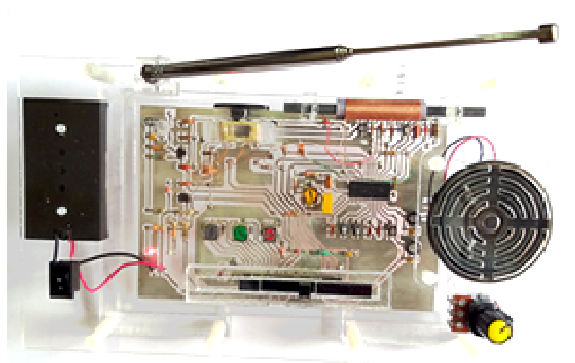


# Receptorul Radio MF / MA

— *Platformă educațională* —



Modulația în frecvență/modulația în amplitudine

Modul analiză  
Analiza circuitelor

Tensiune de alimentare 3 V  
Alimentare baterii

Puncte de test pe fiecare bloc  
Puncte de măsură semnale

Testare în Lucrări de Laborator  
Performanțe circuit

Conectivitate  
Lab-Test

# Clienților noștri pasionați

Încercăm prin această 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

<b>Introducere</b>	<b>2</b>	<b>Tipuri de circuite utilizate în receptorul superheterodină</b>	<b>20</b>
Prezentare.....	2	Circuitul de intrare UM, US, UUS .....	20
Important de știut.....	3	Oscilatorul local AM, oscilatorul local FM.....	21
<b>Noțiuni introductive</b>	<b>4</b>	Schimbătorul de frecvență.....	22
Ce sunt undele electromagnetice? .....	4	<b>Analiza radioreceptorului</b>	<b>25</b>
Cum sunt emise și recepționate undele electromagnetice? .....	4	Parametri caracteristici receptoarelor .....	25
Ce sunt receptoarele radio? .....	5	Sensibilitatea.....	25
Receptoare cu schimbare de frecvență		Selectivitatea.....	25
Cum funcționează? .....	5	Fidelitatea.....	25
Caracteristici.....	6	<b>Lucrări de laborator</b>	<b>26</b>
Recapitulare asupra componentelor din circuit.....	8	Alinierea receptorului superheterodină .....	26
Antena cu ferită .....	8	I. Metoda de lucru fără aparate de măsură .....	26
Condensatorul variabil.....	8	II. Metoda de lucru cu aparate de măsură.....	26
Filtrele de frecvență intermediară (FI).....	9	III. Metoda de lucru prin folosirea antenei	
Rezistorul.....	10	artificiale și a aparatelor de măsură 27	
Condensatorul .....	10	Măsurarea unor parametri caracteristici.....	29
<b>Platforma radioreceptor AM/FM 12</b>	<b>12</b>	Măsurarea fidelității .....	29
Din ce este compus acest radioreceptor? .....	12	Măsurarea sensibilității limitate	
Circuitul integrat <b>CXA1191</b> .....	12	de amplificare.....	29
Schema electrică a radioreceptorului AM/FM .....	13	<b>Ce urmează?</b>	<b>30</b>
Caracteristici, funcții, rolul pinilor .....	14	Bibliografie .....	30

# 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.

Se prezintă alinierea receptoarelor radio în banda de difuzare AM și FM, informațiile 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 un real folos atunci când se va trece de la aceste tipuri 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 întrebat 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, stu-diul „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, finali-zând 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 AM /FM

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 studiu 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 scilicitoare care aschimbato totul!

### De ce în această variantă?

Utilizăm zilnic aparate de radio cărora nu le înțelegem cu adevărat funcționarea. Varianta acestei platforme hibride realizate cu un circuit integrat specializat și 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**  
~100 mA



**Dimensiune modul**  
85 x 120 x 40 mm



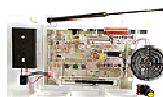
**Greutate**  
~400 g

### Completul de lucru conține:



1

Cutie



2

Platforma



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.

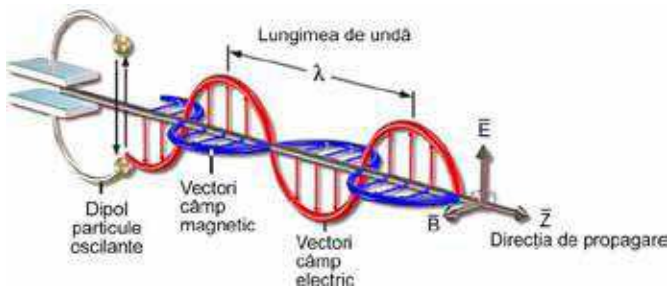


Figura 1 – Unda electromagnetică

## 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 circuite 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, pen-tru a fi emisă într-un mediu oarecare, cel mai adesea aerul.

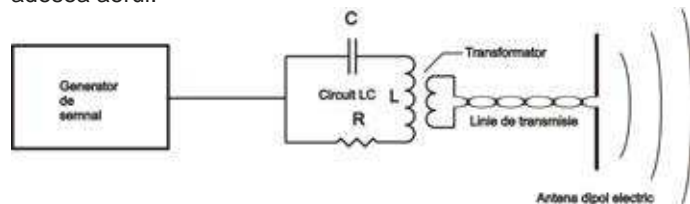


Figura 2 – Cuplarea antenei

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 antenă, 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 antenei. 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.

