

RICEVITORI A SUPERETERODINA

Negli anni **Trenta**, per acquistare un semplice ricevitore radio che utilizzava le **valvole termoioniche**, non esistendo ancora a quei tempi **transistor** e **fet**, bisognava spendere **500 lire** circa, ma poichè lo stipendio medio di un **impiegato** si aggirava intorno alle **95 lire** al **mese** e quello di un **operaio** alle **40 lire** al **mese**, questi ricevitori erano considerati oggetti di **lusso**, che solo pochi benestanti potevano permettersi.

Fino a quando le **emittenti** radiofoniche si contavano sulle dita di una mano, questi ricevitori garantivano una buona ricezione, ma, mano a mano che le emittenti aumentavano di **numero** e di **potenza**, ci si rendeva sempre più conto dei loro limiti: infatti, a causa della loro **scarsa selettività**, oltre alla emittente sintonizzata, tali ricevitori captavano anche la musica o il parlato di altre emittenti adiacenti, accompagnati da fastidiosi **fischi**.

Questi **fischi** si producevano quando due frequenze adiacenti, **miscelandosi**, generavano una **terza** frequenza che rientrava nella banda **audio**.

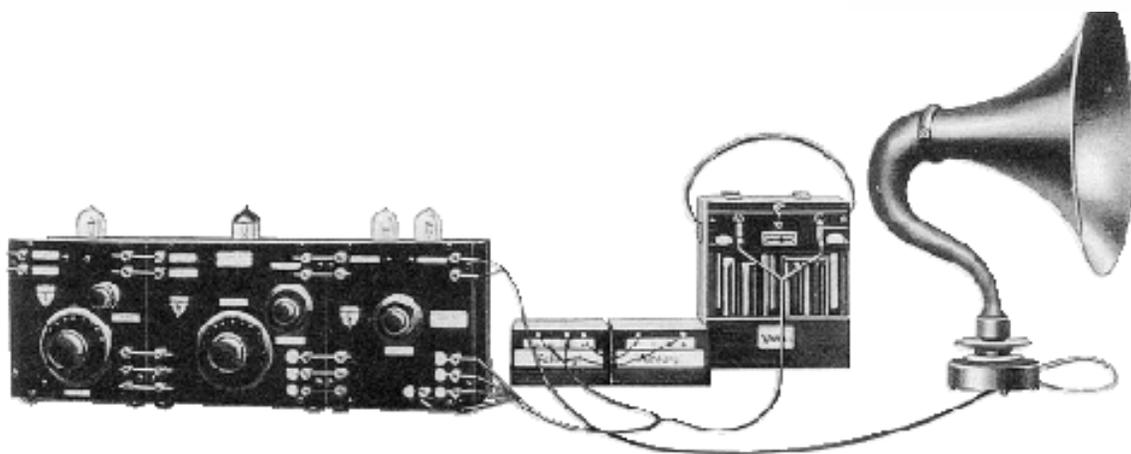


Fig.362 Nei primissimi ricevitori radio, che non erano ancora delle supereterodine, occorrevano molte manopole per sintonizzare tutti gli stadi amplificatori di alta frequenza. Poichè ancora non esistevano i transistor, si ricorreva a due grosse pile da 6 volt e 90 volt per alimentare i filamenti e gli anodi delle valvole termoioniche.

In pratica, se il ricevitore veniva sintonizzato su una emittente che trasmetteva sui **1.200 KHz** e vicino a questa vi era una seconda emittente che trasmetteva sui **1.210 KHz**, queste due frequenze, entrando contemporaneamente nel ricevitore stesso, generavano **due frequenze** supplementari.

Una, pari alla **somma** delle due frequenze:

$$1.200 + 1.210 = 2.410 \text{ KHz}$$

ed una, pari alla **differenza** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**:

$$1.210 - 1.200 = 10 \text{ KHz}$$

Poichè la frequenza dei **10 KHz**, ottenuta da questa **sottrazione**, rientrava nella gamma **audio**, si ascoltava un **fischio acuto**.

Se il ricevitore veniva sintonizzato su una emittente che trasmetteva sui **755 KHz** e vicino a questa vi era un'altra emittente che trasmetteva sui **763 KHz**, queste due frequenze, entrando contemporaneamente nel ricevitore, generavano **due frequenze** supplementari.

