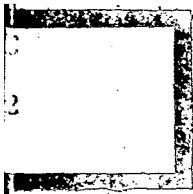


軍事委員會軍訓部審頒

3750

無線電學



軍訓部通信兵監編

中華民國三十二年

國民政府軍事委員會軍訓部訓令

訓通技營字第三號

茲編訂無線電學，作為通信學生教育用書，
仰即遵照試用。

此令！

部長 白崇禧

中華民國三十一年六月

日

序

無線電發明以來，至今不過五十餘年，其進步之速，殊足驚人，遠距離之通報及傳聲傳形，莫不利賴之。我國北伐時期，始知重視，現值抗戰軍興，其爲用也，益臻廣六。無線電學爲通信學必修之科，宜如何精研其原理，熟練其技能，俾克應乎軍用之願教育者善爲誘導之！

通信兵監華振麟

無線電學

目次

第一章 概述	1
一 定義	1
二 分類	1
三 一般應用	3
四 無線電通信之利弊	3
五 應用機器	4
六 通信大意	6
習題	8
第二章 高週率電路	9
七 振盪	9
八 振盪電路中之阻抗	11
九 諧振	13
一〇 耦合	13
一一 濾波	15
一二 高週率電路中之電阻	18
習題	22
第三章 無線電波	24
一三 種類	24
一四 成因	25
一五 發射	36

一六	接收	27
一七	波長及與速率之關係	28
一八	諧振波長	29
一九	特性	29
二〇	長短波特性不同之點	30
二一	波之干擾	31
	習題	32
第四章 真空管通論		33
二二	概要	33
二三	真空管燈絲	34
二四	二極真空管	35
二五	三極真空管	38
二六	四極真空管	40
二七	五極管及其他特殊管	46
	習題	48
第五章 真空管之應用		53
二八	檢波	53
二九	放大器	51
三〇	振盪器	58
三一	調幅器	60
三二	檢波器	62
三三	整流器	67
	習題	69
第六章 天線		71

三四	天線之一班及其基本原理	71
三五	赫志天線之特點	75
三六	天線之裝置	79
	習題	81

第七章 發報機

三七	程式及構造大概	83
三八	發報電鍵接法及放大器平衡法	85
三九	單報自振發報機	98
四〇	主振放大發報機	89
四一	一般調諧手續及電力測定方法	92
	習題	94

第八章 收報機

四二	程式構造及特性概說	95
四三	調諧高週率收報機	98
四四	超外差收報機	100
四五	調諧收報手續及波長測定方法	102
	習題	104

第九章 無線電話

四六	一般應用與設備	106
四七	聲波之本質及其轉變為電能之理	107
四八	調幅法	109
四九	幅調波之分析	118
五〇	播音機與收音機	115
五一	其他各種無線電話機	118

.....	121
第十章 短波及超短波	122
五三 概論	122
五三 構造上特異點	122
五四 晶體控制振盪裝置	122
五五 短波機	127
五六 超短波機	129
五七 短波超短波天線及波長之測量	132
習題	133
第十一章 定向無線電	131
五八 定向發射及接收	134
五九 探向	137
六〇 指向	141
習題	145
第十二章 電源供給	146
六一 A.B.C. 電供給法	146
六二 交流供電器	149
六三 振動整流器	154
習題	154
第十三章 傳聲機件及測電儀器	156
六四 微音器及拾音器	156
六五 聽筒及揚聲器	158
六六 電表	161
六七 波長表及探音器	162

習題.....	164
第十四章 機件維護與檢查.....	165
六八 平時維護與發生障礙後之處置.....	165
六九 障礙種類與原因.....	165
七〇 一般檢查方法.....	165
習題.....	167
附 錄.....	169

MG
E962
7

無線電學

第一章 概述

一、定義 不藉導線而傳電者，通稱為無線電，亦稱射電(Radio)。其傳電現象，可變為聲，或變為光。可由一方發出，而由另一方收入。彼此互通信息，遙相呼應，是為無線電通信。收發兩方既無導線直接相通，而資以連絡者，則惟無線電波。所謂無線電波，即赫志波(Hertzian wave)，其與日光熱等，同屬於有輻射性之電磁波(Electromagnetic wave)，見第一圖。惟各種波之波長不同，故其所顯現之性能亦各有差異。無線電波之範圍內，亦有長波短波及超短波之分，見第二圖。晚近無線電通信趨重於短波，因其特性較優於長波及超短波也。無線電之收發，所應用之機器，通稱為無線電機。專研究無線電機使用構造之課本，軍用中有無線電器材學一書。本書乃專研究一般無線電現象及原理，名無線電學。

二、分類 無線電通信之方式，不一而足，大別之可分下列各類：

(甲) 無線電報(Radio Telegraph) 以無線電傳報信號者。

(乙) 無線電話(Radio Telephone) 以無線電通話者。

(丙) 無線電傳真(Radio Facsimile) 以無線電傳遞真像者。

(丁) 無線電視(Radio Television) 以無線電傳形傳影者。

(南)

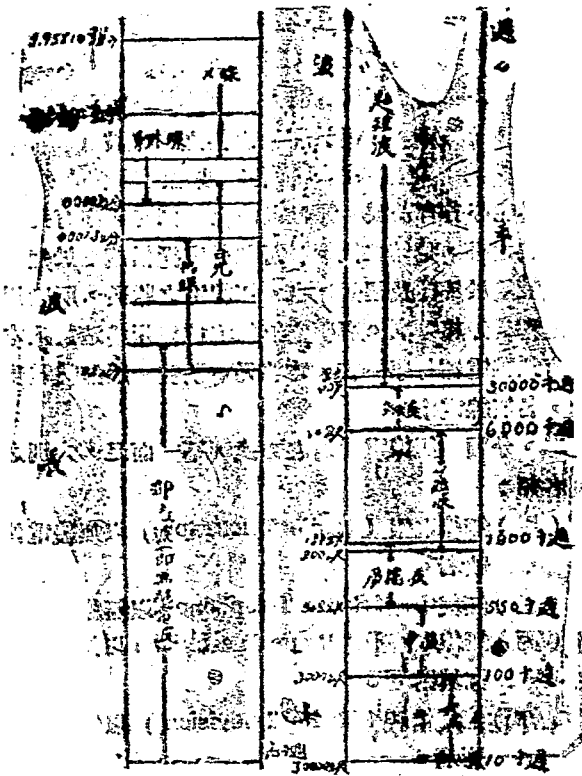


3 2285 1048 7

- 1 -

每方式中，依其所取波長之不同，又可別為長波及短波無線電，如長波無線電及短波無線電報等類是。本書內容，偏重短波無線電報，旁及無線電話，而於一般通信情況，及機件構造與原理，亦均略加說明。

第一圖 電磁波之劃分 第二圖 無線電波之劃分



三、一般應用。無線電爲用甚廣，但一般歸類如下：

(甲) 通敵。

(乙) 刺探。

(丙) 定向。

(丁) 指揮與控制機械。

單就通信範圍而論，又可別爲下列各項：

(甲) 陸地通信。

(乙) 航海通信。

(丙) 陸空通信。

(丁) 國際通信及其他之距離通信。

通信爲軍隊指揮官之耳目，作戰時一切報告及命令之傳達，情報之收集，又皆以通信是賴。現軍用通信，以有線電及無線電爲主，而尤以無線電不易爲砲火破壞，架線迅速，攜帶方便，更適於軍用通信，雖其秘密性略差，然尚多採用者。

四、無線電通信之利弊。無線電通信，雖多見其利，但亦未能盡善處。茲舉其利弊所在如次：

(甲) 優點及其利之所在：

1. 不爲時間空間所限制，能迅速致送。有時因天時變化而稍受影響，但亦未爲太害。

2. 機件應用簡便，無立桿架線之煩，不易爲敵人所切斷。

3. 架線員而用費省，便於機動及維持。

(乙) 劣點及其弊之所在：

1. 秘密性略差，最爲敵人所竊聽。

2. 易着信號、天電及雜散電等干擾。

3. 無補助通信方法，一台已壞，他台即無法與之連絡。

以上所述，係據一般情形而論。他若天線不合波長之改換，應如何改良，發送效率及電力不高，又應如何增進，尚尙待乎今後之研討。

五、應用機器

(甲) 名稱及類別 無線電機之用以發射者，通稱為發射機，如發報機播音機等是。而用以接收者，通稱為接收機，如收報機收音機等是。無線電視等應用機器，可無論焉。自來收發報機器之構成，而可用以通信者，種類頗多，描述如下：

發射機器：

1. 火花發射機 (Spark transmitter)
2. 高週率發報機之發射機，如亞立山大發電機 (Alexander's H. F. Generator) 及哥爾希密發電機 (Goehrdt's H. F. Generator) 等
3. 普爾生電弧發射機 (Poulsen's arc)。
4. 真空管發射機 (Vacuum tube transmitter)

接收機器：

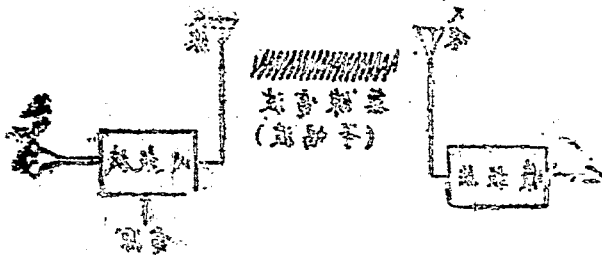
1. 凝屑器接收機 (Coherer)
2. 晶體接收機 (Crystal detector Receiver)
3. 真空管接收機 (Vacuum tube receiver)

以上數項中，除真空管發射機及接收機外，餘者已不常用，本書即從略。

(乙) 收發機之構成 發射機如何始能發射無線電波？

其必要條件，須先有電氣振盪，由電機產生高週率電流，然後送往天線而發為無線電波。故發射機之構成，必具有下列各件：

第三圖 無線電發射情形



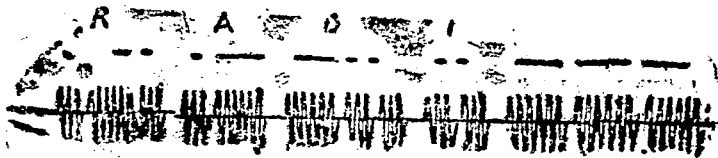
產生高週率電流之振盪器，在播音方面加用調幅器；
控制電流有無之發報電機（在報方面），或變壓波為電
流之微音器（播音方面）；

發射無線電波之天線；

電源供電。

又接收機如何始能接收電信？其必要條件，須先接受無
線電波，再變為低週率電流，通過聽筒而成音。故接收機之
構成，必具有下列各件：

第四圖 依符號發射之等幅波



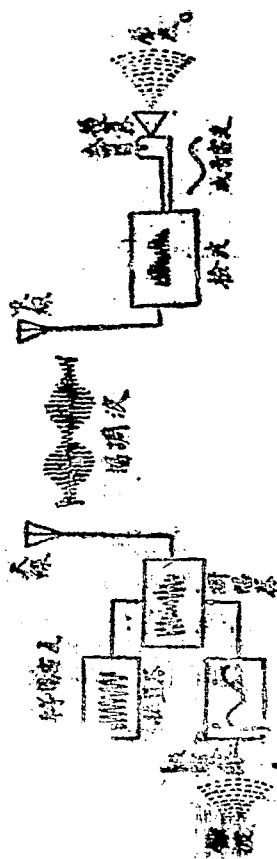
變高週率電流為低週率電流之檢波器；
 變電流為聲波之聽筒；
 接收無線電波之天線；
 電源供電。

六、通信大意

(甲) 無線電

報之收發 檢報機
 之構成，依上述，
 是以發報機控制
 振盪之時間，當電
 鍵按下時，振盪發
 生，由天線發出無
 線電波。此無線電
 波傳播至遠方，與
 接收天線接觸後，
 產生微弱電壓，導
 入收報機，經檢波
 而變為低週率電流
 ，通過聽筒而成聲
 音。其情形如第三
 圖所表明。若電鍵
 放鬆，振盪停止，
 無線電波斷絕，收
 報機中聲亦沉靜。

第五圖 無線電語收發概況



收音方面

播音方面

按一按，無線電波即一橫一斷，對方聽筒中聲亦一有一無，電燈依其閃爍而動作，對方聽筒中所聽得者亦即其閃爍之信號。例如連發RADIO一字，電燈依其符號而動作，無線電波即依電燈按動時間之長短而斷續，如第四圖。接收方所聽得之聲音，亦即同樣長短斷續之信號，而知為RADIO一字。

(乙) 無線電話之收發 無線電報之收發，是以符號或密碼代表文字與意義，中間長以連綿者為等幅之無線電波（即等幅波；其振幅皆相等）。無線電報則不然，是以言語或音樂直接傳遞與接收。中間所連綿之無線電波，為已受聲波調幅之幅調波。聲波之發出，於空氣中進行，易於衰滅，倘將無線電波乃可載送於遠方，無線電話之功能即在此。播送此種無線電話之幅調波，依上節所述，須用有傳聲與調幅裝置之播音機。言語或音樂由微音器送入，此為聲波，由微音器變為聲音電流，以之變動高週率等幅電流之振幅，而由天線發為隨聲波變動之幅調波。一與接收天線相接觸，遂被引入收音機，經檢波而變還成音電流。適過聽筒，放出同樣之言語與音樂，其情形如第五圖所示。

(丙) 波長電力與通信距離之關係 無線電通信距離與所發波長頗有關係。依短波而言，波長愈短，其距離愈遠，反之波長愈長，則距離愈近。長波無線電則近於短波，而超短波更近於長波。故在距離之適宜，其趨重於短波也。電力之與距離，當因電力遞增而距離加意。據軍事通信上實驗所得，短波無線電報之電力與其有距離之關係，如下表所示：

電力(瓦特)	距離(公里)
5	100至300
15	200至700
50	500至1500
100	1000以上

無線電話所及距離則較近，最遠者僅及同電力之無線電報所及距離之半。

習 題

1. 何謂無線電？其應用與種類各若何？
2. 如何始可構成無線電發射機及接收機？
3. 試述無線電報，及無線電話之不同點。
4. 無線電報通信之意義何在？於軍事上有何關係？
5. 無線電報及無線電話所以能互相通信之理，試說明其梗概。
6. 無線電通信距離與所取波長及電力有何關係？
7. 發射機及接收機中之發報電機，微音器，振盪器，調幅器，檢波器，天線聽筒等，各有何用？
8. 無線電波有何功用？其性質又若何？
9. 試述無線電通信之利弊所在。

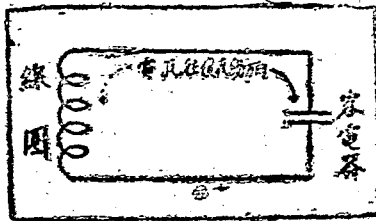
第二章 高週率電路

七、振盪

(甲) 振盪之意義 凡往復運動之現象，均稱振盪 (Oscillation)。如鐘擺之左右擺盪，彈簧之疏密顫動，皆可謂為振盪。機械固皆如是，電亦不在例外，振盪現象雖不同，其意義則一。電子在電路中，此時照順時計方向流去，繼即改向照反時計方向流回，一來一往，反復流動，若其週率甚高，即成為電的振盪。電振盪在無線電學上，頗為重要。高週率電流，即由電振盪而產生。

(乙) 振盪電路 線圈及容電器連成之電路，如第六圖

第六圖 振盪電路

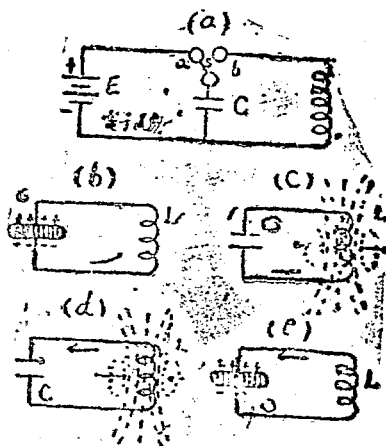


所示，如加有電能，即可造起往復流動之電流，而成所謂電振盪，是曰振盪電路 (Oscillating circuit)。其電流即曰振盪電流 (Oscillating current)。在振盪電路中，如因電能之不平衡 (如下節所述)，電流自起往復之振盪者，曰自由振盪 (free oscillation)。在實際情形之下，電路中不無電阻存在，每次振盪之電流，變為熱能 ($I^2 R$) 而漸至於零。

• 振盪終至停止 • 欲其振盪不致停止，必須源源加入電能，
是為強迫振盪 (Forced oscillation) •

(丙) 振盪原理 如第七圖 (a) 之電路，開關 S 先向 A

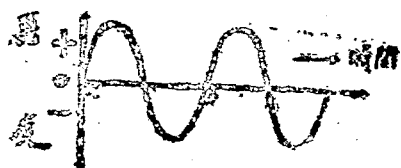
第七圖 振盪時電能與磁能之轉換現象



合閉，容電器 連接電池 上，遂發生瞬時電流。充電於 C 中。
。迨 C 電壓與 E 相等時，然後停止。其時 已得有電能，兩導
線間具一電位差，等於 E 之電壓。開關 S 乃轉至 B，割斷電池
，與另一 連合，C 即放電而通過電流於 L，如第七圖 (b)，依楞
次定律之說明，L 上遂生反電勢，其電流之流動不能加快。
當電流繼續流動之時，L 之磁場強度，繼長增高，如第七圖
(c)。待 C 放電完了，電場完全變為磁場，C 上電位差為零
，電流因 C 不放电本可無復流動，但此時磁場擴展已足，而

反向收縮，此一收縮之變動，却仍有同方向電流之流動，而充電於C如第七圖(d)。磁場繼續收縮，電流繼續流動，C即不斷充電。一俟磁場消盡，電場即已充足，C則入於完全充電狀態，如第七圖(e)。因又放電，而發生反向流動之電流。仍因電場與磁場互相消長，電壓各不相等，其電流即往復流動，循環不已，而成所謂振盪。

第八圖 交流波形



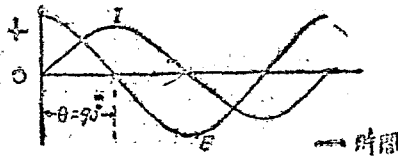
八、振盪電路中之阻抗 振盪電路中之電流，依上述，知為交流 (Alternating current)，其波形之最單純者，以正弦曲線表明，如第八圖。波之變動起伏，如a點變至b點，為一週 (Cycle)。每秒間週數，為週率 (Frequency)。振盪電流之週率甚高，每秒間可往復數百萬週，是為高週率 (High frequency)。振盪電路可視為由電阻器線圈電容器三者所構成。電流之通過，不特以電阻為其阻力，而線圈具有電感，電容器具有電容，均因週率之高低，影響電流之變動，此亦猶電路中另一方式之阻力。但不曰電阻，而曰電抗 (Reactance)。由於電感者曰感抗 (Inductive reactance)，由於電容者曰容抗 (Capacitive reactance)。故振盪電路中電流之強度，皆視電阻電抗之混合阻力大小以為斷，即

$$I = \frac{E}{Z} \dots \dots \dots (\text{公式 1})$$

I 爲電流， E 爲電壓， Z 卽混合阻力，名爲阻抗 (Impedance) 其單位爲歐姆。

(甲) 感抗 交流通過線圈，線圈上遂生反電壓，反抗其增大或減小。原動電壓已增高，電流未能即時增大，若降低，亦未能即時減小。故知電流終比電壓爲滯後，卽兩者不能同步變動，是爲不同相 (Out of phase)，有別於同步變動之同相 (in phase)。且知電壓已高至最高時，電流方開始增大，而降低至零時，電流恰爲最大，故電感電路中電流

第九圖 電感電路中電流與電壓之關係



之滯後爲九十度，如第九圖所示。由於此滯後之影響，對於交流之變動，不啻多一阻力，此卽所謂感抗。其大小與電感及週率有關，電感愈大或週率愈高，反抗愈顯，則感抗愈大，反是則愈小。以公式表明如下：

$$X_L = 2\pi fL \dots \dots \dots (\text{公式 2})$$

f 爲週率， L 爲電感，單位亨利， X_L 卽感抗，單位歐姆。

(乙) 容抗 交流電壓加入容電器後，容電器內電子立即移動，電壓退去，電子回復原位。電子之往返，與電路中

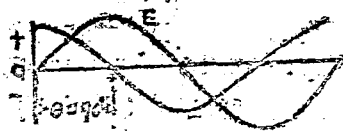
電流之流動，形影相隨，此所以交流電不為容電器所遮斷，而可以通過。若容電器之電容愈大，或電流之週率愈高，則愈易通過，猶電流之可以加大，容電器之阻力減小。由於電流通過難易之影響，對電器中所供之阻力，即為容抗，其大小表明如下式：

$$X_c = \frac{1}{2\pi fc} \dots\dots\dots (公式 3)$$

X_c 即容抗，單位亦為歐姆， C 為電容，單位法拉。

電容電路中之電流，亦不與電壓同相，電流却導前於電壓九十度。因原動電壓開始增高時，容電器上電位尚等於零，電流已可最大。原動電壓繼續增高，容電器上電位差因受充電而亦變高，電流反已減小，電壓增至最高，但已與容電器上電位相等，電流故至於零。待電壓改向漸低，容電器則放電，電流又向漸大。電壓低至零時，因與容電器上電位相差最大，電流則又已至最大，如第一〇圖所示情形。

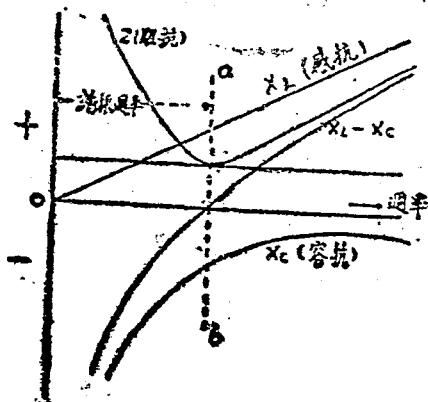
第一〇圖 電容電路中電流與電壓之關係



此種諧振 振盪電路中之感抗，除電阻不受週率影響外，感抗依週率正比（公式 2），容抗依週率反比（公式 3）週率愈高，感抗愈大，而容抗反愈小，如第一一圖所示。週率變至適當高低時，感抗與容抗之大小可相等，而方向則相

反，如圖示虛線ab之所在。此時全路之阻抗最小，電流至為

第一一圖 感抗容抗與週率變動之關係



大，振盪電路達至電流最大時之振盪，謂為諧振 (Resonance)。電源加入振盪電路中，電源之週率若為已定，使電路阻抗變至最小，電流最大，則此電路所振盪之週率，已與電源之週率相等，即為兩相諧振。如此諧振時之電路，稱為諧振電路 (Resonant circuit)。變動電路中之阻抗，使電路進入諧振狀態之手續，稱為調諧 (Tuning)。其電路亦即為調諧電路 (Tuning circuit)。

(甲) 諧振週率及銳度。由上述諧振時電流最大，容抗與感抗相消後應等於零。

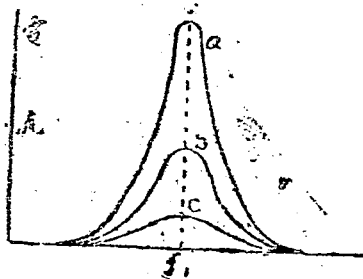
$$\text{即 } X_C - X_L = 0 \text{ 或 } 2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC} = 0; \text{ 此時之週率}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots \dots \dots (\text{公式 4})$$

即為諧振週率 (Resonant frequency)，亦即等於振盪電路之自然週率 (Natural frequency)。

諧振時之容抗與感抗既使相消而至於零，則電路中之阻抗僅等於電阻，電阻之大小 故即影響諧振時電流之強弱。如第一二圖諧振曲線之所示，週率之變動至諧振時，即至諧振週率 f_1 時，電流各為最大，過是即各變小。但若電阻加大，同是諧振時之電流，亦因而減小。倘同曲線c時之電阻小於b，而b小於a，所以a之諧振電流大於b，而b大於c。此種諧振電流之強弱，即表示諧振之銳度 (Sharpness)。蓋銳度低，諧振時與稍過諧振時之電流，相差甚小以言調諧，

第一二圖 諧振曲線



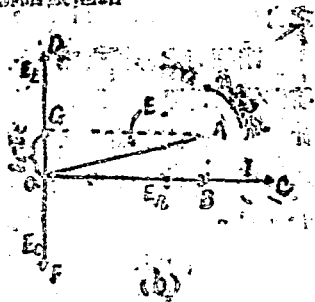
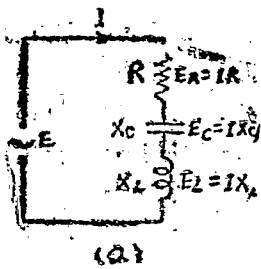
即為廣調諧 (Broad tuning)，而銳度高者，相差即甚大，亦即為銳調諧 (Sharp tuning)。

(乙) 串聯諧振電路 電阻電容及電感三者與電源串聯而成諧振之電路，為串聯諧振電路。其特性說明如下：

電路之構成如第一三圖 (a)。各電壓降之和應等於電

源E。雖因其方向各不同（即不與電流相同），須用向量法（

第一三圖 串聯諧振電路



Vector) 以求得，即 $E = E_R + E_C + E_L$ 。茲先以 OC 表其電流 I ，一三圖 (b)， E_R 因與 I 同相，同在 OC 上取 OB ，其長短表量之大小。 E_L 表明如 OD ，與 OC 成直角，此為 I 比 E_L 滯後九十度。同法， E_C 表明如 OE ， I 比 E_C 超前九十度。 E_L 與 E_C 方向恰相反，假在電路先未諧振，兩相和後尚差 OG ，再與 E_R 相和得 OA 。則 OAB 之直角三角形中，兩股平方之和應等於弦之平方。即

$$E^2 = E_R^2 + (E_L - E_C)^2 = (IR)^2 + \left(2\pi fLI - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2 I^2$$

$$\therefore E = I \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = IZ,$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}.$$

至諧振時，必 $X_L = X_C$ ，則 $E = IR$ ，由此知其特性：(1)

阻抗甚小，僅等於電阻。(2) 電流甚大，全路相等，若電
 阻愈小而愈大。(3) 容電器與線圈上電壓，比電源尤高，
 因 X_L 或 X_C 大於 R ，故 iX_L 或 iX_C 大於 iR 。(

(丙) 並聯諧振電路 電阻電容及電感各與電源並聯而
 成諧振之電路，為並聯諧振電路，如第一四圖 (a)。其特
 性與串聯諧振電路相反。各分路電流之和等於總電流，即
 $i_R + i_L + i_C = i$ 。畫 O 表電源 E ，如圖 (b)。 i_R 與
 E 同相，取如 OB 。 i_C 導前九十度，如 OD 。 i_L 滯後九十度
 ，如 OE 。假在先未諧振之時， i_C 與 i_L 相和後尚差 CG ，
 再與 i_R 相和，得 OA 。此 OA 為各電流之總和。乃以至諧振

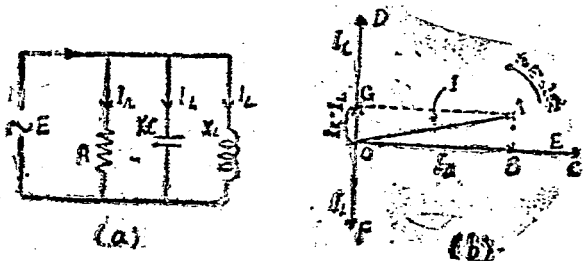
$$I^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 = \left(\frac{E}{R}\right)^2 + \left(\frac{E}{X_C} - \frac{E}{X_L}\right)^2$$

$$\therefore I = E \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} = \frac{E}{Z}$$

$$\text{而 } Z = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}$$

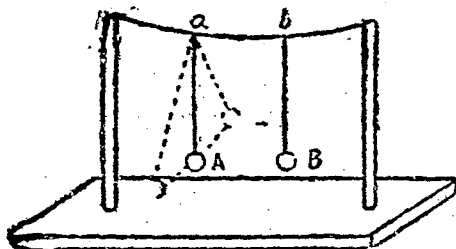
時， $X_L = X_C$ ，則 $Z = R$ ， $I = \frac{E}{R}$ 。由是知其特性：(1)

第一四圖 並聯諧振電路



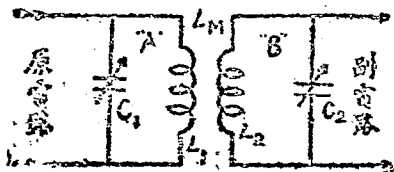
阻抗甚大，實際上不連 R，則阻抗無窮大。(2) 線電流甚小。(3) 各電壓均與電源相等。

第一五圖 機械之諧振



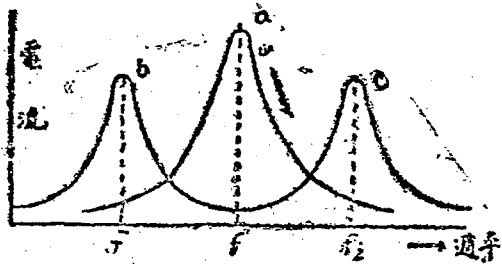
一〇、耦合 感二球 A 及 B 於 ab 線上，(一五圖)，推 A 至擺動，其能可傳授於 B，則 B 亦擺動。二球固以一綫相連，是為機械之耦合。電路方面亦然，電路 A 已振盪，(一六圖) B 本無振盪，A 之電能可傳授於 B，則 B 起諧振，只須 $L_2 C_2 = L_1 C_1$ 。如此使兩電路電能互相傳授而至相諧振之方法，亦為耦合 (Coupling)，其電路即稱耦合電路 (Coupled circuit)。原動電能之電路，為原電路 (Primary circuit)，俟得電能而諧振之電路，為副電路 (Secondary circuit)。

第一六圖 電路



(甲) 耦合疏密及與週率之關係 第一六圖所示之兩電路，既無導線相連，而其電能却可互相授受，此因兩電路間之互感 L_m 爲其耦合。若兩將電路線圈移遠或轉成角度，則 L_m 減小，所傳授之電能亦減小，其耦合爲放鬆，是稱疏耦合 (Loose coupling)。反是，將線圈靠近， L_m 加大，其耦合爲加密，是稱密耦合 (Tight coupling)。表明耦合疏密之程度，而可加以計算之一係數，曰耦合係數 (Coefficient of coupling)，通常以 K 表明之。即言 K 大耦合密， K 小耦合疏，若 K 等於零，則未至耦合。 K 之計算式因各種耦合法而不同，茲從略。

第一七圖 耦合疏密與週率之關係

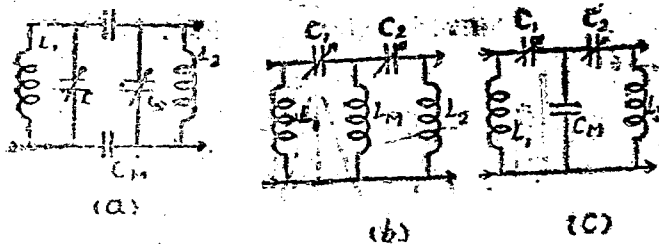


兩電路至和諧振時之耦合，不可過疏，亦不可過密。兩電路既爲諧振，則其中電流之最高峯，應在同一諧振週率 f 之處如第一七圖之 a 。惟若耦合過密，兩電路中電流之最高峯，不復在諧振週率 f ，而移至較高及較低之兩週率，如第一七圖曲線 b 中之 f_1 及 f_2 。耦合愈密，兩週率相差亦愈大。

為耦合電路之諧振所不應有。倘耦合過於放疏，兩電路之電流最高峯固可在同一週率，但電能減小，亦非所宜。故耦合應有其適可之疏密，為最佳耦合 (Optimum coupling)。

(乙) 各種耦合法：上述電路是以電感相耦合之為電感耦合 (Inductive coupling)，除此以外，尚有其他耦合方法如第一八圖所示，(a) 為電容耦合。(b) 電感直接耦合。(c) 電容直接耦合。以別於此種直接耦合，則一六圖及一八圖 (a) 之耦合，又可謂為間接耦合。耦合方法雖各不同，而其原理則一。無線電機電路中以上各種耦合法，均為習見。

第一八圖 各種耦合法



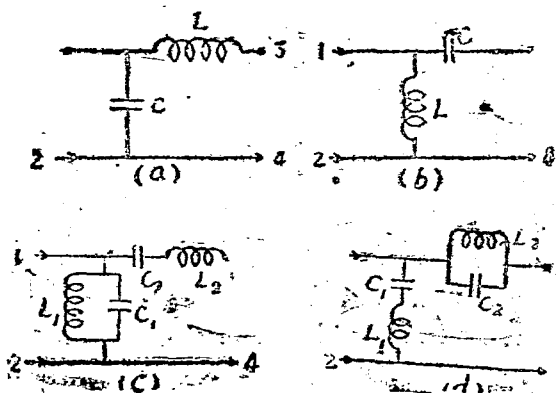
——、濾波：無線電路中，每有週率不同或變動不規則之電流，雜然而來。須將其分清，僅許某週率之電流通過，是為濾波 (Filter)。

(甲) 濾波電路：濾波電路之構成，不外利用綫圈容電器之各種連法或振諧電路之連結，而對不同週率電流加以取締。其原理乃利用容電器易使高週率電流通過，而綫圈則否。串聯諧振電路之阻抗甚低，通過諧振週率之電流甚易，並

稱諧振電路阻抗甚高，諧振週率電流甚難通過。

(乙) 各種濾波器 一九四圖所示，(a) 為低週率濾波器 (Low pass filter)，週率高低變動之電流，來自 1, 2 兩端，週率高時為線圈 L 所阻，僅可由容電器 C 回傳，而週率低時則通過 L 而於 3, 4 兩端輸出。(b) 為高週率濾波器 (Highpass filter)，其作用適與 (a) 相反。(c) 為選帶濾波器 (Band pass filter)，使可通過者，僅某一波帶，因 L_1, C_1 及 L_2, C_2 各調準至與某波帶諧振時。 L_1, C_1 阻抗甚大， L_2, C_2 則否，故相與調準之某波帶可由 L_2, C_2 而輸出，餘者均被屏而回傳。(d) 為阻帶濾波器 (Band rejection filter)，其作用又與 (c) 相反，僅使諧振者屏去，餘者均可通過。

第一九四圖 各種濾波器



二、高週率電路中之電阻 高週率電流通過導線或繞

圈，因其週率高之故，導線或圈中所呈之電感或感抗較大，則電路中之電流減小，是即其有效電阻(Effective Current)增大。此在高週率電路中大異於直流電路或交流電路之點。又當電流通過導線時，磁力線環繞其四週，導線中心所有環繞之磁力線較外週為多，即其中心上電感或感抗較表皮為大，故電流恆必分佈於感抗甚小之表皮。此為集膚作用(Shin effect)，電流之週率愈高，此作用愈顯，固是一導線，通過電流之有效面積減小，是其有效電阻亦為增大。

電流通過鐵心線圈，鐵心中之磁滯損失及渦流損失等，均因週率愈高而愈大，損失既大，線圈中電流減小，是亦不啻加大有效電阻。

耦合電路中，如由耦合反饋而來之磁力線或電壓，與原電路上磁力線或電壓相反，致使原電路中電能因而損失，此亦為電路中之一種有效電阻，因由別電路反射而來，亦曰反射電阻(Reflective resistance)。如電路中原有之電阻為正電阻，則新加之電阻因致損失電能者，以別於正電阻，曰負電阻。

習 題

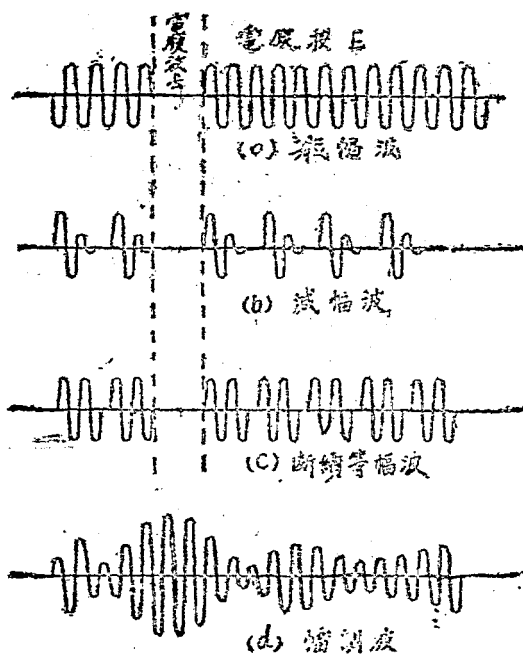
1. 何謂電感？諧振？兩者之不同點何在？
2. 在何種條件下，始為耦合？又如何始為反性耦合？
3. 設於R串電路中，輸入電源100伏特，其週率為5000週，電路中之電感400 μ h，電容.00025 μ f，電阻10歐姆，求諧振時線圈上電壓。

4. 如上題並聯諧振時，求通過線圈之電流。
5. 如上題，感抗容抗及阻抗各為若干？
6. 電感 400 mH 電容 $.0025\text{ mF}$ 之電路，諧振時，週率若干？
7. 如上題之電路中，電源若為 10 伏滯，分次加入電阻 10 ， 20 ，及 30 歐姆，求每次所得之電流。
8. 設有如圖19 (c) 之選帶濾波器，電感及電容均同上題，求能通過電流之週率。
9. 試說明下列各種電路之區別。
 - (a) 原電路與副電路
 - (b) 串聯諧振電路與並聯諧振電路
 - (c) 高週率濾波電路與低週率濾波電路
 - (d) 振盪電路與諧振電路
 - (e) 電感耦合電路與電容耦合電路。
10. 何謂有效電阻？與直流電阻有何不同？

