

Receptorul Radio Superheterodină

— *Platformă educațională* —



MANUAL DE UTILIZARE

Modulația în amplitudine

Modul analiză
Analiza circuitelor

Tensiune de alimentare 3 V
Alimentare baterii

Puncte de test pe fiecare bloc
Puncte de măsura semnale

Testare în Lucrări de Laborator
Performanțe circuit

Conectivitate
Lab-Test

Clienților noștri pasionați

Încercăm prin aceasta Colecție de produse să satisfacem cerințele d-voastră plecând de la dorința noastră de a materializa orice idee utilă, valoroasă și imediat aplicabilă.

Fiecare proiect din această colecție a fost selectat cu grijă din multimea de idei, pentru a îmbunătăți modalitatea de înțelegere rapidă a circuitelor electronice, a fost îndelung testat și am abordat o prezentare pe înțelesul tuturor.

Încă de la începuturi, noi cei de la EPSICOM ne-am propus cele mai înalte obiective posibile în căutarea excelenței și mai mult decât atât, am pus un accent important pe formarea profesional vocațională a noii generații ce va continua activitatea, adică voi.

S-a născut astfel ideea dezvoltării acestor platforme, am depus toată energia, creativitatea pentru a sprijini noua generație de specialiști. Permanent am considerat că drumul spre cunoaștere trebuie străbătut îmbinând teoria cu practica imediată pentru aprofundarea și înțelegerea deplină a noțiunilor.

Am testat sute de scheme, zeci de versiuni care să aducă bucuria cunoașterii.

Aceasta este generația de produse educaționale care aduce multe noutăți și completează zonele identificate de noi ca fiind esențiale în aprofundarea cunoștințelor teoretice.

Sperăm că vă vor plăcea la fel de mult precum nouă. Utilizați-le cu înțelepciune și bucurați-vă !

Jan Gîlcescu,
Manager EPSICOM

Introducere	2	Schimbătorul de frecvență	13
Prezentare	2	Amplificatorul de frecvență intermediară	13
Important de știut.....	3	Demodulatorul.....	14
Noțiuni introductive	4	Amplificatorul de audiofrecvență	15
Ce sunt undele electromagnetice?	4	Analiza radioreceptorului	17
Cum sunt emise și recepționate undele electromagnetice?	4	Parametri caracteristici receptoarelor.....	18
Ce sunt receptoarele radio?	5	Sensibilitatea.....	18
Receptoare cu schimbare de frecvență		Selectivitatea	18
Cum funcționează?	5	Fidelitatea.....	18
Caracteristici	6	Lucrări de laborator	19
Platforma radioreceptor	7	Alinierea receptorului superheterodină	19
Din ce este compus acest radioreceptor?	7	I. Metoda de lucru fără aparate de măsură.....	20
Recapitulare asupra componentelor din circuit	8	II. Metoda de lucru cu aparate de măsură.....	20
Antena cu ferită.....	8	III. Metoda de lucru prin folosirea antenei artificiale și a aparatelor de măsură	21
Condensatorul variabil	8	Măsurarea unor parametri caracteristici	22
Filtrele de frecvență intermediară (FI).....	9	Măsurarea fidelității	22
Rezistorul	10	Măsurarea sensibilității limitate	
Tranzistorul.....	10	de amplificare	22
Tipuri de circuite utilizate.....	11	Ce urmează?	23
Circuitul de intrare	12	Bibliografie	24
Oscilatorul local.....	12		

Introducere

Prezentare

Date sau instrucțiuni de reglare și aliniere a circuitelor din receptoarele superheterodină sunt atât de rare încât, atunci când apar în documente, par de-a dreptul misterioase.

Chiar și atunci când instrucțiunile sunt oferite în detaliu, nu sunt descrise scopurile pentru care se fac reglajele și nici ceea ce realizează. Cu ajutorul acestei platforme și a documentației aferente încercăm să explicăm obiectivele alinierii circuitelor din receptorul superheterodină, modul în care fiecare ajustare ajută la realizarea acordării acestora și oferă câteva sfaturi practice despre cum se poate realiza o aliniere, cu exemple.

Deși se prezintă numai alinierea receptoarelor radio în banda de difuzare AM, asta nu înseamnă că informațiile nu sunt aplicabile și altor tipuri de receptoare. Principiile și procedura generală se aplică tuturor receptoarelor superheterodină. O înțelegere minuțioasă a informațiilor prezentate aici vă vor fi de real folos atunci când se va trece de la aceste la alte tipuri de receptoare

precum cele din receptoarele FM, TV, ...

A făcut istorie și este studiat în continuare de milioane de studenți, pasionați de electronică, entuziaști și profesioniști, în școli și universități din întreaga lume. Ne-am întregat ce am putea face pentru o înțelegere deplină a acestui „personaj” istoric și cu toate acestea foarte prezent și utilizat.

Așa a apărut ideea de a îmbina teoria cu practica autentică, studiul „anatomic” al receptorului radio.

Ne dorim să facem o prezentare progresivă, pentru o înțelegere rapidă a fenomenelor, prin descrierea în etape a elementelor cu care lucrăm, rolul acestora în funcționare, pentru a ajunge în final la demonstrarea acestora prin lucrări practice, de laborator, finalizând cu utilitatea lor și cu recomandări.

Dacă acest material a incitat pentru studiul teoretic aprofundat, scopul nostru a fost atins,

EPSICOM Design
Echipa de proiectare-dezvoltare

Conectare pe fiecare port

Conectivitate

Asemenea versiunii integrate, permite analiza circuitelor electronice specifice mai ușor decât oricând.

Totul este deja pregătit

Platforma radioreceptor cu tranzistoare

Indiferent că sunteți profesionist sau începător, analiza semnalelor în diverse puncte de măsură din interiorul unui radioreceptor va crea o emoție deosebită și va incita la noi decoperiri.

3V

Alimentare

Se numără printre platformele pe care studiul se poate face la diverse tensiuni de alimentare astfel încât se poate observa variația parametrilor de funcționare.

Documentație

Suport de laborator

Avem la dispoziție pentru studii mai multe scheme de aplicație precum și pinii de măsură pe elementele de circuit.

Important de știut

De ce studiem acest circuit ?

Este un circuit care a făcut istorie în industria electronică. S-a observat că atunci când un receptor cu reacție intră în oscilație, receptoarele din apropiere începe brusc să capteze posturi pe frecvențe diferite de frecvența de transmisie a posturilor. Inginerul Edwin Howard Armstrong a dedus în cele din urmă că aceasta a fost cauzată de o „heterodynă suprasonică” între frecvența purtătoare a stației și frecvența de oscilație a receptorului, o soluție a problemei de amplificare, deoarece frecvența rezultată și-a păstrat modulația inițială, dar pe o frecvență purtătoare inferioară. O idee scilipitoare care aschimbato totul!

De ce în această variantă?

Utilizăm zilnic aparate de radio cărora nu le înțelegem cu adevărat funcționarea. Varianta acestei platforme realizate cu componente discrete, ne oferă posibilitatea poate în premieră, de a măsura caracteristicile electrice ale fiecărui bloc component direct pe pinii de test.

Și nu în cele din urmă: cunoașterea și înțelegerea acestui receptor radio ajută fundamental la inițierea în proiectare a circuitelor de radiofrecvență electronice iar conectarea în diverse scheme ne va dezvălui utilitatea sa practică.

Specificații



Alimentare
3V, baterii AA



Consum
~150 mA



Dimensiune modul
127 x 325 mm



Greutate
~500 g

Completul de lucru conține:



① cutie



② platformă



③ documentație

Noțiuni introductive

Ce sunt undele electromagnetice?

Undele electromagnetice sunt rezultatul oscilațiilor unei particule încărcate electric, care generează câmpuri electrice și magnetice oscilante. Prin accelerare, particula încărcată radiază energie creând oscilații ale câmpului său electric și produce totodată un câmp magnetic. Aceste câmpuri electrice și magnetice oscilante, create de particula încărcată, se propagă.

Aceasta înseamnă că un câmp electric care oscilează va produce un câmp magnetic, iar variația câmpului magnetic va produce un câmp electric. În consecință, atât câmpurile electrice, cât și cele magnetice într-o undă electromagnetică vor varia în timp, una determinând schimbarea celeilalte.

Undele electromagnetice reprezintă variații (periodice) în timp și în spațiu ale câmpului electromagnetic. Ele sunt generate în jurul antenelor de emisie, care reprezintă sisteme oscilante deschise și se propagă în spațiu cu viteza luminii.