Una, pari alla **somma** delle due frequenze:

$$755 + 763 = 1.518 \text{ KHz}$$

Una pari alla **differenza** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**:

$$763 - 755 = 8 \text{ KHz}$$

Poichè la frequenza degli **8 KHz** ottenuta da questa **sottrazione** rientrava nella gamma **audio**, si ascoltava un **fischio acuto**.

Per eliminare questi **fischi**, generati dalla **misce-lazione** di due frequenze adiacenti, alcuni sperimentatori progettarono dei ricevitori **più selettivi**, brevettandoli con i nomi più fantasiosi:

Endodina - Ultradina - Tropadina - Eterodina

In tutti questi ricevitori, il segnale **captato** veniva **miscolato** con un segnale di **alta frequenza** generato da un **oscillatore interno**, in modo da ottenere dalla **sottrazione** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**, una **terza** frequenza che **non** rientrava nella **gamma** delle frequenze **audio**.



Fig.363 Nel 1924 si pensò di abbellire questi ricevitori racchiudendoli entro dei mobili in legno. Come altoparlante si utilizzava una tromba, quindi la fedeltà sonora risultava ancora molto scadente.

COME funziona una SUPERETERODINA

Ora cercheremo di spiegarvi come in un ricevitore **supereterodina** si riesca a **convertire** una qualsiasi frequenza in una **terza**, che **non** rientri nella gamma delle frequenze **audio**.

Se realizziamo uno stadio **amplificatore RF** come quello riportato in fig.365, sappiamo che sul **Collettore** del transistor otteniamo la stessa **frequenza** sintonizzata dalla bobina **L1** e dal condensatore variabile **C1**.

Se, ruotando il condensatore variabile **C1**, ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **630 KHz**, sul **Collettore** del transistor otteniamo questi **630 KHz** amplificati.

Se, ruotando il condensatore variabile **C1**, ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **1.200 KHz**, sul **Collettore** del transistor otteniamo **1.200 KHz** amplificati.

Quindi, se ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **1.480 KHz**, sul **Collettore** del transistor ci ritroviamo **1.480 KHz** amplificati.

Pertanto, se considerassimo questi **KHz** dei **pesi** in grammi, collocandoli su una **bilancia** leggeremmo **630-1.200-1.480 grammi** (vedi fig.368).

Se sull'**Emettitore** del transistor dello stadio amplificatore di fig.366 applichiamo un segnale prelevato da un **Generatore RF** esterno, sul suo **Collettore** ci ritroviamo ben **quattro** frequenze:

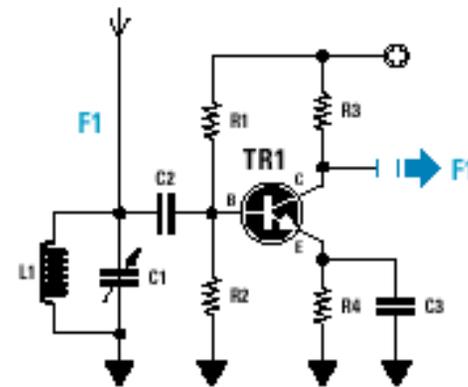


Fig.365 Sul Collettore del transistor di un comune stadio preamplificatore RF, è presente la medesima frequenza sintonizzata per mezzo di L1 - C1.

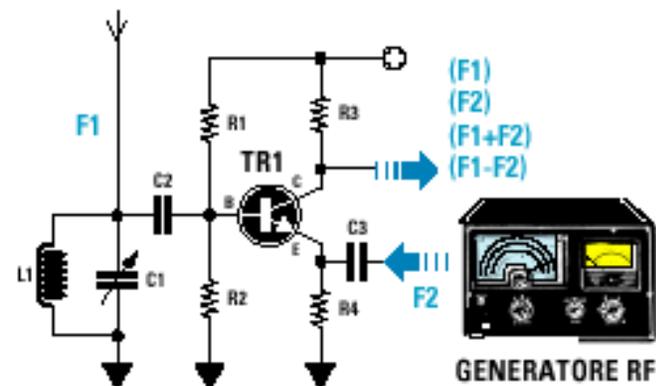


Fig.366 Applicando sull'Emettitore del transistor un segnale prelevato da un Generatore RF, sul suo Collettore saranno presenti ben quattro diverse frequenze.

F1 = frequenza che abbiamo sintonizzato con la bobina **L1** e il condensatore variabile **C1**.