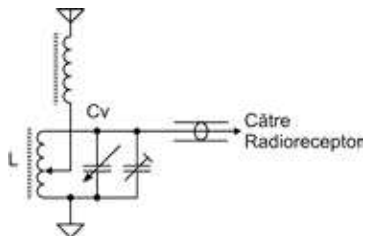


Figura 3. – Model teoretic de acordare a antenei

## 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 spatele 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.

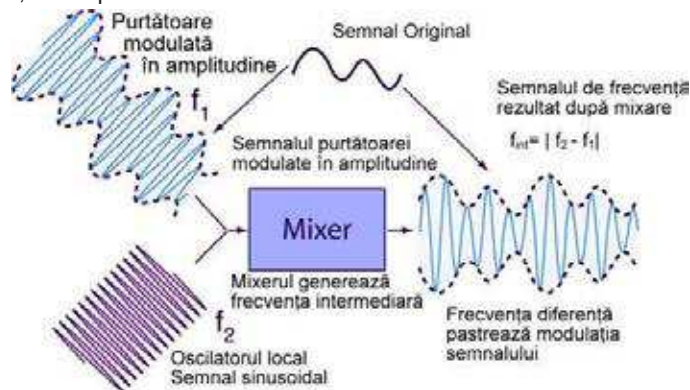


Figura 4 – Procesarea semnalului la receptoarele superheterodină

**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 ne-cesar realizării schimbării frecvenței purtătoare a semnalului; frecvența de oscilație fosc depinde de frecvența semnalului recepționat (util)  $f_s$  și de frecvență intermediară  $f_i$ , conform relației 1.1;

**M** – etaj de amestec (mixer) realizează amestecul semnalului recepționat ( $f_s$ ) cu semnalul oscilatorului local ( $f_{osc}$ ), în vederea extragerii componentei de frecvență intermediară ( $f_i = f_{osc} - f_s$ ), 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  $f_i$ ;

**AFC** – Automatic Frequency Control – sau **CAF** Controlul Automat al Frecvenței, numit și Acordare fină automată (AFT), este o metodă sau un circuit pentru a menține automat un circuit rezonant reglat la frecvența unui semnal radio de intrare. Este folosit la receptoarele radio pentru a menține receptorul acordat la frecvența postului dorit;

**AGC** – Automatic Gain Control – sau **RAA** Reglajul Automat al Amplificării este un circuit de reglare a reacției în buclă închisă într-un amplificator cu scopul de a menține o amplitudine adecvată a semnalului la ieșire la variații ale amplitudinii semnalului la intrare. Nivelul mediu sau de vârf al semnalului de ieșire este utilizat pentru a regla dinamic câștigul amplificatoarelor și este utilizat în majoritatea receptoarelor radio pentru a egaliza volumul mediu al diferitelor posturi de radio datorită diferențelor în puterea semnalului recepționat dar și la variații ale semnalului radio al unei singure stații din cauza estompării;

**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;

**Dif** – 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 antena exterioară.

Această antenă înlocuiește atât antena exterioară cât și primul circuit de acord al receptorului radio.

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:

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

Figura 6 – Condensator variabil



unde:

$\varepsilon$  - 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:

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

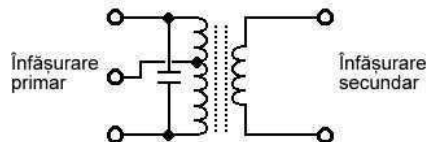
unde  $n$  este numărul de armături, distanța  $d$  este constantă, variază doar suprafața  $S$  a armăturilor suprapuse.

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  $2 \times 330$  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 regla fine.

## 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 amplitudine, 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  $\mu\text{H}$ ) și numărul de spire, acestea fiind acordate pe frecvența centrală de 796 KHz.

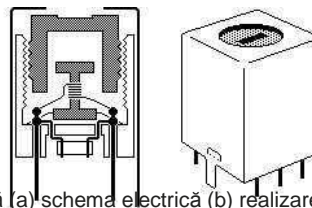


Figura 7 – Filtrul de frecvență intermediară (a) schema electrică (b) realizare

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 $\mu\text{H}$	70	87	7
42IF301	50K: 500	IF 1	Galben	20: 1	680 $\mu\text{H}$	77	66	7
42IF102	30K: 500	IF 2	Alb	22: 1	680 $\mu\text{H}$	98	57	7
42IF302	30K: 500	IF 2	Alb	22: 1	680 $\mu\text{H}$	95	48	7
42IF103	20K: 6K	IF 3	Negru	6: 1	680 $\mu\text{H}$	103	50	27
42IF303	20K: 5K	IF 3	Negru	7: 1	680 $\mu\text{H}$	102	41	21
<b>Transformatorul utilizat pentru Oscilatorul local (796 KHz)</b>								
42IF300	Osc. AM	Acord	Roșu	10: 1	360 $\mu\text{H}$	92	3	9
42IF100	Osc. AM	Acord	Roșu	13: 1	360 $\mu\text{H}$	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:

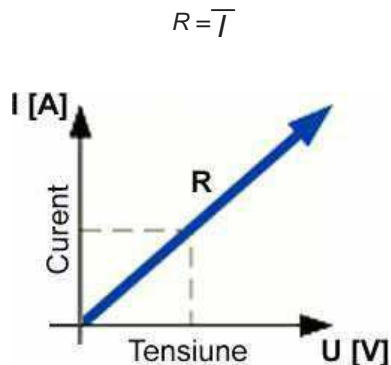


Figura 8 – Caracteristica tensiune-curent

Unitatea de măsură a rezistenței electrice în sistemul internațional este ohm-ul ( $\Omega$ )

$I$  - 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 ( $\Omega$ );

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.

## Condensatorul

Prin construcție, un condensator este format din două plăci conductoare poziționate paralel, numite armături, care sunt separate electric printr-un material dielectric (aer, hârtie cerată, mică, ceramică, plastic). Materialele dielectrice își modifică starea electrică sub acțiunea câmpurilor electrice și apare efectul de polarizare sub acțiunea câmpului electric.

