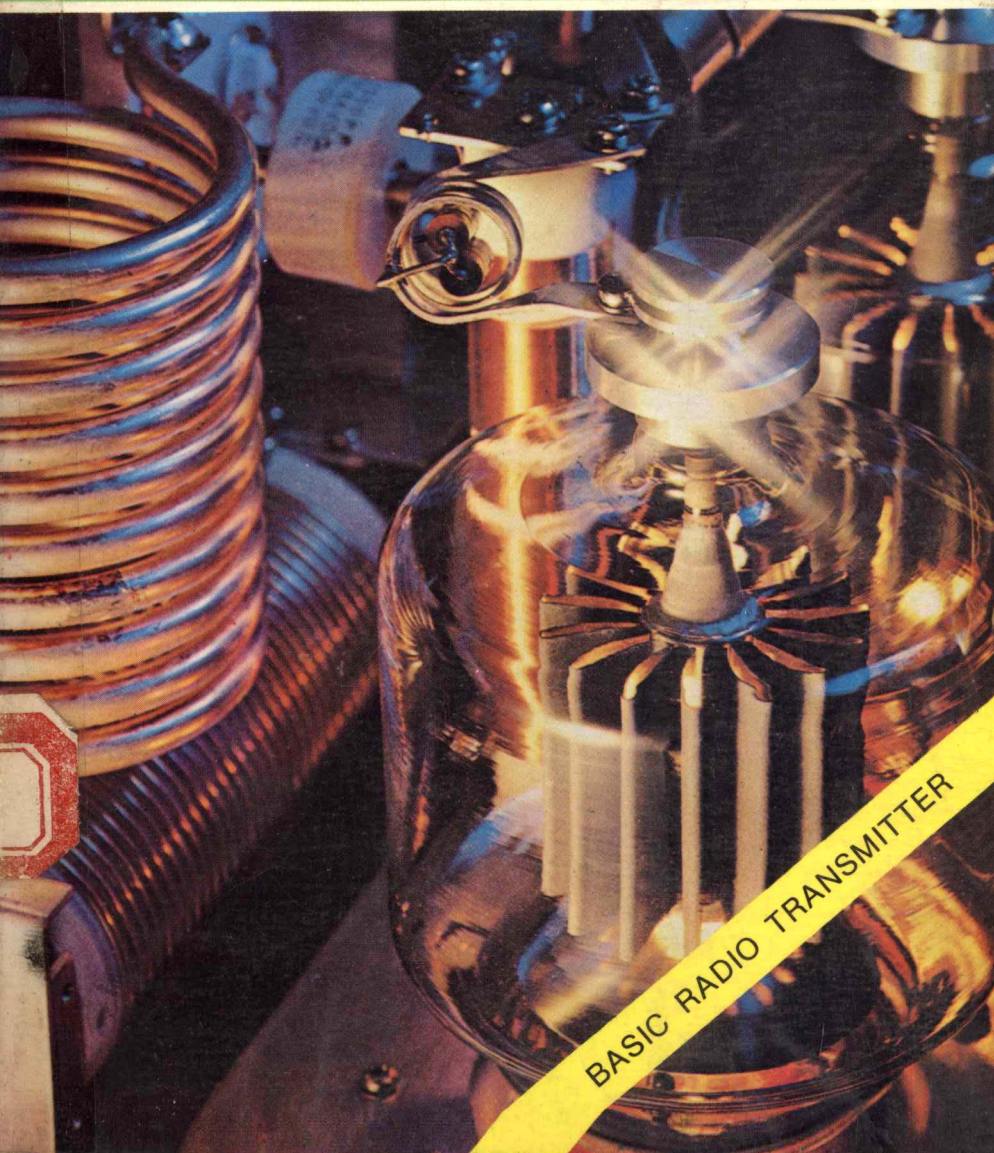


無線電發射機大全

(上册)

陸世靜編著 · 香港捷藝出版社出版



無線電發射機大全

(上册)

BASIC RADIO TRANSMITTER

陸世靜編著

香港捷藝出版社出版

無線電發射機大全

(上册)