第三章 無線電波

一三、種類 無線電波原無種類之分，特以其振幅變動之不同，區別為各種波之名稱。所謂振幅，即波之變動至最高點時之強度，如第二〇圖 (a) 所示之A。各種波之區別如下：

(甲) 等幅波 (Continuous wave) 其振幅各相等，如第二〇圖 各種無線電波之波形



第二〇圖(a)，無線電發機發射之無線電波是，由於真空管振盪器之電振盪而產生。

(乙) 減幅波 (Damped wave) 其振幅逐漸減低，如第二〇圖(b)，如火花發射機發射之無線電波是。

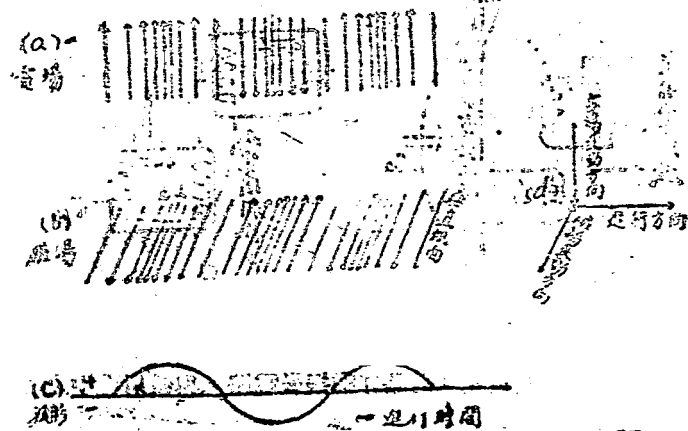
(丙) 斷續等幅波 (Interrupted continuous wave) 其振幅雖相等，但順次續斷，如第二〇圖(c)，斷續振盪器產生者是。

(丁) 幅調波 (Modulated wave) 其振幅已隨着音電流而變動，如第二〇圖(d)，無線電話之幅調波是。

以上(乙)及(丙)兩種波已不常遇，現所用者惟(甲)及(丁)之兩種波。

一四、成空 無線電波之產生，由於電之振盪，其產生之方法各有不同，故所成波形亦異，惟其成因則仍相若也。

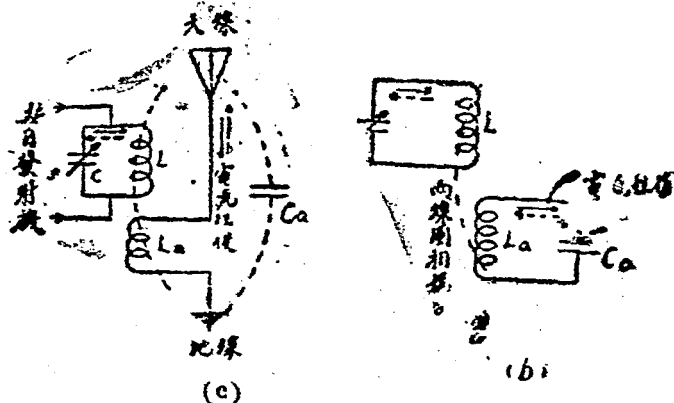
第二一圖 無線電波之組成



發射機之振盪電流輸往天線，因振盪而放射，發為電場，其方向與強度仍然反復強弱變動。但電動起磁，磁變生電，故電場之變動，遂生磁場，兩者故相生相伴而前進。電場垂直地面，而磁場平行地面，如第二一圖 (d) 所示。兩者之強度，在空中之任一點，且必相等，否則各無存在之可能。如以線之疏密表兩場之強弱，如第二一圖 (a) 及 (b)，則見兩場之強度及方向同時變動，而成第二一圖 (c) 所表示之波形。此即所謂無線電波，藉以太為媒質，輻射前進，可傳播於遠地。故知無線電波，即電磁波，由電磁場之變動而組成者。

一五、發射 天線接於線圈 L_2 ，連通地線，如第二二圖 (a)。天地線各為導體，中間空氣，構成電容器 C_2 。

第二二圖 發射天線電路

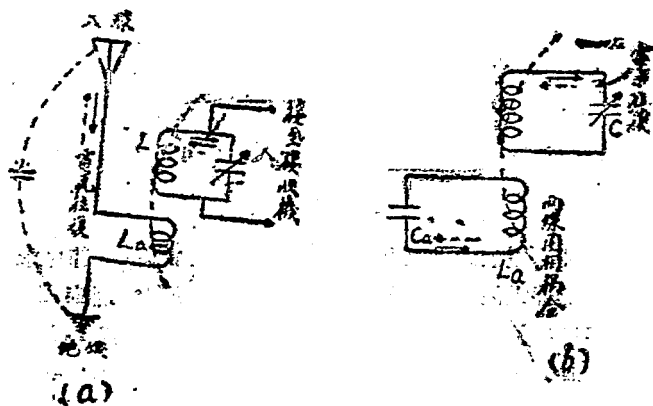


與 L_2 連成天線電路。此路亦猶振盪電路，與發射機中之振

激電路，相調合成調合電路，如第二二圖 (b)。此電路有振盪，依諧振之理，天線中流過電流，而發生天線電流，往復方向，如電矢虛線所指，於是電容充電，而復放電。當充電時，天地間分布電場，而遠處收機，待充電已過，此電場原可即時縮回，但電流之傳遞極快，第一次所發電場未及回復，而第一次又已充電，一樣發佈電場，致將第一次所發佈者，被擠而前進。電路中固不斷振盪，電流逐次往復， C_a 上交相充電及放電，電場即逐次擠遠，以天線為中心，而四向輻射，發為無線電波。

一六、接收：無線電波在空气中，一與接收天線接觸，天線上即感生電流，其週率與發射者仍同。天線連通線圈 L_a 於地線，與天地線間容電器 C_a ，構成天線電路，此路與接收機之調諧電路 L_c 相調合，如第二三圖 (a)，其相當

第二三圖 接收天線電路



電路，如第二三圖 (b)，容電器 C，可以調節，調準 LC 電路與天線電流之週率相等時，LC 電路則起諧振，其內電流最大，輸入檢波器檢波而成音。同時，其他週率不同之電流，因不與接收電路相諧振，故遂摒而不聞。

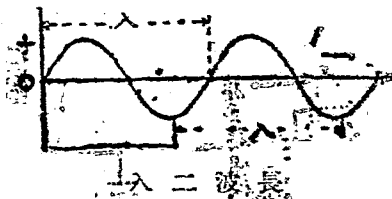
一七、波長及與週率之關係 波之每週進程，即相隣兩週之相當點間之距離，如第二四圖所示之 λ ，即為波之波長 (Wave length)。其與週率之關係，應如下式。

$$\lambda = \frac{V}{f} \dots\dots\dots \text{(公式 5a)}$$

λ 為波長， f 週率， V 即波之速度。無線電波之速度，知與光波相等，即每秒 3×10^8 公尺，故

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f} \text{ 公尺} \dots\dots\dots \text{(公尺 5b)}$$

第二四圖 波 長



由是知無線電波之波長與週率反比，而已知其一，即可求得其他。無線電波之週率甚高，故以高週率或射電週率 (Radio frequency) 稱之。而可感動聽覺之週率，須低至 10000 週以下，故於 1000 週以下之週率，則曰低週率 (Low frequency) 或曰成音週率 (Audio frequency)。

和射入之電波之波長，接收機中調諧電路之本振波長等，均與無線電波之波長，有極相準之關係。無線電波之波長，

振盪電路之諧振週率，既為 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (公式4b) 則其諧振時之波長，以公式4之代入公式5b，得

$$\lambda = 3 \times 10^8 \times 2\pi \sqrt{LC} \dots \dots \dots \text{(公式5b)}$$

此又為振盪電流之自然波長 (Natural wave length)，L 單位為亨利，C 為法拉。若取單位兆亨利 (MH)，C 單位為微法拉 (MC)，則此自然波長由上式化得，

$$\lambda = 1885 \sqrt{LC} \dots \dots \dots \text{(公式5b)}$$

觀此式，知無線電路中所用之 L 及 C 若愈小，則波長愈短，反是則愈長。無線電機之構成而有長短波之分，即依此，及 C 之大小而定。

一九、特性 無線電波之特性，類與光波相似，最顯著者，有如下述：

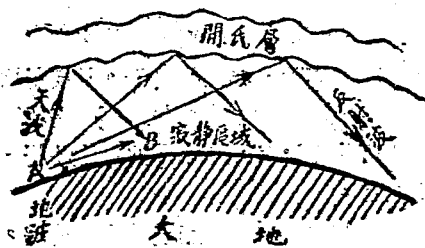
(甲) 反射 (Reflection) 無線電波之進行，如遇障礙體，不為所阻，若遇導體，非但被遮斷，且反射而同。天空中有開氏層 (Kennedy Heaviside layer) 高約百哩，係由空氣中氣體被日光電離而成，無線電波射過此層，除透射若外，餘即返回地面。

(乙) 吸收 (Absorption) 無線電波遇導體，非即反射，遂被吸收而消失。除吸收性最大之金屬物外，若山陵樹木房屋等，亦有吸收性。故發射台多擇在空曠之區，以減少吸收，而無線電波之射程，所以不能甚遠，有由於地面物體所吸收之故。

(四) 折射 (Refraction) 反射及吸收之程度，隨所遇之不同物質而異，有時亦可透過障礙物而成折射。沿河流而來之無線電波較易折射。

三〇、長短波特性不同之點 無線電波之發出，可區分為兩種波，有沿地面進行者，為地波 (Ground wave)，亦有向天空高射者，為天波 (Sky wave)。地波易為地面物質所吸收，故難致遠。但長波之地波，被吸收性較小，比之短波較能及遠，若超短波，無論地面山陵樹木房屋均能吸收，惟在空曠之大氣中，則進行無阻，其射程僅為視線之所及。大波高射空中，遇開氏層後，非被吸收，即透射而逸，餘者亦反射而回。短波之反射性特著，類能返回地面，如第二五圖所示之情形。故短波之接收，距離近者，能收地波，而遠者，地波雖不迨，尚恃乎天波。惟如大波跳越已過，地波

第二五圖 無線電波之反射



又難到達之地帶內，如圖示之B兩點間，成為寂靜區域 (Silence zone)，則接收即甚困難。其跳越距離且無一定，隨天時地區波長不同而變化，大約晝近於夜，冬遠於夏，熱帶近於寒帶，而波長短者遠而長者近。長波之天波易被開氏層

所吸收，而超短波之天波，則一去不復返，故長波之射程，僅爲地波之所及，而超短波亦僅一望之空間，均無如短波之能及遠。

二一、波之干擾 如有波長相若，而又同時到達之兩波，即易發生干擾 (interference)。下列兩種，爲最常遇。

(甲) 信號干擾 爲波長相若之兩波，同時爲接收機所收入，以致互相干擾。難辨其信號。

(乙) 衰弱現象 天波與地波同能到達之地之接收，因開氏層高低無定，反射而來之天波，與地波所成相位 (phase) 未能時時皆同，有時兩者同相而信號加強，如第二六圖 (a)，有時則因異相而信號減弱，如第二六圖 (b)，此即所謂衰變 (Fading)，甚者數分鐘衰弱一次，信號低至無聞。

第二六圖 天地波干擾情形



(a) 同波同相

又天波常循不同途徑而來，因途徑之不同，其相位變化亦參差不齊，故各殊途之天波間，亦時刻互相消長，其影響

較天波與地波間者尤烈。

(丙)電之干擾 (Electric disturbance) 亦稱波之干擾，其結果使信號夾雜噪聲 (Noise)，信號強度與噪聲高低對比，若噪聲強烈，足使信號淹沒無聞。茲舉數種電擾如下：

天電 (Static) 擾亂結果，發為漸響聲 (Click) 嘶嘶聲 (Hissing) 或爆烈聲 (Rattling)，夏季最烈，冬季則較少，係由天空雷擊所致，幸短波機較能避免。

雜散電 (Strays) 由於隣近電機發生火花 (Spark) 所致，如發動機之着火放電，電話機之撥號，以及各種電機電車充電機等之開動，所發噪聲與天電相若。

習題

1. 無線電波依其波類不同而分，約有若干種？
報機及播音機所發者各為何種波。
2. 無線電波由何而組成？
3. 無線電波如何發射？接收？
4. 長波短波及超短波之特性，有何不同？
5. 試述無線電波之被干擾情形。
6. 短波無線電之接收，有時遠者反較近者為易，何故？
7. 試求10000千週無線電波之波長。
8. 設有調諧電路中之電感184千分亨，欲得其30至40公尺之波長，相與調諧之電容應為若干？
9. 天地綫與天線圈既已裝定，則其自然波長亦已不變，理論上只適合於波長之發射或接收，欲其稍變長或變短，試擬一方法以資補救？

第(二)章(二) 第四章 真空管製造論 (Vacuum tube)

真空管之概

真空管

(甲) 一般稱謂 真空管 (Vacuum tube) 及熱游子管 (Thermionic tube)。

及電管 (Electrodes) ；各用玻璃泡包圍，抽去其中空氣，而將管中各電極用接線之類，以此管即可供插於電路，以發射電子之用，而各電極則能吸收或控制電子之用。

(乙) 種類 上述之真空管，係以玻璃泡包圍，亦即玻璃真空管。有用金屬製成外泡者，其管係金屬管 (Metal tube) ；管較小者，其管較長，其管與管合於孔處，但其內部構造仍係玻璃者，其管之電力小者，均帶空氣之流動以散熱，謂之氣冷真空管 (Air cooling tube) 。電力甚大者，須藉水流以散熱，其管係水冷真空管 (Water cooling tube) ；本管內發射器上，各電極所取之電壓，均係交流電，其管係交流真空管 (A.C. tube) ；即直流真空管 (D.C. tube) 之區別，即其管係供電流或直流而命名之。管端之電極之生體，其另配有一電極者，為二極管 (Diode) ；其另配二種或二種以上者，則分別為三極管 (Triode) ；四極管 (Tetride) ；五極管 (Pentode) 及其他之種類真空管，其種類多，其構造亦略異。

(丙) 一般功用 真空管之功用，概言之，在能互變交流或高低頻率之電流。用於無線電機者，可分別用做放大

(Amplification) 振盪 (Oscillation) 檢波 (Detection) 調幅 (Modulation) 及整流 (Rectification) 等。二極管僅具整流及檢波作用，三極以上者，兼有放大作用，其外電路連接與用電之不同，因亦成振盪調或幅之作用。

二三、真空管燈絲

(甲) 燈絲發射 金屬物內之電子，由電子論闡明，甚得自由，如復加之以能 (Energy)，其活動加快，有脫離其本原子組織而發射之可能。加能發射之方法有多種，真空管中，燈絲電子之發射，則以加熱法，電流通過燈絲而發熱，此熱能即使燈絲內電子運行加速，以致原子互撞而游離，電子突破表面張力而飛散於空間，在真空中更易於飛散。此爲熱游子發射 (Thermionic emission)，亦即燈絲發射 (Filament emission)。真空管之能完成各種作用，端賴電子發射之本能。

(乙) 類別及構造 燈絲之類別及其構造如下：

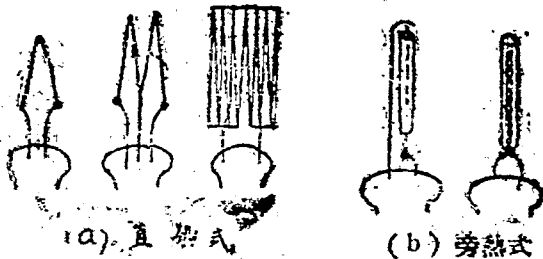
純鎢燈絲 (Tungsten filament) 以純鎢絲製成，電力較大之真空管中均用之。其所需熱能較大，頗爲費電。

塗鈳燈絲 (Thoriated filament) 鎢絲面上塗以鈳層而成，用電較省，但其電壓不可過高或過低，低則電子發射不足，高則鈳層消失，甚則燈絲燒壞。

氧化面燈絲 (Oxide coated filament) 以鎢之合金絲面上塗有氧化物而成者，用電尤省，僅須熱至暗紅，即能發射足量電子，二伏脫真空管之燈絲，均屬此類。

上述各種燈絲，直接加熱而發射電子者，爲直熱式 (Directheath type)，如第二七圖 (a) 所示，此種燈絲除用

第二七圖 燈 絲

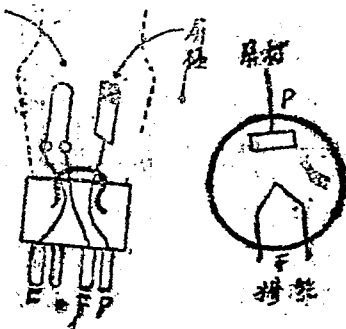


于大電力真空管(燈絲較粗短，溫度較平均)及電流管等者外，不宜用交流電，因熱度隨交流變動，發射電子即不勻。用於交流者，另於燈絲外圍套以金屬管，交流通過燈絲而發熱，傳熱於套管，則由套管發射電子，此為旁熱式燈絲(Indirect-heated type)如第二七圖(b)套管名爲陰極(Cathode)。交流與直流真空管構造上之不同處，殆在於此。

二四、二極真空管

(甲)構造及作用、真空管中燈絲之外，加一電極，即成二極管，如第二八圖，此極名爲屏極(Plate)，或陽極

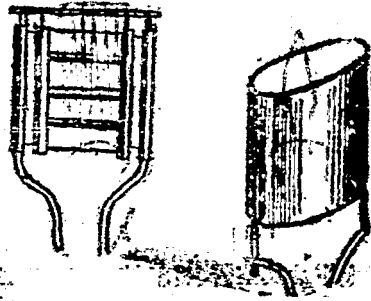
第二八圖 二 管



(Anode)，係以金屬板製爲圓筒或扁圓筒狀，如第二九圖。屏極圍在燈絲外週，但不相觸。燈絲兩端可連接一電池組以成通路，爲燈絲電路，所連接之電池組，即曰A電池組。電池供給電流於燈絲，燈絲

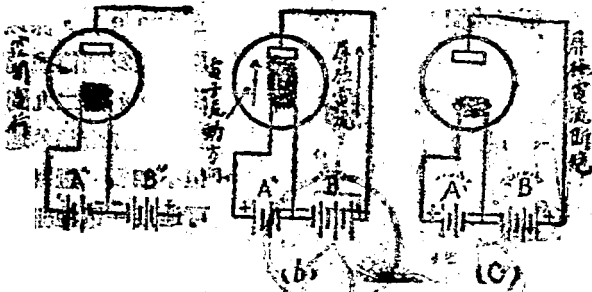
圖三九 屏極

受熱後散佈電子於四空，而成空間電荷 (Space charge)，如第三〇圖 (a) 所示，電子為負性，空間電荷亦即同性之電場。屏極上另接一電池組，如第三〇圖 (b)，屏極一端為正，則因正負相吸之理，負性電子飛起陽極而成屏極電流，使其內外均



成通路，是為屏極電路，此路上之電池組，即為 B 電池組。若屏極接於 B 電之負極，如第三〇圖 (c)，則因同性相斥之故，負性之屏極不能吸引電子，而屏極電流亦即斷絕。由此知二極管有單向導電之作用。

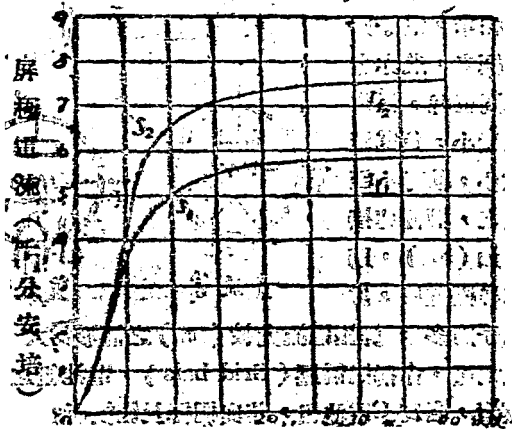
前，為單一之，第三〇圖 (c) 之極性之作用。



(Z) 特性，真空管屏極電流與屏極電壓或與其他電流能互相變動，觀其變動之關係，可明其特性之為何。屏

極電壓加高，屏極電流固可增大，但未能以歐姆定律計待之。互相變態之關係恆以曲線表明，此曲線亦即表明特性者，是曰特性曲線 (Characteristic Curve)。二極管之燈絲電流，若規定不變，而將屏極電壓逐次加高，與所得屏極電流畫成曲線，如第三一圖， $I_p - E_p$ 曲線，亦曰特性曲線。觀此知其特性之一斑：(1) 加高屏極電壓 E_p 即能增大屏極電流 I_p ， E_p 繼續加高， I_p 亦相比增大；(2) E_p 再若加高，燈絲所發電子至為屏極吸盡， I_p 不復增大；此為已至飽和，過此飽和點之電流，為飽和電流 (Saturation current)；(3) 欲 I_p 再增大，除非將燈絲電流 I_f 亦增大，所規定之 I_{f2} 大於 I_{f1} ，故其飽和點 S_2 高於 S_1 。

第三一圖 二極管之特性曲線

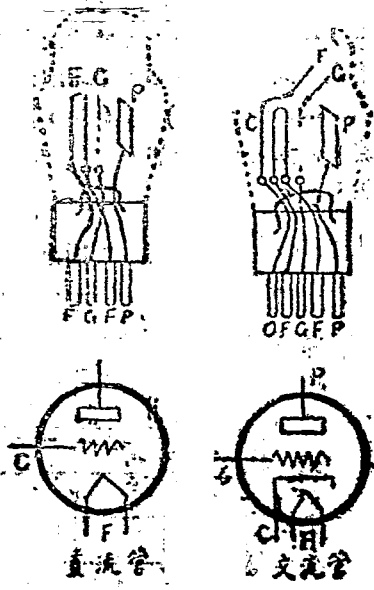


二五、三極真空管

(甲) 構造及作用：二極管之燈絲及屏極間，另插入一電極，如第三二圖，成爲三極管。此新加入之電極，係以金屬絲製成柵狀或螺旋狀，如第三三圖，名爲柵極 (grid)，亦稱控制柵 (Control grid)。柵極之作用，爲控制電子。燈絲發出之電子，須穿過柵極，然後到達屏極。

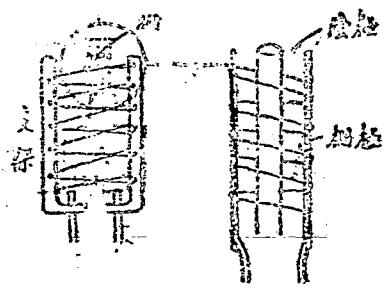
第三二圖 三極管

柵極上電場如正負變動或高低變動，足以控制屏極電流之大小。如第三四圖 (a) 所示，柵極上加電壓時，其作用與二極管同，若加上負電壓，如圖 (b)，因與電子相斥，電子原可射達屏極者，茲亦有一部份斥回燈絲，以致屏極電流減小，負電壓愈高而愈小，甚可小至於零。反之，柵極連接正電壓，如 (c)，則不需增加屏極電壓，屏極吸引電子加多，屏極電流尤較 (a) 之情形爲大。加於柵極上之電壓，亦稱柵偏壓 (Grid bias)，電池組之爲供給柵極電壓者，名爲 C 電池組，其與柵極及燈絲所連成之通路



，即曰柵極電路。
 屏極電壓之變動，
 原可使屏極電流隨
 而變動，但切斷離
 燈絲不於屏極，對
 於屏極電流之控制
 ，較變動屏極電壓
 時為更有效。三極
 管之有放大作用即
 基於此。

第三三圖 柵 極



(乙) 常數：真空管各極電壓電流變動之關係，其中有
 常數 (Constant) 在焉，此常數亦即表明真空管之特性，舉
 述於下：

放大因數 (Amplification factor)，為屏極與柵極之
 變動電壓相比之因數，即在屏極電流同量變動情形之下，所
 需屏極電壓之變動與相當之柵極電壓之變動之比值，表明如
 下式：

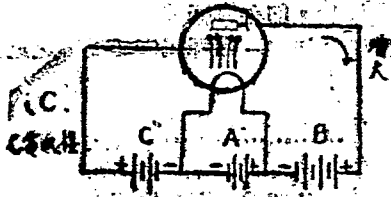
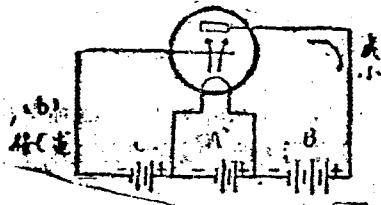
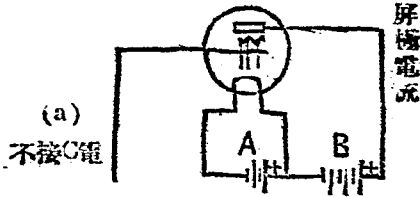
$$\mu = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g} \dots \dots \dots (\text{公式 7.})$$

ΔE_p 及 ΔE_g 分別為屏極及柵極之變動電壓， μ 即放
 大因數，恆大於一。

屏極電阻 (Plate resistance) 為屏極電壓之變動，與由此
 變動所生屏極電流之變動之比值，柵極電壓則假定不變。此
 專指變動時交流電阻而言，非穩定時之直流電阻，其式如下：

$$R_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p} \dots \dots \dots (\text{公式 8.})$$

第三四圖 三極管之作用



R_p 即屏極電阻，單位以歐姆計之。

互導 (Mutual conductance) 為於屏極電壓固定不變時，所得屏極電流之變動與此變動所需之柵極電壓變動之比值，即

$$G_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g} \quad \text{(公式 9)}$$

G_m 為互導，單位歐姆 (Mho)。其與 μ 及 R_p 之關係又如下：

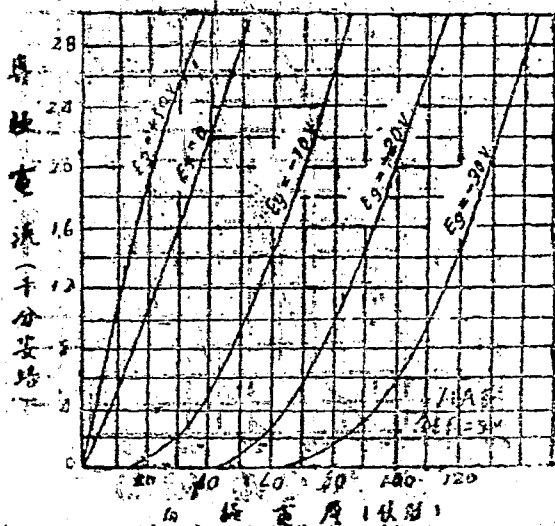
$$\mu = 40$$

$$G_m = \frac{\lambda I_p}{\Delta E_g} = \frac{\lambda E_p}{\lambda E_g} \times \frac{\lambda I_p}{\lambda E_g} \frac{W}{R_p} \dots \text{(公式10)}$$

(丙) 特性 表明真空管特性之曲線，因真空管屏極電路中有無連接負載 (Load) 而不同，未接負載時所得者，曰靜的特性曲線 (Static characteristics)，而接有負載時所得者，則曰動的特性曲線 (Dynamic characteristics)，亦即實際應用時之特性曲線，與所接負載種類大小不同而各異，故從略。三極管靜的特性曲線，最重要者舉述如下：

第三五圖 三極管之 $I_p - E_p$ 曲線

曲族 柵極電壓規定不變，而將屏極電壓逐步加高，與所得屏極電流而繪成之曲線，曰 $I_p - E_p$ 曲線，合不同柵極電壓之各曲線，成曲線族 (Curve family)。

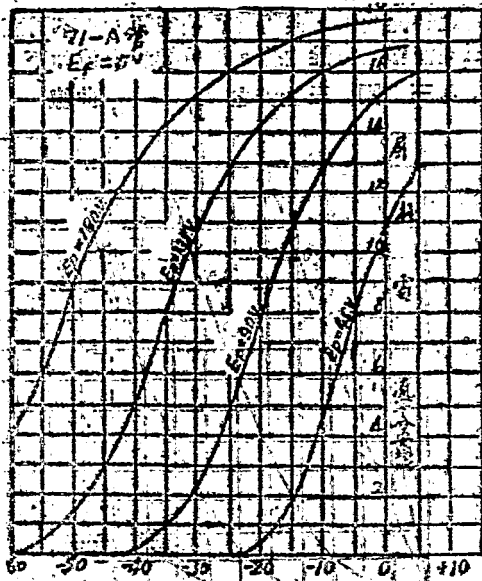


如第三五圖所示。觀此而知：(1) 屏極電流殆依屏極電壓高低而增減。(2) 柵極電壓若加高，屏極電壓亦須加高，始有屏極電流發生。(3) 柵極電壓等於零時或為正時之曲

線斜度較大，故知屏極電流之增加比柵極電壓為負時更快。

(2) $I_p - E_g$ 曲線 每次規定屏極電壓不變，而變動屏極電流與柵極電壓所得之曲線，如第三六圖，且 $I_p - E_g$ 曲線。其特性知為(1)屏極電流在所加柵極電壓適當高低時

第三六圖 三極管之 $I_p - E_g$ 曲線



柵極電壓 (伏脫)

約為正比之增加，如曲線之平直部份。(2) 柵極電壓漸低或變為正時，屏極電流漸減或趨於零。柵極電壓漸高屏極電流漸大，即屏極電流 (3) 柵極電壓之正比關係漸趨於

須注意。

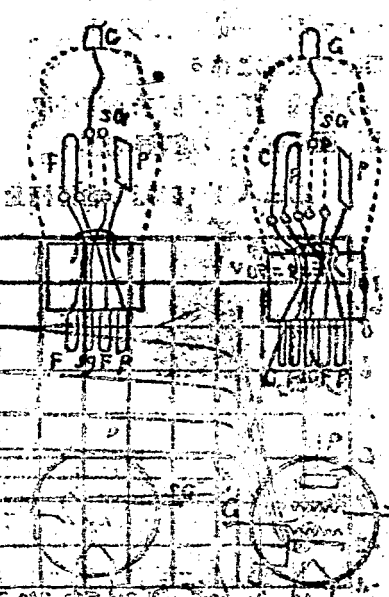
二六、四極真空管

(甲)構造及作用 四極管又稱網欄管 (Screen grid-tube)。在三極管中之屏極與柵極間加入一網欄 (Screen Grid) 而成者，如第三七圖所示。此網欄係以金屬絲製為網狀，故名，其作用在能

第三七圖 四極管

中和空閒電荷與減小極際電容。燈絲發出之電子，若因屏極正電不高，未能悉數抵達屏極，則有徘徊於空間者

將阻礙後來電子之去路，使屏極電流減小。網欄連接正電，其與柵極間電荷相中和，減小阻礙，則後來電子仍能暢通，屏極電流不致減少。且因屏極與網欄均為導體，中間真空

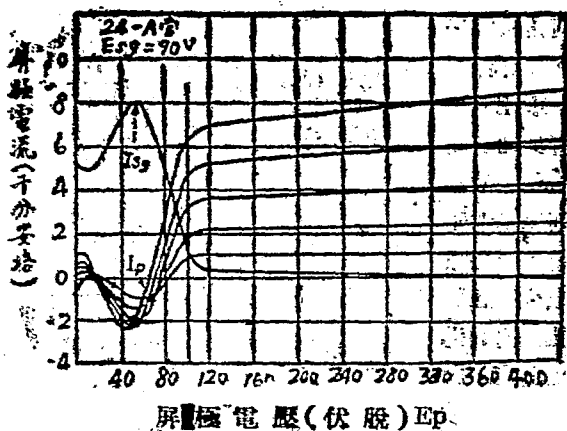


一極際電容，在放大(電流)管中，其電容較流式大器上因此電容之減小而平穩。在列其時延、大訊號脈搏合，輸出電能可反饋回，以致發生嗚聲 (Howling)。

此為三極管而然。四極管因多一網柵，通常用一容電器自網柵接至陰極，使網柵之高週率，電位等於零，則網柵不啻為屏柵間之屏蔽。此屏蔽若為無孔之金屬板，電力線無法由屏極直接通至柵極。屏柵間電容可等於零。實際上，因須電子之能通過此屏蔽體，網柵構造是為網狀者，故電力線能從其隙縫中通過少許，屏柵間電容雖非等於零，但已達最微小之程度，故不致再為屏柵兩外路間之耦合，用於放大器上可免反饋而無發生噪聲之弊。

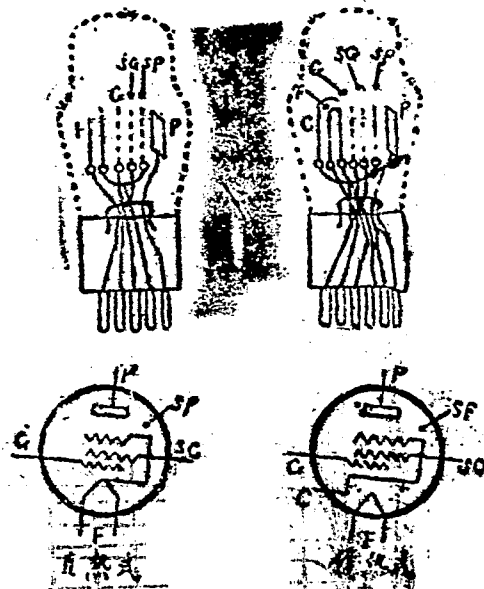
(C) 特性 第三八圖示四極管屏極曲線之一種，由此曲線察出屏極電流 I_p 初因屏極壓 E_p 加高而反減小，繼則

第三八圖 四極管之屏極曲線



迅速增大，至相當電壓時，突又從平而增加甚小，網柵電流 I_{s9} 之變動情形，恰又相反。此因網柵電壓 E_{s9} 規定不

第三九圖 五極管



動，初期大高於 E_p ，由控制極出去電子，受極間正電場之
 牽引，有可穿過網極射達屏極，其速度甚高，致屏極上產生
 二次發射，此為二次發射 (Secondary emission)。與極線
 發射電子之將至屏極時，網極網極所吸收而或漸次之 E_p
 而 I_p 反因而減少，是為負阻因特線 (Negative resistance
 characteristic)。及至 E_p 高於 E_{sp} 乃達正荷之狀態，
 I_p 增大而 I_{sg} 減少。此後 E_p 繼續加高， I_p 與 I_{sg} 則
 漸入飽和狀態，所增及所減亦有限。由此知四極管所用 E_p

應高於 10^5 g，而電壓變動甚大時電流變動仍甚小，故其屏極電阻甚大。

二七、五極管及其他特種管

(甲) 五極管 五極管為四極管再增一種之真空管，如第3九圖所增之其極外，在第二與第三極之間，直接由管內與燈絲或陰極相連，燈絲與網極相若，名稱為屏極 (Control grid) 或控制網 (Screen grid)，其功用在能控制二次發射電子，與陰極有電阻特性。第四圖顯示一五極管之屏極曲線，因壓

制網之電位等於陰極，且近於屏極，二次發射電子為電場所排斥，不復為網極所吸收，而仍奔回屏極，使屏極電流不致過大，而陰極電流則甚小。



制網之電位等於陰極，且近於屏極，二次發射電子為電場所排斥，不復為網極所吸收，而仍奔回屏極，使屏極電流不致過大，而陰極電流則甚小。故 (control grid) 係與陰極同位，其電位與陰極電位同，而此種屏極電流之增加，其極電流亦不致過大，故屏極電流之增加，其極電流亦不致過大，故屏極電流之增加，其極電流亦不致過大。

屏極電流之增加，其極電流亦不致過大，故屏極電流之增加，其極電流亦不致過大。

類同符 (type control green-light tube) 液柱控制管
 管內液柱高度 (pressure) 共示器不與控制瓶之液面同中既而
 辨端尚。圖類在圖類在圖類在 (a) 第四。圖類在
 加於前圖類在圖類在 (b) 液柱控制管 (c) 液柱控制管
 液柱控制管 (d) 液柱控制管 (e) 液柱控制管
 水柱 (f) 液柱控制管 (g) 液柱控制管
 總求其類之類 (Duplication) 類在圖類在
 道備固求類之類 (c) 類在圖類在
 類在圖類在 (multifunction tube) 名
 目繁多，構造不一，各有其特
 種之用途，但其基本原理無大異。第四二圖所示者，(a

第四二圖 特種真空管



在圖類 (a) 中，圖類在圖類在圖類在
 P=屏極 SG=網極 G=陰極
 在圖類 (b) 中，圖類在圖類在圖類在
 在圖類 (c) 中，圖類在圖類在圖類在
 在圖類 (d) 中，圖類在圖類在圖類在
 在圖類 (e) 中，圖類在圖類在圖類在
 在圖類 (f) 中，圖類在圖類在圖類在
 在圖類 (g) 中，圖類在圖類在圖類在

為三柵放大管 (Triple-grid amplifier tube)，有中三柵極，用不同接法，可作各類不同放大。(b) 為五柵換流管 (Pentagrid convertor)，屏極與陰極間介入五柵極，同一管可用以振盪檢波兼放大。(c) 及 (d) 分別為雙三極管 (Twin triode) 及三極五極管 (Triode pentode) 各為兩管所有電極合裝一管而成，其作用與分裝者無異。(e) 及 (f) 分別為二極三極管 (Duplex diode triode) 及二極五極管 (Duplex diode pentode)，除三極或五極部份外，附裝二屏極如 D_1 及 D_2 ，可用以檢波而復以三極或五極部份放大，一管有兩管之功用。