Putem acum să definim condensatorul: este o componentă care are „capacitatea” de a stoca energie sub formă de sarcini electrice care produc o diferență de potențial (tensiune statică) pe armăturile sale, asemenea unei mici baterii reîncărcabile.

Cele două armături sunt încărcate cu o sarcină electrică egală, dar de semn opus.

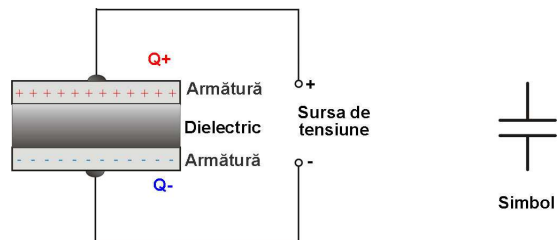


Figura 9 – Condensatorul electric

Cum se realizează aceasta ?

Astfel, dacă aplicăm o tensiune electrică la bornele condensatorului, acesta acumulează o cantitate de sarcini

electrice ( $Q$ ) proporțională cu tensiunea aplicată ( $U$ ) și capacitatea condensatorului ( $C$ ) conform relației:

$$Q = CU$$

Pe măsura formării câmpului electric datorită aplicării tensiunii, electronii liberi se vor aduna la terminalul negativ fiind luați de la terminalul pozitiv. Această diferență de sarcină se traduce prin apariția unui stoc de energie electrică în capacitor și reprezintă sarcina potențială a electronilor dintre cele două armături. Cu cât diferența numerică a electronilor dintre cele două armături este mai mare cu atât mai mare este fluxul câmpului electric și stocul de energie din capacitor ( condensator ).

Energia câmpului electric din capacitor ( condensator ) este :

$$E = \frac{CU^2}{2}$$

Energia stocată într-un capacitor depinde de tensiunea dintre armături.

Abilitatea capacitoarelor de a stoca energie în funcție de tensiune se traduce printr-o tendință de menținere a tensiunii la un nivel constant. Cu alte cuvinte condensatoarele tind să se opună variației căderii de tensiune, folosind sau generând curent de la/spre sursa de tensiune, în sens invers cu variația.

Pentru a stoca mai multă energie într-un capacitor, trebuie mărită valoarea tensiunii la bornele sale cu alte cuvinte se majorează numărul electronilor pe armătura negativă și se diminuează numărul acestora pe armătura pozitivă.

Prin eliberarea energiei dintr-un capacitor, valoarea tensiunii la bornele sale scade odata cu câmpul electric, numărul electronilor pe armătura negativă scade prin deplasarea lor spre armătura pozitivă dând naștere unui curent în aceea direcție.

Unitatea de măsură, în sistemul internațional, pentru capacitatea electrică este faradul (notat F)

Capacitatea unui condensator plan se calculează cu formula:

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

$S$  - suprafața dintre cele două plăci conductoare care alcătuiesc condensatorul. Cu cât suprafața este mai mare cu atât este mai mare capacitatea.

$d$  - distanța,  $d$  între cele două plăci, cu cât distanța este mai mică, cu atât capacitatea este mai mare.

$\epsilon$  - constanta dielectrică - tipul de material care separă cele două plăci numite „dielectric”, cu cât este mai mare permitivitatea dielectricului cu atât capacitatea este mai mare.

Dielectricul oferă următoarele avantaje:

- Constanta dielectrică este proprietatea materialului dielectric și variază de la un material la altul crescând capacitatea cu un factor de  $k$ .

Permitivitatea dielectricului crește valoarea capacității.

Dielectricul crește tensiunea de funcționare maximă comparativ cu aerul.

# Platforma radioreceptor AM/FM

## Din ce este compus acest radioreceptor?

**CXA1191** este un circuit integrat monolitic bipolar pentru utilizare în aparatele de radio portabile. Circuitul este relativ simplu, compus dintr-un număr redus de componente externe în jurul unui circuit integrat specializat CXA1191, ce conține toate blocurile funcționale ale receptorului radio cu modulație în amplitudine AM, modulație în frecvență FM:

- amplificatorul de audiofrecvență AF și de comutare necesare acestor tipuri de receptoare radio.

Prin proiectare, s-au făcut eforturi deosebite pentru a obține performanțe bune pentru toate benzile AM (unde scurte și lungi) reușind îmbunătățirea performanței radioului în toate benzile de frecvență.

Unul dintre principalele avantaje ale CXA1191 este că toate funcțiile receptorului (inclusiv opțiunile) sunt integrate, testate la nivel de module integrate, ceea ce permite fabricația rapidă cu costuri reduse.

Un alt avantaj este tensiunea mică de alimentare de 3V.

În figura de mai jos se prezintă diagrama de circuit pentru radiourile AM/AF de gamă inferioară care utilizează CXA1191.

Opțiunea AFC îmbunătățește substanțial comportamentul de acordare. Designul special al funcției AFC pe cip înseamnă că sunt evitate dezavantaje comune, cum ar fi panta asimetrică, efectele de temperatură (pe integrat) și intervalul de reținere nelimitat.

După cum este menționat în „Descrierea pinului 6”, panta AFC trebuie inversată atunci când frecvența oscilatorului local (LO) trebuie să fie sub frecvența de recepție.

În secțiunea de intrare FM RF, filtrul de antenă cu cost redus

Selectorul de comutare: AM, FM îmbunătățește comportamentul semnalului puternic prin protejarea mixerului FM împotriva supraîncărcării. Acest lucru este asigurat de AGC RF (automatic gain control ) cu lățime de bandă largă integrată. Dacă este necesar, pragul AGC poate fi micșorat de un rezistor.