出版者：捷藝公司（出版部）

九龍深水埗楓樹街17號八樓

承印者：金冠印刷公司

九龍紅磡差館里三至五號

裝釘者：永美印刷製本公司

北角七姊妹道16號地下

版權所有 * 不准翻印

一九七七年十二月版

定價：港幣十四元正

目次

第一章 電的定律及電路	1	電容及電容器	22
基本理論	1	單位	24
電場和磁場	1	無線電用的電容器	26
力線	2	電壓破壞	26
電及電流	2	電容器的串聯和並聯	27
導體和絕緣體	3	電感	28
電動勢	3	電感公式	29
直流電流和交流電流	4	鐵心線圈	30
波形	5	導磁系數	30
電的單位	6	渦流和磁滯	31
週率譜	6	電感的串聯及並聯	32
波長	7	互感	32
電阻	8	交流電路	33
線的電阻	9	相	33
溫度的影響	10	相的測量	34
電阻器	15	電抗	35
電導	15	電容器上的交流電	35
歐姆定律	15	容抗	36
電阻的串聯及並聯	17	感抗	37
電阻器的串聯	17	電抗的歐姆定律	38
電壓降	18	無功電力	40
電阻的並聯	19	阻抗	40
電阻器的並聯及串聯	20	阻抗的歐姆定律	41
電力	21	並聯電路	42
效率	22	電工因數	43

複波·····	44
變壓器·····	44
一般介紹·····	44
電壓及圈數比率·····	45
次級電流的作用·····	45
電力關係及效率·····	46
漏電感·····	47
阻抗比率·····	48
阻抗的配接·····	48
變壓器的構造·····	49
射電週率電路·····	50
諧振·····	50
諧振週率·····	50
諧振曲線·····	51
Q ·····	52
電壓的提升·····	53
並聯諧振·····	53
已負荷電路的 Q ·····	55
L / C 比率·····	56
耦合電路電能轉移及負荷·····	56
普通的耦合方法·····	57
電容耦合·····	57
電感耦合·····	57
耦合諧振電路·····	59
環耦合·····	59
電路的實際問題·····	60
串聯饋電及並聯饋電·····	60
旁路·····	61
潛佈的電容及電感·····	62
接地問題·····	62

平衡電路·····	63
隔離作用·····	63
第二章 真空管原理 ·····	65
二極管及整流·····	65
真空中的電流·····	65
熱游子發射·····	65
陰極·····	67
屏極電流·····	68
整流·····	69
真空管放大器·····	70
三極管·····	70
柵極控制·····	70
特性曲線·····	70
真空管特性·····	72
放大·····	73
偏電壓·····	75
放大器的輸出電路·····	76
電力放大器·····	79
並聯和推挽·····	80
乙類放大器·····	81
甲乙類放大器·····	83
丙類放大器·····	83
回輸·····	84
負回輸·····	85
正回輸·····	86
電極間的電容量·····	86
輸入電容·····	86
在射遇的真空管電容·····	87
簾極管·····	87
五極管·····	88

射極五極放大管·····	88	迭亞斯振盪器·····	112
可變互導管·····	89	Tri-Tet 振盪器電路·····	112
其他型式的放大器·····	90	柵屏振盪器·····	114
柵極接地放大器·····	90	迭亞斯電路的另一式·····	114
陰極輸出器·····	91	射週電力放大器電路·····	115
陰極電路及柵極偏電壓·····	91	三極管電路·····	116
絲極交流雜聲·····	91	屏極電容中和電路·····	116
陰極偏電壓·····	92	推挽式三極管電路·····	117
簾極電壓·····	94	柵極電容中和電路·····	117
集射管·····	95	環中和電路·····	117
多組管·····	95	電感中和·····	118
汞氣整流管·····	95	簾極管放大電路·····	118
柵極控制整流管·····	95	級間的耦合部份·····	119
振盪器·····	96	環耦合·····	121
振盪器的工作特性·····	97	電感耦合·····	121
接地問題·····	98	電容耦合電路·····	122
負電阻振盪器·····	99	電容耦合的調節·····	124
第三章 基本發射機 ·····	101	耦合電容器的定額·····	124
可變週率的振盪器·····	102	放大器的設計要點·····	124
負荷的影響·····	103	屏極槽電路 Q ·····	124
週率的移動·····	107	屏極槽電路電容器的電壓·····	127
機械問題·····	107	阻直流及旁路電容器·····	128
可變週率振盪器槽電路的 Q ·····	108	射週扼流圈·····	128
可變週率振盪器的調諧特性·····	108	柵極槽電路·····	128
校驗可變週率振盪器的穩 定度·····	109	射週電力放大管的工作 因素·····	129
晶體振盪器·····	109	柵極偏電壓·····	130
簡單的振盪電路·····	110	計算柵極偏電壓電阻器·····	134
三極管四極管及五極管振 盪器·····	111	最大柵極電流·····	135
		激勵問題·····	136