習 題

1. 真空管如何構成？有何功用？試概言之。
2. 試述燈絲種類及其發射電子之理。
3. 真空管中之控制柵，屏極，壓網極及昇極，各有何用？
4. 真空管燈絲電壓過高或過低均不可，何故？
5. B 燈絲電壓高於 A 燈絲電壓或 C 燈絲電壓，若有連接，發生何種影響？
6. 四極管用作放大時，勝於三極管，而五極管又勝於四極管，其故安在？
7. 三極管中柵極去電壓 A 又四極管中屏極電壓，若高於昇極電壓，將發生何種影響？
8. 設真空管屏極電壓等於零時之屏極電壓，自 45^{\vee} 降低至 35^{\vee} ，屏極電流自 2ma 減小至 1ma ，然後以屏極電壓規定不

，而加上一 2^V 之柵極電壓，亦使屏極電流測量變為 1ma ，求此時之放大因數，屏極電阻，及互導。

9. 試參考二極管三極管四極管及五極管之屏極曲線，列舉其特性同異之點。

至其變換而對其用途，真空管之功用一述如下。

• 真空管之用途，可分爲三種，即放大、振盪及檢波。

其用途之分類，可分爲三種，即放大、振盪及檢波。

(甲) 真空管各之應用及其要義。真空管可用以放大、振盪、檢波及整流，前已言之，茲述其要義如下：

放大 藉真空管之作用加大電壓或功率之謂，以言電波，即加高其振幅之謂。

振盪 利用真空管以產生及保持振盪之謂，振盪現象，前已言之。

調幅 使等幅波之振幅（或言電流強度）隨聲音電流而變動之謂。

檢波 變高週率電流爲低週率電流之謂，即於不能聽聞之電流中檢取其低週率部份而成音者。

整流 變交流爲直流之謂。

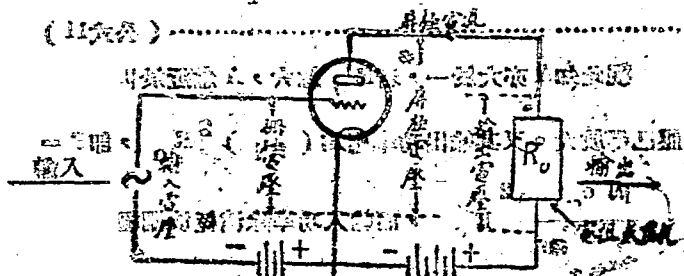
利用真空管構成電路，而可以放大振盪調幅檢波或整流者，即分別爲放大器 (Amplifier) 振盪器 (Oscillator) 調幅器 (Modulator) 檢波器 (Detector) 及整流器 (Rectifier)。

(乙) 電路上之常用名稱第四三圖示真空管電路之一斑。

- 電壓或功率 (Power) 由柵極電路輸入，而由屏極電路輸出，故前者亦稱輸入電路，後者亦稱輸出電路。各電路中之電壓或電流，除由電池組所供給者外，當有作用時，復產生變動之一部份，分別以小寫字母表明，如 e_g ， e_p 及 i_p 等是。柵極與燈絲間之電壓，曰柵極電壓，其由輸入之變動部份，曰輸入電壓，亦曰激發電壓 (Excitation Voltage)。
- 屏極與燈絲間之電壓，曰屏極電壓。屏極電路中之電流，

曰屏極電流，其變動部份 i_a 通過負載電阻造成之電壓降，因可傳輸於下級，則曰輸出電壓。負載電阻上之功率，曰輸出功率，應有別乎柵極電路上之輸入功率。輸出電壓或功率與輸入電壓或功率之比，曰放大率 (Amplification)，輸出功率與屏極電路中流動之功率相比之百分數，曰屏極效率。

(11.6.6)



屏極效率 (Plate Efficiency) 指功率消耗於屏極而變熱散失之一部份，則曰屏極散逸 (Plate Dissipation)。簡率以正者若將，便供為管之說明。

屏極效率 (Plate Efficiency) 之說明 據前述，異於管中柵極附近電場，控制屏極電流為更有效，其放大因數則又恆大於 $\frac{R_L}{R_p}$ 因柵極電壓之變動，其輸出電壓之變動，故放大因數之公式 (公式?)，即 $\mu = \frac{R_L}{R_p} \cdot \mu_0$ ，放大率屏極

效率之說明 屏極效率之說明，即指屏極電流之變動，與屏極電壓之變動，其比之百分數，故屏極效率之說明，即指屏極電流之變動，與屏極電壓之變動，其比之百分數。

$$R_p + R_o, i_p \text{ 通過 } R_o \text{ 造成電壓降 } i_p R_o = \frac{W_o e_g}{R_p + R_o}$$

R_o ，此即輸出電壓，與 e_g 相比而成電壓放大率。

$$A = \frac{W e_g}{R_d + R_o} R_o \times \frac{1}{e_g} = \frac{W R_o}{R_p + R_o}$$

..... (公式11)

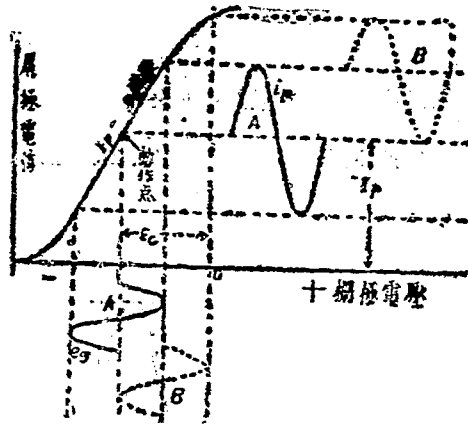
觀此知A亦大於一，若 R_p 愈大，A愈近於四，故謂電壓已得放大。又其輸出功率應為 $(i_p)^2 R_o$ ，即P =

$$\left(\frac{W e_g}{R_p + R_o} \right)^2 R_o, \text{ 而輸入功率除消耗於柵極電路者外，實際上因柵偏壓極為負，柵極電流甚微，} e_g \times i_g \text{ 幾近}$$

於零，故功率放大率亦大於一，輸出功率亦知已放大。由放大而增加之功率，係取自電源供給之電源，特由真空管之作用，變為另一方式之交流功率耳，非真空管自能增加其功。

(乙)放大與畸變 放大而得之電波，應與輸入者同狀，否則，即為畸變或失真(Distortion)。放大器中所用C電，應視B電高低而適當規定，使放大動作點(Operating point)落在 $i_p - E_g$ 曲線平直部份之中點，如第四四圖(6)所示，則屏極電流之變動，可與柵極電壓之變動完全一致。如A之波形，即輸出電壓波形與輸入波形無異。倘C電過於高低，動作點偏於一邊，兩半波不復對稱或割去波峯，如B

第四四圖 (a) 放大之波形



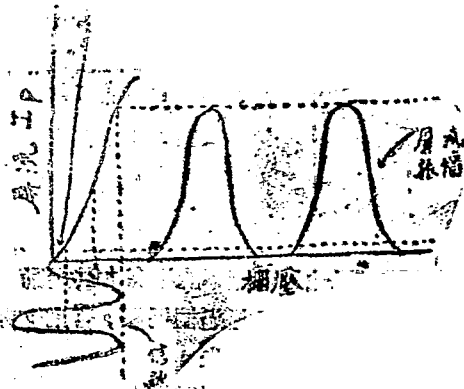
之波形，即為畸變。又輸入電壓不能過高，其變動以在曲線之平直部份為度，最高亦可超過柵偏壓，否則，非但波形畸變亦將加大柵極電流與功率損失。

放大工作之特性，依所加柵偏電壓之而稍有不同，在應用上極區別為A類放大，B類放大及C類放大，上述加上之偏電壓恰使動作點落在特性曲線平直部份之中點，輸出與輸入波形完全相似者，是為A類放大。與B類與C類工作情形，則有異於此。

B類放大應用之柵極偏電壓，約等於屏路斷流時之電壓，在無信號電壓激發時，柵無屏極電流，信號電壓加上時，只當信號之正半週，始發生與信號正半週波形相似之屏極電流。信號電壓之正壓續，可使柵極電壓變正，而發生屏極電

流，同時屏極電流加大，但不可超過特性曲線之對曲部份，如第四圖（b）所示之界限。B類放大，大多用作調幅後之高週率放大，有時亦用作低週率放大。用作低週率放大時，則需用二只真空管，接成推挽式電路。

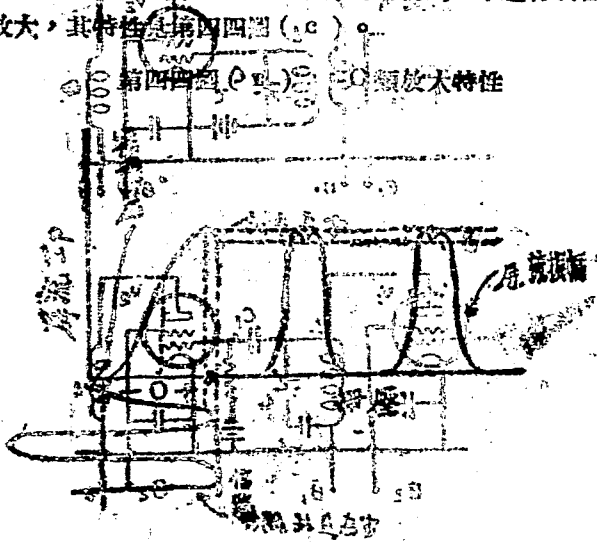
第四圖（b） B類放大特性



C類放大應用之柵極偏電壓，要低於截止電壓，無信號時，則無屏極電流。屏極電流只發現於信號電壓正半週時之一部分，通常約為信號週期之四分之一，信號波發最高點，且須使屏極電流飽和，柵極在此時受到正電壓，發生柵極電流，而屏極電流此時或反而減少，因陰極發射電子已達飽和點，只有定量之電子供給，柵極電流太大，屏極電流不得不減少，故此類放大器之輸出波形，與輸入者大不相同，含有不少

諧波。

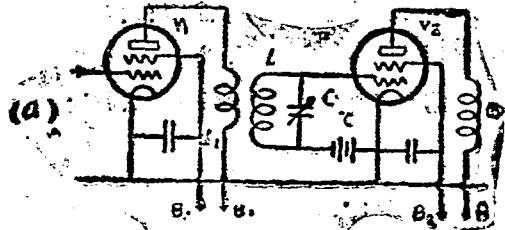
C類放大之主要用途，在非高週率放大，不適合於低週率放大，其特性見第四四圖 (c)。



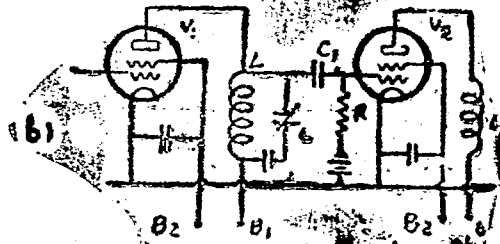
(丙) 類放大電路之耦合法。放大器可放大電壓或功率。因有功率放大器及電壓放大器之分，前者尋求輸出功率之增大與功率效率之加高，後者則尋求電壓放大率之加高，功率大小可略不計，兩者電路之構成無大異也。此二類中，依其放大所在之週率而分，最通用者又當別為高週率放大器及低週率放大器，其電路之耦合法，分述如下：

高週率放大器 通常用電感或電容為耦合，分別如第四五圖。(a)(b)及(c)所示。每級之輸入電路上用LC電路調諧，使與上級輸出週率相等時，L或C上之電壓，在該週率時，

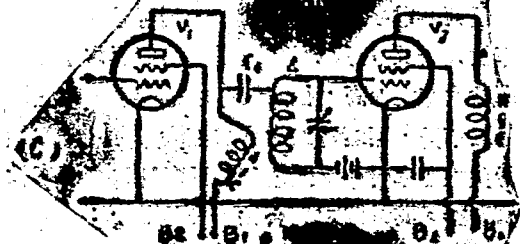
第四五圖 高週率放大器



電感耦合



電容直接耦合



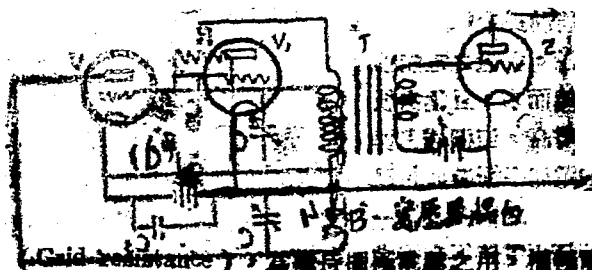
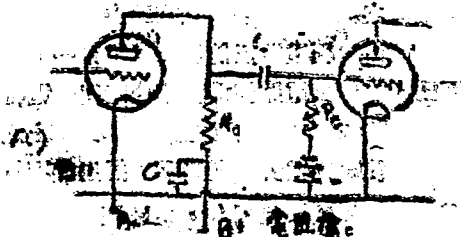
電感耦合

電壓為最高，輸入相極而激發放大，其他週率因不與諧振而無輸入，蓋放大電壓在單一之週率。圖示用四極管，蓋為防

止反饋，免生振盪。

低週率放大器第四六圖所示，(a)為電壓耦合放大器，屏極電路上接用電阻器 R_0 ，使造成阻壓降，由容電器 C 傳輸於下級之柵極而復放大之。 C 亦為阻斷直流之用， B 電不至壓入下級之柵極。 R_g 為柵漏 (Grid leak) 亦稱柵極電阻

第四六圖 低週率放大器



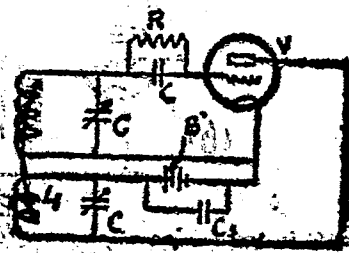
(Grid-resistance) 為維持柵極電壓之用，柵極電路上接無耗電阻，則電壓與柵極俱大，若 C 電流流於柵極，則由上級輸入之變壓電壓，至此將成短路而不復能放大矣。圖46(b)半為收音機中之耦合放大器，上級電壓即由變壓器傳輸於下級，變壓器本身亦能放大電壓，故每級之放大率較電

阻耦合者為高。惟收音週率之變動，約自16週至6000週，或至10000週，對於每一週率之放大頗難均勻，此不如電阻耦合者為佳。其他耦合方法，尚有多種，因不常用，故從略。

三〇、振盪器

(甲)構成振盪器之必要條件 真空管振盪器實即一自動放大器，電流之振盪仍在LC之電路中，特藉真空管之裝置，以造成電能由屏極電路反饋於LC電路中，而得繼續不斷之振盪而已。LC之電路因電源閉合時偶有電流之衝擊，而生極微之振盪電流，參看第四七圖，L或C上之振盪電壓，遂激發細極，使屏極電流同期震動，通過線圈 L_1 而生變動之磁力線， L_1 係與L相耦合，由感應之理， L_1 上感生電壓，其方向在屏極兩端上

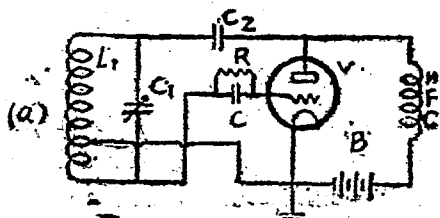
第四十七圖 振盪器之一種
適相反，能助長LC電路中電流之振盪。振盪之電能藉自 L_1 反饋而來，且逐次放大，無長增高，至柵極與屏極兩路中電能平衡時而後已。



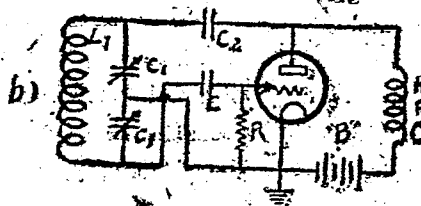
•由知振盪器之構成法第一屏極與柵極兩電路須有適當之耦合，第二柵極有兩極反饋之適當電能，第三柵極上須有適當之激發電壓，第四屏極與柵極兩端電路之變動方向須相反，至於振盪週率之高低仍由振盪電路中電感L電容C大小而定(公式4)

(乙) 種類及電路 第四十七圖電路係電感耦合，為振
 盪器中之一種。其他如第四八圖所示：(a) 為哈脫來電路

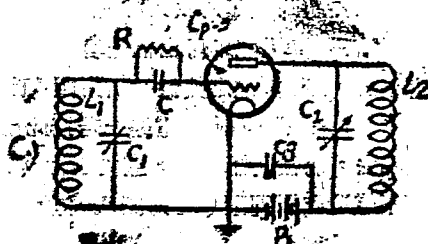
第四八圖 各種振盪電路



哈脫來電路



考畢子電路



列原振盪電路

(Hartley circuit)，即將第四七圖電路之線圈相鄰處直接連
 合而成。線圈上連接電絲為之高週率電位等於零，而其兩端
 電壓之變動適相反，保其振盪之速與上述同。(D) 為考希子
 電路 (Colpitts circuit) 是將振盪電路中之容電器分而為二
 ，中間相連為通端，則屏極與柵極兩端上電壓之變動亦適相
 反，以成反饋而保振盪。(e) 則為調屏調柵電路 (Tuned
 plate tuned grid circuit) 亦稱阿姆斯特朗電路 (Armstrong
 circuit) 其屏柵兩路上均用 LC 調諧，當其振盪週率調
 至相等時。因其空管。內極隙電容 C_{b-g} 之耦合，兩路電能
 即可互相傳授，而其振盪各不至停止。

(丙) 饋電法。振盪器之 BC 兩端，隨電路連接不同而
 分串聯饋法 (series feed) 與並聯饋法 (Parallel feed)，前
 者以高週率電流與直流電路相通，後者則分路輸入也。如第
 四八圖 (a) 及 (b) 之 B 位，為並聯饋法。(c) 則為串聯饋
 法。並聯時須有容電器 C_1 及高週率扼流線圈 HFC 作濾波，
 C_2 可使高週率電流通過，而同時遮斷直流，HFC 之功用適
 得其反。各振盪器中各用柵漏 R，因當振盪電壓輸入柵極而
 變至正半週時，柵極所吸電子可由此漏過，而適成電壓降，
 以代 C 電之用，而高週率電流即可由柵電容通過。R 與 C 兩
 者之接法亦各不同，則其 C 電之饋法，如第四八圖 (a) 及
 (c) 是串聯，(b) 是並聯，柵極電路上若接此兩者之連接
 ，則電子不能漏去，將積聚柵極上，窒礙工作 (參閱 48b)
 ，或能漏過而不能造成柵漏 (參閱 48c 及 c)。

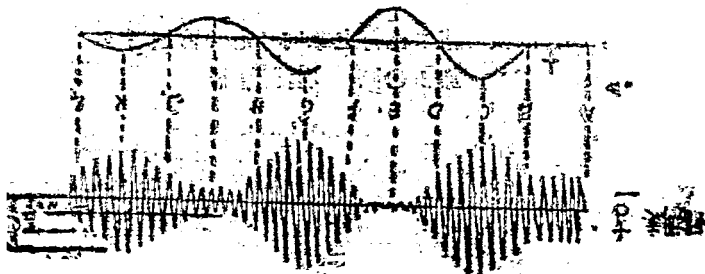
三一、調幅器

(甲) 完成調幅之原理

，其所以完成調幅之原理，是調幅振盪器之有效電壓或電流，先隨調幅器之成音波幅而變動，則其所產生之振盪電流或電壓即隨而變動，振盪器中之電流電流，當有成音電流與之相調時，其幅不復相等，成音電流向正增高則隨而加高，反是亦隨而減低，如第四九圖P至H一段，振幅加高者適至一倍，若減低適至於零，則其調幅作用為最佳，調幅之佳否，恆以百分數表明，即

$$M = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_0} \times 100 \dots \dots \dots \text{公式 12)}$$

第四九圖 調幅波形



I_{max} 電流之最大值， I_{min} 為小值， I_0 為未受調幅時之正常值，上述情形，即為百分調幅，若成音電流過弱，受調之波形如 I 至 H 一段，其最大值 Q 不等於正常 P 之一倍，而最小值 N 又不等於零，調幅百分數即變低，故調幅之成音電流，須有適當強度而後可。

(五) 調幅器之一斑 調幅器實即成音速率功率放大器，電路如第二節中說明者同。除此以外，尚有推挽式 B 類放大 (Push pull class-B) 之調幅器，電路如第五〇圖(a)所示。其 C 電須加高至屏極電流斷絕或近乎斷絕之點為止 (此在

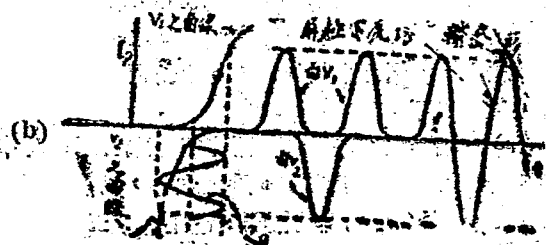
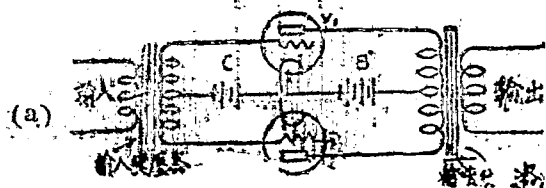
(類激發時而言)。即其動作點落在 $I_p - I_g$ 曲線下邊之
 漸曲部分。兩管栅極上所受激發電壓之相位適相反，每管各
 放大半波，於輸出變壓器上仍得正負對稱之波形，如第五
 ○圖 (b) 所示。輸入之激發電壓若適當高低，使於 $I_p - I_g$
 曲線平直部分之範圍內儘量放大，則輸出功率可得較大。
 成普通率 3 類放大器之電路及作用亦如是。

三二、檢波器

(甲) 類別及其大意 檢波依所檢波形不同而分幅調波
 檢波與等幅波檢波之二類，前者為無線電話之檢波是，後者
 為無線電報之檢波是。幅調波檢波中，其法有多種，擇其重
 要者如下：

二極管檢波 藉二極管之單向導電而檢波者。

第五○圖 B 類調幅器



屏極檢波 檢波作用在屏極電路中者。

柵極檢波 亦稱柵漏柵電容檢波，先由柵極檢波而再放大者。

再生檢波 (Regenerative detection)，柵極檢波後再反饋能量而加高激發電壓者。

等幅波之檢波，可分下列兩種：

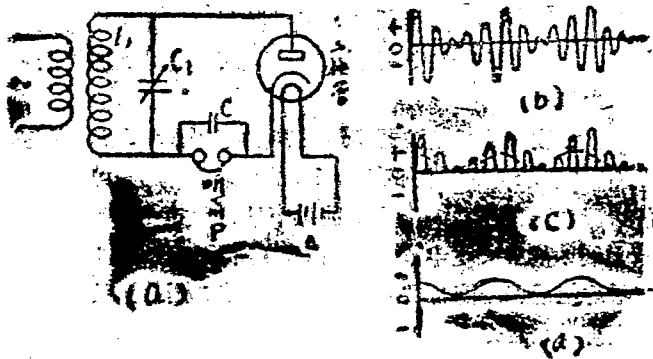
外差法 (Heterodyne) 分用真空管振盪而檢波者。

自差法 (Autodyne) 同一管振盪兼檢波者。

幅調波之檢波，係將輸入電流割去半波，而於所留半波中取得平均值而成音。等幅波之檢波，須以週率不相同之本地振盪電流與外來等幅電流相拍而變為拍合週率電流 (Beat frequency current) 後，始以幅調波檢波法而檢得成音電流。若非先變拍合電流，由直接檢得之平均值係穩定直流，除起止時略聞漸澀之聲外，中間即寂焉無聞。

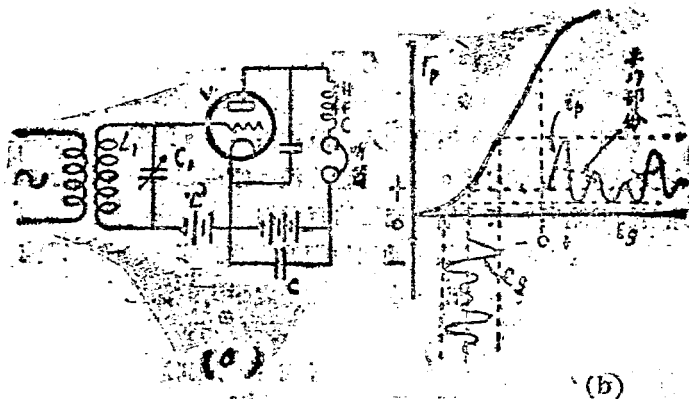
(乙) 幅調波之檢波 依上分四種，分別述明如下；

第五一圖 二極管檢波



二極管檢波 第五一圖(a)示二極管檢波器電路，外來之波形如(b)，甲 $L_1 C_1$ 電路調入後，其電壓送達二極管屏極及陰極之時仍如是。惟當正半週時，屏極始能吸引電子而納電流，循線圈原路通過聽筒而回達陰極，若至負半波，

第五二圖 屏極檢波

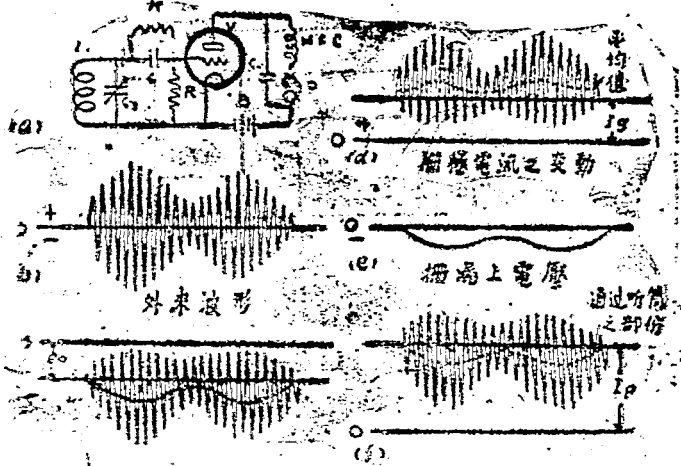


則不能發生屏極電流，故已將半波割去，如(b)。聽筒振動板 (Diaphragm) 惰性頗大，僅能隨通過電流之平均值振動成音，如(c)。此種檢波因無失真之弊，傳真度極佳，但無放大能力。

屏極檢波 屏極檢波器實即一半波放大器，電路如第五二圖(a)所示，其C電加高屏極電位至將斷絕之一點；即其放大動作點恰在 $I_p - E_g$ 曲線下端之淺曲處，則外入波經放大後，割去負之半波，如同(b)所示，乃以其所留半波之平均值通過聽筒而成音。此種檢波較二極管檢波為靈敏，因復有放大能力。

柵極檢波 此種檢波器電路上不接 C 電。但接有柵漏 R 與柵電容。如第五三圖(a)所示。(b)波電壓連續輸入柵極後，每當正半週時柵極上吸有電子，以致柵極電壓向負之變

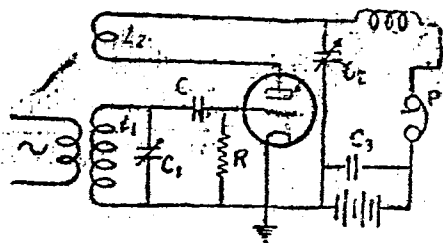
第五三圖 柵極檢波



動甚於向正之變動，如 (c)。至言柵極電流，即因電子愈多而愈大，如 (d)。高週率部份仍由柵電容通過，而其平均部份則由柵漏去，以造成柵極負電壓，如 (e)。同時因柵極電壓向負變動，屏極電流即減低變動，如 (f)。低週率部份也平均通過聽筒而成音。是先由柵極檢波，再由屏極放大，據以極微之柵極電壓變動，亦可得屏極電流之較大變動，故此種檢波，尤較靈敏。柵漏 R 亦可並聯於柵電容 C，如虛線所示。

再生檢波 電路如第五四圖，是將柵極檢波器之屏極電路中另加一反饋線圈 L_2 與 L_1 相耦合，如此，可反饋電能

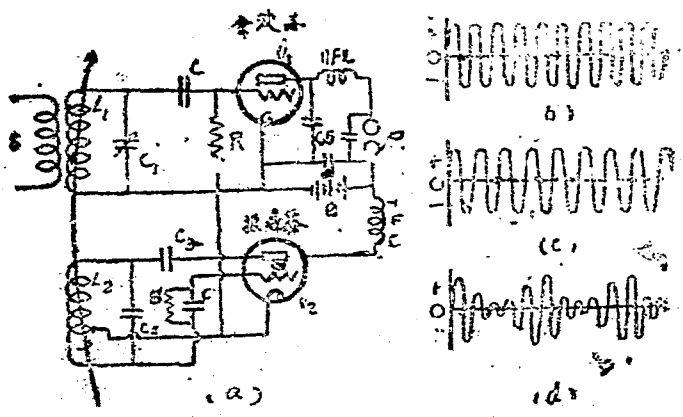
第五四圖 再生檢波



於 $L_1 C_1$ 電路，以補償其損失，則激發更強，靈敏度且較柵極檢波者更高。屏極電路上連接一反饋容電器 C_2 (throttle condenser)，可調準最靈敏之一點，但不使反饋過強而自生激發。

(丙) 等幅波之檢波 第五五圖 (a) 示外差檢波器電路， V_1 部份為檢波器， V_2 部份為振盪器，其調諧電路以電感為耦合。設外來波形如 (b)，由振盪器產生之等幅波如 (c)，兩波週率須略差，如言相差 1000 週。此兩波同輸入檢波器之調諧電路 $L_1 C_1$ ，相拍後變如 (d) 之拍合週率波，其振幅蓋已合乎 1000 週之高低變動矣。經檢波後對去半波如第五一圖 (c)，此輪即與柵極檢波一樣情形而檢得低週率電流或聲音，此週率仍合乎 1000 週之變動，故差拍合之理，後當補發。

第五五圖 外差電波

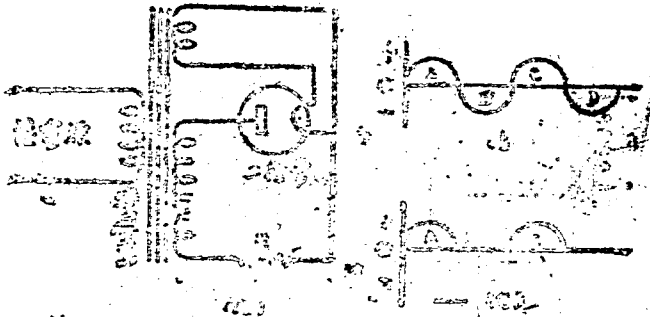


自差檢波係同用一管振盪兼檢波，原理即如上述，電路有與第五四圖再生檢波器者同，將容電器 C_2 調至發生振盪即得，通常收報機中之檢波，以自差法為多，蓋其構造可較簡單，但外差法則較靈敏。

三三、整流器

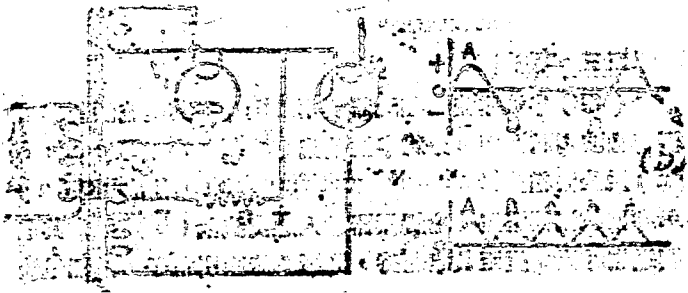
(甲) 半波整流 整流器須用二極管，其整流法蓋與二極管檢波者同，而可分為半波整流 (Half wave Rectification) 及全波整流 (Full wave rectification)。第五六圖 (a) 示半波整流器電路，由變壓器輸入之交流如 (b)，當其電壓送達屏極而變至負半週時，屏極不能吸引電子，故無電流發生，但至正半週時，即有電流通過，是已割去負之半週，而僅得正之半週，如 (c) 所示，此為脈動直流。

第五六圖 半波整流



(乙)全波整流 全波整流器上採用兩隻二極管或一隻全波整流管(有兩屏極者)。變壓器副線圈S兩端分別接至各管之屏極，而由其中點A接至電阻器R連燈絲，如第五七圖(a)所示之電路。輸入之交流電如(b)，在S上電壓之變動仍如是，然其兩端電壓相位迥相反。當V₁一端為正時

第五七圖 全波整流



電流由燈絲經過 V_1 而成迴路，同時 V_2 一端為負，則 V_2 一端無電流發生。及至另一半週時， V_2 一端變為正，電流由 V_2 端經過 V_1 則無電流作用。是每一半波各由一管而檢得，但電流通過 B 之方向每次均同，且燈絲一端為正（電流流進），而另一端變為負（電流流出），其波形如 (c)。

習 題

- 試列舉放大器振盪器及濾波器之同異點。
- 試說明下列各名詞之意義：
 - 柵偏壓，C 電壓 柵極電壓，輸入電壓與激發電壓
 - 屏極電壓 輸出電壓與 B 電壓。
- 全波整流與推挽式 B 類放大之不同處何在？
- 等幅波檢波與幅調波檢波有何不同？試詳言之。
- 試分別說明柵極檢波器及振盪器上柵漏柵電容之功用。
- 設於高週率 A 類放大器柵極電路上輸入成音電流，可否完成調幅？何故？
- A 類及 B 類放大波形，應如何變不至畸變？
- 高週率放大器之屏極電路上，又低週率放大器之屏極電路上，極不用調諧，竟因何故？
- 若振盪器之屏柵兩路上均不用可變電容器以調諧，能否發生振盪？何故？

10. 調幅如何始得完成？
11. 自差檢波器與再生檢波器電路相同，但其檢波作用兩異，試言其故？
12. 任何振盪器可否用作自差檢波器？試逐一釋明。

第六章 天線

三四、天線之一斑及其基本原理

(甲) 郝志天線 郝志天線 (Hertz antenna)，單線不着地者是，其長度應等於所饋電源之振盪波長之半波長或半波長之倍數。電原之饋入，可由線之中點或線之一端，如第五八圖 (a) 及 (b) 所示。此一直線條，亦有分佈電感與電容之存在 (對於高週率電流而言)，實即成振盪電路，當有電能饋上時，必發生往復流動之電流，惟當流達線之盡端，不復可前進，但亦決難驟然停止，則仍反射而回，與入射者相合而成一定分佈情形之靜波 (Stationary wave)。由

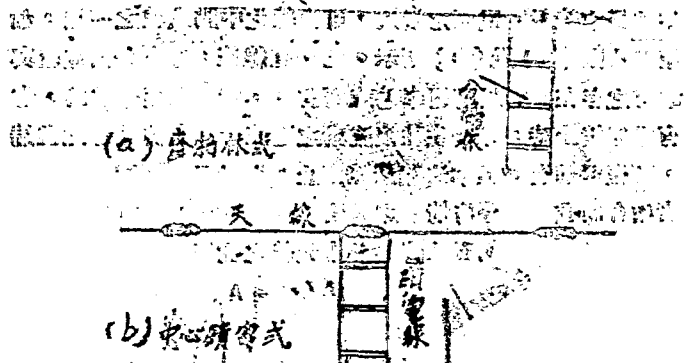
第五八圖 郝志天線之說明



實驗與數學證明，此靜波之波長，等於電源振盪波及發射波之波長，在這端之電流且必為零，電壓相差九十度，且必最高，如第五八圖 (c) 之分佈情形，又若線之長度等於半波長時，即能諧振而輻射。此種天線，最佳不與大地發生影響，故須離地稍高，法將傳送線 (Transmission line) 連接於

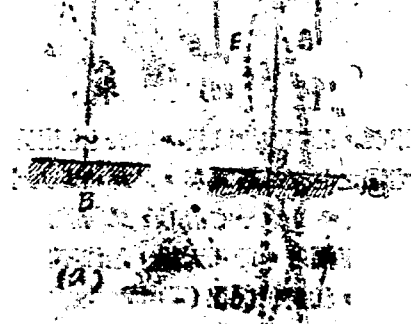
天線之適當點，電能由傳送線接往天線而發射。通用者如第五九圖所示，(a) 為終端饋電式 (Terminal feed type)，亦稱齊柏林式 (Zepelin type)。(b) 為中心饋電式 (Center feed type)，短波無線電構上均用之。

第五九圖 通用之都志天線



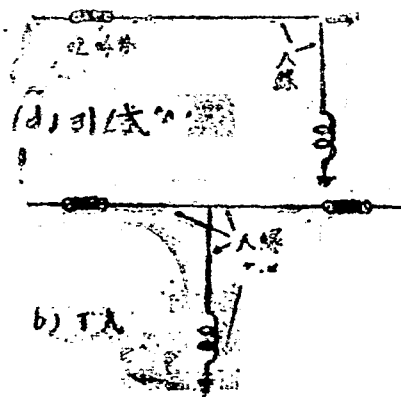
(乙) 馬可尼天線 上述之天線，若其一端接地，並於近地處饋入電源，如第六十圖(a)即成馬可尼天線 (Marconi)