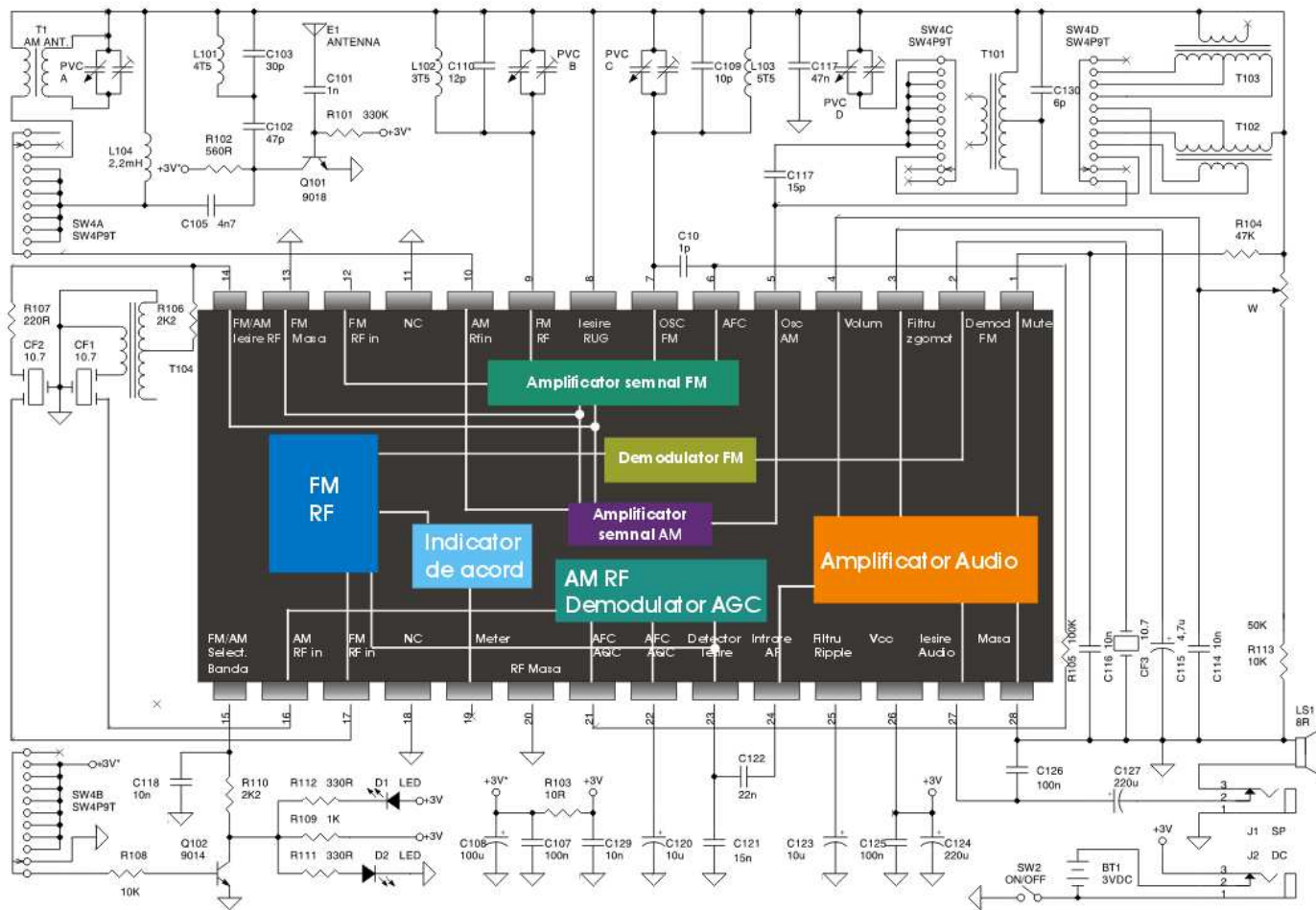


Figura 10 – Schema electrică a radioreceptorului AM / FM

## CARACTERISTICI

Numar mic de componente externe

Consum scăzut ( $V_{CC}=3V$ )

– FM:  $I_D=5.3mA$  (Tip.)

– AM:  $I_D=3.4mA$  (Tip.)

Comutator de selectare FM / AM încorporat

Capabilitate de curent pentru amplificatorul audio

## FUNCTII

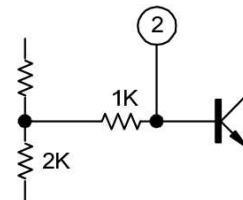
Blocul FM	RF amplifier, Mixer și OSC (AFC condensator variabil încorporat) Amplificator IF Detectie Quadratură Semnalizare acord cu LED
Blocul AM	RF amplificator, Mixer și OSC (cu RF AGC) Amplificator IF și (cu IF AGC) Detector Semnalizare acord cu LED
Blocul AF :	Control electronic al volumului (Electronic volume control) Muting
Structura:	Circuit integrat monolitic

## Rolul pinilor

### Pinul 2 - Circuit de schimbare de fază

Conectare discriminator ceramic.

Tensiune de alimentare (V)			
$V_{CC}=3V$		$V_{CC}=6V$	
FM	AM	FM	AM
2.18	2.70	4.88	5.43

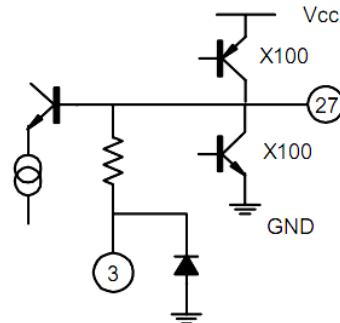


### Pinul 3 – Reacție negativă

Descriere

Tensiune pin (V)			
$V_{CC}=3V$		$V_{CC}=6V$	
FM	AM	FM	AM
1,50	1.50	3,00	3,00

Se conectează printr-un condensator extern la masă, realizând un filtru RC serie, circuit de amortizare (snubber). Rolul acestui circuit este de a reduce amplitudinea unui semnal în fază (reacție pozitivă), ce poate genera frecvențe de oscilație în etajul final.