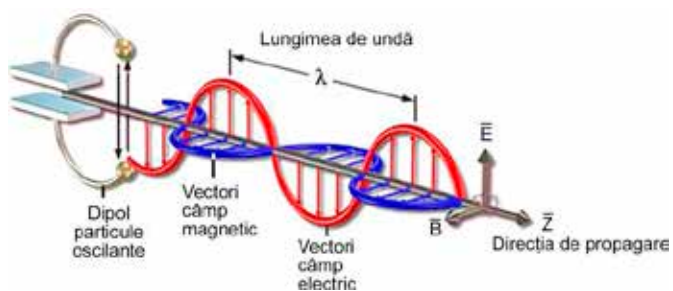


Figura 1 – Unda electromagnetică

Cum sunt emise și recepționate undele electromagnetice?

Așa cum am s-a descris mai sus unda electromagnetică se propagă și crează un câmp electromagnetic.

Pe de altă parte putem afirma că un circuit oscilant închis, datorită geometriei și dimensiunii circuitului, deși produce câmp electromagnetic acesta nu poate emite unde electromagnetice întrucât undele produse în laturile paralele se anulează reciproc.

Pentru a scăpa de acest inconvenient se folosește un ansamblu de două câmpuri oscilante: unul închis și celălalt deschis, cuplate inductiv.

Circuitul oscilant închis va produce unda electromagnetică pe care o va induce circuitului oscilant deschis, numit dipol, antena, pentru a fi emisă într-un mediu oarecare, cel mai adesea aerul.

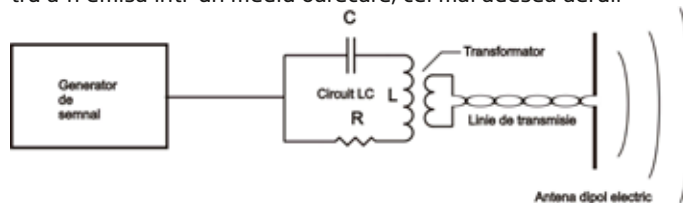


Figura 2a – Cuplarea antenei

Fizic, o antenă constă dintr-o structură metalică ce poate avea forme diferite funcție de aplicație și dimensiuni precis calculate, conectată electric la receptor sau emițător. Un curent variabil prin antenă va crea un câmp magnetic variabil în jurul elementelor

antenei, în timp ce sarcina electrică din aceasta, de asemenea variabilă, crează un câmp electric variabil de-a lungul elementelor. Aceste câmpuri variabile în timp radiază departe de antena, în spațiu sub forma unei unde electromagnetice formate dintr-un ansamblu de câmpuri electrice și magnetice variabile, transversale.

În timpul recepției, câmpurile electrice și magnetice ale unei unde radio exercită forțe asupra electronilor din elementele antenei, făcându-i să se miște într-un sens și invers, creând curenți oscilanți în antenă.

Am putea deduce că antena, fiind un circuit oscilant deschis, poate emite sau recepționa o singură frecvență sau lungime de undă. Pentru a putea emite sau recepționa mai multe frecvențe cu aceeași antenă este necesar să modificăm lungimea acestei antene. O modificare geometrică a antenei ar fi foarte dificilă. „Lungimea” antenei, sau frecvența de acord a acesteia se modifică, asemenea circuitului acordat LC, prin inserarea în circuitul antenei a unei bobine și a unui condensator variabil. Bobina are rolul de a face antena să emită sau recepționeze lungimi de undă mai mari iar condensatorul lungimi de undă mai mici.

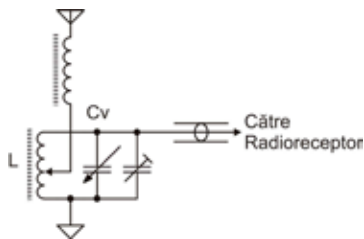


Figura 2b. – Model teoretic de acordare a antenei

Ce sunt receptoarele radio ?

Receptoarele radio sunt aparate formate dintr-un un ansamblu de circuite electronice care are rolul de a selecta informația sau semnalul dorit dintr-o multitudine de semnale de radiofrecvență captate de antena de recepție, prelucrării acestora prin amplificare, demodulare și conversie, în scopul redării informației sonore în mod inteligibil. Deși perfecționarea dispozitivelor electronice și a tehnologiei de realizare a circuitelor electronice (LSI și VLSI) a permis evoluția și diversificarea tipurilor constructive de radioreceptoare, multe din realizările actuale conțin în esență aceleași blocuri funcționale, doar că ele au fost îmbunătățite cu bucle de automatizare (RAA, CAF), indicatoare de nivel, controlul funcționării și pentru efectuarea de reglaje, în spațiile cărora se află circuite de tip microcontroler.

Receptoare cu schimbare de frecvență Cum funcționează ?

Pentru a evita limitările datorate dezavantajelor primelor receptoare cu amplificare directă sau cu reacție, în receptoarele cu o schimbare de frecvență, semnalul captat de antenă suferă o schimbare de frecvență (mixare) cu o frecvență dată de un oscilator local, adică se translatează frecvența semnalului de intrare f_s într-o frecvență fixă, numită frecvență intermediară f_i sau medie frecvență. Această frecvență este astfel aleasă, în funcție de frecvența canalului vizat, încât la ieșirea mixerului spectrul canalului dorit să fie centrat pe o frecvență fixă și de valoare convenabilă. În aceste condiții, acordul receptorului constă în modificarea frecvenței oscilatorului local, astfel încât diferența între aceasta și frecvența centrală a canalului dorit să fie egală cu frecvența intermediară.

Relația (1.1) exprimă afirmația de mai sus:

$$f_i = |f_h - f_s| \quad (1.1)$$

unde:

f_i - frecvența intermediară; f_h - frecvența oscilatorului local;
 f_s - frecvența semnalului;

În funcție de semnul argumentului modulului din (1.1), receptoarele se clasifică în:

- receptoare superheterodină (SH) : $fh > fs$
- receptoare infraheterodină (IH) : $fh < fs$
- receptoare sincrodină (sH) : $fh = fs$

Avantajele receptoarelor superheterodină constau în faptul că frecvența intermediară are o valoare fixă, oscilațiile pot fi astfel amplificate mai mult și uniform, cu amplificatoare de medie frecvență, față de amplificatoarele de radiofrecvență de bandă largă utilizate anterior de receptoarele cu amplificare directă.

Avantajele conferite de receptorul superheterodină constau în:

- sensibilitate ridicată, datorită amplificării mari care se obține pe semnalul de frecvență intermediară;
- selectivitate sporită, în urma folosirii unui număr mare de circuite acordate;
- fidelitate obținută prin utilizarea filtrelor de bandă în amplificatorul de frecvență intermediară;
- acord ușor (simplificat), realizat prin manevrarea unui singur buton, care realizează acordul simultan al circuitelor etajelor de înaltă frecvență și cel al oscilatorului local.

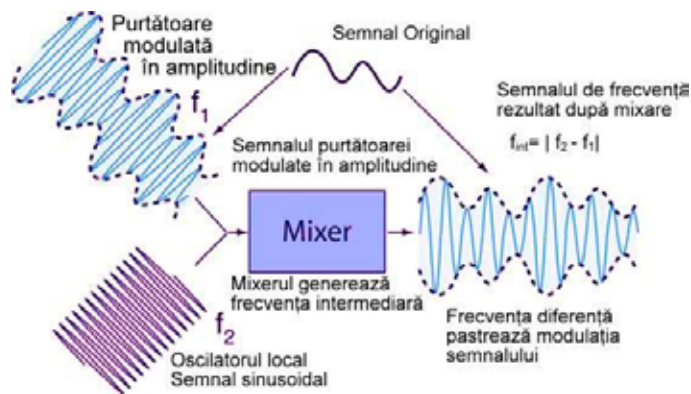


Figura 3 – Procesarea semnalului la receptoarele superheterodină

Caracteristici

Tensiunea de alimentare: două baterii alcaline AA, sau extern 3-5 V	Sensibilitate:	<1.5 mv
Domeniul de frecvențe: 525-1625 KHZ	Selectivitate:	>20 db
	Putere audio:	0,5 W

Platforma radioreceptor

Din ce este compus acest radioreceptor?