電力輸出·····	136
電力輸入·····	136
屏極及簾極消耗·····	137
屏極效率·····	137
最大屏極電流及電壓·····	138
其他工作因素·····	138
絲極電壓·····	138
極間電容·····	138
射週放大器的調整·····	139
一般的調諧方法·····	139
電表的裝置·····	139
輸入電路調整·····	140
輸出電路調整·····	141
最後的調整·····	142
推挽式放大器的調整·····	143
簾極管放大器的的工作·····	144
簾極部份·····	145
測量電力輸出的假負荷·····	145
週率的倍升·····	147
單管倍週器·····	147
推挽倍週電路·····	147
寄生振盪·····	149
特高週寄生振盪·····	149
試驗程序·····	149
補救辦法·····	150
低週的寄生振盪·····	151
應該避免的電路·····	152
中和的程序·····	152
中和指示器·····	154
中和調整·····	155

電感中和法的調整·····	156
第四章 無線電話·····	157
調波的方法·····	157
邊帶·····	158
調幅·····	159
調幅百分數·····	160
調幅波的電力·····	160
過量調幅·····	161
對於載波的條件·····	161
屏極電源供應·····	162
線性關係·····	162
調幅的型式·····	163
屏極調幅·····	163
調幅阻抗及直線性·····	164
屏極調幅放大器的調節·····	165
簾極管放大器·····	165
扼流圈耦合·····	166
柵偏電壓調幅·····	167
調幅器的電力·····	168
柵偏電壓電源·····	168
推勳級的調節·····	169
工作條件·····	169
調整·····	170
簾極調幅·····	171
抑制極調幅·····	172
陰極調幅電路·····	173
調幅阻抗·····	174
線性工作的條件·····	175
陰極調幅放大器的調整·····	175
言語設備·····	175

傳聲器	176	無線電話發射機的檢驗	203
炭粒傳聲器	176	言語設備	203
晶體傳聲器	177	示波器的應用	205
帶速傳聲器	177	乙類調幅器	206
電動傳聲器	178	調幅的放大器	207
言語放大器	178	調幅的監視	210
電壓放大器	179	線性關係	215
電阻耦合	179	不對的圖樣	216
變壓器耦合	180	屏極電流跳動	217
反相器	185	載波上的雜聲及交流雜聲	218
放大的控制	186	額外的邊帶	219
言語放大器的設計	186	言語放大器中的射週成分	219
言語放大器的構造	188	過量調幅指示器	220
增加無線電話發射機的效能	188	第五章 電鍵電路	223
波道的減縮	189	電鍵電路的原理及特性	223
音量的抑制	190	背波	223
言語的削減	190	電鍵喀嚙聲	224
乙類調幅器及推勳器	192	週率穩定度問題	224
乙類調幅器	192	參入工作	225
調幅器真空管	192	選擇被控制的一級	225
負荷的配接問題	193	電鍵電路	226
抑制音週諧波	194	屏極電路按鍵	226
柵極偏電壓	194	電源變壓器初級電鍵電路	227
屏極電源	196	柵偏壓阻流電鍵電路	229
過分激勵	196	陰極電鍵電路	230
沒有負荷時工作	197	電鍵繼電器	230
乙類調幅器的推勳級	197	電鍵喀嚙聲的消除法	231
推勳真空管	198	射週濾波電路	231
負回輸	199	電鍵濾波電路	231
負回輸的言語放大電路	203	真空管電鍵	232