第六〇圖 馬可尼天線之說明



i antenna)。線之遠端電壓仍當最高，電流仍等於零，而近地處適得其反，則全線長度僅需乎四分之一波長，另四分之一波長為已入地，如第六十圖 (b) 之分佈情形。其諸振原理仍與上者同。此種天線，以用於廣播機或長波機上為多，因其實用長度可較部志式為短，易於裝置。有將其上端一部份線折平，成倒 L 形，或其變相之 T 形，分別為倒 L 形天線及 T 形天線，如第六一圖 (a) (b) 所示，其長度自遠端至接地

如第六一圖 通用之馬可尼天線

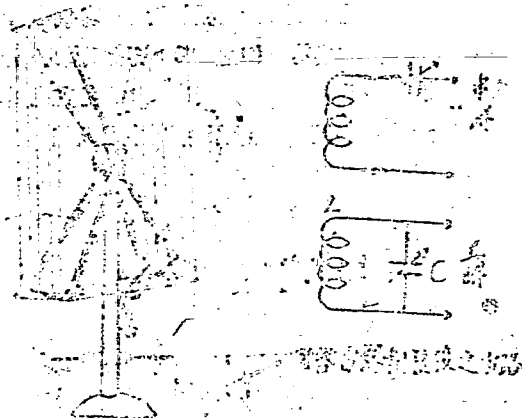


處仍以等於四分之一波長為最佳，線之長度若已不變，其自然波長亦已不變，發射或接收波之波長，若與此自然波長相等，則效率最佳。倘較長或較短，可用一線圈或容電器連入天線電路中調準之。加入線圈，猶將天線之自然波長加長。加入容電器猶減短。

(丙) 環形天線及定向天線 環形天線 (Loop antenna)，如六二圖所示，是將天線環繞而成。此猶一線圈，其內

皆有感應，與容電器相耦合，自成振盪電路。此電路中固天地線之可發射電場，然藉天線間之磁場亦變為無線電波，惟無如天地線發射之能及遠耳。此種天線故用作接收天線。

第六二圖 環形天線



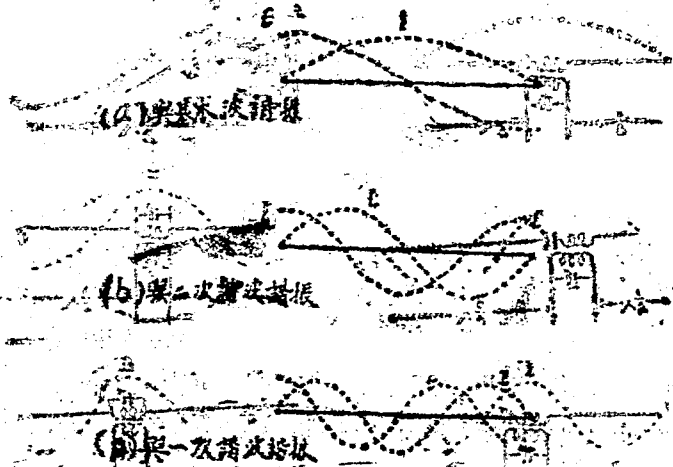
為多，其方向性特顯，亦常為探向接收之用。天線之方向性，即對某方向之電場較強之謂。環形天線之方向性，沿線圈平面方向較強，而與線圈平面垂直方向即較弱。

定向天線係由長線或列線 (Array) 組成，式樣頗多，凡線愈長，其方向性即愈顯，此為普通定向天線原理之通常所用單根天線雖有方向性，但其弱，目的在能向數根，亦無顯有特強之方向性，故將多根天線適當排列，其對某方向之電場各為異相而加強，同時其他各向之電場各使異相而減弱，或僅使之反射面併合於一方則尤顯，此即定向原理之一，係當詳論。如圖二六六所示，示圖二六六。

三五、郝志天線之特點

(甲) 自然波長 郝志天線係上述知樣半波天線，其自然波長(即其本身所合乎諧振之波長)，約等於天線長度之一倍。天線長度愈長，自然波長當亦愈長，反是當亦愈短。關於天線之電源，其固有之波長(即等於發射波長)，又應等於天線之自然波長，蓋若是始使天線諧振而發射，否則效率即減低。若天線長度已固定，即其自然波長已固定，電源之波長調至與自然波長相等時，則得基本波之諧振，但亦可調至二次或三次諧波之諧振，電流及電壓之分佈情形，分別如第六三圖所示。反之，電源之波長若已固定，則天線之長

第六三圖 郝志天線之振譜

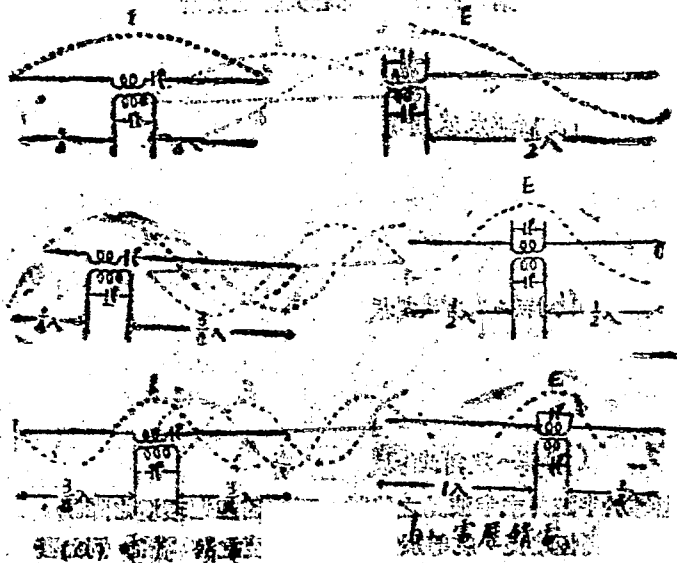


度應等於半波長或半波長之倍數。天線因阻礙環境之障礙，其自然波長雖略長，約等於天線實用長度之2.12倍。例如波

報機之振盪波長為40公尺，天線之自然波長亦應為40公尺，
但實上天線長度可19公尺之譜。

(乙) 直接饋電法 電源置於天線時，依前述可由於天
線之中點或頂端。中點上電流應為最大，阻抗最小，適合
串聯諧振電路以等之，如此於電流最大處接入電源，為電流
饋法 (Current feed)。天線頂端電壓應為最高，阻抗最大，能
合並串聯電路以等之，如此於電壓最高處接入電源，為電
壓饋法 (Voltage feed)。天線長度若為半波長時，饋電之
處，亦視其為電壓最高或電流最大，分別以串聯或串聯電
路調諧之，使其遠端電壓或電流均為最小，就如右天

第六四圖 赫志天線直接饋電法

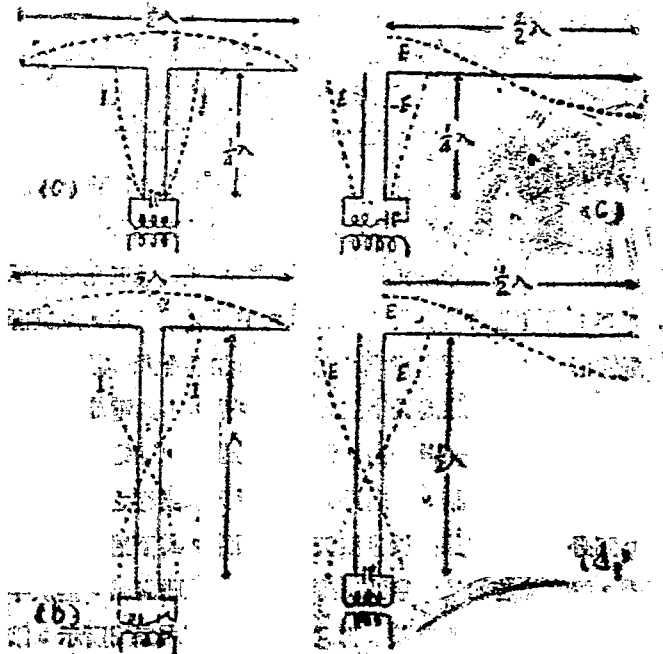


四圖所示。串聯調諧時所用電容器電容應較大，當電流進入時調準電容器至天線電流最大時即得。若並聯調諧，則所用之線圈應較大，調諧時先將天線摘去，調準並聯電路至與發射機輸出電路諧振而後接上，然後接上天線，若發射機之屏流無大升降時即可，與天線底部電流大小，則無甚關係。

(丙) 節電線做電線為直接做電時之天線，直接由發射機引出，離地較近，效率不佳，由上節所述，可用節電線將天線架高，仍將電能傳遞至天線而發射，如此可大佳，傳遞線又稱節電線 (Taper) 其上下兩端分別與天線及發射機輸出電路相連，其長度應等於四分之一波長或四分之一波長之倍數，其本身不應有發射作用與電能損失。此節線有不單調諧者，祇須與天線相接處調諧相合，線之長短無關係，現時用電線上之節電線。另一種是調諧式，即如第五九圖所示者，其上端節電法與上段說明者同，下端之節電法，視其靜電荷情形而決定用串聯或並聯電路以相耦合及調諧。例如四分之一波長之節電線接於半波天線之中點，上端電流既應最大，至下端已相差四分之一波，電流應為最小，而電壓最高，其下端即用並聯調諧，蓋若是，始合乎天線諸振之條件。同理，四分之一波節電線接於半波天線之頂端，其下端應以串聯調諧，節電線若加長至半波長時，則應以並聯調諧，接於半波天線之中點時，則應以串聯調諧，統如第六五圖所示。節電線須裝置平行，相隔可一呎許，各等長之點之電流即相等

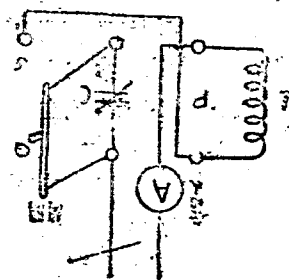
。而其相位相反，故兩相抵消而無發射。下種之饋電法以電流較電壓為多，因其電流最大，可接入安培表以指明，電壓隨電阻則與電流大小無關。若以同一天線與饋電線而用於不同波長之發射時，可於饋電線下端接入開關（第六六圖），以變換串聯或並聯之調諧，但亦視下端電流最大或最小而定。

第六五圖 饋電線饋電法



第六六圖 變換調諧之天線開關

饋電線

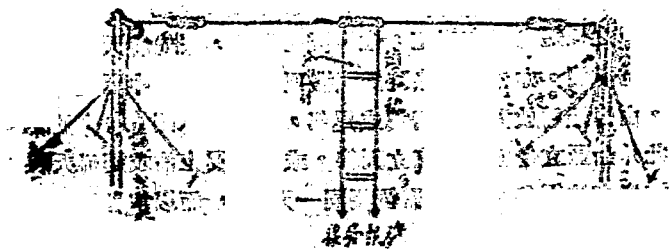


三六、天線之裝置

(甲) 發射天線 各式天線之線端，除引接於發射機者外，餘各連接絕緣體，以防漏電，電力大者絕緣又應更佳。絕緣體之另一端緊以拉繩，跨於天線桿頂端之滑車而拉緊之，愈緊愈佳。第六七圖示郝志天線裝置之一斑，餘可類推。天線之架設，應擇在空曠之地，因可稍減四週環境之障礙，若為地面所限，亦可架設屋頂上。天線所用線條以絞合銅

第六七圖 郝志天線之架設

絕緣體

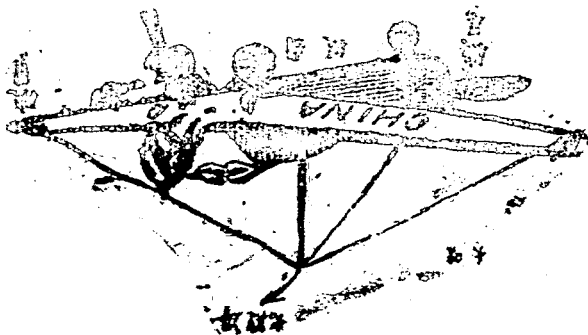


線爲佳，橫直各線相接處其接觸密切，免電阻之增大。天線桿用木桿或竹桿均可，電力大者亦用鐵塔。馬可尼天線須另裝地線，用銅板或銅管埋地下而引出接線，如有地下水管之處，地線連接水管則尤佳。大電力發射台且以地面乾濕無常，另用地網以代地線，即以導線交錯如網架設地面或埋佈地下而成。

(乙)接收天線。以上所說各式天線，均可爲接收天線之用，裝置可較簡單。其高度距離一定，長同一線而其接收波長不同之波帶。短波收報者常用單根線，長約50至100呎，一端以絕緣帶可懸於木桿頂端或樹幹頂端之處，下端即引接於收音機。接收收音機之天線線頭緊繫於天線之拉繩上，可與發報天線同時收報，亦且便利在收音機上或裝有定向之天線開關。同一一天線而以開關改變其方向接收或發報之用，普通接收天線不用收報部，即於一方向，有定向性，若定向接收則利用定向天線，接收信號可較強。

(丙)飛機天線。飛機上所裝天線，因限於地位，其長度須較短，故用馬可尼爲多，飛機之發報架即爲其地線。最簡單者，以單線繫垂於機下，如第六八圖(a)所示情形，線之長短可適當規定，惟飛機起降時，須先將天線縮捲，頗爲不便。亦有將天線裝置飛機頂上，於機身中豎立一短桿，由桿端佈放天線至兩翼或尾部，如第六八圖(b)所示。此外如豎立金屬桿爲直立天線，或於兩翼上佈成翅形天線，裝置方法頗多，收與發俱用同一天線，而以遙控開關換發之。

第六八圖 飛機天線之裝置



習 題

1. 試舉郝志天線與馬可尼天線不同之點。
2. 試擬一說明，決定上題各式天線之方向性應為若何，環形天線之方向性又若何？

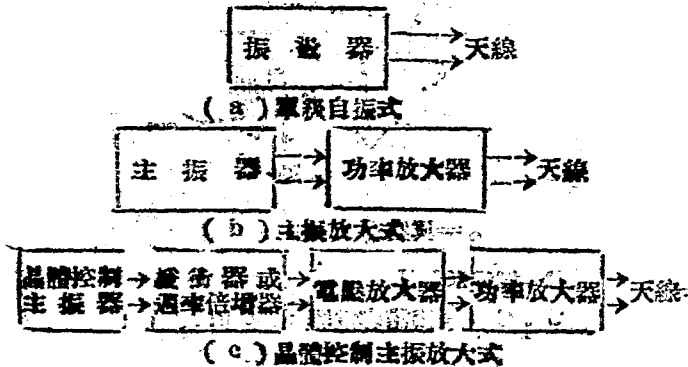
3. 定向天線據何原理而組成？
4. 試設計用於30公尺及70公尺之赫志天線，繪圖註明其長度。
5. 何謂天線之自然波長？與天線之實用長度有何關係？
6. 赫志天線之饋電線如何始為合法裝置？
7. 赫志天線長度須等半波長，馬可尼天線長度須等四分一波長，因何而然？
8. 設為對空通信之發射天線，以直立抑平放裝置為宜？何故？
9. 試說明裝置與架設天線之大概。

第七章 發報機

三七、型式及構造大概

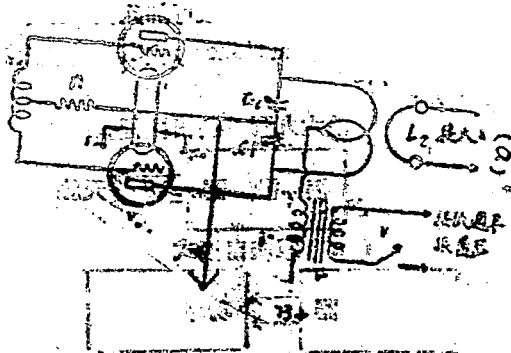
(甲) 程式及其優劣 各式發報機中之最簡單者，為單級自振式，是直接以真空管振盪器耦合於天線而成，如第六九圖 (a)。此式構造簡單，調諧便易，惟發射週率頗難穩定，功率輸出亦小。另一種為主振放大式 (Master oscillat or power amplifier system)，以振盪器為主振，後連功率放大器以放大功率，而再耦合於天線，如第六九圖 (b) 所示，如此則功率輸出加大，週率亦較穩定，但無如單級者之易於調諧，其構造亦較繁複。此式中有晶體 (Crystal) 控制主振器之振盪者，對於週率穩定度 (Frequency stability) 而言，尤勝一籌，惟構造尤較繁複，週率之變換以頗不易。其主振器與末級放大器之間，復可加入緩衝器 (Buffer) 週率倍增器 (Frequency multiplier) 與其他之放大器，如第六九圖 (c)。

第六九圖 發報機程式



(乙) 構造大抵 長波短波及超短波發報機電路及程式，大致相同。電力大小均視所用真空管及電壓強弱而定，電源應用種類及其供給法另詳。移動電台之電力可較小，發報機構造因較簡單，然以輕小精固為尚。飛機上發報機尤須靈便堅固，而以遙控法調諧發報機與開動電源。各種波長不同發報機之特異處，惟在於振盪電路中電感與電容有大小，大則波長加長，小則波短。其他如濾波容電器及扼流線圈等之常數亦以波長愈短而愈小，而其裝置亦應愈精固。超短波之發報，另有特殊之控制振盪方法，但其基本原理仍難大變，所發信號務須移動，裝設至為困難。有用振盪器另加低週率電流之調幅，如第七〇圖？

第七〇圖 超短波發報機



V_1, V_2 = 真空管 2A5, 6X4 ()

R = 細線 2000Ω

C_1, C_2 = 變容電器 00001μF

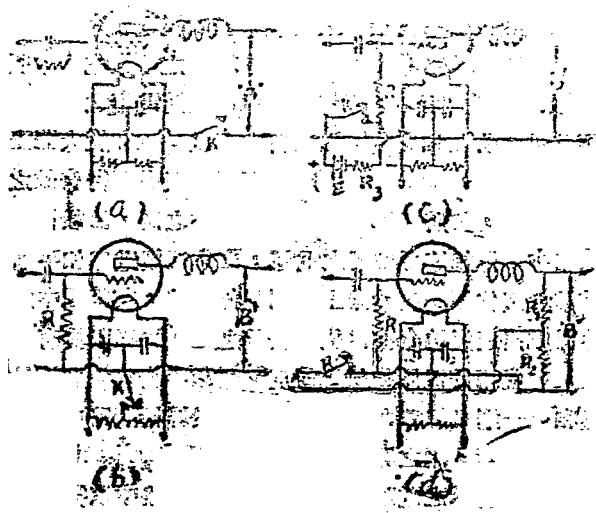
- 1 一線圈十四號線二匝徑1"
- 2 一線圈十四號線一匝徑1"
- 3 一線圈十八號線十五匝徑5/8"
- 低週率變壓器
- 發電報器

倘變為幅調波而發射，則可用調諧甚廣之收音機接收之，然其效率已減低矣。

三八、發報電鍵接法及放大器平衡法

(甲)發報電鍵接法 發報機上電鍵接法，最習見者有如第七一圖所示。如(a)，是將電鍵連接於屏極電路中，

第七一圖 發報電鍵接法

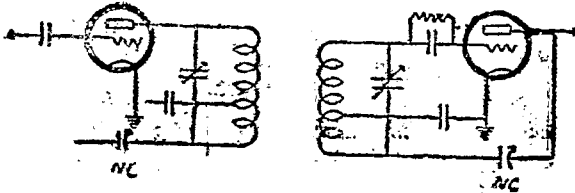


作電路之開合，至爲簡便。閉(b)，電鍵接在屏極兩回線與燈絲之間，可同時開合屏極兩電路。(c)法，另加電池組於屏極兩回線間，當電鍵放時此電池組之負電壓足使屏極電流斷絕而無振盪(此惟振盪器而然)，按下時，猶將電池組割去，振盪器恢復正常狀態而振盪以起。電池組之本電路中串聯一電阻器 R_2 ，俾當電鍵按下時不至自成短路。(d)法與(c)相仿，惟其另加之C電取自B電。B電上用電阻 R_1 及 R_2 造成分壓器，電鍵若不按下， R_2 負電壓浸入柵極，同時屏極電壓減低，足使振盪停止，至按下時， R_2 成短路，即割去C電而加高B電，振盪因以發生。用(a)(b)兩法時所發信號，較爲穩定。主振放大之發報機，恆將電鍵接於放大器電路中，而以(a)(b)兩法爲多。

(乙)放大器平衡法 主振放大發報機之放大器上用三極管時，其屏極電路(Tank circuit即LC之振盪電路)須調準至與激發電壓和諧波，因管內屏柵兩極間電容之耦合，屏與柵兩路電能恆互相反饋，以致自成振盪。故在放大器上應有平衡裝置(Neutralization)，以壓止振盪而得有效之放大。所謂平衡，即將反饋電壓或電能消去之謂，法於輸出或輸入電路中取得相等而相反之電壓，而與反饋電壓相平衡，而抵消其反饋作用。放大器上須用平衡電路，其線圈中點或近乎中點處接連地端(即電位等於零之處，並不與真地線者)，柵絲兩端電壓相位適相反，另以平衡電容器NC接於電壓相反一端以調準之即得。其法有於屏極電路中取得相反電壓而平衡者，謂之屏極平衡(Plate Neutralization)如第七二圖(a)所示之電路是，亦有於柵極電路中取得相反電

然而平衡者，謂之柵極平衡 (Grid neutralization)，如第七二圖 (b) 所示之電路是。此種電路之連成，係利用取

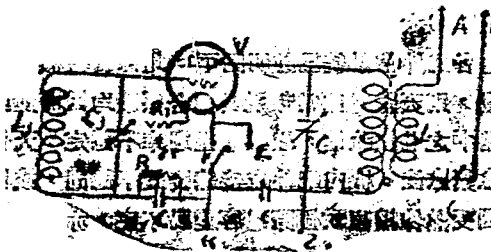
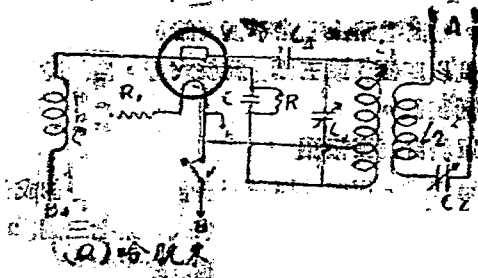
第七二圖 放大管平衡法



屏極平衡

(b) 柵極平衡

第七三圖 單管自振發報機電路



(b) 調屏調制式

$C_4 C_5 = .002 \mu F$ $R = 10000 \Omega$

$C_1 C_2 C_3 = .00025 \mu F$ $R_1 = 30 \Omega$

$HFC = 100 \text{Mh}$ 以上 $A = \text{天線}$

線 圈 匝 數

波 帶	直 徑	L_1	L_2	L_3
30m	2 1/2"	3	3	4
40m	2 1/2"	7	4	8
80m	3"	17	8	19

斯登橋原理，輸出電路上電能不復反饋於輸入電路，學者試自證明之。倘以四極管或五極管為放大管，自能防止反饋，可不另用平衡裝置。

三九、單級自振發報機

(甲) 單管式 以單管振盪器耦合於天線，即成最簡單之單管發報機。振盪器電路取哈脫來式，第七三圖(a)，或調屏調制式，第七三圖(b)取其他電路亦無不可。發射波長依電路中 L 、 C 大小而定，電力大小則視所用真空管及電源而定，其他各配件常數統已註明圖下。此種發報機所用之天線倘有搖動，則天線電路常數及其耦合係數均因震變動， $L_1 C_1$ 樞路中之電感改變，以致振盪速率不穩定，天線之裝置，故應愈緊愈佳。機內配件或接線裝置不穩固，或真空管內各電極因受熱伸縮以致極間電容變動不定，亦是影響發射

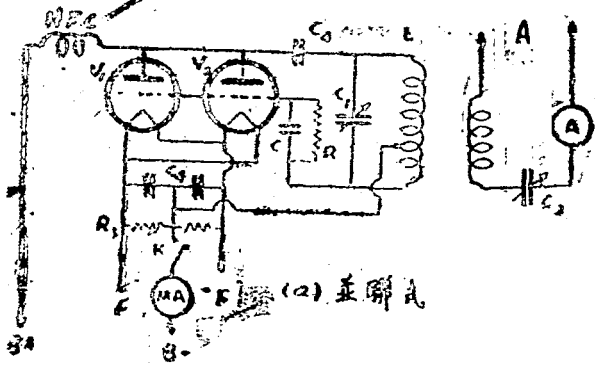
週率之穩定。通常以調諧容電器取用大電容 (High C)，則受其他分佈容之多係可較少。

(乙) 雙三極管上流之發報機，常用雙管並聯或作推挽式，發射電力可更強大，推挽式又比並聯式更佳，第七四圖 (a) 示此種之發報機電路，前兩屏極與地極先自互接，這為一常用法，餘均與單管者同。此者四圖 (b) 為推挽式，作為單子電路，兩管屏極與兩極先相接於電路之兩端，電壓相位相差 180° ，此與並聯者不同之處。圖示係各用三極管，若改用五極管更佳。屏極電路中加接中頻安培表，B 電路中加接安培表，所以示明各該路中電流之大小，燈絲電路上並聯以電阻器與容電器，如同中所示，如此則 B C 兩電回綫與地線可連接於燈絲電位之中點。直流與高週率電流仍可分由電阻與電容通至燈絲。直流電供給燈絲者，除將地綫併接於燈絲一端之一法外 (七三圖中接法)，亦用此法，若交流供給燈絲者則非用此法不可，因須穩定 B 電壓而免除交流聲 (Hum)。

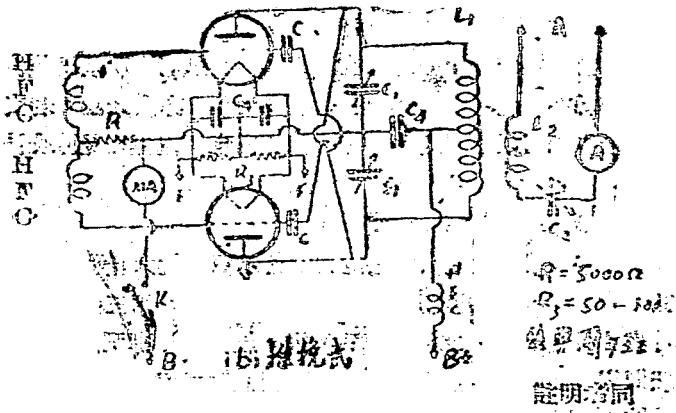
四〇、主振放大發報機

(甲) 單管放大 第七五圖電路示單管放大發報機之一種， V_1 部份為主振器， V_2 部份為放大器，用五極管，蓋可省去平衡裝置。主振器專司振盪，放大器則專司放大，兩級間以電容 C_6 為耦合，放大器屏極極路調至諧振，使由主振器而來之激發電壓復經放大而輸出，放大器則不應自生振盪。在此式中所用天線倘有搖動，僅使放大器極路諧振程度及輸出功率稍受改變，但與發射週率無甚影響。且以放大器專為放大工作，功率輸出故亦較單級自振式之用同式管者為

第七四圖 雙管自振發報機電路



(a) 並聯式

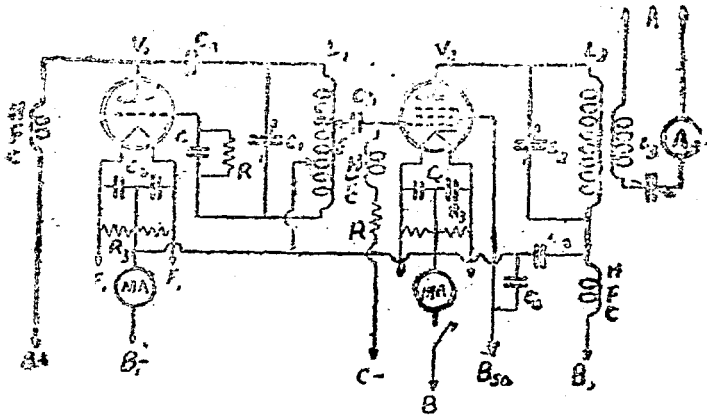


(b) 推挽式

$R_1 = 5000 \Omega$
 $R_2 = 50 \Omega$
 說明書同

大。此種功率放大器極取類於 (Class Amplification) 之
 其個極應加高至原極電流之四時之一。細極上電壓極高
 激發，原極電流儘量變動，此似半波放大，但極路中仍極穩

第七五圖 主振放大發報機之電路



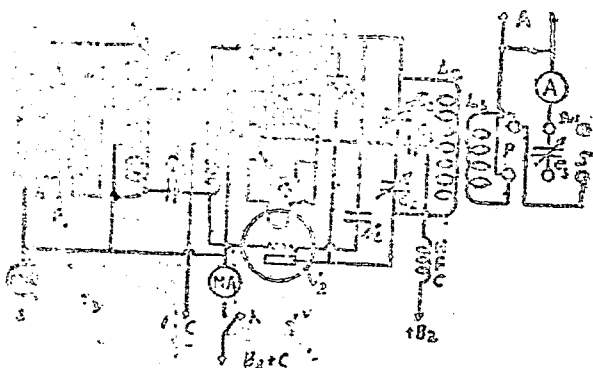
檢管 V_1 = 五極管 C_6 = 耦合電容器 501 μ F

是波振盪，屏極效率可提高。柵極上之適當電壓即以 C_6 相
接於線圈 L_1 上 B 點適當移動得之，B 點愈移向屏極一端則
電壓愈高。主振器電路上電容應較大，因可得較穩定之週率
。而放大器電路上則應以電感較大，可得較高之輸出電壓。

(乙) 推挽放大 主振放大發報機之放大器部份，除上述
之單管放大外，亦可用雙管作推挽放大式，如第七六圖
所示。主振放大兩級間亦用電容調合，主振器用哈脫來式，
放大器用三極管，以屏極平衡防止反饋，天線電路上加裝變
容調諧，便於並聯或串聯調諧之改換。放大器之以推挽放大
式，功率輸出尤較單管放大者為大，且可呈高電射效率。此
外如主振器電路及兩級間調合法，皆可隨應用情形而改換。
中間再加入緩衝器週率倍增器等放大器，固以未嘗不可，上

者 爲舉例說明焉耳。

第七十六圖 全線放大發報機之二



N_c —平衡容電器 0.031MF

Sw —天線開關 (餘與前圖同)

四一、一般調諧手續及電力測定方法

(甲) 一般調諧手續 調諧目的在能調準既定波長而得最大功率之發射，一般手續如下：

(一) 將電源開關合閉，按下發報電鍵，緩緩轉動調諧容電器，至以波長表量得預定波長時爲止，此時屏極電流不必求其大。

(二) 接上天線，再轉動天線調諧容電器，至以波長表就天線上量得最強時爲止，此時天線電路已諧振，屏極電流隨而增大，但不宜超過真空管所能担负之額定值。

(三) 按動發報電鍵連發V字信號(· · · —)，屏極及天線電流倘無忽高忽降之弊，所發信號知已穩定，然後可

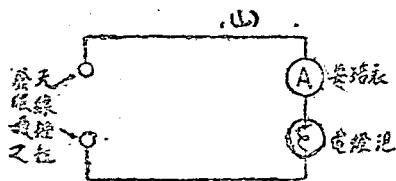
較強，否則，當將天線調諧容電器減退少許或將天線線圈之積合略為放寬。

以上所述是接調諧電機自變式而有天線主振放大管及則當去而調諧之後，又須調準放大器。法先開時主振器調至固定波長，去其部份此後可以不用時，而將發射動放大管之屏極調諧微電器，以至氣氬燈 (Neon Lamp) 之屏極微調至覺得光亮之一點，此時將天線上的電不必放下，僅將亮即去始，將平衡容電器調準仍至氣氬燈完全熄滅，則放大器已得平衡，乃放下電筒，即通過電，復進的屏極調諧容電器至屏極電流及小一點，屏極電路又已得調準，此後手續即與上述同。

(乙) 電力測定方法 發射器調準至能發報時之輸出電力 (亦云功率)，可用以下兩法測知：

(一) 調準發報機而接有天線時之屏極電流，依上述知此未接天線時為大，其相差之安培數乘屏極電壓之伏脫數所得之若干瓦特，即等於輸出電力之約數，未接上天線時所有電力完全消耗於發報機內部，若接上天線所增電力知為輸出之一部份。

(二) 換去天線，易以假天線 (Dummy antenna)，如第七七圖，轉動天線調諧容電器至屏極電流仍如連接天線 (第七七圖 假天線之接法)。



時之大小，假天線中此時所得電流(化為安培數之)平方乘假電阻 ($1^2 R$)，其乘積之若干瓦特即等於發報時之輸出電力。假天線中所用電阻，可連接一電燈泡代之。

習 題

1. 試說明各種發報機之優劣並以方塊圖表明其程式。
2. 發報機發射週率愈高愈難穩定，何故？試舉例說明之。
3. 試以電橋接法說明放大管平衡之理。
4. 圖75及76中各放大器柵極電路均不用調諧。何故？若用調諧電路，有何利弊？
5. 試以五極管作單級自振發報機電路。
6. 試均用三極管作單管放大之主振放大發報機電路。
7. 試舉雙管並聯與推挽式之同異點。
8. 發報機B電壓500v，未接天線時屏極電流僅75ma，至接有天線而調諧時大至125ma，其輸出電力計為若干？
9. 設以200v 50w電燈泡為假天線電阻，量得電流50ma其輸出電力計為若干？
10. 調諧主振放大發報機時，放大器未接B電之先，而以氬氣燈就屏極線圈能量得發光，其故安在？

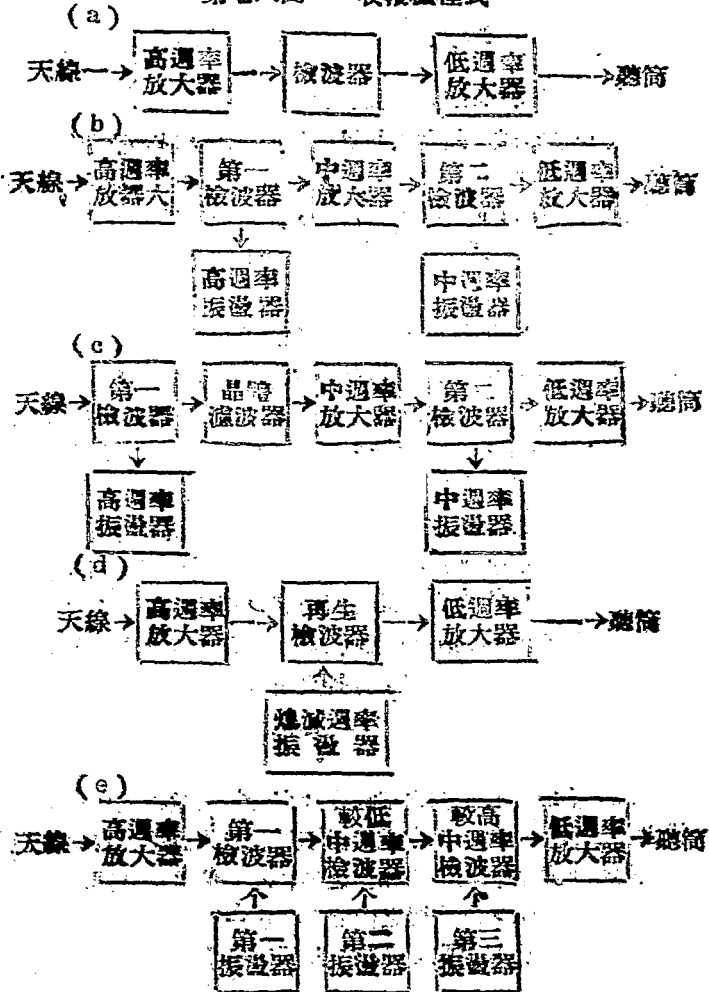
第八章 收 報 機

四二、程式構造及特性概說

(甲)程式 通用收報機中最簡單者，莫如調諧高週率式 (Tuned radio frequency)，先有高週率調諧放大，繼以自差或外差檢波，最後或音放大，如第七八圖 (a) 所示。較佳者則有超外差式 (Super heterodyne) 先用第一檢波，變高週率為中週率 (Intermediate frequency)，再經第二次檢波然後成音而輸出，如第七八圖 (b)。此式尚不免有信號干擾，進一步改良者為單信號超外差式 (Single signal superhet)，第一檢波與首級中放之間加入晶體濾波器 (Crystal filter)，摒去干擾之信號，而僅容選收信號通過下級而放大，餘則與超外差者同，如第七八圖 (c)。超短波之接收，因可用幅調波檢波法檢收信號，惟須具有廣調諧與極高靈敏度之特性，則有如第七八圖 (d) 所示之再超生式 (Superregenerative)，此外又有超外再生式 (Super infraregenerative)，如第七八圖 (e)，是將超外差與超再生合而為一，靈敏度增高，選擇性又佳。(c) 與 (e) 兩式構造較繁複，現未通用，本章中即從缺，餘者均加說明，藉見一斑。

(乙)構造 收報機之靈敏度愈高者，或選擇性愈佳者，構造當愈複雜，然其基本電路仍不外為放大器檢波器與檢波器之連結，與各級間加以相當之耦合耳。倘單級各器之原理與電路既已明瞭，則全機之構造當可舉一反三。長波短波及超短波收報機各異之點，僅在於調諧電路中電感電容大小之

