

# 超等外差接收機

潘 人 庸 編 著  
吳 嘉 城

華無線電社出版

再 版



# 超等外差式接收機

潘人庸 編著  
吳嘉城 校訂  
王輔民

新華無線電社出版

上海郵箱四〇三一號

1 9 5 0

本書有著作權不得翻印

# 超等外差式接收機

公元一九五一年二月三版

|     |   |   |      |
|-----|---|---|------|
| 編著者 | 潘 | 人 | 庸    |
|     | 吳 | 嘉 | 城    |
| 校閱者 | 王 | 輔 | 民    |
| 繪圖者 | 康 | 際 | 旺    |
|     | 華 | 輔 | 根    |
| 發行者 | 高 | 雪 | 輝    |
| 出版者 | 新 | 華 | 無線電社 |

上海郵箱四〇三一號

經售者 全國各大書店及無線電行

精裝每册基價 廿二元  
平裝每册基價 十二元

壹萬貳仟元  
匯兌不通處得以郵票代現寄費依實加收概照郵購簡章辦理

401 增訂  
21版

## 實用無線電讀本

潘人庸編著

本書治理論實驗於一爐，文字通俗，取材新穎，切合實用，並處處顧到我國實際需要，作為學校課本與自修閱讀，無不適宜。本書最大的特點，不僅竭力避免繁複的數學演算，而且不憚其煩地對基本理論作反覆詳細解釋，並儘量使各單元結合到實際。故不但對於自修者有相當的好處，就是對於在學者在離開教師時，亦不無幫助。故銷數較廣，現已五次增訂 21 版。

402 六版

## 實用無線電圖表

潘人庸編著

本書係根據世界無線電名著 Radio Data Chart 一書增訂編譯而成，書中集實用圖表四十幅，加以詳細之說明，舉凡各種線圈變壓器容電器等實用設計，一索即得。

403 三版

## 少年無線電實驗

吳嘉城編著

本書原係德國通俗科學名著，各國均有譯本，全書是怎樣利用一組簡單的材料，作近八十種有趣味的無線電實驗，例如電報練習器，礦石收音機，一燈收音機等，本書最大之特點，即注重觀念的啓發，不叫讀者一味模仿。

404 再版

## 少年電器實驗

吳嘉城編著

本書為前書之姊妹讀物，亦是利用一組簡單材料，作近七十種電器實驗，例如開關，起重機，小電表，小電池，發電機，電動機，電鈴，電鎖，小電話等，均具體而微，輕而易舉，使讀者於興趣盎然中，接受高深之電學智識。

405 三版

## 實用無線電通訊手冊

王愷新編著

本書著者本其多年之教育及工作經驗編著而成，簡要，實用，尤重機務常識，並附收報機參考路線，可作初學讀本，亦可作報務員之參考，全書十餘萬言。

406 增訂  
再版

## 超等外差式接收機

潘人庸編著  
吳嘉城

本書取材：豐富而新穎，實用而扼要，有理論，有公式，然無不着邊際之感，全書分成六章，共十餘萬言，圖版一千方寸，按章均附參考書目，達一百二十種之多，可作專門研究外差接收機之階梯。