真空管電鍵	232	阻抗的變換	257
檢驗發射機的發報特性	234	負荷和傳遞線的配接	259
檢驗電訊	234	天線用作負荷	259
電鍵喀嚙聲	234	$\frac{1}{2}$ 波變壓器或Q配接段	260
週率的移動	234	短段配接法	261
振盪器電鍵電路	234	摺式偶極子天線	262
鍵控級以後各級的調整	235	T及 γ 配接段	264
發報監聽	235	三角配接法	265
參入工作	238	實際耦合電路	265
第六章 傳遞線	241	射週電流表	266
特性阻抗	242	電感耦合	267
正確配接的傳遞線	242	串聯調諧及並聯調諧	268
傳遞線上的射週電壓	243	串聯調諧的調整	270
駐波	243	並聯調諧的調整	271
電壓關係	245	環耦合	272
輸入阻抗	245	萬用天線耦合器	272
開路傳遞線	246	同軸線的耦合	274
傳遞線端配接電阻負荷	247	不規則的耦合	275
阻抗的變換	248	諧波的抑制	277
配接傳遞線的電抗	249	低週濾波器	278
駐波率	249	天線耦合器的構造	278
諧振傳遞線及不諧振傳遞線	250	壁式串並聯耦合器	279
輻射	251	架式串並聯耦合器	280
實際傳遞線特性	251	可位器式萬用耦合器	281
構造的種類	252	闊波段天線耦合器	284
特性阻抗	253	第七章 天線	285
電長度	254	天線的選用	285
傳遞線的損耗	255	極性	285
平行導線式傳遞線的不平衡	256	輻射角	285
發射機與傳遞線的耦合	257	阻抗	286

指向性·····	286	接地式天線·····	304
電流·····	286	160 公尺用的天線·····	305
前後比率·····	286	曲折式天線·····	305
地的作用·····	286	地·····	306
輻射角·····	287	長線指向天線組·····	306
不良地面·····	288	V 字天線·····	306
阻抗·····	288	菱形天線·····	308
極性的選擇·····	289	應用推勸段的指向天線組·····	310
半波天線·····	289	同行列式天線組·····	311
電流分佈及電壓分佈·····	290	邊射式天線組·····	312
阻抗·····	291	邊射式及同行列式天線組	
天線導體尺寸·····	291	的合併天線組·····	313
輻射特性·····	291	頂射式天線組·····	314
半波天線的直接饋電法·····	293	相位問題·····	315
半波天線用傳遞線饋電·····	294	天線組的調整·····	315
長線天線·····	296	簡單的天線組·····	316
電流及電壓分佈·····	296	應用寄生段的指向天線組·····	317
實際尺寸·····	297	寄生式的激勵·····	317
阻抗及電力增益·····	298	增益與距離的關係·····	318
指向特性·····	298	天線段的長度·····	318
饋電方法·····	300	簡單的旋轉天線·····	318
多波段天線·····	300	近距天線組的饋電·····	319
天線的簡單形式·····	301	諧振的銳度·····	322
適用在地位有限的天線·····	302	組合的天線組·····	322
摺式天線·····	304		

第一章

電的定律及電路

基 本 理 論

電場和磁場

電及無線電的基礎都建築在電場 (Electric Field) 及磁場 (Magnetic Field) 上。我們雖然沒有方法看到這類電場及磁場，但是仍舊應該有相當的認識，方能對電的作用容易了解。當某一點上的現象能夠對空間的另外一點上發生作用，而在因果間又無可見的聯繫時，我們說這二點已經由電場及磁場所聯。這類電場及磁場統稱電磁場 (Electromagnetic Field)，像空氣一樣，是一種無形而實際存在的東西，牠所產生的各種作用且可預測的。

電磁場有二個重要的特徵，就是強度 (Intensity 或 Magnitude) 及方向 (Direction)。意思就是，電磁場對場內的東西有一種力量 (Force)，牠的強度表示力的量，牠的方向代表力加到東西，以及這東西受力後移動的方向。當一個荷電體 (Charged Body) 放進電場後，這荷電體所受到的力，能使牠照電場的方向移動。同樣，磁鐵在磁場中亦受到力的作用。每一個人都可以小磁鐵試驗磁場的作用，所以磁力強度及方向的意義，當可容易了解的。

