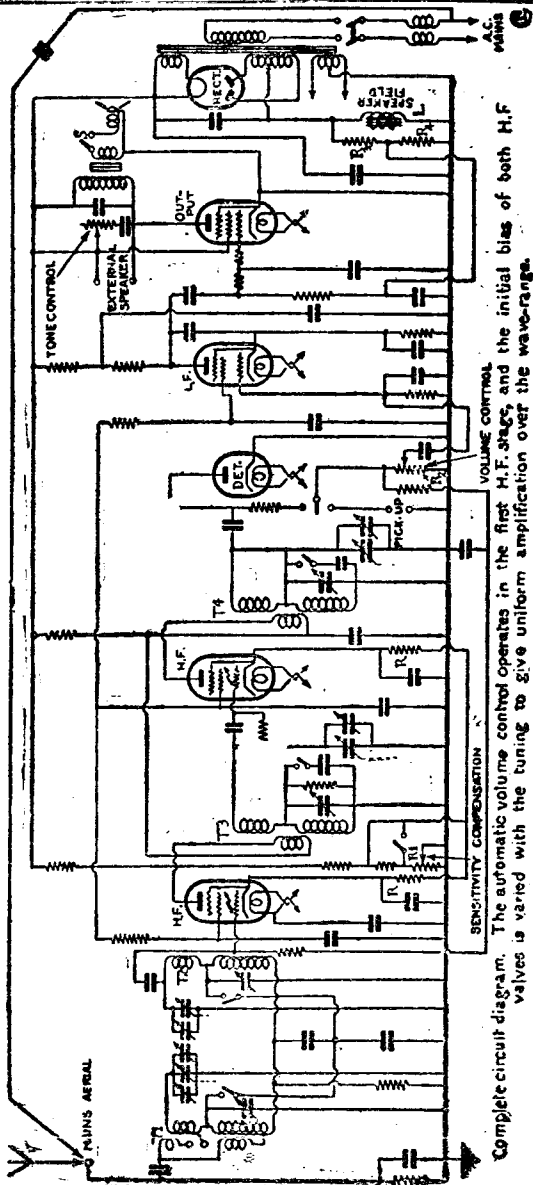
第 201 圖 收音機之底盤

控制。天地線，拾音器，揚聲器等接線柱，係裝在收音機底盤之背後。又其他機件，如電阻，電容器以及接線等，均裝於收音機底盤之下。全機之尺寸，為寬 $16\frac{1}{2}$ 吋，深12吋，高 $7\frac{1}{4}$ 吋。其重量除揚聲器外，約為30磅。



第202圖 底盤下部之接線

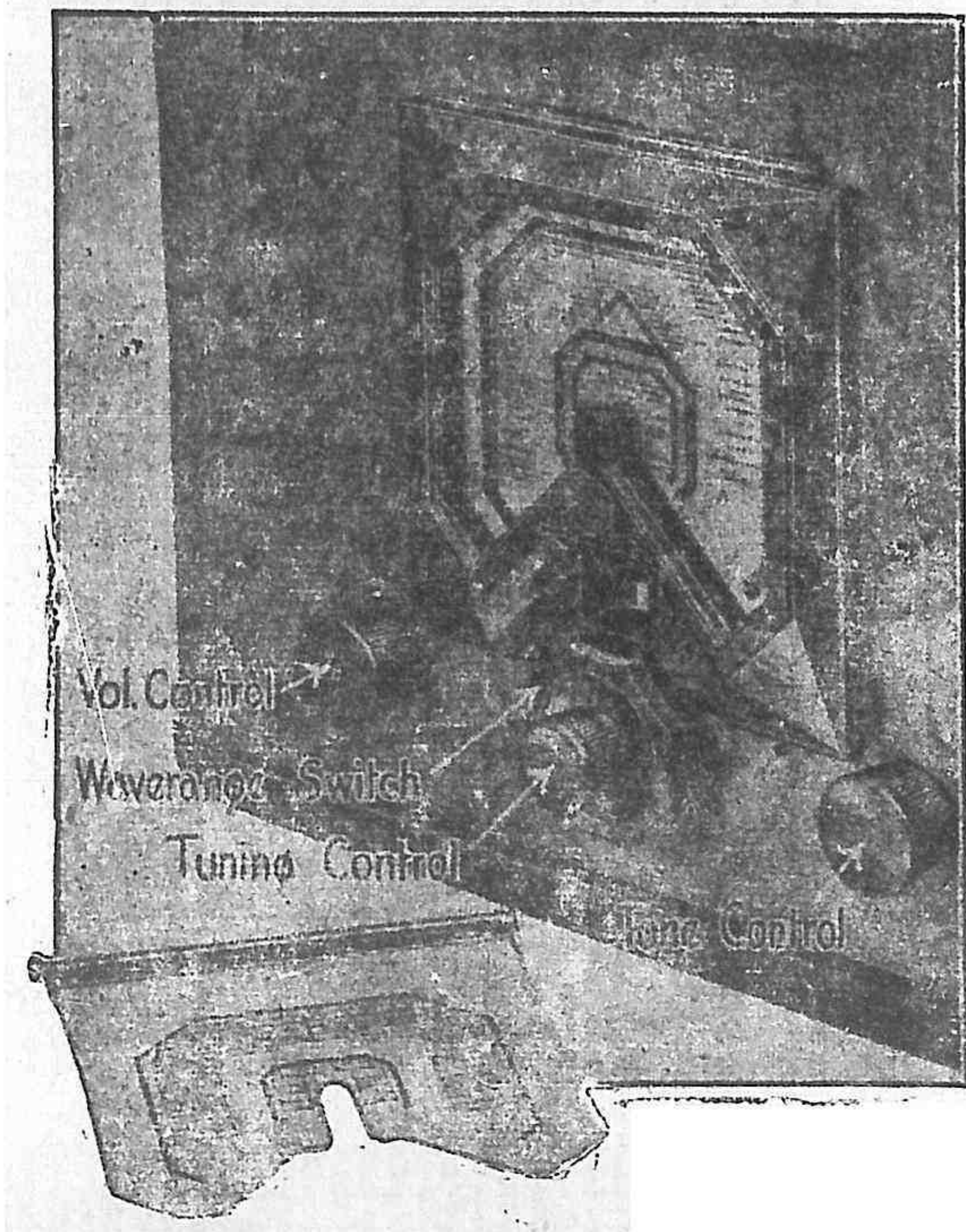
115. Philips 472A 式六燈強感應力收音機 此機為當今市場上設計較為完備之唯一配諧式收音機。其間用四個著名之強感應力 (Superinductance) 線圈。此等線圈，為 Philips 公司之特種出品，係用立志線 (Litz-Wire) 繞於長圓筒形之玻璃柱上製成。因其損失甚小，故能獲得極大之放大倍數。最前之 T_1 及 T_2 ，兩電路，係接成一輸入通帶濾波器 (第203圖)。至於其餘之 T_3 及 T_4 ，則作為兩級電射週率放大管間耦合之用。此機備有一換波電鍵，以便接收 200 至 2000 米達之各種波長。其最奇特之設備，在於兩射電週率放大管之柵極固定負電壓，係受一與配諧電容器連於同一轉軸之電勢器 R_1 控制，而使收音機在其全部配諧範圍內，一律具有均等之靈敏度。蓋配諧式收音機，因各電路間耦合之關係，在短波長方面之靈敏度，往往較



Complete circuit diagram. The automatic volume control operates in the first H.F. stage, and the initial bias of both H.F. valves is varied with the tuning to give uniform amplification over the wave-range.

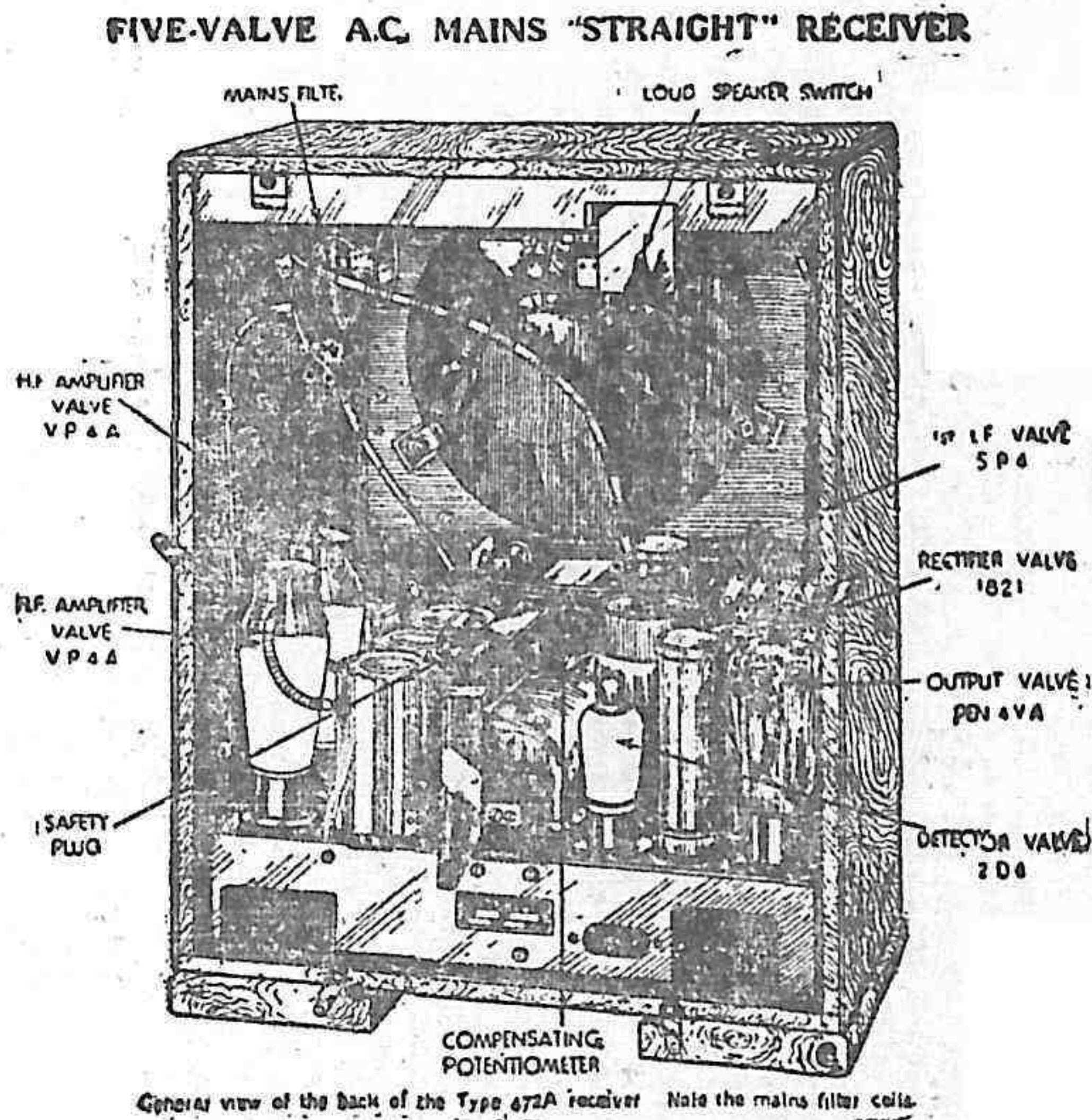
第203圖 Philips 472A 式六燈強感應力收音機之棧路

長波長方面為大。因此若無此種設備，則收音機之輸出音量，必不能一律均等也。此機之檢波作用，係由一兩極管完成，並以電阻 R_2 兩端所獲得之直流電壓，加於第一射電週率放大管之柵極上，作為自動音量控制之用。檢波管之後，為一五極管成音放大器。其目的非特用於加強收音機之靈敏度，並使第二成音放大管之柵極上，於接收微弱信號時，能獲得相當之輸入電壓。至於第二成音放大管之輸出電工率，則可有8瓦特之鉅也。音調控制，係接於輸出變壓器之原線圈兩端。此變壓器之副電路中，更有一電鑰 S ，使於不用木箱內之揚聲器時，得任意開啟之。在電源方面，有一全波整流器。抗流線圈 L ，係



第204圖 472A 式收音機之刻度盤

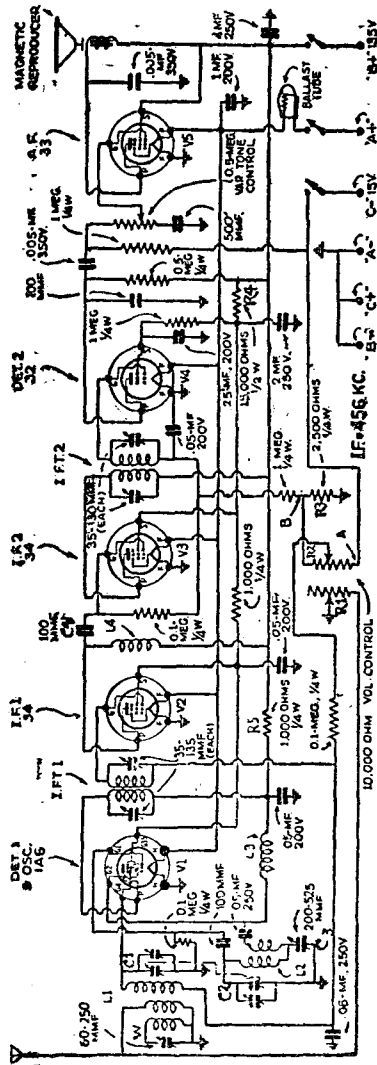
接於電源變壓器之回路中，而以其間所產生之電壓降，由 R_3 及 R_4 兩電阻引出，作為供給末級強力輸出管柵負之用。此機之刻度盤甚寬(如第204圖)，上刻各種波長，並得將電台符號紙更換。換波電鍵，係與主要配諧鈕為同心，其地位則由處於配諧鈕下面之小窗指示。此機並備一有效之電源天線(Mains Aerial)。第205圖為此機內部構造之一般。



第205圖 472A 式收音機之內部構造

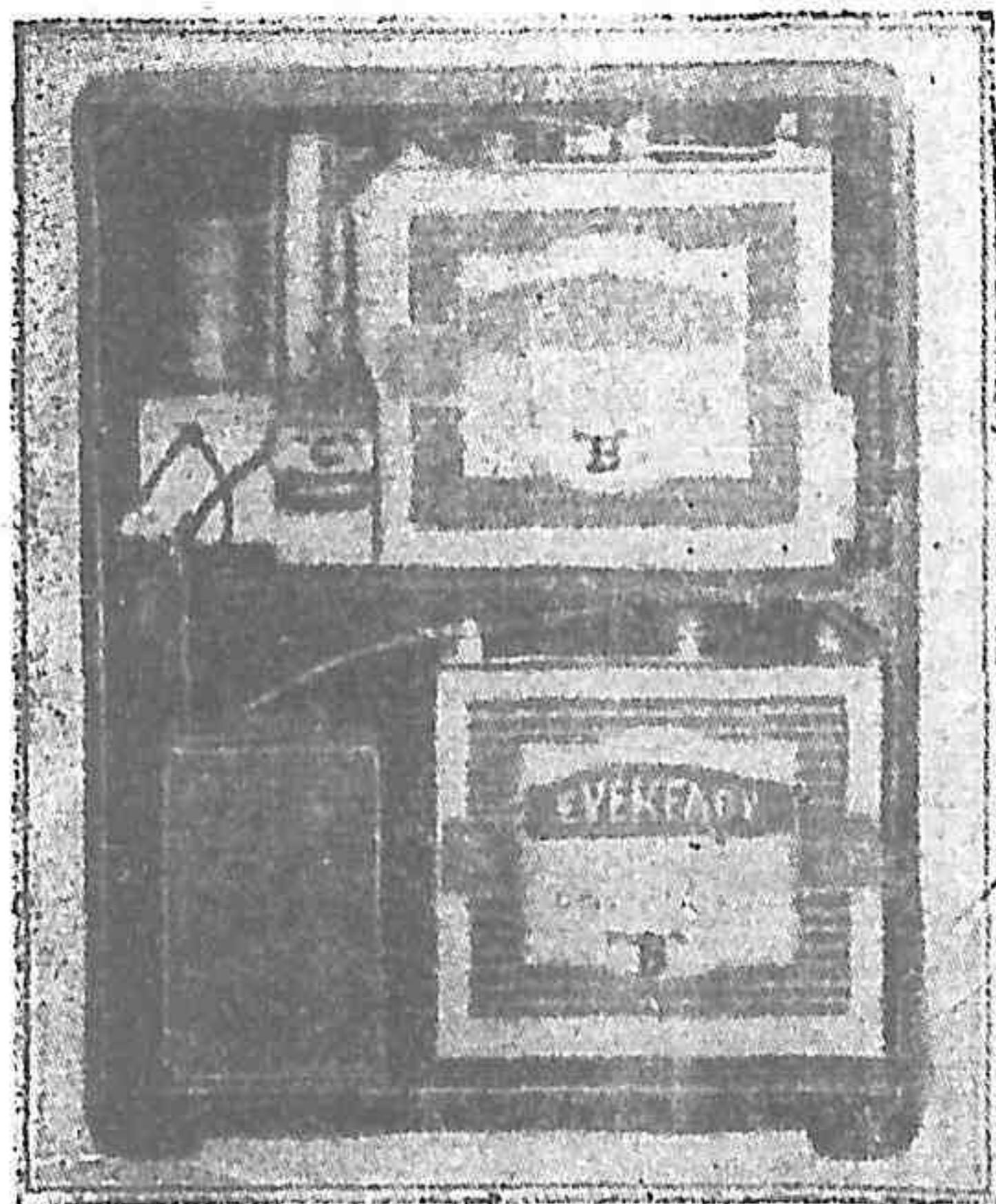
116. 新式五燈直流超外式收音機 第206圖為此機之線路圖，計有1A6換週管一只，34中週率放大管兩只，32第二檢波管一只，以及33強力輸出管一只。自左端天線輸入處起， $L_1 C_1$ 為射電週率配諧電路。 $L_2 C_2 C_3$ 為本地振盪電路，其中 C_2 為振盪器之配諧電容器， C_3 為串聯補整電容器(請參閱第45節)。此機之中週率為456 K. C.。為避免具有此週率之電報信號，直接輸入於中週率放大器起見，另在天線部份，裝一吸波電路(Wave T

rap) W。經換週後所得之中週率電壓，係由第一中週率變壓器 I. F. T. 1 傳



第206圖 新式五燈交流收音機之線路

至第一中週率放大管之柵極上。此管之屏極，不具配諧電路，而用一個高週率抗流線圈 L_4 。在此線圈兩端所得之放大電壓，復經由電容器 C_4 ，傳至第二中週率放大管之柵極上。此管之輸出端，設有一配諧變壓器 I. F. T. 2，而將其所放大之電壓，輸入於檢波管。檢波器為一用“C”電池之強力式，故其輸出電壓，足供末級33強力管之用，而無需另加一級中間放大器。此機之 A 電

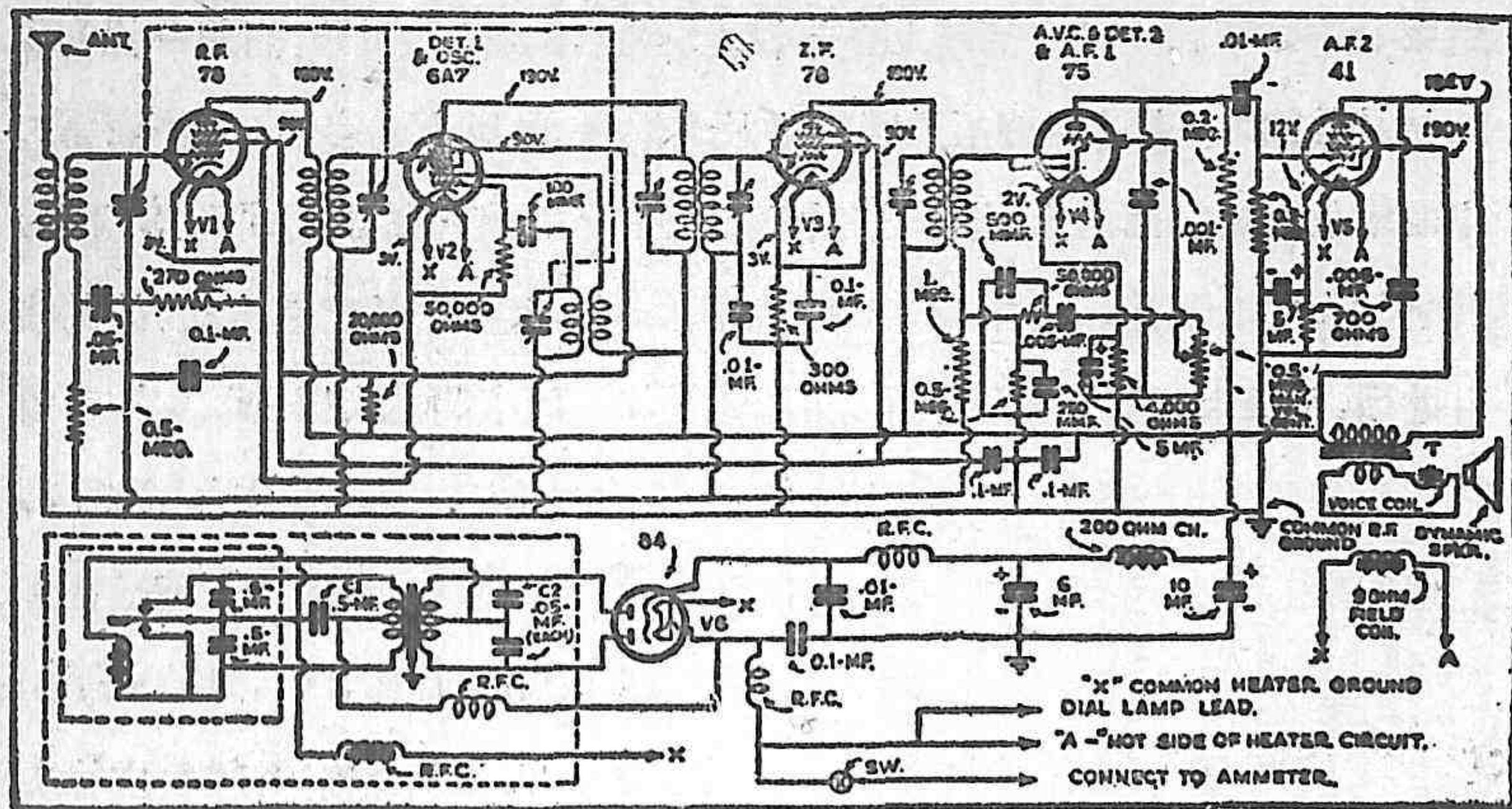


第207圖 直流收音機之內部裝置

源，無論乾電池，蓄電池或空氣電池，均能適用。惟用乾電池時，因電壓變遷甚大（新時為 3 v，用盡時為 2 v），應接一平壓管（Ballast Tube）如圖。各級真空管之屏電壓，一律為 135 v。惟第一換週管所需者較小，故由一電阻 R_5 降低之。各級真空管之柵負電壓，係取自 R_2 及 R_3 合成之電勢器。其加於換週管及第一中週率放大器者，得由一活節，任意變更之，而作音量控制之用。同時天線之輸入電壓，更

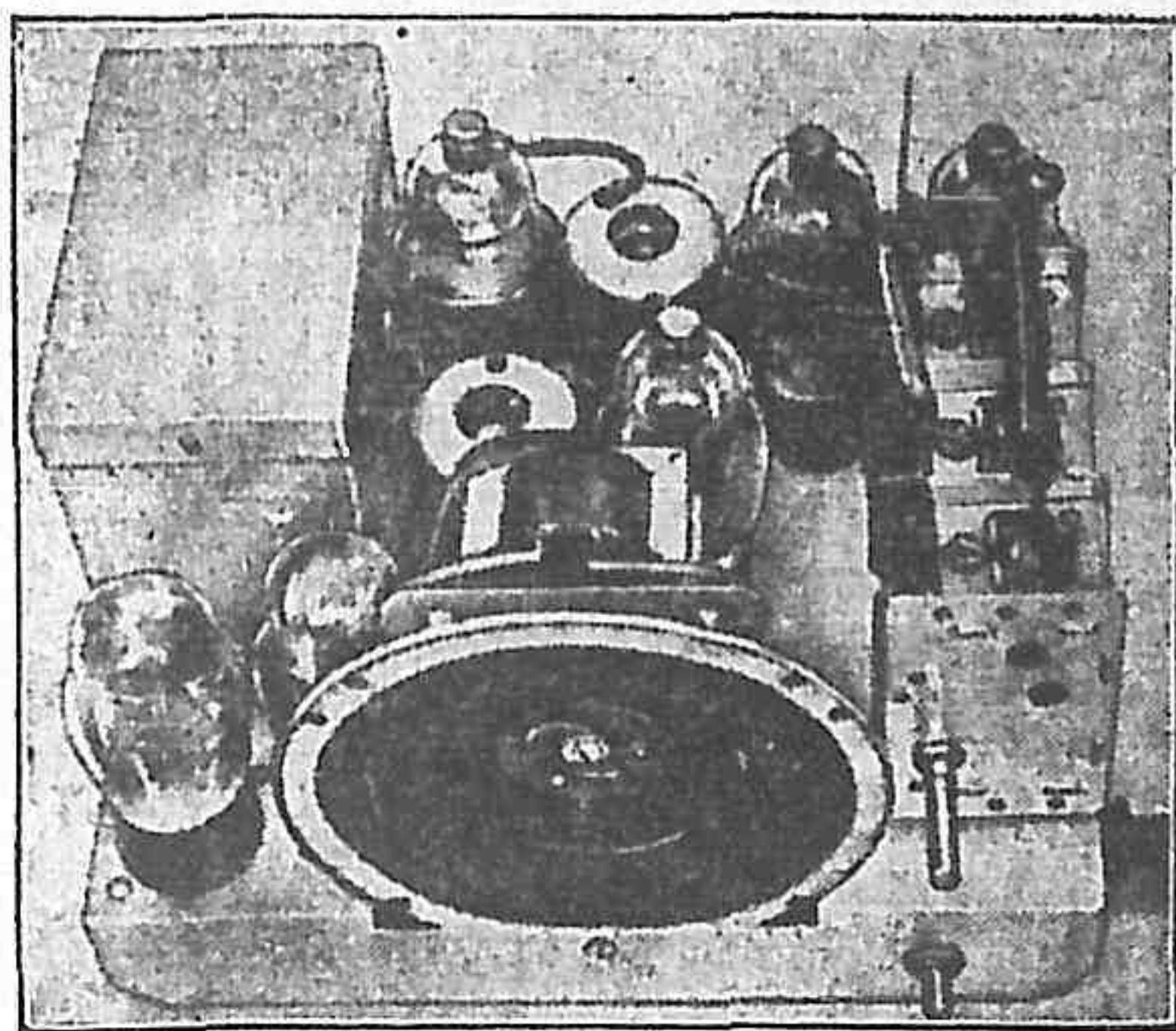
得由電阻 R_1 變更之。在實際上， R_1 及 R_2 兩活節，係連於同一轉軸，使獲得範圍較大之音量控制。第207圖表示該機之內部設備，其上層除收音機底盤外，尚置有“B”及“C”電池各一具。下層為揚聲器，兩具“B”電池，及一組“A”電池。

117. 新式六燈汽車收音機 第208圖為一新式汽車收音機之線路圖。其間共有真空管六只。第一級之射電放大管為 78，第二級為 6A7 之換週器，第三級為 78 之中週率放大器。第四級之 75 真空管，兼司檢波，自動音量控制，以及成音放大。又第五級為一 41 式之強力輸出管。此外整流器，則用一間接傳熱之 84 號真空管。高電壓係由汽車電池，經振動器後而供給。此機之收音範圍，為 550 至 1500 K. C.。所用之中週率，為 175 K. C.。第209圖表示此

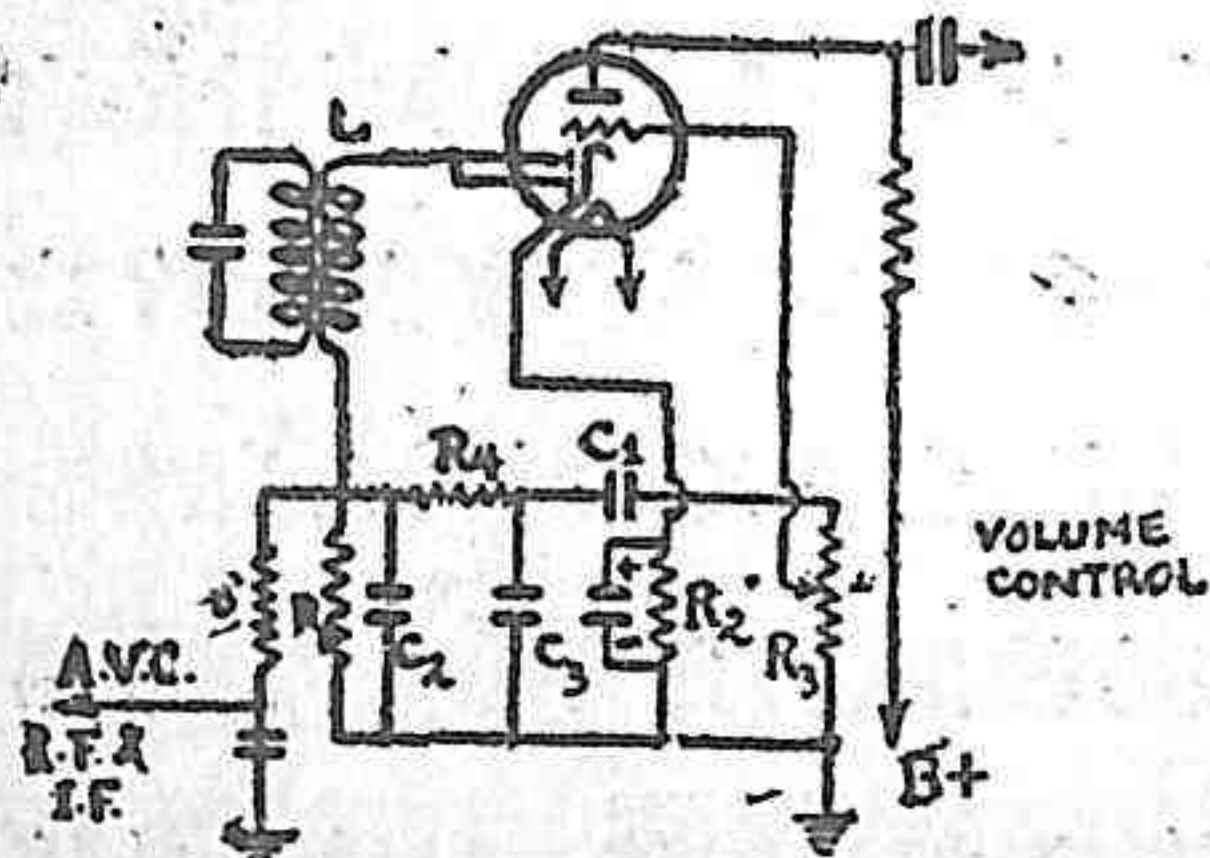


第208圖 六燈汽車收音機之線路

機之內部構造,所有揚聲器,真空管,同動電容器等,均得略窺一二。其左端後面之金屬匣,內藏振動器及其附屬機件。蓋此部應與其他收音電路,具有極佳之靜電隔離,以免發生騷擾。此機之線路,並無特點可言。惟75真空管之接法,略較複雜,似有解釋之必要。此部之實在電路,如第



第209圖 汽車收音機之內部構造



第210圖 第二檢波及自動音量控制線路

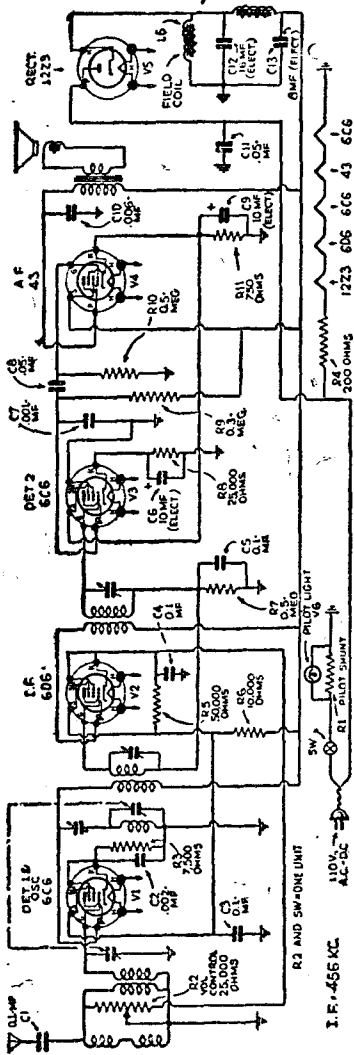
210圖。外來之信號電壓,係由變壓器L,輸入於兩極管之屏。其線路為一半波整流器。經整流後,在電阻 R_1 兩端所得之電壓,其直流部份,係經由濾波器 R_5 及 C_4 ,通至射電及中週率兩放大管之控制柵極,而作自動音量控制之用。至於成音部份,則先經濾波器 R_4, C_2, C_3 ,將高週

率電流取消後，再使成音週率由電容器 C_1 ，通至電勢器 R_3 ，在此電阻兩端所產生之成音電壓，復輸入於75管三極部份之柵極上，而將其放大。此外設在陰極回路中之電阻 R_2 ，因其間有三極管之屏電流通過，故其兩端，具有一個固定電壓。此電壓有兩種作用。第一，供給相當之柵負於三極管。第二，係作自動音量控制所需之遲緩電壓之用，蓋 R_2 與 R_1 ，實互成串聯故也。