407 新版

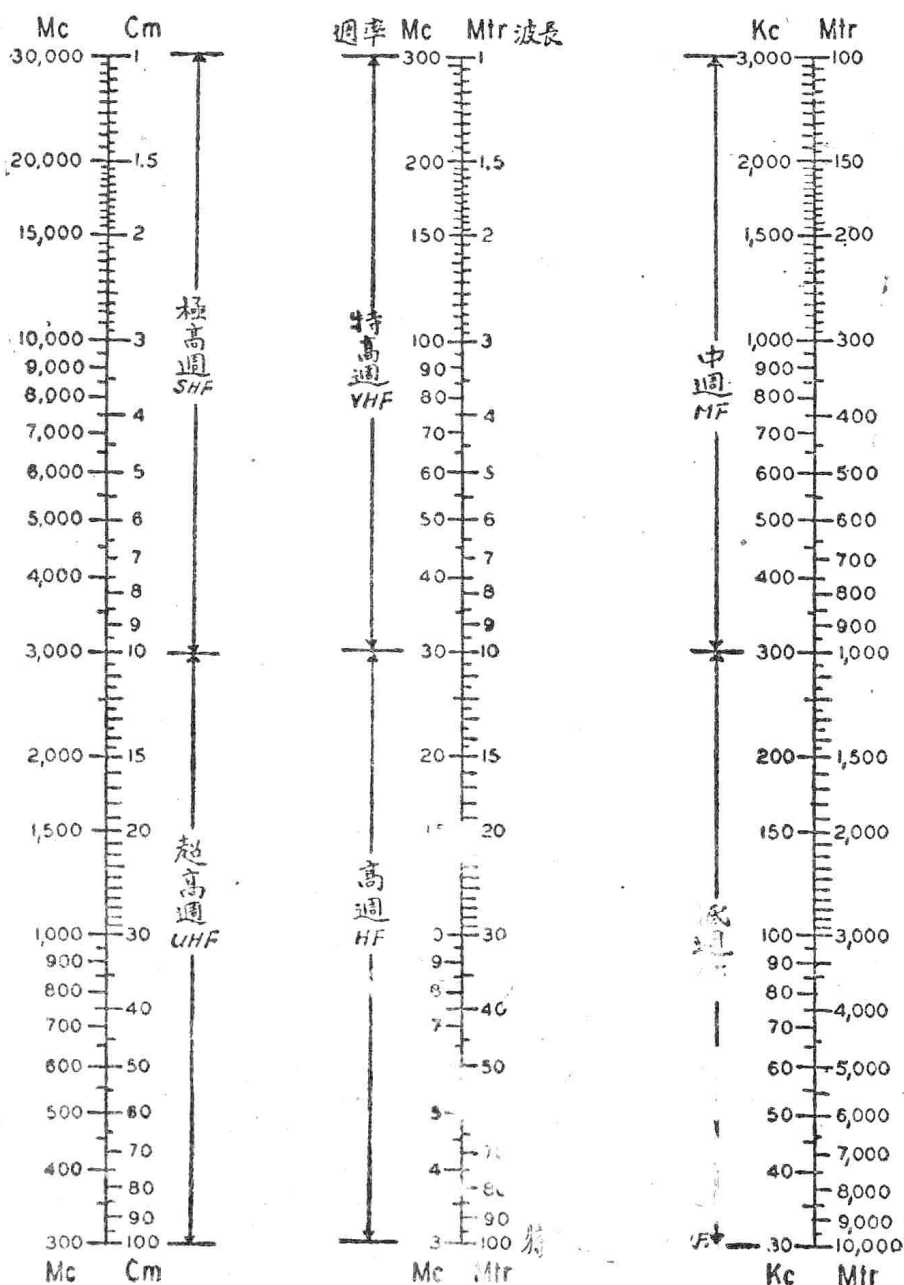
## 真空管的知識

鄭守淇編著

本書是一本專門討論真空管的書籍，簡單地分成四章，即（一）電子管的總論；（二）二極真空管；（三）三極真空管；（四）多極及複式電子管。共約十九萬字，180餘頁，內容雖比較高深，但關於基本理論及構造的說明方面，尚有獨到之處，可作教本或參考讀物。

此外尚有『外差收音機及擴音機製造法』及『電子管技術』等書，如欲於出版時通知，望告姓名住址。

週率與波長對照及週率分段表 (附錄三)



註：實用無線電讀本第二章中之波段的五種分法是以通訊為主要的分法，茲將最近一般的六種分法列表如上。表中Mc=兆週/秒或兆赫。Kc=千週/秒或千赫。Mtr=公尺，Cm=公分。

# 超等外差式接收機目錄

## 第一章 緒 論

|                  |   |
|------------------|---|
| 1.1 超等外差接收機之發軔史略 | 1 |
| 1.2 超等外差接收機之一般理論 | 4 |
| 1.3 中週放大之利益      | 5 |
| 1.4 超等外差接收機之選擇性  | 5 |

## 第二章 超外差接收機諸問題

|                    |    |
|--------------------|----|
| 2.1 本機振盪之配準回路      | 8  |
| 2.2 對於超等外差接收機之各種擾亂 | 15 |
| 2.3 本機振盪器          | 19 |
| 2.4 雜音             | 22 |
| 2.5 雜音抑制裝置         | 24 |
| 2.6 側波之消除          | 27 |
| 2.7 全波接收機          | 29 |

## 第三章 混 週 管

|                   |    |
|-------------------|----|
| 3.1 混週管之理論        | 33 |
| 3.2 6A7 等五柵混週管之特性 | 40 |
| 3.3 混週管之回路        | 45 |
| 3.4 6L7 之特性       | 56 |
| 3.5 6K8新式混週管之特性   | 61 |
| 3.6 新穎的 6SA7 混週管  | 66 |