F2 = frequenza del **Generatore RF** che abbiamo applicato sull'Emettitore del transistor.

F3 = frequenza pari alla **somma** di **F1+F2**.

F4 = frequenza ottenuta **sottraendo** alla frequenza **maggiore** quella **minore**.

Quindi, se sintonizziamo **L1-C1** sulla frequenza di **630 KHz** e sull'Emettitore del transistor applichiamo una frequenza di **1.085 KHz**, sul suo Collettore otteniamo queste quattro frequenze:

F1 = 630 KHz

F2 = 1.085 KHz

F3 = 1.715 KHz ($630 + 1.085$)

F4 = 455 KHz ($1.085 - 630$)

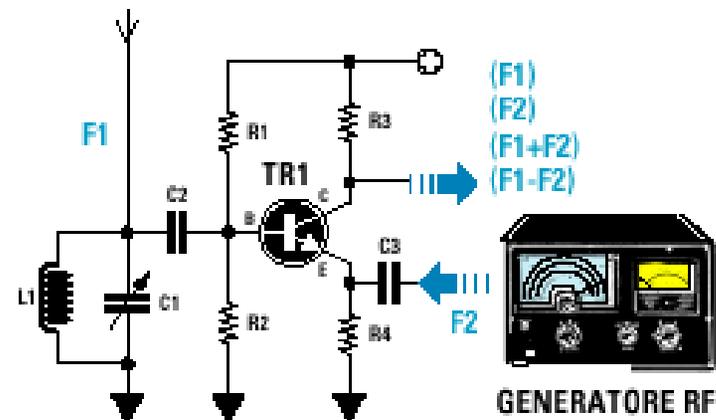


Fig.366 Applicando sull'Emettitore del transistor un segnale prelevato da un Generatore RF, sul suo Collettore saranno presenti ben quattro diverse frequenze.

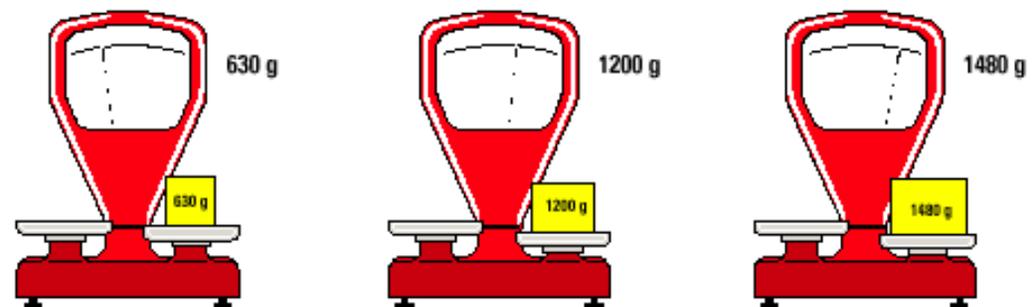


Fig.368 Ammesso di considerare i KHz dei PESI in grammi, se sintonizzate il circuito L1-C1 di fig.365 sui 630 KHz e ponete questo ipotetico peso su una bilancia, questa vi indicherà 630 grammi, se invece vi sintonizzate su 1.200 KHz o 1.480 KHz la bilancia vi indicherà rispettivamente 1.200 grammi e 1.480 grammi.

Se applichiamo sul Collettore del transistor un circuito di sintonia (vedi L2-C4) sintonizzato sui 455 KHz (vedi fig.367), preleviamo la sola F4 e non le frequenze F1-F2-F3.

Se sintonizziamo L1-C1 sulla frequenza di 1.200 KHz e sull'Emettitore del transistor applichiamo una frequenza di 1.655 KHz, sul suo Collettore otteniamo queste quattro frequenze:

F1 = 1.200 KHz

F2 = 1.655 KHz

F3 = 2.855 KHz (1.200 + 1.655)

F4 = 455 KHz (1.655 - 1.200)

Poichè sul Collettore del transistor è presente un circuito accordato sui 455 KHz (vedi L2-C4), preleveremo la sola frequenza F4 pari a 455 KHz e non le frequenze F1-F2-F3.