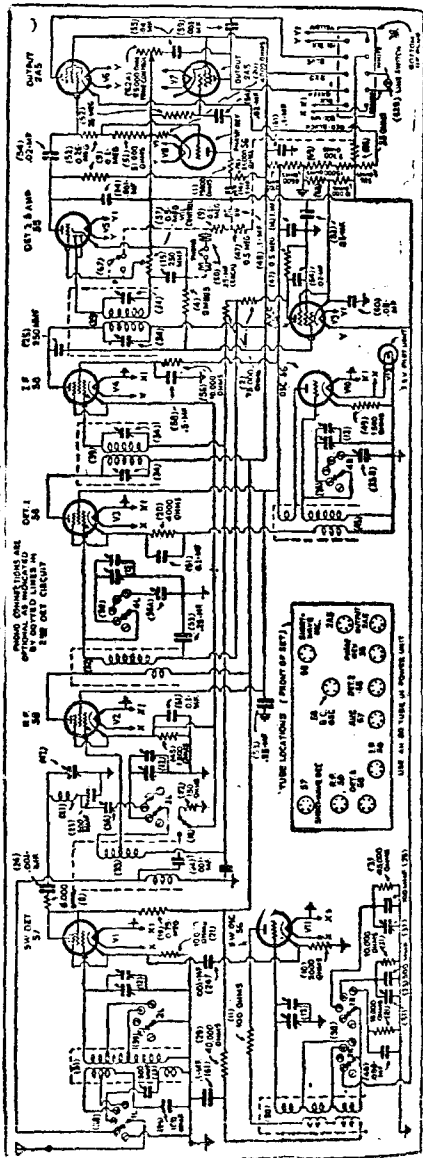
118. 交直流兩用收音機 此種收音機之特點，在於不用變壓器。其絲屏各極電壓，均直接取自外來電源。第 211 圖表示此種收音機之一。各絲極均為串聯，而由一 200 歐姆之電阻 (R_1)，將外電壓降低至於適當數量⁽¹⁾。收音機所需之直流高電壓，係由一間接傳熱之 12Z3 整流管供給。該管之屏極，則與外電源直連。若輸入電壓為交流，則此管之作用，與普通整流管無異。若為直流，則猶如一導電體。但兩極管之特性，祇能使電流，自屏至絲極方向通過，故必須以電源之正極連屏，否則收音機即不能工作。除此之外，其他各部構造，均與別種收音機，無甚差別。第 211 圖所示者，為一超外式線路。第一級之 6C6 真空管，為一換週器，而兼司檢波及振盪兩種工作。第二級為一 6D6 之中週率放大器。其障柵極之固定電壓，係取自 R_6 ， R_5 ，及 R_2 之一部份所組成之電勢器。第三級為一 6C6 之第二檢波器。其障柵電壓之供給方法頗特別，係取自電阻 R_{11} 。但此電阻兩端所具之電壓，又作供給末級強力輸出管 43 之柵負用也。

119. Stewart-Warner 十二燈長短波收音機 此機係採用一種雙重超外式 (Double Superheterodyne) 線路。並藉一特製之換波電鍵，以便接收 15 至 565 米間之各種波長。各級真空管所任之職務，如第 212 圖所示。 V_1 及 V_{11} ，為接收短波之檢波及振盪器。 V_2 為廣播週帶之射電放大管。 V_3 及 V_{10} ，為廣播週帶之第一檢波及振盪器。 V_4 為中週率放大管， V_5 為

(1) 此電阻往往裝於電源之引入線內，故用時能覺其發熱。



第11圖 交通流牌用收音機之線路



第二檢波及第一成音放大管。 V_5 為自動音量控制管。 V_8 為反相管， V_6 及 V_7 為第二成音放大管。又 V_{12} 為整流管，但裝在另一電源底座上。此機之工作，分為兩種。若輸入電波，為普通之廣播週率，則信號直接通至廣播週帶之射電放大管，而成一普通超外式收音機。同時短波振盪管之柵極上，係加有一甚大負電壓，故不能工作。反之，當接收三種短波長時，外來之信號，先輸入於檢波管 V_1 ，而與短波振盪器 V_{11} 之振盪電壓，發生一個 1,540 K. C. 之週差電壓後，再通至廣播部份，加以放大。換言之，此時該機之作用，實由一廣播收音機及一短波接續器合組而成是也。茲先將檢波電鑰之作用，加以說明如次：

換波電鑰，係由八個單向電鑰合組而成。每個電鑰，各有接觸鈕五枚。實際上，祇用七個電鑰及四個接觸鈕。此種電鑰，即圖中所示之 1L, 2L, 3L, 4L, 1R, 2R, 及 4R。其旋轉方向，係依照時針之順轉方向。其每個位置，對於收音機之線路，係作如下之各種變化。

位置1: 電鑰 1L 將天地線直連，不能接收任何信號。

位置2: 此為接收普通廣播波帶之位置。電鑰 2R，加大短波振盪器之柵負，使其不能工作。此負電壓係取自第 212 圖右端下角之電勢器 (68)。蓋此電勢器，係接於 B- 及地線之故也。同時電鑰 1L，將天線接至射電週率放大器之輸入變壓器 (33)。電鑰 3L，將同動電容器之第三節，連此輸入變壓器之副線圈。電鑰 4L，將同動電容器之第五節，連第二變壓器 (32) 之副線圈。電鑰 4R 將同動電容器之第四節，連廣播振盪器之振盪電路 (45)。此外 2L 及 1R 處於空閒地位，不生作用。

位置3: 為接收 185 至 78 μ 之短波。電鑰 1L，使天線與短波檢波器之一個原線圈相連。電鑰 3L，將檢波器之輸出，通至廣播放大管之輸入電路，而得調節耦合電容器 (36)，至於所需之 1,540 K. C. 之中週率。電鑰 4L，加一可變補整電容器於 (33) 副線圈之兩端，以便調整於 1,540 K. C. 電鑰 4R，加

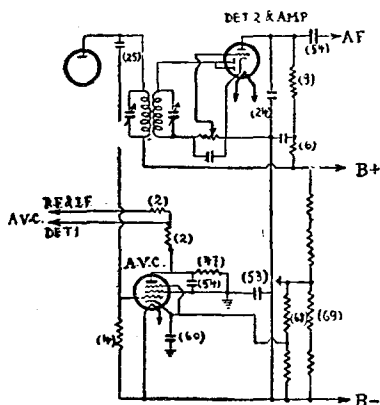
一可變電容器於廣播振盪電路(45)兩端，使調整該部於1,717.5 K. C.，而獲得177.5 K. C.之第二中週率。此外電鍵1R，將短波振盪器之副線圈，接一串聯補整電路，以便實行短波之單鈕配諧。其他電鍵2R，將前節所述之負電壓取消。電鍵2L，處於空開地位，不生作用。

位置4：為接收80至33 m.之短波。電鍵1L，接天線於短波輸入變壓器之第二原線圈。電鍵2L，將此變壓器副線圈之一部份短路，使其能在 f_0 至33 m.間配諧。電鍵3L,4L,及4R之作用，與位置3相同，因此時射電週率部份之週率，仍為不變。電鍵1R，換一可變補整電路於短波振盪電路內，使在此週帶內，獲得較為適當之單鈕配諧。電鍵2R，將短波振盪器副線圈之一部份短路，使能在80至33 m.間配諧。

位置5：為接收33至14.5 m.之短波。電鍵1L，接天線於短波輸入變壓器第二原線圈之另一頭。電鍵2L，將此變壓器之副線圈之一大部份短路，以便在30至14.5 m.間配諧。電鍵3L,4L,及4R之地位如前。電鍵1R，接一固定補整電路於短波振盪電路。電鍵2R，將短波振盪線圈之另一部份短路，以便配諧於33至14.5 m.之週帶。

此外該機又備有一“本地—遠程”電鍵(14)。當其置於“in”的位置時，射電週率放大管之天線線圈，係與一固定電容器並聯，而使信號直接入地。同時射電及中週率兩放大管，具有頗大之柵負(由電阻(45)供給)，故本地強電台之信號，不致使真空管荷載過甚。在“Out”的地位，即用於接收遠處電台時，因兩管之柵負減小，(另加一頗小之電阻(22))，故收音機得在其最高之靈敏度工作。

在此機之全部線路中，其檢波，振盪，及射電放大等，均為普通之線路，並無特點可述。惟自動音量控制及成音放大兩部，稍為複雜。茲略加說明如下：此機係用一57真空管作自動音量控制。在中週率放大管屏電路中輸出之信

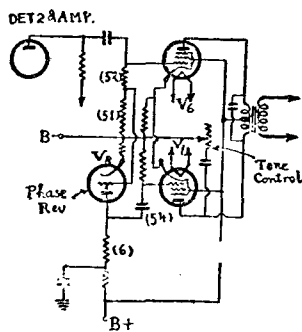


第213圖 第二檢波，自動音量控制，及第一成音放大器

一55雙屏兩與三極管。其間以兩極部份作檢波三極部份作第一成音放大器。

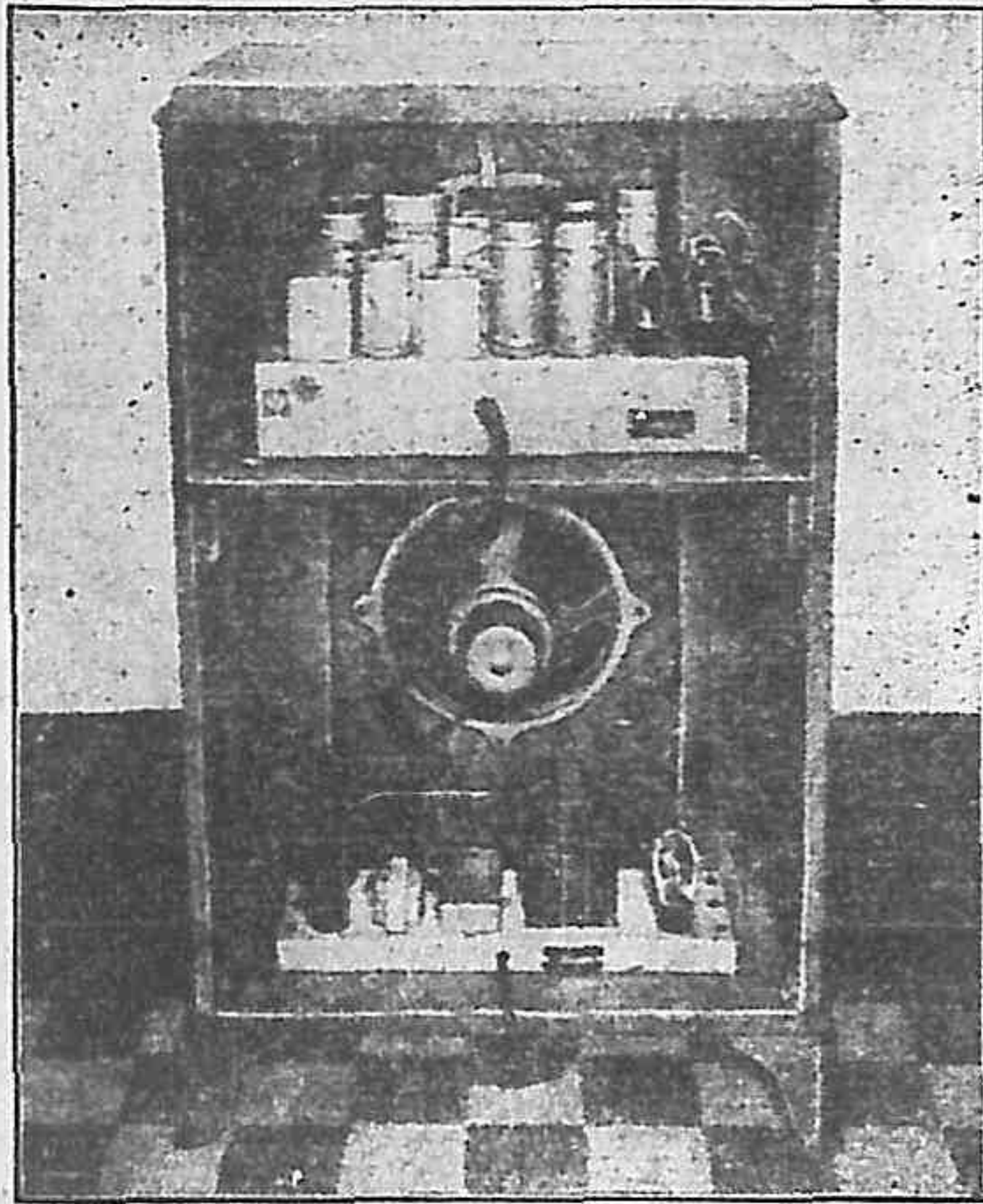
第二成音放大器，係採用第75節所述之電阻耦合式推挽放大線路，使獲得較大之輸出，而減小失真。其詳細情形，如214圖所示。由第一成音放大器輸出之電壓，一部份直接輸入於第二放大管 V_6 。他部份則由電阻(51)，輸入於相反管 V_5 之柵極。但依據75節所述，在電阻(6)兩端所獲得之電壓，其相位係與輸入於 V_6 者相反，故此電壓，復經由電容器(54)，輸入於第二強力放大管 V_5 之柵極上，而完成該推挽放大器之線路。

號電壓，係由電容器(25)，輸入於音量控制管之柵極。此管之柵極及屏極係連地(第213圖)，但因其陰極，又接於較地為負之點，(由電勢器(68)供給)，故實際上，其電壓較陰極為高。同時其控制柵極上，更加有一由電勢器(68)供給之甚大固定負電壓，故信號經音量控制管整流後，在電阻(47)之兩端，可得一直流控制電壓，而通至前面之射電放大，第一檢波，及中週率放大管等。第二檢波器，為

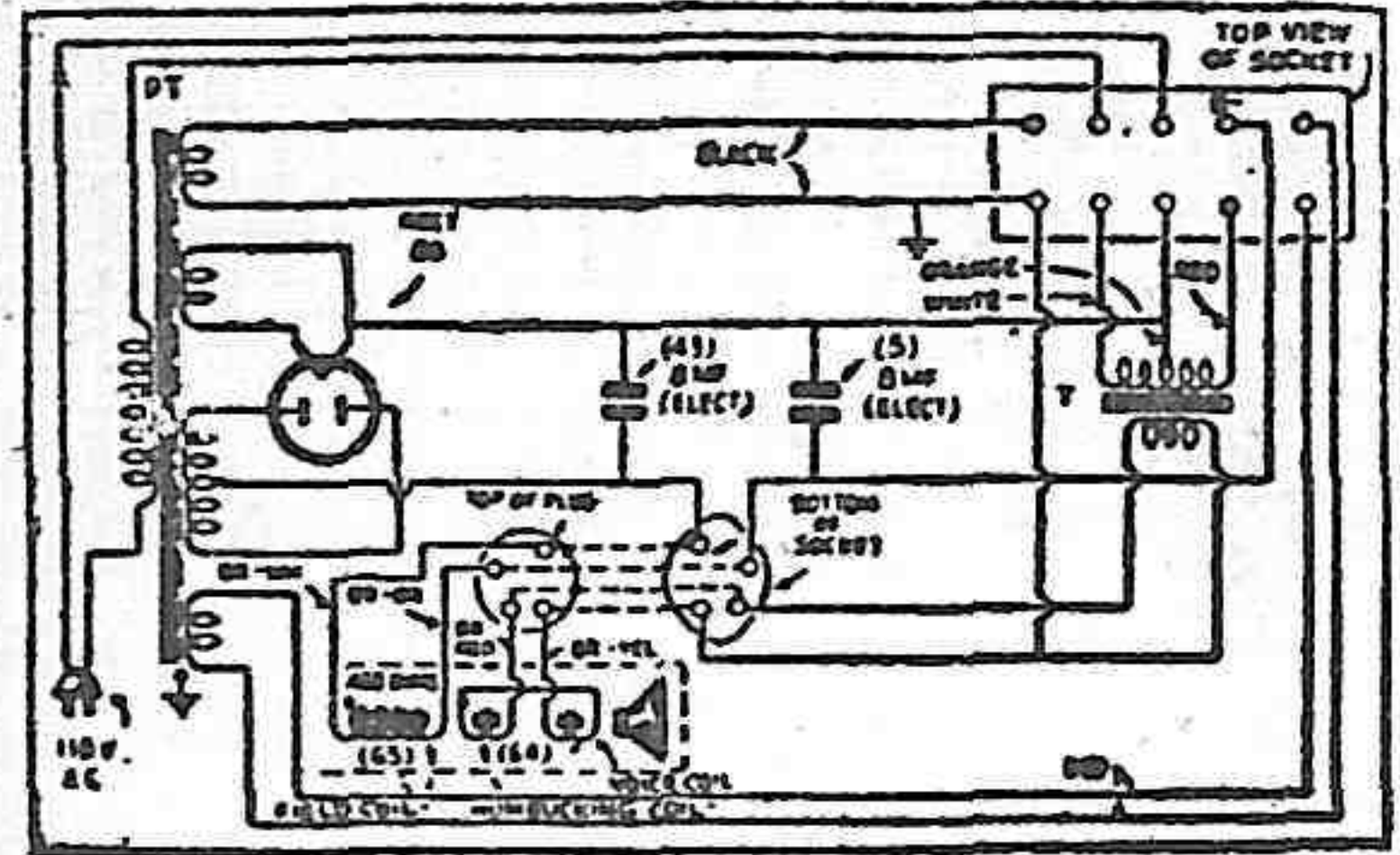


第214圖 反相管及電阻推挽式之放大線路

第215圖表示此機之內部構造，上層為收音機底盤，中部為揚聲器，底下為電源。又電源之構造，如第216圖所示。



第215圖 該機之內部構造



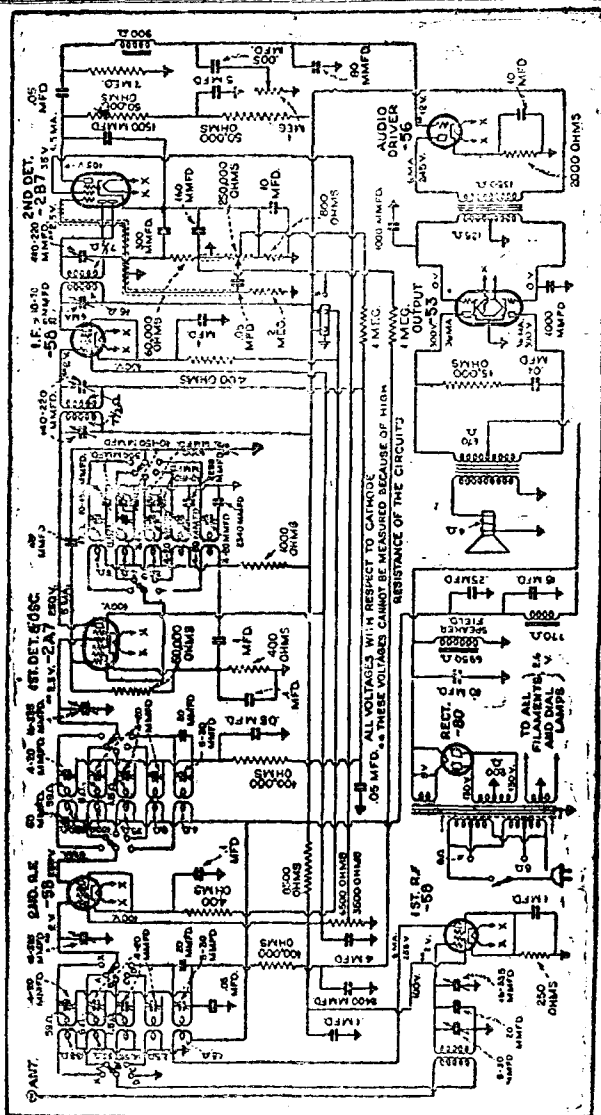
第216圖 電源線路

120. G. E. K 80 最新式全波收音機 此機為目前設計最全備之一種。波長範圍，為 16.70 至 555m。其銷於歐洲市場者，另多一個 732 至 2000 m. 之長波波帶。普通超外式收音機，在接收 200m. 以下之波長時，往往不用射電週率放大管，而將信號直接輸入於換週器。因射電週率放大器，在短波之效用甚微，而所需加添之極多可變電容器，反使單鈕配器問題，異常複雜，不易解決。此外收音機之選擇性，對於此種波長，亦無需若普通廣播波電之推求過甚。此機之特點，即在於其設計，適與普通觀念相反。蓋此機在換週器前，非特設有一級射電週率放大，且於接收極短波時，竟連用兩級也。其所據之理由如下。射電週率放大器之效率，對於極短波，固甚微弱，但亦不必將其取消。反之，似宜再加一級，以增加收音機之靈敏度。再則單鈕配諧問題之困難，得注意於電容器之製造而解決之。況天電之騷擾，在短波較長波為小，故正可利用此優點，多加一級射電放大。要之，此機之構造，為對於較長之波帶，在換週器前，祇有一級射電放大。但於接收最短之波帶時，則用兩級射電放大也。又

此機祇有一級中週率放大。其目的所以使換週作用，得在較高之程度實行，藉以減少普通超外式收音機中所常聞到之嘶聲。此機所具之週帶如下表：

| | |
|---------------|------------------------------------|
| X (祇為歐洲用者) …… | 150— 410 K. C. (2000— 732 m.) |
| A …… | 540— 1,500 K. C. (555— 200 m.) |
| B …… | 1,500— 3,000 K. C. (200— 77 m.) |
| C …… | 3,900—10,000 K. C. (77— 30 m.) |
| D …… | 8,000—18,000 K. C. (37.5—16.7 m.) |

第217圖為此機之全部線路圖。兩級射電週率放大器，係採用58號真空管。當接收最短波長時（電鑰在D之位置），信號係由天線輸入於第一放大管之柵極，而經一二兩管放大後，再通至換週器。至於其他波長，則信號直接輸入於第二放大管之柵極。各線圈兩端所連之可變電容器，均為實行單鈕配諧所需之特整電容器。配諧電容器共有四只，其容量範圍，均自16至335 MMFD。換週器用一只2A7真空管，其線路並無特點可述。各線圈所連之串聯及並聯電容器，係專為單鈕配諧而設。中週率變壓器之電阻頗小，祇有7.5歐姆，而由—140至220m mfd之電容器，調整中週率於445K.C.（波長等於674 m.）。但接於58真空管之屏電路中者，其原線圈之電阻較大（約為16歐姆），而用一較小之電容器（10—70m mfd）調準之。故此變壓器為降壓式，蓋其副線圈，應供給電流於下設之兩極檢波管也。第二檢波，自動音量控制，及第一成音週率放大，均由2B7真空管擔任。其詳情如第218圖所示。第二射電週率放大管之控制電壓，係取自250,000歐姆之電阻。至用於中週率放大管及換週器者，則由此250,000歐姆電阻之中心點引出。如是射電週率放大管所受到之控制作用，較其他各管為大，而得使換週工作，常在頗高之程度完成。設因衰落緣故，檢波電壓，猝然減低，則射電週率放大管，因漏負減低甚多，其靈敏度大為增加。至於中週率放大管，則其放大作用之增加，尚在其後矣。此種設計，即所以使



第217圖 G. E. K. 80-全波整音機之線路

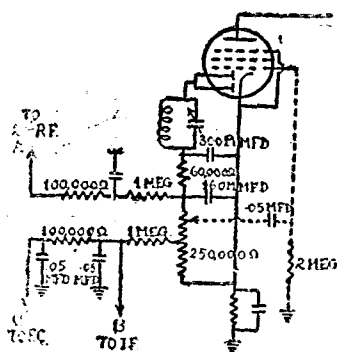


圖 114 檢波及自動音量控制管之棧路

換過管上，常有頗大之輸入電壓，而祛除嘶聲。上述之250,000歐姆電阻，同時又作手動音量控制之用，而將其所輸出之收音週率電壓，輸入於2B 7之控制柵極上。此柵之引線，係以一金屬套管遮蔽，藉以避免交流電音。又在此電阻前面所設之60,000歐姆電阻，及兩電容器，為一高週率濾波器。由2B7輸出之收音電壓，復經

—56推動管(Driver Tube)，加以放大。蓋

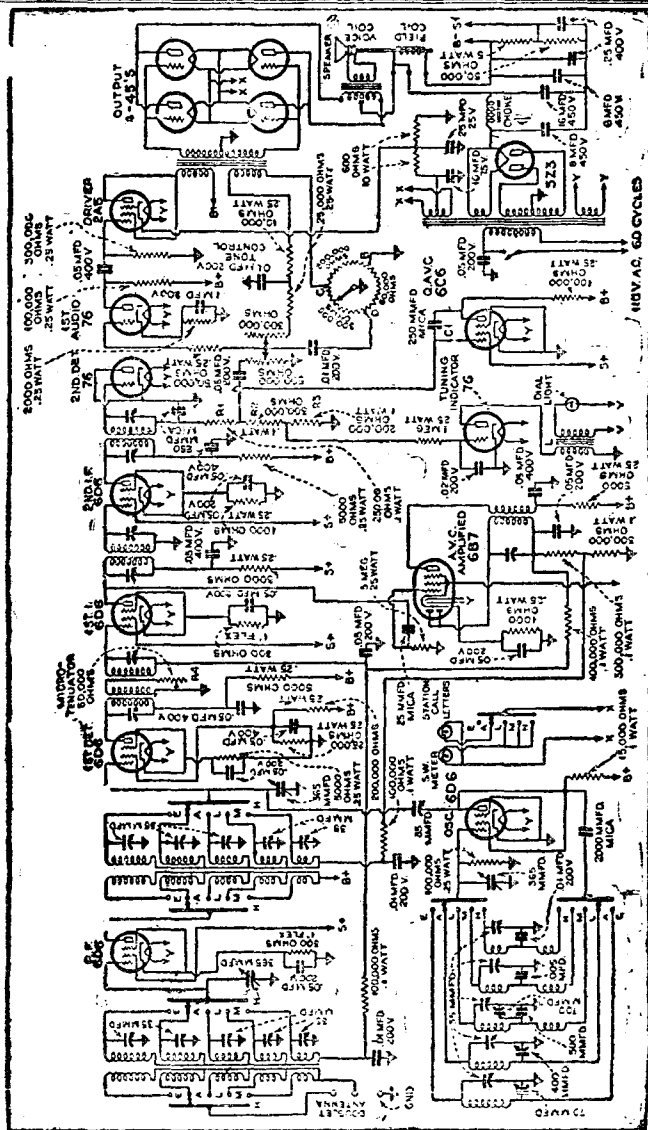
最後之輸出級，係採用53式之“B”類放大管，故其前面，必須有一能供給相當電工率之推動管也。音調控制，為一1MEG之電阻及一.005 mfd之電容器，而接於56管之輸入電路內。53管之變壓器，為降壓式。其兩端，並接有兩只1000 MMFD電容器。依B類放大器之設計，53管之柵負為零。又輸出變壓器原線圈之兩端，有一15,000歐姆之電阻，及一.01 MFD之串聯電容器。其目的所以取消輸出電壓之副週率，藉以改善音調。此外電源變壓器之原線圈，係分成兩個線圈，以便適用於100—115, 115—125, 200—230或230—250v之各種電壓。

121. Midwest 十六燈貴族化全波收音機

此機為當今構造最複雜與設備最完全之一種收音機。其間如配諧指示管，自動音調補償器(Automatic Tone Compensator)，微分阻入器(Micro-Tennator)等，均係最新之設計，而為普通收音機中所不常經見也。十六燈之用途及其程式如下：射電週率放大，6D6；第一檢波，6D6；振盪 6D6；兩級中週率放大，6D6；第二檢波，76；第一成音放大，76；推動管2A5；強力輸出級，為四只45接成推挽並聯式；整流，5Z3；自動音量控制，6B7；自動音調補償管，6C6；配諧指示管76。此機所能接收之週率範圍如下表：

| | |
|--------|----------------------------------|
| E..... | 125— 350 K. C. (800—2400 m.) |
| A..... | 730— 1,500 K. C. (200— 565 m.) |
| L..... | 1,500— 4,000 K. C. (75— 200 m.) |
| M..... | 4,000—12,000 K. C. (25— 75 m.) |
| H..... | 12,000—27,000 K. C. (9— 25 m.) |

第219圖爲此機之全部線路圖。其射電放大，第一檢波，振盪以及中週率放大器等，並無特點可述。惟第一中週率變壓器之構造，頗爲別緻，共有三個線圈。中間註有 Micro-Tenuator 字樣，而與一可變電阻 R_4 相連者，係用於變更收音機之選擇性。此電路之作用，猶如在原副兩線圈中，置一可以移動之隔離罩。凡電阻 R_4 愈小，隔離之作用愈佳，故能使選擇性，隨之改善甚多。雖此種設備，能影響及於收音機之靈敏度，但於接收本地電台時，可任意將波帶放寬，以期獲得較優之真實度。自動音量控制管之輸入電壓，係取自第一中週率放大管之屏極。此電壓先經2B7管之五極部份放大後，再由其兩極部份檢波，而供給所需之音量控制電壓於其前面之各真空管。加於射電及第一中週率放大管柵極上之控制電壓，較施於第一檢波管者爲大。第二檢波器，爲一接成兩極式之76真空管。在電阻 R_1 ， R_2 ，及 R_3 所得之整流電壓，分作三種用途。第一部，由電阻 R_3 輸入於配諧指示管76之柵極上。此管之屏電路，係與一變壓器L之副線圈相連，其原線圈則與一指示燈串聯。當信號來時，此管之柵極上，有一甚大之負電壓（由電阻 R_3 供給），故其屏總阻甚大，而能使原線圈之總阻，亦隨之加大。因此指示燈，遂於該時熄滅。反之，當信號未來或未配諧時，電阻 R_3 兩端之電壓甚小，76管之柵負幾爲零。此時變壓器L之副線圈中，有屏電流通過，故其原線圈之總阻，即隨之減小，而使指示燈之光度爲最亮。電壓之第二部，係經由500,000歐姆之手動音量控制電阻，輸入於第一成音放大管之柵極上。第三部，則由A點輸入於6C6之自動音調補償管。此管之屏電



第110圖 Midway 十六吋電氣化收音機之線路

阻及其屏柵兩極間所連之電容器 C_1 ，猶如一普通音調控制。惟因屏電阻係隨柵電壓而變，故能自動控制所通過之音週率，而有如下之情形。當信號來時，因柵電壓為負，故屏電阻甚大，而能使各種成音週率，完全通過收音機，不受損失。反之，在未拾譜時，柵電壓為零，故屏電阻自動減低。此時各種高的音週率，皆通過此管，而得使雜聲消除（因雜聲之週率，往往甚高）。此機之手動音調控制，亦為特別設計者，非特能祛除高的週率，且得加大低的週率之輸出，或由使用者任意支配各種輸出週率之成分。其控制活節，係在一連續不斷之電阻上滑移，而無停止點。此電阻共出三頭，B連地，C接一回授電路（用以選擇低音調），D接一電容器（成一高音調之濾波器）。當活節在B點時，音調為正常。在B、C之間，低音調提高。在B、D之間，高音調減小。最後在C、D之間，可任意支配此兩種作用之成分。在C點，低音調之提高作用為最大。在D點，高週率之祛除為最甚。

122. Mc Murdo Silver 廿一燈高真實度全波超等大收音機

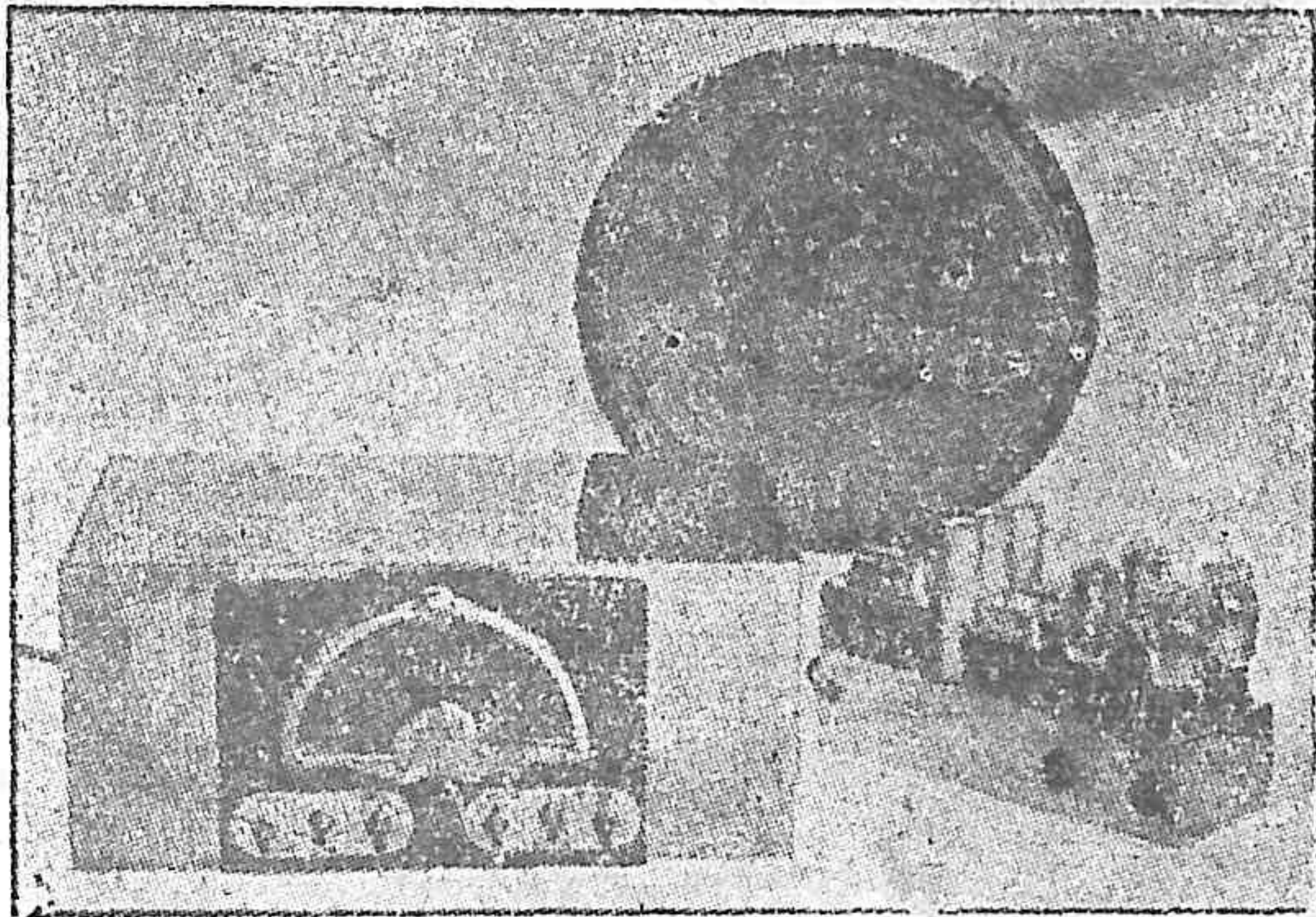
此機可代表近年廣播收音機各種發明之大集成，其目的所以獲得超等之靈敏度，超等之選擇性，以及最真實之聲調。所可接收之週波範圍，約自2150至4,287米（週率自140至70,000K.C.），分成A、B、C、D、E，五個週段。此機之外觀及二十一燈之用途，分別如第220A及220B兩圖所示，其構造分作兩部，一為收音機幹部，具有真空管十七只，一為電源及強力放大，裝有整流及強力放大管各兩只。第220C及220D為該兩部之線路圖。