## 第四章 中間週率放大回路

|                |    |
|----------------|----|
| 4.1 中間週率值之選定   | 70 |
| 4.2 中週週率放大回路   | 71 |
| 4.3 中週變壓器之設計   | 74 |
| 4.4 使用鐵心之中週變壓器 | 79 |
| 4.5 可變選擇性      | 83 |
| 4.6 晶體濾波器      | 89 |

## 第五章 自動音量控制

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 5.1 A. V. C. 之工作       | 96  |
| 5.2 A. V. C. 電路        | 97  |
| 5.3 延遲 A. V. C.        | 103 |
| 5.4 擴大 A. V. C.        | 105 |
| 5.5 A. V. C. 之電壓分配     | 107 |
| 5.6 靜寂 A. V. C.        | 108 |
| 5.7 接受 A. V. C. 作用之真空管 | 110 |
| 5.8 調整自動指示裝置           | 111 |

## 第六章 自動週率控制

A. F. C.

|               |     |
|---------------|-----|
| 6.1 自動週率控制之作用 | 115 |
| 6.2 鑑別器       | 116 |
| 9.3 控制器       | 119 |

# 超等外差式接收機

## 第一章 緒論

### 〔1·1〕超等外差式接收機之發軔史略

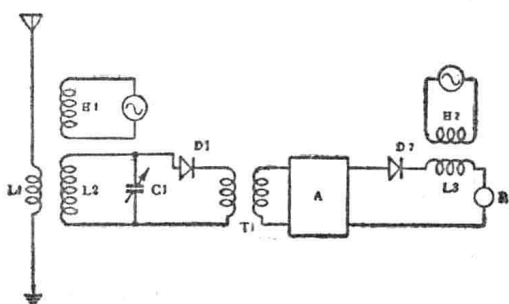
無線電通信初期重要目標之一，在於如何能够接收遠地微弱之電訊。故接收機之靈敏度 (Sensitivity) 應以愈高愈好。

爲了達到此種期望，遂有超等外差式接收機 (Super Heterodyne) 之發明。至其起源，實可說始於1901年費信惇 (Fessenden) 之理想。他以爲若同時發射兩種週率稍異之電波，再使接收機將此兩種電波混合而檢波之，即能得其差週 (Beat)。吾人通信，即可利用之。此爲吾人欲利用差週率 (Beat frequency) 以達上述目標之嚆矢。

其後1913年，羅德 (H. J. Round) 設想若使一個真空管發生振盪，再引入外來之高週率電波，則在此管中途有差週作用，然後再將此差週檢波之，即得低週電壓。此乃單管外差式接收機之原始，也就是自差法 (Autodyne method) 之最初理想。

及至首次世界大戰開始，協約國及德國兩方面都因爲軍事上的需要，努力研究靈敏度甚高之接收機。居於美國遠征軍之阿姆斯屈郎 (E.H. Armstrong) 亦爲熱心研究者之一，他以爲若將外來輸入訊號加以接收機所產生之振盪電波，而後得其差週 (亦即中間週率 Intermediate frequency) 放大之，其效率較直接以原來輸入訊號放大爲佳。然後可再將中間週率檢波而得音週率 (亦即低週率 Audio frequency) 此即現在超等外差式接收機原理之始。阿姆斯屈郎之線路如第1·1圖所示。

在圖中， $L_2C_1$  因與  $L_1$  耦

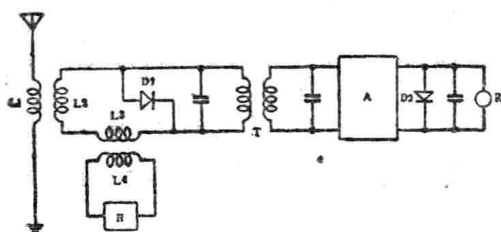


第1·1圖：阿氏原始外差式接收機線路簡圖

合，故與輸入電訊共振。同時本機振盪電波由線圈  $H_1$  供給， $H_1$  與  $L_2$  耦合後遂將輸入電訊變成中間週率。之後，經過  $T_1$  而達放大器  $A$ ，電訊在此處放大後，由  $D_2$  檢波而流至聽筒  $R$ 。