Se sintonizziamo L1-C1 sulla frequenza di 1.480 KHz e sull'Emettitore del transistor applichiamo una frequenza di 1.935 KHz, sul suo Collettore ci ritroviamo queste quattro frequenze:

F1 = 1.480 KHz

F2 = 1.935 KHz

F3 = 3.415 KHz (1.480 + 1.935)

F4 = 455 KHz (1.935 - 1.480)

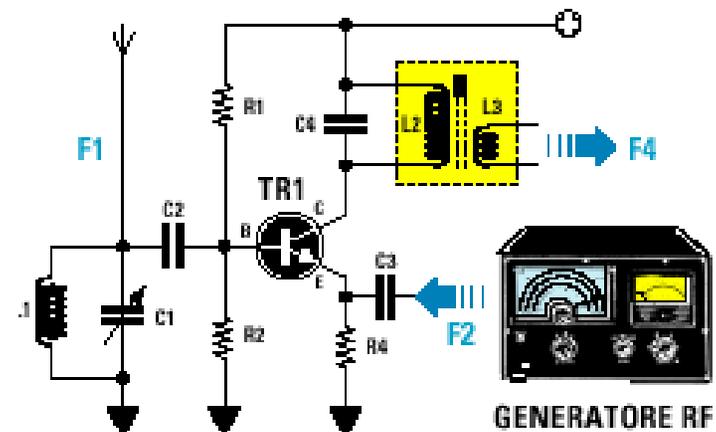


Fig.367 Applicando sul Collettore del transistor un circuito sintonizzato sui 455 KHz (vedi L2-C4), si preleverà la sola frequenza F4 e non le altre F1-F2-F3.

Anche in questo caso dal Collettore del transistor preleviamo la sola F4 dei 455 KHz, perchè C4 e L2 sono accordati su tale frequenza.

Come vi abbiamo dimostrato, qualsiasi frequenza sintonizziamo con L1-C1, riusciamo a convertirla in una frequenza fissa di 455 KHz, a patto che sull'Emettitore del transistor applichiamo una frequenza (F2) che risulti di 455 KHz maggiore rispetto alla F1.

L'esempio della bilancia, per quanto elementare, serve a chiarire meglio questo concetto: infatti, pur applicando sui suoi due piatti **pesi diversi**, si ottiene sempre lo **stesso peso totale**.

Se su uno dei due piatti poniamo un peso di **630**

grammi e sull'altro un peso di **1.085 grammi**, la bilancia indicherà un peso di:

$$1.085 - 630 = 455 \text{ grammi (vedi fig.369)}$$

Se su un piatto poniamo un peso di **1.200 grammi** e sull'altro piatto un peso di **1.655 grammi**, leggeremo nuovamente:

$$1.655 - 1.200 = 455 \text{ grammi (vedi fig.369)}$$

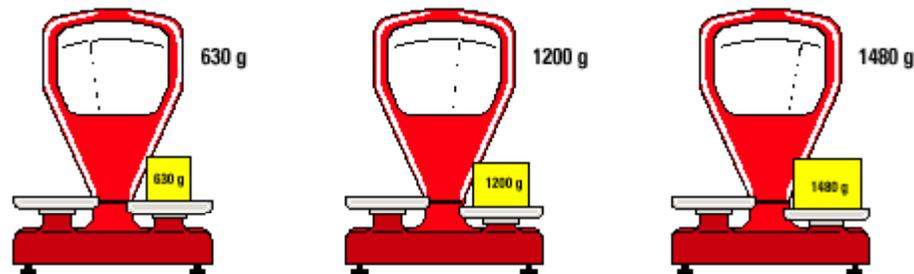


Fig.368 Ammesso di considerare i KHz dei PESI in grammi, se sintonizzate il circuito L1-C1 di fig.365 sui 630 KHz e ponete questo ipotetico peso su una bilancia, questa vi indicherà 630 grammi, se invece vi sintonizzate su 1.200 KHz o 1.480 KHz la bilancia vi indicherà rispettivamente 1.200 grammi e 1.480 grammi.

