

**Iskra Jovanovska
Jasna Domazetovska**

QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE

Viti III

ELEKTROTEKNIK PËR ELEKTRONIKË DHE TELEKOMUNIKACION

DEGA E ELEKTROTEKNIKËS

Shkup, 2012

Recensentë:

Prof. dr. Marija Kacarska
Inxh. e dipl. Snezhana Pazarxhievska
inxh. e dipl. Nevenka Smilevska

Redaktor i botimit në gjuhën shqipe:

Prof. dr. Abdyl Koleci

Lektor:

Abdulla Mehmeti

Përgatitja kompjuterike:

Kiro Mavroski

Përkthyes:

Inxh. i dipl. Riza Etemi

Botuesi: Ministria e arsimit dhe shkencës e Republikës së Maqedonisë

Shtypi: Graficki centar dooel, Shkup

Ky libër është miratuar për përdorim me Vendim të Ministrisë së Arsimit dhe Shkencës, me numër 22-5307/1 të datës 30.11.2010.

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св.Климент Охридски",
Скопје

621.38(075.3)

ЈОВАНОВСКА, Искра

Електронски склопови и уреди : III година електротехничар за
електроника и телекомуникации / Искра Јовановска, Јасна Домазетовска.

- Скопје : Министерство за образование и наука на Република Македонија,
2011. - 403, [1] стр. : илустр. ; 30 см

ISBN 978-608-226-173-7

1. Домазетовска, Јасна [автор]

COBISS.MK-ID 86461706

PARATHËNIE

Lëndën *Qarqet dhe pajisjet elektronike* e mësojnë nxënësit e degës së elektroteknikës të drejtimit elektroteknik për elektronikë dhe telekomunikacion. Lënda mësohet dy vjet – në vitin e tretë dhe të katërt. Në vitin e tretë nxënësit i mësojnë pajisjet që e konvertojnë zërin nga një formë e energjisë në një tjetër, si dhe pajisjet për incizimin dhe riprodhimin e sinjalit audio. Në vitin e katërt mësohen, krijimi, transmetimi dhe riprodhimi i sinjalit video (figurës) bashkë me zërin. Pastaj do të bëhet fjalë për kamerat, aparatet-TV dhe video incizuesit.

Me reformën e arsimit të mesëm profesional në vitin 2006 përmbajtjet mësimore në lëndën *Qarqet dhe pajisjet elektronike* janë zgjeruar, modernizuar dhe pasuruar, duke ndjekur zhvillimin e shpejtë në këto fusha. Në përputhje me planin mësimor tani nxënësit kanë mundësi për përmbajtje mësimore të zgjeruara zgjedhore, të cilat mësohen në lëndët zgjedhore, siç është *Qarqet dhe pajisjet elektronike* (lëndë zgjedhore) në vitin e tretë dhe të katërt. Në këtë libër janë përfshirë përmbajtjet mësimore të cilat mësohen sipas programit për *Qarqet dhe pajisjet elektronike* – si për lëndën mësimore të rregullt, ashtu edhe për atë zgjedhore.

Qarqet dhe pajisjet elektronike që mësohen në kuadër të këtij materiali janë të ndarë në nëntë kapituj. Fillojmë me zërin duke e vështruar nga këndi akustik, me format e tij, karakteristikat dhe analogjitë. Zhvillimi i përgjithshëm i pajisjeve audio elektronike bazohet në karakteristikat e zërit dhe nevojat dhe mundësitë e veshit të njeriut, me çka zbatohen arritjet në të gjitha shkencat dhe teknikë. Do të shqyrtojmë konvertuesit elektroakustikë, incizimin e zërit dhe marrësit radiodifuzivë. Vëmendje i kushtohet parimit të funksionimit, realizimet e mundshme, karakteristikat dhe zbatimi. Realizimet analizohen duke nisur nga konstruksionet më të thjeshta deri tek ato moderne.

Në përputhje me programin mësimor dhe strukturën së përmbajtjeve, në lëndën zgjedhore *Qarqet dhe pajisjet elektronike*, tërësitë tematike përpunohen në katër kapituj: *qarqet dhe pajisje optike elektronike, qarqet dhe pajisjet me*

tiristorë, qarqet dhe pajisjet në qarqet rregulluese, si dhe qarqet dhe pajisjet për sinjalizim dhe mbrojtje. Këto përmbajtje të mund t'i mësojnë vetëm ata nxënës që do t'i zgjedhin për të zgjeruar njohuritë e tyre.

Duke pasur parasysh se materiali që përpunohet këtu është në zhvillim të vazhdueshëm, konsiderojmë se edhe arsimtari në mënyrë permanente do t'i zgjerojë njohuritë e tij në këto fusha. Natyrisht, do të këmbëngulet në botimet e ardhshme të futen inovacionet eventuale nga këto fusha.

Me mirënjohje të veçantë theksojmë ndihmën dhe sugjerimet konstruktive që kemi marrë nga kolegët tanë, si dhe nga kolegët e Fakultetit për Teknologji Elektroteknike dhe Informativë, në Shkup.

Falënderim i veçantë për familjet tona për mbështetjen vetëmohuese, mirëkuptimin dhe ndihmën.

Veçanërisht do t'i vlerësojmë të gjitha sugjerimet plotësuese dhe vërejtjet për të cilat paraprakisht ju falënderojmë.

Autorët

Përmbajtja

PARATHËIE	3
HYRJE	9
1. PAJISJET ELEKTRO-AKUSTIKE	11
1.1. KONCEPTE BAZË PËR ZËRIN	11
1.2. ZËRI I THJESHTË DHE KOMPLEKS	14
1.3. DUKURI GJATË PËRHAPJES SË ZËRIT	17
1.4. KARAKTERISTIKAT FIZIOLOGJIKE TË ZËRIT	21
1.5. KONVERTUESIT ELEKTROAKUSTIKË	24
1.6. MIKROFONAT	24
1.7. NDARJA E MIKROFONAVE	28
1.7.1. Ndarja akustike	28
1.7.2. Ndarja elektrike e mikrofonave	31
1.7.3. Mikrofonat pa tel-Wireless	37
1.8. ALTOPARLANTËT	39
1.8.1. Altoparlanti elektrodinamik	44
1.9. KUTITË E ZËRIMIT	47
1.10. ZËRIMI I HAPËSIRËS	53
1.11. LLOJE TË INCIZIMEVE STEREOFONIKE	55
2. PAJISJET PËR INCIZIMIN ANALOG TË ZËRIT	62
2.1. INCIZIMI MEKANIK I ZËRIT	63
2.1.1. Gramafoni elektrik	66
2.2. INCIZIMI MAGNETIK I ZËRIT	71
2.2.1. Parimi i incizimit magnetik të zërit	72
2.2.2. Magnetofoni	76
2.2.3. Bllok-skema e magnetofonit	81
3. PAJISJET PËR INCIZIM DIGJITAL TË ZËRIT	86
3.1. DIGJITALIZIMI I SINJALIT	86
3.2. KOMPRESIMI I REGJISTRIMIT DIGJITAL	91
3.2.1. Audiokompresimi MPEG	92
3.3. PAJISJET PËR INCIZIMIN DIGJITAL TË ZËRIT	94
3.3.1. Pajisjet për incizim digjital të zërit DAT	94
3.3.2. Hard-disku (HDD)	98
3.3.3. Kompakt disku (CD)	101

3.3.4. Bartës tjerë digjital të zërit _____	106
---	-----

4. PËRFORCUESIT AUDIO _____ 113

4.1. LLOJE TË PËRFORCUESVE AUDIO _____	113
4.2. KARAKTERISTIKA TË PËRFORCUESVE TË FREKUENCAVE TË ULËTA (FU) _____	114
4.3. BLOK-SKEMA E PËRFORCUESIT AUDIO _____	120
4.4. PARAPËRFORCUESI _____	122
4.4.1. Para përforcuesi me hyrje mikrofonike _____	124
4.5. QARQU PËR RREGULLIMIN E KARAKTERISTIKËS SË AMPLITUDËS _____	127
4.5.1. Ekuivalentuesi grafik _____	128
4.5.2. Përzierësi – mikseri _____	129
4.6. RREGULLIMI I NGJYRËS SË TONIT _____	130
4.7. PËRFORCUESIT AUDIO TË FUQISË _____	135
4.8. STADI DALËS ME TRANSISTORË KOMPLEMENTAR _____	137
4.9. PËRFORCUESIT AUDIO NË PAJISJET (HI-FI) _____	139
4.9.1. Zbatimi praktik i përforcuesve audio _____	140

5. PAJISJET PËR TRANSMETIM RADIODIFUZIV _____ 146

5.1. PARIMI I RADIOTRANSMETIMIT _____	148
5.2. RADIOTRANSMETUESI _____	149
5.2.1. Transmetuesi i sinjaleve - AM _____	151
5.2.2. Transmetuesi i sinjaleve – FM _____	155

6. PAJISJET PËR MARRJE RADIODIFUZIVE _____ 162

6.1. MARRËSAT RADIODIFUZIV _____	162
6.1.1. Marrësit radiodifuziv – AM _____	163
6.1.2. Marrësit radiodifuziv – FM _____	165
6.2. KARAKTERISTIKA TË RADIOMARRËSAVE _____	168
6.3. QARQET HYRËSE _____	170
6.4. PËRFORCUESI I FREKUENCAVE TË LARTA (FL) _____	174
6.5. STADI PËR NDRYSHIMIN E FREKUENCËS (SNF) _____	176
6.6. SINTEZA E FREKUENCAVE _____	178
6.7. STADI PËRFORCUES I FREKUENCAVE TË NDËRMJETME (PFN) _____	182
6.8. NJËSIA VHF _____	184
6.9. PËRFORCUESI-FN I MARRËSIT AM/FM _____	185
6.10. DETEKTORI NË MARRËSAT RADIODIFUZIV _____	186
6.11. PJESA E FREKUENCAVE TË ULËTA TË MARRËSIT _____	194
6.12. QARQE NË STADIN E RRJETËS SË MARRËSIT _____	196
6.13. SKEMA ELEKTRIKE E RADIOMARRËSIT _____	198

7. RADIOMARRËSI STEREOFONIK	202
7.1. KODUESI-DEKODUESI STEREOFONIK	206
7.2. RIPRODHIMI SHUMËKANALES	215
7.3. IDENTIFIKIMI I PROGRAMEVE (Sistemi-PI)	216
8. RADIOMARRËSAT PËR NË AUTOMOBIL	224
8.1. LLOJE TË RADIOMARRËSAVE PËR AUTOMOBIL	224
8.2. PAJISJE SHITESË TË RADIOMARRËSAVE PËR AUTOMOBILA	225
8.3. LIDHJA E RADIOMARRËSIT NË AUTOMOBIL	226
9. PAJISJET PËR TRANSMETIM RADIORELE	230
9.1. VETI TË TRANSMETIMIT RADIORELE	230
9.2. MULTIPLEKSIMI NË TRANSMETIMIN RADIORELE	233
9.3. STRUKTURA E TRANSMETIMIT RADIORELE	236
9.4. ARQITEKTURA E TRANSMETIMIT MOBIL (GSM)	239
9.5. TRANSMETIMI I TË DHËNAVE	243
SHTOJCAT	248
Shtojca 1	248
Shtojca 2	252
Shtojca 3	255
LITERATURA:	256

HYRJE

Materiali që përpunohet në këtë libër përfshin më tepër pajisje elektronike. *Pajisjet që në strukturën e tyre përmbajnë edhe elemente elektronike quhen pajisje elektronike.*

Në pajtim me strukturën e përmbajtjeve për mësim nga programi mësimor dhe qëllimet e dhëna konkrete, në këtë libër mësohen pajisjet elektro – akustike për konvertimin e zërit në sinjal elektrik dhe anasjelltas, si dhe pajisjet për incizim, riprodhim, transmetim dhe marrje të zërit.

Pajisjet që e përpunojnë zërin quhen konvertues elektroakustikë: *mikrofona, altoparlantë dhe kufje.* Pajisjet që përgjithmonë e incizojnë, domethënë e incizojnë zërin, që më pastaj të jenë në gjendje ta riprodhojnë më shumë herë janë: *gramafonat, magnetofonat dhe pajisjet digjitale.* Të gjithë këto kanë përdorim të gjerë, karakteristika të ndryshme, konstruksione dhe mundësi. Ne do të përqendrohemi në studimin e këtyre pajisjeve. Pajisjet e përmendura shumë prodhues i vendosin në të ashtuquajturat sisteme Hi-Fi (sisteme me besnikëri të madhe të riprodhimit). Këto janë sisteme me CD, gramafon, magnetofon – kasetofon dhe përforcues që përfundon me kuti për zërim të fuqishme. Të gjitha këto në strukturën e zbatojnë arritjet më të reja në elektronikë, telekomunikacione, komponentë elektronike dhe materiale të reja.

Transmetimi i zërit kryhet edhe me ndihmën e radiodifuzioni, të ashtuquajturit radio transmetuesit dhe radiomarrësit (AM dhe FM).

Radiomarrës është pajisja e cila u zhvillua paralelisht me pajisjet audio të përmendura më parë. Në kuadër të pajisjeve elektronike për vitin e tretë në mënyrë të veçantë do të ndalemi në marrësit radiodifuziv.

Transmetimi radiodifuziv në fillim është realizuar si monofonik, ndërsa radiotransmetuesit e sotëm dhe radiomarrësit janë stereo dhe realizimi praktik kryhet përmes qarqeve të integruara. Ata karakterizohen me dimensione të vogla, siguri të madhe në punë dhe çmim relativisht të ulët.

1. PAJISJET ELEKTRO – AKUSTIKE

Zëri është fenomen fizik. Ai paraqitet gjatë oscilimeve mekanike të trupave të fortë, lëngshëm ose gazta. Këto fenomene ndiqen me ndryshime përkatëse të mjedisit e cila oscilon (për shembull, me ndryshimin e shtypjes, dendësisë, shpejtësisë së oscilimeve etj.). Ndryshimi i gjendjes fizike të mjedisit manifestohet me oscilimin e grimcave të materies rreth pozitës baraspeshuese. Këto ndryshime quhen *oscilime akustike*.

1.1. KONCEPTE BAZË PËR ZËRIN

Burim i zërit është vendi i krijimit të këtyre valëve akustike mekanike. Ato më tutje përhapen në formën e *valëve të zërit*, në të gjitha drejtimet në mënyrë radiale nga burimi i zërit. Zëri ka natyrë valore dhe për të vlejné të gjitha ligjet që vlejné për lëvizjet zanore. Përhapja e zërit mund të krahasohet me paraqitjen dhe përhapjen e valëve të ujit, kur në të do të bie një objekt. Atëherë grimcat e ujit oscilojnë rreth pozicionit ekuilibruës, nëpër sipërfaqe përhapet valë kurse uji nuk rrjedh. Një përhapje e tillë është rezultat i elasticitetit të mjedisit që oscilon.

Fusha e zërit, gjegjësisht krijimi, zgjerimi dhe mënyra sipas të cilës merret zëri, mësohen në akustikë. Valën e zërit, gjegjësisht valët mekanike me frekuencë prej 16Hz deri në 20.000Hz i quajmë zonë të dëgjueshme (diapazon i dëgjimit). Struktura fiziologjike e veshit të njeriut është e tillë që nuk është në gjendje të incizojnë tingujt me frekuencë më të vogël se 16Hz, gjegjësisht ultratingullin dhe zërin me frekuencë më të madhe se 20.000Hz, gjegjësisht ultrazërin.

Zëri është një fenomen fizik dhe si i tillë ka karakteristikat fizike të tij. Karakteristikat themelore fizike të zërit janë: frekuenca, perioda, shpejtësia e përhapjes dhe gjatësi valore. Madhësi tjera fizike të zërit që janë të lidhura me madhësitë themelore janë: shtypja e zërit, impedanca akustike, intensitetit i zërit etj. Për studimin e pajisjeve elektroakustike me interes është tingulli (zëri) që e dëgjon veshi i njeriut, i cili quhet tingull i dëgjimit (spektri i dëgjimit). Ky tingull shqyrtohet jo vetëm në aspektin fizik, por edhe në aspektin se si njeriu e dëgjon, gjegjësisht në aspektin fiziologjik. Duke analizuar zërin në aspektin fiziologjik definoohen karakteristikat fiziologjike të zërit, si: lartësia, intensiteti, ngjyra e zërit dhe ndjeshmëria për drejtimin e zërit.

Njëra nga karakteristikat themelore të zërit është **frekuenca (f)**. Ajo paraqet numrin e ndryshimeve në kohën njësi. Matet me herc (Hz), kurse frekuenca prej 1Hz do të thotë një ndryshim për një sekondë.

Kohëzgjatja e një ndryshimi quhet periodë (T). Perioda matet në sekonda (s).

Frekuenca dhe perioda janë të lidhura reciprokisht me shprehjen:

$$T = \frac{1}{f} [s] \dots\dots\dots(1-1)$$

Veshi i njeriut mund të incizojnë paraqitje zanore me frekuenca prej 16Hz deri në 20kHz (1kHz = 1.000Hz). Veshi i njeriut nuk mund të incizohen valët frekuenca e cilave është jashtë këtij diapazoni. Këto zëra quhen: infrazë (infratingull) që është nën 16Hz dhe ultratingull mbi 20kHz.

Shpejtësia me të cilën përhapen ndryshimet në mjedis quhet **shpejtësia e zërit (c)** dhe matet me (m / s). Shpejtësia e zërit varet nga vetitë fizike të mjedisit nëpërmjet të cilit përhapet zëri. Në ajër, në një presion atmosferik normal dhe temperaturë prej 0°C, shpejtësia e zërit është $c_0=331$ m/s.

Për çdo temperaturë tjetër, shpejtësia e zërit përcaktohet sipas relacionit:

$$c = c_0 \sqrt{\frac{T_k}{273,15}} \dots\dots\dots(1-2)$$

ku me T_k është temperatura absolute e gazit, e cilat për temperaturën prej 20° është: $T_k = 273,15 + 20 = 293,15$ K.

Duke përdorur këtë të dhënë, lehtë mund të llogaritet se shpejtësia e zërit nëpër ajër në temperaturë prej 20°C është 343m/s.

Distanca që është e barabartë me rrugën që e kalon vala e zërit gjatë një periode T , me shpejtësinë e përhapjes c , quhet gjatësi valore (λ) dhe matet në (m).

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(1-3)$$

Hapësira në të cilën ekziston valë zanore quhet fushë e zërit. Madhësitë karakteristike të saj janë: presioni i zërit (p), impedanca akustike (Z_{AC}) dhe intensiteti (J).

Presioni i zërit (p) paraqet ngjeshje dhe rrallim të ajrit nën ndikimin e oscilimeve mekanike në ndonjë trupi. Ai mund të jetë membrana e ndonjë altoparlanti ose teli i ndonjë instrumenti. Nëse këto oscilime janë sinusoidale, atëherë edhe presioni do të ndryshojë sipas ligjit sinusoidal. Njësia për matjen e presionit është paskali (Pa). Presioni definohet si raporti i forcës mbi sipërfaqen në të cilën vepron:

$$p = \frac{F}{S} [Pa] \quad \left(1Pa = 1 \frac{N}{m^2} \right) \dots\dots\dots(1-4)$$

Presioni (shtypja) e zërit ka madhësi analoge në elektroteknikë – tensionin. Ndryshimi i presionit të zërit kushtëzon oscilime të grimcave në ajër rreth pozitës ekuilibruese të tyre. E njëjta ndodh edhe në përçuesin elektrik të lidhur në tension.

Impedanca akustike është madhësi nga e cila varen amplitudat e oscilimeve të zërit në ambientin nëpër të cilin përhapet vala zanore. Ajo përcaktohet me:

$$Z_{AC} = \rho \cdot c \dots\dots\dots(1-5)$$

ku ρ është dendësia e mjedisit, kurse c është shpejtësia e zërit nëpër atë material. Për ajrin me temperaturë normale, impedanca akustike është 414kg/cm.

Impedanca akustike mund të llogaritet edhe sipas:

$$Z_{AC} = \frac{P}{v} \dots\dots\dots(1-6)$$

Në shprehjen (1-6), V është shpejtësia me të cilën oscilon grimca dhe e cila quhet *shpejtësia momentale e grimcës*, kurse p është presioni i zërit. Shpejtësia (V) nuk duhet të ngatërrohet me shpejtësinë e përhapjes (c).

Impedancës akustike karakteristike në elektroteknikë Z_{AC} i përgjigjet rezistenca elektrike, presionit i përgjigjet tensioni, kurse shpejtësisë i përgjigjet rryma. Duke pasur parasysh gjithë këtë, shprehja (1-6) quhet ligji i OMIT në akustikë.

Intensiteti (J) është produkt i presionit të zërit dhe shpejtësisë:

$$J = v \cdot p \dots\dots\dots(1-7)$$

Ai është njëra nga karakteristikat më të rëndësishme të fushës së zërit. Intensiteti paraqitet si forcë në sipërfaqen njësi dhe matet me (N/m²). Madhësia përkatëse në elektroteknikë është fuqia (P).

1.2. ZËRI I THJESHTË DHE KOMPLEKS

Valët e zërit krijohen nga burimi i zërit. Në rastin e përgjithshëm, burim i zërit mund të jetë çdo trup që është i aftë të oscillojë. Më shpesh si burim i zërit paraqitet ndonjë tel i cili ose trup që oscilon. Për shembull, kur njeriu flet apo këndon, si rezultat i oscilimeve mekanike të kordave zanore krijohet zëri. E njëjta gjë ndodh edhe kur zëri krijohet me oscilimet e telave të instrumentit muzikor: kitarës, pianos etj.

Në varësi të natyrës së burimit, zëri mund të jetë i thjeshtë dhe kompleks.

Toni i thjeshtë ose i pastër quhet zëri karakteristikat e të cilit (presioni, shpejtësia e grimcave etj.) ndryshojnë sipas ligjit periodik të thjeshtë (për shembull, sinusoidal). Përhapja e zërit të thjeshtë është e përcaktuar plotësisht nëse janë të njohura dy karakteristikat e tij (amplituda A dhe perioda T).

Varësia e këtyre madhësive mund të paraqiten grafikisht, si në Fig. 1-1. Kështu, në abshisë vendoset frekuenca, kurse në ordinatë amplituda. Një diagram i tillë quhet – diagram i spektrit. Diagrami i spektrit të zërit të thjeshtë është paraqitur në (Fig. 1-1 - b).

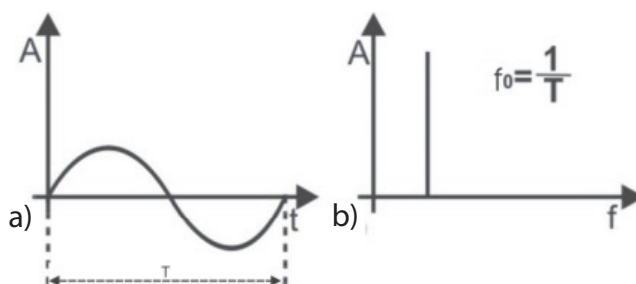


Fig. 1-1. Diagrame të ton të thjeshtë: a) diagrami kohor b) diagrami spektral

Tonet thjeshta i krijojnë vetëm instrumentet. Këto tinguj përdoren në matje, për shembull tingulli prej 1.000Hz i gjeneruar me gjenerator toni përdoret si sinjal testues në radioteknikë, televizion etj.

Në natyrë nuk ekziston ton i thjeshtë. Muzika, të folurit etj. kanë formë dukshëm më komplekse. Këto tone quhen tone komplekse. Përmes rrugës matematikore, këto tone komplekse mund të zbërthehen në më shumë (pafundësisht shumë) komponentë (harmonikë). Harmonikët janë tinguj me frekuencë (numër i plotë) disa herë më të madhe nga frekuenca bazë. (ω_0).

$$\omega_n = n \cdot \omega_0 \dots\dots\dots(1-8)$$

Në Fig. 1-2-a është paraqitur formë valore e tonit kompleks, në (Fig. 1-2-b) janë dhënë harmonikët e këtij toni kompleks, kurse në (Fig. 1-2- c) është dhënë diagrami spektral i tonit kompleks.

Të dy komponentët e sinjalit komplekse quhen *harmonikët* e tij. Harmoniku i parë ka frekuencë $f_1 = 1/T_1$, kurse i dyti $f_3 = 1/T_3$. Nga figura shihet se frekuenca e harmonikut të parë është e barabartë me frekuencën e sinjalit kompleks, prandaj ai quhet harmonik kryesor.

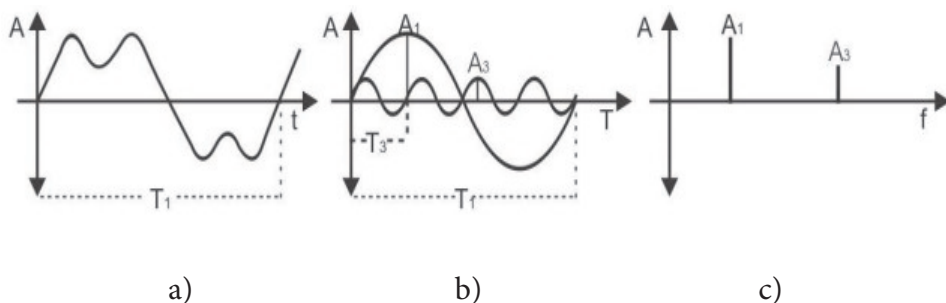


Fig. 1-2. Toni kompleks: a) forma valore, b) harmonikët c) diagrami spektral

Shembulli i mëparshëm është një rast i thjeshtë i tonit kompleks i përbërë prej dy komponentëve. Në rastin e përgjithshëm, toni kompleks përmban më shumë se dy komponentë. Amplituda e harmonikëve varet nga forma e sinjalit kompleks. Mund të ndodhë që amplitudat e disa harmonikëve të jenë të barabarta me zero, që praktikisht do të thotë se këto harmonikë nuk ekzistojnë. Nga numri dhe amplitudat e harmonikëve varet edhe ngjyra e tonit kompleks. Mund të vërehet se dy tone të njëjta kanë ngjyra të ndryshme. Kjo është pasojë e faktit se edhe pse frekuenca e harmonikut kryesor është e njëjtë në të dy tonet, ka ndryshime në harmonikët më të larta, të cilat janë të përfaqësuar ndryshe në të dy tonet.

Tonet komplekse nuk paraqiten në mënyrë periodike, por vazhdimisht i ndryshojnë frekuencat dhe amplitudat e tyre, përmbajnë një numër shumë të madh të harmonikëve. Veshi i njeriut i regjistron të gjitha komponentët që janë në diapazonin e dëgjimit, por nuk është në gjendje të dallojë komponentët që kanë frekuenca afërsisht të barabarta. Forma valore e një toni të tillë kompleks është dhënë në (Fig. 1-3-a).

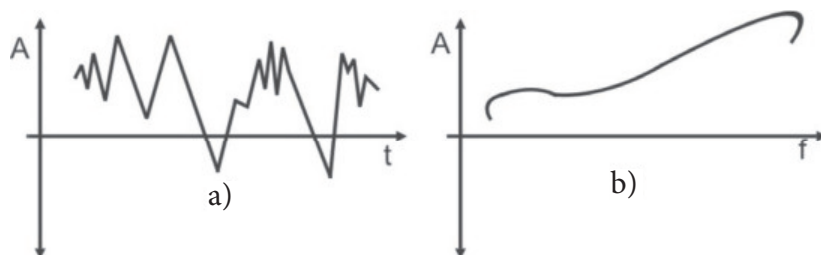


Fig. 1-3. Diagrame të tingullit kompleks: a) forma valore b) diagrami spektral

Siç mund të vërehet, diagrami spektral prezantuar me linjë të vazhdueshme (spektri i vazhdueshëm). Kjo mundet të kuptohet lehtë nga fakti se komponentë spektrale ka pafundësisht shumë, kurse vija spektrale fitohet duke lidhur majat e të gjithë komponentëve (Fig. 1-3-b). Së fundi, të theksojmë se shpërbërja matematikore e sinjaleve komplekse e ka shpjegimin e saj natyror.

Të shqyrtojmë shembullin e Fig. 1-4. Nëse një tel elastik i tërhequr mes dy pikave largohet nga pozicioni i ekuilibrit dhe fillon të oscilojë, në ajrin përreth tij do të ketë një ton të thjeshtë (Fig. 1-4-a). Megjithatë, në praktikë është e vështirë të arrihet një oscilim i tillë.

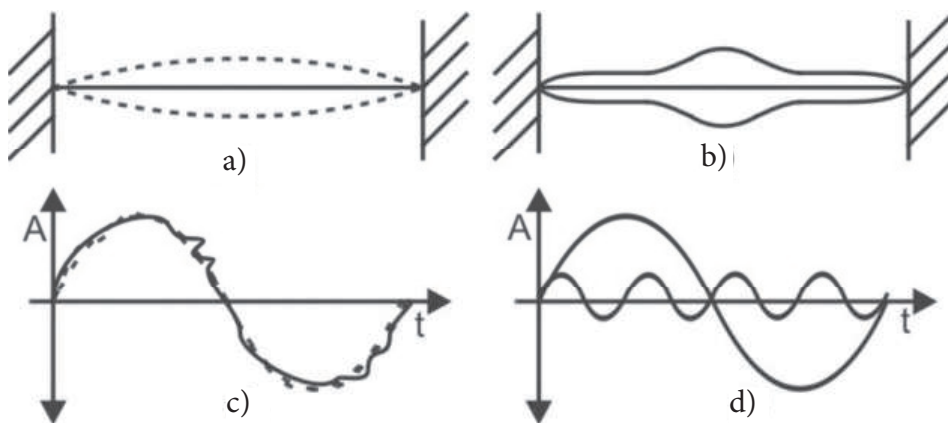


Fig. 1-4. Oscilimi i telit të tendosur: a) krijimi i tonit të thjeshtë;
b) krijimi i tonit kompleks; c) ton kompleks,
dhe d) shpërbërja në harmonikë

Shumë më afër realitetit praktik është oscilimi i treguar në (Fig. 1-4-b). Forma e tonit kompleks që paraqitet në këtë rast është dhënë në (Fig. 1-4-c). Lehtë konkludohet se ky ton mund të ndahet në dy komponentë sinusoidale të treguara në (Fig. 1-4-d), ai ton ka harmonikun bazë dhe harmonikun e pestë. Duke shikuar në aspektin fizik, teli krijon në të njëjtën kohë dy tone të barabartë.

1.3. DUKURI GJATË PËRHAPJES SË ZËRIT

Zëri ka natyrë valore dhe për të vlejné të gjitha ligjet e përgjithshme për përhapjet valore. Për shembull, kur zëri gjatë përhapjes has në ndonjë pengesë, ai përthyeret nga ajo, me çka këndi i rënies dhe i thyerjes mundet të jenë të barabartë. Gjithashtu, drejtimin e valës rënëse dhe të thyer qëndrojnë në të njëjtin plan me normalen e sipërfaqes. Si edhe te llojet tjera të lëvizjes së valës, dhe gjatë përhapjes së zërit vjen deri te paraqitja e: *reflektimit* (thyerjes), *absorbimit* (thithjes), *difraksionit* (lakimit), *refraksionit* (thyerjes), *paraqitja e valëve të qëndrueshme*, etj. Pasi që këto dukuri kanë rëndësi të madhe gjatë përhapjes së zërit, si dhe gjatë zërimit të ambienteve të hapura dhe të mbyllura, do të ndalemi në detale në to.

Reflektim dhe absorbimi. Kur një valë zanore has në pengesë, ajo pjesërisht thyhet, kurse pjesërisht kalon nëpër pengesë. Sipas ligjit të ruajtjes së energjisë, energjia e valës direkte (W_d) është e barabartë me shumën e energjive të valës së reflektuar (W_r) dhe asaj që kalon nëpër pengesë (W_a). Indekset në shënim kanë rëndësi simbolike, edhe atë: d - valë direkte, r - valë e reflektuar dhe a - valë e absorbuar.

$$W_d = W_r + W_a \dots\dots\dots(1-9)$$

Nëse të gjithë anëtarët në këtë relacion ndahen me sipërfaqen e pengesës (S), atëherë marrim ekuacionin për intensitetin e zërit:

$$J_d = J_r + J_a \dots\dots\dots(1-10)$$

Në praktikë, të dhëna më të rëndësishme për materialet në lidhje me absorbimin ose thyerjen e zërit janë koeficientët e reflektim dhe absorbimit, të cilët definoohen si:

koeficienti i reflektimit: $r = \frac{J_r}{J_d} \dots\dots\dots(1-11)$

koeficienti i absorbimit: $\alpha = \frac{J_a}{J_d}$

Kur në ekuacionin për intensitet (1-10) do të futen shprehjet $J_r = r \cdot J_d$ dhe $J_a = \alpha \cdot J_d$, fitohet lidhje e rëndësishme mes koeficienteve:

$$r + \alpha = 1 \dots\dots\dots(1-12)$$

Në rastin kur pengesa është e fortë dhe joelastike (e ngurtë), nuk ka absorbim $\alpha = 0$, kurse $r = 1$, do të thotë se paraqitet reflektimi total, që do të thotë se vala refuzohet e gjitha. Identike me këtë, në qoftë se një material e absorbon plotësisht valën, atëherë $\alpha = 1$, që do të thotë se ka absorbim total.

Në rastin kur gjeometria e hapësirës është e tillë që shkakton thimin e zërit në vendin e burimit, ndodh fenomeni i njohur si *eho*.

Refrakcioni. Kjo dukuri paraqitet në sipërfaqen kufizuese mes dy ambienteve me shpejtësi të ndryshme të përhapjes së zërit. Pasojë e refrakcionit ose përthyerjes është ndryshimi i drejtimit të përhapjes së valës gjatë kalimit nga njëri ambient në ambientin tjetër, që është prezantuar në (Fig. 1-5-a).

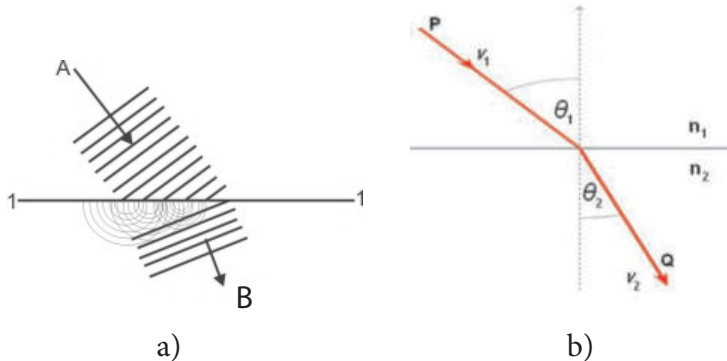


Fig. 1-5. përthyerja e valës zanore: a) sipërfaqja kufizuese; b) këndet e thyerjes

Këndi i rënies dhe këndi i thyerjes janë dhënë në (Fig. 1-5-b) dhe janë të lidhur me ekuacionin:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \dots\dots\dots(1-13)$$

ku \mathcal{G}_1 dhe \mathcal{G}_2 janë shpejtësitë e valës në të dy anët, kurse n_1 dhe n_2 janë indekset përkatëse të thyerjes. Kur vala kalon nga vakumi në një ambient tjetër, për shembull në ujë, ajër, qelq etj., shpejtësia zvogëlohet. Ky proces quhet refrakcion ose përthyerje. Zvogëlimi i shpejtësisë varet direkt nga viskozitetit i materialit. Ai është indeksi i refrakcionit i shënuar si n dhe definohet si:

$$n = \frac{c}{g} \dots\dots\dots(1-14)$$

Kur bëhet fjalë për vakumin, $n = 1$ ose $n > 1$ në ndonjë materie.

Kur vala kalon nga vakumi në materie, ajo e mban të njëjtën frekuencë, por e ndryshon gjatësinë valore.

Në pikat më të largëta arrin edhe zëri të cilin nuk do ta kishim nëse nuk do të paraqitej përthyerja, me çka fuqia e përgjithshme e zërit në atë vend është shumë e valës direkte dhe valë së përthyer. Pasojë e përthyerjes është edhe fakti i njohur se zëri në mëngjes dëgjohe më larg se ditën, sepse në mëngjes ajri më afër tokës është më i ftohtë se në shtresat e larta, kështu që zëri në to përhapet më ngadalë, gjë që çon në shtrembërimin e drejtimit të përhapjes.

Difraksioni. Ky është një dukuri kur valët e zërit mbështillen rreth pengesës me të cilën përballen. Vala lehtë e rrethon pengesën nëse gjatësia valore është dukshëm më e madhe se dimensionet e pengesës, me çka zëri edhe prapa pengesës ka të njëjtin intensitet para saj. Në gjatësi valore më të vogël (frekuenca më të larta) rrethimi është më i vogël, pengesa krijon “hije të zërit” me çka intensiteti i zërit pas pengesës është më i vogël. Gjatë përhapjes së zërit vjen deri te humbja e energjisë për shkak të viskozitetit të mjedisit, paraqitjes së rezonancës mes molekulave të materies nëpër të cilën përhapet zëri, çka si pasojë përfundimtare ka shuarjen (dobësimin) e zërit. Në ajër kjo shuarje është e vogël dhe për të duhet të merret parasysh vetëm në distanca më të madhe se 100 metra dhe për frekuenca më të mëdha se 1000Hz.

Efkti Doppler. Kjo është një dukuri e ndryshimeve të dukshme në frekuencën e zërit në rastet kur burimi lëviz në krahasim me dëgjuesin ose anasjelltas – dëgjuesi zhvendoset në raport me burimin e zërit. Nga jeta e përditshme, shembulli më i qartë i këtij fenomeni është rasti i kalimit të dy trenave në lëvizje.

1.4. KARAKTERISTIKAT FIZIOLOGJIKE TË ZËRIT

Të gjitha shqisat e njeriut i krijojnë njeriut pamje subjektive për botën që e rrethon dhe pjesë e së cilës është edhe ai. Kjo pamje është rezultat i botës objektive, por për shkak të “mungesës” së shqisave, ajo nuk është identike me pamjen që e japin instrumentet për matje.

Njeriu dëgjon me të dy veshët dhe mund të dallojë katër karakteristika bazë të zërit: *lartësinë, intensitetin, ngjyrën dhe drejtimin* nga i cili vjen zëri.

Lartësia e tonit. Ajo është e përcaktuar nga frekuenca e zërit, gjegjësisht nga frekuenca e harmonikut bazë të zërit kompleks. Frekuenca më e vogël jep ndjenjë për *ton më të ulët*, kurse frekuenca më e madhe jep ndjenjë për *ton më të lartë*.

Hulumtimet mbi ndjeshmërinë për lartësinë e tonit kanë treguar se veshi i njeriut dëgjon „në mënyrë logaritmike“, d.t.th. në rritjen e lartësisë së tonit për të njëjtën vlerë (në bazë të vlerësimit subjektiv), korrespondon rritja e frekuencës për të njëjtën përqindje, por jo për të njëjtën vlerë absolute (në herc). Me fjalë të tjera, vlen ligji se lartësia e tonit është proporcionale me logaritmin e frekuencës.

$$- \text{ lartësia e tonit } \sim \log f \dots\dots\dots(1-15)$$

Veshi ka ndjeshmëri të ndryshme në ndryshimet e frekuencës në rrethinë për 1kHz, veshi i njeriut është në gjendje të dallojë ndryshimet të frekuencës vetëm për 2Hz, por për frekuenca më të ulëta dhe më të larta kjo ndjeshmëri përkeqësohet.

Fuqia e zërit. Ajo është sinonim i intensitetit të zërit. Intensiteti i zërit varet në mënyrë proporcionale nga madhësia e presionit të zërit. Me zvogëlimin e intensitetit të zërit arrihet në një kufi ku veshit nuk është në gjendje që ta dëgjojë. Ky kufi quhet **pragu i dëgjimit të veshit**.

Kufiri i sipërm i intensitetit të zërit, të cilin veshi mund ta dëgjojë pa pasojë, quhet kufiri i dhimbjes. Kufiri i dhimbjes dhe kufiri i dëgjimit përcaktojnë **brezin dinamik të veshit**.

Kufiri i dëgjimit varet nga frekuenca. Zërin më të dobët që mund ta dëgjojë njeriu për 1.000Hz ka presion prej $p_o = 2 \cdot 10^{-15}$ Pa, që i përgjigjet intensitetit $J_o = 2 \cdot 10^{-12}$ W/m².

Fuqia e zërit më të dobët është $P = J_0 \cdot S = 3 \cdot 10^{-17} \text{ W}$, ku S është sipërfaqja e prerjes tërthore të kanalit të dëgjimit.

Brezi mes infrazërit dhe ultrazërit quhet **brezi akustik**. Brezi dinamik dhe akustik e përbëjnë **zonën e dëgjimit**.

Nga Fig. 1-6 shihet se intensiteti i zërit është i shprehur në decibell (dB). Gjatë kësaj, për 1.000Hz pragu i dëgjimit është 0dB, kurse kufiri i dhembjes është 120dB. Decibelli, si njësi objektive e intensitetit, nuk shfrytëzohet vetëm për që më lehtë të bëhen krahasime me intensitetin referent – intensitetin J_0 . Ligji logaritmik që vlen gjatë vlerësimit subjektiv të lartësisë së tonit është karakteristikë universale e cila vlen edhe gjatë ndjeshmërisë së intensitetit të zërit. Prandaj, për intensitetin e zërit mund të thuhet se është proporcional me logaritmin e eksitimit fizik, për shembull me presionin.

$$\text{intensiteti i zërit} \sim \log p \dots\dots\dots(1-16)$$

Zona dëgjimit dhe zona e të folurit dhe muzika janë paraqitur në Fig. 1-6. I gjithë grafiku i figurës është në raport logaritmik.

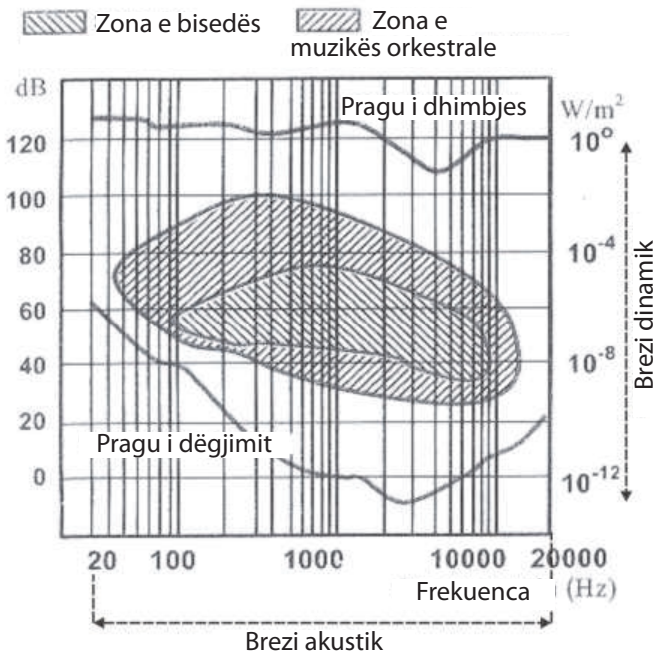


Fig. 1-6. Zona e dëgjimit dhe zona e bisedës dhe muzikës

Ngjyrën e tonit e përcaktojnë harmonikët, numri i tyre dhe amplituda. Instrumente të ndryshme prodhojnë tone të njëjta, por megjithatë këto tone përmbajnë numër të ndryshëm të harmonikëve me amplituda të ndryshme. Prandaj edhe ekziston dallimi në ngjyrën e tonit të instrumenteve të ndryshme.

Drejtimi i ndjeshmërisë. Një nga karakteristikat e rëndësishme të veshit të njeriut është ndjeshmëria për drejtimin dhe kahjen e valës zanore. Kjo mundëson që të mund të lokalizohet vendi i burimit të zërit. Kjo veti është për shkak se njeriu dëgjon me të dy veshët, me çka dallimet që paraqiten mes sinjaleve të marra me njërin dhe veshin të tjetër, në qendrën për dëgjim e përcaktojnë drejtimin nga i cili vjen zëri.

Këto dallime mund të jenë: *dallime në intensitetin dhe dallime në ngacmimin kohor* të njërit dhe të veshit tjetër. Në Fig. 1-7 është prezantuar dëgjues dhe burimi i zërit që është vendosur në një kënd të caktuar, kurse në raport me normalen e boshtit në mes të dy veshëve.

Në një rast të tillë, zëri që arrin në të dy veshët kalon rrugë të ndryshme. Dallimi në gjatësinë e rrugëve është e Δl . Për shkak të gjatësisë së ndryshme të rrugës, paraqitet dallimi në fazë mes tingujve (zërave) që i marrin veshët.

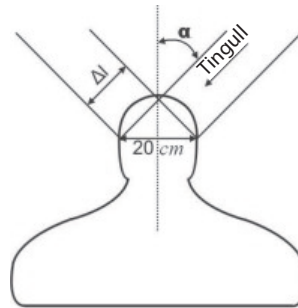


Fig. 1-7. Krijimi i ndryshimit në kohën në ngacmimin e veshit të majtë dhe të djathtë

Gjithashtu, i ndryshëm është edhe intensiteti i zërit të marrë mes dy veshëve. Ndryshimi i rrugëve Δl është i vogël. Nëse transmetohen tinguj me frekuenca të ulëta (gjatësi vale të madhe), atëherë dallimi në fazë në mes të valëve që arrijnë deri te veshët është e vogël dhe njeriu nuk e ndjen drejtimin nga i cila vjen zëri. Në frekuenca më të larta, sidomos rreth tre kiloherc, paraqitet e ashtuquajtura zona e pasigurisë, sepse dallimi në fazë mes tingujve është rreth 360° , që praktikisht do të thotë se ato janë në fazë.

Në frekuenca të larta mund të përcaktohet saktë drejtimi nga i cili vjen zëri, sepse në këtë rast dallimi në fazë është i madh. Në frekuenca më të larta, veshi që është më larg nga burimi gjendet në “hijen e zërit”, sepse zvogëlohet intensiteti i zërit.

Aftësia e njeriut për të përcaktuar se nga cili drejtim vjen zëri, d.m.th. të dëgjoj në hapësirë, është bazë për zhvillimin e stereofonisë.

1.5. KONEVRTUESIT ELEKTROAKUSTIK

Nëse zëri duhet të transmetohet në distancë, që të matet ose që të incizohet, ai duhet të shndërrohet në një formë të përshtatshme, zakonisht në sinjal elektrik. Kjo bëhet me pajisje të cilat energjinë akustike e konvertojnë në elektrike dhe anasjelltas. Këto pajisje janë konvertuesit elektroakustikë: **mikrofonat, altoparlantët dhe kufjet.**

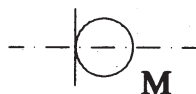
Për konvertuesit elektroakustikë karakteristike është ajo se energjia e zërit nuk shndërrohet në energji elektrike direkt, por nëpërmjet energjisë mekanike. Kjo vlen edhe për konvertimin e energjisë elektrike në energji të zërit. Te mikrofonat – energjia e zërit shndërrohet në mekanike, dhe pastaj në elektrike, kurse tek altoparlantët është e kundërta.

Të gjithë konvertuesit elektroakustikë janë **analog**. Tek ato, gjatë konvertimit të energjive, forma valore e sinjalit mbetet e pandryshuar. Kjo do të thotë se forma në kohën e sinjalit origjinal rruhet edhe pas konvertimit të realizuar në sinjal.

1.6. MIKROFONAT

Mikrofonat janë konvertues elektroakustikë me anë të të cilëve zëri shndërrohet në sinjal elektrik. Ky konvertim është analog: tensioni në dalje të kontakteve nga mikrofoni ka të njëjtën formë si dhe zëri nën ndikimin e të cilit fitohet ky tension. Karakteristika themelore të mikrofonave janë: ndjeshmëria, efikasiteti, karakteristika e frekuencës, karakteristika e orientimit, brezi dinamik dhe impedanca.

Simboli për mikrofonin që përdoret në literaturë dhe në skema është:



Vijat e ndërprera e tregojnë boshtin e mikrofonit.

Ndjeshmëria ose **faktori i konvertimit** (s) definohet si raport i forcës elektromotore (E) në kontaktet e mikrofonit dhe presionit të zërit (p) në vendin ku është vendosur mikrofonit.

$$s = \frac{E}{p} \left[\frac{V}{Pa} \right] \dots\dots\dots(1-17)$$

Ndonjëherë ndjeshmëri shprehet në decibel dhe gjatë kësaj do ta krahasojmë me ndonjë mikrofon të supozuar standard, i cili në presion prej $p=1Pa$ jep forcë elektromotore $E = 1V$, dhe atëherë ndjeshmëria do të jetë:

$$s [dB] = 20 \log \frac{E}{p} \dots\dots\dots(1-18)$$

Vlera tipike për ndjeshmërinë është disa dhjetëra (mV/Pa), ose reth 30dB.

Efikasiteti. Në terma elektrike, mikrofonit është një gjenerator (burim) i cili në hapin e ardhshëm jep një fuqi. Nëse kjo fuqi është më e madhe, atëherë mikrofonit është më efikas. Edhe këtu, mikrofonit krahasohet me mikrofon standard. *Ai është një mikrofon i supozuar, i cili në presion zëri prej 1Pa, shfrytëzuesit i jep fuqi prej 1W.*

Karakteristika e frekuencës. *Kjo është paraqitje grafike e varësisë së ndjeshmërisë (e shprehur në dB) dhe frekuencës.*

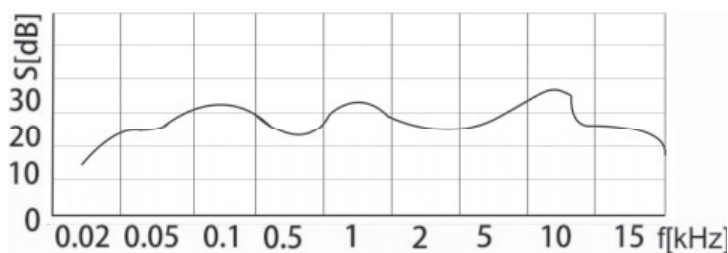


Fig. 1-8. Karakteristika e frekuencës e mikrofonit

Karakteristika ideale do të ishte një ndjeshmëri konstante për të gjitha frekuencat, kurse pamja grafike do të ishte vijë e drejtë, konstante.

Ky kusht do të mund të plotësohet për një brez të gjerë të frekuencave, por megjithatë në frekuencat më të larta dhe më të ulëta do të ketë një ulje drastike të ndjeshmërisë, e kjo është në fakt në fund të zonën së punës së konvertuesit. Karakteristikat ideale dhe reale të frekuencave janë treguar në Fig. 1-8.

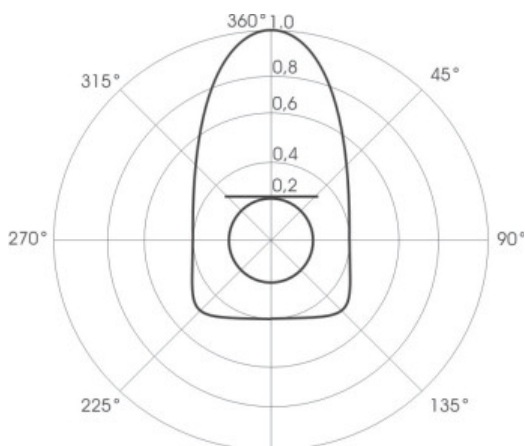


Fig. 1-9. Karakteristika e orientimit të mikrofonit

Vërehet se nga karakteristika e frekuencës mund të shihet gjerësia e brezit të frekuencave të mikrofonit.

Karakteristika reale ndryshohet me ndryshimin e frekuencës dhe varion rreth 30dB.

Karakteristika e orientimit. *Madhësia e tensionit të kontakteve (lidhjeve) varet, ndër të tjera, edhe nga këndi me të cilin vala e zërit bie në membranë.* Tensioni është më i madh kur valë zanore bie në një kënd prej 90°, d.m.th. kur boshti i mikrofonit përputhet me drejtimin e përhapjes së zërit. Karakteristika e orientimit të mikrofonit është paraqitur (Fig. 1-9). Ekzistojnë disa lloje të karakteristikave të orientimit. Ato varen nga konstruksioni i shtëpiza të mikrofonave dhe nga frekuenca e sinjalit të zërit që e pranojnë. Ekzistojnë tre karakteristika tipike të orientimit Fig. 1-10: rrethore (Figura 1-10-a), në formë të zemrës (Fig. 1-10-b), formë dy rrethore ose tetëshes (Figura 1-10-c).

Varësisht nga frekuenca e sinjalit të zërit që e pranon mikrofoni, duhet të theksohet se me rritjen e frekuencës, orientimi gjithnjë e më shumë rritet kah boshti i mikrofonit. Paraqitje hapësinore të karakteristikave të ndryshme të orientimit të mikrofonave është dhënë në (Fig. 10-10-d).

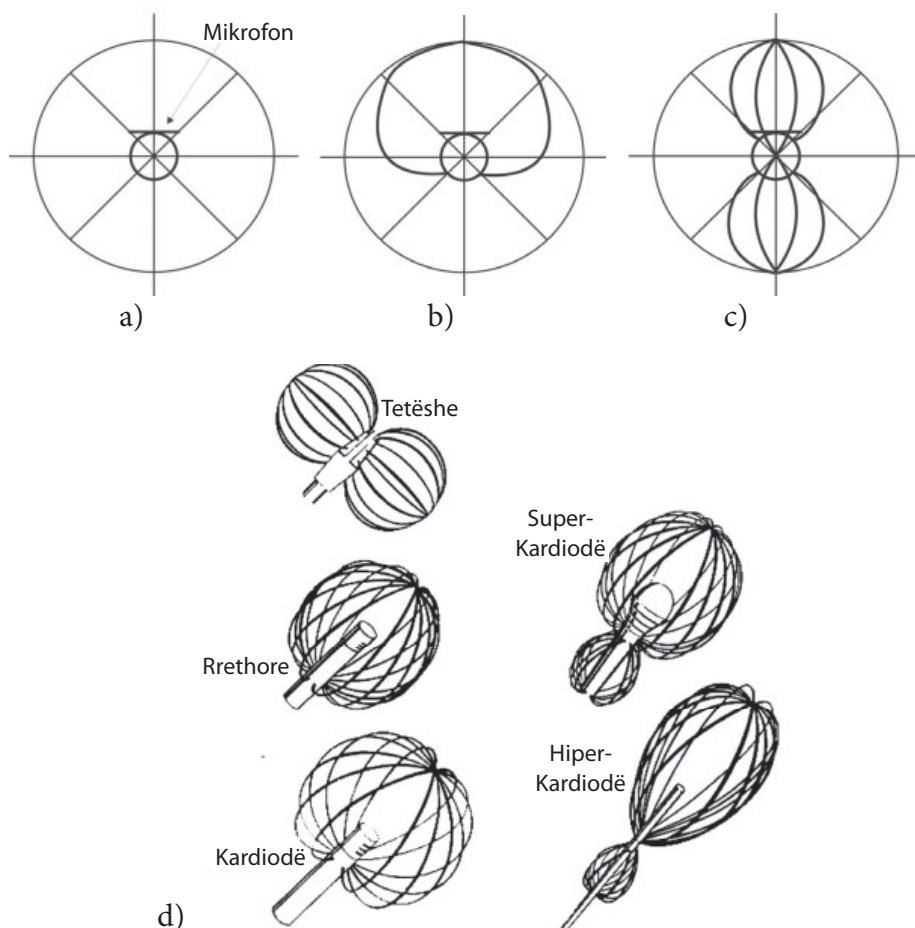


Fig. 10-10. Karakteristika tipike të orientimit:
 a) rrethore; b) në formë të zemrës; c) në formë dy rrethore ose tetëshe
 d) paraqitje hapësinore

Brezi dinamik. Ai është raporti i zërit më të fortë dhe më të dobët që mund të incizohet përmes mikrofonit dhe të transmetohet pa shtrembërim.

Impedanca e mikrofonave është *impedanca elektrike mes kontakteve të tij*. Madhësia e saj është e rendit të disa omëve (në mikrofonat elektrodinamikë me shirita), e deri në disa qindra kiloom (bë mikrofonat me kondensator). Në varësi të vlerës së impedancës, mikrofonat janë të ndarë në omik të ulët dhe omik të lartë. Vlera më e shpeshtë e mikrofonave omik të ulët është 200Ω , kurse në omik të lartë $50k\Omega$. Mikrofonat omik të

ulët kanë ndjeshmëri më të vogël dhe në to mund të përdoren kablllo më të gjata (deri në qindra metra), ndërsa në omik të lartë kablllo është e shkurtër për shkak të rënies së tensionit në impedancën e mikrofonit. Impedanca e mikrofonit është e dhënë shumë e rëndësishme që luan rol të rëndësishëm në rregullat e lidhjes së përforcuesit ose të linjës për ndërlidhje. Gjatë kësaj lidhje duhet të realizohet *përshtatja e fuqisë* që të mundësohet nxjerrja e energjisë së dobishme maksimale me konvertuesin (mikrofonin). Kjo, praktikisht, do të thotë se duhet të arrihet barabarësi e impedancës së brendshme të mikrofonit me impedancën e përdoruesit (përforcuesit ose linjës për ndërlidhje). Në praktikë kjo është realizohet me transformator përkatës.

Kjo përshtatje sipas fuqisë nuk është gjithmonë në rend të parë, sepse zakonisht më i rëndësishëm është kualiteti i transmetimit. Domethënë, kur impedancat e mikrofonit dhe përforcuesit kanë komponentë reaktive, kurse kjo – para së gjithash – ka të bëjë me impedancën e brendshme të mikrofonit, atëherë tensioni në kontaktet dalëse të mikrofonit, në rasti e përshtatjes së fuqisë, mundet në masë të madhe të varet nga frekuenca. Që të shmanget kjo, dhe me kusht që të ruhet cilësia e transmetimit, bëhet e ashtuquajtura mbi përshtatshmëria. Kjo realizohet në atë mënyrë që përdor konsumator me impedancë dukshëm më të madhe (dhjetëra herë) nga impedanca e mikrofonit, me çka zvogëlohet varësia nga frekuenca dhe përmirësohet cilësia e transmetimit.

1.7. NDARJA E MIKROFONAVE

Janë bërë dy ndarje të mikrofonave, *ndarja akustike*, e cila bëhet në bazë të ndërtimit të shtëpizës dhe karakteristikës së orientimit, dhe *ndarja elektrike* e cila varet nga mënyra me të cilën energjia akustike përmes asaj mekanike konvertohet në elektrike.

1.7.1. Ndarja akustike

Sipas ndarjes akustike, ekzistojnë tre lloje të mikrofonave: *mikrofona me presioni*, *dykahësh* dhe *mikrofona të kombinuar*.

Mikrofonat me presion. Ata janë të ndërtuar ashtu që zëri vepron vetëm në njërën anë të membranës. Karakteristika e orientimit të këtyre mi-

krofonave është *rrethore*. Mikrofolni me shtypje dhe karakteristika e orientimit janë dhënë në Fig. 1-11. Membrana e mikrofonit është e lidhur në mënyrë elastike për shtëpizën ose trupin e mikrofonit. Në anën e jashtme të membranës vepron presioni i zërit (p) dhe presioni atmosferik (p_A). Nga ana e brendshme vepron vetëm presioni atmosferik, i cili hynë në shtëpizë përmes një hapje të vogël në vetë shtëpizën. Presionet atmosferike nga jashtë dhe nga brenda mes veti anulohen në membranë.

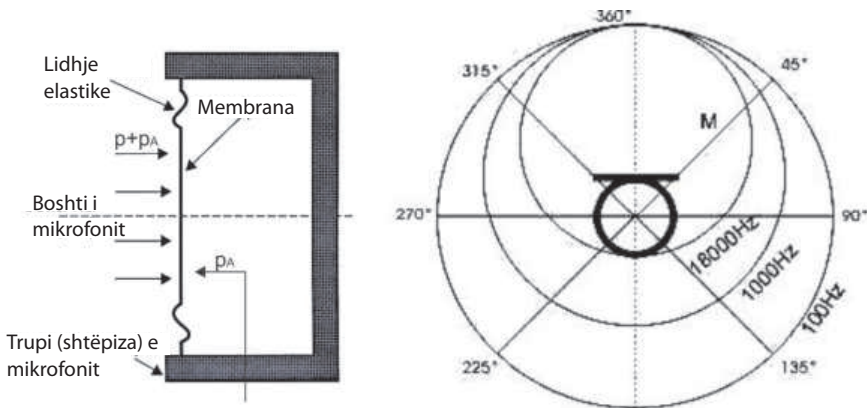


Fig. 1-11. Mikrofolni presion dhe drejtimin e saj karakteristike

Nga grafiku i Fig. 1-11 shihet karakteristika e drejtimit ka formë rrethore vetëm për frekuenca të ulëta. Në frekuenca të larta, karakteristika është gjithnjë e më e drejtuar pasi që, për shkak të difraksionit, membrana gjindet gjithnjë e më shumë në hijen e zërit të shtëpizës. Ky fenomen është më i shprehur në qoftë se shtëpiza e mikrofonit ka përmasa më të mëdha.

Të gjithë mikrofonat mund të ndërtohet në atë mënyrë që të punojnë si mikrofoina me presion. Por, mikrofolni elektrodinamik me bobinë zakonisht realizohet në këtë mënyrë, sepse në të është shumë e komplikuar që zëri të dërgohet në pjesën e prapme të mikrofonit. Në këtë rast do të duhet të ngjitet magnet.

Mikrofolni **gradient (dykahësh)** në mënyrë konstruktive është i realizuar ashtu që zëri vepron në të dy anët e membranës. Skema dhe karakteristika e një mikrofolni të tillë është dhënë në Fig. 1-12. Edhe në këto mikrofoina veprimi i presionit atmosferik në të dyja anët shfuqizohet dhe zhvendosja e membranës varet vetëm nga diferenca e presioneve ($p_1 - p_2$).

Amplitudat e presioneve p_1 dhe p_2 janë të njëjta, por ndryshimi nuk është i barabartë me zero, sepse ato nuk ndodhen në fazë, për shkak të gjatësisë së ndryshme të rrugëve që i kalon zëri nga burimi deri në njëërën dhe anën tjetër të membranës.

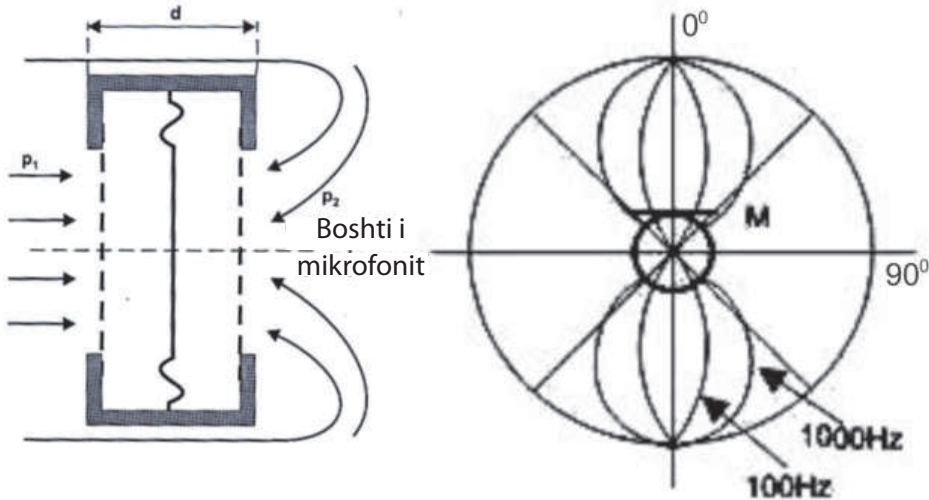


Fig. 1-12. Mikrofonit gradient dhe karakteristikat e tij

Ndryshimi më i madh i presioneve, d.t.th. tension më të lartë në kontaktet e mikrofonit ka kur burimi i zërit është i vendosur në boshtin e mikrofonit, në njëërën ose anën tjetër. Atëherë, tensionet e marra nga presionet janë në kundër fazë. Kur vala zanore vjen normal me boshtin e mikrofonit, dallimi në fazë mes tenseoneve p_1 dhe p_2 është i barabartë me zero. Karakteristika e drejtimit ka formën e tetëshes dyshe e cila gjithnjë e më tepër drejtohet për frekuenca më të larta (Fig. 1-12-b).

Mikrofonat e kombinuar fitohen si kombinim i dy mikrofonave të mëparshëm. Kjo arrihet me lidhjen serike të mikrofonit me presion dhe mikrofonit dy kahesh. Karakteristika e drejtimit fitohet duke mbledhur dy karakteristikat e mëparshme. Realizimi i mikrofonit të kombinuar dhe karakteristika e tij janë dhënë (Fig. 1-13).

Në këto mikrofone zëri që vjen nga ana e djathtë p_2 është dobësuar, kështu që presionet në të dy anët e membranës ndryshojnë në fazën dhe amplitudë, me çka $p_1 > p_2$.

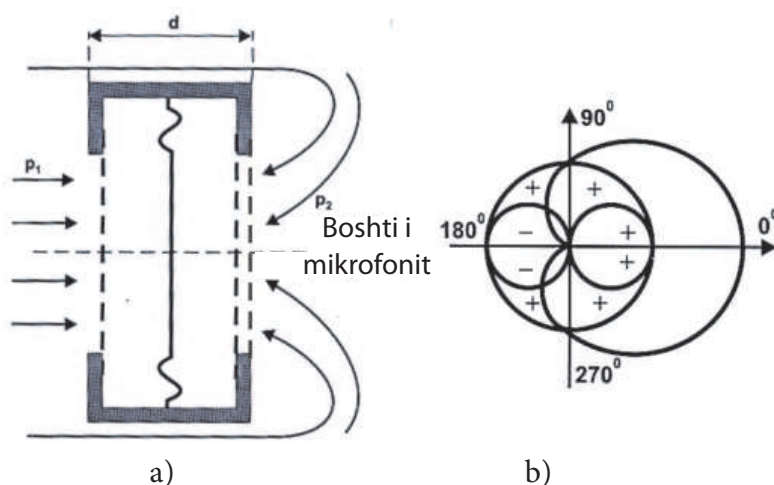


Fig. 1-13. Mikrofolni i kombinuar dhe karakteristika e tij e orientimit

Karakteristika e orientimit fitohet me mbledhjen e karakteristikave 1 dhe 2, kështu që si karakteristikë rezultante (3) është forma e zemrës (kardioida) dhe është dhënë në (Fig. 1-13-b).

1.7.2. Ndarja elektrike e mikrofonave

Sipas metodës së konvertimit të oscilimeve mekanike të membranës në sinjal elektrik, bëhet ndarja elektrike e mikrofonave. Membrana është pjesë përbërëse kryesore e çdo mikrofolni. Ajo është e përforcuar në mënyrë elastike në shtëpizën e mikrofolnit. Nën ndikimin e presionit të ndryshueshëm zanor membrana oscilon, me çka energjia e zërit konvertohet në fuqi elektromotore. Varësisht nga mënyra në të cilën bëhet konvertimi i energjive, ekzistojnë më shumë lloje të mikrofonave: *karbonik, elektrodinamik, kondensatorik dhe mikrofolna kristalor*.

Mikrofolnat e karbonit. Këto janë mikrofolnat e parë që janë ndërtuar dhe përdorur. Në Fig. 1-14 është dhënë prerja tërthore, lidhjet elektrike dhe grafikët e sinjaleve elektrike të një mikrofolni të tillë. Mes membranës elastike (1) dhe pllakës së palëvizshme të karbonit (2) ka kokrra të vogla karboni (3). Një rezistencë e formuar kështu, përmes baterisë prej 4 deri 12V lidhet me transformatorin raporti transmetues i të cilit është prej 1:20 deri në 1:100. Kjo rezistencë, bateria dhe transformatori janë të vendosur në një shtëpizë, me çka fitohet *mikrofolni karbonik*.

Prerja tërthore e mikrofonit karbonik është dhënë në (Fig. 1-14-a), kurse lidhjet elektrike në shtëpizën e mikrofonit në (Fig. 1-14-b).

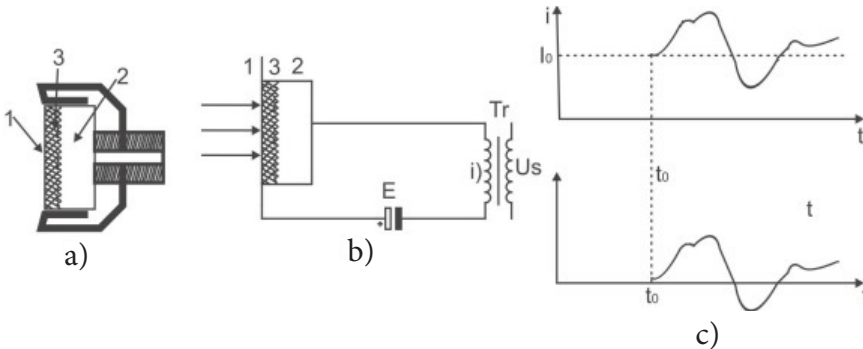


Fig. 1-14. Mikrofonit i karbonit

Mikrofonat e karbonit punojnë mbi parimin e ndryshimit të rezistencës: nën ndikimin e presionit të zërit membrana lëviz, në të njëjtin ritëm ndryshon edhe presioni mbi kokrrat e karbonit, me çka ndryshohet edhe rezistenca elektrike mes kokrrave. Nga qarku në (Fig. 1-14-b) shihet se kur nuk ka presion zëri, atëherë nuk ka edhe ndryshim në rezistencë, d.t.th. rryma që rrjedh është konstante (I_0), dhe ajo nuk do të jap sinjal dalës- u_s në daljen e transformatorit. Kur në membranë vepron presioni i zërit, vjen deri re ndryshimi në rezistencën e kokrrave të karbonit, dhe me këtë krijohet rrymë e ndryshueshme në qarkun e mikrofonit, me çka në transformator fitohet sinjal dalës u_s , i cili ndryshon në ritmin e ndryshimeve të presionit akustik. Grafikët e ndryshimeve të sinjaleve në mikrofonin e karbonit janë dhënë në (Fig. 1-14-c). Nga ata shihet se nga momenti t_0 kur fillon veprimi i presionit akustik mbi membranë, nëpër qark rrjedh rrymë e ndryshueshme i dhe në sekondarin e transformatorit paraqitet tension i ndryshueshëm u_s .

Karakteristikat e mikrofonit të karbonit, sipas të cilave përcaktohet edhe përdorimi i tyre, janë: ndjeshmëria e mirë në frekuenca të mesme, karakteristikë konstante e frekuencës në të njëjtin brez, karakteristikë rrethore të orientimit, rezistencë dalëse prej disa dhjetëra omë deri në disa qindra om. Ndjeshmëria rritet në qoftë se rezistenca, bateria dhe transformatori janë të integruar në një shtëpizë. Konstruksioni i këtyre mikrofonave lejon që struktura e tyre të jetë e llojit të mikrofonave me presion, gjegjësisht të jenë të hapur nga ana përpara. Fuqia elektrike që ia japin këto mikrofone konsumatorit është 1mW.

Për shkak të këtyre karakteristikave, këto mikrofone janë përdorur masovikisht në telefoni për transmetimin e bisedës.

Sot, për shkak të karakteristikave të tyre, si dhe për shkak të kostos së lartë, ato zëvendësohen me mikrofone elektrodinamik.

Mikrofonat elektrodinamik punojnë në parimin e induktimit të forcës elektromotore në përçues i cili lëviz në fushë të fortë magnetike. Forca elektromotore e induktuar është proporcionale me induksionin magnetik (B), gjatësia e përçuesit (l) dhe shpejtësinë me të cilën përçuesi lëviz në fushë (v). Pjesët kryesore të mikrofonave elektrodinamik me bobinë janë dhënë në Fig. 1-15.

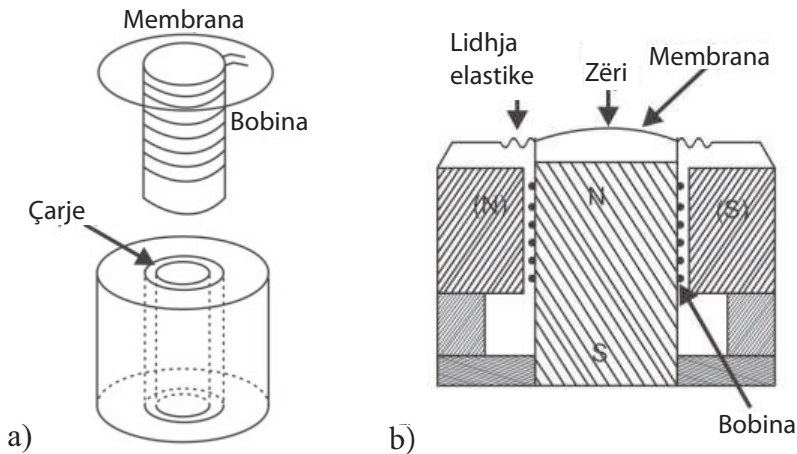


Fig. 1-15. Mikrofoli elektrodinamik:
a) struktura konstruktive, b) prerja tërthore

Në çarjen e ngushtë ajrore ka fushë të fortë magnetike dhe në të lëviz përçuesi i cili është i lidhur me membranën. Drejtimi i vijave të fushës magnetike është pingul në përçuesin. Nën ndikimin e zërit membrana lëviz, dhe me këtë edhe përçuesi në të cilin induktohet forcë elektromotore:

$$E = B \cdot l \cdot v \dots\dots\dots(1-19)$$

Karakteristika të mikrofonave elektrodinamik janë: ndjeshmëria e mikrofonave me rreth 1mV/Pa; impedancën e kanë madhësi të pastër omike rreth 100Ω, vlera tipike janë edhe 50Ω dhe 200Ω. Pasi që rezistenca e hyrjes e përforcuesit në të cilën lidhet mikrofoli është më e madhe,

përdoret transformator për të përshtatur, i cili është i ngulitur në shtëpizë bashkë me mikrofonin. Ndjeshmëria e mikrofonit dinamik të konstruktuar në këtë mënyrë është 50mV/Pa. Ai ka një karakteristikë konstante të frekuencës për brezin prej 30Hz deri në 15kHz, brez dinamik të gjerë deri në 120dB, shtrembërime të vogla, është i pa ndjeshëm ndaj goditjeve dhe në ndryshimet atmosferike. Të gjitha këto karakteristika mundësojnë që mikrofonat elektrodinamikë të përdoren për pajisje të lira për përdorim të përditshëm, por edhe për pajisje profesionale dhe pajisje studio për incizim.

Mikrofoni kondensatorik. Ky mikrofon funksionon në parimin e ndryshimit të kapacitetit. Skema elektrike e mikrofonit kondensatorik është dhënë në Fig. 1-16.

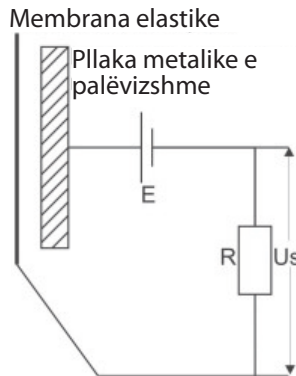


Fig. 1-16. Skema elektrike mikrofonit kondensatorik

Membrana elastike metalike, e hollë paraqet njërin nga pllakat e kondensatorit. Në distancë të vogël nga ajo gjendet pllaka masive e palëvizshme. Të dy pllakat formojnë kondensator elektrike me kapacitet C , e cila ka vlera deri në disa qindra pikofarad. Kondensatori lidhet në bateri (E) prej 100V. Kur në membranë vjen zëri, ajo lëkundet. Nëse membrana afrohet pranë pllakës së palëvizshme, atëherë kapaciteti rritet, kurse kur largohet nga pllaka metalike e palëvizshme, kapaciteti zvogëlohet. Gjatë kësaj, kondensatori në mënyrë alternative mbushet dhe zbrazet, kurse sasi e elektricitetit Q ndryshon me ritmin e zërit.

$$Q = C \cdot E \dots\dots\dots (1-20)$$

ku E është tensioni i burimit.

Rryma e mbushjes dhe shkarkimit kalon nëpër rezistencën R dhe në të krijon tension të ndryshueshëm u_s . Që ky tension të mos varet nga frekuenca, duhet të kënaqet kushti:

$$R \gg \frac{1}{\omega C}, \quad ku \quad \omega = 2\pi \cdot f \quad \dots\dots\dots(1-21)$$

Pra, duhet që rezistenca R të jetë shumë herë më e madhe se impedanca e kondensatorit. Duke pasur parasysh se kapaciteti i kondensatorit është disa qindra pikofarad, rezistenca R duhet të jetë më tepër se dhjetëra, e ndoshta edhe qindra megaom. Me një rezistencë të tillë të daljes kaq të madhe, mikrofonit kondensatorik nuk do të mund të lidhej me stadin e ardhshëm. Në këto mikrofone nuk do të mund të përdoret transformator për përshtatje në mikrofonat elektrodinamik. Lidhja me stadin e ardhshëm kryhet përmes një përforcuesi me rezistencë hyrëse të madhe.

Mes mikrofonit dhe përforcuesit nuk duhet të lidhen kablllo të gjata, sepse kapaciteti i tyre, i cili është 100pF/m, i lidhur paralelisht me rezistencën, do të shkaktojë zvogëlim të tensionit të daljes. Kështu, për shembull, vetëm një metër kablllo e zvogëlon tensionin e daljes për gjysmë. Prandaj, në shtëpizën e mikrofonave kondensatorik ndërtohet edhe stadi përforcues, roli kryesor i të cilit është të zvogëlojë rezistencën e lartë dalëse të mikrofonit nga 50 deri 200Ω, me çka mundësohet lidhja me kablllo më të gjata.

Për shkak të vërejtjeve të cekura më parë imponohet edhe zgjidhja për realizimin praktik të këtij mikrofonit. Kjo do të thotë se *pllakat e kondensatorit, bateria dhe përforcuesi do të jenë të vendosur në të njëjtën shtëpizë*. Shtëpiza e këtyre mikrofonave mund të realizohet në të tre strukturat sipas ndarjes akustike.

Dimensionet e mikrofonave kondensatorik janë të vogla. Karakteristikat e tyre janë: ndjeshmëri deri në 30mV/Pa, karakteristikë konstante të frekuencës në gjithë zonën e dëgjimit, fortësi mekanike e mirë, nuk janë të ndjeshëm në ndryshimet atmosferike, rezistenca e daljes është prej disa qindra omësh, kurse karakteristika e orientimit mund të jetë rrethore, tetëshe ose në formë të zemrës.

Dimensionet e vogla dhe pesha e vogël e mikrofonave kondensatorik mundëson që ata mirë të riprodhojnë paraqitjet paraprake të zërit, kështu që përdoren në teknikën e studiove dhe gjatë matjeve akustike.

Mikrofoli kristalor. Puna e këtij mikrofon është bazuar në dukurinë e njohur me emrin – **efekti piezoelektrik**, i cili ndodh në disa kristale, për shembull te kuarci. Kur një pllakë e prerë në mënyrë të përshtatshme nga ky kristal, do t'i nënshtrohet shtrëngimeve mekanike, në njërin anë paraqiten më tepër elektrone, kurse në tjetrën - më pak. Pra, njëra anë bëhet negative, kurse ana tjetër pozitivisht e elektrizuar.

Paraqitja e efektit piezoelektrik dhe prerja tërthore e mikrofonit kristalor janë dhënë në Fig. 1-17.

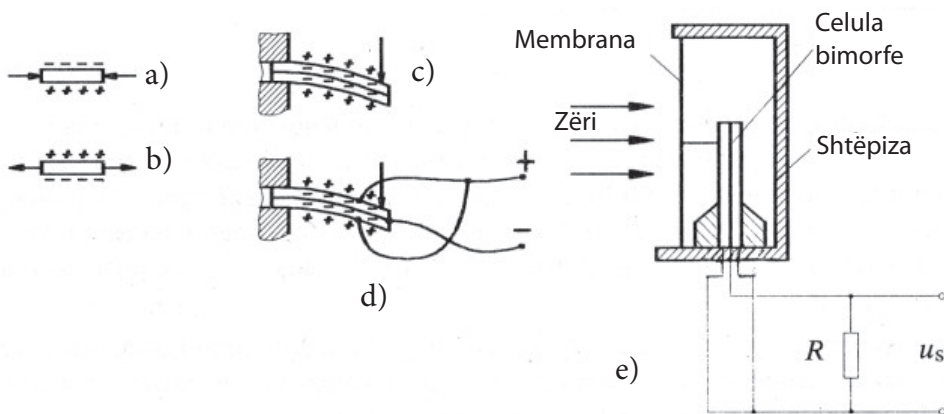


Fig. 1-17. Efekti piezoelektrik dhe prerja tërthore e mikrofonit kristalor

Nga (Fig. 1-17-a dhe b) vërehet se elektrizimi i anëve të kristalit gjatë presionit është i ndryshëm nga ai kur kristali i nënshtrohet tërheqjes. Mund të supozohet se kur kristali është i ekspozuar ndaj presionit të ndryshueshëm, elektrizimi i anëve të kristalit do të ndryshojë në ritmin e këtij presioni. Anët e kristalit do të avullohen me shtresë të hollë metalike, me çka fitohet piezocelulë. Këto shtresa metalike përdoren si kontakte elektrike. Me lidhjen e dy piezocelulave fitohet **celulë bimorfe**. Gjatë realizimit praktik, njëri skaj i celulës përforcohet, ashtu që kur në të do të has zëri paraqitet efekti i përkuljes, siç tregohet në (Fig. 1-17- c). Në (Fig. 1-17-d) është treguar lidhja e kontakteve elektrike për celulën. Në (Fig. 1-17-e) është dhënë prerja tërthore e mikrofonit kristalor dhe vendosja e celulës

bimore në të . Nën ndikimin e zërit, membrana elastike oscilon. Këto oscilime transmetohen në celulën bimorfe. Elektrizimi i vazhdueshëm i ndryshueshëm në anët e celulës jep tension të ndryshueshëm u_s në rezistencë E .

Ashtu si edhe te mikrofonat kondensatorik, ashtu edhe këtu forca elektromotore fitohet si varësi e sasisë së ngarkesës Q dhe kapacitetit të kondensatorit C , të përbërë nga dy elektroda (shtresa metalike) dhe kristalit si dielektrik:

$$E = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(1-22)$$

Që tensioni dalës i ndryshueshëm të mos varet nga frekuenca, edhe për këto mikrofone duhet të kënaqet kushti:

$$R \gg \frac{1}{\omega C}, \quad ku \quad \omega = 2\pi \cdot f \dots\dots\dots(1-23)$$

Për dallim nga mikrofoni kondensatorik, në mikrofonin kristalor kapaciteti është më i madh (rreth 1.00pF), prej ku del se edhe rezistenca R mund të jetë më e vogël (rreth 1MΩ). Sipas kësaj, përforcuesi nuk është e thënë të jetë në shtëpizën e mikrofonit.

Në mikrofonat kristalor ndjeshmëria është relativisht e madhe (disa mV/Pa). Përparësitë e këtyre mikrofonave janë: nuk kanë bateri, nuk kanë magnet, nuk kanë të ndërtuar përforcues, as edhe transformator. Megjithatë, ekzistojnë edhe mangësi, kurse kryesor janë: karakteristikë e keqe e frekuencave dhe ndjeshmëria në lagështi dhe temperaturë.

Pikërisht për shkak të mangësive të cekura, mikrofonat kristalor nuk bien në klasën e mikrofonave cilësor. Megjithatë, në kushte të qëndrueshme të mjedisit, ato mund të përdoren me rezultate të kënaqshme, madje edhe për matje.

1.7.3. Mikrofonat pa tel- Wireless

Mikrofonat e përshkruar deri më tani përdoren për incizimin ose për lidhje komunikuese në studiot e zakonshme ose në kushte të telekomunikimit. Megjithatë, ekzistojnë shumë kushte tjera jashtë përditshmërisë së zakonshme. Në këto kushtet përdoren mikrofone special me struktura speciale. Të tillë janë mikrofonat pa tela.

Mikrofonat pa tela ose sistemet radiomikrofonike (wireless microphones) janë mikrofona me radiotransmetues në miniaturë. Radiomarrësi ndodhet në largësi i cili siguron marrje të kënaqshme.

Pjesa transmetuese (emetuese) e sistemit radiomikrofonik mund të përmbajë mikrofona dinamik, kondensatorik, elektrik ose mikrofona piezoelektrik, të kyçur në parapërforcues, kompresor dhe në një transmetues të vogël me modulator-FM dhe antenë. Mikrofonin mund të jetë i ndërtuar në të njëjtën shtëpizë me transmetuesin, ose të jetë i ndarë me një kabllo dhe të lidhet me anë të konektorit në transmetues. Bllok-skema e radiomikrofonit është dhënë në Fig. 1-18.

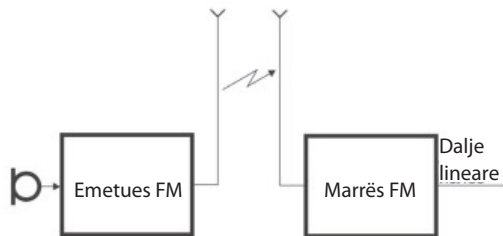


Fig. 1-18. Bllok-skema e radiomikrofonit

Në një numër të madh të transmetuesve profesional modern ekziston mundësia e zgjedhjes së frekuencës bartëse, por një transmetues në të njëjtën kohë mund emetojë vetëm në një frekuencë bartëse. Transmetuesi është me madhësinë e një pako cigare, kurse brenda gjendet një bateri e vogël (zakonisht 9V) e cila e ushqen dhe nga e cila merret furnizimi edhe për mikrofonin, nëse është kondensatorik. Në transmetues përdoret moduli në frekuencë (FM), sepse me të realizohet cilësi audio e lartë.

Në anën marrëse gjendet antena marrëse, marrësi me demodulator, ekspander (zgjedhës) dhe parapërforcues, audiodalja e të cilit lidhet me daljet lineare në pajisjet audio të ardhshme (mikserë tonike ose magnetofon). Marrësi merr sinjal vetëm nga një transmetues, gjegjësisht punon njëkohësisht vetëm në një frekuencë marrëse.

Radiomikrofonat përdoren në radio dhe në produksionin televiziv. Interpretuesit i përdorin modelet për në dorë (në të cilët janë të integruar mikrofonin dhe transmetuesin), me qëllim që të jenë të lirë gjatë lëvizjes në interpretimin e tyre, me çka nuk ka nevojë për kabllo shtesë për zhvendosjen e tyre në kuadër të elementeve të skenarit gjatë lëvizjes së interpretuesit.

Shumë shpesh paraqitet nevoja për përdorimin e më shumë radiomikrofonave. Atëherë, secili transmetues duhet të emetojë në frekuencën e tij, e ndryshme nga frekuencat e transmetuesve tjerë. Megjithatë, edhe në raste të tilla gjithmonë rekomandohet që distanca në mes të frekuencave të ndryshme të jetë më e madhe, që të mos krijohen kushte për interferencë reciproke. Në praktikë përdoren kanale në distancë të paktën prej 200kHz.

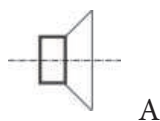
SHTOJCË:

Shiko shtojcën 1: Janë dhënë mikrofonat më shpesh të përdorur për qëllime profesionale.

1.8. ALTOPARLANTËT

Altoparlanti është një pajisje elektroakustike, e cila i konverton sinjalet elektrike në të zërit. Energjia elektrike së pari konvertohet në mekanike, dhe pastaj në akustike. Parimi i funksionimit të altoparlantëve dhe mikrofonave është i njëjtë, por në mënyrën konstruktive ato dallohen shumë, sepse fuqinë akustike që e krijon altoparlanti është shumë më e madhe se fuqia akustike që e merr mikrofoni, sepse ato kanë karakteristika të ndryshme elektrike dhe akustike.

Simboli i altoparlantit, i cili përdoret në literaturë dhe në skema, është:



Karakteristikat në bazë të së cilave kryhet ndarja e altoparlantëve dhe të cilat mundësojnë zgjedhjen e tyre janë: **riprodhimi, efikasiteti, karakteristika e frekuencës, karakteristika e orientimit, shkalla e shfrytëzimit dhe impedanca.**

Riprodhimi (r) tregon se sa presion zëri krijon një altoparlant kur në kontaktet e tij do të lidhet tension i ndryshueshëm u .

$$r = \frac{p}{u} [Pa/V]; \quad r [dB] = 20 \log \frac{p}{u} \dots\dots\dots(1-24)$$

Gjatë dhënies së të dhënave për riprodhimin duhet të dihet se në cilën distancë nga boshti i altoparlantit është matur presioni.

Efikasiteti (e) është raport i presionit që e jep altoparlanti në distancë prej 1m nga boshti i altoparlantit dhe rrënjës katrore të fuqisë elektrike që sillet në altoparlant,

$$e = \frac{p}{\sqrt{\frac{u^2}{Z}}} \left[Pa / \sqrt{W} \right] \dots\dots\dots(1-25)$$

ku Z është impedanca e altoparlantit.

Karakteristika e frekuencës është vijë e cila e tregon varësinë e riprodhimit (ose efikasitetin) nga frekuenca e sinjalit të ndryshueshëm që riprodhohet nga altoparlanti. Fitohet në atë mënyrë që matet presioni para altoparlantit për frekuenca të ndryshme të sinjalit. Në riprodhime shumë cilësore, karakteristika e frekuencës është konstante (prej 30Hz deri në 15kHz). Megjithatë, karakteristika reale e frekuencës devijon nga ajo ideale. Karakteristika e frekuencës varet nga përmasat dhe struktura e membranës së altoparlantit, si dhe nga frekuencat që i riprodhon altoparlanti.

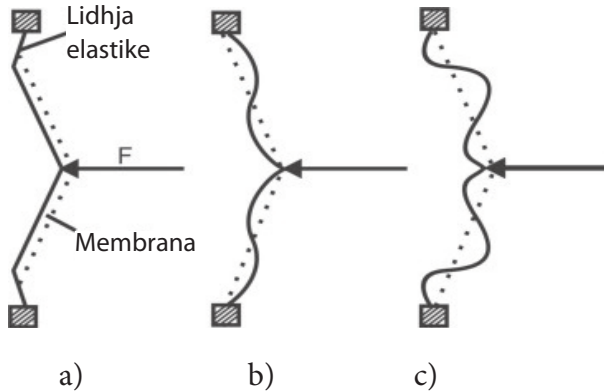


Fig. 1-19. Shtrembërimet e membranës

Për shtëpizën e altoparlantit, membrana lidhet me lidhje elastike (kjo realizohet me letër të mbështjellë në disa unaza). Në altoparlantët modern, veçanërisht tek ato për fuqi të madhe, lidhja elastike realizohet me unazë nga goma. Deri në përkeqësimin e riprodhimit në frekuenca të larta vjen sepse membrana pushon së vepruari si një sistem i ngurtë pjesë e të cilit

lëvizin në mënyrë të barabartë. Paraqitja e shtrembërimit të membranës është paraqitur në Fig. 1-19. Në **frekuenca të ulëta** (Fig. 1-19-a) membrana sillet si një sistem i ngurtë dhe të gjitha pjesët zhvendosen njëtrajtësisht majtas-djathtas. Kur frekuenca e sinjalit që riprodhohet rriten (Fig. 1-19-b, c) pjesët periferike të membranës fillojnë të vonohen nga ato qendrore. Veprimi i pjesëve të caktuara të membranës mes veti eliminohen, kurse kjo është gjithnjë e më e shprehur nëse frekuenat janë më të larta. Nga këtu rrjedh se për riprodhimin e toneve me **frekuenca të larta** më të mirë janë altoparlantët membranat e të cilëve kanë diametra më të vegjël. Membrana më e vogël do të thotë edhe fuqi akustike më e vogël që e rrezaton altoparlanti. Por kjo nuk është problem, sepse tonet e larta kanë fuqi më të vogël se ata tonet e ulëta, kështu që për të arritur fuqinë e nevojshme në frekuenca të larta të mjaftueshëm janë altoparlantë të vegjël. Gjatë riprodhimit të toneve me frekuenca të mesme dhe ulëta, është e nevojshme fuqi më e madhe akustike, kështu që membranat e këtyre altoparlantëve kanë dimensione të mëdha.

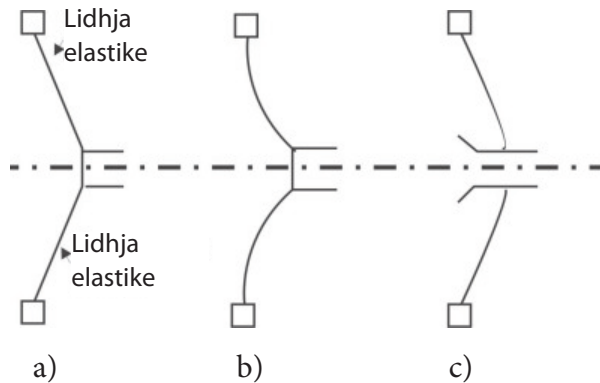


Fig. 10-20. Realizime të veçantë të membranave në altoparlant

Në radio dhe marrësit-TV dhe pajisjet e ngjashme për përdorim masiv është e mundur që të përdoret vetëm një altoparlant. Karakteristikat e altoparlantëve të tillë janë përmirësuar duke përdorur membrana me forma të veçanta, si në Fig. 1-20. Në membranën në (Fig. 1-20-a) ka shtresë elastike në mes, në të cilën në frekuenca të larta dridhet vetëm pjesa qendrore, kurse në frekuenca të ulëta dridhet e gjithë membrana. Në (Fig. 1-20-b) membrana është shumë e ngurtë, me çka zvogëlohen shtrembërimet në fazë. Në (Fig. 1-20-c) ka dy membrana elastike që janë të lidhura mes veti. Membrana më e vogël riprodhon frekuenca të larta, ndërsa mem-

brana e vogël dhe e madhe së bashku janë për riprodhimin e frekuencave të mesme dhe të ulëta.

Në varësi të frekuencave që i riprodhojnë, altoparlantët mund të jenë:

- altoparlant që riprodhojnë frekuenca të ulëta, zakonisht prej 20 deri në 600Hz, dhe quhen **altoparlant të frekuencave të ulëta (AFU)**;

- altoparlantë që riprodhojnë frekuenca të larta, zakonisht në brezin e frekuencave të punës prej 600 deri në 3.000Hz, dhe të cilat quhen **altoparlant për frekuenca të mesme (AFM)**, dhe

- altoparlantët që riprodhojnë frekuenca të larta, zakonisht në brezin e frekuencave të punës prej 3.000 deri në 20.000Hz, të cilat quhen **altoparlant të frekuencave të larta (AFL)**.

Karakteristika e orientimit tregon se sa energji akustike rrezaton altoparlanti në drejtime të caktuara. Në praktikë, altoparlantët vendosen në kuti zërimi. Teorikisht llogaritet se hapësira para dhe prapa membranës është e ndarë plotësisht. Atëherë karakteristika e orientimit ka formën siç është treguar në Fig. 1-21, ku d është diametri i membranës, kurse λ është gjatësi valore e zërit. Në frekuenca të ulëta (λ të madhe), altoparlanti rrezaton në mënyrë të barabartë në të gjitha drejtimet. Në frekuenca të larta, rrezatimi është gjithnjë e më i drejtuar.

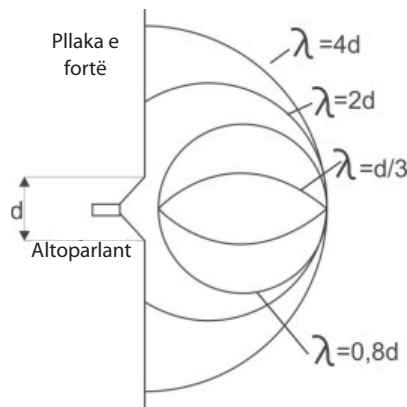


Fig. 1-21. Karakteristika e orientimit

Shkalla e shfrytëzimit është raporti i fuqisë akustike që e rrezaton altoparlanti dhe fuqisë elektrike që e jep përforcuesi. Gjatë çdo konvertimi të

energjisë nga njëra formë në tjetrën, ka humbje. Tek altoparlanti, shkalla e shfrytëzimit është disa shkallë (përqindje).

$$\eta = \frac{P_a}{P_c} \dots\dots\dots(1-26)$$

ku P_a është fuqia akustike dalëse, kurse P_c është fuqia elektrike hyrëse e altoparlantit.

Impedanca e altoparlantit (Z) paraqet impedancën e matur në kontaktet e tij. Që altoparlanti të merr fuqi maksimale nga stadi paraprak (përforcuesi), rezistenca e kontakteve të tij duhet të jetë e barabartë ose e përafërt me rezistencën e përforcuesit, d.m.th. të bëhet përshtatja sipas fuqisë.

Impedancën e altoparlantit e jep prodhuesi dhe ajo quhet *impedancë nominale*. Ajo është e standardizuar dhe është e shprehur në om (Ω). Vlera tipike e impedancës nominale të altoparlantit është 4Ω (katër om), por ndërtohen edhe altoparlant që kanë impedancë nominale prej 8Ω , 12Ω dhe 16Ω .

Impedanca e altoparlantit varet nga frekuenca. Kjo varësi nga frekuencave është paraqitur në Fig. 1-22.

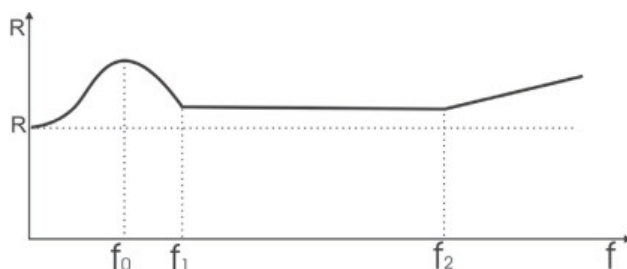


Fig. 1-22. Varësia nga frekuenca e impedancës së altoparlantit

Nga figura shihet se impedanca ka karakteristike konstante të frekuencës për një brez të gjerë të frekuencave (nga f_1 deri në f_2). Atëherë impedanca ka vlerë prej $1,25 \cdot R$, ku R është rezistenca e mbështjellëses. Në këtë brez, impedanca është pastër omike dhe ajo është impedanca nominale. Për frekuencat që janë jashtë këtij brezi, impedanca nuk është karakteristike konstante. Për frekuencën rezonante f_0 (frekuenca në të cilën i gjithë sistemi i lëvizshëm – membrana dhe mbështjellësja - është në rezonancë),

karakteristika e frekuencës ka maksimumin. Për shkak të vlerës së madhe të impedancës, në këtë frekuencë nuk është bërë përshtatje sipas fuqisë, d.t.th. altoparlanti merr fuqi elektrike më të vogël.

Për frekuencat që janë më të mëdha se sa f_2 , gjithashtu, impedanca nuk është karakteristike konstante, që do të thotë se fuqia akustike e rrezatimit do të zvogëlohet. Nga arsyet e përmendura, zona e punës së altoparlantit është në brezin prej f_1 deri në f_2 .

1.8.1. Altoparlanti elektrodinamik

Varësisht nga mënyra e konvertimit të sinjalit elektrik u_s në fuqi F , e cila do të veproj në membranën osciluese, bëhet ndarja elektrike e altoparlantëve. Tek altoparlantët përdoren të gjitha parimet e konvertimit si edhe te mikrofonat, e kjo do të thotë se altoparlantët mund të punojnë si: *altoparlant elektrodinamik, elektrostatik (kondensatorik) dhe piezoelektrik (kristalor)*. Për dallim nga mikrofonat, tek altoparlantët nuk ka aq shumë realizime (dizajne) praktike. Altoparlanti elektrodinamik ka treguar karakteristika më të mira. Ai sot është përsosur në shkallën më të lartë, kështu që i ka anashkaluar të gjithë llojet tjera të altoparlantëve.

Altoparlanti elektrodinamik është parimi më i shpeshtë i përdorur i konvertimit të energjisë elektrike në akustike, e cila përdoret tek altoparlantët. Kur përçuesi nëpër të cilin rrjedh rrymë alternative ndodhet në fushë të fortë magnetike, në të vepron forcë e cila e lëviz.

Prerja tërthore e altoparlantit elektrodinamik është paraqitur në Fig. 1-23.