若輸入電訊為持續的等幅電波（A—1型），則再用第二本機振盪  $H_2$ ，而得可聞之差週。

同時，在德國方面也有史却基（W. Schottky）氏作與阿姆斯屈朗同樣之



第1·2圖：史氏原始外差接收機線路簡圖

設想（1918年）。第1·2圖即為史却基之線路，大體上與阿姆斯屈朗設計者相似。

1918年大戰終了後暫時一期間，超等外差式接收機並無顯著進步。因為大家都感到無此必要，其原因在於它的甚強

放大能力之同路固然需要，但此時電力強大之電台易於作成，發射方面既強而有力，接收方面似乎不必講究了。

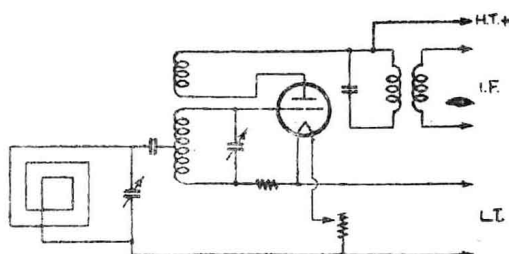
及至1921年，關於超等外差式並無重大更改。一直等到無線電話出現，超等外差式遂有飛躍的發展。雖然如此，但亦仍未普遍，考其原因，約有下列數端：超等外差式接收機比普通直線式接收機不僅需要較多之真空管，且另件亦較多，故價格高昂。又，超等外差式接收機中必須裝有振盪部分，此部分與增強輸入信號電流無關，故被人視為累贅。此種超等外差式接收機比之一設平差式（Neutrodyne），及障柵管出現後多級高放之直線式接收機實無可取之點。

在此期間，超等外差式之研究，亦曾致力於減低真空管數目這一點上，對於將本機振盪器與第一檢波併合於一管之研究，更為發生興趣。例如Trodyne即為一種進步，然此並不優於另用別管以為本機振盪，且輸入回路與振盪回路因相互作用遂有重大之缺點存在（參照第1·3圖）。

自多極真空管出現以後，對於此方面之研究更為努力，多極真空管既為適

合各種不同目的而製造，那末難道不能造出一種專用於混週之真空管嗎？及至後來五柵混週管出現之後，此問題才告解決。

1926年頃，美國廣播事業極度發達，廣播電台（



第1・3圖：TRODYNE 線路圖

Station）之數目及發射電力急驟增加，因此接收機之選擇性（Selectivity）佳良與否，就成為考慮範圍內之問題了。

於是，超等外差式接收機之優良選擇性就被人重視，研究之風，重又展開。

不過，在當時，超等外差式接收機尚有一為直線高放式接收機所沒有之麻煩問題，即有種種妨害差週之障礙未能除去。又，在接收強力電台之廣播時，因有倍週（或副波）之故，在作調整用度盤上之不同數點，均能收聽，且無單一調整之方法，故若與直線高放式接收機相比，實無優點可言。惟以後為解決此問題而經無數人努力之結果，遂製成一全交流式之單一調整超等外差式接收機，即如今日我人所用者。

因為廣播技術不斷進步之故，接收機中再生管之音質問題，當然成為重要了。超等外差式接收機之初期，因其對高週波所用之真空管並不如現今之佳良，又為得穩定之中週放大之故，致使中週甚為低下及選擇性極度尖銳（側帶波全被消除），故所得之音質非常惡劣。及至障柵真空管出現，穩定之中週放大毫無問題時，中間週率就可用得比較高一些，同時中週放入回路中，可利用選界濾波器（Band pass filter）之特性，遂有良好之音質。超等外差式接收機才能發揮直線高放式接收機所未有之特長。

降至今日，一切中上等之接收機可說沒有不用超等外差線路者。

選界濾波，中週混成皆由於科學的精密設計之故，遂得良好之再生電訊。又在電波放大之前，加前置選擇（Pre-selection）回路，以除去各種障導，又

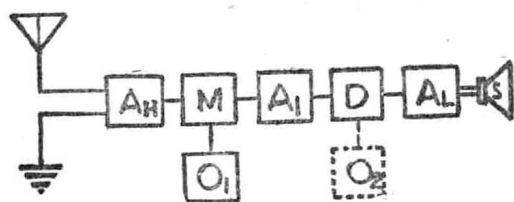
利用特製之混週管 (Mixer Tube) 使週率變換之效率較高，又以二極管為第二檢波能減少再生音質之失真，再加之 A. V. C. 裝置以減輕衰落 (Fading) 現象，其接收遠地電波亦能勝任愉快。