第七八圖 收報機程式



不同傳感與電容若愈小，波長節愈短，反之即愈長。交流收報機與普通有線電報或無線收報機者，亦惟在電源供給部份與其等等特等之不同耳，此則不加說明，現暫從略。移動電台通用之收報機以調諧高週率者爲多，蓋其便於接收與移動，所以不選檢波不足用故也。其接收器則以超外差爲佳，因於頻帶較寬者，至於調諧可不必時時調節，而機本身恆能於飛波後，而以遙控法調節調諧之。城中有交流電源之便利，採用交流收報機時較經濟而又可獲較大之輸出電力等優點。本章所論以乾電池收報機爲主，旁及交流式，餘者當於後節旁述。

(丙)特性 收報機具有三大特性，靈敏度 (Sensitivity) 選擇性 (Selectivity) 及可聽度 (Audibility)，其意義如下：

(一) 靈敏度 謂能以低電壓之收入而得若何高電壓之檢波也。接收近距離大電力之信號而得高音量之輸出。不足爲靈敏，若遠距離小電力之信號，仍能接收而得相當音量之輸出，始可謂之靈敏。

(二) 選擇性 謂能避免干擾而將各信號分隔清楚之特性也。收報機以拍合法檢波，所收信號且係單一週率，其選擇性易於提高，然電信雜音之波帶內，欲得絕佳之選擇性，仍亦甚難。

(三) 可聽度 謂能超過雜聲若何之音量也。可聽度以雜聲爲對比，輸出音量雖強，但雜聲高可聽度亦低，若雜聲低雖音量較弱，可聽度亦提高也。

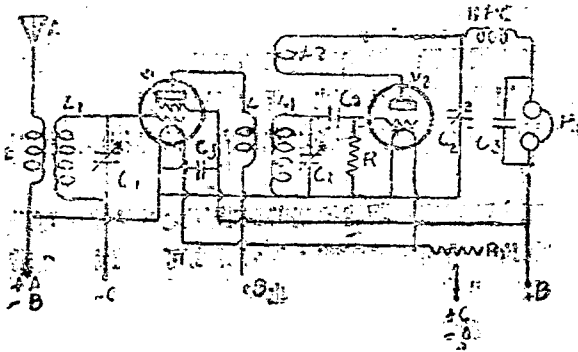
上述三者互有連帶影響，而收報機之良否實視此三者之

優良以爲準。收報機若僅以接收爲目的，以一檢波器耦合於天線即成，但求其特性優良而合乎若何輸出之音量與可移度，故須先以調諧放大，或更以中週率放大而爲進一步之改良。

四三、調諧高週率收報機

(甲) 調諧放大 單獨檢波器耦合於天線，原卽成簡單收報機，然因靈敏度不高，且若自差檢波，因振盪而發射，妨礙他人收聽，故在檢波之前加一級高週率放大器以調諧放大爲較佳。此爲調諧高週率收報機，電路如第七九圖所示：放大器以空心變壓器耦合於天線及下級之檢波器，用四極管蓋可省去平衡裝置又可得較高之放大率。檢波部份用三極管，以自差法檢波，調諧反微容電器 C_2 至生振盪時卽得。外方電信之來經調諧而諧振，放大後卽由檢波而成音。檢波以前之電流週率仍爲高週率，檢波之後始成低週率。前後兩級可均用鉛板或銅板製成之隔離罩（亦稱屏蔽Shielding）。

第七九圖 調諧高週率收報機之一



C = 耦合電容器.00025 μF

C1 = 調諧電容器.00015 μF

C2 = 反饋電容器.00025 μF

C3 = 旁路電容器.002 μF

R = 柵漏 $3\text{M}\Omega$

R1 = 燈絲變阻器 30Ω

HFC = 高週率扼流線圈85mh

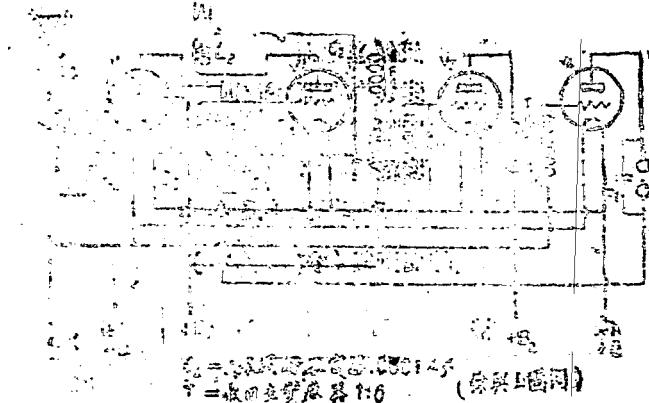
線圈匝數 (徑 $1\frac{1}{2}$ ")

波 帶	L	L ₁	L ₂
160m	20	50	30
80m	10	28	16
40m	6	11	8
20m	3	5	4

沒，所以隔斯前後級之串聯電場與磁場以增進放大作用也，其他配件常數及線圈匝數，適用於短波之接收者，均如圖下之註明。

(乙)調諧高放兼低放 上述收報機發波之後可再加一級或二級低週率放大器，則輸出音量可以提高，適合於磁筒之聽取。第八圖示此種收報機電路之一，低放各級間以低週率變壓器T為耦合，各用三極管為末。高放與檢波兩級結構與上述者略同，惟各以電感作直接耦合。天線以電容器T₁耦合於線圈L₁。所用天線可以較長而得較有效之接收。

第八〇節 調諧高週率收報機電路之二



高放與檢波間則以調諧電路直接耦合，對於首級高放而言，如此可得較高之放大率，因其負載阻抗加大也。兩調諧電路均加裝容電器 C_3 以完成之，此 C_3 亦所以隔斷 \bar{C} 電之直流，而高週率之電流仍可通過。各級所用電源之高低，視真空管特性而定，設首級用34號管，餘三級用30管，則檢波B電及高放鋼網電壓可4.5v，而高放及低放各管E電可90v，C電4.5v若B電135v，C電則9v，各級A電均用9v，而以變阻器 R_1 降低至2v輸至燈絲之兩端。外方電信之來，先經放大，檢波後變為低週率電流，復經兩級之放大，然後輸出較強之音量。

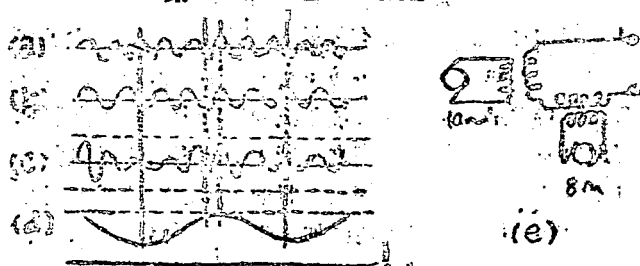
四四、超外差收報機

(甲) 外差拍合之原理

兩波相拍而成差波，茲先加以說明，設有兩發電機發生

之電流週率，一為10週，一為8週，分別如第八一圖 (a) 及 (b) 所示之波形，當此二波同時輸入圖 (c) 之電路時，相合而成一波，其每一瞬時之值，等於二者瞬時之向量和，如圖 (c) 波形，週率變為9，即等於 (a) 及 (b) 二波之平均數 $(\frac{10+8}{2}=9)$ ，而其振幅，有時因同相相而加高，有時因異相相減而變低，如經滤波作用後，適成兩週率相差之一週率波，如圖 (d)。如此波之作用，謂之拍合，由拍

第八一圖 電波拍合之理



合而成之週率，曰拍合週率 (Beat frequency)。

接收機中由不同週率之兩波，經相拍而成另一週率之拍合波，即同此理。外差式收報機中，另用一振盪器，產生一高週率波，與外入之信號波相拍，復經檢波而成拍合週率波。譬如振盪器所產生之週率為1175千週，外入波之週率為1000千週，經拍合後即成另一波，其週率為175千週矣。

(乙) 超外差機實電路 第八二圖示超外差收報機電路之一種，全機用交流真空管，以交流電源供給之，若改用直流真空管而以乾電供給者，自亦未嘗不可。首級為第一檢波器，與24管高週率振盪器相耦合，使外來波與此振盪波兩相拍合而變為中週率電流，通常所取之中週率為175或496千週，此中週率放大器之構造與其他放大器無甚大異，惟須以

適合於中週率調諧之變壓器以相符合而已。中週率電流經第二第三級中週率放大器放大後，輸往56管之第二檢波器，而復與24管中週率振盪器振盪電流相拍而變為低週率電流，然後經末級放大而輸出。本地之高週率振盪器振盪週率可較外來電波週率略高或略低，而其差數須適合中週率之週數，中週率振盪器振盪週率亦與中週率放大器而來之電流週率略相差，譬如相差1000週，則第二檢波輸出即成1000週之低週率電流，此收報補振之靈敏度與選擇性均較調諧高週率者為佳，其原因即在中放各級之有效放大。通常以放大管之負載阻抗愈大，放大率即提高，論功率輸出，如負載阻抗等於屏極電阻二倍時為最大，是則負載阻抗固以愈大為宜，高週率放大器之負載電路限於高週率之調諧，線圈匝數不能加多，即阻抗不能加大，故惟中週率放大器中，因週率已低，耦合變壓器線圈匝數可以加多，是即加大阻抗而提高放大率。且以高週率放大器僅藉調諧電路以調諧，未能特銳，惟先以拍合法檢波，而不與中週率差數相合之干擾週率，均可擷去而不放大，故選擇性亦因而提高。

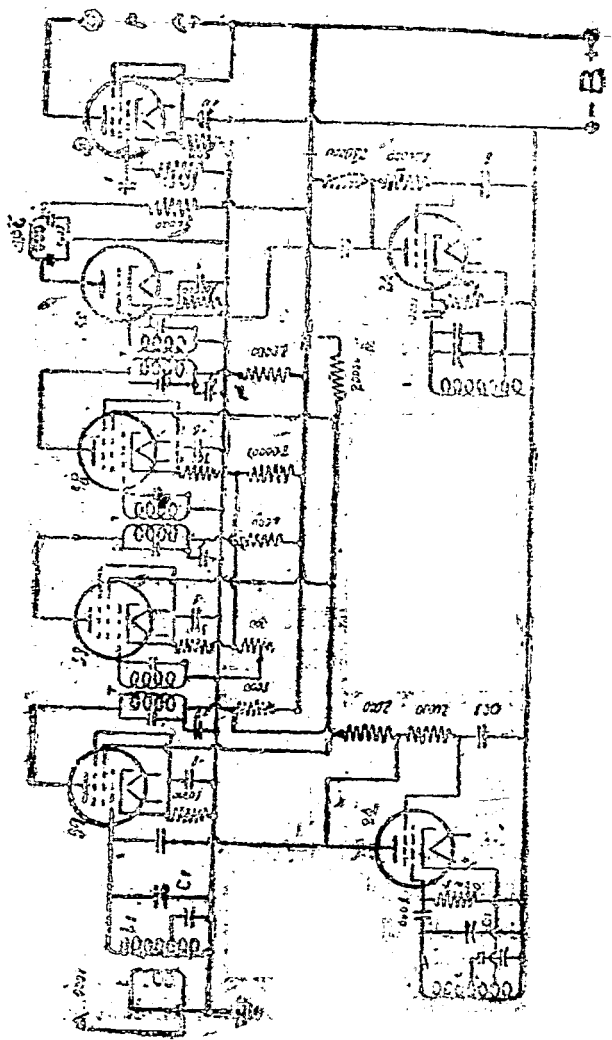
四五、調諧收報手續及波長測定方法

(甲) 一般調諧手續 用收報機收報時，一般調諧手續如下：

將燈絲開關閉合，轉動燈絲變阻器使A電輸入電壓至燈絲兩端等於燈絲額定電壓，過高或過低均不宜，可用伏脫表測定之。

緩緩轉動反饋電阻器至生振盪時為止，振盪恰在開始時最為正確。

第八二圖 超外差收報機電路



同時轉動各調諧容電器至調得所收信號最清晰時爲止。

上述爲調諧高週率放大自差檢波之收報機而然，超外差收報機之調諧手續亦尚簡便，同時轉動第一檢波器及高週率振盪器之調諧容電器卽得。

(乙) 波長測定方法 收報機所得之信號如未知其波長，或已知波長而不得調諧容電器之度數時，可採取以下各法被定之。

(一) 用波長表測定 將波長表移近於報機檢波器之振盪線圈，而緩緩轉動其容電器，至聽筒中聽得振盪聲音忽然停止爲止。照此時之波長表度數，查得其波長之近似數。

(二) 用收報機相拍合 久用之收報機，其調諧容電器各度數相當之波長，殆已皆知。可同時開動與未知波長之收報機相拍合 (beat)，轉動其調諧容電器至各發聲等 (Hearing) 時，兩者之波長卽相等。兩機相拍時可同接一天線。

上述係調諧高週率自差檢波者而然，若超外差除以拍合法相拍外，將波長表量取振盪器振盪波長。須再加中週率之波長數而得之。超短波機之波長甚短，普通波長表未適於量取，頗難測定。

習 題

1. 試述收報機之程式及其優劣。
2. 短波與超短波或交流與直流各種收報機構造上有何不同之處，試言其大概。
3. 何謂靈敏度，選擇性及可聽度？
4. 試說明調諧高週率式與超外差式收報機同異之點及其

優劣。

5. 調諧高週率收報機優點何在？
6. 超外差收報機之靈敏度與選擇性均極佳，試說明其原因。
7. 兩波相拍而成波差，其理安在？相拍後之週率是否即等於兩波之差數？
8. 用波長表移近自差檢波器之振盪線圈而至振盪停止時所量得之波長，是否即等於所收入之信號波長？若不然，應如何始得其真實波長？
9. 兩收報機互相拍合致能各發噪聲，其理安在？
10. 試以直流真空管作簡單之超外差收報機電路。

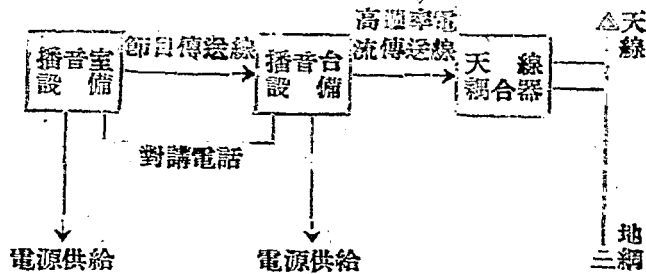
第九章 無線電話

四六、一般應用與設備

(甲)一般應用 無線電話應用目的，以廣播為主，其發射不限於一方，又不限於任何人之接收，但祇單向通信，接收者未能仍以無線電回話也。若無線電話通信，兩方應可互相接談，商業上及軍事上均利賴之。廣播波長範圍，類在200公尺至550公尺之間，但為通信用者，則長短波均有，越洋通信或軍事通信尤側重於短波，蓋須保有祕密之性質也。無線電話之與無線電報，機器構造上較為繁複，但其便利之處，在能以言語直接相通，無須乎收發電碼之特殊技術。論電力輸出與通話距離，則不若無線電報之為愈。

(乙)一般設備 廣播無線電話須乎高貴之節目與強大之電力，其工程與設備較為重大。演奏節目之處，置為播音室(Studio)，設置微音器(Microphone)拾音器(Pickup)及成音放大器等機件，將聲波變為電波而復放大，傳送於播音台(Station)。播音台宜設在遠山近水之曠野。播音機即裝設其內，與播音室以節目傳送線直接相連，成音電流之來，輸入播音機中之調幅器，以調變高週率電流之振幅，然後饋往天線而發射，一切佈置情形如第八三圖所示。電力較小

第八三圖 廣播電台之設備與佈置



之電台，工程較簡，然機件上基本設備，須有（一）轉變聲波之微音器，（二）高週率振盪器與成音調幅器，（三）發射無線電波之天線及（四）原動供給之電源，此在第一章中已言之，隨時通話之移動無線電話機，以輕小簡單為尚，且有以一人之力背荷全部機件者，其裝置與設備無須如上述之繁複。

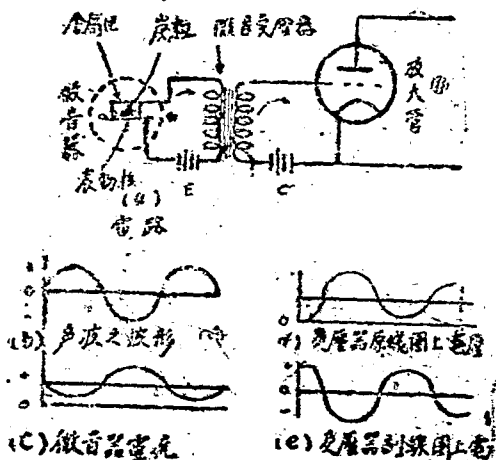
四七、聲波之本質及其轉變為電能之理

（甲）聲波之本質 口腔或樂器之振動，發為波動之聲波（Sound wave），其波形非單純之正弦波（Sine wave），但可析為若干諧波，質言之，聲波由多次諧波而組成者，諧波週率倍於基本波者為二次諧波（Second harmonic），三倍於基本波者為三次諧波（Third harmonic），依次至無窮次數之諧波，但次數愈高者聲愈弱，由此知聲波之組成極為複雜。每種聲音所以有別，端由諧波週率及音調（Pitch）之不同，單言週率，由口腔發出之變動範圍約100至10000週秒，而由樂器發出之週率變動更廣，可自40至15000週秒。成人聽覺最高聞達每秒10000週之振動，嬰孩聽覺較靈可倍之。

波之進行，遇障礙物體即被吸收，或反射而回，成為回響（Reverberation）。播音室中演奏節目時，微音器對於各聲波之入射須能均勻諧振，但須避免反射而來之回響，故播音室壁板帷以毛布吸聲板等吸聲物體，而合乎聲學原理（Acoustic）之佈置。曠野中回響較少，但外來雜聲較難避免。

（乙）聲波轉變為電能之理 聲波激動空氣而傳達於各種機械，機械受空氣之壓力致與聲波諧振，是聲能（Sound energy）可變為機械能（Mechanical energy）而機械能固亦可變為電能也。微音器即為轉變聲能為電能之一種器具，其輸出兩端連接於低週率放大器之微音變壓器如第八四圖（a）。茲以炭精微音器（Carbon microphone）為說明，其金屬匣內盛炭粒，上覆極薄之振動板（Diaphragm），振動板因聲波之

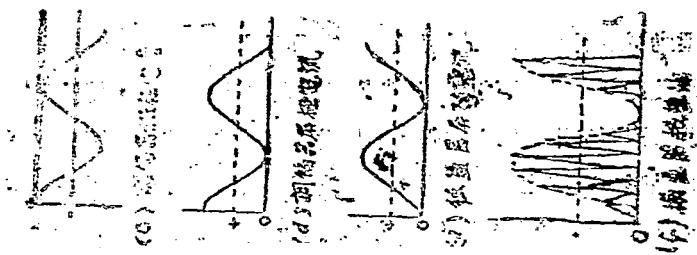
第八四圖 聲音轉變電波之說明



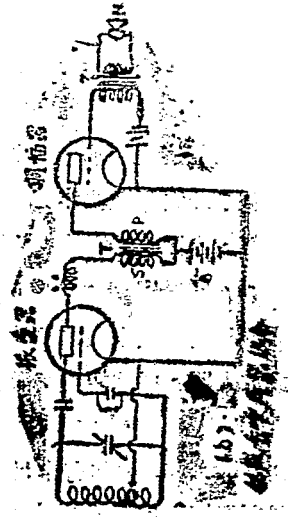
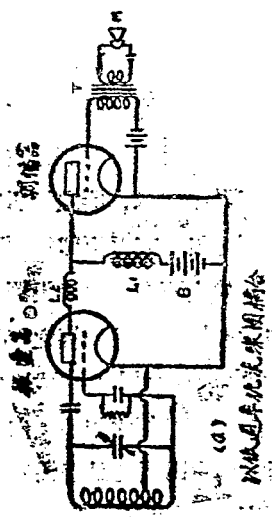
震動而諧振，炭粒又因振動板之振動而微鬆或壓縮，電阻隨而變動，TEM電路中電流即因電阻之變動而變動，傳輸於放大器而仍作同樣之變動。例如送入之聲波如第八四圖(b)之波形，電流之變動如(c)，變壓器原線圈上電壓變動如(d)而成生於副線圈上電壓之變動如(e)，此電壓即輸往放大器而放大之，然其變動之振幅與週率固仍與聲波之振動無異。

四八、調幅法

(甲) 各種可能之調幅法 聲波既可傳變為成音電流，然如何能使高週率電流依成音電流之變動而發為無線電話編調波？此端賴調幅作用。高週率振盪器或放大器之振盪本為等幅，當因成音電流送入而受調幅之後，其振幅即隨而高低變動。成音電流由成音放大器逐級放大而來，與振盪器或放大器相耦合之末級成音放大器即為調幅器，受調幅之振盪器或放大器，則為調幅振盪器(Modulated oscillator)或調幅放大器(Modulated amplifier)。變動等幅波幅之作用，曰調幅(modulation)，其有作用於屏極電路中因而變動振幅者，為屏極調幅(Plate modulation)，有作用於網極電路中者，則為網極調幅(Grid modulation)用四極管或五極管之放大器電路中，亦可於網極或壓制網電路上調幅之。其法蓋先變動電路電壓或電流或阻抗或放大管之放大率，因而變動振盪波幅者，頗有多種，最習見者莫如先變電壓，下段中說明之。



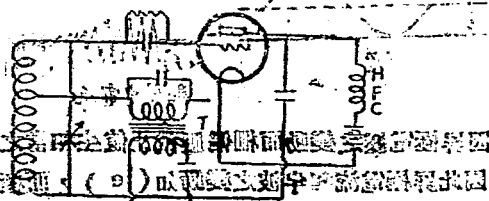
第八五圖 屏極調幅



(乙) 調幅直接作用於振盪器者 振盪器之以耦合電容為調幅電容，其屏極電壓與屏極電流及與振盪電流，恆有直線關係 (linear relation) 即電壓與電流可成正比。茲將第八五圖 (a) 所示之屏極調幅電路，當有聲波於檢波器其

送入時，調幅器柵極上隨起與音波同樣變動之電壓，其屏極電流亦變弱，如(1)之振盪器屏極電路係以低週率振盪流過，直接耦合於調幅器之屏極電路，故調幅器之屏極電壓增大，取運管之屏極電壓，對於振盪器屏極電路而言，與屏極電壓因節降低，同時屏極電流亦變小，如(2)之振盪器之調幅器屏極電流減小，振盪器之屏極電流則增加，此種高週率振盪電流之振幅法與屏極電流有直線關係，如(3)之振盪器而完成調幅之作用，此種電感頗大，約須30毫利，其高週率振盪流為防止高週率電流之侵入調幅器者也。第八五圖(b)調幅法亦極是，惟以變壓器為耦合，調幅器之成音電壓感生於副線圈，因而增減屏極電壓，而變功振盪電流者，成音電壓之變動率與B電壓相等時，調幅可達百分。此種調幅如上述者，亦稱韓是調幅法(Heising scheme)，一般小電力電台咸用之。第八六圖示柵極調幅之一種，變動柵極電壓而完成調幅作用者，其原理與上述相若，可無贅述。柵極調幅時，輸入之成音功率可

第八六圖 柵極調幅

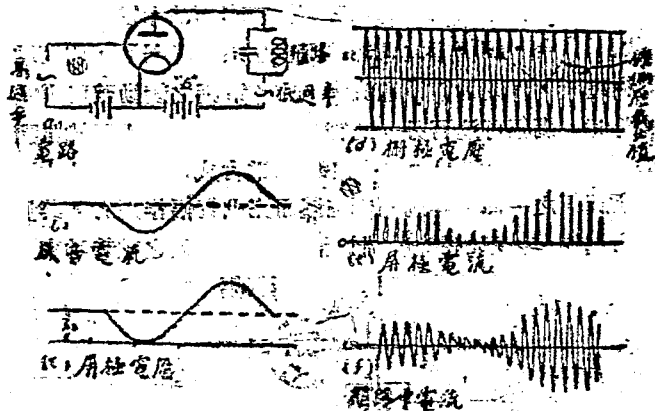


(1) 成音電壓感生於副線圈，因而增減屏極電壓，而變功振盪電流者，成音電壓之變動率與B電壓相等時，調幅可達百分。(2) 成音電壓感生於副線圈，因而增減屏極電壓，而變功振盪電流者，成音電壓之變動率與B電壓相等時，調幅可達百分。(3) 成音電壓感生於副線圈，因而增減屏極電壓，而變功振盪電流者，成音電壓之變動率與B電壓相等時，調幅可達百分。

亦以屏極調幅為佳。

(丙)調幅作用於放大器者 在主振放大之播音機中，恆於放大器電路中調幅之，其法與上述者相同；惟幅調放大器取C類放大為多，即將其C電加高至屏極電流斷絕時數值之一倍，如此可得半波放大，而仍於屏極電路中變還全波。第八七圖示屏極調幅之情形，其電路如(a)；調幅之成音電流(b)由屏極電路中輸入，屏極之有效電壓隨而變動，如(c)；在柵極上輸入足量之激發電壓，最高變動可及於柵極零電

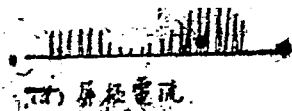
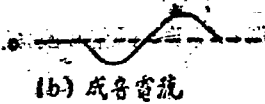
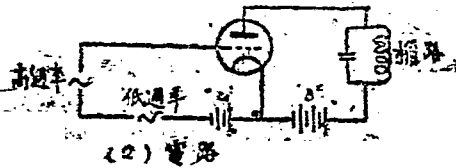
第八七圖 放大器之屏極調幅



壓，因屏極電壓之變動而柵極電壓之值生相當之變動如(d)，因此屏極電流起半波之變動如(e)，而柵路中因當負半週時能由容電器之放電而仍變還全波如(f)之電流。第八八圖示柵極調幅情形，調幅之成音電壓與高週率電壓同由柵極電路上輸入，而如(c)之變動，由是半波放大，而仍於

種路中完成全波之幅調波，變化情形觀圖自明。其C電機不加高而如A類之放大，屏極電流將有如(c)情形之全波變斷，則種路中電流仍成等幅，調幅之作用全失矣。

第八八圖 放大器之柵極調幅

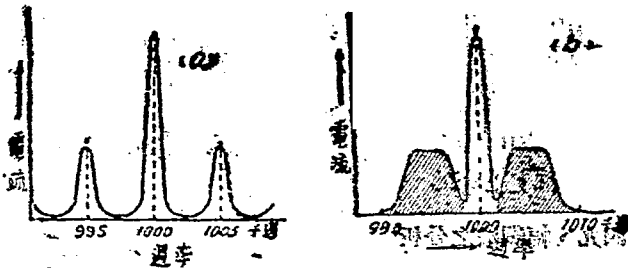


四九、幅調波之分析

(甲) 載波與旁帶 幅調波振幅隨調幅而變動，其高週率部份之週率固仍不變，然於其已成調幅之信號電流中分析之。尚不止此單一之週率。在前曾說明兩不同週率電流相拍合後所成電流之週率，即等於兩週率之差。調幅時各不同週率相調之結果，當亦猶然，譬如高週率電流之週率為1000千週 (Kilocycle)，調幅電流之週率為5千週，調成幅調波後週率

除 1000 千週者外，尚有較高之 1005 千週與較低之 995 千週，如此已調幅之電流中，宛有三電流之存在，如第八九圖 (a) 所示。言語或音樂之成音週率，並非單一之週率而約在 50 週與 10000 週間變動之，以此種成音電流調幅之結果，幅調波週率變動尤為複雜，高週率部份茲仍以 1000 千週為例，則調幅後之諧振曲線，當如第八九圖 (b) 所示，以鉛線劃明之部份，蓋全為調幅週率變動之範圍。1000 千週之原有電流或電波，謂為載波 (Carrier wave)，而其兩旁變動之波帶，謂為旁帶 (Side band)，週率較高一帶為高旁帶 (upper side band)，較低一帶為低旁帶 (Lower side band)。無線電話之完成，端賴旁帶之週率變動，然藉載波始能載送於遠地。

第八九圖 幅調波週率之分析



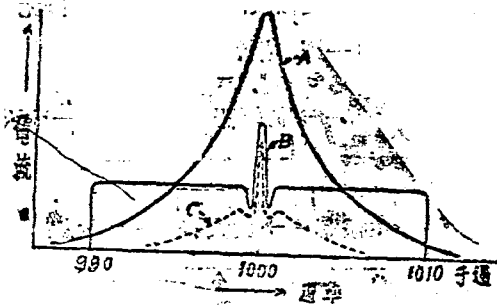
(乙) 旁帶與收音調諧之關係：收報機所收信號，僅單一週率，故收報機調諧能愈銳愈佳，收音機所收之幅調波，因有旁帶之變動，調諧則不可過銳，因載波不能成音，須將旁帶全部收入然後可，否則即致失真 (distortion)，而傳真度不佳。幅調波之電壓曲線如第九〇圖之 B 曲線，倘收音機調

諧曲線如 A，則所收得之幅調波將如曲線 C，就中兩端之旁帶，抑減甚多，此部份所含之成音週率較高，殆為音樂中高音或言語中子音，若已抹去，則揚聲器或聽筒放聲時，將失去其音節而致混雜難辨，全與播音台微音器前所演奏者兩歧矣。收音機之調諧若較廣 (Broad) 收音固然較佳，然易為別種信號所干擾，收音機調諧之配置所以其難也。

五〇、播音機與收音機

(甲) 播音機：播音機之構成，由於高週率與低週率兩

第九〇圖 旁帶與收音調諧關係

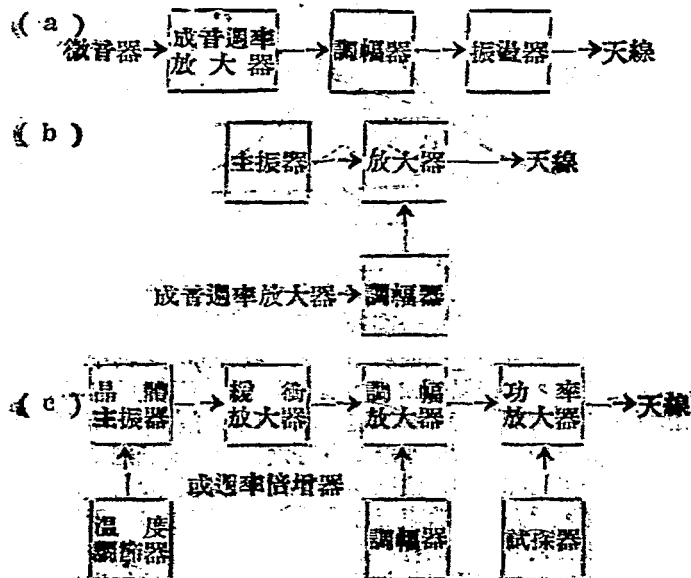


部份之合併裝置，高週率部份之電流即發為載波，其功率大小僅與射程遠近有關，收音方面接收成音，須賴乎含有低週率變動部份之旁帶與幅調部份高低變動之振幅，調幅百分數高者，收音即強，否則，載波功率雖大，收音亦弱，其中高週率部份之裝置，與發報機相若，惟當未受調幅時之輸出功率應稍低，因至有調幅時功率自能加大(可增加百分之)，所增之功率即由調幅器而來者。低週率部份之裝置，即低週率放大器，微音器傳變聲波為電波流後，由放大器逐級放大，然後輸遠調幅器，所需成音功率若愈大，則級數應愈多，所用真空管亦逐級加大，各級間可用變壓器耦合或電阻器耦合，與普通之低週率放大器無異，惟輸出音量大小與音質優劣，須

響加控制，一般以音量控制器(Volume control)與純音控制器(tone control)隨時調節之。播音機之最簡單者，以調幅器直接耦合於單級振盪器而成，如第九一圖(a)，裝置較複雜而週率穩定者，有主振放大式，如第九一圖(b)，大電力播音台之裝置尤較複雜，高週率放大器級數加多，其他之調節、試探器等設備亦隨應用目的而力求完善，如第九一圖(c)。

(乙)收音機 收音機之程式與收報機同，各式中之檢波部份易以幅調波檢波法之檢波器即成。放大部份尤須完善

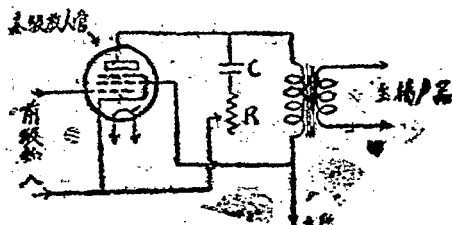
第九一圖 播音機程式



因旁帶及成音週率高低變動，對於各週率及振幅須能均勻

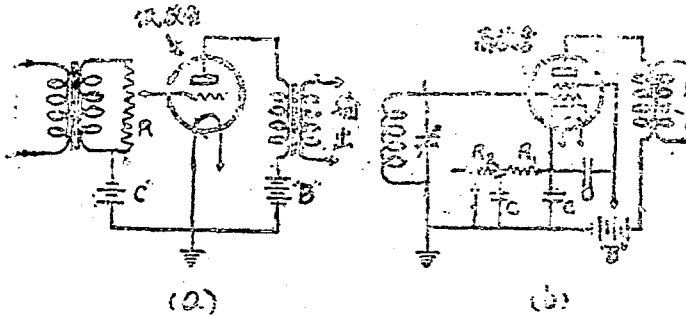
器振與放大。收音機靈敏度選擇性及可聽度之優劣，視與收報機同其重要，除此三者之外，尚須顧及傳真度(Fidelity)之佳否。所謂傳真度亦為收音機特性之一，蓋所收聲音相似於所播聲音若何之程度也，原播聲音雖佳，至接收成音後每致失真，調諧過銳割過旁帶一也，週率放大不勻二也，聽筒傳聲畸變三也。各特性之改良，惟在電路與用件配合上求之，超外差收音機大致可以較佳。末級放大之用五極管者，因其負載阻抗及輸出電壓均以電流週率愈高而愈大，對於週率較高一段之電壓特別提高，以致輸出聲音尖銳刺耳，故於輸出電路上恆用濾波裝置以摒去週率過高部份之電流，如第九二圖，變阻器R之滑接點愈近容電器C一端，輸出聲音愈

第九二圖 純音控制器



可變鈍，反一方向則變銳，此即所謂純音控制器(Tonecontrol)是。又有為變動輸出音量高低之音量控制器(Volumecontrol)亦稱響度控制器)裝置於低放間者，如第九三圖(a)所示，而裝置於高放間者，別有如第九三圖(b)所示，前者以電位器(Potentiometer)R並聯於變壓器，滑接點愈向下移，因電壓愈低，音量即愈小也，後法係變動C電之電壓，使放大管放大率自動改變，輸出音量即因而高低改變，此

第九三圖 音量控制器

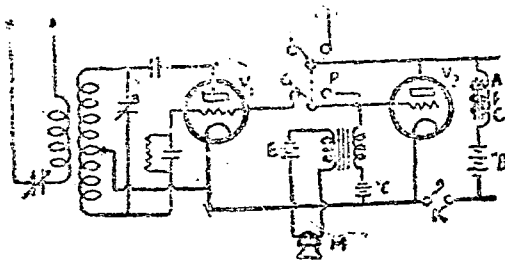


惟於可變因數放大管上用之。電阻器 R_1 及 R_2 當屏極網與柵兩電流通過時，可造成電壓降以代 C 電， R_2 上之滑接點愈向 R_1 一端移動， C 電減低，反一方向則 C 電加高， R_1 用以限制最低之 C 電，蓋未可使 C 電降至零也。

五一、其他各種無線電話機。

(甲) 報話兩用機 報話兩用之發射機，同一機發報兼發音者，九四圖示其一節，開關 Sw 擲在 S 之一方時，將 V_2 管並聯於 V_1 ，而成雙管並聯發報機，可以發報，設將報鍵 (K) 閉合， Sw 擲過 P 之一方，則 V_1 部份成爲調頻器，而 V_2 部份成爲單管擴音器，即可以發音，惟其輸出功率播音時大爲減小，發報時則加大也。調諧放大再生檢波之收音機，可作報話兩用之接收機，將再生檢波器調諧振盪，即可以收報。

第九四圖 報發兩用發射機之一種



上述僅為舉例，難致實用，習見可用之話報機，類為主振放大式或音放大與調幅部份之裝置亦甚佳，如是始利於移動而隨時通信。同一機可以發話而又可轉變為發報，其裝置並不甚複雜，蓋用一開關，在擲過發報一端時，將機中之或音放大與調幅部份切去，自即成發報機電路而可以發報。

(乙) 收發兩用機 無線電話收發兩用機，係將收發兩機合裝一體，加用靈活之轉換裝置，便於轉換收發。其最簡單方法，裝用一開關，收聽時，經過一邊完成收音機電路，可以收話，發話時經過另一邊完成發音機電路，可以發話，同用一天線，裝連於開關，同時接於收音機或發音機，惟不便於同時收發通話。須發後再收，收後再發，此其缺點。現有用自動繼電器者，藉話音電流以轉動其彈簧片之接觸，作用與用一開關者同。發話時發音機中話音電流之一部份傳輸於放大器，使經放大與聲波後，通過繼電器，吸動彈簧片，接通發音機電路，可以發話，同時收音機不受干擾。發話既停，話音電流斷絕，繼電器恢復原狀，仍接通收音機電路，遂可收話，同時發音機斷絕發射。利用如此自動轉換之裝置