Circuitul este relativ simplu, compus dintr-un număr redus de blocuri funcționale:

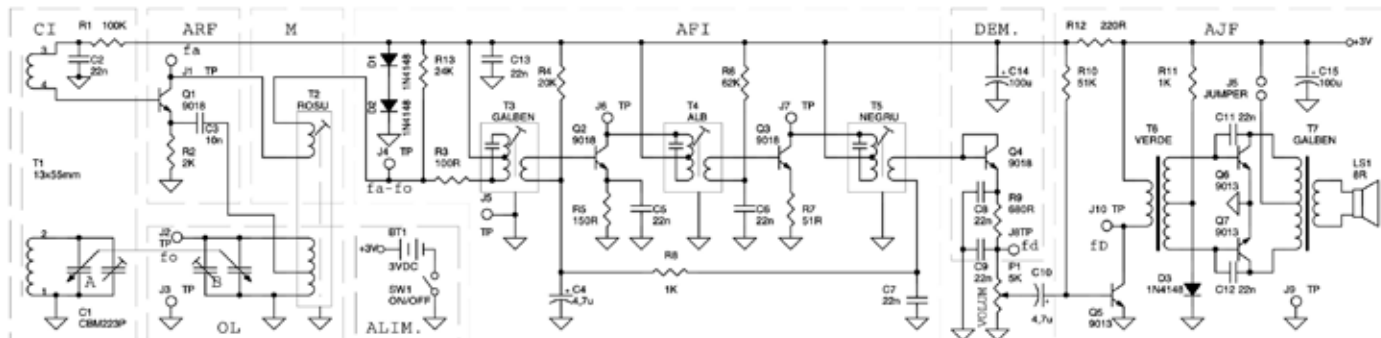


Figura 4 – Schema radioreceptorului AM

Ant - antena, circuit electric care realizează captarea undelor electromagnetice dintr-o anumită gamă de frecvențe;

CI - circuitul de intrare, conține circuite selective, cu acord variabil sau reglabil pe frecvența postului de emisie; asigură transferul de la antena de recepție la etajele receptorului, numai pentru banda de frecvențe în care se află semnalului dorit;

ARF - amplificatorul de radiofrecvență asigură amplificarea semnalelor de radiofrecvență selectate, pentru a putea fi prelucrate de celelalte etaje ale receptorului;

OL - oscilatorul local generează semnalul de radiofrecvență necesar realizării schimbării frecvenței purtătoare a semnalului; frecvența de oscilație fosc depinde de frecvența semnalului recep-

ționat (util) fs și de frecvență intermediară fi, conform relației 1.1;

M - etaj de amestec (mixer) realizează amestecul semnalului recepționat (fs) cu semnalul oscilatorului local (fosc), în vederea extragerii componentei de frecvență intermediară (fi = fosc - fs), cu ajutorul unui filtru trece bandă acordat pe frecvența intermediară;

AFI - amplificatorul de frecvență intermediară este un amplificator selectiv, care asigură amplificarea de bază a receptorului, fiind format din mai multe etaje de amplificare selective conectate în cascadă, acordate pe frecvența intermediară fi;

DEM - demodulatorul este etajul care asigură extragerea din semnalul de radiofrecvență modulat a semnalului purtător de informații;

AJF - amplificatorul de audio frecvență este un bloc funcțional format din unul sau mai multe etaje, cunoscut și sub denumirea de amplificator de joasă frecvență (AJF), asigură amplificarea în tensiune și putere a semnalului de joasă frecvență pentru a putea fi redat cu ajutorul difuzorului;

Df - difuzorul este un dispozitiv magnetoelectric sau piezoelectric, care asigură transformarea semnalelor de joasă frecvență în semnale sonore.

Chiar dacă suntem familiarizați cu elementele de bază, să le analizăm pe rând.

Recapitulare asupra componentelor din circuit

Antena cu ferită

Sunt realizate dintr-un miez de ferită de tip bara pe care se dispune o bobină cu sârmă de cupru. Acest miez „concentrează” efectiv câmpul magnetic al undelor radio astfel că va produce un semnal mai puternic decât ar putea fi obținut de o antenă tip bobina în aer cu aceleași dimensiuni, însă nu este atât de puternic precum semnalul care poate fi obținut cu o antenă exterioară. Această antenă înlocuiește atât antena exterioară cât și primul circuit de acord al receptorului radioului. Prezintă avantajul unei directivități mai bune, perpendicular pe direcția stației de emisie. Să amintim că feritele sunt compuse din ceramice produse din oxizi ai metalelor feromagnetice, au permeabilitate magnetică ridicată și o conductivitate electrică scăzută, sunt dure și casante.



Figura 5 - Antena cu ferită

Condensatorul variabil

Un condensator variabil este un condensator a cărui capacitate poate fi modificată mecanic.

Capacitatea unui condensator plan se calculează cu formula:

$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

unde:

ϵ - permitivitatea dielectricului

S - suprafața armăturilor

d - distanța dintre armături

Condensatorul variabil este realizat dintr-un grup de plăci metalice, din aluminiu, semicirculare fixate pe un ax rotativ („rotor”) care sunt poziționate în spațiile dintre un set de plăci staționare („stator”), astfel încât zona de suprapunere să poată fi modificată prin rotirea axei. Ca material dielectric pot fi utilizate folii de plastic. În acest fel, grupul de plăci formează armăturile unor condensatoare conectate în paralel astfel că valoarea maximă a capacității devine:

$$C = \epsilon n \frac{S}{d}$$

unde n este numărul de armături, distanța d este constantă, variază doar suprafața S a armăturilor suprapuse.

Condensatoarele variabile sunt utilizate în circuitele oscilante LC pentru reglarea simultană a mai multor circuite, de exemplu cel al filtrului de intrare și cel al oscilatorului local într-un circuit receptor. Secțiunile pot avea valori ale capacității nominale identice sau diferite, de exemplu 2×330 pF pentru circuitul de acord și oscilator. Condensatoarele cu mai multe secțiuni includ adesea condensatoare semireglabile, de ajustare, în paralel cu secțiunile variabile, utilizate pentru a reglaja fine.



Figura 6 - Condensatorul variabil

Filtrele de frecvență intermediară (FI)

Filtrele de frecvență intermediară sunt transformatoare de FI cu inductanță reglabilă, prevăzute cu un condensator fix. În mare parte, ele sunt folosite ca „filtre reglate sincron”, deoarece între fiecare transformator există un circuit de amplificare.

Există o varietate de transformatoare FI care deși arată la fel, sunt destul de diferite. La transformatoarele FI de 455 KHz, bobinele circuitelor acordate pentru banda radio cu modulație în amplitudină, au un condensator încorporat.

Precum se observă și în tabel, deși sunt reglate pe aceeași frecvență, filtrele nu sunt identice. Sunt codate cu culori diferite funcție de rolul acestora în circuitul de amplificare. Din punct de vedere constructiv, transformatoarele utilizate în oscilatorul local sunt identice, diferă inductanța (360 μ H) și numărul de spire, acestea fiind acordate pe frecvența centrală de 796 KHz.

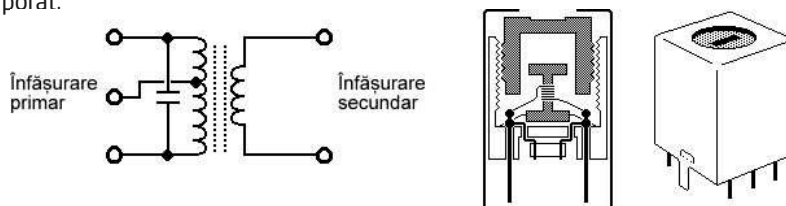


Figura 7 – Filtrul de frecvență intermediară (a) schema electrică (b) realizare

Cod	Impedanță	Rol	Culoare	Raport variație	Inductanță	Spire [1 - 2]	Spire [2 - 3]	Spire [4 - 6]
42IF101	60K: 600	IF 1	Galben	22: 1	680 μ H	70	87	7
42IF301	50K: 500	IF 1	Galben	20: 1	680 μ H	77	66	7
42IF102	30K: 500	IF 2	Alb	22: 1	680 μ H	98	57	7
42IF302	30K: 500	IF 2	Alb	22: 1	680 μ H	95	48	7
42IF103	20K: 6K	IF 3	Negru	6: 1	680 μ H	103	50	27
42IF303	20K: 5K	IF 3	Negru	7: 1	680 μ H	102	41	21
Transformatorul utilizat pentru Oscilatorul local (796 KHz)								
42IF300	Osc. AM	Acord	Roșu	10: 1	360 μ H	92	3	9
42IF100	Osc. AM	Acord	Roșu	13: 1	360 μ H	104	3	8

Rezistorul

Rezistorul electric este o componentă electrică iar ca element de circuit proprietatea principală este rezistența electrică.

Valoarea rezistenței electrice se calculează cu ajutorul legii lui Ohm, este raportul dintre tensiunea electrică U aplicată la bornele rezistorului și intensitatea curentului I care circulă prin rezistor; această valoare exprimă proprietatea unui conductor electric de a se opune trecerii curentului electric prin el:

$$R = \frac{U}{I}$$

(Legea lui Ohm)

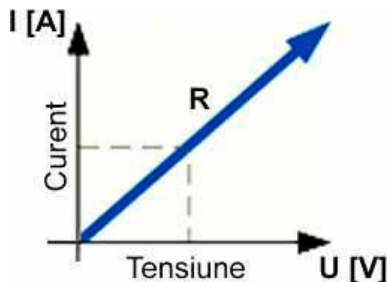


Figura 8 – Caracteristica tensiune-curent

Unitatea de măsură a rezistenței electrice în sistemul internațional este ohm-ul (Ω)

I - intensitatea curentului prin rezistor, măsurată în amperi (A);

U - tensiunea aplicată pe terminalele rezistorului, măsurată în volți (V);

R - rezistența electrică a rezistorului, măsurată în ohmi (Ω);

Caracteristica tensiune-curent este liniară, adică tensiunea la bornele rezistorului variază proporțional cu variația curentului prin rezistor.