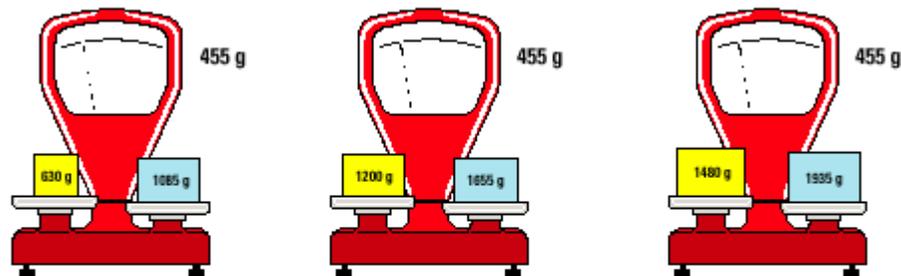


Fig.369 Ponendo il peso F1 (sintonizzato da L1-C1) sul piatto di sinistra e il peso F2 del Generatore RF sul piatto di destra, la bilancia vi indicherà la differenza tra i due. Se la frequenza F2 risulta sempre maggiore di 455 grammi rispetto alla F1, l'ago della bilancia rimarrà immobile su 455 grammi, cioè su un valore pari a quello di $F2 - F1 = F4$.



Fig.370 Una rara fotografia di una Radio Baillia del 1934, che veniva venduta a tutte le Scuole italiane ad una prezzo di L.490 equivalenti a circa 0,25 Euro.

Convertendo tutte le frequenze captate in una frequenza **fissa** di **455 KHz**, risultava più semplice realizzare degli stadi amplificatori di **Media Frequenza** molto **selettivi**.

L'OSCILLATORE in una SUPERETERODINA

All'interno di un ricevitore **supereterodina** progettato per captare le frequenze delle **Onde Medie** da **500 KHz** a **1.600 KHz**, troviamo uno stadio **oscillatore RF**, in grado di generare una frequenza **maggiore** di **455 KHz** rispetto alla frequenza sintonizzata da **L1-C1**.

Quindi per captare una emittente che trasmette sui **560 KHz**, dobbiamo sintonizzare il suo **oscillatore interno** sulla frequenza di **1.015 KHz** ed infatti se facciamo la **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore otteniamo:

$$1.015 - 560 = 455 \text{ KHz}$$

Per captare una seconda emittente che trasmette sui **1.310 KHz**, dobbiamo sintonizzare l'oscillatore interno sulla frequenza di **1.765 KHz**; infatti se facciamo la **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore otteniamo nuovamente:

$$1.765 - 1.310 = 455 \text{ KHz}$$

Nella **Tabella N.17** possiamo vedere quale frequenza deve generare l'**oscillatore interno** per ottenere dalla **miscelazione** con la frequenza da ricevere, una **terza** frequenza che rimanga sempre **fissa** sul valore di **455 KHz**.

Nella **prima** colonna di questa **Tabella** è indicata la frequenza dell'oscillatore locale, nella **seconda** colonna la frequenza da ricevere e nella **terza** colonna la frequenza che si ricava.



Fig.371 Le supereterodine per uso familiari del 1936 avevano tre sole manopole, una per il cambio gamma OM-OC, una per la sintonia ed una per il volume.

TABELLA N.17

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
955 KHz	500 KHz	455 KHz
1.055 KHz	600 KHz	455 KHz
1.155 KHz	700 KHz	455 KHz
1.255 KHz	800 KHz	455 KHz
1.355 KHz	900 KHz	455 KHz
1.455 KHz	1.000 KHz	455 KHz
1.555 KHz	1.100 KHz	455 KHz
1.655 KHz	1.200 KHz	455 KHz
1.755 KHz	1.300 KHz	455 KHz
1.855 KHz	1.400 KHz	455 KHz
1.955 KHz	1.500 KHz	455 KHz
2.055 KHz	1.600 KHz	455 KHz

Convertendo qualsiasi frequenza captata sul valore **fisso** di **455 KHz**, si riescono ad ottenere dei ricevitori **molto selettivi** che non generano più quel fastidioso **fischio** di cui vi abbiamo parlato.

Dobbiamo far presente che questa **conversione** di frequenza si può effettuare su qualsiasi gamma, **Onde Medie - Onde Corte** e **VHF-UHF**.

Ammesso di voler ricevere le emittenti che trasmettono sulla gamma delle **Onde Corte** compresa tra i **5-10 MHz**, pari a **5.000-10.000 KHz**, è sufficiente che l'**oscillatore RF** presente nella **supereterodina** generi una frequenza più **alta** di **455 KHz** rispetto a quella che si desidera captare, come evidenziato nella **Tabella N.18**.