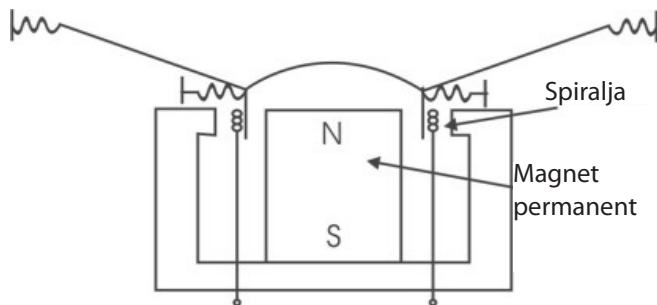


Fig. 1-23. Prerja tërthore e altoparlantit elektrodinamik

Nga figura shihet se nuk ka pothuajse asnjë dallim në mes të altoparlantit elektrodinamik dhe mikrofonit elektrodinamik, përveç asaj se tek altoparlanti membrana është më e madhe, prandaj ka edhe dy lidhje elastike, me çka mundësohet lëvizje më e lehtë e saj. Në fushë të fortë magnetike me induksion magnetik (B) gjendet spiralja me gjatësi (l) nëpër të cilën rrjedh rryma (I). Drejtimi i përçuesit dhe drejtimi i induksionit magnetik janë reciprokisht normal, me çka forca e krijuar (F) ka drejtimin përgjatë boshtit të altoparlantit. Kjo forcë e lëviz përçuesin dhe për të vlen ekuacioni:

$$F = B \cdot l \cdot I \dots\dots\dots (1-27)$$

Pasi që induksioni magnetik B dhe gjatësia l janë të përcaktuara saktë për konstruksionin e dhënë të altoparlantit, bëhet e qartë se forca F është proporcionale me rrymën alternative.

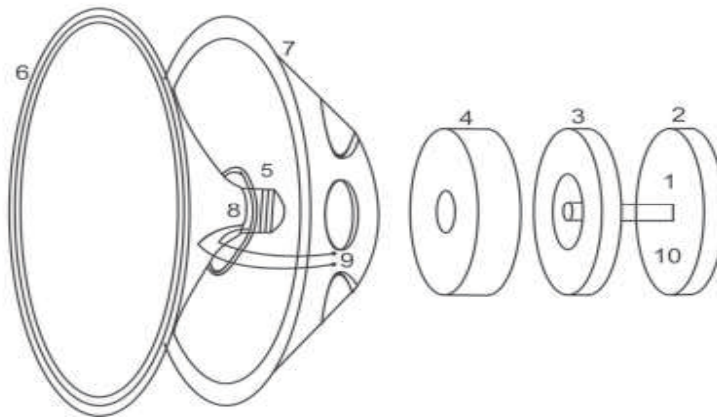


Fig. 1-24. Pjesët përbërëse të altoparlantit elektromagnetik

Struktura konstruktive dhe pjesët përbërëse të një *altoparlanti elektrodinamik* janë dhënë në Fig. 1-24. Magneti permanent (1) në formën e një cilindri është i vendosur në mes të poleve të zgjatura (2, 3 dhe 4). Në këtë mënyrë në çarjen e ngushtë mes magnetit dhe poleve krijohet fushë e fortë magnetike. Në çarjen e mbajtësit cilindrik gjendet spiralja (5). Skajet e spirales janë bashkuar me membranën (6) dhe në të njëjtën kohë janë të lidhur me kontaktet (9) e altoparlantit, i cili ndodhet në shtëpizë (7). Mes anës së brendshme të membranës (6), e cila zakonisht është prej letre dhe

shtëpizës (7) ekziston lidhja elastike (8). Ajo është në formën e fluturës dhe shërben për qendërzimin e spirales. Në këtë mënyrë spiralja vendoset saktë në mesin e çarjes ajrore. Lidhja elastike është bërë prej gome, gjë që lejon lëvizje më të madhe të membranës.

Induksion magnetik (B) duhet të jetë sa më i madh që është e mundur që të marrim fuqi sa më të madhe (F). Kjo arrihet me çarje të ngushtë mes magnetit dhe zgjatjeve të gjysmake (2, 3 dhe 4). Nga ana tjetër, në një hendek të tillë të ngushtë nuk është e mundur vendosja e përçuesit me gjatësi të madhe l . Nëse përdoret përçues me diametër më të vogël, rritet rezistenca e spirales (R). Duke marrë parasysh këto probleme strukturore, zakonisht bëhen altoparlantë në të cilët induksion magnetik (B) është rreth $1T$, përçuesi është me gjatësi prej disa metrave dhe rezistenca R është 4Ω , 8Ω ose 12Ω . Ekzistojnë edhe të ashtuquajturit altoparlantë omik të lartë me gjatësi të madhe të përçuesit dhe rezistencë deri në 800Ω .

Altoparlantët elektrodinamik kanë karakteristika të mira. Kanë karakteristika konstante të frekuencave në brez të gjerë të frekuencave. Në këto altoparlant, zmadhimi i impedancës së altoparlantit për frekuencën rezonante (Fig. 1-22) nuk jen në shprehje sepse atëherë zvogëlohet forca F , e cila vepron në membranë. Altoparlantët elektrodinamik kanë koeficient të shfrytëzimit të mirë dhe shtrembërime të vogla.

Këto altoparlant strukturoren me madhësi dhe forma të ndryshme të membranave. Gjithashtu, përgatiten edhe për frekuenca dhe fuqi të ndryshme. Altoparlantët elektrodinamik me membrana të vogla prej disa centimetrave dhe me fuqi të vogël prej disa mili vatësh, përdoren në marrësit me transistor, në pajisjet voki-toki, domofonët, kufjet e telefonave etj. Altoparlantët me dimensione të mëdha të membranave dhe fuqi dalëse të madhe (deri në qindra W) përdoren në radiomarrësit stereofonik, si dhe kutitë e zërimit që përdoren për zërimin e hapësirave të ndryshme.

Të cekim se altoparlantët që japi fuqi dalëse të vogël quhen **kufje**. Ekzistojnë *kufje elektrodinamike*, të cilat përdoren në telefoni, kurse *kufjet kristalore* zakonisht përdoren në incizime në studio etj.

1.9. KUTITË E ZËRIMIT (SOUND BOXES)

Kutia në të cilën vendosen altoparlantët quhet kuti zërimi (sound box). Ekzistojnë numër i madh i versioneve të ndryshme dhe zgjidhje për këto pajisje. Në kutitë e zërimit montohen një ose më shumë altoparlantë. Kutitë e zërimit në të cilat energji akustike vetëm në zënë të caktuar të frekuencave, kështu që së bashku përfshijnë brez të gjerë të frekuencave, quhen *altoparlant me diapazon të gjerë*. Ekzistojnë edhe kuti zërimi *me diapazon të ngushtë* me vetëm një altoparlant të specializuar për një brez të caktuar të frekuencave (për shembull: bass, ton të lartë etj) . *Kutia me diapazon të gjerë* zakonisht ndërtohet me dy ose tre altoparlantë, edhe atë:

- altoparlant me diapazon pune të frekuencave prej 20 deri në 600Hz, i cili quhet **për ton të ulët**;
- altoparlant me diapazon pune të frekuencave prej 600 deri në 3.000Hz, i cili quhet **për ton të mesëm**, dhe
- altoparlant me diapazon pune të frekuencave prej 3.000 deri në 20.000Hz 3000, i quajtur **për ton të lartë**.

Karakteristika e frekuencave e kutisë së tillë për zërim është prezantuar në Fig. 1-25.

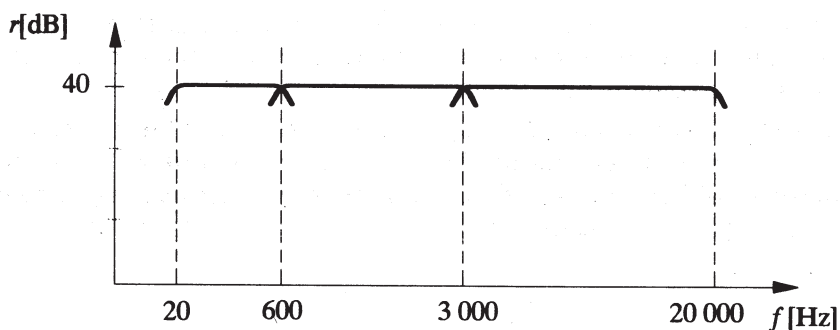


Fig. 1-25. Karakteristikat e frekuencave të altoparlantit për ton të ulët, mesëm dhe lartë

Këto karakteristika individuale të frekuencave e përbëjnë karakteristikën e përbashkët të frekuencave të kutisë për zërim.

Varësisht nga struktura e kutisë në të cilën montohen altoparlantët, ekzistojnë kuti zërimi **kompresive dhe refleksive**.

Kutitë për zërim kompresive janë të mbyllura nga të gjitha anët. Në këto kuti e gjithë energjia akustike e cila krijohet për shkak të oscilimeve në pjesën e prapme të membranës mbetet në kuti dhe absorbohet nga materiali me të cilin është mbuluar (fije qelqi, pëlhurë, polistirol etj) . Kjo energji është plotësisht e humbur për dëgjuesin (Fig. 1-26-a).

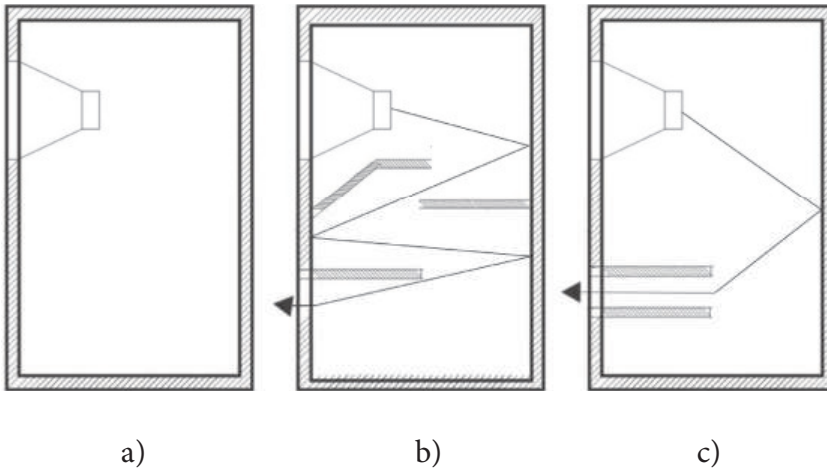


Fig. 1-26. Kutitë zërimi a) kompresive b) labirint c) bas-refleks

Kutitë për zërim reflektive kanë hapje. Nëpër këtë hapje (vrimë) del vala zanore që e gjeneron pjesa e prapme e membranës së altoparlantit. Kjo valë zanore duhet të jetë në fazë me valën zanore që e krijon ana e përparme e membranës. Atëherë të dyja valët zanore nuk do të eliminohen, por do të mblidhen. Kthimi i valës zanore, të krijuar nga ana e pasme e membranës, mund të realizohet në më shumë mënyra. Nëse bëhen ndarje nga të cilat do të reflektohet vala zanore, atëherë këto kuti quhen - *kuti labirint* (Fig. 1-26-b).

Vala zanore e reflektuar mund të dalë nga ana e përparme ose e prapme e kutisë së zërimit. Në këto kuti zakonisht reflektohet zëri i altoparlantëve për ton të ulët, sepse ato me membranat e tyre të mëdha japin energji të madhe akustike.

Kur vala zanore nga altoparlantët për ton të ulët reflektohet dhe del nga ana e përparme të kutisë së zërimit, këto kuti quhen kuti bas-refleks (Fig. 1-26-c).

Në kutitë e zërimit, përveç altoparlantëve, gjithmonë përdoren edhe konvertues. **Konvertuesit janë filtra elektrik.** Ata kanë për detyrë të lëshojnë sinjalin që vjen nga stadi paraprak, d.t.th. nga përforcuesi në mënyrë selektive drejt altoparlantëve. Sipas karakteristikës së frekuencës, ekzistojnë altoparlant me diapazon pune në brezin e frekuencave të ulëta, mesëm dhe të larta. Secili nga këto altoparlant ka strukturën e tij përkatëse dhe karakteristika që vlejnë vetëm për një diapazon të caktuar të frekuencave (Fig. 1-25). Prandaj, në një altoparlant të caktuar sillen sinjale vetëm nga një brez i caktuar i frekuencave, në të cilin ai altoparlant është më efikas. Kjo realizohet me ndihmën e konvertorëve.

Filtrat elektrik që përdoren në kutitë e zërimit mundet mund të jenë pasiv dhe aktiv. Filtrat pasiv ndërtohen nga elemente pasive – bobina dhe kondensator, kurse filtrat elektrik aktiv ndërtohen nga elemente aktive – transistorët, përforcuesit operacional dhe qarqet e integruara.

Në Fig. 1-27 janë paraqitur tre versione të ndryshme të *filtrave elektrik pasivë*.

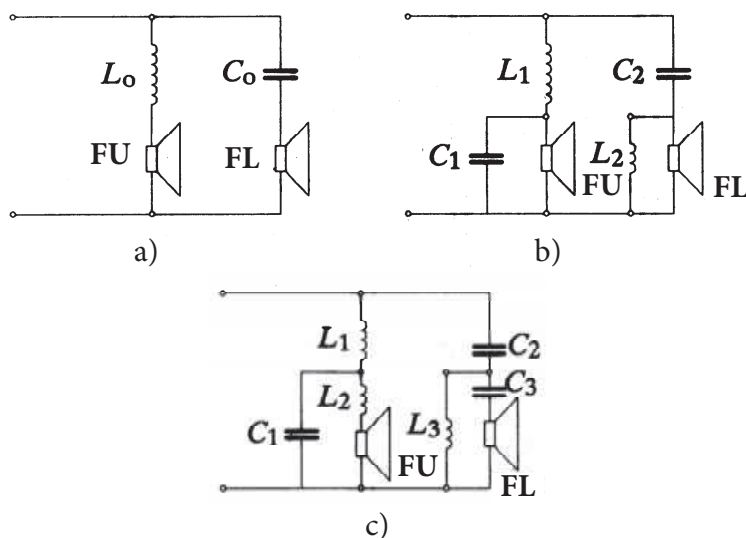


Fig. 1-27. Filtra pasiv elektrik

Në figurë shihet qartë se me ndihmën e filtrave sinjalet barten kah altoparlantët për frekuenca të ulëta (FU) dhe altoparlantët për frekuenca të

larta (FL). Në varësi të elementeve të përdorur në filtër, numrit të tyre dhe lidhjes, fitohen përzgjedhje të ndryshme të filtrave.

Sa më i madh të jetë selektiviteti i filtrit, aq më e madhe është shuarja e sinjaleve frekuencat e të cilëve janë jashtë brezit të frekuencave të filtrit. Filtri në Fig. 1-27-a fut shuarja (dobësim) në brezin e ndalimit prej 6dB për oktavë, ndërkohë që versionet në (Fig. 1-27-b) dhe (Fig. 1-27-c) fusin shuarje në brezin e ndalimit prej 12dB për oktavë, d.t.th. prej 18dB për oktavë, respektivisht. Në një rast të këtillë është e mjaftueshme që brezi i frekuencave të altoparlantit (i cili duhet të jetë më i gjerë se brezi i filtrit) të jetë për një oktavë më madh nga frekuenca kufitare, me çka me siguri sigurohet operimi i filtrit në diapazonin me karakteristikë konstante të frekuencës së altoparlantit.

Për filtrin nga (Fig. 1-27-a) vlerat e induktivitetit (bobinës) dhe kondensatorit llogariten sipas shprehjeve:

$$L_o = \frac{Z}{2\pi f_g} ; \quad C_o = \frac{1}{2\pi f_g Z}, \dots\dots\dots(1-28)$$

ku f_g është frekuenca kufitare, kurse Z është impedanca nominale e altoparlantit.

Në tabelën 2 janë paraqitur vlera për induktivitetet dhe kapacitetet për filtrin e (Fig. 1-27-a) për frekuenca kufitare të ndryshme dhe për impedanca të ndryshme nominale.

Tabela 1-1. Vlera të elementeve për filtrin e Fig. 1-27

Frekuenca kufitare	Impedanca nominale Z					
	15 Ω		8 Ω		4 Ω	
	L [mH]	C [μF]	L [mH]	C [μF]	L [mH]	C [μF]
1.600	1,5	6,25	0,75	12,5	0,375	25
800	3	12,5	1,5	25	0,75	50
400	6	25	3	50	1,5	100

Për filtrin e (Fig. 1-27-b) llogaritjet e elementeve mund të kryhen sipas shprehjeve:

$$L_1 = \frac{1,6Z}{2\pi f_g} ; L_2 = \frac{Z}{2\pi f_g} ; C_1 = \frac{1}{2\pi f_g Z} ; C_2 = \frac{1}{3,22\pi f_g Z} \dots\dots\dots(1-29)$$

Nga kjo del se një filtër mund të punojë në mënyrë optimale vetëm për një kombinim të caktuar të altoparlantëve.

Në filtrat aktiv selektiviteti realizohet duke përdorur rezistenca dhe kondensator, kurse shuarjet kompensohen me komponente përforcuese aktive (përforcues operacional).

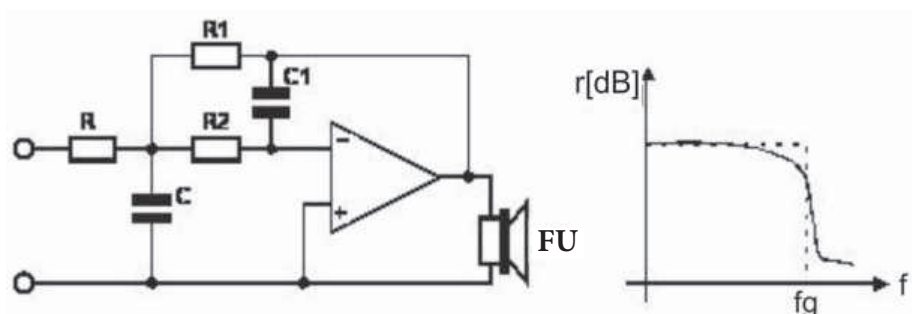


Fig. 1-28. Filtri- lëshues i frekuencave të ulëta dhe karakteristika e tij e frekuencave

Në Fig. 1-28 është paraqitur *filtër aktiv*, i cili i lëshon frekuencat e ulëta së bashku me karakteristiken e tij të frekuencave.

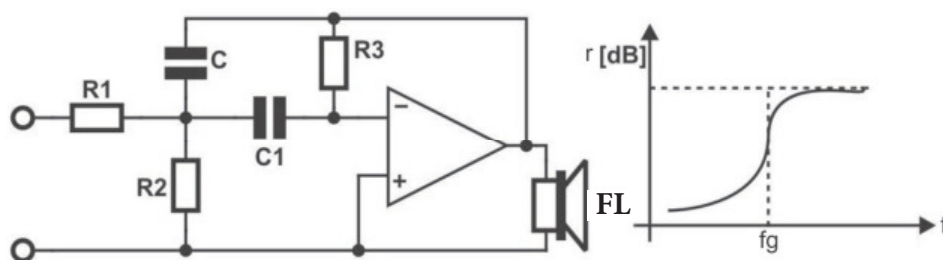


Fig. 1-29. Filtër-lëshues i frekuencave të larta dhe karakteristika e tij e frekuencave

Rezistenca *R* dhe kondensatori *C* krijojnë filtër-RC lëshues të frekuencave të ulëta. Lidhja e kundërt negative përmes *C*₁ e zvogëlon përforcimin e përforcuesit operacional për frekuenca të larta. Kështu, komponentët me frekuenca më të ulëta janë më të përforcuara në krahasim me ato me frekuenca më të larta.

Në Fig 1-29 është paraqitur filtër-lëshues aktiv i frekuencave të larta, i cili ndërtohet në mënyrë të njëjtë.

Përparësi kryesore të filtrave aktiv të tillë (konvertorë) janë:

- frekuencat kufizuar janë të qëndrueshme dhe rregullohen shumë saktë;
- nuk ka procese të vetoscilimeve;
- frekuencat kufitare zgjidhen pavarësisht nga impedanca e altoparlantit, që nuk e rastit me filtrat pasiv;
- shtrembërimet në stadin dalës janë të vogla.

Filtrat aktiv zakonisht janë të inkomporuar në kutitë e zërimit, por mund të gjinden edhe si pajisje të veçanta me furnizim vetjak dhe me mundësi të zgjedhjes (sipas dëshirës) të frekuencave kufitare dhe nivelit të sinjalit në çdo brez të frekuencave, të pavarur nga njëri-tjetri.

Për dallim nga filtrat pasiv, që instalohen mes përforcuesit dhe altoparlantit, *filtrat aktiv vendosen në qark e hyrjes të përforcuesit të daljes* (Fig. 1-30).

Kjo, praktikisht, do të thotë se elementet në një filtër të tillë nuk duhet të dimensionohen për fuqi të madhe.

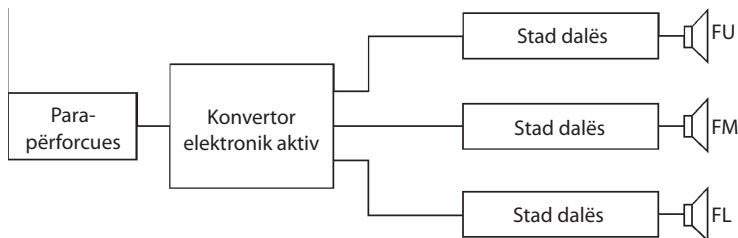


Fig. 1-30. Bllok-skema e inkomporimit të filtrit aktiv

SHTOJCË:

Shiko në shtojcën 2 si bëhen, projektohen, llogariten dhe realizohen kutitë e zërimit.

1.10. ZËRIMI I HAPËSIRËS

Kutitë e zërimit, të quajtur dhe të njohur shkurt si altoparlant, në përdoren për fitimin (dëgjimin) e informacioneve, për të dëgjuar muzikë, për të shikuar filma (përjetimin e tyre).

Kur ndiqen informacionet, për shembull, në shpallje, voki-toki (radio dore marrëse-dhënëse), intercom ose telefon, ka vetëm një altoparlant që e riprodhon audio sinjalin. Këtu është e rëndësishme që informacioni të merret dhe të dëgjohet pa qenë e rëndësishme pozicionimi i saj hapësinor. Në fillim pajisjet për riprodhimin e zërit – gramafonat dhe radiomarrësit – kishin vetëm një altoparlant që e riprodhonte audiosinjalin. Kjo quhet **monomarrjes (mono)**.

Hapi i ardhshëm në incizimin dhe riprodhimin e audiosinjalit është **stereo incizimi (stereo)**. Në të incizimi i zërit realizohet me dy mikrofona, edhe riprodhimi - normalisht është me dy altoparlantë. Me këtë mënyrë të zërimit të hapësirës dëgjuesi fiton paraqitje për një dimensionalitetin e zërit, gjegjësisht ka ndjenjë për atë se a vjen zëri nga ana e majtë apo e djathtë. Altoparlantët vendosen si një Fig. 1-31.

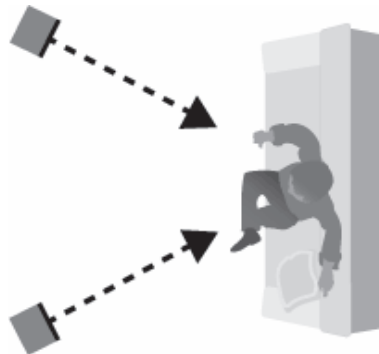


Fig. 1-31. Vendosja e altoparlantëve në hapësirë

Më mirë është që dëgjuesi të ulet në mes dhe altoparlantët të vendosen para tij në një kënd të caktuar, me çka i merr tingujt ashtu siç janë incizuar (dëgjon si fluturon helikopteri, për shembull, në anën e majtë, si vajza ikën nga e majta në të djathtë dhe shembuj të ngjashëm me të cilët ndizet atmosfera në një film ose, nëse dëgjon muzikë, cili instrument ku është vendosur dhe nis). Me ndërrimin e vendit të dëgjuesit ky efekt zvogëlohet ose mundet të humbet në një vendqëndrim të keq.

Kur kësaj vendosjeje të altoparlantëve do tu shtohen edhe tre, gjegjësisht katër altoparlant dhe do të vendosen si në Fig. 1-32 fitohet zërim **surround (surround)** i hapësirës (ambientit).

Dy altoparlantë vendosen pas dëgjuesit (altoparlanti i majtë dhe djathtë mbrapa), dy përpara (majtas dhe djathtas) dhe një vendoset në mes – përballë dëgjuesit, që do të thotë se ka gjithsej pesë altoparlant.

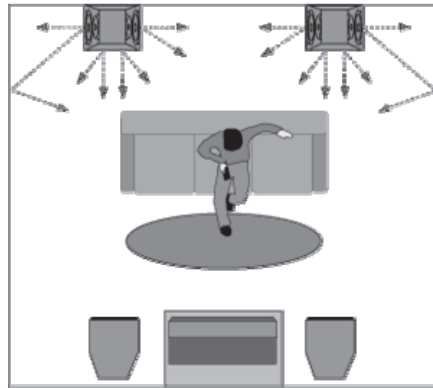


Fig. 1-32. Zërimi - Surround

Në këtë mënyrë, për dallim nga stereo, përveç lëvizjes së zërit majtas-djathtas fitohet përshtypje për lëvizjen e zërit përpara-mbrapa (këtë herë dëgjohej se helikopteri ulet nga ana e majtë, por edhe se vjen nga prapa jush dhe ulet majtas përpara, kurse vajza që ikte nga majtas vrapon nga e majta përpara dhe ikën kah ana juaj e djathtë, deri pas jush). Tani zëri e ka dy dimensionalitetin e vet, kurse efekti është i shkëlqyer gjatë shikimit të filmit (i cila, natyrisht, duhet të incizohet në teknikën-surround, me numër më të madh të mikrofonave), me çka efektet video plotësohen dhe përforcohen me efekte zëri. Në këto pesë altoparlant shtohet edhe i gjashti – altoparlanti bass ose sabvufer (subwoofer), gjegjësisht altoparlant me bass të ulët në ekstrem. Ai nuk ka të bëjë me figurën prandaj vend ndodhja e tij nuk është e rëndësishme, për shkak të faktit se veshi i njeriut nuk ka ndjeshi për drejtimin e këtyre frekuencave të ulëta. Grumbulli i altoparlantëve në surround e përcakton edhe shenjën “5.1” (dy përpara, dy prapa, një në qendër - që janë 5 altoparlant dhe 1 subwoofer). Ekziston edhe versioni i zgjeruar ose më i madh i surround-it “7.1” (efekti është i ngjashëm me “5.1”, por aktualisht mbështeten dobët nga kompanitë e producentëve.

1.11. LLOJE TË INCIZIMEVE STEREOFONIKE

Transmetimi i parë stereofonik u realizua në vitin 1881 në Operën e Parisit. Gjysma e majtë dhe e djathtë e orkestrës u incizuan me ndihmën e dy mikrofonave, kurse riprodhimi ishte me kufje. Sot, në varësi të vendosjes së mikrofonave dhe llojit të mikrofonave që përdoren, dallohen disa sisteme me të cilët merren sinjali i majtë dhe i djathtë. Sistemet e incizimeve stereofonike mund të jenë: Sistemi-AB, sistemi-XY dhe sistemi-MS.

Sistemi-AB

Në këtë sistem të incizimit stereofonik përdoren dy mikrofonat të njëjtë të vendosur në distancë deri në dy metra.

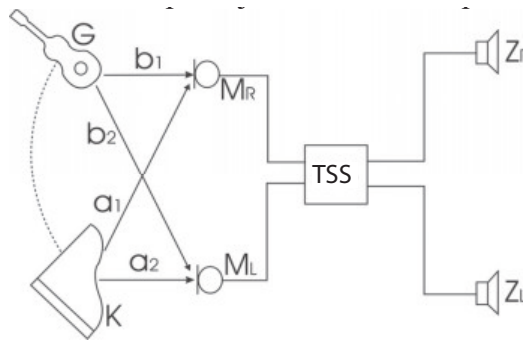


Fig. 1-33. Sistemi-AB

Karakteristika e orientimit të këtyre mikrofonave është rrethore, por mund të jenë edhe të drejtuar. Tingujt që vijnë nga burimi për shkak të rrugëve të ndryshme japin sinjal të ndryshëm sipas fuqisë (amplituda). Ky incizim stereofonik është treguar në Fig. 1-33. Nga figura shihet se në mikrofonat M_L dhe M_R vijnë sinjale të ndryshme që ofrojnë pasqyrë hapësinore të shtrirjes të instrumenteve. Sinjalet shkojnë në altoparlant përmes pajisjeve për TSS (transmetim stereofonik i sinjaleve).

Sistemi-XY

Përkrah dallimit në fuqinë e zërit në të dy mikrofonat, sistemi-AB ka edhe ndryshim kohor i cili mund të ndikojnë në ndjeshmërinë për hapësirën, gjegjësisht të humbet kjo ndjenjë.

Sot përdoret sistemi në të cilin ndryshimet kohore janë eliminuar kështu që të dy mikrofonat janë të vendosur në të njëjtën shtëpizë dhe, zakonisht, janë të vendosur pranë njëri tjetrit. Mikrofonat e tilla janë mikrofonat që koincidojnë dhe janë të vendosur nën këndin 90° . Mikrofonat

kanë karakteristika të orientimit në formën e tetëshes. Bllok-skema e këtij incizimi stereofonik tregohet në Fig. 1-34.

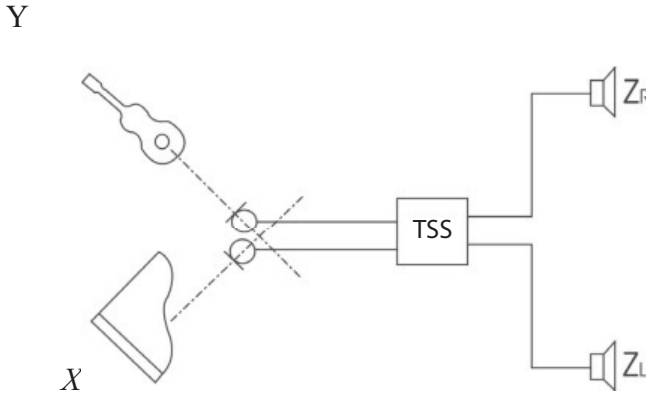


Fig. 1-34. Sistemi-XY

Nga figura shihet se mikrofoni i majtë është më i ndjeshëm në valët zanore nga drejtimi X, kurse mikrofoni i djathtë në valët zanore nga drejtimi Y.

Sistemi-MS

Bllok-skema e këtij sistemi është paraqitur në Fig. 1-35.

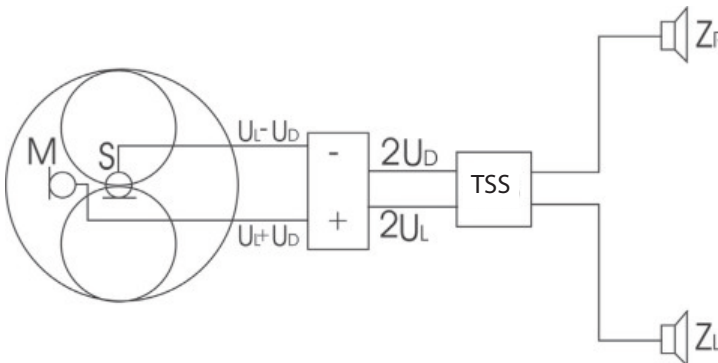


Fig. 1-35. Sistemi-MS

Mikrofoni M ka karakteristika të orientimit në formën e rrethit, kurse mikrofoni-S në formë të tetëshes. Tensioni që krijohet në skajet e mikrofonave në gjysmën e majtë të orkestrës është shënuar me U_M , kurse tensioni në gjysmën e djathtë të orkestrës shënohet me U_D . Kështu, në dalje të mikrofonit-M fitohet $U_M + U_D$, ndërsa në dalje të mikrofonit-S i cili

është i llojit gradient fitohet tensioni $U_M - U_D$. Sinjali nga të dy mikrofonat bartet në qarkun matrix-amë, i cili ka dy hyrje dhe dy dalje. Në një të dalje fitohet sinjali $2U_D$, kurse në tjetrën $2U_M$. Pas stadi TSS fitohen sinjale të altoparlantit të majtë dhe të djathtë. Mikrofonat M dhe S vendosen në mbajtëse të përbashkët dhe kujdesemi që karakteristikat e orientimit të tyre të jenë si në Fig. 1-35.

Që të fitojmë një pasqyrë më të saktë për incizimin hapësinor të zërit këto sisteme për incizim mund të kombinohen.

1 PËRMBLEDHJE

- ❖ Zëri është ndryshim i gjendjes fizike të mjedisit e cila manifestohet me oscilimin e grimcave të materies rreth pozitës baraspeshuese;
- ❖ Burimi i zërit, është vendi i krijimit të valëve akustike gjegejësish mekanike, të cilat më tej përhapen në formë të *valëve zanore*, në të gjitha drejtimet në mënyrë radiale nga burimi i zërit;
- ❖ Frekuenca (f), paraqet numrin e ndryshimeve në kohën njësi. Matet me herc (Hz), kurse frekuenca prej e 1Hz do të thotë një ndryshim për një sekondë;
- ❖ Kohëzgjatja e një ndryshimi quhet periodë (T). Perioda matet në sekonda (s);
- ❖ Shpejtësia me të cilën përhapen ndryshimet në ambient quhet shpejtësia e zërit (c) dhe matet me (m/s);
- ❖ Presioni i zërit (p) paraqet shpeshtim dhe rrallim të ajrit që bëhet nën veprimin e oscilimeve mekanike të ndonjë trupi;
- ❖ Ligji i Omit në akustikë firohet nga fakti se, impedanca karakteristike akustike në elektroteknikë i përgjigjet rezistenca elektrike, presionit i përgjigjet tensioni, kurse shpejtësisë i përgjigjet rryma elektrike;
- ❖ Ton i thjeshtë ose i pastër quhet zëri karakteristikat e të cilit (presioni, shpejtësia e grimcave etj.) ndryshojnë sipas ligjit periodik të thjeshtë;
- ❖ Tonet komplekse që nuk paraqiten në mënyrë periodike, por pandërprerë i ndryshojnë amplitudat dhe frekuencat e tyre, përmbajnë një numër të madh të harmonikëve;

- ❖ Njeriu dallon katër karakteristika bazë të zërit: lartësinë, intensitetin, ngjyrën dhe drejtimin nga i cili vjen zëri;
- ❖ Te konvertuesit elektroakustikë, energjia e zërit nuk konvertohet në energji elektrike drejtpërdrejtë, por përmes energjisë mekanike;
- ❖ Mikrofonat janë konvertues elektroakustikë ku zëri konvertohet në sinjal elektrik;
- ❖ Karakteristika e orientimit është madhësia e tensionit në kontaktet e mikrofonit e cila varet nga këndi nën të cilin vala zanore bie mbi membranën;
- ❖ Mikrofonat elektrodinamik punojnë mbi parimin e induktimit të forcës elektromotore në përçuesin që lëviz në fushë të fortë magnetike;
- ❖ Altoparlanti është pajisje elektroakustike, e cila i konverton sinjalet elektrike në të zërit;
- ❖ Kutitë e zërimit për brez të ngushtë kanë vetëm një altoparlant të specializuar për diapazon të caktuar të frekuencave (për shembull, bas, ton të lartë etj.) . Kutia e zërimit e brezit të gjerë zakonisht ndërtohet me dy ose tre altoparlant. Edhe atë: altoparlant me diapazon pune të frekuencave prej 20 deri në 600Hz, e cila quhet i **toneve të ulëta**; altoparlant me diapazon pune të frekuencave prej 600 deri 3.000Hz, i cili quhet i **toneve të mesme**, altoparlant me diapazon pune të frekuencave prej 3.000 deri në 20.000Hz, i cili quhet i **toneve të larta**.
- ❖ Monomarrje (mono), ka vetëm me një altoparlant i cili e riprodhon audio sinjalin ndërsa stereo incizimi (stereo) i zërit realizohet me dy mikrofone, kurse riprodhimi është me dy altoparlantë.

PYETJE DHE DETYRA:

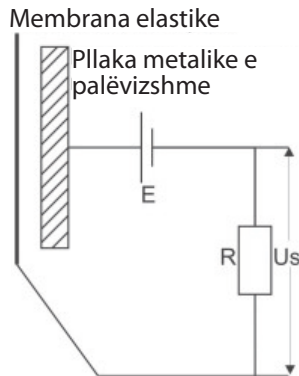
1. Çka paraqet zëri në aspektin fizik dhe fiziologjik?
2. Cili është dallimi në mes të shpejtësisë së grimcave (V) dhe shpejtësisë së zërit (s)?
3. Si përhapet zëri?
4. Cila frekuencë quhet harmonik bazë?
5. Vizato diagramin kohor dhe diagramin spektral të tonit kompleks i cili ka harmonik bazë me frekuencë prej 2kHz, harmonikun e pestë dhe të shtatë!
6. Vizato diagramin spektral të sinjalit të muzikës!
7. Si dëgjon veshi i njeriut?
8. Si quhet brezi mes infratingullit dhe ultratingullit? Cilat breza e përbëjnë diapazonin e dëgjimit?
9. Si e përcakton njeriu drejtimin prej nga vjen zëri?
10. Çka janë konvertuesit elektroakustikë?
11. Cilat karakteristika i kanë mikrofonat?
12. Çka mund të përcaktohet me ndihmën e karakteristikës së frekuencave të mikrofonit?
13. Çfarë karakteristike të orientimit ka? Vizatoi ato!
14. Çfarë është mbi përshtatshmëria dhe pse kryhet?
15. Si fitohet mikrofoni i kombinuar dhe si është karakteristika e tij e orientimit?
16. çfarë mikrofonash ekzistojnë sipas ndarjes elektrike dhe ku përdoret secili prej tyre?
17. Cilat karakteristika i kanë altoparlantët?
18. Si ndryshon varësia nga frekuenca e impedancës së altoparlantit dhe pse?
19. Cili është dallimi në mes të altoparlantit dhe kutisë për zërim?
20. Çfarë kuti për zërim ekzistojnë?
21. Llogarit elementet e filtrit pasiv me të cilin futen shuarje prej 12dB për oktavë, nëse impedanca e altoparlantit është 4Ω , kurse frekuenca kufitare është 1.800Hz!
22. Cilat avantazhe fitohen me përdorimin e filtrave aktiv si konvertor në kutitë për zërim?

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë:

- Ekuacioni (korigjues) për shpejtësinë e zërit është_____.

- Gjatë absorbimit total $\alpha =$ _____ dhe $r =$ _____.
- Difraksioni është dukuri kur vala zanore _____ rreth pengesës në të cilën has.
- Infratingulli është prej _____ Hz deri në _____ Hz.
- Cili mikrofon ka një membranë? _____.
- Në mikrofonin me karbon raporti i transformatorit është prej _____ deri në _____.
- Efikasiteti definohet si _____ (shkruaj ekuacionin).
- Altoparlant i cili punon në diapazonin prej _____ deri në _____ Hz është për frekuenca të ulëta.
- Në varësi të strukturës së kutisë në të cilën ndërtohet altoparlanti ekzistojnë: _____ dhe _____ kuti për zërim.
- Gjatë zërimit- surround të hapësirës përdoren _____ altoparlantë.

Në figurë është treguar mikrofon _____.

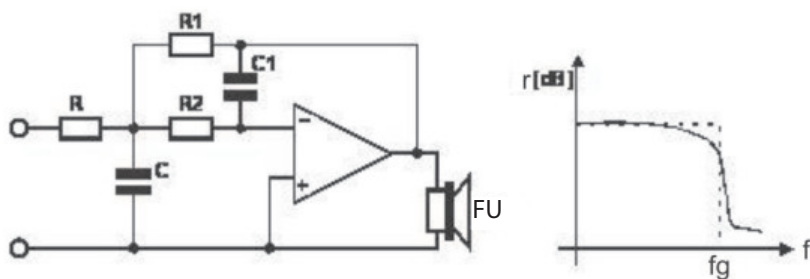


Ky lloj i mikrofonit i ka karakteristikat e mëposhtme (rretho vetëm ato përgjigje të cilat mendon se janë të sakta):

- Karakteristikë të frekuencave të keqe
- Karakteristikë të frekuencave konstante në gjithë diapazonin
- Nuk ka bateri
- Nuk i ndjeshëm ndaj ndikimeve mekanike dhe atmosferike
- Transformator me raport prej 1:20 deri në 1:100
- Fuqi elektrike prej 1mW

- Rezistencë dalëse prej disa dhjetëra deri në disa qindra om
- Impedancë prej 100Ω (mundet edhe 50Ω dhe 200Ω)
- Rezistencë dalëse prej $10M\Omega$ deri në $100M\Omega$
- Ndjeshmëri në lagështi.

Çka është paraqitur në figurë?



2. PAJISJET PËR INCIZIM ANALOG TË ZËRIT

Incizim i zërit quhet çdo procedurë për regjistrimin e zërit në një medium në një mënyrë të caktuar saktë, kurse ky incizim mund të riprodhohet më shumë herë.

Ekzistojnë dhe përdoren më tepër mënyrë për incizim, por për të gjitha është e përbashkët ajo se zëri shkakton ndryshime të përhershme të materialit nga i cili është bërë, i ashtuquajtur *bartës incizimit*. Incizimi (Regjistrimi) i zërit mund të jetë i drejtpërdrejtë, siç është edhe vetë zëri, gjegjësisht në **mënyrë analoge**, ose zëri të përpunohet dhe të bëhet **digjital**, dhe pastaj të incizohet.

Sipas formës së zërit që incizohet ekzistojnë pajisje për **incizim analog** të zërit dhe pajisje për **incizim digjital** të zërit.

Kur zëri që incizohet është analog, përdorën dy procedura për incizim: *procedura mekanike* (incizimi në pllakë gramafoni) dhe *procedura magnetike* (incizimi në shirit magnetik).

Incizimi analog i zërit është mënyra më e vjetër e regjistrimit të zërit. Sot ajo parqet bazën për incizimin digjital të zërit. Ka akoma sisteme dhe pajisje analoge për incizimin të zërit, si dhe regjistrime zanore të vjetra. Kështu, parimin me të cilin incizohet në pllakën gramafonit dhe riprodhimi i tyre në gramafon mund ta vërejmë edhe në kompakt disqet dhe bartësit e tyre të zërit (diskun-CD). Parimet e regjistrimit magnetik që vlejné për shiritat magnetik në magnetofonat, gjithashtu, vlejné edhe për incizimet digjitale magnetike dhe bartësit e zërit.

Gramafoni është mënyra më e vjetër e incizimit të zërit. Ai sot përdoret kryesisht për të dëgjuar materiale të vjetra në studio etj. Te gramafoni, bartës i incizimit (shënimit) është pllaka e gramafonit.

Incizimi analog në shiritin magnetik, gjithashtu, është incizim i cili me cilësinë dhe karakteristikat e tij nuk i kënaq kërkesat e dëgjuesit. Ai është mënyrë dhe bazë për incizimet e reja magnetike. Te magnetofonat si bartës të zërit paraqitet shiriti magnetik.

2.1. INCIZIMI MEKANIK I ZËRIT

Me nocionin incizim mekanik i zërit nënkuptohet regjistrimi i përhershëm i zërit në bartës të tonit (pllakë gramafoni) me mjete mekanike.

Incizimi mekanik i zërit është mënyra më e vjetër e incizimit të zërit. Filloi të përdoret qysh në vitin 1877, me të ashtuquajturin *Fonogram i Edisonit*. Pjesët kryesore të fonogramit të Edisonit (Fig. 2-1) janë hinka, membrana elastike e hollë ose me gjilpërë dhe cilindri i veshura me një shtresë e hollë prej dylli. Gjatë regjistrimit, membrana nën efektin e presionit të ndryshueshëm të zërit oscilon përpara-prapa, me çka ndryshohet gjurma (rrudhat) në dyllë. Kjo procedurë quhet *skalitje në thellësi*.

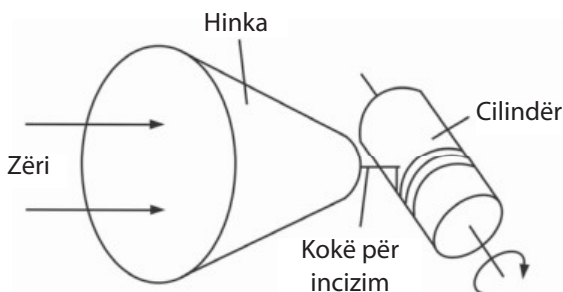


Fig. 2-1. Parimi i funksionimit të fonogramit të Edisonit

Kur si bartës i tonit përdoret pllaka e gramafonit, sektori është i *incizuar në një rreth anë*. Pllaka gjatë riprodhimit lëviz me shpejtësi këndore konstante, me çka shpejtësia radiale në çdo rreth koncentrik është e ndryshueshme. Incizimi në një rreth anë është përdorur në incizimin monofonik, ndërsa në incizimin stereofonik përdoret kombinimi i incizimit në thellësi dhe anësor.

Fabrikimi i bartësit të tonit (pllakës së gramafonit) është një proces kompleks. Procedurat e krijimit të pllakave të gramafonit janë dhënë në blloqe në Fig. 2-2. Procedura e incizimit në pllakën e gramafonit është e njëjta me incizimin në kompakt disk (CD).

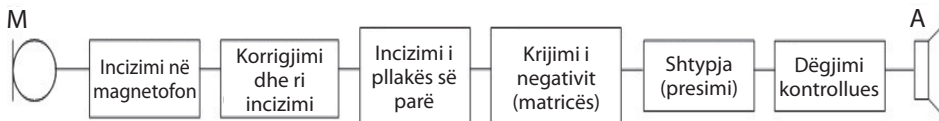


Fig. 2-2. Procedurat gjatë incizimit në pllakën e gramafonit

Së pari, zëri incizohet në shirit magnetofoni. Ky incizim pastaj dëgjo-
het, korrigjohet ose plotësohet me muzikë, këngë ose tinguj tjerë të ndry-
shëm, si duartrokitje të publikut etj. Pastaj, incizimi i tillë i përpunuar in-
cizohet në të ashtuquajturën *pllakë e parë*.

Incizimi i regjistrimit mekanik kryhet duke përdorur një pajisje të
veçantë, shumë komplekse të quajtur incizues, i cili fillon me magnetofon-
in, kurse mbaron me kokën e incizuesit. Pllaka e parë lëviz, kurse thika
regjistron gjurmë në foli (fletë). Koka e thikës (tehu) lëviz në mënyrë re-
ciproke drejt mesit të folisë. Thika është e lidhur me sistem të lëvizshëm
të kokës dhe është i bërë nga safiri. Pas incizimit të folisë dhe krijimit të
pllakës së parë, realizohet procedurë e veçantë fabrikimi për krijimin e
negativit- matricës. Nga ky negativ bëhet pllaka e parë prej metali, e cila
shërben për kontroll dhe korrigjim. Nga ajo bëhet negativ i dytë prej nikeli,
i cili shërben si *matricë* për të bërë rreth 3.000-5.000 pllaka plastike. Mate-
riali nga i cili përpunohen pllakat plastike është vinil klorik ose vinil acetat.

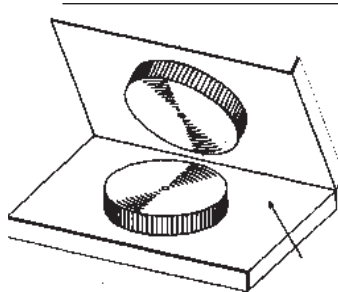


Fig. 2-3. Shtypësja me matricë

Njëra nga fazat në prodhimin e pllakave të gramafonit është edhe
presimi (shtypja). Të dy matricat (njëra me incizimin nga njëra anë të
pllakës, kurse tjetra me incizimin nga ana tjetër e pllakës) montohen njëra
mbi tjetrën, si në Fig. 2-3. Në mesin e matricës së poshtme vendosen kokrra
plastike të nxehta, kurse në fund vjen procesi i ftohjes graduale, me çka
fitohet pllaka.

2. PAJISJET PËR INCIZIM ANALOG TË ZËRIT

Pllakat e gramafonit kanë gjurmë, ose mikroseksione ku niveli i zhurmës është i ulët, pllaka rrotullohet me shpejtësi të vogël dhe ka gjerësi të vogël të gjurmëve, çka mundëson gjysmë diametër më të vogël në majën e gjilpërës. Ky seksion (prerje) përdoret në pllakat monofonike, si dhe për përpunimin e **pllakave long-play** (pllaka-LP). Gjatësia e gjurmëve të një pllake long-play me diametër prej 30 cm mund të arrijë edhe deri në 800m. Forma dhe dimensionet e gjurmëve është treguar në Fig. 2-4.

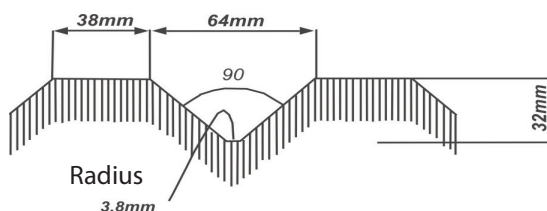


Fig. 2-4. Dimensionet e gjurmëve të pllakës së gramafonit

Të dy anët e gjurmëve formojnë kënd prej 90° , kështu që fundi i gjurmës ka formë të rrumbullakuar.

Stereoseksioni, gjithashtu, është mikroseksion. Ka një gjurmë, me atë që njëkohësisht kryhet edhe incizimi anësor edhe ai në thellësi. Shuma e sinjalit të majtë dhe të djathtë incizohet në mënyrë rrethore, kurse dallimi i tyre - në thellësi. Në Fig. 2-5 tregohet parimi i incizimit të regjistrimit stereofonik në pllakë.

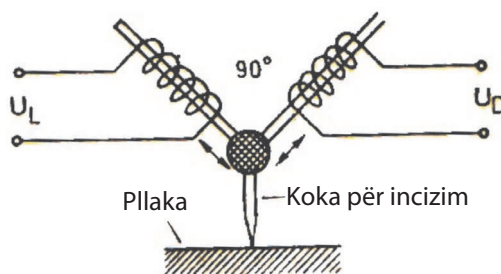


Fig. 2-5. Parimi i gdhendje në regjistrimin e stereofonik

Në të dy elektromagnetet, të cilët mes veti formojnë kënd prej 90° , çohen sinjalet nga kanali majtë dhe i djathtë u_M dhe u_D . Veprimi i tyre bartet në daltë (kokën për incizim).

2.1.1. Gramafoni elektrik

Gramafoni është pajisje me ndihmën e të cilit bëhet riprodhimi i zërit të incizuar në pllakë.

Gramafonat dallohen mes veti sipas *dimensioneve, ndërtimit*, dhe sipas *karakteristikave* të tyre. Ka më shumë ndarje të gramafonave. Njëra nga ndarjet është sipas mënyrës së përdorimit: për *përdorim shtëpiak* dhe *profesional*. Ndarje tjera të gramafonave janë sipas llojit të transmetimit, sipas kokës së gramafonit, gjilpërave etj. Pjesët kryesore të gramafonit janë treguar në Fig. 2-6.

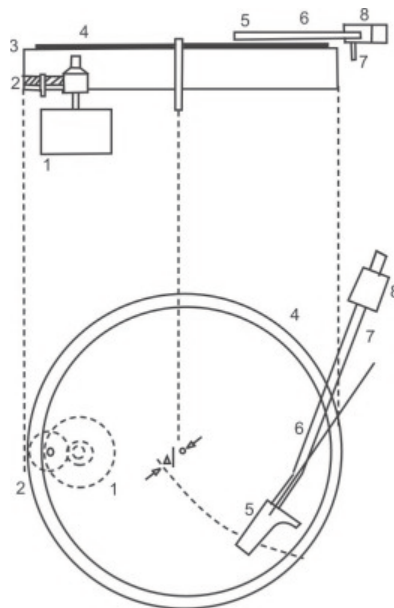


Fig. 2-6. Pjesët kryesore të gramafonit

Elektromotori (1) përmes reduktorit (2) të numrit të rrotullimeve e lëviz diskun masiv (3) në të cilin vendoset pllaka e gramafonit (4). Përgjatë gjurmëve të pllakës rrëshqet gjilpëra, e cila është e vendosur në shtëpizë të veçantë së bashku me konvertuesin elektromekanik me të cilin është e lidhur. Kjo tërësi quhet koka e gramafonit (5). Ajo përmes dorezës (6) është e lidhur me boshtin (7) rreth të cilit lëviz. Në skajin tjetër të dorezës është vendosur kundër peshore (8), me zhvendosjen e së cilës rregullohet presioni i gjilpërës mbi pllakë.

Riprodhimi i incizimit mekanik kryhet me ndihmën e kokës së gramafonit ose për lexim (pick-up). **Koka e gramafonit është konvertues**

2. PAJISJET PËR INCIZIM ANALOG TË ZËRIT

elektromekanik i cili i konverton oscilimet mekanike të gjilpërës në oscilime elektrike. Këto oscilime pastaj përforcohen dhe riprodhohen përmes altoparlantit.

Sipas metodës së konvertimit të energjisë, ekzistojnë disa lloje të kokave të gramafonit: magnetike, qeramike dhe kristalore.

Koka magnetike (për lexim). Mënyra e funksionimit të kësaj koke bazohet në *parimin e induktimit të tensionit elektrik në skajet e përçuesit që lëviz në fushë magnetike*. Natyrisht, i njëjti efekti fitohet kur përçuesi është në qetësi, kurse magneti lëviz. Sipas kësaj, ka dy lloje të kokave magnetike: *koka elektromagnetike* (moving magnet - MM) dhe *koka elektrodinamike* (moving coil - MC).

Te koka elektromagnetike qarku magnetik është në formën e një ure në ekuilibër, me çka në spirancë, deri sa ajo qëndron, nuk rrjedh fluks magnetik. Nëse vjen deri te ndryshimi i pozitës së spirancës, d.t.th. në rrotullimin e saj rreth boshtit, ajo do të dalë nga simetria dhe fluksi do të fillojë të ndryshojë. Madhësia e fluksit varet nga zhvendosja e spirancës, d.t.th. gjilpërës. Në konvertuesin elektromagnetik, tensioni i induktuar varet nga shpejtësia e ndryshimit të fluksit magnetik. Parimi i funksionimit të kokës elektromagnetike dhe simboli i saj janë dhënë në Fig. 2-7.

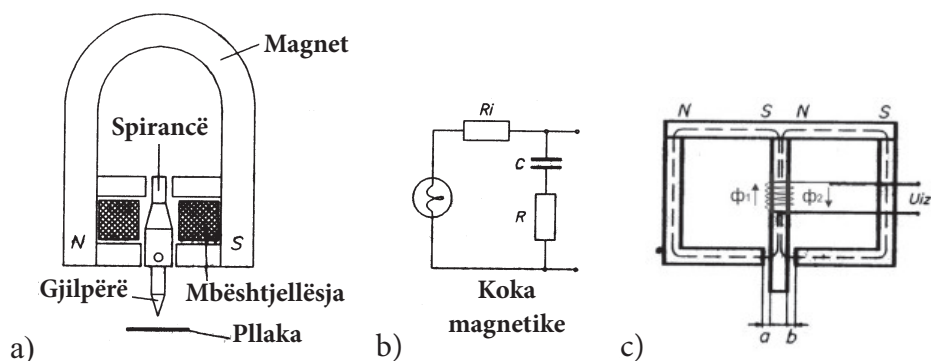


Fig. 2-7. Koka elektromagnetike: a) ndërtimin i kokës elektromagnetike, b) simboli i kokës elektromagnetike, c) parimi i funksionimit

Në kokat *elektromagnetike* sistemin e lëvizshëm e quajmë spirancë. Spiranca është bërë në atë mënyrë që gjatë lëvizjes së gjilpërës përçuesi i cili ndodhet në çarjet e saj lëviz pingul me drejtimin e induksionit magnetik, me çka drejtimi i forcës elektromotore është në drejtimin e përçuesit.

Mbështjellëset në një rën gjysmë të spirancës janë mbështjellë në një rën drejtim, kurse në gjysmën tjetër në drejtim të kundërt, me çka e gjithë FEM e induktuar në të gjitha pjesët e mbështjellësës është në fazë. Edhe te këto koka forca elektromotore është proporcionale me ndryshimin e fluksit. Koka elektrodinamike është paraqitur në Fig. 2-8.

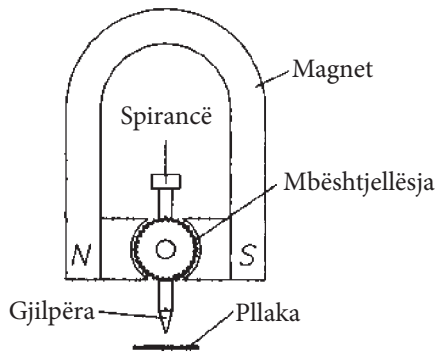


Fig. 2-8. Altoparlanti elektrodinamik

Koka elektrodinamike ka karakteristika të ngjashme si edhe koka elektromagnetike. Për shkak të këtij fakti të dyja përdoren në mënyrë të barabartë në pajisjet për riprodhim, kurse prodhuesit çdo ditë garojnë në përmirësimin e cilësisë së tyre dhe karakteristikave të tyre.

Kokat magnetik të përshkruar më sipër riprodhojnë sinjale monofonike. I njëjti parim përdoret edhe gjatë riprodhimit të stereo incizimit.

Në kokat stereo ndryshimi është në atë se ka dy mbështjellës, të vendosura në pingul në raport me njëra-tjetrën. Gjatë strukturimit kujdes i veçantë i kushtohet lidhjes së gjilpërës me armaturën – spirancën. (Fig. 2-9). Është shumë e rëndësishme që gjatë lëvizjes së gjilpërës në drejtimin që i korrespondon njërit kanal të mos paraqite FEM në kanal tjetër, dmth të mos ndodh interferenca në kanale. Dobësimi i interferencës duhet të jetë më i madh se 20dB, kurse në altoparlantët më cilësor edhe 35dB. Parimi i funksionimit të kokës magnetike stereofonike është treguar në Fig. 2-9. Linjat e ndërprera përfaqësojnë fluksin magnetik nëpër polet e zgjatura dhe armaturë.

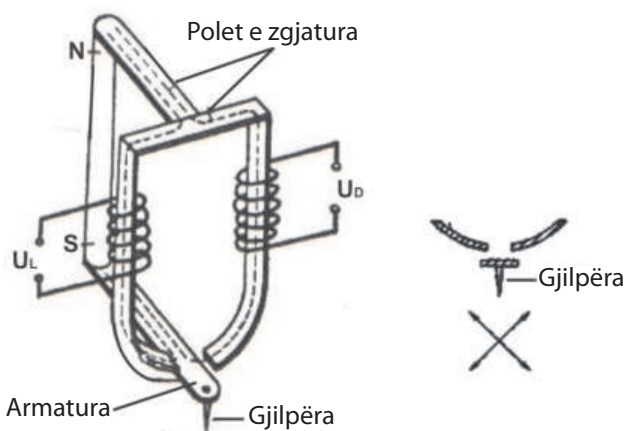


Fig. 2-9. Parimi i funksionimit të kokës magnetike stereofonike

Gjilpëra, duke ndjekur gjurmën, bën lëvizje shumë komplekse. Armatura afrohet dhe largohet nga polet e zgjatura, kështu që flukset në to janë të ndryshueshëm dhe në mbështjellëset induktohet tension i frekuen-cave të ulëta.

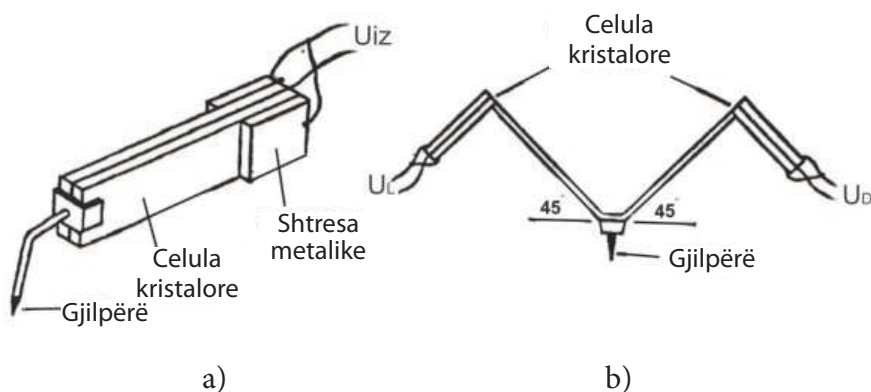


Fig. 20-10. Simboli dhe strukture e kokave kristallore mono dhe stereo

Koka kristallore dhe e qeramikës punojnë në *efektin piezoelektrik*. Oshilimet e gjilpërës, Fig. 20-10 transferohen në celulat kristallore, me çka ata deformohen mekanikisht, kështu që në skajet e tyre paraqitet tension elektrik u_{dal} . Tensioni i daljes në kokat e qeramikës është rreth 0,5V, kurse tek ato kristallore mund të jetë edhe më i madh. Prandaj, ky tension nga një kokë e tillë mund të bartet direkt në përforcues. Ana e mirë e këtyre kokave

është edhe ajo se nuk janë të ndjeshëm në pengesa të jashtme, kurse edhe çmimi i tyre është më i ulët nga çmimi i kokave magnetike.

Përveç këtyre që përshkrua, ekziston edhe një lloj special i altoparantëve me qeramikë, me të ashtuquajturit materiale piezorezistiv. Ky është material rezistenca elektrike e të cilit ndryshon gjatë ndryshimit të presionit mekanik të cilit i nënshtrohet. Nëpër një kokë të tillë lëshohet rrymë elektrike e vazhduar. Oscilimet e gjilpërës barten në kristal, me çka rezistenca e tij ndryshon me ritmin e sinjalit i cili incizohet në pllakë. Për këtë shkak, rryma nëpër kristal modulohet dhe përmban një komponentë të ndryshueshme. Kjo rrymë në një rezistencë krijon tension të ndryshueshëm, i cili më vonë përforcohet dhe riprodhohet.

Përveç kokave të gramafonit, pjesë të rëndësishme të gramafonave janë edhe **gjilpërat e gramafonave**. Ata përpunohen nga lloje të ndryshme të diamanteve artificial. Kanë formë të konit me majë të rrumbullakët. Në vitet e fundit, me qëllim që të zvogëlohen shtrembërimet e mundshme, u paraqitën *gjilpërat biradiale* (me prerje tërthore eliptike), të cilat më mirë dhe më lehtë i ndjekin ndryshimet në formën e gjurmëve, me çka edhe riprodhimi është më i mirë.

Shpejtësi më të zakonshme që përdoren në gramafonat modern janë 16, 33 dhe 1/3 ose 45 rpm (rrotullime për minutë). Gjatë riprodhimit, shpejtësia e pllakave duhet të jetë konstante, prandaj disku është masiv, me çka sigurohet moment i madh i inercisë, kështu që edhe në ndryshime kohëshkurtra të tensionit të rrejtës, ai dot rrotullohet me shpejtësi konstante.

Lëvizja e diskut sigurohet me elektromotor të sistemit për transmetim të rrotullimeve. Sipas llojit të transmetimit, ekzistojnë disa lloje të gramafonave: gramafon me motor të drejtpërdrejtë dhe gramafon me motor të transmetueshëm.

Gramafonat me motor (pjesa motorike) të drejtpërdrejtë (direkt drive) janë gramafona në të cilët boshti i elektromotorit është i lidhur direkt me diskun. Pasi që shpejtësia e rrotullimit nuk është e madhe (33 dhe 1/3 rrotullime për minutë, dhe 45 rrotullime për minutë), duhet të përdoret lloj i veçantë i elektromotorit (servomotor). Këto motorë punojnë me dy tensione: njëri është tension i vazhduar (u_{DC}), i cili shërben për furnizimin e motorit, kurse tjetri është tension alternativ (u_{AC}), me ndihmën e të cilit bëhet komandimi dhe kontrollimi i numrit të rrotullimeve. Më shpesh, në këto motorë tensioni për komandim (u_{AC}) merret nga oscilatori. Në gramafonat profesional oscilatori bëhet me ndihmën e një kristali me frekuencë

të përcaktuar saktë, dhe përveç kësaj ka edhe sistem të qarqeve elektronike të cilat kontrollojnë numrin e rrotullimeve dhe korrigjimin e tyre. Përparësia e sistemeve të tilla të zhvilluara është koha shumë e shkurtër e nevojshme për të arritur shpejtësinë nominale.

Në gramafonat me motor indirekt të transmetimit, boshti i elektromotorit është i lidhur në mënyrë indirekte me diskun përmes rrotës (Fig. 2-6) ose përmes rripit (belt drive). Numri i rrotullimeve në këto gramafona kontrollohet me u_{AC} - tension për furnizim ose sistem mekanik. Ana e mirë e këtyre gramafonave është se nuk është i nevojshëm korrigjim shtesë i shpejtësisë. Kjo sigurohet me vetë inercionin e diskut masiv. Vibracionet nga motori pjesërisht humben përmes rripit.

Koka për lexim, duke lëvizur nëpër pllakë, bën hark rrethor, i cili përcaktohet nga gjatësia e dorezës. Boshti i kokës, vetëm në një vend përputhet me tangjenten e gjurmës, ndërsa në të gjitha rrethet tjera koncentrike vjen deri te shmangja për një kënd të caktuar, prandaj doreza mbyll kënd prej 25° . Në disa gramafona përdoren të ashtuquajturit *doreza tangenciale*. Në to koka është e vendosur në mekanizëm të veçantë, që i mundëson gjilpërës gjithmonë të gjendet në drejtimin e tangjentes në pikë të caktuar në rrethit. Këto gramafon kanë mekanizëm preciz dhe elektronikë komplekse për të udhëhequr gjilpërën. Ndërsa, shtrembërimet janë minimale, por çmimi është i lartë.

2.2. INCIZIMI MAGNETIK I ZËRIT

Incizimi magnetik i zërit është regjistrim i përhershëm i zërit në bartës të tonit (shiriti magnetik).

Incizimi magnetik u paraqit pak më vonë se incizimi mekanik. Idetë e para për incizimin magnetik rrjedhin qysh në vitin 1888. Danezë Poulsen bëri realizimin e parë praktik me të ashtuquajturit telegrafon. Pajisja përbëhej nga një fije çeliku si medium për incizim, e cila ishte e magnetizuar në mënyra të ndryshme në varësi të intensitetit të zërit që incizohej, gjegjësisht regjistrohej. Një sinjal i regjistruara në këtë mënyrë ishte shumë i dobët, kurse në atë kohë ende nuk ishin të njohur përforcuesit. Zbatimi më masovik filloi në vitin 1941, kur është vendosur para magnetizimi me ndihmën e fushës së frekuencave të ulëta.

Në vend të telit të çelikut, më vonë si bartës i tonit përdoret një shtrësë e hollë prej grimcave të hekurit të futura në një shtrësë prej letrës, e cila në zhvillimin e mëtejshëm është zëvendësuar me shirit plastik.

2.2.1. Parimi i incizimit magnetik të zërit

Incizimi magnetik bazohet në parimin e krijimit të fushës magnetike gjatë rrjedhjes së rrymës elektrike nëpër përçues. Kjo fushë magnetike shërben për magnetizim të përhershëm të bartësit të tonit. Ky bartës është një shirit magnetik në të cilin ka grimca nga një material që lehtë magnetizohet. Shiriti lëviz me shpejtësi konstante para çarjes së bërthamës prej hekuri. (Figura 2-11).

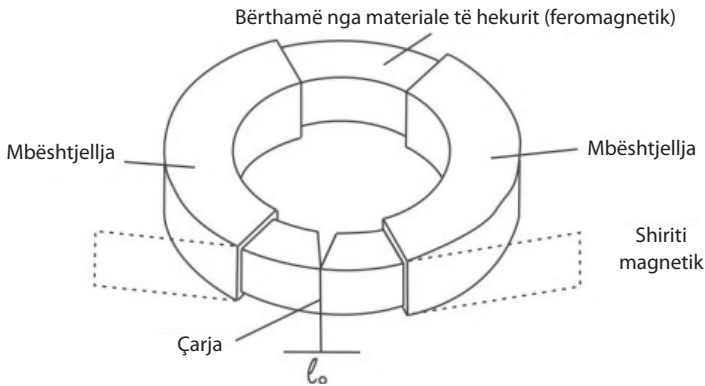


Fig. 2-11. Koka e magnetofonit dhe shiriti magnetik

Gjatë riprodhimit, procesi ndodh në renditjen e kundërt. Fluksi i bartësit të magnetizuar në mbështjellje indukon forcë elektromotore.

*Pajisja e plotë e cila kryen incizimin dhe riprodhimin me këtë procedurë magnetike, sot zakonisht quhet **magnetofon**. Pjesa kryesore e magnetofonit është koka e magnetofonit. Me të kryhet incizimi dhe riprodhimi i materialit të regjistruar. Koka e magnetofonit është elektromagnet në formë të torusit, bërthama e të cilit është e ndërtuar nga materiali feromagnetik (Fig. 2-11). Bërthama përbëhet nga disa pllaka me çaje të vogël. Në bërthamë është e mbështjellë mbështjellja skajet e së cilës janë të lidhur me kontaktet e mikrofonit nga i cili merret tension alternativ u_{FU} . Nëpër mbështjellje rrjedh rryma i_{FU} (Figura 2-12). Roli i çarjes së ngushtë (l_0) gjatë incizimit është që të kthej vijat e forcës magnetike nga koka në shirit, kurse gjatë riprodhimit vijat e forcës ti mbyllë në mbështjellje. Fusha magnetike me të cilën kryhet incizimi dhe riprodhimin ndryshon në ritmin e sinjalit të zërit që incizohet.*

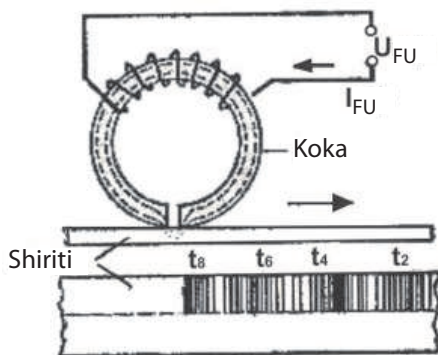


Fig. 2-12. Magnetizimi i bartësit të tonit

Kjo fushë paraqet figurë magnetike të zërit që incizohet. Torusi është i bërë nga permalloy (shtresë nga nikeli-hekuri, NiFe) ose nga my-metal, material rezistencë magnetike shumë të vogël. Kjo rezistencë magnetike është shumë më e vogël se rezistenca e ajrit dhe për këtë arsye praktikisht e gjithë fusha magnetike është në torus. Vijat e kësaj fushe tregohen me vija të ndërprera.

Bartës i tonit është *shiriti nga plastika në të cilin është inkorporuar shtresë e hollë e materialit magnetik në formën e pluhurit*. Pluhur i vendosur në shirit është oksid hekuri ose i ngjashëm. Gjatë incizimit, shiriti i përshtatet çarjes së kokës dhe atëherë vijat e fushës mbyllën rreth shiritit, dhe jo nëpër çarje, sepse rezistenca magnetike e tyre është më e vogël se rezistenca ajrit. Çarja nuk duhet të jetë as shumë e gjerë dhe as shumë e ngushtë, për shkak se në të dyja rastet do të shfaqeshin shtrembërimet. Nëse hapja është e ngushtë, vijat e forcës magnetike nuk do të mbyllën rreth shiritit, por vetëm nëpër çarje. Nëse hapja është e gjerë, do të vinte deri te dobësimi i sinjaleve me frekuenca të larta. Prandaj, trashësia e çarjes së kokës është e rendit prej disa mikronësh.

Nga Fig. 2-13 shihet se fusha është në proporcion të drejtë me rrymën që e krijon. Para çarjes shiriti lëviz në drejtimin e shigjetës. Grimcat që ishin para çarjes në momentin t_1 do të dalin të pa magnetizuara. Grimcat që kalojnë nëpër çarje në momentet e ardhshme do të jenë gjithnjë e më shumë të magnetizuara. Më fortë të magnetizuara do të jenë grimcat që kalojnë në momentin t_2 . Pastaj magnetizimi i grimcave është gjithnjë e më i vogël, kështu që ato grimca që ndodhen para çarjes në momentin t_3 dalin të pa magnetizuara. Në këtë moment rryma, e me këtë edhe fusha, e ndryshon kahjen, kështu që grimcat që ndodhen do të jenë të magnetizuara në

kahjen tjetër. Pas daljes, çdo grimcë sillet si magnet i vogël, i cili polin e vet të veriut dhe jugut. Të gjitha magnetet e krijuara gjatë një gjysmëperiode kanë fushë të orientuara në një drejtim dhe, natyrisht, në drejtim të kundërt në gjysmëperiodën tjetër.

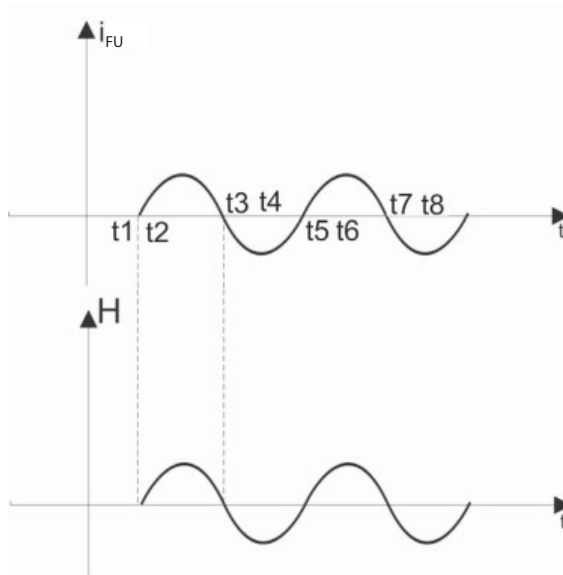


Fig. 2-13. Varësia nga koha intensitetit të fushës H nga ndryshimi i rrymës së magnetizimit - i_{FU} .

Shpejtësia me të cilën lëviz shirit para kokës duhet të jenë konstante. Në konstruktionet më të vjetra, shpejtësia e shiritit ishte 76,2 cm/s. Sot, me përmirësimin e cilësisë së shiritit, janë standardizuar këto shpejtësi të lëvizjes së shiritit: 38,1 cm/s, 19,5 cm/s, 9,5 cm/s, 4,75 cm/s, madje edhe 2,4 cm/s.

Ndryshim i rëndësishëm në krahasim me mënyrat tjera të incizimit të zërit është se ky bartës i zërit mund të përdoret më shumë herë. Në mënyrat tjera të incizimit i njëjti bartës nuk do të mund të fshihet dhe përsëri të përdoret për incizim të ri, ndërsa në regjistrimin magnetik kjo është e mundur. Sot fshirja bëhet me ndihmën e frekuencave të ultrazërit, e ashtuquajtura fshirje me frekuenca të larta (nga 30 deri në 60kHz).

Gjatë riprodhimit, shiriti kthehet në fillim dhe lëviz para kokës së magnetofonit me të njëjtën shpejtësi me të cilën është bërë incizimi. Ska-

jet e mbështjelljes lidhen në vend të hyrjes së mikrofonit në hyrje të përforcuesit- FU (Fig. 2-14).

Në këtë rast, para çarjes do të kalojnë grimca të ndryshme të magnetizuara. Kur një magnet i tillë i vogël (grimcë) do të gjendet para çarjes, vijat e fushës së saj do të mbyllën nëpër torus, sepse rezistenca magnetike nëpër të është shumë më e vogël se sa në ajër. Në këtë mënyrë, vijat e fushës kalojnë nëpër mbështjellje. Pasi që shiriti lëviz, ky magnet kalon, kurse në vendin e tij vjen i ardhshmi dhe në torus do të paraqitet fushë. Duke pasur parasysh faktin se grimcat janë të magnetizuara me fusha me drejtime dhe intensitete të ndryshme, bëhet e qartë se edhe intensiteti i fushës së torusit vazhdimisht do të ndryshojë deri sa shiriti është në lëvizje. Kjo fushë e ndryshueshme në mbështjellje indukton tension me intensitet dhe drejtim të ndryshueshëm, cili për nga forma është i njëjtë me tensionin u_{FU} , nën ndikimin e të cilit është kryer magnetizimi i shiritit në procesin e incizimit.

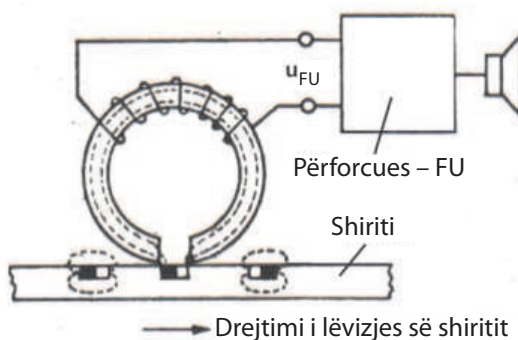


Fig. 2-14. Parimi i riprodhimit të regjistrimit magnetik

Për regjistrimin dhe për fshirje përdoren proceset fizike të magnetizimit dhe demagnetizimit të materialeve, gjegjësisht lakorja hysterike për magnetizim. Nëse grimcat e magnetizuara kalojnë vetëm afër kokës për incizim, paraqiten shtrembërime. Shtrembërimet eliminohen me para magnetizim, me çka të gjitha grimcat në shirit bëhen të pa magnetizuara.

Paramagnetizimi kryhet duke përdorur rrymë me frekuencë të lartë me frekuencë prej disa kHz. Nën veprimin e këtij sinjali grimcat e shiritit dalin nga procesi si të pa magnetizuara. **Fshirja** e shiritit bëhet gjithashtu si edhe para magnetizimi me sinjal të frekuencave të larta. Kur fshihet, të gjitha grimcat në shirit pavarësisht nga ajo se si ata ishin magnetizuar shko-

jnë në ngopje dhe pastaj dalin nga çarja të kokës për fshirje si të pa magnetizuara.

2.2.2. Magnetofoni

Magnetofoni është pajisje me të cilën kryhet incizimi, riprodhimi dhe fshirja e regjistrimit magnetik nga shiriti magnetik.

Sot përdoren magnetofona të ndryshëm. Ato mund të ndahen sipas vendit të përdorimit, karakteristikave të daljes etj. Për qëllime profesionale dhe regjistrime në studio përdoren magnetofona, për përdorim të përditshëm janë të destinuar kasetofonat, kurse për riprodhimin e bisedës (shkolla, gazetari) përdoren diktafonat.

Pjesë të përbashkëta për të gjitha këto pajisje për regjistrim magnetik janë: koka, bartësi i tonit – shiriti, pjesët mekanike dhe përforcuesi.

Kokat e magnetofonit. Ekzistojnë tre lloje të kokave: për fshirje (F), për incizim (I) dhe për riprodhim (R). Ato, pikërisht sipas kësaj renditje, janë të vendosura në rrugën nëpër të cilën kalon shiriti. (Fig. 2-15).

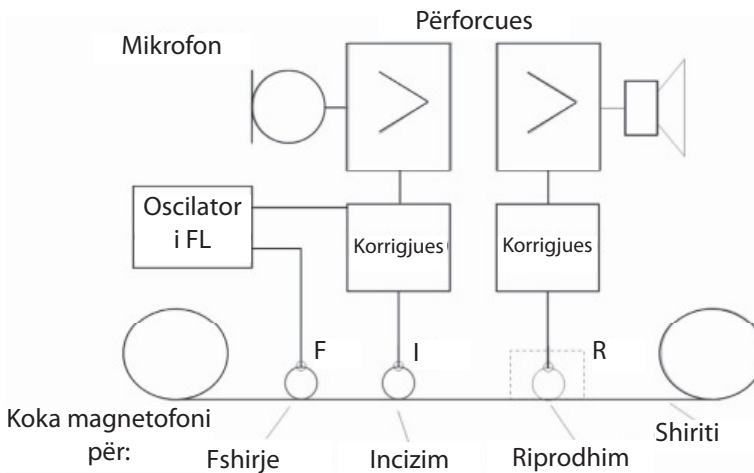


Fig. 2-15. Bllok-skema e incizimit magnetik të zërit

Në kokat për fshirje vjen sinjal i frekuencave të larta nga oscilatori. Në kokën e incizimit vendoset sinjal nga oscilatori – FL me frekuencë të barabartë me frekuencën e sinjalit për fshirje dhe e sinjalit për regjistrim. Koka për riprodhim është e fundit në rrugën nëpër të cilën lëviz shiriti. Ajo është shumë e ndjeshme dhe reagon ndaj magnetizimit të dobët të shiritit, kështu që zakonisht është e mbuluar dhe e mbrojtur nga ndikimi i fushave

të jashtme magnetike. Këto tre koka të veçanta përdoren vetëm në magnetofonat profesional. Në pajisjet komerciale dhe për incizim dhe riprodhim zakonisht përdoret e njëjta kokë. Pra, përdoren dy koka - *njëra për incizim dhe tjetra për riprodhim* (I/R dhe tjetra për fshirje F).

Pamja e kokës së magnetofonit është dhënë në Fig. 2-16. Në çarjen e bërthamës vendoset material jomagnetik (për shembull, bakër), i cili nuk ndikon në fluksin magnetik dhe pengon në procesin e grumbullimit të papastërtive në formë të pluhurit (nga fërkimi me shiritin), të cilat me kalimin e kohës mund të çojnë në mbylljen e çarjes. Në këtë rast, vijat e fushës magnetike do të mbylleshin në pluhurin magnetik dhe regjistrimet do të ishin të dobëta (i njëjtë është efekti kur koka nuk është e pastër).

Bërthama e kokave të magnetofonave bëhet nga fletë metalike të izoluar me trashësi prej 0.05 deri në 0,1 mm, të përpunuara me materiale të buta magnetike (my-metal ose përmalloj).

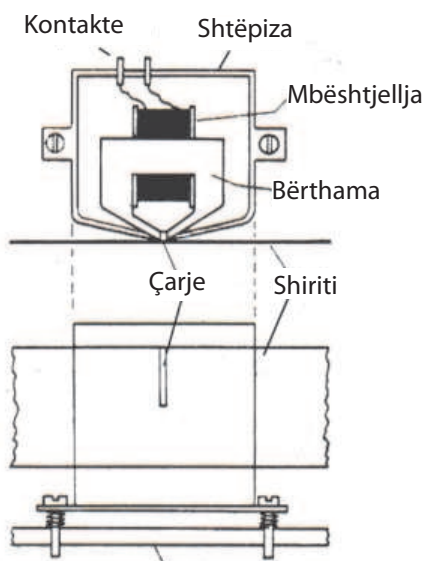


Fig. 2-16. Koka e magnetofonit

Koka e treguar në Fig. 2-16 përdoret në *magnetofonat monofonik*. Së pari incizohet njëra gjysmë pjesë e shiritit, dhe pastaj me ndërrimin e vendeve të rrotëzave incizohet edhe gjysmë pjesa tjetër. Në magnetofon e studiove përdoren koka me çarje më të gjatë, me ndihmën e të cilës kryhet

incizim përgjatë gjithë gjerësisë së shiritit. Në këtë mënyrë fitohet regjistrim shumë më cilësor.

Incizimi stereofonik dhe shumë kanalesh në regjistrimin magnetik, gjithashtu, është në një shirit. Në shirit njëkohësisht regjistrohen dy ose më shumë gjurmë tonike. Ato i regjistrojnë dy koka të pavarura, të cilat janë me dy bërthama dhe me dy mbështjellëse të ndara.

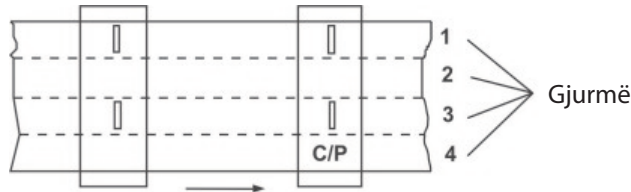


Fig. 2-17. Pozicioni i kokave në magnetofonin katër kanalesh dhe stereofonik

Në Fig. 2-17 është dhënë pozita dhe gjurmët gjatë incizimit stereofonik. Sinjali nga kanali i majtë incizohet në gjurmën e parë, kurse sinjali i kanalit të djathtë në gjurmën e tretë. Gjatë regjistrimit të anës tjetër, kanali i majtë incizohet në gjurmë e katërt, kurse i djathti në gjurmën e dytë (pas kthimit sërish të shiritit, megjithatë ato janë përsëri gjurma e parë dhe tretë).

Pjesa e kokës në të cilën prek shiriti duhet herë pas here të pastrohet, sepse aty mbeten grimca nga materiali feromagnetik dhe pluhur. Kokat magnetofonike mund të jenë me rezistencë omike të lartë dhe ulët.

Si **bartës të tonit** zakonisht përdoren shiritat nga materiali plastik, si substrat në të cilin inkorporohen pluhur magnetik nga materiali magnetik i fortë. Materiale të tilla janë oksidi i hekurit me shtesa nikeli etj. Ekzistojnë edhe shiritat të veshur me shtresë dyoksid kromi, të cilat kanë brez më të gjerë të frekuencave dhe zhurmë më të ulët. Njëri nga shiritat më cilësor është janë shiritat të veshur me shtresë me metal të pastër. Inkorporimi i materialeve magnetike bëhet vetëm në njërin anë të shiritit, e kjo është ana e cila preket me kokën e magnetofonit.

Trashësia e materialit feromagnetik në magnetofonat profesional është prej 25 deri në 30 μ m, kurse shtresa e ndjeshme ka një trashësi prej 10 deri në 20 μ m. Pra, trashësia e shiritit të magnetofonit është 50 μ m, kurse gjerësia është 6,25 mm. Për qëllime komerciale (te kasetofonat) përdoren shiritat edhe më të hollë. Gjerësia e shiritave standard është 3,81 mm.

Shtresa e ndjeshme, gjegjësisht materiali feromagnetik, ka strukturë me kokrra me dimensione prej 0,1 deri në 1 μ m. Ata e përbëjnë 25 deri në 30% të vëllimit, ndërsa pjesa tjetër është ngjitëse speciale.

Shiriti duhet të mbahen në vende të larguara mjaftueshëm nga fushat e forta magnetike (altoparlantë, përçues elektrik, etj.), të cilët mund ta dëmtojnë regjistrimin.

Pjesa kryesore mekanike e magnetofonit është mekanizmi i tij motorik. Ai duhet të sigurojë një shpejtësi konstante të lëvizjes së shiritit para kokës. Gjithashtu, ky mekanizëm siguron zhvendosje të mjaftueshme të shiritit në të dy drejtimet, dhe ndalje të shpejtë të rrotëzave gjatë shkyçjes, vendosje të duhur të shiritit në kokat dhe mbështjellje të fortë dhe të drejtë të shiritit.

Lëvizja e shiritit te magnetofonat për përdorim masiv është treguar në Fig. 2-18. Shpejtësia e shiritit para kokave duhet të jetë konstante. Kjo arrihet në mënyrën si vijon: me ndihmën e rripit prej gome (8), lëvizja e boshtit (7) të elektromotorit (6) transferohet në disk (9). Shirit kalon në mes të boshtit të diskut (10) dhe rrotës prej gome (11). Boshti (10) vazhdimisht lëviz, por nëse rrotëza (11) është e larguar, shiriti ndalet.

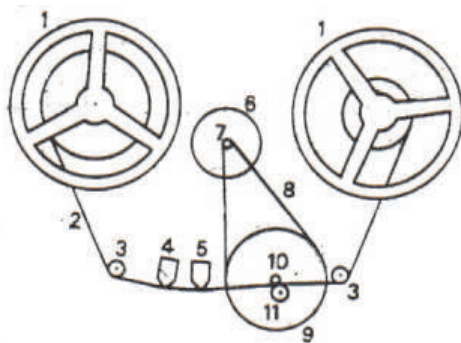


Fig. 2-18. Lëvizja e shiritit te magnetofoni

Duke shtypur butonin me të cilin fillon incizimi ose riprodhimi, rrota prej gome me ndihmën e spirales futet fortë në boshtin e diskut, me çka ky fillon të lëviz, e me këtë lëviz edhe shiriti. Nën ndikimin e shiritit, rrota e majtë hapet, por me disa fërkime, kështu që ndalon kur shiriti ndalon ta tërheqë. Rrotën e djathtë e lëviz elektromotori, por lidhja mekanike është bërë kështu që gjatë ndaljes shiriti nuk do të tendoset. Lidhje e fortë e rrotëzave nuk është mundur, sepse gjatë mbështjelljes dhe riprodhimit

shpejtësia këndore ndërron vazhdimisht (vazhdimisht ndryshon sasia e shiritit në rrotëz, e me këtë edhe diametri i shiritit të mbështjellë).

Shpejtësitë e shiritave janë të standardizuara. Për kasetofonat kjo është prej 4,75 cm/s, e deri në 9,5 cm/s, 19cm/s dhe 38cm/s. Te magneto-fonat që shërbejnë për incizimin e bisedës (diktafonat) përdoret shpejtësia prej 2,38 cm/s. Me shpejtësinë prej 4,75 cm/s mund të incizohen tinguj me frekuencë deri në 7kHz, me një shpejtësi prej 9,5 cm/s tingujt me frekuencë deri në 15kHz dhe me një shpejtësi prej 19cm/s tinguj me frekuencë deri në 20kHz. Vërehet se për përdorim të gjerë shpejtësi e kënaqshme është ajo prej 9,5 cm/s, prandaj ajo ka përdorim më të gjerë.

Motori mund të jetë sinkron ose asinkron, kurse furnizimi është ose nga tensioni i rrjetit ose me ndihmën e tensioni të stabilizuar të ndërtuar. Luhatjet në shpejtësinë e shiritit janë shkaktarë i paraqitjes së , e cila vjen nga mekanizmi i motorit. Këto luhatje në pajisjet profesionale duhet të jenë më të vogla se 1%.

Përforcuesi frekuencave të ulëta e përforcon sinjalin në dalje të kokës magnetike. Karakteristika e sajë e transmetimit mund të ndryshohet me futjen e qarqeve të përshtatshme për ngritjen, dmth shtyrjen e frekuencave të caktuara.

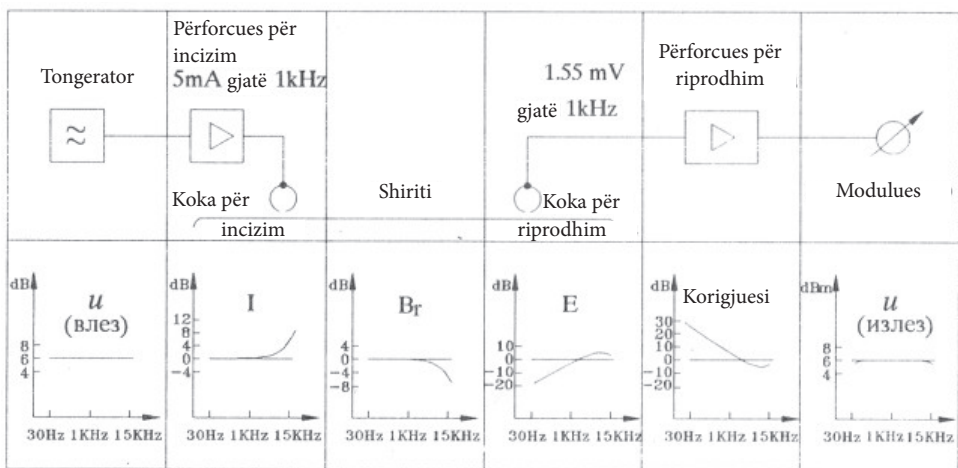


Fig. 2-19. Karakteristika e frekuencave

Te kokat për incizim ka nevojë për korrigjim të karakteristikës së përforcimit për frekuenca të larta. Kjo karakteristikë varet nga lloji i shiritit, si dhe nga koka për incizim. Normohet magnetizim permanent i shiritit,

gjegjesisht fluksi i regjistruar, kurse përforcimi rregullohet. Fluksi normohet ashtu që bie për frekuenca të larta. Humbjet në frekuencat e larta pjesërisht korrigjohen në përforcuesit për incizim, kurse pjesërisht në përforcuesit për riprodhim. Karakteristika e frekuencave në gjithë sistemin nga incizimi deri në riprodhim tek incizimi magnetik është dhënë në Fig. 2-19.

Edhe në kasetofonat më cilësor edhe shiriti më kualitativ raporti sinjal/zhurmë (S/N) është deri në 60dB, te magnetofonat deri në 75dB, kurse në riprodhimin Hi-Fi raporti i duhur S/N është 90dB. Për të përmirësuar këtë raport sinjal-zhurmë, dmth për të zvogëluar nivelin e zhurmës, sot përdoren disa sisteme për reduktimin e zhurmës: **DOLBY-B**, **DOLBY-C**, **DOLBY-A**, **DBX-I** dhe **DBX-II**. Të gjithë këto punojnë në parimin e kompresimit e dinamikës së sinjalit gjatë incizimit dhe ekspansionit të sinjalit gjatë riprodhimit të tij.

2.2.3. Bllok-skema e magnetofonit

Bllok-skema e magnetofonit monofonik për përdorim masiv është treguar në Fig. 2-20. Kur kontaktet janë në gjendjen I- bëhet incizimi, kurse në pozitën R - riprodhimi.

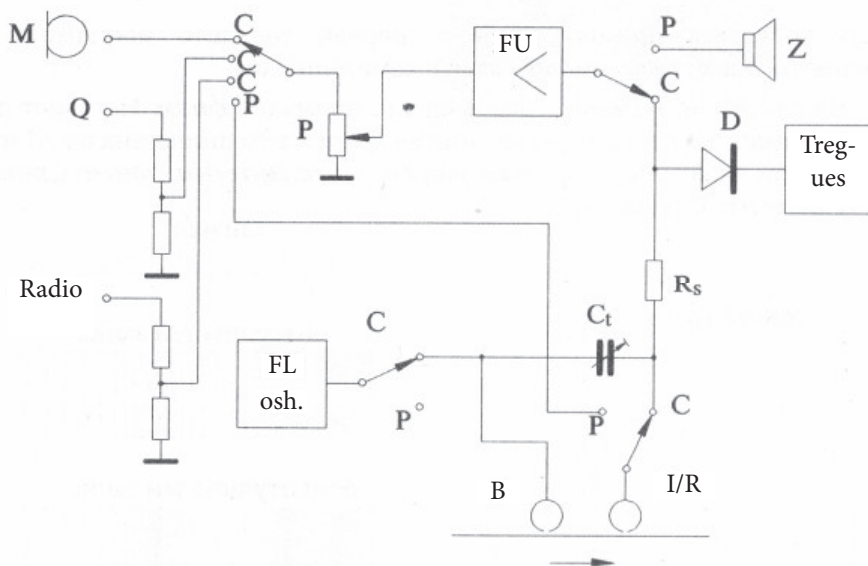


Fig. 2-20. Bllok-skema e magnetofonit

Kur incizohet me mikrofon, tensionit nga skajet e tij bartet direkt në hyrje të përforcuesit –FU, ndërsa gjatë incizimit nga gramafoni ose radio përdoren attenuator (shuarës), si ndarës rezistim, kështu që tensionet janë dukshëm më të mëdhenj se tensioni që e jep mikrofonin. Tensioni –FU përforcohet dhe përmes rezistencës R_s bartet në kokën për incizim, e cila është e shënuar me I/R , sepse përdoret edhe për incizim edhe për riprodhim. Pjesë e tensionit- FU përmes diodës D bartet në indikatorin e nivelit. Me ndihmën e tij në mënyrë vizuale mund të kontrollohet madhësia e sinjalit që incizohet, kështu që incizimi do të bëhet në pjesën lineare të karakteristikës dinamike. Madhësia e sinjalit rregullohet me potenciometër. Indikator zakonisht është WU-metër (volt metër) i vogël. Incizimi do të jetë i mirë nëse gjilpëra e instrumentit gjatë sinjaleve më të forta nuk kalon vlerë maksimale të lejuar, e cila zakonisht është e shënuar me vijë të kuqe.

Përveç tensionit-FU, në kokën për incizim vendoset edhe tensioni nga oshilatori)FL, me të cilin bëhet paramagnetizmi. Madhësia e këtij tensioni përshtatet me ndihmën e trimer-it C_t . Fshirja e regjistrimit të vjetër bëhet, gjithashtu me tension-FL.

Gjatë riprodhimit, shiriti kthehet në fillim dhe lejohet të kalojë para kokës me të njëjtë shpejtësi si edhe para incizimit. Kontaktet janë në pozitën R, kurse sinjali-FU nga koka për riprodhim I/R bartet në përforcuesin-FU dhe riprodhohet me altoparlant.

2 PËRMBLEDHJE

- ❖ Incizim i zërit quhet çdo procedurë e regjistrimit të zërit në ndonjë medium në mënyrë të caktuar saktë, kurse ky incizim mund të riprodhohet më shumë herë;
- ❖ Sipas formës së zërit që incizohet ekzistojnë pajisje për incizim analog dhe pajisje për incizim digjital të zërit;
- ❖ Incizimi mekanik i zërit është regjistrimi i përhershëm i zërit në bartës të tonit, pllakë gramafoni, përmes rrugës mekanike. Gramafoni është pajisje me ndihmën e të cilës bëhet riprodhimi i zërit të incizuar në pllakë. Riprodhimi i regjistrimit mekanik bëhet me kokë të gramafonit ose pik-up (marr-up). Koka e gramafonit është konvertues elektromekanik i cili i konverton oscilimet mekanike të gjilpërës në oscilime elektrike;
- ❖ Incizimi magnetike bazohet në parimin e krijimit të fushës magnetike gjatë rrjedhjes së rrymës elektrike nëpër përçues. Bartësi i tonit është shirit nga plastika në të cilin është inkorporuar shtresë e hollë e materialit magnetik në formën e pluhurit. Magnetofoni është pajisje e cila kryen incizimin, riprodhimin dhe fshirjen e regjistrimit magnetik nga pllaka magnetike;
- ❖ Për të përmirësuar raportin sinjal/zhurmë d.t.th. për të zvogëluar nivelin e zhurmës, sot përdoren sistemet DOLBY për reduktimin e zhurmës.

PYETJE DHE DETYRA:

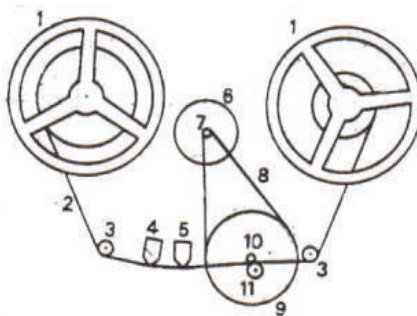
1. Çka është incizim i zërit?
2. Cilat janë incizime analoge të zërit – klasike? Sipas çka dallohen mes tyre?
3. Shpjego procedurën për incizimin e pllakës së gramafonit! Krahaso mikroincizimin me monoincizimin dhe stereoincizimin!
4. Si lëviz koka për incizim gjatë regjistrimit të sinjaleve muzikore në pllakën e gramafonit?
5. Cilat janë pjesët kryesore të gramafonit elektrik?
6. Çfarë është dallimi në mes të kokës elektromagnetike dhe elektrodinamike?
7. Si është karakteristika e frekuencës e kokës magnetike dhe si korrigjohet ajo?
8. Shpjego parimin e incizimit magnetik të zërit!
9. Cilat janë shpejtësitë standarde të lëvizjes së shiritave magnetik analog?
10. Çfarë është paramagnetizmi në frekuenca të larta dhe si realizohet?
11. Të vizatohet procesi magnetizimit të grimcave kur në kokën për incizim ka rrymë të frekuencave të larta të dhënë me: $i = 5\sin(2\pi \times 1000 \times t) + 4\cos(2\pi \times 1000 \times t)$.
12. Të vizatohet procesi i magnetizimit të grimcave kur në kokën për incizim ka sinjal të bisedës dhe rrymë të frekuencave të larta!
13. Çfarë lloje të bartësve të tonit (kasete analoge) ekzistojnë? Përshkruaj strukturat konstruktive të tyre dhe karakteristikat! Të sqarohen karakteristikat e frekuencave!

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

- Koka e gramafonit është konvertues nga _____ në _____.
- Në kokën magnetike rezistenca është disa _____.
- Pajisja që kryen incizimin dhe riprodhimin me procedurë magnetike quhet _____.
- Në pajisjet komerciale për incizimin magnetik të zërit, njëra kokë është për _____, kurse tjetra për _____.

Rretho përgjigjen e saktë!