Rezistoarele electrice se numesc elemente pasive de circuit, adică consumă din energia semnalelor electrice pe care o transformă în energie calorică, însă sunt necesare în funcționarea tuturor circuitelor deoarece asigură tensiunile și curenții în diferite puncte.

Rezistențele electrice sunt marcate în codul culorilor cu valoarea nominală a mărimii caracteristice.

Tranzistorul

Deși există mai multe tipuri de tranzistoare, vom face doar o descriere sumară numai a tranzistoarelor bipolare cu care este realizat circuitul nostru, punând un accent mai mare pe funcționarea lor decât asupra fizicii semiconductorului.

Tranzistorul bipolar este un dispozitiv electronic, ce funcționează ca un regulator de curent comandat de un curent mic, de control.

Este realizat dintr-un „sandwich” cu trei straturi de materiale semiconductoare dopate, adică impurificate, separate prin două joncțiuni pn formate între cele două regiuni semiconductoare învecinate.

Tranzistorul poate fi echivalat cu două diode: una polarizată direct (BE) și cealaltă polarizată invers în raport cu tensiunea de alimentare, după cum vom vedea mai departe.

Regiunea bazei este mai subțire și mai slab dopată în comparație cu regiunea emitorului (puternic dopată) și cu regiunea colectorului (dopată moderat).

În funcție de tipul de tranzistor (nnp sau pnp), curentul de bază trece de la bază către emitor sau de la emitor către bază astfel că săgeata simbolului indică întotdeauna direcția fluxului de electroni.

Avem așadar joncțiunea bază-emitor între bază și emitor și joncțiunea bază-colector între bază și colector. Fiecare strat care formează tranzistorul este conectat la câte un terminal al capsulei, adică vom avea 3 terminale denumite Emitor, Bază, Colector.

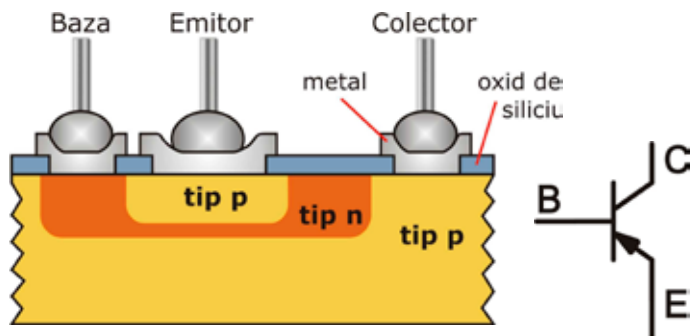


Figura 9a – Structura și simbolul tranzistorului bipolar tip pnp

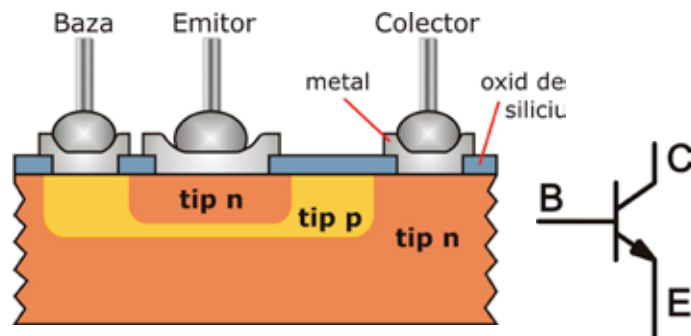


Figura 9b – Structura și simbolul tranzistorului bipolar tip npn

Cum funcționează tranzistorul?

Joncțiunea BE este polarizată direct ($V_{BE} > 0$ la npn și $V_{BE} < 0$ la pnp), având tensiune de deschidere de 0.6 V iar joncțiunea BC este polarizată invers ($V_{BC} < 0$ la npn și $V_{BC} > 0$ la pnp).

Analizând figura de mai sus, observăm ca pentru a permite deschiderea circuitului colector-emitor trebuie să aplicăm o tensiune de deschidere de aproximativ 0.6 V între bază și emitor.

Datorită polarizării directe a joncțiunii BE, în conducție și unilateral, curentul prin joncțiune este dominat de fluxul de purtători majoritari caracteristici emitorului injectați în bază.

Întrucât stratul bazei este foarte subțire, cea mai mare parte a fluxului de purtători ajunge prin difuzie la joncțiunea BC unde câmpul existent în regiunea de barieră permite trecerea electronilor în regiunea de colector, determinând un curent important prin joncțiunea BC, chiar dacă aceasta este polarizată invers. Tensiunea de 0.6 V aplicată pe joncțiunea BE, numită și tensiune de prag

pentru bariera de potențial, permite trecerea unui curent de bază prin joncțiunea BE și în consecință trecerea curentului între colector și emitor.

De la acest nivel de tensiune aplicată pe bază putem controla curentul între colector și emitor, prin curentul injectat în bază.

Rezumând, cu un curent mic injectat în baza tranzistorului bipolar, peste o tensiune de 0.6 V, se pot controla curenți mari în circuitul emitor-colector care se comportă ca o rezistență variabilă **TRANSfer rezISTOR**.

Tipuri de circuite utilizate în receptorul superheterodină

Circuitul de intrare

Pentru a capta un semnal de radiofrecvență, este necesar să dispunem de o antenă adecvată. Din tot spectrul de semnale se selectează doar o frecvență utilizând un circuit acordat realizat din bobina L12 și secțiunea A a condensatorului variabil, circuit care blochează frecvențele nedorite și oferă o selectivitate inițială. Nivelul semnalului la ieșirea antenei este foarte mic, de ordinul microvolților [μV] astfel că acesta este transmis prin bobina L34 către un etaj amplificator de radiofrecvență (ARF) realizat cu tranzistorul Q1.

Pentru a acorda receptorul pe o anumită stație de emisie, se reglează simultan frecvența oscilatorului local și a circuitului de acord utilizând un condensator variabil cu secțiune dublă.

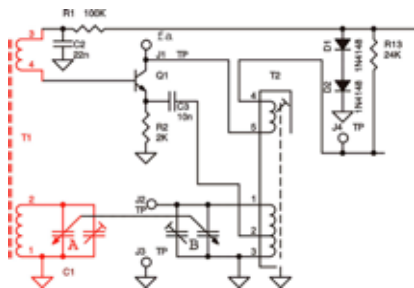


Figura 10 – Circuitul de intrare



Figura 11 – Semnalul de radiofrecvență captat de antenă

Oscilatorul local

Oscilatorul local este un circuit electronic care asigură la ieșirea sa un semnal sinusoidal cu frecvență variabilă obținută prin modificarea capacității unui condensator variabil. Circuitul oscilant de tip LC este realizat din secțiunea primară L13 a unui transformator de RF descris anterior și secțiunea B a condensatorului variabil cuplat solidară cu condensatorul variabil care asigură selectivitatea variabilă a amplificatorului de radiofrecvență. Așa cum vom vedea mai departe, această operație corespunde selecției postului de emisie dorit (acordarea radioreceptorului).

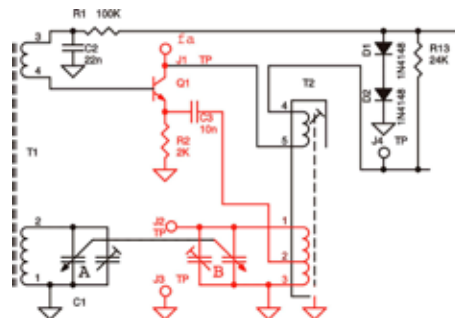


Figura 12 – Oscilatorul local

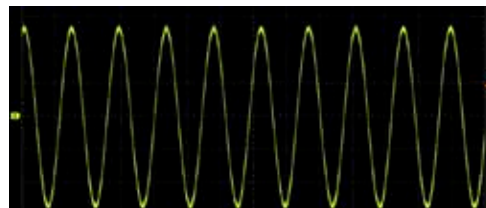


Figura 13 – Oscilațiile generate de oscilatorul local

Schimbătorul de frecvență

Schimbătorul de frecvență (mixer, convertor), este format dintr-un etaj de amestec (ET) al semnalului captat de antenă cu semnalul oscilatorului local. Acesta este astfel realizat, încât transformă frecvența purtătoare a semnalului recepționat într-o frecvență fixă, numită frecvență intermediară sau medie frecvență. Frecvența intermediară este totdeauna aceeași

indiferent de valoarea frecvenței recepționate, spre deosebire de radioreceptorul cu amplificare directă.

