

la recepție. Semnalul de IF este apoi demodulat, informația conținută fiind în final amplificată de un etajul de AF.

Prețul soluționării facile a selectivității la receptorul superheterodină îl reprezintă apariția posibilității de perturbare a recepției pe frecvența imagine sau chiar direct pe frecvența intermediară. Mai mult, mixerului reprezintă un etaj suplimentar care introduce propriile distorsiuni și limitări la recepție. În ciuda acestor dezavantaje, precum și a reglajului mai dificil în fabricație, utilizarea receptorului superheterodină este deosebit de largă.

1.2.1 Mixajul în radioreceptoare

Un etaj deosebit de important într-un receptor superheterodină îl reprezintă mixerul. De performanțele acestuia depind în bună măsură calitățile receptorului. Presupunând:

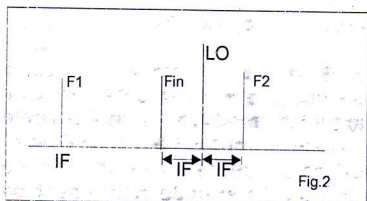
- semnalul de intrare în mixer de tipul: $A \cos(\omega t)$ și
- semnalul de la oscilatorul local de tipul: $K \cos(\omega_0 t)$,

la ieșire rezultă semnalul:

$$KA \cos(\omega_s \cdot t) \cos(\omega_o \cdot t) = \frac{KA}{2} (\cos(\omega_s + \omega_o) \cdot t + \cos(\omega_s - \omega_o) \cdot t)$$

unde: $\omega_s = 2\pi f_{\text{semnal}}$, $\omega_o = 2\pi f_{\text{oscilator}}$

Presupunând coeficientul K o constantă (amplitudinea oscilatorului), rezultă că amplitudinea semnalului de ieșire depinde numai de semnalul de intrare.



Aplicând la intrarea unui mixer semnalul F_{in} și la intrarea de oscilator semnalul LO (fig.2), la ieșire rezultă semnalele $F1$ și $F2$, unde:

$$LO + F_{in} = F2 \text{ și } LO - F_{in} = F1$$

Produsul de mixaj $F1$ are frecvența egală cu valoarea frecvenței intermediare IF.

Se observă că, același semnal $F1$ se poate obține și prin diferența unui semnal $F2$ și LO (aflat la o distanță în frecvență egală cu IF). Din acest motiv $F2$

se mai numește și frecvență imagine.

În practică, la ieșirea mixerului, în afară de $F1$ și $F2$ apar și semnalele de la oscilatorul local precum și semnalul de intrare. Dacă se lucrează cu mixere echilibrate semnalele oscilatorului local și cel de intrare sunt atenuate cu 20-40dB.

Datorită imperfecțiunii mixerului, apar și alte produse de mixaj, între armonicele oscilatorului local și armonicele semnalului de intrare. Produsele de mixaj parazite produse astfel au ponderi semnificative până la armonici de ordinul 5 sau chiar 7. Mixerele echilibrate permit reducerea substanțială a produselor parazite de mixaj.

Mixerul este un etaj delicat într-un receptor. Pentru funcționarea la parametrii maximi este necesar să i se asigure o impedanță pur rezistivă la ieșire, într-un spectru larg de frecvență. Din păcate, filtrele plasate imediat după mixer nu îndeplinesc acest criteriu așa încât trebuie să se recurgă la diverse soluții de adaptare mai sofisticate. Uneori se recurge la plasarea unui amplificator imediat după mixer, care are avantajul că poate prezenta impedanța constantă la intrare pe un spectru larg de frecvență. Și aici apare un pericol: presupunând că semnalul provenit de la oscilatorul local este atenuat de mixer cu numai 20dB, devine posibil ca în situația când se lucrează cu nivele mari la oscilator (+27dBm), să apară la ieșire în afară de semnalul util și o "scurgere" de la oscilator cu un nivel de +7dBm, valoare cu mult mai mare (de regulă) decât semnalul util și care poate provoca chiar saturarea amplificatorului plasat după mixer. O asemenea metodă se poate utiliza numai în situația când mixerul atenuază semnalul de la oscilator cu min. 35-40dB și se lucrează cu nivele reduse de la oscilator (cca. 0dBm la mixerele active).

