

- 教學重點：
1. 學習焊接技巧（可在www.cktechco.com下載資料）
 2. 認識常用電子元件（可在www.cktechco.com下載資料）
 3. 認識衡量接收機質素的三大要點：a. 靈敏度 b. 選擇性 c. 訊噪比
 4. 認識收音機的發展歷史：礦石、高放式、再生式、超再生式、超外差式

A. 何謂接收機：

泛指專門負責捕捉大氣中某特定頻率（高頻電波），並將該頻率內所載有的資料還原（解調）出來的電子裝置。

收音機只是接收機中一分子，它是利用線圈（電感L）加電容器C組成調諧（選頻）器，捕捉某電台廣播的特定頻率，然後經過放大，再把高頻電波內的資料（聲音）解調出來，最後經低頻放大推動耳機或揚聲器發出聲音。（關於"解調"可參考CK-106 紅外線通訊器 教師用說明書）

B. 如何衡量接收機的質量：

1. 靈敏度：

指接收機對微弱電波的反應。高靈敏度的收音機能接收海外電台的廣播。

2. 選擇性：

指接收機能否準確地接收指定的頻率電波而不受鄰頻的干擾。選擇性差的收音機很容出現"混台"現象，強電波電台經常混入弱電波電台內，結果便無法收聽弱電波電台的廣播。

3. 訊噪比：

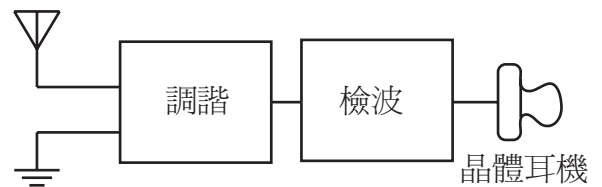
訊號及噪聲的比率。這跟靈敏度有很大關係，通常靈敏度越高、噪音越大。訊噪比差的收音機，聲音背後有很多令人煩擾的噪聲。

C. 收音機的種類：

自從德國科學家赫茲（Hertz）在1888年證明電波的存在，到20世紀初正式有廣播電台出現後，收音機的設計真可謂百花齊放，以下只簡單介紹一些有代表性的設計：

1. 礦石收音機：

最原始的收音機，它利用大型的線圈L，配合可變電容器C，組成調諧器，負責捕捉指定電波頻率，再經檢波（AM解調的方式），把聲音還原，最後由高阻抗耳機（晶體耳機）收聽，器件無需電源便可工作，但一定要架設室外大型天線，回路地線要藏在大地裏。

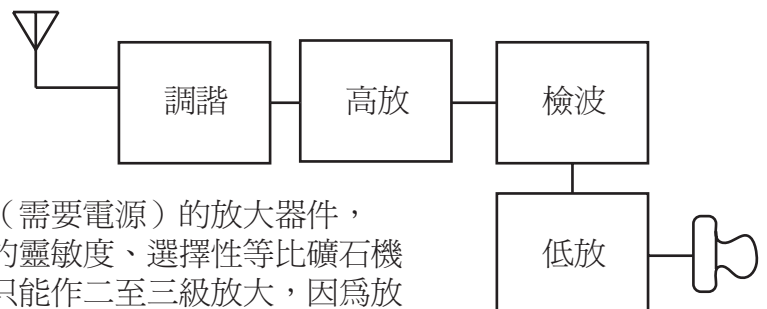


（以前電子元件並未發展，人們要到礦石場拾取礦石，主要是含"銻"的礦石，然後用針在礦石上不同位置上試插，求取最佳接收靈敏點，這就是檢波部份，亦是銻質二極管的雛型，所以這類型的收音機稱為礦石收音機。）