În schimbătorul de frecvență se produce deci o modificare a frecvenței purtătoare și totodată o amplificare a semnalului, care rămâne în continuare modulată în amplitudine, la fel ca și semnalul din antenă.

Figura 14 – Circuitul de intrare, oscilatorul local și schimbătorul de frecvență

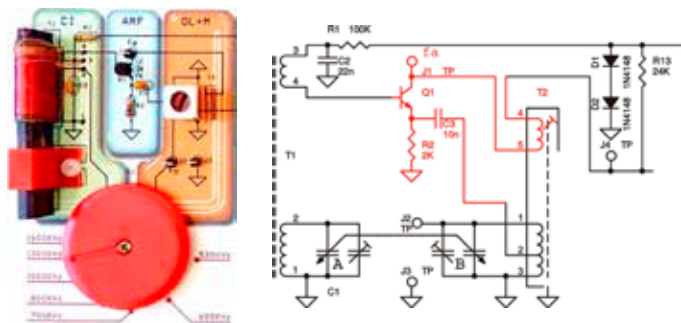


Figura 15 – Schema schimbătorului de frecvență

În figurile 11 și 17 se observă forma semnalului înainte și după etajul schimbătorului de frecvență. Se observă o amplificare a semnalului de RF și o modificare a frecvenței purtătoare, în acest caz, o micșorare a frecvenței.

Cum se produce această conversie ?

Așa cum am descris anterior, semnalul de radiofrecvență este aplicat pe baza tranzistorului Q1. Totodată tranzistorul Q1 este și elementul activ din oscilatorul local. Condensatorul variabil al oscilatorului local este cuplat solidar cu condensatorul variabil al circuitului de acord care asigură selectivitatea variabilă, rezultând o dependență între f_o și f_r . Cele două semnale sunt procesate astfel: pe bobina L45 vom regăsi semnalul de radiofrecvență captat de antenă, aceasta fiind sarcina tranzistorului Q1, amplificatorul de radiofrecvență. Totodată, bobina L45 este cuplată inductiv cu bobina L13, astfel că cele două semnale sunt prelucrate simultan, semnalul rezultat fiind un semnal diferență dintre cele două frecvențe. Întrucât frecvența oscilatorului local este întotdeauna „deasupra” frecvenței semnalului de radiofrecvență selectat pentru recepție, a dat denumirea denumirea de „superheterodină”.

Ca în multe receptoare superheterodină, același etaj are rolul de oscilator, amplificator de RF precum și ca mixer, convertor, pentru schimbare a frecvenței, pentru a economisi costurile, puterea și gabaritul.

Amplificatorul de frecvență intermediară

Este un amplificator deosebit de performant prin selectivitate și prin valoarea amplificării întrucât cea mai mare parte a amplificării unui receptor este dată de amplificatoarele în FI. În majoritatea radioreceptoarelor superheterodină, banda amplificatorului AFI are frecvența centrală de 455 KHz în cazul recepției MA.

Prin amplificatorul de frecvență intermediară s-a rezolvat în mare parte problema sensibilității.

Filtrul FI este un filtru acordat pe frecvența intermediară, ce are rolul de a selecta semnalul de frecvență intermediară din multitudinea de semnale de diferite frecvențe armonice, ce apar în urma amestecului.

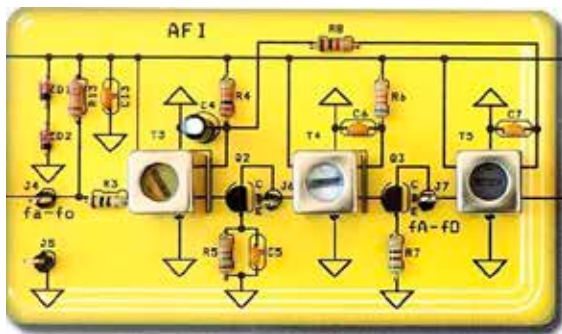


Figura 16 – Amplificatorul de frecvență intermediară

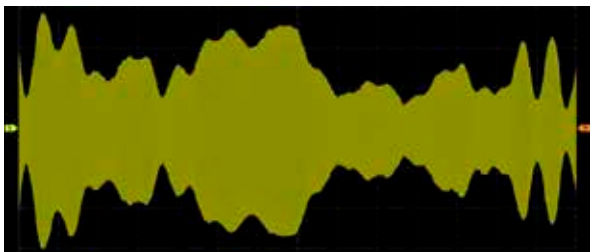


Figura 17 – Forma semnalului în amplificatorul de frecvență intermediară

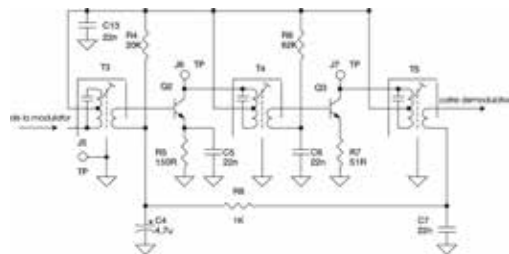


Figura 18 – Schema celor două etaje ale amplificatorului de frecvență intermediară

După conversia în frecvență intermediară, semnalele ecou sunt amplificate în câteva etaje amplificatoare în FI. Banda de trecere a receptorului este determinată de banda de trecere a etajelor AFI. Amplificatoarele în FI trebuie să aibă o amplificare variabilă, astfel încât să asigure la ieșire o amplitudine constantă a semnalelor, chiar dacă la intrare semnalele au amplitudini diferite.

Reglarea amplificării este realizată cu ajutorul unor circuite dedicate de reglare automată a amplificării RAA. Semnalul de reglare a amplificării

este cules de pe ieșirea ultimului etaj de FI T5 și este aplicat pe baza primului etaj de amplificare de FI prin rezistorul R8.

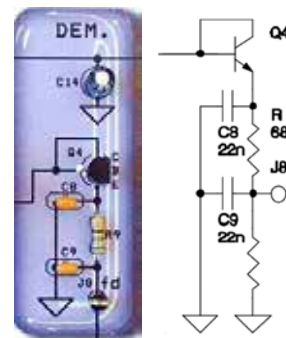
Banda de trecere a filtrului FI este cât mai îngustă posibil, fără a afecta semnalul ecou.

Demodulatorul

Semnalul recepționat este acum procesat de etajul demodulatorului în care semnalul audio este recuperat și apoi amplificat. Demodularea AM necesită redresarea simplă a semnalului RF prin joncțiunea bază emitor a tranzistorului Q4 (așa-numita detecție a plicurilor) și un simplu filtru de frecvență tip trece jos RC, realizat cu rezistorul R68 și condensatoarele C8 și C9, pentru a îndepărta resturile frecvenței intermediare. Semnalul de audiofrecvență rezultat este transmis către amplificatorul audiofrecvență.

Pe pinul de test J8 putem vizualiza semnalul demodulat cu ajutorul osciloscopului.

Figura 19 – Demodulatorul



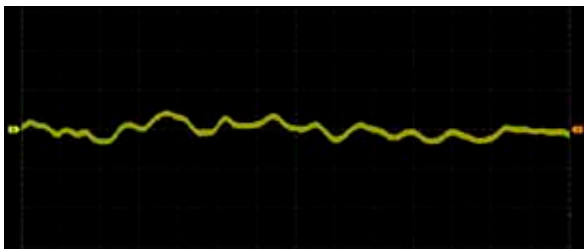


Figura 20 – Forma semnalului demodulat (pin de test J8)

Amplificatorul de audiofrecvență

Semnalul demodulat este preluat de un amplificator de tensiune clasa A, adică tranzistorul Q5 este în conducție pe întreaga perioadă, cu sarcină un transformator T6, care are rolul de a ridica semnalul de audiofrecvență la un nivel suficient de mare pentru a putea fi prelucrat de un etajul final de putere, capabil să excite membrana unui difuzor.

Etajul final de amplificare este de tip push-pull cu transformator de ieșire. Etajul de amplificare cu tranzistoare amplifică pe lângă tensiune și/sau curent, puterea semnalului de la intrare.

Pentru a amplifica semnalul până la o putere suficient de mare pentru a putea fi redat în difuzor, s-a utilizat un amplificator cu două tranzistoare care funcționează pe rând, acționând asupra aceluiași semnal. Unul pompează energie în circuit o jumătate de perioadă, celălalt în jumătatea următoare. De aceea, astfel de circuite se numesc amplificatoare în contratimp.

Este realizat cu doi tranzistori npn identici cu emitorii conectați la masă și cu bazele nepolarizate în curent continuu. Deci, în regim static starea lor este cea de blocare. Semnalul care va fi amplificat este aplicat pe bazele tranzistorilor prin intermediul transformatorului T6 cu priză mediană în secundar, astfel încât fiecare

tranzistor va fi deschis chiar de către semnal câte o jumătate de perioadă.