當一個電場或磁場在空間行動，或強度改變，這種行動或改變就

能產生另一種性質的電磁場，就是說，改變的電場產生磁場，改變的磁場產生電場。一般的電磁鐵 (Electromagnet) 及電動機(就是馬達)就是根據這二種電磁場間的關係而工作的。無線電通訊中的電磁波(Electromagnetic Wave)不過是行動的電磁場。

力線

很顯然，我們對於各種不同電磁場的強度及方向，需要有比較的方法。這是將電磁場畫成力線(Line of Force)或通量(Flux Line)，每一條力線的方向，代表電磁場力線使物體行動的方向，而每一截面積上力線的數目就是力的強度，所以每一平方英寸或每一平方公分的力線數目是通量密度(Flux Density)。

電及電流

電的現象是由名叫電子 (Electron) 的極微小的電粒子所造成。本來每一樣東西是由原子 (Atom) 所組成，這種原子亦是很小的，即使應用極強力的顯微鏡亦無法看到的，現在知道每一個原子又由更小的粒子組成，這種粒子的一種就是電子。一個普通的原子大約是這樣構造的：中心點是原子核 (Nucleus)，周圍是在軌道上的電子，電子的數目沒有一定的，這種情形極像地球及其他星球環繞太陽一樣。我們還知道，原子核和電子本身都是電，不過原子核所具的電是陽性的，電子的電則是陰性的。

這二種不同電的主要特點是異性相吸，同性相斥。所以原子核及電子間有吸引力，二個電子或二個原子核則互相排斥。在原子體內二種性質的電都有，因之能結合成一體。正常的原子中，原子核的正電荷 (Positive Charge) 恰能和各電子的總負電荷 (Negative Charge) 相平衡。當然原子可能失去一個或幾個電子，在這種情形之下，由於陰電荷減少，原子就呈陽性，而成陽游子 (Positive Ion)。如果一個原子有額外的電子加進，那末這原子就呈陰性，而成陰游子 (Negative

ion)。如果在陽游子的附近區域內有電子存在，這個電子就有被吸引的可能。因此電子可能在原子間轉移行動，當行動的電子數目是極大時，就是達到兆億的數目時，就成了電流(Electric Current)。

導體和絕緣體

在固體、液體、或氣體中，電子是可能行動的。在液體及氣體中，陽游子及陰游子亦可能被吸引而行動，不過固體中祇有電子是能動的。就全部的物質說起來，電子或游子的運動並不是絕對可能的，意思就是，某種物質的原子，像金屬類及酸類 (Acid)，很容易解放電子，但是其他的物質的原子，即使在極高的電力吸引下，仍舊毫無電子發出來。凡是物質中的電子或游子容易行動的叫做導體 (Conductor)，否則就是絕緣體 (Insulator)，附表中是幾種普通物質照上述的條件分成導體及絕緣體：

導 體	絕 緣 體
金 屬	乾空氣 棉織品
酸 類	木 玻璃
	瓷質 橡皮

電動勢

電動勢 (Electromotive Force) 是使電流在電路中流動的推動力，產生的方法可以有幾種。某種化學液體對於不同的金屬發生作用時，就能產生電動勢，這種組織就是電池 (Cell)，多數電池組成電池組 (Battery)。每一節電池的電流量是有限的，並且在電流發生後，一種金屬會逐漸消蝕，因此電池組所能供應的電流是相當有限的。如果需要大量電能應用，就須利用發電機 (Generator)，運用磁及機械組合作用產生電動勢。