此機構造複雜，勢難敘述詳盡，但為引起讀者之研究興趣起見，特將其各部所用線路，略加分析如下：

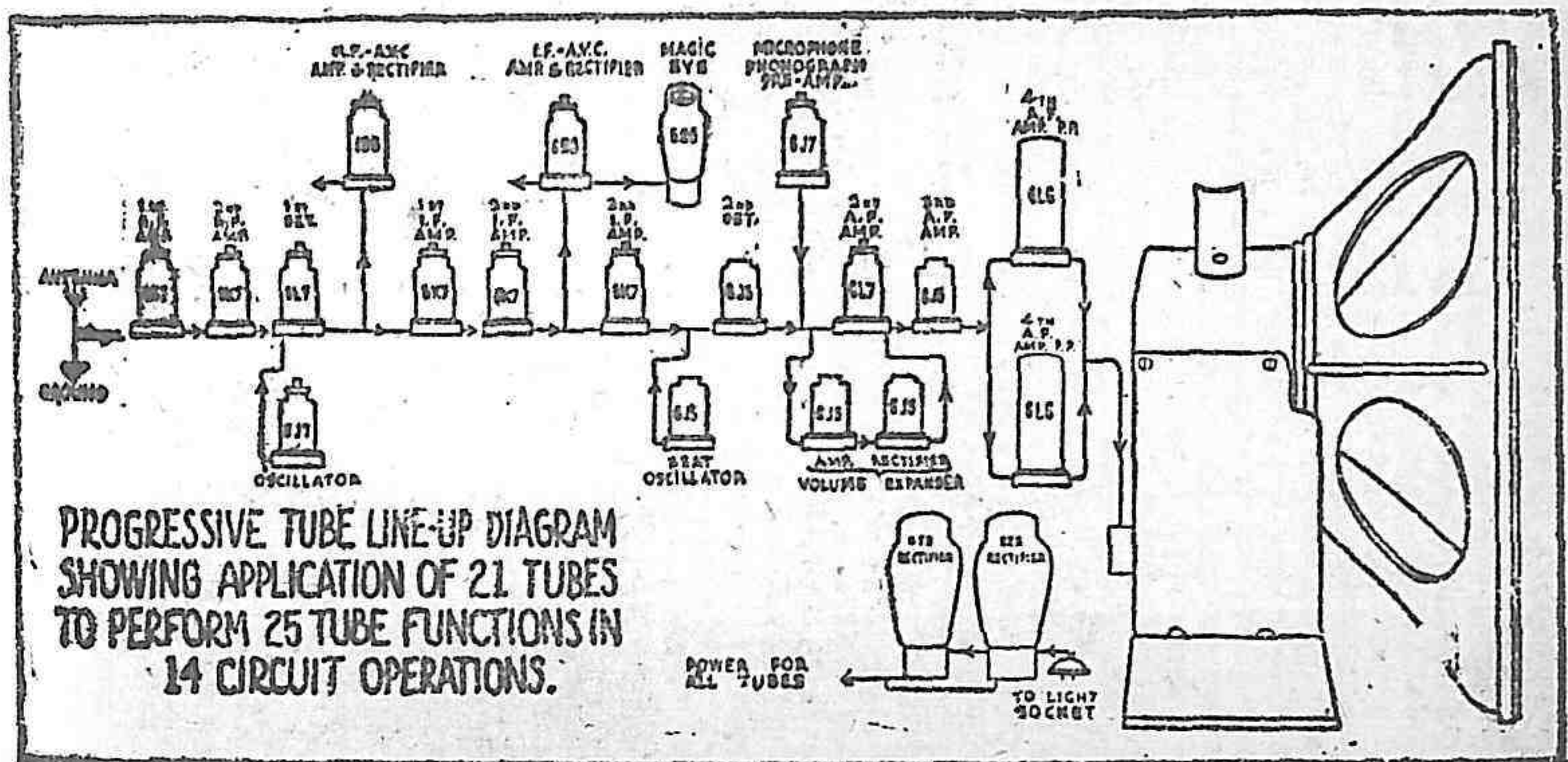
此機在第一檢波器之前，具有兩級射電週率放大器，其目的所以加強輸入信號之強度，以減小真空管及線路之雜聲。但普通真空管，對於極高週率，其放大作用甚小，故在19,000至70,000K.C.一段，此兩放大器，由射電週率

波電鑰(即第220D圖中註有R.F. Switch Gang者),加以取消不用。此時天線之輸入信號,直接經由電容器C1c(在第一放大管之屏極近旁)及C1▲(換波電鑰#3之E鈕),輸入於第一檢波管6L7之柵1(換波電鑰#6)。

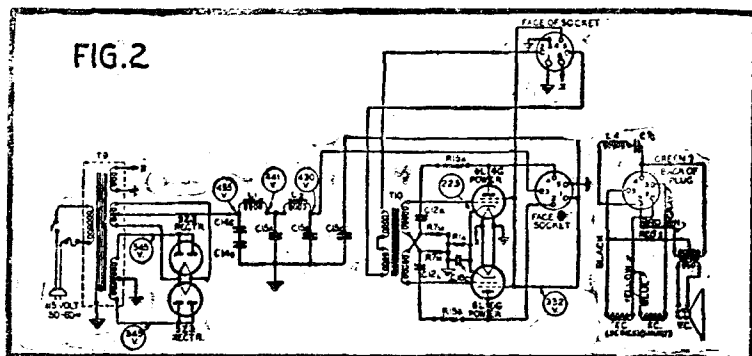
此機之真實度,可任意變更,(由設於中週率放大器內之真實度電鑰,註有I.F. Switch Gang者控制之)。當使用12及32兩高真實度時,第一射電週率放大器,自動被中週率電鑰取消(#1),以免輸入信號之邊帶週率,被射電配諧電路祛除過甚。



第220A圖 Mc Murdo Silver 二十一燈高真實度收音機之外觀



第220B圖 二十一燈之用途

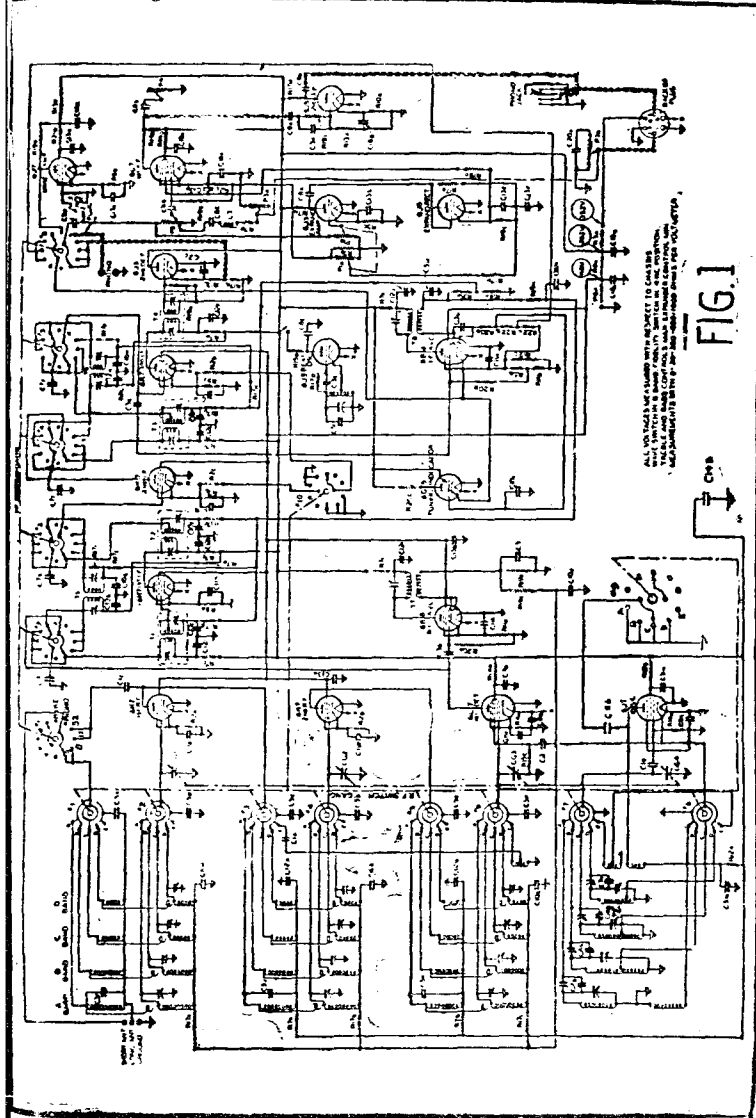


第220C圖 整流及強力放大部份線路

爲使收音機在各週段具有均等之輸出起見，振盪管6J7用一極穩定之電子耦合式電路。振盪電壓，由該管之陰極經電容器 C_{2A}，輸入於第一檢波管6L7之柵1。至於信號電壓，則由該管之柵3輸入。兩射電週率放大管及第一檢波管之柵極上，除各別之自生柵負外，尚有由一6B8管所產生之自動音量控制電壓。由第一檢波器輸出之中週率電壓，有一部份，經電容器C₃₀，輸入於6B8管五極部份之柵極，經放大後，再由其兩極部份整流，在電阻R_{19F}之兩端，產生前述之自動音量控制電壓。此種措置，可減小附近強力電台之擾亂，及由其所引起之失真，及降低射電放大器之選擇性等。

此機之最大特點，在於具有兩組中週率變壓器。一爲低Q式，可使中週率放大器之週帶，放寬至於32000週/秒。一爲高Q式，用於保持收音機於4000週/秒之最高選擇性。此外更藉一多節式換路電鍵（即註有I.F. Switch Gang者），將此兩組變壓器，混合應用，而獲得4, 8, 12, 32四種可變選擇性。其配備如下表（請參閱中週率電鍵之#2, #3#4, #5, 各節）

| 電鍵位置 | 週帶寬度 | 第一中週率 放大器 | 第二中週率 放大器 | 第三中週率 放大器 | 第二檢波器 |
|------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 4 | 4000週/秒 | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |



ALL VACUUM TUBE SOCKETS WITH RESISTORS TO BE LOCATED
AS SHOWN IN THE DRAWING. THE RESISTORS ARE TO BE LOCATED
AS SHOWN IN THE DRAWING. THE RESISTORS ARE TO BE LOCATED
AS SHOWN IN THE DRAWING.

FIG. 1

第 550 圖 Mc A ur o Silver 二十一型收音機之線路圖

| | | | | | |
|----|---------|-----|----------------|----------------|----------------|
| 8 | 8000週/秒 | 取消 | T ₅ | T ₃ | T ₄ |
| 12 | 12000 | , , | T ₅ | T ₃ | T ₄ |
| 12 | 32000 | , , | T ₅ | T ₆ | T ₄ |

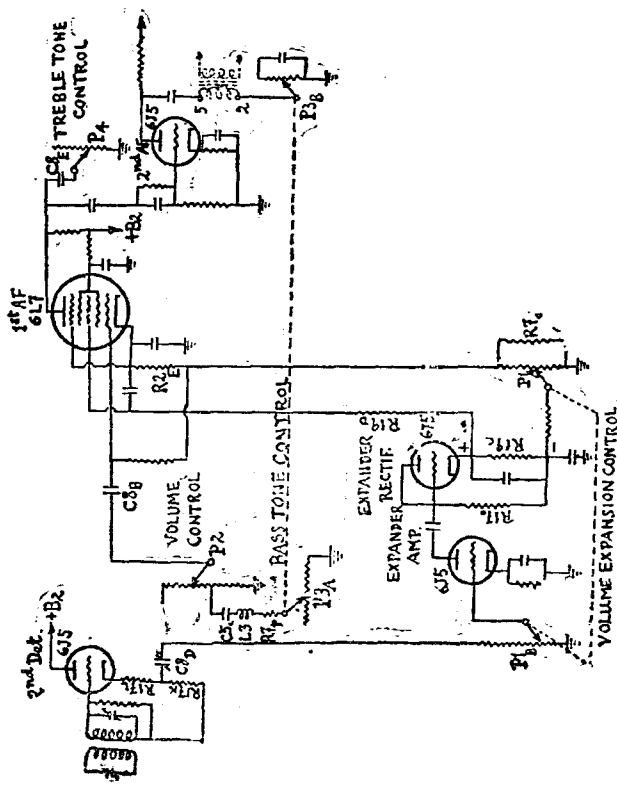
又週帶放寬後，強力電台及雜聲之干擾，亦必隨之加大，故應將收音機之靈敏度減低，此為在8, 12, 32之真實度，祇用兩級中週率放大器之理由。至於選擇性最高時，則靈敏度亦可加大，俾利遠地電台之接收。再收音機之靈敏度，大抵隨信號之週率而異。為使其均等起見，此機之中週率放大器，其放大率，得依週段之變更，同時變換。此種變換工作，由換波電鍵之#10節任之。其位置（在第二中週率放大管6k7之下）。至所用方法，則為在第二及第三中週放大管之陰極，加一電阻，以變更其柵負電壓。下表指該放大器等在五個週段所用之柵負電阻。

| 週段 | 第二中週率放大管之陰極電阻 | 第三中週率放大管之陰極電阻 |
|----|---------------|---------------|
| A | R7L | R5A |
| B | R7L | R5A |
| C | R7L + R20 | R5A |
| D | R7L + R20 | R5A + R2D |
| E | R7L + R20 | R5A + R2D |

在第二與第三中週率放大器之間，有一6B8管第二A. V. C. 放大及檢波器。其構造與前述之第一 A. V. C. 管相似。所得之 A. V. C. 電壓，係用於控制三級中週率放大器之柵負，（第一第二兩級較第三級為大）。配諧指示管6G5之輸入電壓，亦取自該管（電阻R22A）。又因該機之最高選擇性一段，原為接收遠地微弱信號而設，該時恐輸入載波強度，不足推動此管，故將其柵極，換接於電壓較高之點（電阻R22A, R22B.）。

此機之檢波器，為最近創造之無限總阻直線檢波器（Infinite Impedi-

ance Linear Detector)。其構造與三極管屏極強力檢波相似，惟荷載總阻設於陰極回路內而已(第220E圖)。其利益在於具有極佳之選擇性，並能接收100%之調幅波，而不引起失真。由檢波器輸出之成音週率電壓，輸入於6L7第一成音放大器及兩只6J5之音量膨脹放大與整流器。其後尚有一6J5第二成音音量大，及兩只6L6之強力輸出管。此外該機尚具有傳話前置放大器(Microphone Pre-amplifier)及週差振盪器(Beat Oscillaor)各一只，以發送言語唱片，或接收短波電報之用。



第220E圖 第二檢波，第二成音放大，及音量膨脹線路

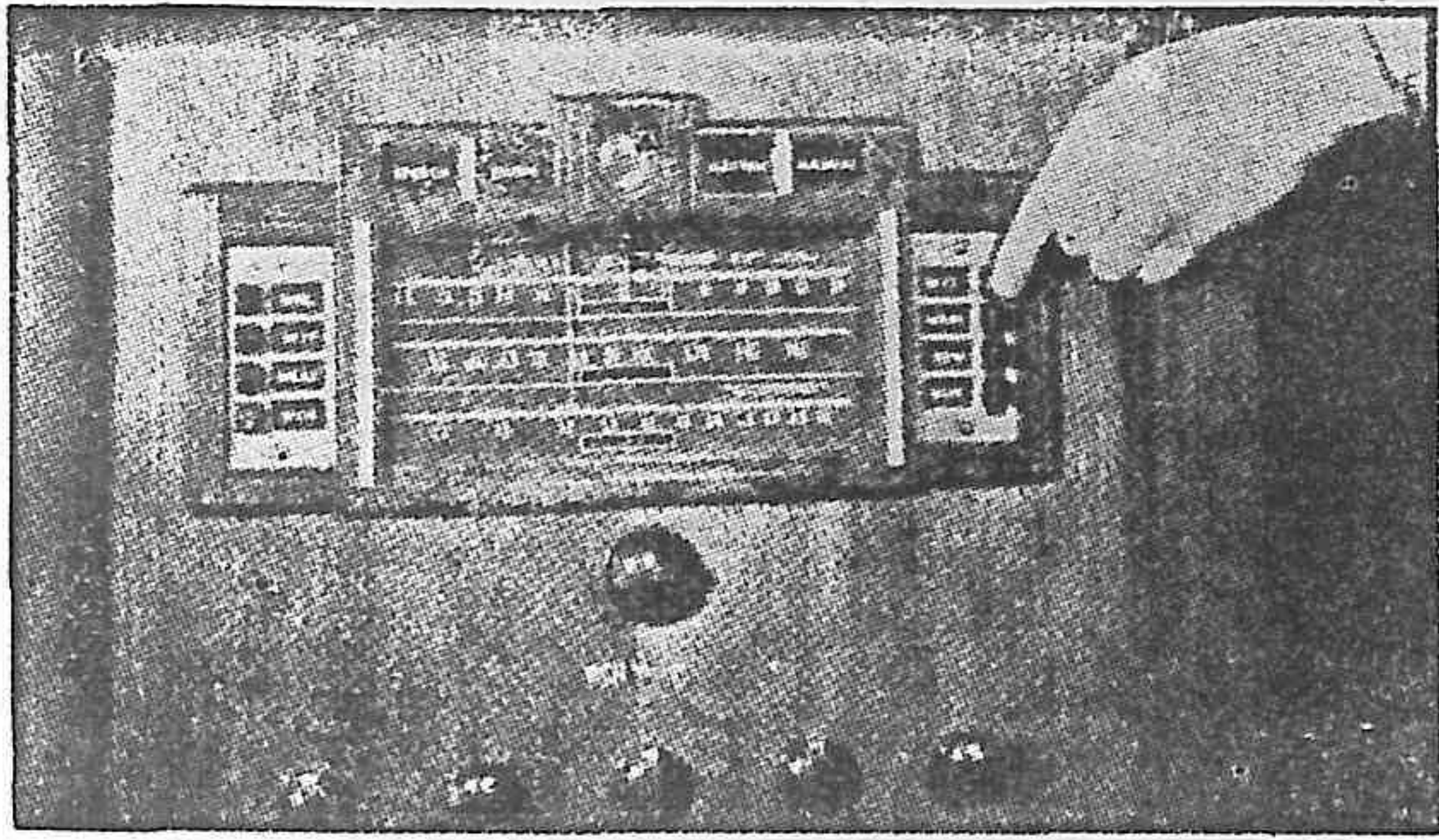
此機之音量膨脹器，亦為特別設計者，可免過載與失真之弊。其線路如220E圖所示。由檢波管6J5輸出之成音電壓，一部經音量調節器P₂及固定電容器C_{8B}輸入於6L7第一成音放大管。一部由電勢器P_{1B}輸入於音量膨脹放大管6J5。經放大後，在電阻R₁₇₀兩端所得之成音電壓，復經一接成兩極式之6J5管整流，而在電阻R₁₉₀兩端，產生一控制正電壓。此電壓係加於6L7管之柵3上。音量膨脹作用之大小，可由合連一軸之P_{1A}及P_{1B}兩電勢器調準之。本機之尖音(Treble Tone)及低音(Bass Tone)可分別調準。低音可由合連一軸之P_{3A}及P_{3B}兩電勢器增加之。尖音得以設在第一成音放大管屏電路內之音調控制器C₈及P₄變更之。

此機所用材料，均為最優良者。板面具有六個調節鈕。即射電週率換波電鑰，中週率電鑰(任意選用4,8,12,32四選擇性及唱機與傳話兩種用途)，音量調節，音量膨脹控制，及分別之低音尖音調節鈕。配諧用一9吋之有色透明刻度盤，而能任意選用16:1或80:1比數之兩種快慢速度。

此機之效用，依製造者之宣稱，有如下之各種結果：靈敏度在140至600 K. C.段為0.4 μ V，在5800至19000, K. C.段為0.2 μ V，又在19000至70000 K. C.段為1.5 μ V。任何遠地電台，祇須一呎長之天線，皆能收到。成音週率，自30至16000週/秒，皆能均等輸出。低音可上升18db，尖音5db。低音及尖音，皆得分別下降20至30db。自動音量控制作用，可使信號強度，在8 μ V至3V間(即300000與1之比)，有相等之輸出。機內固有雜聲甚小，在靈敏度為0.2 μ V時，祇及15mW。而在靈敏度最高時，信號與雜聲之比數，約為三與一之比。

123. 掀鈕配諧 掀鈕配諧(Push Button Tuning)為收音機之一種最新設備。對於使用者，自屬極端便利。祇須按下掀鈕，(如第221圖)，即可收聽所喜之電台，而無找尋與配諧之勞。此種措置，雖在二十年前已有人試行，但因技術上有相當困難，不克付之實施。至於今日之所以能成就者，則藉兩

種新機構。一為門門式電鍵之自動解脫作用，一為自動週率控制 (Autom-



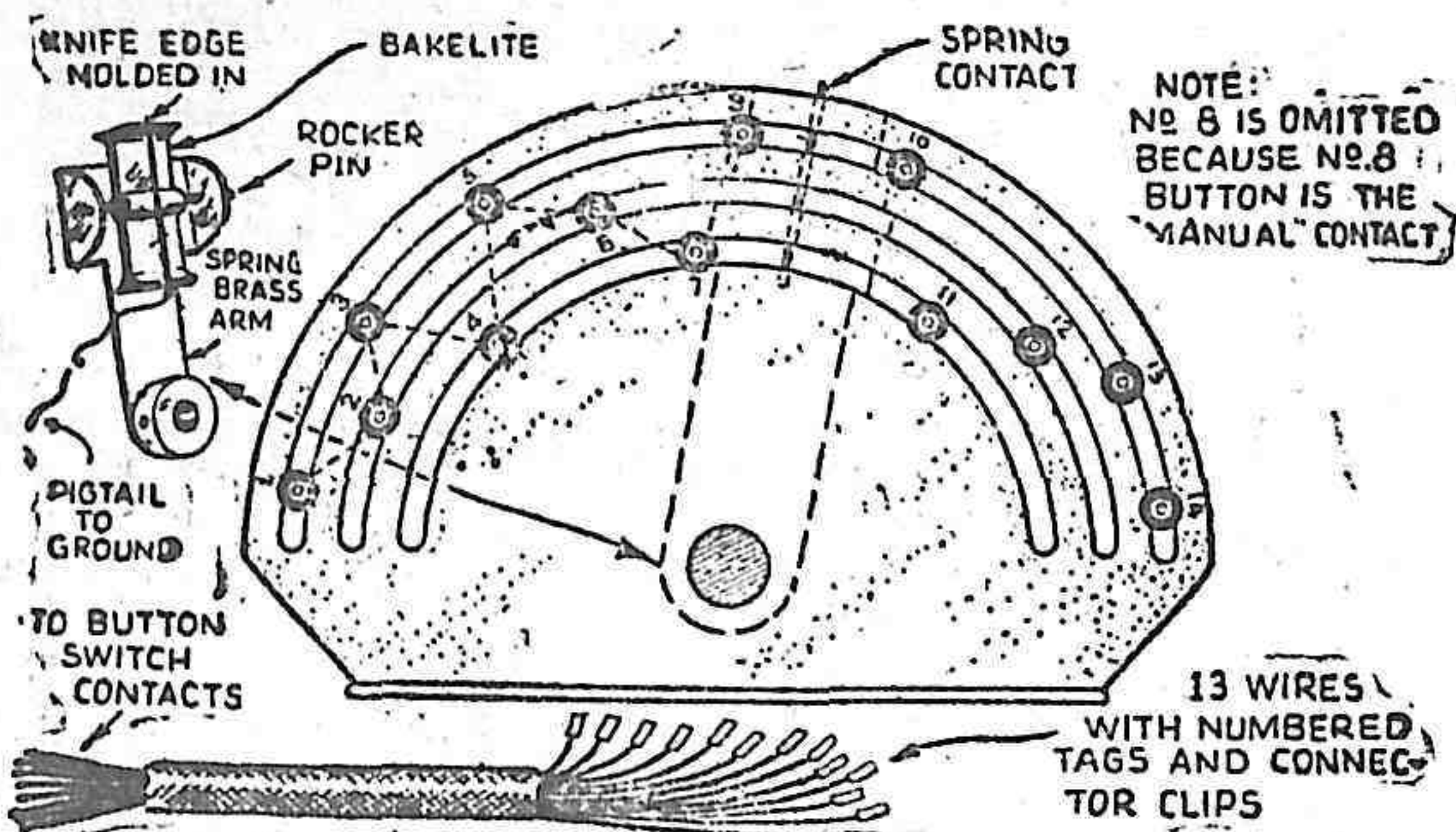
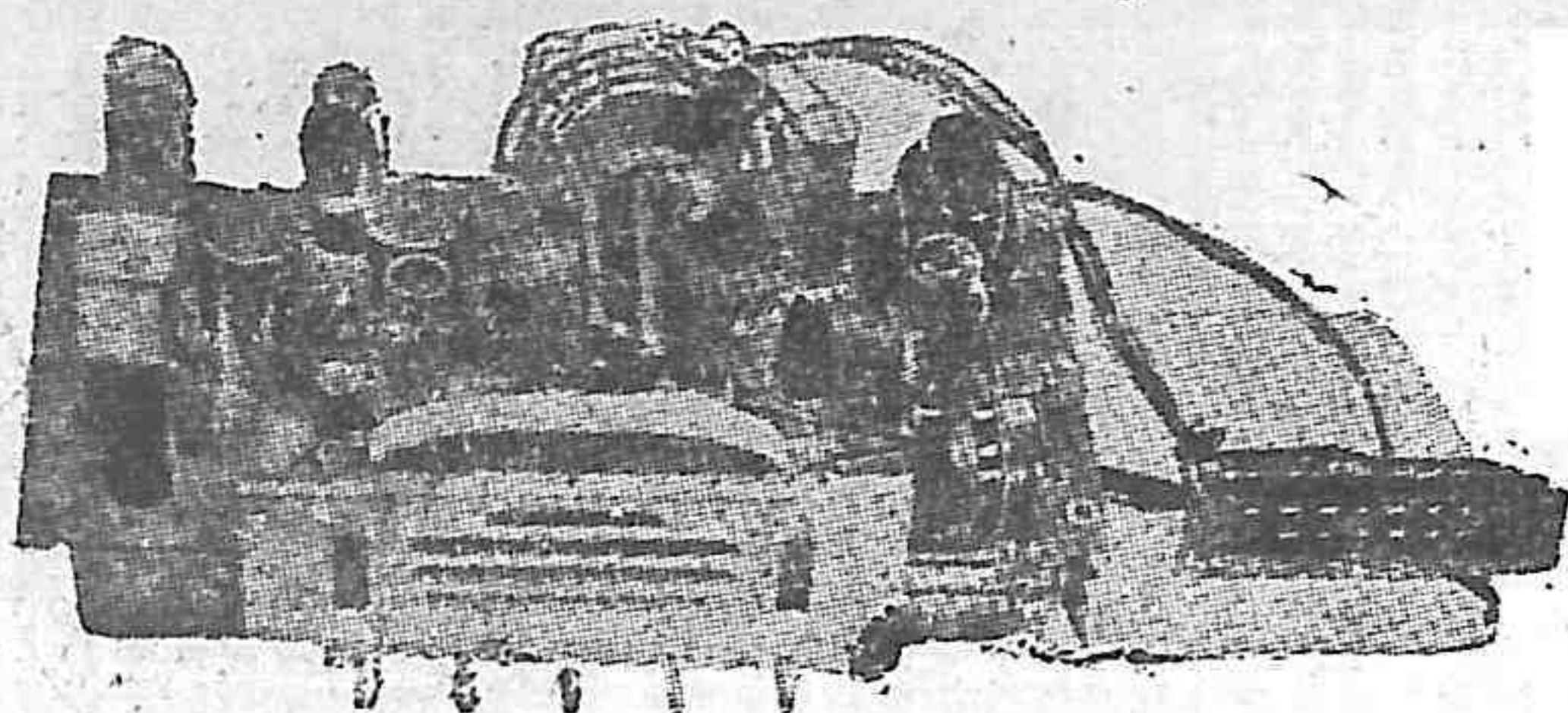
第221圖 掀鈕配諧收音機之面板

atic Frequency Control), 或縮寫為A F C。當今所用之掀鈕配諧方法, 可分三種, (1)補整配諧式(Tuned Trimmer)(2)電機推動式(Motor Driven)(3)機械式(Mechanical)。

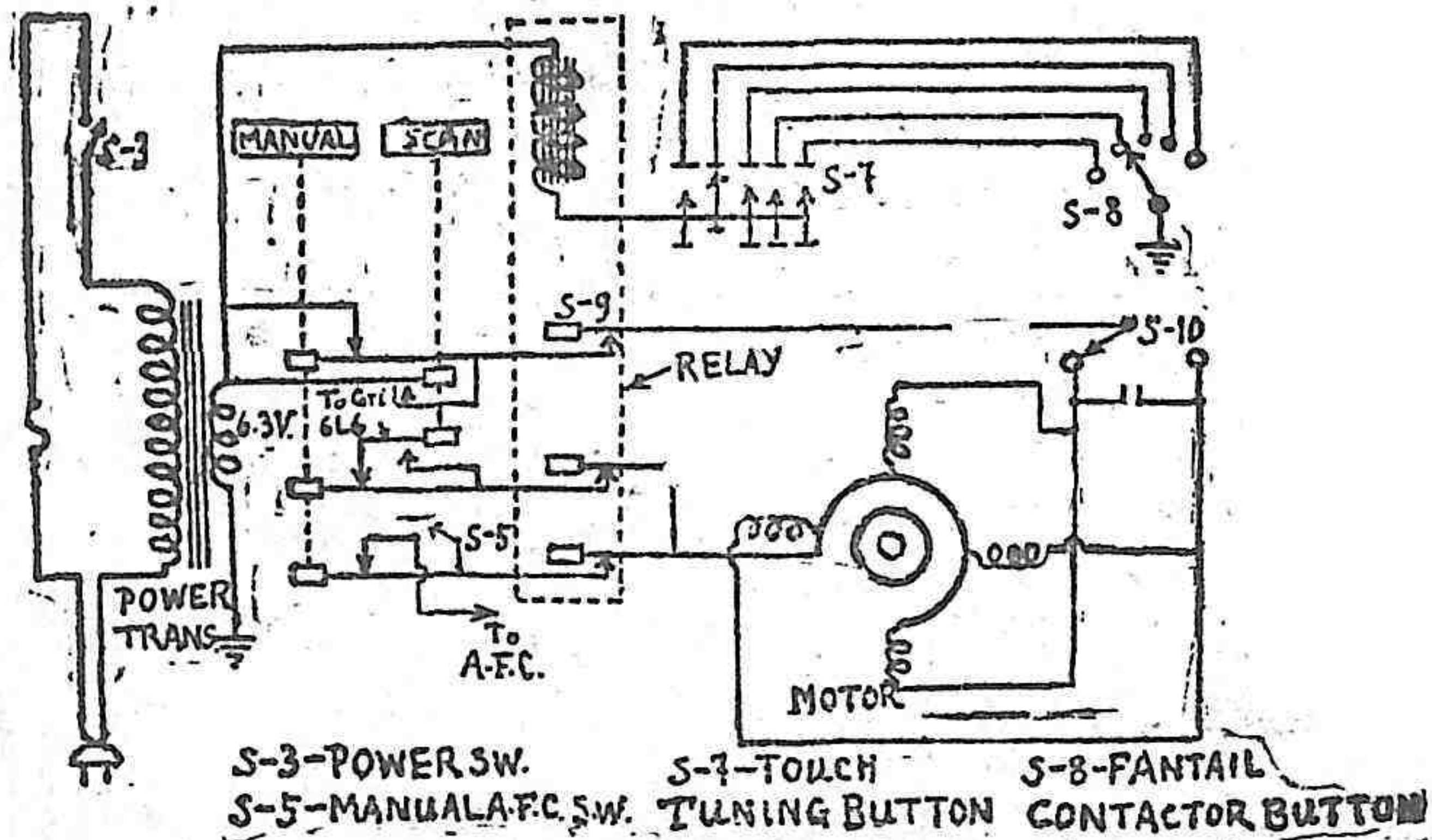
(1) 補整配諧式。在此配諧法中, 大抵應用容量範圍甚狹之補整式電容器數組(1)。每組連一掀鈕, 作固定配諧之用。在使用掀鈕配諧時, 機內之可變配諧電容器, 藉一手動或自動開關, 與線圈脫離關係。為避免過於複雜起見, 此種收音機, 大抵不具射電週率放大器。又配諧掀鈕, 亦往往不超過六個, 即十二只補整電容器 (六只用於天線電路, 六只用於振盪器)。各掀鈕有一定次序, No1 常為最長波長。在校驗時, 亦以此鈕為始。所喜收聽之各電台, 應預先調準。其方法先用手轉動可變電容器, 至於欲收之長波電台。既而用開關換至掀鈕配諧地位, 而掀第一鈕。此時應先調準振盪電路之補整電容器, 至於重聞欲收電台之音。其後再調整天線電容器, 至獲得最大與最清晰之聲為止。其他各掀鈕, 亦可依法次依第調準之。