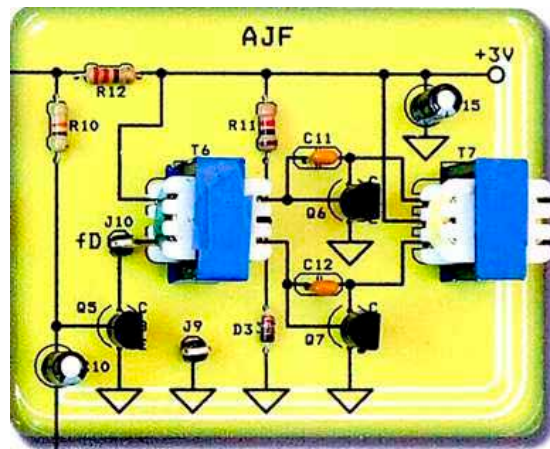


Figura 21 – Amplificatorul de audiofrecvență

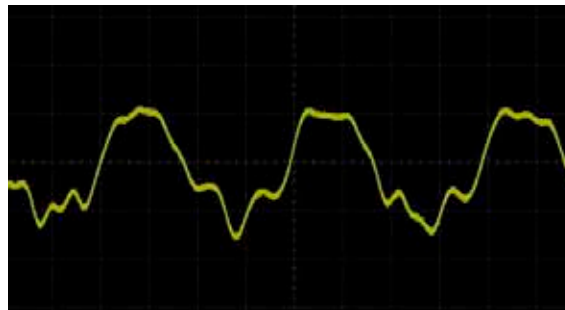


Figura 22 – Forma semnalului de audiofrecvență

Fiecare tranzistor va lucra deci ca un amplificator în clasă B. Datorită neliniarității caracteristicii de transfer a tranzistorilor, când se intră pe porțiunile neliniare are loc o deformare a semnalului (abatere de la forma de undă de la intrare) care va determina apariția distorsiunilor de racordare (cross-over). Blocarea unui tranzistor și intrarea în starea de conducție a celuilalt nu au loc simultan. Micul truc pentru eliminarea acestor distorsiuni este de prepolarizare a bazelor tranzistoarelor prin dioda D3, care menține o tensiune de 0,6V pe bazele tranzistoarelor.

Sarcina amplificatorului, difuzorul, este conectată prin intermediul unui transformator T7 care are rolul de transformator de adaptare.

Pentru a putea obține o putere mai mare la tensiunea de alimentare de 3 V, rezistența de sarcină R_s trebuie să aibă valoare mică, de 8 Ω .

$$P = \frac{V_{ef}^2}{R_s}$$

Astfel, pentru 3 V tensiune de alimentare și impedența de 8 Ω a difuzorului vom obține putere maximă la ieșire de cca. 1,1 W. Trebuie reținut că amplificarea puterii unui semnal este limitată de puterea maximă pe care o poate disipa elementul activ din amplificator.

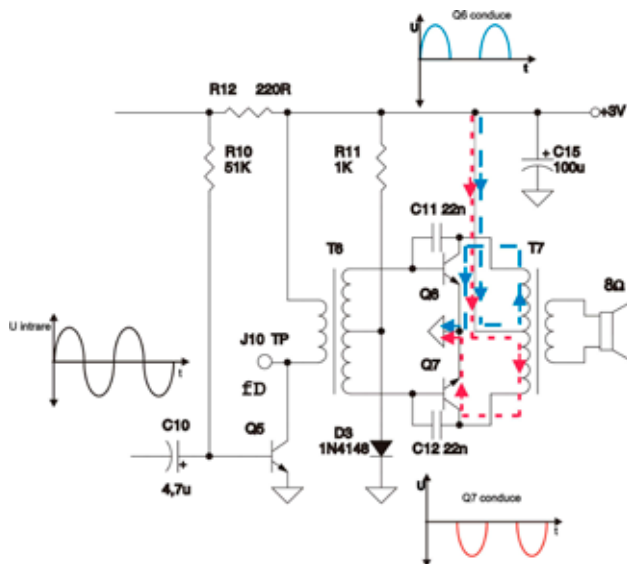


Figura 23 – Schema amplificatorului de audiofrecvență

Analiza radioreceptorului

După prezentarea schemei și funcționării receptorului superheterodină, este necesar să prezentăm și anumite dezavantaje ale acestui tip de receptor precum și modul de soluționare ale acestora. Principala problemă este cea a frecvenței imaginii, adică frecvența stației $\pm$ de două ori frecvența intermediară. Frecvența imaginii are ca rezultat recepționarea simultană a două stații, producând astfel interferențe. Frecvențele imaginilor pot fi însă eliminate prin atenuarea suficientă a semnalului de intrare utilizând un filtru în amplificatorul de RF al receptorului.

Cum apare frecvența imagine?

pentru un semnal AM difuzat la 580 kHz va fi recepționat și prelucrat de etajele de FI de 455 kHz. Oscilatorul local este reglat la $580 + 455 = 1035$ kHz. Deasemenea, este recepționat un semnal la $580 + 455 + 455 = 1490$ KHz și prelucrat de etajele de FI de 455 kHz, la o diferență de 455 KHz de frecvența oscilatorului local astfel că atât semnalul pe care s-a acordat receptorul, cât și imaginea sa, vor apărea pe frecvența intermediară atunci când sunt amestecate cu frecvența oscilatorului local. Întrucât această frecvență de imagine se încadrează în banda de emisie AM, pentru evitarea acestei situații, în practică, receptoarele au un etaj de acord înaintea convertorului, pentru a reduce foarte mult amplitudinea semnalelor de frecvență a imaginii; totodată, posturile de radiodifuziune din aceeași zonă au atribuite frecvențe de emisie astfel alese pentru a se evita recepția frecvențelor imagine.

Pentru evaluarea performanțelor radioreceptoarelor superheterodină, se vor analiza și măsura parametri caracteristici

ai acestora, precum: sensibilitatea limitată de amplificare, sensibilitatea limitată de zgomot, fidelitatea și calitatea semnalului acustic redat de difuzor.

Pentru o înțelegere a termenilor, definim:

- Puterea de ieșire maximă utilizabilă se definește pentru o anumită frecvență ca puterea la care factorul de distorsiuni este mai mic decât o valoare limită (mai mică decât 10%).
- Puterea de ieșire nominală este o putere definită pentru un semnal modulator de frecvență 1 kHz și factor de distorsiuni $\leq 10\%$.
- Puterea de ieșire standard este o putere de măsură, având valorile 1 mW, 5 mW, 50 mW, 500 mW, funcție de clasa receptoarelor.

Parametri caracteristici receptoarelor

Sensibilitatea și fidelitatea

Sensibilitatea

Sensibilitatea este un parametru care se exprimă prin nivelul minim al semnalului de intrare care poate fi prelucrat corespunzător, adică:

- sensibilitatea limitată de amplificare, S_a
- sensibilitatea limitată de zgomot, S_{zg} .

Sensibilitatea limitată de amplificare reprezintă nivelul minim al semnalului de intrare modulat normal, care în condițiile în care radioreceptorul este acordat pe frecvența de măsură și volumul la maxim permite obținerea la ieșire a unui semnal cu puterea egală cu puterea de ieșire standard.

Sensibilitatea limitată de zgomot se definește în mod similar, condiția asupra semnalului de ieșire fiind ca acesta să asigure un raport semnal zgomot standard, de 20 dB.

Selectivitatea

Selectivitatea poate fi definită în două situații:

- ◊ Semnalele aplicate la intrare au valori mici. În acest caz se definesc parametrii:
 - selectivitatea la canalele adiacente;
 - selectivitatea la semnale dependente de tipul de radio-receptor (de exemplu selectivitate la frecvența intermediară, sau la frecvența imagine).

- ◊ Dacă semnalele aplicate la intrare au valori mari se manifestă fenomene neliniare.

Se definesc trei parametri care dau selectivitatea la nivel mare:

- înecarea semnalului util;
- transmodulația;
- atenuarea semnalelor perturbatoare pe frecvența imagine și intermediară.

Fidelitatea

Fidelitatea evidențiază gradul în care radioreceptorul modifică parametrii semnalului modulator în cursul prelucrării.

Fidelitatea receptorului este capacitatea acestuia de a reproduce semnalele sonore cât mai aproape de forma lor reală.

Gama de frecvențe audio este considerată ca fiind cuprinsă între 16 Hz - 16 kHz, așa încât limitările de frecvență sunt introduse de etajul AFI, care pentru MA are o bandă de 4,5 KHz, precum și de etajul AAF.