TABELLA N.18

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
5.455 KHz	5.000 KHz	455 KHz
5.555 KHz	5.100 KHz	455 KHz
5.655 KHz	5.200 KHz	455 KHz
5.755 KHz	5.300 KHz	455 KHz
5.855 KHz	5.400 KHz	455 KHz
5.955 KHz	5.500 KHz	455 KHz
6.455 KHz	6.000 KHz	455 KHz
6.955 KHz	6.500 KHz	455 KHz
7.455 KHz	7.000 KHz	455 KHz
7.955 KHz	7.500 KHz	455 KHz
8.455 KHz	8.000 KHz	455 KHz
8.955 KHz	8.500 KHz	455 KHz
9.455 KHz	9.000 KHz	455 KHz
10.455 KHz	10.000 KHz	455 KHz

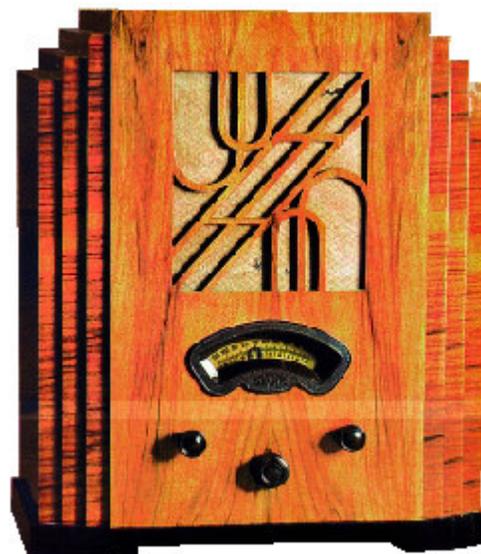


Fig.372 Con il passare degli anni si cercò di rendere il mobile di queste radio esteticamente sempre più moderno. Come potete notare, la scala della sintonia con sopra stampata la frequenza in KHz per le OM e in MHz per le OC, risulta più ampia.



Fig.373 Verso il 1939-1940 in ogni ricevitore venne inserita una "scala parlante" con inciso il nome di tutte le emittenti operanti sulle OM. In questa foto, una vecchia supereterodina costruita dalla Ducati di Bologna negli anni 1940-1946.

Facciamo presente che la frequenza di **conversione** si può prefissare anche su valori diversi dai **455 KHz** da noi indicati, variando la sola **frequenza** generata dall'**oscillatore interno**.

Ammesso di voler **convertire** tutte le emittenti comprese tra **90 MHz** e **100 MHz** su un valore di **Media Frequenza** di **10,7 MHz**, è sufficiente realizzare uno stadio **oscillatore RF** che generi una frequenza di **10,7 MHz maggiore** rispetto a quella che si desidera captare, come evidenziato dalla **Tabella N.19**.

TABELLA N.19

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
100,7 MHz	90 MHz	10,7 MHz
101,7 MHz	91 MHz	10,7 MHz
102,7 MHz	92 MHz	10,7 MHz
103,7 MHz	93 MHz	10,7 MHz
104,7 MHz	94 MHz	10,7 MHz
105,7 MHz	95 MHz	10,7 MHz
106,7 MHz	96 MHz	10,7 MHz
107,7 MHz	97 MHz	10,7 MHz
108,7 MHz	98 MHz	10,7 MHz
109,7 MHz	99 MHz	10,7 MHz
110,7 MHz	100 MHz	10,7 MHz

Il valore di **Media Frequenza** di **455 KHz** si usa per i soli ricevitori per **Onde Medie** e **Corte**, mentre il valore di **Media Frequenza** di **10,7 MHz** si usa solo per i ricevitori per **Onde VHF-UHF**.

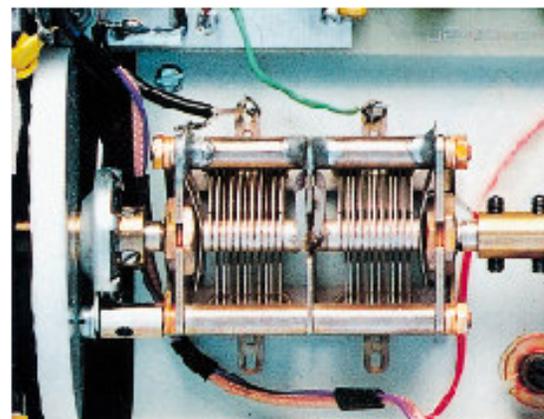


Fig.374 In tutti i ricevitori supereterodina era presente un doppio condensatore variabile. Una sezione veniva utilizzata per sintonizzare l'emittente e l'altra per variare la frequenza dell'oscillatore locale.