- Incizimi magnetike është regjistrim i zërit në:
 - pllakë gramafoni
 - shirit magnetik
 - CD
- Gjilpërat e gramafonit ndërtohen nga diamanti artificial në formë të konit, maja r të cilit është:
 - e mprehtë
 - eliptike
 - e rrumbullakët
- koka elektromagnetike ka një pjesë që luhartet e cila është.
 - spiranca
 - mbështjellja
 - magneti
- Në incizimin stereofonik cilat dy nga katër gjurmët janë për kanalin e majtë:
 - 1 dhe 3
 - 1 dhe 2
 - 1 dhe 4
- Secilin prej termave shënoje me numrin përkatës, duke ndjekur figurën.



- | | |
|-----------------|-----|
| elektromotor | () |
| rrotë prej gome | () |
| rrip | () |
| disk | () |
| shirit magnetik | () |

3. PAJISJET PËR INCIZIM DIGJITAL TË ZËRIT

Audiosinjalet kanë mangësi se ata janë të ndjeshëm ndaj zhurmës, regjistrimet e tyre kanë raport sinjal-zhurmë (S/N) relativisht të ulët, kurse cilësia e këtyre regjistrimeve me kalimin e kohës përkeqësohet. Prej këtui, dalin edhe fillimet për një mënyrë të re të regjistrimit të audiosinjaleve, të cilët sipas natyrës së tyre janë sinjale analoge, e ky është regjistrimi digjital. Regjistrimi digjital është me raport sinjal-zhurmë të lartë, kurse regjistrimi është në formën e kodit t binar.

3.1. DIGJITALIZIMI I SINJALEVE

Sinjali analog duhet të përpunohet që të paraqiten si digjital, kurse përpunimi quhet konvertim A/D (konvertim analog-digjital). Konvertimi A/D kryhet në tre hapa: **marrja e kampioneve (mostrave)**, **kuantizimi (kampionimi)** dhe **kodimi**.

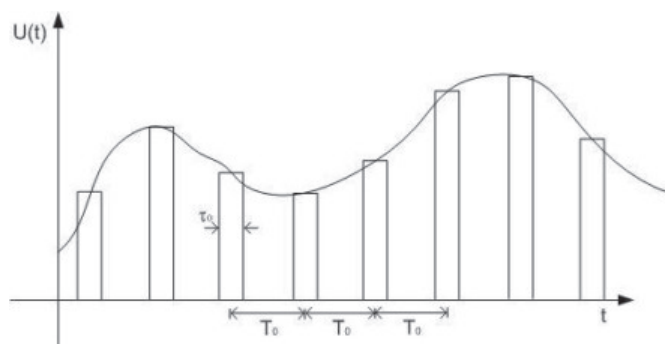


Fig. 3-1. Marrja uniforme e kampioneve

Procedura **marrje e kampionit** do të thotë të merret (lexohet) vlera momentale e sinjalit. Kur koha mes njërit kampion dhe tjetrit është e

barabartë (T_0), atëherë bëhet fjalë për marrjen uniforme të kampioneve (Fig. 3-1), kurse nëse kohëzgjatja mes secilit kampion është e ndryshme $T_1 \neq T_2 \neq T_3$, marrja e kampioneve është jouniforme (Fig. 3-2).

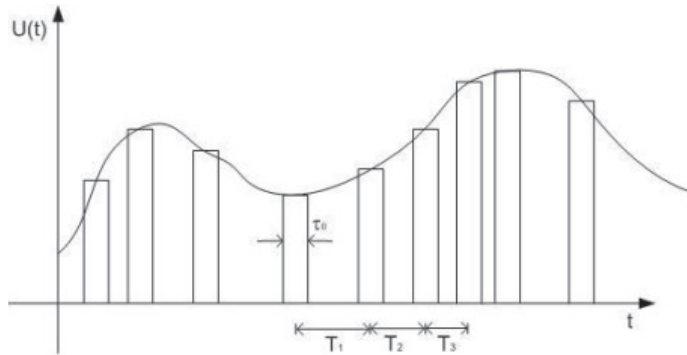


Fig. 3-2. Marrja jouniforme e kampioneve

Kohën e marrjes së kampionit e shënojmë me τ_0 edhe atë, teorikisht, duhet të jetë pafundësisht e vogël (Fig. 3-3), kurse në praktikë kjo kohë duhet të jetë sa më e shkurtër. Marrja e kampioneve, e njohur edhe si simplirim (sampling), shprehet me numrin e kampioneve për kohën njësi, matet me Hz, kurse për audiosinjalet është 44,1 kHz.

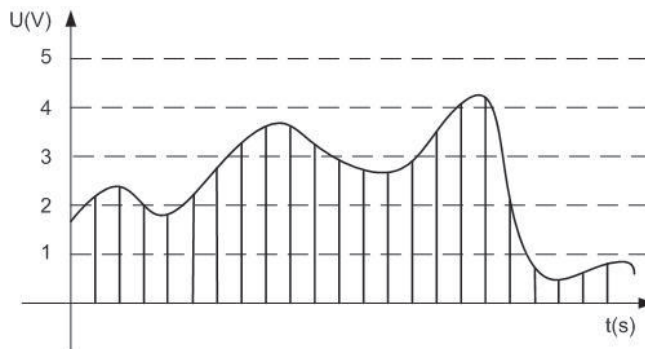


Fig. 3-3. Marrja e kampioneve (mostrave)

Hapi i dytë është kuantizimi. **Kuantizimi** i kampioneve të mara paraqet rrumbullakim të vlerës së kampionit të marrë. Kuantizimi ka nivelet e tij të lejuara, gjegjësisht vlera, të cilat sinjali mund ti marrë. Kur do të merret një kampion, vlera e tij rrumbullakohet në vlerën e parë të lejuar më të madhe nga ajo. (në Fig. 3-3 vlerat e lejueshme janë paraqitur me vija të ndërprera).

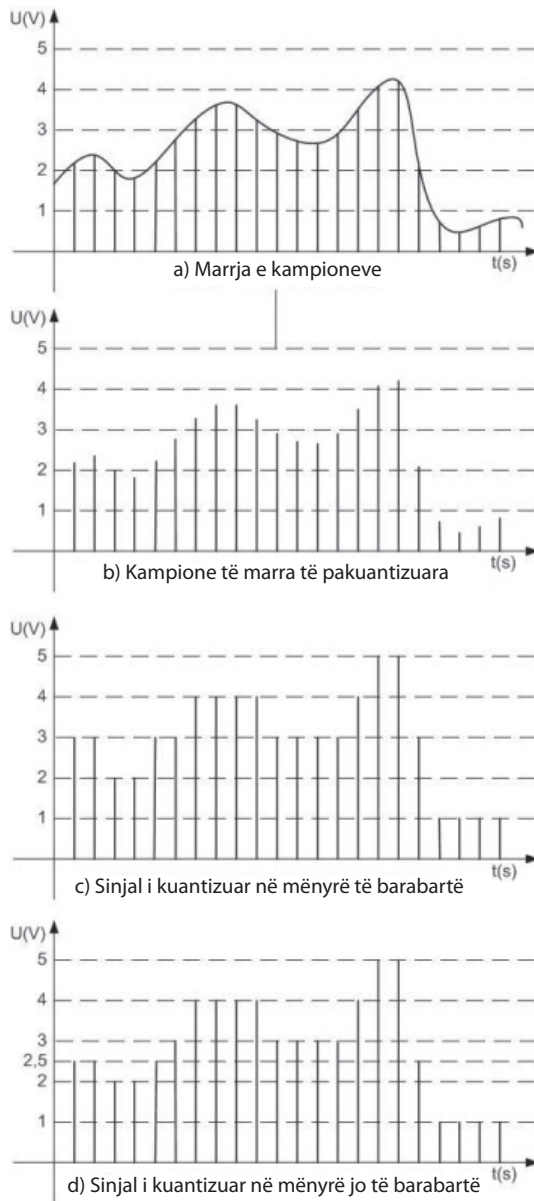


Fig. 3-4. Kuantizimi i sinjalit

Hapi mes njërit nivel dhe nivelit tjetër quhet hap i kuantizimit (distanca në mes të niveleve të lejueshme) dhe e shënojmë me ΔU . Kuantizimin e ndajmë në kuantizim të barabartë dhe jo të barabartë (Fig. 3-4). Kuantizimi i barabartë do të thotë se hapi i kuantizimit është gjithmonë

i barabartë, ndërsa në kuantizimin e pa barabartë hapi i kuantizimit nuk është i barabartë.

Kuantizimi jo i barabartë është me kualitet në të mirë nga ai uniform, sepse hapi i kuantizimit është më i vogël për tensionet ku sinjali paraqitet më shpesh. Për shembull, në një sinjal analog, siç tregohet në Fig. 3-4 ku tensioni është prej 0V deri në 5V, vlera më të shpeshta që mund ti fitojnë kampionet e këtij sinjali janë prej 2V deri në 3V. Kjo do të thotë se kuantizimi prej 0 deri në 2V është me hap më të madh, prandaj në këtë brez ka vetëm dy hapa. Për vlera të tensionit prej 2 deri në 3V hapi është më i vogël dhe ka 6 hapa. Kuantizimi i barabartë është më i thjeshtë për tu kuptuar, kështu që në të ardhmen do të përqendrohemi në të.

Diferenca midis vlerës së lejueshme të kuantizimit dhe sinjalit të vazhdueshëm (madhësia e kampionit të marrë) është gabimi i kuantizimit. Në shembullin e treguar në Fig. 3-4, gabimi i kuantizimit është 0,9V. Në telekomunikacionet **gabimi i kuantizimit quhet zhurmë e kuantizimit**. Ajo ka një rol vendimtar në cilësinë e transmetimit dhe gabimi më është i vogël, sa më i vogël të jetë hapi i kuantizimit.

Hapi i kuantizimit zgjidhet sipas formulës së mëposhtme:

$$\Delta U = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{2^n} \dots\dots\dots(3-1),$$

ku

U_{\max} (V) është vlera maksimale e mundshme e tensionit që digjitalizohet.

U_{\min} (V) është vlera minimale e mundshme e tensionit, kurse

2^n është numri i niveleve të kuantizimit, i cili varet nga numri n i bitëve me të cilët paraqitet çdo kampion.

Sa më i vogël të jetë hapi i kuantizimit, aq shënimi është më afër origjinalit. Që të zvogëlohet hapi i kuantizimit, duhet të rritet numri i bitëve n, me të cilët paraqitet çdo kampion, që është hapi i tretë në procesin e konvertimit A/D – kodimi. Kodimi mund të kryhet me numër të ndryshëm të bitëve (Fig. 3-5).

Vargu i zerove dhe njëshave që fitohet me **kodimin** quhet regjistrimshënim digjital. Shembull në Fig. 3-5 tregon se shënimi 3-bitësh është më afër origjinalit, por gjithashtu shihet se ai ka rreth 50% më shumë shënime digjitale se ai 2-bitësh. Madhësia e shënimit digjital varet nga kampionimi dhe numrin e bitëve me të cilët paraqitet ai kampion, e kjo është memoria e zënë, vendi në një bartës të zërit (CD, kartelë memorie- kujtese). Nuk ka

një formula ideale për atë se cili kampionim dhe cili kuantizim të zbatohen për shënimin që të jetë më afër originalit, dhe të mos kërkojë shumë vend për rruajtjen e tij, por për këtë ka standarde për regjistrim.



Fig. 3-5. Kodimi i sinjalit me 2 dhe 3 bit

Sasia e informacionit të regjistruar është kb (njësia bazë e sasisë për regjistrimin e informacionit është biti b. por në praktikë përdoret njësi më e madhe kb), por kjo e dhënë nuk e jep madhësinë e vërtetë të regjistrimit (nuk është e njëjtë nëse regjistrimi zgjat 10s ose 10min), kështu që futet dhe përdoret gjithmonë parametri rrjedhje binare, e cila paraqet numër të bitëve për kohën njësi dhe matet në kb/s. Për shembull, nëse për një regjistrim audio përdoret kampionim prej 44,1 kHz, me kodimin prej 16-bit-ësh fitohet

regjistrim me madhësi prej 705,6 kb/s ($44,1 \times 16 = 705,6$ kb), por nëse, i njëjti regjistrohet në stereo, fluksi binar rritet për dy herë. Kështu i regjistruar, audio incizimi ka shtesën .wav dhe merr shumë vend në memorien e një bartësi të zërit (audio CD). Në vitet e hershme të 80-ta, me paraqitjen e kompakt disqeve të para (CD), janë përdorur vetëm regjistrime të tilla, por ky regjistrim binar i madh kërkonte zvogëlim, me humbje minimale të cilësisë së riprodhimit. Nevoja që të zvogëlohet vëllimin e regjistrimit, por të rruhet cilësia, rezultoi me paraqitjen dhe zhvillimin e kompresimit dhe regjistrimit digjital.

3.2. KOMPRESIMI I REGJISTRIMIT DIGJITAL

Kompresimi (ngjeshja) paraqet algoritëm matematikor i cili e zvogëlon madhësinë e regjistrimit digjital, kurse gjatë kësaj nuk ndikon dukshëm në cilësinë. Audiokompresimi është zhvilluar varësisht nga nevojat: të ruhet cilësia e audios, të zvogëlohet fluksi binar (për shembull, MPEG-1 ka një fluks prej 32-448kb/s, kurse MPEG-4 e zvogëlon në 8-32kb/s) dhe të ndikojë në vonimin e kodit (shpejtësia me të cilën kompresimi i dhënë e kompreson dhe e dekompreson regjistrimin digjital). Algoritmet matematikore (modelet) që përdoren në kompresimet audio, e shfrytëzojnë jo përsosmërinë e veshit të njeriut (modeli psiko-akustik). Me këtë model përshkruhet dobësia e veshit të njeriut derisa do të dëgjoj një ton me intensitet të caktuar, në frekuencë të dhënë, të mos jetë në gjendje ti regjistrojë tonet që janë në të njëjtën frekuencë, por me intensitete më të vogla. Të gjitha tonet, informacionet që gjinden nën vlerën minimale, nuk transmetohen, kurse gjatë riprodhimit të regjistrimit audio të përpunuar në këtë mënyrë nuk ndjehet mangësi të këtyre toneve. Për shembull, kur jeni në rrugë dhe kur do të kalojë autobusi, nuk mund të dëgjohen zëra tjerë ose biseda, sepse ato janë të maskuar nga zhurmimi që e krijon autobusi në lëvizje.

Përpunimet e tilla shkaktuan paraqitjen e dy rrymave në mënyrën e regjistrimit të audio sinjaleve digjitale. Njëri grup mbështeste regjistrime pa asnjë lloj shkurtimi, të cilët bëjnë riprodhim pa asnjë lloj humbje, përdorin kompresime ku zvogëlimi i regjistrimit është në brezin prej 2:1 deri në 4:1. Të tjerë përdorin algoritme të ndryshme për kompresim të informacionet e regjistruara në mënyrë digjitale, kurse kur bëhet kompresimi me humbje (zvogëlim i pranueshëm i cilësisë), zvogëlimet janë prej 10:1 deri në 25:1. Kompresime më të njohura të tilla janë MP3 dhe OGG.

3.2.1. Kompresimi MPEG

MPEG (Moving Pictures Experts Group) është kompresimi më i përhapur që i regjistron sinjalet audio dhe video së bashku në informacionin e vetëm, duke mundësuar përdorimin e tyre gjatë flukseve binare të vogla, nëpër rrjeta të caktuara dhe aplikacione. Kompresioni MPEG në vete i mbart edhe formacionet audio dhe video, pa karakterizuar në këtë rast cili lloj i kodimit do të përdoret në përpunimin e tyre, kurse në kompresimet e fundit (më të avancuara) kërkohet sinjali i riprodhuar të jetë shumë i afërt me origjinalin. Ky lloj i kompresimit u zhvillua një kohë të gjatë, deri në vitin 1992 kur u paraqit Interneti. Sot, kompresimi MPEG përveç informacioneve audio/video përmban edhe të dhëna. Ekzistojnë pesë lloje të audio kompresimeve të ndryshme: MPEG-1, MPEG-2 BC, MPEG-2 NBC/AAC, MPEG-4 dhe MPEG-7, kurse është lajmëruar edhe MPEG-21. Karakteristikat e standardeve të para MPEG janë paraqitur në tabelë:

Tabela 3-1. Karakteristikat e standardeve të para MPEG

Kompresimi	Rrjedha (fluksi binare (kHz))	Kampionimi (kHz)	Kanale për regjistrim
MPEG-1	32-448 (layer I) 32-384 (layer II) 32-320 (layer III)	32 44,1 ; 48	mono stereo
MPEG-2 BC/LSF	32-256 (layer I) 8-160 (layer II dhe III)	16 22,05 ; 24	sorround shumë kanalesh 5.1
MPEG-2 NBC/AAC	8-160	8-96	shumë kanalesh
MPEG-4	0,2 - 384	8- 96	shumë kanalesh
MPEG-7	-	-	-
MPEG-21	-	-	-

Audio MPEG-1 është i ndarë në tre nivele (layers) të kompresimit audio. Secili nivel më i lartë është më i komplikuar dhe, natyrisht, më efikas nga ai paraprak. Me atë që çdo nivel më i lartë është kompatibel me të mëparshmin, gjegjësisht niveli dy (layer II) e hap nivelin një (layer I), por nuk e hap nivelin tre (layer III).

MPEG-1, layer I, u paraqit në vitet e '90-ta, kishte fluks binar prej 384kb/s, është përdorur në kompakt- kasetën digjitale DCC (Digital Compact Cassette), por për shkak të performancave të tij nuk është përdorur shumë. Këto fajlla zakonisht kanë shtesën .mp1 ose .m1a.

MPEG-1 layer II (MP2), shpesh gabimisht i quajtur MUSICAM, është audioformat me humbje, i cili ka cilësi të lartë gjatë fluksit binar prej 192kb/s, për regjistrim stereo. Është zhvilluar për nevojat e radiove digjitale dhe është e optimizuar për kuadrin prej 192 bitëve, por mund të përdoret dhe për 256 bit. Testimi nga ana e ekipeve të ekspertëve kanë treguar se cilësia është e mirë gjatë marrjes së kampioneve në 44,1 kHz dhe kodimin e tyre 16-bitësh, i cili paraqet CD audio cilësore ku kompresimi është 6:1. Cilësia është shumë e mirë, sidomos në regjistrimin shumë kanalesh, siç janë Dolby Digital (AC-3) dhe AAC (Advance Audio Coding), prandaj përdorimi i tyre është ende i madh.

MPEG-1 layer III (MP3) është kompresim me humbje, format i cili siguron cilësi të pranueshme për fluks binar prej 64kb/s, dhe është i mundur për transmetim nëpër paketat e linjave ISDN. Për shkak të kompleksitetit të algoritmit që e kryen kompresimin (dhe dekompresimin), ai nuk është i shpejtë (ka vonesë të mëdha kodi) për këtë shkak, për shembull, nuk përdoret gjatë përpunimit të sinjaleve audio në studio. Ky kompresim në rastin e regjistrimit stereo në algoritmin matematikor përdor edhe zvogëlim (në pjesën e informacionit ku kanali i majtë dhe i djathtë janë të njëjtë për më shumë se 50%) të cilët i paraqet si një regjistrim, dhe pastaj kur dallimi do të rritet, regjistrimi përsëri është për dy kanale ndaras. Kur fluksi binar është 128kb/s cilësia e MP3, për shumicën e auditoriumit, është e kënaqshme.

Kur regjistrimi është me fluks të madh binar, cilësia e MP3 është më e ulët se ajo e MP2. Por, ashtu siç zvogëlohet fluksi binar, ashtu edhe dallimi në cilësi mes tyre ulët. Kompresimi MP3 është kompresimi më i përhapur për transmetimin dhe përdorimin e sinjaleve audio. Më shpesh zbatohet në telefonat celular, kompjuterë, për transmetim përmes Internetit dhe në Walkman-ët minimal, të cilët për shkak të emrit të kompresimit quhen **MP3 player (aparati MP3)**.

3.3. PAJISJET PËR INCIZIM DIGJITAL TË ZËRIT

Pasi që të kryhet konvertimi A/D i sinjalit audio, ai duhet të regjistrohët (incizohët) në medium përkatës. Kjo bëhet në tre mënyra:

- **incizime magnetike:** DAT (shiriti magnetik), Hard Disk-HDD (pllaka magnetike);
- **incizime optike:** CD, DVD, Blu Ray (disk optik reflektues);
- **elektronik, incizimi në memorie:** kartelat për memorizim (chip);

Bartësit për memorizim të informacioneve me siguri do të jenë e ardhmja e regjistrimeve digjitale, prandaj edhe zhvillimi kryesor është orientuar në to. Në këtë grup të bartësve të informacioneve, përveç llojeve të përmendura të HDD, bien edhe: USB flash memoriet, kartelat për memorizim, ku regjistrimi bëhet në mënyrë elektronike në modulën për memorizim ose chip. Ata janë të përbërë nga një mikro kontrollues dhe çipi, i cili i përmban të dhënat, si dhe nga oshilatori kristalor, i cili e përcakton shpejtësinë e punës së memories. Karakterizohen me qëndrueshmëri të lartë në goditje, rënie dhe ndikime të jashtme magnetike, kurse jetëgjatësia e tyre është e gjatë. Këto bartës të informacionit me siguri do të jenë e ardhmja e regjistrimeve digjitale, kështu që zhvillimi kryesor është pikërisht në to.

3.3.1. Pajisjet për incizim digjital të zërit DAT

Duke marrë parasysh të gjitha avantazhet që ka regjistrimi digjital i zërit, në Japoni në vitin 1987 u paraqit një mënyrë e incizimit dhe riprodhimit të zërit i ashtuquajtur **DAT** (Digital Audio Tape), që do të thotë **shirit audio digjital**. *Praktikisht, ai është një sistem digjital për incizim magnetik në shirit dhe riprodhim të zërit.*

Puna e DAT është një kombinim i punës së gramafonave digjital, dmth përdorim i konvertimit digjital-analog (D/A), dhe mënyra e regjistrimit në shiritin magnetik, i cili përdoret tek shiritat video, me ndihmën e kokave rrotulluese. Më vonë u zhvilluan edhe pajisje të cilat punojnë me koka stationare.

Karakteristika të DAT janë: zëri cilësor, i njëjtë ose më i mirë sesa zëri i krijuar me kompakt-disk, përdorim i kasetës e është më e vogël se kompakt-kasetë standarde, kohëzgjatja e incizimit është dy orë ose katër

orë (nëse regjistrimi është long-paly), mundësi e gjetjes së shpejtë të materialit të incizuar në shirit, incizime kualitative gjatë ri incizimit (pothuajse i njëjtë me origjinalin), diapazon të frekuencave nga 2Hz deri në 22kHz, raport të mirë sinjal-zhurmë, shtrembërime të vogla etj.

Shiriti që përdoret në DAT është i ngjashëm me strukturën e shiritave të magnetofonat klasik, në të cilët është aplikuar një shtresë prej metali të pastër. Në këtë shirit, grimcat e materialit magnetik janë shumë të vogla (të dukshme me mikroskop elektronik). Shiriti është i gjerë 3,81 mm. Sinjali incizohet në një seri të impulseve të cilët i përgjigjen njëshit logjik ose zeros logjike. Incizimi është regjistrim prej 16-bitësh. Informacionet në shirit janë të regjistruara në gjurmë të pjerrëta. Në çdo gjurmë ka numër të madh të informacioneve (në 2,5cm² ka 114. miliard bitëve – ky numër i bitëve mund të bartet në 7100 faqe të tekstit të shkruar). *Paraqitja skematike e vendosjes së shënimeve të informacionit në këtë shirit audio digjital është dhënë Fig. 3-6.*

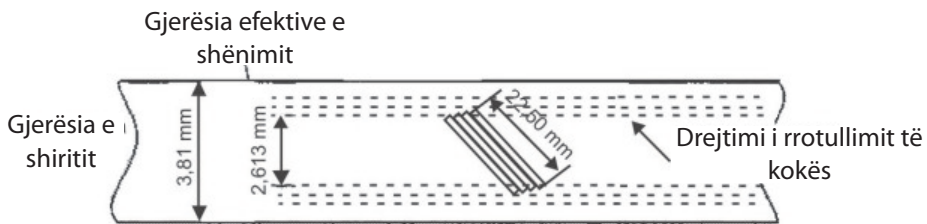


Fig. 3-6. Paraqitja skematike e vendosjes së shënimeve të informacionit në shiritin në DAT

Shpejtësia e shiritit para kokës është shumë e vogël, pra 0.815 cm/s. Nga ana tjetër, përdoren koka rrotulluese shpejtësia e rrotullimit të të cilave është 2.000 rrotullime për minutë (rpm). Nga kjo rrjedh se shpejtësia relative e shiritit është rreth 313cm/s. Kjo shpejtësi është 66 herë më e madhe se shpejtësia e kasetës klasike. Në tabelën 3-2 janë dhënë karakteristikat e DAT-it dhe karakteristikat e kasetës analoge. Me ndihmën e të dhënave nga tabela mund të bëhet krahasimi në mes të regjistrimit analog dhe digjital në shirit magnetik.

Të dhënat e paraqitura në Tabelën 3-2 i referohen sistemit digjital për incizim magnetik të kompanisë Japoneze SONY.

Tabela 3-2. Parametrat bazë të kasetës DAT dhe kasetës analoge

Parametri	DAT	Kaseta analoge
brezi i frekuencave	2Hz-22kHz	25Hz-20kHz
brezi dinamik	më shumë se 96dB	deri në65dB
shtrembërimet	deri në 0,005%	rreth 0,5%
kohëzgjatja	2 orë	deri 2 orë
gjerësia e shiritit	3,81mm	3,81mm
shpejtësia e shiritit	313cm/s	4,75cm/s
gjerësia e gjurmës	13,591μm	600μm
dimensionet e kasetës	73x54x10,55mm	102,4x63x12mm

Në Gjermani në vitin 1991 u paraqit një tjetër sistem digjital për incizim magnetik dhe riprodhim të zërit, i ashtuquajtur DCC (digjital compact cassette – kasetë digjitale kompakte). *Funksionimi i pajisjes DCC nënkupton digjitalizim të informacioneve në kasetë analoge.* Kaseta në pajisjen DCC është me dimensione të njëjta si edhe kaseta klasike, me ndryshime dhe plotësime të caktuara. Kaseta nuk është në kuti plastike por në mbështjellje së bashku me programin e shtypur, ngjashëm si floppy-disku. Shiriti është i gjerë 3,81 mm, me shtresë nga materiali magnetik dyoksid i kromit. Sinjali në kasetë është i vendosur në dy pjesë, d.t.th. sektorë. Pjesa e sipërme quhet sektori 1, kurse pjesa e poshtme e shiritit është sektori 2. kjo është paraqitur në Fig. 3-7.

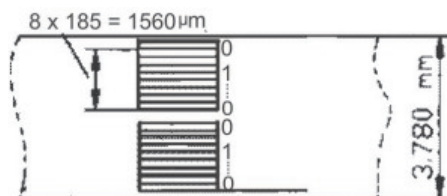


Fig. 3-7. Shpërndarja e gjurmëve në shiritin- DCC

Sinjali stereofonik incizohet në tetë gjurmë. Ekziston gjurmë e veçantë kontrolluese. Gjerësia e gjurmës është 185μm.

Kokat magnetike përpunohen me teknikën e njëjtë dhe në të njëjtën mënyrë si dhe qarqet e integruara nga një pllake silici. Pjesa e sipërme e kokës shërben për të lexuar sinjalin digjital, kurse pjesa e poshtme për leximin e sinjalit analog. Ky është njëri nga dallimet funksionale të pajisjes-

3. PAJISJET PËR INCIZIM DIGJITAL TË ZËRIT

DCC për riprodhim nga DAT, d.t.th. ai (DCC) mund të riprodhojë kasetë analoge dhe të incizojë dhe riprodhojë kasetë digjitale. Koka për riprodhim e pajisjes-DCC është paraqitur në Fig. 3-8.

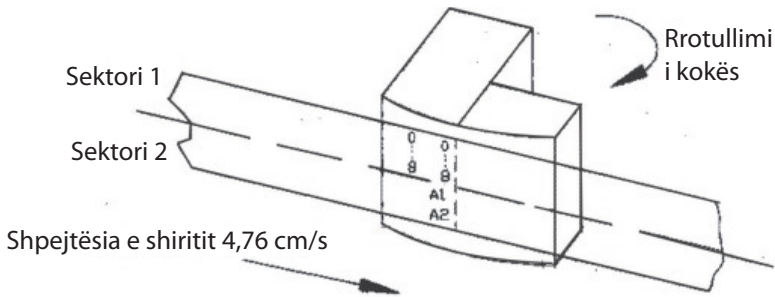


Fig. 3-8. Koka për riprodhim e pajisjes-DCC

Nëse duhet të riprodhohet pjesa e poshtme e shiritit digjital (sektori 2), kurse ky është, gjithashtu, sinjal digjital, kjo arrihet në mënyrën si vijon: në fundin e kasetës ku nuk ka shtresë ndërtohet sistem auto-revers, shiriti në kasetë fillon të lëviz në drejtimin e kundërt, kurse koka për riprodhim kthehet për 180°, me çka fillon riprodhimi i sektorit 2 të shiritit.

Në Fig. 3-9 është dhënë bllok skema e pajisjes- DCC.

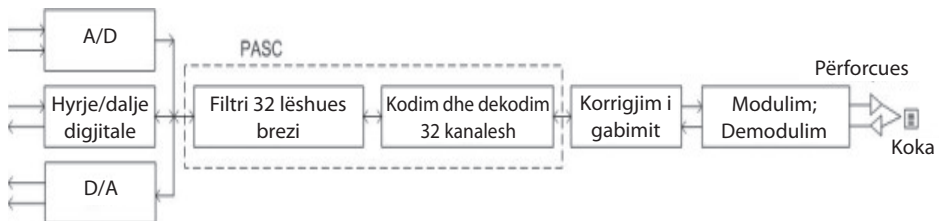


Fig. 3-9. Bllok-skema e pajisjes-DCC

Në këtë pajisje përdoren konvertimet analog-digjital (A/D) dhe digjital- analog (D/A), korrigjimi i gabimit si dhe modulimi dhe demodulimi i kanalit.

Diapazoni i frekuencave audio me ndihmën e filtrave është ndarë në 32 pjesë (zona me gjerësi të barabarta). Në të ashtuquajturin PASC (Precision Adaptive Subband Coding), *i cili është një procesor sinjali, kryhet formësimi i sinjaleve të dëgjimit*. Kodimi i sinjalit është me **katër bitëve**. Informacioni i koduar i të gjitha 32 zonave të frekuencave multipleksohet në tetë gjurmë dhe e nënta – gjurma e kontrollit.

Në pajisjen-DCC ka të ndërtuar sistem për mbrojtje nga kopjimi. Mund të bëhet vetëm një kopje. Sistemi i mbrojtjes quhet SCMS.

Të dhënat e paraqitura në këtë tekst i referohen pajisjes-DCC të kompanisë gjermane PHILIPS. Në botë ekzistojnë edhe kompani tjera të cilat merren me zhvillimin e incizimeve digjitale në shirit magnetik, mes të cilave më të rëndësishme janë ato në Japoni (MATSUSHITA) dhe në SHBA (TANDY CORPORATION).

3.3.2. Hard-disku (HDD)

Hard-disku (HDD) është pajisje që shërben për të ruajtur të dhënat në formë digjitale, me mundësinë e plotësimit dhe fshirjen e tyre. Regjistrimi kryhet në pllaka magnetike. Hard disqet janë mjete shumë të përhapura për regjistrim, lexim, modifikim dhe fshirje të të dhënave. Ekzistojnë më shumë lloje (ndarje) të HDD-ve.

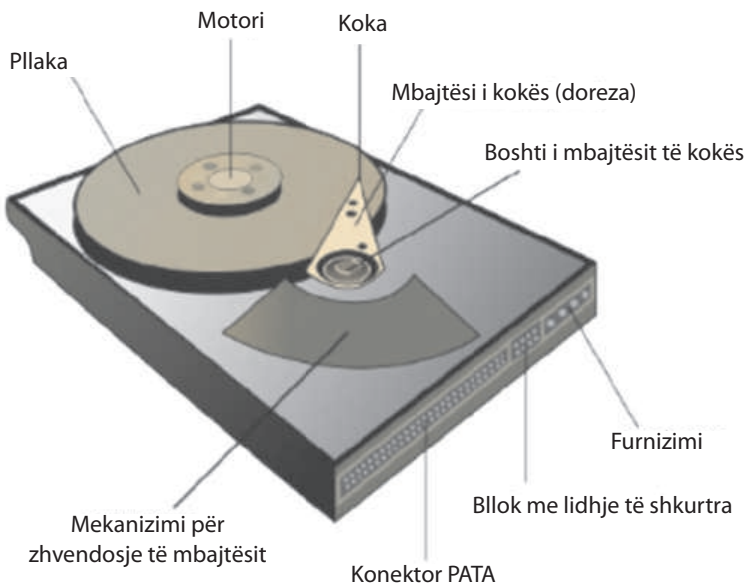


Fig. 30-10. Pjesë kryesore në HDD

Ndarja mund të bëhet në bazë të madhësisë së tyre fizike: 1,8", 2,5", 3,5", 5,25";

Mënyra e dytë është sipas kontakteve për lidhje: PATA, SATA, SCSI, SAS; Ndarja mund të bëhet edhe sipas mënyrave tjera, të tilla siç janë: madhësia e memories, përdorimi (të brendshme, të jashtme), shpejtësia e rrotullimit të pllakave.

3. PAJISJET PËR INCIZIM DIGJITAL TË ZËRIT

Pjesët kryesore të HDD: pllaka (pllakat), kokat magnetike, doreza, motori për dorezën, motori për pllakën dhe kontrolluesi, janë dhënë treguar në Fig. 30-10.

Të dhënat barten deri te kontrolluesi, kurse ai përcakton se ku në pllakë dhe si do të incizohen këto të dhëna. Pllakat rrotullohen me shpejtësi prej 4200, 5400, 7200 dhe 10.000 rrotullime në minutë, kurse kjo shpejtësi e përcakton shpejtësinë e punës së gjithë pajisjes, si dhe zbatimin e saj. Si pasojë e këtyre shpejtësive të larta, materiali nga të cilët ndërtohen është material magnetik me homogjenitet të lartë. Incizimi, i cili në fakt është magnetizim i çdo pike të memories, është horizontal, kurse në kohët e fundit edhe vertikal, siç është treguar në Fig. 3-11.

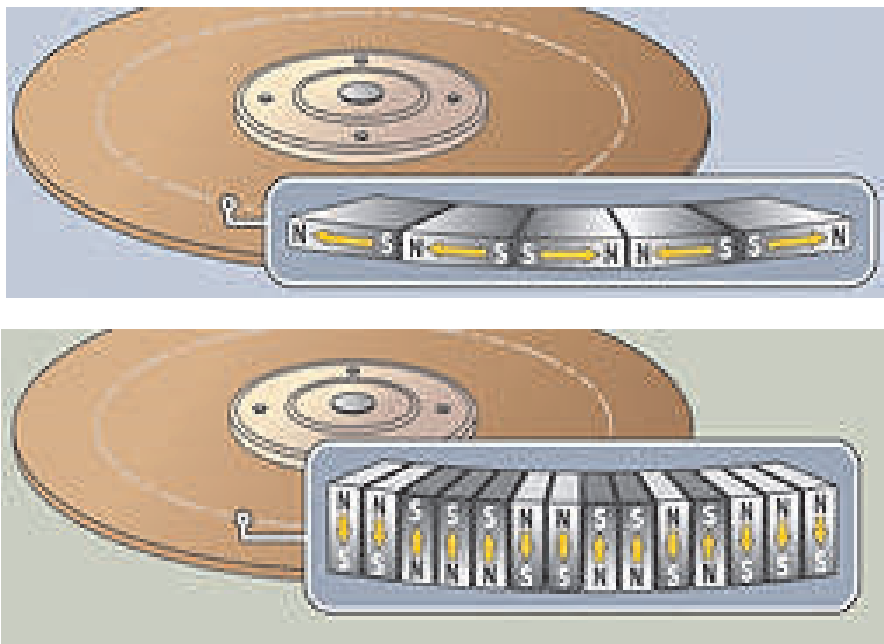


Fig. 3-11. Metoda e magnetizimit te pllaka në HDD

Informacioni i cili duhet të regjistrohet vjen deri te kontrolluesi në formë binare, kurse ai më tutje e bart deri te koka magnetike për incizim. Ajo kryen magnetizimin e çdo pike të memories, kështu nëse vjen bit 1, magnetizimi në atë pikë është me kahe të kundërt nga gjendja e mëparshme, kurse për bitin 0 magnetizimi i pikës ngel në të njëjtën kahe si i mëparshmi (Fig. 3-12).

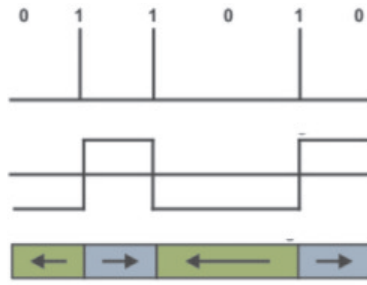


Fig. 3-12. Regjistrimi i informacionit, polarizimi i pllakës

Koka magnetike (Fig. 3-13) është e përbërë nga koka për lexim dhe koka për të shkruar (dhe fshirë). Ajo është e vendosur shumë afër sipërfaqes së pllakës, por në asnjë mënyrë nuk duhet ta prekë. Në varësi të informacionit që e merr, e magnetizon çdo pikë në drejtimin e caktuar, kurse gjatë leximit kur do të vijë në dy pika kufitare që kanë polarizim të ndryshëm regjistron, kurse kur polarizimi nga njëra pikë në tjetrën është i pandryshuar regjistron 0.

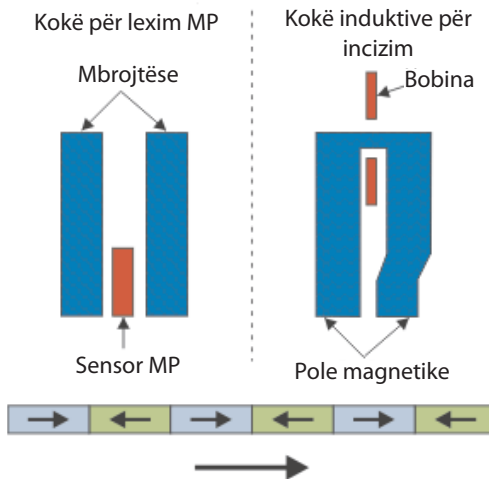


Fig. 3-13. Pamja e kokave për lexim dhe incizim në HDD

Në çdo pllakë ka dy koka, në çdo anë nga një. Pllakat janë të ndara në korniza, sektorë dhe cilindra (Figura 3-14). Korniza është pjesë koncentrike e bitëve magnetik, e cila zakonisht ndahet në 512 bit. Sektorët që janë pjesë e çdo kornize, të definuar me regjistrim magnetik dhe adresë, kanë

kod për korrëgjim të gabimit. Kornizat grupore me radius të njëjtë quhen cilindra. HDD mund të përbëhet nga një ose nga më shumë pllaka.

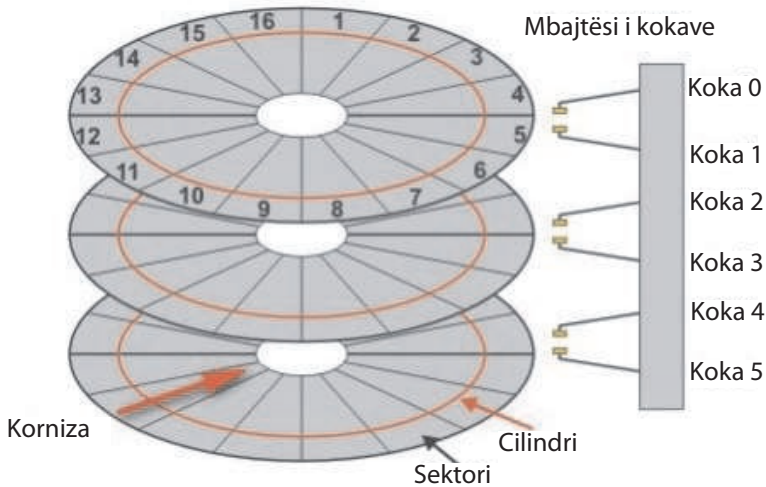


Fig. 3-14. Pamje e kokave dhe pllakave (të ndara në korniza, sektorë dhe cilindra)

Këto lloje të HDD ende vlejné si pajisje më e madhe (nga kapaciteti) për regjistrimin e të dhënave, por dalëngadalë mekanika zëvendësohet me elektronikën, kështu që primatin e marrin SSD (Solid State Disc), në të cilët regjistrimi nuk është më magnetik, por regjistrohet në mënyrë elektronike, drejtpërdrejtë në çipin për memorizim.

3.3.3. Kompakt-disku (CD)

Kompakt-disku (CD) është medium të cilin bëhet regjistrim optik i shënimit digjital të të dhënave. Është zhvilluar në vitet e vonshme të shtatëdhjetave të shekullit të kaluar si bartës i zërit.

Në diskun kompakt zëri regjistrohet në formën digjitale (diskrete) me ndihmën e thellësive të quajtura pits (trase). Pits është thellësia me një gjatësi prej 0,8 deri në 3,6 μm , gjerësi 0,6 μm dhe thellësi prej 0,15 μm (mikronë). Kështu, kur do të shikohet një *pllakë-CD*, nuk vërehen gjurmët e vazhdueshme, por një numër i madh i pikave. Për dallim nga gramafonat klasik, leximi i kompakt diskut bëhet duke filluar nga qendra e diskut kah periferia. Një karakteristikë tjetër e rëndësishme është se pitsat e shpërndarë në formë spirale lëvizin nën kokën e për lexim me shpejtësi konstante, por jo

me numër konstant të rrotullimeve. Kjo shpejtësi është 1,25m/s. Kjo arrihet me rregullimin e numrit të rrotullimeve, kështu që në fillim të riprodhimit (afër qendrës së diskut), numri rrotullimeve është rreth 500 rrotullime/ në minutë, kurse në skajet rreth 200 rrotullime/në minutë.

Kjo teknologji është mundësuar nga mënyra e digjitalizimit të sinjaleve dhe përsosmëria e *modulimit impulsiv të koduar* (PCM).

Gramafoni digjital është i përbërë nga më shumë qarqe dhe elemente, të cilët duhet të plotësojnë kërkesat e mëposhtme:

- leximin e thellësive të vogla mikroskopike të cilat e bartin informacionin;
- komandim të saktë të kokës për lexim;
- rregullim të numrit të rrotullimeve;
- kodim të ri të sinjalit të lexuar;
- zbulimin e gabimeve dhe korrigjimin;
- mbajtjen e informacionit digjital, dhe
- konvertim të sinjalit digjital në analog.

Të gjitha funksionet e mësipërme janë të ndara në qarqe grupore të veçuara (bloqe), siç tregohet në Fig. 3-15:

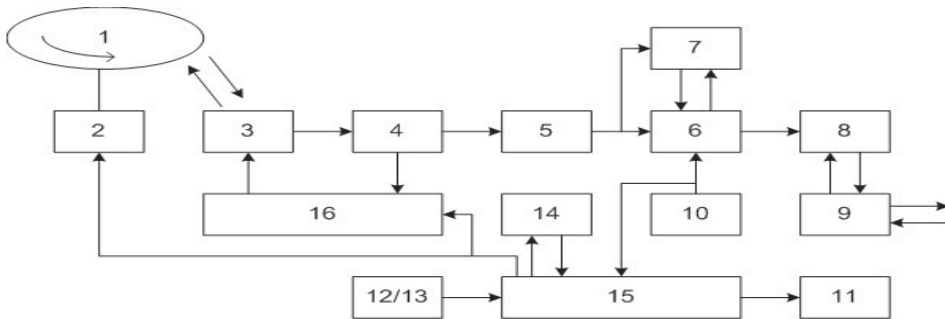


Fig. 3-15. Bllok-diagrami i gramafonit digjital: 1 –kompakt disku; 2- motori; 3 –koka për lexim; 4 – përforcues; 5 –dekodim; 6- qark logjik komandues; 7 – korrigjim i gabimeve; 8 - memorie ndihmëse; 9 –konvertor D/A; 10 – kuarc; 11- ekran (display); 12 – tastiera; 13 – telekomandë; 14 – memorie; 15 –mikroprocesor; 16- pajisje ndihmëse.

Motori e rrotullon kompakt-diskun në drejtim të kundërt të lëvizjes së akrepave të orës. Koka për lexim përmes rrugës optike lexon informacionin që gjendet në madhësinë, numrin dhe transferimin e thellësive. Pastaj

sinjali dalës nga koka për lexim përforcohet (4). Pasi që sinjali digjital është i koduar, ai duhet të dekodohet (5). Kontrollit drejtues logjik e teston informacionin optik për të eliminuar gabimet e mundshme (7). Gjatë kësaj, nëse dëmtimi i diskut është më i madh se 2,5 mm, që korrespondon me rreth 3.000 thellësi, largimi i gabimit nuk është i mundur. Pastaj logjika komanduese e ndan audio informacionin nga të dhënat tjera që i përmban disku dhe ky informacion vendoset në memorie (8), dhe pastaj në oscilator (saktësisht 44,1 kHz) dhe në konvertuesin D/A (9). Atje, informacioni digjital i cili përbëhet prej 16 bitëve konvertohet në sinjal analog, i cili pas filtrimit të duhur bartet në përforcues i cili jep tension dalës prej 1 deri në 2 volt.

Është e qartë se, që ky sistem të funksionojë pandërprerë, është i nevojshëm qark kompleks komandues-kontrollues.

Element më i rëndësishëm i gramafonit digjital është koka për lexim (Fig. 3-16).

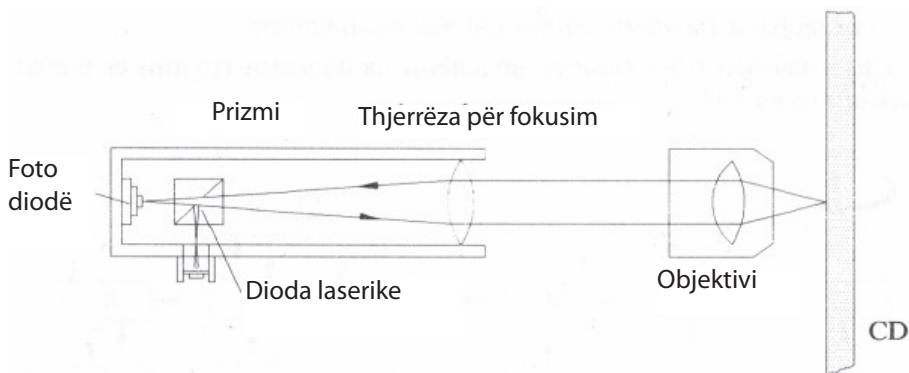


Fig. 3-16. Koka për lexim

Me laserin gjysmëpërçues fitohet drita e duhur e polarizuar me gjatësi valore prej 780nm. Kjo ditë dërgohet në prizëm, kurse rezja e reflektuar e dritës orientohet me thjerrëza të veçanta. Me objektiv të veçantë kjo reze (tufë) fokusohet pikërisht në pllakën -CD. Pastaj reflektohet nga pllaka në të cilën janë pits-informacionet (intensiteti i reflektimit varet nga pitsi) . Një rreze e tillë e reflektuar kthehet në objektiv deri te foto dioda, në të cilën ndryshimet e intensitetit të sinjalit të reflektuar konvertohen në sinjale elektrike.

I tërë sistemi për lexim është i vendosur në shtëpizë me lartësi prej 4,5 cm dhe diametër 1,2 cm. Drejtimin e tij sigurohet me sinjal kontrollohet nga qarku, i vendosur në kokë, Fokusimi, për korrigjimin eventual të trashësive të ndryshme të diskut, bëhet me një saktësi prej $\pm 2\mu\text{m}$.

Pllakat-CD prodhohen në mënyrë industriale, në dy mënyra themelore; me presim dhe me injektim të materialit termoplastik.

Me të dy procedurat fitohet pllakë plastike e tejdukshme. Që të bëhet bartës i vërtetë i informacionit, kjo pllakë duhet të vishet (mbulohet) me shtresë reflektuese, nga e cila do të mund të kthehen rrezet e dritës së laserit. Kjo veshje kryhet në vakum, në ambient të pastër absolutisht. Procesi zgjat disa orë, dhe më pas sipërfaqja e pllakës mbrohet me rrëshirë përkatëse (5 deri 10mm), për mbrojtjen nga papastërtitë dhe dëmtimet. Pas gjithë këtyre operacioneve, veçanërisht është i rëndësishëm shpimi preciz i hapjes qendrore me diametër 15mm. Për këtë qëllim përdoren pajisje të veçanta të automatizuara në të cilët hapja qendërzohet me komandim laserik (pikërisht në mes në krahasim me gjurmën e parë të brendshme dhe gjurmën e jashtme të fundit të thellësive). Tolerancat e shpimit është vetëm disa të qindtat e mm. Në fund shtypet titulli i diskut.

Ja edhe disa të dhëna për diskut:

- diametër 120 mm;
- trashësi 1,2 mm;
- diametri në të cilin ndodhen thellësitë në fillimin e incizimit-50mm;
- gjurmë në fund të incizimit – diametër 116mm;
- koha e riprodhimit 74-90min (stereo), dhe
- kapaciteti 650-870MB.

Pas përfundimit të prodhimit bëhet kontrolli i qind përqintë (çdo disk kontrollohet), kështu që përjashtohet mundësia që në depot muzikore të vijë kopje e dëmtuar.

Prerja tërthore e diskut është treguar në Fig. 3-17, në të cilën shihet se në plastikën e polikarbonit kryhet regjistrimi, e cila është e thellë vetëm 125nm, kurse mbi të është vendosur shtresë alumin, e cila është sipërfaqe reflektuese, mbi të cilën është vendosur mbrojtja (shtresë akrilike), që në fund të vendoset shenja për CD ose përmbajtja e kompakt diskut.

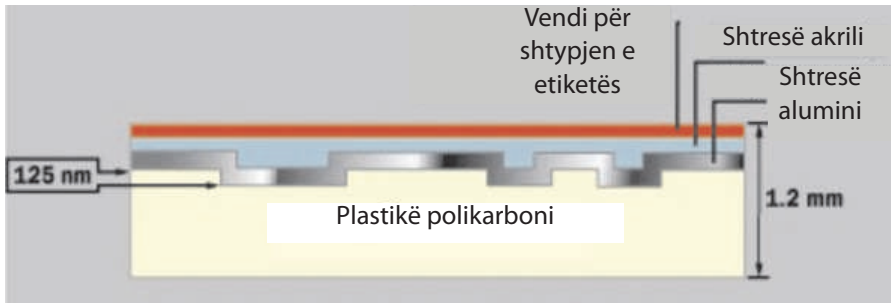


Fig. 3-18. Prerja tërthore e diskut reflektues



Fig. 3-18. Shpërndarja e incizimit në kompakt disk

Regjistrimi në kompakt-disk është nga fillimi drejt periferisë në formë të spirales (Fig. 3-18). Shpejtësia e incizimit është gjithmonë konstante, për këtë arsye patjetër të arrihet shpejtësi e ndryshme e rrotullimit të diskut, kështu që në pjesën qendrore shpejtësia është 500 rpm, kurse në periferi është 200 rpm. Mënyra e regjistrimit është me thellësi të cilat i përgjigjen gjendjes 1 dhe gunga të cilat paraqesin 0, të shënimit binar. Pamja e regjistrimit të kompakt diskut është treguar në Fig. 3-19:

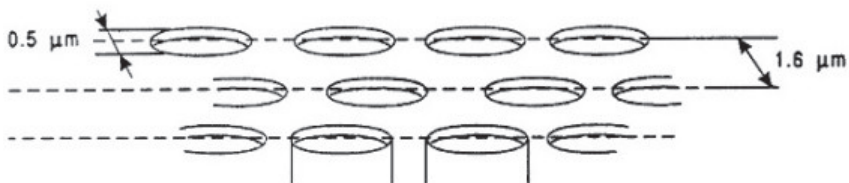


Fig. 3-19. Shpërndarja dhe madhësia e gungave dhe thellësive në kompakt disk

Distanca midis dy spiraleve fqinje është $1,6 \mu\text{m}$, kurse gjerësia e saj është $0,5 \mu\text{m}$. Për shkak të dimensioneve të vogla të hapjeve, gjatësia e spirales është e madhe, pra nëse hapet në një vijë të drejtë është afërsisht 5 km.

Kur në laser do të bjerë gunga (Fig. 3.20 - a), rrezja nuk kthehet në sensorin B (fotodiodat) dhe nuk ka ngacmim, gjë që regjistrohet si 0.

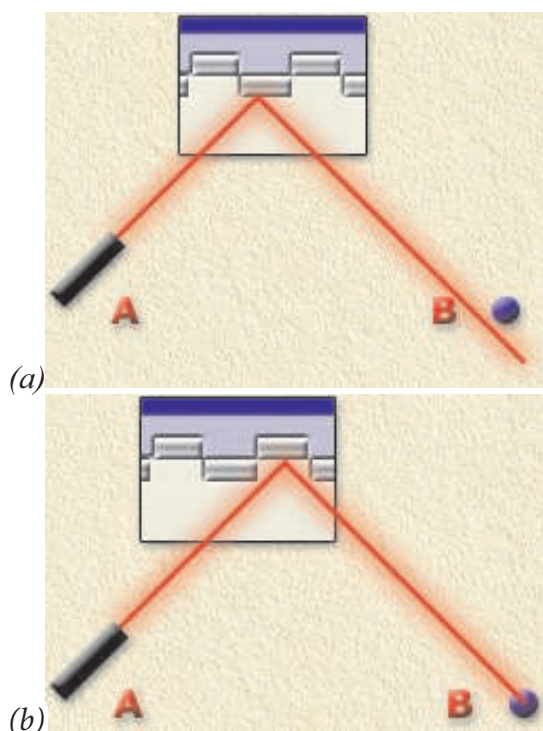


Fig. 30-20. Mënyra e reflektimit të laserit të CD

Në (Fig. 30-20 - b) laseri është në vendin e thellësive dhe ai kthehet deri te sensorin B, çka regjistrohet si 1.

3.3.4. Bartës tjerë digjital të zërit

Gjeneratë e ardhshme e bartësve të informacionit është disku-DVD, i cili ende përdor laser të kuq, gjegjësisht laser që emeton lëshon dritë në brezin e dritës së kuqe me një gjatësi valore prej 650nm , e cila tekniki është më e përsosur dhe lejon incizim të bitit (gungave dhe thellësive) me dimensione më të vogla, kurse kapaciteti i saj është $4,7 \text{ GB}$ (regjistrim një shtresor). Mënyrat e regjistrimit në shtresa në disqet optike është dhënë në

Fig. 3-21. Ato mund të jenë në një rënë anë- një shtresor, me kapacitet prej 4,7 GB (Fig. 3-21-a), në një rënë anë-dyshtresore me kapacitet prej 8,5 GB (Figura 3.21-b) dhe në të dy anët- dyshtresor, me kapacitet prej 17GB (Fig. 3 -21 - c).

Risja në teknologjinë-DVD, për dallim nda CD, është regjistrimi në një shtresë, në të cilin pasi të përdoret 2/4 e shtresës kapaciteti zmadhohet në 8,6 / 17GB.

Në një rënë anë të diskut-DVD ndodhen dy shtresë në të cilat mund të bëhet regjistrimi (leximi), por në DVD me katër shtresë regjistrimet janë në dy shtresë, në secilën anë të diskut.

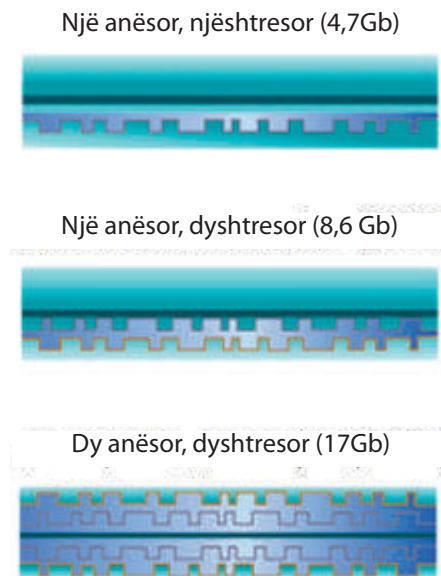


Fig. 3-21. Mënyra të regjistrimit (në shtresë) në disqet optike

Tani për tani, gjenerata e fundit Blue Ray, në të cilën laseri është me gjatësi valore dukshëm më të vogël (405nm) dhe është me ngjyrë të kaltër, edhe prej ku rrjedh emri i saj. Dallimi në shiritat mes këtyre tre bartësve të informacionit është treguar në Fig. 3-22.

Kapaciteti i regjistrimit të Blue Ray është 27GB, por në të njëjtën mënyrë si në DVD mund të incizohet në dy shtresë, me çka dyfishohet kapaciteti i tij (54GB).

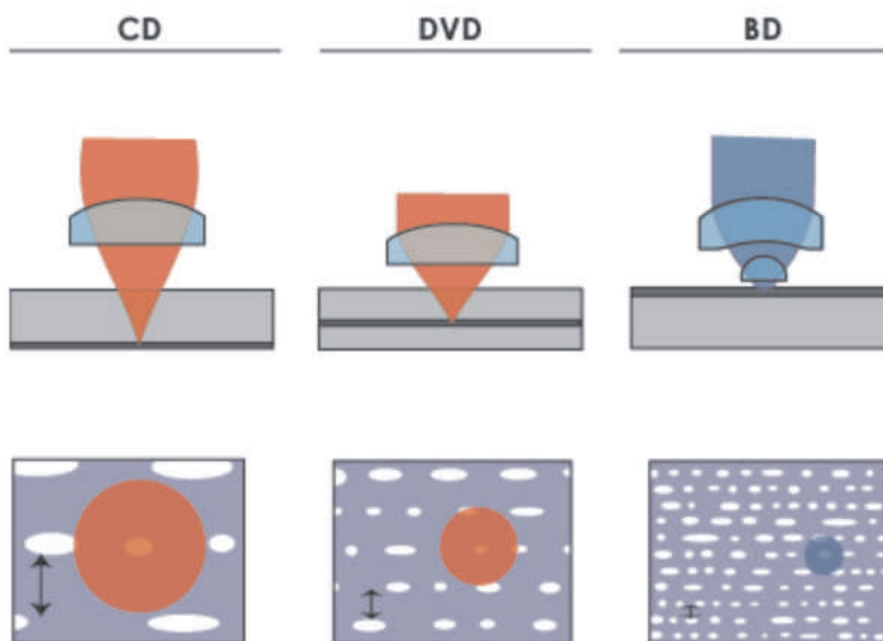


Fig. 3-22. Pasqyra e laserit dhe gjurma e tij në CD, DVD dhe BD (Blue Ray Disc)

Bartës i informacionit, disku	CD	DVD	Blue Ray
Gjatësia valore e laserit (nm)	780	650	405
Trashësia e shtresës prej polikarboni (mm)	1,2	0,6	1,1
Madhësia e një pike të regjistruar (μm)	1,6	0,74	0,3

DVD-ja është kompatible me kompakt-diskun, gjegjësisht mund ti lexojë dhe riprodhojë shënimet e tij, ndërsa teknologjia Blue Ray nuk është kompatible me dy bartësit tjerë të informacionit, çka i nxit prodhuesit e saj të përpiqen të tejkalojnë këtë duke përdorur zgjedhje të ndryshme teknike.

1 PËRMBLEDHJE

- ❖ Sinjali analog paraqitet si digjital me përpunimin e quajtur konvertim A/D (konvertim analog-digjital). Konvertimi A/D kryhet në tre hapa: **marrja e kampioneve, kuantizimi dhe kodimi**;
- ❖ Procedura marrje e kampioneve është marrje ose lexim i vlerave momentale të sinjalit. Marrja e kampioneve është e njohur edhe si simplim (sampling), shprehet me numrin e kampioneve në kohën njësi, matet me Hz, kurse për sinjalet audio është 44,1 kHz;
- ❖ Kuantizimi i kampioneve të marra paraqet rrumbullakim të vlerave të kampionit të marrë;
- ❖ Vargu i njëshave dhe zerove që fitohet me kodimin quhet shënim digjital. Kodimi mund të kryhet me numër të ndryshëm të bitëve;
- ❖ Kompresimi paraqet një algoritëm matematikor i cili e redukton madhësinë e regjistrimit digjital;
- ❖ Kompresimi MPEG (Moving Pictures Expert Group) me vete i bart edhe informacionin audio dhe atë video, pa karakterizuar paraprakisht se cili lloj i kodimit do të përdoret për përpunimin e tyre;
- ❖ MPEG-1, layerI, ka fluks binar prej 384kb/s, përdoret në DCC (digjital compact cassette - kasetë digjitale kompakte). Këto fajlla zakonisht kanë shtesat .mp1 ose .m1a.;
- ❖ MPEG-1 layerII (MP2), ka cilësi të lartë gjatë fluksit binar prej 192kb/s, për regjistrim stereo. Është zhvilluar për nevojat e radiove digjitale dhe është e optimizuar për kuadrin prej 192 bit, por mund të përdoret edhe për 256 bita. Cilësia është e mirë gjatë marrjes së kampioneve në 44,1 kHz dhe kodim të tyre prej 16-bitave. Përdoret në CD-player dhe në regjistrimet shumë kanalesh, siç janë
- ❖ Dolby Digital (AC-3) dhe Advance Audio Coding (AAC), zbatimi i saj është ende i madh,
- ❖ MPEG-1 layer III (MP3) është kompresim me humbje, format i cili siguron cilësi të pranueshme për fluks binar prej 64kb/s, dhe është i përdorur nëpër paketën bazë të linjës ISDN;

- ❖ DAT (Digital Audio Tape), shiriti digjital audio, është sistem digjital për incizim magnetik në shirit dhe riprodhim të zërit;
- ❖ Hard-disku (HDD) është pajisje që shërben për ruajtjen e të dhënave në formë digjitale, me mundësim për plotësim dhe fshirjen e tyre;
- ❖ Kompakt disku (CD) është medium në të cilin kryhet incizimi optike i regjistrimit digjital të të dhënave;
- ❖ Koka e gramafonit është laser gjysmëpërçues me të cilin fitohet dritë e duhur e polarizuar me një gjatësi valore prej 780nm;

PYETJE DHE DETYRA:

1. Cilat janë sot mënyrat e njohura të regjistrimit digjital të zërit?
2. Çfarë lloje të kompresimeve ekzistojnë?
3. Prej sa niveleve është i përbërë kompresimi MPEG-1? Numëro karakteristikat e tyre!
4. Cilat janë pjesët përbërëse të gramafonave digjital (pajisjeve CD)?
5. Cilat janë karakteristikat strukturore të pllakës-CD (diskut)?
6. Çka do të thotë DAT? Ku është zhvilluar ky regjistruer digjital i zërit?
7. Cilat janë karakteristikat strukturore të shiritit digjital?
8. Cilat janë pjesët kryesore të HDD?
9. Sa kokë ka HDD në secilën pllakë dhe cili është funksioni i tyre?

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

- Gjatë marrjes së kampioneve, nëse koha mes njërit kampion dhe tjetrit është e barabartë, bëhet fjalë për marrje të kampioneve _____.
- Nëse numri i bitëve me të cilët paraqitet çdo kampion është 4, bëhet fjalë për nivelin _____ të kuantizimit.

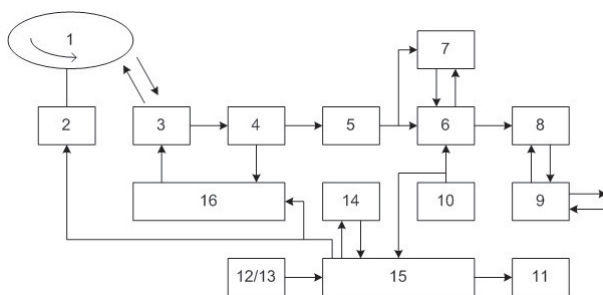
3. PAJISJET PËR INCIZIM DIGJITAL TË ZËRIT

- Vargu prej njëshave dhe zerove që fitohet me kodimin quhet regjistrim _____.
- Numri i bitëve në kohën njësi matet me _____, kurse njësia matëse me të cilën matet _____.
- Algoritmi matematikor i cili kryen zvogëlimin e regjistrimit digjital paraqet _____.

Rretho përgjigjen e saktë

- Semplimi paraqet:
 - Marrje të kampioneve
 - Kodim
 - Kompresim
- Audio regjistrimi digjital mbi të cilat nuk është kryer kompresimi ka shtesën:
 - .mp3
 - .ogg
 - .wav
- Sinjalet digjitale në mënyrë optike incizohen në:
 - DAT
 - CD
 - Hard Disk
- Kompakt diku kryen incizim në disk:
 - nga jashtë brenda
 - nga brenda dhe jashtë
 - në rathë koncentrik

Afër çdo termi vendos numrin përkatës nga figura!



Mikroprocesor	(_____)	memorie	(_____)
Logjika drejtuese	(_____)	dekodues	(_____)
Korrigjim i gabimit	(_____)		

4. PËRFORCUESIT AUDIO

Sinjalet audioelektrike që i fitojmë nga konvertuesit audio, siç janë mikrofonat, kokat magnetike, kokat laserike-CD etj, janë me amplituda shumë të vogla. Amplitudat e tyre ndryshojnë nga disa milivolt deri në disa mikrovolt. Këto sinjale me amplituda të vogla gjithmonë shoqërohen me zhurma. Amplitudat e vogla të sinjalit audio vijnë nga natyra e mesazhit audio, bisedës ose muzikës. Gjatë strukturimit të përforcuesve audio duhet të merren parasysh edhe vetitë e ndjeshmërisë së dëgjimit, e cila tregon karakteristika të ligjeve logaritmike. Është e nevojshme që sinjali audio të jetë sa më i madh, me çka do të rritet raporti sinjal/zhurmë. **Përforcuesit audio janë përforcues elektronik me ndihmën e të cilëve përforcohet sinjali elektrik me frekuencë prej 16Hz deri në 20kHz.**

4.1. LLOJE TË PËRFORCUESVE AUDIO

Përforcuesi audio është një qark elektronik i cili për detyrë të përforcojë sinjalin që lidhet në hyrjen e tij, kështu që në daljen e tij do të fitohet sinjal që ka formë të njëjtë si sinjali i hyrjes, por është me amplitudë më të madhe. Përforcuesit audio sillen si katërpolar dhe për to vlejné të gjitha relacionet që vlejné për katërpolarët. Bllok skema e përforcuesit si katërpolar është dhënë në Fig. 4-1.

Frekuencat që janë më të vogla se 20kHz quhen frekuenca të ulëta, kështu që edhe përforcuesit audio quhen përforcues të frekuencave të ulëta (FU), kurse sinjalet që përforcohen me to quhen sinjale të frekuencave të ulëta.

Përforcuesit audio mundet ti ndajmë në: përforcues audio të tensioneve të vogla dhe përforcues audio të fuqisë.

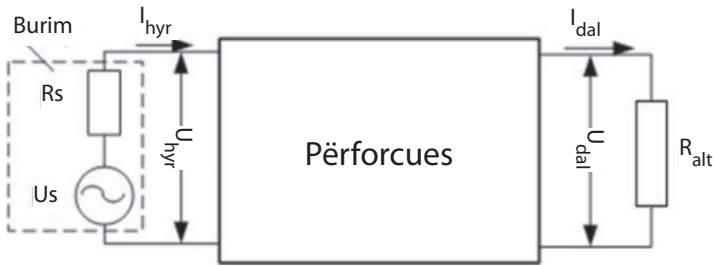


Fig. 4-1. Bllok-skema e përforcuesit

Përforcuesit audio që janë të vendosur në dalje të konvertuesve elektro akustik përforcojnë sinjale me tensione të vogla. Në këto përforcues sinjali i hyrjes përforcohet së bashku me më shumë stade të mesme, me çka fitohet përforcim dalës i madh.

Përforcuesit audio që gjenden në dalje të pajisjeve audio dhe që lidhen me altoparlantin duhet të kenë fuqi të madhe.

4.2. KARAKTERISTIKAT E PËRFORCUESVE TË FREKUENCAVE TË ULËTA (FU)

Karakteristikat themelore të përforcuesve audio janë: përforcimi, fuqia dalëse maksimale, koeficienti i efikasitetit, brezi i lejimit, dinamika dhe shtrembërimet.

Përforcimi: Përforcimi paraqet raport i madhësisë përkatëse dalëse dh hyrëse, dhe për këtë arsye ekziston përforcim i tensionit, përforcues i rrymës dhe përforcues i fuqisë. Bllok-skema e një përforcuesi audio monofonik është treguar në Fig. 4-2.

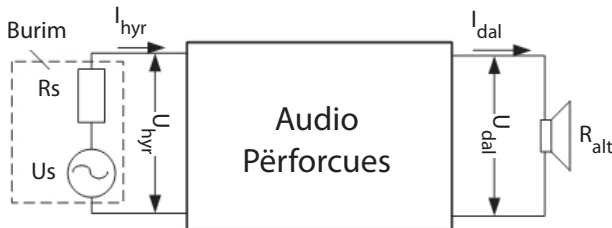


Fig. 4-2. Bllok-skema e një përforcuesi audio monofonik

Burimi i sinjalit-FU është gjenerator i cili krijon sinjal audio që duhet të përforcohet dhe ka rezistencën e tij të brendshme të shënuar me R_g . Burimi mund të jetë mikrofoni, koka e riprodhuesit CD (CD player).

Përforcimi i tensionit (A_u) është definuar si herës i vlerave efektiv të tensioneve alternative të daljes dhe hyrjes:

$$A_u = \frac{U_{dal}}{U_{hyr}} \dots\dots\dots(4-1)$$

Përforcimi i rrymës (A_I) është definuar si herës i vlerave efektiv të rrymës në dalje dhe rrymës në hyrje:

$$A_I = \frac{I_{dal}}{I_{hyr}} \dots\dots\dots(4-2)$$

Përforcimi i tensionit, gjegjësisht i rrymës, janë numra pa dimensione që tregojnë se sa herë tensioni i daljes, gjegjësisht rryma, është më e madhe nga tensioni i hyrjes, gjegjësisht rryma.

Përforcimi i fuqisë (A_p) është definuar si herës i vlerës mesatare të fuqive të sinjaleve alternative në dalje dhe në hyrje të përforcuesit:

$$A_p = \frac{P_{dal}}{P_{hyr}} = \left| \frac{U_{dal} I_{dal}}{U_{hyr} I_{hyr}} \right| = |A_u A_I| \dots\dots\dots(4-3)$$

Përforcim i fuqisë është i barabartë me prodhimin e përforcimit të tensionit dhe përforcimit të rrymës. Përforcimet e veçanta mund të shprehen në njësinë logaritmike decibel (dB), sipas relacioneve:

$$A_u (dB) = 20 \log \left| \frac{U_{dal}}{U_{hyr}} \right| \dots\dots\dots(4-4)$$

$$A_I (dB) = 20 \log \left| \frac{I_{dal}}{I_{hyr}} \right| \dots\dots\dots(4-5)$$

$$A_p (dB) = 20 \log \left| \frac{P_{dal}}{P_{hyr}} \right| \dots\dots\dots(4-6)$$

Rezistence hyrjes (R_{hyr}) është definuar si herës i vlerave efektive të tensionit alternativ dhe rrymës alternative në hyrje të përforcuesit:

$$R_{hyr} = \frac{U_{hyr}}{I_{hyr}} \dots\dots\dots(4-7)$$

Përforcimi matet me ndihmën e gjeneratorëve të tonit dhe voltmetrit elektrik. Gjeneratori i tonit lidhet në hyrje të përforcuesit, ku potenciometri për rregullim është i vendosur për vlerën maksimale. Frekuencave përshtatet në një vlerë në të cilën duhet të matet përforcimi, kurse madhësia e tensionit të daljes së gjeneratorit duhet të përshtatet ashtu që në altoparlant dëgjohet ton që është dukshëm më i fortë se zhurma që dëgjohet kur në hyrje nuk ka asnjë lloj sinjali.

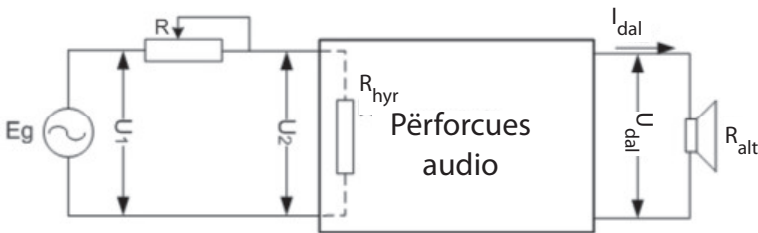


Fig. 4-3. Skema për matjen e rezistencës hyrëse

Pastaj me voltmetër maten tensionet e hyrjes dhe daljes, kurs rryma e hyrjes dhe daljes llogaritet sipas ligjit të Omit. Nëse rezistenca e hyrjes nuk njihet, ajo mund të matet me ndihmën e skemës së dhënë në Fig. 4-3.

Frekuenca dhe amplituda e sinjalit-FU që e jep gjeneratori i tonit përshtatet si edhe në matjet paraprake. Tensionet U_1 dhe U_2 maten me ndihmën e voltmetrit elektronik, kurse potenciometri rrëshqitës zhvendoset derisa nuk fitohet $U_1=2U_2$. Atëherë $R_{hyr}=R$. Rezistenca R matet me omometër.

Fuqi dalëse maksimale. Fuqia dalëse maksimale e përforcuesit audio është fuqi që mund të fitohet në altoparlant, kurse gjatë kësaj shtrembërimet të mos e kalojnë vlerën e dhënë përpara, gjegjësisht vlerën e lejueshme. Të dy madhësitë (fuqia maksimale dhe shtrembërimet) varen nga përdorimi i përforcuesit. Për shembull, në përforcuesin audio të radiomarrësit të xhepit fuqia maksimale është e vogël, kurse shtrembërimet e lejueshme janë më të mëdha se sa në përforcuesit audio të ndonjë pajisje HI-FI.

Zakonisht, në përforcues vendoset sinjal eksitus, me çka arrihet fuqia maksimale e daljes. Atëherë fuqia dalëse është më e vogël nga ajo maksimale, por shtrembërimet janë më të vogla. Nëse sinjali eksitus është më i madh se sinjal, me çka merret fuqia maksimale, fuqia dalëse është më e madhe nga ajo maksimale, por shtrembërimet zmadhohen.

Koeficienti i veprimit të dobishëm (rendimenti). Koeficienti i veprimit të dobishëm (η) ose efikasiteti i përforcuesit audio është definuar si herës i fuqisë mesatare të sinjalit alternativ që dorëzohet ngarkesës (konsumatorit) dhe fuqia që fitohet nga burimi i ushqimit, i shprehur në përqindje:

$$\eta = \left| \frac{P_{dal}}{P_o} \right| 100\% \dots\dots\dots(4-8)$$

ku P_{dal} është fuqia dalëse e përforcuesit, $P_o = I_o U_o$, (U_o) është tensioni i vazhduar ri drejtuesit (radrizatori), kurse (I_o) është rryma e vazhduar e drejtuesit nga i cili furnizohet përforcuesi. Përforcuesi e konverton një lloj të energjisë në tjetër dhe gjatë çdo konvertimi një pjesë e energjisë kthehet në nxehtësi. Është e qartë se koeficienti i veprimit të dobishëm është gjithmonë më i vogël se njëshi.

Vlera maksimale teorike e koeficientit të rendimentit e përforcuesit audio transistorët dalës të të cilit punojnë në klasën B është 78%. Gjatë kësaj shtrembërimet janë shumë të mëdha. Prandaj, pika e punës vendosur në klasën AB, me çka shtrembërimet zvogëlohen dhe arrihet koeficient i rendimentit prej 65%, i cili është më i vogël se i mëparshmi në klasën B.

Shembull: Për fuqi dalëse $P_{dal}=15W$, rrymën që e jep drejtuesi i tensionit $U_o=30V$ është e barabartë $I_o=0,72A$. koeficienti i rendimentit është:

$$\eta = P_{dal}/P_o = 0,69 \text{ ose } 69\% \dots\dots\dots (4-9)$$

Çfarë ndodh me fuqinë e mbetur prej 6,6 W apo 31% të fuqisë së drejtuesit? Ajo harxhohet në nxehjen e transistorëve dalës, e cila paraqet humbje të pastër. Pjesa më e madhe e këtyre humbjeve ndodhin në transistorët dalës, pasi që ata tërheqin pjesën më të madhe të rrymës së drejtuesit, prandaj edhe më shumë nxehen.

Brezi i lejimit (Bandwidth). përforcimi i përforcuesit audio ideal nuk varet nga frekuenca, që do të thotë në mënyrë të barabartë i përforcon të gjitha sinjalet pa marrë parasysh frekuencën e tyre. Amplifikuesi i tillë nuk ekziston. Në realitet përforcimi është konstant vetëm në diapazonin e frekuencave të mesme, siç mund të shihet nga Fig. 4-4.

Në frekuencat më të larta përforcimi bie për shkak të lidhjeve kapacitive mes komponentëve, kapacitetet mes elektrodave të transistorit, kapacitetit të kabllave përmes të cilave nga burimi i sinjalit –FU bartet në

përforcues. Rënia e përforcimit në frekuenca të ulëta është për shkak të kondensatorëve për bashkim, kondensatorëve emiterial etj.

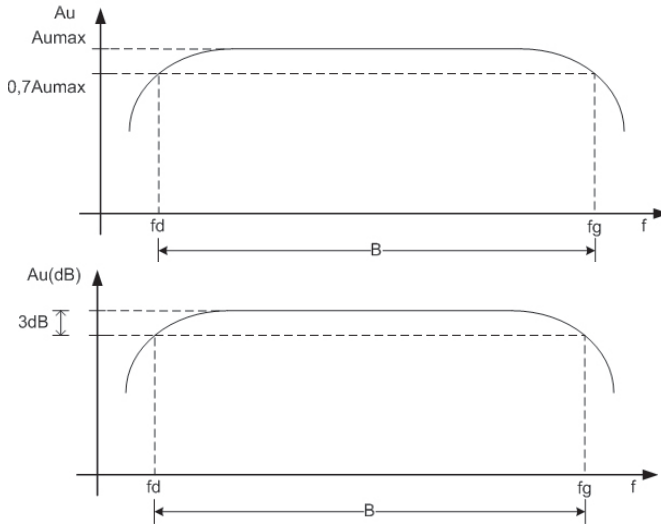


Fig. 4-4. Tregimi i përforcimit në varësi të frekuencës

Kjo rënie përforcimit shkakton shtrembërime të sinjalit që përforcohet, kurse gjatë kësaj ndryshon edhe raporti relativ i amplitudave të komponentëve që përforcohen. Kjo rënie e përforcimit mund të tolerohet nëse dëgjuesi me dëgjimin e tij nuk mund të konstatojë shtrembërimin dhe nëse ndryshimi i zërit nuk është më i madh se 30%. Prandaj, brezi i lejimit i përforcuesit audio definohet si brez i frekuencave në të cilat përforcimi nuk është më i vogël se 70% e përforcimit maksimal. Frekuencat ku përforcimi është i barabartë me 70% të amplifikimit janë frekuenca kufitare e poshtme f_p dhe e sipërme f_s të brezit të lejimit. Nëse përforcimi shprehet në decibell, brezi i lejimit definohet si ndryshim i frekuencave ($f_s - f_p$) në të cilat përforcimi është 3dB më i vogël se maksimumi.

Dinamika. Dinamika e përforcues është një nga karakteristikat për të cilën dëgjuesi mesatar pothuajse edhe nuk i kushton kujdes, sepse dinamikën e pamjaftueshme e vërejnë vetëm ata që muzikën e dëgjojnë me përforcues dhe kanë pasur rastin ta dëgjojnë në koncert. Nëse muzika është incizuar në kasetofon me dinamikë të pamjaftueshme, njohësit e muzikës e kuptojnë këtë nga ajo se gjatë riprodhimit të toneve të tilla dëgjohet edhe

zhurmë, kurse gjatë riprodhimit të pjesëve shumë të zëshme vërehen shtrembërime.

Dinamika e përforcues është raport i fuqisë maksimale, gjatë të cilave shtrembërimet janë të barabarta me vlerën e lejuar minimale, me çka raporti sinjal/zhurmë nuk është më i vogël nga vlera e dhënë. Zhurma e përforcuesit është zë në formë shushuritje, i cili dëgjohet kur hyrja është në lidhje të shkurtër, me potenciometrin për rregullim të intensitetit të vendosur në maksimum. Kjo është zhurmë termike që krijohet në rezistenat dhe transistorët e stadit të parë, në masë më të vogël, në stadin e dytë të përforcuesit dhe i cili përforcohet në stadet e ardhshme. Zhurma nuk vërehet nëse sinjali i dobishëm është të paktën dhjetë herë më i madh se zhurma, kështu që ajo vjen në shprehje në pjesë të qeta të muzikës që riprodhohet. Cilësia Hi-Fi i riprodhimit fitohet nëse dinamika është e barabartë ose më e madhe se 60dB, që korrespondon me raportin e fuqive për milion.

Shtrembërimet. Nëse tensioni i daljes së përforcuesit nuk ka formë identike me atë hyrës, për përforcuesin thuhet se fut shtrembërime. Ato ndahen në tre grupe: **jo-lineare, të frekuencave dhe shtrembërime në fazë.**

Shtrembërimet jolineare janë pasojë e karakteristikave jolineare të transistorëve dhe identifikohen sipas ndryshimit të ngjyrës së tonit të sinjalit që përforcohet dhe janë shumë të pakëndshme. Kur në hyrje të përforcuesit, i cili krijon shtrembërime të këtij lloji, do të vendoset sinjal në formën e sinusoidës, tensioni i daljes është diçka që pak a shumë i ngjanë sinusoidës. Nëse frekuenca sinjalit të hyrjes është f , atëherë sinjali i daljes mund të ndahet në komponentët e tij harmonike frekuencat e të cilëve janë f (harmoniku i parë ose themelor), $2f$ (harmoniku i dytë) dhe $3f$ (harmoniku i tretë). Shtrembërime jolineare si numër paraqiten me faktorin-klit ose faktorin e shtrembërimit:

$$K = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots}}{U_1} \dots\dots\dots(4-10)$$

ku U_1 është amplituda e harmonikut të parë, kurse U_2, U_3 , etj. amplitudat e harmonikëve të dytë, tretë e kështu me radhë.

Shtrembërimet prej 10% gjithmonë janë konsideruar të lejueshme, por sot jo, sepse në përforcuesit modernë shumë lehtë fitohet faktor-klir më i vogël. Në qoftë se në hyrje të përforcuesit vijnë më shumë sinjale, atëherë në dalje, përveç harmonikëve kryesor dhe më të lartë të këtyre sin-

jaleve, ekzistojnë edhe komponentë frekuencat e të cilëve janë të barabartë me shumën dhe ndryshimin e harmonikëve kryesor. Këto shtrembërime quhen shtrembërime joharmonike.

Shtrembërimet jolineare ngadalë rriten gjatë zmadhimit të intensitetit të riprodhimit deri sa nuk arrihet P_{dalmax} . Kur do të kalohet P_{dalmax} , shtrembërimet rriten ndjeshëm, me çka për riprodhim cilësor duhet të përdoret përforcues fuqia dalëse maksimale e të cilit është më e madhe se fuqia e nevojshme për zërimin e hapësirës.

Shtrembërimet në frekuencë të cilat janë pasojë e asaj se përforcimi i sinjaleve nuk është i njëjtë për të gjitha frekuencat, definohet si raport i përforcimit të frekuencës që na intereson dhe përforcimit maksimal, d.t.th. përforcimit në frekuenca të mesme. Zakonisht kërkohet që shtrembërimet në frekuencë të frekuencave kufitare të brezit të lejimit të jenë 3dB, kurse brenda në brez më të vogla. Këto shtrembërime mund ti konstatojnë vetëm dëgjuesit që kanë pasur mundësinë që muzikën që e dëgjojnë përmes përforcuesit ta dëgjojnë edhe në prezantimin origjinal.

Shtrembërimet në fazë shkaktohen nën ndikimin e komponentëve reaktive të përforcuesit (kondensatorët, bobinat), të cilët e ndryshojnë zhvendosjen fazore mes komponentëve të sinjalit që përforcohet. Këto shtrembërime nuk mund të përcaktohet me ndihmën e dëgjimit, prandaj nuk janë shumë të rëndësishme për përforcuesit-FU.

4.3. BLOCK-SKEMA E PËRFORCUESIT AUDIO

Përforcuesit audio janë pajisje elektronike me shumë stade të cilat e përforcojnë sinjalin e hyrjes së tyre, i cili vjen nga burimi elektro akustik i zërit i cili mund të jetë monofonik ose stereofonik.

Përforcuesi stereofonik është pajisje dy kanalesh prej dy përforcuesve-FU krejtësisht identik në të cilën nga burimi i sinjalit-FU vendoset sinjali i majtë dhe i djathtë, të shënuar si U_1 dhe U_2 .

Blllok-skema e një përforcues stereofonik është dhënë në Fig. 4-5. Blllok-skema e përforcuesit monofonik është e njëjtë me njërën gjysmë të skemës së dhënë në figurën e mëparshme, me çka nuk e ka çelësin M-S dhe potenciometrin P_4 .

Roli kryesor i të tre staveve përforcuese të para është që sinjali i hyrjes të ngjitet në nivelin e nevojshëm për eksitim të stadit dalës, kështu që do të fitohet fuqia e nevojshme.

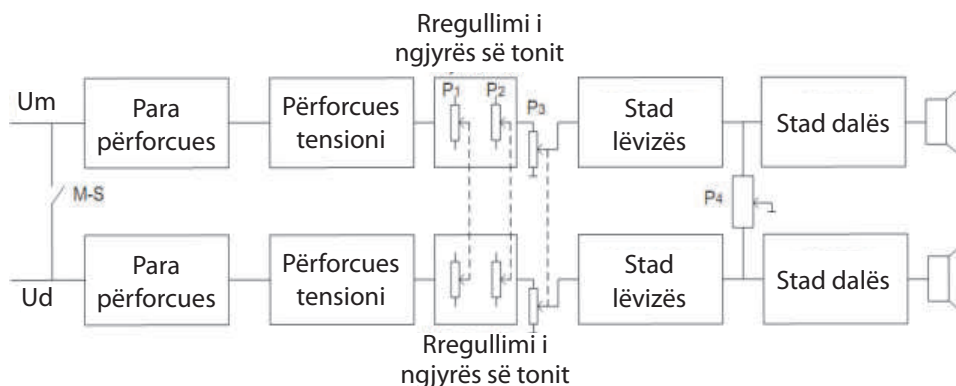


Fig. 4-5. Bllok-skema e përforcuesit audio stereofonik

Para përforcuesi është stadi i parë përforcues i përforcuesit audio. Zhurma që krijohet në të duhet të jetë sa më e vogël që të jetë e mundur që të mos të përforcohet më tepër se zhurmat në çdo stad tjetër. Prandaj, në të përdoren rezistenca me zhurma të vogla dhe transistor me zhurma të vogla të prodhuar enkas për zbatim në para përforcuesit. Rezistenca e hyrjes e para-përforcuesit duhet të jetë e barabartë me vlerën optimale të rezistencës së ngarkesës që e jep prodhuesi i burimit të sinjalit-FU, sepse atëherë fitohen rezultate optimale në aspektin e raportit sinjal/zhurmë dhe gjerësia e brezit të lejimit të përforcuesit. Karakteristika amplitudë-frekuencë varet nga karakteristika e frekuencës e burimit-FU. Në përforcuesit e tensionit arrihet përforcimi i kërkuar, si dhe zvogëlimi i humbjeve që i fusin qarqet për rregullim të ngjyrës së tonit.

Qarqet për rregullimin e ngjyrës së tonit përbëhen nga një, dy ose më shumë potenciometra ose kondensatorë dhe rezistenca të cilët formojnë filtra me të cilët sajohet karakteristika e frekuencës së përforcuesit. Me ndihmën e këtyre qarqeve, dhe në përputhje me nevojat e përdoruesit, zvogëlohet ose rritet përforcimi në ndonjë pjesë të brezit të lejimit. Nëse përdoren altoparlantë që nuk kanë një riprodhim të mirë të frekuencave të ulëta, përforcimi i këtyre frekuencave duhet të jetë më i madh se sa frekuencat e mesme dhe të larta. Tek përforcuesit stereofonik, potencimetrat rrëshqitës për rregullimin e ngjyrës së tonit në të dy kanalet janë të lidhur

mekanikisht, me çka sigurohet ndryshim i njëkohshëm i ngjyrës në të dy kanalet, që në Fig. 4-5. është treguar me vija të ndërprera. Në mënyrë të njëjtë janë të lidhur edhe potenciometrat për rregullimin e intensitetit të tonit P_3 .

Në stadin dalës, i cili quhet përforcues i fuqisë, realizohet përforcimi i nevojshëm i fuqisë. Në të është lidhur altoparlanti në të cilin fuqia elektrike shndërrohet në akustike. Çelësi M-S është i hapur gjatë përforcimit të sinjaleve stereofonike. Gjatë përforcimit të sinjaleve monofonike, ky çelës duhet të jetë i mbyllur, që sinjali të jetë i përforcuar në të dy kanalet. Potenciometri P_4 është i ashtuquajtur i potenciometri balancues. Të dy kanalet në figurë janë identik, kështu që gjatë prodhimit ekziston mundësia që përforcimi të përshtatet, kështu që do të jetë i njëjtë, që është e domosdoshme për riprodhimin stereofonik.

Me kalimin e kohës, për shkak të shpejtësive të ndryshme të amortizimit të materialit nga i cili janë prodhuar komponentët e përforcuesit, paraqitet dallim në përforcimin në kanale. Me ndihmën potenciometrit balancues, përdoruesi e kryen korrigjimin e duhur dhe e përshtat përforcimin në të dy kanalet, kështu që do të jetë i njëjtë. Potenciometri balancues është lidhur mes dy pikave të njëjta në të dy kanalet, kurse rrëshqitësi është i lidhur me masën. Duke zhvendosur rrëshqitësin, madhësia e sinjalit që përforcohet në njërin kanal zvogëlohet kurse në tjetrin zmadhohet.

Në disa zgjidhje tjera është e mundur ndryshimi i vendeve të potenciometrit për rregullimin e ngjyrës së tonit dhe potenciometrit për rregullimin e intensitetit të tonit, kështu që potenciometri P_5 mund të jetë para potenciometrave që gjinden diku në përforcuesin e tensionit.

4.4. PARA PËRFORCUESI

Para përforcuesi është stadi i parë i përforcuesit-FU dhe në hyrjen e tij zakonisht bartet sinjal me tensione të vogla i cili duhet të përforcohet. Ai mund të jetë sinjal elektrik nga: një mikrofon, kokë magnetofoni, detektor i radio marrësit. Të gjitha këto burime të sinjaleve-FU kanë rezistencë të brendshme të ndryshme, si dhe karakteristikë të frekuencës. Prandaj, qarqet elektrike të para përforcuesit do të dallohen në krahasim me rezistencën e hyrjes dhe karakteristikën e frekuencave. Pasi që të gjithë sinjalet kanë karakteristika të ngjashme dhe kërkesa, mund të përdoret i njëjti qark pari-

mor, me ndryshime të vogla me të cilat do të fitohet karakteristikë e duhur e amplitudave. Rezultate më të mira si parapërfocues me transistor bipolar jep qark skema parimore e të cilit është dhënë në Fig. 4-6. Ky qark me ndryshime të vogla përdoret si në studiot profesionale, ashtu edhe në pajisjet audio Hi-Fi për përdorim të gjerë. Qarku përbëhet nga përfocues me dy stade me transistorët T_1 dhe T_2 . Sinjali i cili duhet të forcohet bartet në bazën e transistorit të parë. Sinjali i daljes fitohet në kolektorin e transistorit të dytë.

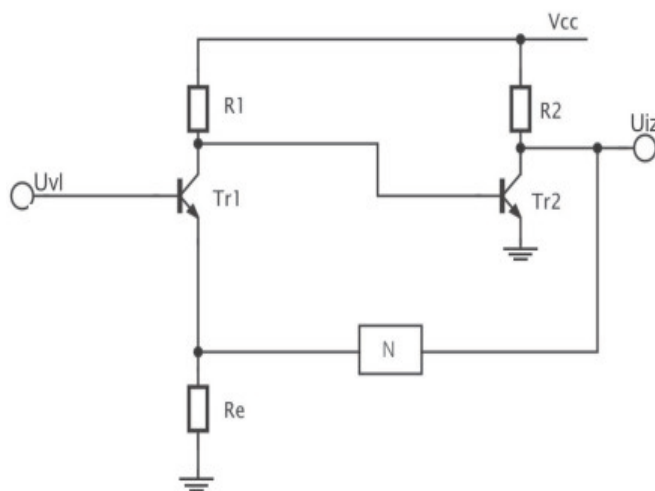


Fig. 4-6. Skema parimore e para përfocuesit për sinjale audio

Në qark ka edhe lidhje të kundërt negative (qarku N). Ky qark ka një karakteristikë të frekuencës me ndihmën e të cilës bëhet ekuivalentimi i karakteristikës të amplitudës së gjithë përfocuesit. Qarku N është i përbërë nga elemente pasive RC. Përdorimi i lidhjes së kundërt e zvogëlon impedancën dalëse të përfocuesit dhe njëkohësisht e rrit impedancën e hyrjes. Kjo mundëson, pa asnjë lloj problemi, në dalje të përfocuesit të lidhet edhe kablllo më e gjatë.

Kur përdorim qarqe të integruara që vendosen si përfocues audio, qark bazë në hyrje është përfocuesi diferencial skema e të cilit është dhënë në Fig.4-7.

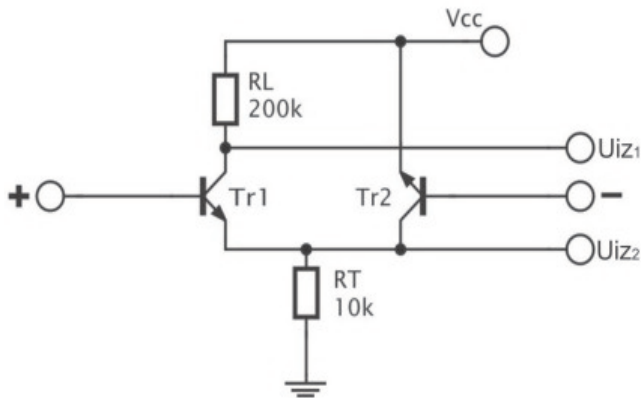


Fig. 4-7. Skema e përforcuesit diferencial

4.4.1. Parapërforcues me hyrje mikrofonike

Roli i para-përforcuesit me hyrje mikrofonike është të përforcojë sinjalin që vjen nga mikrofonin me një amplitudë shumë të vogël. Sinjali nga mikrofonin mund të ketë një dinamikë shumë të madhe, me çka amplituda e tij ndryshon prej disa mV deri në 500mV. Gjatë një dinamike kaq të madhe përforcuesi nuk duhet të fus shtrembërime të mëdha, çka është kritike veçanërisht për sinjalet me amplituda të mëdha.

Në varësi të impedancës dalëse të tyre, mikrofonat mund të ndahen në dy grupe bazë. Ato mund të jenë: *mikrofona omik të lartë*, impedanca e të cilëve është e endit deri në 20kΩ dhe të cilët kanë sinjale të mëdha prej 200mV, dhe *mikrofona omik të ulët*, impedanca e të cilëve është e rendit prej 200Ω dhe të cilët japin sinjale të vogla të rendit prej 2mV. Në mikrofonat omik të lartë, për shkak të impedancës së brendshme të madhe, ekziston mundësia për ndikime të mëdha të jashtme, prandaj zakonisht këto mikrofone janë të rrethuar (mbrojtur).

Skema e përforcuesit të mikrofonit në strukturë diskrete është dhënë në Fig. 4-8, ku qarku për lidhje të kundërt N është dhënë me rezistencën R_f .

Qarku i përforcuesit të mikrofonit karakterizohet me stabilitet të madh të përforcimit dhe me shtrembërime të vogla. Sinjali nga mikrofonin përmes kondensatorit C_1 bartet në përforcuesin me dy stade. Sinjali i daljes fitohet në kolektorin e stadi të dytë.

Përforcimi i përgjithshëm mund të përcaktohet me shprehjen

$$A = \frac{R_f}{R_e}, \text{ ku } R_e \text{ është rezistenca totale e transistorit } T_1. \text{ Përforcimi në qark}$$

mund të ndryshohet me ndihmën e rezistencës R_f ose rezistencës R_e . Më mirë është që kjo të bëhet me R_e , sepse atëherë nuk ndryshon karakteristika dalëse e qarkut. Zhurmë më e ulët fitohet në qoftë se rezistenca e mikrofonit është prej $1k\Omega$, me çka impedanca e hyrjes së përforcuesit është rreth $75k\Omega$. Përforcimi në qark mund të ndryshohet nga 10dB deri në 60dB, ndërsa shtrembërimet prej 0.2% për sinjal të hyrjes prej 10mV deri në 600mV.

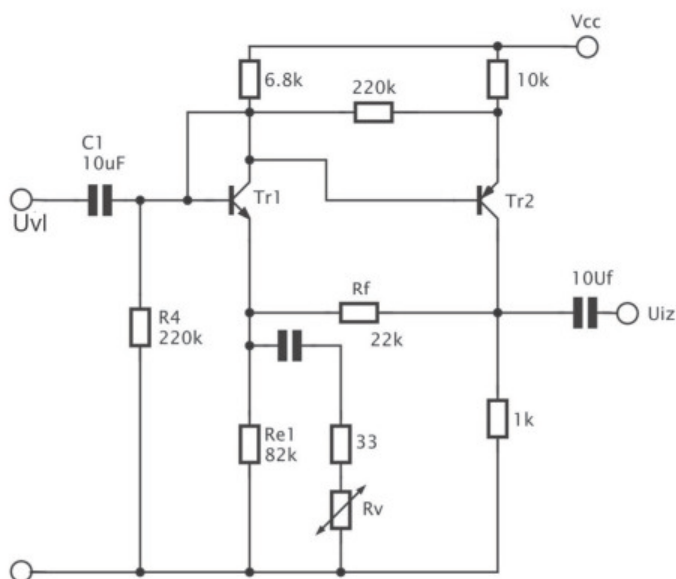


Fig. 4-8. Përforcuesi i mikrofonit

Mikrofoni mund të lidhet me përforcues në dy mënyra, edhe atë: në mënyrë asimetrike – me ndihmën e dy përçuesve, prej të cilëve njëri është i lidhur me masën, dhe në mënyrë simetrike – me ndihmën e tre përçuesve, prej të cilëve njëri është i lidhur me masën, kurse dy e bartin sinjalin. Zakonisht përdoret lidhja simetrike. Ekzistojnë dy mënyra të lidhjes simetrike, edhe atë: me ndihmën e transformatorit, pika qendrore e të cilit është e lidhur me masën, dhe me përforcues operacional diferencial.

Më shpesh përdoret lidhja simetrike, edhe atë në vende ku është e nevojshme zvogëlim radikal i pengesave të jashtme dhe ndikimet në sinjal. Në Fig. 4-9 është dhënë skema e lidhjes simetrike të mikrofonit me përforcuesin, ku përdoret transformator me burim qendror.

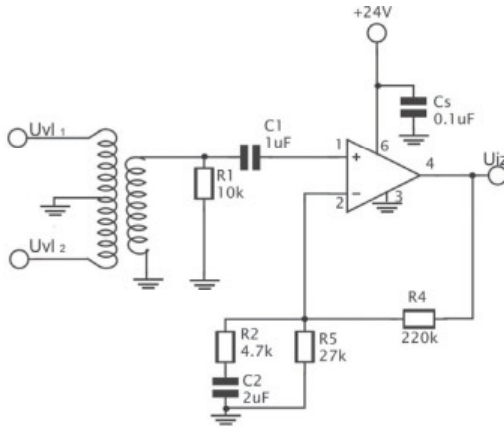


Fig. 4-9. Lidhja simetrike me mikrofonin

Si element aktiv në këtë qarq përdoret përforcuesi operacional i integrua LM387A. Sinjali nga mikrofonat përmes transformatorit bartet në hyrje të përforcuesit operacional. Nëse rezistenca e mikrofonit është $R_m=200\Omega$, kurse rezistenca R_1 ka $10k\Omega$, atëherë raporti i transformimit do të jetë R_m/R_1 . Duke përdorur transformatorin mund të fitohet zvogëlim i pengesave prej 60dB. Lidhja simetrike e mikrofon me një përforcues përmes transformatorit në disa raste është problem, prandaj më mirë është që lidhja të bëhet pa transformator.