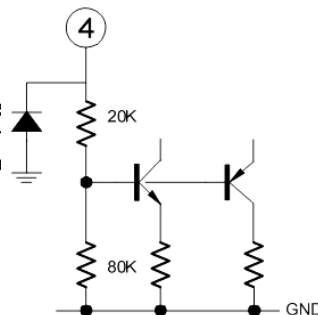


### Pinul 27 – Pin de ieșire amplificator AF

Amplificatorul de audiofrecvență de clasă AB, o configurație de amplificator care se află undeva între configurațiile de clasă A și clasa B. O tensiune mică de polarizare menține tranzistoarele de ieșire pornite chiar dacă nu există semnal de intrare. Tranzistoarele vor funcționa normal în regiunea lor activă pentru orice semnal de intrare. Un astfel de amplificator audio simplu, de putere și de înaltă calitate, este foarte potrivit pentru radioreceptoare.

### Pinul 4 – Potentiometru pentru control electronic al volumului

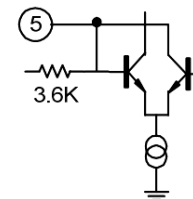
Nivelul de semnal la intrarea amplificatorului este controlat cu tensiunea aplicată pe pinul 4, culea: de pe un potențiomtru. Tensiunea se aplică printr-un divizor rezistiv pe baza unor tranzistoare care sunt astfel polarizate și permit trecerea semnalului la masă prin curentul  $I_{ce}$ , modificând amplificari



## Pinul 5 – Circuit oscilator local AM

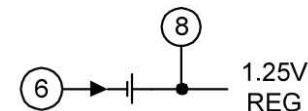
Oscilatorul local pentru modulația în amplitudine este realizat cu circuitul acordat LC extern T101 și un tranzistor intern cuplat pe pinul 5 al circuitului integrat.

Pentru o bună stabilitate a amplitudinii oscilației pe tot domeniul de frecvențe, circuitul oscilator a fost prevăzut un generator de curent constant în emitorul tranzistorului.



## Pinul 6 – Controlul automat al frecvenței AFC

Frecvența oscilatorului local FM este controlată suplimentar pe pinul 6, printr-un condensator extern, de semnalul demodulator de pe pinul 21 pentru stabilitatea recepționării postului selectat în jurul frecvenței de acord.



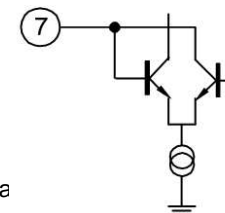
## Pinul 8 – Referință 1.25V

Pentru o mai bună stabilitate a oscilațiilor funcție de tensiunea de alimentare, se utilizează un circuit stabilizator de tensiune de 1,25V

## Pinul 7 – Oscilatorul local FM

Oscilatorul local pentru modulația în frecvență este realizat cu circuitul acordat LC extern L103, C109 și un tranzistor intern cuplat pe pinul 7 al circuitului integrat.

Ca și la oscilatorul pentru modulația în amplitudine, pentru o bună stabilitate a amplitudinii oscilației pe tot domeniul de frecvențe, circuitul oscilator a fost prevăzut un generator de curent constant în emitorul tra

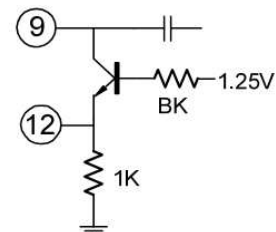


## Pinul 9 – Către bobina de acord FM RF

Circuitul de acord este realizat extern cu L102 și C110 și este aplicat pe pinul 9, simultan cu semnalul de RF captat de antenă aplicat pe pinul 12

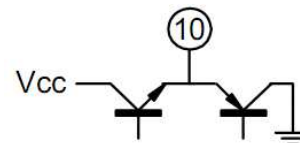
## Pinul 12 – Intrare FM RF

Semnalul captat de antenă este aplicat pe emitorul tranzistorului. Este un etaj de amplificare cu bază comună, pentru semnale mici. Semnalul de intrare se aplică pe emitor prin intermediul unui condensator de cuplaj, iar semnalul de ieșire se culege din colector prin intermediul unui condensator de cuplaj. Tensiunea fixă de polarizare de 1,25V aplicată pe baza acestuia va determina variația tensiunii  $V_{be}$  ce va fi amplificată iar semnalul va fi transmis către următoarele etaje pentru a fi prelucrat.



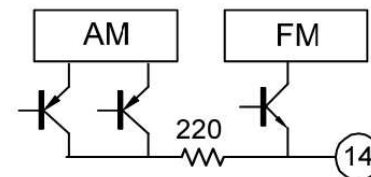
## Pinul 10 – Intrare AM RF

Semnalul captat de antena pe ferită prin circuitul de acord este amplificat de un etaj de amplificare cu bază comună, ca și în cazul amplificatorului de FM (pin 9). Amplificatorul de bază comună nu poate funcționa ca amplificator de curent ( $A_i \neq 1$ ), acesta are capacitatea de a funcționa ca amplificator de tensiune. Câștigul de tensiune pentru amplificatorul în bază comună este raportul dintre  $V_{OUT}/V_{IN}$ , adică tensiunea colectorului  $V_C$  și tensiunea emitorului  $V_E$ . Cu alte cuvinte,  $V_{OUT} = V_C$  și  $V_{IN} = V_E$ .