Fidelitatea este limitată prin forma caracteristicii amplificare/frecvență a receptorului. Pentru modulația în amplitudine voce, muzică în transmisiile cu MA, banda de frecvențe audio este de 300 Hz...4500 Hz

Caracteristica de frecvență se consideră suficient de liniară (uniformă), dacă amplificarea variază de cel mult două ori (6 dB) în etajele de prelucrare a semnalului.

Acum sunteți gata să începeți să folosiți noua platformă.

Lucrări de laborator

Tema Nr. 1 Alinierea receptorului superheterodină

Obiectivele alinierii receptorului superheterodină sunt:

- Sensibilitate maximă, capacitatea de a recepționa semnale slabe sau de la distanțe mari
- Optimizarea selectivității, posibilitatea de a selecta semnalul stației dorite dintre toate cele captate de antenă și de a respinge alte semnale nedorite.

Important de știut

- ◊ Nu există o procedură standard pentru alinierea unui receptor, metodele sunt diverse în funcție de specificul fiecărui receptor.
- ◊ Informațiile prezentate în continuare asupra procedurii de aliniere a circuitelor platformei sunt astfel formulate încât fiecare electronist să își dezvolte propriile proceduri de aliniere atunci când nu dispune de informații suplimentare.
- ◊ Deși prezentăm informații asupra alinierii circuitelor unui radioreceptor în banda de UM cu modulație AM, informațiile sunt aplicabile și altor tipuri de receptoare, principiile și procedura generală aplicându-se tuturor receptoarelor superheterodină. O înțelegere minuțioasă a informațiilor prezentate vor fi extrem de necesare și la aceste alte tipuri de receptoare.
- ◊ Pentru fiecare ajustare efectuată este important să înțelegem:
 - ce se ajustează,
 - scopul ajustării și cum se modifică performanța receptorului
 - modul de efectuare a ajustării.
- ◊ La orice acordare se execută următoarele operații principale, sau numai una dintre ele:
 - acordarea unuia sau a câtorva circuite pe o frecvență fixă oarecare (FI, OL);
 - reglarea circuitelor al căror acord se face simultan (monobuton);
 - ridicarea curbei de acord și etalonarea scării;
 - reglarea selectivității radioreceptorului.
- ◊ Alinierea constă în a menține constantă diferența frecvențelor oscilatorului local față de cea de semnal (incidența). În acest scop circuitele oscilante vor conține un anumit număr de elemente variabile cu care să se poată face alinierea.
- ◊ Pentru circuitele OL, elementele variabile sunt condensatorul pading C_p cu ajutorul căruia se face alinierea în punctul inferior al gamei (lungimea de undă cea mai mare); condensatorul trimmer CT, este utilizat pentru reglajul capătului superior al gamei (lungimea de undă cea mai mică).
- ◊ Ordinea de aliniere a circuitelor radioreceptoarelor este de la circuitul demodulator, se continuă cu ajustarea miezurile transformatoarelor de FI, începând cu ultimul transformator de FI până se ajunge la circuitul de antenă. Circuitul OL se acordează înainte de ajustarea circuitului de acord.
- ◊ Este posibil să fie necesară o poziționare a înfășurărilor pe miezul de ferită, acordarea antenei, pentru nivel maxim de semnal captat de la postul de emisie.

I. Metoda de lucru fără folosirea unor aparate de măsură

Metoda de acord în două puncte ale scalei.

1. Se reglează receptorul până se recepționează un post aproape de extremitatea scalei în gama de UM. În general se recomandă scurtcircuitarea secțiunii oscilator a condensatorului variabil, dar nu este întotdeauna necesar.
2. Acordarea se începe reglând miezurile filtrului FI3 până se obține o audiție maximă în difuzor sau valoare maximă citită pe instrumentul de măsură.
3. Se trece la reglarea miezurilor filtrului FI2, apoi FI1.
4. Acordul optim înseamnă că filtrele de FI au fost reaccordate pe frecvența normală de 455 kHz.
5. Urmează aducerea postului respectiv în dreptul inscripției de pe scală. Aceasta se face din semireglabilul oscilatorului.
6. Se ajustează trimerii circuitului de intrare CI. Operația se repetă pentru un alt post, din cealaltă extremitate a scalei și se corectează frecvența oscilatorului. Acesta este un acord denumit în două puncte ale scalei.
7. Alinierea în 3 puncte înseamnă acordarea la extremitățile scalei, precum s-a descris anterior precum și la mijlocul scalei.

II. Metoda de lucru prin folosirea aparatelor de măsură

Reaccordarea și alinierea radioreceptorului se poate face mai comod cu un generator de semnal, de la care se poate obține un semnal cu amplitudine constantă, încât la ieșire să se poată măsura prin manevrarea potențimetrului de volum al sunetului de nivel echivalent cu 50 mW, atunci când se acționează asupra circuitelor de FI, OL și CI.

1. Se verifică starea bateriilor și se înlocuiesc dacă tensiunea de alimentare este sub 2,5V.
2. Se scurtcircuitază pinii J2 și J3, eliminând astfel oscilatorul local.
3. Se verifică dacă este cuplată alimentarea (butonul ON de pe panoul frontal al aparatului apăsat);

4. Se reglează generatorul de semnal pentru tensiune sinusoidală de amplitudine $V_i = 100 \text{ mV}$
5. Se reglează frecvența generatorului de semnal pentru frecvența $f = 455 \text{ KHz}$.
6. Se reglează frecvența de modulare a generatorului de semnal pentru frecvența $f = 1000 \text{ Hz}$.
7. Se reglează gradul de modulare 30%
8. Se aplică semnalul pe pinul fa, injectând astfel semnalul la intrarea amplificatorului de frecvență intermediară
9. Se pregătește osciloscopul și sonda de măsură cu masa sondei conectată la masa circuitului.
10. Se vizualizează pe ecranul osciloscopului tensiunea semnalului, prin intermediul sondei de măsură aplicate în circuit pe pinul de test fd de la ieșirea demodulatorului.
11. Se reglează miezul transformatorului de FI T5 până se obține maximum de amplitudine.
12. Se vizualizează pe ecranul osciloscopului tensiunea semnalului, prin intermediul sondei de măsură aplicate în circuit pe pinul de test J7
13. Se reglează miezul transformatorului de FI T4 până se obține maximum de amplitudine, similar semnalului vizualizat la punctul 10.
14. Se repetă operația pentru transformatorul T3, vizualizând semnalul pe pinul de test J6
15. Se decuplează alimentarea (butonul ON de pe panoul frontal al aparatului ridicat)
16. Se decuplează scurtcircuitul dintre pinii J2 și J3, oscilatorul local va genera oscilații la cuplarea alimentării.
17. Se cuplează alimentarea (butonul ON de pe panoul frontal al aparatului apăsat);
18. Se alege pe rând benzile de frecvență 1470 KHz, 1000 KHz, 550 KHz și se reglează capetele de scară prin reglarea semireglabilului de pe condensatorul variabil.

III. Metoda de lucru prin folosirea antenei artificiale și a aparatelor de măsură

Antena artificială reprezintă un circuit care se intercalează între generator și receptor pentru a simula cât mai bine comportarea antenei reale.

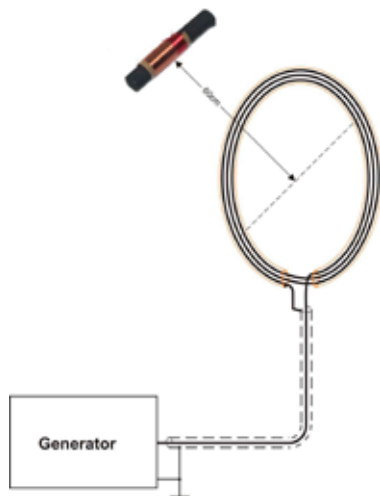


Figura 24 – Antena artificială

Acordarea și alinierea radioreceptorului, inclusiv a circuitului de intrare, se poate face astfel mai comod și complet, utilizând un generator de semnal și antena artificială.

Pentru radioreceptoarele prevăzute cu antenă cu ferită (gama UM) în procesul de măsurare se poate conecta o antenă cadru artificială la ieșirea generatorului de semnal, așa cum se prezintă în Figura 24.

Antena cadru artificială produce un câmp electromagnetic în

banda 150 KHz - 1,6 MHz, câmp care va fi captat de antena cu ferită a radioreceptorului.

Antena cadru artificială este compusă dintr-un cadru în formă de cerc, cu diametrul de 25 cm, realizat din trei spire de cupru izolat de 0,1 mm bobinate în interiorul unui tub de cupru sau aluminiu cu diametrul de 10 -12 mm. Inductanța cadrului de aproximativ 7,5 μ H este conectată la generatorul de radiofrecvență prin intermediul unui cablu coaxial astfel: un capăt la conductorul central al cablului iar celălalt capăt la cadrul metalic conectat la masă prin tresa ecran a cablului coaxial.