，無復有人工開關之煩。

又有以收與發兩機同調合於天線，發話時藉語音電流通過收音機首級真空管之柵極電路，造成電壓降以加高柵極負電壓，使該管之屏極電流斷絕，不復起發音放大作用，此時只能發而不能收。停話後，語音電流斷，收音機之首級放大器恢復作用，即能收音，如此一樣可便利通話。

(丙)其他各種無線電話·其他各種無線電話裝置，略述如下，藉見一斑。

(一)單帶發射 播音機中以特殊裝置，將幅調波中之一旁帶割去，而僅將另一旁帶輸往天線而發射，因兩旁帶週率變動相同，割去一帶並不影響於收音，發射功率既可增大，所佔波帶又得減狹，國際無線電話裝置上有之。

(二)雙重調幅 通常播音機僅有一次調幅，所謂雙重調幅者則有兩次調幅，第一次先以收音電流調幅較高之低週率電流，再以此之調幅電流使作高週率之第二次調幅，收音方面亦須兩次檢波，但非普通收音機所能接收。

(三)秘密無線電話 為防止竊聽而設，因製造者保守秘密故，極少公開發表，裝置上自有其特殊之處。有用機械方法，將語言分成斷片，而用不同波長之各發射機同時發射之，收音方面非有波長相同之各檢波器同時收音，必難清辨。又有將發射週率，依特定次序作某週期之變化，亦非普通收音機所能接收。

(四)有無線電通話 無線電話與有線電話之聯絡通話，蓋便於旅行者與家人至友之接談，城市中用戶經市內電話與長途電話之轉接，傳達於無線電話機，對方用戶亦以同法

轉接而得彼此通談。

習 題

1. 試述無線電話之應用及其最簡單之設備。
2. 聲波如何能變為電波？
3. 等幅波如何能變為幅調波？
4. 幅調波之振幅及週率各如何變動？
5. 收音機與收報機，又播音機與發報機構造上有何不同？
6. 試擬一簡單播音機電路。
7. 試擬一調諧放大再生檢波之收音機電路。
8. 試說明屏極調幅之理。
9. 試擬一無線電話收發兩用機電路。
10. 試以方塊圖表明各種收音機程式。

第十章 短波及超短波

五二、概論

所謂短波 其波長指在十至五十公尺之一波帶，然通俗所指，包括中短波一部份在內，則自十公尺以至於二百公尺皆是。超短波波長指在十公尺以下至一公尺之一段，其在一公尺以下者，另稱為微波 (Micro wave)。微波尚在開發時期中，無甚實用價值。

短波之特性，第三章中已曾述及，其與天時季候以及地區寒熱，均有關係，惟波之傳播，至天空中之離氏層後，祇反射而回，通信距離較能及遠，吾人尚用此優點，經常作遠距離之通信。超短波之特性，與短波稍有不同，其天波射達離氏層後，不能反射而回，藉以傳播者，則惟地波，通信距離祇限於視線之所及，故應用之者尚少。

波之發射，常求其穩定，且能穩定，然後易於接收。但發射穩定與否，常視發射週率之變動率大小以為斷，而週率之變動，以波長愈短而愈大，即言波長愈短愈難穩定。譬如說：發射週率若變動，01%，在中波或長波範圍內，可謂至佳之穩定度，在短波則較次，如在超短波，以五公尺波長為例，即其週率為90,000千週，倘仍容有，01%之變動，則週率之變動者9000週，如此之變動似覺太甚。為求發射週率穩定起見，惟將變動率減低，譬如減至，001%，但如此至小之變動率，事實上所難能。由此點而論，短波機之構造不易，而超短波機為尤難也。

五三、構造上特異點

(甲) 關於短波機者 短波機之構造及程式，大致如第

七章及第九章之所述，與長波機中彼機無甚大異。惟其調諧電路上應用之電感與電容應較小，以合於 $f = \frac{1}{2\pi N\sqrt{LC}}$ 之共振，其中所用之線圈，因週率愈高有效電阻加大之故，恆以粗銅管繞成之，裝置又須求其穩固，若線圈裝置不穩固，致有搖動，而使振盪週率變動不定，則接收者即難以接收。與線圈連用之調諧電容器，在主振器中者，因係並聯於真空管極際電容 C_{fs} ，常因燈絲發熱時間長短，此 C_{fs} 稍受改變，使合成電容相比變動不致甚大起見，故須應用較大者，若在放大器中，則可較小，其他如電路中之旁路電容器或耦合電容器等電容，因所經電流週率較高，故亦可較小。在短波接收機中亦然。

短波發送機，如欲其調諧簡便，取單級自振式，若求其發射穩定，則莫如主振放大式。主振放大式中，又以晶體控制振盪者為佳，其構造，尤較真空管自控制者為複雜，因晶體固有之固有週率，依其厚薄而有高低，愈薄者愈高，但晶體薄片愈薄愈脆，過薄則易脆，故常用較厚者，而於其主振器之後，以週率倍增器 (Frequency multiplier) 倍高週率，然後放大。又或加用緩衝器 (Buffer) 介於主振與放大之間，使主振週率不因放大級間當數之變動而受影響，主振週率可更穩定，此均為短波機構造上之不同處，而應加以注意者。

(乙) 關於超短波機者 超短波機之構造，大致與短波機相若，(微波機除外) 惟其短置愈應穩固，所用之電感電容等常較應更小。調諧電路上應用之線圈匝數甚少，在五公尺以下者，用線圈時電感猶嫌過大，故亦用平行線或同心線。利用其本身之分佈電容與電感，以成諧振電路，發生較短

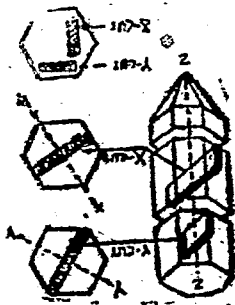
之超短波振盪。如此惟振盪週率之穩定度難期甚佳，如上述倘用品體控制振盪，則因晶體片之薄者不易得，通常用於3, 5mc 波帶者，薄已0.5mm，故又不適於用。補救辦法，不論其為發報或發話，恆以成普通率電流先加調幅，發為幅調波或斷續等幅波之信號，接收方面以幅調波檢波法檢收之，始較美滿。若收發報仍如短波機之用等幅波，因等幅波檢波器調諧甚銳，用以檢收超短波之等幅波，必致變動劇烈而難以接收，用幅調波檢波器檢收幅調波信號，容許較闊之旁帶，來波變動雖劇，但仍能接收。因此之故，超短波所以利於電話而不利於等幅波之電報。

五四、晶體控制振盪裝置

(甲) 晶體及其電路 晶體具有一種特性，能由機械之振動，與電之振盪互生效應，受有壓縮或膨脹之機械應變 (Stress) 時，即發生電之振盪，加上同週率之電動力，則又可使其變形而發為機械之振動。此種特性，稱為壓電現象 (Piezo electric effect)，具有此種現象之晶體，曰壓電晶體 (Piezo electric crystal)。

壓電晶體有多種，如石英 (Quartz) 熱電石 (Turmaline) 等皆是。通常用於發報機者，以石英片為多，狀如第九五圖所示，依其形體分XYZ軸，沿X或Y軸切成片子，用時夾於兩金屬板間，若其溫度不變其振盪週率幾絕對穩定，應用晶體以控制振盪者，即利用此優點。晶體接用於

第九五圖 晶體



真空管極電路上時，實即相當一諧振電路，其有剛性猶之電容 C ，質量猶之電感 L ，內摩擦力猶之電阻 R ，而其兩金屬板

第九六圖 晶體電路

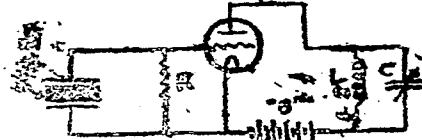


(a) 實用時接法 (b) 如(a)之相當電路

間之電容，猶之並聯容電器 C_1 ，如第九六圖所示。

以晶體連接而成之振盪器電路，如第九七圖，無異一調

第九七圖 晶體控制振盪器電路



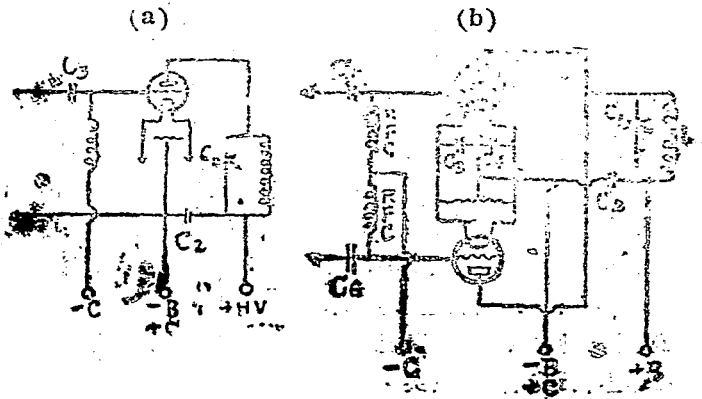
屏調柵電路。因屏柵電路 LC 得電振盪之際，其電壓可傳輸於石英片，而使石英片稍為變形，俟電壓退去，石英片即恢復原狀而稍變動，正因此一變動，石英片上發生反電壓，傳輸於柵極，經放大後，饋於屏極柵路，而仍由屏極柵路反饋電能於石英片，於是往復變動，柵路之振盪得以不停。而其振盪速率，如與石英片之固有速率相等，振盪可最強，亦惟因石英片振動之穩定，輸出柵路上之振盪得以不變，此所以振盪速率為石英片所控制矣。

(乙) 緩衝器 緩衝器接在主振器之後，其應用目的，

一作第一級電壓放大，激發下級，二使主振器與其下之功率放大器隔離，避免下級常數之變動而受影響，主振週率得更穩定。此種緩衝器，亦即放大器之一種，惟其輸出電壓不使甚高，柵偏電壓則加大，使無柵極電流發生，放大得以穩定，電路與普通放大器無大異。

(丙) 週率倍增器 週率倍增器即一種諧波發生器 (Harmonic Generator)，電路與普通放大器並無大異，惟須使放大管發生劇烈畸變，屏極電路上調至與諧波共振，其輸出週率可變高一倍或數倍。通常以其柵極負電壓加高至屏極電流斷絕一點，而於柵極電路上輸入高週率電壓盡量激發之，屏極電路調至諧波之共振而輸出。第九八圖 (a) 及 (b) 示倍增器電路之一斑 (b) 用兩管，柵極電路作推挽式，兩屏極却相並聯，兩管交相放大至每一正半週，屏極電流脈露

第九八圖 週率倍增器



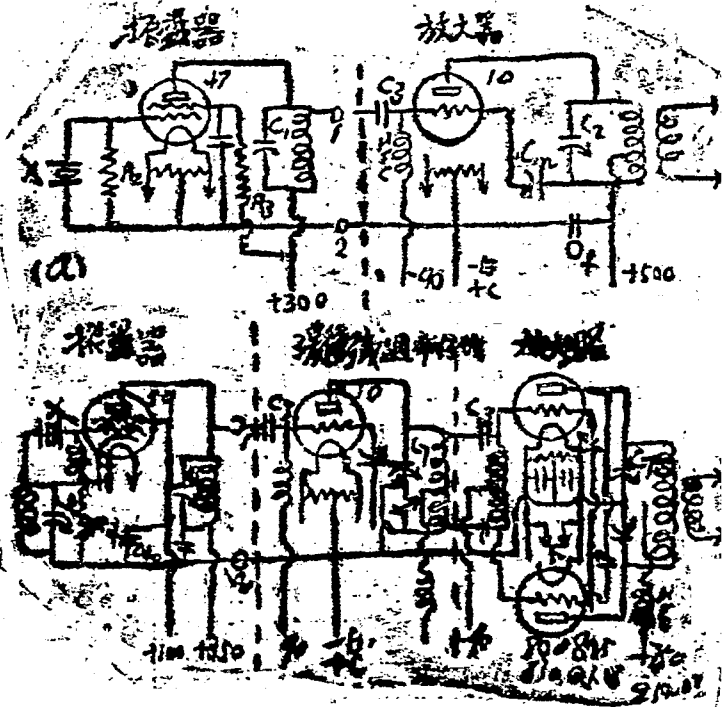
一次，而可將 LC 櫃路調至與諧波諧振。(a) 電路與普通放大器相仿，惟將負電壓加高而由屏極極格調至諧波諧振。

五五、短波機

(甲) 短波發射機 短波發射機之構成，與第二章所述各種發射機相若，其程式亦分單級自激式與主振放大式，後者又分真空管自振與晶體控制者。晶體控制式發射機，以晶體振盪器為主振，輸送緩衝器或週率倍增器，然後功率放大而輸出。其最簡單之電路用以發報者，有如第九九圖 (a) 及 (b) 所示，(a) 主振器之後，直接耦合於放大器，(b) 主振與放大之間，加入緩衝器或週率倍增器。

(乙) 短波接收機 短波接收機前類與構造程式，一如第八章所述，通常恆用調諧高週率式，較佳者，亦惟超外差式。普通之超外差機猶嫌美中不足，因用於信號擁擠之波帶內，猶不免為假像週率所干擾，以致噪聲雜音，另有一種單信號超外差式 (Single signal superhet)，選擇性尤銳，收入只一信號，干擾信號與雜散電，幾可摒不聽入。其電路與普通之超外差式相若，惟在第一檢波之後，插入一晶體濾波器 (Crystal filter)，由檢波而來之電流，經此濾波器濾波後，始輸入下級放大。此種濾波器電路如第一〇〇圖所示，檢波器後之第一中週率變壓器原線圈 L_1 與副線圈 L_2 拆分為二，中間介入一濾波器，而另用繞圈 L_3 、 L_4 與 L_1 耦合， L_5 與 L_2 耦合，由第一檢波器而來之中週率電壓，經 L_3 饋入晶體濾波器，再由容電器 C_1 之耦合而傳輸於下級。兩級間介入之晶

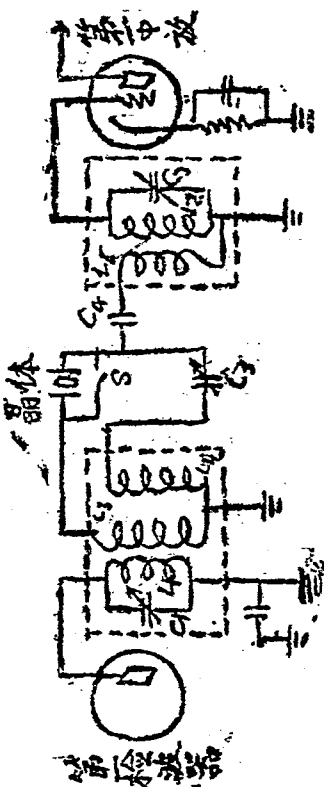
第九九圖 主振放大發射機電路



$C_1 = 0.001 \mu f$
 $C_2 = 100 \mu f$
 $C_3 = 100 \mu f$
 $C_4 = 0.02 \mu f$
 $C_5 = 50 \mu f$
 $C_7 = 100 \mu f$

$C_{1L} = \text{平衡電容器}$
 $R_1 = 200 \Omega$
 $R_2 = 1000 \Omega$
 $R_3 = 8000 \Omega$
 $R_4 = 12000 \Omega$
 $X = \text{晶體}$

第一〇〇圖 晶體濾波器



晶體濾波器猶之串聯諧振耦合器，對於週率相同而能相諧振之信號，阻抗頗低，故可通過，餘者則被隔阻。容器 C_3 與此器相連而成一電橋電路，蓋晶體夾板間電容與晶體成並聯諧振電路，雜散電易於漏過，用 C_3 以平衡去晶體夾板間電容，漏過之雜散電似減至極少。

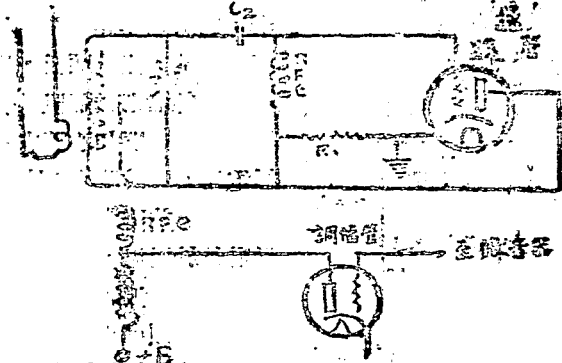
五六、超短波機

(甲) 超短波發射機

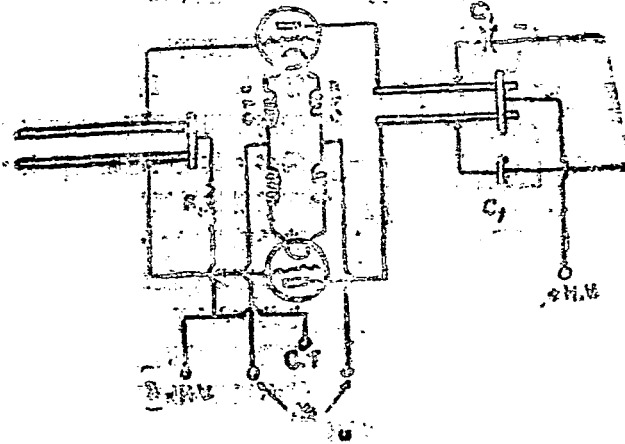
超短波發射機，無論其為發報或發話，恆有調幅裝置以發射幅調波或斷續等幅波者為多。其振盪電路之構成，視發射波長短長而稍不同，波長較長者，勉可用線圈與容電器以相調諧，較短者，尤其在2.5公尺以下者，則用諧振線或同心線為多真空管亦須用極際電容之甚小者

，如橡實形真空管之類，若普通真空管，因極際電容較大，難配合以極短波長之諧振矣。第一〇一圖與第一〇二圖示超短波振盪器構成之各異，用線圈容電器而成振盪電路者，波

第一〇一圖 超短波振盪器之一種



第一〇二圖 超短波振盪器之又一種



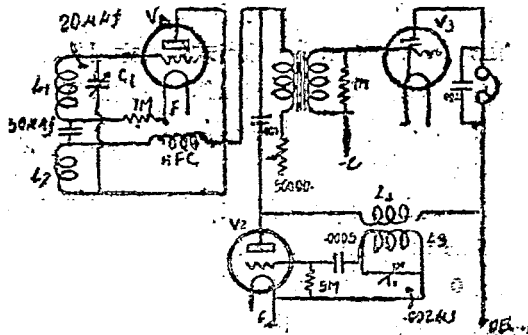
長較長，用諧振線則可較短。諧振線是用銅管平行架置，兩端緊接真空管電極，長約發射波長之 $\frac{1}{4}$ ，另以鉗線滑接其上

• 使得某波長之振盪。

(乙) 超短波接收機 超短波信號之接收，恆用幅調波檢收法，再生式接收機固堪應用，但如求其靈敏度較強，則莫如超再生式，因超短波發射機未能用電力甚強之真空管，發射電力不大，用極靈敏之接收機，始得較圓滿之接收。

超再生接收機係以再生檢波器連合熄滅週率振盪器(Quenched Frequency oscillator)而成。電路如第一〇三圖所示， V_1 部份為再生檢波器， V_2 熄滅週率振盪器， V_3 低週率放大器。熄滅週率可20000週，具此週率之電壓，即輸入

第一〇三圖 超再生式超短波接收機電路



檢波器之屏極，使檢波器至有極大之反饋時仍不發生振盪，利於超短波幅調信號之檢收。再生檢波器如調準至將開始振盪時之靈敏度為最高，反饋稍強即生振盪，祇能作等幅波之檢收，然若反饋既強而仍不致振盪，則其靈敏度當可更高。現為檢收超短波之幅調信號，因變動甚劇，故須有調諧極廣而

極靈敏之特性如超再生者接收之。此種再生檢波器之能壓止振盪之理，是當熄滅週率之電壓饋入檢波器屏極而至正半週時，檢波器果將開始振盪，但熄滅電壓繼續變動，瞬即變至負半週而將檢波器屏極電壓降低，遂不容有開始振盪之時間，但因反饋加強而靈敏度提高矣。振盪器線圈 L_3 可1400匝， L_4 900匝，用34號線同繞於 $\frac{3}{8}$ 吋之圓木心上而成，檢波器線圈 L_1 及 L_2 各約三匝，徑半吋，可用16號線繞成，與容器 C_1 20uuf者相調合，約得五公尺之波帶。

五七、短波超短波天線及波長之測量

(甲) 常用之天線 短波天線，見第六章說明，通用赫志式。超短波天線，除可用赫志式外，亦用馬可尼式，但可不用饋電線，以單根線引出或以銅管豎立即可。長度仍約等半波長，裝立空野間，四週應不有障礙，離地愈高愈佳。收或發之天線皆然。

(乙) 波長之測量 通用之波長表，類為吸收式，用以測量短波波長，雖難得準確，但尚勉可應用，若用以測量超短波之波長，因吸收過大，放近超短波機測量時，影響於波長之變更過大，故不甚適用。另法用諧振線，亦稱勒赫爾線 (Lacheiswire)，其一端接一拾波圈，相耦於超短波機之樞路，拾取少許電能，另一端橫放一銅桿，稱為滑橋 (sliding bridge) 緩緩橫截而過，至屏極電流之變動最大時記出一點，依樣截過至得另一點，此兩點間諧振線上之長度，即等於半波長。勒赫爾線可用12號銅線製成，線之相隔一吋左右，沿線不宜有任何支持物。

習 題

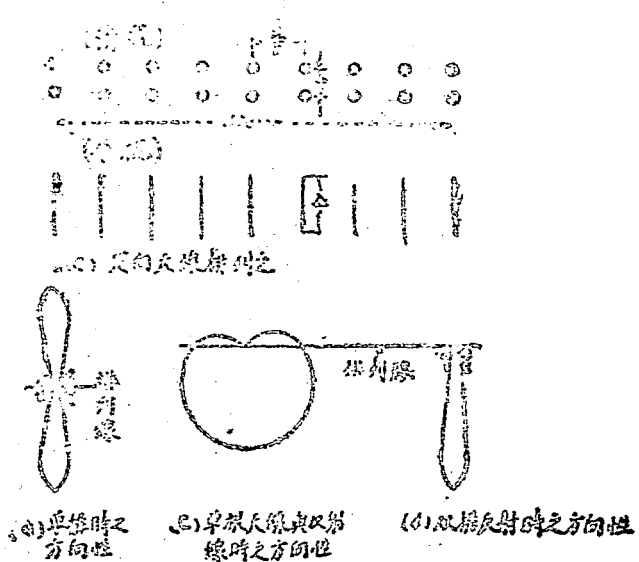
1. 短波機超短波機與中波機長波機構造不同之點何在？
2. 晶體何以能控制振盪？有何優點？
3. 緩衝器與週率倍增器功用何在？
4. 普通之吸收式波長表何以不能用以測量超短波波長？
5. 超短波機不論其為發話或發報，恆用調幅裝置，發射為幅調波，其故安在？試詳言之。
6. 超再生式接收機靈敏度何特高？
7. 試設計一單信號超外差式收報機電路。
8. 試設計一主振放大式發報機電路。

第十一章 定向無線電

五八、定向發射及接收

(甲) 概說 定向無線電為能沿一定方向發射無線電波而對一定方向接收之一種裝置，發射機或接收機本身構造與以前各章中說明者並無大異，惟天線裝置略有不同耳。普通天線之發射電場，以天線為中心，幅射四方，等距離之點之電場強度殆皆相等，其方向性 (Directivity) 不甚顯著，由定向天線發射而出者，則有異乎此，因其裝置特殊，限於一定方向之發射，沿此既定方向之電場特強，不啻增大發射電

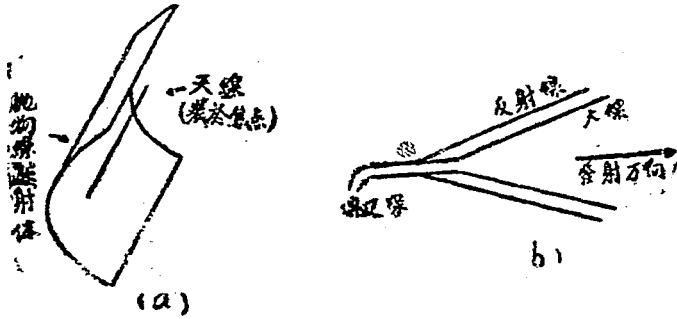
第一〇四圖 定向天線



力，而提高效率。定向天線之用以接收者，非但所收信號加強，同時因干擾減少，可聽度亦提高也。此種定向裝置，惟國際間之爲直接通儀者用之，天線裝置工程浩繁，非一般通儀設備之所能及，蓋亦無異乎定向之收發也。廣義言之，所謂定向者，不僅爲特殊天線之發射與接收，若探向 (Direction finding) 或指向 (Radio beacon) 可以測定方位或指揮航行者，亦包括在定向無線電範圍之內，本章中說明梗概。

(乙)定向發射 單根直立天線發射之電場強度，如不計其環繞之影響，於天線四週同一水平面上等距離之點殆相等，倘將多根等長天線於一直線上等距離排列成行，如第一〇四圖 (a) 所示之平面情形，並各饋以同相之電能，則排列線兩端兩方向之電場，因由各天線所發者各爲同相而加強，沿排列線兩端方向之電場互爲異相而減至極弱，如第一〇四圖 (b) 至線之所示。又若單根天線後端相背而並立一平行線，此後立之一線，如爲絕導體 (Perfect Conductor)，並較天線略長，即成反射鏡 (Reflector)，能將入射而來之電場反射而回，並向前方進行，如圖 c。現排列天線之後各豎立反射鏡，如 (a) 所示之情況情形，其電場恰如 (b) 及 (c) 兩者之合併，單向東端如圖 (b)，在此方向一帶上之電場更加強。天線長度與排列距離以合於短波發射之條件，如圖 (a) 之註明。除此之外，其他之定向天線尚多。如第一〇五圖 (a) 反射部份用拋物線鏡 (Parabolic reflector)，天線裝於其焦點 (Focus)，電場能集中而射而成定向。第一〇五圖 (b) 爲 V 形天線，用兩長線組成，因沿長線兩端之方向電場較強，線愈長愈強，由 V 形兩線所發電

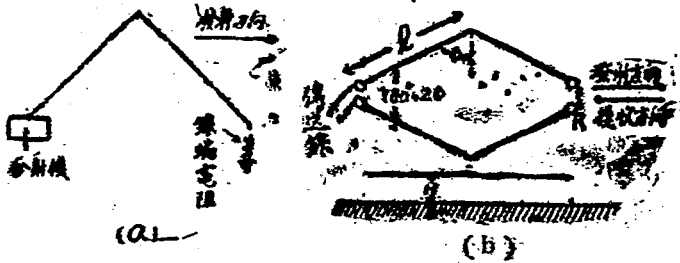
第一〇五圖 定向天線之另兩種



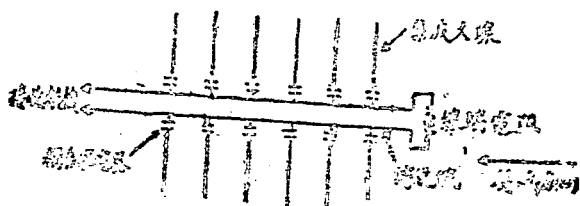
場相合結果而復加以反射，則於中分線上沿矢端所指方向之發射，電場則更強也。

(丙) 定向接收 定向接收天線之最簡單者，用一長線 (Longwire) 平架地上，遠端接電阻通地，則由遠端一向而來之電信即較強，惟若為地面所限，裝設困難，可將長線折成倒V形，如第一〇六圖 (a) 或由兩V形線合成金剛石

第一〇六圖 定向接收天線之一



第一〇七圖 定向接收天線之二

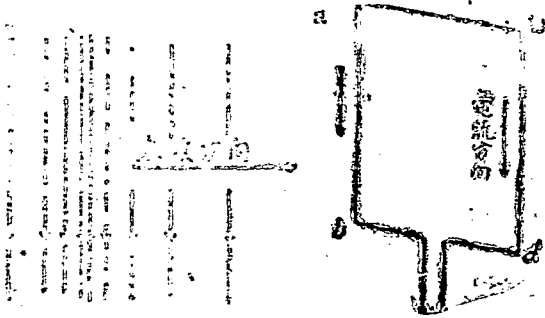


天線 (Diamond antenna)，如第一〇六圖 (b)，其方向性如矢端所指，金剛石天線，平架地面上，遠端兩線端相合處接一電阻，歐姆大小須與線端阻抗配合，每邊線長 L ，兩線交角中，及離地高度 H ，均與波長有關，隨應用目的設計定之。其他如第一〇七圖之定向接收天線，用一傳送線，兩旁各耦合多根天線，沿矢端所指方向而來之電場接收加強，由於其他各方向而來之干擾信號或雜散電，即減至極弱，適合於短波接收之用。

五九、探向

(甲) 環形天線之探向 無線電探向裝置，為測定方位之用，如由陸地電台測定航海或航空船隻之動向與所在點，或由海陸各電台聯合收發而測定大海面積，應用處頗多。最簡單之探向方法，以普通之接收機裝用一環形天線，藉來波而測定方向。環形天線有特著之方向性，環線平面與來波方向垂直時，所收信號幾等於零，因其 ab 及 cd 兩直線上能同時感生電流，強度相等而方向相反，適至於相消，如第一〇八圖所示，環線轉成角度後， ab 與 cd 兩線距波前 (Wavefront) 略差，電流相位並非完全相反，所收信號加強，環線平

第一〇八圖 環形天線方向性之說明



面至與來波方向平行時為最強。故當接收時，旋轉環形天線

，至所收信號最強時環線所指之兩對向，即為來波之方向。於兩對向中又決定其來向起見，可用一環形天線，其中線上裝一直立天線，下端與環線之一邊以綫圈相耦合，如第一〇九圖，先放鬆電鍵K調準容電器C至收得信號，再按下電鍵調節綫圈L至聽得雜聲加大，乃依法旋轉環線對準方向，再將電鍵按下，此時若信號減低，則環線與直立天線相耦一邊之方向，即為所接收無線電波之來向，若信號加強，

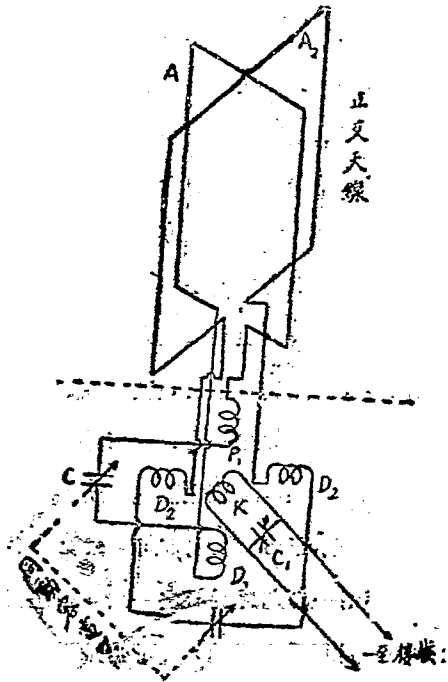
第一〇九圖 探定來波方向之裝置



測來自對向。

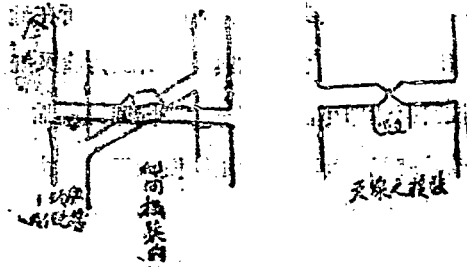
(乙) 用探向器探向 用探向器 (Ceniometer) 探向，較爲便捷，其電路如第一一〇圖所示，上架兩環形天線 A_1 及 A_2 ，互成直角，式樣大小一致，兩天線下端之引線分別接至探向器中之線圈 D_1 及 D_2 ，而兩線圈又各串聯一同動

第一一〇圖 探 向 器



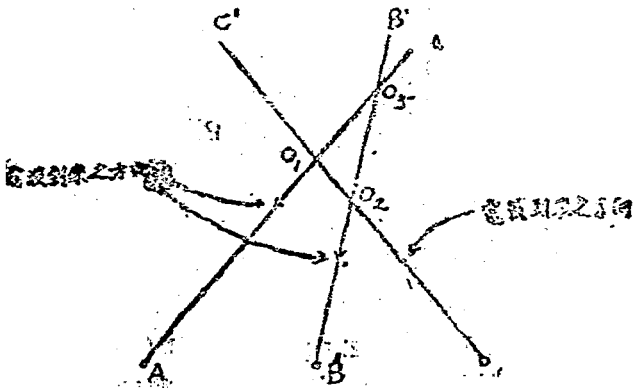
容電器 C 而成天線之通路，線圈 D_1 平面與天線 A_1 平面平行，線圈 D_2 平面與天線 A_2 平行，而各固定不動，兩線圈 D_1 與 D_2 間裝一探索線圈(Resrch coil) K ，可 180° 之旋轉， K 之兩端並聯一調諧容電器 C_1 ，而連接於接收機之首級， $K C_1$ 電路即為接收機首級之調諧電路。應用時光調準同動容電器 C 至天線電路與來波週率諧振，繼則調準容電器 C_1 使 $K C_1$ 電路亦至諧振，如此已能收得所收信號，乃復旋轉探索線圈 K 至信號最強一點為止。 K 之中軸上端塔裝指針與 K 平面平行，此時指針所指方向，即為來波之方向。因若信號波來自天線 A_1 平面平行方向，所感生之電流， A_1 上最大， A_2 上等於零， K 平面與 A_1 平面平行時，由 A_1 之感應最大，故 K 自能旋至來波方向而得最強之信號，與單用環形天線接收時無異。若信號波自 A_2 平面方向亦然， K 平面自亦旋至 A_2 平面之一向，若來自兩平面間之任何一向，由於 D_1 及 D_2 與 K 互感之強弱，所收信號最強時 K 平面所旋至之一向，亦即為來波之方向。決定 K 平面兩對向中來波之一向，亦用一〇九圖所示之一法。固定探向電台之天線，有如一一圖所示之裝置，蓋可精減天波之干擾而得較佳之探向精度，短波探向者皆用之。

第一一圖 固定探向電台之天線裝置



(丙) 探向實施 由上節所述，知用探向機可探得電波到來之方向，但仍難確定一定點，法用探向機三部，分設於A, B, C三處，如第一一二圖所示，假定探向機A探得電波到來之方向，表明如直線AA'，則所測電台之位置必在AA'線上，又假定B機探得之方向如BB'，則電台位置必在BB'線

第一一二圖 三機探向法

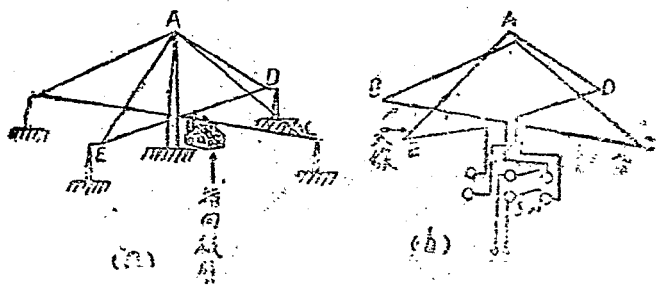


上，故 $AA'EB'$ 二線之交點 O_3 ，必為電台所在地。A 與 B 二點間距離若為已知，各該點與 O_3 所成角度又既測定，則 O_3 之方位與距離即可計算而得。二機探得一點，未必十分精確，為補救起見，再以同法由 C 機求得 CC' 方向線交會於 AA' 及 BB' 之二點 O_1 與 O_2 則電台之所在地必落在 O_1 ， O_2 與 O_3 三點之範圍內。倘測算準確， O_1 ， O_2 與 O_3 三點幾合於一點。

六〇、指向

(甲) 指向發射之一斑 無線電指向蓋為指揮天空中之盲目飛行，指向電台之天線裝置，一般如一一三圖 (a) 所示，以兩環線互成直角，高架地面上，發射機電能饋至兩天

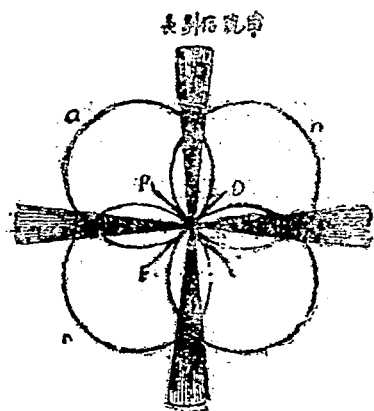
第一一三圖 指向電台之天線



線，以自動開關 Sw 交換之，如第一一三圖 (b)。開關 Sw 由於特製電動機之控制，交相閉合，而以特定信號由兩天線交相發射，通常以 $n(一·)$ 及 $a(·一)$ 兩字母信號為發號

標準，先如發射 n 信號之長划於天線 EAD ，繼則發射 a 信號之短划於天線 BAC ，乃復以 N 之短划於 EAD ， a 之長划於 BAC ，如此輪流發射之。環形天線之方向性，沿環線平面兩向較強，如於其垂平面上量取等強電場以曲線表明，即成8字形，第一一四圖所示之 n 兩環為天線 EAD 發射而成者，而 a 兩