(2)電機推動式 在此方法中, 往往需用一小電力之電動機。一羣圓盤

(1) 間亦有用線圈作配諧者, 如RCA-Victor 86T6或87K1式。



B



C

第222圖 GE F107 收音機之掀鈕配諧法

及其電刷，一電力變壓器，以及多數掀鈕是也。第222圖為General Electric

Model F107收音機，所用之掀鈕配諧法。其間不用圓盤，而為一具有三槽之半圓板，及一16個掀鈕之控制箱。半圓板裝於收音機後面，其面上裝有十三個接觸釘，及一活動拍節臂（Scanning Arm）。此臂與電動機之換向電鑰（Reversing switch），係連同動配諧電容器之軸。電動機具有兩個磁場線圈，可使電動機依順時針或反時針方向旋轉。當同動電容器之動片，達於左右任何一盡端時，藉換向電鑰之作用，自動更換旋轉方向。十三個接觸釘，係與十三個欲收電台之掀鈕相連。其餘兩個掀鈕，一註Manual者，係在手動配諧時用之。若將其按下，電動機之電路，即被切斷（圖c）。一註Scan者，將其按下後，可使電容器之動片，不斷與迅速的，由一盡端轉至他盡端。校準各掀鈕之方法如下。第一步，將連十三接觸釘之導線取下(1)。第二步旋鬆各接觸釘之螺絲帽，以便在槽內移動。第三步，按下手動鈕，用手旋轉同動電容器至於週率最低之欲收電台，此時並宜開啓S-5電鑰（圖c），將A. F. C.作用取消。第四步，移動1號接觸釘至於與活動柄之刀片導體相遇，並旋緊其螺絲帽。此時可將1號線插入1號接觸釘內。調準工作，即於此完成。其他各掀鈕，亦可依法次第加以校準。活動柄之刀片導體，係與地相連，而十三個接觸釘，則互為絕緣。故當刀片與所掀鈕之導線相遇時，繼電容器猝然成通路，遂將電動機之電路切斷，使同動電容器停於此點。在任何掀鈕配諧收音機中，當同動電容器轉動時，應將強力放大器及A. F. C.電路切斷，以免發出喧鬧之聲。但一經到達配諧點後，又需自動將其恢復。此兩種工作，均由繼電器完成之（圖c）。

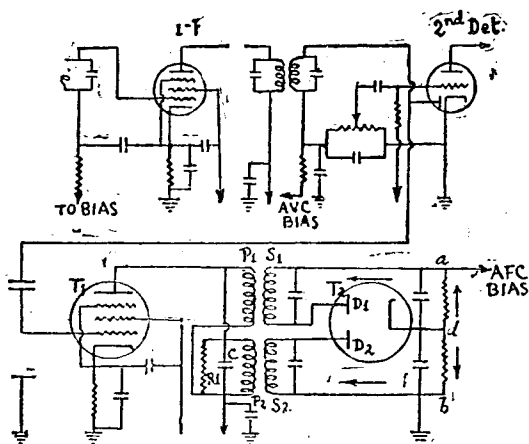
(3)機械式 在此方法中，係藉一種偏心輪(Eccentric Came)，隨所掀鈕之位置，使刻度度盤之指針，停止於欲收電台之度數。此種機械，如Stewart Warner之Magic Keyboard或Philco之Automatic Dial，其構造頗為復

(1) 此電路實際上有14根導線，惟S15線接動掀鈕，不在半圓板上。

雜，但因其與收音機線路無甚關係，故不另具述。

124. 自動週率控制 按新式收音機之選擇性，往往甚高，若配譜稍為不準，則非特靈敏度大減，其真實度，亦大受影響。揷鈕配譜，自難極為準確。且振盪器之週率，在使用時，又能自行變更，若不自動加以校準，則此種配譜方法，必致弊病叢生，難於應用矣。故今日具有揷鈕配譜之高貴收音機中，大抵置有一種自動週率控制設備，俾得自動矯正週率差數於3或4K.C.之內。

每個自動週率控制器，具有兩個不同作用之部份。一為週率區別器 (Frequency Discriminator)，係於收音機之中週率電壓有所變動時，產生一與週率差數有關之控制電壓。一為控制器 (Control Unit)，係受此控制電壓之推動，使收音機內本地振盪器之週率，隨之變更，並矯正其錯誤。茲先就週率區別器加以說明。其間有兩只中週率變壓器，兩原線圈P₁及P₂係並聯，而一電容器C，配譜於收音機之中週率。其副線圈S₁及S₂，分別與原線圈P₁及

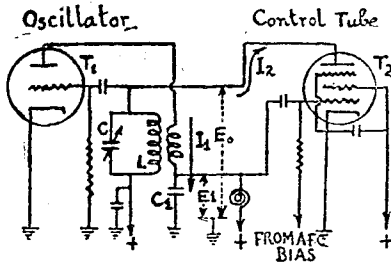


第223圖 週率區別器

P₂ 作鬆疎耦合。其電路，並以相等差週數，調準於一較中週率為低，一較中

週率為高之週率。為減小副線圈彼此間之關係起見，另於原線圈之兩端，接一 0.1MEG 之電阻 R_1 。 S_1 及 S_2 各連一兩極管之屏。其回路一連地，（即固定電壓），一為 A. F. C. 電壓之輸出端。又陰極在中間，故其電壓為浮動的。視閥，知此檢波器之輸出電壓，常等於該兩管輸出電壓之差數。若中週率載波之週率，偏向 S_1 之諧振點，則 D_1 之輸出電壓，較 D_2 為大，所產生之 A. F. C. 電壓為負。反之，則為正。再若載波週率，適為中週率放大器所應具者，則輸出電壓為零。至於所以必需應用此種差別式檢波器者（Differential Detector），則為使控制電壓，不受載波幅度之影響是也。蓋若祇用一只兩極管，則載波幅度增加，控制電壓，亦隨之加大，甚為不宜。

第224圖為控制部份之線路。其間 T_1 為收音機之本地振盪器， T_2 為控制管。



第224圖 週率控制器線路之一

T_2 之屏極，直接連振盪電路 LC。其柵極除加有 A. F. C. 電壓外，並由電容器 C_1 ，輸入一射電週率電壓 E_1 。電容器 C_1 係置在振盪管之屏路內，故與屏電流 I_1 成 90 度。若再假定振盪管之屏電阻為甚大，則屏電流又與柵電壓為

同相。故 E_1 實與振盪電路 LC 兩端之電壓成 90 度。此電壓可使 T_2 之屏電路

(1) 在第224圖之接法中，可證明 T_2 所接給與 LC 之總阻，為一負感抗 (Negative Inductance)。命 G_1, G_2 為 T_1 及 T_2 之互導， Z_1 為電容器 C_1 之總阻。

$$E_1 = I_1 Z_1 = -E_0 G_1 Z_1$$

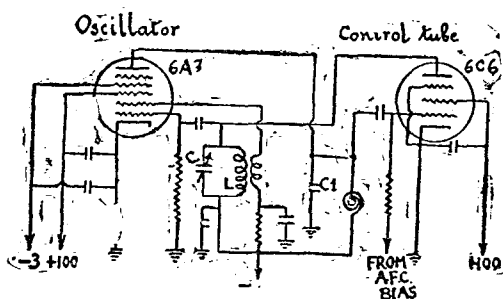
$$I_2 = E_1 G_2 = -E_0 G_1 G_2 Z_1$$

$$\text{故 } T_2 \text{ 之 } Z_o = \frac{E_0}{I_2} = -\frac{1}{Z_1} \left(\frac{1}{G_1 G_2} \right) = -\left(\frac{C_1}{G_1 G_2} \right) \omega = L' \omega$$

其中係以 $\frac{1}{G_1 \omega}$ 代 Z_1 。故 T_2 對於振盪電路，猶如一具有感抗為 $L' = -\frac{C_1}{G_1 G_2}$ 之線圈。

內，產生 -90° 度電流 I_2 ，故 T_2 對於振盪路之作用，猶如一電抗(Reactance)，而使振盪週率，隨之變更矣(1)。

此電路之缺點，在於控制管之屏柵極，有直接耦合關係，若配合不得其宜，則可使控制管產生振盪。欲避免此種缺點，可將 C_1 置於一五柵管之屏路內，如第225圖。至於振盪電壓，則由該管之柵1及柵2產生。通常可以中週率變壓器之原線圈代替 C_1 ，故此圖又為一換週變週率控制之線路也。



第225圖 週率控制線路之二

125. 收音機之設計(1) 若收音機之設計，盡欲由數算規定，實為不可能事。蓋其中有甚多因數，如線圈損失(Coil losses)，回授(Regeneration)，雜亂耦合(Stray Couplings)等，往往使射電週率之放大倍數，無從預計也。下列之計算方法，祇可作為製造收音機之一種簡略方針而已。

計算廣播收音機之第一步手續，為確定強力輸出極之程式，以適合收音機所需之輸出電工率。此層應參閱真空管特性表，以選定真空管之號數，及其屏柵各極所需之電壓。第二步手續，為估計檢波器柵極上之射電週率電壓，使載波在完全調幅時，檢波器得供給相當之成音輸出電壓於強力管，而獲得最大之輸出電工率。若檢波為屏極強力式，則可由第六十三節之公式

(1) 曾載於電信雜誌第二卷第四號。

(4)計算之，即：

$$\text{成音週率輸出電壓} = DmE_0 A$$

其中A爲假定檢波管用作成音週率放大器時，所具之放大率。D爲檢波器之效率(Detector Efficiency)。m爲調幅度(Degree of Modulation)。E₀爲載波幅。應用此式時，可任意假定一最可能的檢波器效率，而求所需之載波幅。既而再規定檢波管之柵極與屏極電壓，使適合於此載波幅之兩倍。檢波器之載波幅，既經規定後，第三步手續，爲估計射電週率放大器之放大倍數，以適合收音機之預定靈敏度。在射電週率配譜式收音機，每級之放大倍數，約爲15至30。此放大倍數，雖不難使其再高，但爲預防發生回授擾亂，及便於應用小的線圈起見，不可推求過甚。新式廣播收音機所用之線圈，往往具有頗大電阻。其目的所以使諧振曲線，不甚尖銳，以免邊帶週率之失落，及易於實行單鈕配譜。收音機之實在放大倍數，係隨放大器中之回授作用而異，雖根據前有試驗，亦難逆料。此外放大倍數，更隨載波之週率而變。在設計時，應使收音機在最惡劣之收音情形下，仍有相當之放大倍數。至於收音機在其他週率所有之過甚放大，則可用他種方法減小，使其一律均等。在設計射電週率放大時，對於天線與第一真空管柵極間，各配譜電路所供給之電壓放大倍數，亦不可遺忘也。

在超外式收音機，射電週率之放大總倍數，係等於天線配譜電路，換週器前面之射電週率放大，第一檢波，以及中週率放大器等所供給的放大倍數之總乘積。第一檢波器之放大，係等於該檢波管用作中週率放大器時，所具之放大率，再乘檢波效率即得。第一檢波器之效率，大抵隨本地振盪之幅而變。通常約爲50%，或較此數稍高。若檢波與振盪，合用一管，則放大倍數，係等於換週互導(Conversion Transconductance)，乘中週率變壓器原線圈之總阻。所謂換週互導者，爲中週率電流與射電週率輸入電壓之比數是也。

若欲明瞭上述之設計原則，則可參閱下設之例題。今設欲製造一收音機假定其靈敏度為 $5\mu\text{V}$ ，而需有 3W 之輸出電工率。若吾人參閱真空管之特性表，則知此輸出，可由兩只接成推挽式並用 250v 屏電壓之45號真空管獲得。此管柵極上所需之信號電壓，為每管應有 48.5v 之巔值，（此電壓亦為柵極之直流負電壓），故兩管共需 97v 。若假定檢波管用作成音週率放大器時之放大率為 20 ，而預定其效率為 50% ，則檢波器柵極上所需之最大載波電壓為：

$$E_0 = \frac{97}{20 \times 0.5} = 9.7\text{v. (巔值)}$$

當全調幅時，加於柵極之射電週率電壓，應等於此數之兩倍，即 19.4v 。此數亦為檢波管作屏極檢波時，所需之柵極直流負電壓。其屏電壓，則為柵電壓乘以其真空管之放大因數（Amplification Factor）即得。檢波器既經規定之後，遂可計算其前面所需之射電週率射大級數。欲作此設計，必須從收音機之靈敏度着手。如前述，靈敏度為經 30% 調幅之載波電壓，輸入於收音機時，可獲得 0.05W 之輸出電工率。但於直線檢波法中，輸出電工率，係與調幅度及載波電壓之平方成正比例。以公式表之，有：

$$P = Km^2 E_0^2$$

K 為係數， m 為調幅度， E_0 為載波幅。在調幅度為 30% 時，輸出電工率為 0.05W ，即 $0.05 = K \times (0.30)^2 \times E_0^2$ ，今於全調幅，而柵極上有 9.7v 時，輸出電工率為 3W ，即 $3 = K \times 1^2 \times (9.7)^2$ 。由此兩式，可求得：

$$E_0 = \left(\frac{0.05}{3} \right)^{1/2} \times \frac{9.7}{0.30} = 4.16\text{v. (巔值)}$$

此電壓即為使收音機具有 $5\mu\text{V}$ 之靈敏度，其檢波器柵極上所需之電壓巔值。換言之，若天線中有 $5\mu\text{V}$ 之有效電壓（其巔值應為 $5 \times \sqrt{2} = 7.07\mu\text{V}$ ），則經放大後，在檢波管之柵極上，變成 4.16v 之巔值。因此射電週率之放大倍數，應為：
$$\frac{4.16}{7.07 \times 10^{-6}} = 609,000$$
。若收音機為射電週率配諧式，則此放大，可

由三級射電週率放大器，及天線與第一放大管間之一級配諧電路獲得之。設假定射電週率管每級之放大率為30，天線配諧電路之升壓倍數為25，則放大倍數之總值，為 $25 \times 30 \times 30 \times 30 = 675,000$ ，已足用有餘矣。若收音機為超外式，則此放大，可由兩級中週率，一級射電週率（置於第一檢波器之前），以及一個天線配諧電路獲得之。設假定第一檢波器之效率為50%，每級之中週率放大倍數為15，天線之升壓倍數及輸入級之放大，各為20與25，則此收音機之放大總倍數，將為： $20 \times 25 \times (15 \times 0.5) \times 15 \times 15 = 760,000$ ，亦已盡足用矣。

上述之各種設計，既經完畢後，第四步手續，則為計算電源。此項計算，較為簡易，不過為一種直流電路之設計而已。電源之直流高電壓，祇以能供給強力輸出管之用，即為合式。電流強度，應足供所有真空管之屏極與幃柵極電流之和。有時更需一小部份電流，以供給柵極之負電壓。但柵負之接法甚多，頗難一言盡述，而得隨設計者之意志而變更。約言之，檢波及強力管之柵負較大，射電週率放大器所需者甚小，不過2或3伏特而已。再整流器，大都為單相全波式。濾波器，則為兩節式，而有一電容器，接於輸入之兩端。

其他音量與音調控制等設備，變化更多。所應注意者，為欲使自動音量控制，盡其效用，檢波器至少能輸出10至15v.之直流電壓，方可控制前面所設之各種可變放大管。設為不足，則應另加一管，將此電壓放大。

上述之設計，可作為製造收音機之一種粗略方針。至於其他零件之配置，配諧之方法，回授之多少等，可根據設計者之經驗，隨意變更之。此外減低成本，縮小地位，增加效力等，亦為設計者所宜注意。最佳方法，係在實行製造之前，先作各種試驗，而將原定計劃，逐漸改良，至於獲得最完善之結果可也。

126. 收音機功效之估計 雖測量收音機之特性，需用極多精確儀器。但粗略之察驗，如靈敏度，穩定性，週段展佈等之估計，亦可於選擇或比較各種出廠或自造收音機時，得一有益之觀念。

靈敏度 限制收音機靈敏度之最大因數，為其內部雜聲之比數(Noise Ratio)。就一定之選擇性言，其大小由輸入電路之放大作用規定。若任其他部份不變，並將天線拆除，而在第一配諧電路之兩端，接一大電容量，則此放大作用，可由察驗收音機輸出端之雜聲變化估計之。此時音量調節鈕，應開至最大地位，又A. V. C. 作用，應沒法取消。如是則輸出雜聲，將於不配諧時減小。否則，其放大作用，即為甚微。此種試驗，應施行於各種週段，普通在極高週段，不易察出。但於較低週段，其區別頗為顯著。若將第一檢波器之輸入電路短路，而雜聲不變，則表示此檢波器為雜聲之主要策源地，並在其前面，無甚放大作用。

穩定性 若開啓週差振盪器，並輸入一穩定信號電壓，而猝然變更射電放大器之音量控制鈕，則音調將因振盪管屏電壓之發生變化，勢必隨之而變。但其變化應極微小，最多不過數百週秒而已。另一方法，係在電源內，接一可變電阻，而將其電壓變十分之一，此時輸出音調，應無甚變化。若音調變化，超過一千週秒或再多者，則收音機之穩定性，可稱為惡劣的。此外溫度穩定性，可由記錄收音機初開時之音調，及燃點約一刻鐘後所起之變化以估計之。又機械穩定性，得於擊盪收音機之底座，板面，或木箱等，所引起之聲調變化，以區別之。

週段展佈 每個週段之週段展佈(Band Spread)，可由調節比數(Tuning Rate)及刻度寬幅(Calibration Spread)兩數確定之。調節比數為配諧鈕每轉所得之千週數變化。刻度寬幅，為刻度盤最小度數所代表之千週數。普通有50K. C. 之調節比數及10K. C. 之刻度寬幅，可稱頗能滿意。

127. 收音機之弊病 收音機之弊病，大抵隨所用線路而異。即就同一線路與相等之構造言，其發生現象，亦未必盡同。故欲將其全部說出或預先確定，實為不可能事。在下所述者，不過為最普通與最簡單之數種而已。

若燈絲不亮，則應檢查絲極電源(變壓器或電池)及其連線，有無脫落或鬆去(1)。設變壓器原線圈之兩端無電壓，則大概燈絲已燒斷，或忘開電源之電鑰。若祇有一燈不亮，則應立即用電壓計，在其燈座上，測量電壓。如有電壓，大概燈絲已斷，或燈座有不良接觸。此外在交流流兩用收音機中，若一燈之絲極中斷，則其他真空管，必同時熄滅，蓋各真空管之絲極，在此種收音機中，均為串聯也。

若燈絲全亮，但毫無輸出，則第一步手續，應檢查輸出級之高壓電源及其接線。蓋此時即使無輸入信號，但將耳機或揚聲器接上或拆下時，應有一種甚烈之喀喇聲可聞。若輸出級查無弊病，則可用一付耳機，依此觸成音放大及檢波器之輸出端，至開得信號而推求弊病之所在。既而再用一歐姆計(Ohmmeter)，從詳檢查有弊病級之真空管，電阻，電容器等，有無短路或斷去等情形。

若以手觸檢波管之柵極，開得一極烈之喀喇聲，但無信號或輸出甚微者，則弊病大概在檢波前面之射電週率放大器。此時應檢查各射電放大管及其柵屏各電路，有無短路或斷路情形。若電容器無配諧效用，則大抵由於線圈與電容器的接觸不良所致。信號特別低弱，大概因天線線圈中斷，或天地線脫落所致，若檢波或射電放大管之柵電容器短路，亦可發生同樣弊病。

在交流收音機中，若完全無輸出，而同時整流管之屏極發紅，則為有一濾波電容器，已經短路之明證。此時應將電源立刻切斷。否則管流管與電源變壓器，均有燒壞之虞。他若末級輸出管之柵極發紅，而同時又無輸出者，則可確定輸出變壓器之原線圈已斷。

收音機中發生連續之破裂聲，可有甚多來源。在直流收音機，大概由於A, B 電池之損壞，或因使用將盡所致。破裂聲亦能由銲錫不良，接線鬆脫，電阻將斷，電容器漏電，燈座接觸不良等而來。查驗時，可將接線，電阻，真空管等，略為推動，以定弊病之所在。此稱騷擾，有時因轉動調節鈕時，其軸或刻度盤，與面板或金屬體摩擦而發生。他如可變電容器金屬片間，積有塵埃，手動音量控制電阻之損壞，以及輸出變壓器原線圈之發生銅青，亦可產生同樣之弊病。但此種弊病，大抵可直看出也。若取消天地線後，破裂聲即止，則其來源，大概在收音機之外。或因天線連接不妥，或因別種金屬體碰擊天線，或竟不碰天線，但在其近傍互相摩擦而發生。

(1) 但有數種真空管，其燈絲並不發光。

凡聲音拖連不清，大抵因檢波或成音放大器中，有一通路電容器不合或斷路。接於陰極電阻兩端之電容器太小，往往亦可發生此種弊病。

為便利檢查收音機之弊病起見，近年更創造甚多專為修理用之儀器。此種儀器，有收音機分析器(Set Analyzer)，修理用振盪器(Service Oscillator)，真空管驗查器(Tube Checker)等。茲因限於篇幅，不克從詳研究。如讀者欲知其詳，可參閱中西無線電雜誌。

128. 超外式收音機之特殊弊病 除前述各種普通弊病外，超外式收音機，另具有下列之數種特殊弊病。凡配諧不尖銳或靈敏度不佳，應檢查各配諧電路之同動電容器，是否排列合宜。若射電放大或第一檢波器發生振盪，則於旋轉刻度盤時，可聞得叫聲。此時應檢查共同部份之地線(尤以電容器之動片，最宜注意)，是否接觸良善。凡陰極，屏極，幛柵極等之通路電容器不合，亦可產生振盪。有時在射電放大及第一檢波器之兩電容器之定片間，加一金屬隔離罩，即可取消此種弊病。若幛柵電壓過高，例如因其串聯電阻短路或太低等，亦為產生此種振盪之一大原因。中週率放大器之自行產生箭盪，其原因亦大抵與此相同。其祛除方法，應在陰極電阻之兩端，加一 0.1 至 $5 \mu\text{f}$ 之電容器。同時又須檢查其幛柵電壓，是否合宜。

若於變更振盪器之配諧度時，發出鳥叫之聲，則因同時產生兩個振盪週率所致。其原因在於真空管之不良，振盪器之屏或幛柵電壓太高，振盪電路之回授太大，或柵漏電阻太高等。

過甚之嘶聲，由於射電及中週率放大管之不良，某一柵電路之斷路，或振盪電壓太大等而來。故振盪管之屏電壓及其與第一檢波器所作之耦合度，須保持於最小而足用為是。

129. 超外式收音機之調準方法 調準或校對一起外式收音機時，應依照一定程序，推演而進。設假定成音放大部份為適合者，則其手續，應

自中週率放大器始，逐漸推演至於射電週率電路。調準中週率放大器時，應用一已知週率之振盪器，而於第二檢波器之屏電路，接一毫安培計，作指示諧振之用。若檢波係在柵電路，則電計之範圍，應為0—50 ma.，而在諧振時，其指針應跌至一最小度數。若為屏極強力檢波，則電計可用0—1 ma.者，而在諧振時，其指針應達一最大值。在實行調準手續時，可用一圈之絕緣銅線，繞於第二中週率放大管之柵極上，而調準最末中週率變壓器之原副兩線圈，至於與振盪器所產生之週率成諧振。既而再將前述之線圈，移至前一級中週率放大管，作同樣之調準手續。

射電週率部份之調準手續，亦復相同，惟試驗振盪器之週率較高，而必須為調幅者。為使收音機之靈敏度均勻起見，應在全部配諧度數內，取數個週率，加以調準。實行此種調準手續時，或用耳聽揚聲器之輸出音量。或在收音機之輸出端，連一輸出電計 (Output Meter)，作目視配諧之用。

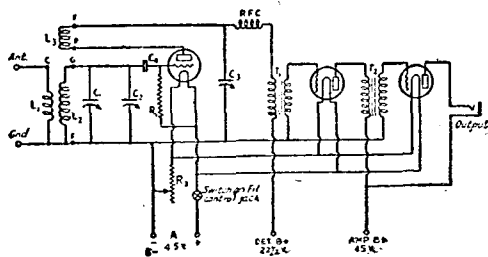
第九章 特種接收機

130. 本章之目的 無線電除用作廣播外，尚有商業、船舶、飛機等，極重要之通訊在焉。用於此等業務之接收機，粗視之，似與前述之廣播收音無甚區別，但實際上，則兩者之設計與構造，大不相同。其中原因甚多，就大者而言，約有下述之數種。第一，商用接收機之構造，應極堅牢可靠。而用於飛機上者，尤須減小其體積與重量。第二，商用收報機，應具有極佳之選擇性。蓋今日無線電台之數量，有增無已，若接收機不具相當之選擇性，實不足獲得滿意之通訊效果。惟用於船舶之收報機，則因通訊並無定期，故在守候時，應完全不具選擇性，使任何電台之呼叫信號，均得輸入方可。但兩方互相叫通後，則接收機又須換至選擇性最佳地位，以免感受不欲收電台之擾亂。第三，商用收報機，必須具有一種產生本地振盪之設備。蓋此振盪電壓，對於接

收等幅電波，為不可缺少的，而對於接收斷幅電報，則又可藉此增加接收機之靈敏度。又此振盪電壓之週率與強度，應為隨意可變的。蓋變更此週率，可使信號之音調，亦隨之而變，而得加添一層選擇作用。再若本地振盪電壓，係由檢波器自行產生者，則稱接收機為自差式(Autodyne)或振盪檢波器(Oscillating Detector)。反之，若係由另一振盪管供給者，則稱之為外差式接收機(Heterodyne)。第四，商用接收機，大抵托付於具有無線電學識之專家，故其配諧手續之繁簡，可無須顧慮。惟用於船舶及飛機之接收機，則配諧鈕亦不可過多，否則，信號有漏收之弊，而能妨礙穩妥之目的，甚為不宜。

本章所欲述之接收機，其種類甚多。有短波收報機，長波收報機，越洋通訊大收信機，電視接收機，定向收報機，超短波接收機等。但因限於篇幅，祇能略述其原理而已。

131. 自差式短波收報機 第226圖表示一最簡單之三管自差式短波收報機。其間有一級振盪檢波器(Oscillating Detector)，及兩級收音週率放大器。 L_1, L_2, L_3 ，三線圈，係繞於同一絕緣管上。 L_1 為天線線圈，或稱



第226圖 三管自差式短波收報機

原線圈。 L_2 為配諧線圈，或稱副線圈。又 L_3 為回授線圈(Tickler)。但因短波之週帶甚寬，〔約自20,000 K.C.(15m.)至1500K.C.(200 m.)〕，故不能由一個線圈，接收

所有之週率。普通線圈均為插足式(Plug-in Type)，以便隨意更換。電容器 C_1 之容量，約為.00014 μ f，而需應用四個線圈，方可完全接收15至200 m.之各波長。各線圈所能諧配之波長範圍，略如下表：

| | |
|------|--------------|
| 線圈 1 | 15 至 32 m. |
| ,, 2 | 30 至 60 m. |
| ,, 3 | 50 至 110 m. |
| ,, 4 | 100 至 200 m. |

至於線圈之圈數，直徑，線之粗細，以及各圈間之距離等，對於配諧範圍，均有相當關係，頗難一言盡述。如讀者欲知其詳，可參閱任何中外無線電雜誌，蓋其間往往有極詳細之說明也。又 C_2 ，為一容量甚小之電容器，其目的所以便利收報機之配諧手續。

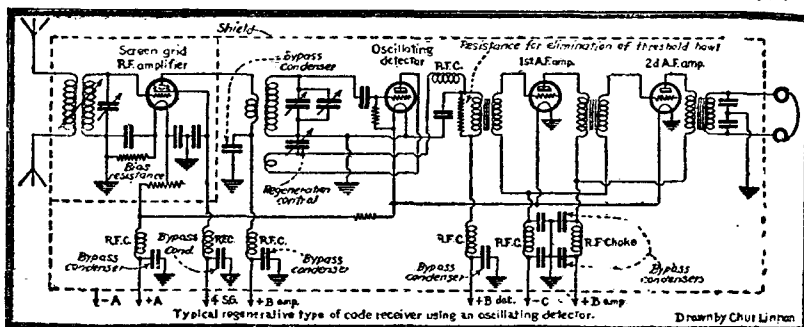
本地振盪之幅，係由電容器 C_3 控制之。其值愈小，所得之回授放大作用愈大，故此電容器，應調準至於使真空管產生振盪所需之最小度數。惟此種調準方法，有時可使收報機發生狂叫，稱曰臨界狂叫 (Threshold Howl) 祛除之道，祇須在變壓器原線圈之兩端，加一電阻即可。

短波收報機之構造，應極講究。一切線圈與電容器，必採用損失最小者。其面板最好為金屬體，而以之連地。否則收報機之配諧度，可隨人體之遠近而變，甚感不便。

前述之簡單收報機，有數種缺點。第一，振盪檢波器，能放射電波，擾亂鄰居之接收機。第二，若天線之本身波長，適與收報機所欲配諧者相等，則振盪可立刻停止，致信號無從收聽⁽¹⁾。第三，此種接收機之選擇性，頗感缺乏，蓋以其祇有一個配諧電路也。若欲祛除此等弊病，則應於檢波器之前，加一級射電週率放大，如第 227 圖。製造此種收報機時，應將放大及振盪器，分別置於兩金屬隔離罩內，以免放大管不致因回授作用，自行產生振盪。

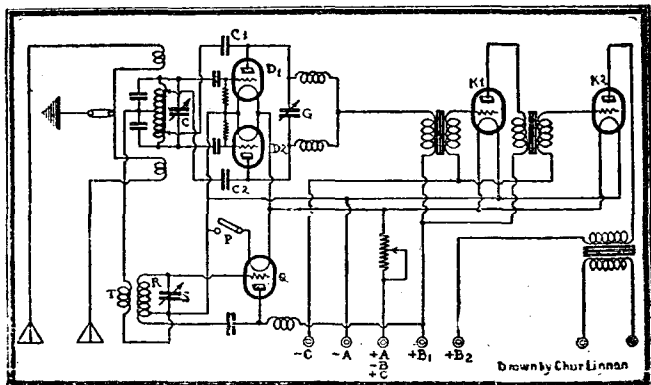
132. 外差式短波收報機 在自差式收報機中，因其輸入配諧

(1) 此現象，稱曰死點 (Dead Spot)，由於天線之吸收力過大，使振盪停止所致，祛除之道，祇需在天線中，接一串聯線圈或電容器，以變更其本身波長即可。



第227圖 具有射電週率放大器之知波收報機

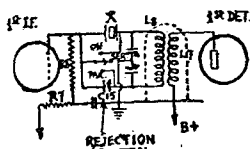
電路，同時又作產生本地振盪之用，故其本身週率，必須較信號週率略差，方可獲得相當之成音週差。因此若信號週率過低，則配諸電路，因失諧過甚，可使回授放大效用，為之大減。若欲使檢波器保持最大之回授放大效用，則本地振盪電壓，應由另一真空管產生，而稱收報機曰外差式(Heterodyne Type)接收機。第228圖即表示此種收報機之線路。其中 D_1, D_2 為兩只接成推挽式之檢波真空管， Q 為振盪管， K_1 及 K_2 為兩級成音週率放大器。本地振盪電壓，係由線圈 T ，輸入於兩檢波管之柵極上。若不用振盪器 Q ，則可將電鍵 P 開啟，而調節電容器 G ，至於使檢波管，自行產生振盪，變成一自差式收報機。



第228圖 外差式收報機

133. 單信號晶體控制超外式短波接收機 十至百米間之

短波，為今日各國一致採用作為無線電交通之波帶，故用於此種波帶之接收機，非具有極佳之選擇性不可。尤以業餘電台，因可許的週帶既狹，而台數又衆，故收訊工作，較之其他任何通信，更覺困難。所謂單信號超外式接收機(Single Signal Superheterodyne)者，為一種具有極高選擇性之接收機，以適合此種環境之用。此極高之選擇性，係由其中週率放大器中所置之石英濾波器(Quartz Crystal Filter)獲得。茲先將此種濾波器之原理與構造，從略述之如次。第229圖表示此種濾波器之構造。在輸入變壓器副電路 L_1 C_1 兩端所