最近，由於使用可變選性中間週之故，以及裝置自動調整指示器，並設計 A. T. C. 回路等，處理接收機亦極為容易。是以接收機之靈敏度，選擇性，真實度 (Fidelity) 和穩定度 (Stability) 莫不以超等外差式為首屈一指。

### (1.2) 超等外差式接收機之一般理論

於是，請先一述超等外差式接收機之一般原理。超等外差式接收機之基本作用乃根據外差 (Heterodyne) 現象而成。而外差現象在無線電工程學上說來，乃是混合兩種週率相異之振盪電流時，能得出另一週率，即與上兩者均不同之新的振盪電流之現象。

設有兩振盪電流，其週率為  $f_1$  與  $f_2$ ，混合後電流之振幅 (Amplitude) 遂以週率  $f_1 \sim f_2$  而變化 (關於週率變換之理論將述於後)。此  $f_1 \sim f_2$  即稱曰差週率 (Beat frequency)。現在假定  $f_1$  為外來電波之週率， $f_2$  為接收機本身振盪器所產生電流之週率，兩者混合後因外差作用而發生之差週率，其數目自數十 KC 至數百 KC —— 此差週率即所謂中週率 (Intermediate frequency)，將此中週電流放大，即為超等外差式之特徵。



第1.4：圖超等外差式接收機工作系統圖

第1.4圖即為超等外差式接收機之系統圖解。由天線所誘起之訊號電壓，用  $A_H$  作高週放大，在此處將吾人所需要之訊號電壓 (週率  $f_1$ )，選擇放大之後導

入混週回路 (Mixer circuit) M，在M中又有由本機振盪  $O_1$  所產生之以  $f_2$  為週率之振盪電壓，兩者因外差作用遂合成一個以  $f_1 \sim f_2$  為週率之中週電壓。此中間週率我國普通用 175KC 或 465KC ……等。

所得之中週電壓經  $A_1$  中週放大，再由 D 檢波回路檢波後遂成低週電流，爲聽覺範圍所能及，可再用一  $A_L$  作低週放大，而後到揚聲器 S 發出聲音。

超等外差式接收機之所以不避如此複雜者，乃爲使高週、中週、低週三段均有放大性與選擇性；尤其爲得到強大之放大效率、尖銳之選擇性，與極高之真實度之故，此等特徵，亦即是超等外差式接收機在今日能確保其地位之理由。固然，若各部份設計不當，則亦不能發揮其特長，這些問題，將逐一詳論於後各章。

倘有在接收 A-1 型之等幅電波時，還不能讀出其訊號，必須再設置第二本機振盪，（如圖中  $O_2$ ）使已成中週之訊號電波變成可聞之差週而聽取之。

### (1.3) 中週放大之利益

由差週作用而得中週後才加以放大，其理由如次。

因爲週率一定，故中週放大器之回路，可得最容易工作之調整裝置。調整回路之動電 (dynamic) 阻力  $L/CR$  亦能配定於能率最佳之一點。調整曲線若已調整到真實度高及選擇性甚優之一點上，則雖然信號週率少許變更，亦可無須如直線高放式接收機樣需要時時之調整。在直線高放式接收機之場合，其靈敏度之變化與選擇性之變化受輸入電訊之週率變化（亦即調整回路之  $L/CR$  之變化）影響甚大。

由於中間週率甚爲低下，故  $L/CR$  極大，此可減少真空管內儲量影響，故放大能力可較高週放大爲高。

在極簡單之超等外差式接收機，亦有不設置中週放大部份者。然雖如此簡單，此等接收機與其有同等真實度及選擇性之直線高放式接收機相比亦有十分存在之價值。

### (1.4) 超等外差式接收機之選擇性

目下設計接收機時所應考慮問題之一，在於如何能够從無數電台所發射之電波中選取自己所需要收聽者，簡言之即爲選擇性問題。

普通接收機妨害中之最感麻煩的問題，無過於所希望接收之週率，為其鄰近週率電台所發射電波之擾亂，即造成所謂混信現象。能免除上述擾亂者即稱曰主波道 Adjacent channel 選擇性（此外尚有第二波道 Second channel 妨害及差週妨害，暫且不論）。