2. 高放式收音機：

高放就是高頻放大，顧名思意，是把接收到的微弱高頻電波放大，經檢波後再有低頻（音頻）放大推動耳機或揚聲器發出聲音。

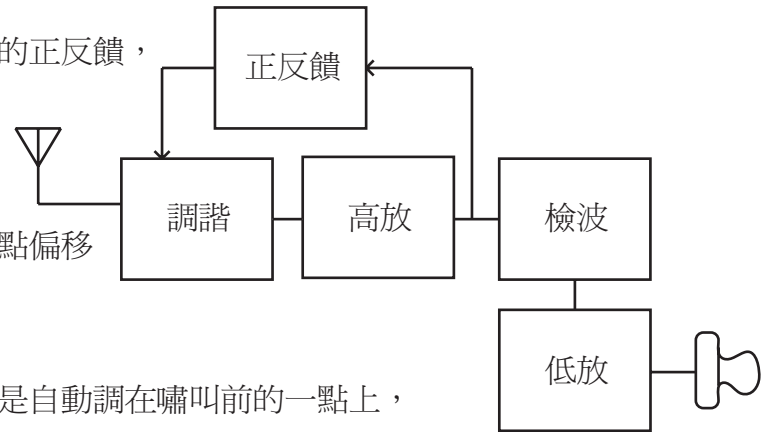
（20世紀二、三十年代真空管開始流行，它是有源（需要電源）的放大器件，人們便利用它的特性設計了高放式收音機，收音機的靈敏度、選擇性等比礦石機好得多了，但高放的缺點在於不能多級放大，最多只能作二至三級放大，因為放大後的訊號容易反饋回輸入端〔正反饋作用可參考CK-102電子琴 教師用說明書〕，做成嘯叫，性能受一定的制肘。）



3.再生式收音機:

人們在組裝高放式收音機時發現如人為地引入一定的正反饋，在嘯叫前的一點鎖定，收音機的靈敏度即時大增，比高放式又強多倍，這時收音機的質素比原始的礦石機已不可同日而語了。

(再生式收音機的缺點在於這反饋點很難調節，當調校妥後，又會因電壓、環境溫度等變化而使反饋點偏移，當偏移後隨時又會嘯叫，似乎還要改良。)



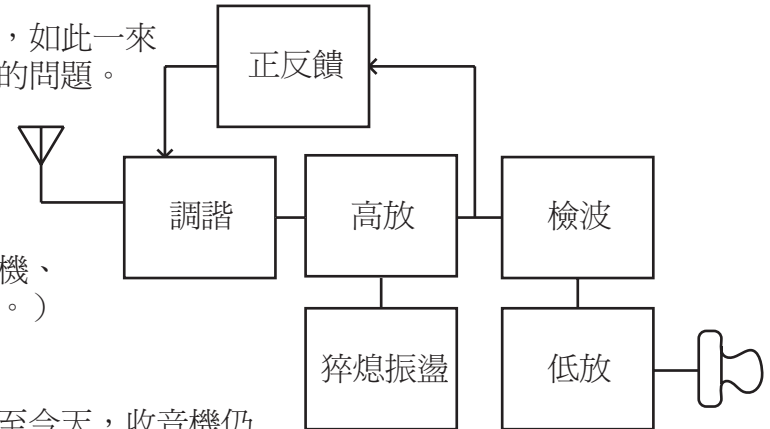
4.超再生式收音機:

人們在想，如能使再生式的正反饋能自動調節，總是自動調在嘯叫前的一點上，那豈不妙哉！超再生式便應運而生了。

電路的巧妙處是令其反復地處於振盪及非振盪狀態，如此一來電路便能自動調節在嘯叫前的一點上，不會有偏移的問題。

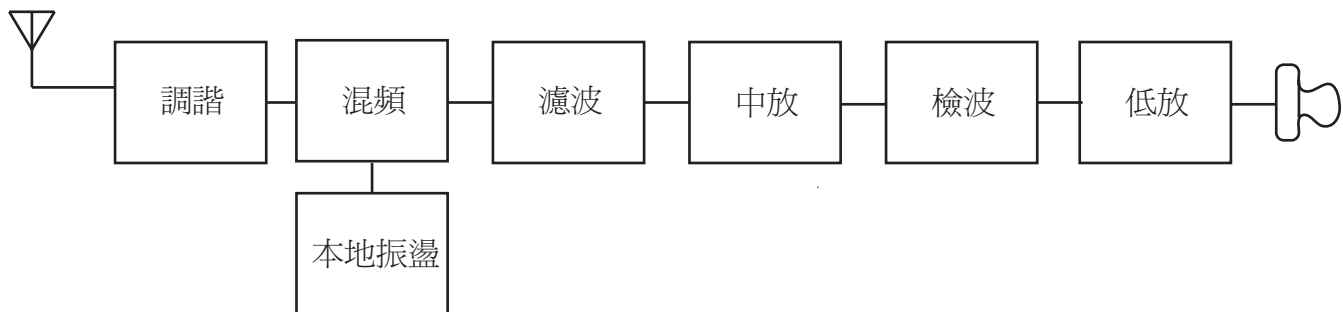
看右圖見在再生式上加上"猝熄振盪"，頻率約為數十KHz，這就能使正反饋處於振盪及非振盪狀態，使收音機的靈敏度增強而又不失實用性。