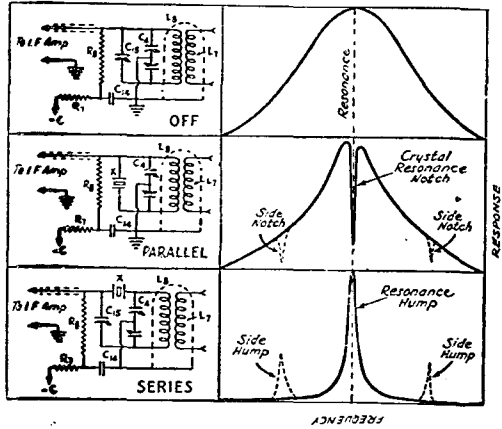


第229圖 晶體濾波器

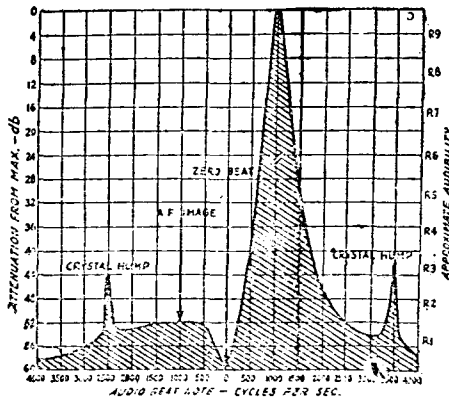
得之中週率電壓，係經由石英X，輸入於第一中週率放大管之柵極上。吾人知石英之作用，猶如一感抗甚大，而容量與電阻甚小之串聯固定配諧電路，故由此獲得之諧振曲線，可異常尖銳。換言之與祇有石英本身週率相等之信號，可以通過接

收機，至於其他與此週率稍差之信號，則均被阻不能受放大也。但欲使石英得盡其最大之效用，則用於支持石英之兩金屬片間之電容量，亦必須設法取消。蓋此電容量雖極微小，但亦足使高週率電流，直接由此兩金屬片，而不經過石英作用，直接輸入於中週率放大器。如是濾波作用，將為之減弱，甚屬不宜。為法除此種弊病起見，輸入變壓器副電路之回線，係連於電容器 C_1 之中心點，而於 L_1 及石英間，接一平差電容器 C_{15} 。當此電容器之容量，適與石英支架間之容量相等時，因彼此所荷電壓，適為相等而方向相反，故能互相抵消，而使接收機之選擇性為最佳。反之，當 C_{15} 之容量，較最佳點或大或小時，則選擇性略遜，故此電容器，又能作為一種選擇性控制之用。經實驗結果，知若調節此電容器，至於使石英電路成反諧振(Anti-resonant)，則尚可將甚近諧振週率之某一擾亂信號摒棄。故此種設備，對於收報最為通用。但對於接收無線電話，則

因其選擇性過高，可使邊帶週率跌落，不甚適宜。因此該類接收機，往往備有一個換向電鍵，以便任意將石英取消或加入。在第229圖中所示者，電鍵 SW 共有三個位置。當活節在 off 地位時，係不用石英，而成一普通超外式接收機。其他兩地位，一為石英與 L_2, C_4 成串聯，一為石英與 L_2, C_4 成並聯。串聯地位，專為接收等幅電報之用，蓋此時接收機之選擇性，為最佳也。至於並聯地位，則可用於接收不甚穩定之電報信號，或無線電話。蓋其選擇特性線，係較串聯時為平坦也。第230圖即表示接收機在此三種用法時所具之選擇特性線。視圖知



第229圖 晶體收報機之三種諧振曲線



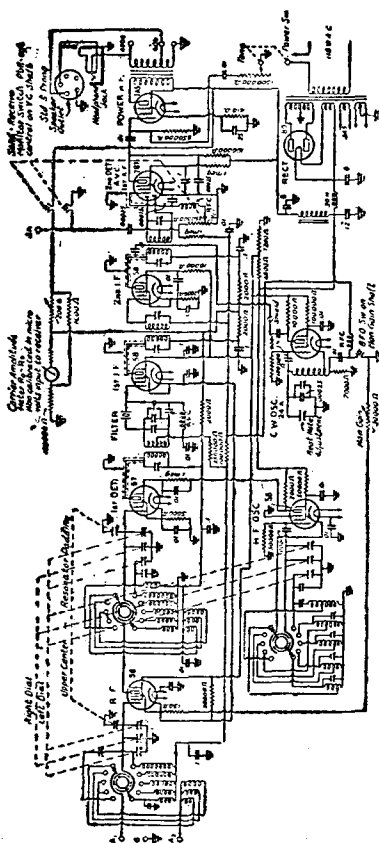
第230圖 晶體收報機之選擇特性線

在串聯時，欲收信號之率週，應與濾波器之諧振峯相對。至於並聯用法，則石英之諧振點，適將信號取消，故欲收信號之週率，應較此諧振點稍偏。又諧振點兩旁之小峯 (Hump) 或谷 (Notch)，係由石英之他種振動方法產生，而非主振盪之副週率。但因其強度，較諧振點所小甚多，故

可不必顧慮及之。第231圖係表示石英控制接收機，在接收等幅電報時，所具之選擇特性線。其縱軸代表輸出音量之強度，橫軸代表成音週率之音節。此音節係由中週率及一週差振盪器 (Beat Oscillator) 互相發生週差作用後所得。在圖中所示者，此週差為1000週/秒，即欲收信號之週率，係較振盪週率，高1000週/秒。若信號週率與振盪週率適為相等，則音節為零。此時接收機中，無聲可聞，此為圖中所示之零差 (Zero Beat) 點。但若有一信號，其週率適較振盪週率低1000週/秒，則兩者間，亦能產生一個1000週/秒之成音信號，而與欲收信號之音節混和。此點稱謂成音影射 (A.F. Image) 點。所幸其強度，較之諧振點，所小甚多，故可不必顧慮及之。

單信號接收機，在市上出售者頗多。如 Hammarlund 之 Super-Pro, National 之 HRO, RCA 之 ACR-136 等均是也。其構造大致相仿。下述者為美國 Radio Mfg. Engineers 公司出品之 RME-9D 接收機。此機之線路，如第232圖，連整流管在內，共有九只真空管。其組織如下：第一級為射電週率配諧式放大器。其次為第一檢波及電子耦合振盪器。第一檢波器之後，為週帶寬度可變之石英濾波器，及兩級變壓器耦合之中週率放大器。再次為第二檢波，自動音量控制，及第一成音週率放大器。此外尚有一級電子耦合週差振盪器，而與第二中週率放大管之屏電路相耦合。最後，則為一只五極強力成音輸出放大管。此機之配諧方法，係藉電鑰更換線圈，而具有連續變更及放寬週帶 (Band Spread) 兩種同動電容器⁽¹⁾。其所能接收之週帶，為550至1500 K.C., 1400至3100 K.C., 3000至6800 K.C., 6000至13,000 K.C., 以及12,000至23,000 K.C. 五種。此外另有兩補整電容器，以便在較高之週率，得調準射電放

(1) 因接收短波時，極小之電容量變遷，可使週率變更甚多。所謂放寬週帶電容器者，為一與主電容器並聯之容量甚小之電容器。如是容量之變遷，則極微小，而使接收工作，便利甚多。



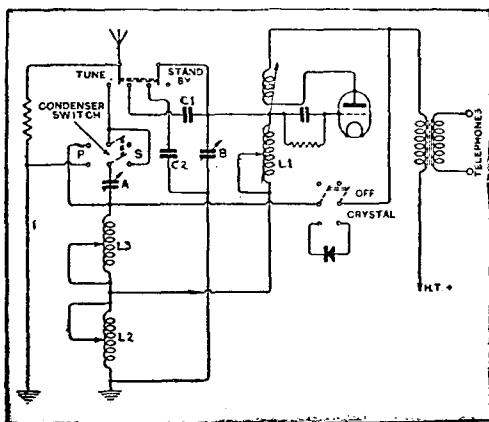
RME-9D

第332圖 最新式之晶體收音機

大及第一檢波器，至於更準確之諧振點。放寬週帶之同動電容器，共有兩節，使高與低週帶，各有相當之不同電容量。結果對於業餘所用之1.75 mc.週帶，刻度盤每轉一度，週率約變2 K. C.，其在3.5mc.週帶，每度約變4 K. C.，在7 mc.，每度約變6.5 K. C.，又在14 mc.，每度約變10 K. C.。此機之中週率為465 K. C.。其選擇性，不用石英時，為對於較諸振點大1000倍之輸入信號，約有18 K. C.之寬度，而對於大10,000倍者，約為35 K. C.。至於用石英時：

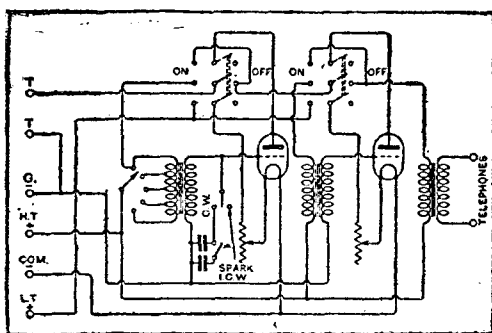
則週帶寬度，祇為 5° 週/秒，或能再小。又信號週率與影射輸出之比數，在 15 mc.之週帶，為 20° 與1.之比。接收調幅信號時，應將週差振盪器之電鍵BFO開啟，此時雙屏兩極管之工作，為一全波檢波器，而有自動音量控制電壓，加於射電及中週率放大器。反之，電鍵BFO在關閉之地位，為接收等幅電報。此時自動音量控制電壓，係被取消，而使手動音量控制（即註有 Man. Gain 者），發生作用。若以發收(Send Receive)，電鍵開啟，則各輸入級，因屏電壓之被取消，不能工作，而變成一驗音器(Monitor)。此驗音電路，可用於檢驗無線電話或等幅電報(將週差振盪器加入)發射機所發出之音調。其方法係在AM端，接一小的天線，同時又利用第二檢波器之兩極部份，作不配諧的輸入電路。如是信號經檢波後，又得由兩成音放大級，加以放大。至其輸出，則可由設於第一成音週率放大器中之手動音量控制鈕調節之。若將發收電鍵關閉，則驗音天線立即通地，接收機照常工作。同時設在中週率放大器屏電路中之載波幅度指示計(Carrier Amplitude Meter)，亦加入於接收機矣。此計之面板上，刻有成音度(Audibility)R，及接收機之輸入電壓。使指針達其全度數所需之輸入電壓，約為 $100 \mu V$ ，而任意假定此成音強度為R9。除耳機之插口外，輸出變壓器之兩端，又能接一4000歐姆之揚聲器，或輸送成音電流於600歐姆之電話線上。

134. 船舶用長波收報機 第233圖為馬可尼公司出品之一種船舶長波收報機。其波長範圍，約自300至3000米達。其構造為一普通同授式振盪檢波線路。惟天線與柵電路中，各設有一配諧電路。當電 S_1 置在等待(Stand by)地位時，天線與柵極之配諧電路 $L_1 L_2 B$ 直連，故祇須變更綫圈 $L_1 L_2$ 之圈數，或電容器B之度數，即可與欲收信號配諧。但於聽到對方電台之呼叫後，應將電鍵 S_1 ，換至配諧(Tune)地位，俾獲得較優之選擇性。此時可調準電電容器A，及綫圈 L_1 ，使天線配諧。圖中之電鍵 S_2 ，係用於使電容器A與綫圈 L_1 ，或作並聯(P之地位)，或作串聯(S之地位)。為使柵電路之配諧度，



第233圖 船舶收報機之振盪檢波器

由等待地位換至配諧地位時，不致發生重大變化起見，另置平衡電容器 (Balancing Condensers) 兩只於柵路中。其一 C_1 ，為收報機在等待地位時，加於天線之串聯電容器。此電容之作用，所以減小各種形式不同之船舶天線，對於收報機所發生之電容量影響。其他 C_2 ，則為在配諧地位時，加於柵路中者，而用於代替第一次串聯時 C_1 之作用是也。此外該收報機，又備有一礦石檢波器，俾遇及真空管發生障礙時，仍不致使收信工作中斷。



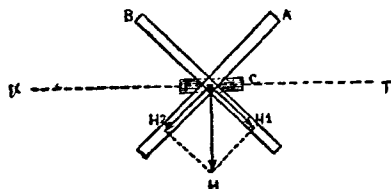
第234圖 船舶收報機之成音放大器

在此機之後，又可加一音調濾波器(Note Filter)，如第234圖。此器之構造，與普通成音週率放大器無異，惟第一成音週率變壓器之副線圈兩端，則接有一電容器。此電容器係調準至於與某一音調，適成諧振，而使其輸出音量，特別強大。此種設備，對於接收等幅信號，頗為有用，蓋以其可使波長甚近而不能由配諧電路分離之兩信號，得藉此種變更音調方法，加以區別也。但此方法，對於接收減幅電波，則不生效用。為使收報機獲得最適當之選擇性起見，變壓器之原線圈，係分成四節，而得任意選用。凡原線圈之圈數愈少，收報機之配諧必愈尖銳。此外成音放大器，更具有兩個換向電鑰，故收報機可有下列之四種用法：

1. 完全不用成音放大器，而使耳機與檢波器直接相連。
2. 祇用音調濾波器(即第一級成音週率放大器)。
3. 祇用第二級成音週率放大器(此級無濾波器)。
4. 濾波器與第二級成音週率放大器全用。

135. 定向儀收報機 定向儀(Direction Finding)為船舶及飛機，利用無線電確定方向及位置之一種設備。其原理在各無線電學書籍中，均有述及。約言之，則有如下之情形。若吾人取一面積頗大之環狀線圈，置於一無線電磁場中，而使其平面與電波之傳遞方向並行，則此時因線圈平面與磁場力線，適互相垂直，故收得信號為最強。反之，若任線圈之平面，與傳遞方向垂直，則磁力線將與線圈並行，不能收得信號。因此若將線圈旋轉，則可由收得信號之強弱，區別發報台之方向。在實用上，欲線圈盡其收訊效用，其面積必須甚大方可。如是在移轉時，將極感不便，故此種活動線圈，今日已廢棄不用。實用之定向儀，其構造為兩個互成直角之固定大線圈，而於其中間，另置一活動小線圈。以手轉動此小線圈，即可確定欲尋電台之方向。茲請述其原理如下。設T為發射台，Tx為電波之傳遞方向(第235圖)。由磁感作用，在AB兩線圈中，各產生一感應電流。但此兩電流，復能產生兩個磁場H₁及H₂，

此兩磁場之和 H ，係與 Tx 垂直，因此當小線圈 C 之平面，適與電波之傳遞方向平行時，收得之信號，應為最強。普通小線圈 C ，並非置在 A, B 兩大線圈中，

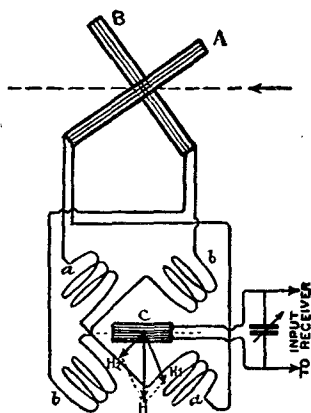


第235圖 定向儀之原理

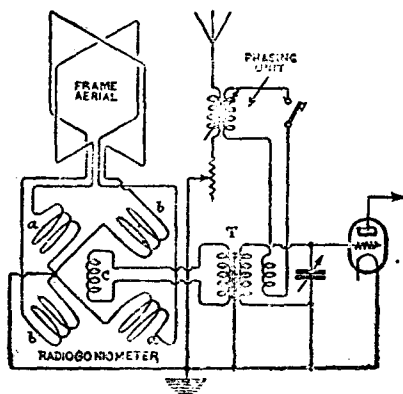
可向儀收報機之構造，與普通收報機，並無差別。但有一點，宜加注意，即探尋線圈，不定與第一收報管直接相連。否則因收報機所用之電池，往往對地具有甚大之電容量，可使 A, B 兩線圈之作用，變成一普通天線，致失去其定向性。為免除此種弊病起見，定向儀收報機之輸入部份，往往設有一變壓器 T 。此變壓器之原副兩線圈，並以靜電隔離網分開，如第 237 圖。依同樣理由 aa 及 bb 兩線圈之中心點，亦宜直接連地。

上述之定向儀，實際上又能指兩個電波方向。蓋依對稱理由，電波之來自 X 點者，必與來自 T 點者，有相等之效用。換言之，由此種定向儀所求得之方向，其差誤可達 180 度也。若欲使線圈 C ，祇指一個方向，則必須在固定線圈外，另加一普通天線，如第 237 圖。吾人知普通接收天線，並無定向性，故其間所產生之電流，不論電波之來自 T 點或 X 點，均有相同之方向。因此若假定由 T 點傳來之電波，係使天線及線圈 C 中所產生之電壓，互為同相，則此兩電壓在真空管之柵極上，既屬相加，收得之

而將 A, B 中之電流，由 aa, bb 兩小線圈引出後，再使 C 中產生感應電壓(第 236 圖)。如是線圈 C ，可裝於收報機中，便利甚多。此線圈 C ，稱謂探尋線圈(Search Coil)。



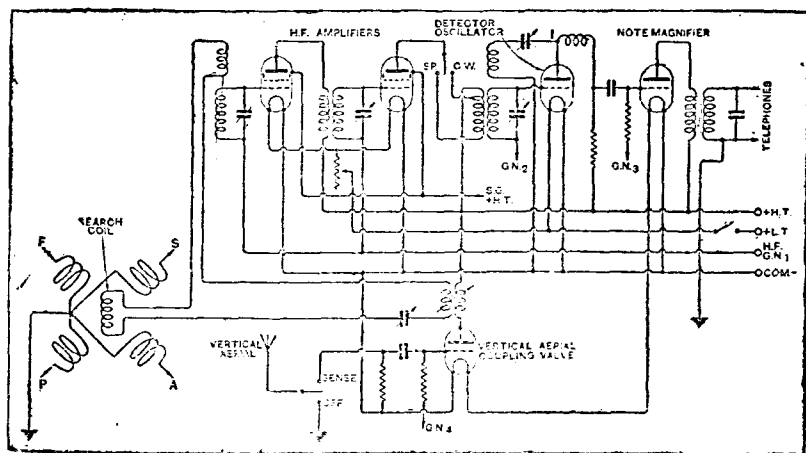
第236圖 實用定向儀之構造



第237圖 確定電波方向之方法

信號，應為最強。反之，由X點傳來之電波，其在線圈C中所產生之電流方向，係與來自T點者相反（因磁力線更換方向），但同時天線中之電流，則仍與前同，故彼此能互相抵消，而無音量輸出。如是線圈C，祇指一個方向，可無疑慮矣。

第238圖所示者，為馬可尼船舶定向儀接收機之一種。其間共有兩級射電

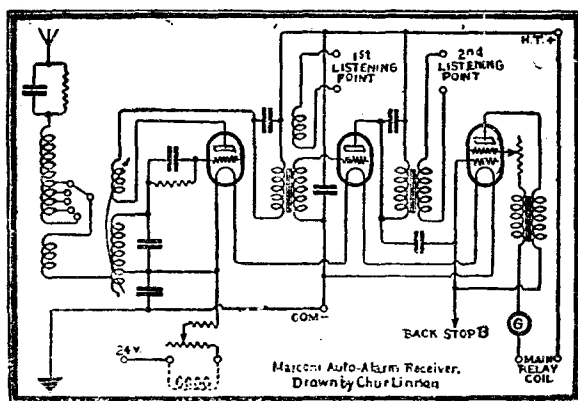


第238圖 定向儀接收機

週率放大，一級振盪檢波，以及一級成音週率放大。為便於應用較短之天線起見，由天線輸入之電壓，係先經一耦合真空管放大後，再輸入於接收機。

136. 自動報警收報機 設置船舶無線電之最要目的，在於保障航行之安全，故近年各大郵船中，往往裝有一種自動報警收報機(Auto-Alarm Receiver)。此種收報機，凡遇及鄰船發出求救信號時，能自動發出一種警號。其構造極為可靠，能不畏受其他通信電波之擾亂，致求救信號，或有漏收之弊。為達到此種目的起見，用於該類收報機之求救信號，並非莫耳斯(Morse)電符中之SOS三字，而用一串長劃(Dashes)。每一長劃之時間，係規定為4秒鐘，並於每兩劃間，隔以1秒鐘之空閒時間。此種符號，係經過極長時間之試驗，然後確定其為最可靠而採用者也。

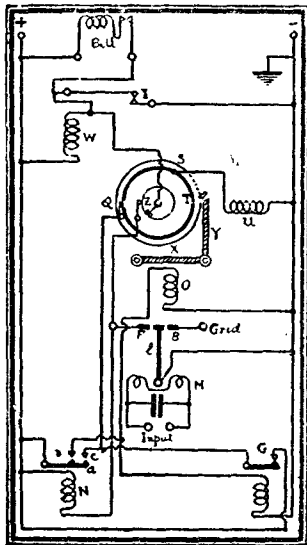
第239圖為此種收報機之線路。其所配諧之波長為600米達。但對於585至615米達各電波，亦能接收無誤。故發報台即使不能完全調準於600米達時，其求救信號，亦無失收之虞。該機之第一真空管，為一普通回授式檢波器。其第二級為一變壓器耦合式成音放大器。又第三級，為一總阻耦合式輸出放大器。此級用一雙柵管。其構造頗別致。外柵(Outer Grid) g_2 ，係經一可



第239圖 自動報警收報機

變電阻，與末級變壓器之原線圈相連。並由此通過測流計 G，及主要繼電器 (Main Relay) M，而回至高電壓。又屏極 p，係經由變壓器之副線圈，與控制柵 g_1 相連。至於控制柵 g_1 ，則任其自由，並不與任何線路相接，(實際上連繼電器之後鈕 B)。茲先將收報機之工作情形，從略述之。當外間無信號來時，雙柵管之外柵電路中，約有一 7 MA 之固定電流，通過測流計及繼電器之線圈 M (其強度得由串聯之可變電阻變更之)，故舌片 1，被吸至於與前鈕 B 相遇 (第 240 圖)。反之，當信號來時，控制柵 g_1 上，具有一負電壓 (因電容器 C 之金屬片上，荷有電子)，故外柵 g_2 中之電流，即隨之減小。若所減者為甚多，則繼電器 M，將放棄舌片 1，使其與前鈕脫離關係。同時電流既猝然減小，副線圈之兩端，可產生一極高電壓，而使控制柵極之電壓，更成負性。換言之，繼電器之舌片，一經受信號推動後，不能復行工作。必須等待舌片 1，與後鈕 B 接觸使，並控制柵極 g_1 上所堆積之電子漏去後，方可使該柵極之電壓，再行恢復原狀。

上述者，係收報機之作用。至於如何發出警號，則由第 240 圖所示之選擇器 (Selector) 任之。此器之工作情形如下：如前述，吾人知信號未來時，舌片 1 係與前鈕 F 接觸，故此時線圈 N 中，有電流通過，而使鐵棒 a 被吸下降，不能工作。反之，當信號來時，舌片 1 與前鈕 F，脫離關係。此時線圈 N 中之電流，即被割斷，而任鐵棒 a，藉其彈力，自行上升。但藉一種延時作用，此棒必須經過三秒鐘後，方可與 D 鈕接觸。既接觸後，線圈 O 亦成通路，而有電流通過，此時輪擊 X 被吸下降，故鐵鈞 Y，將齒輪 S，向下轉移一齒。迨 D 與 a 接觸至兩秒鐘後，C 與 a 亦互相接觸，而有電流，由剝子 Q，導體 T，及繞圈 u 而通過。但 u 中一有電流通過，立刻將鐵鈞向右吸引，故齒輪 S，又得自由行動。若此時並無信號輸入，則齒輪藉其彈簧，能自行恢復原狀。此外在 D 之電路中，更接有一繞圈 V。當 D 與 a 接觸時，V 中有電流通過，而使其接觸鈕 G 分開。反之，若 V

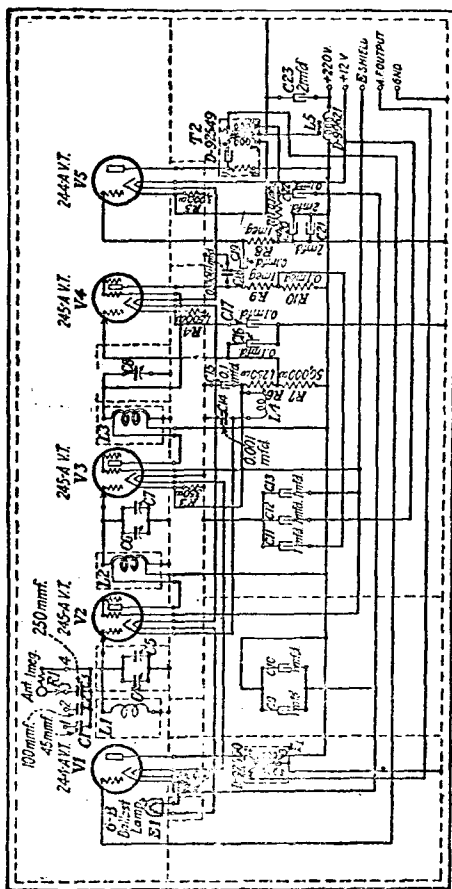


第24圖 自動報警收報機之選擇器

之電流中斷，則因其舌片，亦具有延時性質，必須經過5秒鐘後，方可使G鈕再開。但G與C，又互為並聯，故當其關閉時，可使電流通過線圈u，而使鐵鈎Y與齒輪S，脫離開係。因此今若有一長為4秒鐘之信號輸入於收報機，則經3秒鐘後，D先與a接觸，而使齒輪S，向前進行一齒。及信號於4秒鐘完後，a被N吸引下降。此時D遂開啟，C將不及與a接觸，故齒輪無法與鐵鈎脫離。惟同時鐵棒G，亦在逐漸上升，若再1秒鐘後，又有一4秒鐘長之信號，連續輸入，則經3秒鐘後，當D與a相遇時，G鈕適自行接觸，於是鐵鈎Y，再讓齒輪S，前進一齒。如是繼續下去，及至齒輪進行達三齒時，連警鈴之接觸鈕Z，亦成通路，而有電流通過線圈W。故警號遂於此時發出矣。

137. 飛機接收機 各種接收機中，其設計與構造最難者，莫過於飛機上所用之收音機。蓋其間所需制勝之困難，較之其他任何接收機，更為繁多也。第一，此種接收機，應堅牢可靠。其構造以能接受飛機上不斷的振動，及降落時之撞擊，而不致損壞，或變其效用，方為合式。此外在飛行時，雖感受各種氣候變化，其工作情形，仍不致發生障礙。第二，其體積與重量，宜縮減至於最小限度。但同時又需極為簡單，並易於維持及修理。第三，在飛機上，因不易設置效率極佳之天綫，故接收機之靈敏度，應為極高。同時飛機發動機之振動聲又為極大，非用極強之成音放大不可。但此兩種設備，最易感受引擎着火之騷擾，而必須設法避免者也。

當今用於飛機通信之週帶，共有兩種，一為 235 至 500 K. C. 之長波，一為 1,600 至 6,500 K. C. 之短波。第 241 圖係表示長波接收機之一種。其間有兩級射電週率放大，一級空間電荷柵極檢波 (1)，以及兩級成音週率放大。三配諧電容器，係同時轉動，而由一可彎曲的地纜式轉軸，與一控制板相連。此種設



第241圖 飛機接收機

(1) 所謂空間電荷柵極檢波器者，係將控制柵與障柵之位置倒接。

備，可使配諧鈕與接收機，無需合裝一處。通常均以接收機置於飛機之尾部，藉以避免着火之騷擾。在此控制板上，更設有音量控制鈕及電源開關等。又接收機所需之電源，其絲電壓，大抵取自12v之飛機電池。至於高電壓，則另由一藉風力轉動之等速發電機供給。

138. 商業通信用之接收機⁽¹⁾ 用於商業通信之接收機，可分下列之三種：

1. 藉富有收報經驗之報務員，收聽電報信號者。
2. 由高速度自動快機，在中央收發室，收錄或轉遞電報信號者。
3. 以無線電話信號，接入普通電話線路網者。

第一類收音機，為普通所用之收報或收音機。其特性應極易尋獲欲收電台之信號。故所有配諧電路之數目，不可過多，普通祇有一或二旋鈕而已。蓋用於此類通訊之發報機，所發出之週率，往往不甚穩定，但因配諧手續，不甚複雜，即使信號週率，稍有變動，尚可追逐收聽無誤。

第二及第三兩種收音機，係用於業務甚重要之通信（大抵為國際通信），故其設計與構造，均異常完備。其最要之特性，為信號與雜聲間（Signal To Noise），應當得保持一適當的比數。換言之，即收音機中之雜聲，在任何環境之下，不可將信號掩蔽也。但配諧鈕之數目，則不受限制，即使調準手續，頗形繁雜，亦無大礙。蓋用於此類通信之發報機，所發出之週率，既極穩定，而通信波長，亦鮮變更，普通收音機經一次調準後，往往數小時或數星期，可完全無需變動也。

近年之越洋無線電通信，大抵趨向於短波。良以短波之受天電干擾，較長波為小。但短波有一極大缺點，即信號之時呈衰落現象（Fading）。查衰落之產生，實由於來自兩個或數個不同路長之電波，於到達收信地點時，互相發生

(1) 下列各節，曾載於電信雜誌二卷一號。

干擾，使信號猝然減弱所致。凡週率愈高，此種現象，愈易產生。又衰落時間，亦非一定。有時數分鐘一次，有時數秒鐘一次，有時一秒鐘內，竟發生數十或數百次者。普通收信機，對於此種障礙，竟無法避免。其在越洋通訊之大收信機中，則有數種特殊方法，可以將此弊病減小。茲先將此種方法，加以研究如次：

1. 自動音量控制。 免除衰落之最簡單方法，係在收信機中，加一層自動音量控制之設備。但此方法，施於短波收報機，未必十分有效。蓋於衰落極盛時，信號能低於雜聲，仍屬無法收聽。此外具有自動音量控制之收信機，在信號衰落時，其靈敏度可猝然變更。如是雜聲強度，亦隨之變遷不息，頗能妨礙收信之工作。

2. 限制法。 此法係用一效率甚佳之天線（大抵為定向天線），以吸收電波之大部份能量。然後再由一具有非直線特性之收信機，將強信號抑低，而使輸入信號，凡在一最低限值之上者，均有相等之輸出。用此方法後，雖可改善收信工作甚多。但於衰落過甚，致信號低於雜聲時，仍失其效用。又此法祇能施諸收報，而不能用於收話。蓋具有非直線特性之收信機，可引起音調之失真也。

3. 分佈週率之特性。 經實驗結果，知相差數百週之兩電波，不致同時衰落。因此若使一個信號，由數個週率不同之電波發出，即可減小衰落之弊病。今日有甚多商用短波電台，所以將發報機之等幅載波，經一成音週率電流調幅後，再由電鍵發出者，即基於此理。良以電波經調幅後，可產生兩個邊帶週率，再連同載波之週率，同時有三個週率發出，如是信號反見穩定，易於收矣。但此方法，對於實用，並不甚宜。蓋電波經調幅後，其制勝雜聲之能力，亦隨之減弱，而不及能量集中於一個等幅週率者為大。

4. 分極定向性。 由實驗更證明從同一電台發出之電波，其垂直分極部份（Vertically Polarized Component）與平行分極部份（Horizontally

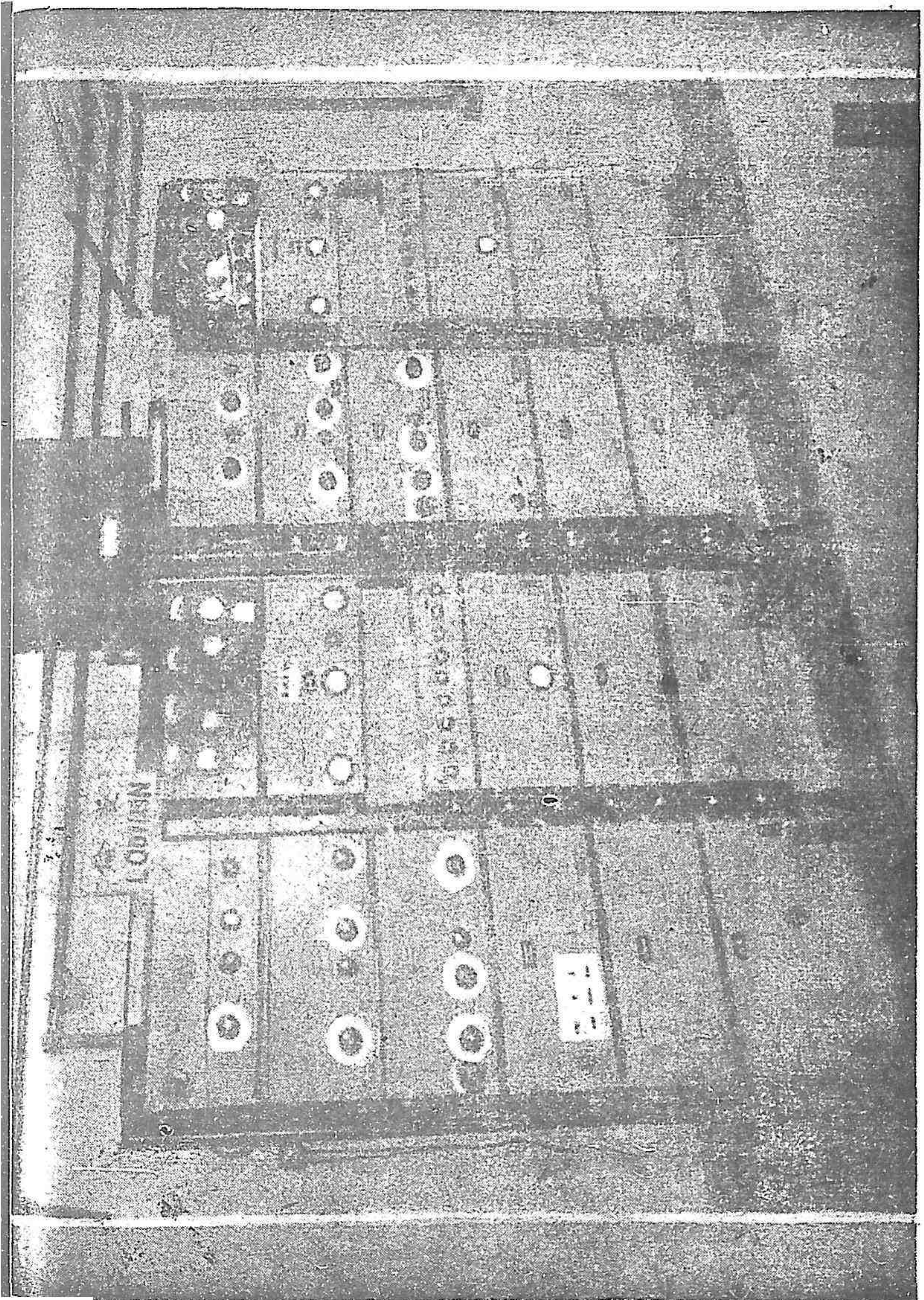
Polarized Component), 不致同時衰落。因此若取收信機兩架, 分別接於一平行分極天線, 及一垂直分極天線, 而將其輸出相加, 則可減小衰落甚多。但此方法, 並不常用, 蓋下述之分佈天線, 其效用勝此更多也。