如果我們想畫出電流的形狀，不妨先想像一個單獨及固定的力

量,使電子流動,在這種情形之下,導體所組成的電路 (Circuit) 中,電子總在一個方向行動,這種電流是直流電流(Direct Current),通常可以由電池組或直流發電機產生。在別的一方面,我們亦需要有一種週期性改變的電動勢,這時電流首先在一個方向流動,又繼向反方向流動,這是交流電流 (Alternating Current)。交流電的變化速率可以自每秒鐘幾十週波(Cycles)至幾萬萬週波;在每一週波中,電力的作用先在一個方向,繼在相反的方向,一而再的循環繼續,每一秒鐘內的週波數目就是交流電的週率 (Frequency)。交流電是用發電機產生的。

直流電流和交流電流

交流電流和直流電流的差別可以看圖 1.1, 在這圖中,橫軸代表時間,由左向右增加;垂直軸代表電流的波幅 (Amplitude),可向上

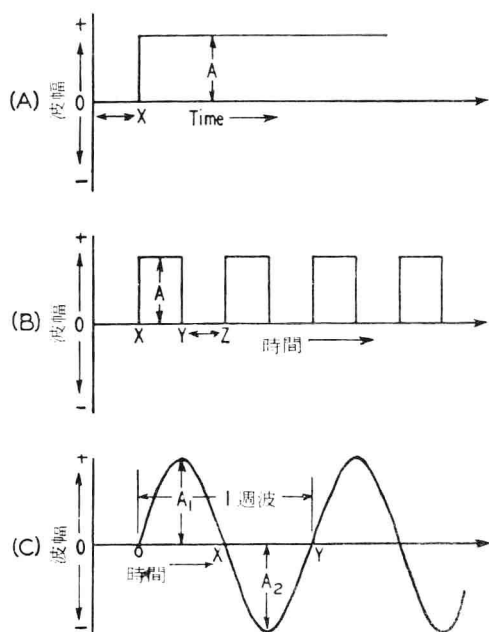


圖 1.1 三種電流:(A) 直流, (B) 脈續直流, (C) 交流。

下二個方向增加。在橫軸上面的電流波表示電流在電路的一個方向流動,由+號代表;在橫軸下面的電流波表示電流在相反的方向流動,由-號代表。在圖1.1A中,如果電路在X的時刻關閉,電流就立刻升到A的高度,此後電流保持固定的波幅(高度)繼續,這就是普通的直流電流。

在圖 1.1B 中,電流

自 X 點開始，波幅是 A ，同值繼續到 Y 點終止，退回橫軸。在時間 YZ 後，電流又照樣重複流動，這是斷續直流電流 (Intermittent Direct Current)，可以將電路照規定的時間一開一關後得到，由於這種電流在一個方向流動，這亦是直流電流的一種。

圖 1.1C 的電流波就自零點開始，波幅隨時間在 $+$ 方向逐漸增加，達到 A_1 是最高峯，此後又逐漸減小，終於在 X 點降到零。在 X 點後，波幅又向反方向 ($-$ 的方向) 逐漸增加，圖中電流波在橫軸的下面，波幅同樣先提升到 A_2 ，又逐漸回到零點 (在 Y 點上)。普通的交流電流就像這樣循環。

波形

圖 1.1 中的交流電流波是通稱的正弦波 (Sine Wave)。正弦波是最簡單的基本電波，正負二半週波的波形 (Wave Form) 完全是相同對稱的，僅方向是相反的。實際上，很多的交流電波並不像這圖中波形的整齊，不過複雜的電波可以用二個以上的正弦波相加後代表，各正弦波的週率則是其中最低週率的整倍數，像 1、2、3、4……等。這裏是低週率是基本週率 (Fundamental Frequency)，其他較高的週率是諧波 (Harmonics)，比較基本週率高 2、3、4……等倍。

圖 1.2 中的複波 (Complex Wave) 是由基本週率及二次諧波各一個所組成。根據這點我們可以想像得出，基本週率波及二次諧波的波幅及經過零點的時間，如有變化，所組成