(超再生式收音機發明後流行了一段長時間，甚至到今天仍有很多無線收發玩具，例如玩具無線對講機、玩具小型無線遙控汽車等都採用超再生式接收機的。)



5.超外差式收音機:

這是一個突破的設計，在20世紀四十年代發明，直至今今天，收音機仍沿用此設計，暫時還沒有比它更佳的線路出現。



調諧電路接收電台訊號假設為1000KHz，本地振盪會產生1455KHz，兩個訊號一起進入混頻，混頻後產生一個差頻455KHz ($1455\text{KHz} - 1000\text{KHz} = 455\text{KHz}$)，經濾波後選出這個455KHz，它是一個全新的頻率，稱為中頻，後經中頻放大、檢波及低放播出聲音。

超外差式的巧妙是接收頻率與本地振盪永遠相差455KHz，由於是單一頻率，所以容易用濾波器精確地選出來，所以能提高選擇性，又這中頻跟接收及本振頻率不同，可以作高增益放大而不害怕反饋回輸入端產生振盪，所以其靈敏度極高。這設計的唯一缺點是調校比較困難及成本較高。

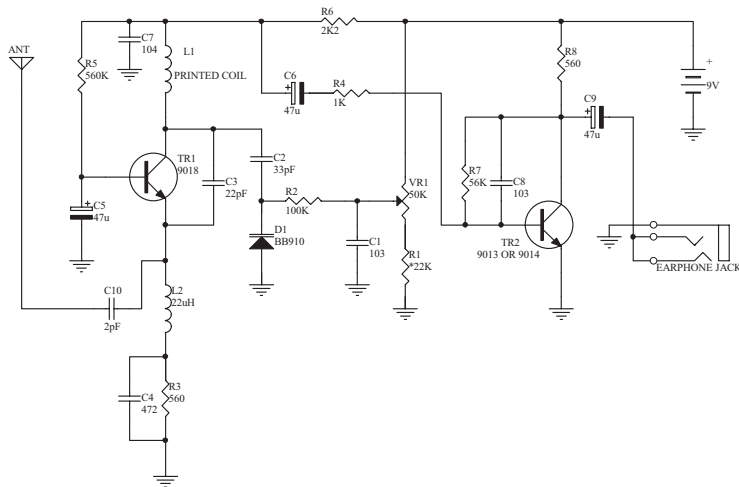
D.比較各款收音機的性能

礦石收音機-----靈敏度劣、選擇性劣、訊噪比劣
 高放式收音機----靈敏度可、選擇性劣、訊噪比可
 再生式收音機----靈敏度良、選擇性常、訊噪比劣
 超再生式收音機--靈敏度優、選擇性常、訊噪比劣
 超外差式收音機--靈敏度優、選擇性優、訊噪比優

E. 為甚麼超再生式接收機仍有價值？

因製作容易、成本低、靈敏度高，所以至今仍會使用這種線路作無線玩具的接收機。現市售的收音機不會再用此線路，因它的訊噪比差劣，但如作為一項實驗則是非常值得的。

F. 超再生式收音機線路：



1. 超再生式線路的調諧、高放、反饋、檢波及猝熄振盪全集中在TR1及其外圍元件。而TR2及其外圍元件構成低放級。

2. TR1、L1、C2、D1、R5、C5組成調諧於88-108MHz的諧振電路，當加入C3反饋電容便成為自激振盪器

3. L2、R3及C4構成猝熄振盪，L2不讓高頻訊號流入R3、C4，只讓低頻及直流電通過，RC在充放電間使TR1以數十KHz的頻率開關，使自激振盪處於振盪與非振盪狀態。

4. 當振盪頻率=電台頻率時，電路便會諧振。TR1把高頻電波作非線性的"斜率檢波"能把AM或FM調變波變化成單一的音頻波幅變化，檢波完成。
(詳情請參考其他專門書籍。)

5. 音頻經過R4、C6耦合到TR2、R7、R8、C8、C9組成的低頻放大推動耳機。

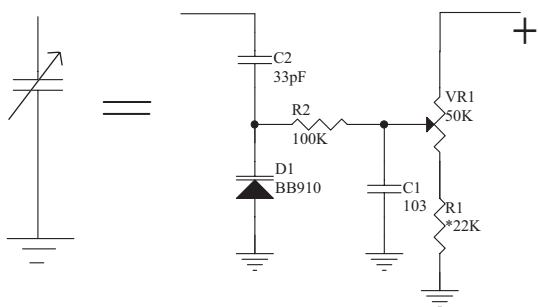
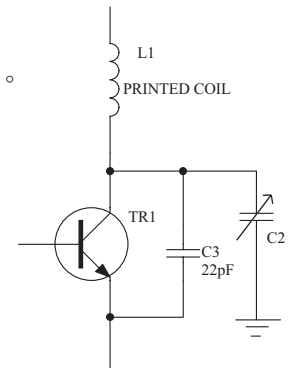
6. 電路中最持別是L1採用了"印刷線圈"，在底板上"印刷"出來，它的優點是不用調校，個個一樣，但缺點亦因不能調校，如其他零件有很大誤差時，它就不能調校以抵消誤差。