5. 分佈天線之方向性。在各種祛除衰落之方法中, 當今認為效率最高者, 應推分佈天線之方法 (Spaced-Antenna Diversity System)。此方法係根據下述之實驗得來。若於收信地點, 設立數根相距約數波長之收信天線, 則信號在各該天線中所產生之電壓, 不致同時衰落。在實驗上, 往往用三根天線, 接至三架收信機, 而將該三機之輸出, 合併相加後, 再通至錄信機。用此方法後, 固可將收報情形, 改良不少, 但以之收話, 則尚有許多困難。蓋三收信機之輸出, 大抵不能同相, 若以之直接相加, 則可引起失真也。

綜上而觀, 可知在短波收信工作中, 其最感困難之問題, 厥為制勝天時之影響。尤以短波無線電話, 迄今尚不能完全滿意。雖有前述之各種免除衰落方法, 但所費代價, 往往不能償其所得。

在討論各種商用收信機構造之前, 吾人更欲將短波收信機之數種特殊情形, 加以闡明, 使讀者獲得更確切之認識可也。

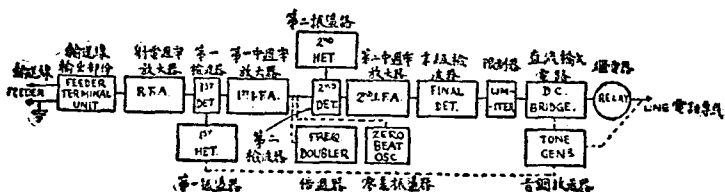
短波所受天電干擾之影響, 既較長波為小, 自應將收信機之放大級數加多, 以擴展收信之距離。但於實驗上, 欲使射電週率放大器, 對於極高週率, 具有極大之放大率與極佳之選擇性, 甚感困難。故今日用於越洋通訊之收信機, 猶如廣播收音機, 亦以採用超外式線路為多者, 一也。短波收信機之選擇性, 非特受調幅之深淺而變, 且應顧及發報機及本地振盪器, 所能發生之週率變遷。迄於今日, 週率之不能恆定, 尚為限制短波通信之最大因數。因此短波收信機之選擇性, 不能推求過甚, 普通約需具有5000週/秒之寬度。他若長波收報機中所用之音調濾波器 (Note Filter), 在短波竟完全不能適用。故短波收報機不能盡如長波收報機之構造者, 二也。欲收信機之得用於自動其



第242圖 馬可尼公司出品之越洋通訊大收信機

機，除信號極度衰落時不計外，其輸出必須恆定不變，故在越洋通訊之大收音機中，往往具有一種限制信號之設備者，三也。因有前述之種種特殊情形，隆使越洋通訊收音機之構造，極端複雜，其詳情可於下述之各機中見之。

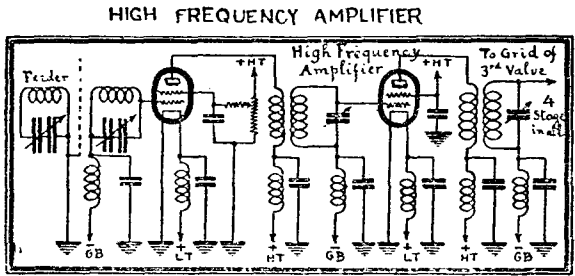
139. 馬可尼 R. C. 43 式短波大收報機 第 242 圖為此機之外觀。其內部結構，則如第 243 圖所示，而為一雙重超外式接收機 (Double



BLOCK DIAGRAM OF MARCONI RECEIVER.
馬可尼收音機之全部組件圖

第 243 圖 馬可尼收音機之組機

Superheterodyne)。此機之放大作用，均出於射電週率及兩重中週率放大器。輸出電流之形式，或為電報快機所需之雙電流 (Double Current)，或為調幅之音調 (Tone)。第 244 圖為該機之輸入電路及射電週率放大器。輸送線及輸入電路中之線圈，可隨意更換。放大器所用之變壓器，亦為可換式。放大器共有四級。但於接收較長電波時，因每級之放大率與選擇性，較短波為佳，故得將第四級取消不用。

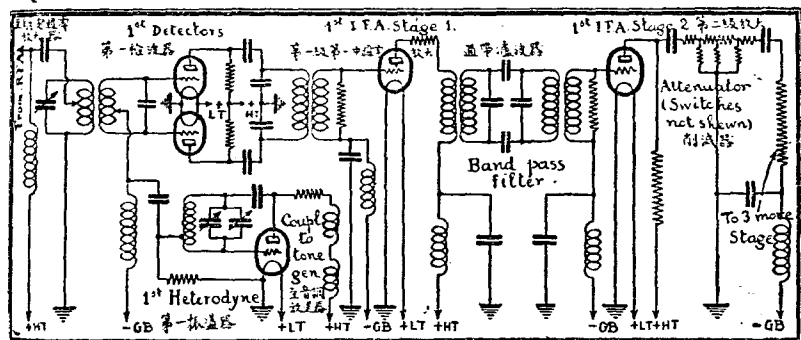


射電週率放大器

第 244 圖 馬可尼收音機之射電週率放大器

第 245 圖為該機之第一檢波，第一振盪，及第一中週率放大器之線路。檢波用推挽式。振盪器之電源，或與放大器合用，或另行供給(所以使週率穩定)。振盪器之屏極，又得受一1000週/秒之成音電流調幅，以便在探收信號時，作聽聲之用(詳情見後)。中週率放大器所用之真空管，為三極式。各級間之耦合，係採用通帶濾波器。其可通週帶之寬度，為 141.5 至 147 K. C.。至每級之放大率，則為12分倍耳 (Decibels)。在此放大器中，更有一削減器 (Attenuator)。其目的所以使信號強度，發生劇烈變化時，得由此調節收信機之輸出。

FIRST DETECTORS & 1st INTERMEDIATE FREQUENCY AMPLIFIER



第一檢波及第一中週率放大器

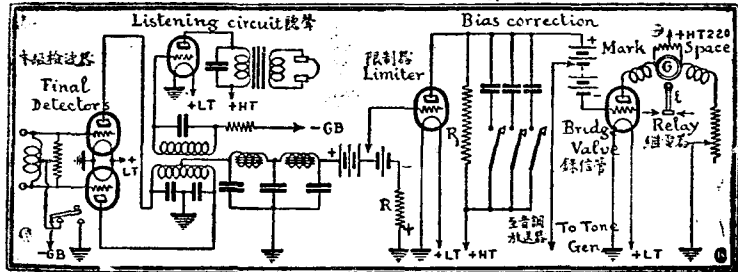
第245圖 第一檢波及第一中週率放大器

信號經第一中週率放大器放大後，輸入於第二檢波器之柵極，並於此與第二振盪器所產生之週率，發生週差，變成第二中週率。第二中週率放大器之線路，與第一中週率相同，且亦有三級。其可通之週帶，為49.5至54.5 K. C.。由此輸出之電壓，直接通至末級檢波器(見 246 及 247 兩圖)。但此處並無振盪器，故經檢波器整流後所得之電流，將變為直流式。

變成直流後之信號(如普通有線電報之電流)，復通至第246圖所示之限制管 (Limiter)。此管之柵極上，加有一固定正電壓，故通常有一頗大之屏

電流通過其間。當信號來時，末級檢波器，猝然有一屏電流通過電阻 R ，而於其兩端，產生一電壓降。但此電壓，係直接加於限制管之柵極上，故此時該管之柵電壓，即隨之減低。且若信號頗強，則 R 兩端之電壓，可超過原有之固定正電壓，而使限制管之屏電流，達於截止點。今設將收音機之靈敏度，調準至接收微弱信號時，已足達到此目的，則強信號之作用，亦不過如此。換言之，收音機之輸出，即可不受輸入信號強弱不勻之影響矣。

CIRCUITS FOR DC. TO LINE.



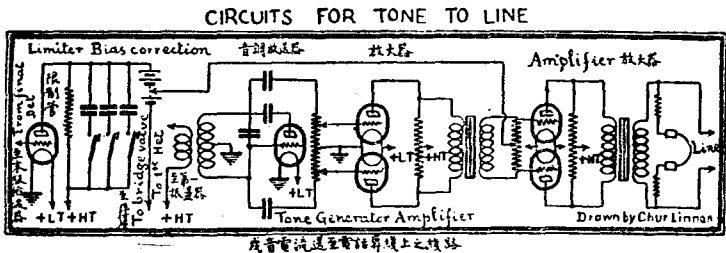
直流送至電話專線之線路

第246圖 限制管及錄信管

限制管之屏路內，亦有一電阻 R_1 。當信號來時，該管之屏流，既降及於零，故 R_1 兩端之電壓降，隨之減小，而使限制管之屏電壓，自動升高。但此電壓，係直接傳至下設之錄信管 (Marking Valve)，故此時該管之柵電壓，變為正性，(當信號未來時，該管之柵電壓為負)，而有一25至30 MA之屏電流，通過錄信繼電器之線圈。於是舌片 l ，被吸至於錄信鈕 (Mark) 相接觸。在等待 (Space)，即外間無信號來時，錄信管內，無屏流通過。但繼電器之線圈中，則另有一固定反方向之電流通過 (約為15 MA)，故舌片止於等待地位。又電阻 R_1 兩端所連之電容器，專為減小信號受多次回復 (Multiple Echos) 作用時，使錄信時間，過於滯延之弊病。蓋於信號來時，若電路中有一電容器，則限制器之屏電壓，必先用於使電容器貯電，不致立刻升高。如是錄信時

間，遂得減小矣。且若能選用適當之電容量，則可於紙條上，錄出極清晰之信號。

除直流式電報信號外，此機又可用 1000 週/秒之成音電壓，將電訊變作成音信號，通至電話專線中。此 1000 週/秒之成音電流，係由一音調放送器 (Tone Sender) 產生。其輸出電壓，並受兩級推挽式成音放大器放大後，再輸入於電話專線 (第247圖)。第一級放大器之柵電路中，設有一音量控制鈕。至於第二級放大器之柵負電壓，則受前述之限制器控制。當信號未來時，限制管之屏電路中，有一甚大之電壓降，故放大器之柵負，係屬甚高，可將其屏流截止，而不任放送器之成音電流，通至電話專線中。但於信號來時，則限制器之屏流，猝然降低。此時放大器之柵負，即隨之減小，而使成音電流，自由通至電話專線矣。

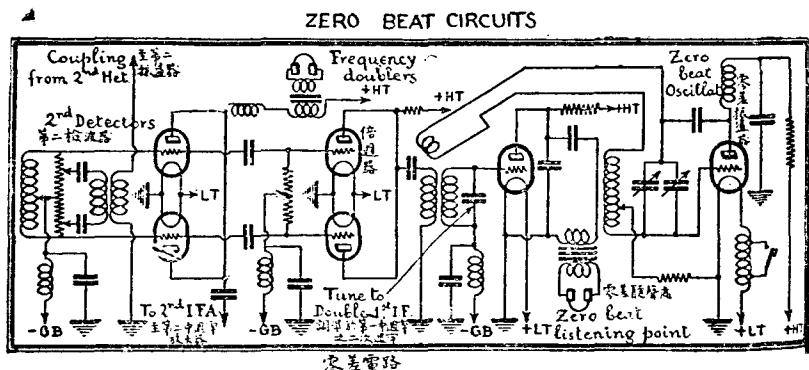


第247圖 音調放送器

除前述之各種構造外，R. C. 43收報機中，尚有數種特殊設備，必須加以說明。

1. 第一振盪器之輸出，可受音調放送器，所發出之 1000 週/秒成音電流調幅，而使外來之等幅信號 (C. W. Signals)，得在末級檢波器中，用耳機收聽。
2. 在第一中調率放大器之後，有一零差振盪器 (Zero Beat Oscillator)。

此器之週率，可調準於：a)或與第一中週率放大器之輸出，發生一成音週差，b)或等於該放大器的中間週率 (Mid-Frequency) 之兩倍 (Twice)。第一種週率，專用於探尋電台時，以耳機插入第二檢波器之屏路內，收聽外來之等幅信號。此種設備，對於調準手續，頗感便利，蓋祇需應用收信機之前半部，即可收聽外來信號也。第二種週率，專為確定第一振盪器之週率，是否使外來信號，處於中週率放大器週帶之中心點上。其方法係在第二檢波器之後，加一倍週器 (Frequency Doubler)。由此輸出之第二副週率，與一零差振盪器 (Zero Beat Oscillator) 所產生之電壓，合併通至一檢波管 (第248圖)。若第一振盪器之週率，為適當的 (即信號適處於第一中週帶之中間)，則連檢波管之耳機中，無聲可聞。又此種調準方法，即於收信時，亦可施行無妨。蓋所用者，既為第二副週率，故縱使與零差振盪器發生週差，在收信機之其他部份，仍無所聞。

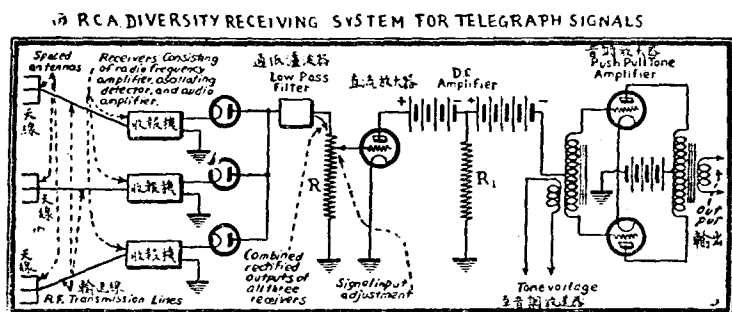


第248圖 馬可尼收音機之發音設備

140. R. C. A. 分佈式定向收報機 如前述，吾人知減小衰落之最有效方法，係應用分佈天線。下述者，為美國 R. C. A. 公司，用於此種設備之分佈式收報機 (Diversity Receiver)。

特 種 接 收 機

此機係用三根天線，分別接至三架收報機（第249圖）。天線之程式，爲用於短波收信特設之 Beverage 定向天線。彼此間之距離，約有十波長。



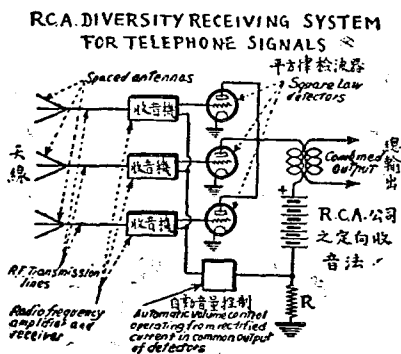
RCA 公司之定向收報方法

第249圖 R. C. A. 分佈式定向收報機

信號經三收信機之放大，及變成直流後，合併輸入於一公共電阻 R 中。在此電阻中所得之電壓降，經一級直流放大器(Direct Current Amplifier)放大後，復通至電阻 R_1 中。此電阻專爲供給次級推挽式放大器的柵負之用。在此放大器之柵極上，更加有一成音電壓。(即爲音調放送器所供給者)。當信號未來時，電阻 R 中，無電流通過。直流放大器中，有一甚大之屏流，通過電阻 R_1 。此時推挽級因具有極高柵負，故得阻止成音電流之通過。反之，當任何一天線，收得信號時， R 中立即有電流通過，故推挽級之柵負，隨之減低，而使成音週率，經由放大器，通至電話專線上。又該級之固定柵負，係調準至於使信號未來時，雜聲之強度，不致任成音週率電流，通過推挽放大器是也。

141. R. C. A. 分佈式無線電話收音機 前述之分佈式收信機，祇能用於收報，而不宜於收話。蓋一則三收信機之成音輸出電壓，不能常爲同相。若以之直接相加，則可引起極大之失真。再則，即使互能相加，則各收信機中之雜聲，亦必相加而變大。但經實驗結果，知任何時期之電話信號，

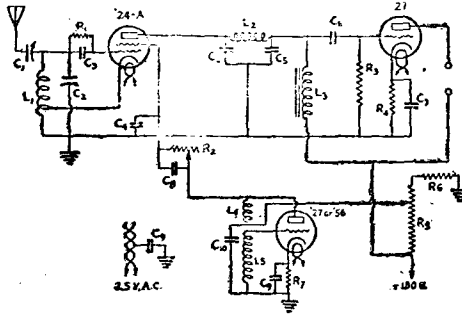
常以天線供給最大之輸入電壓於收音機者為最佳。因此若用一種自動電鑰，不息的變更其位置，使收音機常與輸入最大之天線相連，則收音效果，必可藉此改善甚多。然於實用上，勢難用機械方法，作此交換工作，於是遂有第 250 圖所示之電氣方法焉。



第250圖 R. C. A. 分佈式無線電話收音機

此處亦用三根天線，接至三架超外式收音機。其末級檢波器，則具有平方律 (Square Law) 之特性。三收音機之輸出，係直接相加。惟經末級檢波器整流後，所得之直流電壓，復回達至於收音機之射電週率放大部份，以控制其放大率。此種自動音量控制之作用，實可代替前述之自動電鑰。蓋檢波器既具有平方律之特性，收音機之總輸出，必由輸出最大之收音機規定。設三天線之輸入電壓，各為 10, 5, 與 3 之比，則三檢波器之輸出電壓，將為 100, 25, 與 9 之比，其電工率遂為 10000, 625, 與 81 之比矣。換言之，平方律檢波器之作用，得自動摒棄微弱信號也。且此種自動音量控制之設備，既同時施諸三收音機，具有強輸出之收音機，可將其餘兩收音機之放大率減小，故全部總輸出中之雜聲，亦必隨之降低矣。

142. 超短波接收機 接收週率在 3,000 K. C. 以上(波長短於10



- C₁ — Very small compression type mica trimmer condenser.
- C₂ — 12- μ fd. variable condenser (same as on r.f. detector and r.f. tuning condensers).
- C₃ — Small mica .0001- μ fd. condenser.
- C₄ — .001- to .002- μ fd. mica condenser.
- C₅ — .001- μ fd. condenser.
- C₆ — .5 μ fd. or more.
- C₇ — .5 μ fd. or more.
- C₈ — .01 μ fd. or more.
- C₉ — .5 μ fd. or more.
- C₁₀ — .5 μ fd. or more.
- C₁₁ — .5 μ fd. or more.
- R₁ — $\frac{1}{2}$ watt, 5 megohm.
- R₂ — 50,000 rheostat.
- R₃ — 2,000 ohms, 1 watt.
- R₄ — 12,000-ohm voltage divider.
- R₅ — Additional resistors to fix reg. point.
- R₆ — 2,000-ohm, 1 watt.
- R₇ — Detector coil. Two turns, 1-inch diameter, Tap one quarter turn from grounded end.
- L₁ — 250 millihenry r.f. choke.
- L₂, C₈, R₃ — Parts of National S101.
- L₃ — 600 turn, 175- μ c. i.f. coil.
- L₄ — Three or four times larger than L₁.

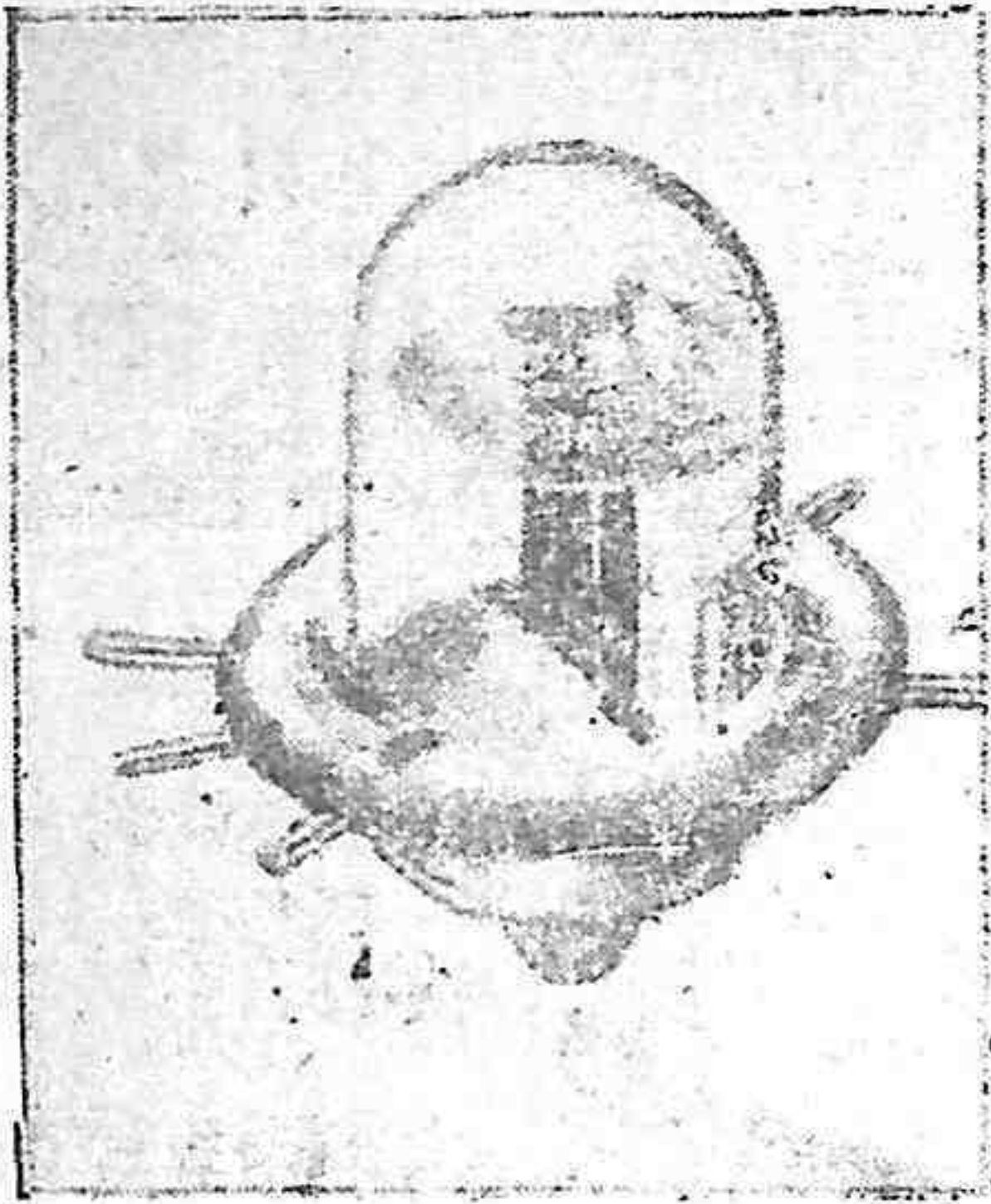
第251圖 56 M. C. 超短波接收機

第 251 圖即表示用於 56 M. C. (即 56,000 K. C.)之一種超等回授式接收機。圖中之 '24-A 真空管，為一電子耦合振盪檢波器。其間以幃柵及控制柵極，作產生射電週率之用。至於經檢波後所得之成音電流，則由屏極輸出。又產生撲滅週率之真空管，為一'27或'56。其輸出電壓，係加於檢波管之幃柵極上。至於其他各部機件所用之數量，則均由第251圖下部之附表註明，無庸贅述。

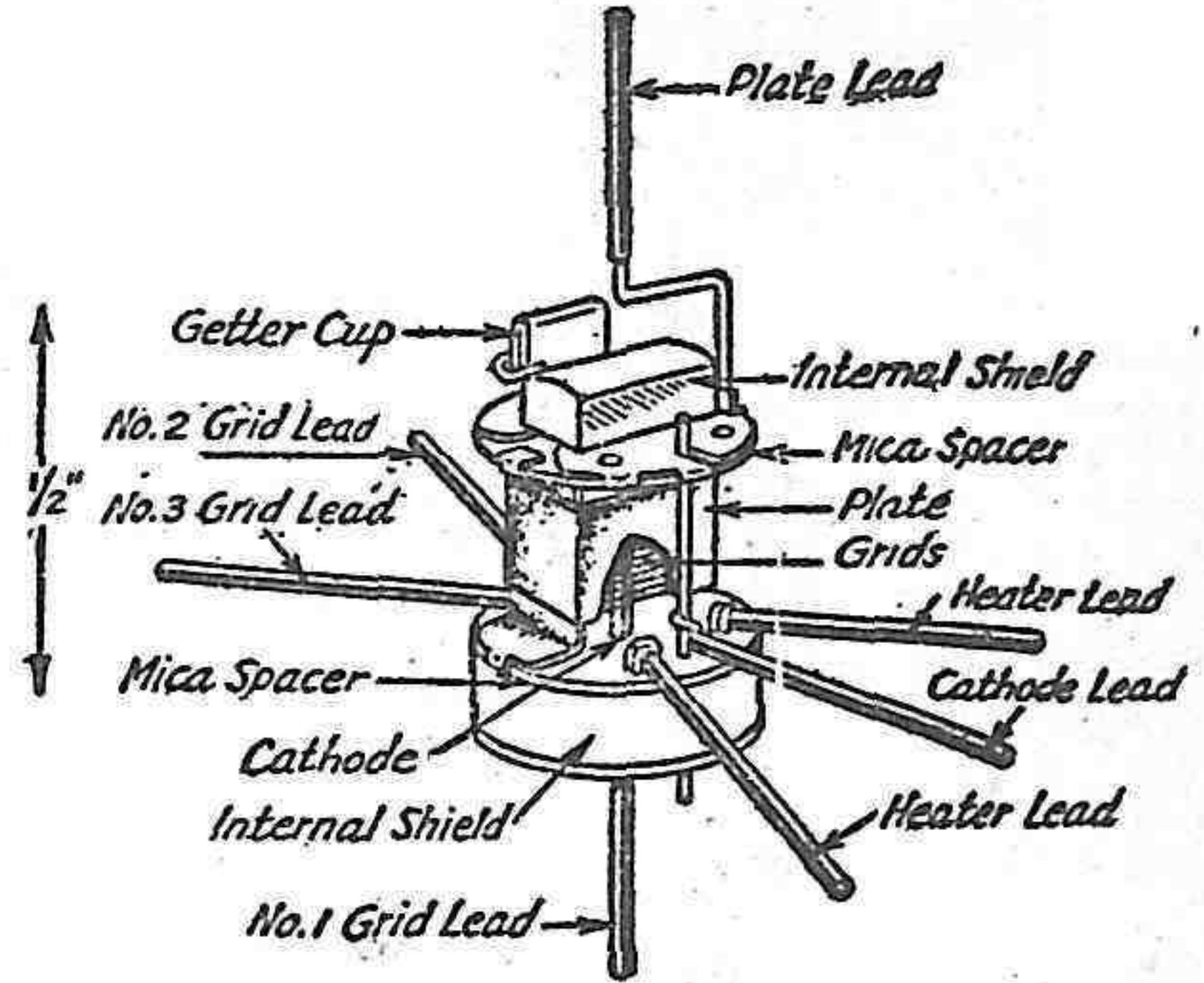
普通真空管所以甚難接收超短波者，實因其屏柵間之極際容量太大所致，故近年復有一種專為此種週帶創造之形體極小之真空管，以減小極際容量，至於最低限度。當今市上所出售者，有 RCA 955 及 54 兩種。955 為一間

米達)之電波，其方法迄今尚未完全解決。雖普通振盪檢波器或超外式接收機，尚可接收1至10米達之電波，但以此種週率，甚難維持一極穩定之差週率音調，故往往不能獲得滿意之結果也。由實驗，又知所得音調，大抵帶有一種可厭的嘶聲，頗能妨礙收音之工作。當今在比較上認為最適宜之接收機，應推超等回授式。蓋此種接收機之配諧，並不十分尖銳，而其放大效用，則對於此種週率，則又為甚大也。

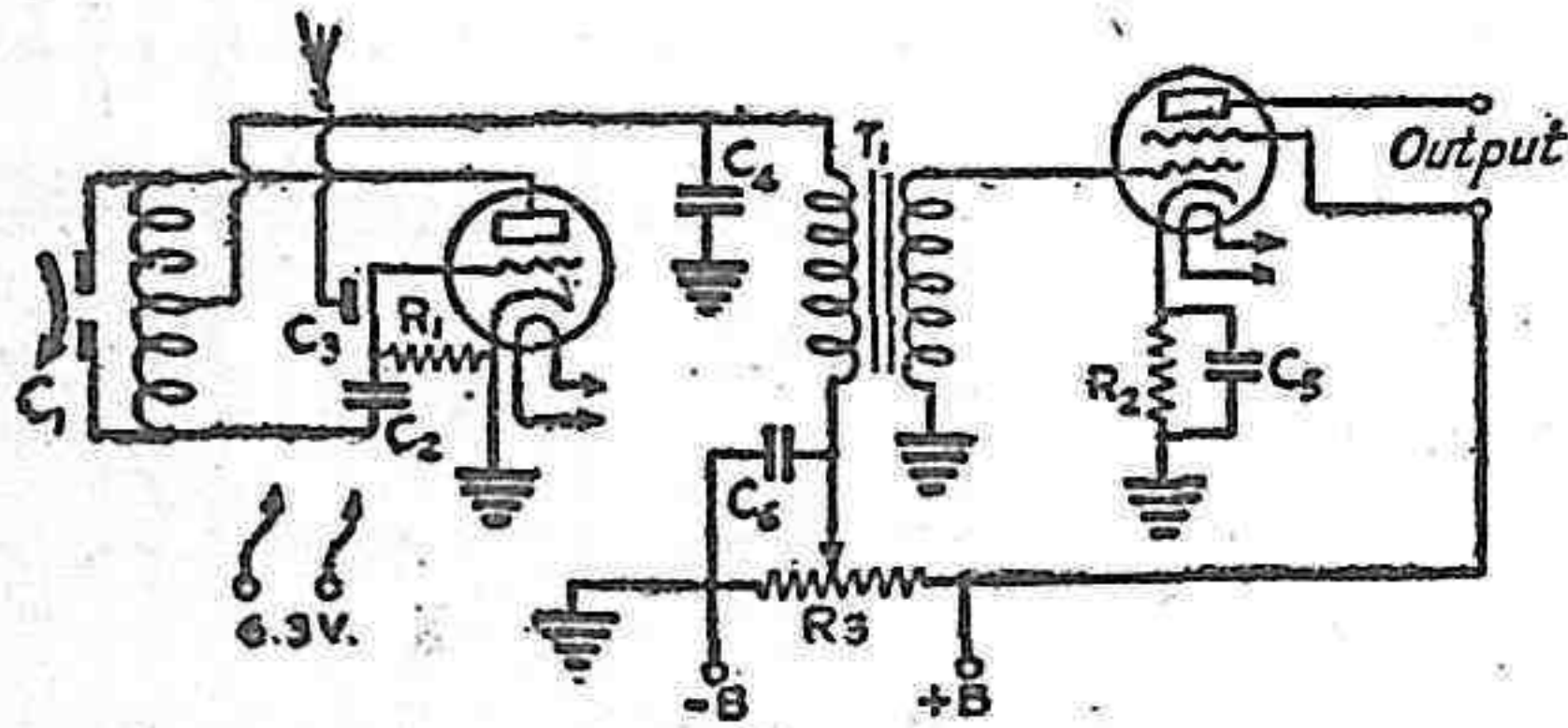
接傳熱之三極管 (第 252 圖), 至於 954, 則為一五極管 (第 253 圖)。此等真



第 252 圖 R. C. A. 955 三極管之外觀



第 253 圖 R. C. A. 954 五極管之內部構造



CIRCUIT OF THE SIMPLE 224-MC. BAND RECEIVER

- C₁—Special split-stator tuning condenser (see text). Since the photographs were taken it has been found desirable to use two pairs of stator plates instead of one in order to give ample extra frequency coverage.
 - C₂—Very small grid condenser (see text).
 - C₃—Brass strip 3/16 inch wide mounted close to the exposed surface of C₂ (see Fig. 6).
 - C₄—.002 μfd. fixed condenser.
 - C₅—2 μfd. or more.
 - C₆—1 μfd.
 - R₁—1.5 megohm, half-watt resistor.
 - R₂—1200 ohm, one-watt resistor.
 - R₃—100,000 ohm potentiometer. Note that this resistor is across plate supply and that, if batteries are used, the supply should therefore be disconnected when switching off set.
- A 41 tube is used as the audio amplifier and allows speaker operation. A transformer or choke-condenser coupling unit must be used with this tube. For headphone work, a 37 audio tube would probably be more appropriate.
- The coil is described in the text.