O alta problemă cauzată de mixere este translatarea zgomotului din LO pe frecvența intermediară, ceea ce duce la creșterea dramatică a cifrei de zgomot echivalente a mixerului. Valoarea factorului de zgomot NF dată de catalog pentru un mixer (uzual sub 12dB) ajunge în acest fel sa fie de ordinul a peste 20dB. La fel și în cazul ignorării zgomotului de pe frecvența imagine, cifra reală de zgomot poate crește cu până la 3dB. Subiectul va fi tratat mai pe larg în capitolul despre mixere.

1.2.2 Problematika receptoarelor superheterodină, frecvența intermediară, selectivitatea și sensibilitatea

Schema bloc a unui radioreceptor superheterodină se modifica în oarecare măsură funcție de tipul emisiunii ce se recepționează.

Astfel, pentru recepția emisiunilor cu bandă laterală suprimată este necesară refacerea purtătoarei la recepție. Pentru aceasta, detectorul folosit este de fapt un mixer ce

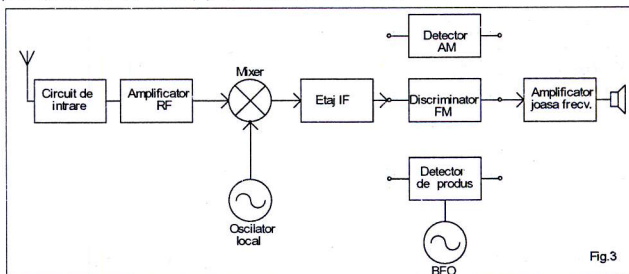


Fig. 3

mixează semnalul de IF cu semnalul unui oscilator (BFO) având frecvența egală cu frecvența intermediară.

Recepția emisiunilor modulate FM necesită un detector (discriminator) de frecvență. Fig. 3 prezintă schema bloc a unui receptor ce poate recepționa emisiunile cu modulație liniară.

Circuitul de intrare utilizat în receptor este esențial pentru atenuarea semnalelor provenite de la antenă ce au o frecvență egală cu frecvența imagine, care ar putea produce la mixare un produs cu frecvența egală cu valoarea frecvenței intermediare. La receptoarele ce sunt bune de larg consum, atenuări ale frecvenței imagine de ordinul a 30-40dB sunt considerate acceptabile, în timp ce pentru realizările profesionale sunt necesare atenuări de ordinul a 90-100dB (pentru receptoarele radioramatorilor necesitățile în unde scurte sunt de ordinul a 70-80dB). Valoarea frecvenței imagine se determină simplu, prin adăugarea la frecvența semnalului util a dublului frecvenței intermediare.

Dacă circuitul de intrare este acordabil, atunci frecvența de acord a acestuia se modifică simultan cu frecvența oscilatorului local, fiind necesară o bună corelare între frecvențele de acord ale celor două circuite. Dacă circuitele de intrare sunt de bandă largă, acestea se aleg în așa fel încât să acopere cel mult o octavă. Evident, în această situație valoarea frecvenței intermediare trebuie să fie suficient de mare pentru ca frecvența imagine să cadă mult în afara benzii de trecere a circuitului de intrare.

Se poate demonstra că numărul produselor parazite, semnificative, de mixaj, scade în situația alegerii unei frecvențe intermediare mai ridicate. Pentru receptoarele de unde scurte, de mare performanță se poate ajunge la valori ale frecvenței intermediare de cca. 3 ori mai mari decât frecvența maximă recepționată. Acest criteriu de selecție a frecvenței intermediare asigură și o rejecție corespunzătoare a frecvenței imagine. Se ajunge astfel, ca la un receptor de unde scurte cu banda de frecvență până la 30MHz, frecvența intermediară să fie de până la 100-110MHz. Problema este că la aceste frecvențe ridicate este imposibil de