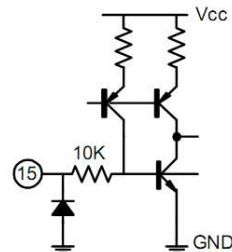
## Pinul 14 – Pin iesire IF pentru FM si AM, Conecteaza filtrul IF

Semnalele de radiofrecvență FM și AM amplificate sunt culese de pe colectoarele amplificatoarelor și transmise pe pinul 14 de ieșire.



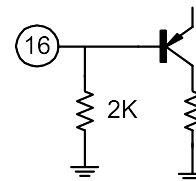
## Pinul 15 – Pin selectare benzi FM si AM

Semnalele de AM sau FM sunt selectate printr-un etaj comutator intern. Prin aplicarea unui potențial 0V (GND) pe pinul 15 se selectează gama AM iar deschis se selectează gama FM.



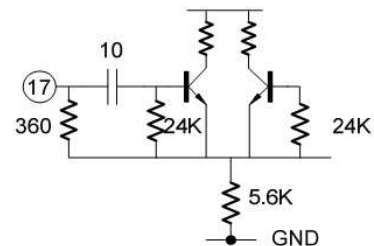
## Pinul 16 – Pin intrare AM IF

Semnalele amplificate de amplificatoarele bază comună de AM și FM sunt culese de pe pinul 14 separate prin filtrele ceramice CF1 și CF2. Semnalul din gama AM este direcționat către pinul 16, intrarea unui etaj de amplificare colector comun.



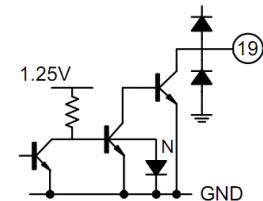
## Pinul 17 – Pin intrare FM IF

Asemenea etajului anterior, semnalele amplificate de amplificatoarele bază comună de AM și FM sunt culese de pe pinul 14 separate prin filtrele ceramice CF1 și CF2. Semnalul din gama FM este direcționat către pinul 17, intrarea unui etaj de amplificare.



## Pinul 19 – Circuit driver indicator

Ieșirea etajului amplificator de RF este cuplata intern cu un etaj de sesizare a unui nivel de semnal, acord, comparat cu tensiunea de referință de 1,25V, ce este direcționat către un amplificator driver LED ieșirea pe pin 19.

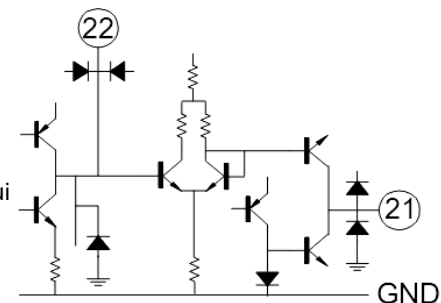


### ***Pinul 21 – Pinul AFC al benzii W.***

#### ***În timpul AM, determină constanta de timp a AGC.***

Din etajul demodulator ieșirea etajului amplificator de RF este generat semnalul CAF (controlul automat al frecvenței) prin pinul 21.

Presupunând că un receptor este aproape reglat la frecvența dorită, circuitul AFC din receptor dezvoltă o tensiune de eroare proporțională cu gradul în care acordul semnalului la intrarea receptorului este alăturat. Această tensiune de eroare este apoi transmisă înapoi la circuitul de reglare, pinul 6, astfel încât eroarea de reglare să fie redusă.



### ***Pinul 22 - Pinul AFC al benzii J***

#### ***În timpul AM, determină constanta de timp a AGC.***

Pentru banda J factorul de corecție este fix, prin conectarea unei capacități la masa.

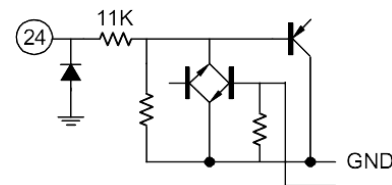
AGC – Automatic Gain Control – controlul automat al amplificării

### ***Pinul 23 – Pin de ieșire demodulator***

Pe pinul 23 obținem semnalul demodulat care se aplică pe intrarea amplificatorului de audiofrecvență, pinul 24.

### ***Pinul 24 – Pin intrare amplificator AF***

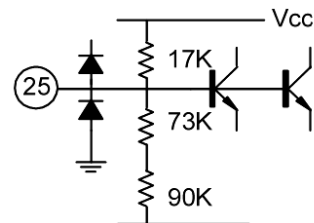
Amplificatorului de audiofrecvență este prevăzut la intrare cu un etaj de control al amplificării, comandat prin pinul 4 (volum)



## Pinul 25 – Filtru de undulație

Ripple se referă la fluctuațiile (măsurate în dB) în banda de trecere, sau banda de oprire, a curbei de răspuns a mărimii frecvenței unui filtru. Caracteristic pentru acest filtru este că undulația lor este constantă pe benzile lor de trecere.

Prin adăugarea unei capacități suplimentare C123, a unui filtru pi sau a unui regulator liniar se reduce variația semnalului de ieșire și zgomotul la niveluri acceptabile.



## 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. Pentru unde medii și unde scurte, modulația în amplitudine, din tot spectrul de semnalele se selectează doar o frecvență utilizând un circuit acordat realizat din bobina T1 AM ANT și secțiunea PVC A a condensatorului variabil, circuit care blochează frecvențele nedorite și oferă o selectivitate inițială.

Similar, pentru unde ultrascurte UUS, modulația în frecvență FM, avem un circuit de acord realizat cu T5 și secțiunea PVC B a condensatorului variabil.

Nivelul semnalului la ieșirea antenei de ferită este foarte mic, de ordinul microvolților [ $\mu\text{V}$ ] astfel că acesta este transmis prin bobina L104 către pinul 10, un etaj amplificator de radiofrecvență (ARF) pentru MA iar semnalul captat prin circuitul UUS este transmis direct către pinul 9, un etaj amplificator de radiofrecvență (ARF) pentru MF.