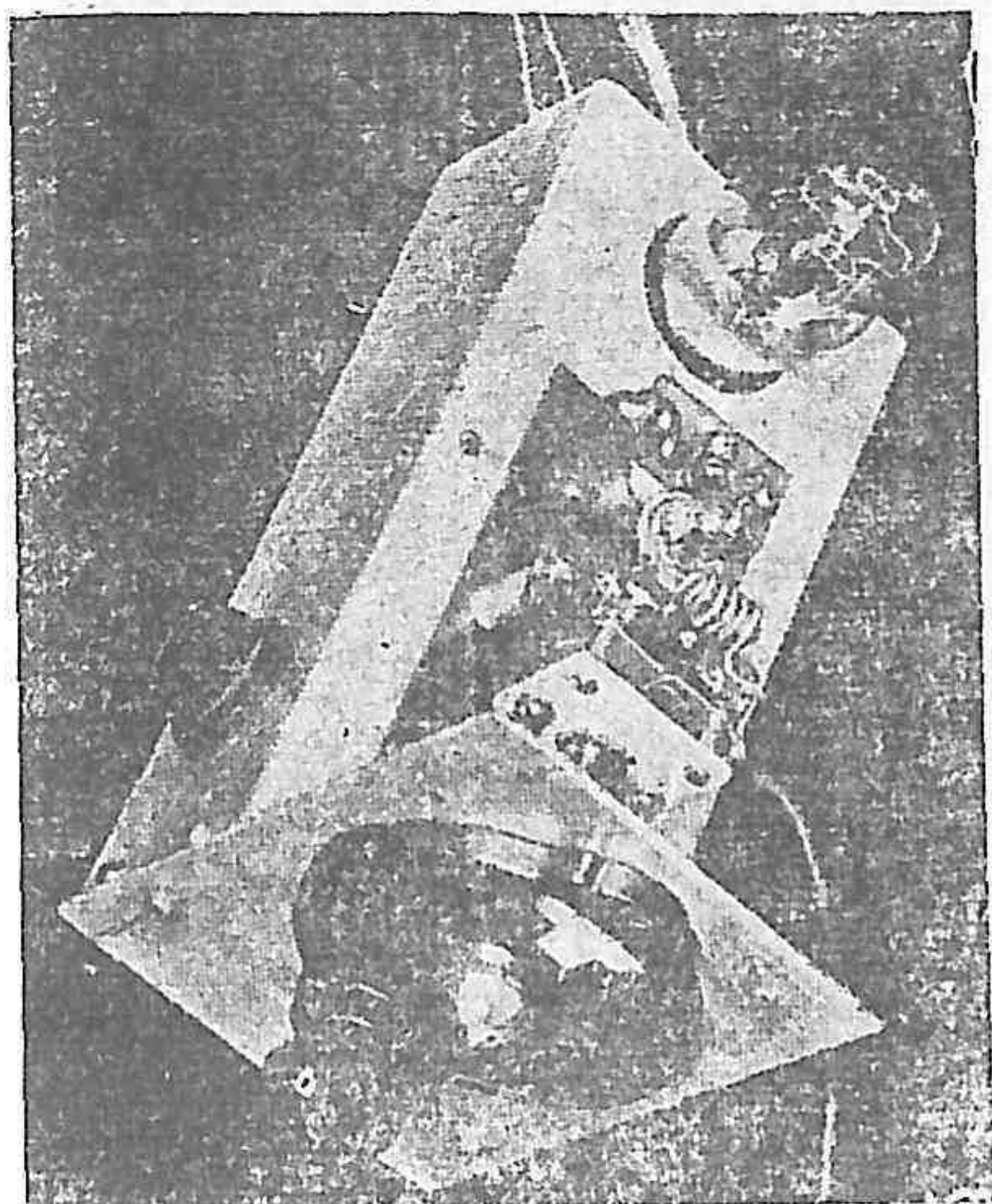
第 254 圖 224 M. C. 超短波接收機

空管，通常稱為橡果式 (Acorn Type)，取其有相似之意義。據製造者之宣稱，此等真空管，縱使週率高至 600 M. C. (即 0.5 米達)，尚能適當工作。第 254 圖表示用於接收週率為 224 M. C. (即 125 cm) 之一種收音機線路。其間之檢波管，即為 955，而採用一種自生撲滅週率之超等回授式線路。

第 255 圖表示此機之全部構造。其檢波部份，係裝於一紫銅版上。第 256 圖為該部之放大圖。中間之圓影，即為 955 橡果式真空管。

其下為線圈，共有五圈，而具有 $\frac{1}{16}$ 之直徑。線圈之右端，為電容器 C₂ 及 C₃。再前

則為配諧電容器 C_1 。此電容器係由一小型補整電容器，改造而成。其間並以原有之定片，在中部鋸開，使成線路中所需之兩定片。

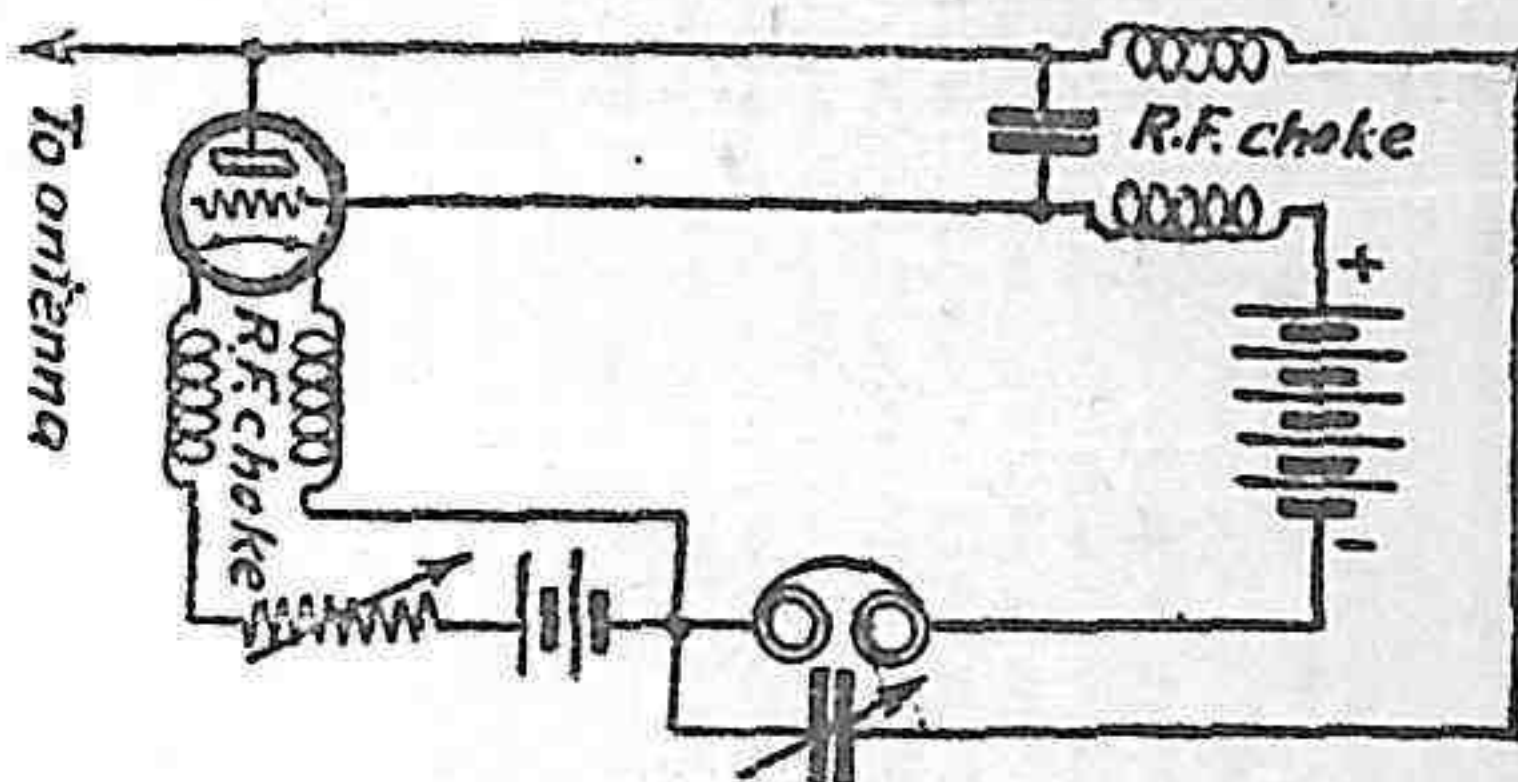


第255圖 224 M. C. 超短波接收機之全部結構

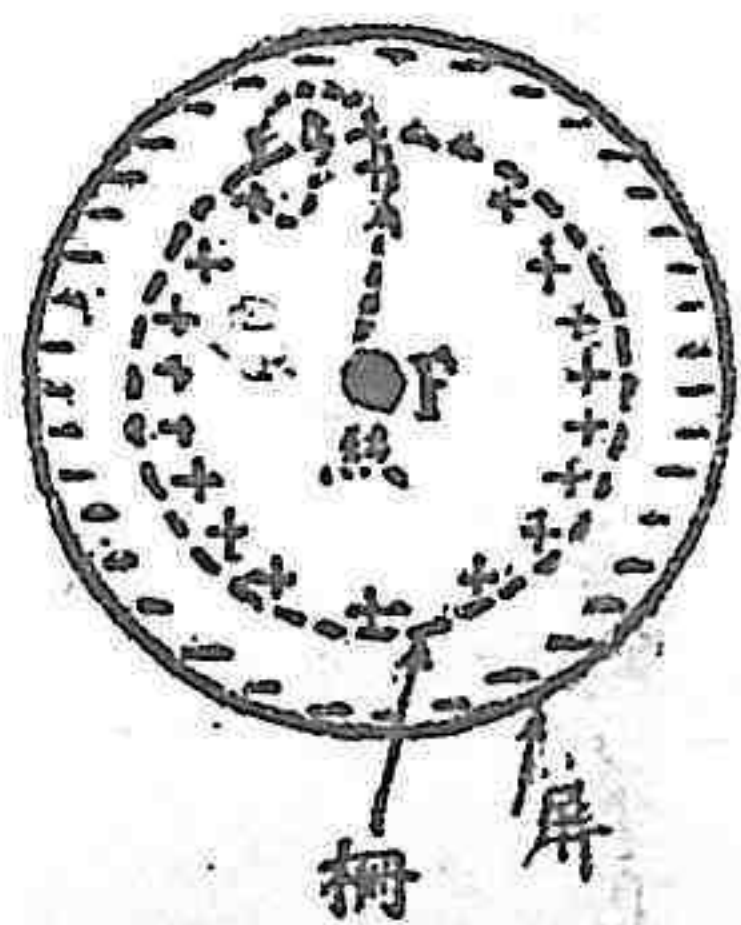


第256圖 224 M. C. 超短波接收機之檢波器

另一種接收 1 米達以下波長之方法，則為應用第 257 圖所示之 Barkhausen 振盪器。此器之線路，與普通所用者，完全不同。其柵極係加有甚高之正電壓，而屏極則為負



第257圖 Barkhausen 之超短波接收機

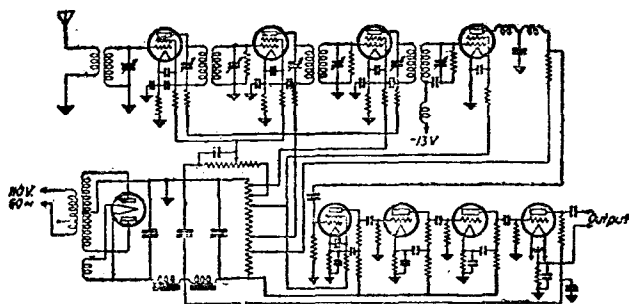


第258圖 電子振盪之解釋

也。此種接收機之如何能產生振盪，迄今尚未完全明瞭。大概情形，如第258圖所示。由絲極 F 射出之電子，受柵極正電壓之吸引後，能以甚大之速度，穿過其金屬網，而達於屏極。但屏極之電壓為負，故電子又被拒逐回。如是循環作用，電子遂不息的振動，而能產生極高之週率。惟由此方法獲得之振盪波長，係隨真空管各極間

之距離及柵電壓而定，故不能隨意變更也。

143. 電視接收機 電視接收機 (Television Receiver)，與普通廣播收音機之最大區別，在於電視之調幅週帶甚寬，(普通約自 1 至 100,000 週/秒)，故無論射電，檢波，或成音放大級之構造，均需特別設計。第 259 圖表示電視接收機之一種線路。其特點在於各射電週率變壓器，均用兩個配諧電路，俾獲得通帶濾波器之作用。但此種設備，尚不足使週帶寬度為 200K.C. 之各週率，一律均等輸出，而必須在副線圈之兩端，再接一並聯電阻如圖。凡週帶寬度或配諧電容器之容量愈大，此電阻宜愈小。但過小之電阻，可使接收機之放大作用，為之減弱甚多，故實用上，應採用較小之配諧電容量，俾所用電阻，不致過低方可。此外檢波與成音放大器之構造，與用於廣播收音機者，並無差異。惟各耦合電阻之值，較之尋常所用者，所小甚多。蓋如是方可防止高的調幅週率，通過一切雜亂電容量 (Stray Capacity)，而獲得較為均等之輸出。又柵漏與電容器之檢波器，因此處必須將柵漏電阻，減至極小程度，不甚適宜。最適當之檢波線路，似為推挽式，蓋以其無需應用通路電容器也 (By-Pass Condenser)。



第259圖 電視接收機

上述之配諧式接收機，有一缺點，即其最佳效用，祇限於一個載波週

率。因此新式電視接收機之設計，亦大抵趨向於採用超外式矣。又超外式接收機，對於接收1500至3000 K. C. 及 60,000 K. C. 左右之兩種電視週帶，皆能適用。用於電視之超外式接收機，其中週率大抵為 6000 K. C.。因此若信號週率，為 1500 至 3000 K. C. 者，則本地振盪週率，應為 7500 至 9000 K. C.。他若信號週率為 60,000 K. C.，則振盪週率，應為 54,000 K. C.。

第十章 雜聲及其消除法

144. 雜聲之種類與其消除方法 新式收音機因靈敏度之大，雜聲騷擾，亦異常強烈。若此種雜聲，不加限制或取消，則收音機之效用，必為之大減。故近年有甚多雜聲限制器線路，或其他防止干擾方法之創造，以改良收音之效用，使其益臻完美。

雜聲可分兩種。一為大氣中之天電(Static)，一為電氣設備產生之人造干擾(Man Made Interference)。

天電以在夏季為多，而於赤道附近為最烈。在天電盛大區域，通信波長宜短。天電之干擾，係隨波長之減短而減小。其在超短波中，可稱完全絕跡。迄今尚無一完善之避免天電干擾方法，其較為有效者，係應用定向天線。因天電與信號，大抵不來自同一方向，故得加以區別也。

人造干擾，在大都市中，幾無時無地無之，但可設法減小或祛除之。人造干擾，與天電適反，大抵在短波與超短波為烈。第260圖表示各種人造干擾之波狀。A為汽車着火騷擾，或其他振動式斷電器，如電鈴電話等雜聲之波狀。此種干擾之特點，在於具有一極強大之巔值。雖其存在時間甚短，但因揚聲器之薄膜或動圈，受此衝擊力激動後，能自行繼續振動，發出一種沸騰聲。此種雜聲，可由設在收音機內部之雜聲限制器(Noise Limiter)減小之。其方



第260圖 各種人造雜聲之波狀

法係應用真空管或非直線式電阻，以吸收或截去擾亂電波之尖頂。但此種限制器，惟對於強度遠出信號之上，以及巔值存在時間極短之雜聲，方為有效。

通此時間，不可超過千分之一秒。否則若延長過久，則外來信號在此時間內，亦連帶被祛除矣。

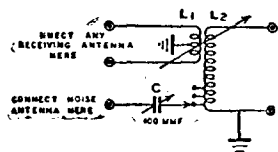
電力線漏電，即通常收音機中習聞之嗡嗡聲(Buzzers)，具有一種固定式波狀，如圖 B。欲將其減小或祛除，唯一有效方法，為應用雜聲平衡電路(Noise Balancing Circuits)。其方法係尋求雜聲之來源，而在其策源地，設法取消之。此雖為最佳之辦法，但於大城市中，甚難實行。因雜聲電波，往往可由電力線或電話線傳來，而離其策源地，有數里之遙。

大都市中各業所用之小電動機，大抵為人造干擾之產生處所。其現象係在收音機中，產生一種拆裂聲(Hash)，而具有圖C所示之波狀。驅除之道，可在電源輸入處，裝設一種電力線濾波器(Power Line Filter)。清理電動機之換向器及炭刷，大抵可以取消此種干擾。若以一電容器式濾波器，接於電動機電源之輸入端，則效用更大。

145. 雜聲平衡電路 在此方法中，係使收音天線內之雜聲，與特設之雜聲天線中所汲取之雜聲，在收音機之輸入端，同時通過一平衡電路，互相抵消之。吸收雜聲之天線，應裝於產生雜聲之電線附近。有時亦可利用室內之電力線，惟必須加一串聯電容器，以免短路之危險。此種天線，並須離地甚近，以減小其吸收信號作用。至於正式之收音天線，則應盡量使之高出地面，俾增高其接收信號之效率。欲獲得抵消作用，收音天線內之雜聲電流，必須與雜聲天線內之電流成反相。在實用上，雖難獲得完全之平衡狀態，但至少可將雜聲減低，而得便利信號之接收。添設雜聲天線後，信號強度，大抵隨之減低，但有時亦反能加強。蓋雜聲電波，可由收音天線之頂部或其引入線輸入，故有時可使雜聲為反相而相消，信號為同相而相加也。

雜聲平衡電路甚多。第261圖所示者，可用於廣播或短波收音機。其間有線圈兩個及100 μ 之電容電一只。任何收音天線，不論為雙線或單線式，皆

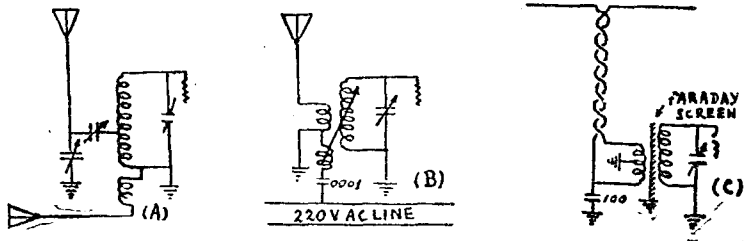
可適用，因其可接 L_1 之兩端或任何一端之故。雜聲天線，係經過電容器 C_1 接於線圈 L_2 上之一點。此線圈具有數接線頭，以便選擇最適當者。若雜聲天線，可吸收與收音天線等強之雜聲，則線圈 L_2 上之點，約在總共圈數四分之一處。 L_2 係用20號雙紗包線，繞於外徑等於1 1/2吋之膠木管上，其圈數約為20圈。在靠近地線一端，出有1, 3, 6, 三頭。電容器 C 大抵接6圈之頭。 L_1 有4圈，亦用20號雙紗包線，繞於外徑為1 1/4吋之膠木管上。此線圈具有一中心頭，專為接地線之用。兩管各長約2 1/2吋，並得依同一軸線移動，藉以變更彼此間之耦合度。調準此電路，往往頗費時間，因雜聲天線中之雜聲電流，非特應與收音天線中之雜聲電流為反相，且必須具有相仿之強度也。其方法係先以收音天線接於 L_1 之兩端（假定為雙線式），並使 L_1 與 L_2 之耦合為最大，而



第261圖 雜聲平衡，路之一種

估計收音機中之電力干擾聲。既而將收音天線拆除，而在雜聲天線端，試用各種雜聲天線，並調準電容器 C 之度數，至於使收音機輸出等強之雜聲。最後復將收音天線接上。若雜聲增大，應將兩引入線對調。若收音天線為

單線式，則可將其接 L_1 之另一端。當收音機更換波長，平衡電路，大抵須重行調準。其理由為收音及雜聲天線之諧振作用，係隨波長而異，而此作用，可影響及於 L_2 之耦合度。再天線所吸收之雜聲，其性質在各週帶，亦不盡同也。

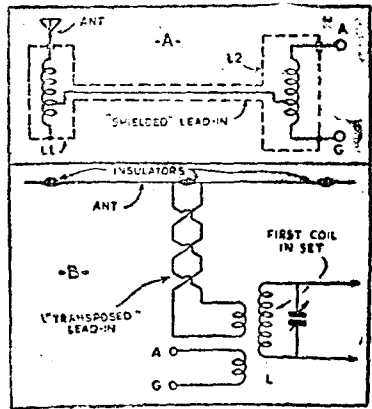


第262圖 各種雜聲平衡電路

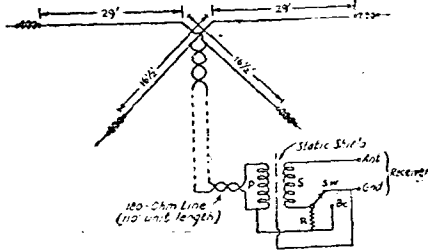
第262圖為三種其他形式之雜聲平衡電路。在圖A中，雜聲之平衡可由變更兩線圈之耦合度，及兩電容器之容量獲得之。圖B係利用電力線作雜聲天線。又圖C係用於平衡雙線天線之引入線中之雜聲。其間之可變電容器應置於消除雜聲作用最大之一端，又靜電隔離網，係用於取消原副兩線圈間之電容耦合。

146. 新式無雜聲收音天線 通常人造干擾之強度，大抵與天線高度之平方成反比例，故得由增加天線之高度而減小之。引推入線(Lead-in)，仍與電力線，電話線等甚近，結果並無任何效用。若欲防止引入線吸取雜聲，則可採用第263圖所示之兩種方法。即將其或裝入於一金屬套管中，如圖

A。或用一種交叉線 (Transposed Line)，如圖B。第一種方法，因對高週率之損失甚大，故不宜用於短波。至於圖B之交叉線，或又稱輸送線 (Feeder)者，其作用專為傳送天線所收得之電能於收音機。但其本身，則因感應於每線中之電壓，常為同相而互相抵消，故無吸收電波之效用也。欲此種天線盡其最大效用，其橫的Ant部之長度，應等於欲收波長



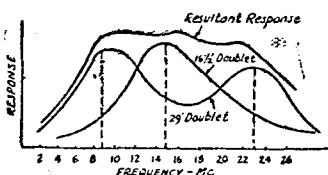
第263圖 兩種防止引入線吸取雜聲之方法



第264圖 RCA之兩重調接收音天線

之半數。故此種天線，又謂半波天線或雙極天線(Doublet)。同時此天線，亦能接收副波，即週率較天線所配諧者高二，三，四等倍之信號。RCA公司之全世界(World-Wide)天線，或稱為

兩重雙極天線(Double Doublet)者，即根據雙極天線之特性而造成。其構造如第264圖所示，係由兩根雙極天線合組而成。此兩天線一為 $2 \times 29'$ ，一為 $2 \times 16 \frac{1}{2}'$ 。29'部份之天線，約在8mc. (37.50米達)及其第三副週率24 mc. (13.50米達)成諧振(如第265圖)。至於 $16 \frac{1}{2}'$ 部份之天線，則以接收14mc. (21.43米達)，最為適宜。此兩天線之共同作用，如第265圖之綜合曲線所示，即對於24至8mc.之各種週率，可有一律均等之輸出也。此天線更以一特性總阻(Characteristic Impedance)為180歐姆之交叉式輸送線，與收音機相連。此總阻亦為雙極天線與普通收音機之輸入電路所具有者，故三者大抵能互相配合，而獲得最大之收音效率。否則尚需在輸送線及收音機之間，添加一變壓器(第264圖)。此變壓器之作用，專為阻止雜聲在輸送線中所產生之同相電壓，不致直接輸入於收音機。蓋直接在輸送線兩線中所產生之感應電壓，其方向常為相同，故原線圈P中，係無電流通過，而不致使副線圈S之兩端，產生感應電壓。至於由天線傳來之電壓，則使P之一端為正，他端為負，故原線圈中，有電流通過，而使S兩端，有信號電壓輸出。為減小原副兩線圈之電容耦合起見，另於二者之間，置一靜電隔離網，如第264圖。若無此隔離網，則上述之同相雜聲電壓，得由兩線圈間之自然電容量，直接輸入於收音機。此外為使此天線又得用於接收普通廣播週帶起見，另裝一換波電鍵SW-BC。當其置於BC地位時，可接收普通廣播週率。但因輸送線之兩線，係合併成一普通引入線，故遂失去摒除雜聲之效用。此外在接收短波地位所加之電阻R，專為防止天線於收得較高之電壓時，不致在地線近傍，發生火花，而擾亂收音機之工作。經實驗結果，知此天線對於防止汽車着火騷擾，頗為有效。再用於接收各種短波廣播電台，其成績亦



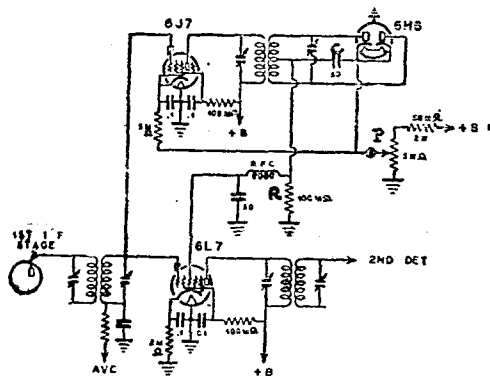
第265圖 雙極天線之效用

出。為減小原副兩線圈之電容耦合起見，另於二者之間，置一靜電隔離網，如第264圖。若無此隔離網，則上述之同相雜聲電壓，得由兩線圈間之自然電容量，直接輸入於收音機。此外為使此天線又得用於接收普通廣播週帶起見，另裝一換波電鍵SW-BC。當其置於BC地位時，可接收普通廣播週率。但因輸送線之兩線，係合併成一普通引入線，故遂失去摒除雜聲之效用。此外在接收短波地位所加之電阻R，專為防止天線於收得較高之電壓時，不致在地線近傍，發生火花，而擾亂收音機之工作。經實驗結果，知此天線對於防止汽車着火騷擾，頗為有效。再用於接收各種短波廣播電台，其成績亦

較普通天線為優。

147. 雜聲限制器 此等限制器，大抵設於收音機內部之第二檢波，中週率，或成音週率放大器中。其目的專為減小汽車着火騷擾或其他撲咯聲之雜聲。至對於電力線或連續式雜聲，則無甚大用。另一種限制器，稱為台間雜聲消除器 (Inter-Station Noise Suppressor) 者，專為消除兩配諧電台間之雜聲，其目的與本節所欲述者不同，將於下節另言之。

雜聲限制器之線路，近年創造頗多，茲就其較為著名者，略述數種如下：第266圖所示者，稱為蘭勃氏雜聲靜默器 (Lamb Noise Silencer)。其間係用一6L7真空管作第二中週率放大器。其耦合柵極之負電壓，則由一6J7雜聲放大器 (Noise Amplifier) 及一6H6雜聲整流器 (Noise Rectifier) 供給。當雜聲強度，超過信號甚多時，6L7管耦合柵極之負電壓，猝然增加，真空管遂



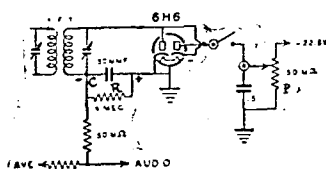
第266圖 蘭勃氏雜聲靜默器

失去其放大作用。結果猶如在信號上，鑿一小孔，而將雜聲取消。故此種限制器，對於祛除汽車着火騷擾及電鈴等雜聲，甚為有效。雜聲放大管，應為具有尖銳截止電流者 (Sharp Cur-off)，如6J7或6C6之類，俾經過6H6整流

管後所得之直流電壓，足使6L7管停止工作。6H6管輸出電路之時間常數，應為極短，以免放大器之工作阻斷時間，不致超過雜聲存在之時間。此時間常數，係由電阻R及容量C規定，故宜慎重選用之。又雜聲放大器及6L7第二中

週率放大器之工作界限(即其開始有祛除雜聲之作用),可由設在6J7及6H6兩真空管陰極回路內之電勢器P控制之。此種方法之缺點,在於信號強度有所變更時,此界限必須重行用手調準也。

第267圖為一兩極管雜聲限制器,稱曰華善氏雜聲減低電路(Watz-1 Noise Reducing Circuit),其間用兩只兩極管。一作第二檢波器,一為雜聲限制管。兩管之接法,係互成騎跨形,雜聲管之陰極,係與檢波管之屏極相連。故雜聲管對於成音放大器之作用,猶如一可變並聯電壓,外來信號之載波,經檢波後,在電阻R之兩端,產生一直流電壓。此電壓之負極,經由中週率變壓器之副線圈,直達雜聲管之陰極。其屏極則接有一可調節之固定負電壓。在正常收音狀態下,屏極之負電壓,係較陰極所具者稍大,故該時之雜聲管,其作用猶如一極高電阻,對於成音週率之輸出,不生影響。今若有一幅度極大之雜聲輸入,則雜聲管陰極負電壓,暫時猝然較其屏極為大,於是屏與陰極間,有電流通過,而成一小電阻之導體。但此電阻,實與檢波電路成並聯,結果猶如將檢波管暫時取消,不任其工作。故此種限制器,對於着火騷擾或類似之雜聲,頗為有效。欲使此種限制工作,得追隨雜聲之變化,同時進行或停止,



第267圖 華善氏雜聲消除電路

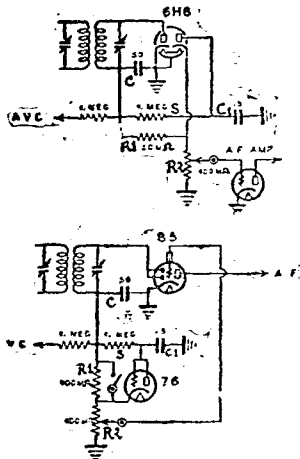
檢波電路中之通高電容器C之容量,不可過大。否則,若R,C之時間常數太大,則雜聲雖已過去,但其兩端之電壓,仍為頗大,遂可妨礙欲收信號之接收矣。常應用此限制器時,若信號為等幅電報,則祇

須調準電勢器P,至於高出載波之幅即可,蓋如是凡大於載波之雜聲,均得被祛除矣。若信號為無線電話,則雜聲管之屏極負電壓,應倍於陰極所具者,以免信號之調幅波峯值,被雜聲管截去。換言之,其限制雜聲之作用,將為之減弱。雜聲管之陰極電壓,低隨信號之載波強度而變,故其屏極負電壓,必須

隨信號之強弱，隨時加以調準。此於信號發生衰落現象時，收音機中，又須多一層手動調準，實屬不宜，此為該電路之缺點是也。

欲避免此種缺點，可應用第268圖所示之迪克脫自動雜聲靜默電路(Dickert Automatic Noise silencer)。此電路之工作情形，與前述之華善氏方法相仿，惟能自動追隨信號之衰落或強度不等之載波，故為當今雜聲限制器中最有效之一種。此線路亦用兩只兩極管。一為雜聲管，一作第二檢波及自動音量控制。雜聲管之屏極與陰極所需之電壓，均取自檢波管之 A. V. C. 部份。其工作原理，在圖中所示之兩線路，係屬相同。欲收信號，經檢波後，由音量調節器 R_1 ，輸入於收音放大器之柵極。在檢波管之回路中，另有一50000至100000歐姆之固定電阻 R_2 。雜聲管之陰極，係接於 R_1 、 R_2 兩電阻之交叉點上。其屏極則經濾波器 S_1 、 C_1 後，接 A. V. C. 電壓最高之點。故屏為負，陰極為正。 S 及 C_1 之作用，係組成一延時電路，俾對於強度不等或滯緩式衰落信

號，常荷有等於 AVC 電壓之負電荷。但對於猝然發現及時間甚短之雜聲電壓，其電荷可不致變更，故雜聲管之屏極，得維持於一定之負電壓。今若假定 R_1 及 R_2 為相等，則外加電壓，必須超過信號之載波電壓兩倍(Twice)，方可始雜聲管，開始工作。因此該電路用於接收100%之調幅波，亦不生影響。若為等幅電報，則既無調幅波包覆線，可將 R_2 短路取消。在此情形下，凡雜雜之幅，一經超過載波幅，雜聲管即開始工作，故對於着火騷擾之祛除，將極為有效。欲使限制作用，得隨

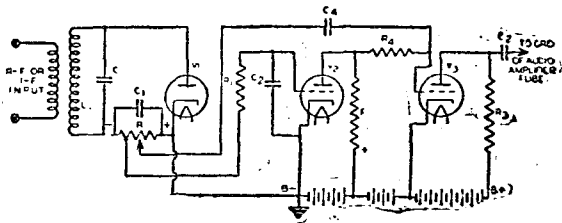


第268圖 迪克脫氏自動雜聲靜默電路

雜聲電波之上下，同時進退，設在檢波管內之電容器 C ，應具極小之電容量，其理由與用於華善氏者相同。

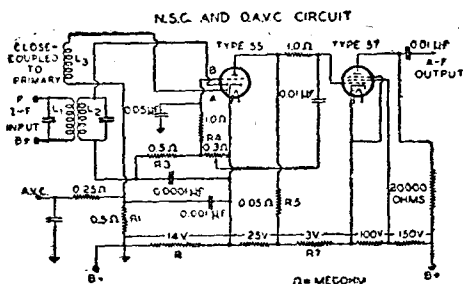
148. 靜默配諧器 具有自動音量控制之收音機，大抵有兩種缺點。第一，在兩電台配諧之間，雜聲頗大(1)。第二，對於所配諧之電台，缺乏選擇性。自動取消此種雜聲之設備，稱為摒除雜聲或靜默配諧器 (Noise Suppressor or Tuning Silencer)(2)。其方法係用一真空管，以控制成音放大器之放大作用，而使收音機於未達到準確配諧之前，不能輸出音量。此真空管稱謂摒除雜聲控制管 (Noise-Suppression Control Tube) 或縮寫為 N.S.C. Tube。其柵極之負電壓，係由檢波器供給，而將其輸出，變更成音放大管之控制柵，障柵，或穩定柵之電壓，以獲得所求之目的。普通以變更控制柵電壓，較為簡便，蓋以其並不消耗電能也。

第263圖為摒除雜聲之一種線路。 V_1 為一兩極檢波管。 V_2 為用作摒除雜聲之三極管。又 V_3 為被控制之成音放大管。當 V_1 上無輸入電壓時，電阻 R 兩端，無電壓產生，故 V_2 之柵負為零，而有一甚大之屏流，通過電阻 R_2 。但於 R_2 兩端所產生之電壓，係直接加於 V_3 之柵極上，故此時 V_3 之屏電流，完全截止，不能盡其放大作用矣。反之，當外間有信號輸入時， R 中有電流通過。於是 V_2 之柵負，自動加大，通過 R_2 之電流，隨之減小，而使 V_3 之柵負，達於正常值。故此時 V_3 遂將 C_4 所傳來之成音週率電壓放大，其情形正與取消 V_2 無異。



第263圖 摒除雜聲之一種線路

第270圖爲一檢波，遲緩音量控制，及摒除雜聲之合組線路。此數種工作，皆由一55真空管單獨完成。其分配情形，爲屏A作D. A. V. C.，屏B作檢波，三極管作N. S. C. 是也。當信號由圖示之變壓器輸入時，經屏A檢波後之電流，通過R及R₁兩電阻。但R之兩端，又有一14v之固定負電壓，故必須使信號電壓之正值，超過14v後，方可在R₁之兩端，產生一A. V. C.電壓。換言之，其控制作用，具有遲緩性質也。同時屏極B之電路中，亦產生電流，而通過



第270圖 檢波，遲緩音量控制，及摒除雜聲之合組線路

R₃及R₄兩電阻。由此所得之電壓，其直流部份，係直接連於55真空管之柵極，作該部柵負之用。其成音部份，則由電容器C₆，輸入於下設之57真空管之柵極，而由此管將其放大。R₃及R₄之電阻，應爲甚大，使於信號輸入時，其兩端所產生之電壓，足使55管三極部份之屏電流達於截止點。如是電阻R₅中，不產生電壓降，57真空管之柵極上，祇有電阻R₇所供給之適當固定負電壓。因此該管得照常工作，將信號放大。反之，當中週率變壓器無電壓輸入時，A，B兩屏之電路中，均無電流通過，故55真空管之屏電路中，有一甚大之屏電流通過電阻R₅，而使57管之柵負大增。結果該管之放大作用，即隨之消滅矣。

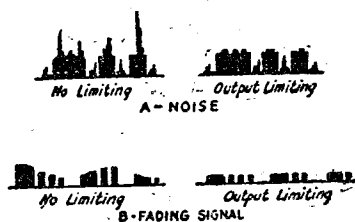
當信號輸入時，若將配譜稍偏，則N. S. C.電路，不能將成音放大器之

(1) 因自動音量控制之作用，能將雜聲放大。

(2) 又稱靜默自動音量控制(Quiet A. V. C.)或稱爲靜Q. A. V. C.