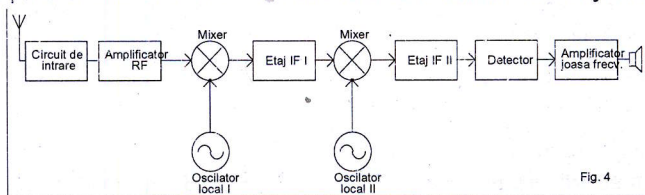


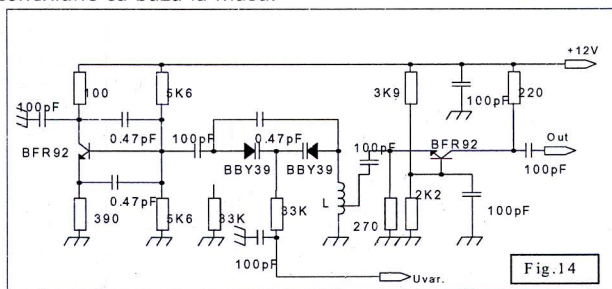
Fig. 4

realizat un filtru suficient de îngust pentru emisiunile cu bandă laterală unică sau FM cu deviație redusă de frecvență. De regulă, la frecvențe de ordinul a 70-100MHz sunt disponibile filtre cu cristal cu banda de trecere de ordinul a 20-30KHz, total insuficient pentru cele mai multe tipuri de emisiuni.

profil de tablă în "U" cu lungimea egală cu rezistența și care permite modificarea capacității prin apropierea brațelor laterale de rezistență. În acest fel, se introduce o reacție negativă reglabilă, amplificarea tranzistorului regându-se în acest mod în așa fel, încât să se asigure minimul necesar pentru amorsarea oscilației.

L4 este o linie cu lungimea de 17mm din sârmă CuAg 0.8. L3 are aceeași lungime și se plasează la o distanță de 8mm de L4, paralel cu aceasta.

În fig.14 este prezentată schema unui oscilator ce funcționează în aceeași gamă de frecvență. Spre deosebire de precedentă, aici este prezentat și etajul separator, ce lucrează în conexiune cu baza la masă.



Diodele varicap folosite sunt cele indicate în schemă, la nevoie însă se pot folosi și diodele BB125 ce au fost utilizate în selectoarele de canale TV, cu o ușoară scădere a performanțelor la zgomot, precum și reducerea cu cca. 3dB a tensiunii generate la ieșire.

Pentru gama frecvențelor de peste 500MHz există astăzi un mare număr de producători de oscilatoare realizate în carcase de mici dimensiuni sau chiar SMD (13x13x2.5mm sau chiar 5x5mm), cu prețuri de 5-20\$ bucata și cu nivele de zgomot acceptabile pentru cele mai multe aplicații de clasă medie.

Bibliografie:

- | | | | |
|--------------------|--------------------------------|------------------|---------------|
| 1. Ed. Oxner | FET's in low noise oscillators | App. note D173-2 | Siliconix |
| 2. Jacob Makhinson | A Drift Free VFO | | QST/dec.96 |
| 3. Ulrich Rohde | Key Components | | QST/Jun. 94 |
| 4. ***** | ARRL HandBook | 1997-2007 | |
| 5. ***** | VCO Designer HandBook | | Mini-Circuits |

7.9 Oscilatoare cu cristal de cuarț

Cristalul de cuarț este una dintre componentele electronice cu o longevitate ieșită din comun, fiind folosit pe scară mare în aparatura profesională încă din anii '30. Diferențele în timp au apărut în ceea ce privește utilizarea generalizată a cristalului de cuarț sintetic, care permite o mai bună reproductibilitate a rezonatorilor realizați pe scară industrială, comparativ cu cristalul de cuarț natural ce a fost folosit inițial. Capsulele, respectiv monturile cristalelor, au devenit în timp mai mici, pretându-se foarte bine la aparatura miniaturizată. Tăierea cristalului se face după anumite axe geometrice, funcție de performanțele dorite de la un cristal. Cele mai uzuale sunt cristalele cu tăietură AT, în ultima vreme impunându-se însă, din ce în ce mai mult, cristalele cu tăietură SC.

Două sunt calitățile de excepție ale cristalelor de cuarț:

- Factorul de calitate deosebit de mare al rezonatorului
- Stabilitatea termică foarte bună a parametrilor cristalului

De aici rezultă și aplicațiile cele mai uzuale pentru rezonatoarele cu cuarț: oscilatoare cu mare stabilitate a frecvenței și filtre cu selectivitate mare.

Schema echivalentă a unui rezonator cu cuarț este dată în fig.1. Ceea ce îl face deosebit față de un circuit LCR oarecare sunt valorile elementelor echivalente.

L este inductanța echivalentă și are valori uzuale cuprinse între 10-100mH

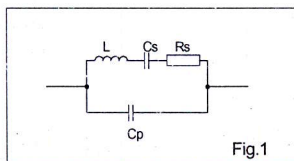


Fig.1