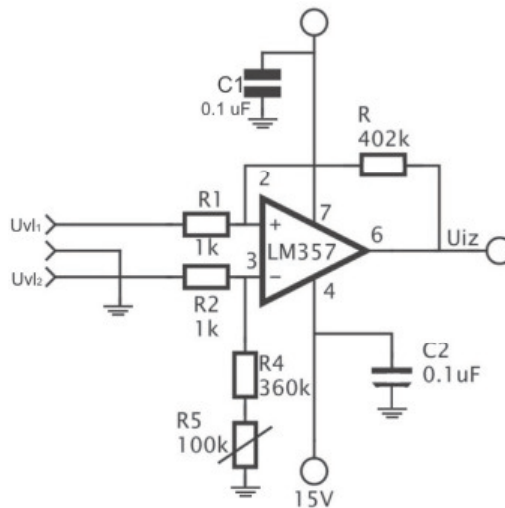


Fig. 40-10. Përforcuesi i mikrofonit

Lidhja simetrike pa transformator përdor përforcues diferencial me dy hyrje. Në këto përforcues shuarja është e madhe. Në Fig. 4-10 është dhënë përforcuesi i mikrofonit.

Në këtë qark përdoret qarku i integruar LN357. Përforcimi është i përcaktuar me raportin e rezistencave R_3 dhe R_1 dhe për këtë përforcues është 52dB.

4.5. QARKU PËR RREGULLIMIN E KARAKTERISTIKËS SË AMPLITUDËS

Që të mundësohet ndryshimi i karakteristikës amplitudë-frekuencë të bisedës ose muzikës, përforcuesit audio kanë qarqe elektronike të veçanta me ndihmën e të cilëve mund të ndryshojë intensiteti relativ të disa komponentëve të sinjalit audio, gjegjësisht përforcimit, në varësi të frekuencave të sinjalit të hyrjes. Me ndihmën e këtyre qarqeve mundësohet përforcimi i komponentëve të disa frekuencave në raport me komponentët e frekuencave tjera. Për kontrollimin e karakteristikave të amplitudave përdoren rezistenca dhe kondensator të cilët janë të lidhur në mënyrë respektive në qarkun e përforcuesit. Më shpesh përdoren qarqe RC (si filtra të frekuencave të ulëta) ose qarqe CR (si filtra të frekuencave të larta).

Bloq-skema e qarkut për kontrollimin e tonit është dhënë në Fig. 4-11.

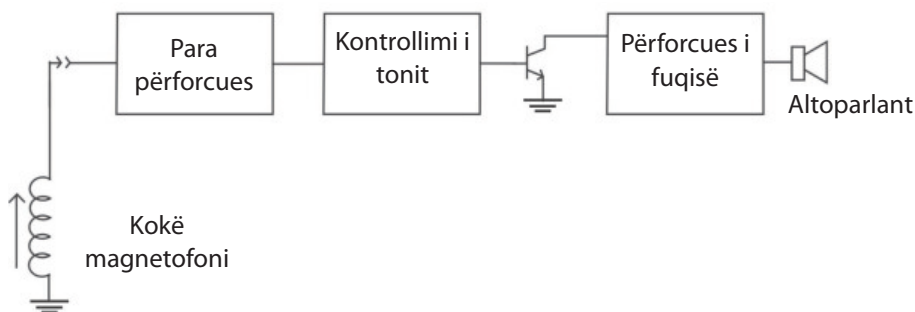


Fig. 4-11. Qarku për kontrollimin e tonit

Nga bllok-skema shihet se qarku për kontrollin e tonit gjendet menjëherë para përforcuesit të fuqisë. Nga qarku për kontrollin e tonit sinjali bartet në transistor, me çka përmirësohet raporti sinjal/zhurmë. Në vend të stadi të transistorit, mund të përdoret edhe ndonjë përforcues me teknikë të integruar me zhurmë të vogël.

4.5.1. Ekuivalentuesi grafik

Ekuivalentuesi grafik në mënyrë simultante kryen kontrollin e tonit në frekuenca të ndryshme. I gjithë brezi i frekuencave audio është i ndarë në më tepër pjesë – oktavë. Për çdo pjesë ekzistojnë qarqe për kontrollin e tonit sipas oktavëve. Aq sa ka oktavë në brezin e frekuencave, ka aq qarqe të ndryshme.

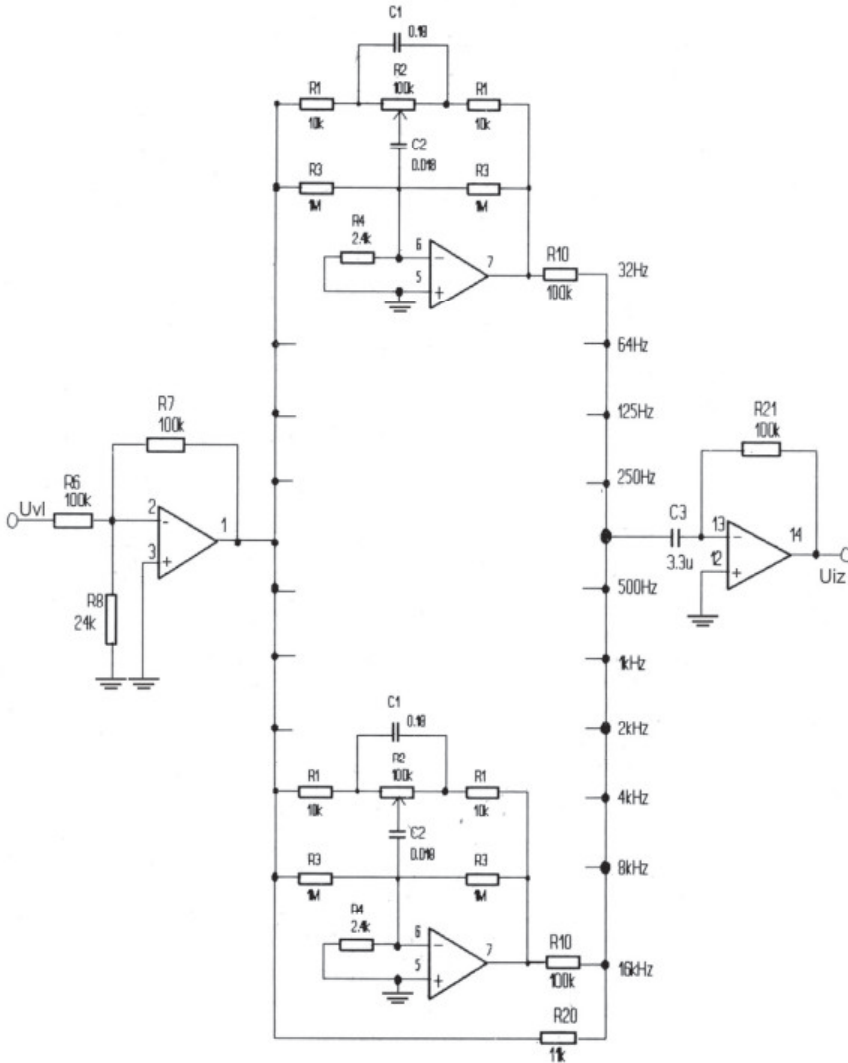


Fig. 4-12. Skema e ekuivalentuesit

Skema e plotë e një ekuivalentuesi grafik është dhënë në Fig. 4-12. Qarku përbëhet nga dhjetë qarqe për të kontrolluar tonin sipas oktavëve.

Qarqet janë të lidhur në paralel dhënë seri njëri me tjetrin. Sinjali audio përmes hyrjes së përforcuesit përforcohet dhe bartet në qarqet e lidhura në paralel për kontrollin e toneve sipas oktavëve.

Përforcuesi i hyrjes ka impedancë të hyrjes të madhe dhe impedancë dalëse të vogël, me çka në mënyrë përkatëse i eksiton këto qarqe. Qarqet për kontrollin e tonit kanë frekuenca qendrore të cilat dallohen njëra në krahasim me tjetrën për një oktavë (32Hz, 64Hz, 125Hz, 250Hz ... deri në oktavën e dhjetë 16kHz). Në këtë mënyrë mbulohet i gjithë brezi audio prej 32 Hz deri në 16kHz. Sinjali në dalje të secilit përforcues për kontrollin e tonit mblidhet përmes rezistencave R_{10} deri R_{19} me ndihmën e përforcuesit dalës, me çka fitohet përforcim i njëjtë për të gjitha brezat. Që të sigurohet përforcim i barabartë për gjithë ekuivalentuesin, vendoset rezistenca R_{20} , me ndihmën e të cilit bëhet marrja e sinjalit origjinal nga shumata e sinjaleve të kontrolluara.

4.5.2. Përzierësi – mikseri

Në shumë sisteme audio duhet të bëhet përzierja e sinjaleve që vijnë nga burime të ndryshme. Këtë e kërkojnë sistemet që përdorin që shfrytëzojnë më shumë se një mikrofon, magnetofon, pajisje Hi-Fi, kitarë etj. Skema më thjeshtë për përzierjen e dy sinjaleve është dhënë në Fig. 4-13.

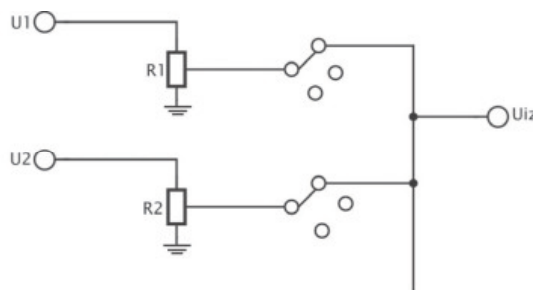


Fig. 4-13. Skema parimore e përzierësit – mikseri

Këto qarqe kanë potenciometra për rregullimin e nivelit të sinjalit, të cilët ndikojnë në impedancën dalëse të qarkut, dhe me të fusin zvogëlim në sinjalin e daljes. Që të minimizohet ndikimi i potenciometrave, zakonisht vendoset rezistencë e madhe izoluese në seri me potenciometrën. Në Fig. 4-14 është dhënë qarku i mikserit që përdor përforcues operacional.

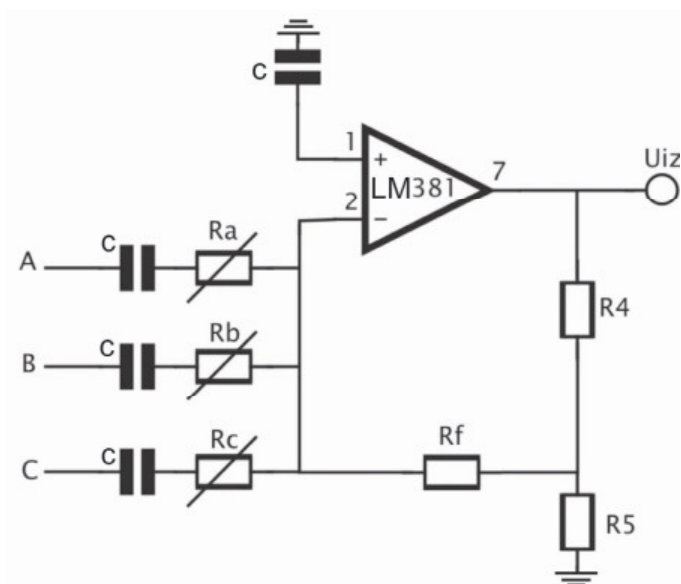


Fig. 4-14. Skema primore e mikserit

Në këtë qark sinjalet e hyrjes barten në hyrjet A,B dhe C. Ato mblihdhen me ndihmën e rezistencave R_a , R_b , R_c . Me ndryshimin e rezistencës së rezistorëve fitohet nivel i ndryshëm i sinjaleve dh enë këtë mënyrë fitohet përzjerja e nevojshme.

4.6. RREGULLIMI I NGJYRËS SË TONIT

Në praktikë shpesh paraqitet nevoja për ndryshimin e tonit të zërit, me çka fitohet kuptueshmëri më e madhe e bisedës ose cilësi më e mirë e muzikës. Për shembull, gjatë dëgjimit të muzikës në të cilën është dominues ritmi, është me dobi dallimi i toneve të frekuencave të ulëta. Në të kundërtën, gjatë dëgjimit të bisedës, ato duhet të shtypen. Në raste të tilla dhe të ngjashëm, shtypja ose dallimi i komponentëve të veçanta të zërit që riprodhohet, kryhet me ndihmën e qarkut për rregullimin e ngjyrës së tonit. Ato janë qarqe elektrike me ndihmën e të cilëve ndryshon forma e karakteristikës së transmetimit dhe gjerësia e brezit të lejimit i përforcuesit-FU.

Në Fig. 4-15 është treguar skema elektrike dhe karakteristika për rregullimin e ngjyrës së tonit me një potenciometër në qark. Kur rrëshq-

itësi është në pozitën e poshtme, brezi është më gjerë (vija e plotë në Fig. 4-15-a).

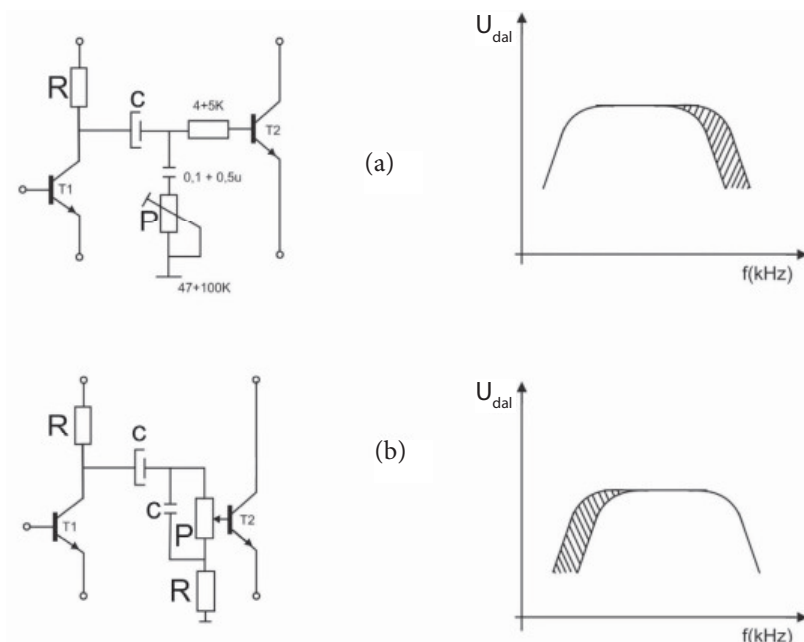


Fig. 4-15. Skema elektrike dhe karakteristika për rregullimin e ngjyrës së tonit

Kur rrëshqitësi do të zhvendoset në pozitën e sipërme fundore, atëherë rrymat e frekuencave më të larta shkojnë në masë përmes C . Në këtë mënyrë e rrethojnë transistorin T_2 . Në këtë rast, Lakorja rënëse është shënuar me vija të ndërprera. Për pozitën e mesit të rrëshqitësit, lakorja rënëse ndodhet mes vijës së plotë dhe asaj me ndërprerje. Në mënyrë të ngjashme mund të arrihet edhe rregullimi i gjerësisë së brezit të lejimit në zonën e frekuencave të ulëta (Fig. 4-15-b). Kur rrëshqitësi është në pozitën e sipërme, atëherë C është i lidhur shkurt dhe sinjalet e të gjitha frekuencave nga kolektori i transistorit T_1 shkojnë direkt në bazën e T_2 (vija e plotë në Fig. 4-15-b). Kur rrëshqitësi është në pozitën e poshtme, sinjalet me frekuencë më të larta shkojnë në bazën e transistorit T_2 përmes kondensatorit C . Sinjalet me frekuencë të ulëta kalojnë përmes potenciometrit, me çka dobësohen (vijat e ndërprera në Fig. 4-15-b).

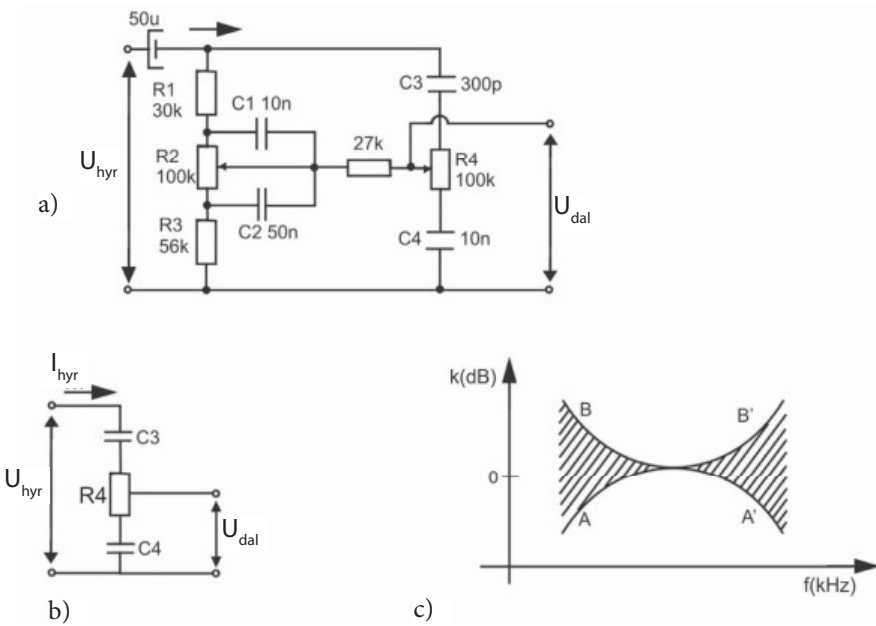


Fig. 4-16. Rregullimi i ngjyrës së tonit me ndihmën e dy potenciometrave

Rregullim më i mirë i ngjyrës së tonit bëhet me ndihmën e qarkut të paraqitur në (Fig. 4-16-b). Me ndihmën e potenciometrit R_2 kryhet rregullimi i lakores së lejimit në diapazonin e frekuencave të ulëta, kurse ne ndihmën e potenciometrit R_4 , e njëjta bëhet në diapazonin e frekuencave të larta. Në (Fig. 4-16-b) janë paraqitet lakoret lëshuese të këtij qarku për pozitat e fundme të potenciometrit. Në abshisë në raport logaritmik është paraqitur frekuenca. Madhësia K , e cila është koordinatë, është paraqitur me shprehjen:

$$K = 20 \cdot \log \frac{K_1}{K_2} \dots\dots\dots(4-11)$$

ku K_1 është raporti i tensionit të daljes dhe hyrjes për ndonjë frekuencë, kurse K_2 është raport i tensionit të daljes dhe hyrjes për frekuencën prej 1.000Hz.

Kështu, për shembull, pika A është marrë në atë mënyrë që rrëshqitësi i potenciometrit R_2 është vendosur në pozitën e fundme të sipërme, kurse në hyrje gjatë kësaj fitohet tension me frekuencë 100Hz, kështu që madhësia K_1 është dhënë me:

$$K_1 = \frac{u_{dal} \cdot 100}{u_{hyr} \cdot 100} \dots\dots\dots(4-12)$$

por nëse frekuenca në hyrje zmadhohet në 100Hz, do të ndërrohet raporti:

$$K_2 = \frac{u_{dal} \cdot 1000}{u_{hyr} \cdot 1000} \dots\dots\dots(4-13)$$

Pikën B do ta fitojmë në mënyrë plotësisht të njëjtë, vetëm se në këtë rast rrëshqitësi i R_2 është në pozitën e fundme të poshtme. Kur rrëshqitësit janë në pozitat e mesit, lakorja e lejimit i përgjigjet lakores për 0dB. Kur rrëshqitësi i potenciometrit R_2 është në pozitën e sipërme, lakorja e lejimit ka formën A-A'. Në këtë rast shtypen edhe frekuencat e ulëta edhe të larta. Nëse rrëshqitësi i R_2 zhvendoset poshtë, lakorja e lejimit e ndërron formën në B-A', d.t.th. do të vijmë në shprehje basset. Me vendosjen e të dy rrëshqitësve në pozita reciproke të caktuara, mund të arrihet theksim ose shtypje e frekuencave të ulëta dhe të larta, kurse lakorja e lejimit të zen vend në pjesën e hijezuar.

Nën ndikimin e tensionit të hyrjes u_{hyr} rrjedh rryma i_{hyr} . Kur në hyrje vjen numër i madh i toneve me frekuenca të ndryshme, atëherë edhe rryma e hyrjes përbëhet nga shumë komponentë. Rrymat e frekuencave të ulëta rrjedhin nëpër R_1 të rregullatorit në brezin e FU, sepse këtu rezistenca është më e vogël nga reaktanca e C_3 . Për rrymat me frekuenca më të lartë rezistenca e R_3 është më e vogël se $30k\Omega$, kështu që rrymat me frekuenca kaq të larta shkojnë në rregullatorin e brezit të frekuencave të larta – rezistenca R_4 . Në (Fig. 4-16,-c) është treguar rregullator për frekuenca të larta, ku tensioni i daljes është:

$$u_{dal} = \frac{u_{hyr} \cdot R}{\sqrt{R_4^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot C_3} + \frac{1}{\omega \cdot C_4}\right)^2}} \dots\dots\dots(4-14)$$

R_4 është rezistenca e pjesë nga potenciometri nga rrëshqitësi deri te pjesa e poshtme.

Duke e ndryshuar vlerën e P_4 , e me të edhe e i_{dal} , rrymat me frekuenca të ulëta do të rrjedhin nëpër R_3 , dhe pastaj edhe përmes C_1 , C_2 dhe R_3 . Gjatë zhvendosjes së rrëshqitësit të R_2 në pozitën e sipërme, gjithnjë e më shumë vjen në shprehje kondensatori C_2 , dmth rryma nëpër të rritet, kurse nëpër R_2 bie, kështu që zvogëlohet tensioni në R_2 , kurse kjo do të thotë se zvogëlohet rënia e tensionit të rrëshqitësit të R_2 . Nëse është e nevojshme prani më e madhe e toneve më të larta, atëherë duhet të rritet vlera e C_3

(2-3 μ F). Përndryshe, është e nevojshme shtypja e toneve-FU dhe duhet të rritet C_4 (edhe deri në 100mF). Diapazoni i rregullimit të frekuencave të ulëta mund të rritet duke ulur R_1 . Në përforcuesit cilësor, diapazoni i rregullimit të frekuencave kufitare është rreth 20dB, dhe atëherë duhet të merret parasysh se qarku për rregullimin e tonit fut përafërsisht shuarje shumë të madhe të sinjalit. (Në frekuencën prej 1.000Hz raporti u_{dal}/u_{hyr} nuk është më i madh se 0,05, kurse gjatë kësaj i përgjigjet shuarja prej $20\log 0,05 = -26\text{db}$).

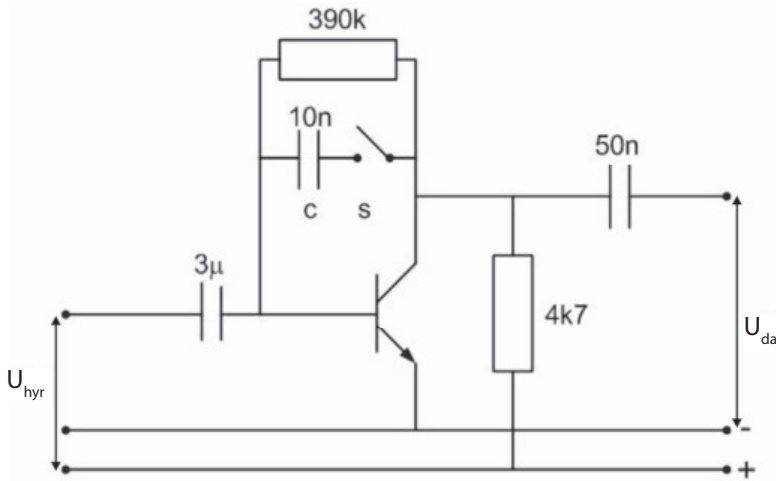


Fig. 4-17. Qarku për rregullimin e ngjyrës së tonit

Që të kompensohet kjo, zakonisht shtohen dy stade përforcuese – njëri para, kurse tjetri pas qarkut për rregullimin e ngjyrës së tonit. Në marrësit transmetues përdoren edhe qarqe më të thjeshta për rregullimin e ngjyrës së tonit. Në Fig. 4-17 është treguar një zgjidhje e tillë. Për çelës të hapur S, sinjalet me të gjitha frekuencat janë të përforcuar dobët. Kur S do të mbyllet, realizohet lidhje e kundërt negative përmes kondensatorit prej 10nF, çka çon në zvogëlimin e përforcimit. Kur frekuenca rritet, reagimi është më i madh, kurse tonet në FL janë më pak të përforcuar nga tonet FU dhe FM.

Në Fig. 4-18 është dhënë i ashtuquajturit qark për korrigjim fiziologjik të fuqisë. Potenciometri shërben për të rregulluar intensitetin. Në të është bërë dalje në të cilën janë lidhur kondensatorët prej 22nF dhe 150nF përmes rezistencës prej 1k Ω . Me ndihmën e këtij qarku gjatë zvogëlimit të fuqisë gjatë riprodhimit të toneve në FL dhe FM arrihet që ato të jenë të dobësuar në masë më të madhe nga tonet e frekuencave të ulëta (FU).

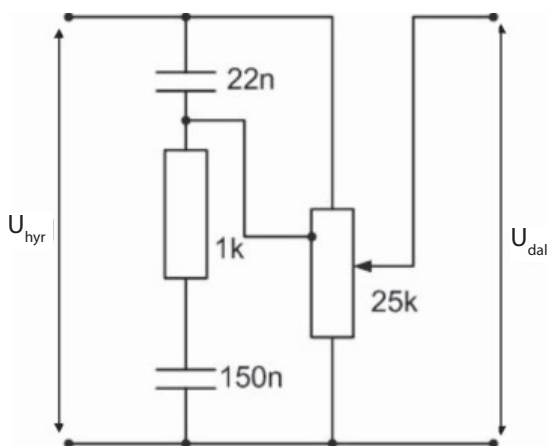


Fig. 4-18. Qarku për korrigjimin e fuqisë

Kjo mënyrë e rregullimit të fuqisë së riprodhimit më tepër i përgjigjet dëgjuesit, sepse dëgjimi i njeriut nuk është i ndjeshëm njëloj në tonet e frekuencave të ndryshme. Për shembull, nëse intensiteti i dy toneve frekuencat e të cilëve janë 200 dhe 1.000Hz zvogëlohet në të njëjtën masë, njeriut i duket se toni me frekuencë prej 200Hz është më shumë i dobësuar. Me ndihmën e qarkut të Fig. 4-18 arrihet që dëgjuesi të ketë përshtypjen se të dy tonet janë dobësuar në mënyrë të barabartë.

4.7. PËRFORCUESIT AUDIO TË FUQISË

Përforcuesi i fuqisë është në të njëjtën kohë edhe stadi dalës i cili e jep fuqinë e duhur për ngarkesën. Përforcuesi i fuqisë lidhet në altoparant në të cilin fuqia elektrike konvertohet në akustike. Çelësi M-S është i hapur (Fig. 4.5) kur përforcohen sinjalet stereofonike. Gjatë përforcimit të sinjaleve monofonike ky çelës është i mbyllur.

Roli kryesor i **stadit dalës** me përforcues-FU është të prodhojë fuqinë dalëse për eksitim të ngarkesës (altoparantit), prandaj edhe quhet **përforcues i fuqisë**.

Në radiomarrësit, fuqia që fitohet në stadin dalës është dukshëm më e madhe se fuqia e të gjithë stadeve tjera, prandaj kujdes i veçantë i kush-tohet koeficientit të dobishëm të tij. Nëse ai është i mirë, një koeficient të tillë do të ketë edhe e gjithë pajisja, që është veçanërisht e dobishme për pajisjet transmetuese të cilat furnizohen nga burimi i vazhduar. Në këtë

përforcues, koeficienti i rendimentit është raporti i fuqisë elektrike dalëse q fitohet në ngarkesë (altoparlant) P_{dal} dhe fuqisë së vazhduar që e merr përforcuesi nga burimi për furnizim P_o :

$$\eta = \frac{P_{dal}}{P_o} \dots\dots\dots(4-15)$$

Normalisht, zakonisht tentohet ka ajo që të arrihet fuqia e mundur maksimale e dobishme nga transistorët, me çka moment i rëndësishëm është zgjedhja e pikës së punës së transistorëve.

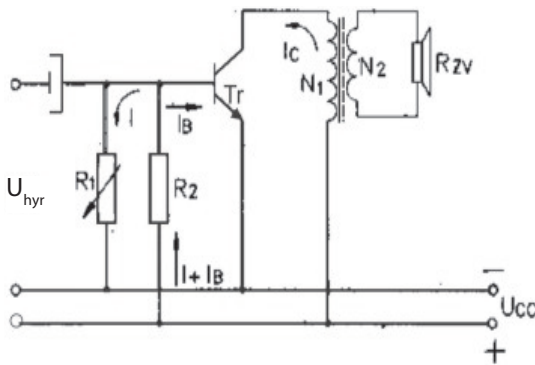


Fig. 4-19. Stad dalës me transistor

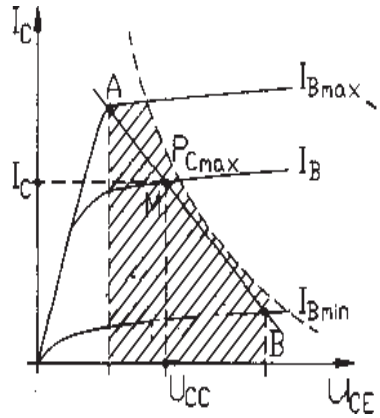


Fig. 4-20. Zona e punës e transistorit

Skema elektrike e stadiit dalës me një transistor është dhënë në Fig. 4-19. Llogaritja bëhet ashtu që në karakteristikat statike të transistorit vizatohet drejtëza e punës A-B (Fig. 4-20), duke pasur kujdes që e gjitha të jetë në pjesën e hijezuar. Pika e punës M vendoset në mesin e drejtëzës së punës. Pozitën e saj e definojnë vlera e baterisë U_{cc} dhe rrymat e vazhduara I_b dhe I_c . Pastaj gjendet paratensioni i kërkuar i cili i përgjigjet rrymës I_b dhe bëhet llogaritja e R_1 dhe R_2 . rezistenca R_2 është rezistencë e ndryshueshme nga temperatura me koeficient temperature negativ (HT) dhe me ndihmën e tij arrihet stabiliteti i temperaturës i pikës së punës.

4.8 STADI DALËS ME TRANSISTORË KOMPLEMENTAR

Varianti i mundshëm më i thjeshtë i stadi dalës është me transistor komplementar. Ai është dhënë në Fig. 4-21.

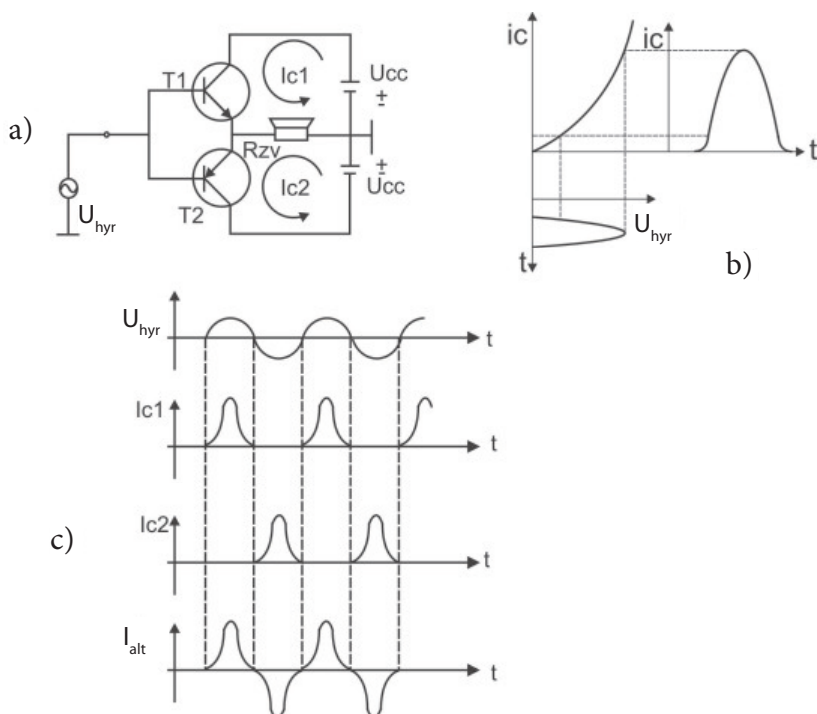


Fig. 4-21. Stad dalës me transistor komplementar: a) Skema elektrike; b) shtrebbërimet për shkak të jolinearitetit të transistorëve c) forma të tensioneve dhe të rrymave

Transistorët janë në lidhje të njohur në teknikë si emitter-follower (ndjekës - emiterial) (lidhje në kundër fazë – push pull). Kjo është një lidhje me kolektor të përbashkët, kurse në figurën tonë kolektorët për rrymën alternative janë në potencialin e masës, sepse bateritë janë lidhje e shkurtër për rrymën alternative. Atëherë sinjali i hyrjes dërgohet në bazë, kurse sinjali i daljes merret nga emiteri. Përforcimi i tensionit për këtë lidhje është praktikisht i barabartë me një, kurse përforcimi i rrymës, por edhe përforcimi i fuqisë është i madh, edhe pse shumë më i vogël se në lidhjen me emiterë të përbashkët.

Gjeneratori, i cili e paraqet sinjalin e hyrjes, është lidhje e shkurtër për rrymën e vazhduar, kështu të dy bazat janë në potencialin e masës për rrymë të vazhduar. Nëpër altoparlant nuk rrjedh rryma e vazhduar, e me këtë emiterët janë në potencialin e masës për rrymën e vazhduar. Pra, paratensioni për të dy transistorët është i barabartë me zero, pikat e punës së tyre janë në klasën B dhe nëpër to, në mungesë të sinjalit të hyrjes, nuk rrjedh asnjë lloj rryme.

Kur pikat e punës të transistorëve do të zgjidhen në ($I_C - U_{CE}$), karakteristikat janë në të njëjtën pozitë. Gjatë kësaj, për transistorin e sipërm është $U_{CE1} = U_{CC}$, kurse për të poshtmin $U_{CE2} = - U_{CC}$.

Kur në hyrje të përforcuesit do të silltet u_{hyr} , gjatë kohës së gjysmë-periodës pozitive përçon transistori T_1 , kurse për atë negative T_2 , kështu që rrymat e tyre kolektoriale janë dhënë në (Fig. 4-21-cc). Nga (Fig. 4-22-a) shihet se rrymat nëpër altoparlant rrjedhin në kahe të kundërta: njëra e zhvendos membranën përpara, kurse tjetra prapa, kështu që rryma rezultante nëpër altoparlant është:

$$i_{alt} = i_{C1} - i_{C2} \dots\dots\dots(4-16)$$

Në rastin ideal, kur karakteristikat e transistorëve do të ishte ideale, sinjalet e rrymave do të ishin me forma të njëjta si dhe gjysmëperiodat korresponduese të tensionit të hyrjes, kurse tensioni që e eksiton altoparlantin do të ishte me formë të njëjtë si edhe sinjali i hyrjes-tensionit. Duke pasur parasysh se karakteristikat nuk janë lineare, në tensione eksituese të vogla, rryma nëpër transistor nuk është linearisht e përpjesëtueshme me tensionin (Fig. 4-21-b) edhe sinjalet e rrymave nëpër transistor nuk janë me formë të njëjtë si edhe sinjali i hyrjes. Nëse tensioni i hyrjes ka formë të sinusoidës, rryma e kolektorit ka formë karakteristike si një zile. Prandaj edhe rryma nëpër altoparlant është e shtrembëruar, siç shihet në (Fig. 4-21-c). Mënjani i këtyre shtrembërimeve mund të arrihet duke zhvendosur pikën e punës së transistorëve në mesklasën AB.

4.9 PËRFORCUESIT AUDIO NË PAJISJET (HI-FI)

Përforcuesit audio janë përforcues (amplifikatorë) që i përforcojnë sinjalet e brezit të dëgjimit të frekuencave (20Hz deri në 20kHz). Në përforcuesit audio që përdoren në pajisjet për riprodhim të cilësisë së lartë

(HI-FI), brezi i frekuencave është dukshëm më i gjerë dhe është prej rreth 15Hz deri në 30kHz (në shumë pajisje cilësore kufiri i sipërm është edhe deri në 100kHz). Cilësia e riprodhimit është aq më e mirë sa më e madhe të jetë gjerësia e brezit. Edhe pse është e vërtetuar se veshi i njeriut nuk i vëren shtrembërimet harmonike më të vogla se 1% në pajisjet moderne HI-FI relativisht lehtë arrihet që këto shtrembërime të jenë më të vogla se 0.1%. Shtrembërimet në fazë në mini pajisjet nuk janë kritike, por për riprodhimin stereo cilësor ato patjetër të jenë më të vogla, kurse për riprodhim të mirë dinamika - e cila në sinjalet audio është e barabartë me raportin sinjal/zhurme - duhet të jetë më e madhe. Në pajisjet cilësore ajo shpesh është më e madhe se 70dB.

Në kohën e fundit në pajisjet audio gjithnjë e më shumë përdoren përforcues audio me qarqe të integruara. Ata kanë përparësi shumë më të madhe në krahasim me përforcuesit e përpunuar në teknikën diskrete, për shembull: konfigurim i thjeshtë i qarkut, numër i vogël i elementeve, kompaktësi dhe dimensione të vogla. Qarqet e integruara janë përdorur deri kohët e fundit vetëm në parapërforcuesit dhe në përforcuesit e fuqive të vogla nën 0,5W, që është rezultat i kufizimeve të qarqeve të integruara në raport me disipacionin. Sot prodhohen përforcues audio të integruar monolit të cilët japin fuqi dalëse edhe mbi 20W. Kështu parapërforcuesi me shtrembërime shumë të vogla me qark të integruar LM381 karakterizohet me zhurmë të vogël. Shtrembërimet në këtë përforcues janë më të vogla se 0.05% për tension të daljes prej 3Uef. Atëherë përforcimi dalës i tij është $A=10$.

Shumë prodhues në botën prodhojnë qarqe të integruara (në një chip) si përforcues të fuqisë. Përforcues i integruar më i njohur është LM741. Ai ka çmim të ulët dhe zbatim të gjerë dhe jep përforcim prej rreth 100mW pa përdorimin e elementeve të jashtme shtesë. Teknologjia e prodhimit të përforcuesve audio të integruar nuk dallon shumë nga strukturimi i përforcuesve operacional të zakonshëm. Një përforcues audio tipik në teknikën e integruar është i përbërë nga:

- stadi hyrës, si përforcues diferencial;
- rregullues i nivelit;
- qarku për shkyçje të përforcimit në qoftë se vjen deri te ngrohja, dhe
- stadi dalës me mbrojtjen nga lidhja e shkurtër.

Struktura e stadiit dalës në teknikën e integruar ndryshon në krahasim me teknikën diskrete. Përforcuesi dalës në teknikën e integruar në

vend të transistorit të fuqishëm i cili vështirë realizohet në teknikën e integruar, përdor transistorë me fuqi të vogël dhe dioda.

4.9.1 Zbatimi praktik i përforcuesve audio

Ekzistojnë shumë realizime praktike të përforcuesve audio. Në Fig. 4-22 është dhënë skema elektrike e cila ka fuqi dalëse prej 5W.

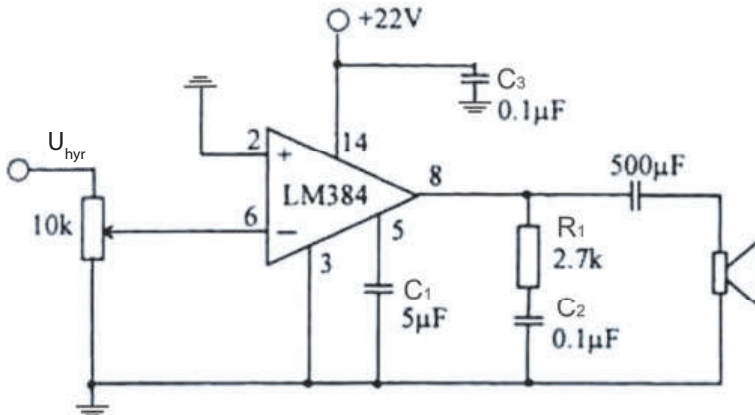


Fig. 4-22. Skema elektrike e përforcuesit audio me qark të integruar LM384

Në qark përdoret përforcuesi i integruar LM384. Përforcuesi jep përforcim prej 34dB për të gjitha frekuencat deri në 300kHz. Përforcimi rregullohet me anë të potenciometrit prej 10Ωk. Në dalje përmes kondensatorit prej 500 µF është lidhur altoparlanti me rezistencë prej 8Ω. Sh-trembërimi i sinjalit kur ka fuqi dalëse maksimal prej 5W dhe frekuencë prej 1kHz është më i vogël se 1%. Që të përjashtohen oscilimet në qark, kabloja e hyrjes duhet të jetë e blinduara. Gjithashtu, prej kontaktit dalës janë të lidhur edhe kondensatori C_2 dhe rezistenca R_1 . Me kondensatorin C_3 zvogëlohet ndikimi i komponentëve induktive të tensionit të furnizimit (+22V). Kondensatori C_1 shërben si filtër lëshues i ulët.

Në Fig. 4-23 është dhënë kombinimi i një përforcuesi të integruar dhe i transistorëve diskret. Në këtë përdoret përforcuesi i integruar me zhurma të ulëta LM387A me fuqi të vogël. Përforcuesi mundëson përforcim të madh të sinjalit me zhurmë hyrëse të vogël.

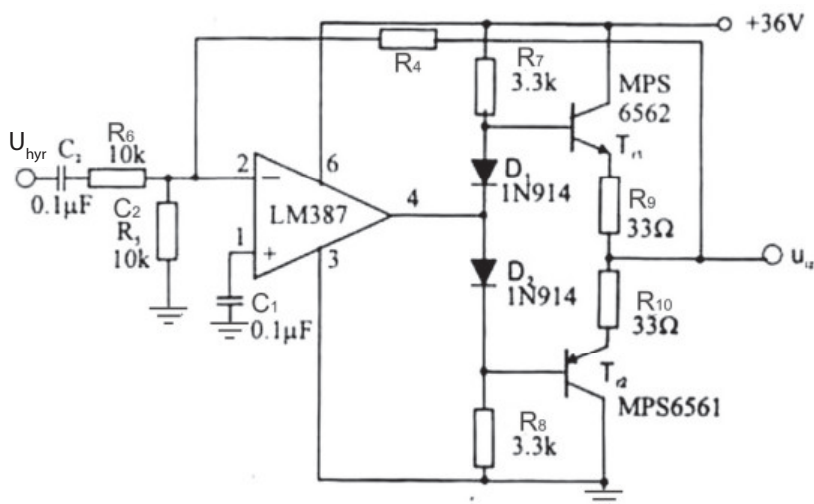


Fig. 4-23. Skema elektrike e përforcuesit audio me qark të integruar LM387

Zhurma tipike është $0,65 \mu\text{V}$. Kur rezistenca e brendshme e gjeneratorit është $R_s = 600\Omega$, në brezin e frekuencave prej 10Hz deri në 20kHz , në dalje të këtij parapërforcuesi fitohet sinjal i vogël për ngarkesë, e cila është e rendit të $\text{k}\Omega$. Që të mundet ky qark elektrik të përdoret kur ngarkesa është 10Ω , gjegjësisht, kur është e nevojshme rrymë dalje e madhe, përdoret skema si në Fig. 4-23. Sinjali nga përforcuesi i integruar LM387A bartet në çiftin e transistorëve komplementar T_{r1} dhe T_{r2} , ku për shkak të diodave D_1 dhe D_2 transistorët komplementar punojnë si përforcues në klasën AB, me çka shtrembërimet zvogëlohen. Rezistencat R_9 dhe R_{10} e kufizojnë rrymën e daljes nëpër ngarkesë. Që të fitohet karakteristikë më e mirë e përforcuesit, përdoret lidhja e kundërt negative me rezistencat R_4 dhe R_6 .

Për përforcuesin e sinjalit nga shiriti i magnetofonit mund të përdoret i njëjti qark i integruar LM387A. Skema elektrike e këtij përforcuesi është dhënë në Fig. 4-24.

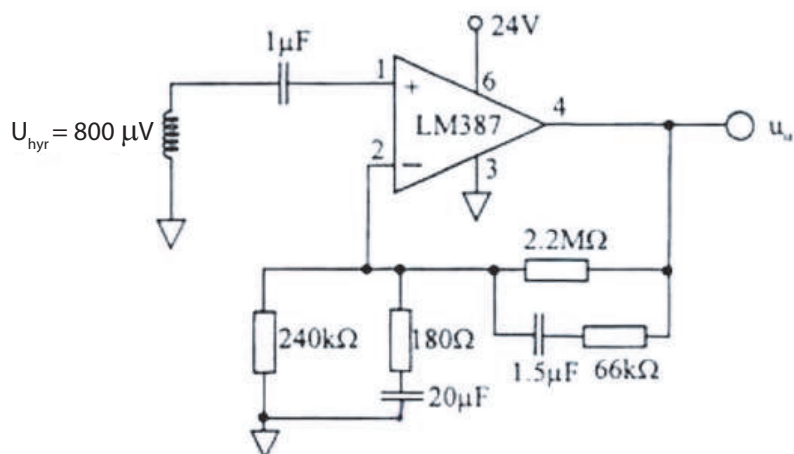


Fig. 4-24. Skema elektrike e përforcuesit audio me qark të integruar LM87A me hyrje të kokës së magnetofonit

Lidhja me kokën e magnetofonit është kapacitive, kështu që me zgjedhjen e këtij kondensatori duhet të zvogëlohet zhurma e mundshme e madhe në qark.

4 PËRMBLEDHJE

- ❖ Përforcuesit audio janë përforcues elektronik me ndihmën e të cilëve përforcohen sinjalet elektrike me frekuencë prej 16Hz deri në 20kHz;
- ❖ Përforcuesit audio i ndajmë në: përforcues audio të tensioneve të vogla dhe përforcues audio të fuqisë;
- ❖ Parapërforcuesi është stadi i parë i përforcuesit audio;
- ❖ Shtypja ose theksimi i komponentëve të caktuara të zërit që riprodhohet, kryhet me ndihmën e qarkut për rregullim të ngjyrës së tonit;
- ❖ Ekuivalentuesi grafik në mënyrë simultante kryen kontrollimin e tonit në frekuenca të ndryshme. I gjithë brezi i përforcuesit audio është i ndarë në më shumë pjesë- oktavë;
- ❖ Përforcuesi i fuqisë është njëkohësisht edhe stadi dalës i cili e jep fuqinë e nevojshme të ngarkesës. Përforcuesi i fuqisë lidhet në altoparlant në të cilin fuqia elektrike konvertohet në akustike.

PYETJE DHE DETYRA

1. Vizato dhe analizo lakoren rënëse gjatë rregullimit të ngjyrës së tonit me dy potenciometra!
2. Për përcaktohet tensioni i daljes i qarkut për rregullimin e ngjyrës së tonit për frekuenca të larta nëse tensioni i hyrjes është $u_{\text{hyr}} = 0,8\text{V}$, kurse $C_3 = 300\text{nF}$; $C_4 = 10\text{nF}$ dhe $R_4 = 60\text{k}\Omega$!
3. Stadi dalës në marrësit radiodifuziv realizohet me transistor komplementar pika e punës e të cilëve zgjidhet veçantë. Në cilën klasë zgjidhet pika e punës dhe pse?
4. Cilat janë karakteristikat thelbësore të pjesës- FU në marrësin dhe çfarë roli ka kjo pjesë?
5. Nga çka varet rryma nëpër altoparlant në stadin dalës me transistor komplementar?
6. Nëse përforcimi i T_1 është më i madh se përforcimi i T_2 , (Fig. 4-22-a), a do të jenë amplitudat e rrymave nëpër altoparlant të barabartë?

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

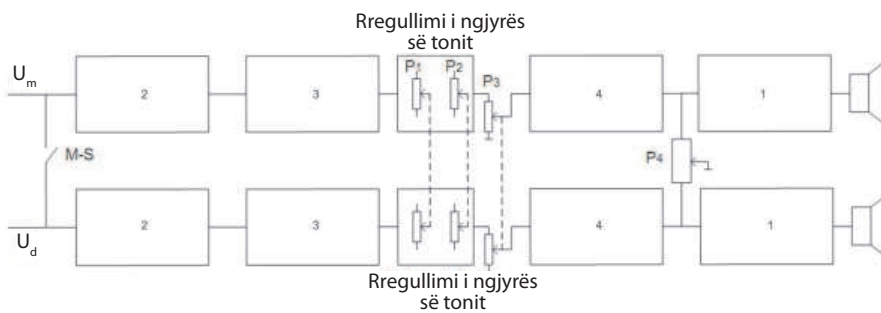
- Përforcues audio janë qarqet me të cilët kryhet përforcimi i sinjalit me frekuenca prej _____ deri në _____.
- Shkruaj formulën për llogaritjen e përforcimit të rrymës! _____.
- Herësi mes tensionit të daljes dhe rrymës së daljes është _____.
- Kur tensionit i daljes në një përforcues nuk e ka të njëjtën formë si tensioni i hyrjes, bëhet fjalë për _____.
- _____ është stadi i parë në përforcuesin-FU dhe në të bartet sinjal nga mikrofondi, koka e magnetofonit.

Rreth përgjigjen e saktë!

- Raporti $\eta = P_{dal} / P_o$, paraqet:
 - definon fuqinë dalëse maksimale
 - koeficientin e veprimit të dobishëm
 - shtrembërim
- Brezi i lejimit i përforcuesit audio definohet si brez i frekuencave në të cilin përforcimi nuk është më i vogël se:
 - 60%
 - 80%
 - 70%
- Kur sistemi audio përdor më shumë se një hyrje, paraqitet nevoja që këto sinjale të përzihen, kurs kjo përzierje e kryen pajisja:
 - mikseri
 - ekuivalentuesi
 - atenautori
- Përforcuesi i cili jep fuqinë e nevojshme për ngarkesën:
 - stad hyrës
 - ekuivalentuesi
 - stadi dalës

4. (AMPLIFIKATORËT-AUDIO)

- Krahas çdo termi vendos numrin përkatës nga figura.



- | | |
|---------------------|-----------|
| stad dalës | (_____) |
| përforcues tensioni | (_____) |
| përforcues motorik | (_____) |
| parapërforcues | (_____) |

5. PAJISJET PËR TRANSMETIM RADIODIFUZIV

Në botën moderne shkëmbimi i shpejtë dhe i pandërprerë i informacioneve është me rëndësi të madhe. Transmetimi i informacioneve bëhet në mënyra të ndryshme. Mënyra më e shpejtë është e radio transmetimi, i cili kryhet me valë elektromagnetike të cilat përhapen me shpejtësinë e dritës. Fjala *radio* vjen nga fjala latine radiatio - *që do të thotë rrezatim në të gjitha drejtimet*. Kjo në mënyrë figurative e shpjegon rrezatimin e antenës – rrezatimin e valëve elektromagnetike në të gjitha drejtimet në mënyrë të barabartë.

Ekzistencën e valëve elektromagnetike e parashikoi James Maxwell qysh në vitin 1864. Supozimet e tij dhe teorinë e tij me një seri eksperimentesh e verifikoi Heinrich Hertz në vitin 1888. Edhe pse gjatë këtyre eksperimenteve caku përfundimtar i lidhjeve të vendosura në mes të *transmetuesit* (pajisja e cila emeton ose rrezaton) dhe *marrësit* (pajisja e cila i merr këto valë) ishte vetëm disa dhjetëra metra, megjithatë me to u hap rruga për zhvillimet e mëtejshme në këtë fushë.

Transmetimin e parë praktik pa tela në distanca të mëdha e realizoi shkencëtari gjenial Nicola Tesla në vitin 1883. Tesla kah fundi i shekullit XIX (1899) ishte në gjendje të dërgojë sinjale në largësi prej një mijë kilometra.

Në dekadën e parë të shekullit të njëzetë, një numër i madh i shkencëtarëve u përpoqën të vijnë deri te zgjidhje të reja praktike për sistemin për transmetim të sinjaleve radio. Kontribut për zhvillim më të shpejtë ka dhënë shkencëtari Lee de Forest (viti 1906) me zbulimin e triadës me vakum. Nga ai moment filloi përparimi i madh i teknikës elektronike dhe të telekomunikacionit. Në dekadën e dytë të këtij shekulli, definitivisht teknikisht është zgjidhur çështja për transmetim dhe marrje të sinjaleve.

Më kë është hapur rruga për zhvillimin e radio difuzionit, që do të thotë ndërtimi i planifikuar dhe shpërndarje e rrjetës prej transmetuesve me të cilët mundësohet mbulimi i territoreve të mëdha dhe qasje e informacioneve për audiencën prej miliona dëgjuesve.

Duke filluar nga dekada e pestë, veçanërisht ajo e gjashtë të këtij shekulli, transistorët i zëvendësuan tubat elektronik, që ka çuar në ndryshime të mëdha në ndërtimin dhe projektimin e radio-marrësve. Fillimi i dekadës së shtatë karakterizohet nga zhvillimi i teknologjisë së integruar dhe qarqeve të mikroprocesorëve, të cilët kanë gjetur zbatimin e tyre të duhur edhe në pajisje dhe sistemet radiodifuzive.

Që nga fillimi i radiodifuzionit, në një kanal të radiotransmetimit emetohet një program. Kështu, më shumë se gjysmë shekulli bëhet transmetimi i programeve monofonike në zonën e valëve të gjata (VGJ), zonën e valëve të mesme (VM) dhe zënën e valëve të shkurtra (VSH). Në zonën e valëve ultra të shkurtra (VHF) nëpër kanal të njëjtë të transmetimit, në vend të një emetohen më tepër programe të ndryshme.

Ideja që në sistemin radiodifuziv të transmetimit të emetohen më tepër sinjale të ndryshme (programe) praktikisht është realizuar para disa dekadave, kur në praktikë është aplikuar sistemi stereofonik. Ky zgjerim i programeve kërkonte në vendin e transmetimit, krahas modulatorit, të zbatohet edhe kodues, kurse në vendin e marrjes krahas demodulatorit të përdoret edhe dekodues. Me zbatimin e sistemit kodues-dekodues është mundësuar që prej dy ose më shumë sinjaleve të fitohet një sinjal me të cilin bëhet modulimi i frekuencës bartëse të radiodhënësit, prandaj, pasi që në pyetje është vetëm një informacion i multipleksuar, ajo bartet me një kanal deri te radiotransmetimi.

Eksperimentet me programet stereofonike filluan rreth vitit 1950, kurse nga viti 1961 në Evropë filloi stereo transmetimi radiodifuziv në zonën-VHF. Gjatë kohës së aplikimit të stereotransmetimit në zonën-VHF- Fekzistonte sistem i zhvilluar monofonik, kështu që sistemi i ri stereofonik patjetër të mundësonte kushtin e përshtatshmërisë. Për shkak të kompatibilitetit në radiodifuzion, në vendin e transmetimit vendoset kodues, kurse në vendin e marrësit dekodues.

5.1. PARIMI I RADIOTRANSMETIMIT

Në institutin e Franklinit në Nju Jork në vitin 1893 Nikolla Teslla demonstroi transmetim pa tela në disa dhjetëra kilometra, kurse më vonë me stacion prej 200kW realizoi lidhje në një distancë prej 1.000km. Skema elektrike e transmetimit pa tela të Tesllës nga viti 1893 është paraqitur në Fig. 5-1.

Ideja e tij që valët elektromagnetike të krijohen me ndihmën e qarqeve osciluese dhe të emetohen përmes antenës, kurse në vendin e marrësit me ndihmën e antenës dhe qarqeve osciluese të merret sinjali, me çka ato do të ishin në rezonancë me qarkun oshilues të transmetuesit. Kjo ide është baza e radiotransmetimit të sotëm.

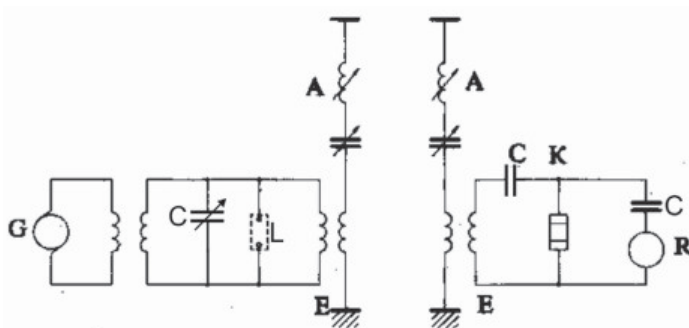


Fig. 5-1. Skema elektrike e transmetuesit dhe marrësit të Tesllës

Radiomarrësi është pajisje që i merr sinjalet që janë emetuar nga **radiotransmetues** të ndryshëm dhe i konverton valët elektromagnetike në sinjale elektrike. Radiotransmetuesi dhe marrësi paraqesin një kanal në sistemin e radiotransmetimit.

Hapi i parë në çdo radiotransmetim është konvertimi i mesazhit në sinjal elektrik, ku gjatë transmetimit të bisedës dhe muzikës kryhen me ndihmën e mikrofonave. Tensioni i FU në dalje të mikrofonit paraqet “figure” elektrike të zërit që transmetohet. Pastaj bartet në transmetuesit. Sinjali i FU modulohet dhe në antenën transmetuese paraqet tension i FL, i cili ndryshon si sinjal i FU nga mikrofoni. Rryma e FL në antenën emetuese rreth antenës krijon fushe të FL, e cila në formë të valëve elektromagnetike përhapet rreth transmetuesit. *Blok-skema e radiotransmetimit është dhënë në Fig. 5-2.*

Duke u përhapur me shpejtësinë e dritës, fusha elektromagnetike arrijnë në vendin e marrësit dhe nën ndikimin e saj në antenën e marrësit induktohet tension. Ky tension është i njëjtë si edhe tensioni në dalje të transmetuesit, vetëm se ka amplitudë më të vogël. Në marrës bëhet përforcimi, demodulimi, kurse në altoparlant konvertohet në zë të njëjtë siç ishte në anën transmetuese.

Me bllok-skemën në Fig. 5-2 mund të paraqitet çdo *radiotransmetim*. Si modulim mund të përdoret **modulimi në amplitudë (AM)** ose **modulimi në frekuencë (FM)**. Mund të transmetohen informacione të ndryshme. Të gjitha informacionet së pari konvertohen në sinjal elektrik me konvertues përkatës. Në telegrafi konvertues është butoni, në telefoni – mikrofoni, kurse në televizion – tubi katolik etj.

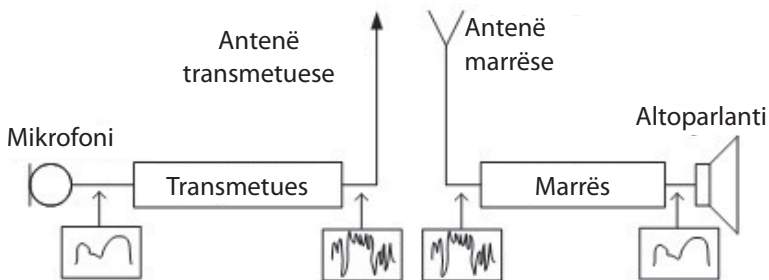


Fig. 5-2. Bllok-skema e radiotransmetimit

Varësisht nga lloji i modulimit i cili në transmetues e konverton sinjalin e FU në FL, kemi dy lloje të transmetuesve që përdoren në transmetimin radiodifuziv (emetim të programit për një numër të madh të dëgjuesve). Ato janë transmetuesit AM dhe FM. Transmetimi radiodifuziv sot është një nocion i zgjeruar, por ai nuk duhet të përzihet me termin radiotransmetim. **Radiotransmetimi** paraqet transmetim të informacioneve të çdo lloji, kurse **transmetimi radiodifuziv** e përfshin vetëm transmetimin e radioprogrameve nga radiostacionet.

5.2. RADIOTRANSMETUESI

Konstruksioni i radiotransmetuesve mund të jetë i ndryshëm – si në aspektin elektrik, ashtu edhe në atë mekanik. Kjo vjen nga ajo se transmetuesit ndërtohen për qëllime të ndryshme dhe për zona valore dhe fuqi të ndryshme. Në raport me fuqinë, transmetuesit dallohen vetëm nga di-

mensionet, kurse me këtë komplikohet sistemi për stabilizim, siguri dhe ftohje. Fuqia e transmetuesve lëviz nga disa kW deri në disa qindra kW. Transmetuesit për fuqi të vogla zakonisht janë mobil ose montohen në anije, aeroplanë. Transmetuesit mbi 15kW , janë të fiksuar në një lokacion të caktuar.

Nga këndvështrimi i *zonës valore*, dallohen transmetues për valë **të gjata (VGj)**, **të mesme (VM)**, **të shkurtra (VSh)** dhe **valë ultra të shkurtra (VHF)**.

Radiodifuzioni me ndihmën e AM kryhet në zonën e valëve të gjata dhe frekuencat e ulëta (150-300kHz), zonën e mesme (500-1.600kHz) dhe në pjesë të caktuara të zonës së valëve të shkurtra. Radiodifuzioni me ndihmën e FM bëhet në pjesën e valëve ultra të shkurtra dh frekuencat e larta (88-108kHz). Valët e gjata nën 150kHz punojnë stacionet profesionale që përdoren për vëzhgimin e anijeve lundruese. Në valë të shkurtra realizohen lidhjet profesionale – ushtri, postë, aviacion, si dhe lidhjet amatore. Në zonën VHF janë të vendosur kanalet –TV, lidhjet profesionale (aviacion), kurse në UHF- programet TV 2, radarët, lidhjet përmes satelitëve. Diagrami i zonave valore dhe të frekuencave është dhënë Tabelën 5-1.

Tabela 5-1. Diagrami i zonave valore dhe të frekuencave

Zona valore	Gjatësia valore λ	Frekuenca f	Zona e frekuencave
valë shumë të gjata	mbi 10 km	nën 30kHz	VLF
valë të gjata-VGj	10km-1km	30-300kHz	LF
valë të mesme-VM	1.000m-100m	300-3000kHz	MF
valë të shkurtra-VSh	100m-10m	3-30MHz	HF
Valë ultra të shkurtra-VUSh	10m-1mm	30-300.000MHz	
Metrike	110-1m	30-300MHz	VHF
Decimetrike	1m-10cm	300MHz-3GHz	UHF
Centimetrike	10-1cm	3-30GHz	SHF
milimetrike	10-1mm	30-300GHz	EHF

Numri dhe konstruksioni i qarqeve kryesore dhe sekondar në radio-transmetues varen nga qëllimi i tyre dhe nga kushtet e punës. Në rastin e përgjithshëm, bllok-skema e një radiotransmetuesi më të madh është dhënë në Fig. 5-3.

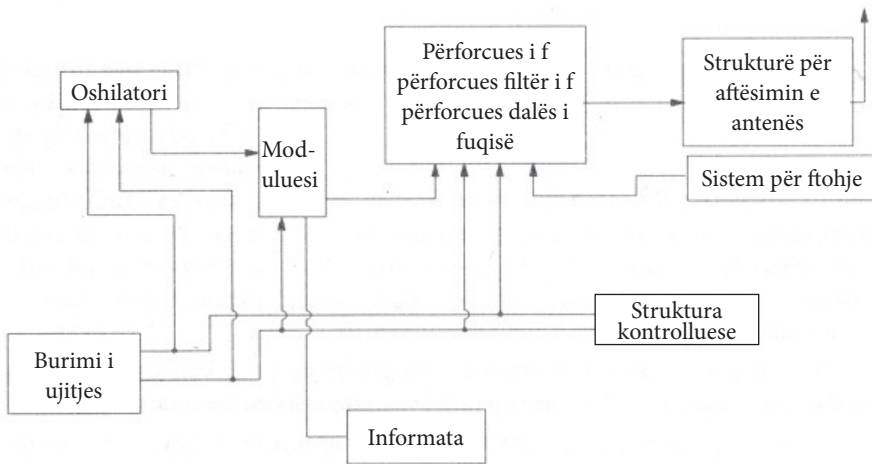


Fig. 5-3. Bllok-skema e radiotransmetuesit me elementet shoqëruese

Në varësi nga fuqia e transmetuesit përdoren qarqe të ndryshme dh sisteme për ftohje.

Radiostacionet e para kanë punuar në valë të gjata dhe të mesme, me çka për transmetim në distanca më të larta kanë qenë të nevojshëm transmetues me fuqi të madhe. Në fillim ekzistonte mendimi se valët e shkurtra janë të pa përdorshëm për radiotransmetim, kështu që me to filluan të punojnë radio amatorët, të cilët nga valët e gjata dhe të mesme i larguan stacionet komerciale. Por ndodhi diçka e papritur. Me transmetues me fuqi shumë të vogël, amatorët vendosën lidhje edhe në mijëra kilometra, çka më vonë sqarohet me ndikimin e jonosferës. Sot radio amatorët kanë rol të veçantë në zhvillimin e radioteknikës.

5.2.1. Transmetuesi i sinjaleve -AM

Sinjalet e frekuencave të ulëta të bisedës dhe muzikës modulohen para emetimit të tyre përmes transmetuesit. Transmetuesi –AM punon duke përdorur modulimin në amplitudë. **Modulimi në amplitudë (AM) paraqet vendosje të sinjalit-FU ose të ashtuquajturve sinjale modeluese në sinjalin-FL ose në të ashtuquajturin bartës (u_o).** Gjatë kësaj fitohet **sinjal i modular** në amplitudë, që do të thotë se amplituda e bartësit do të ndryshojë sipas ndryshimit të sinjalit-FU. Sinjali i modular i fituar quhet *sinjal i modular në amplitudë (u_{AM})* dhe ai është i përshtatshëm për transmetimin në distanca.

Bllok-skema e transmetuesit me sinjal të moduluar në amplitudë (transmetues-AM) është paraqitur në Fig. 5-4. Modulimi në amplitudë kryhet në modulor. Në të vijnë dy sinjale: bartësi-FL (i cili krijohet në oscilatorin-FL dhe përforcohet në përforcuesin-FL deri në nivelin e duhur) dhe sinjali-FU nga mikrofoni (ose ndonjë burim tjetër), i cili përforcohet me ndihmën e përforcuesit-FU.

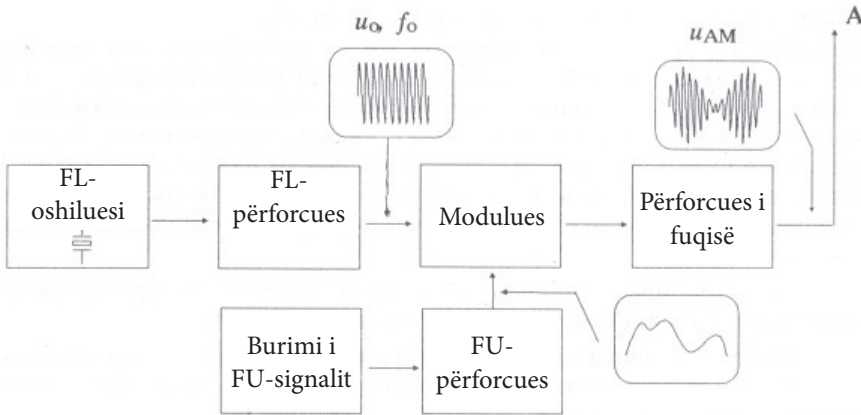


Fig. 5-4. Bllok-skema e transmetuesit-AM

Në dalje të modulorit fitohet sinjal i moduluar në amplitudë u_{AM} . Ky sinjal pastaj përforcohet në përforcuesin e fuqisë, me çka bartet në antenën transmetuese.

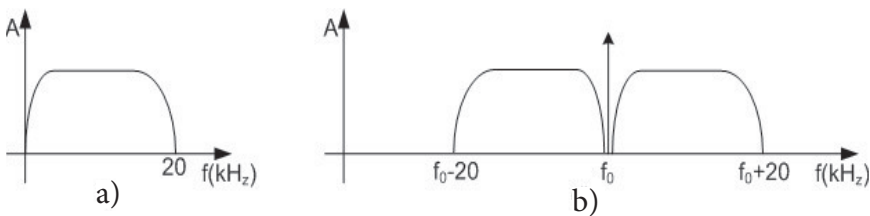


Fig. 5-5. Diagramet spektrale të frekuencave: a) i sinjalit modulues; b) i sinjalit të moduluar AM

Spektri i frekuencave i sinjalit që modulohet-FU i cili bartet në radiodifuzion është në brezin akustik, d.t.th. në brezin deri 2kHz. Pas modulimit në amplitudë të kryer, sinjali i moduluar ka spektër të frekuencave me gjerësi dy herë më të madhe se spektri i modulimit. Në Fig. 5-5 janë paraqitur spektrat e frekuencave të sinjali që modulohet-FU dhe i sinjalit të moduluar.

Frekuenca f_0 është frekuenca e bartësit, e cila është konstante për çdo sistem transmetimi.

Në transmetimin radiodifuziv që kryhet me modulim-AM është realizuar standardizimi i gjerësisë së kanalit të një radiostacioni në 9kHz. Kjo, praktikisht, do të thotë se nuk transmetohet sinjal me gjerësi të spektrit prej 40kHz, por vetëm me gjerësi prej 9kHz. Kjo është bërë për arsye praktike, por – kuptohet- ndikon në cilësinë e sinjalit të transmetuar. Domethënë, të gjitha sinjalet frekuenca e të cilëve është më e madh se 4,5 kHz shtypen me filtër-lëshues të frekuencave të ulëta (deri në 4,5 kHz). Kur bëhet transmetim i bisedës, filtrimi i komponentëve mbi 4,5 kHz nuk do të ndikojë në cilësinë e transmetimit. Megjithatë, gjatë transmetimit të sinjalit të muzikës, komponentët mbi 4,5 kHz do të ndikojnë në ngjyrën e tonit, kështu që me eliminimin e tyre do të zvogëlohet cilësia e sinjalit të transmetuar.

Për eliminimin e këtyre probleme përdoret i ashtuquajtimi modulim në frekuencë (FM) në zonën e valëve ultra të shkurtra.

Skema elektrike e një transmetuesi të thjeshtë AM është paraqitur në (Fig. 5-6-a), kurse format kohore të sinjaleve u_C , i_C dhe u_{AM} janë paraqitur në (Fig. 5-6-b,c dhe d), përkatësisht.

Transistori T_1 është elementi aktiv i oscilatorit-FL të Kolpits-it në të cilin kryhet gjenerimi i bartësit të frekuencës f_0 . Frekuenca e bartësit në transmetues duhet të jetë konstante dhe e pavarur ndaj ndryshimeve në kushtet e jashtme të punës (temperatura, shtypja), si dhe ndaj ndryshimeve eventuale të vogla të tensionit me të cilin kryhet furnizimi i sistemit etj. Nëse nuk plotësohet ky kusht për gjendjen konstante të bartësit të frekuencës, dëgjuesit do të duhej që gjatë çdo ndryshimi të frekuencës bartëse prej fillimi të bënin përshtatjen e stacionit.

Stabilizimi i frekuencës së bartësit kryhet me futjen e oscilatorit të kuarcit (Q) frekuenca rezonante e të cilit është f_0 . Bartësi me frekuencë f_0 përmes rrugës induktive, përmes transformatorit të frekuencave të larta (i formuar nga bobinat L_1 dhe L_2) çohet emiterin e transistorit T_4 . Ky transistor është elementi aktiv në modulator. Modulimi kryhet në kolektorin e këtij transistori (prandaj ky modulim quhet modulim kolektorial).

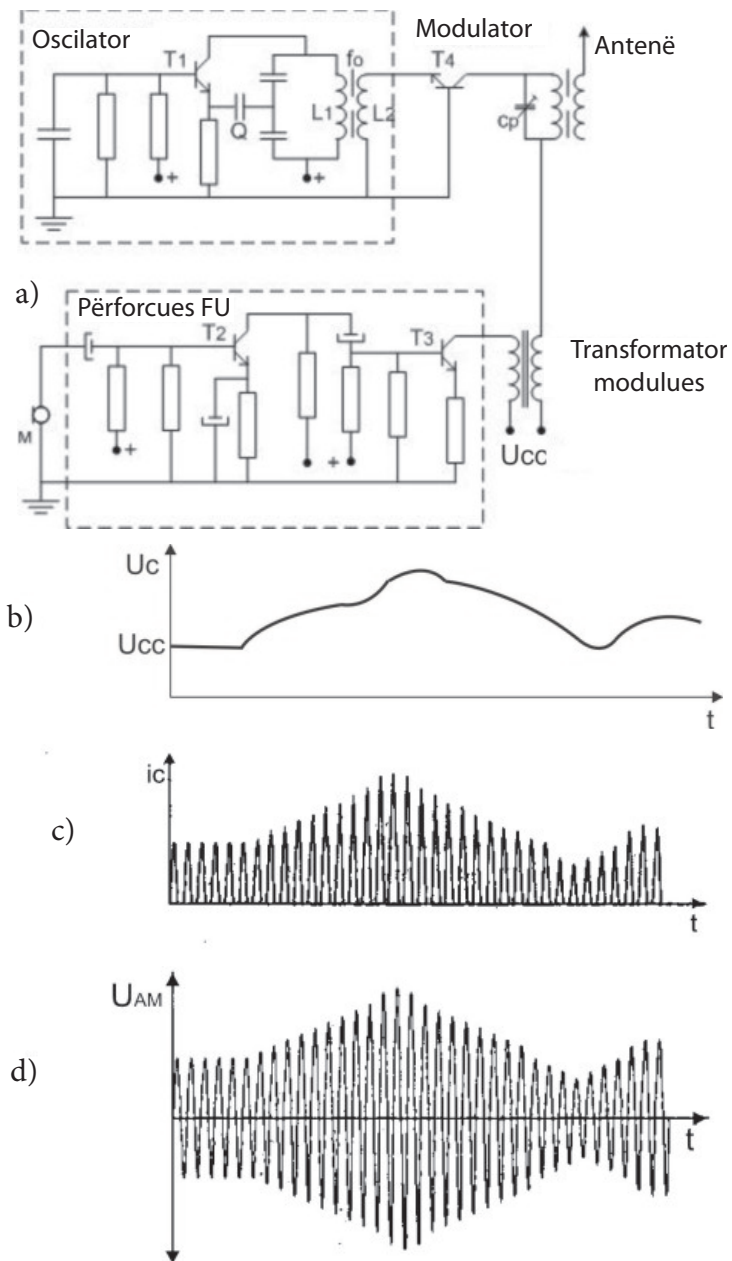


Fig. 5-6. Transmetues me modulim në amplitudë-AM: a) Skema elektrike; b) tensioni i kolektorit c) rryma e kolektorit, d) tensioni i modulimit në amplitudë

Siç shihet nga figura, tensioni i kolektorit i këtij transistori është i barabartë me shumën e tensionit të vazhduar për furnizim u_c dhe tensionit-FU të modulimit të sekondarit të transformatorit modulues. Kjo do të thotë se tensioni i kolektorit u_c ndryshon ashtu siç ndryshon tensioni i modulimit (Fig. 5-6-b), për këtë arsye rryma e kolektorit i_c do të ketë formën si në (Fig. 5-6-c).

Forma e sinjalit i_c , gjithashtu ndryshon në përputhje me ndryshimet e sinjalit të modulimit. Kjo rrymë në qarku oshilues paralel në kolektor krijon tension, i cili quhet sinjal i modulimit në amplitudë (Figura 5-6-d). Ky sinjal-Am përmes rrugës induktive bartet në antenën transmetuese.

5.2.2 Transmetuesi i sinjaleve-FM

Procedura gjatë së cilës modulimi kryhet ashtu që në ritmin e sinjalit që transmetohet ndryshon frekuenca e bartësit quhet **modulim në frekuencë** (FM). Në Fig. 5-7 janë dhënë sinjalet e bartësi u_0 me frekuencë f_0 , sinjali i sinjalit të frekuencave të ulëta që transmetohet (sinjali modulues u dhe sinjali moduluar në frekuencë u_{FM}). Në modulimin në frekuencë informacioni i rëndësishëm është devijimi maksimal nga frekuenca e bartësit. Ky devijim (Δf_{max}) quhet - devijimi maksimal i frekuencës. Gjerësinë e spektrit të sinjalit-FM është:

$$B = 2 \cdot \Delta f_{max} \dots\dots\dots(5-1)$$

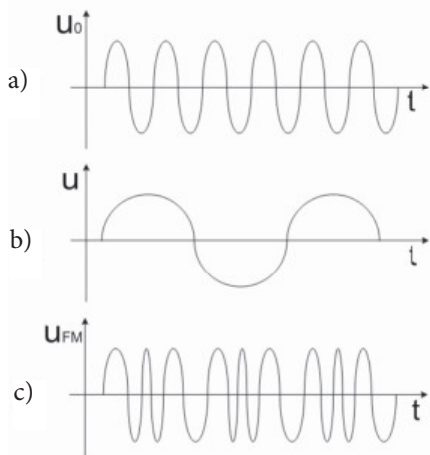


Fig. 5-7. Format e sinjaleve gjatë modulimit në frekuencë : a) bartësi; b) sinjali modulues; c) sinjali i moduluar

Në radiodifuzion, gjerësia e këtij spektri është 150kHz, sepse $\Delta f_{max} = 75\text{kHz}$.

Blokk-skema e një transmetuesi-FM është dhënë në Fig. 5-8.

Sinjali modulues i fituar nga burimi-FU (mikrofon etj.) përforcohet në përforcuesin-FU, dhe pastaj dërgohet në oscilatorin e frekuencave të larta, në të cilin gjerohet bartësi me frekuencë f_0 . Në mungesë të sinjalit nga përforcuesi-FU, frekuenca e oscilatorit të frekuencave të larta është f_0 . Në qarku oscilues të oscilatorit-FL gjinden dy dioda-varikap.

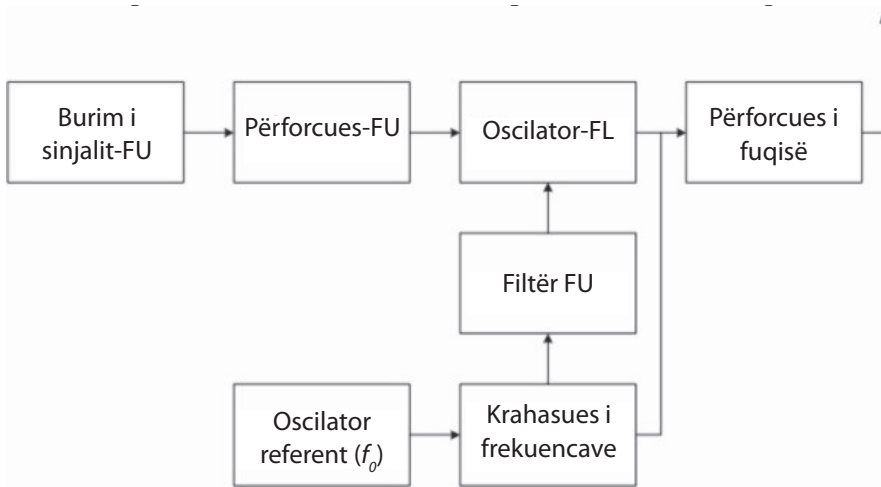


Fig. 5-8. Blokk-skema e transmetuesit-FM

Nën veprimin e sinjalit-FU ndryshon kapaciteti i diodave, dhe me të ndryshohet edhe frekuenca rezonante e qarkut oscilues të oscilatorit-FL, me çka arrihet modulimi në frekuencë. Sinjali-FM nga dalja e oscilatorit-FL bartet në përforcuesin e fuqisë, i cili e siguron fuqinë dalëse të nevojshme të transmetuesit-FM. Në transmetuesit-FM nuk është e përshtatur mënyra për stabilizimin e frekuencës bartëse me kristal kuarci (si në PD-transmetues), pasi në këtë rast do të ishte vështirë të mjaftueshme për të bërë ndryshime të me kristal kuarci (si në transmetuesin-AM), sepse në këtë mënyrë do të ishte e vështirë që të bëheshin ndryshime të mëdha të frekuencës nën ndikimin e sinjalit modulues. Te transmetuesit-FM kryhet stabilizimi i frekuencës f_0 , pra të frekuencës që e ka sinjali i daljes kur në hyrje të oscilatorit-FL nuk sinjal modulues. Kjo realizohet me ndihmën

e një tjetri të ashtuquajtur *oscilator ndihmës* ose *oscilator referent*. Në të gjenerohet sinjal me frekuencë shumë më stabile e barabartë me f_0 . Sinjali nga ky oscilator bartet në krahasues (komparator) të frekuencave, në cilin bartet edhe tensioni nga oscilatori-FL. Në krahasues bëhet krahasimi i frekuencave të këtyre dy sinjaleve. Nëse në hyrje të oscilatorit-FL nuk ka sinjal modulus, atëherë frekuenca e tij konstante dhe ka të njëjtën vlerë me frekuencën e sinjalit nga oscilatori referent. Në këtë rast, kur të dy frekuenca janë të barabarta, në dalje të krahasuesit të frekuencave nuk do të ketë asnjë lloj tensioni. Nëse për ndonjë arsye ndryshon frekuenca e oscilatorit-FL (për shembull, rritje e temperaturës) dhe fiton vlerë të ndryshme nga f_0 , atëherë në dalje të krahasuesit do të fitohet tension i vazhduar V_k . Ky tension bartet në diodat-varikap tashmë të përmendura, me çka kapaciteti i tyre do të ndryshojë, me çka edhe frekuenca e oscilatorëve do të kthehet në vlerën fillestare f_0 . Mes krahasuesit dhe oscilatorit-FL gjendet filtri-lëshues i frekuencave të ulëta, i cili duhet ta lëshoj tensionin e vazhduar, kurse të ndalojë kalimin e të gjitha komponentëve tjera të mundshme që do të paraqiteshin në krahasuesin e frekuencave.

Spektri i sinjalit-FM teorikisht është i pafund, por në transmetimin radiodifuziv është miratuar gjerësia prej 150kHz (për transmetimin monofonik) dhe 250kHz (për transmetimin stereofonik). Në të dy rastet, frekuenca më e lartë e sinjalit modelues është 15kHz, e cila siguron cilësi të lartë të zërit të transmetuar.

Radiodifuzioni me ndihmën e modulimit në frekuencë realizohet në zonën e *valëve ultra të shkurtra*, në **brezin e frekuencave** prej 88MHz deri në 108MHz.

Në Fig. 5-9 paraqitet skema elektrike e një transmetues-FM të thjeshtë.

Transistori T_2 është elementi aktiv në oscilatorin-FL, frekuenca e të cilit përshtatet me ndihmën e kondensatorit të ndryshueshëm C_t . Frekuenca e oscilatorit është paraqitur me relacionin:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot (C_t + C_{CB})}} , \dots\dots\dots(5-2)$$

ku C_{CB} është kapaciteti mes kolektorit dhe bazës së transistorit T_2 .

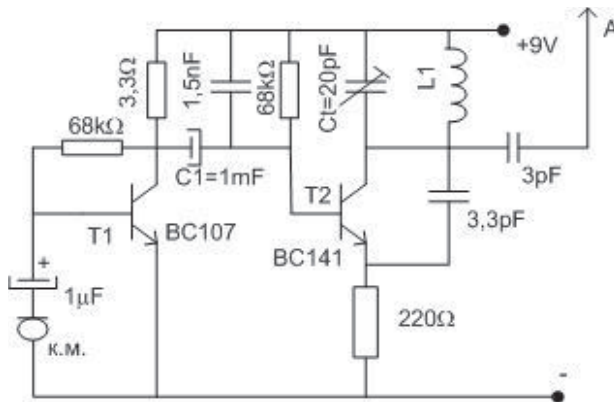


Fig. 5-9. Skema elektrike e transmetuesit-FM të thjeshtë

Sinjali-FU përforcohet në përforcuesin-FU (me transistorin T_1) dhe përmes kondensatorit C_1 bartet në bazën e transistorit T_2 . Nën ndikimin e këtij tensioni, nëpër transistorin T_2 rrjedh rryma-FU. Madhësia kapaciteteve mes elektrodave varet nga madhësia e rrymës nëpër transistor. Nëse dihet ky fakt, atëherë bëhet e qartë se C_{CB} do të ndryshojë në pajtim me ndryshimet e sinjalit-FU, d.t.th. në ritmin e sinjalit modulues. Në pajtim me këtë dhe me relacionin (5-2), në të njëjtin raport do të ndryshojë edhe frekuenca e oscilatorit-FL. Domethënë, në kolektori e T_2 do të fitohet sinjal-RM.

SHTOJCA 3

Transmetuesi FM me qarq të integruar.

5 PËRMBLEDHJE

- ❖ Fjala radio vjen nga fjala latine (radiatio), që do të thotë rrezatim në të gjitha drejtimet;
- ❖ Radiomarrësi është pajisje që i merr sinjalet që emetohen nga radiotransmetues të ndryshëm dhe i konverton valët elektromagnetike në sinjale elektrike. Radiotransmetuesi dhe marrësi paraqesin një kanal në sistemin e radiotransmetimit;
- ❖ Radiodifuzioni me Am kryhet në zonën e valëve të gjata (150-300kHz) dhe në valët e mesme (500-1.600kHz), kurse me FM kryhet në pjesën e valëve ultra të shkurtra (88-108kHz);
- ❖ Transmetimi radiodifuziv që kryhet në me modulimin-AM e ka të standardizuar gjerësinë e kanalit për në radiostacion prej 9kHz, ndërsa për sinjalin-FM teorikisht është i pafundmë, por në transmetimin radiodifuziv është miratuar gjerësia e 150kHz (për transmetimin monofonik) dhe 250kHz (për transmetimin stereofonik);

PYETJE DHE DETYRA

1. Frekuencat bartëse të disa radiotransmetuesve që dëgjohen në Shkup janë: 810kHz, 97,3 kHz, 104kHz, 101kHz. Sa janë gjatësitë valore të tyre?
2. Në cilat zona valore kryhet transmetimi radiodifuziv?
3. Përcakto brezat e frekuencave dhe gjatësitë valore në të cilat realizohet transmetimi radiofuziv?
4. Oshilatori në Fig. 5-4 oscilon me frekuencë prej 810kHz. Mes përforcuesit të fuqisë dhe antenës ka filtër-lëshues të brezit frekuenca mesatare e të cilit është e barabartë me frekuencën e bartësit të transmetuesit. Brezin e lejimit e ka të gjerë 9kHz. Sinjali i frekuencave të ulëta është i përbërë nga komponentë me perioda të thjeshta me frekuenca: 280Hz, 650Hz, 1.200Hz, 2.400Hz, 7.200Hz dhe 15.000Hz. Të vizatohet diagrami spektral dhe të përcaktohet numri i komponentët që ekzistojnë në sinjalin-AM në antenën e transmetuesit!
5. Për transmetuesin-AM nga Fig. 5-4 të përcaktohet diagrami spektral nëse oscilatori oscilon me frekuencë prej 1.200Hz, kurse sinjali i frekuencave të ulëta është sinjal muzikor me frekuencë kufitare të sipërme prej 15kHz. Përcakto edhe frekuencën e poshtme kufitare që ekziston në spektrin e sinjalit-AM të antenës transmetuese?
6. Sa është i gjerë spektri i sinjalit-FM në antenën nëse transmetuesi është radiodifuziv?
7. Në cilat frekuenca dhe me çfarë gjatësie valore barten sinjalet e transmetuesit-FM në radiodifuzion?
8. Cilat përparësi ekzistojnë kur bartet sinjal muzikor nga transmetuesi-FM në raport me transmetimin e transmetuesit-AM?

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

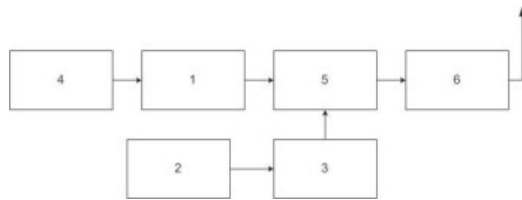
- Marrësi është pajisje që i merr sinjalet që emetohen nga transmetuesi _____.
- Transmetim radiodifuziv është krijimi i valëve elektromagnetike me anë të qarqeve osciluese dhe emetim të tyre me _____.
- Radiodifuzioni në valë ët mesme kryhet në frekuenca $f=$ _____ deri në _____.

5. PAJISJET PËR TRANSMETIM RADIODIFUZIV

- Transmetuesi i sinjaleve-AM kryen modulim _____ të sinjalit-FU para se të kryej transmetimin e tij.
- Gjerësia e spektrit të sinjalit-FM, në transmetuesin-FM, është _____, kurse gjerësia e radiodifuzionit është _____, sepse $\Delta f_{max} = 75\text{kHz}$.

Plotëso fjalinë

- Në figurë është paraqitur _____.



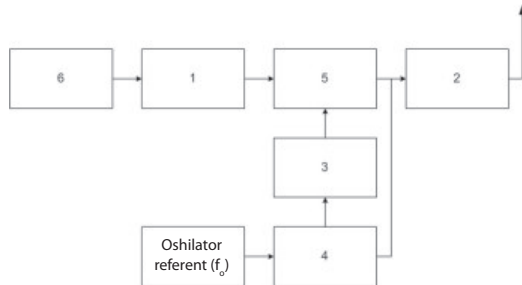
Çka paraqesin blloqet e mëposhtme:

- 1- _____
 2- _____
 3- _____

Si është sinjali (sipas frekuencës) në mes të bllokut 3 dhe 5

_____.

- Në figurë është paraqitur _____.



- Anash çdo termi vendos numrin përkatës nga figura e treguar më lartë.

- Përforcues fuqie ()
 krahasues i frekuencave ()
 përforcues-FU ()
 Oscilator referent ()

6. PAJISJET PËR MARRJE RADIODIFUZIVE

Radiomarrësi është pajisje elektrike e cila nga shumë tensione të frekuencave të larta që induktohen në antenën e marrësit nën ndikimin e fushave elektromagnetike që i krijojnë radiotransmetuesit, i veçon dhe i përforcon vetëm sinjalet e atij transmetuesi në frekuencën e të cilit është përshtat marrësi dhe nga ai sinjal e veçon informacionin. Ky informacion mund të jenë zë (bisedë, muzikë) ose të dhëna. Radiomarrësit përdoren në radiodifuzion, radionavigacion, televizion, sistemet radarë etj.

6.1. MARRËSAT RADIODIFUZIV

Radiomarrësit mund të ndahet në disa mënyra: në bazë të parimit të funksionimit, sipas zonës së punës ose sipas llojit të modulimit. Kështu, parimit të funksionimit, marrësit ndahen në të *drejtpërdrejtë* (marrës me përforcim direkt të menjëhershëm) dhe *superheterodin* (me përforcim të tërthortë). Në varësi të asaj se cilën zonë të marrjes e posedojnë, radiomarrësit ndahen në: *të valëve të gjata* (VGj), *të valëve të mesme* (VM), *të valëve të shkurtra* (VSh) dhe *të valëve ultra të shkurtra* (VUSh-VHF). Sipas llojit të modulimit, është i mundshëm ndarja në marrës që punojnë me *modulim në amplitudë* (marrësi-AM) dhe marrës që punojnë me *modulim në frekuencë* (marrës - FM).

6.1.1. Marrësit radiodifuziv-AM

Marrësit e drejtpërdrejtë. Në marrësit direkt ka përforsim direkt të drejtpërdrejtë të sinjalit të stacionit që pranohet, me shtypjen e njëkohshme të sinjaleve të gjitha stacioneve të tjera që mund ta pengojnë marrjen. Bllok-skema e një marrësi direkt është paraqitur në Fig. 6-1. Stadi i parë e secilit, por kështu edhe i marrësit direkt, është *qarku hyrës*. Roli i tij ka të bëjë me atë që nga shumë tensione me frekuenca të ndryshme, të cilët në antenë i krijojnë transmetues të ndryshëm, në stadin e ardhshëm të lëshoj vetëm spektrin e sinjalit të stacionit me të cilin marrësi është përshtatur. Stadi i ardhshëm është *përforsues i frekuencave të larta (FL)* i cili duhet të përforsojë sinjalin e hyrjes dhe ka karakteristika selektive. Kjo praktikisht do të thotë se më shumë duhet të përforsojë sinjalin e stacionit në të cilin është përshtat marrësi. Njëkohësisht, ky sinjal është përforsuar në nivelin e kërkuar që të mund të bëhet detektimi. *Detektori* nga ky sinjal i moduluar e ndan informacionin dhe në daljen e tij fitohet tensioni i frekuencave të ulëta.

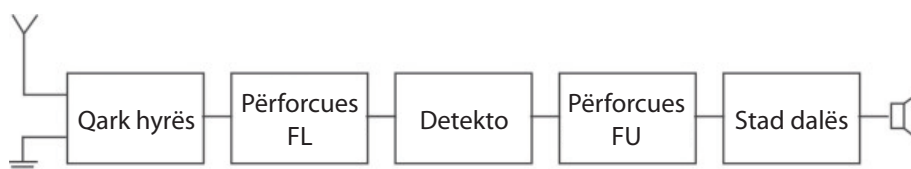


Fig. 6-1. Bllok-skema e marrësit të drejtpërdrejtë

Tensioni i frekuencave të ulëta i fituar në këtë mënyrë pastaj përforskohet në përforsuesin-FU në nivelin e nevojshëm për eksitim të stadi dalës. Stadi dalës shpesh quhet edhe *përforsues i fuqisë*. Në fund, altoparlanti është si që e konverton këtë fuqi elektrike në fuqi akustike, d.t.th. e kthen informacionin në formën e tij burimore ose fillestare.

Marrësit superheterodin për sinjalet-AM

Radiomarrësit direkt janë pajisje relativisht të thjeshta të cilat sot pothuajse nuk përdoren, sepse kanë selektivitet të keq dhe ndjeshmëri të vogël, d.m.th., mundësinë për të marrë sinjale nga stacionet më të dobëta. Ata janë eliminuar nga të ashtuquajturit marrës superheterodin, bllok-skema e të cilit është dhënë në Fig. 6-2.

Me ndihmën e *qarkut hyrës* ndahet sinjali i stacionit me të cilin është përshtat marrësit, ndërsa sinjalet tjera shtypen. Sinjali i stacionit është tension i moduluar në amplitudë frekuenca bartëse e të cilit është f_s . Ky tension bartet në stadin për ndryshimin e frekuencës (SNF). Emri i plotë i këtij stadi është: *stadi për ndryshimin e frekuencës së bartësit*, sepse në këtë stad sinjali-AM fiton bartës të ri. Frekuenca e re quhet frekuencë e ndërmjetme dhe shënohet me f_{mf}

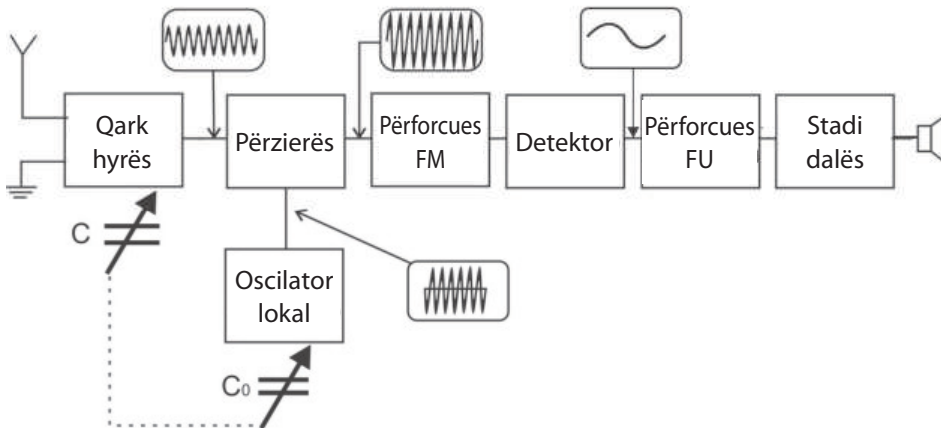


Fig. 6-2. Bllok-skema e marrësit-AM superheterodin

Shkalla e ndryshimit të frekuencës përbëhet nga dy njësi të veçanta. Ato janë *përzierësi* dhe *oscilatori lokal*. Tensionin që e krijon oscilatori lokal është me amplitudë konstante, kurse frekuenca e tij shënohet me f_o dhe është për f_{mf} më e madhe se frekuenca e bartësit të stacionit me të cilin është përshtat marrësi. Për shkak të veprimit të njëkohshëm të sinjalit të stacionit dhe sinjalit të oscilatorit lokal, në dalje të përzierësit fitohet tension i frekuencës së ndërmjetme. Ky është tensioni-AM frekuenca bartëse e të cilit është f_{mf} , lakorja mbështjellëse (envelopa) ka formë të njëjtë si edhe envelopa e sinjalit të stacionit programi i së cilës pranohet. Domethënë, informacioni nga transmetuesi deri te stadi për ndryshimin e frekuencës e bart sinjali me f_s , kurse prej aty sinjal bartës ka frekuencë f_{mf} . Lidhja matematikore mes frekuencës së bartësit të stacionit dhe frekuencës së oscilatorit lokal, e shprehur përmes frekuencës së ndërmjetme, është:

$$f_{mf} = f_0 - f_s \dots\dots\dots(6-1)$$

Gjatë kalimit të marrjes në një stacion tjetër, frekuenca rezonante e qarkut të hyrjes me ndihmën e kondensatorit të ndryshueshëm C përshtatet të jetë e barabartë me frekuencën e bartësit të atij stacioni. Gjatë kësaj, me kondensatorin e ndryshueshëm C_0 në oscilatorin lokal, rotori i të cilit është i lidhur në boshtin e njëjtë me kondensatorin e ndryshueshëm (C) në qarkun e hyrjes, bëhet ndryshimi i frekuencës, por në atë mënyrë që çdo herë plotësohet kushti (6-1), kështu që frekuenca në hyrje të përzierësit përsëri është e barabartë me f_{mf} . *Kjo do të thotë se pavarësisht se në cilin stacion është përshtatur marrësi, frekuenca e sinjalit-AM në dalje të përzierësit është e barabartë me $f_{mf}=455\text{kHz}$.*

Tensioni në mes frekuencë në dalje të përzierësit është i moduluar në amplitudë, kurse lakorja mbështjellëse e saj është e njëjtë me atë të sinjalit të stacionit në hyrje të përzierësit. Pastaj, ky tension i frekuencës së ndërmjetme përforcohet në përforcuesin-FM, pastaj çohet në detektor. Selektiviteti dhe ndjeshmëria në këto marrësa janë shumë të mirë.

Në marrësit superheterodin sinjali nga stacioni hidhet në zonën me frekuencë më të ulët, ku është më lehtë të bëhet selektimi dhe përforcimi, kurse me këtë fitohet edhe cilësi më e mirë e sinjalit të marrë.

6.1.2. Marrësit radiodifuziv-FM

Marrësit-FM janë marrës të tillë me ndihmën e të cilëve realizohet marrje e sinjaleve të moduluar në frekuencë. Radiodifuzioni me këto sinjale kryhet në valët ultra të shkurtra (VHF), prandaj, shpesh këto marrës quhen **marrës - VHF**. Bllok-skema e marrësit-FM radiodifuziv është paraqitur në Fig. 6-3.

Në këto marrës përdoret antenë e jashtme në formën e dipolit të hapur me gjatësi prej 1,5m. Një antenë e tillë do të ishte shumë jopraktike në pajisjet e vogla mobile dhe prandaj në to përdoret antena-shkop e cila mundet të zgajtet dhe tkurret (teleskopike).

Me ndihmën e qarkut hyrës dhe përforcuesit-FL ndahet dhe përforcohet spektri i stacionit në të cilin është përshtat marrësi, kurse tjerat shtypen. Në stadin për ndryshimin e frekuencës, i cili përbëhet nga përzi-

erësi dhe oscilatori lokal, bartësi i stacionit fiton vlerë të re. Kjo frekuencë e ndërmjetme është standardizuar për marrësit-FM dhe në të gjithë është: $f_{mf}=10,7$ MHz.