超等外差式接收機現在所以被人廣泛應用之因原，也可說在於它對主波道有選擇性這一點。至於為什麼會有此種選擇性呢？也由於如前所述變換中間週率之故。

今設欲接收之訊號電波週率為 900KC，本機振盪器週率為 1000KC，則中間週率為——

$$1000 - 900 = 100\text{KC}$$

在上述 900KC 週率附近設另有以 910KC 週率之電波，則此 910KC 週率之電波與本機振盪器 1000KC 週率混合後，所得之週率為——

$$1000 - 910 = 90\text{KC}$$

由此可得離調度（Off tune）當為：即希望電波（吾人所欲接收者）與本機振盪器而變成之差週，對混信電波與本機振盪器而變成差週兩者之差；再與差週率推比而得之百分率。可以上例列式如下——

$$\frac{(1000-900) - (1000-910)}{100} \times 100\% = 10\%$$

若以不變為中週場合而論，則希望電波 900KC 對於混信電波之離調度如下：

$$\frac{910-900}{900} \times 100\% = 1.1\%$$

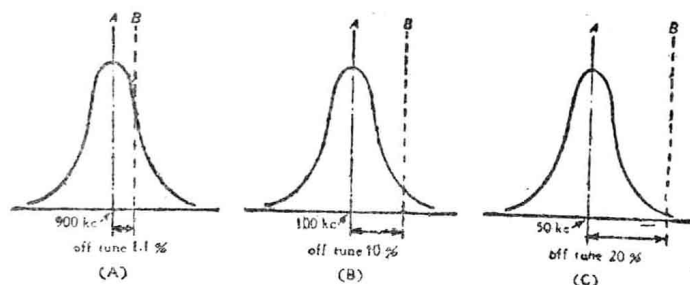
如果中週及信號週波兩者之調整回路  $Q (= \omega L/R)$  相等，則可知後者之混信程度更為嚴重。

又，若本機振盪定為 950KC，則中週即為  $950 - 900 = 50\text{KC}$ ，而混信週率仍為 910KC，則對於中週調整回路之離調度為——

$$\frac{50-40}{50} \times 100\% = 20\%$$

如此可以速減混信之擾亂。現在再將此等關係示之如圖 1.5 (B) 與 (C) 係調整回路  $Q$ （即與調整曲線之形狀相同時）相等時混信狀態與不相等時之混信

狀態 (A) 相比較而得之圖。由此可明白地看出超等外差式接收機減少混信擾亂之能力，再若中間週率愈低，則混信程度將愈減。亦即Adjacent channel 選擇性愈佳之意也。



A—調整週率      B—混信週率

第 1.5 圖：外差式之選擇性曲線

## 參 考 文 獻

- (1) The Heterodyne Receiving System and Notes on the Recent Arlington Salem Tests. I. R. E., 1913, July
- (2) The Theory of Superheterodyne Receivers. I. R. E., 1915, June
- (3) Quantitative Relations in Detector Circuits. I. R. E., 1917, Feb.
- (4) A Study of Heterodyne Amplification by the Electron Relay. I. R. E., 1917 April
- (5) The Amplification Obtained by the Heterodyne Method of Reception. I. R. E., 1918, Oct.
- (6) E. V. Appleton and May Taylor On Optimum Heterodyne Reception. I. R. E., 1924, June
- (7) A Double Superheterodyne. W. E. E. W., 1928, Dec.
- (8) E. H. Armstrong Recent Development in Superheterodyne Receivers. I. R. E., 1919, Mar.
- (9) Consideration in Superheterodyne Design. I. R. E., 1930, April

# 超等外差式接收機

## 第二章 超等外差式接收機諸問題

### (2.1) 本機振盪器之配準回路

因超等外差式接收機採用單一調整 (Single dial Control)，故振盪回路之跟踪或配準 (Tracking) 問題甚為重要。即訊號調整回路與振盪調整回路間，可變容電器轉至任何角度時，所差得之中間週率必須保持不變。然而因為訊號調整回路與振盪回路所調整週率範圍各異，故並不如其多級高週放大接收機之簡單。

此種保持一定差週率之方法：現在所用者約有三種。

(1) 應用直線週率式 (Straight-line Frequency type) 容電器。

此種方法，祇有在下述情形才設置之：振盪回路容電器之動片與訊號調整容電器之動片僅在為得到適當差週率之必要時，才變更其位置。因其僅變更角度，致容電器可調整範圍減少故不利。故此種方法在中間週率對於訊號週率有相當大比率之場合不合用。