放大作用截止。蓋由自動音量控制之作用，檢波器之柵極上，不久即有一固定之輸入電壓。因此當收音機配諧至於或相近邊帶週率之界限時，在揚聲器中，可聞得雜聲或載波之嘶聲(Hiss)。欲去此弊病，應使A.V.C.及N.S.C.兩部之輸入電路，具有不同之吸收電波能力。使對於頗小之失諧度，輸入於N.S.C.真空管之電壓，較之輸入於A.V.C.真空管者，降落更速。第185圖所示者，即為求獲得此種結果之一種方法。其副線圈 L_2 之選擇性，較 L_3 為佳。蓋 L_3 與原線圈 L_1 之耦合度，係較 L_1 與 L_2 為緊密也。如是當收音機失諧時，屏極B之輸入電壓，將較屏A所得者，降落更速。故在A.V.C.作用生產之前，已可獲得相當之N.S.C.作用矣。

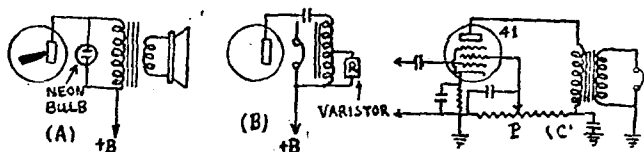
149. 輸出限制器 若信號為等幅電報，則接收機內之雜聲，亦可在其輸出端限制之。同時信號之衰落現象，亦可藉此改善。此兩種作用，參閱第271A及B兩圖後，即不難了解。



第271圖 輸出限制器對於雜聲及衰落之作用

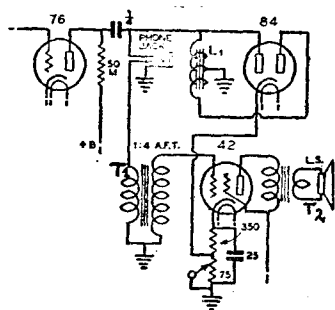
第272圖為數種輸出限制器之構造。A係用氬氣管限制雜聲之輸出。當接收信號時，此管並無作用。但若有一極強之脈動雜聲，由放大管輸出，則可使氬氣管放電，將輸出變壓器短路。普通氬氣管，約需70至100V.之電離電壓，故此種限制器，並不十分靈敏。美國西方電氣公司(Western Electric Co)之養化銅整流器，稱為Varistor者，具有極強之限制電壓作用，此整流器之電阻，無電流通過時，約為2800歐姆。但祇須有一伏特之成音電壓，加於其上，其電阻

立即降低至於100歐姆左右，故用於作限制器，頗為適宜。其接法如圖B，係跨接於輸出線圈之一部，並不任直流通其間。圖C為一五極管限制器。其障柵電壓甚低，祇約為35V。故真空管在其屏電流飽和點附近工作。電勢器P係調準至於使信號適可通過，當強大之雜聲輸入時，因屏流之不能增加，遂受限制矣



第272圖 各種輸出限制器

第273圖 為甲雙屏兩極之雜聲限制器線路，所以用兩屏者，實因雜聲在成音週率，具有正負兩端值，而必須一併取消之。兩屏之成音電壓，係由線圈



第273圖 兩極管雜聲限制器

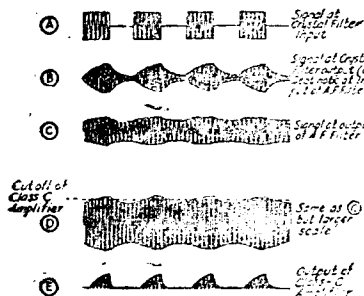
L₁ 輸入。此外並有一固定負電壓，作規定限制程度之用。此負電壓係取自強力輸出管42之陰極電阻。當雜聲之脈動，超過固定負電壓時，84整流管中猝然有電流通過，結果猶如將變壓器T₁之原線圈短路，使其不能輸入於42強力輸出管。

輸出限制器，構造簡單，使用便

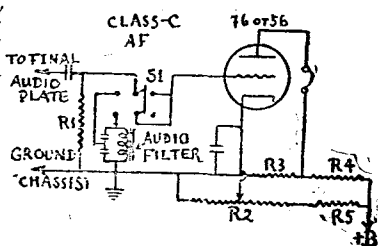
利，能適合於任何類收音機，惟不能阻止在其前面各級因過載引起之雜聲，以及祛除較信號為弱之干擾。

150. C類成音週率放大器 此類放大器，專為用於消除輸出電路中較信號為弱之幕後雜聲 (Background Noise)。此種電路，又可協助電報信號，因經過選擇性過高之收音機後，失去之明晰性，使其重行恢復。其理由於參閱第274A、B、C、D、E各圖後，即可明瞭。此類放大器之工作情形，與射

電週率之C類放大器相似，其柵極上所加之負電壓，係在屏電流截止點之上，故祇有高出截止電壓之信號，能受放大。其他被信號為低之幕後雜聲，均被驅除。此種限制雜聲方法，對於無衰落現象之長波通信，頗為有效。但若信號因衰落，低於截止電壓，則雜聲與信號，將同時被祛除矣。



第274圖 O類收音放大器之作用

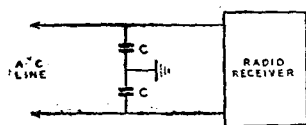
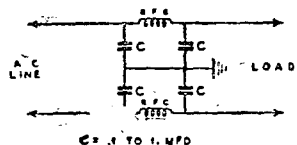
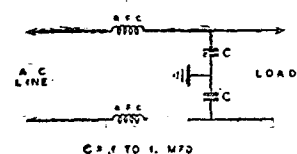


第275圖 C類放大器

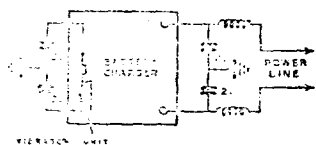
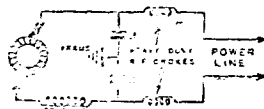
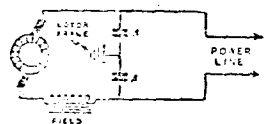
151. 電源濾波器 頗多人造干擾，可在電源方面設法取消。最簡單亦最有效的方法，係在擾亂電源端，設置射電週率線圈及電容器合組之濾波器。任何電氣設備，在其工作時，若發生火花或電弧，則均足擾亂附近之收音機。蓋此種火花，或電弧，可產生一種減幅無線電波(Damped Radio Wave)，而由電力或電話線，傳遞至於極遠之距離。若欲阻止電波之傳遞或放射，則應在電力線中及擾亂電容器之近傍，設置濾波器。擾亂電波，一經進入電力線後，即能由該線放射，故濾波器設於收音機端，不及設於電源端為有效。有時此種放射電波，又可在其附近電線中，產生感應擾亂電流。在此情形下發生之雜聲，大抵為可配譜的。蓋其週率，係隨電線之本身週期而異。因此在全波收音機中，往往在每一週段之雜聲，較其他各段為甚。欲避免此種干擾，應用一有效之平衡雜聲天線或雙極天線，並使該天線遠離電力或電話線。

第276圖為數種用於電源方面之濾波器。普通祇須有兩只電容器，接於

電源端，已足敷所用。但有時亦需用較為複雜之濾波器。電容器C之容量，約為.01至1.0 μ f，而能以接受電源電壓無礙為適用。高週率抗流線圈之電阻宜小，使電源電壓，不至在其間降落過甚。同時其線徑應足夠粗大，俾能接受室內電氣設備之總電流，而不致燒毀。



第276圖 電力線濾波器

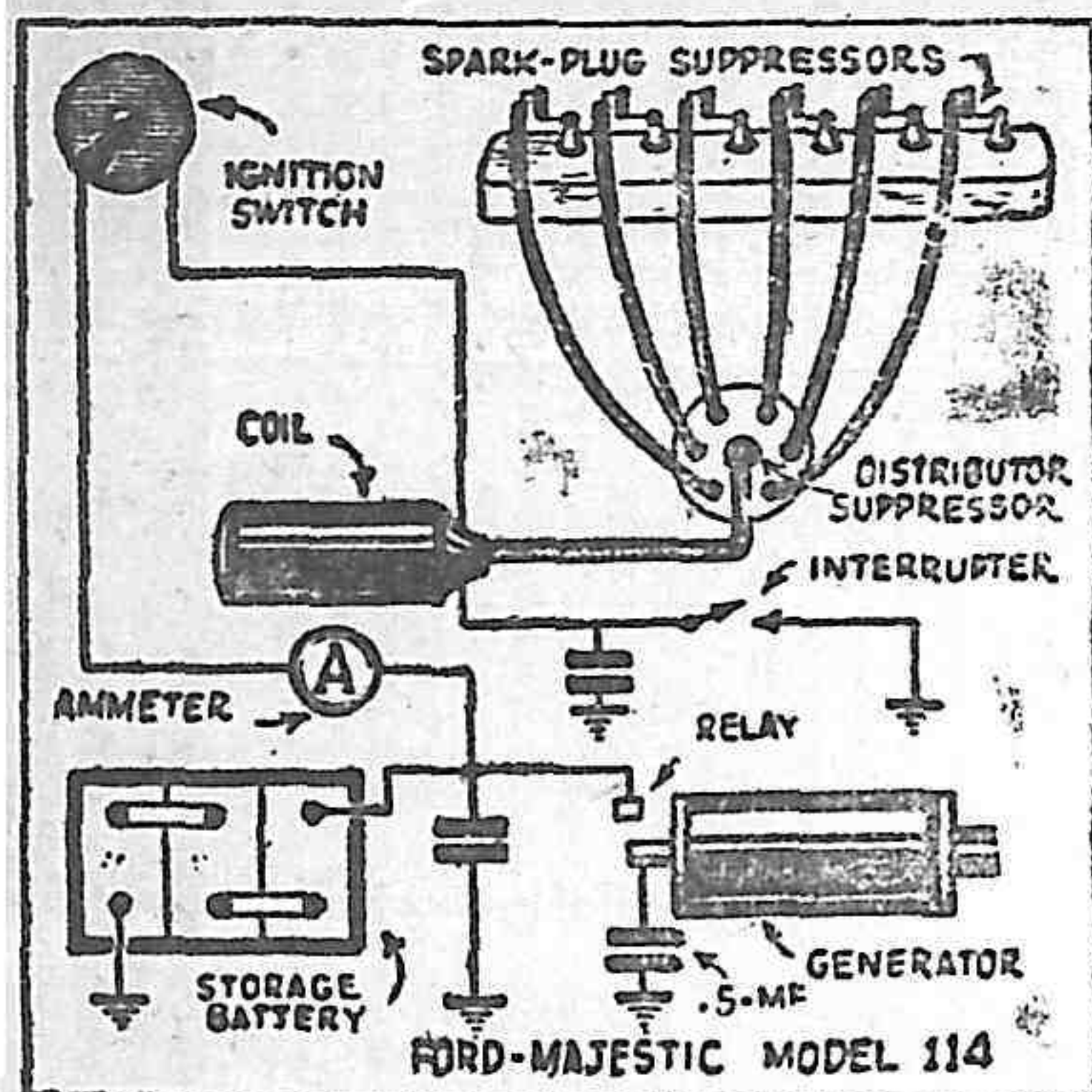


第277圖 電源濾波器

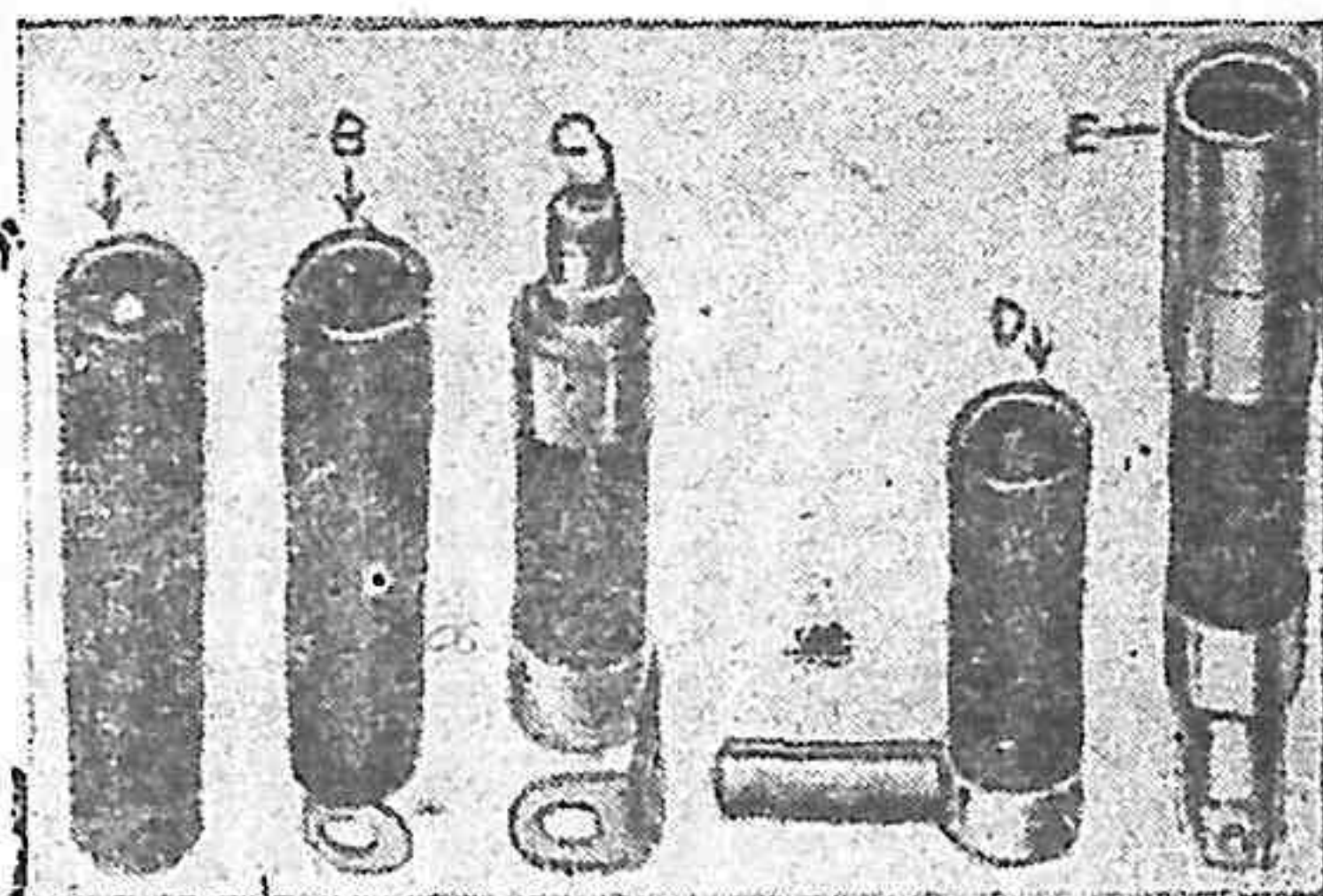
若能知擾亂電源之所在，則濾波器設在此電源之附近，較設在電力線中為有效。第277圖表示用於各種擾亂電源端之濾波器。通常各種接線鈕間，因其能發生強烈之火花，故為擾亂之最大策源地。其兩端另應接兩電容器如圖。

152. 汽車及飛機收音機之防止着火騷擾方法 汽車及飛機對於無線電所發生之騷擾，大部份皆由引火栓 (Spark Plug) 而來。蓋引火栓於發生火花時，其作用猶如一火花發報機，能產生週率甚高之減幅電波。若欲祛除此種騷擾，則可用一 25,000至30,000 歐姆之炭質電阻，與各引火栓串聯，如第278圖。如是則射電週率電流，即在此等電阻中，變成熱量

而消滅矣。此種電阻，稱為消除器 (Suppressor) 者，其構造如第279圖所示。又引擎上之發火分配器 (Distributor)，亦可產生同樣騷亂，故宜另加一消除



第278圖 汽車收音機之防止着火騷擾方法



第279圖 用於汽車收音機之各種消除器

器。欲消除器之得盡其效用，必須使其與引火栓甚近方可。但此種消除器所消耗之熱量甚大，能減小發火熱量，而影響及於引擎之效率。因此飛機上，往往不用此種避免騷擾方法。蓋飛機之安全問題，較無線電尤為重要也。在此情形，唯一方法，祇有將引火栓套於一金屬罩內，而以極粗導線，連此罩於飛機之金屬體。此外如發火線圈 (Spark Coil)，磁電機 (Magneto)，斷路器 (Interruptor) 等，均需全部用金屬罩籠罩，並將罩身連地。又一切接線，應併成一束，套於一連地之鐵管內。

153. 收音機內部之雜聲 收音機中之雜聲，除外來之天電及人造干擾外，尚有內部之雜聲。此等雜聲，大抵可由改良設計，及使用得宜，減低至於最小限度。其來源有下列之三種。

1. 不良機件 傍路或濾波電容器發現間歇的斷路或具有高電阻，可使揚聲器發出破裂聲或甚強之交流電音。任何一電容器斷路或短路，不論其為間歇或恆定的，均足使收音機之工作，失其常態，或完全中斷。在測驗電容器

時，應將其一端，由其他電路內拆下。收音機中之任何電阻，皆得視作雜聲之策源地。其大小往往隨電阻之原料，體積，及所通過之電流而異。若電阻之值，隨時變遷，則收音機內，將發出一種搔爬聲雜音。凡通過電阻之電流，一經超過其額定值，往往可使其成爲喧鬧的。蓋過量之電流，可使電阻發熱，並在炭粒間發生火花。凡模鑄炭質電阻 (Moulded Carbon Resistor)，在使用時，其熱度特別高大，可疑其爲雜聲之創造者。改良方法，祇須換一電阻值相等，電工率較大之電阻即可。線繞電阻 (Wire Wound Resistor) 之熱度，可較模鑄或噴射式炭質電阻爲高。可變電阻，如用於控制音量或靈敏度之調節器，大抵爲雜聲之策源地。其原因在於活動片與電阻線接觸不良，或因生銹而產生。最小之塵埃或物質，墮落於音量調節器內，常使接觸不良，發出雜聲。靈敏度控制器之電阻線，往往被真空管之直流燒毀。補救辦法，爲換去此不良機件。

2. 不良真空管 不良之真空管，可產生交流電音，及搔抓或滴搭聲各種雜音。衰落失真，及不靈敏等現象，大抵亦爲真空管不良之結果。若敲擊真空管之玻璃或金屬殼，而發出鐘聲或破裂聲，亦爲其具有缺點之象徵。電子放射減小，常可引起失真及減低靈敏度。在最靈敏之收音機中，尚有兩種固有的附帶雜聲。第一種稱爲電子之熱鼓動 (Thermal Agitation of Eletron) 係由電子在第一級射電週率放大器之配諧電路內亂動而發生。因其受下設各級放大器之放大，在收音機之輸出處，可聞得一種嗤嗤聲。此種雜聲之強度，係與第一管柵極線圈或導線之熱度，以及週段之寬度成正比例。改良之道，爲應用低損失 (Low-Loss) 之配諧電路，配諧之天線，及天線與柵電路間，具有緊密之耦合。第二種雜聲，稱爲射擊效應 (Shot Effect)，係由第一真空管陰極放射之電子數量，時在變遷，而於屏電路中，產生一雜聲電壓。此雜聲係與屏電流，電路之總阻。以及週帶之寬度成正比例。減小方法，係使第一射電放

大器，具有高的放大率，及應用小的屏電流之真空管。射擊效應及熱鼓動雜聲係作聯珠脈動式輸入，而依配諧電路之週率，作波幅式振盪。換言之，其情形與天電擾亂相同。在超外式收音機中，另有一種嗤嗤聲，係由第一檢波或換週器而來。兩用之混和管，如 6A8 之類，其雜聲較設計完善之檢波與振盪管兩管為大。振盪器之射電週率太大或不足，大抵可引起大的雜聲。在第一檢波器之前，加一級射電週率放大器，大抵可減小此種雜聲。錄蒸氣整流管如 82, 83 之類，能在收音機中產生一種破碎式雜聲。祛除方法，可在整流管之屏極，接一射電週率抗流線圈，或於屏絲間，接一電容器，以阻止射電週率之干擾，輸入於收音機。

3. 線路失調或設計不良 此等干擾，如影射週率，振盪副週率，錯雜調副等，在前各章，已詳加研究，無庸贅述。改良方法，係在第一檢波器之前，添設前置選擇器，射電週率放大器，以及將振盪線圈，妥為隔離，以免高週率電能之放射可也。

附 錄

1. 本書所用各單位之譯名及符號 此等譯名及符號，可由下表求之。例如 Megohm，係由 Mega 及 Ohm 兩字組成，故譯作兆歐姆，而以符號 MEG 代表之。

| 單位名稱 | Micro-Micro 微微 10 ⁻¹² | Micro 微 10 ⁻⁶ | Milli 毫 10 ⁻³ | Centi 厘 10 ⁻² | Deci 分 10 ⁻¹ | Unit 單位 1 | Deca 十 10 ¹ | Hecto 百 10 ² | Kilo 千 10 ³ | Mega 兆 10 ⁶ |
|---------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ampere 安培 | | MA | mA | | | A | | | | |
| Volt 伏特 | | MV | mV | | | V | | | | |
| Ohm 歐姆 | | | | | | Ω | | | MΩ | MEG |
| Mho 姆 | | MO | | | | Mo | | | | |
| Watt 瓦特 | | | mW | | | W | | | KW | |
| Cycle/Second 週/秒 | | | | | | C/s | | | K.C. | M.C. |
| Farad 法拉特 | MF | Mf 或 Mfd | | | | F | | | | |
| Henry 亨利 | | MH | mH | | | H | | | | |
| Bel 倍耳 | | | | | DB | B | | | | |
| meter 米達 | | | mm | cm | | | | | Km | |

2. 美國無線電製造業聯合會之電阻及容量鑿色辨量法
新式收音機應用電阻及容量之處甚多，為便利鑿別其數量起見，美國之無線電製造業聯合會(Radio Manufacture Association)(1) 特創造一種專為炭質電阻及雲母電容器用之鑿色辨量法。在此法中，每個數字，由下列之各種

| | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 數字 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 顏色 | 黑 | 棕 | 紅 | 橙 | 黃 | 綠 | 藍 | 紫 | 灰 | 白 |

(1) 以縮寫為 R. M. A.

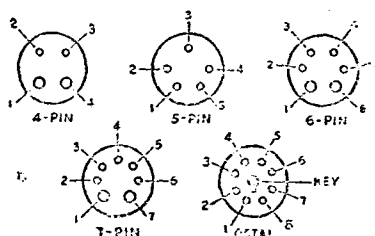
標準顏色代表。每個電阻，分成身，尾，環，而塗以三種顏色。身之顏色，係規定代表電阻之第一數目字。尾之顏色，為電阻之第二字。至於環之顏色，則指一二兩字後之零位數，例如3400歐姆之電阻，其代表顏色，因為身橙，尾黃，環紅。其他均得依此類推。但有時亦有祇用兩色者。例如100歐姆之電阻，身為棕色，尾為黑色，而環色缺如。若按表檢查，則為棕身，黑尾，棕環。實則身環皆棕色，不可以無環色論也，此外亦兼有用四色者，例如17500歐姆之電阻，往往以棕身，紫尾，綠環，紅環，四色表之。

小型雲母電容器，往往用三個塗色點，及一表示顏色次序之箭，代表其容量值。容量之單位為微微法拉特($\mu\mu\text{F}$)。各顏色所代表之數目字，與用於電阻者相同。例如0.00025 $\mu\mu\text{F}$ (250 $\mu\mu\text{F}$)之電容器，可用紅，綠，棕三點表示之。

3. 美製真空管之命名 在1933年之前，美製收音真空管之程式，大抵用一數目字表示之，例如27，56，38等皆是也。但近年因真空管之製造技術，突飛猛進，新的種類，層出不窮，故不久自0至100間各數目字，幾盡被佔去，致使後來者，無插足之餘地。為改善此種缺點起見，美國之無線電製造業聯合會，特於1933年，規定一種新的真空管命名方法如下：每一真空管，有三個字每。第一及第三兩字，為數目字。中間所隔之第二字，則為一亞拉伯字母。第一數目字，係指絲極電壓，而依如下之規則分配：數1屬2伏特類真空管，如1A6，1C6等。數2屬2.5伏特類真空管，如2A3，2B7等。數6屬6.3類真空管，如6A6，6A7，6D3等，餘可類推。中間之亞拉伯字，用於區別真空管之程式，但無任何意義。惟整流管則一律自Z字起算。又第三數目字，係表示真空管在管外所具之有用輸出極。例如2A5，有五個有用輸出極，即一授熱極，一陰極，兩柵極，以及一個屏極是也。此方法之利益，在於由真空管之名字，可約略推知其程式與應用。例如2A3，由其末字3，可知有用之輸出極為3。同時第二字並非Z故知其必非整流管，而為一三極管。再由第三數目字2，知其

實屬於2.5v類之一只交流管也。

4. 美製真空管之插足 美製真空管之插足，分四，五，六，七，八，五種。除五足與八足式外，其他各式之兩絲極插足，特別粗大，故極易辨認。除八足式外，各插足均依下列之次序編排。按照管底看去，左手之絲極足為1，其他各足之號數，可依順時針方向，依次推算，而至於右手之絲極足為止。在八足式中，1號足係在鑰(Key)之左端(第280圖)。



第280圖 美製真空管之插足圖

為易於辨認何極接何足起見，真空管之各極，往往用下列各字母表明。F, F, 或 H, H, 為絲或授熱極，C, 或 K, 為陰極，P 為屏極等等。在多柵真空管中，各柵依其所佔地位編號。最近陰極者為1，其次為2，等

等。凡需要內容量甚小之真空管，其射電週率控制柵，大抵在管之頂部。

5. “G”及特選管當今所有之收音真空管，其數量之多，令人驚異，不知所從。實則有甚多真空管，其特性相同，祇差絲極電壓而已。故其種類，並不若始料之為多。

實際上，當今所用之玻璃管，大抵均有八足底座者。此種真空管，有一 G 字附於其程式字母之後。有數種，其特性係與全金屬管所具者相同，故擁有全金屬管之程式名稱，而於尾部加一 G 字。例如金屬管 6K7 之相對玻璃管，為 6K7G。其他“G”式管，則為玻璃之重複品。此外亦有屬於新出之程式，而具有八足式底座。

當今各收音機中最通用之真空管，約有十四種。在每種中，又可分成金屬，八足玻璃 6.3v，舊式玻璃 6.3v，舊式玻璃 2.5v，八足玻璃 2.0v，舊式玻璃 2.0v，等六類。照此分類法之各種通用真空管，可列成一表，以便設計與製造

收音機時，易於選擇，而稱之曰特選管(Preferred Tubes)。在設計製造新收音機時，又可不必計及各舊式管，於是祇存金屬，6.3玻璃，及2.0v玻璃三類。因此若選定絲電壓後，設計者約有十四只真空管，可作為決定取捨之道。

| PREFERRED RECEIVING TUBE TYPES BY FUNCTIONS | | | | | | |
|---|-------------|-------------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|
| Descriptions | Metal Octal | Glass 6.3V. Octal | Glass 6.3V. Old | Glass Old 2.V | Glass 2.0v Octal | Glass 2.0v Octal |
| General Purpose Triode | 6C5 | 6C5G 6J5G | 76 | 56 | 1H4G | 30 |
| High μ Triode | 6F5 | 6F5G 6K5G | | | | |
| R. F. Amplifier, Sharp-cut-off | 6J7 | 6J7G 6U7G | 6C6 | 57 | 1E5G | 1B4 |
| R. F. Amplifier Variable- μ | 6K7 | 6K7G | 6D6 | 58 | 1D5G | 1A4 |
| Twin Diode | 6H6 | 6H6G | | | | |
| Duplex-Diode Pentode | 6B8 | 6B8G | 6B7 | 2B7 | 1F7G | 1F6 |
| Duplex-Diode G. P. Triode | 6R7 | 6R7G 6V7G | 85 | 55 | 1H6G | 1B5 |
| Duplex-Diode High- μ Triode | 6Q7 | 6Q7G 6B6G | 75 | 2A6 | | |
| Pentagrid Converter | 6A8 | 6A8G 6D8G | 6A7 | 2A7 | 1D7G 1C7G | 1A6 1C6 |
| Pentagrid Mixer-Amp. | 6L7 | 6L7G | | | | |
| Pentode Power Amp. | 6F6 | 6F6G 6K6G | 42 (41) | 2A5 | 1E7G 1F5G | 1F4 33 |
| Triode Power Amp. | | 6B4G 6A5G | 6A3 | 45 2A3 | | 31 |
| Twin Triode Power Amp. | 6N7 | 6N7G 6Y7G | 6A6 | 53 | 1J6G | 19 |
| Direct-Coupled Power Amplifier | 6N6MG | 6N6G | 6B5 | | | |
| Beam-Type power Amp. | 6L6 | 6L6G 6V6G | | | | |

一
收

1

新式收音機綫路詳解

此書有著作權翻印必究

中華民國二十四年十月十日初版

中華民國二十八年一月一日再版

(每冊定價大洋二元二角)

(外埠另加郵費五分掛號費八分)

編著兼發行者 邱 越 凡

印刷者 竟成印刷所
上海英洽路北沈域橋長吉里三號
電話九四五三二

代銷處 上海 作者書社
福州路二七一至三號

亞美公司
江西路三二三號

無線電報務員須知

范鳳源著 每冊一元六角

本書備載國際無線電公約規則，及交通部電信規則，計字方法，一切國內外電訊價目，通報方法，縮語字典，各省重要地點中英文名稱；又列入全國船舶軍政定向固定公私電台之呼號及一切最新頒布之波長分配用法，國際呼號新規定，航空 P A N 與 M A Y D A 呼救呼字，電傳乙縮語等，至為詳盡。出版以來，業已年餘，行銷幾遍全國。茲已再版增訂。每冊仍取書價一元六角，郵票七分。惟存書無多。

實驗乾電池製造法

范鳳源著 每冊二元

本書著者完全依照實驗方法，用銅版圖詳示一切手續，清晰明瞭。並有準確成分，配製一切，如錳粉與石墨粉等之配成填料柱，綠化銻，綠化錳，綠化鈣，重鉻酸鉀，明礬，玉蜀黍粉，昇汞等之配合漿糊。皆有極優等之試驗成績報告。本書對於實驗製造上之一切困難失敗之處，莫不詳述殆盡。故按書製造無不成功。本書著者且負責通函答覆一切疑難問題，并保證讀者製造成功，天虛我生。生謂此書於乾電池製造方法，所述既詳且盡，足使讀者專攻一業達其成功之目的。

無線電字典

范鳳源著 每冊二元

本書為初學無線電者不可不備之書，全書依英文字母排列次序，一一註明意義，詳為解釋。此外並附有各種線路圖，使學者一覽無餘，完全明瞭。

無線電習題詳解

范鳳源著 每冊八角

本書將無線電學上一切習題，詳為解答，並用算術代數，排式列出，使初學者易於演習，明瞭其中變化。對於學習無線電學方便不少。