Pentru a acorda receptorul pe o anumită stație de emisie, se reglează simultan frecvențele oscilatoarelor locale și ale circuitelor de acord utilizând un condensator variabil cu 4 secțiuni.

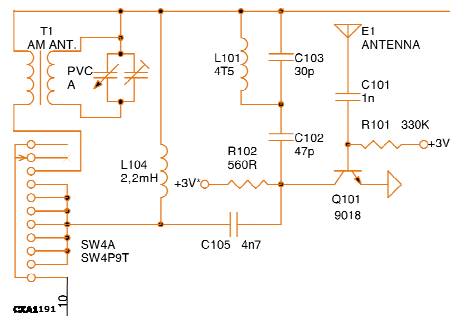


Figura 11 – Circuitul de intrare AM

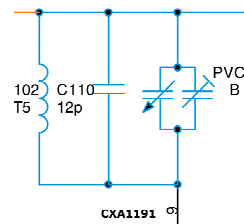


Figura 12 – Circuitul de intrare FM



Figura 13 – Semnalul de radiofrecvență captat de antena de ferită

## Oscilatorul local

Oscilatorul local este un circuit electronic care asigură la ieșirea sa un semnal sinusoidal cu frecvență variabilă fo obținută prin modificarea capacității unui condensator variabil.

Circuitul integrat conține două blocuri independente pentru MA și MF.

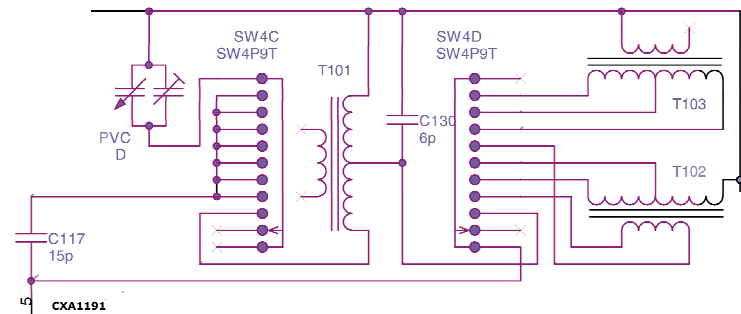


Figura 14 – Circuitul oscilator local AM

Fiecare circuitul oscilant de tip LC.

Pentru MA este realizat din secțiunea primara T101 a unui transformator de RF descris anterior și secțiunea PVC D a condensatorului variabil cuplat solidar cu condensatorul variabil care asigură selectivitatea variabilă a amplificatorului de radiofrecvență. Un circuit auxiliar este realizat cu T103 și T102 pentru benzile de unde scurte US, comutabile cu comutatorul SW4C și SW4D.

Pentru MF este realizat din bobina L103 5T5 și secțiunea PVC C a condensatorului variabil cuplat solidar 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).

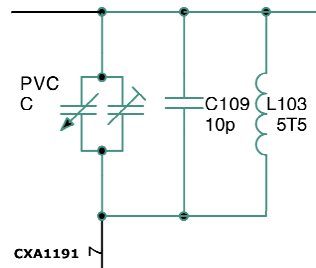


Figura 15 – Circuitul oscilator local FM

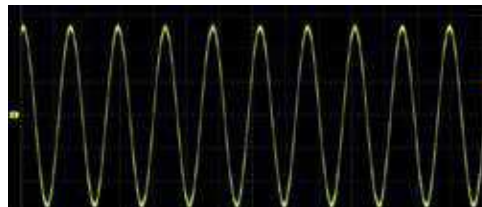


Figura 16 – Oscilațiile generate de oscilatorul local

## 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 pentru MA la 455KHz și modulată în frecvență la 10,7MHz pentru FM, la fel ca și semnalul din antenă. Acestea sunt transmise către pinul 14.

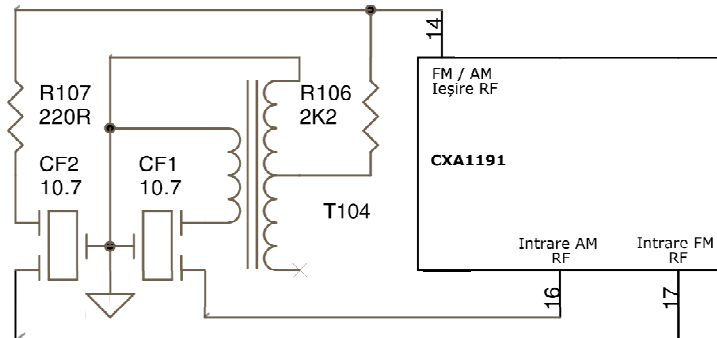


Figura 17 – Circuitul separator frecvențe AM /FM

În figura 17 se observă blocul separator de frecvențe intermediare, realizat cu filtre ceramice de 455KHz și 10,7MHz. Semnalul de frecvență de 455KHz va fi direcționat către pinul 16 iar Semnalul de frecvență de 10,7MHz va fi direcționat către pinul 17. Fiecare din aceste semnale vor fi amplificate separat de etajele de amplificare din circuitul integrat monolitic CXA1191.

Cum se produce conversia de frecvență ?

Așa cum am descris anterior, semnalul de radiofrecvență din circuitele de acord sunt aplicate pe intrările amplificatoarelor de RF. Condensatorul variabil pentru fiecare secțiune ale celor două oscilatoare locale sunt cuplate solidar cu condensatorul variabil corespunzător circuitelor de acord care asigură selectivitatea variabilă, rezultând o dependență între fo și fr. Cele două semnale, semnal de intrare RF și semnal oscilator local, sunt procesate astfel 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 de „superheterodină”.