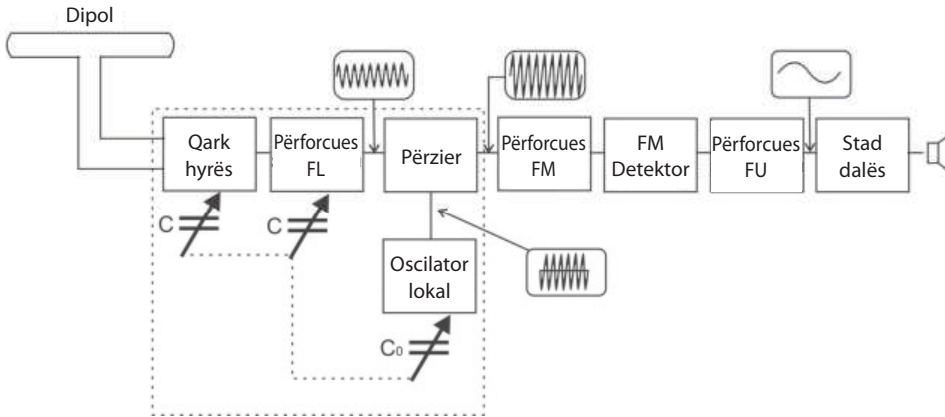


Fig. 6-3. Bllok-skema e marrësit- FM

Në përforcuesin-FM përforcohet sinjali i frekuencës së ndërmjetme dhe shtypen të sinjalet tjera të ndodhur në përzierës nën veprimin e stacioneve tjera, të cilët nuk ishin shtypur në qarkun e hyrjes të përforcuesit-FL. Pastaj vjen detektori i sinjaleve të moduluar në frekuencë, në dalje të të cilit fitohet tension-FU, i cili përforcohet dhe riprodhohet me altoparlantët.

Marrësi stereofonik

Në valët ultra të shkurtra, në brezin prej 88 deri në 108MHz, kryhet **radiodifuzioni stereofonik**, e cila dëgjuesve u jep pasqyrë hapësinore për muzikën që dëgjohej. Bllok-skema e marrësit stereofonik është treguar në Fig. 6-4.

Në krahasim me marrësin-FM, shihet se ekziston dallim mes marrësi stereofonik dhe atij monofonik në një stad të ri. Ky është dekoduesi dhe dy kanalet-FU. Kur ky marrës, në mënyrë të njëjtë si edhe ai monofonik, do të përshtatet në transmetuesin stereofonik, atëherë në dalje të detektorit-FM fitohet i ashtuquajtur *sinjal i multipleksuar* (Mp_x). Ky sinjal-FU të majtë (L) dhe të djathtë (R) NF-sinjal. Ata rrjedhin nga ana e majtë dhe e djathtë e orkestrës muzika e së cilës emetohet. Dekoduesi nga sinjali i multipleksuar i ndan veçantë sinjalin e majtë dhe veçantë sinjalin e djathtë. Këto sinjale përforcohen përmes kanalet -FU të veçanta dhe riprodhohen nëpërmjet altoparlantëve.

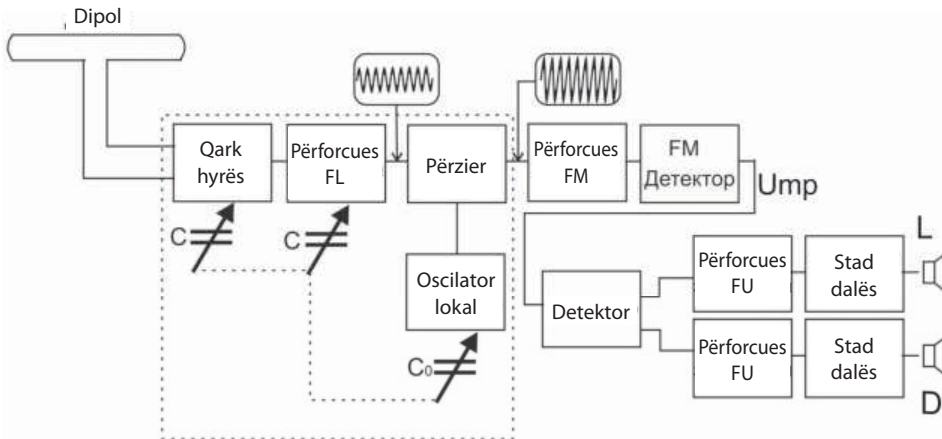


Fig. 6-4. Bllok-skema e marrësit stereofonik

Marrësit – FM zakonisht përpunohen në kombinim me marrësit – AM, marrësit e tillë, të cilët shpesh quhen **marrësa - AM/FM**, përveç brezit VHF, kanë edhe brezin VM, kurse pajisjet më komplekse edhe brezin VSh dhe VGj. *Bllok-skema e marrësit AM/FM*, i cili ka tre zona marrëse (VHF, VM, VSh) është dhënë në Fig. 6-5.

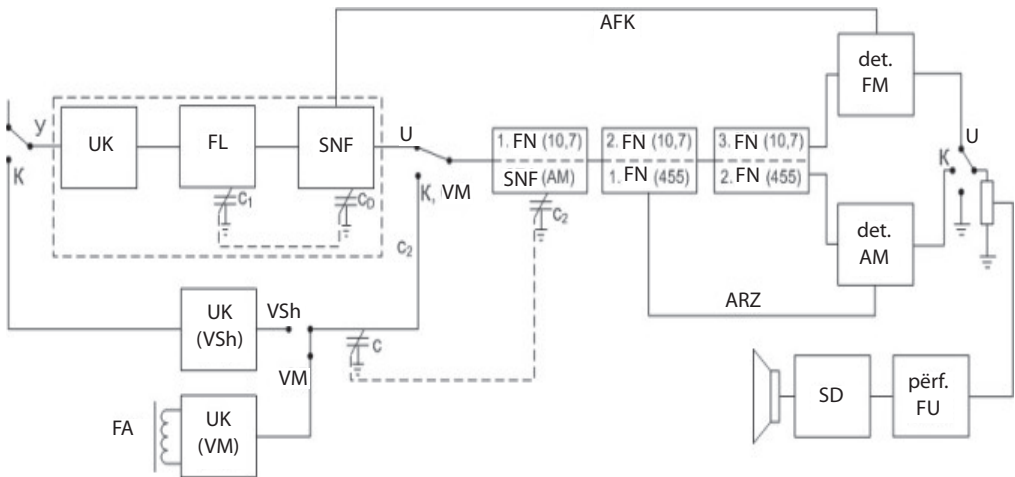


Fig. 6-5. Bllok-skema e marrësit - AM/FM

Me shtypjen e butonit të marrësit me shenjën VUSh (UHF), të gjithë çelësat kalojnë në pozitën U (si në fig). Sinjali nga antenna (teleskopike –për pajisje mobile) bartet në detektorin e sinjaleve-FM (përmes njësisë-VHF dhe përforcuesit me tre stade). Sinjali-FU nga detektori-FM, përmes po-

tenciometrit për rregullimi e intensitetit, bartet në pjesën-FU dhe riprodhohet në altoparlant.

Kur do të shtypet butoni me shenjën KB, të gjithë çelësat kalojnë në pozitën e shënuar me K. Kështu, sinjali nga antena vjen në qarkun e hyrjes për valë të shkurtra, kurse nga ai në stadin për ndryshim të frekuencës SNF. Transistori në këtë stad është i njëjti ai cili gjatë marrjes së VHF punon stad-FN i parë për sinjale prej 10,7Mhz. Me çelësa atij i shtohen elemente përkatëse dhe ai punon njëkohësisht edhe oscilator edhe si SNF. Sinjali dalës i frekuencës së ndërmjetme bartet në përforcuesin-FN me dy stade me qarqe oshiluese të akorduar në 455kHz , ose në ndonjë vlerë tjetër të ngjashme. Edhe në këto stade përdoren të njëjtit transistorë të cilët gjatë marrjes së VHF punojnë në stadin e dytë dhe tretë të përforcuesit-FN (frekuencës së ndërmjetme) (për sinjal prej 10,7 MHz). Pastaj sinjali-FU nga detektori-AM bartet në potenciometër për rregullimin e intensitetin, kurse pastaj në pjesën -FU të marrësit.

6.2. KARAKTERISTIKAT E RADIOMARRËSVE

Karakteristika më të rëndësishme me ndihmën e të cilave vlerësohen mundësitë e një radiomarrësi janë: *ndjeshmëria, selektiviteti, fuqia dalëse, besnikëria e riprodhimit dhe zonat e marrjes.*

Ndjeshmëria është masë për aftësinë e radiomarrësit të realizojë marrje me cilësi të kënaqshme edhe në tensione të ulët në antenë (gjatë sinjaleve të dobëta).

Ndjeshmëria e marrësve radiodifuziv lëviz prej disa mikrovoltësh, e deri në disa qindra mikrovoltësh. Ndjeshmëria e marrësve profesional më shpesh shprehet si madhësi e fuqisë së sinjalit të dobishëm që të realizohet marrje normale (prej 10^{-15} W deri në 10^{-12} W). Në marrësit me antenë hekuri, ndjeshmëria definohet si intensitet minimal i fushës në vendin e marrjes me çka realizohet marrje normale të sinjalit. Ky intensitet minimal është në kufijtë prej disa dhjetëra pjesëve të mW/m, e deri në disa mW/m.

Selektiviteti është aftësia e radiomarrësit që nga shumë sinjale me frekuenca të ndryshme, të cilët në antenën e marrjes krijojnë fusha të ndryshme dhe pengesa të ndryshme, të ndajë vetëm të dobishmit, d.t.th. vetëm sinjalin e stacionit që merret, kurse ti shtypë të gjithë të tjerët. Gjatë kësaj

duhet të merret parasysh se të gjitha pengesat që e pengojnë marrjen normale mund të ndahen në dy grupe. Në të parin bien sinjalet frekuencat e të cilëve janë shumë afër me frekuencën në të cilën është akorduar marrësi dhe këto quhen pengesa nga kanalet fqinje. Në grupin e dytë përfshihen sinjalet frekuencat e të cilëve janë dukshëm më të mëdha se frekuenca e sinjalit primar të dobishëm dhe quhen **pengesa nga kanalet e largëta** (transmetuesit). Pengesat nga kanalet fqinje realizohen në përforcuesin-FN, kurse pengesat nga kanalet e largëta – në qarkun e hyrjes dhe në përforcuesin FL (nëse ekziston).

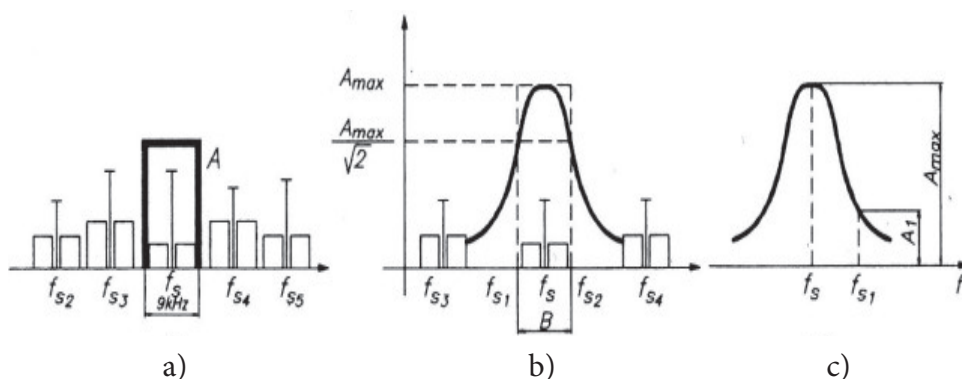


Fig. 6-6. Karakteristikat selektive të qarqeve të hyrjes

Selektiviteti i marrësit fitohet në pjesën-FL të tij, nga antena e detektorit, me atë që selektiviteti në raport me stacionin simetrik realizohet në qarkun e hyrjes në përforcuesin-FL, kurse selektiviteti në raport me kanalet fqinje në përforcuesin-FN.

Përforcimi (A) në marrës me selektivitet ideal është treguar në (Fig. 6-6-a). Marrësit real nuk kanë një karakteristikë të tillë (Fig. 6-6-b). Nga kjo figurë shihet se çka nënkuptohet me termin brez i lejimit (B) të marrësit. Ky është ndryshimi i frekuencave ($f - f_1$) në të cilin përforcimi është përafërsisht i barabartë me 70% të përforcimit maksimal A_{max} .

Besnikëria e riprodhimit në radiomarrës shihet nga ajo se sa me besnikëri në daljen e tij do ta riprodhojë mbështjellësja (envelope) e sinjalit-AM të moduluar i cili vjen në antenën e tij. Në rrugën e tij nga antena deri te altoparlanti, sinjali kalon nëpër më shumë stadi të marrësit, nga të cilët asnjëri nuk është ideal d.t.th. secili stad fut ndonjë ndryshim të sinjalit,

që do të thotë se sinjali në një masë është shtrembëruar. Kjo do të thotë se edhe tensioni i altoparlantit nuk do të jetë pothuajse e njëjta formë si forma e mbështjellëses (envelope) të tensionit-AM të antenës.

Zonat e marrjes

Radiotransmetimi kryhet me anë të valëve elektromagnetike frekuencat e të cilëve gjenden në kufijtë prej disa kiloherc, e deri në më tepër se disa dhjetëra gigaherc. *Radiodifuzioni kryhet vetën në zona të veçanta të valëve të shkurtra, ultra të shkurtra, mesme dhe valëve të gjata.* Pjesa më e madhe e marrësve bashkëkohor janë projektuar për marrje të stacioneve që rrezatojnë programe në zonat e frekuencave të mesme dhe ultra të shkurtra, por ka edhe të tillë që janë të aftë për marrje të programeve të stacioneve nga zona tjera valore (si për shembull, nga zona e valëve të shkurtra).

FGj	-	150KHz (2.000m)	÷	300kHz (1.000m)
VM	-	500KHz (600m)	÷	1.500kHz (200m)
VSh	-	6MHz (50m)	÷	20MHz (15m)
VUSh	-	88MHz (3,4 m)	÷	108MHz (2,78 m)

Fuqia dalëse

Fuqia dalëse është *fuqia elektrike që zhvillohet në ngarkesë* (konsumator) (altoparlant, kufje, etj.). Madhësia e fuqisë dalëse varet nga qëllimi i marrësit dhe nga lloji i ngarkesës (kufje, altoparlant, pajisje për komandim nga largësia, shtypës etj.). Fuqitë e radiomarrësve janë në kufijtë prej disa dhjetëra milivat (mW) (për marrësit e xhepit), dhe deri në disa dhjetëra vat (për marrësit stereofonik).

6.3. QARQET HYRËSE

Qarku i hyrjes është stadi i parë në =do radiomarrës. Roli i tij është në atë që të ndajë sinjalin e stacionit programin e të cilës do që ta marrë dëgjuesi. Ndarjen e këtij sinjali, qarku i hyrjes duhet ta bëjë nga një grup i sinjaleve të stacioneve të ndryshme që vijnë në antenë. Gjatë kësaj, duhet të bëhet përforsim sa më i madh i sinjalit të stacionit që e zgjedh dëgjuesi dhe shuarje-dobësim sa më të madh të sinjaleve tjera nga të gjitha stacionet tjera. Qarku i hyrjes siguron lidhje me antenën dhe kryen përshtatjen mes antenës marrëse dhe radiomarrësit si konsumator. *Sidomos e rëndësishme*

është që maksimalisht të shtypen sinjalet frekuencat e të cilëve janë afër me frekuencën e ndërmjetme f_{mf} dhe sinjalet frekuenca e të cilëve është e tillë që në stadin për ndryshim të frekuencës-SNF fitojnë frekuencë bartëse të re të përafërt me frekuencën e ndërmjetme (këtu është e rëndësishme veçanërisht shtypja e të ashtuquajturve stacione simetrike). Duhet të theksohet se selektiviteti i duhur për shtypjes e sinjaleve nga stacionet fqinje nuk është e mundur në tërësi arrihet në qarkun e hyrjes dhe në oscilatorin e frekuencave të larta, kështu që ky selektivitet arrihet në përforcuesin e frekuencave të ndërmjetme (përforcuesin-FN).

Pjesë kryesore e çdo qarku hyrës zakonisht është qarku oshilues paralel frekuenca e të cilit akordohet të jetë e barabartë me frekuencën e bartësit të stacionit të cilin dëgjuesi do që ta marrë.

Sipas mënyrës se si bartet sinjali nga antenna në këtë qark oshilues, qarku i hyrjes paraqitet si: qark hyrës me lidhje induktive ose të Tesllës (Fig. 6-7); qark hyrës me lidhje kapacitive (Fig. 6-8); qark hyrës me lidhje të përzier (Fig. 6-9), dhe qark hyrës me antenë ndërtuar të jashtme (prej hekuri) (Figura 6-10).

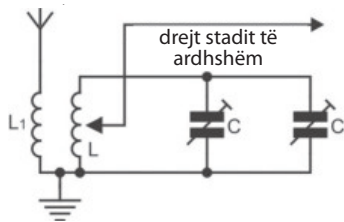


Fig. 6-7. Qark hyrës me lidhje (të Tesllës)

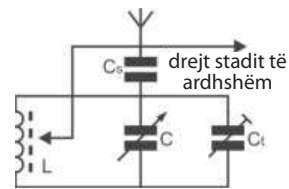


Fig. 6-8. Qarkhyrës me lidhje induktive kapacitive

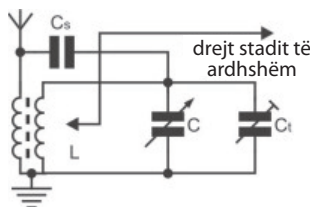


Fig. 6-9. Qark hyrës me lidhje të përzier

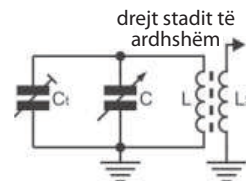


Fig. 6-10. Qark hyrës me antenë hekuri

Të gjitha këto elemente që përdoren në qarkun e hyrjes kanë rolin përkatës, të cilin do ta sqarojmë më poshtë:

C_s – kondensator për lidhje (bashkim) me antenën, përmes të cilit sinjalet nga antena barten në qarkun oshilues. Madhësia është prej disa pikofaradësh (për antenë të madhe të jashtme) deri në disa dhjetëra pikofaradësh (për antenë të jashtme shumë të shkurtër);

C - kondensator i ndryshueshëm me të cilin bëhet përshtatja e frekuencës rezonante të qarkut oshilues në vlerën e barabartë me frekuencën e bartësit të stacionit që e merr;

C_t – trimer- kondensator që shërben për përshtatjen e frekuencës së sipërme kufitare në zonën e marrjes;

L – bobina e qarkut të hyrjes e cila formon qark oscilues me kondensatorët e lidhur në paralel. Kjo bobinë mbështillet në trup prej materialit feromagnetik. Sipas strukturës, ky trup është i bërë ashtu që të mund të lëvizë përgjatë boshtit të bobinës, me çka mundësohet përshtatja e frekuencës kufitare të poshtme në zonën e marrjes;

L_1 – bobina e antenës, e cila me mbështjelljen formon transformator-FL përmes të cilit barten sinjalet nga antena në qarkun oscilues;

L_2 – bobina për lidhje të qarkut të hyrjes me stadin në vazhdim në marrës. L_2 dhe L formojnë transformator-FL përmes të cilit barten sinjalet nga qarku oshilues në stadin e ardhshëm;

FA – bërthama e hekurit në të cilën mbështillen L dhe L_2 .

Gjatë zgjedhjes së kondensatorit-trimer duhet të kemi kujdes në atë që të plotësohet kushti:

$$\frac{C_{\max}}{C_{\min}} > \left(\frac{f_{\max}}{f_{\min}} \right)^2 \dots\dots\dots(6-2)$$

ku f_{\max} është frekuenca kufitare e sipërme, kurse f_{\min} është frekuenca kufitare e poshtme e zonës së marrjes.

Qarku hyrës me lidhje kapacitive (Figura 9.6) *zakonisht përdoret në marrësit profesional të paraparë për marrje të vetëm një stacioni ose na marrësit për zonë marrëse vendore, të ngushtë.*

Qarku i hyrjes me lidhje kapacitive nuk i përforcon të gjitha tensionet njëjloj. Nëse frekuenca e tyre është jashtë frekuencës rezonante, përforcimi është më i vogël. Më tepër është përforcuar sinjali frekuenca e të cilit është e barabartë me frekuencën rezonante të qarkut.

Qarku i hyrjes me lidhje induktive quhet edhe qark hyrës me lidhje të Tesllës. Skema ekuivalente e tij është dhënë në Fig. 6-7. Bobinat L_1 dhe L gjenden në trupin e përbashkët të bobinave, kështu që mes tyre ekziston lidhje induktive. Faktori i lidhjes K është nën vlerën e tij optimale, me qëllim që të zvogëlohet ndikimi i kapacitetit dhe rezistencës së qarkut oscilues.

Përforcimi maksimal A_{\max} në qarkun e hyrjes me lidhje kapacitive rritet me rritjen e frekuencës, kurse në qarkun e hyrjes me lidhje induktive bie. Kjo dha idenë, me qëllim që të jetë A_{\max} konstante, këto dy qarqe të kombinohen për të fituar i ashtuquajturin qark me lidhje të përzier (**me lidhje të kombinuar**).

Qarku i hyrjes me antenë hekuri është dhënë në Fig. 6-10. Ndryshimi strukturor mes kësaj dhe qarqeve hyrëse të përshkruar më parë është në atë se bobina L është e mbështjellë në bërthamë hekuri (shkop). Gjatësia e saj është 10-20cm, kurse diametri është rreth 1cm. Shkopi i hekurit ka rezistencë magnetike dukshëm më të vogël nga ajri që mundëson përqendrim të vijave të forcës magnetike (Figura 6-11) nëpërmjet tij.

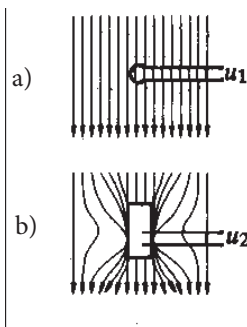


Fig. 6-11. Vijat e forcës magnetike

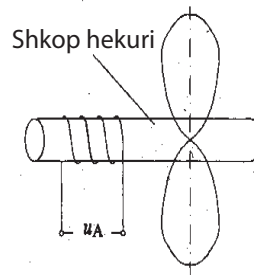


Fig. 6-12. Karakteristika e orientimit

Antena e hekurit ka karakteristike orientimi e cila është dhënë në Fig. 6-12, në marrje, që do të thotë se për të nuk është e njëjtë në cilin drejtim ndodhet radiotransmetuesi. Karakteristika e tij e orientimit ka formën e tetëshes. Gjatë rrotullimit të bërthamës së hekurit për 360 shkallë vërehen dy maksimume dhe minimume të tensioneve. Marrja është më e fuqishme kur boshti i shkopit është në kënd të drejtë në raport me drejtimin e stacionit, kurse minimale kur është paralele me të. Kjo është një veti e keqe, veçanërisht kur antena e hekurit përdoret në marrës portativ. Në radiomarrës kjo mangësi kompensohet me ndihmën e qarqeve për rregullim automatik të përforcimit.

6.4. PËRFORCUESI I FREKUNCAVE TË LARTA (FL)

Përforcuesi-FL është përforcues selektiv i tensionit i cili nga të gjitha sinjalet me frekuenca të ndryshme (të cilat i krijojnë stacione të ndryshme) më tepër e përforcon spektrin e sinjaleve të stacionit në të cilin është akorduar marrësi, kurse gjithë të tjerët shtypen (i përforcon shumë më pak). Gjatë kësaj, si edhe qarku i hyrjes, përforcuesi-FL nuk mund të shtypë në masë të duhur sinjalet nga kanalet fqinje (kjo edhe nuk pritët nga ai) dhe kjo shtypje në përforcuesin-FN. Në krahasim me sinjalet tjera, për përforcuesin-FL më e rëndësishme është të shtyp sinjalin e stacionit simetrik.

Skema elektrike e përforcuesit-FL është dhënë në Fig. 6-13. Në këtë figurë është treguar edhe qarku i hyrjes me lidhje kapacitive.

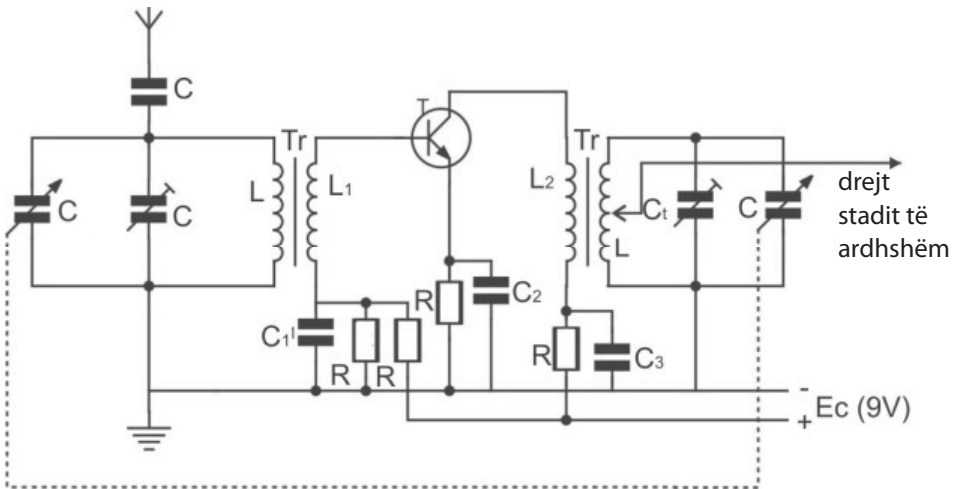


Fig. 6-13. Qarku i hyrjes dhe përforcuesi-FL

Nëpër transistor rrjedhin dy lloje të rrymave: të vazhduara – të cilat rrjedhin nën ndikimin e baterisë për furnizim E_c dhe të cilat e përcaktojnë pikën e punës të transistorit (regjimi statik i punës) dhe rrymat alternative të frekuencave të larta (rrymat-FL) të cilat rrjedhin nën ndikimin e tensionit-FL, i cili nga qarku i hyrjes vjen në bazën e transistorit, kurse ky është regjimi dinamik i punës. Për rrymat e vazhduara rezistencat e bobinave janë të papërfillshme – të vogla, kurse rezistencat e kondensatorit pafundësisht të mëdha në krahasim me rezistencat në përforcuesin-FL. Nga ana tjetër, megjithatë, për rrymat-FL rezistencat e kondensatorëve C_1 , C_2 dhe C_3 janë të papërfillshëm. Që të mos shuhet qarku oscilues nga rezistenca hyrëse e

stadit të ardhshëm në të cilin bartet sinjali nga përforcuesi-FL, lidhja me stadin në vazhdim kryhet në mënyrën vijuese: merret pjesë e sinjalit në skajet e qarkut oshilues përmes daljes nga bobina L. Dalja e bobinës dhe numri i mbështjellëseve të induktivitetit L_2 llogariten ashtu që rezistenca hyrëse e incizuar e stadit në vijim dhe rezistenca dalëse e transistorit në përforcuesin-FL të jenë të barabartë (me këtë realizohet përshtatshmëria sipas fuqisë). Gjatë kësaj mbahet llogari brezi i lejimit i qarkut të jetë pak më i gjerë nga gjerësia e spektrit të sinjalit nga stacioni që merret.

Në marrësit-AM me më shumë zona, për secilën zonë valore ekzistojnë induktivitete të veçanta (L_2 dhe L) dhe kondensator-trimer të veçantë, kurse kondensatori i ndryshueshëm është e përbashkët për të gjitha zonat valore. Me shtypje të butonave të caktuar bëhet zgjedhja e zonës valore të caktuar, me çka vendosen lidhje përkatëse mes elementeve, ngjashëm siç shpjeguar në realizimin praktik të qarkut të hyrjes.

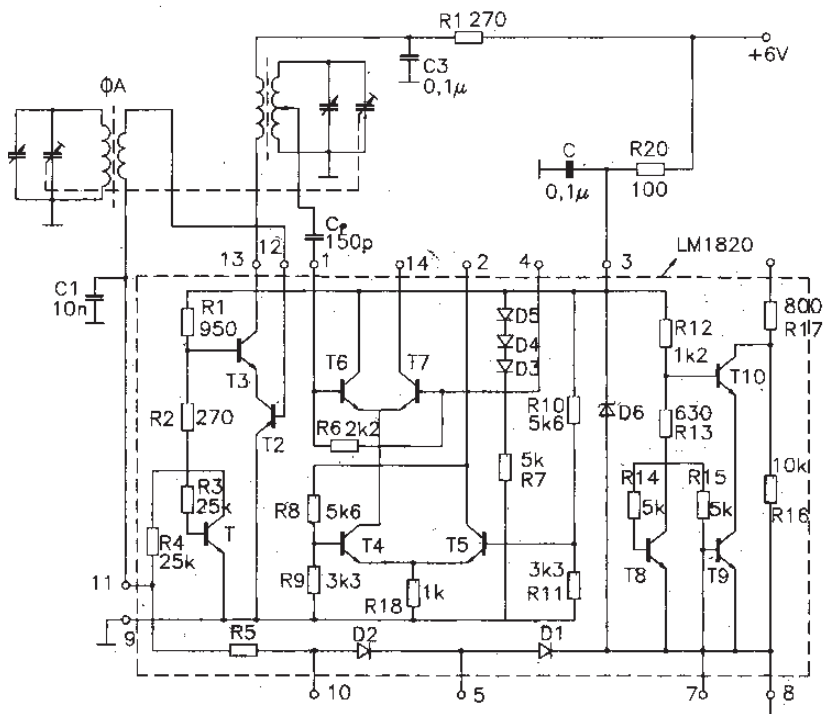


Fig. 6-14. Përforcues-FL me qark të integruar LM-1820

Në përforcuesit-FL shpesh përdoret edhe transistori-FET si përforcues. Sot përforcuesit –FL strukturoren me qarqe të integruara (Figura 6-14).

Sinjali i stacionit që merret bartet nga qarku hyrës i transistorit T_2 mes bazës dhe emiterit të tij. Gjatë kësaj, C_1 sillet si lidhje e shkurtër për rrymën-FL alternative. I përforcuar, sinjali fitohet në qarkun oscilues në kolektorin e T_3 . Ai sinjal, me dalje të mbështjellëses përmes kondensatorit të C , bartet në pinin 1 të qarkut të integruar, d.t.th. në hyrje të stadi për ndryshimin e frekuencës-SNF. Rezistenca R_{20} bashkë me diodën- D_6 e përbën stabilizatorin e tensionit dhe me C_3 e përbën filtrin-lëshues të frekuencave të ulëta. Me këtë filtër parandalohet lidhja e kundërt përmes baterisë. Rol të njëjtë ka edhe filtri R_1C_3

6.5. STADI PËR NDRYSHIMIN E FREKUENCËS- (SNF)

Në hyrje të stadi për ndryshim të frekuencës çohet sinjal-AM nga qarku i hyrjes ose nga përforcuesi selektiv, kurse në dalje fitohet sinjal-AM me frekuencë të re të bartësit (frekuenca e ndërmjetme), e cila gjithmonë është konstante, pa marrë parasysh se në cilin stacion është akorduar marrësi. Për punën e stadi për ndryshim të frekuencës i domosdoshëm është një sinjal ndihmës frekuenca e të cilit është për f_{mf} më e madhe se frekuenca e bartësit të sinjalit të stacionit f_s . Ky sinjal-FL krijohet në oscilatorin lokal (OL), kështu që ai mund të konsiderohet pjesë integrale e stadi për ndryshimin e frekuencës (SNF).

Për funksionimin e duhur të SNF, *i domosdoshëm është një element linear*, pra element në të cilin rryma nuk varet në mënyrë lineare nga tensioni. Për këtë qëllim përdoren *dioda, transistorë bipolar dhe FET*. Përveç këtij elementi jolinear, pjesë e detyrueshme e çdo SNF është edhe elementi selektiv me ndihmën e të cilit veçohet vetëm rryma me frekuencë të barabartë me frekuencën f_{mf} d.t.th. të **sekuencës së ndërmjetme**.

Parimi i funksionimit të stadi për ndryshimin e frekuencës bazohet në procedurën e burimit (shfaqjes). Ky është një proces me të cilin nga dy tensione, frekuencat e të cilëve janë f_1 dhe f_2 , fitohet tension i tretë me frekuencë të ndërmjetme:

$$f_{mf} = f_o - f_s \dots\dots\dots (6-3)$$

Në Fig. 6-15 është paraqitur realizimi i SNF me ndihmën e transistorëve dhe oscilatorit lokal. Ky qark ka përparëse në krahasim me qarkun me dioda, sepse transistori fut edhe përforcim të caktuar.

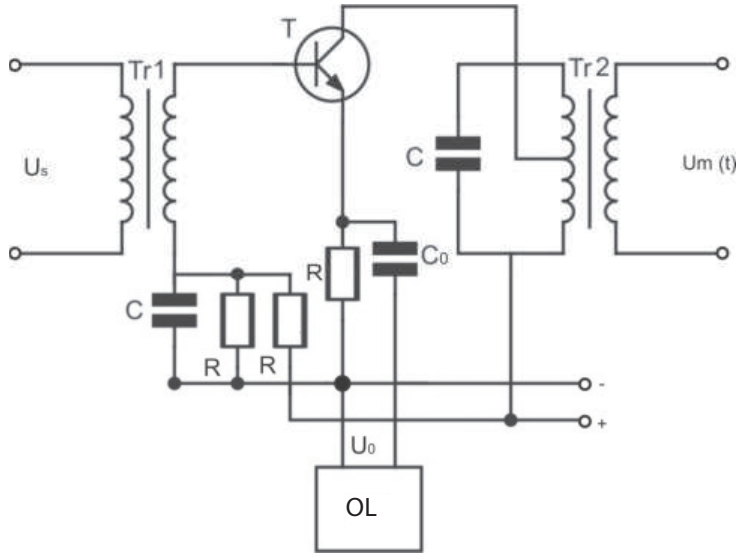


Fig. 6-15. SNF me oscilator lokal të veçuar

Tensioni nga oscilatori lokal nëpërmjet kondensatorit çohet mes emiterit dhe masës, kurse tensioni nga qarku i hyrjes dërgohet mes bazës së transistorit dhe masës. Në këtë mënyrë, tensione u_s dhe u_o janë të lidhur në seri me diodën bazë-emiter të transistorit. Oscilatori më shpesh realizohet si transistor i Majsnertit, edhe pse është e mundur të përdoret ndonjë tjetër. Gjatë kësaj më e rëndësishme është që oscilatorit të ketë frekuencë stabile të oscilimeve, gjegjësisht ajo të ndryshojë vetëm me ndihmën e një kondensatori të ndryshueshëm ose bobinë.

Gjatë llogaritjes së qarqeve të veçanta të marrësve superheterodin, vlera e **frekuencës së ndërmjetme** (f_{mf}) miratohet përpara. Gjatë kësaj patjetër të merren parasysh më tepër kushte të cilat duhet të plotësohen. Para së gjithash, **frekuenca e ndërmjetme** nuk duhet të haset në asnjë zonë valore në të cilën punojnë radiotransmetuesit. Duke pasur parasysh këtë, zakonisht përdoret **frekuencë e ndërmjetme e mesme** – gjendet mes valëve të

gjata dhe të mesme, d.t.th. $450\text{kHz} < f_m < 500\text{kHz}$ (përdoret zakonisht për marrësit radiodifuziv).

Megjithatë, në marrësit superheterodin ekziston një pengesë specifike e veçantë e cila vjen në shprehje nëse frekuenca e ndërmjetme është e ulët. Kjo është i ashtuquajtimi stacion simetrik (frekuenca), e cila kërkon të gjen-det zgjidhje kompromisi gjatë zgjedhjes së sekuencës së ndërmjetme, që do të thotë se ajo nuk mund të jetë as e ulët as e lartë, por frekuencë e ndërm-jetme mesatare.

Stacioni simetrik ka frekuencë (f_{ss}), e cila është për $2f_{mf}$ më e madh se frekuenca e stacionit në të cilin është rregulluar marrësi:

$$f_{ss} = f_s + 2f_{mf} \dots\dots\dots (6-4)$$

Sinjal i këtij stacioni depërton deri në stadin për ndryshim të frekue-ncës, edhe pse qarku i hyrjes në masë të madh e dobëson dhe në të del me f_o . Si rezultat i kësaj fitohet sinjal i ri me frekuencë f_{mf} i cili përforcohet në përforcuesin e frekuencës së ndërmjetme.

Mënyra e vetme për të parandaluar marrjen e stacionit simetrik është të mos lejohet që ajo të arrij deri te përzierësi. Në marrësit profesional kjo arrihet në përforcuesin-FL para SNF.

6.6. SINTEZA E FREKUENCAVE

Sintezë është fjalë greke që do të thotë *strukturim, përpilim, bash-kim*. **Frekuenca të sintetizuara**, sipas kësaj, janë ato frekuenca të cilat nuk fitohen në oscilatorin e përdorur, por atë në njëfarë mënyre ato formohen nga qarqe tjera. Qëllimi i sintezës nuk është vetëm fitimi i frekuencave të caktuara, sepse deri tek ato do të mund të vinim edhe përmes oscilatorëve të ndryshëm. Problemi është në atë se oscilatorët shpesh nuk kanë stabilitet të mjaftueshëm, veçanërisht për frekuencat e larta. **Sintezë përdoret atëherë kur duam të kemi stabilitet më të madh të frekuencave, nëse është i nevo-jshëm numër më i madh i frekuencave të ndryshme ose në rastet kur na duhet funksionim më i thjeshtë i radiopajisjes.**

Në praktikë përdoren tre procedura për sintezën e frekuencave: e dre-jtëpërdrejtë, indirekte dhe me metoda digjitale në qarqe të integruara.

Pajisja për **sintezë direkte** është dhënë në Fig. 6-16. Ajo përmban oscilator referent me frekuencë f_R , gjenerator i harmonikëve (f_1, \dots, f_9), filtri F, qarku për mbledhje dhe qarku për pjesëtim.

Oshilatori referent, i cili quhet oscilator themelor, është oscilator me frekuencë shumë stabile $f_R = 1\text{MHz}$. Tensioni me këtë frekuencë referente bartet në gjeneratorin e harmonikëve, në daljet e të cilit fitohen nëntë harmonikët e parë të frekuencës referente - themelore.

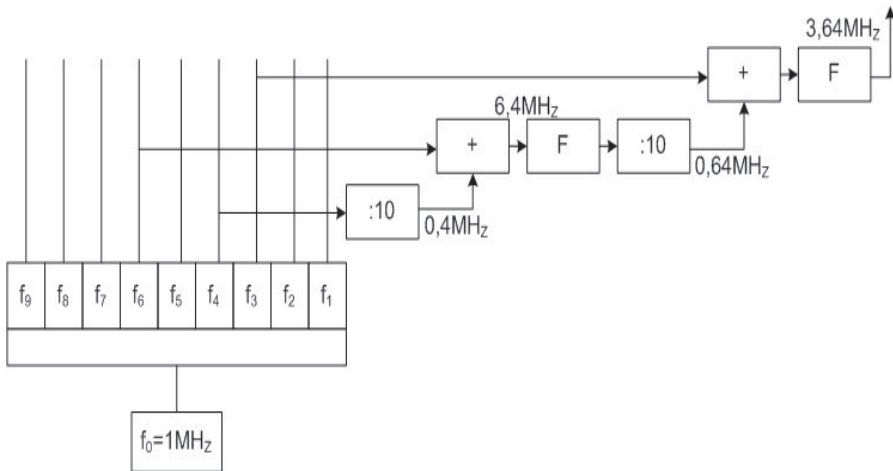


Fig. 6-16. Bllok-skema e sintezës së drejtpërdrejtë

Këto harmonikë veçohen me filtra të veçantë, të shënuar me f_1, f_2, \dots, f_9 (të theksojmë se në këtë shembull janë marrë nëntë harmonikë, por kjo nuk është një rregull). Me lidhje më të përshtatshme të daljeve të duhura, si dhe me përdorimin e qarqeve për filtrim (F), qarkut për mbledhje (+) dhe qarkut për pjesëtim, është e mundur të fitohet cilado frekuencë. Në shembullin e figurës është treguar kombinimi i dhe lidhjet për fitimin e sinjalit me frekuencë dalëse prej 3,64 MHz. Filtrat (F) që janë vendosur rreth qarkut për mbledhje (+) shërbejnë për eliminimin e harmonikëve të sapo krijuar, të cilët paraqiten pas mbledhjes së dy sinjaleve me frekuenca të ndryshme.

Fitimi indirekt i frekuencave mund të realizohet me përzierjen e dy frekuencave f_1 dhe f_2 në pajisje përkatëse. Kjo është mënyra më e vjetër dhe më e përshtatshme për sintezën e frekuencave. Nga një frekuencë e përherëshme f_1 dhe një frekuencë e ndryshueshme f_2 fitohen frekuenca të reja, mes tjerave edhe $f_1 + f_2$ dhe $f_1 - f_2$ (Figura 6-17).

Oshilator kristalor, i qëndrueshëm prodhon frekuencë, për shembull, prej 9MHz. Oscilatori i dytë OFL oscilon në brezin prej 5 deri në 5,5MHz. Në këtë brez mund të zgjedhim cilëndo frekuencë dhe ta bartim në stadin e përzierësit në të cilin vjen edhe frekuenca nga burimi i stabilizuar. Gjatë përzierjes fitojmë produkte nga të cilët me filtrat e veçojmë sinjalin me frekuencën e dëshiruar. Kjo mënyrë përdoret në marrësit superheterodin më të thjeshtë (MSH).

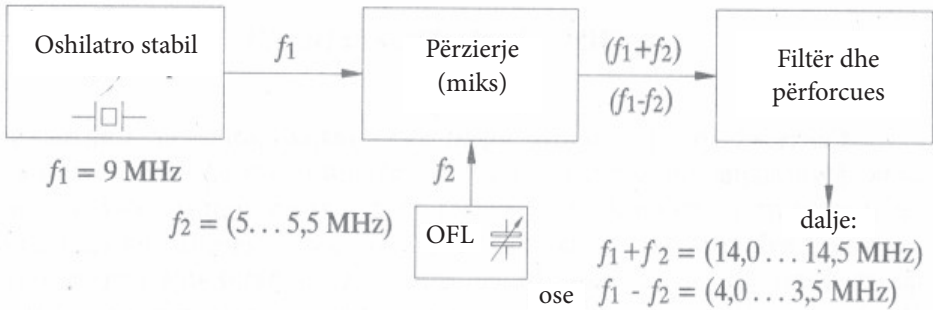


Fig. 6-17. Sinteza e frekuencave me përzierje

Sinteza e frekuencave me qarqe digjitale të integruara do të mund ta shqyrtojmë me të ashtuquajturin qarku PLL. Kjo shkurtesë është marrë nga gjuha angleze dhe ka kuptim që e shpjegon në një farë mënyre funksionimin e kësaj sinteze “Phase, Locked, Loop” ose lak i mbyllur në fazë. Bllok-skema e sintezës indirekte me qarkun-PLL është dhënë në Fig. 6-18 .

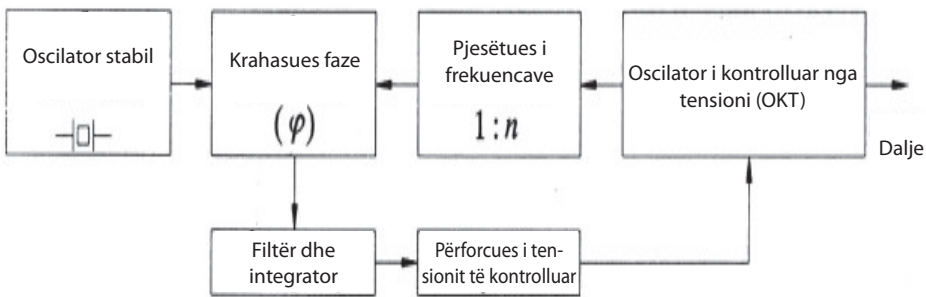


Fig. 6-18. Bllok-skema e sintezës indirekte me lak-PLL

Ashtu si edhe te të gjithë sintetizuesit tjerë të frekuencave, ashtu edhe këtu, ka oscilator referent kuarci të përhershëm i cili oscilon me frekue-

ncë f_R . Tensioni nga oscilatori shkon në krahasuesin e fazës. Në krahasues (komparator) ai krahasohet me tensionin oscilatorit të kontrolluar nga tensioni OKT, frekuenca osciluese e të cilit f_s ndryshon në varësi të tensionit të vazhduar në daljen e tij kontrolluese. Oscilatori në të cilin në vend të kondensatorit të ndryshueshëm ka diodë-varikap, do të oscilojë në varësi të tensionit të diodës me të cilin ndryshohet kapaciteti i saj.

Ky oscilator është i kontrolluar nga tensioni. Stabiliteti i frekuencës varet nga qëndrueshmëria e tensionit që vjen në diodën-varikap.

Krahasuesi i fazës realizohet ose si detektor i frekuencës ose për të mund të shërbejë qarku- "I". Krahasuesi i krahason frekuencat, gjegjësisht fazat e sinjaleve të hyrjes. Nëse $f_{ref} = f_s$, atëherë dallimi i fazave të sinjaleve të hyrjes është $\varphi_{ref} - \varphi_s = 180^\circ$, kështu tensioni i daljes u_1 nga krahasuesi i fazës është i barabartë me zero. dhe tensionit të prodhimit nga faza krahasuese II është e barabartë me zero. Ky tension nuk do të ndryshojë veprimin e diodës-varikap, dhe me këtë edhe oscilimet e OKT.

Nëse frekuenca e OKT për ndonjë arsye nuk është e njëjtë me f_{ref} për shembull $f_{ref} > f_s$, dallimi në fazë është më i madh se 180° , $\varphi_{ref} - \varphi_s > 180^\circ$, kështu tensioni i krahasuesit është më i madh se zero. Ky tension ndikon në OKT, me çka ai oscilon me f_r më të madhe, derisa nuk bëhet e barabartë me f_{ref} . Nëse frekuenca e OKT zmadhohet, atëherë dallimi në fazë është më i vogël se 180° , $\varphi_{ref} - \varphi_s < 180^\circ$, dhe u_1 është negativ, prandaj edhe frekuenca e oscilatorit do të zvogëlohet derisa nuk barazohet me f_{ref} . Në këtë mënyrë bëhet korrigjimi i frekuencës.

Me qarkun për ndarjen e frekuencave mund të zgjidhet numri n , madhësi me të cilën ndahet frekuenca nga OKT. Në krahasues bëhet krahasimi i frekuencave nga oscilatori referent stabil dhe nga OKT- paraprakisht i pjesëtuar me numrin n në ndarësin e frekuencave. Nëse fillon të ndryshojë frekuenca e OKT, atëherë do të ndryshoj edhe tensioni i krahasuesit, kurse për dhisk të veprimit kthyes do të ndryshoj edhe frekuenca e OKT. Nëse është nevojshme ndonjë frekuencë tjetër, atëherë do të merret numër tjetër n , me çka faktori i pjesëtimit do të ndryshojë, e me të do të ndryshojë edhe frekuenca e sintetizuar. Në këtë mënyrë kryhet zgjedhja e frekuencave sipas dëshirës dhe ajo mundet të stabilizohet.

6.7. STADI PËRFORCUES I FREKUENCAVE TË NDËRMJETME (PFN)

Ky stad është shumë i rëndësishëm në marrës, sepse në të kryhet edhe selektimi edhe përforcimi i sinjaleve që vijnë nga MSH. Në këtë mënyrë ai jep kontribut kryesor për selektivitetin dhe ndjeshmërinë e përgjithshme të marrësit. PFN është përforcues selektiv-FL frekuenca rezonante e të cilit akordohet gjatë kohës së përpunimit të marrësit dhe pastaj më nuk ndryshon gjatë shfrytëzimit. Roli i PFN është që në mënyrë të barabartë të përforcojë sinjalin e moduluar frekuenca bartëse e të cilit është f_{mf} që vijnë nga MSH. Të gjitha sinjalet tjera që paraqiten nga MSH duhet që sa më shumë të shtypen. Brezi i lejimit i PFN që përdoret në marrësit –AM është 9kHz. Nëse, për shembull, frekuenca e ndërmjetme është 465kHz, kjo do të thotë PFN i përforcon sinjalet frekuencat e të cilëve janë në kufijtë prej 460,5 deri në 469,5 kHz. Karakteristika ideale e lejimit PFN për marrësin-AM është dhënë në (Figura 6-19-a).

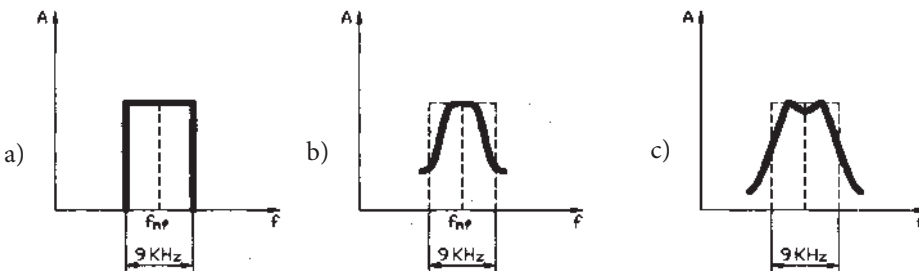


Fig. 6-19. Lakore rezonante të përforcuesit-FN

Në (Fig. 6-19- b) është treguar lakorja rezonante e përforcuesit kur si ngarkesës përdor një qark oscilues, kurse në (Fig. 6-19-a) kur si ngarkesë ka qarqe osciluese të çiftuar. Shihet se shembulli me qarqe osciluese të çiftuara është shumë më mirë, sepse lakorja sipas formës shumë më tepër i ngjan lakores ideale. Lakorja e selektivitetit të PFN mundet edhe më tepër ti afrohet formës ideale, nëse në vend të dy qarqeve osciluese të çiftuar përdoren më shumë, si në Fig. 6-21. Çiftimi mes qarqeve të çiftuara (coupled) mund të jetë induktive, kapacitive ose e përzier.

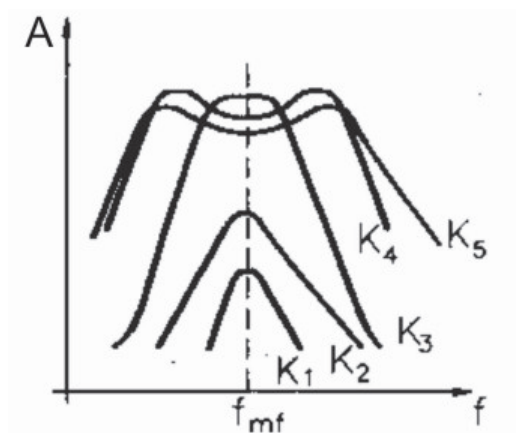


Fig. 60-20. Forma të lakoreve (kurbave) rezonante

Më shpesh përdoret çiftimi induktiv. Bobinat induktive të çiftuara L_1 dhe L_2 quhen *transformator të frekuencave të ndërmjetme*, kurse qarqet osciluese të çiftuara quhen *filtra të frekuencave të ndërmjetme*. Forma e lakores së lejimit e filtrit të frekuencave të ndërmjetme varet nga madhësia e çiftëzimit të atyre qarqeve. Disa forma të këtyre lakoreve janë treguar në Fig. 6-20. Në filtrat e frekuencave të ndërmjetme përdoret i ashtuquajtimi **çiftim kritik** $K_3=1$ dhe **mbi kritike** $K_4 > 1$.

Në marrësit portativ me transistorë me dimensione të vogla në vend të qarqeve osciluese të çiftuara shpesh përdoret një qark oscilues paralel. Një përforcues i frekuencave të ndërmjetme tillë është treguar në Fig. 6-21.

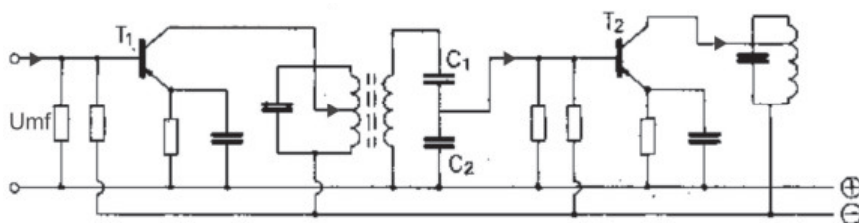


Fig. 6-21. Përforcuesi i FN me qarqe osciluese të çiftuara

Baza e transistorit T_2 edhe këtu nuk është e lidhur direkt me qarkun oscilues, por përmes ndarësit kapacitiv të përbërë nga C_1 dhe C_2 .

6.8. NJËSIA - VHF

Qarku i quajtur **njësia-VHF** është qarku i parë në marrësin radiodifuziv i paraparë për marrje të sinjaleve të **moduluara në frekuencë**. Ai përbëhet nga qarku i hyrjes, përforcuesi i FL, stadi për ndryshimin e frekuencave dhe oscilatori lokal.

Në Fig. 6-22 është dhënë skema elektrike e plotë e njësisë – VHF me qark të integruar S042P. Kjo njësi përbëhet nga qarku i hyrjes me bobinën L_1 , oscilatori lokal me bobinën L_2 dhe stadi për ndryshimin e frekuencës ngarkesa e të cilit është transformator i frekuencave të ndërmjetme TFN (për 10,7 MHz, frekuenca e ndërmjetme standarde) për marrësit-FM.

Bobinat kanë nga katër mbështjellëse prej telit të bakrit të zhveshur (0,8 mm), kurse distanca mes mbështjelljeve është e barabartë me diametrin e telit. Diametri i brendshëm i mbështjelljeve është 8mm (sipas figurës). Tensioni i vazhduar i potenciometrit për akordim të stacionit (P) patjetër të stabilizohet.

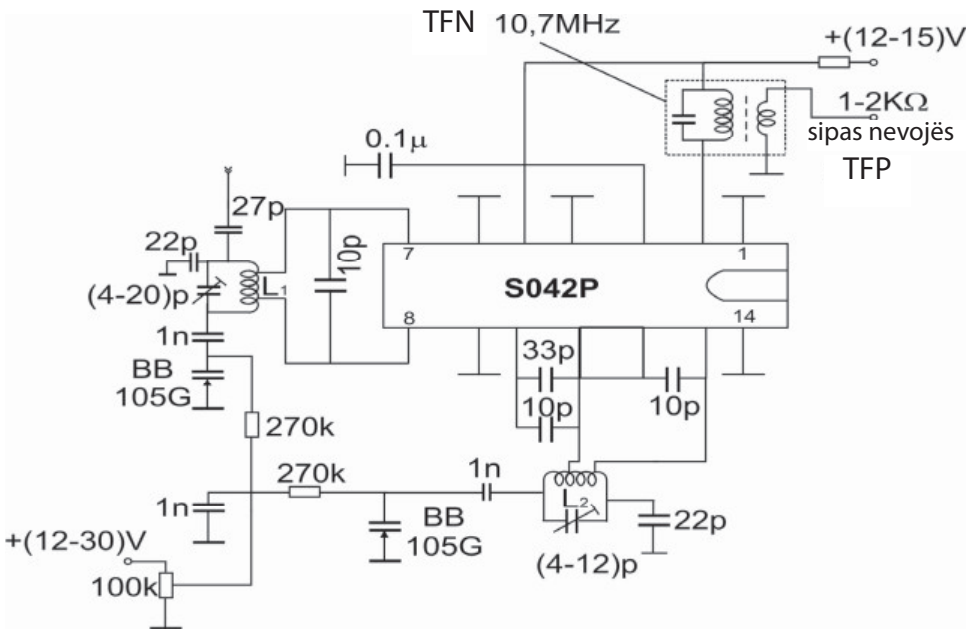


Fig. 6-22. Njësia – VHF

Është e mundur që e gjithë pajisja të furnizohet me tre bateri me nga 4,5V, por zonë më e gjerë e marrjes arrihet me 30V. Frekuenca e sipërme

kufitare e zonës së marrjes akordohet me trimerët në qarkun e hyrjes dhe në qarkun e oscilatorit. Frekuenca kufitare e poshtme akordohet me ndryshimin e induktivitetit të bobinave L_1 dhe L_2 , e cila realizohet me zmadhimin ose zvogëlimin e distancës mes mbështjellëseve. Pllaka e shtypur është e përpunuar nga vitroplast i tretur, kurse të gjithë kondensatorët janë nga qeramika. Antena është copë teli prej 20cm.

6.9. PËRFORCUESI - FN I MARRËSIT AM / FM

Përforcuesi i frekuencave të ndërmjetme është një pjesë shumë e rëndësishme e marrësit. Frekuenca e ndërmjetme në marrësit –AM radiodifuziv zakonisht është në kufijtë (450 ÷ 460) kHz. Konstruktuesve u është lënë të definojnë vlerën e saktë. Megjithatë, mund të konkludohet se gjithnjë e më shumë përdoret vlera 455kHz, e cila, duke gjykuar nga të gjithë, do të pranohet si një standard (siç është 10.7 MHz, frekuencë e ndërmjetme standarde në marrësit FM). Gjithashtu, marrësi radiodifuziv standard, përveç zonës së valëve të mesme, e ka edhe zonën - VHF, që nënkupton se ka edhe dy përforcues FM të veçantë. Megjithatë, këto nuk janë dy struktura krejtësisht të pavarura, por kombinim i tyre, në të cilën transistorët e njëjtë së bashku me elementet tjera që i definojnë pikat e punës përdoren gjatë marrjes edhe të sinjaleve-Am edhe të atyre-FM. Kuptohet, filtrat selektiv janë të veçantë.

Qarku më i njohur i integruar që përdoret në përforcuesit-FN të marrësve-FM është **TBA120**. Në të ndodhet përforcues me gjashtë stade me nga dy transistor në lidhje diferenciale, i vili siguron stabilitet të madh nga temperatura, pastaj kufizuesi i amplitudës dhe detektor. Skema elektrike e përforcuesit-FN me këtë qark të integruar është dhënë në Fig. 6-23.

Selektiviteti i kërkuar arrihet me anë të filtrit nga qeramika SFJ10,7MA. Mes kontakteve 7 dhe 9 është lidhur qark oscilues në të cilin fitohet tension i zhvendosur në fazë për 90° , i cili është i domosdoshëm për funksionimin e detektorit. Sinjali i detektuar fitohet në kontaktin 8. Në rast se marrësi do të akordohet në transmetuesin stereofonik në kontaktit, fitohet sinjal- M_{px} . Me potenciometrin P kryhet rregullimi i tensionit të vazhduar në bazën e njërit transistor, me çka realizohet intensiteti i sinjalit-FU.

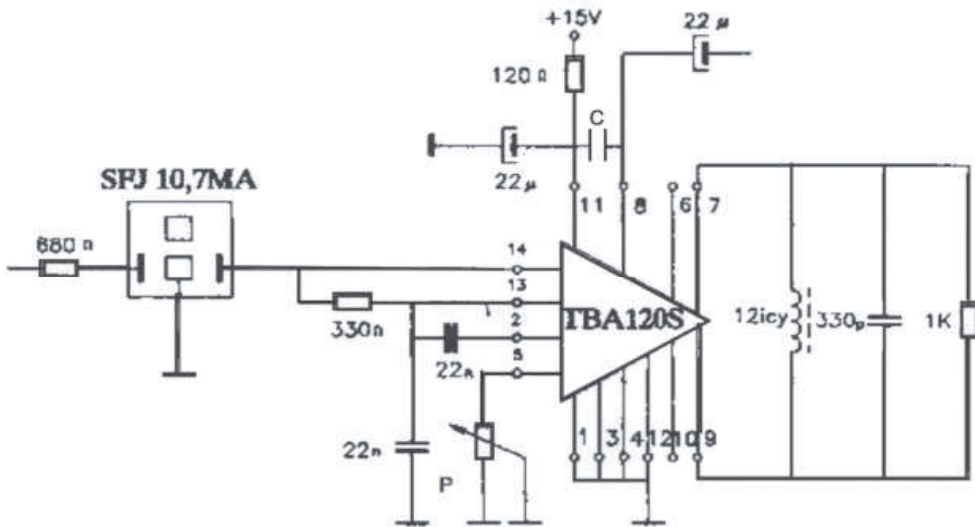


Fig. 6-23. Realizimi praktike i përforcuesit-FN me qark të integruar TBA120 si përforcues dhe detektor.

Duke lidhur njësinë VHF nga (Fig. 6-22) dhe përforcuesin FN nga Fig. 6-23, mund të ndërtohet marrës-VHF monofonik komplet, me ndihmën e të cilit mund të realizohet marrje në kufjen omike të lartë me mbi $2k\Omega$. Me shtimin e një dekoduesi dhe një përforcuesi-FU dy kanalesh me qarqe të integruara, do të jetë e mundur të realizohet edhe marrës stereofonik i thjeshtë, por komplet.

6.10. DETEKTORI NË MARRËSAT RADIODIFUZIV

Ashtu siç bëhet modulimi i sinjaleve në anën e transmetuesit, ashtu edhe në anën e marrësit është e domosdoshme të bëhet kryer demodulimi. **Demodulimi** është procedurë e anasjelltë me modulimin, d.t.th. procedurë me të cilën nga sinjali i moduluar veçohet sinjali themelor (informacioni bazë). Marrësit e parë radiodifuziv e kanë përdorur të ashtuquajturin demodulim në amplitudë. Qarku që bën demodulimin e sinjaleve-AM quhet detektor-AM.

DETEKTORI I SINJALEVE-AM

Pjesë përbërëse të çdo **detektor-AM** janë: një element jolinear dhe filtri lëshues i frekuencave të ulëta. Si element jolinear përdoren diodat ose transistorët. Detektorët me dioda mund të realizohen si detektor me dioda të lidhura në seri ose në paralel. Detektorët me transistor realizohen si *detektor emiterial* ose *kolektorial*. Ekzistojnë edhe detektor me elemente-FET, në të cilët detektimi kryhet në qarkun e drejnit.

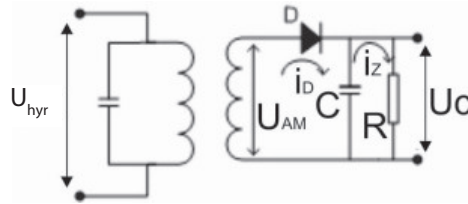


Fig. 6-24. Detektori me diodë serike

Detektori më i thjeshtë, e me të edhe më i përdorur në radiodifuzion është **detektori me diodë serike**. Skema elektrike e këtij detektor është paraqitur në Fig. 6-24.

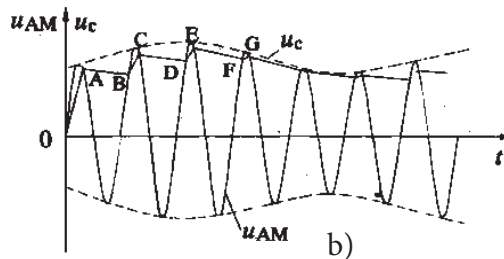


Fig. 6-25. Diagramet kohore të tensionit të detektorit me diodë të lidhur në seri: a) në hyrje, b) në dalje

Do të bëjmë analizën e formimit të sinjalit të daljes. Gjatë kyçjes së marrësit, kondensatori është i zbrazët, kështu që tensioni në skajet e tij është i barabartë me zero. Kur tensioni u_{AM} rritet, nëpër diodë do të rrjedh rryma i_D dhe kondensatori do të mbushet. Tensioni në skajet e tij rritet sipas lakores OA (Fig. 6-25-b).

Detektorët mund të realizohen edhe me ndihmën e transistorëve. Skema elektrike e detektorit kolektorial është dhënë në Fig. 6-26.

Me ndihmën e rezistorëve R_1 dhe R_2 rregullohet pika e punës ashtu që rryma në qarkun e kolektorit i_C rrjedh vetëm gjatë gjysmëperiodës negative të tensionit të hyrjes u_{AM} . Kjo rrymë rrjedh në formën e impulseve. Amplituda e këtyre impulseve ndryshon në ritmin e ndryshimeve të tensionit të moduluar. Për shkak të transistorit, këto impulse janë përforcuar. Pas qarkut RC të detektorit kolektorial e fitojmë sinjalin e detektuar, rrymën i_C . Spektri i kësaj rryme është i përbërë nga komponenta e vazhduar e rrymës i_0 , rryma e frekuencave të ulëta i_{FU} me formë të njëjtë si envelopea e sinjalit të detektuar dhe një numër i madh i rrymave-FL. Për rrymat-FL, kondensatori është lidhje e shkurtër dhe ato nëpër të barten në masën, d.m.th. nuk krijojnë tension në të. Komponenta e vazhduar dhe ajo-FU rrjedhin nëpër rezistencën R, kështu që në të fitohet tension-FU, i cili përmes kondensatorit C_1 të çiftuar bartet në përforcuesin FU.

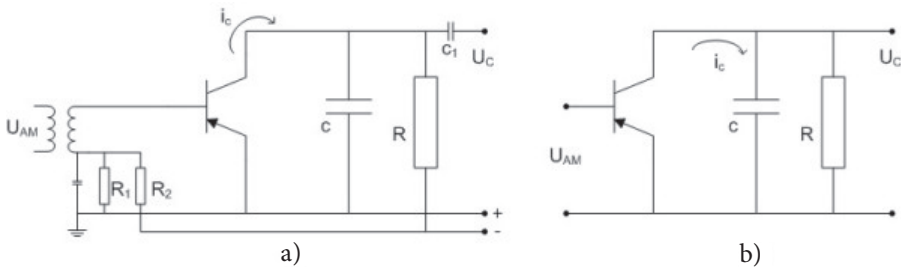


Fig. 6-26. Detektori kolektorial: a) Skema elektrike; b) Skema ekuivalente e detektorit kolektorial

Avantazhi kryesor i detektorit kolektorial është i_{FU} e përforcuar. Në detektorët kolektorial i_{FU} përveç që detektohet edhe përforcohet me transistor. Mangësi që paraqiten gjatë detektimit me këtë lloj të detektorëve janë shtrembërimet më të mëdha dhe nevoja për rregullimin e përforcimit.

DETEKTORËT E SINJALEVE-FM

Demodulatori i frekuencave është qark i cili nga sinjalet e moduluara në frekuencë i veçon sinjalet e frekuencave të ulëta, gjegjësisht informacionin. Tensioni i daljes duhet të jetë i varur nga ndryshimi i frekuencave të sinjalit të hyrjes. Karakteristika e transmetimit të detektorit- FM në rastin ideal është lineare dhe është dhënë në Fig. 6-27-a. Në praktikë, lakorja është në formën e shkronjës-S, prandaj edhe quhet lakorja-S (Fig. 6-27-b). Kur nuk ka modulim, frekuenca bartëse është konstante, ajo është frekuenca e ndërmjetme f_{mp} kështu që tensioni i daljes është i barabartë me zero. Kur do të vij

sinjal i moduluar, frekuenca ndryshon dh enë dalje të detektorit paraqitet tension $-FU$, i cili ndryshon në mënyrë lineare mes pikave 1 dhe 2 të karakteristikës në (Fig. 6-27-b). Jashtë vlerave $\pm \Delta f_{fmax}$ të sinjalit të frekuencës së ndërmjetme, tensioni i daljes nuk është më funksion linear i frekuencës.

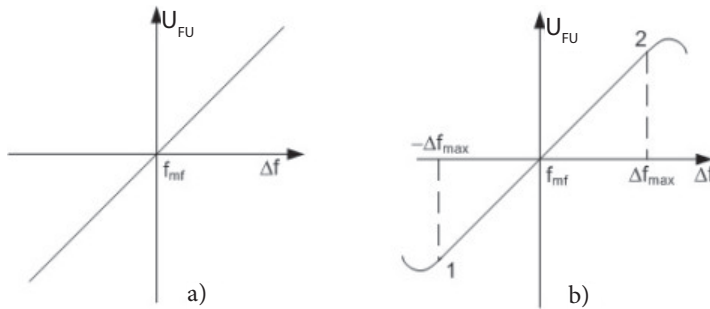


Fig. 6-27. Karakteristika e transmetimit e detektorit-FM

Ekziston një numër i madh i demodulatorëve-FM të ndryshëm që përdoren në radiodifuzion. Demodulatori më i vjetër i përdorur është **detektori i Fosterit**. Ai është realizuar me gypa elektronik – llamba, dhe më vonë edhe me dioda. Nga ai u zhvillu i ashtuquajtimi radiodetektor, i cili është detektori më i përdorur.

Sot, detektorë prodhohen në teknikë të integruar, si detektorët koincidental dhe detektorët – PLL.

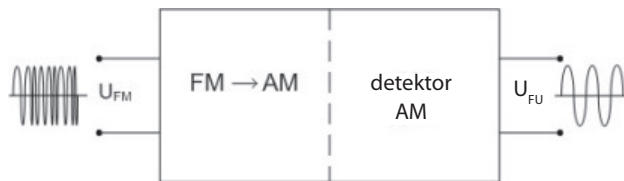


Fig. 6-28. Bllok-skema e demodulatorit-FM

Për të gjithë detektorët e përbashkët është ajo se përpara duhet të bëhet konvertimi (shndërrimi) i sinjaleve-FM në sinjale-AM, dhe pastaj të bëhet detektimi - demodulimi në amplitudë. Bllok-skema parimore e këtij konvertimi është paraqitur në Fig. 6-28. Duhet të theksohet se që të bëhet konvertimi i drejtë, është e nevojshme që amplituda e sinjalit-FM të jetë konstante. Prandaj, në këto qarqe ekziston edhe qark për kufizimin e amplitudave, i ashtuquajtimi *limitues (kufizues)*. Me të arrihet kufizim i amplitudave të sinjalit në një brez të caktuar të tensionit.

Detektori koinkidental

Në modelet e para të marrësve radiodifuziv-FM u përdorën detektorë gjatë realizimit të të cilëve kishte gypa elektronik dhe ato punonin në parimin e “koincidencës-rastësisë” *mbulimit*. Sot demodulatorët që punojnë në parimin koinkidental rregullisht realizohen në teknologji të integruara. Këto qarqe të integruara hasen në lloje të ndryshme të radiomarrësve, madje edhe në kanalin e tonit të marrësit-TV.

Në Fig. 6-29 është dhënë bllok-skema e një **demodulatori koinkidental** me qarkun “I”. Sinjali i moduluar në frekuencë bartet në përforcuesin me më shumë stade, pastaj në qarkun për kufizimin e amplitudës. Në dalje fitohen impulse drejtkëndëshe – sinjali u_1 , si në Fig. 6. -30. Kur nuk ka sinjal të moduluar, frekuenca e paraqitjes së impulseve është 10,7 MHz.

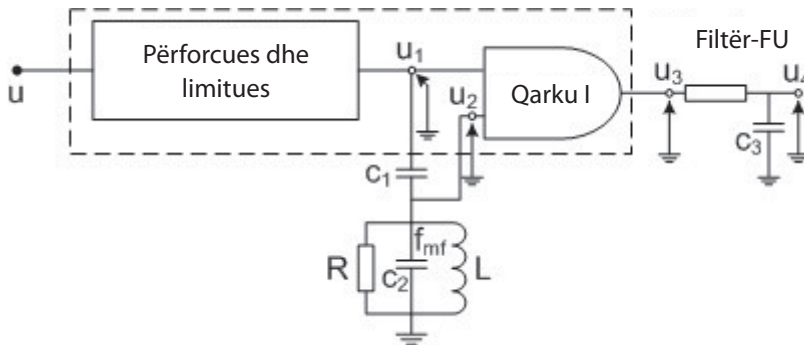


Fig. 6-29. Demodulator koinkidental

Tensioni u_1 hyn në qarkun I, dhe njëkohësisht nën ndikimin e tij rrjedh rryma përmes lidhjes serike të kondensatorit C_1 dhe qarkut oscilues, frekuenca rezonante e të cilit f_{mf} është e njëjtë me atë të sinjalit me frekuencë të ndërmjetme. Kjo rrymë është me formë të njëjtë si edhe tensioni u_1 . Për harmonikun e parë të tij, qarku oscilues silllet si rezistencë (R), kështu që në të fitohet tensioni u_2 . Ky tension, për shkak të ndikimit të C_1 , reaktanca e të cilit është dukshëm më e vogël se R , është i zhvendosur në fazë për 90° në krahasim me u_1 . Tensionet u_1 dhe u_2 barten në qarkun-I. Në dalje të këtij qarku do të ekzistojë tension pozitiv vetëm kur u_1 dhe u_2 janë pozitiv, d.t.th. vetëm gjatë kohës së koinkidimit të tensioneve të hyrjes. Gjatë kohës kur sinjali i hyrjes nuk është i moduluar, tensioni u_3 , në dalje të qarkut-I, ka formën si në Fig. 6-30. Ky është një sinjal në formën e im-

pulseve drejtkëndëshe me amplitudë dhe gjerësi konstante dhe frekuencë të përsëritjes prej 10,7 MHz.

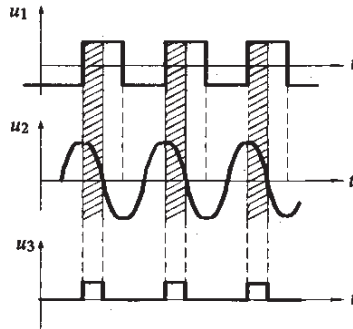


Fig. 6-30. Tensione në detektorin koincidental

Për kohën kur vijnë sinjale të moduluara, frekuenca e sinjaleve dallohet nga f_{mf} për vlerë më të madhe dhe më të vogël ($\pm \Delta f$). Gjatë kësaj edhe ndryshimi në fazë nuk mbetet 90° , por edhe ai ndryshon sipas ritmit të ndryshimeve. Për frekuenca më të vogla f_{mf} ndryshimi fazor bëhet më i madh, kurse për frekuenca më të mëdha ndryshimi në fazë zvogëlohet. Prandaj, impulset dalëse nga demodulatori do të jenë më të gjerë ose më të ngushtë varësisht nga ndryshimi në fazë. Gjatë kësaj ndryshon edhe gjerësia e impulseve në dalje të qarkut-I dhe tensioni u_3 ka formën si në figurën Fig. 6-31.

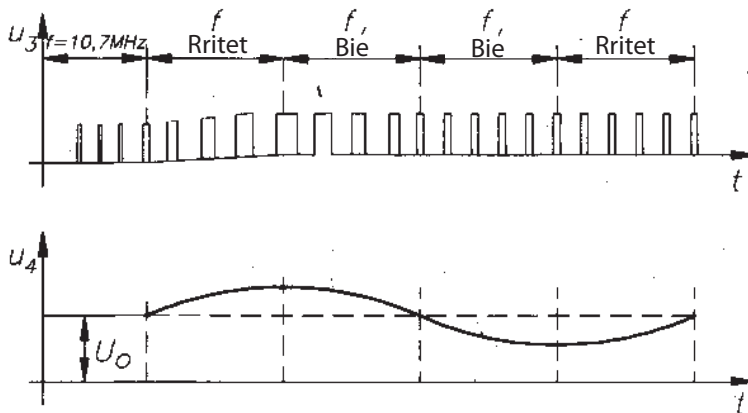


Fig. 6-31. Tensione të daljes të detektorit koincidental

Nga Fig. 6-31 shihet se frekuenca e sinjalit-FM të hyrjes rritet për ($f_{mf} + \Delta f$), atëherë fitohen impulse me gjerësi më të madhe, dhe kur frekuenca bie ($f_{mf} - \Delta f$), atëherë edhe impulsjet janë më të ngushtë (kanë kohëzgjatje më të shkurtër), kështu që tensionet u_1 dhe u_2 kanë kohëzgjatje më të shkurtër të koincidence.

Nëpër filtër – lëshues të frekuencave të ulëta, qarkun-RC, kalojnë vetëm komponenta e vazhduar U_o dhe sinjali i frekuencave të ulëta (u_{FU}), prandaj në dalje të demodulatorit fitohet sinjal në formë të informacionit me frekuencë të ulët. Ai është tensioni u_4 dhe ai është paraqitur në (Fig. 6-31). Komponenta e vazhduar U_o , me ndihmën e kondensatorit çiftues, eliminohet dhe nuk vjen në stadin e ardhshëm. Kah stadi i ardhshëm (përforcuesi-FU) shkon vetëm u_{FU} – tension i detektuar.

Demodulatorët koincidental sot janë të vendosur tërësisht në qarqet e integruara. Qarku i integruar me një demodulator të tillë që sot përdoret më shpesh në qarqet për radiodifuzion-FM është *qarku i integruar* TBA – 120 S. Në këtë qark ka një përforcues-FN, kufizues të amplitudës, demodulator koincidental të sinjaleve-FM, stabilizator të furnizimit dhe rregullues të zërimit. Bllok-skema e këtij qarku të integruar është paraqitur në Fig. 6-32.

Ku janë dhënë lidhjet mes blloqeve të ndryshme funksionale. Në qarkun e integruar futet sinjali-FN, kurse fitohet i demoduluar, sinjali-FU i rregulluar. Skema parimore e këtij qarku të integruar i cili kryen më tepër funksione, si edhe lidhjet elektrike me stadet tjera, është dhënë në Fig. 6-23, kur folëm për përforcuesit FN.

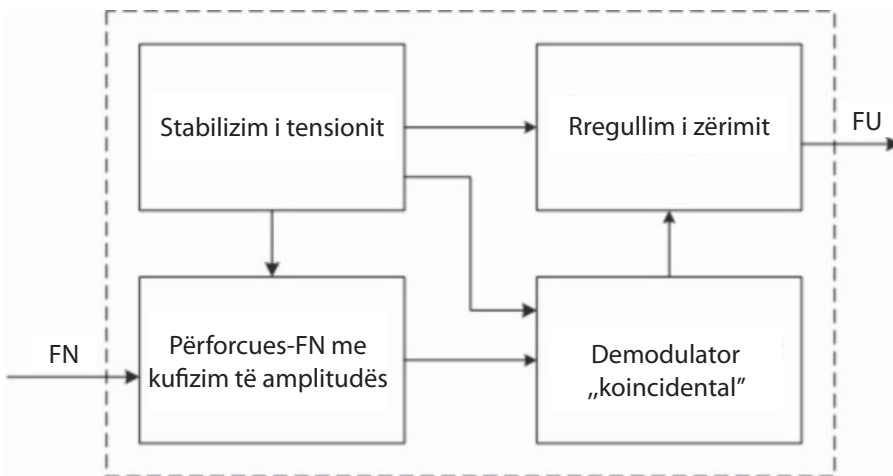


Fig. 6-32. Bllok-skema e S-120 TVA

Detektori PLL (PLL-Phase – Locked - Loop) *do të thotë lak i mbyllur fazor*. Parimi i funksionimit të lakut- PLL është i njëjtë me atë që e shqyrtoam në qarkun për sintezë të frekuencave. Block - skema e detektorit-PLL është dhënë në Fig. 6-33.

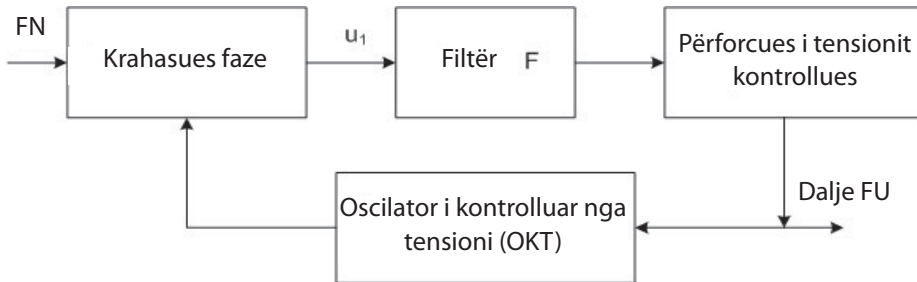


Fig. 6-33. Bllok-skema e detektorit- PLL

Detektori – PLL është i përbërë nga: *një krahasues faze, filtër F, përforcues i tensionit kontrollues dhe oscilatorit të kontrolluar nga tensioni – OKT*. Në krahasuesin e fazës futet sinjali FN nga përforcuesi-FN, ku e ka marrë amplitudën e duhur. Në të njëjtin krahasues vjen edhe tensioni nga OKT me frekuencë të caktuar f_o . Krahasuesi i fazës i krahason frekuencat e tyre. Nëse ato janë mes veti janë të njëjtë dhe me fazë të njëjtë, në dalje të krahasuesit fitojmë tension zero. Nëse frekuenca e OKT ose sinjalit-FN fillon të vonohet ose nëse ndonjëri nga ata avancon, do të paraqitet dallim në fazë. Nëse ky dallim në fazë është më e madhe, në dalje të krahasuesit të fazës do të paraqitet edhe tension më i madh. Ky tension përmes filtrit përforcohet në përforcuesin. Tensioni i përforcuar e rregullon punën e OKT, d.t.th. e rrit frekuencën e oscilatorit nëse OKT me frekuencën e tij vonohet ose, e kundërta, e zvogëlon frekuencën e OKT nëse ajo avancon.

E njëjta gjë ndodh nëse ndryshohet frekuenca e sinjalit-FN. Për shkak të modulimit në frekuencë shpesh ka devijime në $f_{mf} \pm \Delta A f$. gjatë kësaj krijohet tension në krahasues. Ky tension i ndjek ndryshimet e sinjaleve të moduluar në frekuencë. Nëse f_{mf} rritet edhe tensioni i daljes është më i madh se zero $u_1 > 0$, nëse f_{mf} bie, tensioni i daljes është më i vogël se zero. Kjo do të thotë se edhe tensioni kontrollues-rregullues është sinjal-FU i demoduluar. Pas përforcimit, ai bartet në përforcuesin-FU në radiomarrësin.

Duke shikuar bllok-skemën e detektorit fitohet përshtypje se rregullimi është kompleks. Kjo është e vërtetë në qoftë se kryhet me elemente diskrete. Në praktikë sot ky demodulator realizohet me qarqe të integruara.

Një realizim i tillë është me qark të integruar NE-565 dhe pjesët përkatëse lidhëse. Ky qark është dhënë në Fig. 6-34.

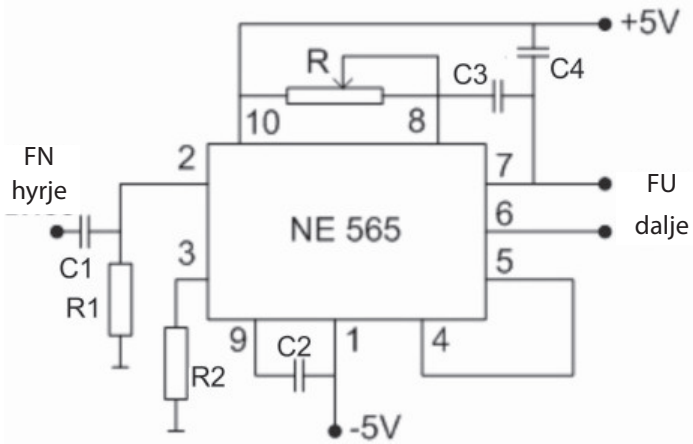


Fig. 6-34. demodulatori-PLL me qark të integruar

Qark i integruar kryen funksionin e demodulatorit të fazës, përforcuesit dhe OKT. Frekuenca e OKT varet nga kondensatori C_1 dhe nga rezistenca e ndryshueshme R . Kondensatori C_2 i përcakton karakteristikat filtruese të qarkut. Qarku i integruar NE-565 përdoret për frekuencën e ndërmjetme prej 500kHz.

Për frekuenca të ndërmjetme më të mëdha përdoret qarku NE-561, i cili mund të ndjek frekuenca deri në 30MHz.

6.11. PJESA E FREKUENCAVE TË ULËTA TË MARRËSIT

Fuqia e sinjalit-FU në dalje të detektorit është shumë e vogël, dukshëm më e vogël se fuqia e nevojshme për aktivizimin e altoparlantëve. Roli kryesor i pjesës-FU të radiomarrësit është të kryej përforcim të kësaj fuqie deri në nivelin e nevojshëm për eksitimin e altoparlantëve, e cila varet nga lloji dhe qëllimi i marrësit dhe lëviz prej disa dhjetëra mW, e deri në disa qindra W. Përveç kësaj, në pjesën -FU bëhet rregullimi i intensitetit, ngjyrës së tonit etj.

E parë nga këndvështrimi konstruktiv, pjesa -FU e radiomarrësit, si edhe e çdo përforcuesi-FU, ndahet në dy pjesë: *Përforcuesi-FU i tensionit*, roli i të cilit është që sinjalin e vogël nga detektori (ose koka e gramafonit, mikrofonit etj.) ta përforcojë në nivelin e duhur për eksitim (nxitje) të stadi të ardhshëm, dhe *stadi dalës*, roli i të cilit është të krijoj fuqinë dalëse të nevojshme në altoparlant.

Sipas llojit të qarkut në të cilin fitohet sinjali-FU i përforcuar dhe llojit të lidhjes me stadin në vazhdim, përforcuesit e tensionit ndahen në: përforcues-RC, përforcues me lidhje (çiftim) direkte, dhe përforcues me çiftim me transformatori (induktive).

Karakteristika themelore të pjesës-FU të marrësit janë: *përforcimi, fuqia dalëse maksimale, brezi i lejimit, dinamika, koeficienti i veprimit të dobishëm, shtrembërimet lineare dhe jolineare.*

Përforcimi është raport i madhësisë dalëse dhe hyrëse, prandaj dallohet përforcim i tensionit, i rrymës dhe i fuqisë. Këto madhësi ndryshojnë nga pajisja në pajisje, prandaj do ti shqyrtojmë në një shembull, tipik për marrësit radiodifuziv. Për një tension të hyrjes prej 0,4 V, në altoparlantin prej 4Ω le të zhvillohet fuqia prej 1W. Nëse rezistenca hyrëse e përforcuesit-FU është e barabartë me $10k\Omega$, atëherë rryma e hyrjes është 0,04mA, kurse fuqia hyrëse është 0.016mW, rryma e daljes 0,5A dhe tensioni i daljes 2V. Përforcimi i tensionit është 14dB, i rrymës 82dB, i fuqisë 48dB.

Fuqia maksimale e daljes është *fuqia më e madhe që mund të fitohet në altoparlant, kurse gjatë kësaj shtrembërimi të mos arrij një vlerë të caktuar.* Në varësi të marrësit, kjo fuqi lëviz nga disa milivat, e deri në disa dhjetëra vat.

Brez lejimi i përforcuesit-FU është brezi i frekuencave në të cilin përforcimi i përforcuesit nuk është më i vogël se një vlerë e caktuar nga përforcimi maksimal. Përforcimi është maksimal në brezin e frekuencave të mesme, rreth 1kHz, kurse vlera e paracaktuar është zakonisht (kjo nuk është rregull) është rreth 70% e përforcimit maksimal. Kjo do të thotë se brezi i lejimit është brezi i frekuencave në të cilat zvogëlimi i përforcimit nuk është më i madh se 3dB në krahasim me përforcimin në frekuencat e mesme. Frekuencat kufitare të brezit të lejimit (e sipërme dhe e poshtme) janë frekuenca në të cilat përforcimi është për 3dB më i vogël se përforcimi maksimal.

6.12. QARQET NË STADIN E RRJETËS SË MARRËSIT

Stadi i rrjetit në marrës shërben për furnizimin e qarqeve elektrike. Me të sigurohet tensioni i vazhduar adekuat. Furnizimi i pajisjeve portative kryhet me lloje të ndryshme të baterive ose akumulator. Më të mëdhenjtë, të ashtuquajturit pajisje stacionare, furnizohen nga rrjeti elektrik. Bllok-skema e një burimi për furnizim është paraqitur në Fig. 6-35.

Çdo stad i rrjetit përbëhet nga: *transformator i rrjetit, drejtues, filtër dhe stabilizator i tensionit.*

Transformatori i rrjetit e zvogëlon tensionin nga rrjeti elektrik (220V/50Hz) në vlerën e kërkuar më të vogël. Kjo vlerë varet nga parametrat përbërës të pajisjes.

Ky tension pastaj drejtohet me ndihmën e drejtuesit (radrizzatorit). Drejtuesi mund të jetë i ndërtuar nga një, dy ose katër dioda. Konstruksioni me dy dioda përdoret më rrallë, sepse në këtë rast transformatori duhet të ketë dalje të mesme në sekondarin e tij. Zgjidhja me vetëm një diodë përdoret edhe më rrallë, sepse në këtë rast filtrimi është shumë i vështirë. Në praktikë më shpesh hasen drejtues të ndërtuar nga katër dioda. Diagrami kohor i rrymës në dalje të drejtuesit është dhënë në Fig. 6-35, kurse ka të bëjë me zgjidhjen e drejtuesit me katër dioda (i_{sl} prej t).

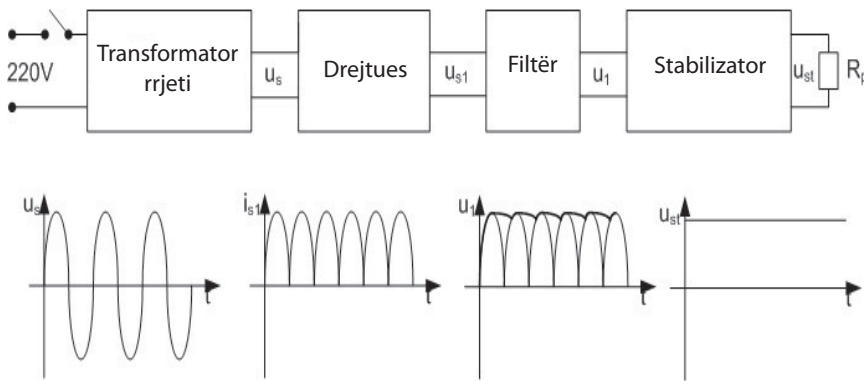


Fig. 6-35. Bllok-skema e burimit të furnizimit

Roli i **filtrit** është të lëshojë drejt stabilizatorit vetëm komponentën e vazhduar të sinjalit nga drejtuesi. Diagrami kohor i këtij tensioni është dhënë me varësinë (u_1 nga t).

Ky tension i vazhduar nuk është stabil në masë të kënaqshme. Kur ky tension do të silllej direkt për furnizim të pajisjeve, gjatë punës së tyre do të dëgjohej buçitje e caktuar. Për të shmangur këtë, si stad i fundit në burimin e furnizimit përdoret stabilizator.

Roli i **stabilizatorit** është që ti sigurojë tension dalës konstant, të pa ndryshueshëm (u_{st}) konsumatorit, pavarësisht nga ndryshimet e tensionit të hyrjes nga rrjeti ose nga rryma e ngarkesës (konsumatorit). Kjo rrjedh nga ajo se konsumatori mund të tërheqë më rrymë më të madhe, me çka tensioni (u_{st}) do të binte. Stabilizuesi e ndalon këtë. Pra, në dalje të stabilizatorit fitohet tension i vazhduar konstant.

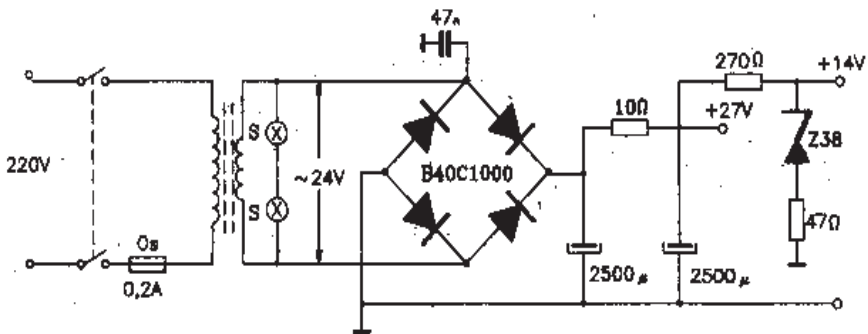


Fig. 6-36. Pjesa e rrjetit e marrësit me fuqi dalëse të madhe

Në marrësit me fuqi të madhe, konsumimi i të cilit është disa amper (Fig. 6-36), tensioni i vazhduar stabilizohet vetëm me kondensator me kapacitet shumë të madh. Tensioni dalës i fituar kështu nuk është i stabilizuar mirë, por kjo është e pranueshme, sepse nuk ndikon dukshëm në funksionimin normal në pjesën e frekuencave të ulëta të radiomarrësit. Në këto pajisje, tensioni i vazhduar për statet tjera të cilët janë konsumues shumë më të vegjël, stabilizohet veçantë. Në këtë rast, kjo bëhet me diodë Zener, me çka fitohet tension i stabilizuar prej 14V.

6.13. SKEMA ELEKTRIKE E RADIOMARRËSIT

Sot pothuajse të gjithë marrësit radiodifuziv në strukturën e tyre kanë një ose më tepër qarqe të integruara që kryejnë funksione të ndryshme.

Një lloji i marrësit-AM për zonën e valëve të mesme, *i realizuar me dy qarqe të integruara*, është dhënë në Fig. 6.37.

Qarku i integruar LM 1820 kryen funksionin e stadiit-FL, kurse qarku LM 386 kryen funksionin e stadeve –FU.

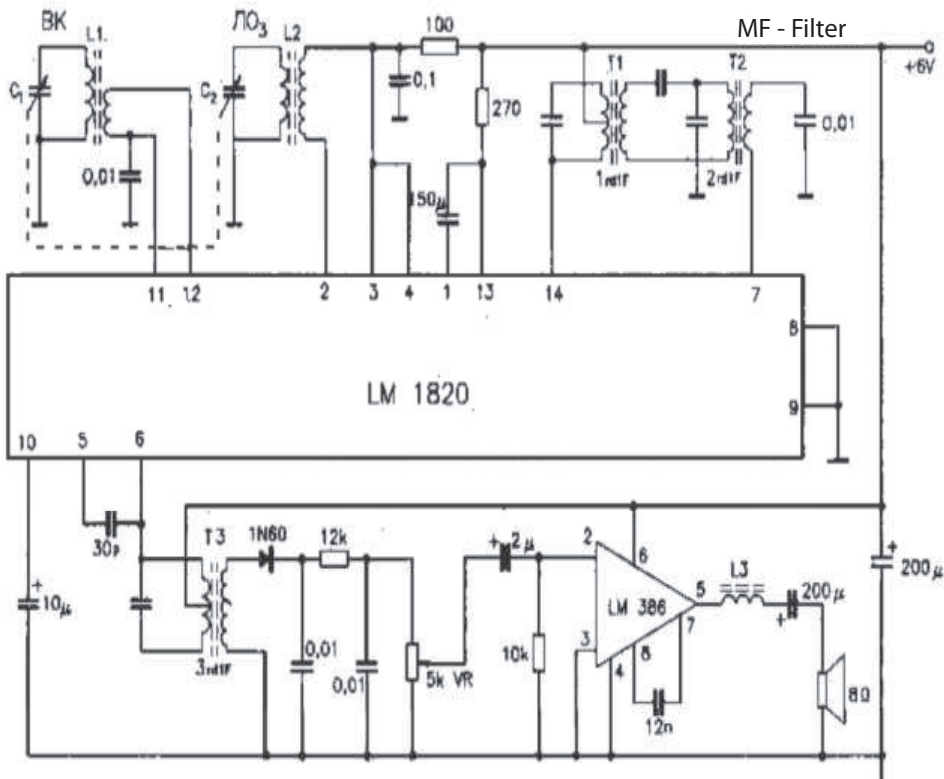


Fig. 6-37. Skema elektrike e marrësit me dy qarqe të integruara

Marrësit të cilët marrin sinjale-FM në zonën –VHF, sot, kryesisht, janë me transmetim stereo dhe në teknikë të integruar, por për to të flasim në kapitullin e ardhshëm.

6 PËRMBLEDHJE

- ❖ Sipas parimit të funksionimit, radiomarrësit ndahen në të drejtpërdrejtë (marrës me përforcim të menjëhershëm direkt) dhe superheterodin (me përforcim të tërthortë). Në varësi të zonës për marrje, radiomarrësit ndahen në: të valëve të gjata (VGj), të valëve të mesme (VM), të valëve të shkurtra (VSh) dhe ultra të shkurtra (VHF). Sipas llojit të modulimit, marrës-AM dhe marrës-FM.
- ❖ Marrësit superheterodin radiodifuziv kanë stadin për ndryshim të frekuencës i cili përbëhet nga dy tërësi të caktuara, përzierësi dhe oscilatori lokal. Në marrësit superheterodin sinjali nga stacioni hidhet në zonë më të ulët të frekuencave në frekuencën e ndërmjetme f_{mf} . Frekuenca e ndërmjetme në marrësin-AM në dalje të përzierësit është e barabartë me $f_{mf} = 455\text{kHz}$, kurse për marrësit-FM $f_{mf} = 10,7\text{ MHz}$;
- ❖ Karakteristika të radiomarrësve janë: ndjeshmëria, selektiviteti, fuqia dalëse, besnikëria e riprodhimit dhe zonat e marrjes;
- ❖ Qarku i hyrjes e veçon sinjalin e stacionit programin e të cilit dëshiron ta marrë dëgjuesi dhe i shtyp sinjalet frekuencat e të cilëve janë afër frekuencës së ndërmjetme f_{mf} . Qarku i hyrjes zakonisht është qark oshilues paralel frekuenca e të cilit akordohet të jetë e barabartë me frekuencën e bartësit të stacionit të cilin dëgjuesi dëshiron ta marrë.
- ❖ Përforcuesi-FL është përforcues selektiv i cili nga të gjitha sinjalet me frekuenca të ndryshme (stacione të ndryshme) e përforcon spektrin e sinjalit të stacionit në të cilin është akorduar marrësi, kurse gjithë të tjerët i shtyp.
- ❖ Me sintezën e frekuencave fitohet stabilitet i frekuencave në marrës, nëse ka numër më të madh të frekuencave të ndryshme ose për funksionim më të thjeshtë. Sinteza e frekuencave bëhet me qarqe digjitale të integruara PLL (Phase Locked Loop) ose lak të mbyllur në fazë;
- ❖ Në stadin e frekuencës së ndërmjetme realizohet silektimi dhe përforcimi i sinjaleve që vijnë në SNF;

- ❖ Roli i pjesës-FU i radiomarrësit është të kryej përforsim të fuqisë për eksitim e altoparlantëve, prej disa dhjetëra mW, deri në disa qindra W. Në të bëhet rregullimi i intensitetit dhe ngjyra e tonit;
- ❖ Stadi i rrjetit në marrës shërben për furnizimin e qarqeve elektrike. Transformatori i rrjetit e zvogëlon tensionin nga rrjeti elektrik (220V/50Hz) në velën më të vogël të kërkuar.

PYETJE DHE DETYRA

1. A fitohet në dalje të detektorit-AM nga Fig. 6-24 tensioni i detektuar?
2. Të vizatohet diagrami kohor nëse u_{AM} është sinjal muzikor i modular. Nga cilat komponentë përbëhet?
3. Pa cilin element nuk mund të punojë asnjë detektor-AM?
4. Të vizatohen shtrembërimet e karakteristikës dalëse të detektorit me diodë nëse $RC \gg 1/f_{FL}$. Si quhen këto lloje të shtrembërimeve?
5. Cilat janë avantazhet e detektor kolektorial? Pse ai përdoret më shpesh?
6. Cili është roli i kufizuesit në qarkun për modulim-FM?
7. Si zvogëlohet tensioni u_1 në pjesën-FL në radiodetektor?
8. Me cilat elemente arrihet që, pengesat në amplituda të mos ndikojnë mbi punën e radiodetektorit?
9. Analizo punën e detektorit koincidental dhe të tensioneve të tij të daljes!
10. Cili është dallimi mes qarqeve fazërritës dhe fazëzvogëlues?
11. Përdorimi i qarqeve fazërritës dhe fazëzvogëlues është i gjerë. Ku gjejnë zbatim, përveç në teknikën radiodifuzive dhe pse përdoren?
12. Vizato lakoren e lejimit gjatë rregullimit të ngjyrës së tonit me dy potenciometra dhe analizoje atë!
13. Të përcaktohet tensioni i daljes i qarkut për rregullim të ngjyrës së tonit për frekuenca të larta nëse tensioni i hyrjes është $u_{hyr} = 0,8V$, kurse $C_3 = 300nF$; $C_4 = 10nF$ dhe $R_4 = 60kW$!
14. Çfarë funksioni ka stadi i rrjetit në marrës? Me cilat elemente stadi i rrjetit e realizon funksionin e tij?

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

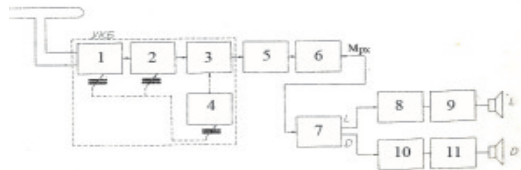
- Frekuenca e ndërmjetme në sinjalin-FM është $f_{mf} =$ _____.
- Frekuenca e ndërmjetme në sinjalin-AM është $f_{mf} =$ _____.
- Selektiviteti është aftësi e radiomarrësit nga shumë sinjale me frekuenca të ndryshme të vetëm _____ e dobishme.
- Shtrebbërimet jolineare janë pasojë e karakteristikave të _____.