第一一四圖 指號發射之信號帶



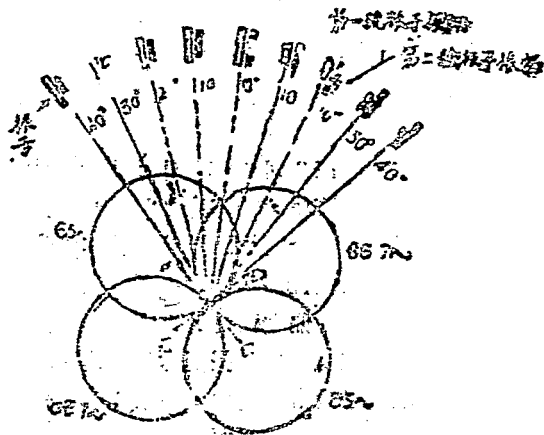
環為 BAC 發射而成者，在 a 與 n 各環相交處黑影表明各帶中，由於兩天線所發射之信號，得等強之電場。飛機落在黑影一帶中飛行時，同時可聽得 n 及 a 兩信號，且其強度相等（即一·一），因發信速度極高，所聽得者無異一長划（一）飛機倘軼出兩黑帶範圍，偏左祇聽得 a 之信號，偏右祇聽得 n 之信號，故自能辨別正軌，保持長划方向而達到所指之目的。長途飛行時，沿途各設指向電台，各信號帶互相銜接，待此帶信號將絕，仍可轉入另一帶而前進，如一一五圖所示。

第一一五圖 指向無線電所成的飛行航線



(乙) 其他指向方法 除上述之指向發射與接收方法以外，又有於正交天線上，激發以同週率之載波，但加以不同週率之調幅，譬如於天線 ED 所發射之載波加以 65 週低週率之調幅，CD 上加以 85.7 週之調幅，所成兩 3 字形信號電場如一一六圖所示。飛機中之接收機，於其同一輸出電路上連

第一一六圖 指向接收之另一式



接以兩振子 (Reel) 一能與65週諧振，又其一能與86.7週諧振，兩振子等強振動時，知由65週及86.7週兩電場而來之強度相等，此一方向為飛行之正軌，若發現兩振子振幅不相等，則知已軼出範圍而偏於一方，得自改正。飛行偏度愈大，兩振子振幅相差亦愈大，惟入於正軌時之兩振幅相等，分別如一一六圖上所表明。

習 題

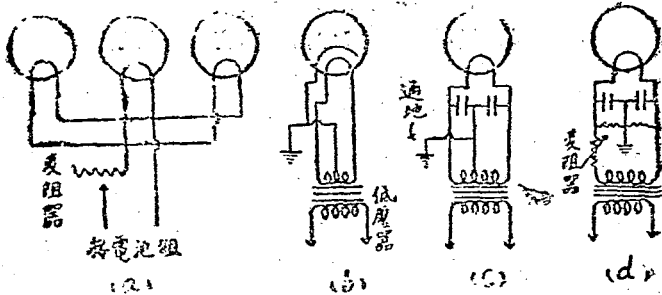
1. 試述無線電定向之理及其一般應用。
2. 定向天線如何可得最強之方向性。
3. 試述無線電探向之理及其一般應用。
4. 敵方電台所發信號若已偵知，如何可探得其電台位置？
5. 試述探向器之構造與原理。
6. 試述無線電指向之理及其一般應用。
7. 飛機如何得隨無線電之指示而盲目飛行？

第十二章 電源供給

六一、ABC 電供給法

(甲) A 電供給法 收發報機中各級真空管 A 電供給電源，可用乾電池組或蓄電池組，在交流機中則取給於交流電源。其供給法分別如一一七圖所示，(a) 係用電池組供給者，各燈絲均為並聯，倘 A 電壓高於燈絲額定電壓，則用燈絲變阻器 (Filament rheostat) 以降低，變動其電阻，使輸入電壓適等於燈絲額定電壓以為度。(b) 至 (d) 各圖示交流電供給者，用降壓器 (Step down transformer) 降低電壓至適等於燈絲之額定電壓，供用於傍熱式燈絲者，可如 (b) 之接法，供用於直熱式燈絲者，可如 (c) 之接法。降壓器副線圈上恆裝有中分線並連接通地，真空管之屏柵兩

第一一七圖 A 電供給法

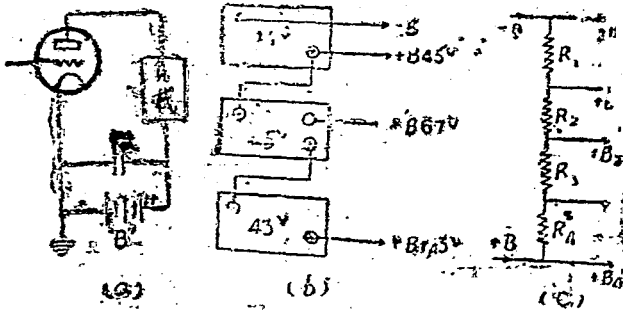


回線 (return wire)，即接於通地之一端，以免交流聲 (Hum) 之發生。降壓器輸出電壓若高於燈絲額定電壓時，亦可串聯一變阻器以降低，但不可利用中分線以通地，而應如 (d) 之接法，先降低電壓，再以電阻器及容電器平分其電

位而通地也。

(乙) B 電供給法 B 電供給電源，用電池組，電壓高者亦用直流發電機，交流機中則恆用交流供電器 (A.C. power supply unit) 移動電台之收報機，亦有用振盪器者，俟後說明。電池組及發電機之構造與原理，分見「電學大綱」及「電機工程」中，本章中不贅述。飛機中發報機之 B 電，以風力轉動之發電機供給之，但因風力大小，轉動有快慢，每致供電不勻穩，頗不適用，現則用電動發電機為多。B 電須為穩定之直流，其正極接於屏極之一端，負極連接燈絲而通地，如第一一八圖 (a)，正負兩端上恆並聯一旁路容電

第一一八圖 B 電供給法

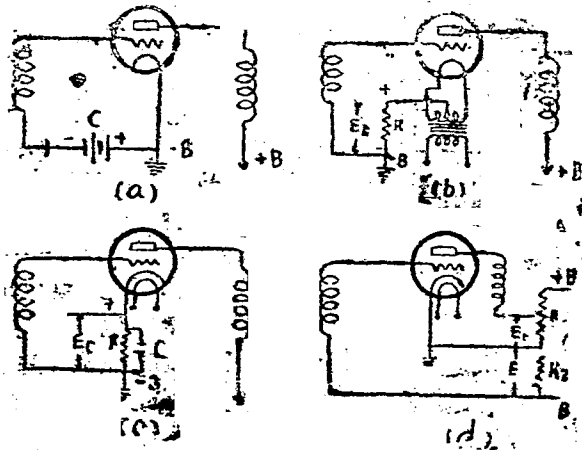


器，可減屏極電路中之高週率 (或低週率) 電流取道於此而入地。B 電負極通地一端，在放大器上恆相設於燈絲之正端，振盪器或檢波器上亦有相接於燈絲之負端者。同一機中各級真空管所需 B 電若高低不等，用電池組供電時，即於電池組上分接之，如第一一八圖 (b)，若用交流供電器供電時，則可於其分壓器上分接之，如第一一八圖 (c)。四極管或五

極管之網柵電壓，恆同於B電上接至適當高低之電壓。

(丙) C電供給法 C電供給之方法頗多，用乾電池供給時如第一一九圖(a)所示，為乾電機中C電接法之普通者。至於交流機中所取之接法，每用自給法(Self-bias)，如第一一九圖(b)(c)及(d)所示皆是。圖(b)由燈絲連通電阻R於(-B)，因屏極電流回遷燈絲而須通過R，可造成電壓降，燈絲一端為正，他端為負，柵極回線連接於負端，適代作C電之用，其電壓高低，以R之歐姆數與通過之電流乘得之。圖(c)係用傍熱式燈絲之真空管，電阻R可遷接於陰極，理與上同，R兩端上並聯一容電器C，蓋可勻穩其電壓不致高低變動。(d)法應用一分壓器 R_1

第一一九圖 C電供給法



及 R_2 ，柵極回線連接於(-B)，而陰極則連接於 R_1 與

R_2 間電壓較高之一點，其G電即取給於BF 同一機中
 各級G電所需電壓若高低不齊時，亦可
 綫，或另用電分器得之。

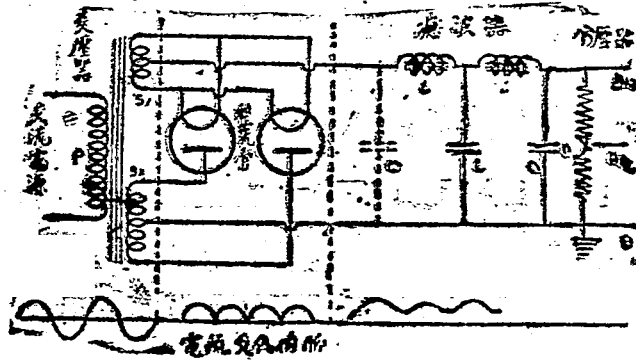
六二、交流供電器

(甲) 電路及其作用 交流供電器 (Ac
 lyunitor power pack)，或稱代電 (B Eliminator)，出
 於下列四部份所構成。

- (一) 電源變壓器 (power transformer) 升高及降低
 交流電壓者；
- (二) 整流管 (Rectifier tube) 變交流為直流者；
- (三) 濾波器 (Filter) 濾平脈動 直流使成 穩定直流
 者；
- (四) 分壓器 (Voltage divider) 分接高低電壓者。

一般電路如第一二〇圖所示，交流電源由變壓器輸入，

第一二〇圖 交流供電器電路及其電流變化情形



變壓器 (A.C. Power)

AC 電路組上分接
F. 50. H.

一經交變，至整流管整流後，變為脈動直流 (Pulsating D.C.)，再經濾波而輸出，始變為穩定直流，則由於接收機之真空管屏極。濾波器由低週率電感器 C 所組成扼流線圈用以濾平電流，得濾平電壓，使輸入接收機後不致發生雜聲。

乙) 各線圈上應注意之點 變壓器之副線圈除高壓線圈 S_2 外，再有燈絲線圈之 S_1 ，各電壓均須合乎額定。各線圈電壓因相差頗大，絕緣裝置並須甚佳，變壓器由設計時規定適用之輸入電壓與週率，譬如原定輸入電壓為 110 伏脫者，不可接用於 220 伏脫之電源，又如原定週率為 50 或 60 週者，不可接用於 25 週之電源。

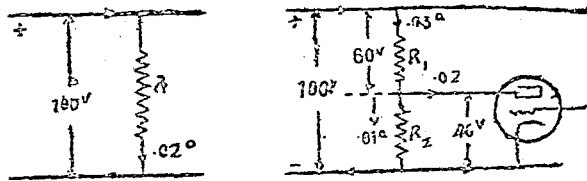
整流管之通用者有真空整流管與汞汽整流管 (Mercury vapor rectifier tube) 兩種，前者如 6X281 管是，後者如 6X366 管是，兩者各有其利弊之處。汞汽整流管內含汞汁，因汞氣分子之游離作用，電子甚易從陽離子隙中通過，不至互相排擠，故可得較大之屏極電流，而電荷在管內所造成之電壓降亦甚低，對於電壓輸出之調整率 (voltage regulation) 可較佳。發報機上極用之，惟在應用時須先點點燈絲，待至有相當熱度，始可加上屏極電壓，若不然，易使燈絲損壞。

濾波器係接用於整流器之後者，屬於低週率濾波之一種裝置，合扼流線圈與容電器為一節，節數愈多，濾波為更平穩。其接法有先接扼流線圈者，為扼流線圈輸入濾波器 (choke input filter)，亦有先接容電器者，為容電器輸入

濾波器 (Condenser input filter)，整流部份用汞汽管時可先接扼流線圈，若用真空管時則須先接容電器。扼流線圈電感頗大，通用25或30亨利，容電器之電容，通用 μ 至16兆分法拉。

分壓器應用電阻大小，視通過電流大小與電壓高低而定，例如第一二一圖 (a) 所示之電路中，電壓為100伏特，電

第一二一圖 分壓器



(a)

(b)

流通過20千分安培則電阻R應為

$$\frac{100}{.02} = 5000 \text{ 歐姆。}$$

又如第一二一圖 (b) 於分壓器上分出40伏脫連接於真空管之屏極而分流20千分安培之電流，其總電流為30千分安培，則

$$R_1 = \frac{60}{.03} = 2000 \text{ 歐姆}$$

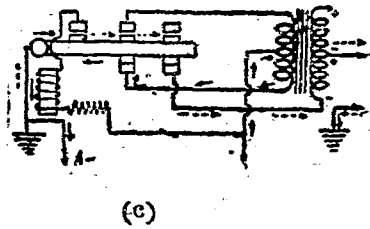
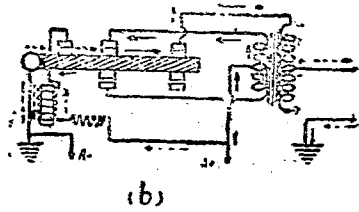
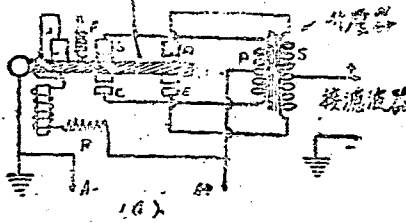
$$R_2 = \frac{40}{.01} = 4000 \text{ 歐姆}$$

六三、振動整流器

(甲) 振動整流之說明 振動整流器 (Synchronous vibrator rectifier B. power unit)，簡稱振動器 (Vibrator)

，用蓄電池為供給電源，由於振動作用變直流為交流，復升高電壓而加以整流，以代B電供用於接收機。其電路簡單表明如第一二二圖(a)，振子(Reel)上裝A，B，C，D，

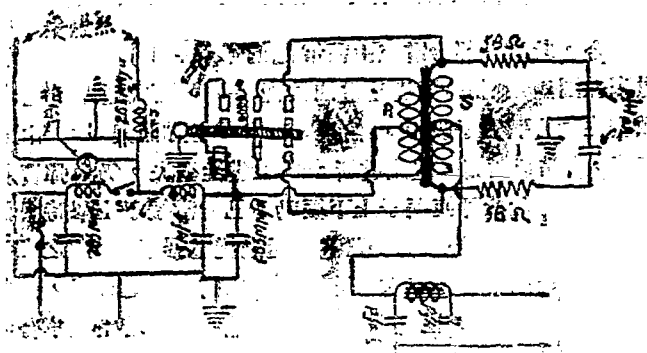
第一二二圖 振動器之說明



E各接觸點，由彈簧F之拉力能將振子上舉而使A，B，D各點接合，此時一部份電流由蓄電池正極(+A)經電阻R電磁鐵線圈L及接點A而達蓄電池負極(-A)而成通路，電磁鐵發生吸力將振子吸下，離開A，B，D各點而與C，E兩點相接，A點既離開，電流遂漸，L上磁性全失，仍由彈簧將振子上舉，如此可使振子上下振動不已。當振子上舉時，因B，D兩點同時接合，另一路電流通過變壓器原線圈P之上半節，方向如圖(b)實矢所示，因此瞬時電流之變動，副線圈S上感生電壓，且與接點D相連一端為負(若正負不合可換接另一端)，由S中點接出之電壓當為正。電流流動方向如虛矢所示。當振子吸下時，其位置如圖(c)所示，電流通過P之下半節，方向却與振子上舉時相反，如實矢所指，S上電壓則下端為負。但其中點上仍為正。振子繼續振動，P上電流交相變動，由變壓器升高電壓，仍由振動作用而同步整流，變為脈動之直流。

(乙)實用電路 振動器之實用裝置應較完備，因電流時斷時續，接觸點開合時又發生火花，均足使接收機發生雜聲，以致干擾信號，故於其電路上各要點間均加濾波裝置以避免之。一二三圖示振動器實用電路之一種，蓄電池正極至變壓器原線圈中點之一線上，加用高週率扼流線圈及旁路容電器，變壓器副線圈兩端亦加電阻器與容電器，蓋均作濾波之用。其輸出電流固為脈動直流，又加裝低週率濾波器，然後輸接於接收機，可得平穩之B電。至於接收機A電係同取給於蓄電池，圖上亦示明其輸接之兩端。又接收機中可另裝一指示燈(Pilotlamp)，藉以察知蓄電池電力充足與否，

第一二三圖 振動器實用電路之一



當開關 $S W$ 閉合時，即可見其發光也。移動電台之接收機，每用乾電池組為其 $A B C$ 電供給電源，仍嫌繁重而不經久，若改用振盪器，僅須攜帶一蓄電池以作電源，較為輕便且耐用，振盪器可合裝於接收機內，其本身亦殊輕小，蓄電池則可不時以手搖發電機充電之。

習 題

1. 設有 $3A$ 電供給四管並聯 $2V$ 燈絲電壓，每燈絲電流為 $0.05A$ ，須用若干歐姆之變阻器始可降低？
2. 交流電供給燈絲電壓時，應如何接法始可避免交流聲之發生？
3. 振盪器可用為供給電源之機器？
4. 試說明電供給各法。

3. 設有四極管屏極電流 .0058a , 網極電流 .0025a 應用若干歐姆之電阻器連接於陰極接線上, 得 1.5v 之電? 並繪圖說明之。

4. 設有用下列四管之接收機, 同用 135v 之電供給, 試設計一分壓器, 繪圖註明各應用電阻之歐姆數。

真空管及其用途	34管高放	50管檢波	兩只 90管 低放
E_p	1.35v	45v	135v
I_p	2.8ma	2.5ma	@3ma
E_{GS}	67.5v		
I_{SS}	1ma		

5. 交流供電器如何構成? 其每部份之功用各若何?

6. 通用之整流管有若干種? 應用時有何特須注意之處?

7. 試說明振動器振動整流之原理。

第十三章 傳聲機件及測電儀器

六四、微音器及拾音器

(甲) 微音器：其構造與傳聲原理，曾於第九章第三節中說明大概，其式別除前述之單匣炭精式外，通用者尚有下列各種：

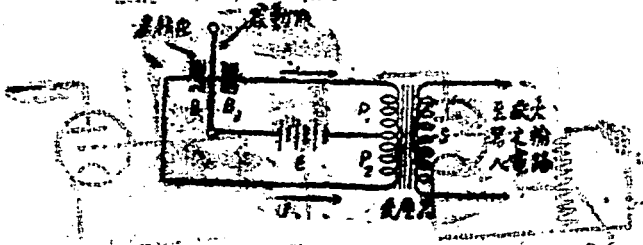
(一) 雙匣炭精微音器 (Double button carbon microphone) 振動板兩面均裝炭精匣，其構造與單匣者相似。

(二) 電容微音器 (Condenser microphone) 以振動板與另一固定金屬板構成一容電器時，兩板上加以高電壓，當振動板振動時，其靜電場隨而變動，容電器時而受電，時而放電，產生變動之電流，此電流若通過一高電阻，可產生變動之電位差。經真空管加以放大。

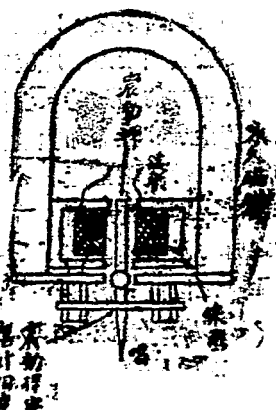
(三) 振帶微音器 (Ribbon microphone) 亦稱速度微音器 (Velocity microphone)，係於磁鐵兩極間懸一振帶 (band)，振帶振動割過磁力線而產生電壓者。

以上各種微音器，各有其優劣之處，至音輸出音量之強弱，當推雙匣炭精微音器，小電力播音台咸樂用之。其連接電路如第一二四圖所示，與變壓器原線圈相連或推挽式，一匣中炭精阻力受振動板振動時之壓力如加大，另一匣阻力當即減小，兩匣炭精阻力交相增減，電流之流動方向亦悉相改換，副線圈上輸出電壓仍不失為正負變動之全波，電壓且較單匣者為高，傳聲亦甚逼真。

第一二四圖 雙面炭精拾音器連接電路

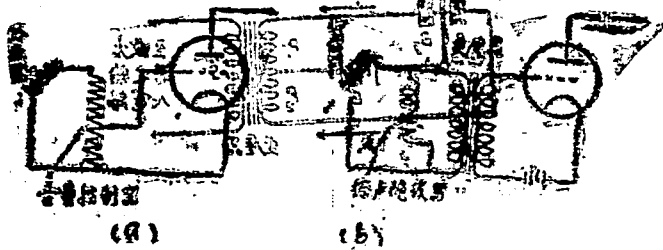


(乙) 拾音器 (拾音器 (Pick up) 亦為傳聲器具之一，但祇用以播送唱片，其式別如晶體式 (Crystal type) 及油阻尼式 (Oil lamp type) 等皆是。然最通用者，則有磁性式 (magnetic type)，一二五圖即表明其構造大概，兩磁極間裝一線圈，中插一振動桿，桿端即可裝插唱針。當唱針拖過唱片音槽時，振動桿隨音槽刻紋深淺而振動，兩極間磁場強度發生變化，則由線圈輸出電流亦隨而變動，其振幅及週率與唱片刻紋之變化固無二致，因得傳變為電波直接輸入放大器而為音也。至其連線電路可如圖一三五及一三六所示，(a) 係拾音器直接連於放大器之抽頭與燈絲，(b) 則以變壓器為耦合，唱針拖過唱片音槽時，當來



有嘶嘶之雜聲，可用圖示之擦聲濾波器以免除之。

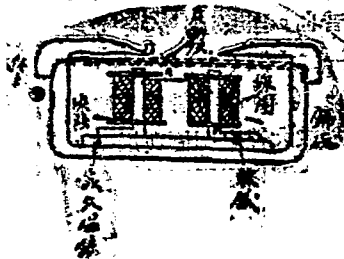
第一二六圖 拾音器之連接法



六五、聽筒及揚聲器

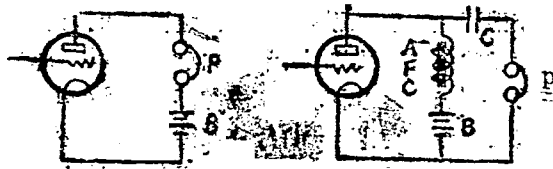
(甲)聽筒 聽筒 (Head phone) 及揚聲器 (Loud speaker) 為傳變電波為聲波之器具。聽筒構造大概，如第一二七圖所示，磁鐵及振動板構成磁之通路，線圈兩端接聯至接收機之輸出電路，則成為電之通路。當線圈中無電流通過時，由於磁鐵吸力恰將振動板吸在實線位置而不變動，待有電流向一方向通過時，由線圈發生另一部份磁力，該與永久磁鐵所生者同性而加強吸力，則將振動板吸至虛線A位置，如電流反轉，磁鐵之磁性變弱，則振動板因自身之彈力及慣性作用，彈至B之位置，仍是以往，振動板隨音流之變化而振動，發為聲音，其響度當如電流強弱而高低。若電流之通過

第一二七圖



連續不斷，且其週率及振幅高低變動，則振動板亦即連續振動而發為有音節之聲音。聽筒與接收機之連接，可如第一二八圖(a)及(b)所示之各法，(a)法以聽筒直接連入屏

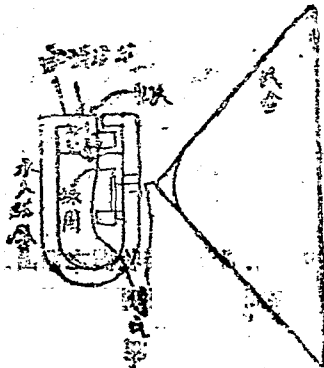
第一二八圖 聽筒接法



極電路中，直流及成音電流同時通過，線圈較易斷壞；(b)法中之直流由低週率扼流線圈通至柵極，僅成音部份之電流經容電器C而通過聽筒，較(a)法為佳。

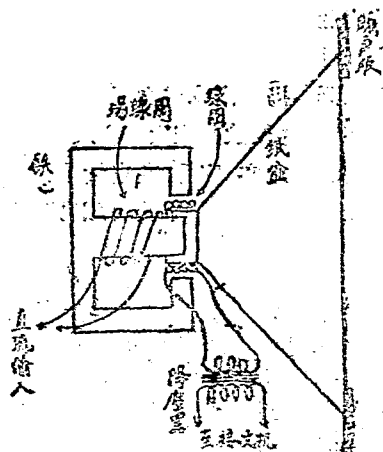
(乙)揚聲器 揚聲器成音之理與聽筒相同，惟構造上略異，其應用目的在能放聲宏大適合於多數人之聽受，法將振動板前後被激動之空氣面積或體積加大，分別如喇叭式

第一二九圖 平衡喇叭鐵揚聲器



(hone type) 及圓盆式 (Cone type) 。圓盆式中之最通用者，其一如平衡架式 (Balanced armature type) ，簡單表明如一二九圖，架鐵外裝一線圈，而介在磁鐵之兩極間，以傳聲桿連接架鐵於紙盆，當有成音電流通過線圈時，由此變動電流所發生磁力之增減，磁鐵兩極間吸力失其平衡，磁鐵之上下端因之左右擺動，藉傳聲桿之機械力拉動紙盆，激盪空氣而發為聲音。又其一為電動式 (Dynamic type) ，如第一三〇圖所示，鐵心中股繞以場線圈 (Field coil) ，以直流通過該圈使鐵心發生磁性，紙盆底部裝接圓筒，外繞線圈，而套在鐵心中股之圓端，此線圈匝數頗少，以變壓器 (Step

第一三〇圖 電動揚聲器



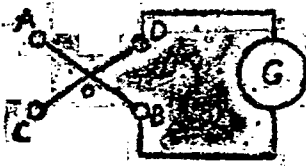
down transformer) 耦合於接收機之輸出電路，當有成音電流通過此圈時，線圈本身發生磁性，此磁性隨電流之方向

及強弱而變動，故鐵心吸引圓筒之力發生變化，遂能引動圓筒，紙盆因亦移動而發為聲音。

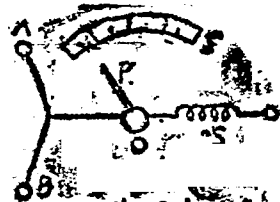
六六、電表

(甲) 安培表 無線電機中之高週率電流，惟用熱電耦 (Thermocouple ammeter) 或熱線安培表 (Hot wire ammeter) 測定之若用通常之直流或交流安培表則因週率過高，無由測得。熱電耦安培表之構造簡單表明如第一三一圖 (a)，用兩不同金屬絲 (如銅絲及鎳銅合金絲等) AB 及 CD 相交於一點 O，由 D、B 兩端接至測電表 G，高週率電流則由 A、C 兩端通入，因接觸生電之理，當於 O 點上產生電壓，而由測電表測知其相當之電流。熱線安培表如第一三一圖 (b) 所示，熱線 AB 以細線 T 跨過滑輪 O 繫於彈簧 S，當有電流通過熱線時，熱線因受熱而伸長，彈簧因得拉引細線向右收縮，而使滑輪轉動，指針 P 附裝於滑輪，因亦旋轉而於分劃 s 上表明安培數，若電流斷絕，熱線失熱縮短，則使滑輪左旋，P 亦還至零度。直流安培表等已見「電學大綱」中說明不贅述。

第一三一圖 高週率安培表



(a) 熱電耦安培表

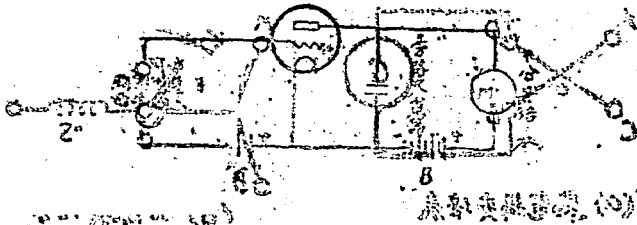


(b) 熱線安培表

(乙) 伏脫表 熱電偶伏脫表 (Thermocouple voltmeter) 及養化銅整流伏脫表 (Copper oxide rectifier voltmeter) 可用以測量高週率電壓，但週率甚高，而測量電路上阻抗又甚大者，另用一種真空管伏脫表 (vacuum tube voltmeter) 測之為更精確，茲說明最簡單之真空管伏脫表之構造及其作用如次：

三三二圖示真空管伏脫表電路之一，用真空管連成放大器，其電加高恰使屏極電流至斷絕之點，以千分安培表連入屏極電路中，並以電容頗大之電容器連接於真空管之屏極與燈絲，使屏極電路中之高週率電流可取道於此，而千分安培表中則僅容平均部份之電流通過。所測之高週率電壓由柵極上輸入，每當正半週時經真空管放大而輸出，但至負半週時，因電加高至截止點，不復放大而無屏極電流之發生，故屏極電路中僅有半波脈動之直流，其平均植即通過千分安培表而指見其度數，另有校驗曲線，示千分安培表度數相當於輸入電壓之伏脫數，讀知千分安培數後，即可於曲線上查得輸入電壓之為若干伏脫。

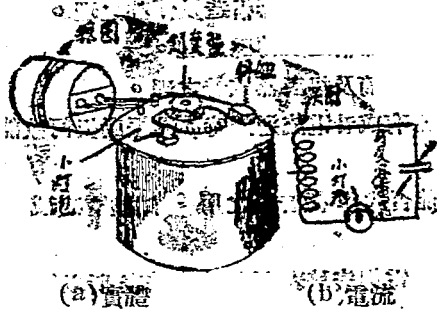
第一三二圖 真空管伏脫表



六七、波長表及探音器

(甲) 波長表 波長表 (Wave meter) 又稱週率表 (Frequency meter)，用以測量振盪波之波長或週率，適用者如第一三三圖 (a) 所示，同圖 (b) 即其電路，係以容電器與線圈連成諧振電路。接入一小燈泡指示其諧振與否。測量時，波長表線圈放近發射機屏極觸路或天線饋電線之旁，緩緩轉動其容電器，俟燈泡稍現微光，將波長表稍稍遠離，以免燈泡燒壞及耦合過近，影響準確度。然後調節至燈光最亮為止，此時電路中振盪波長即等於波長表所能諧振之波長。容電器轉軸上附裝一刻度盤 (Dial)，其所指度數與相當之波長公尺數，均已校準，並示明於一波長曲線，所測振盪波之波長，即於曲線上查得之。波長既已測知，依 $f = \frac{3 \times 10^8}{\lambda}$ 之公式亦可計得其週率。

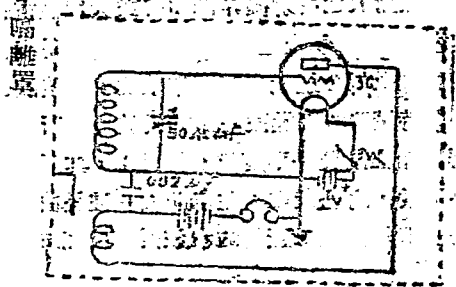
第一三三圖 波長表



(乙) 探音器 發射機所發信號強弱優劣，週率穩定準確與否可用探音器 (Monitor) 以自探知。當調諧之際，一面開聽探音器，得據以調準發射至最佳一點。所謂探音器，即一最簡單之檢波器，因無放大畸變之弊，所收信號得以通

真而見優劣。廣播無線電報之探音器，第一三四圖示其電路之一種，用30管構成振盪檢波器，與供用之電池組合裝於隔離罩(Shielding)之內，當置於發報機之近旁，不時開聽以校準信號。

第一三四圖 探音器



習題

1. 試述雙匣炭精微音器構造及傳聲之理。
2. 試述拾音器構造及傳聲之理。
3. 試說明聽筒及揚聲器成音之理。
4. 聽筒當有成音電流通過時，其振動板何故能向內外振動？
5. 聽筒能否代作微音器之用？試據電磁感應之理說明之。
6. 試述熱電綫安培表及熱線安培表所以能測量電流之理。
7. 試述真空管伏脫表之用途及其作用。
8. 試述長波表之構造與能測量波長之理。
9. 探音器有何功用？收報機何故不合以探音？

第十四章 機件維護與檢查

六八、平時維護與發生障礙後之處置

(甲) 平時維護 無線電收發機件，須在平時妥為維護之，若維護得法，則障礙不易發生，壽命可以加長。其應注意各點，略述如下：

- (一) 須保持清潔，不容有塵埃雜物之侵入；
- (二) 不使受潮，平時可用電燈放入機內以驅濕氣；
- (三) 搬動時不可重震，真空管尤須注意；
- (四) 應用完畢後，立將電源開斷，以免消耗電力；
- (五) 機器本身或電源供給部份，切不可與導線或導體相接觸；
- (六) 電池及真空管等不可裝插錯誤，110v 之供電器不可接入220v之電源；
- (七) 各接線不可任意撥動或裝拆；
- (八) 天雷時可暫停使用，或加保險裝置。

(乙) 發生障礙後之處置 各項機件萬一發生障礙，應即加以檢查與修整，不可任其棄置，檢查後覺障礙繁重不能自行修復時，即送交修理廠修理之。檢查與修理，須有豐富之經驗與深切了解之學識，方克濟事，且障礙之發生，其原因與現象，並非每次皆同，故應慎重處置之。以下各節述明障礙原因與檢修方法之大概，以便參考。

六九、障礙種類與原因

(甲) 發射機之障礙 發射機中常見之障礙，略述如下：

(一)無發射 即無振盪或放大，因電源斷絕，機器內部有斷路處；

(二)週率不穩定，裝置不穩固，或天線搖動；

(三)電力不足，調諧不合，或電源低降；

(四)失真 音電不穩，或真空管失效，以致發聲粗劣，在無線電話播音機，或因放大不合調幅交錯所致；

(乙)接收機之障礙 接收機之障礙尤易發生，一般原因分述如下：

(一)無聲音 電源斷絕，聽筒損壞，再生不起，或機器內部有斷壞處；

(二)聲音微弱 電源低降，真空管失效，或調諧不合；

(三)雜聲 由於天電或雜散電之侵入，或內部機件有斷壞處；

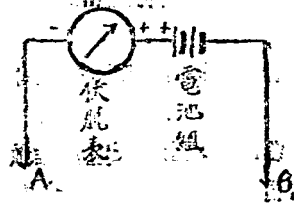
(四)失真 供給電源高低不合，真空管不良，或配合不佳。

七〇、一般檢查方法

(甲)發射機之檢查 先須檢查機外各部，如電源供給部份真空管等項是否完好，設覺有缺壞之處應即想法補救。其次則檢查機內所記用之機件有無損壞。管接線及電路是否完備。機內各件，如細漏及固定電容器等類最易損壞，接線之銹蝕處又易於脫頭，均須注意及之，倘依其電路圖逐路檢查，則尤為完密。至電路檢查時必備之器具，可用一伏脫表與電池連接如一三五圖，其A與B兩端，即可接觸於所檢查機件之

兩點以試通電與否而決知好壞。其他如萬用電表 (Universal volt-ammeter) 或歐姆表等用以檢查，則更為精確。

第一三五圖 檢查用伏脫表與電池組連接法



(乙)接收機之檢查 接收機發生障礙時，亦應就機器內部及外部附件分別加以檢查，一般手續當先查外部，再則檢查內部，最完備辦法亦依其電路逐路檢查，如覺有斷壞或錯接之處，應即加以修正。最應注意之處，如收音變壓器是否斷線，旁路容電器是否漏電，以及接線等有無脫落。為簡便起見，可將接收機裝接完全，閉合電源開關，視各真空管能否發亮或能發亮而有異狀，能發亮而無異光時，則知真空管並無損壞，復以伏脫表兩接線直接相觸於 (-B) 及各屏極插孔，又分別相觸於 (+A) 及各欄極插孔，試其有無電壓，不然即有斷路之處，於此一路上應復細加查驗，而得其癥結所在。

習 題

1. 無線電機平時應如何維護？發生障礙後又應如何處理？
2. 試舉發射機及接收機障礙及其原因之大概。
3. 試舉一檢查法可以試明發射機振盪之有無。

4. 試發射天線搖動或發射機之櫃路裝置不穩，有何障礙發生？
5. 接天線圈與櫃路線圈耦合過密或過疏時，各有何現象發生？
6. 接收機中成音變壓器最易斷線，試擬一補救修理方法。
7. 接收機發生雜聲時，除因天電及雜散電之干擾外，機器本身亦常自生交流聲 (Hum) 嚎聲 (Howling) 嘶聲 (Squealing) 格格聲 (Scrapping) 或嘶嘶聲 (Hissing)，試究明其各原因。
8. 接收機落電過高過低或其接線斷中時，各有何障礙發生？

附 錄 一

無 綫 電 發 展 中 略

(以西歷年代爲序)

- 一八三一 法拉第 (Faraday) 氏發現電磁感應性於完全分離之兩線路間。
- 一八三八 斯泰因亥爾 (Stein) 氏發現應用地土爲電路回路。
- 一八四〇 亨利 (Henry) 氏首先發明容電器放電爲振盪之原理，及用機器發生高週率之電振盪。
- 一八四二 模斯 (Morse) 氏藉水體爲無線電交通之試驗。
- 一八四五 林琅 (Lindsay) 氏試驗無線電交通於台河，不用金屬導體而以水之傳導以遂成功。
- 一八六二 海和士 (Heyworth) 氏發明以非人造導體交換電信之法，而得專利。
- 一八六七 馬克斯維爾 (Maxwell) 氏於皇家學會宣讀關於電磁波理論之論文，於該文中馬克斯維爾氏預測電磁波之存在；並於一八七三年推論之於其「電與磁」之宏著中。
- 一八七九 赫志茲 (Hertz) 氏發明凝屑檢波器，厥後由馬可尼 (Marconi) 氏實用之。
- 一八八〇 哈佛大學教授特洛布利治 (Trowbridge) 氏發現電之交通，可應用於兩地，不藉任何傳導體，而用水或地土爲代。