(2) 應用在振盪調整容電器之動片有特殊之構造。

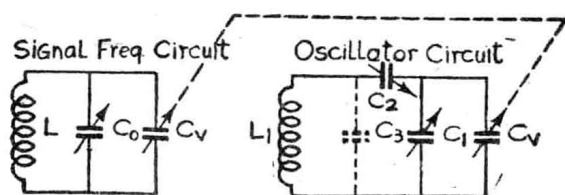
用此方法時，容電器經特殊設計而成，頗為複雜。較下列之 (3) 法稍佳，惟試驗時調節困難，製造價格高昂。

(3) 此方法係將振盪回路及訊號回路共裝於一連動之容電器而使用之，在振盪回路中，又插入串連或並連容電器以為配準之用。

上述 (2) (3) 方法之中，如欲自製，當以 (3) 法便利。至於大量製造則 (2) 法如何呢？(有人也許會這樣問)，然而所謂大量製造並非理論問題而是實際問題。實際問題當較理論問題為困難，蓋不僅須把工廠之組織、技術、經濟諸問題置於考慮範圍之內，且任何一法均不能一概而論，故以著者見地看來，目下當以第三法適於大量製造。

在我國，一般採用 (3) 法，茲就此法述於下，其情形恰如第 2.1 圖所示。

用此方法時，其振盪回路調整容量變化之範圍較訊號回路調整容量之範圍略小，是以不得不採取振盪週率恰高於訊號週率之中間週率這一點上。

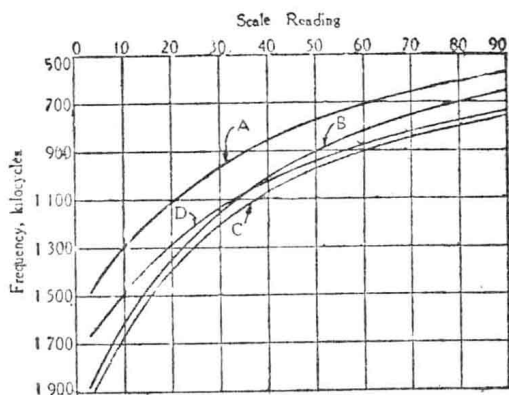


第 2.1 圖：訊號回路與振盪回路

振盪回路之調整及補償電器 (Padding and Trimmer condenser) 之作用如 2.2 圖所示。

圖中 A 曲線係示訊號回路之調整週率對度盤之

關係，B 曲線係示振盪回路 (在無  $C_2$  及  $C_1$  之時) 同樣之關係，可見兩曲線之差週率並不一定。(在  $90^\circ$  時差 100KC,  $10^\circ$  時差 300KC)。C 曲線係示加入墊整  $C_2$  時之關係。D 曲線係示  $C_2$  及補償  $C_1$ ，加入時之關係。若用適當之  $C_2$  及  $C_1$ ，則現於度盤 (Dial) 之訊號回路及振盪回路之差週率恒保持一定。(在  $90^\circ$  差 180KC,  $10^\circ$  差 200KC)。



第 2.2 圖：調整週率與度盤數之關係

依據此方法，輸入訊號週率在於某週段之場合，則凡能造成一定中間週率之訊號週率，在理論上說起來，必定在某週率段之數週率上，至其他週率則不必一定為中間週，但如用  $C_1$  及  $C_2$  之值甚為適當，則偏差程度可以忽略不計，所謂大同小異。

如此說來，此種可得一定中間週率之訊號週率可稱之配準週率 (Tracking frequency)。

茲為簡單起見，可將第 2.1 圖中之  $C_0$  及  $C_s$  忽略之 (尤其可設想  $C_0$  及  $C_s$  僅為  $C_v$  之一部分)，則振盪回路之調整容量  $C_{osc}$  乃由  $C_1$ ,  $C_2$  及  $C_v$  合成，即：

$$C_{osc} = C_2 \frac{(C_1 + C_v)}{C_1 + C_2 + C_v} \quad (2.1)$$

於是

$$\begin{aligned}
L_1 C_{\text{osco}} &= L_1 C_2 \frac{(C_1 + C_v)}{C_1 + C_2 + C_v} \\
&= L_1 C_2 \frac{LC_1}{L(C_1 + C_2)} \cdot \frac{\frac{LC_v}{LC_1} + 1}{\frac{LC_v}{L(C_1 + C_2)} + 1} \\
&= L_1 \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \cdot \frac{\frac{1}{LC_1} + \frac{1}{LC_v}}{\frac{1}{L(C_1 + C_2)} + \frac{1}{LC_v}} \quad (2.2)
\end{aligned}$$