Llogarit dhe zgjidhjen shkruaje në vendin e shënuar!

- Nëse frekuenca e hyrjes e marrësit është 828kHz, sa është:
 - frekuenca e oscilatorit lokal në AM _____
 - frekuenca simetrike $f_{SS} =$ _____.

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

- Në figurë është paraqitur _____.



Çka paraqesin bloqet e mëposhtme:

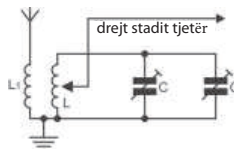
2 _____ 6 _____
 4 _____ 9 _____

Si është sinjali në krahasim me frekuencën mes ?

1 dhe 2 _____ 10 dhe 11 _____

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

- Në figurë është paraqitur qarku hyrës me _____



C_s është _____ L_1 është _____.

7.

RADIOMARRËSI STEREOFONIK

Duke dëgjuar me dy veshë, njeri mundet në çdo zë të dallojë intensitetin, lartësinë, ngjyrën dhe drejtimin prej nga vjen zëri. Ky sens për drejtimin në mënyrë hapësinore e përcakton burimin e zërit. Me një dëgjim të tillë është mundësuar zhvillimi i **stereofonisë**. Fjala **stereofoni** vjen nga kombinimi i fjalëve greke stereo – që do të thotë *hapësinorë* dhe fon – *zë*.

Në riprodhimin monofonik transmetohen dy të dhëna: amplituda dhe frekuenca e sinjalit. Riprodhimi stereofonik kërkon transmetimin edhe të dhënës së tretë që do të mundësojë lokalizimin e burimit. Kjo arrihet me përdorimin e mikrofonit dhe koduesit.

Ekzistojnë më shumë sisteme për të marrë *sinjal stereofonik*, kurse më të njohur janë: sistemi-AB, sistemi-XY, sistemi-MS dhe sistemi i kombinur AB-XY.

Sistemi-AB realizohet me mikrofonta me karakteristika të njëjta, kurse sistemi-MS me mikrofonta me karakteristika të ndryshme. Në të dy rastet ka dy sinjale që janë me frekuenca të ulëta, kurse dallimi është në atë se në koduesin e parë përdoret matrica.

Me ndërmjetësimin e koduesit-dekoduesit fitohet një sinjal i multipleksuar i cili bartet me një kanal të radiolidhjes dhe mund të plotësojë kushtin e kompatibilitetit. Në rastin e stereotransmetimit me kompatibilitet-përshtatshmëri nënkuptohet sa vijon:

- *Marrësit monofonik ekzistues të gjitha emisionet e incizuara i riprodhojnë si monofonik;*
- *Marrësi stereofonik të gjitha monoprogamet i riprodhon si monofonik, kurse stereoprogamet si stereofonik.*

Në transmetimin stereo nëpërmjet dy mikrofonave M1 dhe M2 fitohen dy sinjale-FU të cilët përforcohen në dy përforcues të frekuencave të ulëta (PFU_1 dhe PFU_2), dhe pastaj dërgohet në kodues. Pas kodimit, nga këto dy sinjale -FU në dalje të koduesit fitohet një sinjal i multipleksuar me të cilin bëhet modulimi i frekuencës bartëse në transmetues (Fig.7-1). Në marrësin për riprodhim stereo, pas detektimit duhet të përdoret dekodues, i cili nga sinjali i multipleksuar i veçon dy sinjalet-FU, kurse këta pas përforcimit në PFU_1 dhe PFU_2 do të riprodhohen me ndihmën e dy altoparlantëve.

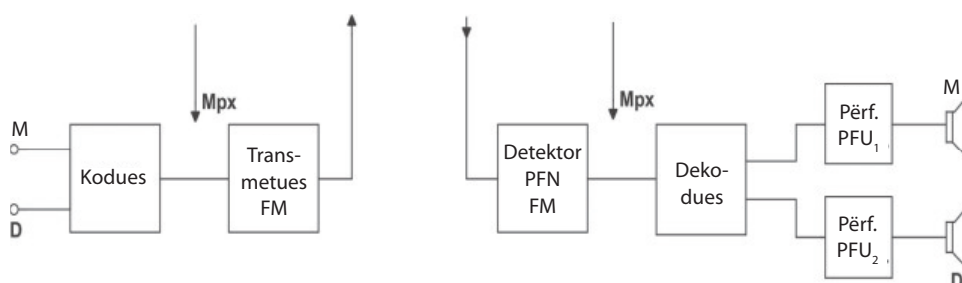


Fig. 7-1. Bllok-skema e transmetimit stereofonik radiodifuziv

Sistemet e transmetimit radiodifuziv të stereosinjalit mund të ndahen në dy grupe:

- *jokompatibil*, kur në të njëjtën kohë përdoren dy transmetues dhe dy marrës, njëri për sinjalin-FU të majtë (M), kurse tjetri për të djathtë (D);
- *kompatibil*, kur me një transmetues (të njëjtë) barten të dy sinjalet (mono-M dhe stereo-S).

Sistemet kompatible, në parim, mund të dallohen edhe sipas:

- modulimit të amplitudës që zbatohet në VGj, VM dhe VSh, dhe
- modulimit të frekuencës që zbatohet në zonën- VHF.

Dallimi mes zonës-AM dhe FM ka të bëjë me llojin e koduesit-dekoduesit dhe nga gjerësia e kanalit, sepse ai tek AM është i kufizuar në 4,5 kHz, kurse te FM përfshin sinjale-FU deri në 15kHz.

Ekspërimet me transmetim të programeve radiodifuzive filluan pas Luftës së dytë botërore dhe atëherë janë propozuar një numër i madh i sistemeve të ndryshme për ndryshimin e VM, si dhe në zonën-VHF.

Së pari është standardizuar stereosinjali i multipleksuar për zonën-VHF, dhe pastaj është standardizuar edhe zona e diapazonit-FM. Në Amerikë dhe në Evropën Perëndimore është miratuar sistemi i modulimit polar të zonës-VHF, kurse në zonën-VM zbatohet sistem me modulim katror.

M[zonën-VHF fillimisht u aplikuan sisteme të ndryshme, në të cilët gjatë transmetimit të sinjalit stereo bartësi ndihmës është i moduluar në mënyra të ndryshme: AM, FM. Zgjedhja e frekuencës ndihmëse varet nga sistemi i miratuar dhe nga lloji i modulimit (AM, FM). Pasi që në zonën-VHF frekuenca bartëse është e moduluar në frekuencë, kurse bartësi ndihmës mund të jetë i moduluar në amplitudë, frekuencë, impulsive etj, janë miratuar shkurtesa të ndryshme për këto sisteme (FM/FM; FM/AM).

Në SHBA janë kryer transmetimet e para të stereoprogrameve (deri më 1961) sipas të ashtuquajturit sistem Crosby (FM/FM), në të cilët frekuenca bartëse $f_s = 50\text{kHz}$ është e moduluar në frekuencë me sinjalin, me një devijim frekuence prej $\pm 25\text{kHz}$. Modeli i ardhshëm është i ashtuquajturit model suedez, në të cilin në transmetim përdoret kompresor, kurse në marrje expander, dhe ku frekuenca bartëse është dy herë më e madhe se frekuenca (f_h) e oscilatorit horizontal të sinjalit-TV, $f_s = 2\text{kHz}$ ndërsa $f_h = 31,25\text{ kHz}$. Mangësi e sistemit FM/FM është mbajtja relativisht e rëndë e bilancit të amplitudave mes sinjalit mono (M) dhe stereo (S). Në vend të sistemit FM/FM, Mullard në kohën e tij e propozoi sistemin me modulim impulsiv, me shtim të impulseve për sinkronizim, por ky sistem kishte një interferencë të madhe me kanaleve M dhe S. Sistemi klasik FM/AM, në të cilin frekuenca f_s është e moduluar në amplitudë, po ashtu nuk gjeti zbatim për shkak të paraqitjes së shtrembërimeve.

Sistemet me bartës ndihmës f_s dhe me zbatim të modulimit në amplitudë pa bartës u tregua si më premtuese dhe nga ato doli i ashtuquajturit sistemi pilot-ton, në të cilin përdoret bartës me frekuencë prej 38kHz. Ky sistem fillimisht u standardizua në SHBA (FCC), kurse më vonë u mor edhe në Organizatën Evropiane EBU (1963), ndërsa në Evropën Lindore është standardizuar sistemi me modulim në amplitudë (1965).

Karakteristikat e standardit EBU i cili përdoret këtu te ne janë:

- shuma e sinjaleve $M = M + D$ mbulon një brez nga 30Hz deri në 15kHz me preemfazis deri në 75 μs ;
- ndryshim i sinjaleve $S = M - D$, gjithashtu, mbulon brez prej 30Hz deri në 15kHz me preemfazis deri në për 75 μs , edhe atë paraqet sinjal të moduluar me frekuencë bartëse ndihmëse f_s ;

- frekuenca bartëse ndihmëse f_s është dy herë më e madhe se frekuenca e pilot-tonit $f_t = 19\text{kHz}$ dhe ky bartës ndihmës f_s prej 38kHz e modulon dallimin e sinjaleve $S = M - D$, kurse zbatohet në modulimin në amplitudë DSB pa frekuencë bartëse;
- të dy brezat e ndryshimit të moduluar të sinjaleve $(M-D)$, pilot-tonit dhe monosinjalit bazë $(M + D)$ paraqesin stereosinjal të multipleksuar me të cilin bëhet modulimi i frekuencës bazë të transmetuesit-VHF;
- interferenca relative në mes të kanalit të majtë dhe të djathtë në këtë transmetim nën 300Hz dhe mbi 5kHz duhet të jetë më e madhe 30dB , kurse në brezin 300Hz deri në 5kHz duhet të jetë më e madhe se 40dB .

Spektri i frekuencave (Fig. 7-2) i sinjalit modelues të multipleksuar (M_{px}) është dhënë me shprehjen:

$$u_i = \frac{M + D}{2} + \frac{M - D}{2} \cdot \sin \omega_s t + k_s U \frac{\omega_s^2}{2} t \dots\dots\dots(7-1)$$

ku: M është sinjali-FU i majtë, k_s është konstanta e modulimit, D është sinjali-FU i djathtë, $\omega_s = 2\pi f_s$, $f_s = 38\text{kHz}$ – bartës ndihmës.

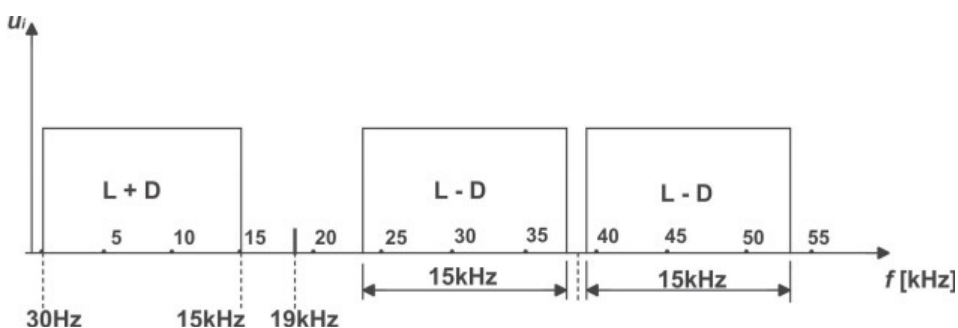


Fig. 7-2. Spektri i frekuencave të sinjalit të multipleksuar (M_{px})

Raportet fazore të frekuencës së pilot-tonit (19kHz) dhe bartësit ndihmës (38kHz) janë dhënë në Fig. 7.3.

Të dy sinjalet janë në fazë në çdo të dytën periodë të bartësit ndihmës, kur ai kalon nëpër vlerën zero të frekuencës së pilot-tonit.

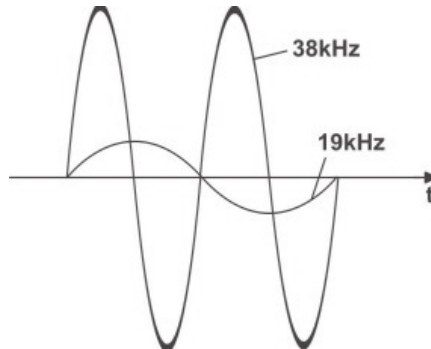


Fig. 7-3. Krahasimi i fazave të frekuencave të pilot-tonit (f_t) dhe bartësit ndihmës (f_s)

Për dallim nga sistemi EBU, në sistemin e evropianolindor bartësi f_s është dy herë më i madh se frekuenca horizontale në televizion $f_s = 2f_h = 31,25 \text{ kHz}$ (me zbatimin e modulimit në amplitudë).

7.1. KODUESI-DEKODUESI STEREOFONIK

Në transmetimin stereo radiodifuziv në praktikë përdoren disa sisteme të ndryshme kodues-dekodues, nga të cilët më të përdorshëm janë: *matricor* dhe *komutues*.

Koduesi-dekoduesi matricor. Ky sistem realizohet me ndihmën e matricës me të cilën fitohet shuma dhe ndryshimi i sinjaleve. Me ndihmën e dy mikrofonave M_M dhe M_D fitohen dy sinjale-FU, i majti (u_M) dhe i djathti (u_D). Bllok-skema e **stereokoduesit MS** është dhënë në Fig. 7-4.

Të dy sinjalet u_M dhe u_D barten në matricë dhe në daljen e saj fitojmë dy sinjale. Njëri është shumë $u_M = u_M + u_D$, kurse tjetri është ndryshim $u_M = u_M - u_D$. Ndryshimi i sinjaleve në sistemet me pilot transmetohet me frekuencën ndihmëse prej 38kHz dhe modulim në amplitudë pa bartës. Nga oscilatori me 19kHz sinjali i pamoduluar bartet në qarkun për ndarjen e frekuencës dhe në dalje të tij fitohet sinjal me 38kHz. Ky sinjal është bartës për modulatorin, i cili jep sinjal të moduluar në amplitudë u_{DSB} pa bartës. Në qarkun për mbledhje hyjnë u_M dhe u_{DSB} – sinjal i moduluar në

amplitudë pa bartës, sinjali u_s dhe sinjali pilot u_t . Pas mbledhjes fitojmë sinjal të multipleksuar $M_{px}(u_t)$.

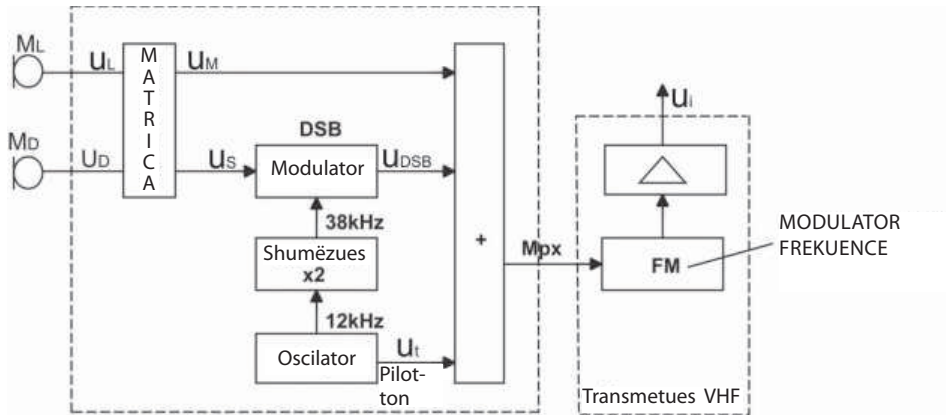


Fig. 7-4. Bllok-skema e stereokoduesit –MS

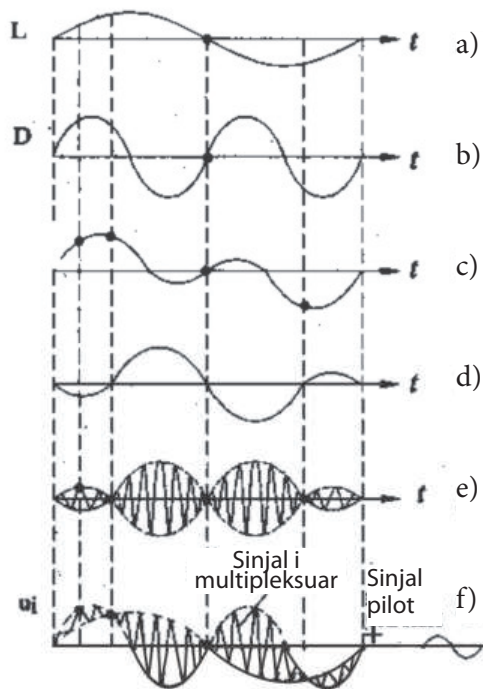


Fig. 7-5. Krahasimi i stereosinjalit të multipleksuar

Ky sinjal modulohet në frekuencë në transmetuesin-VHF. Komponentët e stereotransmetimit në stereokoduesin-MS matricor janë dhënë në

Fig. 7.5 . Në (Fig. 7.5-a dhe b) janë dhënë ndryshimet e sinjalit-FU nga mikrofonat. Sinjali u_M është me $f_M=1\text{kHz}$, kurse sinjali prej u_D me $f_D = 2\text{kHz}$. Në (Fig. 7-5- c, d) janë vizatuar grafikët e sinjaleve që i fitojmë pas matricës $u_M=M+D$ dhe $u_S=M-D$.

Në (Fig. .7-5-e) është vizatuar grafiku kohor i sinjalit të moduluar në amplitudë, kurse në (Figura 7-5, f) është vizatuar grafiku kohor i stereosinjalit të multipleksuar u_i . Sinjali pilot u_t mundëson sinkronizimin e punës mes koduesit në transmetues dhe dekoduesit në marrës.

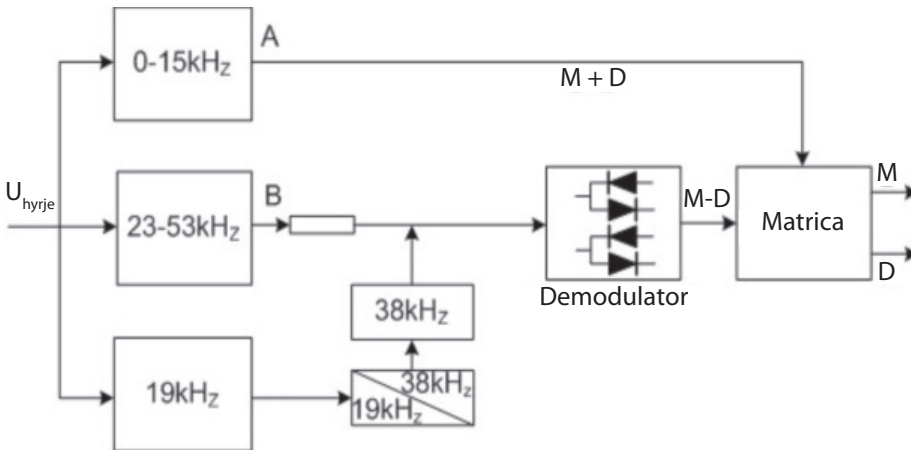


Fig. 7-6. Bllok-skema e dekoduesit matricor

Në radiomarrësat stereofonik të gjitha stadet në stereodekoduesin janë të njëjtë si në radiomarrësin mono. Ndryshimi paraqitet pas detektorit-FM. Bllok-skema e një dekoduesi matricor është dhënë në Fig. 7-6.

Pasi të bëhet detektimi i sinjaleve të moduluara në frekuencë, sinjali i multipleksuar M_{px} bartet në hyrje të stereodekoduesit. Në dalje të filtrit-FU (pika A) fitohet shumë e sinjaleve $M + D$. Në dalje të filtrit-lëshues të brezit prej 23kHz deri në 53kHz (pika B) fitohet sinjali- u_{DSB} , i cili bartet në demodulatorin e sinjaleve-AM dhe pas demodulimit në dalje fitohet ndryshimi i sinjaleve $M - D$. Shuma dhe diferenca me ndihmën e matricës në dalje japin sinjal-FU, të majtin M dhe të djathtin D.

Koduesi-dekoduesi komutues. Ky sistem fitohet me ndihmën e komutuesit elektronik me ndihmën e të cilit formohet multipleksimi në kohë. Edhe këtu sinjalet fitohen me ndihmën e dy mikrofonave M_M dhe M_D , të cilët në vend në matricë, barten në komutatorin K_1 (çelësin). Kalimi

i çelësit nga njëra pozitë në tjetrën (M_M dhe M_D) bëhet me sinjal me frekuencë prej 38kHz. Një sinjal i tillë i ngjashëm e sinkronizon edhe punën e anës së transmetuesit.

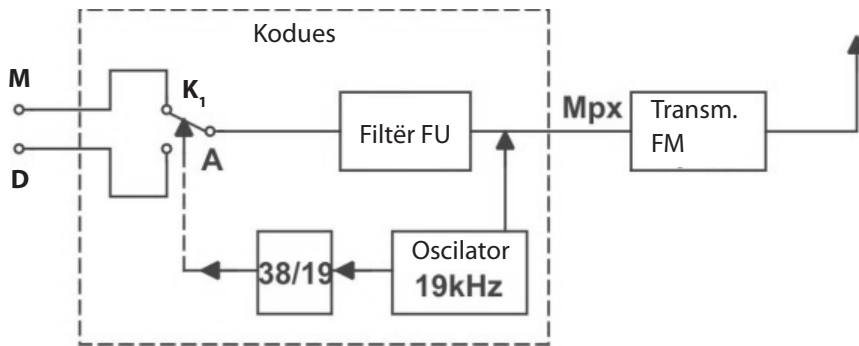


Fig. 7-7. Bllok-skema e koduesit komutues

Skema e thjeshtuar e koduesit komutues është dhënë në Fig. 7-7. Sinjali me frekuencë 19kHz, i cili gjenerohet në oscilator, quhet *sinjal pilot* ose vetëm *pilot*. Ai bartet në ndarësin e frekuencave, në të cilin nga tensioni me frekuencë prej 19kHz fitohet tensionit me frekuencë prej 38kHz. Me ndihmën e këtij tensioni menaxhohet me komutuesin K_1 , kështu që ai gjatë kohës prej një sekonde është 38.000 herë në pozitën e sipërme dhe aq herë në atë të poshtme. Natyrisht, një komutues kaq i shpejtë nuk mund të jetë i llojit mekanik, por ai është elektronik, i ndërtuar me transistorë dhe elemente tjera gjysmëpërçues që hapen dhe mbyllen nën ndikimin e tensionit prej 38kHz. Derisa çelësi është në pozitën e sipërme, në pikën A, mes tij dhe masës ka sinjal M, kurse gjatë kohës që është në pozitën e poshtme, në pikë A ekziston sinjali D. Pasi që kalimi i çelësit nga njëra pozitë në tjetrën bëhet pandërprerë, bëhet e qartë se në pikën A fitohet një sinjal kompleks që mund të quhet: sinjal „herë majtas- herë djathtas,„. Kur ky sinjal do të përforcohej dhe do të riprodhohej përmes një altoparlanti, dëgjuesi do të dëgjon të dy sinjalet, d.m.th. sinjalin e plotë.

Gjatë kësaj, ndërprerja nuk do të mund të vërehet, sepse ajo ndodh me shpejtësinë e ultrazërit. Kjo procedurë e përshkruar me të cilën realizohet transmetim i dy informacioneve nëpër një kanal transmetimi quhet multipleksim kohor. Paraqitje grafike e sinjaleve në koduesin-dekoduesin komutues është dhënë në Fig. 7-8.

Të marrim, për shembull, se tensionet M dhe D janë të barabartë në frekuencë dhe të ndryshëm në amplitudë, si në (Fig. 7-8-a), dhe se bartësi ndihmës prej 38kHz ka formë drejtkëndëshe.

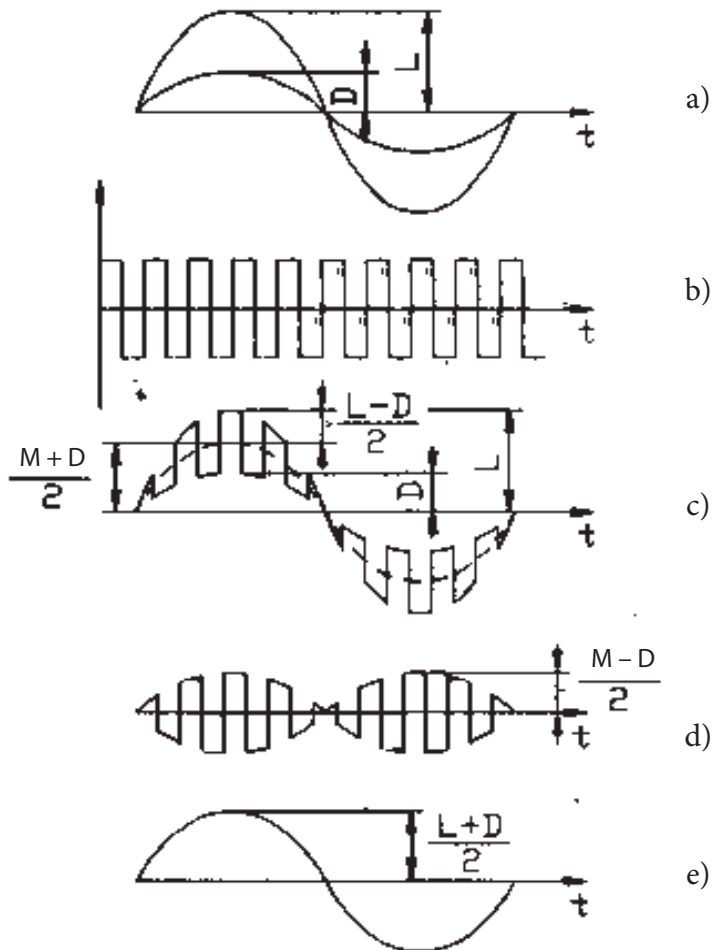


Fig. 7-8. Sinjale të koduesit komutues

Në rastin kur sinjalet në dalje të mikrofonit kanë forma si në (Fig. 7-8-a), sinjali në pikën A ka formën si në (Fig. 7-8-b), kurse në dalje të filtrit-FU si në (Fig. 7-8 - c). Sinjali në dalje të koduesit është treguar në Fig. 7-9.

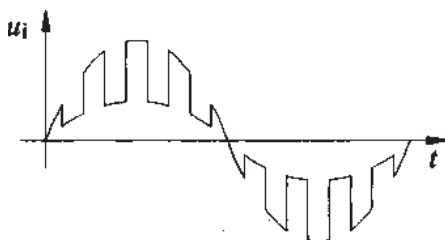


Fig. 7-9. Sinjalet M dhe D me bartësin ndihmës prej 38kHz në dalje të koduesit komutues

Në marrësin stereo pas demodulatorit-FM, sinjali i multipleksuar bartet në hyrje të dekoduesit. *Bllok-skema e dekoduesit komutues* është dhënë në Fig. 7-10.

Nga sinjali i multipleksuar u_i me ndihmën e filtrit –lëshues të brezit shumë të ngushtë veçohet sinjali pilot dhe bartet në ndarësin e frekuencave. Tensioni me frekuencë prej 38kHz e komandon çelësin- komutatorin K_2 , kështu që edhe ai 38.000 herë në sekondë është në pozitën e sipërme dhe aq në të poshtmen. Të dy tensionet me frekuenca prej 38kHz, edhe në kodues edhe në dekodues kanë frekuencë dhe fazë pothuajse të njëjtë, sepse të dytë fitohen me veçim të tensionit që është krijuar nga i njëjti oscilator prej 19kHz. Prandaj, edhe komutatori K_1 dhe komutatori K_2 punojnë të sinkronizuar, dmth të dy janë në të njëjtën kohë në pozitën lartë ose poshtë, me çka mundësohet që sinjali nga mikrofoni i majtë të shkojë në altoparlantin e majtë, kurse nga mikrofoni i djathtë në altoparlantin e djathtë. Në këtë mënyrë, muzika nga gjysma e majtë e orkestrës, koncerti i të cilës emitohet, bartet në altoparlantin e majtë dhe, përkatësisht, në altoparlantin e djathtë, me çka realizohet transmetimi stereofonik. Në dalje të dekoduesit fitohet herë sinjal i majtë herë i djathtë, prej ku edhe rrjedh se altoparlantët nuk zërojnë vazhdimisht, por herë i majti e herë i djathti. Por, kjo nuk është e saktë, sepse tensionet e altoparlantëve nuk janë me ndërprerje. Frekuenca e sipërme kufitare e përforcuesit-FU është më e vogël se 38kHz, kështu që sinjali i komutimit nuk arrin deri te altoparlantët. Por edhe sikur të vinte deri tek ato edhe ky do ishte në gjendje ta riprodhonte, kështu që dëgjuesit kjo nuk do ti pengonte, sepse veshi i njeriut nuk është në gjendje ti regjistrojë këto ndryshime të shpejta.

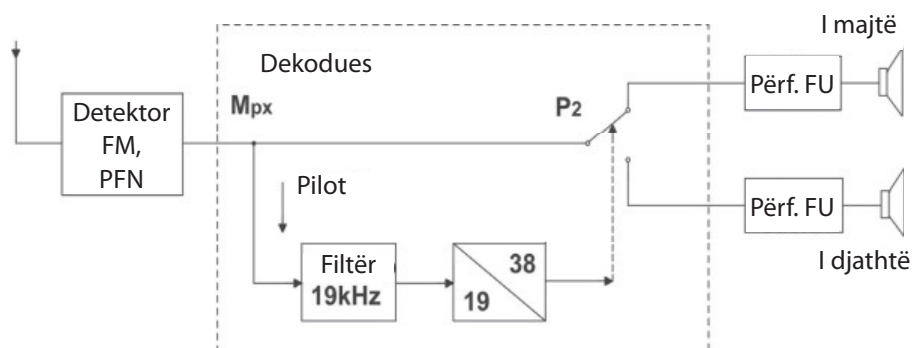


Fig. 70-10. Bllok-skema e marrësit stereofonik me dekodues

Skema elektrike parimore e dekoduesit komutues është dhënë në Fig. 7-11.

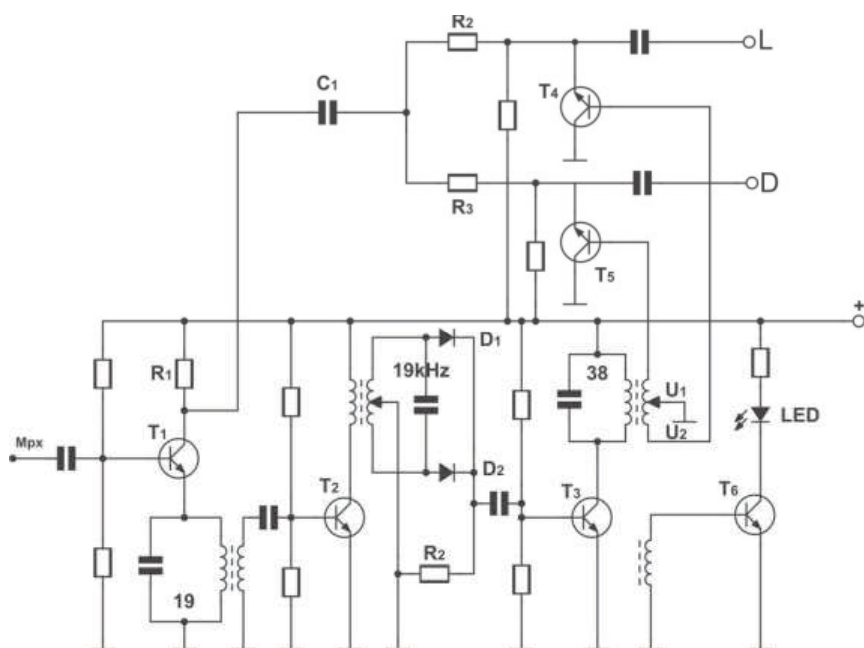


Fig. 7-11. Skema elektrike e dekoduesit

Ky dekodues realizohet në teknikë diskrete. Sinjali i multipleksuar nga detektori- FM bartet në bazën e transistorit T_1 në qarku e emiterit të të cilit gjendet qarku oscilues paralel, frekuenca rezonante e të cilit është 19kHz. Për këtë sinjal (M_{px}) qarku oshilues sillet si një rezistencë e madhe

dhe në skajet e tij fitohet tension me frekuencë 19kHz. Ky sinjal përforcohet përmes T_2 dh ashtu i përforcuar bartet në qarkun e dytë oscilues, i cili po ashtu është i akorduar në 19kHz. Pastaj vjen ndarësi i frekuencave me diodat D_1 dhe D_2 , i cili është treguar enkas në Fig. 7-12. Dalja e mbështjellës është në mes, me çka arrihet tensionet alternative u' dhe u'' të jenë me të njëjtat amplituda, por me faza të kundërta.

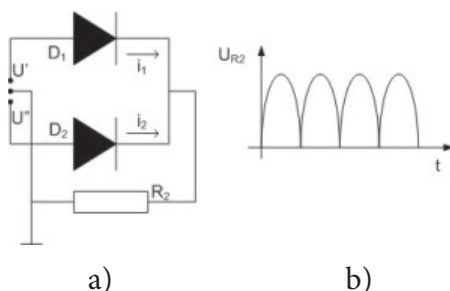


Fig. 7-12. Ndarësi i frekuencave

Diodat përçojnë në mënyrë të alternuar, por rrymat e tyre rrjedhin në të njëjtin drejtim përmes rezistencës R_2 dhe në të fitohet tension pulsiv (Fig. 7-12-b), i cili bartet në bazën e transistorit T_3 . Nën ndikimin e këtij tensioni nëpër transistor rrjedh rrymë pulsive. Kjo është një rrymë komplekse e cila përveç komponentës së vazhduar, ka edhe numër më të madh të harmonikëve – komponente sinusoidale. Njëra nga këto ka frekuencë prej 38kHz. Për të qarku oscilues sillet si rezistencë prandaj në skajet e tij fitohet tension prej 38kHz. Tensionet u_1 dhe u_2 në sekondarin janë me amplituda të njëjta, por me faza të kundërta, sepse dalja është bërë në mesin e mbështjelljes. Tensioni u_1 bartet në bazën dhe emituesin e T_5 , kurse tensioni u_2 mes bazës dhe emiterit të T_4 . Këto dy transistorë punojnë si çelësa. Derisa u_2 është pozitiv, T_5 është në ngopje dhe sillet si lidhje e shkurtër e cila e lidh hyrjen në përforcuesin-FU të djathtë me masën.

Në të njëjtën kohë, u_2 është negativ, kështu që T_4 është i bllokuar dhe sillet si rezistencë me vlerë shumë të madhe. Sinjali-FU nga kolektori i T_1 (në atë moment ky është sinjali M, i cili shkon përmes C_1 dhe R_2 në kanal-in-FU të majtë dhe riprodhohet përmes altoparllantit të majtë. Në gjysmë-periodën e ardhshme u_1 është negativ, kurse u_2 pozitiv, kështu që T_5 sillet si rezistencë, kurse T_4 si lidhje e shkurtër, kështu sinjali-FU (tani ky është sinjali D) përmes C_1 dhe C_3 shkon në kanal-in e dytë dhe riprodhohet në altoparllantin e djathtë. Siç shihet, kur T_4 përçon, kjo i përgjigjet pozitës së

çelësit nga Fig. 7-13, dhe kur përçon T_5 , kjo i përgjigjet pozitës së sipërme të çelësit të njëjtë. Dioda-LED në qarkun e kolektorit të T_6 është stereoindikator i njohur, i cili tregon se si është transmetuesi në të cilin është akorduar marrësi – stereofonik ose monofonik. Pika e punës e T_6 është në klasën B, kështu që rryma e kolektorit kur nuk ka tension prej 38kHz (dmth., kur marrësi nuk është akorduar me transmetuesin stereofonik) është zero dh dioda LED nuk ndriçon. Kur marrësi është i akorduar në transmetuesin stereofonik, në qarkun oshilues në kolektorin e T_3 do të paraqitet tension me frekuencë prej 38kHz. Përmes rrugës induktive, ai bartet në bazën e transistorit T_6 dhe ky përçon gjatë kohës së gjysmëperiodës kur baza është pozitive ndaj emiterit. Kjo rrymë impulsive bën që të ndriçojë dioda-LED dhe me këtë tregohet se ekziston stereomarrje.

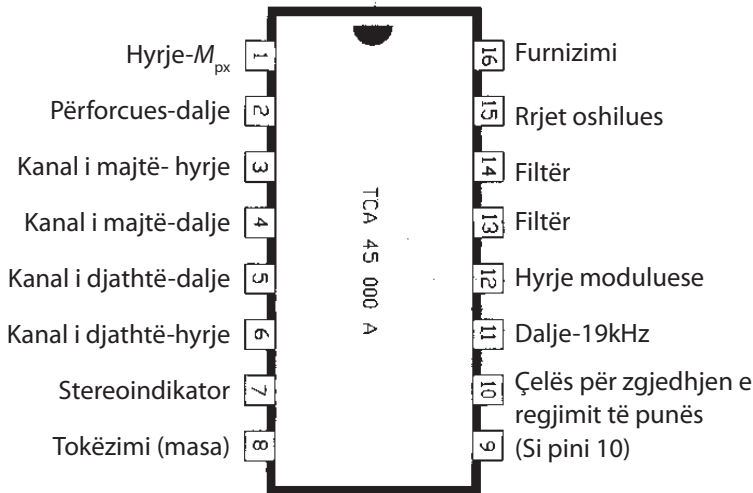


Fig. 7-13. Kuptimi i kontakteve të caktuara të qarkut të integruar TCA 45000

Skema elektrike e analizuar paraprakisht është rast kur stereodekoduesi është përpunuar në teknikë diskrete. Sot, të gjitha këto elemente, si dhe funksioni i një stereodekoduesi vendosen në një *qark të integruar*. Një qark i tillë është edhe TCA 45000A. Ky qark funksionon sipas parimit të PLL, me çka sigurohet punë e qëndrueshme. Në Fig. 7-13 është dhënë skema me kuptimet e gjitha pinave kontaktues të këtij qarku të integruar, kurse në Fig. 7-14 është dhënë një nga zbatimet e shumta të mundshme të këtij qarku.

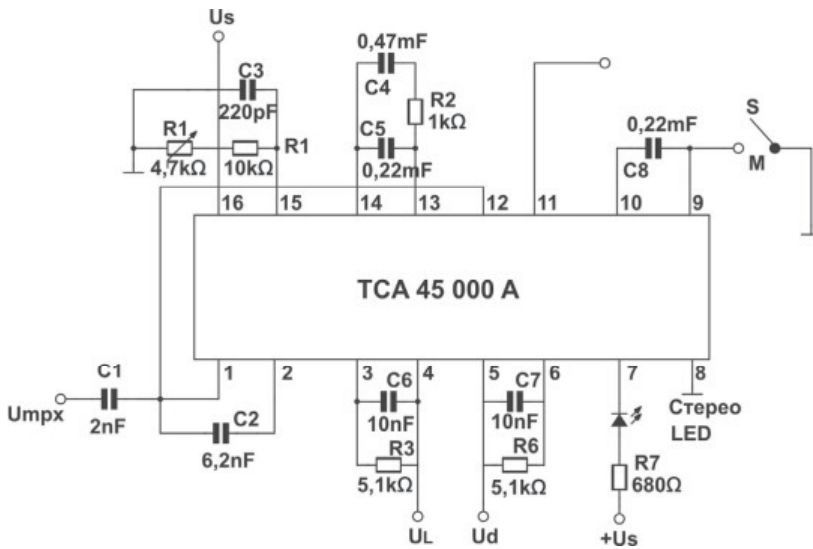


Fig. 7-14. Një zbatim i mundshëm i TCA 45000A

Nga figura shihet se në këtë qark të integruar vendosen lidhje të njëjta dhe ka elemente si në rastin e strukturës diskrete të dekoduesit, të cilën e analizuar tashmë. Kështu, në pinin 1 vendoset sinjali M_{px} , pinat 3, 4, 5 dhe 6 janë për lidhjen sinjalit-FU të majtë dhe të djathtë, kurse në pinin 7 fitohet stereoindikacioni i marrjes. Pinat 9 dhe 10 shërbejnë për të zgjedhur regjimin e punës (mono-stereo), kurse në pinin 15 lidhet qarku oshilues i jashtëm. Pinat 8 dhe 16 të shërbejnë për lidhjen e furnizimit të përshtatshëm.

7.2. RIPRODHIMI SHUMËKANALËSH

Në sistemin e radiodifuzionit, në fillim është transmetuar sinjal mono, më vonë është realizuar transmetimi stereofonik, kurse sot kryhet edhe *riprodhimi dhe transmetimi kuadrofonik*. Në botë zbatohet edhe transmetimi i dy ose më tepër kanaleve të ndryshme me ndihmën e të njëjtit transmetues-FM. Edhe pse transmetimi i dy ose më tepër sinjaleve njëkohësisht nuk paraqet ndonjë risi teknike, megjithatë kjo paraqet mënyrë të re në komunikim në radiodifuzion. *Bllok-skema e thjeshtuar* është dhënë në Fig. 7-15.

Në anën e transmetimit ka dy monomikrofona M_1 dhe M_2 , të cilët janë të vendosura në dy tavolina dhe fitohen dy sinjale-FU (u_1 dhe u_2), që

gjinden në të njëjtin brez të frekuencave prej 30Hz deri në 15kHz. Pasi që janë breza të njëjtë, njëri prej tyre duhet të multipleksohet.

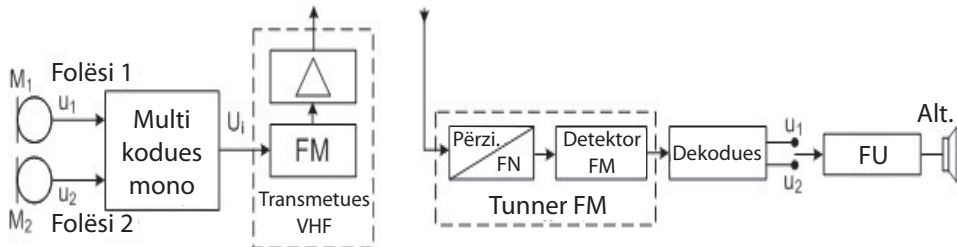


Fig. 7-15. Bllok-skema e transmetimit dykanalësh radiodifuziv

Në botë janë ka zhvilluar sisteme nga më të ndryshme për transmetim shumëkanalësh, mes të cilëve edhe sisteme analoge edhe digjitale. Sisteme analoge janë: Programi SCA në SHBA, SAC në Holandë, Sistemet-AM në Gjermani. Këto sisteme dallohen në karakteristikat spektrale të sinjaleve, si dhe nga numri i informacioneve të ndryshme. Sistemet digjitale kohët e fundit janë në zhvillim.

7.3. IDENTIFIKIMI I PROGRAMEVE (sistemi-PI)

Përparim i madh në ndërtimin e radiomarrësve është arritur me in-korporimin e qarqeve të integruara dhe mikroprocesorëve, ndërsa kostoja e radiomarrësve nuk ka ndryshuar shumë. Në të njëjtën kohë, zgjerimi i një numri të madh të programeve në radiodifuzion kërkon një mënyrë të re të etiketimit të këtyre programeve. Gjatë zgjedhjes së programeve në zonën-UHF me ndihmën e metodave klasike, dëgjuesit kanë vështirësi të akordojnë stacionin e dëshiruar. Për të zgjidhur këtë problem, si dhe për përmirësime të tjera, sot është aktual programi për identifikimin e zonave-VHF. Për këtë është e domosdoshme në vetë sinjalin radio të *transmetohet informacion shtesë*. Sistemi - PI, i cili nuk do të pengojë në funksionimin e marrësve normal. Deri tani, ky sistem është i kufizuar në zonë FM/VHF, por së shpejti funksione të ngjashme do të zgjerohen edhe në zonat VM/VGj, çka do të mundësojë akordim më të lehtë të marrësit.

Sistemi-PI ofron mundësi të mëdha në ndërtimin e radiomarrësit, i cili nuk ka pasur ndryshime të dukshme në pesëdhjetë vitet e fundit. Shumë funksione të reja nuk mund të realizohen pa sistemi-PI, për shembull: zgjedhje e stacionit kur shkalla konvencionale do të zëvendësohet me display; marrësit më të shtrenjtë kanë edhe qarqe me mikroprocesor të cilët mund t'i memorojnë kërkesat e caktuara të përdoruesit dhe , sipas nevojës, ti përsërisin; programim automatik të marrësit etj.

Sistemi-PI ka dy funksione:

- i pari, *komutues*- për komandim më të lehtë dhe akordim në rrjetin radiodifuziv, dhe
- i dyti, i cili shfaqet në ekran në formën e *informacionit të shkruar*. Në bazë të pranisë së sinjalit-PI, sistemet-PI mund të përdoren për:
 - *zgjedhje automatike të stacioneve të veçanta* – me çka marrësi vetë akordohet me frekuencën e transmetuesit;
 - *kërkim automatik të zonës marrëse për të zgjedhur stacionin*;
 - *programim automatik të nivelit të muzikës ose të emisioneve me zë* (dëgjuesi mund ti rregulloj këto dy nivele, kurse komutatori elektronik sipas nevojës i aktivizon me ndihmën e të dhënave nga sinjali-PI);
 - *programim automatik të marrësit për incizim të programeve të caktuara në kasetofona*;
 - *nënselektim të programeve* - që të mund të dëgjohen kategori të programeve të ndryshme (lajme, sport, muzikë-rock, etj), ndërsa programet tjera automatikisht shtypen;
 - *radiotest në ekran të veçantë* i cili do të testojë frekuencën, kohën e saktë, emrin e programit etj.

Spektri i frekuencave të stereosinjalit në zonën- VHF, si në Fig. 7-16, jep mundësi të futjes së sinjalit-PI në brezat: prej 15 deri në 19 kHz, prej 19 deri në 23kHz ose prej 53 deri në 61kHz.

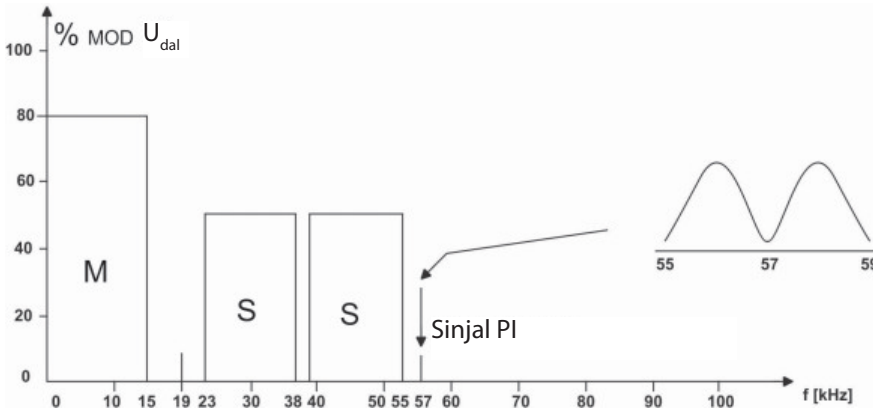


Fig.

7-16. Spektri i frekuencave i sinjalit-PI stereo të moduluar

Frekuencat mbi 61kHz, po ashtu, janë të zëna. Me testime të ndryshme është treguar se më mirë është që sinjali-PI të ndodhet në frekuencën prej 57kHz. Në këtë frekuencë interferencat janë më vogla me sinjalin-pilot 19kHz.

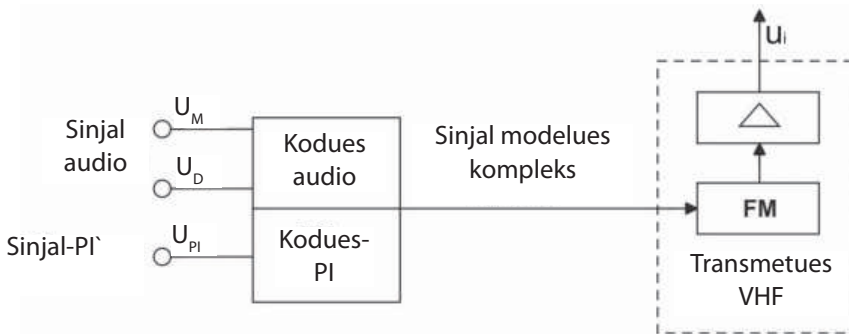


Fig. 7-17. Bllok-skema e koduesit-PI dhe stereo

Koduesi-dekoduesi PI: për transmetim të sinjalit-PI përveç koduesit-audio duhet të shtohet edhe kodues-PI, që të mundet pastaj me sinjalin e përbashkët të kryhet modulimi në frekuencë në transmetuesin-VHF. Në Fig. 7-17 është dhënë bllok-skema e këtij sistemi-PI për kodimin e sinjalit audio dhe PI.

Sinjali audio që përbëhet nga sinjali i frekuencave të ulëta i majtë-M dhe i djathtë-D, me ndihmën e matricës transformohet në sinjal-M dh sinjal-S. Ndryshimi i sinjaleve ($S = M-D$) bartet në modelues të amplitudës së bashku me bartësin ndihmës prej 38kHz. Bartësi ndihmës fitohet nga oscilatori prej 19kHz.

Për kodimin e sinjalit-PI po ashtu përdoret sinjali-pilot prej 19kHz, me çka ai zmadhohet trefish dhe fitohet nënbarkësi ndihmës prej 57kHz. Ky sinjal modulohet në amplitudë dhe bartet në matricën e koduesit-PI. Frekuenca e sinjalit pilot ndahet në gjashtëmbëdhjetë (1/16), kurse frekuenca e fituar (1.187,5 Hz) bartet në modulator difuziv. Në bllok-skemën e dhënë në Fig. 7-18 supozohet se informacionet e shtuara që mundet të barten me sinjalin janë: identifikimi i transmetuesit, identifikimi i programeve përkatëse, identifikimi i transmetuesve nga rrjetat tjera, programe tekstuale. Këto informacione-PI transformohen në sinjale binare.

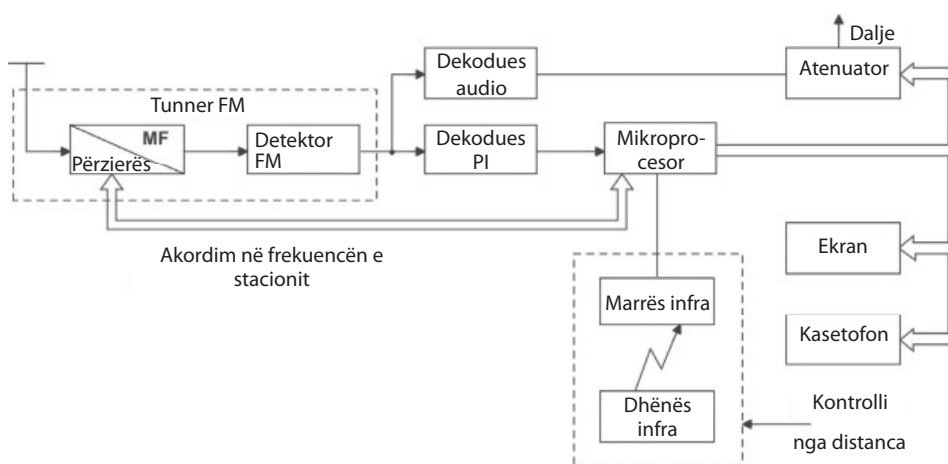


Fig. 7-18. Bllok-skema e thjeshtuar e radiomarrësit me sinjal-PI

Me këto sinjale realizohet modulimi i frekuencës prej 1.187,5Hz, me çka fitohet sinjal tonik i modular në fazë, gjegjësisht informacion i koduar diferencial. Në këtë sinjal të modular në këtë mënyrë përsëri bëhet modulim me nënbarkësin prej 57kHz, bëhet modulimi në amplitudë pa bartës. Në dalje të matricës fitohet sinjal i multipleksuar (u_i) në të cilin bëhet modulimi në frekuencë në transmetuesin-VHF. Bllok-skema e thjeshtuar e marrësit-VHF për marrje të sinjalit-PI është dhënë në Fig. 7-19.

Marrësi (tuner)-FM është i njëjtë si edhe te marrësi-VHF konvencional dhe përbëhet nga përzierësi dhe oscilatori lokal, përforcuesi – FN dhe dekoduesi –FM. Sinjali i detektuar bartet në të njëjtën kohë edhe në detektorin audio dhe në detektorin-PI, dhe pastaj përmes filtrit-FU në dekodues. *Bllok-skema e dekoduesit-PI* është dhënë në Fig. 7-19.

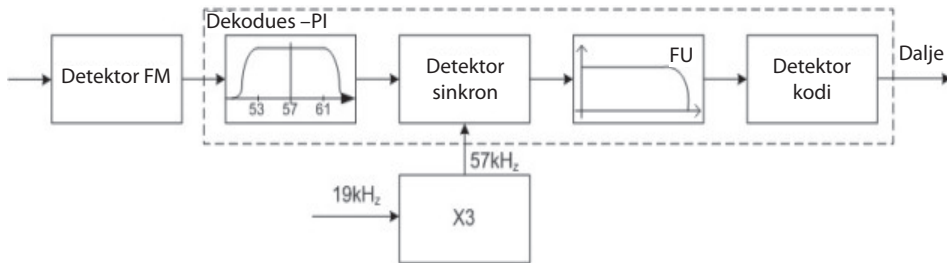


Fig. 7-19. Bllok-skema e dekoduesit-PI

Në hyrje të produkt-modulatorit vendoset qark selektues i akorduar në 57kHz me brez lejimi prej 53 deri në 61kHz, me të cilin veçohet sinjali-PI. Dekoduesi produktiv është demodulues sinkron dhe në të bartet nën-barkësi prej 57kHz, i cili fitohet nga pilot-toni me shumëzimin e tij me tre. Sinjali i daljes nga dekoruesi-PI shkon në qarkun e mikroprocesorit me të cilin kryhet: rregullimi i frekuencave, përzgjedhja e stacioneve, identifikimi i stacionit, shkrimi i të dhënave alfanumerike në ekran, por është e mundur edhe incizimi në kasetofon etj.

Menaxhimi me të gjitha komandat e radiomarrësit mund të jetë direkt ose me komandim nga distanca (telekomanda). Komanduesi nga distanca ka butona me të gjitha komandat e mundshme të radiomarrësit.

Sistemet e tilla –PI lehtë përfshihen në rrjetat difuzive nacionale dhe ndërkombëtare, kurse edhe çmimi i një dekoduesi-PI të tillë nuk është shumë më i madh se çmimi i marrësve radiodifuziv klasik.

7 PËRMBLEDHJE

- ❖ Stereofonia vjen nga fjala greke stereo, që do të thotë hapësirë dhe fon që do të thotë zë;
- ❖ Kompatibilitet në radiotransmetim kemi kur: marrësat ekzistues monofonik, të gjitha sinjalet e marra i riprodhojnë si monofonik, ndërsa marrësi stereofonik të gjitha monopogramet i riprodhon si monofonik, kurse të gjitha stereopraogramet si stereofonik;
- ❖ Karakteristikat e standardit EBU të cilat përdoren te ne janë:
 - shuma e sinjaleve $M = M + D$ mbulon brez prej 30 deri në 15kHz me preemfasis deri në 75 μ s;
 - diferenca e sinjaleve $S = M - D$, gjithashtu mbulon brez prej 30 deri në 15kHz me preemfasis deri në 75 μ s , dhe ky paraqet sinjalin modulues me frekuencë bartëse ndihmëse f_s ;
 - frekuenca bartësen ndihmëse f_s është dy herë më e madhe se frekuenca e pilot-tonit $f_t = 19\text{kHz}$ dhe ky bartës ndihmës f_s prej 38kHz e modulon ndryshimin e sinjaleve $S = M - D$, kurse zbatohet në modulimin në amplitudë DSB pa frekuencë bartëse;
 - të dy brezat anësor të ndryshimit të moduluar të sinjaleve (M-D) , pilot-toni dhe monosinjali bazë (M + D) paraqesin stereosinjal të multipleksuar me të cilin kryhet modulimi në frekuencë i frekuencës themelore të transmetuesit-VHF;
 - interferenca relative në mes të kanalit të majtë dhe të djathtë në këtë transmetim nën 300Hz dhe mbi 5KHz duhet të jetë më i madh se 30dB, kurse në brezin prej 300 HZ deri në 5kHz duhet të jetë më i madh se 40dB;
- ❖ Koduesi-dekoduesi matricor, është sistem stereofonik me matricë nga e cila fitohet shumë dh ndryshim i sinjaleve. Me ndihmën e dy mikrofonave M_M dhe M_D fitohen dy sinjale-FU, i majti (u_L) dhe i djathti (u_D);
- ❖ Koduesi-dekoduesi komutues është sistem stereofonik me komutator elektronik me ndihmën e të cilit formohet multipleksim në kohë, sinjalet fitohen me ndihmën e dy mikrofonave M_M dhe M_D të cilët barten në komutuesin – çelësin elektronik K_1 . Kalimi i çelësit nga njëra pozitë në tjetrën (M_M dhe M_D) bëhet me sinjal me frekuencë prej 38kHz;
- ❖ Transmetimi dhe riprodhimi kuadrofonik, i dy ose më tepër programeve të ndryshme me ndihmën e një transmetuesi-FM të njëjtë.

PYETJE DHE DETYRA

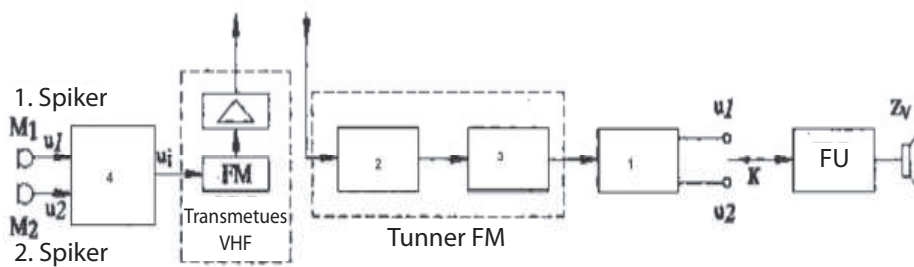
1. Çfarë nënkuptohet me termin stereofoni?
2. Çka nënkuptohet me termin kompatibilitet në stereofoni?
3. Si fitohet spektri i frekuencave i sinjalit të multipleksuar me pilot-ton në stereofoni?
4. Të shpjegohet stereokoduesi-MS dhe krijimi i sinjalit- M_{px} !
5. Të vizatohen grafikët kohor komparativ të sinjaleve të multipleksuara nëse sinjali i kanalit të majtë ka frekuencë $f_1=3\text{kHz}$, kurse sinjali i kanalit të djathtë $f_0=9\text{kHz}$!
6. Cili është funksioni i çdo blloku në dekoduesin matricor? Vizato grafikët kohor të sinjaleve në dalje të secilit bllok!
7. Krahaso koduesin matricor me koduesin komutues që përdoret në stereofoni!
8. Nga qarku në (Fig. 7 -) të analizohet rruga elektrike për ndarjen sinjalit për kanalit e majtë dhe të djathtë!
9. Çka do të thotë identifikim i programit dhe cilat janë avantazhet e tij në krahasim me metodën klasike për zgjedhjen e stacioneve?

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

- Marrësi stereofonik e riprodhon monoprogramin si _____ fonik.
- Në stereotransmetim kërkohet të lokalizohet burimi i zërit, e kjo ma sa mikrofona arrihet? _____.
- Frekuenca bartëse ndihmëse është për _____ më e madhe se frekuenca e pilot-tonit.
- Në radiodifuzion më shpesh përdoren koduesi-dekoduesi _____ dhe _____.
- Me termin siste-PI nënkuptohet _____.

Krahas çdo termi vendos numrin përkatës nga figura!

- Në figurë është paraqitur _____.



Çka paraqesin blloqet në vazhdim:

- 1 - _____
- 2 - _____
- 3 - _____
- 4 - _____

8. RADIOMARRËSIT PËR NË AUTOMOBIL

Marrësi për në automobil është pajisje e cila është radiomarrës i kombinuar me pajisje tjetër për riprodhimin e zërit (CD, MP3 player, kasetofon), i ndërtuar në automobil dhe i cili punon në 12V. Që nga fillimi i radiomarrësve, entuziastët janë përpjekur të përshtatin pajisje për përdorim shtëpiak në automobilat e tyre.

Në automobilat modern, pajisja për riprodhimin e sinjalit audio zakonisht instalohet në qendër të panelit në mes të shoferit dhe pasagjerit. Krahas pajisjes për riprodhim të zërit, në automobil montohen edhe altoparlantë, të cilët vendosen në dyer.

8.1. LLOJE TË RADIOMARRËSVE PËR AUTOMOBILA

Futja në përdorim komercial i pajisjeve automobilistike me radiomarrës daton nga vitet e '30 të shekullit të kaluar. Njëri nga prodhuesit e parë të radiove për automobila është *Motorola*. Motorola vendosi në emrin e vet prefiksin motor, për shkak se kompania fillimisht u përqendrua në prodhimin e pajisjeve radio për automobila.

Gjenerata e ardhshme e radiomarrësve për automobila ishte opsioni me një prekje të butonit të kalohet nga njëri kanal në tjetrin. Në vitet e shtatëdhjeta me zbatimin e teknologjisë së gjysmëpërçuesve u mundësua që stadi dalës të realizohet me qark transistori dhe të shmanget përdorimi i llambave, gjë që çoi në zvogëlimin e dimensioneve dhe përdorim të furnizimit në automobil si furnizim vetjak.

Përparim të madh në zhvillimin e pajisjeve audio për në automobila ka nga vitet e tetëdhjeta, me panairin e parë të pajisjeve audio të projektu-

ara për në automjete, të mbajtur në vitin 1981 në Kaliforni, i cili vazhdoi me këtë traditë edhe vitet e ardhshme. Është vlerësuar instalimi i pajisjes, si dhe cilësia e sinjalit të riprodhuar. Prodhuesit në këtë periudhë krijuan një organizatë e cila promovonte që cilësia e riprodhimit audio të jetë në rend të parë, në krahasim me volumin e tij.

8.2. PAJISJET SHITESË TË RADIOMARRËSVE PËR AUTOMOBILA

Audiopajisjet e sotme kanë dimensione standarde, kurse çdo prodhuesit i automobilave siguron hapësirë për instalimin e tyre, pavarësisht nga prodhuesi i tyre. Audiopajisjet përmbajnë: radiomarrës (Tuner AM/FM) dhe përforcues dalës. Këto janë komponentët themelor. Komponente tjera të mundshme janë: kasetofonët (në modelet më të vjetra), CD, DVD, mini-disk dhe të USB flash memoriet, kurse në disa modele edhe hard-disku (në modelet më të reja), ndërsa në vitet e fundit shtohet edhe ekuivalentuesi dhe ekrani në të cilin tregohet navigacioni, kamera për parkim etj.

Altoparlantët për automobil janë specifik dhe lehtë dallohen, por përndryshe kryejnë të njëjtin funksion si edhe altoparlantët standard. Për shkak të hapësirës së vogël përdoren altoparlant me realizim të veçantë të membranave, kurse forma e tyre, përveç rrethore mund të jetë edhe elipsoidë, katrore, madje edhe trekëndëshe. Membranat janë nga materiali më ndryshme, me qëllim që të mund të përballojnë temperaturat më të larta në brendësi të automobil, e cila mund të arrij edhe deri në 60°C. Në altoparlanti montohej menjëherë afër shtëpizës së radiomarrësit, kurse sot altoparlantët vendosen në dyer (para dhe mbrapa), në bagazh, por edhe nën vetë ulëset, me sisteme- realizime stereo, por edhe në sisteme surround.

Përforcuesit janë të përfshirë në shumë pajisje audio të automobilave. Si një zgjerim i sistemit ekzistues, sot shpesh përdoret edhe përforcues i jashtëm, i cili në makinat e pasagjerëve zakonisht vendoset në bagazh.

Subwooferët janë altoparlantë specifik për riprodhimin e frekuencave të ulëta, të cilët pak dallohen nga ato që përdoren në sistemet audio për përdorim shtëpiak dhe kanë dizajne të pazakonta.

8.3. LIDHJA E RADIOMARRËSIT NË AUTOMOBIL

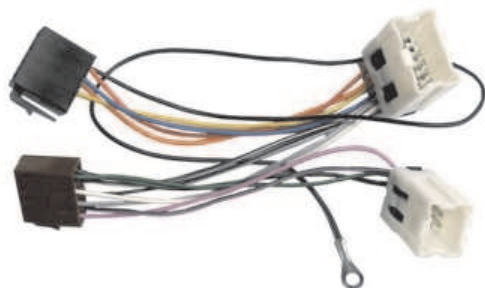
Pajisja audio për automobil në daljen e saj ka dy konektor ISO: njëri shërben për furnizim, kurse tjetri për lidhje audio. Në Fig. 8 janë treguar veçmas konektorët ISO për furnizim, konektorët për altoparlantë si dhe lidhja e tyre. Secili nga konektorët ka nga 8 dalje, secila me funksionin e saj.



a)



b)



c)

Fig. 8-1. a) Konektorët ISO për furnizim; b) Konektori ISO për altoparlantë; c) lidhja e tyre

Pinat (kontaktet) kanë shenjat e tyre të veçanta, të cilat janë dhënë në Tabelën 8-1, respektiv si në Fig. 8-1:

Tabela 8-1. Shenjat e pinave

Konektori për altoparlantë			
B-1	B-3	B-5	B-7
B-2	B-4	B-6	B-8

Konektori për furnizim			
A-1	A-3	A-5	A-7
A-2	A-4	A-6	A-8

8. RADIOMARRËSIT PËR NË AUTOMOBIL

Funksioni i çdo pini dhe shenja (ngjyra) e secilit tel është dhënë në Tabelën 8.2. të mëposhtme.

Tabela 8-2. Shenjat e pinave

Shenja e pinit	Ngjyra e telit	Funksioni
Furnizim A-4	E verdhë	Furnizim i përhershëm +12V
A-5	E kaltër/e bardhë	Kontrolli për furnizim
A-6	Portokall/ e bardhë	Ndriçim
A-7	E kuqe	Fillim – inicim
A-8	E zezë	Tokëzim
Altoparlant B-1	Violet	Prapa e djathta (+)
B-2	Violet/ e zezë	Prapa e djathta (-)
B-3	Gri	Përpara e djathta (+)
B-4	Gri/ e zezë	Përpara e djathta (-)
B-5	E bardhë	Përpara e majta (+)
B-6	E bardhë/ e zezë	Përpara e majta (-)
B-7	E gjelbër	Prapa e majta (+)
B-8	E gjelbër / e zezë	Prapa e majta (-)

8 PËRMBLEDHJE

- ❖ Komponentet themelore të radiomarrësit në automobil janë: tuneri AM/FM dhe përforcuesi dalës. Komponente tjera të mundshme janë: kasetofonët (në modelet më të vjetra), CD, DVD, mini-disk dhe të USB flash memoriet, kurse në disa modele edhe hard-disku (në modelet më të reja), ndërsa në vitet e fundit shtohet edhe ekuivalentuesi dhe ekrani në të cilin tregohet navigacioni, kamera për parkim etj;
- ❖ Altoparlantët për automobil janë specifik dhe lehtë dallohen, por përndryshe e kryejnë të njëjtin funksion si edhe altoparlantët standard;
- ❖ Altoparlantët janë të përfshirë në pajisjet audio dhe mund të përdoret edhe përforcues i jashtëm, i cili në automjetet e pasagjerëve zakonisht vendoset në bagazh;
- ❖ Pajisja audio për automobil në daljen e saj ka dy konektor ISO: njëri shërben për furnizim, kurse tjetri për lidhje audio.

PYETJE DHE DETYRA

1. Numëro pajisjet lidhëse që mundet të lidhen te radiomarrësi në automobil!
2. Sa konektor ISO janë të nevojshëm për lidhjen e marrësit me automobil?
3. Numëro ngjyrat dhe kuptimin e tyre në konektorët ISO?

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

- Marrësi që montohet në automobil quhet _____.
- Subwooferi është altoparlant specifik për riprodhimin e frekuencave _____.
- Lidhja e radiomarrësit bëhet me konektorët _____.

Krahas çdo termi vendos numrin përkatës nga figura!



Konektorët për furnizim			
A-1	A-3	A-5	A-7
A-2	A-4	A-6	A-8

Ndriçim ()

Tokëzim ()

Furnizim +12 V ()

Inicializim ()

9. PAJISJET PËR TRANSMETIM RADIORELE

Transmetimi pa tel që realizohet me ndihmën e valëve elektromagnetike të cilat përhapen në ajër quhet radiotransmetim. Sisteme të transmetimit pa tel janë: **transmetimi radiodifuziv (R)** ose **transmetimi radiorele (RR)**. Transmetimi radiodifuziv karakterizohet me atë që ka një transmetues (dhënë) dhe shumë përdorues. Lidhjet radiorele sigurojnë transmetim në më shumë kanale të veçanta në të njëjtën kohë.

9.1. VETI TË TRANSMETIMIT RADIORELE

Termi radiorele ka origjinë angleze dhe rrjedh nga fjalët „radio relay systems”. Emri i këtij sistemi i përgjigjet mënyrës në të cilën realizohet transmetimi – valë direkte, nëse distanca është optikisht e dukshme. Kjo do të thotë se sinjali i dobët në një stacion rele do të përforcohet.

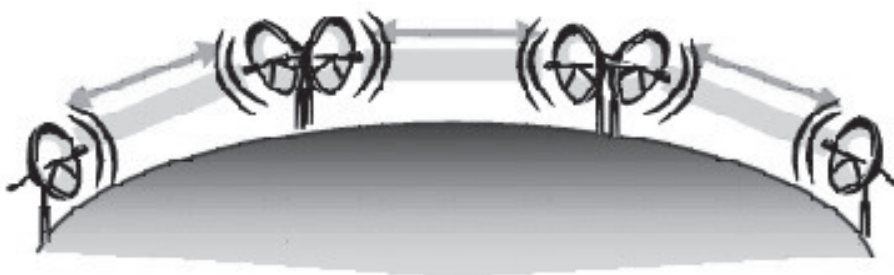


Fig. 9-1. Lidhja mes dy stacioneve tokësore për transmetim

Lidhjet **radiorele** sigurojnë më tepër kanale të veçanta në të njëjtën kohë. Në Fig. 9-1 është dhënë lidhja mes dy stacioneve tokësore të cilat gjinden në një distancë të caktuar. Distanca ndërmjet stacioneve varet nga

9. PAJISJET PËR TRANSMETIM RADIORELE

zgjedhja e antenave dhe, zakonisht, është deri në 60 km. Kjo lidhje radio-rele quhet lidhje mikrovalore, sepse realizohet me mikro valë, gjegjësisht në brezin prej 2 deri në 23GHz.

Lidhjet radiorele, si formë e veçantë e radiolidhjeve, funksionojnë në brezin e valëve metrike dhe decimetrike, kurse më shpesh në brezin e valëve centimetrike. Spektrin radio që e përdorim në RR është resurs i përbashkët për gjithë radiotransmetimin dhe ai ndahet sipas standardeve të dhëna dhe ka përdorim konkret. Suksesi në komunikim varet nga shpërndarja dhe përdorimi i radio spektrit. Teknikisht, radio spektrit është i ndarë dhe i multipleksuar.

Ndarjet e spektrit mund të bëhen sipas zonave të frekuencave dhe përdorimit të tyre në sisteme të caktuara të telekomunikacionit, në telefoni dhe në televizion. Në Tabela 9-1 është dhënë një pasqyrë për shpërndarjen e tillë.

Tabela 9-1. Shpërndarja e frekuencave

Brezi	Frekuenca	Përdorimi bazë
Frekuenca shumë të ulëta (Very Low) (VLF)	3Hz-30kHz	Komunikim nënujor
Frekuenca të ulëta Low (LF)	Deri 300kHz	Navigacion, sinjale AM dhe tjerë
Frekuenca të mesme Medium (MF)	Deri 3MHz	Valë të mesme AM
Frekuenca të larta High (HF)	30 MHz	Valë të shkurtra dhe radio amatorë
Frekuenca shumë të larta Very high (VHF)	300MHz	Radi dhe televizion FM
Frekuenca ultra të larta Ultra high (UHF)	3GHz	TV, GSM, WLANs, lidhje aeroplanësh
Frekuenca super të larta Super high (SHF)	30GHZ	Radiorele, WLANs, radarë
Frekuenca ekstra të larta Extrem. High (EHF)	300GHz	Radio në gjithësi, radiorele të shpejtë

Lidhjet radiorele përdoren për transmetim të informacioneve të ndryshme dhe kanë përdorim të ndryshëm. Ata më shpesh përdoren si

zëvendësim i suksesshëm për sistemet kabllore të shtrenjta. Karakteristika më të rëndësishme të lidhjeve radiorele janë:

- përmes tyre transmetohet brez i gjerë i frekuencave;
- përdorin modulim në frekuencë dh modulim impulsiv;
- përdorin antena për zonat mikrovalore, të cilët janë me drejtueshmëri të madhe dhe kënd të vogël të rrezatimi, dhe
- antenat janë me dimensione të vogla dhe fuqi të vogël të rendit prej disa W.

Gjatë transmetimit përdorin reflektimet nga jonosfera, me çka distanca përfundimtare praktikisht është e pakufizuar, kurse ndikimi i ndërsjellët mbahet në minimum. Distanca mesatare në të cilën mund të vendosen antenat e radiostacioneve në transmetimin radiorele në raport me njëra tjetrën është 40 deri 60 km.

Cilësi më e rëndësishme e transmetimit radiorele është mobiliteti i saj.

Lidhjet radiorele kanë disa mangësi nga të cilat edhe rrjedhin problemet gjatë transmetimit. Më e shpeshtë dhe më përhapur është paraqitja e fedingu-ut. Fedingu paraqitet si rezultat i reflektimit nga sipërfaqja e tokës dhe nga objektet tjera natyrore dhe artificiale. Për shkak të fedingut, gjegjësisht paqëndrueshmërisë së sinjalit të marrë, duhet saktë të përcaktohet distanca me stacioneve radiorele.

Dobësimi, gjegjësisht shtrembërimet e radiosinjalit janë rezultat i: pengesave nga burime tjera, transmetimit nga rrugë zë ndryshme dh zvogëlim i intensitetit të sinjalit përgjatë gjatësisë së rrugës.

Intensiteti i sinjalit zvogëlohet për shkak të përhapjes në distanca të mëdha, ndikimit të materialeve të ndryshme absorbuese, konfiguracionit biologjik dhe gjeografik.

Si pengesa nga burime tjera paraqiten: interferencat nga pajisjet komunikuese dhe tjera dh problemi i terminalit të fshehur (i pengojnë njëri tjetrit, edhe pse nuk mund të komunikojnë).

Transmetimi radiorele transmeton edhe sinjale analoge edhe digjitale. Fillimisht, sistemet-RR transmetonin mesazhet ashtu që përdornin modulim në frekuencë, ndërsa sot në transmetimin digjital përdoren moduleme digjitale të përshtatura me kushtet fizike të transmetimit.

Në 10 vitet e fundit transmetimi radiorele shënon një zhvillim shumë të madh dhe sot kryesisht përdoret në:

- në telefoninë mobile - nga 34MHz (në vitin 1993) deri në 1GHz (sot), dhe në
- në internetin pa tel-Wireless (institucione të ndryshme, hapësira publike, shkollat, etj).

Gjithashtu, vazhdojnë të përdoren edhe sistemet e vjetra radiorele të cilat janë vendosur për transmetim në shërbime të veçanta (hekurudhat, shërbimet e sigurisë, ushtri etj) .

Cilësinë e re që e ofron transmetimi-RR është mobiliteti i pajisjeve komunikuese ose terminaleve, spektri i gjerë, si dhe ndarja e spektrit.

Mobiliteti i transmetimit pa tel, në fakt, është ndryshim i pozitës së terminaleve në raport me pikën e qasjes. Gjatë kësaj është e mundur që përdoruesi të mbetet në të njëjtin rrjet ose të kalojë në rrjetë të re. Nëse përdoruesit është në një rrjet të caktuar, atëherë ai e ndryshon pozicionin, gjegjësisht kalon nga një stacion bazë në tjetrin të rrjetit. Kur përdoruesi kalon në rrjet tjetër do të thotë se kalon nëpër zonën mobile GSM (Global System for Mobile communication).

9.2. MULTIPLEKSIMI NË TRANSMETIMIN RADIORELE

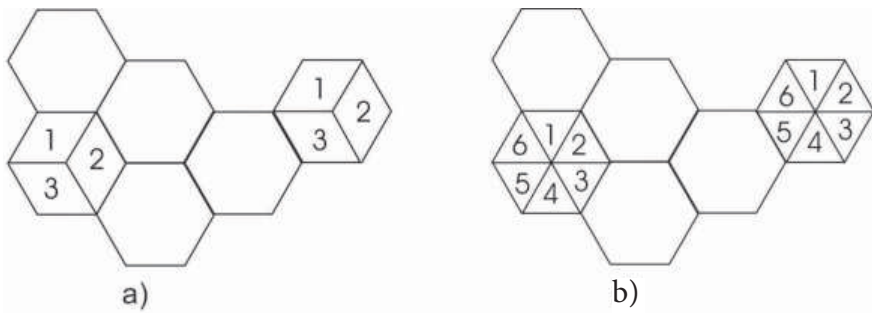
Multiplekset që përdoren në transmetimin radiorele janë:

- Multiplekset në hapësinor (celula -celulare);
- Multiplekset në frekuencë (FDMA –Frequency Access Division Multiple);
- Multiplekset në kohë (TDMA – Time Division Multiple Access), dhe
- Multiplekset në kod (CDMA - Code Division Multiple Access).

Kohët e fundit përdoren teknika të transmetimit me ndihmën e më shumë bartësve (Multicarrier - MC). Me kombinimin e modulimeve MC dhe teknikave për multipleksëve në kod CDMA realizohet qasje shumë stadesh të sistemeve multimediale wireless me brez të gjerë. Në teknikat me spektër të gjerë (spread spectrum) përdoren multiplekset CDMA dhe CSMA / CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance).

Multiplekset në hapësinë janë zgjidhja e parë për transmetimin-RR, që përdoren në transmetimin celular. Në transmetimin mobil ka ndarje sipas sektorëve të mbulimit, gjegjësisht celula me numër të kufizuar të përdoruesve. Një ndarje e tillë është dhënë në Fig. 9-2.

Në (Fig. 9-2) është paraqitur ndarja sektoriale e një rajoni në celula.



a) Ndarja sektoriale me 120°

b) Ndarja sektoriale me 60°

Fig. 9 2. Fig. 9-2) Ndarja sektoriale e një rajoni në celula.

Multiplekset në frekuencë përdoret në kombinim me ndarjen në celula. Ai është një zgjidhje relativisht e thjeshtë me një numër të kufizuar të përdoruesve. Koncepti i transmetimit dhe ndarjes së përdoruesve kur kemi FDM (multipleks në frekuencë) është paraqitur në Fig. 9-3.

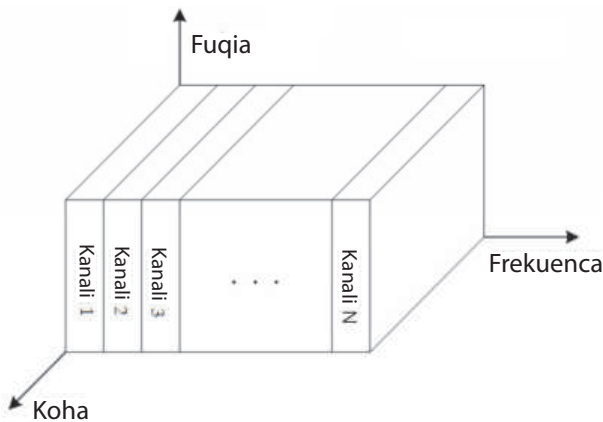


Fig. 9-3. Multipleksi në frekuencë

Multiplekset në kohë që përdoret në sistemet-RR është kombinim i multipleksimit për shpërndarjen e frekuencave të kanaleve dhe rrjetit WLAN dhe transmetimit 2G. Këtu një pajisje mund të komunikojnë me më shumë kanale. Ky lloj i transmetimit ofron kapacitet dhe shfrytëzim më të mirë të brezit. Koncepti i transmetimit dhe shpërndarjes së përdoruesve me ndihmën e multipleksit në kohë është dhënë në Fig. 9-4. Me kalimin e

kohës kemi marrje të gjurmëve (slots) kohore, gjegjësisht intervale kohore prej N kanaleve.

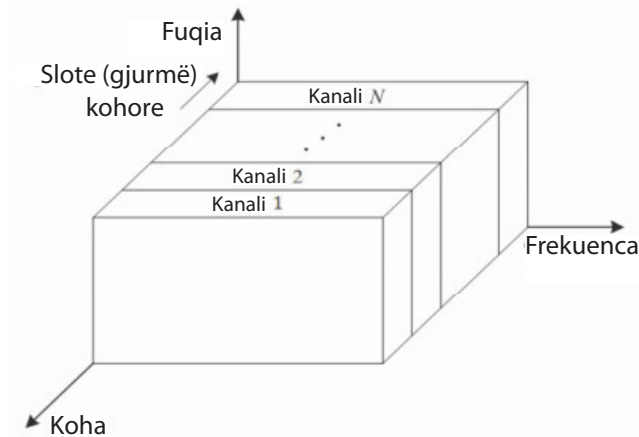


Fig. 9-4. Multipleksi në kohë

Kur përdoret spektri spread spectrum numri i përdoruesve rritet shumë, transmetimi është në brezin më të gjerë se brezi i informacionit dhe ka rezistencë të madhe ndaj interferencave. U paraqit në ushtri me qëllim që të transmetohen informacione në brez të zgjeruar, me çka do të zvogëlohen pengesat dhe interferencat. Koncepti për transmetim dhe ndarje të përdoruesve me multipleksi në kod është dhënë në Fig. 9-5.

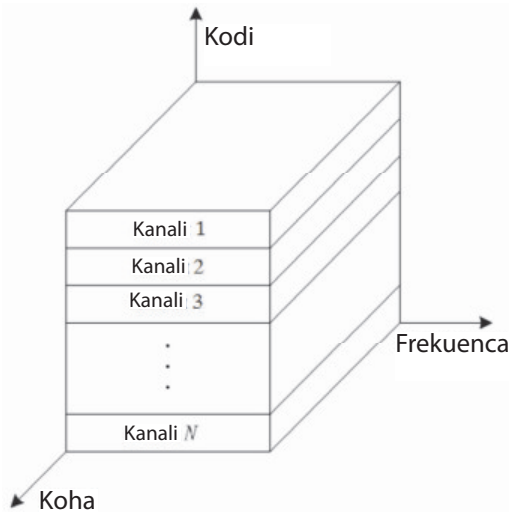


Fig. 9-5. Multipleksi në kod

Përveç qasjes shumë stadëshe që sigurohet me multipleksimin, përdoruesve duhet tu mundësohet shkëmbimi i informacioneve në të dy drejtimet në të njëjtën kohë. Ky lloj i lidhjes quhet dupleks.

Dupleksi mund të merret me ndarjen e kanalit direkt dhe kanalit kthyes në domenin e frekuencave ose në domenin e kohës. Në duplexin me shpërndarje të frekuencave FDD (Frequency Division Duplexing), për komunikim me stacionin bazë çdo përdorues përdor dy kanale të ndara në frekuenca. Kanali i drejtpërdrejtë përdoret për transmetim nga stacioni bazë drejt njësisë mobile, lidhja zbritëse (downlink), ndërsa kanali kthimit shërben për transmetimin nga njësia mobile drejt stacionit bazë, lidhja ngjitëse (uplink). Për marrësin dhe për transmetuesin përdorim të njëjtën antenë. Gjatë transmetimit të tillë përdoret dupleksues ose cirkulator me të cilin ndahet sinjali i marrjes dhe transmetimit (Fig. 9-6).

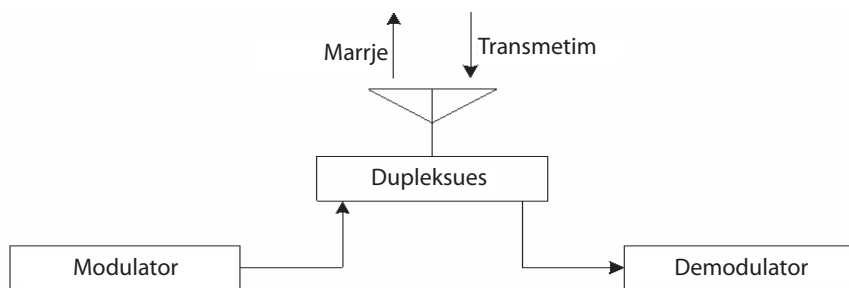


Fig. 9-6. Transmetimi dupjes radiorele

Kur përdoret lidhja duplekse me shpërndarje kohore TDD (Time Division Duplexing) sinjali i marrjes dhe transmetimit ndahen në kohë. TDD mundëson komunikimin në dy drejtime në të njëjtën frekuencë, me dupleks nuk është i nevojshëm.

9.3. STRUKTURA E TRANSMETIMIT RADIORELE

Realizimin e transmetimit radiorele mund ta paraqesim me ndihmën e bllok-skemës në Fig. 9-7. Në këtë figurë është dhënë lidhja mes pikave fundore A dhe B të cilat gjinden në transmetim. Stacionet fundore kanë transmetues të shënuar me T (transmitter) dhe marrës të shënuara me R (receiver). Sinjalet që transmetohen përmes lidhjeve radiorele janë

të lidhur në pikën A_0 . Ata me ndihmën e modulimit dh përforcimit transmetohen në zonën më të lartë të radiofrekuncave me frekuencë f_1 .

Pasi të përforcohen, ato kalojnë nëpër qarkoren C_r , e cila është e lidhur për antenën. Qarkorja është qark i specializuar mikrovalor i cili ka dobësim të vogël në anën e transmetuesit dhe antenës, kurse dobësim të madh në drejtimin transmetues-marrës. Me ndihmën e këtij qarku mundësohet përdorimi i një antene të vetme edhe për transmetim edhe për marrje të mesazhit në të njëjtën kohë. Fuqia e sinjalit me frekuencë f_1 të cilën e emeton transmetuesi është e vogël falë drejtueshmërisë së madhe të antenës mikrovalore. Në vendin C antena merr sinjal mjaft të fortë që të transmetohet kah marrësi R.

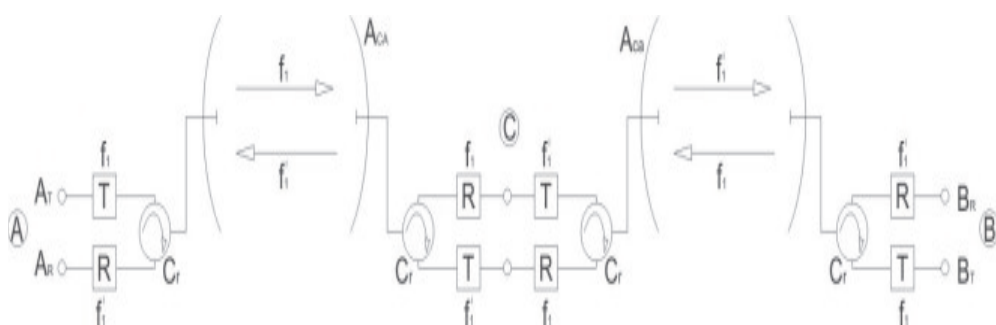


Fig. 9-7. Bllok-skema e transmetimit radiorele

Në transmetimet e tilla përdoret modulimi në frekuencë që është një lloj i modulimit analog. Disavantazhet e transmetimit analog shihen në rritjen e nivelit të zhurmës në marrës gjatë paraqitjes së fedingut. Moduli dhe vetë modulatori në pajisjet radiorele është një nga komponentët më të rëndësishëm gjatë transmetimit. Me të përcaktohet bartësi i sinjalit, si dhe më tepër karakteristika gjatë transmetimit të informacioneve. Në pajisjet më të vjetra radiorele më tepër përdoret modulimi në frekuencë dhe modulimi impulsiv me shpërndarje kohore të kanaleve. Lidhje të tilla radiorele, si në (Fig. 8.9), janë përdorur dhe akoma përdoren në transmetime, siç janë trafiku hekurudhor, lidhjet në shërbimet e sigurisë, lidhjet në ndërmarrjet punuese e kështu me radhë.

Për shembull, të shqyrtojmë një zgjidhje të transmetimit radiorele në hekurudha. Tendencat e gjata të trafikut hekurudhor është të vendoset lidhje direkte mes lokomotivave dhe centralit shpërndarës. Që të sigurohet kompatibilitet i radiopajisjeve dhe i sistemeve të hekurudhave të ndry-

shme, zbatohen zgjidhje teknike të ndryshme për realizimin e lidhjes me centralit shpërndarës dhe lokomotivës. Zakonisht përdoret lidhja duplekse me fshehtësi të bisedës. Në bllok-skemën e ardhshme është dhënë një shembull për realizimin e një lidhje të tillë në hekurudha (Fig. 9-8).

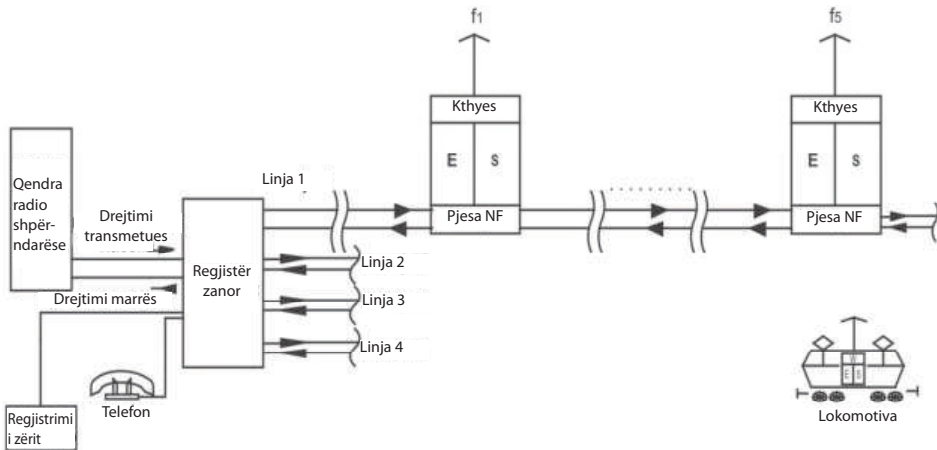


Fig. 9-8. lidhja radiorele në hekurudhë

Sistemi Radio shpërndarës në lokomotivë është ndarë në pjesën fikse, mobile dhe linjën modeluese, e cila ka linjën transmetuese dhe marrëse. Pjesa fikse e sistemit radio shpërndarës përbëhet nga centrali, pajisjet komanduese ndihmëse, ndarësit e binarëve, radiostacione me sisteme antenash dhe pajisje ndihmëse për furnizim. Pjesa mobile e këtij sistemi radio shpërndarës përbëhet nga: radiopajisje mobile me antenë, ndarësi kryesor dhe sekondar, pajisjet komanduese kryesore dhe sekondare dhe qarqet ndihmëse.

Që të fitohet cilësi më e madh enë transmetim, gjatë gjatësisë së hekurudhës vendosen radiostacione me çka fitohet fushë elektromagnetike me intensitet dy herë më të madh, e cila mbulon 95% të hapësirës së hekurudhës. Ndjeshmëria e radiomarrësve fiks dhe mobil është më e mirë për 1mV, kurse raporti sinjal/zhurmë është 20dB.

Antena në lokomotivë është antenë-dipole gjysmëmalore. Pajisjet përdorin modulim në frekuencë, kurse në radiostacione mund të përdoret edhe modulimi në fazë, me çka mundësohet stabilitet i madh i gjenerato-

rit. Modulimi në frekuencë shënohet me 16F3 me gjerësi të kanaleve prej 25kHz dhe devijimi maksimal i frekuencës është 5kHz.

Plani i frekuencave për mbulimin e hekurudhës bazohet në rekomandimet e organizatave ndërkombëtare, të tilla si UIC, dhe u përgjigjet standardeve kombëtare. Në vende të caktuara dhe te ne përdoren frekuencat prej 457.400 MHz deri në 458.450 MHz (për transmetues në lokomotivë) dhe prej 467.400 MHz deri në 468.450 MHz (për radiostacionet e binarëve).

9.4. ARKITEKTURA E TRANSMETIMIT MOBIL

Transmetimi Radiorele sot përdoret në telefoninë celulare dhe internetin pa tel. Karakteristika themelore të lidhjes radiorele më shpesh të përdorur në telefoninë mobile janë: transmetimi digjital i bisedës, transmetim të mesazheve të shkurtër SMS dhe MMS dhe transmetim i të dhënave GPRS dhe EDGE. Mangësi e transmetimit digjital-RR është nevoja e madhe për brez të frekuencave për transmetim të mesazhit bazë, i cili zmadhohet me rritjen e shpejtësisë së transmetimit dhe mundësi e paraqitjes së fedingut.

Komunikimet celulare mobile paraqiten nga viti 1980 e deri më sot shënojnë zhvillim të madh. Sistemi i parë komercial celular u zhvillua në SHBA nën emrin AMPS (Advanced Mobile Phone System). Sistemet telefonike mobile janë duke u zhvilluar në shumë vende dhe janë me karakteristika të ndryshme dhe standarde. Në Evropë në vitin 1990 u zhvillua standardi GSM (Groupe Special Mobile ose, në kohën e fundit, me kuptimin Global System for Mobile communication) për transmetim mobil me rekomandim nga ana e ETSI (European Telecommunication Standards Institute). Koncepti celular (cell - celula) e zgjidh problemin me akumulimin e spektrit dhe kapacitetin e sistemit. Sipas konceptit celular, transmetuesi i vetëm zëvendësohet me më tepër transmetues me fuqi të vogël.

Arkitektura GSM është i tillë që i gjithë territori ndahet në qeli, gjegjësisht në celula. Çdo celulë ka nga një stacion bazë, i cili kontrollon nga qendra e komunikimit mobil. Baza e të dhënave shkëmbehet me transmetues-marrës radiorele. Arkitektura e transmetimit GSM është dhënë në Fig. 9-9.

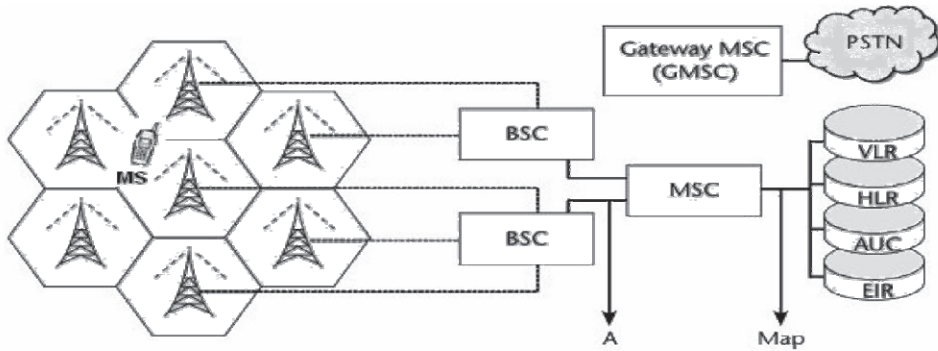


Fig. 9-9. Arkitektura e transmetimit GSM

Sistemi GSM përbëhet nga tre nënsisteme të lidhura mes veti të cilët janë të lidhur në rrjetë. Këto nënsisteme janë:

- nënsistemi i stacioneve bazë BSS (Base Station Subsystem);
- nënsistemi i rrjetit dhe komunikimit NSS (Network and Switching Subsystem), dhe
- nënsistem për mirëmbajtje dhe kontrollim OMS (Operation and Maintenance Subsystem).

Në nënsistemin e stacioneve bazë përfshihen edhe numri i madh i stacioneve mobile MS dhe BSC.

Komponenti qendror i nënsistemit të rrjetit është qendra e komunikimit MSC. MSC paraqet ndërfaqe (interface) ndërmjet rrjetit celular dhe rrjetit fiks (PSTN – Public Switched Telephone Network). Në përbërjen e tij janë:

- HLR (Home Local Register) – Regjistër në të cilin ruhen të dhënat për abonentët dhe identitetin e tyre.
- VLR (Visitor Local Register) – Regjistër që përmban të dhëna relevante të cilat i shërbejnë MSC së dhënë.
- AUC (Authentication Center) – qendra për autenticitet, e cila është bazë e mbrojtur e të dhënave që e ruan kopjen e çelësit sekret të memoruar në çdo kartelë-SIM të abonentit që përdoret për autentiket dhe shifrim të thirrjes përmes radiokanalit.
- EIR (Equipment Identify Register) – Regjistër për identifikim të pajisjes, gjegjësisht bazë e të dhënave që përmban informacion për numrat serik të pajisjes mobile që është e vjedhur ose për shkak të ndonjë defekti në harduer nuk mund të përdoret në rrjetë.

Unioni Ndërkombëtar i Telekomunikacionit, i cila menaxhon ndarjen ndërkombëtare të frekuencave, sistemit GSM i ka ndarë një brez të

veçantë të frekuencave. Brezi që përdoret ndahet në dy breza. Brezi prej 890 deri në 915 MHz është për lidhjen ngjithëse (nga stacioni mobil drejt stacionit bazë), ndërsa brezi prej 935 deri në 960 MHz është për lidhje zbritëse (nga stacioni bazë drejt stacionit mobil). Radiospektri është i kufizuar dhe u ndahet të gjithë përdoruesve. Prandaj është zhvilluar metoda e shkëmbimit të brezave të frekuencave në mes të përdoruesve. Metoda në sistemin GSM paraqet kombinim të shpërndarjes në kohë dhe frekuencë në më shumë kanale ose FDMA (Frequency Division Multiple Access). FDMA përbëhet nga breza të frekuencave prej nga 25 MHz të 124 frekuencave bartëse, mes veti të ndara me 200 kHz. Kodimi i bisedës në blloqe prej nga 260 bita për çdo mostër të gjatë 20 ms. Bitat janë të ndarë në 3 klasa me nga 50 bita deri në 132 bita. Kuadri FDMA dhe kuadri TDMA janë dhënë në Fig. 9-10.

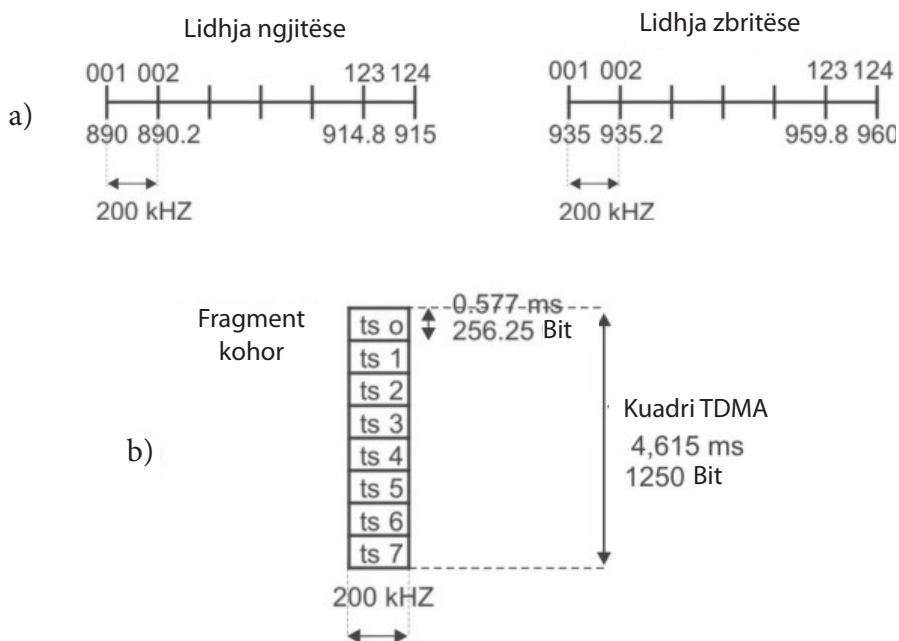


Fig. 90-10. Kuadri - FDMA (a) dhe kuadri - TDMA (b)

Njësia themelore kohore në kuadrin-TDMA është i ashtuquajtimi perioda “burst” (time slot- fragment kohor), që zgjat përafërsisht rreth 0.577 ms, i cili e formon njësinë themelore për definimin e kanalit logjik. Një periodë “burst” në strukturën e kuadrit TDMA është quajtur kanal fizik. Kanalet mund të ndahet në kanale të caktuara, të cilët i janë caktuar

një faqe mobile, dhe kanale të përbashkët, të cilët i përdorin faqet mobile kur ata janë të kyçur në marrje.