- 一八八二 倍爾 (Bell) 氏應用特洛布利治之方法，於顛陀馬克河偵察一哩半外之音信。波斯頓突夫茨大學教授陶爾伯 (Dotbean) 氏博得無線電機之專利權，氏謂以該機通報相隔哩半以上，已不成問題。惟更遠若干，則未能斷定。其後馬可尼氏即由此推廣以奏完成之功。
- 一八八五 愛迪生氏得極里老特 (Gilliland) 氏，麥爾普期氏斯密斯氏之助，不用電線於一火車站與一遊行火車之間，以感應作用，互通消息。嗣於一九零一年，領得關於是項通信方法之專利權。一年後，即轉售其權於馬可尼無線電公司。
- 一八八七 赫志氏發明空中電磁波之發射，並得具波長及速率，並指明其振盪之性質與光波及熱波相符。
- 一八九一 特洛布利治氏謂以兩絕緣電路遠遠分離，可以由電磁感應互通信息。
- 一八九二 泊利斯 (Preece) 氏將傳導與感應合用電流由一電路影響於他電路，由是於布利斯拖河與蘇格蘭之羅希爾斯 (Loughness) 之間，互通音信。布蘭利 (Branly) 氏創造凝屑檢波器，以採取電波，並發明電磁波能影響金屬之粉屑，變不傳電者為傳電。
- 一八九五 馬可尼氏研究赫志氏所稱之電磁波，決定無線可以通報。並在意大利作種種重要之試驗。
- 一八九六 馬可尼氏得第一次之無線電報專利權，並試驗一又四分之三哩之無線電通信成功。

- 一八九七 三月馬可尼氏當衆試驗四哩之無線電交通，首次應用汽球以系天線。
 七月馬可尼氏成功十哩以外之無線電報。
 九月英國巴斯地方裝置接收機，電碼由索爾茲巴立傳來，計程三十四哩。
 十一月馬可尼氏在尼特爾斯（Needles）地方建築破天荒之無線電台一座，通信範圍十四哩半。
 十二月該電台以一汽船通信計程十八哩。
 十二月第一艘船舶電臺成立。
- 一八九八 七月將競賽遊艇新聞由汽船（Flying Huntress）號逐日以無線電報告刊登愛爾蘭首都都柏林日日新聞。
- 一八九九 四月法國軍艦第一次裝置無線電。
 七月英國海軍操演，軍艦三艘，裝設馬可尼機互通消息，至七十四海哩（約合陸里八十五）之遠。
- 一九〇〇 二月德第一商用電台在布爾幹島通信，計程六十里。
 十一月比利時第一無線電陸站成立台址。
 美國德福勒斯脫氏自一九〇〇至一九〇五年得美國及其他各國關係無線電之專利權很多。
- 一九〇一 一月小汽船梅度拉（Medora）號在拉打雷爾（Ratal Bank）失火以無線電報告警設法拯救。
 一月暴風消息由克勒門提那號發出傳達於俄斯坦

德亦有商置，後被拒絕於網邊，乃以無線電報告俄新運德派船施款，美國麻省柯特海角 (Cape Cod) 大電台成立。

二月片爾 (Nikon) 及里爾 (Lizard) 兩電台成立，相距一百九十六里通信無阻。

三月檀香山羣島設立公眾通用之電台五處，以利交通。

十月第一次裝設扇式天線於模爾度 (Polihu) 紐芬蘭之間以資試驗。

十二月馬可尼氏在紐芬蘭接收模爾度電台所發之 S 電碼，中間相隔距離一千八百里之遠，為越洋無線電交通成功之嚆矢。匹茲堡大學教授裴深登氏對於無線電之收發，多所改良，是年九月，向美政府請領專利權，其中最重要之機件，係高週率交流變電機，其週為每秒鐘 50,000 週，無線電話亦由是漸臻美備。裴氏在一八九九至一九〇五間，曾獲得無線電專利權多項。

一九〇二 美國汽船費城號接收一五五一哩外傳來之電信，並由模爾度電台收到電碼，計程二〇九九哩。

七月馬可尼氏在意大利巡洋艦 Garlo Alberto 號接收電音來自模爾度，計程八〇〇哩。後又遠駛收受，計程一六〇〇哩。

十二月，越大西洋第一次之無線電信試驗成功。馬可尼氏由新蘇格蘭之布勒頓海角 (Cape Breton) 發電與聖愛德華第七。

- 一九〇三 一月美國副新領事致英王愛德華第七經阿特海角及橫濱度二輪台。
三月倫敦時報登載第一條大西洋之無線電報。
八月國際無線電協會開第一次會議於柏林。波奧 (Poulson) 氏發明真空管流水蒸氣，並用磁場以夾持之。
- 一九〇四 一月第一次以無線電拍發越大西洋之國際新聞。
八月英國國會通過無線電法令。
十一月英人佛來銘氏發明二極真空管。
- 一九〇六 一月美國得福勒斯特氏發明三極真空管並得專利權。
一月國際無線電協會開第二次協會於柏林，世界各大國均簽字於其的章美國將軍鄧武台 (Duhwoody) 氏發明矽炭晶體之整流作用，及畢卡特氏發現同樣之性質，於矽鐵，此種發現，即為後此利用晶體檢波之基礎。
- 一九〇七 十月克利夫登及葛雷斯灣 (Glacé Bay) 越大西洋之電台正式開幕。
- 一九〇八 二月美國與加拿大各重要城鎮開始無線電交通。
裴森登 (Fessenden) 氏製造高週率交流發電機，電力為2.2基羅瓦特225伏脫，週率每秒鐘70,000週。未幾裴氏在麻省與華府以無線電話互通消息，相隔六百里結果甚佳。
- 一九〇九 俄船共和號與德羅利達號在美國口岸外互相碰撞，連續以無線電告難，結果船員及乘客全數獲救。

一九一〇 汽船 (Principessa Mafalda) 號接收克利夫登電台之電信日間相距四千里，夜間六千七百三十五哩。

六月美國兩院通過無線電條例，強制載客汽船裝置無線電收發機器以重人命。

一九一〇 七月美國農工部設無線電公司，以管理船隻之無線電裝設。

一九一〇 美國聯合無線電報公司為美國馬可尼公司接收歸併，二月馬可尼公司購得柏利泥氏及託西 (ToSi) 氏之專利權，內有無線電定向器。

二月與澳大利亞政府電站成立。

四月世界大郵船鐵達尼號於初次出發時，途次觸遇冰山沉沒，旅客藉無線電呼救之力，未遭沒頂，生還者七百人。

六月國際無線電協會開會於倫敦，訂立關於劃一報務之協定。

七月美國兩院加訂一九一〇年所頒無線電條例，限令貨船裝設無線電機器及其載客船須雇無線電收發員至少二人。

八月美國兩院通過法令，限令無線電發報台及收發員須領執照。

一九一〇 阿爾斯德 (Alsthe) 氏上書美政府，歷舉燈塔船及救生船，裝用無線電機之利益，尤以迷霧天氣為最有用。

六月加拿大國會提出無線電法案，一致通過。名曰加拿大無線電法規。

十月郵船般爾蘭蘭諾號在大西洋中夜焚，幸因無線電之呼救，十蓋同時來救，得慶更生者五百二十一入。

十一月首次美國鐵路利用無線電於列車間，馬加利為電合專作奧洲探險家毛森博士 (Dr. Mauson) 澳外屏通信之用。

一九一四 試驗於無線電於大海中，排列船隻距離一哩之八分之五，以尋常收音機亦可聽收，復於相隔十八哩半之兩艘艦間。試之亦驗。復以限量之電力，兩艦距離四十哩，試之仍能通話。

八月歐戰大作，無線電機器之工程及進化，各國皆嚴守秘密。

八月使用大電力之電台如卡那資，威爾斯，勃爾馬 (Belmar) 檀香山三藩市等處，皆次第落成。檀香山三藩市二台於九月間開始公共通信之用，其他塔爾登愛爾維斯 (Tuckertoff Filvese) 賽維亞蘭恩 (Sayrille Nauen) 等處電台，亦皆於此時相繼成立。

十月美國阿姆斯特郎取得其所發明之授線路之專利權。

一九一六 二月美國大陸，電線次新，無線電報應用於鐵路。上至夢。以無線電測算巴黎華盛頓地經度之差數。

自一九一三年至本年止所得結果之進展程度，約在.01秒左右。

昨日二國爲慶祝越太平洋無線電報通信之成功，於十一月五日兩國元首交換電信致賀。

一九一七 六月爲英國創辦無線電報二十一週紀念。

一九一八 自本年秋，無線電發報機之進步，一日千里。最顯著者爲弧光機，三極真空管等。約言之，即等幅波之用途，大爲增加。真空管不但可以收報，且可以產生等幅波，作爲傳送之用。無線電話之聲因此而得擴大，通信範圍，穩妥耐用。

法蘭波爾多附近克羅亞定地方 (Croix d Hins)

由美國包工建築大電台，本臘月工竣，歸法國收管。而美國橫城建築大電台，與北美洲直接通信。

七月美國全國陸地電台除少數大台，仍由商界管理外，多數收歸政府管轄。

九月澳洲悉尼電台接收卡羅島電台電信二十二份中間相去一萬三千里。卡台同時發出海底電報，俾資參證，而收到在數小時以後，那威政府建立大電台於斯達完格地方，於本年開幕。與美國直接通報。

一九一九 大戰時美國無線電公司收併美國斯威尼公司。

聯邦政府關於私設試驗電台之禁令，美政府致其覆還。

一九二〇 等幅波之應用逐漸進步，真空管發報機是年實施

于倫敦舉行之英、美、法、德、意、日、蘇、美、二國無線電研究家
之大會，討論之進展。

關於波爾多內陸之無線電。

一九二二 四月十二日之實驗，英美二國無線電研究家
能以短波傳越大西洋，英美三國之通信，
無線電之大進步，初試即失敗，迨第三次
試驗時，英國無線電研究家及美國無線電接洽聯合
會，特派駐英之代表公視收多數美國業餘電台之
電碼，美法無不贊成，而英國亦聞之。

美國無線電接洽聯合會第一次在芝加哥舉會，無
線電研究家共約數千名。

九月美國政府第七次頒給廣播台之執照。

美國紐約中央電台在無線電界。

一九二二 因藝術之興趣，故在美廣播電台之數大增。

於美與新得郵政委員會電工程師學會演講收
音機及自生局部電波之極品，並獲新法並得該項
發明之專利權。

由太至陸試驗無線電，陸與海相距百哩，可以對
談，係在船中，屬美利堅地，試驗所得之成
績。

一九二三 三月美國無線電工程師學會教授海市爾汀氏在美
國無線電俱樂部演講，配譜平差射電過率，
未幾領到關於該發明之專利權。

三極真空管本年大為進步，短波之利益，漸見顯
著，應用愈廣，麥克米倫 (Macmillan) 氏

）橫跨歐亞北極兩極，與奧國相隔數千里，在冰天雪地中，發越極低頻帶之電力，直接與美國多處電台通信。在該項過程中，亦曾與美國廣播台之聯名。是年報不離美國以外，各國亦起仿效無線電廣播事業發生興趣。

一九二四 一月美國大湖一帶風風電線被毀斷，藉無線電為傳遞行真消息之用。

二月美國西屋公司廣播台WDC，實送歌曲演說，英國接收之後，重發其夫，為英國未來娛樂之用。

同月，同電台之廣播節目，英國繼電重發之後，為印度加爾各答地方收得。

十一月無線電照相，由藝術家米爾氏在紐約倫敦作公開之實驗，可稱首次之成功。

一九二五 美國本埠無線電製造工業所出之貨品，約值五萬萬金之鉅。

一九二六 英美兩國間之無線電照相事業，正式營業。紐約時報首先登載試報，並為新聞之用。

一九二七 有線與無線傳形實驗。

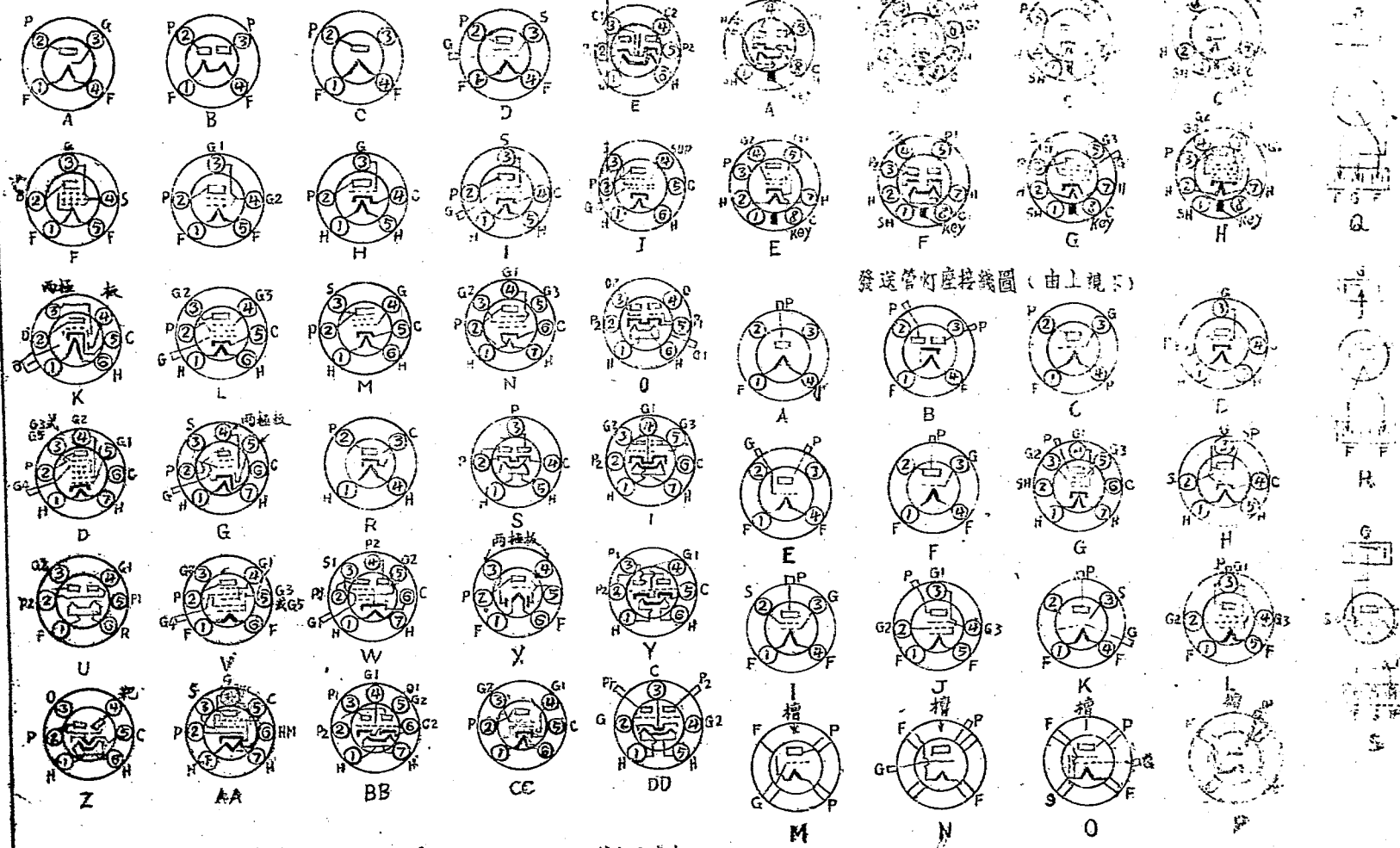
一九三〇 雙方交通之傳形與傳聲公開試演。

一九三二 雷射定向交通（44公母波長4瓦特）

真空管燈座接線圖

玻璃接收管燈座接線圖 (由下視上)

金屬接收管燈座接線圖 (由下視上)



F=灯丝, G=栅极, H=传热体, S=屏极, C=阴极, HM=传热体中央, Sup=扼制极, SH=屏蔽(过金属罩), KEY=插頭指示, G1G2G3 = 第一第二第三极, P1P2 = 第一第二极

附錄二

真空管特性表

第一表(A) 6.3伏脱接收用玻璃真空管特性

標號	名稱	燈座	燈		用途	屏極		簾柵極		柵極	放大	互電導	屏極阻	控制抗	輸出	
			式樣	伏脫		按培	伏脫	千分安培	伏脫							千分安培
6A4	五極強放	F	直熱	6.3	0.3	A類放大	100	9.0	100	1.6	-6.5	100	1200	33250	11000	0.31
							130	22.0	180	3.0	-12.0	100	2200	43500	8000	1.40
6A6	三極雙聲	T	間熱	6.3	0.8	B類放大	250			0				3000	8.0	
							300			0				10000	10.0	
6A7	換週三柵管	P	間熱	6.3	0.3	變換週率	250	3.5	100	2.2	-3.0 最低			360000		
6B5	特種強放	Y	間熱	6.3	0.8	A類放大	300	4.5		6	0	58	2400	24100	7000	4.0
							400	40		4.5	-13			10000		
6B7	二極五極雙生管	Q	間熱	6.3	0.3	五極高放	250	9.0	125	2.3	-3.0	730	1125	650000		
							250	0.65	50		-4.5					
606	三柵檢波放大	J	間熱	6.3	0.3	簾柵高放	250	2.0	100	0.5	-3.0	超過 1500	1225	超過 15000		
							250		50		-1.95					
6D6	三柵可變放大	J	間熱	6.3	0.7	簾柵高放	250	8.2	100	2.0	-3.0	1280	1600	800000		
						混合管	250		100		-10.0					
6E5	電光指示	Z	間熱	6.3	0.3	指示管	200	0.2			0					
							250	0.25			0					
6E7	三極五極雙生管	W	間熱	6.3	0.3	三極管放大	100	3.5			-3.0	3	450	17800		
							250	6.5	100	1.5	-3.0	900	1100	850000		
							250	2.8	100	0.6	-10.0					
30	四極	I	間熱	6.3	0.3	簾柵高放	100	1.8	55		-7.5	470	850	550000		
							180	3.1	90		-3.6	525	1050	500000		
							250	3.2	90	1.7	-3.0	595	1080	550000		
							100		55		-5.0					
						屏極檢波	250		90		-8.0					
37	三極	H	間熱	6.3	0.3	A類放大	90	2.5			-6.0	9.2	300	11500		
							180	4.3			-13.5	9.2	900	10200		
							250	7.5			-18.0	9.2	1100	8400		

第一表(B) 2.5 伏脫的皮用玻璃真空管特性

標號	名稱	燈絲			周	屏極		板極		屏極阻抗	互感	放大係數	擬負載阻	輸出波特		
		燈絲	伏脫	安培		屏極	屏極	板極	板極							
243	三極強放	A	直熱	2.5	2.5	A類放大	250	60.0		-4.5	800	5250	4.2	2500	3.5	
						推挽放大	300	100.0		0.2						
245	五極強放	M	間熱	2.5	1.75	A類放大	250	30.0	250	5.5	-16.5	100000	2200	220	7000	3.0
246	二極五極管	K	間熱	2.5	0.8	三極A類放大	250	6.4			-1.35					
247	四極互耦管	P	間熱	2.5	0.8	推挽放大	250	5.5	100	2.2	-3.0	360000				
248	四極強放	BB	間熱	2.5	2.5	放大	250	15.0			-2.0	5150	3500	18.0	5000	4.0
287	五極強管	Q	間熱	2.5	0.8	五極高放	100	5.0	1.0	1.5	-3.0	300000	950	285		
						五極低放	250	2.5	1.0	2.3	-3.0	650000	1125	730		
44A	四極高放	I	間熱	2.5	1.75	三極高放	180	14.0	90	1.7	-3.0	400000	1000	400		
						屏極強放	250	14.0	90	1.7	-3.0	600000	1050	630		
27	三極	H	間熱	2.5	1.75	A類放大	135	4.5			-9.0	9000	1000	9.0		
						屏極強放	230	3.2			-21.0	9250	975	9.0		
35	四極可變放大	I	間熱	2.5	1.75	三極高放	180	5.3	90	2.5	-7.0	300000	1020	305		
						屏極強放	250	6.2	90	2.5	-10.0	400000	1050	420		
45	三極強放	A	直熱	2.5	1.5	A類放大	180	3.0	180		-31.5	1650	2125	3.5	2700	0.82
						屏極強放	250	3.0	250		-30.0	1610	2175	3.5	3900	1.60
46	四極強放	G	直熱	2.5	1.75	A類放大	275	36.0	275		-56.0	1700	2050	3.5	4600	2.00
						屏極強放	250	22.0			-37.0	2380	2350	5.0	6800	1.25
47	五極強放	F	直熱	2.5	1.75	A類放大	300				0			5200	16.0	
						屏極強放	400				0					
53	三極強管	T	間熱	2.5	2.0	B類放大	250	3.0	250	6.0	-16.5	60000	2500	150	7000	2.7
55	二極五極管	K	間熱	2.5	1.0	三極A類放大	135	3.7			-10.5	11000	750	8.0	25000	6.075
						屏極強放	180	6.0			-13.5	8500	975	8.0	20000	0.160
						250	8.0			-20.0	7500	1100	8.0	20000	0.350	

第三章 雜項工程用玻璃管電管零件

標號	名稱	燈 燈		用 途	原 料		備 註	原 價	庫 存	放 大	批 發	出 售	
		式 樣	伏 脫		安 培	伏 脫							安 培
00-A	三極	A	直熱	3.0	0.25	柵極檢波	145	1.5	2000	66	3.0		
01-A	三極	A	直熱	5.0	0.25	A類放大	90 135	2.5 5.0	1000 2000	72.5 120	3.0 3.0		
10	三極強放	A	直熱	7.5	1.25	A類放大	55 115	3.0 5.0	5150 5000	150 150	3.0 3.0	1200 1020	0.9 1.6
12	三極	A	直熱	1.1	0.25	A類放大	90 135	3.0 5.0	1000 2000	100 100	3.0 3.0		
20	三極檢波	A	直熱	3.3	0.132	A類放大	90 135	3.0 6.0	1000 2000	100 100	3.0 3.0	3600 6500	0.25 0.110
22	四極高放	D	直熱	3.0	0.132	簾柵高放	175 135	1.7 1.25	2000 2000	75 75	2.0 2.0		
26	三極放大	A	直熱	1.5	1.05	A類放大	90 120	3.0 5.0	1000 2000	100 100	3.0 3.0		
40	三極	A	直熱	5.0	0.25	A類放大	130 180	5.0 7.0	2000 3000	100 100	3.0 3.0		
50	三極檢波	A	直熱	7.5	1.25	A類放大	400 550	3.0 5.0	1200 2000	100 100	3.0 3.0	4600 3570	1.6 3.4
							150	7.0	2000	100	3.0	4350	4.6
71-A	三極強放	A	直熱	5.0	0.25	A類放大	90 120	3.0 5.0	1000 2000	100 100	3.0 3.0	3000 4200	0.125 0.730
99	三極	A	直熱	3.0	0.033	A類放大	90	2.5	1000	100	6.5		
1124	三極	A	直熱	5.0	0.25	A類放大	90 130	3.0 7.0	1000 2000	100 100	3.5 3.5		

第四表 接收用全屬真空管特性

標號	名稱	燈座	燈絲		用途	屏極		簾柵極		極間電阻	極間電容	放大係數	控制電阻	輸出瓦特		
			式樣	伏脫		安培	伏脫	千安培	伏脫						千安培	
6A8	振頻率五柵	B	間熱	6.3	0.3	變換週率	250	3.3	100	2.0	3.0	陽極A類放大 極10.0V極2極3極4極5極	NO 2	250伏脫		
6O5	三柵	C	間熱	6.3	0.3	A類放大 屏極檢波	250	8.0			3.0	7000	500	21		
6F5	三柵	D	間熱	6.3	0.3	A類放大	250	0.2至 0.4			1.5	66000	1500	100	0.25至 10 meg	
6F8	五極強放	E	間熱	6.3	0.7	五極A類放大	250	34	250	2.5	16.5	80000	1500	2.0	7000	3.0
						三極A類放大	375	42	375	2.0	2.0	75000	2650	200	7000	5.0
						屏極A類放大 五極 三極	250	31			2.0	2600	2700	7.0	4000	0.35
6H6	二極雙燈	F	間熱	6.3	0.3	整流	每極交流電壓=100伏脫(F m S)最大輸出D.C.電流=2 M.A.									
6I7	三柵	G	間熱	6.3	0.3	簾柵高放	250	2.0	100	0.5	-3.0	極間 1.5 mc	1225	極間 1500		
						屏極檢波	250		100		-4.3			0.5 meg		
6K7	三柵可變放大	G	間熱	6.3	0.3	簾柵高放	250	10.5	125	2.0	-3.0	600000	1650	990		
						屏極檢波	250		100		10		極間項壓=7.0伏脫			
6L7	換週五柵	H	間熱	6.3	0.3	簾柵高放	250	5.3	100	5.5	-3.0	800000				
						混台管	250	3.3	150	8.3	-6.0	極間 1.0 meg	振盪極(NO.5)壓=-15.0伏脫			
6L6	電子把注種收音		間熱	6.3	0.5	A類放大	950	7.2	250	2	-1.0				2600	6.5
						推挽B類放大	950	120	250	10	-1.0				500.0	14.5
						推挽A類放大	400	102	300	6	-2.5				6600	34.0
						推挽AB類放大	400	88	300	2	-2.0				5000	40

表 5 程做入檢送用整流管特性

標號	名稱	燈座 (1)	燈 絲			每屏最高 交流伏數	最高輸出直流 千分安培	最高尖峯屏極 伏 脫	最高尖峯屏極 安 培	式 樣
			式 樣	代 號	密 培					
523	全波整流	B	直 熱	5.0	3.0	500	250	—	—	V
524	全波整流(3)	A(4)	間 熱	5.0	2.0	400	125	1100	—	V
1223	半波整流	R	間 熱	12.0	0.3	250	60	—	—	V
2525	整流 倍壓器	E	間 熱	25.0	0.3	125	100	—	—	V
115	半波整流	R	間 熱	6.3	0.3	350	50	1000	400	M
1-V(5)	半波整流	R	間 熱	6.3	0.3	350	50	—	—	V
80	全波整流	B	直 熱	5.0	2.0	350 400 550(6)	125 110 135	—	—	V
81	半波整流	C	直 熱	7.5	1.25	700	85	—	—	V
82	全波整流	B	直 熱	2.5	3.0	500	125	1400	400	M
83	全波整流	F	直 熱	5.0	3.0	500	250	1400	800	M
84/624	全波整流	S	間 熱	6.3	0.5	350	50	—	—	V
RK10	全波整流	B(7)	間 熱	7.5	2.5	1250	—	3500	600	V
86G	半波整流	A(7)	直 熱	2.5	5.0	—	—	7500	600	M
866A	半波整流	A(7)	直 熱	2.5	5.0	—	—	70000	600	M
872	半波整流	PC7	直 熱	5.0	10.0	—	—	7500	2500	M

附註 (1) 參照第154頁 (2) M=汞氣整流管, V=高度真空整流管 (3) 金屬整流管 (4) 參照第154B頁
 (5) 及 1-V 式管可互換調用 (6) 輸入阻流圈最小須20亨利 (7) 參照第154C頁

第六表(A) 四極與五極發送真空管特性

標號	屏極電壓 伏脫	燈絲電流 安培	屏極電壓 伏脫	屏極電流 伏脫	屏極電流 伏脫	間極電容 PF	電容 μF			燈壓	用途	屏極 伏脫	屏極 安培	屏極 伏脫	屏極 安培	屏極 伏脫	屏極 安培	屏極 伏脫	屏極 安培	約計 輸出 瓦特	
							至 屏極	至 屏極	至 屏極												
302	10	6.3	0.95	500	250	6	12	0.15	8.5	G	C類放大(電報)	500	4.5	250	12	-100	2	40	20000	0.25	16
											柵壓調幅放大	500	25	200	8	-130	1	0	31500	0.8	41
											陰柵調幅放大	500	22	200	28	90	4.5	-4.5	10700	0.5	3.5
											B類放大(電話)	500	25	200	7	-28	-	0	43000	0.18	3.5
RK23	12	2.5	2.0	500	200	6	10	0.04	10.0	G	C類放大	500	4.8	200	15	-100	-	4.5	-	-	1.5
RK25		6.3	0.8								柵壓調幅放大	500	30	150	20	-75	7.7	30	-	-	3
844	15	2.5	3.25	500	175	3	9.5	0.75	7.5	H	C類放大	500	25	157	-	-125	-	-	-	-	9
865	15	7.5	2.0	750	125	3	8.5	0.1	8.5	I	C類放大(電報)	750	40	125	-	-80	5.5	-	45000	1.0	16
											C類放大(電話)	500	40	125	-	-220	9	-	20000	2.5	10
											B類放大(電話)	750	2.2	125	-	-30	-	-	45000	-	4.5
254A	20	5.0	3.25	750	175	5	4.6	0.1	9.4	I	C類放大	750	60	175	-	-90	-	-	-	-	2.5
254B	25	7.5	3.25	750	175	5	11.2	0.085	5.4	I	C類放大	750	75	150	-	-135	-	-	-	-	3.0
RK20	40	7.5	3.0	1250	300	7.5	11	0.012	10	I	C類放大(電報)	1250	92	300	32	-100	5	4.5	26000	0.0	8.0
											C類放大(電話)	900	62	300	50	-100	6	0	25000	1.1	3.5
											柵壓調幅放大	1250	44	300	10	-140	1.8	4.5	95000	2.0	2.7

											除相調幅放大	1250	27	300	30	100		100	20000	1.0	2.1	
											B類放大(電話)	1250	45	500	15	50		0	66000	0.5	16	
350	7.0	10	30	1000	250	5	12.2	0.2	6.3	1	C類放大	1000	70	250		150					60	
350	100	10	325	1230	175	10	17.0	0.2	26.0	0	C類放大	1250	160	175		150	35				70	1.0
360	100	10	325	3000	300	10	7.75	0.08	7.5	1	C類放大(電報)	3000	85	300		150	15		25000	7	10.5	
											C類放大(電話)	2000	67	300		225	30		100000	15	75	
											B類放大(電話)	3000	43	500		50			25000		40	
Rk26	100	10	5.0	2000	400	35	15.5	0.02	7.5	L	C類放大(電報)	2000	140	400	60	100	10	45	20000	1.6	200	
											C類放大(電話)	1500	135	400	85	100	9	1	12000	1.6	100	
											相調幅放大	2000	80	400	20	110	2.8	15	80000	3.0	75	
											除相調幅放大	2000	85	400	85	100	11	15	20000	2.0	70	
											B類放大(電話)	2000	75	400	30	38		0	55000	0.9	60	
303	25	10	325	2000	600	30	15.5	0.15	28.5	L	C類放大(電話)	2000	160	500	12	50	16	110	50000	1.6	210	
											相調幅放大	2000	80	600	15	80	4	110		2	25	
											除相調幅放大	2000	80	500	55	50	15	135	21000	1.5	73	
											B類放大(電話)	2000	80	600	15	40	3	40		1.5	55	
361	400	77	10.0	5500	800	35	17.0	0.7	13.0	S	C類放大	3500	275	607		250	30			25	570	

第六表(B) 三種發送真空管特性

標號	管型	燈絲		屏極電壓伏	控制電壓伏	柵極電壓伏	放大係數	柵極電阻歐姆	開路電阻 MΩ			燈座	用途	屏極電壓伏	柵極電壓伏	柵極電流毫安培	柵極電阻歐姆	柵極電容皮法	柵極電容皮法	柵極電容皮法	柵極電容皮法	柵極電容皮法	柵極電容皮法	
		2A5	2A5						柵極至屏極	柵極至柵極	柵極至燈絲													
10	15	7.5	25	500	60	15	8.0	10000	4.0	7.0	3.0	C	C類放大	500	60	130	10	3	—	—	—	—	—	20
													柵壓調幅放大	500	45	—	1.2	1	30	7.5				
841	15	2.5	125	450	60	20	30.0	5000	4.0	7.0	3.0	C	C類放大	450	50	32	12.5	12.5	—	—	—	—	14	
843	15	2.5	25	450	40	7.5	7.7	10000	4.0	4.5	4.0	D	C類放大	450	30	140	5	1	—	—	—	—	7.5	
201	20	7.5	125	600	70	15	8.0	10000	4.5	6.0	7.5	C	C類放大(電報)	600	65	150	15	4	—	—	—	—	25	
													C類放大(電報)	500	55	190	15	4.5	—	—	—	76		
													B類放大(電話)	600	45	75	—	—	30	7.5				
													柵壓調幅放大	600	50	—	2	2	40	10				
800	35	7.5	7.25	1250	115	25	15	10000	3.75	2.5	7.0	E	C類放大(電報)	1250	70	175	15	4	—	—	—	—	65	
													C類放大(電報)	1000	70	200	15	4	—	—	—	50		
													B類放大(電報)	1000	42	55	—	—	56	14				
													柵壓調幅放大	1000	50	150	4.5	2	60	15				
850	40	10	2.15	750	110	18	8	10000	4.9	9.9	2.2	C	C類放大	750	110	180	18	7	—	—	—	—	—	55
													柵壓調幅放大	1000	50	200	2	3	60	15				

RK18	40	7.5	2.5	1250	85	15	18	10000	7.8	5.0	2.0	F	C類放大	1000	150	100	5	150	
RK31	40	7.5	3.0	1250	85	15		5000				F	C類放大	1000	150	100	5	150	
30HA	50	7.5	3.25	1250	100	20	11.0	5000	2.0	2.5	0.7	E	C類放大	1250	100			125	
													C類放大(電話)	1000	100	80			65
													B類放大(電話)	1250	100	100			11
50T	50	5.0	6.0	300	100	30	12	10000	2.0	2.0	0.4	E	C類放大	1000	100	200	25	100	
													C類放大(電話)	2000	100	200	25		100
													B類放大	2000	100	200	25		100
203A	100	10	3.25	1250	175	60	25	5000	6.5	14.5	5.5	M	C類放大(電報)	1250	100	25	25	7	
													C類放大(電話)	1000	150	150	50	10	100
													B類放大(電報)	1250	100			170	125
211	100	10	3.25	1250	175	50	12	5000	6	14.5	5.5	M	C類放大(電報)	1250	150	225	13	7	
													C類放大(電話)	1000	150	250	35	14	100
													B類放大(電話)	1250	100	100		170	125
242A	100	70	3.25	1250	170		12.5	5000	6.5	13.0	4.0	M	C類放大	1000	150	150		125	
													B類放大(電話)	1250	100	100		25	125
838	100	10	3.25	1250	175	7.0		3000	6.5	8.0	5.0	M	C類放大(電報)	1250	150	80	50	6	
													C類放大(電話)	1000	150	150	50	12	100
													B類放大(電話)	1250	100	0	50	10	125

第六表 (C) 三極發送真空管特性

標號	屏極 消耗 瓦特	燈 熱		屏極 高 伏	屏極 電 流 毫安	屏極 電 壓 分 毫	屏極 電 流 分 毫	放大 源	漏 電 流 微安	間極電容 Mfd			燈 法	屏 流	屏極 電 壓 伏	屏極 電 流 毫安	屏極 電 壓 分 毫	屏極 電 流 分 毫	項 出 瓦特	主 出 瓦特
		伏	培							和 極 屏 極	和 極 屏 極	屏 極 屏 極								
852	100	10.0	3.25	3000	150	40	12	10000	1.9	2.0	1.0	E	C類放大(電報)	3000	35	600	75	12	--	150
													C類放大(電話)	2000	57	500	30	23	--	75
													B類放大(電話)	3000	113	250	--	--	--	40
354	150	5.0	7.75	1000	175	40	110	10000	9.0	3.7	0.4	N	C類放大	3000	350	215	--	--	300	
150T	150	5.0	10.0	3000	200	50	73	10000	3.0	3.5	0.5	N	C類放大	1000	200	200	35	--	150	
														2000	200	400	35	--	300	
														3000	200	600	35	--	450	
F108A	175	10.0	11.0	3000	200	50	12	15000	3.0	7.0	2.0	N	C類放大	3000	200	350	--	--	300	
204A	250	11.0	3.85	2500	275	80	25	5000	12.5	15.0	2.3	G	C類放大(電報)	2000	250	175	--	--	350	
													C類放大(電話)	1800	250	250	--	--	300	
													B類放大(電話)	2000	160	70	--	--	450	
840	400	17.0	5.0	2500	350	125	19	5000	17	13.5	3	G	C類放大(電報)	2000	300	200	--	--	450	
													C類放大(電話)	1800	300	300	--	--	500	
													B類放大(電話)	2000	203	95	--	--	700	
81	400	11.0	10.0	3500	350	75	14.5	10000	3.3	4.0	1.4	R	C類放大	3500	275	400	110	20	--	
F100	500	17.0	25.0	2000	500		11.0	30000	4.0	1.0	2.0	R	C類放大	3000	500	300	--	--	--	