## 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 și de 10,7 MHz în cazul recepției MF.

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

După conversia în frecvență intermediară, semnalele ecou sunt amplificate de etajul de amplificare de 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.

## 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 de un etaj demodulator AM și un simplu filtru de frecvență tip trece jos RC pentru a îndepărta resturile frecvenței intermediare. Semnalul de audiofrecvență rezultat este transmis către amplificatorul audiofrecvență.

## Amplificatorul de audiofrecvență

Semnalul demodulat este preluat de un amplificator de audiofrecvență din interiorul circuitului integrat care are rolul de a ridica semnalul de audiofrecvență la un nivel suficient de mare pentru a putea să excite membrana unui difuzor.

Sarcina amplificatorului, difuzorul, este conectat pe pinul de ieșire al amplificatorului de audiofrecvență, pinul 9.

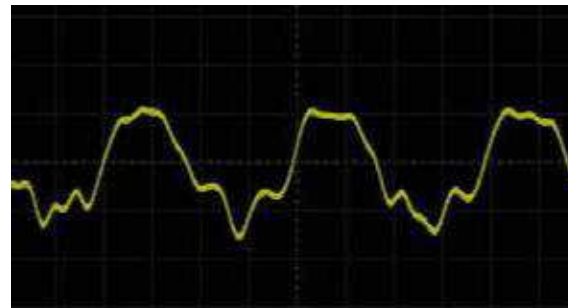


Figura 18 – Forma semnalului de audiofrecvență

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  $\Omega$ .

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

Astfel, pentru 3 V tensiune de alimentare și impedența de 8  $\Omega$  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.

# 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?

Exemplu: pentru un semnal AM difuzat la 580 kHz va fi recepționat și preluat 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 preluat 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, Sa
- sensibilitatea limitată de zgomot, Szg.

Sensibilitatea limitată de amplificare reprezintă nivelul minim al semnalului de intrare modulat normal, care în condițiile în care ra-dioreceptorul 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.

# 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.
- ◇ 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 (Circuit acors, Oscilator local)
  - 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 padding  $C_p$  cu ajutorul căruia se face alinierea în punctul inferior al gamei (lungimea de undă cea mai mare); condensatorul trimer CT, este utilizat pentru reglajul capătului superior al gamei (lungimea de undă cea mai mică).
- ◇ 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 T104 până se obține o audiție maximă în difuzor sau valoare maximă citită pe instrumentul de măsură.
3. Acordul optim înseamnă că filtrele de FI au fost reacordate pe frecvența normală de 455 kHz.
4. Urmează aducerea postului respectiv în dreptul inscripției de pe scală. Aceasta se face din semireglabilul oscilatorului.
5. 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.
6. 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

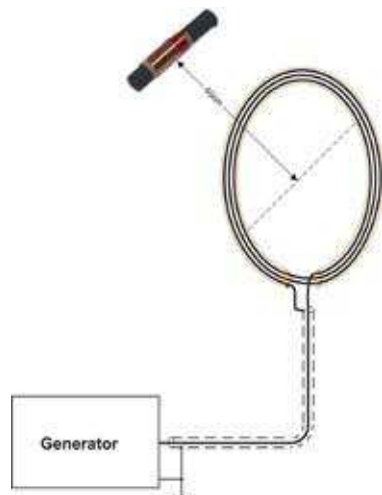
Reacordarea și alinierea radioreceptorului se poate face mai comod cu un generator de semnal, de la care se poate obține un semnal cu amplitudine constantă, încât la ieșire să se poată măsura prin manevrarea potențiometrului de volum al sunetului de nivel echivalent cu 50 mW, atunci când se acționează 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  $V_i=100$  mV
5. Se reglează frecvența generatorului de semnal pentru frecvența  $f=455$  KHz.
6. Se reglează frecvența de modulare a generatorului de semnal pentru frecvența  $f=1000$  Hz.
7. Se reglează gradul de modulare 30%
8. Se aplică semnalul pe pinul 16 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 T104 până se obține maximum de amplitudine.
12. Se vizualizează pe ecranul osciloscopului tensiunea semnalului, prin intermediul sondei de măsură aplicate în circuit pe pinul 16
13. Se decuplează alimentarea (butonul ON de pe panoul frontal al aparatului ridicat)
14. Se decuplează scurtcircuitul dintre pinii J2 și J3, oscilatorul local va genera oscilații la cuplarea alimentării.
15. Se cuplează alimentarea (butonul ON de pe panoul frontal al aparatului apăsat);
16. 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 19** – 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 antena cadru artificială la ieșirea generatorului de semnal, așa cum se prezintă în Figura 19.

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  $\mu\text{H}$  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 impedanței de cca. 400  $\Omega$ , intensitatea câmpului în dreptul antenei cu ferită va fi de 0,05  $\mu\text{V/m}$ .

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 son-dei 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 modulatorului 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 modulat cu  $m=30\%$  în funcție de frecvența modulatorului.

- 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  $4\Omega$ . 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 liniar 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 (525-160 5kHz) 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 acea 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 sem-nalele prin heterodinare.

Veti înțelege acum mult mai ușor principiul conform căruia frecvențele multiple aplicate pe un dispozitiv neliniar 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 au-tor și tratatul internațional privind drepturile de autor. Prin urma-re, 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 pen-tru erorile, omisiunile și inexactitățile care pot apărea în acest manual. În niciun caz, Epsicom, directorii, angajații sau distribuitori 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 au-tor 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](http://www.epsicom.com)

Dacă aveți întrebări, comentarii sau propuneri de afaceri,  
nu ezitați să ne contactați la [office@epsicom.com](mailto:office@epsicom.com)