La decisione di usare una Media Frequenza di **10,7 MHz** anziché di **455 KHz** nei ricevitori per **Onde VHF-UHF**, venne presa quando si constatò che realizzando questi ricevitori **VHF-UHF** con una Media Frequenza di **455 KHz**, la stessa emittente veniva captata **due volte** su due diverse frequenze.

La **prima volta** si captava quando lo stadio **oscillatore interno** veniva sintonizzato su una frequenza di **455 KHz** più **alta**.

La **seconda volta** si captava quando lo stadio **oscillatore interno** veniva sintonizzato su una frequenza di **455 KHz** più **bassa**.

Quindi una emittente che trasmetteva su una frequenza di **90.000 KHz** si captava sintonizzando lo stadio oscillatore sui **90.455 KHz**, ma anche sintonizzandolo sugli **89.545 KHz**.

Infatti, **sottraendo** alla frequenza maggiore di **90.455 KHz** quella minore di **90.000 KHz**, otteniamo un valore di:

$$90.455 - 90.000 = 455 \text{ KHz}$$

Sottraendo alla frequenza maggiore di **90.000 KHz** quella minore di **89.545 KHz**, otteniamo nuovamente un valore di:

$$90.000 - 89.545 = 455 \text{ KHz}$$

La frequenza dei **90.000 KHz** che veniva captata quando l'**oscillatore interno** generava una frequenza **minore** di **455 KHz**, fu chiamata **frequenza immagine**.

Utilizzando ricevitori per **Onde VHF-UHF** con una Media Frequenza accordata sui **10,7 MHz**, questo difetto viene automaticamente **eliminato**.

Quindi per ricevere un'emittente che trasmette su una frequenza di **90 MHz**, l'oscillatore interno deve generare una frequenza di **100,7 MHz** per poter ottenere dalla **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore **10,7 MHz**, infatti:

$$100,7 - 90 = 10,7 \text{ MHz}$$

Qualcuno potrebbe farci notare che, pur utilizzando una **Media Frequenza** di **10,7 MHz**, otteniamo nuovamente una **frequenza immagine** quando l'**oscillatore interno** genera una frequenza di **79,3 MHz**; infatti, se **sottraiamo** a **90 MHz** questa frequenza, otteniamo nuovamente un valore di **10,7 MHz**:

$$90 - 79,3 = 10,7 \text{ MHz}$$

In pratica, questa **frequenza immagine** non verrà mai captata, perchè quando l'**oscillatore interno** genera **79,3 MHz**, automaticamente il circuito di sintonia **L1-C1** risulta **sintonizzato** sulla frequenza di:

$$79,3 - 10,7 = 68,6 \text{ MHz}$$

Quindi il **circuito** di **sintonia L1-C1** che si trova sull'ingresso, lascerà passare la frequenza di **68,6 MHz** ma **non** quella dei **90 MHz**, che si trova distanziata di ben:

$$90 - 68,6 = 21,4 \text{ MHz}$$

Poichè in un ricevitore **supereterodina** dobbiamo sintonizzare contemporaneamente la frequenza da **ricevere** e quella che dovrà generare lo **stadio oscillatore interno**, ci occorre un **doppio** condensatore **variabile** (vedi fig.374).

Una sezione si usa per sintonizzare la frequenza della **emittente** da ricevere e l'altra per variare la frequenza dello **stadio oscillatore interno** affinché generi una frequenza **maggiore** di **455 KHz**, oppure di **10,7 MHz**.

Riuscendo a convertire tutte le frequenze che captiamo in una frequenza **fissa** sui **455 KHz** o **10,7 MHz**, si possono realizzare degli stadi amplificatori con **bobine** già **preparate** conosciute con il nome di **Medie Frequenze**.

Se nei ricevitori **supereterodina** di qualche anno fa si utilizzava un **condensatore variabile** a **2 sezioni**, oggi questo componente è stato sostituito da due minuscoli **diodi varicap** (vedi fig.376).

Per completare la descrizione della **supereterodina** dobbiamo anche dirvi che in molti ricevitori **professionali VHF**, per ottenere una **maggiore selettività** si esegue una **doppia conversione**.

La **prima** conversione si effettua convertendo il segnale **captato** sulla frequenza fissa di **10,7 MHz**, mentre la **seconda** convertendo i **10,7 MHz** sulla frequenza fissa di **455 KHz**.