Cablul coaxial trebuie să aibă o lungime de 1,2 m și o capacitate totală de 120 pF.

Antena cu ferită a radioreceptorului, căreia i se aplică câmpul, trebuie să fie plasată în raport cu antena artificială astfel ca planul spirelor antenei cadru artificiale să fie perpendicular pe axul antenei radio- receptorului pentru transfer maxim de câmp, la o distanță de 0,6 m.

Antena artificială descrisă mai sus este, poate, modelul cel mai relevant al circuitului oscilant deschis, adică antena compusă, așa cum a fost prezentată în capitolul "Cum sunt emise și recepționate undele electromagnetice", dintr-o inductanță și un condensator. Pentru o distanță $d = 0,6$ m și o valoare a impedenței de cca. 400 Ω , intensitatea câmpului în dreptul antenei cu ferită va fi de 0,05 μ V/m.

Puteți să recunoașteți armăturile condensatorului circuitului oscilant deschis?

Tema Nr. 2

Măsurarea unor parametri caracteristici receptoarelor

Măsurarea fidelității

1. Se verifică dacă sursa de alimentare este decuplată (ledul ON de pe panoul frontal al aparatului trebuie să fie stins); dacă sursa de alimentare nu este decuplată, atunci se va apăsa butonul de pe panoul frontal în poziția Off pentru decuplarea acesteia (se observă stingerea ledului ON).
2. Se reglează generatorul de semnal pentru tensiune sinusoidală de amplitudine egală cu valoarea maximă care se poate obține de la generatorul de semnal, dar nu mai mare de 1V și frecvența $f=50\text{kHz}$.
3. Se pregătește osciloscopul și sonda de măsură cu masa sondei conectată la masa circuitului.
4. Se generează cu ajutorul GRF un semnal modulat cu $f_m=1000\text{Hz}$ și $m=30\%$, pe una din frecvențele standard de măsură. Reglajul de volum este la poziția maxim și se urmărește realizarea acordului.
5. Se variază frecvența modulatoră în gama 20Hz până la 20kHz , cu pasul de 2kHz și se notează în dreptul fiecărei valori tensiunea obținută pe voltmetru, U_{out} .
6. Se cuplează sursa de alimentare la montaj, prin apăsarea butonului de pe panoul frontal al acesteia (ledul ON de pe panoul frontal al aparatului se aprinde);
7. Se trasează caracteristica $U_{out}(f_m)$, caracteristica electrică la frecvență globală a receptorului (distorsiunile liniare).

Observație:

- Distorsiunile liniare (de amplitudine), ce rezultă din caracteristica de frecvență globală a radioreceptorului se pot măsura prin variația puterii de ieșire a semnalului RF mo-

dulat cu $m=30\%$ în funcție de frecvența modulatoră.

- Se modifică nivelul semnalului de intrare din generatorul de semnal astfel ca la ieșirea receptorului să se obțină tensiunea de 447 mVef , corespunzătoare puterii standard de 50 mW , pe o sarcină de 4Ω . Se urmărește din nou acordul receptorului și iterativ nivelul tensiunii de intrare, până când indicația voltmetrului este maximă și la 447 mVef .
- Se măsoară nivelul tensiunii de intrare din generatorul de semnal, care reprezintă echivalentul semnalului din antenă.

Atenție: datorită blocului de reglaj automat al amplificării (RAA), tensiunea de ieșire nu va varia linear cu tensiunea de la intrarea radioreceptorului.

Măsurarea sensibilității limitate de amplificare

Se parcurg pașii descriși mai jos:

1. Folosind generatorul de semnal se va genera un semnal MA, în funcție de frecvența de măsură ($525\text{-}160\text{ kHz}$) cu nivel mai mic de 100 mVef . Se realizează acordul receptorului, urmărind indicația maximă pe voltmetru. Reglajul de volum este la maxim.
2. Se măsoară tensiunea de ieșire U_{out} folosind voltmetrul. Se suprimă modulația ($m=0$) și se măsoară pe voltmetru valoarea U_{zg} .
3. Se trasează pe același grafic valorile $U_{out}[\text{dB}\mu\text{V}]$ ($U_{in}[\text{mV}]$) și $U_{zg}[\text{dB}\mu\text{V}]$ ($U_{in}[\text{mV}]$). Se deduce S_{zg} ca fiind cea valoare pentru care diferența între cele două curbe pe verticală este egală cu RSZ standard (20 dB la MA - UM).

Ce urmează?

Ați finalizat călătoria prin lecturarea documentației platformei Epsicom.

Acum sunteți familiarizați cu termenii, cunoașteți modulele, componentele electronice, rolul și funcționarea lor. Ați aflat cum se recepționează undele electromagnetice, cum se prelucrează semnalele prin heterodinare.

Veti înțelege acum mult mai ușor principiul conform căruia frecvențele multiple aplicate pe un dispozitiv nelinier produc noi frecvențe care sunt sume sau diferențe ale frecvențelor aplicate și ale armonicilor acestora, cu aplicații actuale din cele mai diverse: Spectroscopia de tunelare cu scanare heterodină,

Echipamente de testare, inspecție pentru coerența tomografiei utilizând tehnici de transmisie sau detecție optică coerentă numite

tehnici optice heterodine,

Radare «laser» sau care utilizează echipamente de detectare și măsurare a distanței ce utilizează tehnici de detecție heterodină sau homodină coerente, ... și multe, foarte multe aplicații viitoare.

Vă invităm să vă alăturați miilor de utilizatori ai produselor firmei Epsicom.

Veți găsi idei noi și tutoriale foarte utile ce pot completa propriile voastre proiecte.

Bine ați venit!

Bibliografie

The Super Heterodyne Receiver notes, Jim Stiles The Univ. of Kansas Dept. of EECS

NOȚIUNI DE BAZĂ DESPRE RECEPTOARELE RADIO, vega.unitbv.ro
> courses > rtv > RCOM_Cap1NotiuniDeBazaRadio

Laboratorul de Sisteme de Radiocomunicații, Universitatea Politehnică București

Proiecte noi

Oscilatoare Colpitts, Clapp, Hartley, Pierce, RC.

Emițătoare cu modulație în frecvență

Comunicații WiFi

ATENȚIONARE

Toate produsele Epsicom sunt protejate de legea dreptului de autor și tratatul internațional privind drepturile de autor. Prin urmare, acest manual trebuie tratat ca orice alt material copyright. Nici o parte a acestui manual, inclusiv produsul descris în prezentul document, nu trebuie să fie reprodusă, stocată într-un sistem de preluare, tradusă sau transmisă sub orice formă sau prin orice mijloace, fără permisiunea prealabilă scrisă a Epsicom. Ediția manuală PDF poate fi tipărită pentru uz local sau privat, dar nu pentru distribuție. Orice modificare a acestui manual este interzisă.

Epsicom furnizează acest manual tutorial „așa cum este” fără garanție, exprimată sau implicită, incluzând însă garanțiile sau condițiile implicite de comercializare în scop educațional.

Epsicom nu își asumă nicio responsabilitate sau răspundere pentru erorile, omisiunile și inexactitățile care pot apărea în acest manual. În niciun caz, Epsicom, directorii, angajații sau distribuitorii săi nu vor fi răspunzători pentru daune indirecte, specifice, incidentale sau consecințe (inclusiv daune pentru pierderea profitului și informațiilor comerciale, întreruperea afacerii sau orice altă pierdere pecuniară) care rezultă din utilizarea acestui manual sau produs, chiar dacă Epsicom a fost înștiințat cu privire la posibilitatea unor astfel de daune. Epsicom își rezervă dreptul de a schimba informațiile conținute în acest manual în orice moment, fără notificare prealabilă, dacă este necesar.

Produsele Epsicom nu sunt proiectate, fabricate sau destinate utilizării sau revânzării ca echipamente de control, în medii care necesită performanțe în condiții de siguranță, cum ar fi în exploatarea instalațiilor care ar putea duce la daune fizice sau de mediu grave.

Epsicom și furnizorii săi renunță în mod specific la orice garanție expresă sau implicită pentru activitățile cu risc ridicat.

Numele, sigla Epsicom și logo-ul Epsicom sunt mărci înregistrate ale Epsicom. Toate celelalte mărci comerciale menționate aici sunt proprietatea companiilor respective.

Toate celelalte nume de produse și corporații care apar în acest manual pot sau nu să fie mărci înregistrate sau cu drepturi de autor ale companiilor respective și sunt utilizate numai pentru identificare sau explicație și în beneficiul proprietarilor, fără intenția de a încălca.

Copyright © EPSICOM 2020, All Rights Reserved.

Dacă doriți să aflați mai multe despre produsele noastre,
vizitați site-ul nostru www.epsicom.com

Dacă aveți întrebări, comentarii sau propuneri de afaceri,
nu ezitați să ne contactați la office@epsicom.com