Kanalet e trafikut përdoren për realizimin e trafikut të bisedave dhe të të dhënave. Definohen me ndihmën e multikuadrove të cilët paraqesin grup prej 26 kuadrove-TDMA. Gjatësia e multi kuadrit është 120ms, nga ku definohet edhe gjatësia e periodës “burst” (120ms të ndarë në 26 kuadro, pastaj të ndarë me 8 “burs” për kuadër fitohet 0.577 ms). Nga këto 26 kuadro në kudirin zero, 24 përdoren për trafik, një përdoret për kanalën e kontrollit të quajtur SACCH (Slow Associated Control Channel) dhe një që nuk përdoret. Struktura e kuadrit “burst” dhe multi kuadri janë treguar në Fig. 9-11.

Përveç këtyre kanaleve të trafikut me shpejtësi të plotë (full-rate traffic channel), janë definuar edhe kanale trafiku me shpejtësi gjysmake (half-rate traffic channel), edhe pse ata nuk janë ende në përdorim.

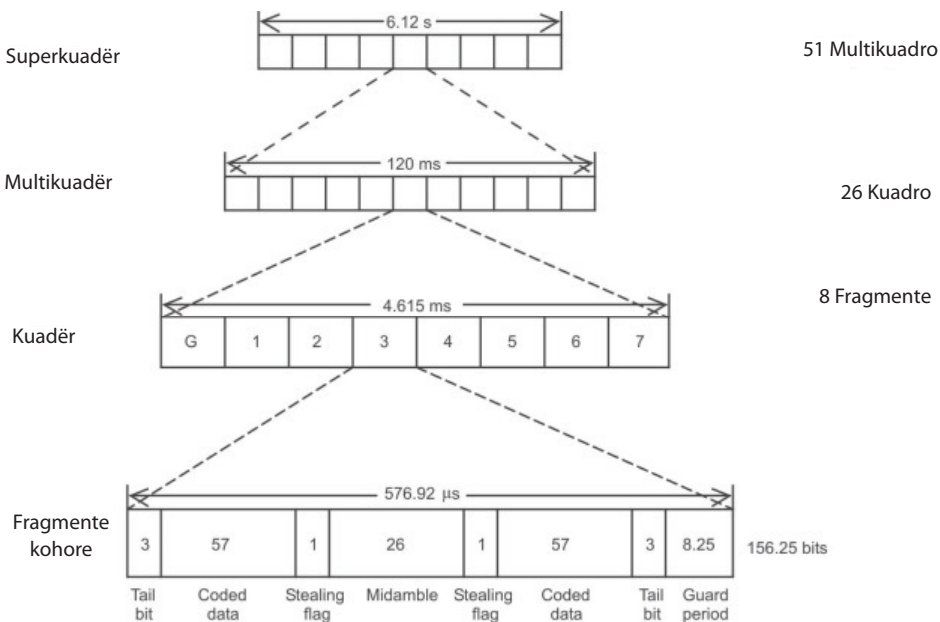


Fig. 9-11. Struktura e kuadrit, multikuadrit dhe superkuadrit në sistemin GSM

Kanalet e trafikut me gjysmën e shpejtësisë në mënyrë efektive dyfish do të zmadhojnë kapacitetin e sistemit menjëherë sapo të specifikohen kodesit për bisedë me gjysmë shpejtësi. Kanalet e trafikut me shpejtësi tetëshe (Eight-rate Traffic Channel) janë, gjithashtu të specifikuar dhe përdoren

për sinjalizim. Në rekomandimet ata quhen SDCCH (Stand Alone Dedicated Control Channel), kanale kontrolluese të ndarë të pavarur.

9.5. TRANSMETIMI I TË DHËNAVE

Për transmetimin e të dhënave përdoret rrjeta radio GPRS (General Packet Radio Services). Ky rrjet përbëhet nga transmetimi i pakove dhe nga lidhja e internetit. Transmetimi i paketave ose SGSN (Serving GPRS Support Node) dhe lidhja e internetit GGSN (Gateway GPRS Support Node). Transmetimi i paketave IP mund të kryhet në mënyrë individuale ose me përmirësimin e rrjetit GSM. Arqitektura e rrjetit GPRS është dhënë Fig. 9-12.

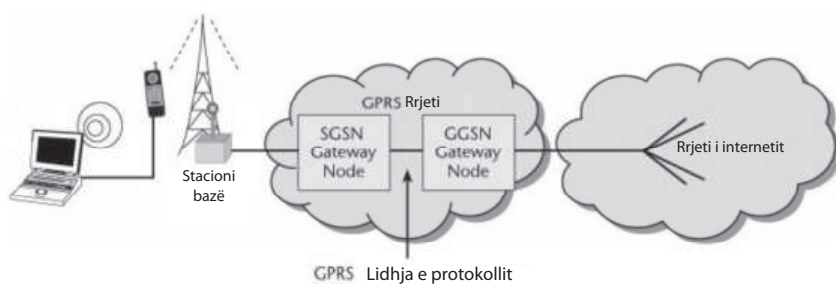


Fig. 9-12. Arqitektura e rrjetit GPRS

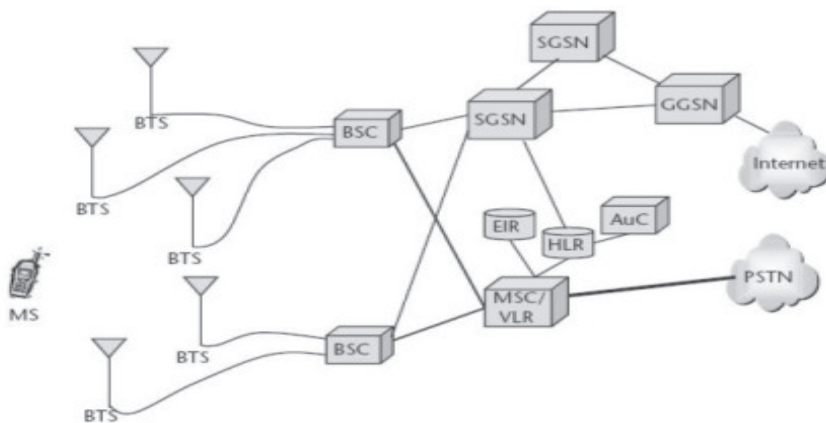


Fig. 9-13. Lidhja mes rrjetit GSM dhe GPRS

Ndërsa lidhja mes rrjetave GSM dhe GPRS është dhënë në Fig. 9-13.

Që të rritet shpejtësia e transmetimit, përveç mënyrës standarde të lidhjeve dupleks dhe lidhjeve multiplekse përdoren edhe teknika të reja, si teknika e më tepër bartësve (multi-carrier) ose më tepër antena MIMO (multiple – input multiple - output) si në Fig. 9-14.

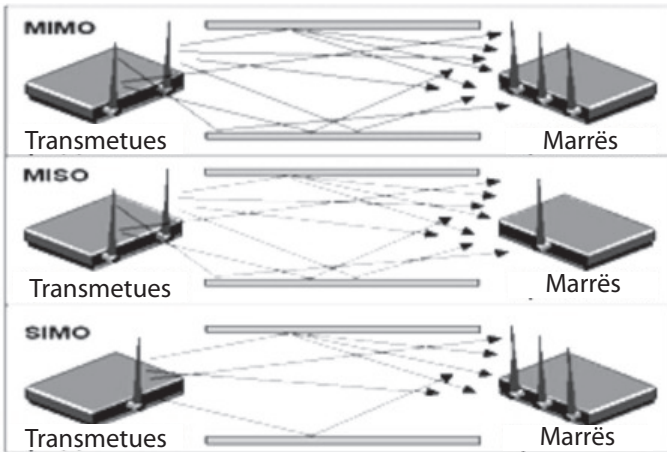


Fig. 9-14. Më tepër realizime të lidhjeve të ndryshme në transmetimin – RR

Për të rritur shpejtësinë e transmetimit mund të përdoret edhe procedura e ndarjes së fluksit total në më shumë rrugë mes transmetuesit dhe marrësit, gjegjësisht më tepër kanale (Figura 9-15).

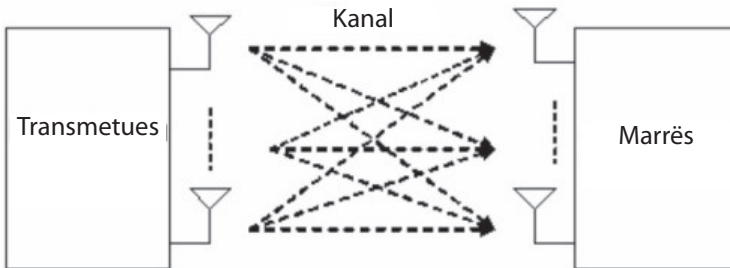


Fig. 9-15. Më tepër kanale në transmetimin-RR

Mes transmetuesit dhe marrësit vendosen shumë kanale të cilët sigurojnë lidhje në drejtime të ndryshme dhe mes përdoruesve të ndryshëm.

9 PËRMBLEDHJE

- ❖ Sisteme pa tel të transmetimit janë: transmetimi radiodifuziv (R) ose transmetimi radiorele (RR). Transmetimi radiodifuziv ka një transmetues dhe shumë përdorues. Lidhjet radiorele sigurojnë transmetim në më tepër kanale të veçanta në të njëjtën kohë;
- ❖ Karakteristika të lidhjeve radiorele janë: përmes tyre bartet brez i gjerë i frekuencave; përdorin modulim në frekuencë dhe modulim impulsiv; përdorin antena për zonën mikrovalore, të cilat janë me drejtueshmëri të madhe dhe kënd të vogël të rrezatimit, dhe antenat janë me dimensione të vogla dhe fuqi të vogla të rendit prej disa W;
- ❖ Distanca mesatare në të cilën mundet të vendosen antenat e radiostacioneve në transmetimin radiorele njëra kundrejt tjetrës është prej 40 deri në 60 km;
- ❖ Përdoren në telefoninë celulare – prej 34MHz (në vitin 1993) deri në 1GHz (sot), dhe në internetin pa tel (institucione të ndryshme, hapësira publike, shkolla etj);
- ❖ Multiplekset hapësinore në transmetimin-RR, përdoren në transmetimin mobil, ku ka ndarje sipas sektorëve, gjegjësisht celulare me numër të caktuar të përdoruesve.
- ❖ Multipleksi në frekuencë përdoret në kombinim me ndarjen celulare. Ajo është një zgjidhje relativisht e thjeshtë me numër të kufizuar të përdoruesve që përdor FDM (multipleks në frekuencë);
- ❖ Multipleksi në kohë që përdoret në sistemet-RR është një kombinim i multipleksuesit për shpërndarje frekuencore të kanaleve dhe rrjetit WLAN dhe transmetimit 2G. Këtu një pajisje mund të komunikojnë me më shumë kanale;
- ❖ Në spektrin spread spectrum numri i përdoruesve rritet tej mase, transmetimi është në brez më të gjerë se brezi i informacionit dhe ka rezistencë të lartë ndaj ndërhyrjeve;
- ❖ GSM (Groupe Special Mobile) ose, në kohën e fundit, me kuptimin, (Global System for Mobil communication). Brezi prej 890 deri në 915MHz është për lidhjen ngjithëse (nga stacioni mobil drejt stacionit bazë), ndërsa brezi prej 935 deri në 960MHz është për lidhjen zbritëse (nga stacioni bazë drejt stacionit mobil).

- ❖ Metoda në sistemin GSM paraqet kombinim shpërndarjes në kohë dhe frekuencë të më shumë kanaleve ose FDMA (Frequency Division Multiple Access). FDMA përbëhet nga brezat e frekuencave prej 25MHz të 124 frekuencave bartëse, mes veti të ndarë me 200KHz. Kodimi i bisedës është në blloqe prej nga 260 bitave për çdo mostër të gjatë 20ms. Bitat janë të ndarë në 3 klasa me nga 50 bit deri në 132 bita. Kuadri FDMA dhe kuadri TDMA.

PYETJE DHE DETYRAT

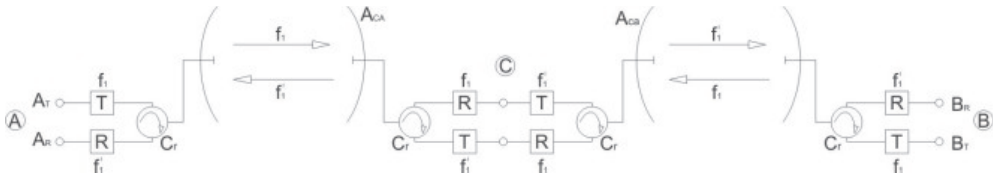
1. Cili është dallimi në mes të sistemeve radiorele dhe radiodifuziv të transmetimit?
2. Cilët multiplekse përdoren për transmetim në telefoninë celulare?
3. Sipas arkitekturës së GSM, cili është funksion i HLR?
4. Sipas arkitekturës së GSM, cili është funksion i VLR?

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

- Transmetimi radiodifuziv karakterizohet me transmetues _____ dhe marrës (sa) _____.
- Në lidhjet radiorele dukuri negative më e sheshtë dhe më e përhapur është _____.
- Lëvizshmëria e transmetimit pa tel është _____. Në pozitën e terminalit në krahasim me pikën e qasjes.
- Kur përdoruesi e ndryshon pozicionin e tij dhe gjatë kësaj kalon nga një rrjet në tjetrin, do të thotë se kalon nëpër zonën _____.
- Interneti pa tel përdor transmetim _____.
- Transmetimi i të dhënave përbëhet nga transmetimi i _____ lidhjeve të internetit.

Plotëso fjalinë që të jetë e saktë!

- Në figurë është paraqitur _____.



Çka paraqesin blloqet në vijim:

T- _____

R- _____

SHTOJCAT

Shtojca 1

MIKROFONA TË NJOHUR NGA PRAKTIKA

AKG C 414B-ULS

Ky është një mikrofon me kondensator me një membranë të madhe dhe me kapsulë të dyfishtë me katër karakteristika të orientimit: tetëshe, rrethore, kardiodë dhe hiperkardiodë. Përveç kësaj, ekziston një komutues me parashuarje me tre pozita (0dB, 10dB ose 20dB) dhe me reduktim (roll-off) të frekuencave të ulëta (në 75Hz dhe 150Hz me 12dB/okt).

414 është standard industrial për vokal dhe incizim muzikor. Karakteristika bazë e tij është e rrafshët prej 25Hz deri në 20kHz dhe është i përshtatshëm për marrje të ndryshme me instrumente. Është përdorur gjatë si mikrofon për qëllime të përgjithshme për incizim vokal dhe instrumental. Max SPL është 140dB, kurse niveli ekuivalent i zhurmës (EIN) është 14dB-A, me brez dinamik prej 126dB. Prandaj, shpesh përdoret për seksionin rënës. Gëzon respekt për shkak të zërit të ndritshëm dhe transparent, prandaj është përdorur gjerësisht gjatë incizimeve frymore, instrumenteve frymore, pianos, kitarës akustike, instrumenteve me tela dhe cimbaleve.

Ekziston në dy versione me furnizim fantom prej 48V, edhe pse mund të punojnë me furnizim më të ulët, si 9V. Versioni C 414B-TL është pa transformator. Atëherë riprodhimi i frekuencave të ulëta është më i mirë. Për shkak të çmimit të tij relativisht të lartë, 414 është një mikrofon krejtësisht profesional.



NEUMANN TLM 170

TLM 170 është pak më i shtrenjtë se U 87 edhe ky është pa transformator. Posedon me pesë karakteristika: rrethore, kardiodë të gjerë, kardiodë, hiperkardiodë dhe tetëshe. Ka karakteristike shumë të sheshtë të frekuencave prej 40Hz deri në 18kHz dhe dallohet me shtrembërime shumë të ulëta. Ka të ndërtuar attenuator për 10dB, si një filtër roll-off për frekuenca të ulëta, i cila punon në 100Hz. Max SPL është 140dB, kurse EIN është 14dB-A. Përdoret me të gjitha llojet me goditje dhe cimballi, duke përfshirë edhe bass-goditjet.

**BEYER MC 740**

MC 740 është me kapsulë të dyfishtë, me transformator me karakteristikë të sheshtë prej 40Hz deri 20kHz. Ka pesë karakteristika: rrethore, kardiodë të gjerë, kardiodë, hiperkardiodë dhe tetëshe. Është bërë përgatitje për kalim nga distanca të karakteristikës së orientimit me ndihmën e kontrolluesit shtesë. Bass roll-off mund të kyçet në 80Hz. Max SPL me attenuator për 10dB është rreth 144dB, kurse EIN është 17dB-A.



Është shumë i kërkuar dhe u bë i preferuar për punë me vokale, piano, instrumente me tela, me frymë, instrumente prej druri dhe kitarën akustike. Ai ka një zhurmë vetjake shumë të ulët dhe është i përshtatshëm për përdorim me cimbalet ose cimbalet (hi-hat); një çift shkëlqyeshëm mund ti mbulojë të gjitha goditjet. Është i mirë për vendosje prej lart. Ngjyrimi jashtë aksit është shumë i vogël, dhe ka një frekuencë të sheshtë për secilën nga karakteristikat polare.

SENNHEISER MKH 40

E gjithë seria e mikrofonave MKH është me karakteristikë të fiksua të orientimit, me një membrana e cila përdor kapsulë R_F për shkak të tensionit për mbështetje për të prodhuar zhurmë tepër të ulët vetjake dhe ndjeshmëri të lartë.



Ekzistojnë dy attenuator (prej 10dB dhe bass roll - off). Mikrofonat punojnë në nivele ekstreme të presionit të zërit, nga instrumentet akustike të qeta deri te goditjet-rock.

MKH 40 është version kardiodë dhe rekomandohet shumë për të gjitha vokalet dhe aplikimet për biseda, si dhe për të instrumentet konvencionale, duke përfshirë edhe ato me goditje. E gjithë seria MKH punon me furnizim standarde prej 48V dhe ka karakteristikë të frekuencës shumë të sheshtë. E vetmja kapsulë simetrike ofron zhurmë shumë të ulët, sidomos zhurmë intermoduluese, edhe këto mikrofone janë të respektuar për zërin e pastër, të qetë dhe të saktë në kushte të ndryshme të punës.

BRUEL & KJAER 4006



Bruel & Kjaer, tash DPA, është prodhim i njohur nga mikrofonat me kondensator. 4006 është i rrumbullakët, back-elektret. Posedon një karakteristikë jashtëzakonisht të sheshtë dhe uniforme jashtë boshtit dhe ka një karakteristikë të veçantë të sheshtë në të gjithë brezin audio. Përdoret për zbatim të përgjithshëm, për incizim me nivel të ulët të sinjalit, për solistë dh ansamble. Ofron zë të qartë dhe me ngjyrë. Edhe pse është i njohur për incizime vokali dhe instrumente klasike, 4006 mundet, gjithashtu, të përdoret edhe për instrumente me goditje, për shkak saktësisë së karakteristikës në afërsi të boshtit.

SHURE SM 57

Përdorur gjerësisht në studio për instrumente rock, si dhe për kitarën elektrike, saksofon, instrumentet me frymë dhe me goditje. Si edhe SM 58, ka karakteristikë kardiodë dhe është i projektuar për të durojë shfaqjet live. Karakteristika e frekuencave shtrihet nga 50Hz deri në 15kHz. SM 58 dhe SM 57 tani janë në dispozicion në versionin beta, i cili është një kapsulë krejt e re me neodmium, e cila ofron ndjeshmëri më të madhe, kurse në rastin e 58, edhe brez lejimi më të zgjeruar të frekuencave të ulëta deri në 40Hz. Frekuenca e sipërme kufitare nuk është ndryshuar. Përmirësime të tjera të përpunimit janë zvogëlimi i zhurmës nga duart dhe prezents pikot.



12.3.9 AKG D 112



D 112 është bërë për incizim të goditjeve-bass dhe bas-kitarës moderne. Ky është një mikrofon dinamik me kapsulë të madhe dhe karakteristikë të frekuencës që mbulon një brez prej 20Hz deri në 17kHz, dhe prezents të ngushtë rreth 4kHz, që mundëson prezents pa ekuivalentim. Zëri i instrumenteve goditëse dhe bas kitarës është i pastër dhe i njohur në përzierjet. Ka të ndërtuar një xham që mundëson përdorimin për instrumentet me brirë, të tillë si trombon dhe tuba. Karakteristika polare është kardiodë.

Shtojca 2

DETYRA:

1. Të projektohet kthesa pasive e rendit të parë nëse në dispozicion kemi bas dhe ton të lartë me këto parametra:

$$R_w = R_t = 8\Omega \quad f_c = 2.500\text{Hz}$$

2. Të projektohet kthesa e dykahëshe e rendit të tretë nëse në dispozicion kemi bas dhe ton të ulët me karakteristikat në vijim:

$$R_w = 4\Omega \quad R_t = 8\Omega \quad f_c = 4.000\text{Hz}$$

3. Të projektohet kthesa e dykahëshe e rendit të tretë nëse në dispozicion kemi bas dhe ton të lartë me karakteristikat në vijim:

$$R_w = R_t = 8\Omega \quad f_c = 3.000\text{Hz}$$

Zgjidhje:

1. $R_w = R_t = 8\Omega$

$$f_c = 2500\text{Hz}$$

$$L = \frac{R_w}{2\pi f_c} = \frac{8}{2\pi \cdot 2500 \cdot 8} = \frac{8}{15700} \quad L = 0.000509$$

$$L = 509\mu\text{H}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_c \cdot R_t} = \frac{1}{2\pi \cdot 2500 \cdot 8} = \frac{1}{125600} \quad C = 0.00000796$$

$$C = 7\mu\text{F} = 796\text{nF}$$

2. $R_w = 4\Omega \quad R_t = 8\Omega \quad f_c = 4000\text{Hz}$

$$L_1 = \frac{1.414 R_w}{2\pi f_c} = \frac{1.414 \cdot 4}{2\pi \cdot 4000} = \frac{1.414}{6280} \quad L_1 = 225\mu\text{H}$$

$$L_2 = \frac{R_t}{1.414 \cdot 2\pi f_c} = \frac{8}{1.414 \cdot 2\pi \cdot 4000} = \frac{1}{4439.96} \quad L_2 = 225\mu\text{H}$$

$$C_1 = \frac{1}{1.414 \cdot 2\pi \cdot 4000 \cdot 4} = \frac{1}{142078.72} \quad C_1 = 7\mu\text{F}$$

$$3. \quad R_w = R_l = 8\Omega$$

$$f_c = 3000\text{Hz}$$

$$L_1 = \frac{1.5R_w}{2\pi f_c} = \frac{1.5 \cdot 8}{2\pi \cdot 3000} = \frac{12}{18840}$$

$$L_1 = 636\mu\text{H}$$

$$L_2 = \frac{0.5R_w}{2\pi f_c} = \frac{0.5 \cdot 8}{2\pi \cdot 3000} = \frac{4}{18840}$$

$$L_2 = 212\mu\text{H}$$

$$L_3 = \frac{0.75R_w}{2\pi f_c} = \frac{0.75 \cdot 8}{2\pi \cdot 3000} = \frac{6}{18840}$$

$$L_3 = 318\mu\text{H}$$

$$C_1 = \frac{1.333}{2\pi \cdot f_c \cdot R_w} = \frac{1.333}{2\pi \cdot 3000 \cdot 8} = \frac{1.333}{150720}$$

$$C_1 = 8\mu\text{F} = 8844\text{nF}$$

$$C_2 = \frac{0.667}{2\pi \cdot f_c \cdot R_l} = \frac{0.667}{2\pi \cdot 3000 \cdot 8} = \frac{0.667}{150720}$$

$$C_2 = 4\mu\text{F} = 4425\text{nF}$$

$$C_3 = \frac{2}{2\pi \cdot f_c \cdot R_l} = \frac{2}{2\pi \cdot 3000 \cdot 8} = \frac{2}{150720}$$

$$C_3 = 13\mu\text{F} = 13270\text{nF}$$

LLOGARITJET E BOBINËS

$$l = 3.5\text{cm}$$

$$h = 0.7\text{cm}$$

$$D = 2\text{cm}$$

$$L = 223\mu\text{H}$$

$$L = \frac{78.7 \cdot D^2 \cdot N^2}{3D + 9l + 10h} \cdot 10^{-3}$$

$$N = \sqrt{\frac{3D + 9l + 10h}{78.7 \cdot D^2 \cdot 10^{-3}} \cdot L}$$

$$223 = \frac{78.7 \cdot 4 \cdot N^2}{3 \cdot 2 + 9 \cdot 3.5 + 10 \cdot 0.7} \cdot 10^{-3}$$

$$223 = \frac{314.8 \cdot N^2 \cdot 10^{-3}}{44.5}$$

$$223 = 0.007N^2 \quad N^2 = \frac{223}{0.007}$$

$$N = \sqrt{31857.14}$$

$$N = 178.4 \approx 179$$

$$d(\text{mm}) = \frac{h(\text{mm}) \cdot l(\text{mm})}{N} = \frac{35 \cdot 7}{178}$$

$$d = 1.37\text{mm}$$

$$P = 50\text{W}$$

$$P = R \cdot I^2 \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{50}{4}} = 3.5\text{A}$$

$$d = \sqrt{0.5 \cdot 3.5} = 1.32$$

PROJEKTIMI I KUTISË PËR ZËRIM

AFK (woofer) 49-8000 AFK (tweeter) 3.500-30.000

$$\begin{array}{lll}
 P_{\text{nom}} = 50W & D_{\text{max}} = 146\text{m} & Z_{\text{nom}} = 8\Omega \\
 Z_{\text{nom}} = 4\Omega & Q_{ts} = 0.3 & D_{\text{max}} = 66\text{mm} \\
 f_s = 49\text{Hz} & Q_{tc} = 0.5 & \\
 V_{as} = 16\text{l} & &
 \end{array}$$

$$V = \frac{V_{as}}{\left[\left(\frac{Q_{tc}}{Q_{ts}}\right) - 1\right]} = \frac{16}{\left[\left(\frac{0.5}{0.3}\right)^2 - 1\right]} = \frac{16}{1.7} \quad V = 9\text{dm}^3$$

$$a = 200\text{mm}$$

$$x_1 = \frac{200 - 146}{2} = \frac{54}{2} \quad x_1 = 27\text{mm}$$

$$l = (2n + 1) \cdot \frac{\lambda}{4}$$

$$\lambda = \frac{c}{f_s} = \frac{343}{3500} \quad \lambda = 0.098\text{m/s}$$

$$l = (2n + 1) \cdot 0.0245 \quad l = 7 \cdot 0.0245 \quad l = 0.1715\text{m}$$

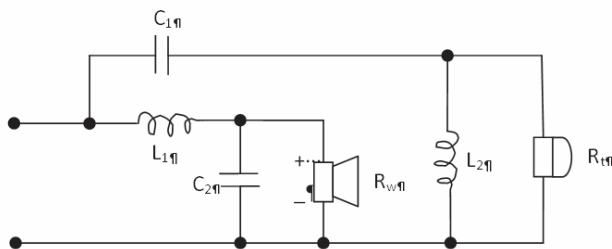
$$x_2 = l - \frac{D_1}{2} - \frac{D_2}{2} = 171.5 - \frac{146}{2} - \frac{66}{2} = 171.5 - 73 - 33 \quad x_2 = 65.5\text{mm}$$

$$h < 3.5a \quad h < 3.5 \cdot 200 \quad h < 700\text{mm}$$

$$x_3 = 37\text{mm}$$

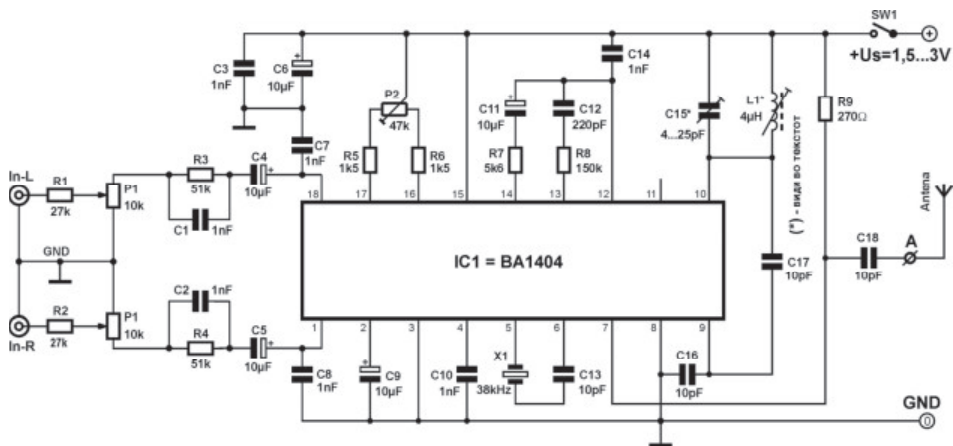
$$h = 2 \cdot 37 + 146 + 66 + 65.5 \quad h = 351.5\text{mm}$$

$$b = \frac{V}{a \cdot h} = \frac{9 \cdot 10^6}{200 \cdot 351.5} \quad b = 128\text{mm}$$



Shtojca 3

Ky paraqet një transmetues-FM stereo të vogël, në të cilin si komponentë kryesore është qarku i integruar BA1404. Ky transmetues punon në zonën VHF (88-108) MHz. Në hyrjen e tij mund të lidhet burim audio mono ose stereo, si për shembull: kompjuter, laptop, CD ose DVD, MP3/MP4 player, discman. Dalja e tij do të emetojë sinjal i cili mund të merret nga radiomarrësit në zonën përreth. Pra, ai do të kryejë transmetim pa tel të stereosinjalit.



Me këtë realizim mund të riprodhohet muzikë nga një CD player në dy hapësira të objektit të banimit/ vendit të punës njëkohësisht. Sinjali i transmetuesit të paraqitur mund të merret dhe të riprodhohet nga secili radiomarrës-FM në zonën e afërt të transmetuesit i cili e ka këtë brez të frekuencave për punë.

LITERATURA

1. **Michael Talbot-Smith**, *Audio Engineer's reference book*, ; Boston, 1999
2. **Andreas Spanias Ted Painter Venkatraman Atti** *Audio Signal processing and Coding*, 2007.
3. **Јовановска, И.**, *Елекџронски уреди за III година елекџроџтехничар - елекџроничар*, Просветно дело, Скопје, 2001.
4. **Лукатела, Г., Драјик Д.**, *Диџиталне џтелекомуникације*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1988.
5. **Милисављевиќ, Р.**, *Радио-џредајници*, Завод за издаваштво, Београд, 1980.
6. **Обрадовиќ, М., Мартиновиќ, Д.**, *Елекџронски џојачавачи*, Завод за уџбенике, Београд, 2002.
7. **Серафимовски, М.**, *Обрабојка на аудиосиџналојџ*, Емијер, 1999.
8. **Ристиќ, М.**, *Радио-џтехника*, Беоџрад, 1986.;
9. **Куртовиќ, Х.**, *Основи џтехничке акусџике*, Београд, 1977.
10. **E.F. Warnke**, *Construction of tape-recorder*
11. **Филиповиќ, М.**, *Радиоџриемници*, Завод за уџбенике, Београд, 1988.
12. **Шестериков, Б.**, *Сџтереофонски радиоџриемници*:
13. **Куртовиќ, Х.**, *Озвучување*, Београд, 1981.
14. **Марковиќ, А.**, *Радиоџтехника*, Београд 1990.
15. **Јовановска, И.**, *Технолоџија нарадио и џтелевизиски џриемници*, Просветно дело, 1986.

**Iskra Jovanovska
Jasna Domazetovska**

QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE

LËNDË ZGJEDHORE

Viti III

Shkup, 2011

Përmbajtja

1. QARQET DHE PAJISJET OPTOELEKTRONIKE	261
1.1. KARAKTERISTIKAT E DRITËS	262
1.2. PARIMI I FUNKSIONIMIT OPTOELEKTRIK	264
1.3. ELEMENTET OPTOELEKTRIKE	268
1.3.1. Fotodetektorët	268
1.3.2. Fotorerizistori	270
1.3.3. Fotodioda	271
1.3.4. Dioda LED (Light Emitting Diode)	273
1.3.5. Fototransistori	274
1.3.6. Fotogjeneratori	275
1.3.7. Komutatori i ndejshëm ndaj dritës (fotoreleja)	276
1.4. QARQET DHE PAJISJET OPTOELEKTRONIKE	277
1.4.1. Fotomultiplikatori	278
1.4.2. Matësit e dritës	279
1.4.3. Numëruesit optoelektronik	282
1.4.4. Fotolexuesit	283
1.4.5. Sensorët CCD	285
1.4.6. OPTOKAPLERI	293
1.5. LASERËT	293
1.5.1. Laseri prej rubini	295
1.5.2. Laseri gjysmëpërçues	296
1.5.3. Zbatimi praktik i laserëve	297
2. TIRISTORËT	302
2.1. ELEMENTI GJYSMËPËRÇUES, TIRISTORI	302
2.2. LLOJET E TIRISTORËVE	305
2.3. ZBATIMI I TIRISTORËVE	306
2.3.1. Konvertorët AC/DC	308
2.3.2. Konvertori (invertori) DC/AC	317
2.3.3. Konvertorët DC/DC	322
2.3.4. Konvertorët AC/AC	324
3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM	329
3.1. SISTEMET E KOMANDIMIT DHE RREGULLIMIT AUTOMATIK	329
3.1.1. Ndarja e sistemeve për komandim automatik	330
3.1.2. Struktura e sistemeve për komandim automatik	332
3.1.3. Skema funksionale e sistemit për komandim automatik	334

3.2.	KONVERTORËT MATËS ELEKTRIK _____	336
3.2.1.	Konvertorët rezistiv _____	337
3.2.2.	Konvertorët induktiv _____	340
3.2.3.	Konvertori kapacitiv _____	341
3.2.4.	Konvertorët fotoelektrik _____	342
3.2.5.	Konvertorët piezoelektrik _____	345
3.2.6.	Senzori i Hall-it _____	346
3.3.	DETEKTORËT E SINJALIT TË GABIMIT _____	348
3.3.1.	Detektorët e tensionit – ura e Vitsonit _____	349
3.3.2.	Detektorët e rrymës të sinjaleve të gabimit _____	350
3.3.3.	Detektorët potenciomëtrik të sinjaleve të gabimit _____	351
3.4.	ELEMENTET KOMUTUESE _____	352
3.4.1.	Elementet komutuese elektromekanike _____	354
3.4.2.	Elementet komutuese elektronike _____	355
3.5.	RREGULLATORËT ELEKTRONIK _____	359
3.5.1.	Rregullatori proporcional-P _____	362
3.5.2.	Rregullatori integrues-I _____	363
3.5.3.	Rregullatori diferencial-D _____	365
3.5.4.	Rregullatori proporcional-integrues PI _____	367
3.5.5.	Rregullatori proporcional-integrues-diferencial - PID _____	369
3.5.6.	Mënyrat e përshtatjes së rregullatorëve _____	370
3.5.7.	RREGULLATORËT ME VEPRIM DISKRET _____	371

4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM

	DHE MBROJTJE _____	382
4.1.	ARQITEKTURA E SISTEMIT PËR KONTROLLIM _____	383
4.2.	SISTEMET PLC _____	385
4.2.1.	Terminali i programueshëm _____	389
4.3.	KONTROLLIMI NGA DISTANCA I PROCESIVE _____	390
4.3.1.	Telefonia mobile dhe PLC _____	390
4.3.2.	Telemetria mobile _____	392
4.4.	SISTEMET SCADA (SUPERVIZIONI) _____	394
4.5.	SISTEMET E ALARMEVE PËR MBROJTJE _____	396
4.5.1.	Elemente në sistemet e alarmeve për sinjalizim dhe mbrojtje _____	398
4.6.	EKRANET INFORMATIVE _____	399
4.7.	SINJALIZIMI DHE KONTROLLIMI NË KOMUNIKACION _____	401
4.8.	SISTEMET ADAPTIVE _____	403
	SHTOJCA 1: _____	411
	Detektorët e vonës në kohë _____	411
	Detektorët e frekuencës _____	411
	SHTOJCA 2: _____	413
	TENDENCA NË AUTOMATIZIMIN E PROCESIVE _____	413

1. QARQET DHE PAJISJET OTPOELEKTRONIKE

Qarqet dhe pajisjet optoelektronike funksionojnë në parimin e efektit fotoelektrik, i cili paraqet ndryshim të përçueshmërisë elektrike të disa materialeve nën ndikimin e energjisë së dritës. Bazë e secilit qark dhe pajisje optoelektronike janë elementet optoelektrike dhe optoelektronike.

Elementet më shpesh të përdorura optoelektrike (të njohur edhe si fotoelemente janë elemente që i ndryshojnë karakteristikat e tyre nën ndikimin e dritës) janë: fotocelulat, fotoreletë, fotorezistorët, fotodiodat, fototransistorët, fotogeneratorët e të tjerë. Elementet optoelektrike janë pjesë përbërëse, konstruktive të qarqeve ose pajisjeve optoelektronike shumë komplekse.

E madhe është lista e pajisjeve në të cilat sot përdoren elementet optoelektrike (optoelektronike). Përdoren si matës të nivelit, matës të trashësisë së materialit, detektorë të pozitës, pajisje për numërim të objekteve, automate për kyçje të ndriçimit publik, pajisje për hapjen automatike të dyerve, detektorë të zjarrit dhe tymit etj. Kohëve të fundit elementet fotoelektrike përdoren edhe si: ekrane drite, lexues të shiritave dhe kartelave të shpuara, sisteme për vëzhgimin natën, në sistemet meteorologjike për komandim automatik të raketave, si matës të spektrit (spektrometra) etj.

Në thelbin e funksionimit të të gjitha elementeve optoelektrike, qarqeve dhe pajisjeve është **efekti fotoelektrik**. Ky është një efekt i cili paraqitet kur një material do të ndriçohet me dritë dhe atëherë në sipërfaqen e tij paraqiten elektronet. Ky fenomen quhet edhe **fotoefekt**.

Ka një numër madh të llojeve të ndryshme të elementeve fotoelektrike, prandaj edhe ekzistojnë disa klasifikime të ndryshme të këtij lloji të

elementeve. Zakonisht dallojmë dy grupe kryesore të elementeve fotoelektrike (optoelektronike): fotodetektorë dhe burime fotoelektrike të dritës.

Fotodetektorët e konvertojnë energjinë e dritës në elektrike ose i ndryshojnë karakteristikat e tyre elektrike nën ndikimin e dritës. Në këtë grup përfshihen: elementet fotoemetuese, fotorezistorët, fotodiodat, fototransistorët, fotogeneratorët dhe disa të tjerë.

Burimet fotoelektronike të dritës direkt e shndërrojnë energjinë elektrike në rrezatim drite. Në këtë grup të elementeve janë diodat gjysmëpërçuese (të cilët nuk u takojnë burimeve aktive të dritës dhe laserët).

Që të kuptohet parimi i funksionimit të elementeve fotoelektrike duhet të njihen karakteristikat e dritës.

1.1 KARAKTERISTIKAT E DRITËS

Drita është fenomen fizik i cili interpretohet me procese psikologjike. Kjo është një dukuri psikofizike. Në kuptimin fizik rrezatimet e dritës korrespondojnë me rrezatimet elektromagnetike me gjatësi valore prej 380nm deri në 780nm. Në praktikë merret brezi prej 400nm deri në 700nm, sepse ndjeshmëria e syrit jashtë këtij brezi është shumë e vogël.

Çdo sipërfaqe ose trup që emeton valët elektromagnetike në brezin e spektrit të dukshëm quhet **burim i dritës**. Burimet e dritës mund të jetë **primarë** dhe **sekondarë**. Burimet primare rrezatojnë energjinë e tyre vetjake, kurse ato sekondare janë sipërfaqe që reflektojnë një pjesë të dritës së burimeve tjera. Burim më i rëndësishëm i dritës natyrore është dielli. Burimet artificiale janë të shumta dhe mund ti ndajmë në: të nxehtësisë dhe burime të cilat fitohen gjatë rrjedhjes së energjisë elektrike nëpër gazra.

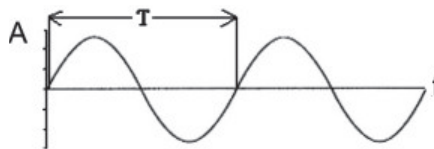


Fig. 1-1. Forma valore e sinjalit monokromatik

Sipas natyrës së tyre, dallojmë dy lloje të rrezatimeve: rrezatim **monokromatik** dhe **rrezatim kompleks të dritës**. Rrezatimi monokromatik (forma valore është treguar në Fig. 1-1) është rrezatim uniform i cili ka gjatësi vale të caktuar, kurse rrezatimi kompleks është një grup i rrezatimit monokromatik (e tillë është drita e bardhë).

$$f = 1/T \text{ [Hz]} \dots\dots\dots (1-1)$$

Karakteristikë më e rëndësishme e burimeve të dritës është karakteristikat e tyre spektrale, pra shpërndarja e energjisë së rrezatimit për kohën njësi (fluksi i rrezatimit) i komponentëve të veçanta të rrezatimit. Në varësi të natyrës së burimit, karakteristika spektrale mund të jetë e vazhdueshme dhe lineare. Spektri linear është i përbërë nga një numër i caktuar i vijave monokromatike me gjatësi valore mes të cilave ekzistojnë zona të zbrazëta. Burimet me spektër linear mund të konsiderohen si një grup i burimeve monokromatike me gjatësi valore të caktuar. Numri më i madh i burimeve të dritës kanë rrezatim kompleks të cilin e përbëjnë komponente me gjatësi valore të shumta të pafundme të spektrit të dukshëm. Burime të tilla janë dielli dhe metalet e nxehta. Numri më i madh i burimeve të dritës fitohen me ngrohjen e trupave të ngurtë në temperatura të larta.

Fotometria paraqet përcaktim sasior të ndriçimit, kurse kryhet sipas energjisë së rrezatuar të burimit. Rrezatime të caktuara kanë ndikime të ndryshme mbi syrin, gjë që kushtëzoi miratimin e madhësive fotometrike të cilat i lidhin karakteristikat fizike të valëve elektromagnetike me karakteristikat psikologjike të syrit. Numri më i madh i madhësive fotometrike në mënyrë sasiore përcaktohen në dy mënyra: objektive ose fizike dhe subjektive fiziologjikisht. Këto madhësi quhen madhësi fotometrike, kurse bazohen në madhësitë standarde të syrit. Madhësi themelore fotometrike janë: fluksi i dritës, intensiteti i dritës, ndriçimi, shkëlqimi.

Fluksi i dritës ose fuqia e rrezatimit (F) paraqet sasinë e energjisë së dritës, të rrezatuar, transmetuar ose absorbuar në kohën njësi. Njësia absolute është vati (W), kurse efektive lumen. Njësia efektive (fiziologjike) definohet për fluksin e dritës të vlerësuar sipas brezit të dritës të syrit.

Karakteristikë tjetër e dritës është gjatësia valore e saj λ ($\lambda=c/f=m/s$)/ $(1/s)=m$; $c = 3 \times 10^8$ m/s-shpejtësia e dritës). Ndarja e dritës bëhet sipas madhësisë së gjatësisë valore, për $\lambda=10^{-10}$ mm - rrezet kozmike, për $\lambda= 10^{+14}$

mm – frekuencat audio. Në praktikë përdorim ndarjen sipas frekuencave, e cila është treguar në Fig. 1-2 .

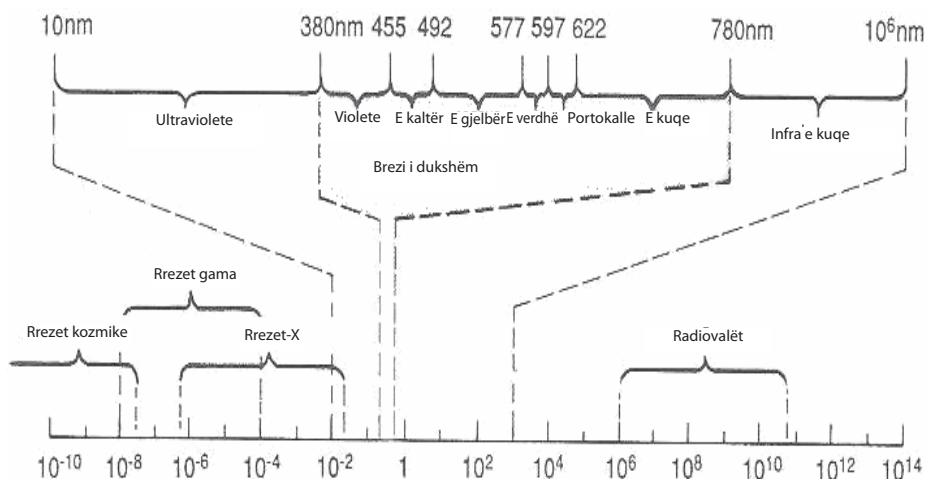


Fig. 1-2. Karakteristika e frekuencës së dritës

Drita ka natyrë të dyfishtë: valore dhe korpuskulare (emetim i grimcave - corpuscle).

1.2 PARIMI I FUNKSIONIMIT OPTOELEKTRIK

Gjatë ndriçimit të disa metaleve me dritën, nga sipërfaqja e tyre dalin elektrone. Ko dukuri quhet **efekt fotoelektrik** ose **fotoefekt**. Fotoefekti për herë të parë u vërejt në vitin 1897 nga Heinrich Hertz.

Dukuritë fotoelektrike i hulumtoi edhe fizikani francez Bekerel (Becquerel) në gjysmën e parë të shekullit të 19. Së bashku me teknologjinë gjysmëpërçuese, fotoelektronika ose optoelektronika, si zakonisht ende quhet kjo degë e teknikës, ka progres shumë të madh në dekadat e fundit.

Sqarimin e efektit fotoelektrik e dha Albert Ajnshtajni në vitin 1905. Ai e vendosi nocionin kuant i dritës ose foton. Sipas teorisë kuantike drita nuk përhapet në mënyrë të vazhdueshme por në formë të energjisë së kuanteve si foton. Fotoni ka veti të grimcës së paelektrizuar të dritës.

Efekti fotoelektrik shpjegohet me veprimin reciprok – bashkëveprimin në mes të fotoneve dhe elektroneve në atom. Ndërveprimi mes fotoneve dhe elektroneve është, në fakt, shkëmbim i energjisë që ndodh gjithmonë veçmas ndërmjet një fotoni dhe një elektroni. Një foton me një energji të caktuar vepron në elektronin dhe në qoftë se energjia që fotoni ia jep elektronit është e mjaftueshme elektroni e lëshon orbitën e tij. Ai largohet nga forcat tërheqëse të bërthamës dhe bëhet bartës i lirë i elektricitetit. Kuantitë e energjisë së dritës e ndryshon formën dhe kalon në energji elektrike.

Ky efekt i rëndësishëm mund të përshkruhet me një eksperiment, ku pllaka metalike K që ndriçohet vendosur në sferë kuarci ose qelqi nga e cila është tërhequr ajri, si në Fig. 1-3. me ndriçimin e katodës fillon të rrjedhë rryma elektrike.

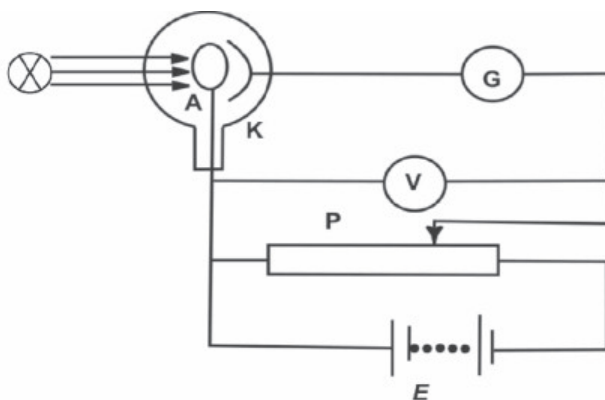


Fig. 1-3. Fotocelula - vakum

Një pajisje e tillë quhet **fotocelulë-vakum**. Katoda e këtij tubi është e lidhur me polin negativ të burimit me tension të lartë, kurse anoda A, e cila është një tel në formë unaze, me polin pozitiv të burimit. Nëse fotokatodat nuk është e ndriçuar, galvanometri nuk tregon asnjë devijim. Mes katodës dhe anodës ka vakum dhe nuk ka ngarkesa. Por, kur katoda do të ndriçohet, galvanometri do të tregoj rrjedhje të rrymës. Këtë rrymë e quajmë **fotorrymë**. Në qoftë se ndryshon tensioni U mes elektrodave (e cila arrihet përmes potenciometrit P) ndryshon rryma I .

Në Fig. 1-4 është dhënë karakteristika rrymë-tension e fotorrymës, në dy intensitete të ndryshme të ndriçimit, J_1 dhe J_2 .

Nga grafiku shihet se në fillim fotorryma rritet përafërsisht si tensioni, por për një vlerë të caktuar të tensionit, kur të gjithë elektronet e lar-

guara do të tërhiqen nga anoda, arrihet ngopja. Gjatë rritjes së mëtejme të tensionit, rryma mbetet konstante. Këtë rrymë e quajmë rrymë e ngopjes.

Për intensitete më të lartë të ndriçimit, ($J_1 > J_2$), rryma e ngopjes arrin vlerë më të madhe.

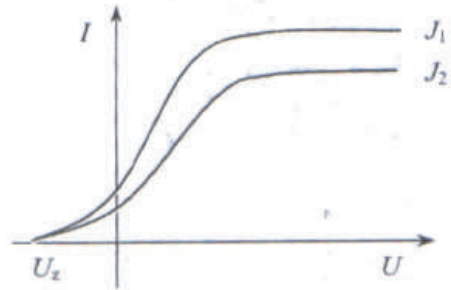


Fig. 1-4. Karakteristika rrymë-tension e fotorrymës

Nëse silllet tension me drejtim të kundërt, d.m.th. nëse katodën e lidhim me polin pozitiv të burimit kurse anodën me atë negativ, fusha elektrike mes elektrodave ka drejtim të kundërt dhe ajo tenton që elektronet të kthejë kah katoda. Kur elektroni do të kalojë distancën nga katoda deri te anoda, forca elektrike e fushës kryen punë madhësia e të cilës është e barabartë me Ue , kurse energjia kinetike e elektroneve zvogëlohet. Fotorryma gjithashtu zvogëlohet. Për një vlerë të caktuar të tensionit në drejtimin e kundërt të barabartë me U_z , fotorryma bëhet e barabartë me zero. Ky tension quhet **tensioni i bllokimit**.

Testimet kanë treguar se për fotoefektin vlejnjë ligjet themelore në vijim:

- gjatë ndriçimit të katodës me dritë monokromatike, numri i elektroneve të emetuara nga një sipërfaqe për kohën njësi është proporcion me intensitetin e dritës rënëse;
- për çdo metal ekziston i ashtuquajturi **kufiri i kuq për fotoefektin**. Kjo është gjatësia valore maksimale e dritës λ_{\max} (ose përkatësisht frekuenca e saj minimale f_{\min}) në të cilën ka ende ndarje të fotoelektroneve. Edhe pse mbi katodë bie drita me intensitet shumë të madh, gjatësia valore e saj λ është e tillë që $\lambda > \lambda_{\max}$ dhe nuk paraqitet fotoefekt;

- Energjia maksimale e fotoelektroneve E_{\max} nuk varet nga intensiteti i dritës. Ajo rritet në mënyrë lineare me rritjen e frekuencës së dritës rënëse (Fig. 1-5);
- Fotoelektronet ndahen praktikisht njëkohësisht kur fillon ndriçimi (koha është më e shkurtër se 10^{-9} s). Ajo është e tillë edhe në rastin kur intensiteti i dritës së rënë është shumë i vogël.

Një fotoefekt i gjeneruar në këtë mënyrë quhet **fotoefekt i jashtëm** ose emision fotoelektronik te metalet.

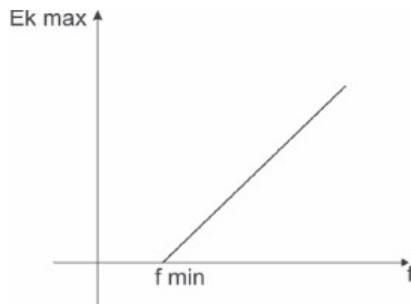


Fig. 1-5. Varësia e energjisë së fotoelektroneve nga frekuenca

Dukuria e krijimit të bartësve të ngarkesës së rrymës në **gjysmëpërçues** gjatë ndriçimit të tyre quhet **fotoefekt i brendshëm**. Efekti quhet i brendshëm sepse elektronet nuk e lëshojnë sipërfaqen e metalit. Për fotoefektin e brendshëm janë të rëndësishme:

- me ndriçimin rritet përçueshmëria e gjysmëpërçuesit – e quajtur fotopërçueshmëri,
- me ndriçimin e kalimit p-n të çiftit të caktuar të gjysmëpërçuesve, ose të kontaktit metal-gjysmëpërçues në kontakt paraqitet forcë elektromotore. Dukuria është e njohur si efekt fotolitik.

Në kushte të zakonshme gjysmëpërçuesit kanë numër të vogël të bartësve të rrymës – elektrone të lira ose vrima. Gjatë ndriçimit të gjysmëpërçuesit, fotonet që hyjnë ua dorëzojnë energjinë elektroneve valente të cilët e lëshojnë atomin dhe bëhen të lirë. Kështu me ndriçimin rritet numri i elektroneve të lira, sepse pas daljes së elektronit nga atomi, në të krijohet një vrimë.

1.3 ELEMENTET OPTOELEKTRIKE

Ekziston numër i madh i llojeve të ndryshme të elementeve optoelektronike – elemente fotoelektrikë të cilët klasifikohen në dy grupe themelore, si: fotodetektorë dhe burime fotoelektronike të dritës.

1.3.1 Fotodetektorët

Fotodetektorët janë elemente të cilët e shndërrojnë energjinë e dritës në energji elektrike ose i ndryshojnë vetitë e tyre elektrike nën ndikimin e dritës. Fotodetektorët zakonisht ndahen në tre grupet në vijim:

Elemente fotoemisione janë ato në të cilat nën ndikimin e dritës lirohen elektrone të cilat e lëshojnë sipërfaqen e materialit të ndjeshëm ndaj dritës. Kjo dukuri është e shprehur sidomos nëse materiali është i ndriçuar në vakum dhe quhet emision fotoelektronik. Elemente më të njohura fotoelektronike janë fotodiodat (fotocelulat) dhe fotomultiplikatorët.

Elementet fotokonduktive e ndryshojnë përçueshmërinë e tyre elektrike në varësi të fluksit të dritës i cili bie mbi sipërfaqen e tyre. Në këtë grup përfshihen: fotorezistorët, fotodiodat gjysmëpërçuese dhe fototransistorët.

Fotogjeneratorët prodhojnë fuqi elektromotore në skajet e tij nën ndikimin e rrezatimit të dritës. Si elemente të tilla janë celulat solare të cilat energjinë diellore e konvertojnë direkt në elektrike.

Parimi i funksionimit të fotodetektorëve është dhënë në Fig. 1-6, kjo është një prerje tërthore e gjysmëpërçuesit sipërfaqja e sipërme e të cilit është e ndriçuar, kurse mes dy skajeve të kundërta të tij është lidhur tension i vazhduar.

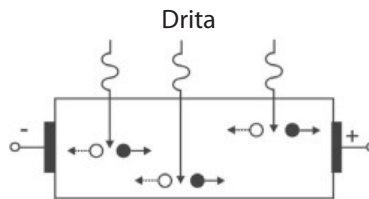


Fig. 1-6. Prerja tërthore e gjysmëpërçuesit të ndriçuar

Fotonet të cilët i godasin atomet e gjysmëpërçuesve janë në ndërveprim me atomet. Energjia e absorbuar mundëson që elektronet valente të bëhen të lira, dhe në vendin e tyre në rrjetën kristalore të gjysmëpërçuesit

mbeten vrimat. Pra, fotonet në gjysmëpërçues krijojnë çifte elektron-vrimë të lira, gjegjësisht nën ndikimin e dritës rritet numri i bartësve të lirë të elektricitetit dhe zvogëlohet rezistenca elektrike e gjysmëpërçuesit.

Parametra themelor dhe karakteristika të fotodetektorëve janë: ndjeshmëria, karakteristika spektrale, karakteristika e frekuencës dhe niveli i zhurmës.

Ndjeshmëria e fotodetektorit është raport i intensitetit të rrymës së detektorit të ndriçuar (I) dhe fluksit të dritës (F) i cili e krijon këtë rrymë:

$$S = \frac{I_F}{F} \dots\dots\dots(1-2)$$

Karakteristika spektrale e fotodetektorit e jep varësinë e rrymës nga gjatësia valore (λ) e dritës e cila e jep rrymën:

$$I = f(\lambda) \dots\dots\dots(1-3)$$

Karakteristika e frekuencës është në varësi e rrymës nga frekuenca e ndryshimit të fluksit të dritës. Kjo karakteristikë e përcakton shpejtësinë me të cilën fotodetektorit reagon në ndryshimet e ndriçimit.

Niveli i zhurmës së fotodetektorit është niveli i zhurmës të rrymës dalëse ose tensionit të cilat nuk janë rezultat i ndryshimeve të ndriçimit të detektorit të ndriçuar.

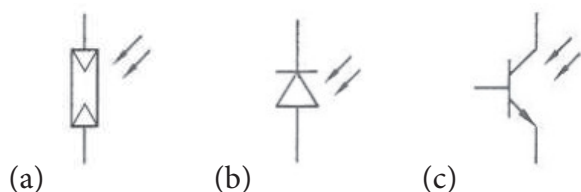


Fig. 1-7. Simboli i (a) fotorezistorit, (b) fotodiodës dhe (c) fototransistorit

Elemente në shpesh të përdorura optoelektrike janë: fotorezistori, fotocelula, fotorele, fotodiode, fototransistori, fotogjeneratori etj. Simbolet e disa fotoelementeve të cilët më shpesh përdoren në pajisje janë dhënë në Fig. 1-7.

1.3.2 Fotorezistori

Fotorezistori është element gjysmëpërçues rezistenca elektrike e të cilit ndryshon me ndryshimin e fluksit të dritës. Parimi i funksionimit të fotorezistorit është dhënë në Fig. 1-8, ku fluksi i dritës e rrit përçueshmërinë e gjysmëpërçuesit me çka rritet intensiteti i rrymës që rrjedh nëpër fotorezistor. Ndryshimi i fluksit të dritës konvertohet në energji elektrike. Fotorezistori paraqet pllakë prej izolatori mbi të cilën është aplikuar një shtresë e hollë prej gjysmëpërçuesi me trashësi të rendit të madhësisë së mikrometrave.

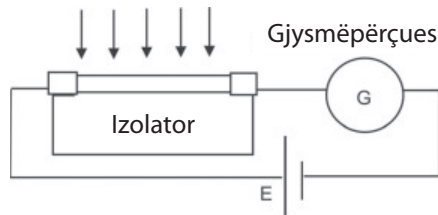


Fig. 1-8. Fotorezistori

Si gjysmëpërçues përdoren materiale që janë shumë të ndjeshëm ndaj dritës, për shembull, silici, seleni etj. Gjatë ndriçimit të dhomës një film i tillë i hollë ka një përçueshmëri shumë të vogël, të cilën e regjistron galvanometri si **rrymë e errësisirës**. Gjatë ndriçimit, rryma rritet dukshëm proporcionalisht me ndriçimin.

Diagrami i ndriçimit të fotorezistorit, gjegjësisht varësia e rrymës (I_Φ) nga fluksi i dritës (Φ) është dhënë në Fig. 1-9.

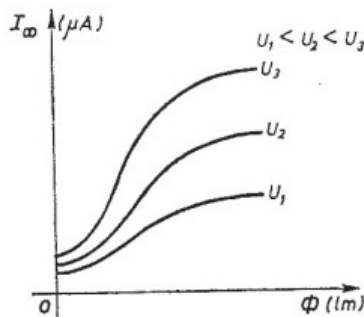


Fig. 1-9 Diagrami i ndriçimit të fotorezistorit

Varësia e $I_\phi = f(F)$ kur $U = \text{const}$, ku U është tensioni në skajet e fotorezistorit, nuk është lineare. Për vlera më të mëdha të fluksit të dritës vërehet ngopje e rrymës.

Veti të mira të fotorezistorëve janë ndjeshmëria e madhe, struktura e thjeshtë, dimensionet e vogla, jetëgjatësi e madhe dhe çmimi i ulët. Mangësi e fotorezistorit janë inercioni i tij, karakteristika jolineare dhe varësia nga temperatura i karakteristikës së ndriçimit. Fotorezistorët përdoren në instrumente të thjeshta për matjen e ndriçimit – dritëmatësa, si detektorë të dritës në pajisjet e alarmeve të sigurisë dhe të ngjashme.

1.3.3 Fotodioda

Fotodioda është element gjysmëpërçues me një kalim pn dhe dy dalje, përçueshmëria elektrike e të cilës ndryshon me ndryshimin e fluksit të dritës që bie në sipërfaqen e kalimit pn. Në literaturë fotodiodat quhen edhe celula solare. Fotodiodat janë elemente gjysmëpërçuese përçueshmëria elektrike e të cilëve ndryshon në varësi të ndriçimit. Gjatë polarizimit invers rrjedh rrymë shumë e vogël e errësirës, kurse në polarizim direkt intensiteti i rrymës elektrike është në raport të drejtë me intensitetin e fluksit të dritës. Në (Fig. 1-10-a) është dhënë simboli i fotodiodës, kurse në (Fig. 1-10-b) karakteristika rrymë-tension e saj.

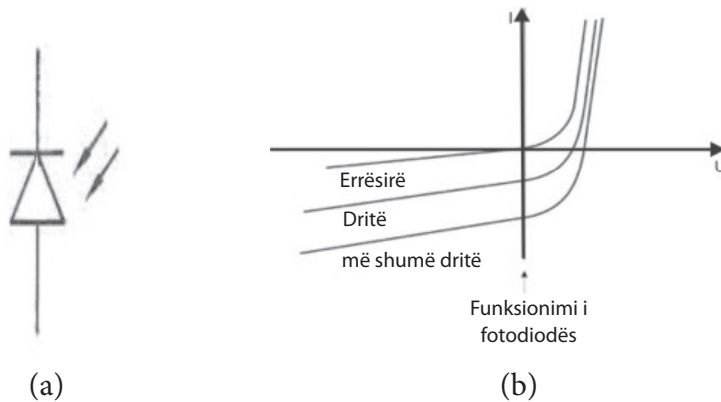


Fig. 1-10. Fotodioda: (a) qark elektrik me fotodiodë, (b) karakteristika rrymë-tension.

Karakteristika rrymë-tension e fotodiodës së silicit është dhënë me diagramin e (Fig. 1-10-b). Në këtë diagram është dhënë varësia e rrymës së fotodiodës (IF) nga tensioni në skajet e saj U kur ndryshohet fluksi i dritës

dhe gjatësia valore e dritës. Karakteristika rrymë-tension e diodës është në kuadratin e tetë, sepse dioda është e polarizuar invers dhe rryma rrjedh në drejtimin invers. Intensiteti i rrymës varet pak nga tensioni, që do të thotë se rezistenca dinamike e fotodiodave është më e madhe, d.m.th. se fotodioda sillet si një gjenerator i rrymës së vazhdueshme deri sa nuk fiton vlerë për të cilën ndodh shpimi.

Karakteristika spektrale e fotodiodës së silicit është dhënë në Fig. 1-11. Diagrami jep varësinë e intensitetit relativ të rrymës së fotodiodës (I_{ϕ}/I_{Fmax}) nga gjatësia valore e dritës që e absorbon fotodioda. Ndjeshmëria më e madhe është në zënën e rrezatimit infra të kuqe rreth 900nm.

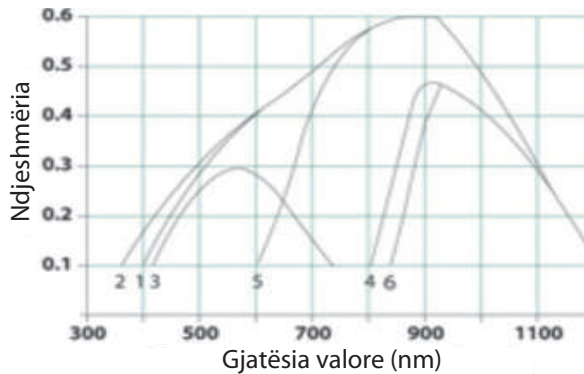


Fig. 1-11. Karakteristika spektrale e fotodiodës

Në krahasim me fotorezistorët, fotodiodat kanë karakteristikë të frekuencave më të mirë (ineracion të vogël). Karakteristika e dritës $I_{\phi}=f(I_{\phi})$ është lineare, kurse niveli i zhurmës është i ulët. Mangësi e fotodiodave është rritja e shpejtë e “rrymës së errësirës” me rritjen e temperaturës, prandaj më shpesh e përdorim në lidhje me përforcuesit prej transistorët. Disa realizime praktike të fotodiodave janë dhënë në Fig. 1-12.



Fig. 1-12. Realizime praktike të fotodiodave

1.3.4 Dioda LED (Light Emitting Diode)

Dioda e dritës ose LED është element gjysmëpërçues me një kalim pn në të cilin energjia elektrike shndërrohet në të dritës.

Dioda LED punon në regjimin i cili është i kundërt me funksionimin e fotodiodës. Kur ajo është e polarizuar direkt (anoda në potencial më të madh se katoda), dioda emeton dritë. Gjatë përplasjes së elektroneve me atomet vjen deri te lirimi i energjisë, d.m.th. fotoneve (grimcave elementare të dritës). Kjo dukuri quhet efekti elektroluminishent, i cili paraqitet në të gjitha kalimet pn, por lehtë është i dukshëm vetëm në materiale të caktuara gjysmëpërçuese. Në Fig. 1-13 është dhënë simboli zakonshëm i diodës së dritës dhe llojeve të ndryshme të diodave LED.

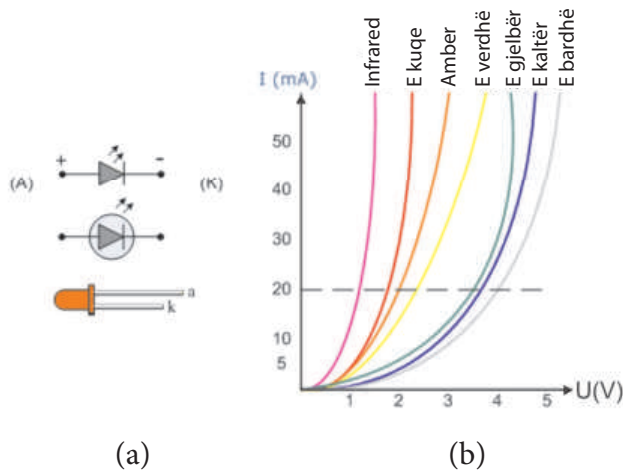


Fig. 1-13. Dioda LED: simbole (a), karakteristika rrymë-tension e llojeve të ndryshme të diodave (b)

Çfarë ngjyre do të jetë drita, varet nga materiali nga i cili është e përpunuar dioda, kështu arsenit galiumi jep dritë infra të kuqe, fosfat galiumi jep dritë të dukshme me ngjyrë të kuqe, ndërsa fosfat arsenit galiumi, në varësi të sasisë së fosforit mund të ketë ngjyrë të gjelbër ose të verdhë. Diodat e kuqe LED përdoren në telefonat mobil, komanduesit nga distanca, sensorët, në robotikë, për incizime natën. Çdo diodë e ka rrymën e vet të punës (të rendit të madhësisë prej 20mA), me çka dioda ndriçon më fortë. Për rryma më të vogla dioda ndriçon dobët ose nuk do të ndriçojë, kurse

për më të mëdha mund të dëmtohet. Kësaj rryme të punës i përgjigjet edhe tensioni përkatës i punës (LED e kuqe, $U_D=1,6V$; LED portokalle ose amber, $U_D=2V$, LED e verdhë, e gjelbër, $U_D=2,4V$; LED e kaltër, $U_D=3,4V$).

Anët e mira të diodave LED janë: funksionimi me tensione të vogla dhe konsum të vogël të fuqisë, shpejtësi e madh e reagimit, jetëgjatësi të madhe, gamë të gjerë të temperaturave të punës, rezistencë të lartë mekanike. Disavantazhe janë: varësia nga temperatura e fuqisë së rrezatimit të dritës, ndjeshmëri gjatë rritjes së tensionit dhe rrymës.

1.3.5 Fototransistori

Fototransistori është element gjysmëpërçues me dy kalime pn dhe tre dalje. Rryma nëpër qarkun e kolektorit është proporcionale me fluksin e dritës, i cili bie mbi sipërfaqen e kalimit të kolektorit.

Fototransistori e kombinon ndjeshmërinë e madhe të fotodiodës me rritjen e sinjalit të rrymës. Qarku ekuivalent i fototransistorit, si dhe simboli elektrik i tij si dhe karakteristika rrymë-tension janë dhënë në Fig. 1-14.

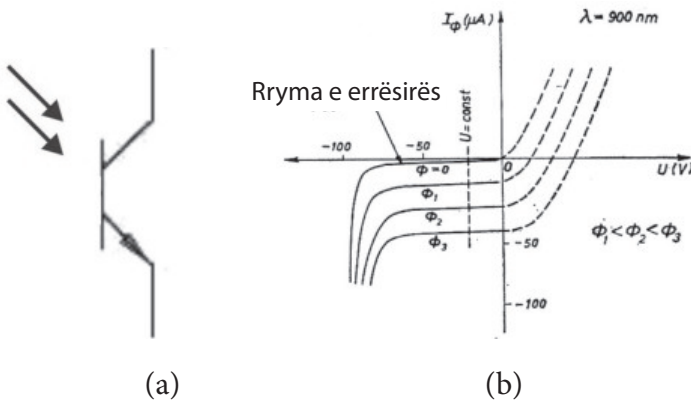


Fig. 1-14. Simboli i fototransistorit (s), karakteristika rrymë-tension e fototransistorit (b)

Fototransistori mund të përdoret si **përforcues** dhe **komutator** (çelës). Kur fototransistori punon si përforcues, atëherë ai i përforcon sinjalet – dritën që bartet në hyrjen e tij (bazë).

Transistori punon si përforcues, kur kalimi kolektor-bazë është i polarizuar invers, kurse kalimi bazë – emiter i polarizuar direkt. Kur fototransistori punon si **komutator**, përçon, të dy kalimet pn janë me polarizim direkt dhe komutatori është në gjendjen e mbyllur, kurse kur fototransistori

nuk përçon, të dy kalimet janë me polarizim invers dhe komutatori është në gjendjen e hapur.

Që transitori i llojit pnp të përçojë është e nevojshme që në bazë të sillet tension negativ, kurse kur bëhet fjalë për llojin npn në bazë sillet tension pozitiv. Mangësi të transistorëve janë rryma e madhe e errësirës, e cila edhe varet nga temperatura.



Fig. 1-15 Realizime praktike të fototransistorit

Fototransistori e ka të njëjtin parim të funksionimit si edhe transistori i zakonshëm, me atë që kur është i polarizuar direkt, rryma nëpër të është nën ndikimin direkt të dritës që bie mbi të. Zbatim të gjerë kanë në lexuesit e kartelave dhe shiritave të shpuar, ku ata japin rezultate më të mira nga fotodetektorët tjerë.

1.3.6 Fotogjeneratori

Fotogjeneratori është element gjysmëpërçues me një kalim pn dhe dy dalje, i cili e konverton energjinë e dritës direkt në energji elektrike. Struktura është e ngjashme si edhe te fotodiode, me koncentrim të shtuar të bartësve të lirë të elektricitetit. Punojnë si burime të jashtme të forcës elektromotore. Nëse daljet e tij bashkohen me një rezistencë, nëpër qark do të rrjedh rrymë proporcionale me fluksin e dritës, i cili bie në sipërfaqen e fotogjeneratorit.

Si zbatimin më i shpeshtë i fotogjeneratorëve janë celulat solare. Fotogjeneratorët janë burime themelore të energjisë elektrike në fluturaket kozmike. Këto elemente e konvertojnë energjinë diellore në energji elektrike, prandaj edhe quhen celula solare. Ata janë shumë interesantë gjatë prodhimit të të ashtuquajturës energji e gjelbër (eko).

Celulat solare janë fotogjeneratorët më të përhapur. Në to me shfrytëzimin e fotogjeneratorit mundësohet konvertimi i drejtpërdrejtë i energjisë diellore në energji elektrike.

Në Fig. 1-16 është dhënë paraqitje skematike e një celule të tillë, prej silici e llojit p dhe n dhe realizimi praktik i një celule solare të hollë.

Shtresë e hollë prej gjysmëpërçuesi të llojit-p e mbështjell pllakën e llojit-n. Me kontaktet K dhe K' të dy gjysmëpërçuesit janë të lidhur me qark të jashtëm në të cilin është lidhur galvanometri G.

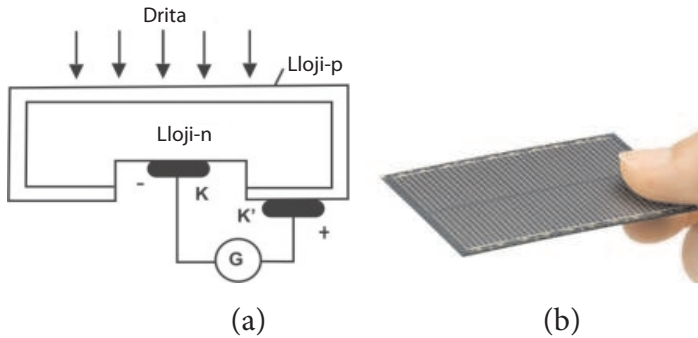


Fig. 1-16. Celula solare: (a) parimi i funksionimit, (b) realizim praktike

Kur drita e diellit do të bie mbi shtresën-p, vjen deri te rritja e shpejtë e bartësve të ngarkesave: elektroneve dhe vrimave. Nën ndikimin e fushës së kalimit pn, përqendrimi i elektroneve në gjysmëpërçuesin n rritet. Në kalimin pn krijohet fushë elektrike. Në të njëjtën kohë me rritjen e numrit të elektroneve rritet edhe përqendrimi në gjysmëpërçuesin-p.

Kështu, gjatë ndriçimit të fotocelulës në kontaktin mes dy gjysmëpërçuesve paraqitet forcë elektromotore. Pajisja bëhet burim i rrymës elektrike e cilën mund ta regjistrojë galvanometri. Një fotoelement i tillë krijon tension me madhësi të rendit prej 0,5V. Rryma që rrjedh është madhësi e rendit prej disa dhjetëra miliamperëve. Celulat solare prej silici kanë ndjeshmëri më të madhe në intervalin mes 540nm dhe 560nm, që i përgjigjet edhe ndjeshmërisë më të madhe të syrit të njeriut. Ndërsa celulat solare prej germaniumi janë me ndjeshmëri më të madhe në diapazonin e përafërt me rrezatimin infra të kuq.

1.3.7 Komutatori i ndjeshëm ndaj dritës (fotoreleja)

Zbatimi praktik i fotoelementeve, ku fotorezistori është në një qark elektrik dhe është i paraqitur si çelës (komutator) i cili vëhet në lëvizje (eksitohet) me dritë. Komutatorët e ndjeshëm ndaj dritës quhen fotorele. Një skemë e fotorelesë është dhënë në Fig. 1-17:

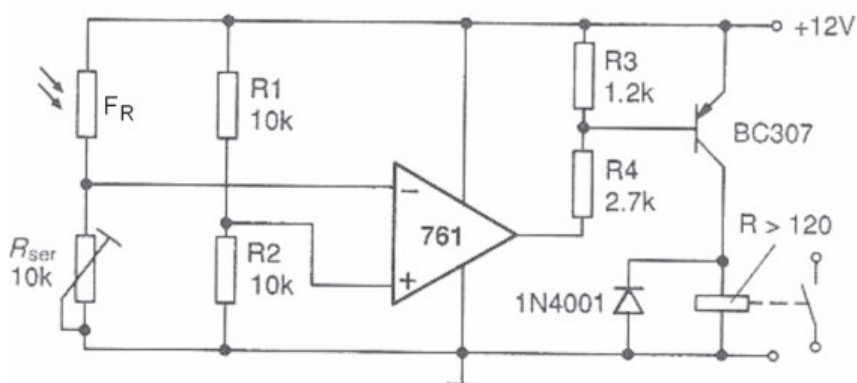


Fig. 1-17. Skema elektrike e fotokomutatorit

Përforcuesi operacional në daljen e tij jep 0V nëse $U^- > U^+$ (tensioni në hyrjen negative është më i madh se tensionit hyrjen pozitive), kurse 12V nëse $U^+ > U^-$. Kur fotorezistorin do ta ndriçojmë, rezistenca e tij zvogëlohet, kështu tensioni U^- rritet (afrohet deri në 12V), kur tensioni në dalje është i barabartë me 12V, transistori pnp nuk përçon, por kur tensioni në dalje do të bie në 0V, transistori fillon të përçojë dhe relenë e kçim në 12V, që do të thotë do të mbyllet kontakti i relësë.

Releja e lidhur në paralel me diodën 1N4001 është e përbërë nga dy pjesë: bobina dhe çelësi. Kur nëpër bobinë do të rrjedh rryma, ai vepron si magnet dhe e tërheq çelësin. Kur çelësi do të tërhiqet, ai, në fakt, e shkyç rrymën e cila tashmë nuk është e nevojshme, sepse ndriçimi është mjaft i madh.

1.4 QARQET DHE PAJISJET OPTOELEKTRONIKE

Teknologjia e sotme nuk mund të mendohet pa fotoelemente të cilët janë pjesë përbërëse e shumë qarqeve dhe pajisjeve optoelektrike. Do të përmendim vetëm disa pajisje ku ato përdoren, si: fotomultiplikatori, matësi i dritës, fotolexuesi, skaneri, lexuesit e bar-kodeve, fotosenzorët e kamerat me ngjyrë, laserët, të cilët janë pjesë përbërëse e shumë pajisjeve tjera etj.

Shumë pajisje fotoelektrike të përdorura janë CCD, këto janë fotosenzorë shkurtësia e të cilëve vjen nga (Charge Coupled Devices) dhe të cilat paraqesin zbulim revolucionar. Ato janë sipërfaqe me dhjetëra ose mijëra miliona fotosenzorë të vendosur vetën në një mikrochip. Ato janë pjesë

përbërëse e të gjitha kamerave sot. Përdoren në televizion, telefoni dhe kanë përdorim të gjerë në proceset e komandimit, kontrollim dhe mbrojtje, në shkencë veçanërisht në astrofizikë, gjithashtu, gjejnë përdorim të madh.

1.4.1 Fotomultiplikatori

Fotomultiplikatorët janë detektorë të dritës të cilët janë të ndjeshëm më shpesh në zonën e dritës së dukshme të cilën mund ta përforcojnë më tepër se qindra herë. Shumë shpesh sinjali elektrik i fituar nga materiali i ndjeshëm ndaj dritës në fotomultiplikatorët përforcohet deri edhe në 100 milionë herë. Për shkak të vetive të tyre janë përdorur në televizion për analizën e figurës në kamerat bardhë e zi. Sot për shkak të karakteristikave të tyre përdoren në fizikë, mjekësi, astronomi etj.

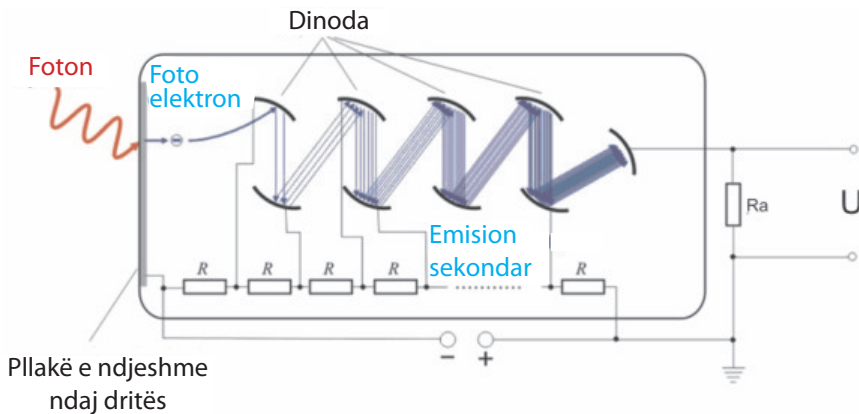


Fig. 1-18. Fotomultiplikatori me shpërndarjen e diodave

Pajisjet në të cilat kryhet emisioni sekondar i elektroneve të cilët multiplikohen quhen multiplikatorë elektronike. Disa materiale e tregojnë dukurinë e emisionit sekondar (kur do të bombardohen me tufë elektrone me shpejtësi të madhe). Në procesin e emisionit sekondar, tufa e elektroneve e cila bie në elektroda jep energji të mjaftueshme në material që të sigurohet emision i ri. Multiplikimi është i mundur kur raporti i elektroneve të emetuara në krahasim me elektronet rënëse është më i madh se një.

Zakonisht fotomultiplikatori është tub elektronik i cili ka: fotokatodë, më tepër dioda dhe anoda. Në Fig. 1-18 është dhënë shpërndarja e diodave në multiplikator. Në fotodiodë ka materiale i cili është me potencial jonizimi të vogël. Nën ndikimin e dritës rënëse dhe fotoneve nga ajo

lirohen elektrone. Ato drejtohen drejt dinodave të cilat janë elemente materialet e të cilave kanë aftësinë për multiplikim.

Me rënien e një elektroni krijohet emisioni i më shumë elektroneve të reja. Vendosja e elektroneve në tubin e katodës përmes dinodave deri te anoda bëhet përmes dallimit të potencialeve mes tyre. Për shembull, në qoftë se katoda është në potencial prej $-450V$, atëherë dinodat janë në potenciale edhe atë: dinoda e parë në potencial prej $-300V$, e dyta në potencial $150V$, dinoda e tretë në potencial $30V$. Anoda është në potencial $0V$. Me këtë dallim, të potencialeve, fitohet fushë e shpejtuar e cila i tërheq elektronet sekondare nga sipërfaqja që i emeton dhe do ti përshpejtojë, me çka ato do të mund të krijojnë emision sekondar në sipërfaqen e ardhshme ku bien. Në dalje të multiplikatorit fitohet sinjal tensioni, i multiplikuar, gjegjësisht i përforcuar shumë herë.

1.4.2 Matësit e dritës

Si matës më të thjeshtë të dritës përdoren qarqe me konvertues fotoelektrik dhe instrumente matëse. Matësit e tillë të dritës e tregojnë rrymën që fitohet nga konvertuesit fotoelektronik.

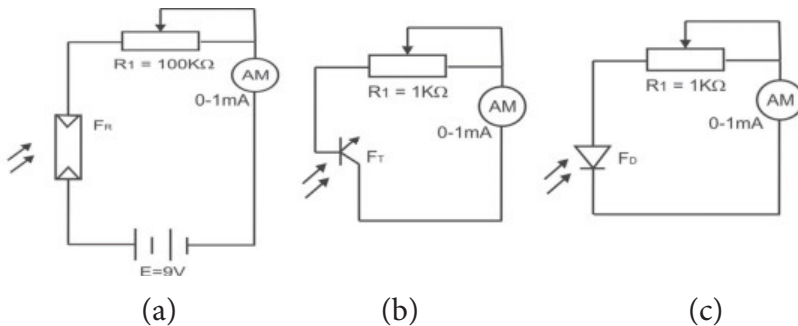


Fig. 1-19. Matës të thjeshtë të dritës me: (a) fotorezistor, (b) fotodiode, (c) fototransistor

Matësa të thjeshtë të dritës janë dhënë në Fig. 1-19. në figurë janë qarqe për matjen e dritës me fotorezistor fig. 1-19 (a), qark me fotodiodë fig. 1-19 (b) dhe qark me fototransistor fig. 1-19 (c).

Skema elektrike e matësit ultrasenzitiv të dritës është dhënë në Fig. 1-20.

Ky matës ultrasenzitiv është i përbërë nga fotiododa, qarku i integruar 741, më tepër qarqeve RC, rezistencave të ndryshueshme (R_1 dhe R_2) ampermetër dhe komutator me shumë stade (S_1), me të cilin përshtatet shkalla për lexim. Kur çelësi është në pozitën 1 shkalla e instrumentit tregon vlerën maksimale e cila mund të matet deri në $100 \mu\text{A}$, pozita 2 deri në $10 \mu\text{A}$, 3 deri në $1 \mu\text{A}$, 4 deri në $0,1 \mu\text{A}$ dhe 5 deri në $0,01 \mu\text{A}$. Gjithmonë matja fillon me vendosjen e S_1 në pozitën 1 para se qarku të vendoset në funksion. Përshtatja e ampermetrit në pozitën 0 bëhet me përshtatjen e R_1 , kurse rregullimi i saktë bëhet me R_2 . Kur drita bie në fotiododë sinjali i përforcuar përmes qarkut të integruar 741, të akorduar përmes S_1 dhe elementeve RC në qark, matet në ampermetër.

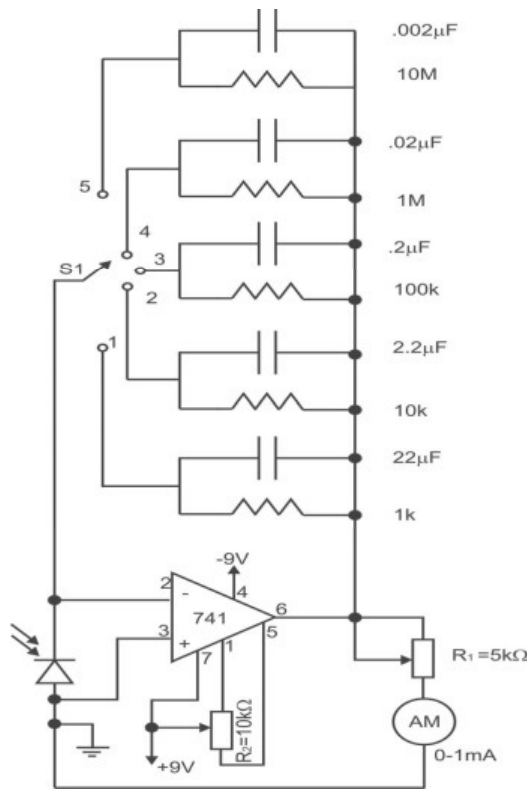


Fig. 10-20. Skema elektrike e matësit ultrasenzitiv të dritës

Me matësit e dritës matet edhe shkëlqimi apo drita e reflektuar nga ndonjë sipërfaqe ose trup. Njësia për matjen e intensitetit të dritës është luks (lux), prandaj këto pajisje quhen LUX matësa. Drita që përdoret që të

bëhen matjet zakonisht është e polarizuar. Drita nga burimi i dritës drejtohet përmes sistemeve komplekse optike prej thjerrëzave dhe pasqyrave kah sipërfaqja e trupit të cilën e matim. Figura e shkëlqimit e valës së reflektuar merret duke u bazuar në këndet e valës së reflektuar nga sipërfaqja kufitare. Drita e reflektuar nga trupi, gjegjësisht sipërfaqja drejtohet dhe merret nga sistemi i komplikuar optik. Drita e reflektuar bartet në fotosenzorë ose në ndonjë element tjetër të ndjeshëm ndaj dritës. Parimi i funksionimit të matësve të dritës është dhënë në Fig. 1-21.

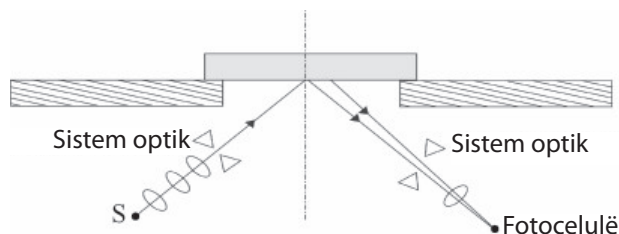


Fig. 1-21. Parimi i funksionimit të matësve të dritës

Matjet me luksometra përdoren në të gjitha fushat e jetës së përditshme. Përdoren në industri, tregti, televizion për hapësira të hapura dhe të mbyllura. Me luksometrat mund të kryhen matje të vrazhdësisë së disa sipërfaqeve, mund të matet ndriçimi i vendeve të punës (për shembull, me pajisjet kompjuterike) etj.



Fig. 1-22. Lux (LUX) metra

Matësit e dritës përbëhen nga: fotosenzori, transmeteri, ekran digjital me (ekran LCD), reletë kufizuese dhe të alarmit, furnizuesit. Vlerat që

maten, krahasohen dhe monitorohen dhe mund të analizohen edhe në kompjuter. Në Fig. 1-22 janë dhënë realizime të matësve të dritës.

Zonat e matjes të dritës së matur janë zakonisht shumë të gjera dhe kanë vlera të mëdha. Disa matës të dritës matin breza të dritës edhe prej 40 deri në 400000lux. Pajisjet e tilla kanë furnizimin e tyre vetjak, ekran LCD, fotodiode të dritës prej silici.

1.4.3 Numëruesit optoelektronik

Numëruesit optoelektronik, gjithashtu, janë pajisje optoelektronike të cilët sot gjejnë zbatim gjerë. Këto numërues përdoren: për numërimin e prodhimeve që dalin nga një linjë e prodhimit, automobilave që hyjnë në parking, numërim të vizitorëve në një muze e të ngjashme. Me këtë mundësohet kontrollimi në sistemet e automatizuara. Kështu, në hapësirat e parkimit numërohen makinat që hyjnë ose dalin, me çka zbulohet numri i vendeve boshe të parkimit. Mund të vendosen në dalje të shiritave prodhues për numërimin e paketave ose produkteve. Përdoren për numërimin e blerësve në një shitore, në stacione ose në hyrje të stadimeve etj. Zakonisht përveç numëruesve optoelektrik sistemet e tilla kanë edhe pajisje periferike, si: sisteme alarmesh, video vëzhgim, mekanizma për mbyllje automatike dhe janë të lidhur me sistemet qendrore përmes të cilëve bëhet kontrollimi dhe komandimi.

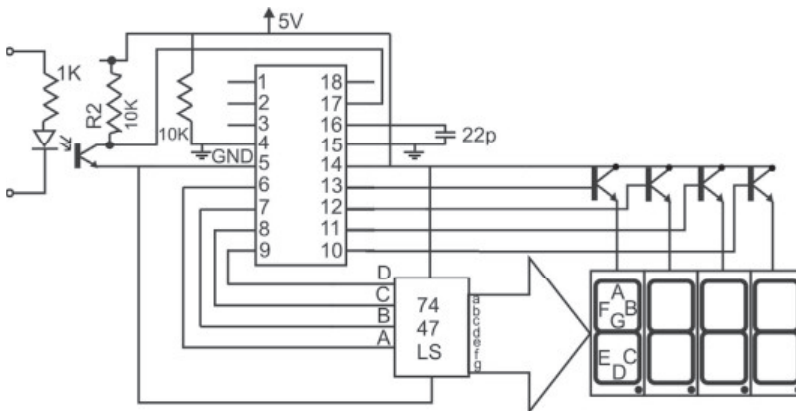


Fig. 1-23. Numërues optoelektronik

Në Fig. 1-23 është dhënë skema e një numëruesi optoelektronik. Mes dhënësit të dritës (LED) dhe marrësit e dritës (fototransistorit) kalojnë objektet që numërohen, kurse numri i tyre regjistrohet në ekran.

Numëruesit optoelektrik realizohen me ndonjë element të ndjeshëm ndaj dritës dhe nga ndonjë numërues elektromekanik ose përdoren numërues impulsiv elektronik.

Numëruesit impulsiv elektronik janë pajisje me ekrane LCD, mund të numërojnë përpara dhe prapa, të cilët janë më të shpeshtë në teknologjinë MOS.

1.4.4 Fotolexuesit

Si pajisje të cilët analizojnë ndonjë figurë fizike, për shembull, fotografi, tekst, shkrim dore apo ndonjë objekt dhe e konvertojnë në digjital përdoren skanerët, lexuesit e bar-kodeve etj.

Lexuesit e bar-kodit

Kur duhet të lexohet ndonjë shënim i koduar përdoren pajisjet elektronike me fotoelemente. Gjatë reflektimit të dritës nga linjat e ndritshme dhe të errëta të kodit regjistrohet prodhimi përkatës. Lexuesi është i lidhur me një kompjuter dhe është i mjaftueshëm një kalim i shkurtër i dritës për të marrë informacion në lidhje me emrin, çmimin dhe informacione të tjera për produktin. Në super marketet çdo përdoren lexuesit e bar kodeve të kodeve të prodhimeve të ndryshme. Çdo kartelë ose prodhim ka kodin e vet. Në Fig. 1-24 janë dhënë disa versione të lexuesve të bar-kodeve.



Fig. 1-24. Versione të lexuesve të bar-kodeve

Skanerët

Skanerët janë fotolexues të cilët bëjnë analizën e ndonjë figure si, fotografie ose teksti dhe e konvertojnë në figurë digjitale. Fotografitë dhe tekstet mund të jenë të shtypur ose të ruajtura në kompjuter. Sipas parimit

të funksionimit ndahen në: skanerë të cilët punojnë në parimin e reflektimit dhe skanerë të cilët punojnë në parimin e thyerjes së dritës.

Skanerë më shpesh të përdorur janë skanerët që punojnë në parimin e reflektimit. Pjesë përbërëse të një skaneri tipik me reflektim janë CCD (charge-couple device- qarqe me çifte të ngarkesës) sensorët. Përveç pjesës së sensorit në skanerë ka edhe pasqyrë, koka e skanerit, pllaka prej qelqi, llambë, thjerrëz, filtra, motor për lëvizje, rrip, pjesë për furnizim, qarqe për kontrollim, portë ndërfaqeje (interface). Në Fig. 1-25 është treguar një skaner.

Skanerët modern janë të ndërtuar nga mijëra fotoelemente të vogla, ku secili fotoelement është edhe njësi digjitale. Skanerët përdorin teknologjinë e sensorëve CCD. Teknologjia CCD është teknologji shumë e përdorur për transmetimin e figurave. CCD është një grup prej diodave të holla të ndjeshme ndaj dritës, të cilat i konvertojnë fotonet (dritën) në ngarkesa elektrike. Në secilin prej fotodiodave akumulohet ngarkesë përkatëse me dritën që bie në zonën e CCD nëpërmjet një serie të pasqyrave dhe filtrave.



Fig. 1-25. Version i skanerit

Kur skanohet zakonisht veprohet në këtë mënyrë:

- Dokumentet vendosen në pllakën prej qelqi dhe mbulohet me kapak. Kapaku e mbulon dokumentin dhe krijon kushte që softueri i skanerit të fillojë të punojë.
- Me llambën ndriçohet dokumenti. Në skanerët e ri llamba është një llambë e posaçme fluoreshente (CCFL-cold cathode fluorescent lamp).
- Pjesa e brendshme e skanerit (pasqyrat, thjerrëzat, filtrat dhe sensorët CCD, struktura) e përbëjnë të ashtuquajturën koka e skane-

rit. Koka e skanerit lëviz ngadalë përgjatë dokumentit me rrip që është i lidhur për motorin.

Koka e skanerit është e lidhur me shufrën stabilizuese, me çka sigurohet të mos ketë devijim ose zbrapsje gjatë lëvizjes, gjegjësisht kompletim të skenimit të një dokumenti nga koka e skanerit.

Shumica e skanerëve sot përdorin metodën me një kalim. Sistemi i thjerrëzave e ndan figurën në tre figura më të vogla të cilat përputhen me origjinalen. Secila nga këto figura kalon nëpër filtër me ngjyra (të kuqe, gjelbër ose kaltër) dhe shkojnë në sensor CCD të veçantë. Skaneri i kombinon të dhëna nga të tre sensorët në një figurë me ngjyra.

Teknologjia tjetër për skanim e cila përdoret në skanerët me bazë të sheshtë është CIS (contact image sensor). Sensorët CIS i zëvendësojnë qarqet CCD, pasqyrën, filtrat, llambat dhe thjerrëzat me qarqe të diodës LED të kuqe, të gjelbër dhe të kaltër.

Mekanizmi me sensor për figurën përbëhet nga 300 deri në 600 sensorë të cilët janë të vendosur përgjatë gjerësisë së zonës për skanim, të njëjtit janë të vendosur shumë afër pllakës prej qelqi në të cilën vendoset dokumenti. Kur skanohet një figurë, diodat LED kombinohen ashtu që të sigurojnë dritë të bardhë. Figura e ndriçuar pastaj regjistrohet nga qarku i sensorëve. Skanerët-CIS janë më të lirë, me peshë më të vogël dhe më të hollë, por nuk japin të njëjtin nivel të cilësisë si skanerët CCD.

Skanerët dallohen edhe sipas rezolucionit dhe mprehtësisë së figurës që mund ta sigurojnë. Shumica e skanerëve posedojnë rezolucion harduerik prej së paku 300x300 pikave në një inç. Sa pika për një inç do të ketë një skaner definohet nga numri i sensorëve të vendosur në një rresht (drejtimin-x të regjistrimit të të dhënave) të qarkut CCD ose CIS dhe saktësia e pjesës lëvizëse, motori (drejtimi-s i regjistrimit të të dhënave).

Skanimi i dokumentit është një pjesë e të dhënave të cilat më pas do të barten në kompjuter.

1.4.5 Sensorët CCD

Shkurtesa CCD vjen nga shkronjat e fillimit të fjalëve në anglisht: CCD (Charge Coupled Devices), që në përkthim të lirë do të thotë regjistër i çiftuar analog me zhvendosje. Funksionimi i këtij sensori gjysmëpërçues bazohet në kapacitetin hyrës të transistorëve- MOSFET. Realizime praktike të sensorëve CCD janë dhënë në Fig. 1-26.

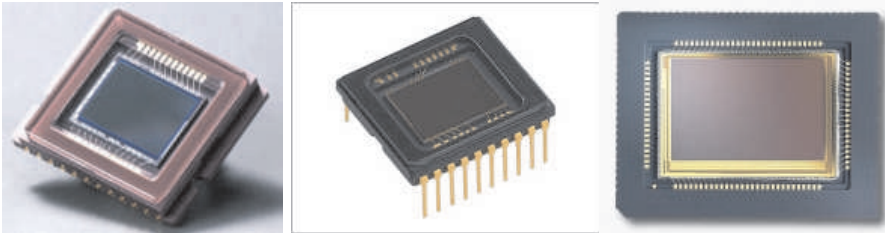


Fig. 1-26. Versione praktike të sensorëve CCD

Senzorët CCD janë të sigurt në punë, janë rezistiv ndaj fushave elektromagnetike, vibracioneve dhe goditjeve, kanë jetëgjatësi të madhe, kanë dimensione të vogla dhe konsumim të ulët të energjisë, si dhe tensione të vogla të furnizimit.

Parimi i funksionimit. Element bazë i sensorëve gjysmëpërçues është kondensatori MOS. Në Fig. 1-27 tregohet prerja tërthore e kondensatorit MOS baza e të cilit është e llojit p. Është i përbërë nga elektroda metalike, një shtresë okside e silicit dhe bazë prej gjysmëpërçuesi (silic) të llojit-p. Kur elektroda e kondensatorit do të polarizohet pozitivisht në raport me bazën, në sipërfaqen e bazës do të krijohet një zonë kalimtare, në të cilën vrimat, si bartës shumicë, janë të shtypur. Që të parandalohet zgjerimi anësor i zonës kalimtare në bazën e silicit, në të dy anët e elektrodave vendoset zonë-p me koncentrim më të madh të akceptorëve. Zgjerimi anësor i zonës kalimtare mund të parandalohet edhe me zmadhimin e trashësisë së shtresës okside në të dy anët e elektrodës.