7. 電路中採用了新元件D1"變容二極管"代替傳統的可變電容器。

典型的自激振盪電路如圖右，L1及C2組成諧振電路，調節C2容量可改變諧振頻率。

因可變電容器安裝困難，所以用"變容二極管"替代之。

如在"變容二極管"的負極加上正電壓，則其結電容量會隨電壓高低而增減，電壓越高容量越小，相反電壓越低容量越大。



VR1調節電壓

R1使電壓不會到0V

C1濾波作用，把不必要的高頻噪音濾去

R2限流電阻

C2隔直流電容，還可與D1串聯使容量減小

當VR1可變電阻以反時鐘方向旋轉，電壓低、容量大，諧振於接近88MHz。以順時針轉動，電壓高、容量小，諧振於接近108MHz。

G. 組裝：

請到www.cktechco.com下載焊接技巧一文。

H. 試機：

1. 接上電源、戴上耳機，應馬上聽到超再生式收音機獨有的"沙---沙----"聲噪音，轉動VR1便可接收不同的電台。(使用時手部不能接觸到任何零件及底板下的焊點。)
2. 本機靈敏度極高，在室外肯定不需焊接天線，如在室內，則可加一條約5-10CM長的硬身電線作天線用。
3. 因零件有差異，如不能接收88.1MHz商業電台，可嘗試把R1由22K改為12K；如不能接收106.3MHz新城電台，則可能電壓低於8V，更換新電池可解決。
4. 電源可用CK-101電子升壓器或任何9V電池。

I. 電路討論：

1. 如果改變諧振線圈及電容可否接收其他頻段的廣播？

絕對可以，超再生式接收機如改變其諧振頻率便可接收其他頻道的訊號，由AM廣播的540KHz至超高頻的409MHz對講機的訊號也可輕易接收到，它絕對是萬能接收機。

2. 為何市售的收音機不再使用這線路？又為何玩具上卻仍然使用？

因為有最佳的超外差式電路。而它本身亦有很大的缺點，就是噪音大，聽得久了，人可能會漸覺煩亂。另外，它會透過天線發射出電波，它會干擾其他收音機正常接收。

玩具上仍然使用是因它成本便宜，調校容易，靈敏度又高，非常適合要求指標不高及便宜的玩具使用。（但較高級的無線遙控玩具是不會使用這線路的。）

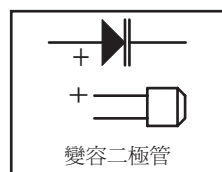
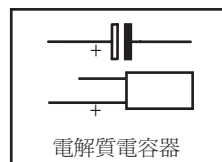
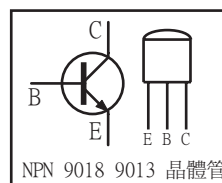
3. 是否一定要焊接天線？

不一定需要。如加了天線，理論上天線越長便越容易捕捉電波，但加強了靈敏度後，選擇性會降低，噪音亦加強，可能得不償失。

J. 零件單

R1 = 22K 紅紅橙	C6 = 47u
R2 = 100K 棕黑黃	C7 = 104
R3 = 560 綠藍棕	C8 = 103
R4 = 1K 棕黑紅	C9 = 47u
R5 = 560K 綠藍黃	C10 = 2P
R6 = 2K2 紅紅紅	
R7 = 56K 綠藍橙	D1 = BB910
R8 = 560 綠藍棕	L2 = 22uH 紅紅黑銀
C1 = 103	TR1 = 9018
C2 = 33P	TR2 = 9013 OR 9014
C3 = 22P	VR1 = 50K
C4 = 472	9V = 9V電池夾
C5 = 47u	EARPHONE
	EARPHONE JACK
	CK-103 Ver.2 底板

有極性的電子零件



零件如有錯漏，請致電 2117 0218 聯絡

限於筆者水平，文中必有疏漏和錯誤，懇請老師們來函指正，謝謝！