故

$$\frac{1}{L_1 C_{\text{osco}}} = \frac{1}{L_1 \left( \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \right)} \cdot \frac{\frac{1}{LC_v} + \frac{1}{L(C_1 + C_2)}}{\frac{1}{LC_v} + \frac{1}{L(C_1 + C_2)}} \quad (2.3)$$

茲以 (2.3) 式中之  $1/LC$  均可代以  $(2\pi f)^2$ ，則同樣：

$$\left. \begin{aligned}
\frac{1}{LC_v} &= (2\pi f)^2 \\
\frac{1}{LC_1} &= (2\pi l)^2 \\
\frac{1}{L_1 \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}} &= (2\pi m)^2 \\
\frac{1}{L(C_1 + C_2)} &= (2\pi n)^2
\end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

再以 (2.3) 式代入，得：

$$(2\pi f_0)^2 = (2\pi m)^2 \frac{(2\pi f)^2 + (2\pi n)^2}{(2\pi f)^2 + (2\pi l)^2}$$

此即

$$f_0^2 = \frac{m^2(f^2 + n^2)}{f^2 + l^2} \quad (2.5)$$

但  $f_0$  為振盪速率， $f$  為訊號速率。

再將 (2.5) 式以  $f_0 = f + f_1$  ( $f_1$  為中間速率) 代入整理之，則可得——

$$f^4 + 2f_1 f^3 + (f_1^2 + l^2 - m^2)f^2 + 2f_1 l^2 f + f_1^2 l^2 - m^2 n^2 = 0 \quad (2.6)$$

上述方程之正實根即為配準週率。設此方程式之根（四次方程式應有四根）為  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  及  $F_4$ ，則由 (2.6) 式得——

$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = -2f_1$$

$$F_1 F_2 + F_1 F_3 + F_2 F_3 + F_4 (F_1 + F_2 + F_3) = f_1^2 + l^2 - m^2$$

$$F_1 F_2 F_3 + F_4 (F_1 F_2 + F_1 F_3 + F_2 F_3) = -2f_1 l^2$$

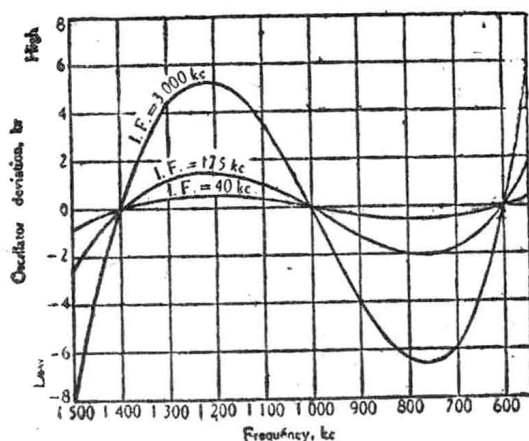
$$F_1 F_2 F_3 F_4 = f_1^2 l^2 - m^2 n^2$$

由上述第一式看來，則 4 根中必須有一根為負才能適合，故知由此方法而

得之配準週率最多祇能有三個（即四個中之一負者除外）。

此三點以外之訊號週率多少發生偏差，已如前述，惟如選用適當之回路常數，實用上可不致有多大問題，即如第 2.3 圖所示。

此種偏差，如訊號週率為一定時，則將達如中間週率之高大。



第 2.3 圖：各值中週在三個配準點外之偏差度

關於此種  $C_1 C_2$  之適當值之計算，有各種方法，此處所述，係 H. Roder 氏之方法。

以下請考閱 2.1 圖而說明之。

(1) 先假定各項數值

- 8 個配準週率為  $f_1, f_2, f_3$ 。普通廣播接收機約為 1400, 1000 及 600 KC。
- 訊號回路之誘導量 (Inductance) 為  $L$ 。此由訊號回路調整容量之最大值 ( $C_0 + C_{V \max}$ ) 與接收最低訊號週率 (若為廣播，則是 550 KC) 而定。
- 訊號回路補償容量 (Trimmer Capacity) 為  $C$ 。 ( $L$  包括其他潛佈容量)。
- 中間週率為  $f_1$ 。