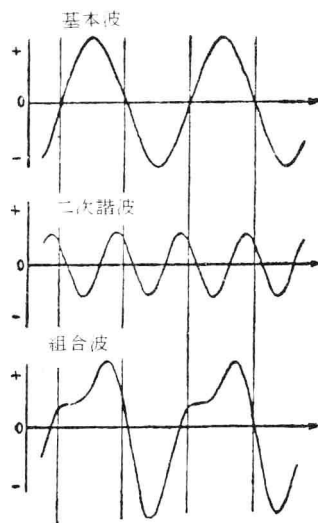


圖 1.2 基本波(上)及二次諧波(中)每一瞬時逐點相加後即成組合的複波(下)。

的複波亦將千變萬化，各不相同。當然二個諧波及基本週率波可能產生更複雜的波形。

電的單位

電動勢的單位是伏脫 (Volt)，一個普通的單節電池的電動勢大約是 1.5 伏脫，交流市電的電動勢常是 220 伏脫 (亦有 110 伏的)，週率是每秒鐘 50 週 (亦有 60 週的)。無線電發射機所需應用的電壓 (Voltage)，可自幾伏 (交流的，供給真空管的絲極) 起到幾千伏直流高壓止。

電流的單位是安培 (Ampere)，一安培代表一秒鐘幾億個電子流過一點。發射機中真空管的絲極需要大量的電流，數值可近一安培數，其他高壓電路中的直流電流幾乎統用毫安 (Milliampere) 單位，一毫安是一千分之一安培。

關於交流的電壓和電流，我們還要注意牠們各種數值的差別。因為直流中的安培是穩定電流的代表，交流電流則是一個波幅有變化性的電流，現在就電流的供熱力量上將交直流電流比較起來，那末交流的安培須和直流的安培一樣 正弦波交流電流的有效值 (Effective Value) 或均方根值 (Root-mean-square Value) 遂等於電流最大波幅 (圖 1.1C 中的 A_1 或 A_2) 的 0.707 倍。至於交流電流波在一週波中任何一點的數值就是瞬時值 (Instantaneous Value)，而每半週波內瞬時值的平均數是平均值 (Average Value)，亦就是最大波幅的 0.636 倍。平均值祇和整流器 (Rectifier) 有關，以後要討論的。

上述各種單位亦同樣可以應用在電壓上，這點勻須注意的。

週率譜

市電通常的週率在每秒鐘 50 週。成音週率 (Audio Frequency) 是人耳所能感應的週率，範圍大約自 15 週到 15,000 週左右，包括言語及音樂的聲音。15,000 週以上的週率叫做射電週率 (Radio Fre-

quency)，可以作發射的應用，現在可用的最高射電週率大約已達 10,000,000,000 週。射電週率的數目很大，應用起來不方便，於是需要較大的單位，就是千週(Kilocycle)代表 1,000 週，兆週(Megacycle)代表 1,000,000 週，或 1,000 千週。

各種射電週率又可以分成幾個階段，各週率階段合起來就成週率譜(Frequency Spectrum)。在目下，週率譜的分段情形大約如下：

10—30 千週	特低週率(Very-low Frequency)
30—300 千週	低週率(Low Frequency)
300—3,000 千週	中週率(Medium Frequency)
3—30 兆週	高週率(High Frequency)
30—300 兆週	特高週率(Very-high Frequency)
300—3,000 兆週	超高週率(Ultrahigh Frequency)
3,000—30,000 兆週	極高週率(Superhigh Frequency)

波長

我們已經說過，無線電波是行動的電場及磁場，而這種電磁場的行動速度又是極度的快速，我們似乎覺得因果是同時發生的；事實上呢，某一點的電磁場確需一定的時間，使相當距離外另外一點受到作用。無線電波的速度和光一樣，就是每秒鐘 300,000,000 公尺，或約 186,000 英哩。通常先在電路中有射週電流通過，這種快速變動的電流就產生一種同速度變化的磁場，而這磁場又產生同變性的電場。這種情形發生後，二種電磁場就能照光的速度，同時向前推進。

假使射週電流的週率是每秒鐘 3,000,000 週，那末電磁場亦在一秒鐘的時間內完成 3,000,000 個週波。在同一個時間，電波將移動 $300,000,000 / 3,000,000$ 公尺，或 100 公尺。當電波移動這個距離後，第二週波又行開始，亦就是第二個電波宣告產生，亦就是說，在第一個電波所佔的距離 100 公尺後，第二個電波方才開始，其餘電波亦是