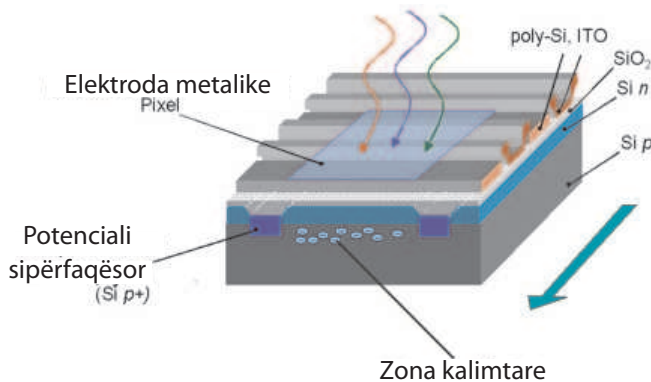


Fig. 1-27. Prerja tërthore e kondensatorit MOS

Në zonën kalimtare vjen deri te ndryshimi i gjendjes energjetike, për një tension të lartë të mjaftueshëm të elektrodës zona afër shtresës okside do të jetë më afër zonës përçuese se sa asaj valente, ose do të bashkohet me zonën përçuese, kështu që në zonë do të grumbullohen elektrone duke krijuar shtresë inverse. Është normale që thellimi potencial i krijuar të paraqitet në formë të një ene, kurse elektriciteti i grumbulluar si një lloj “lëngu”, që e mbush enën.

Procesi i krijimit të shtresës inverse në kondensatorët MOS me efekt termik mund të zgjasë më shumë se një sekondë. Për këtë arsye në intervale më të shkurtra se ky proces kondensatori MOS mund të përdoret si element për akumulimin e informacioneve analoge të përfaqësuara me sasi të caktuara të elektricitetit. Kjo ngarkesë mund të futet në kondensator përmes rrugës elektrike ose në silic të krijuhet përmes rrugës fotoelektrike. Në praktikë koha maksimale e akumulimit është afërsisht një sekondë në një temperaturë prej 300 K. Sensorët gjysmëpërçues të figurës, pa marrë parasysh a janë një dimensional ose dy dimensional, janë të përbërë nga njësi elementare të cilat përbëhen nga kondensatorë të integruar MOS me distancë shumë të vogël mes veti. Prandaj, zonat e tyre kalimtare përpunohen, kështu që me zbatimin e proceduarve të duhura ngarkesat mund të transferohen nga njëri kondensator në tjetrin. Ky varg i kondensatorëve të çiftëzuar të cilët janë të kufizuar në mënyrë anësore është i njohur me emrin CCD dhe paraqet kanal individual në sensor.

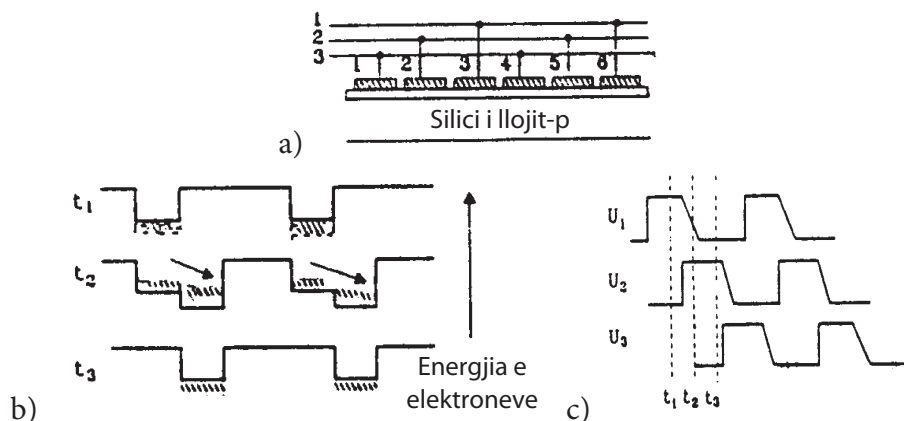


Fig. 1-28. Pajisje-CCD me linjë trefazore

Transferimi i sasisë së elektricitetit nga njëri në kondensatorin tjetër në parim është shumë i thjeshtë. Në Fig. 1-28 tregohen dy grupe me nga tre kondensator në varg CCD trefazor me kanal-N. Nëse në përcjellësin e shënuar me 1 vendoset sinjal U_1 , gjegjësisht nëse elektrodave 1 dhe 4 janë të elektrizuara pozitivisht, do të krijohet një zonë kalimtare përkatëse.

Të supozojmë se në këto zona nën ndikimin e ndonjë efekti të jashtëm do të futen ngarkesa negative dhe pas kohës T_2 edhe elektrodave 2 dhe 5 polarizohen pozitivisht me sinjalin U_2 .

Thellësia e zonave kalimtare nën këto elektroda do të jetë më e madhe se sa në elektrodave 1 dhe 4. Pasi që zonat kalimtare përputhen, sasi e elektricitetit do të kalojë nga elektrodave 1 dhe 4 në potenciale minimale nën elektrodave 2 dhe 5. Ky kalim përshpejtohet me zvogëlimin e tensionit të elektrodave 1 dhe 4, kështu që në momentin T_3 e gjithë sasia e elektricitetit është zhvendosur për një kondensator elementar. Në mënyrë të njëjtë zhvendosen sasi të elektricitetit kah elektrodave 5 dhe 6, pastaj edhe drejt elektrodave 4 dhe 7. Me zhvendosjen e sasisë së elektricitetit nga njëri në kondensatorin tjetër nëpër të njëjtë linjë mbyllet njëri cikël. Në shembullin e përmendur, cikli përmban tre faza.

Kjo mënyrë e transmetimit të sasisë së elektricitetit është shumë e thjeshtë. Por, në sensorët e figurave ku është e nevojshme të integrohen me qindra e mijëra kondensator në një sipërfaqe të vogël formimi dhe transmetimi i sasisë së elektricitetit i cili është proporcional me ndriçimin është shumë kompleks.

Arkitektura e sensorëve gjysmëpërçues të figurës

Teknologjia që zbatohet gjatë përpunimit të llojeve të veçanta të sensorëve të figurës akoma po ndryshon, edhe pse ka arritur nivel i cili mundëson të eliminohen mangësitë për shkak të cilave sensorët gjysmëpërçues të figurës nuk janë përdorur në kamerat e studiove të sistemeve difuzive televizive. Në vijim tregohen karakteristikat themelore të sensorëve CCD të cilat janë më të rëndësishme për televizionin.

Sensorët gjysmëpërçues të figurës janë të përbërë nga vargje dy dimensionale të cilët mes veti janë të izoluar. Çdo varg është i përbërë nga celula fotoelektrike dhe kondensatorë elementar të cilët janë të çiftëzuar me to ose janë pjesë përbërëse e vetë fotoelulave. Ngarkesat fotoelektrike të këtyre kondensatorëve, të integruar gjatë kohës së një gjysmëfigurë ose figurë, paraqesin relief potencial i cili është proporcional me shpërndarjen hapësinore të ndriçimit të figurës së formuar në sipërfaqen e sensorit. Për

dallim nga sensorët me tub, ku reliefi potencial përmes rrugës indirekte përdoret për të formuar sinjal video, në sensorët me gjysmëpërçues ngarkesat individuale barten nëpërmjet gjysmëpërçuesit deri te qarku i daljes me të cilën konvertohen në rrymë. Mekanizmi për transmetimin e ngarkesave individuale deri te qarku i daljes e përcakton arkitekturën e sensorëve individual dhe karakteristikat e tyre specifike.

Senzorët CCD me transmetim linear

Senzorët me transmetim linear shkurtimisht shënohen me sensorë ITL-CCD (Interline Transver). Procedura e formimit të ngarkesës është e ndarë nga procesi i transmetimit të tyre. Me fjalë të tjera, elementet e ndjeshëm ndaj dritës janë të ndarë fizikisht nga regjistri për memorim dhe transmetim të ngarkesës. Avantazhi kryesor i kësaj mënyre është pavarësia e optimalizimit të reagimit spektral të fotosenzorit, por në dëm të disa karakteristikave të tjera.

Megjithatë, në këtë sensor për transmetim të ngarkesës përdoren vetëm vargjet CCD. Në praktikë, përdoren lloje të ndryshme të sensorëve ITL-CCD të dhënë në Fig. 1-29. Ato dallohen sipas llojit të vargut CCD të zbatuar, mënyrës së transmetimit të ngarkesës, mënyrës së mënjanimit të mangësive, si dhe sipas vetë ndërtimit të fotocelulave, por arkitektura e tyre në thelb është e njëjtë.

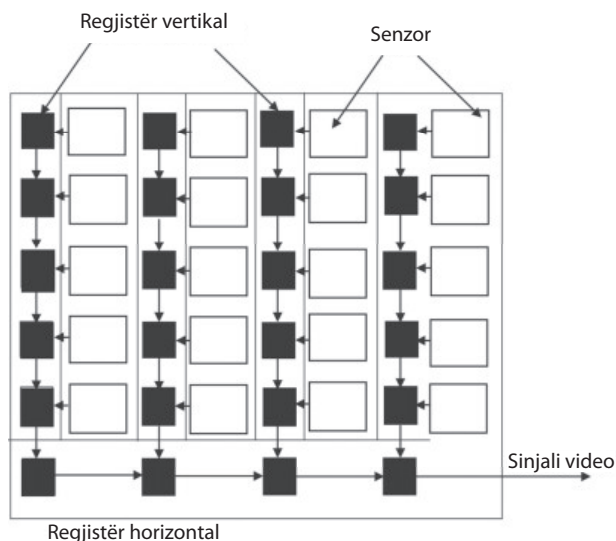


Fig. 1-29. Sensor CCD me transmetim linear

Senzori përbëhet nga elemente të ndjeshëm ndaj dritës, të cilët në figurë janë të shënuara kënddrejta të ndritshëm, dhe nga regjistrat vertikal, të mbuluara me material jo të tejdukshëm. Mbrojtja nga drita që godet në to është e nevojshme që të mos vijë deri te ndryshimi i ngarkesës gjatë kohës së transmetimit të saj nëpër regjistrat vertikal. Regjistri horizontal ka rolin e krijimit të sinjalit video.

Elementet e ndjeshme ndaj dritës mund të jenë fotodiode ose elemente MOS. Sensorët me fotodiode kanë inercion të theksuar, kështu që në arkitekturën ITL zakonisht përdoren sensorët me dioda MOS si fotoelemente. Kohët e fundit, dominon përdorimi i sensorëve FT (Frame Transver).

Gjatë kohës së intervalit aktiv të gjysmë figurës, ngarkesat akumulohen në sensorë dhe ata janë në përputhje me ndarjen hapësinore të shkëlqimit.

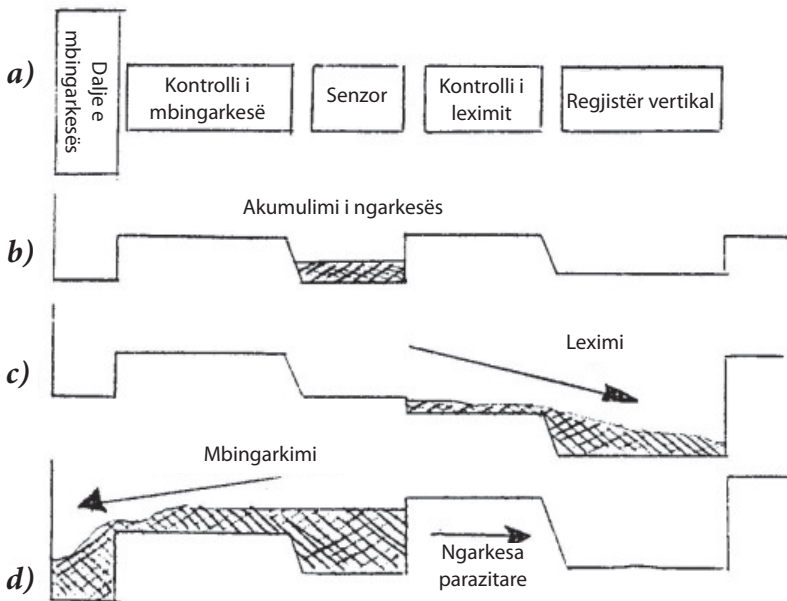


Fig. 10-30. Shpërndarjet e potencialeve në elementet e sensorit

Gjatë intervalit të parë vertikal të errësimit në momentin O, në barrierat transmetuese mes fotoelementeve dhe regjistrave vertikal paraqiten impulse. Potenciali i barrierës zvogëlohet porsa mundësohet që

ngarkesa nga çdo fotoelement të kalojë në regjistrin fqinjë. Shpërndarja e përgjithshme hapësinore e ngarkesave në një takt të intervalit bartet nga pjesa e ndjeshme ndaj dritës në regjistrat vertikal.

Në Fig. 1-30 tregohen shpërndarjet e potencialeve në elementet e sensorëve gjatë kohës së akumulimit të ngarkesave dhe bartjen e tyre në regjistrin vertikal. Gjatë kohës së gjysmëfigurës tjetër ngarkesat zhvendosen në regjistrat vertikal dhe lëshohen në regjistrin dalës horizontal. Frekuenca e zhvendosjes është e barabartë me frekuencën horizontale dhe korrespondon me vargun e impulseve të figurës së mëparshme. Zhvendosja është njëkohësisht në të gjitha regjistrat vertikal, kështu që përmbajtja që i përgjigjet një linje zhvendoset një vend më poshtë, ndërsa në rreshti i fundit nuk kalon në regjistrin horizontal. Në dalje të regjistrin horizontal fitohet sinjal video. Frekuenca e impulseve për lexim të regjistrin horizontal varet nga numri i elementëve të sensorit CCD në horizontale.

Senzorët FT të figurës

Arkitektura e sensorit FT (Frame Transver) ndryshon nga arkitektura e sensorit ITL. Në këto sensor nuk ka elemente të veçanta fotoelektrike. Në kondensatorët MOS MOS në kanal in CCD kryhet edhe integrimi optik dhe transmetimi i ngarkesave. Numri i kanaleve vertikale CCD korrespondon me numrin e elementeve në një linjë, ku kanalet janë të izoluar mes veti, kurse elektodat përkatëse të kanaleve individuale janë të lidhura në mënyrë paralele, kështu që eksitimi i të gjitha kanaleve kryhet në të njëjtën kohë. Integrimi optik në këto sensorë realizohet me absorbimin e fotoneve në rrethinën e celulave individuale ose në vetë celulat, nëse elektodat janë transparente dhe bartësit e liruar mbledhen nën elektodat të cilat janë në potencial të lartë. Që të mund të bëhet leximi ngarkesës të formuar në këtë mënyrë, është e nevojshme të ekzistojë një zonë e veçantë për akumulim në sensor i cili ka numër të njëjtë të elementeve si edhe fusha ku krijohen ngarkesat dhe është i izoluar nga ndikimi i dritës. Në sensorët FT-CCD dallohet fusha ndjeshme ndaj dritës nga fusha ku akumulohet informacioni. Pjesa e sipërme e sensorit paraqet fushë të ndjeshme ndaj dritës. Pjesa për memorim është e mbrojtur nga drita rënëse dhe pjesën e ndjeshme ndaj dritës është e lidhur përmes kanaleve CCD. Regjistri horizontal ka të njëjtin rol si edhe te sensorit ILT. Në Fig. 1-31 është dhënë një sensor FT i figurës.

Gjatë kohës intervalit kthyes vertikal, ngarkesat shumë shpejtë kalojnë në zonat në të cilën formohen në zonën ku depozitohen dhe ku lexohen. Për shkak të densitetit të madh të kanaleve vertikale në këtë sensor, zbatimi i dy ose tre regjistrave horizontal përparësi. Në këtë mënyrë mund të arrihet densitet i madhe i paketimit të kanaleve vertikale, sepse gjerësia përfundimtare e elektrodave në vargun horizontal e kufizon distancën minimale horizontale ndërmjet ngarkesave individuale elementare. Sinjalet nga tre vargjet horizontale mbliidhen në një sinjal. Me tre kanale horizontale të pavarura në një mënyrë të thjeshtë mund të fitohen sinjale për transmetim të figurës me ngjyra.

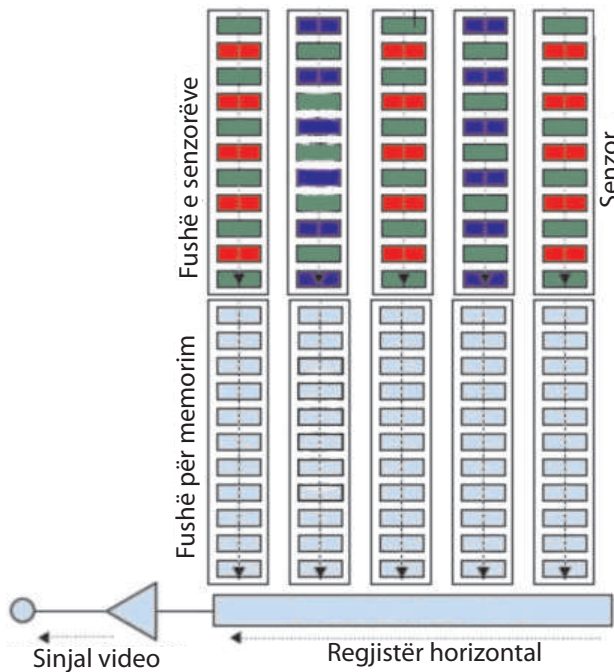


Fig. 1-31. Sensorë FT të figurës

Sot sensorët CCD në mënyrë strukturore janë kombinim i transferimit FT dhe i transferimit ILT dhe quhen FT-ILT (Frame Interline Transfer). Parimi i funksionimit dhe karakteristikat e sensorëve FT-ILT janë kombinim i funksionimit të dy transferimeve FT dhe transferimit ILT.

1.4.6 OPTOKAPLERI

Optokapleri, i paraqitur në Fig. 1-32, është një lidhje optike mes diodës LED dhe fototransistorit:

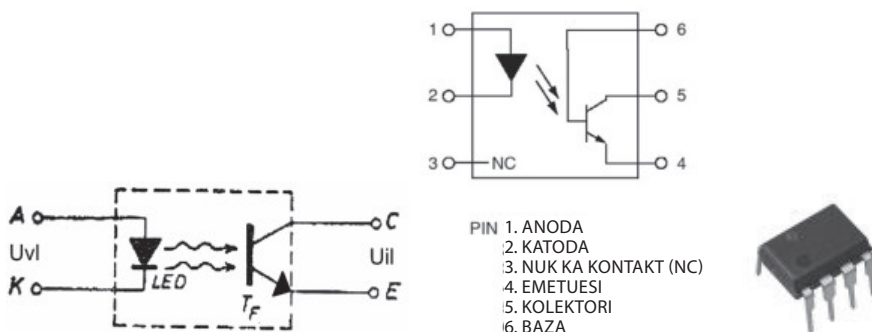


Fig. 1-32. Optokapleri

Optokapleri mundëson transmetimin e sinjalit të dritës nga LED deri te fototransistori pa u realizuar kontakt elektrik. Ndarja galvanike e pjesës hyrëse dhe dalje praktikiisht zbatohet për të shmangur ndikimin e burimit mbi barrierat në qark. Sinjali i hyrjes silltet në skajet e diodës LED, ku rrjedhja e rrymës shkakton fluks të dritës, i cili është proporcional me rrymën hyrëse. Fluksi i dritës është i drejtuar drejt bazës së fototransistorit, në dalje të të cilit mes C dhe E rrjedh rryma e kolektorit e fototransistorit, proporcionale me fluksin e dritës, gjegjësisht me sinjalin elektrik të hyrjes. LED dhe transistori mbyllet në shtëpizë të përbashkët dhe mes tyre vendoset material i tejdukshëm, zakonisht xham, nëpër të cilin kalon fluksi i dritës, kurse njëkohësisht siguron edhe izolimin elektrik të hyrjes dhe të daljes. Ka versione të cilat mund të sigurojnë izolim edhe për tension prej 250V. LED, e cila inkorporohet, është me rrezatim infra të kuq.

1.5 LASERËT

Laserët janë gjeneratorë optik të valëve të dritës monokromatike dhe koherente të fituara me ndihmën e emisionit të stimuluar. Emri **LASER** është shkurtesë për **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation – përforsim i dritës me anë të rrezatimit të detyruar.

Laseri i parë i cili punon në zonën optike optik është laseri i rubinit i ndërtuar në vitin 1960 nga fizikani amerikan T. Mejman. Skema optike e laserit është dhënë në Fig. 1-33.

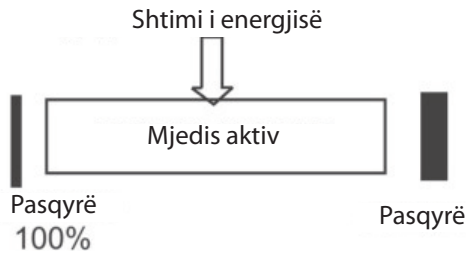


Fig. 1-33. Skema optike e laserit

Pjesë themelore të laserit janë:

Mjedisi i punës (mjedisi aktiv) ku ka kushte për polarizimin invers të niveleve energjetike, dhe me të edhe krijimin e emisionit të stimuluar.

Sistem për ngacim "pompim" të atomeve (sistem për krijimin e polarizimit invers në mjedisin aktiv).

Rezonator optik i cili përdoret për ndarjen e tufës së fotoneve në drejtimin e zgjedhur dhe për formimin e tufës koherente të dritës me gjatësi valore të caktuar.

Sistemi për ftohje

Lloje të laserëve. Në praktikë përdoren më tepër lloje të laserëve. Në varësi të mjedisit aktiv, laserët mund të ndahet në laser me mjedis të ngurtë, lëngët dhe të gaztë. Në një grup të veçantë të laserëve numërohen laserët gjysmëpërçues.

Sipas metodës së ngacim të atomeve, laserët mund të jenë optik, termik, kimik, elektrojonizues, ngacim me tufa elektronike me energji të lartë etj.

Në lidhje me përbërjen e brendshme të mjedisit aktiv, laserët mund të ndahet në: **atomik, molekular dhe jonik**, kurse sipas regjimit të punës, në të **vazhdueshëm** (laseri nga helium-neon He-Ne), **impulsiv** (prej rubini) dhe **impulsivo-periodik**. Sipas zonës spektrale të gjenerimit laserët punojnë në: infra të kuqe (të afërt dhe të largët), të dukshme, ultravjollcë dhe në zonën e rrezeve rëntgen.

Në varësi të shpërndarjes së dritës, laserët mund të jenë: të vazhdueshëm dhe impulsiv. Në laserët e vazhdueshëm drita është e vazhdueshme varësisht nga koha, kurse tek ata impulsiv drita ndryshon në mënyrë periodike me kohën.

Laserët me rrezatim të vazhdueshëm zakonisht janë me fuqi të vogël (deri në 100mW), më shpesh janë në brezin e kuq ose infra të kuq të dritës. Si substancë aktive, dhe njëkohësisht edhe si rezonator, përdoren pllaka gjysmëpërçuese si GaAs, INP, GaSb. Ato prodhohen në masë dhe përdoren gjerësisht për shkak të teknologjisë së thjeshtë të prodhimit dhe çmimit të ulët. Rrezatimi laserik paraqitet si rezultat i rikombinimit të elektroneve dhe vrimave në vetë gjysmëpërçuesin kur në skajet e tij silltet tension përkatës. Lloji i gjysmëpërçuesit, rryma e cila kalon nëpër gjysmëpërçues dhe temperatura e definojnë gjatësinë valore të emisionit.

Vetitë themelore të dritës laser, siç janë: koherenca hapësinore në kohë, monokromaticiteti i lartë, divergjenca e vogël, intensiteti i madh, fokusimi i lehtë në sipërfaqe të vogla, kanë gjetur zbatim të madh në shkencë dhe teknikë.

Drita laserike për shkak të koherencës së madhe është më e përshtatshme për modulim në krahasim me radiovalët. Pasi që drita laser ka frekuencë miliona herë më të madhe se radiovalët, më i madh është edhe numri i informacioneve (tonit dhe figurës) që transmetohen. Ekzistojnë linja drite shumëkanalëshe (kabllo optike përmes të cilave tufa e dritës laserike përhapet (absorbimi). Drita laser përdoret në teknikën kompjuterike (lexuesit laserik, shtypësit).

Fuqia e madhe dhe koncentrimi i tufës laserike në një sipërfaqe të vogël përdoret në industri për përpunimin e përsosur dhe gdhendje të metaleve të forta dhe të nxehtë (krijimin e mikro-vrimave, për mikro-kërkime). Mundësia e dritës laser për t'u fokusuar në sipërfaqe të vogla (mikro-pika), në mjekësi përdoret si thikë kirurgjikale në operacionet e saktë mikrokirurgjikale (operacion të syrit). Për shkak të koagulimit të proteina, enët e gjakut nuk gjakojnë. Laserët me fuqi të vogël, (laseri He-Ne), mund të zëvendësojë gjilpëra për akupunkturë. Me laserët largohen edhe tumore të ndryshme. Për qëllime terapeutike përdoren për shërim të shpejtë të plagëve.

1.5.1 Laseri prej rubinit

Mjedisi aktiv në laserin prej rubini është kristal artificial i rubinit (Al_2O_3) i cili përmban primesh të Cr_2O_3 , edhe atë 0,05%. Pikërisht, në rrjetën kristalore disa atome të Al zëvendësohen me jone kromi trevalente.

Kristali i rubinit përpunohet në formë të cilindrit me baza rigoroze paralele dhe baza me argjend normale me boshtin, kështu që distanca e tyre e përcakton gjatësinë e rezonatorit optik.

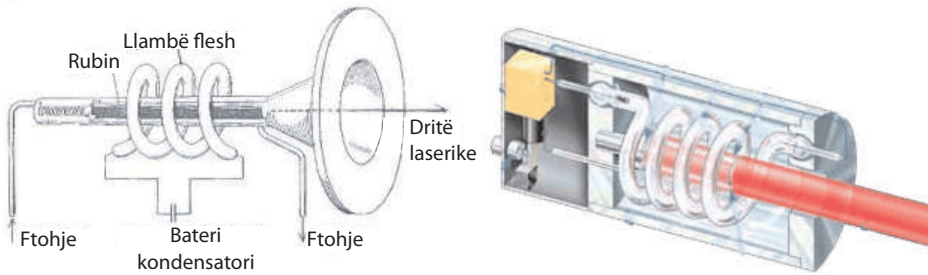


Fig. 1-34. Laseri prej rubini

Polarizimi inversi në laserin prej rubini arrihet me llambë ksenoni (llamba flash Fig. 1-34) e cila është e mbështjellë rreth kristalitet.

Energjia e fotoneve të ksenonit i përgjigjet energjisë gjatë kalimit të joneve të kromit nga gjendja themelore në atë të ngacmuar. Gjatë ndriçimit intensiv me impulse prej 0,1 ms, shumica e joneve të kromit kalojnë nga gjendja energjetike më e ulët E_1 në nivel më të lartë E_3 . Në nivelin energjetik E_3 ata mbeten rreth 10^{-8} s. Pastaj ose spontanisht me emetimin e fotonit kthehen në gjendjen themelore E_1 , ose me shumë gjasë nga E_3 pa emetim të dritës kalojnë në gjendjen E_2 . Gjatë kësaj teprica e që është në formë të nxehtësisë kalon në rrjetën kristallore të rubinit.

1.5.2 Laseri gjysmëpërçues

Te laserët gjysmëpërçues tufa e dritës e drejtuar që krijohet nga dioda gjysmëpërçuese, sipërfaqet e të cilës janë të skalitura special në procesin e prodhimit, mund të dalin nga vetëm nga njëra anë. Nëse vendoset furnizimi, atomet ngacmohen, elektronet valente bëhen të lirë. Gjatë goditjes së këtyre elektroneve me atome të tjera lirohen fotone (grimcë elementare e dritës). Këto fotone nuk mund të lëshojnë diodën derisa të arrijnë shpejtësi të mjaftueshme të madhe.

Në Fig. 1-35 është dhënë skema e funksionimit të laserit. Në të dy skajet e diodës janë të vendosura dy pasqyra, njëra lëshuese njëra jolëshuese. Fotonet vazhdimisht thyhen mes pasqyrave duke arritur shpejtësi të madhe. Përveç këtij efekti, paraqitet edhe efekti ortek, fotonet e vjetra gjatë

goditjes me fotonet krijojnë fotone të reja. Kur do të arrihet shpejtësi e mjaftueshme, fotonet do ta lëshojnë diodën. Atëherë fitohet rreze drite e ngushtë e drejtuar me një dritë monokromatike me gjatësi valore.

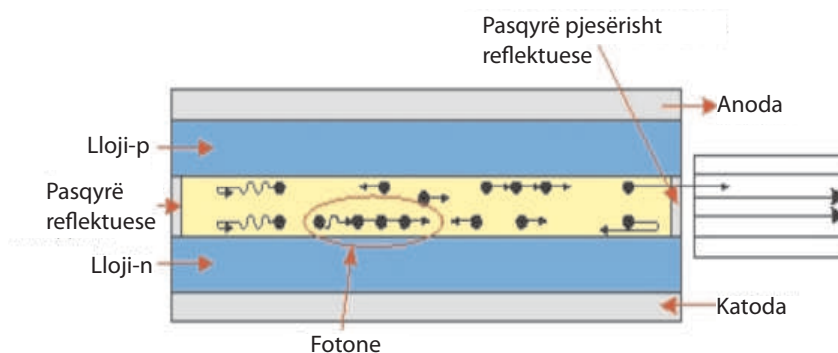


Fig. 1-35. Skema parimore e laserit

Në vend të diodës gjysmëpërçues si mjedis aktiv, mund të përdoret gazi (neon ose helium) ose lëng.

1.5.3 Zbatimi praktik i laserëve

Laserët kanë zbatim të gjerë edhe atë:

- Për prerjen dhe saldimin e sipërfaqeve metalike - këto laser janë më të fuqishëm kur drita godet në metalin, zhvillohet një nxehësi e madhe, kështu që metali shkrihet.
- Në mjekësi është shfrytëzuar saktësia e laserit me të cilin mund të operohet në mënyrë mikroskopike, me çka zgjidhen gjatësi valore të përshtatshme për indet e buta të organizmit të njeriut.
- Laserët janë gjithnjë e më të popullarizuar në kozmetikë (për shembull, gjatë heqjes së tatuazhit). Laseri nuk ndikon mbi shtresën sipërfaqësore të lëkurës, por mbi melaninën e cila e absorbon energjinë e laserit, me çka vjen deri te plotësimi i lëkurës.
- Komunikimet optike – për transmetimin e sinjaleve përdoret drita. Në fillim të fibrës optike ka një laser, i cili jep tufë të drejtuar të dritës. Kjo rreze e dritës vazhdimisht reflektohet nga muret brenda fibrës optike dhe ashtu udhëton me shpejtësi shumë të madhe. Në fund të fibrës optike kemi një fotoelement, i cili e konverton dritën në rrymë. Avantazhe janë dimensionet dhe pesha e vogël.

Në krahasim me linjat e bakrit, fibrat optike nuk janë të ndjeshëm ndaj shkarkimeve elektrike, lagështisë, dritës, temperaturave të ulëta dhe të larta. Janë shumë të ndjeshëm ndaj rrezatimit radio-aktiv, kanë shuarje të vogël (mund të barten në distanca deri në 200km).

- Printerët laserik – në printer ka një trumbetë të ndjeshme ndaj dritës. Kur ajo do të ndriçohet me laser, elektrizohet, e tërheq tonerin dhe len gjurmë në letër.
- Incizuesit dhe riprodhuesit DVD (player) – në riprodhuesit DVD përdoret laser, i cili e drejton tufën e dritës drejt pllakës reflektuese dhe nga ajo përthyeret nën kënde të ndryshme në varësi të shënimit në disk dhe pastaj lexohet rrezja e reflektuar. Bëhet fjalë për shpejtësi të madhe të leximit dhe gjurmë (thellësi) mikroskopike. Në DVD incizuesin laseri është ai që i krijon gjurmët në sipërfaqen e sheshtë të pllakës reflektuese. Disa disqe mundet disa herë të fshihen dhe të incizohen, me çka në fillim laseri e rrafshon sipërfaqen, dhe pastaj krijohen gjurmët e reja.

1 PËRMBLEDHJE

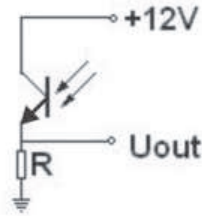
- ❖ Qarqet optoelektronike punojnë në parimin e efektit fotoelektrik, d.m.th. ndryshim i përçueshmërisë elektrike të disa materialeve nën ndikimin e energjisë së dritës.
- ❖ Efekti fotoelektrik paraqitet kur ndonjë material ndriçohet dhe në sipërfaqen e tij dalin elektrone.
- ❖ Fotodetektorët e konvertojnë energjinë e dritës në elektrike ose i ndryshojnë vetitë e tyre elektrike nën ndikimin e dritës.
- ❖ Burimet fotoelektronike të dritës direkt e konvertojnë energjinë elektrike në rrezatim drite.
- ❖ Elemente fotoemetuese janë ato elemente ku nën ndikimin e dritës lirohen elektrone të cilët e lëshojnë sipërfaqen e materialit të ndjeshëm ndaj dritës.
- ❖ Elemente fotokonduktive e ndryshojnë përçueshmërinë elektrike të tyre në varësi të fluksit të dritës që bie në sipërfaqen e tyre.
- ❖ Fotogjeneratorët prodhojnë forcë elektromotore në skajet e tyre nën ndikimin e rrezatimit të dritës.
- ❖ Fotorezistori është element gjysmëpërçues rezistenca elektrike e të cilit ndryshon me ndryshimin e fluksit të dritës.
- ❖ Fotodiodata është element gjysmëpërçues me një kalim-pn dhe dy dalje përçueshmëria elektrike e të cilit ndryshon me ndryshimin e fluksit të dritës që bie mbi sipërfaqen e kalimit-pn.
- ❖ Dioda e dritës ose LED është element gjysmëpërçues me një kalim-pn në të cilën energjia elektrike konvertohet në energji të dritës.
- ❖ Fototransistori është element gjysmëpërçues me dy kalime-pn dhe tre dalje, rryma nëpër qarkun e kolektorit është proporcionale me fluksin e dritës që bie mbi sipërfaqen e kalimit kolektorial.
- ❖ Fotomultiplikatorët janë detektorë të dritës të cilët janë të ndjeshëm zakonisht në diapazonin e dritës së dukshme të cilën mundet ta përforcojnë disa qindra herë.
- ❖ Fotolexuesit janë pajisje të cilat e analizojnë një figurë fizike, si: fotografi, tekst, dorëshkrim, ose ndonjë objekt dhe e konvertojnë në digjital. Përdoren skanerët, lexuesit e bar-kodeve etj.
- ❖ CCD rrjedh nga fjalët angleze CCD (Charge Coupled Devices), që do të thotë regjistër analog shkëmbyes me zhvendosje.

- ❖ Karakteristika të sensorëve CCD janë: janë të sigurtë gjatë punës, rezistim ndaj fushave elektromagnetike, vibracioneve dhe goditjeve, kanë jetëgjatësi shumë të gjatë, kanë dimensione të vogla dhe konsumim të ulët të energjisë, si dhe tensione të vogla të furnizimit.
- ❖ ITL-CCD (Interline Transver) janë sensorë me transmetim linear.
- ❖ Sensori FT (Frame Transver) është me transferim të gjithë figurës.
- ❖ Optokapleri mundëson transmetim të sinjalit të dritës nga LED deri te fototransistori pa u realizuar kontakte elektrike.
- ❖ Laserët **LASER** (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) (përforcim i dritës me anë emisionit të stimuluar të rrezatimit), janë gjeneratorë optike të valëve rigoroze monokromatike dhe koherente të dritës të fituara me ndihmën e emisionit të stimuluar.

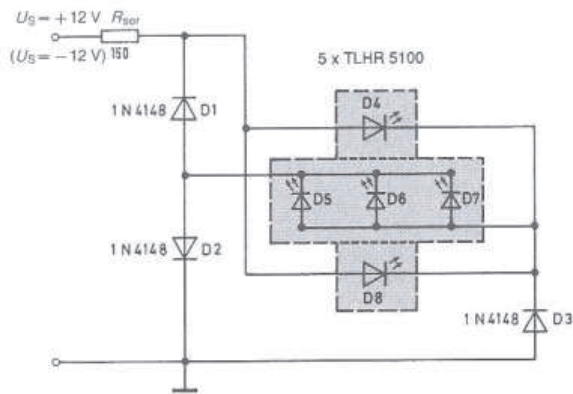
PYETJE DHE DETYRA

1. Cili është dallimi mes fotodiodës dhe diodës LED?
2. Ku përdoret fotoefekti i brendshëm?
3. Shpjego parimin e fotomultiplikimit.
4. Cilët sensorë CCD përdorur në skanerët?
5. Bëj dallimin në mes qarqeve CIS dhe CCD te skanerët!
6. Cili është parimi i punës së sensorëve CCD në transferin FILT?
7. Ku gjejnë zbatim sensorët CCD?
8. Çfarë laserësh kemi dhe cili është parimi i punës së tyre?
9. Ku përdoren laserët?
10. Çfarë është optokapleri?

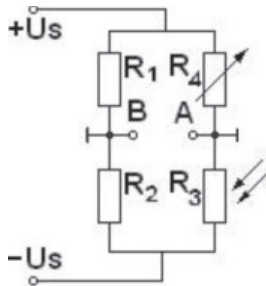
Detyra 1. Përcakto U_{out} për qarkun elektrik nga figura.



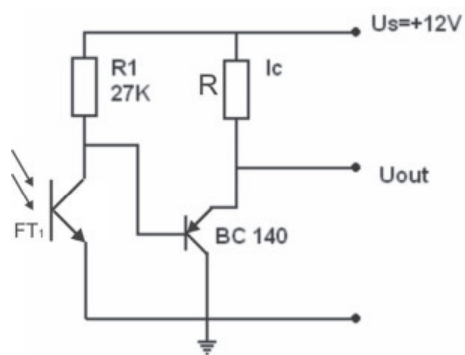
Detyra 2. Analizo punën e qarkut nga figura (përkrahuj cila diodë kur do të ndriçojë).



Detyra 3. Të gjendet shprehja për tensionin $U_{AB'}$ në varësi të fotorezistencës R_3 për qarkun e dhënë elektrik.



Detyra 4. Gjej shprehjen për U_{out} për qarkun e dhënë.



2. TIRISTORËT

2.1 ELEMENTI GJYSMËPËRÇUES, TIRISTORI

Pajisjet elektronike në vete përmbajnë gjithnjë e më shumë elemente gjysmëpërçues, zbatimi i të cilëve është në qarqet përforcuese, sistemet për përpunimin dhe transmetimin e sinjaleve, pajisjet matëse, si dhe në pajisjet për transformimin e një sinjali (parametra të një sinjali janë forma e tij valore, amplituda dhe frekuenca) në një sinjal tjetër, me çka një ose më shumë parametra i janë ndryshuar. Elementet gjysmëpërçues në pajisjet elektronike punojnë në fuqi të vogla deri në disa dhjetëra vat, kurse kur përdoren në fuqi të madhe zbatimi i tyre është në sistemet shoqëruese për komandim, sistemet për kontrollim automatik dhe rregullimin e proceseve të caktuara.

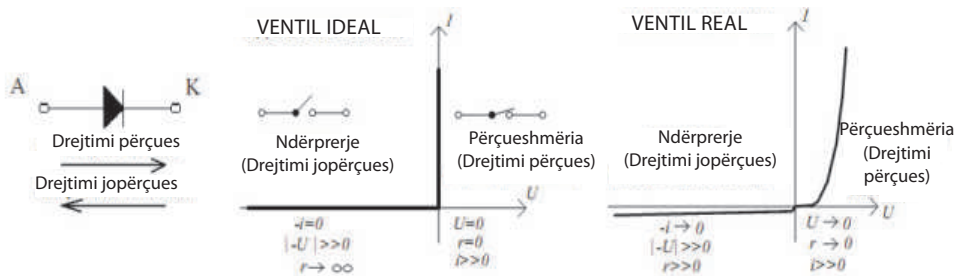


Fig. 2-1. Simboli dhe karakteristika e diodës

Element më i thjeshtë gjysmëpërçues është dioda e cila është e përbërë nga dy gjysmëpërçues, njëri nga lloji-p dhe tjetri nga lloji-n. Karakteristika e saj ideale mund të ekuivalentohet me një çelës, i cili ka vetëm dy gjendje, i hapur (kur nëpër të nuk rrjedh rrymë, kurse në skajet e tij sundon tensioni) dhe i mbyllur (tensioni në skajet e tij është zero kurse nëpër të rrjedh rrymë). Për shkak të kësaj vetie (përçon në njërin drejtim - në tjetrin jo) shpesh quhet ventil. Simboli elektrik dhe karakteristika janë

treguar në Fig. 2-1, ku në të njëjtën figurë është paraqitur edhe karakteristika reale e diodës (ventili reale).

Në praktikë, kur dioda është në regjimin kalimtar të punës (kjo është gjendja e çelësit të mbyllur), nëpër të rrjedhin rryma me vlerë të caktuar, kurse tensioni në skajet e saj është diçka më pak se 1V. Dioda është element rryma e të cilit varet nga elementet e qarkut, kurse tensioni në skajet e saj varet nga materiali prej të cilit është bërë, që do të thotë se në punën e saj nuk mundet të ndikohet direkt.

Tiristorët janë elemente të cilët janë të përbërë nga katër gjysmëpërçues, 2 janë të llojit-p dhe 2 janë të llojit-n, por për dallim nga dioda ka tre dalje: A (anoda), K (katoda) dhe G (Gejti-Gate). Simboli elektrik i tij dhe karakteristika e punës janë treguar në Fig. 2-2.

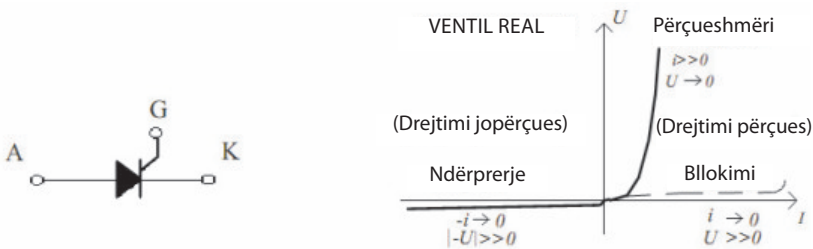


Fig. 2-2. Simboli dhe karakteristikat e tiristorëve

Gjatë polarizimit invers të tristorit, ai mund të paraqitet si ndërprerës i hapur njëjtë si dioda gjatë polarizimit invers, por prandaj në polarizim të drejtëpërdrejtë ai është element bistabil që ka dy gjendje të tij – bllokadë dhe zbatim të drejtëpërdrejtë. Kur është në gjendje për bllokadë të drejtëpërdrejtë nëpër të rrjedhë rrymë e vogël, ndërsa në të nuk arrihet tensioni U (tensioni i kundërvajtjes). Kur arrihet vlera e tij tirostori kalon në gjendjen e tij të dytë stabile, zbatim të drejtëpërdrejtë, ku tensioni zvogëlohet, ndërsa filon të rrjedhë rrymë e cila ndryshohet në mënyrë lineare në varësi nga tensioni i skajeve të tij. Koha në kalim nga njëra në gjendjen tjetër stabile është shumë e shkurtër. Për dallim nga dioda, te tiristori rryma e caktuar madhësinë e tensionit të kundërvajtjes U, do të thotë tensioni me çka kalon nga njëra në gjendjen tjetër nuk është e caktuar nga materiali në përpunim por

caktohet nga jashtë, që do të thotë në punën e tiristorit mund të ndikohet në mënyrë të drejtëpërdrejtë.

Struktura, simboli dhe U-1 karakteristika e tiristorit janë të treguara në Fig. 2-3.

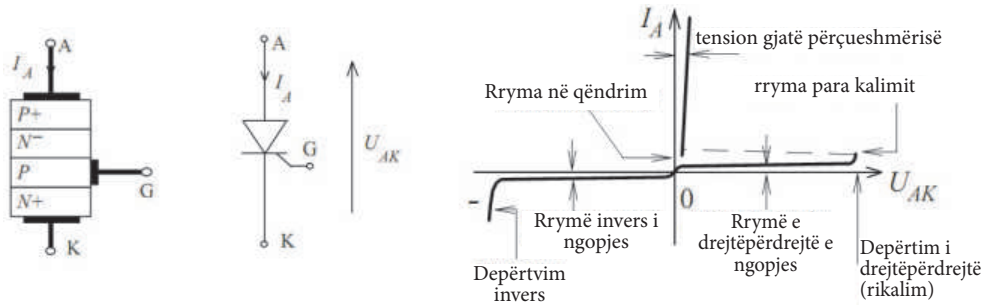


Fig. 2-3 Simboli dhe karakteristika e tristorës

Gjatë polarizimit invers të tiristorit ($U_{AK} < 0$), shtresat e mesme janë me numër të vogël të bartësve dhe nëpër tiristor rrjedh rrymë e vogël e ngopjes. Kjo është gjendja e ndërprerjes. Kur tiristori do të polarizohet direkt ($U_{AK} > 0$), kalimi-pn i mesëm është polarizohet invers dhe nuk lejon të rrjedhin rryma të mëdha (kjo është rryma direkte e ngopjes). Kur tensioni direkt do të arrij vlerën e U_p , atëherë ky kalim-pn i mesëm e humb rolin e tij të ndërprerjes dhe fillon të rrjedh rrymë e madhe, kurse tensioni në skajet e tiristorit zvogëlohet dhe ai kalon në gjendjen e përçueshmërisë. **Kalimi i tiristorit në gjendjen e përçueshmërisë** mund të kryhet me tensionin në skajet e tij ose me injektim të bartësve përmes elektrodës së gejtit (burimit), gjegjësisht me ndryshimin e rrymës I_G , ose me ndryshimin e tensionit U_G . Ky veprim mund të kryhet edhe nga sistemet në distancë, prandaj dalja G mbetet e pa lidhur.

Tiristori mund të çohet në gjendjen e përçueshmërisë në disa mënyra: me rritjen e tensionit direkt mes anodës dhe katodës U_{AK} , me ndryshim të shpejtë të tensionit U_{AK} , me rritjen e temperaturës. Në praktikë të gjitha këto mundësi nuk janë të zbatueshme.

2.2 LLOJET E TIRISTORËVE

Tiristori është element gjysmëpërçues i cili ka 4 shtresa (p-n-p-n). Llojet e tiristorëve, si dhe karakteristika e tyre U-I (rrymë-tension), tregohen në Fig. 2-4.

TIRISTORI	SIMBOLI	KARAKTERISTIKA
Tiristor me dioda		
Tiristor me trioda (tiristor)		
Tiristor me gejt-N		
Tetroden Tiristor		
SITH		
GTO		
MCT		
Diaku		
Triaku		
Foto-tiristori		
Me përçueshmëri inverse (RCT)		

Fig. 2-4. Llojet e tiristorëve dhe karakteristika e tyre U-I

2.3 ZBATIMI I TIRISTORËVE

Energjia elektrike në praktikë duhet të ndryshohet nga një formë, në formë me parametra tjerë (amplitudë dhe frekuencë). Për një ndryshim të tillë përdoren dy mënyra: me ndihmën e makinave elektrike ku energjia elektrike konvertohet në mekanike dhe pastaj përsëri kthehet në energji elektrike dhe me konvertues statik (qarqe elektrike). Mënyra e parë e transformimit ka humbje të mëdha të energjisë që e bën joefikas, ndërsa lloji i dytë i konvertimit ka një koeficient të lartë të veprimit të dobishëm – efektivitet, nuk përmban elemente mekanike, ka kohë të vogël të vonesës, jetëgjatësinë e punë e kanë shumë të madhe.

Dallojmë katër lloje themelore të transformimeve të energjisë elektrike (në fakt, ky është transformim i tensionit), të cilat janë paraqitur në Tabelën 2-1.

Tabela 2-1. Transformime të energjisë elektrike

1.	$\sim \rightarrow -$	Transformimi i energjisë nga forma alternative në atë të vazhduar, frekuenca ndryshon nga një vlerë e dhënë në tensioni i cili ka $f=0\text{Hz}$, në tension vazhduar, pajisjet njihen si drejtues (radrizator) ose konvertorë AC/DC.
2.	$- \rightarrow \sim$	Transformimi nga forma e vazhduar në atë alternative, vjen deri te ndryshimi i frekuencës dhe këto janë konvertorë DC/AC.
3.	$\sim \rightarrow \sim$	Transformimi i tensionit nga alternativ në alternativ, me çka mund të ndryshohet amplituda ose të ndryshohet edhe frekuenca e sinjalit (konvertuesit e frekuencave), këto janë konvertorë AC/AC.
4.	$- \rightarrow -$	Transformimi i energjisë nga forma e vazhduar në formë të vazhduar (të dyja janë të vazhduara), por vjen deri te ndryshimi në amplitudë, pajisjet këtu quhen përforcues ose konvertor DC/DC.

Zbatimi i këtyre transformatorëve të energjisë elektrike është treguar në Fig. 2-5.

1. Konvertorët AC/DC e transformojnë energjinë elektrike njëfazore ose trefazore në të vazhduar (nga alternative në të vazhduar) dhe mund të jenë të komandueshëm (komandohet me amplitudën e tensionit të vazhduar dalës) ose të pakomandueshëm. Zbatimin e kanë

si furnizues për pajisjet dhe makinat me rrymë të vazhduar, ngarkuesit e baterive etj.

2. Konvertori DC/AC mund të realizohet si konvertor rrjeti i komandueshëm, me çka mundësohet rrjedhje direkte e rrymës elektrike nga pjesa e vazhduar në atë alternative, me çka transformimi kryhet direkt. Në llojin tjetër të konvertorit ekziston komandim nga ndonjë pajisje e jashtme, ku frekuenca e daljes ndryshon rastësisht dhe transformimi bëhet në mënyrë indirekte.

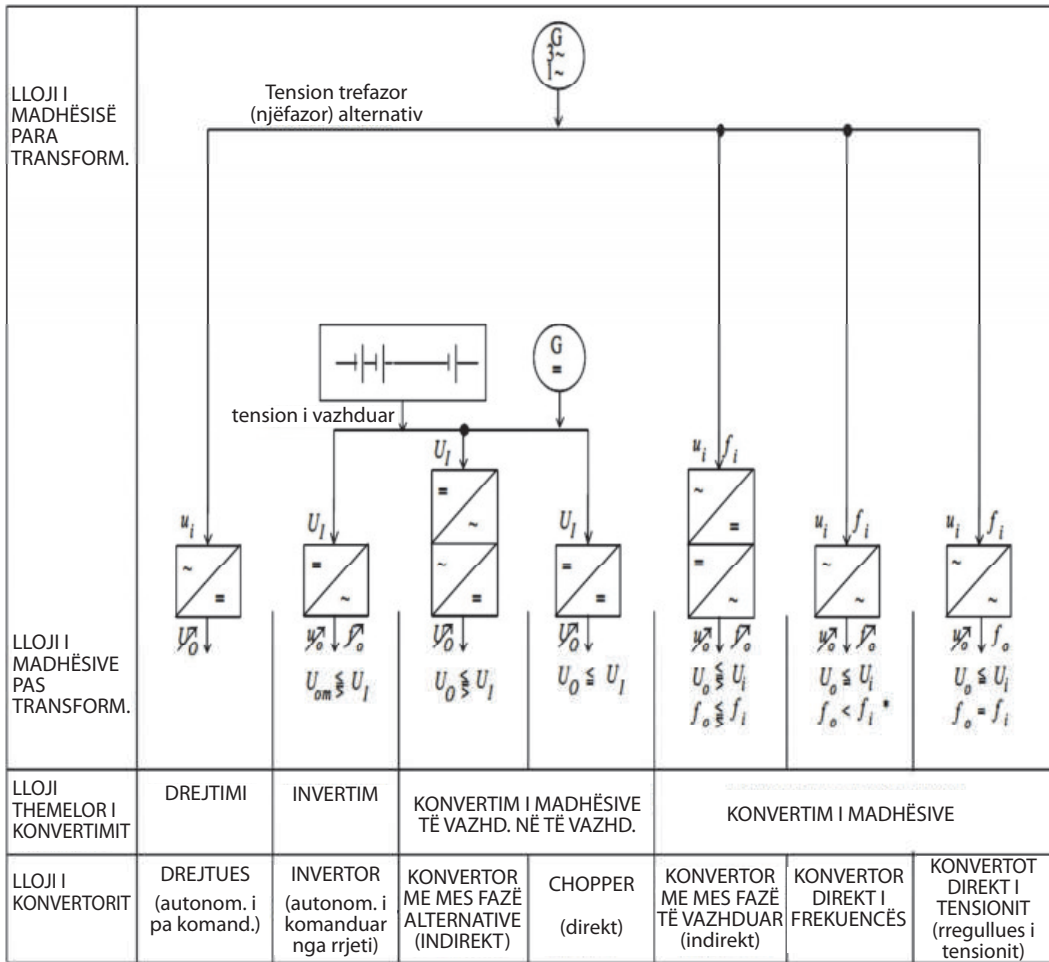


Fig. 2-5. Paraqitje e transformimit të energjisë elektrike sipas zbatimit

3. Konvertori AC/AC mund të realizohet si transformator i tensionit, me ç`rast frekuenca nuk ndryshon, kurse tensioni dalës ka amplitudë më të vogël ose të barabartë me tensionin e hyrjes ose si konvertor frekuence , me ç`rast tensioni i daljes në krahasim me atë hyrës nuk ka të barabartë as frekuencën e as amplitudën.
4. Konvertorët DC/DC ndahen në direkt dhe indirekt. Konvertorët direkt përdorin (chopper) ndjekës nga tiristorët ose transistorët (mundësojnë lidhje direkte të hyrjes dhe daljes), me ç`rast tensioni i daljes është më i vogël ose i barabartë me të hyrjes. Konvertorët indirekt - këtu kryhet transformimi nga tensioni i vazhduar në alternativ dhe pastaj kthehet përsëri në tension të vazhdua, me çka mundësohet që tensioni i daljes të ketë amplitudë më të vogël, të barabartë ose më të madhe nga tensioni i hyrjes.

2.3.1 Konvertorët AC/DC

Këto konvertorë shërbejnë për të transformuar sinjalin alternativ në të vazhduar. Në praktikë janë të njohur si drejtues (radrizator) dhe ndahen në dy lloje: të komandueshëm, ku sinjali i daljes është i komandueshëm, dhe të pakomandueshëm.

Konvertorët jo të komandueshëm AC/DC

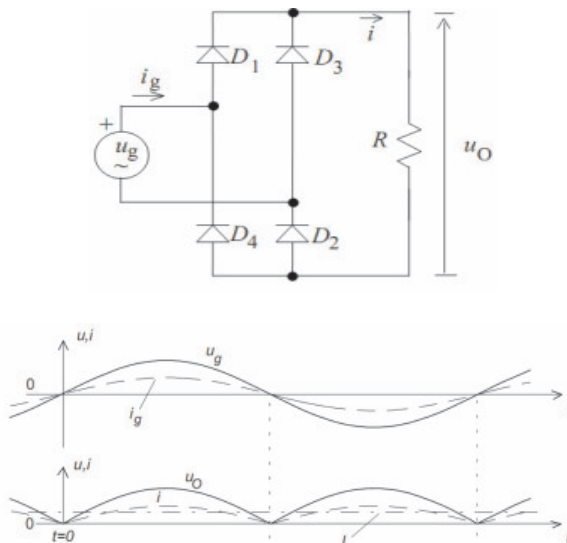


Fig. 2-6. Drejtuesi i Grecit dhe tensioni i tij i daljes

Konvertorët e pa komandueshëm realizohen me dioda edhe atë me një, dy ose katër dioda. Dy drejtuesit e parë kanë diversitet valor të madh të sinjalit të daljes, për këtë shkak edhe nuk kanë zbatim të madh praktik. Drejtuesi me katër dioda ende njihet si drejtues i Grecit dhe realizimi i tij, si dhe sinjali i daljes janë të paraqitura në (Fig. 2-6-a).

Kur në hyrje sillen gjysmëperiodë pozitive përçojnë diodat D1 dhe D2, kurse dy të tjerat janë të gjendje të jopërçueshmërisë, kur në hyrje do të vij gjysmëperioda negative atëherë dy diodat e para nuk përçojnë, kurse në gjendjen e përçueshmërisë futen diodat D3 dhe D4. Forma e tensionit të daljes është treguar në (Fig. 2-6- b), ku shihet se diversiteti valor është ende shumë i madh, kështu që në praktikë para ngarkesës shtohet një kondensator i cili ka rolin të “sheshtojë” tensionin e daljes. Tensioni i tillë i daljes nuk do të ketë diversitet valor, por amplituda në dalje varet vetëm nga elementet e përdorura dhe në të nuk mund të ndikohet, për shkak të kësaj nevojë përdoren kondensator të komandueshëm.

Konvertori AC/DC i komandueshëm

Diodat drejtuese përdoren aty ku nuk ka nevojë të kryhet komandimi i madhësisë së tensionit të daljes. Shpesh herë është e nevojshme të ndikohet në madhësinë e tensionit të daljes dhe për këtë arsye diodat zëvendësohen me tiristorë të cilët janë elemente të komandueshëm. Parimi i funksionimit të drejtuesve të komandueshëm është kontrolli kohor i momentit (pika e punës) në të cilin tiristori fillon të përçojë për çdo periode të sinjalit të hyrjes. Me këtë do të zgjidhet segmenti i tensionit të hyrjes i cili do të paraqitet në daljen e vazhduar. Drejtuesit e tillë shpesh quhen të komandueshëm në fazë, për shkak të varësisë fazore të parametrave të komandimit dhe tensionit të rrjetit.

Konvertorët e komandueshëm AC/DC realizohen me tiristorë të cilët janë të lidhur në drejtues në formë ure njëlloj si në drejtuesin e Grecit dhe ndahen në dy lloje: drejtues njëfazor i valës së plotë dhe drejtues trefazor i valës së plotë.

Drejtuesi njëfazor i valës së plotë

Realizimi i drejtuesit njëfazor të valës së plotë dhe diagrami kohor i tensioneve janë dhënë Fig. 2-7, furnizimi mund të jetë direkt nga rrjeti ose përmes transformatorit, kurse tiristori duhet të jetë i tillë që tensioni i tij i shpimit direkt dhe invers duhet të jetë më i madh se tensioni i furnizimit.

Kur në sekondar të transformatorit do të paraqitet gjysmëperioda pozitive, anoda e tiristorit është në potencial më të lartë nga katoda, kështu që me impuls drejtues të përshtatshëm në gejt tiristori mund të kalojë në gjendjen e përçueshmërisë. Tiristori e shkyç automatikisht rrymën sapo tensioni i anodës të bie në zero, që është momenti i mbarimit të gjysmë-periodës pozitive të tensionit u_s .

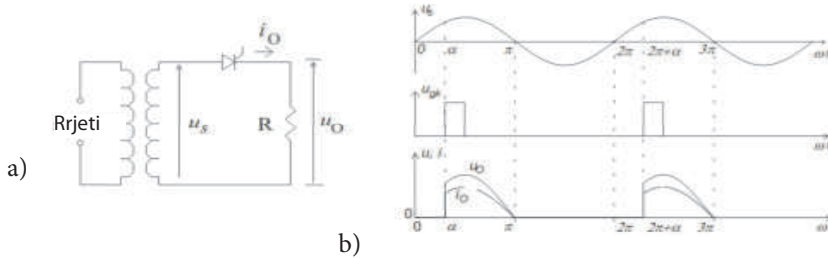


Fig. 2-7. Drejtuesi njëfazor ; a) skema elektrike; b) diagrami kohor

Të gjitha parametrat e drejtuesit varen nga α , këndi i fillimit të përçueshmërisë së tiristorit. Me komandimin e këndit të aktivizimit të tiristorit, mund të ndryshojë vazhdimisht vlera mesatare e tensionit të daljes. Komandimi i këndit të aktivizimit kryhet në dy mënyra: me komandim kosinusoidal (përdoret në qarqet analoge) dhe me tension dhëmbëzor (përdoret edhe në qarqet analoge edhe në qarqet digjitale), të cilët janë treguar në Fig. 2.8.

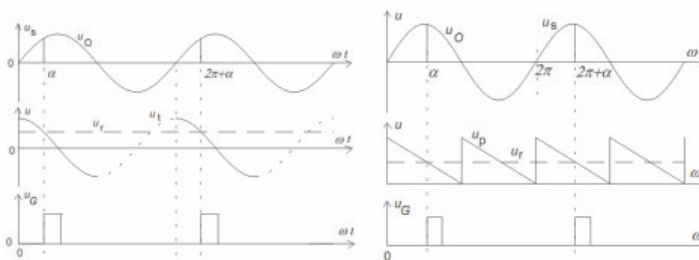


Fig. 2-8. Komandimi me a) tension kosinusoidal b) tension dhëmbëzuar

Mënyra e parë e komandimit është me tension kosinusoidal. Tensioni kosinusoidal gjenerohet nga rrjeti me zhvendosjen e sinjalit për $\pi/2$ dhe me zvogëlim të duhur të amplitudës së tij deri në vlerën e cila është e

duhur për ngacmimin e tiristorit. Ky sinjal e arrin maksimumin e tij në momentin kur këndi i aktivizimit ka vlerën zero. Këndi i kyçjes përcaktohet si prerje mes impulsit të taktit dhe një tensioni referent u_r , i cili e paraqet vlerën e dëshiruar të tensionit të daljes. Sinjali i taktit gjenerohet nga rrjeti, që do të thotë se ai i ndjek të gjitha ndryshimet e tij, kjo mënyrë siguron vetë-rregullim. Ndryshimi i amplitudës ose frekuencës së rrjetit automatikisht reflektohet në sinjalin e taktit, kështu që gjatë tensionit referent të pandryshuar edhe tensioni i daljes nuk do të ndryshoj. Kjo metodë nuk kërkon sinkronizim, sepse tensioni i rrjetit dhe i taktit gjithmonë janë në fazën e njëjtë.

Mënyra e dytë e komandimit është duke gjeneruar tension dhëmbëzor, i cili ka të njëjtën frekuencë me sinjalin e rrjetit. Këndi i aktivizimit të tiristorit është:

$$\alpha = 180^\circ (1 - u_r / u_p) \dots\dots\dots (2-1)$$

Me këtë mënyrë të komandimit është i nevojshëm sinkronizimi mes sinjalit të rrjetit dhe atij dhëmbëzor (tensionit). Të gjitha ndryshimet e tensionit të rrjetit do të reflektohen në dalje, nëse me pajisjen për komandim nuk sigurohet korrigjim adekuat i këndit të kyçjes së tiristorit.

Drejtuesi njëfazor i valës së plotë i komandueshëm

Mënyra praktike që të përdoren të dy gjysmëperiodat e tensionit alternativ të hyrjes, ku dalja është me devijim valor më të vogël, arrihet me strukturën e urës. Realizimi dhe diagrami i tensioneve dhe rrymave është treguar në Fig. 2-9.

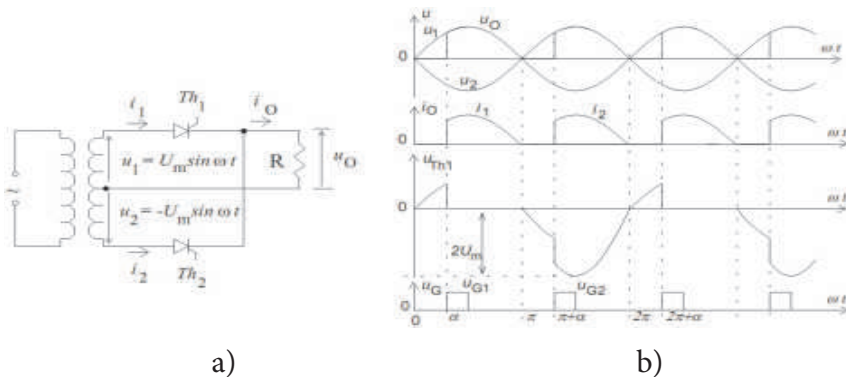


Fig. 2-9 Drejtuesi i valës së plotë: a) qarku elektrik, b) forma valore e tensioneve dhe rrymave

Tensioni i tiristorit gjatë polarizimit direkt mund të pranojë vlera deri në U_m , kurse gjatë polarizimit invers $-2 U_m$. Rryma nëpër tiristor ndërpritet në fund të gjysmëperiodës përkatëse të tensionit të hyrjes. Tensioni dhe rryma e daljes kanë vlera maksimale për $\alpha = 0$, $I_{omax} = 2U_m(\pi R)$ dhe $U_{omax} = 2U_m/\pi$. Këndi maksimal i përçueshmërisë është 180° .

Sot në praktikë përdoren struktura drejtuese në formë ure. Sipas nevojës realizohen me katër tiristorë ose me dy tiristorë dhe dy dioda.

Ura drejtuese plotësisht e komandueshme

Struktura e urës drejtuese njëfazore plotësisht e komandueshme është treguar në Fig. 2-10, me ç`rast qarku ngarkohet me ngarkesë induktive reale. Rryma në qark është e vazhdueshme dhe me vlerë konstante. Vlera e tensionit të daljes është $U_o = (2U_{gm} \cos\alpha)/\pi$.

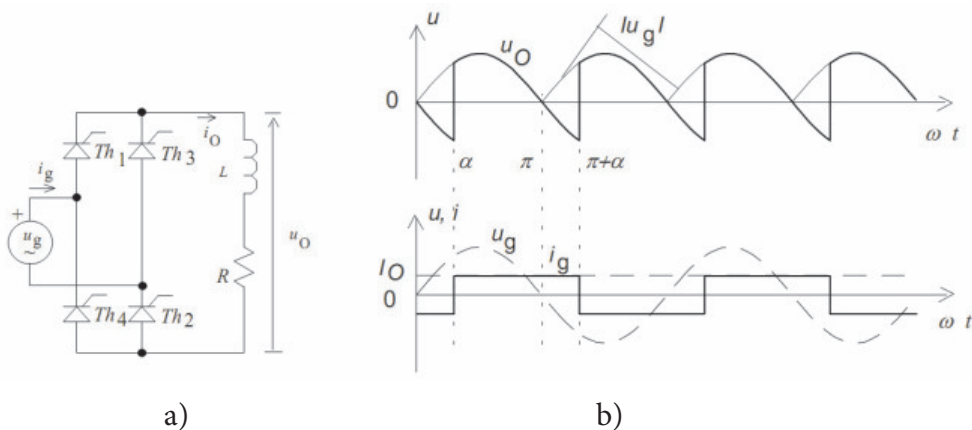


Fig. 20-10. Struktura e urës drejtuese njëfazore plotësisht e komandueshme a) qarku elektrik, b) forma valore e tensionit dhe rrymës

Tensioni dalës maksimal $U_{omax} = 2U_m/\pi$, që është vlera e cila fitohet $\alpha = 0$. Kur $\alpha > 90^\circ$ tensioni i daljes është negativ, me ç`rast drejtuesi kalon në regjimin invertues të punës. Diagrami i varësisë mes tensionit të daljes dhe këndit të kyçjes α është treguar në Fig. 2-11.

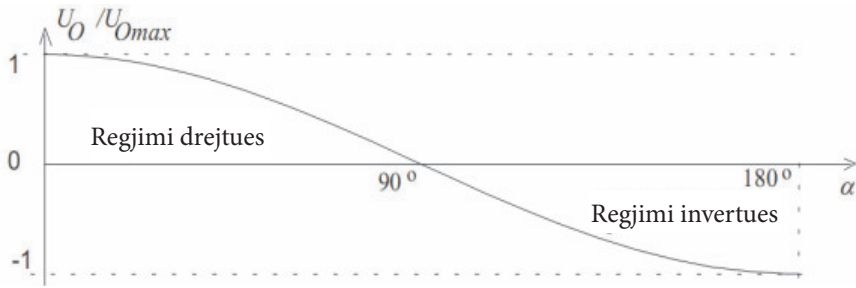


Fig. 2-11. Varësia e tensionit të prodhimit të një qoshe

Ura drejtuese gjysmë e komandueshme

Urë drejtuese gjysmë e komandueshme është treguar në Fig. 2-12 së bashku me format valore të tensionit dhe rrymës. Ky version mundëson punën vetëm në njërin kuadrat, që është pasojë e pranisë së diodës.

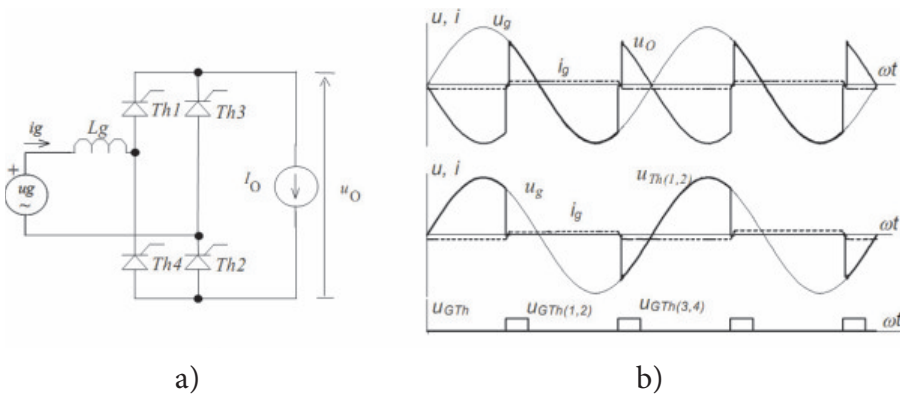


Fig. 2-12. Ura drejtuese gjysmë e komandueshme a) qarku elektrik , b) forma valore e tensioneve dhe rrymave

Këndi i kyçjes është 180° .

Ura drejtuese trefazore

Ura trefazore është drejtuese, e treguar në Fig. 2-13, për shkak të ekzistencës së “grupit pozitiv” dhe “grupit negativ” të tiristorëve, rryma do të rrjedhë gjithmonë nëpërmjet dy tiristorët serik, me çka tensioni i daljes është shumë e tensioneve i grupit pozitiv dhe negativ .

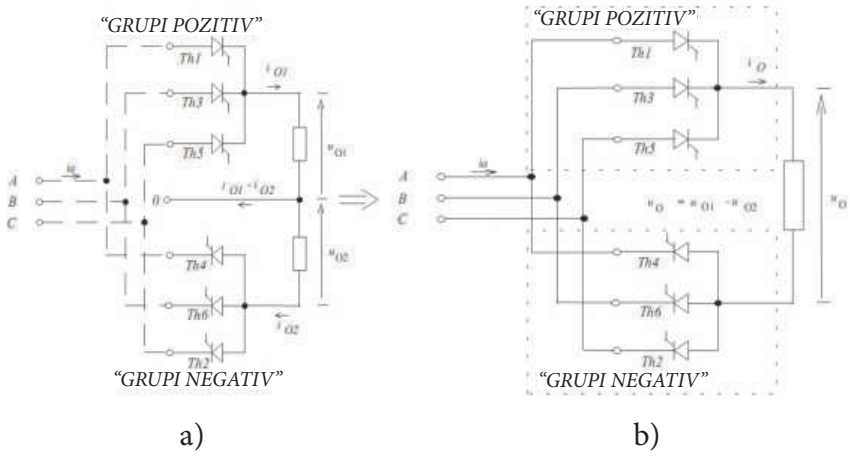


Fig. 2-13. Drejtuesi trefazor në formë të urës a) lidhja e tre drejtuesve trefazor, b) ura drejtuese trefazore plotësisht e komandueshme

Ura drejtuese trefazore është treguar në Fig. 2-14, e cila përbëhet nga grupi pozitiv i komandueshëm dhe grupi negativ i pa komandueshëm.

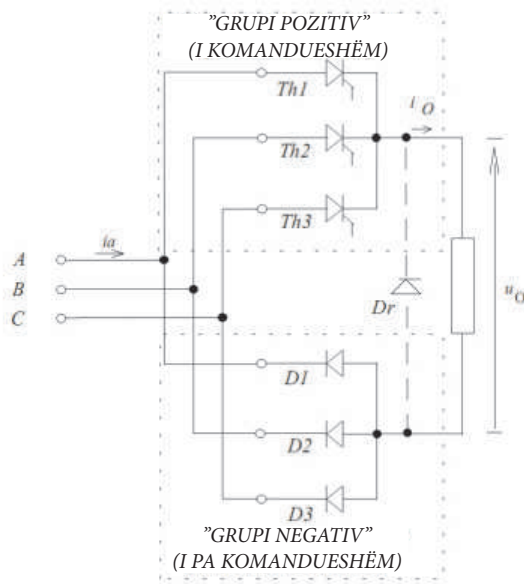


Fig. 2-14. Ura trefazore gjysmë e komandueshme

Grupi pozitiv i komandueshëm është realizuar me tiristorë, ndërsa grupi negativ i pa komandueshëm me dioda.

Që të mundësohet shkarkimi i tiristorëve dhe të sigurohet regjim i drejtë i shkyçjes lidhet edhe dioda D_r .

Ura drejtuese trefazore e komandueshme është dhënë në Fig. 2-15, burim i rrymës konstante si ngarkesë.

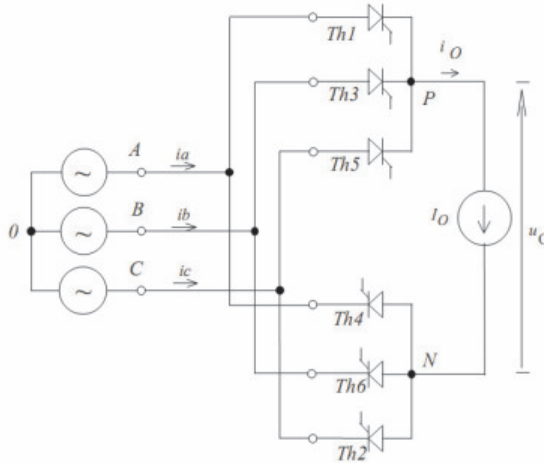


Fig. 2-15. Ura drejtuese trefazore plotësisht e komandueshme

Forma valore e tensionit të daljes e formuar nga grupi pozitiv dhe negativ i tiristorëve, si dhe rryma nëpër fazën, për $\alpha = 0$ dhe $\alpha > 0$ janë treguar në Fig. 2-16.

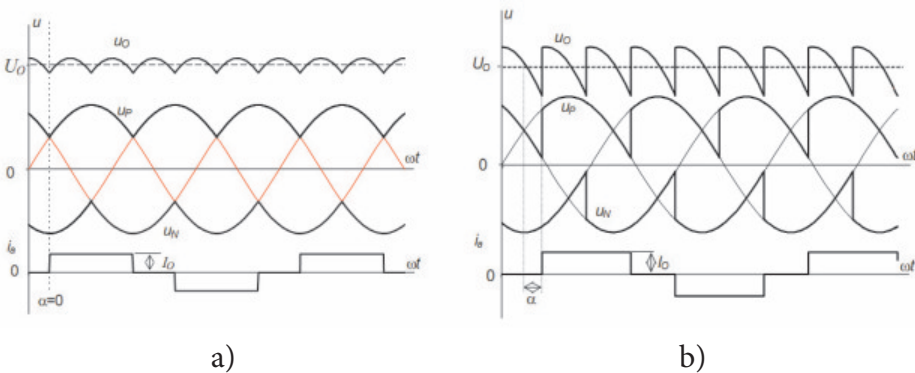


Fig. 2-16. Tensioni i daljes urën drejtuese trefazore për a) $\alpha = 0$ dhe b) $\alpha > 0$

Kjo strukturë fut shtrembërime të mëdha harmonike të cilat arrijnë në 31%.

Ura drejtuese trefazore në regjimin invertues të punës

Kur këndi kyçjes së tiristorit është mes 90° dhe 180° drejtuesi është në regjimin invertues të punës, që do të thotë se në dalje tensioni i vazhduar do të jetë negativ për rrymën pozitive dhe energjia kalon nga ngarkesa drejt rrjetit të furnizimit. Ky realizim është treguar në Fig. 2-17, si dhe forma valore e tensioneve dhe rrymave. Në praktikë burimi i lidhur që e përfaqëson ngarkesën duhet të ketë tension negativ.

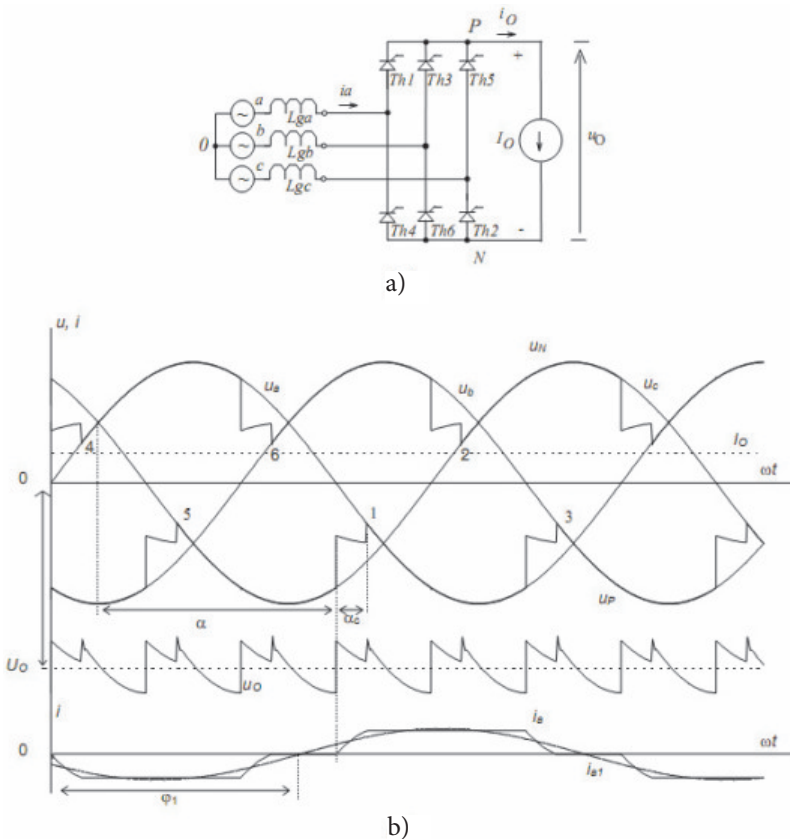


Fig. 2-17. Qark elektrik i invertorit a) qarku elektrik, b) forma valore e tensioneve dhe rrymave

Në praktikë është e nevojshme që të jemi të kujdesshëm gjatë kyçjes në punë të qarqeve të tilla. Zakonisht gjatë lëshimit në punë fillohet me kënd relativisht të madh të kyçjes dhe rrymë jo të vazhdueshme nëpër ngarkesë, dhe pastaj këndi gradualisht zmadhohet deri në vlerën e kërkuar të tensionit dhe rrymës.

Varësia e vlerës së vazhduar e tensionit të daljes nga rryma në regjimin drejtues dhe invertues të punës në urën drejtuese trefazore reale plotësisht të komandueshme është treguar në Fig. 2-18.

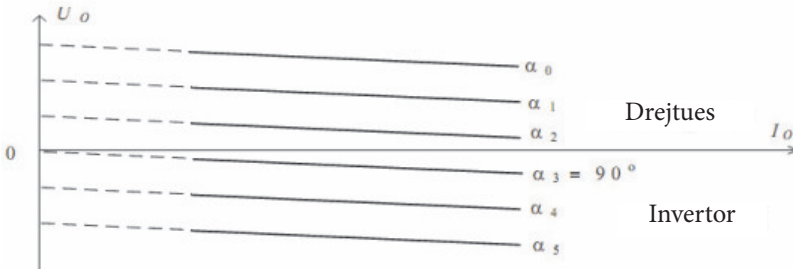


Fig. 2-18. Varësia e tensionit dalës të vazhduar nga rryma dalëse e vazhduar

2.3.2 Konvertori (invertori) DC/AC

Tiristorët kanë zbatim të madh në qarqet e pavarura, ku sinjali i vazhduar konvertohet në alternativ (invertori). Invertorët njëfazor realizohen si invertor themelor paralel, invertor paralel me lidhje të kundërt, urë invertuese njëfazore dh einvertor serik.

Invertori themelor bazë e ka marrë emrin sepse kondensatori C është i lidhur në paralel me ngarkesën (në këtë rast primari i transformatorit që e furnizon ngarkesën) dhe realizimi i tij është dhënë në Fig. 2-19. Kondensatori mbushet në dy U, kurse L_1 shërben për shtypjen e oshilimeve të rrymave nëpër burimin e vazhduar.

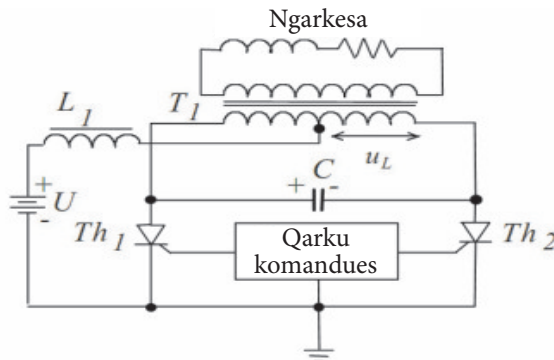


Fig. 2-19. Invertori paralel

Në ngarkesa të vogla kondensatori C shkarkohet më ngadalë, kështu që u_L ka formë trekëndore me vlerë maksimale më të madhe se tensioni i furnizimit U. Mangësi e këtij inverteri është: koha e shkyçjes së qarkut duhet të jetë më e madhe se koha e shkyçjes së tiristorëve dhe për ngarkesa induktive është e nevojshme përkatësisht C shumë e madhe. Për tejkalimin e këtyre problemeve vendoset lidhja e kundërt dhe realizimi i tillë është treguar në Fig. 2-20.

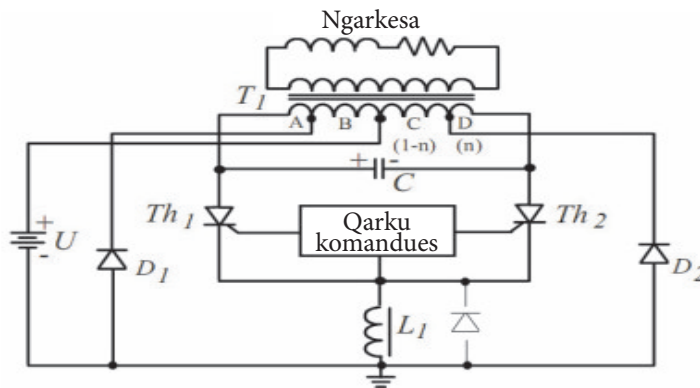


Fig. 2-20. Invertori paralel me lidhje të kundërt

Diodat D_1 dhe D_2 mundësojnë edhe gjatë ngarkesave induktive më të mëdha. Tensioni i tiristorëve është diçka nën $2U$ dhe ai nuk ndryshon në varësi të ngarkesës. Induktiviteti L_1 është i lidhur në formë ure dhe është në rezonancë me kondensatorin C me çka sigurohet tension negativ për tiristorin për një interval kohe më të gjatë. Për funksionim normal të këtij qarku duhet të sigurohet aktivizim i dyfishtë radhazi i secilit prej tiristorëve, impulsi i parë do të shkaktojë shkyçjen e tiristorit që përçonte në intervalin e parë (gjysmëperiodë), ndërsa impulsi i dytë është impulsi i punës.

Ura invertuese njëfazore është treguar në Fig. 2-21, ku kyçja bëhet në mënyrë alternative në të dy tiristorët.

Që të sigurohet rryma, nëpër ngarkesë duhet të përçojnë që të dy tiristorët, kurse nëse ngarkesa ka karakter induktiv dhe mund të akumulojë energji qarku i rrymës mund edhe të mbyllet edhe përmes ndonjëres nga diodat e lidhura në qark.

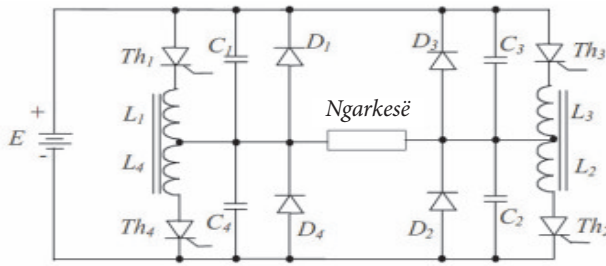


Fig. 2-21. Ura invertuese njëfazore

Invertori serik është treguar në Fig. 2-22, shkycja e tiristorit kryhet në momentin kur rryma në qarkun rezonant duhet ta ndryshojë drejtimin. Më herët në këtë moment mund të aktivizohet tiristori i dytë. Me këtë intensifikohet procesi i shkycjes së tiristorit të parë, sepse në të sforcohet tension invers për shkak të fillimit të përçarjes së tiristorit të dytë.

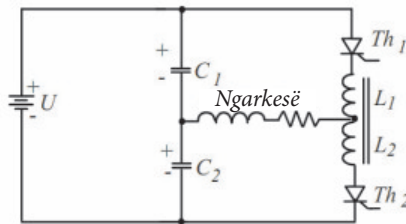


Fig. 2-22. Invertori serik

Invertori njëfazor i rrymës

Burimi i energjisë së vazhduar sipas karakteristikave të tij përputhet me burimin e rrymës dhe quhet inverter i rrymës, është treguar në Fig. 2-23. Struktura e inverterit njëfazor të rrymës është realizuar me elemente komutuese nga transistorët bipolar.

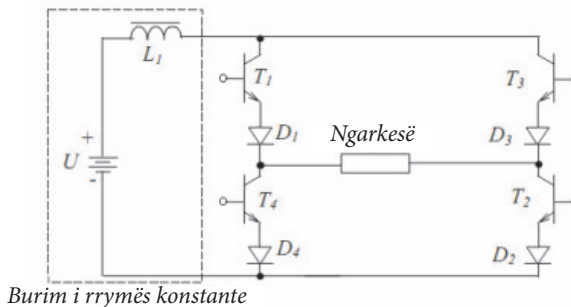


Fig. 2-23. Ura invertuese njëfazore e rrymës

Rryma konstante nga burimi i furnizimit sigurohet me lidhje serike të induktivitetit dhe vetë invertorit. Lidhja serike e diodave dhe transistorëve është e domosdoshme për bllokimin e suksesshëm gjatë tensioneve inverse.

Ura invertuese e rrymës e realizuar me tiristor është treguar në Fig. 2.24.

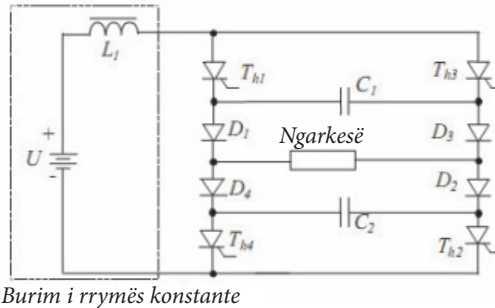
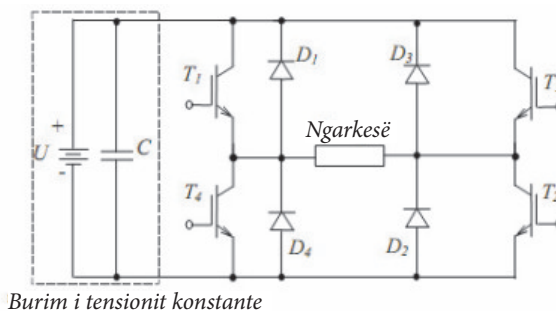


Fig. 2-24. Ura invertuese e rrymës me tiristor

Kur tiristorët Th_1 dhe Th_2 janë në gjendjen e përçueshmërisë, kondensatorët C_1 dhe C_2 janë të ngarkuar. Me aktivizimin e tiristorëve Th_3 dhe Th_4 fillon procesi i konvertimit. Kondensatorët i polarizojnë në mënyrë inverse tiristorët Th_1 dhe Th_2 dhe ata gradualisht shkyçen. Rryma rrjedh nëpër Th_3 , C_1 , D_1 , ngarkesën, D_2 , C_2 , dhe Th_4 . Kondensatorët gradualisht zbrazen dhe më pas mbushen gradualisht në drejtimin e kundërt, kur do të mbushen kondensatorët rryma fillon të rrjedh nëpër ngarkesë në drejtimin e kundërt.

Invertori njëfazor i tensionit

Nëse burimi me karakteristikat e tij përputhet me burimin e tensionit, bëhet fjalë për inverter tensioni i cili është treguar në Fig. 2-25.



Burim i tensionit konstante

Fig. 2-25. Invertori njëfazor i tensionit

Invertori trefazor

Shumë shpesh inverterët përdoren për gjenerim të sistemit trefazor gjatë furnizimit të ndonjë ngarkese trefazore. Parimi i punës është i njëjtë si te inverterët njëfazor. Ndarja e inverterëve në të tensionit dhe rrymës vlen edhe te strukturat trefazore.

Invertori i tensionit trefazor në formë ure është treguar në Fig. 2.26.

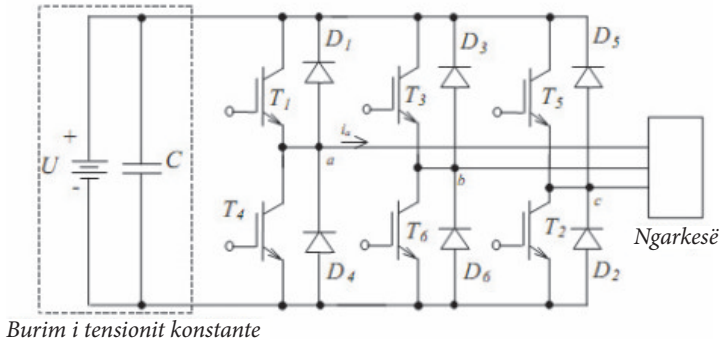


Fig. 2-26. Invertori trefazor i tensionit

Ngarkesa trefazore është me karakter induktiv dhe është i lidhur në formë trekëndëshi. Invertori trefazor i rrymës i realizuar me transistor bipolar është treguar në Fig. 2-27.

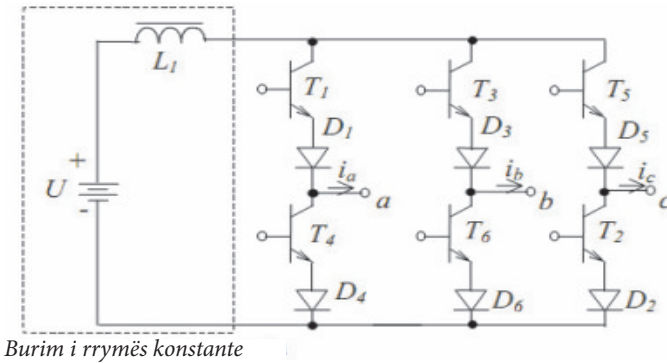


Fig. 2-27. Invertor trefazor i rrymës

Funksionimi është i ngjashëm me inverterin njëfazor, diodat sigurojnë funksionim të drejtë gjatë polarizimit invers të emiterit të transistorit. Ngarkesa është e lidhur në trekëndësh mes pikave a, b, c.

Invertori rezonant

Te konvertorët tiristorët komandohen ashtu që mundësohet fitimi i formës dhe rrymës së dëshiruar. Kjo mënyrë e komandimit kërkon kyçje dhe shkyçje gjatë rrymave normale nëpër ngarkesë duke mundësuar vlera të mëdha të shpejtësisë së ndryshimit të rrymës. Humbjet gjatë kyçjes dhe shkyçjes mbeten pjesë e rëndësishme të humbjeve të përgjithshme në qark. Këto inverter krijojnë edhe pengesa elektromagnetike domethënëse, të cilat ndikojnë në punën e pajisjeve tjera. Mangësitë e këtij komandimi mund të minimizohen ose eliminohen plotësisht nëse elementet kyçen dhe shkyçen kur tensioni dhe rryma kanë vlera zero. Tensionet dhe rrymat mund të vendosen në vlerat zero duke futur një qark rezonant LC. Për shkak të përdorimit të qarkut rezonant e kanë marrë emrin inverter rezonant. Shembull për një konvertues të tillë është inverteri serik i bazuar në oshilimet rezonante të rrymës. Ky inverter prodhon afërsisht forma valore sinusoidale gjatë frekuencave dalëse të larta (200Hz - 100KHz).

2.3.3 Konvertorët DC/DC

Konvertorët DC/DC janë të njohur edhe si chopper (çoper), zakonisht tensioni i daljes është më i vogël nga ai hyrës. Zbatimin tipik i tyre është në sistemet komanduese në motorët e vazhduar. Struktura themelore e një tiristori chopper është treguar në Fig. 2-28.

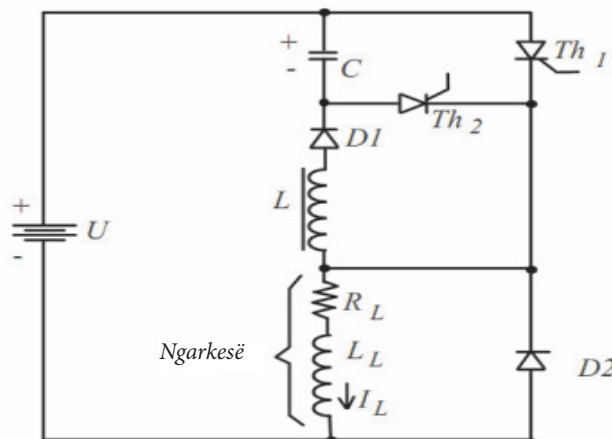


Fig. 2 -28. Struktura e një tiristori chopper

Tiristori Th_1 është tiristor kryesor ndërsa Th_2 është ndihmës dhe shërben për të shkyçur kryesorin. Para fillimit në punë patjetër të sigurohet që kondensatori C të jetë i mbushur. Kur do të aktivizohet tiristori Th_1 tensioni në ngarkesë rritet, kondensatori C sikur të jetë i lidhur paralel me induktivitetin L dhe mbushet në mënyrë rezonante në drejtimin e kundërt nga i fillimit. Dioda D_1 nuk lejon kondensatori të zbrazet përmes induktivitetit. Shkyçja e tiristorit kryesor mundësohet me aktivizimin e ndihmësit, me çka realizohet lidhja paralele mes tiristorit kryesor dhe kondensatorit, tiristori Th_1 polarizohet invers dhe gradualisht shkyçet. Kur kondensatori do të mbushet në vlerën $+U$, rryma nëpër tiristorin ndihmës bie dhe ai shkyçet. Nëse ngarkesa ka karakter induktiv, rryma nëpër të do të mbyllet me diodën D_2 .

Konvertorët e vazhduar komutues (konvertues) shërbejnë për fitimin e tensionit të vazhduar të rregulluar nga burimi i tensionit alternativ të parregulluar. Struktura e këtyre konvertorëve është treguar në Fig. 2-29, si dhe sinjalet komanduese.

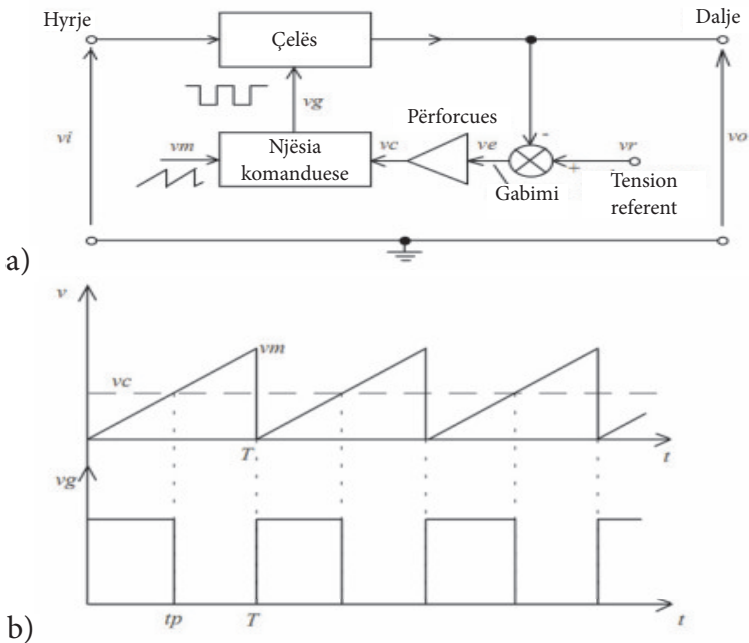


Fig. 2-29. Konvertori komutues a) bllok-skema b) sinjalet kontrolluese

Tensioni i daljes në këto konvertor është diskontinual, kështu që diversiteti valor zvogëlohet me ndihmën e filtrit RC .

2.3.4 Konvertorët AC/AC

Konvertori AC/AC konvertues i frekuencës

Shndërruesit (konvertorët) të energjisë alternative në alternative ndahen në dy lloje: direkt (procesin e shndërrimit e kryejnë me një hap) dhe indirekt (shndërrimi është në dy hapa, drejtim dhe invertim). Shndërruesit indirekt tashmë janë të sqaruar te invertorët drejtues. Shndërruesit direkt ndahen në shndërrues të tensionit dhe shndërrues të frekuencës.

Shndërruesi direkt – rregullatori i tensionit

Kur komutatroi gjysmëpërçues do të lidhet mes burimit alternativ dhe ngarkesës fuqia që dorëzohet mund të ndryshohet me ndryshimin e vlerës efektive të tensionit të ngarkesës. Zbatimi i këtyre rregullatorëve është në: ngrohjes në industri, rregullimin e ndriçimit, komandimi me shpejtësinë në motorët asinkron shumëfazor. Përdoren në mënyrë periodike dhe fazore. Komandimi periodik vendos lidhje në mes të burimit dhe ngarkesës në disa perioda, kurse pastaj lidhja është në ndërprerje disa perioda. Në komandimin fazor lidhja mes burimit dhe ngarkesës është pjesë e një periode, kurse cikli përsëritet për çdo periode.

Komandimi periodik

Komandimi periodik është treguar në Fig. 2-30, si dhe forma valore e tensioneve.

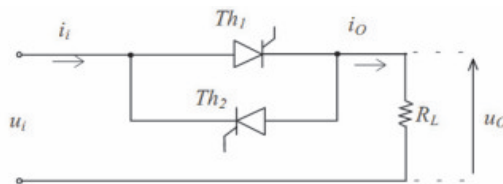


Fig. 20-30. Komandimi periodik a) qarku elektrik, b) forma valore të tensioneve

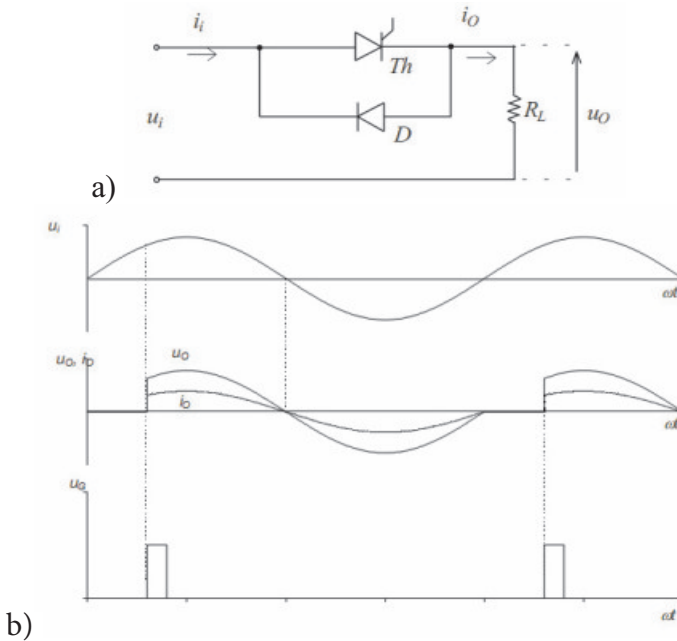


Fig. 2-31. Rregullatori njëfazor i tensionit a) qarku elektrik, b) forma valore e tensionit

Komutatori dydrejtëmsh nga tiristori e lidh ngarkesën me burimin për furnizim në intervalin t_n , kurse lidhja ndërpritet në intervalin t_m . Tiristori kyçet kur tensioni merr vlerën 0. Një komandim i tillë zakonisht përdoret në vende ku paraqiten shtrëngime mekanike dhe konstanta kohore termike të mëdha.

Komandimi fazor

Komandimi fazor bazohet në drejtuesit e komandueshëm në fazë. Fuqia e ngarkesës rregullohet duke ndryshuar këndin e aktivizimit të tiristorëve. Drejtuesi i komandueshëm fazor është treguar në Fig. 2-31, së bashku me format valore të tensionit.

Rregullatori trefazor gjysmë i komandueshëm i tensionit

Kur struktura e treguar në Fig. 2.28 do të kyçet në çdo fazë të sistemit trefazor dhe ngarkesa do të lidhet në yll fitohet rregullator trefazor gjysmë i komandueshëm i tensionit i treguar në Fig. 2.32.

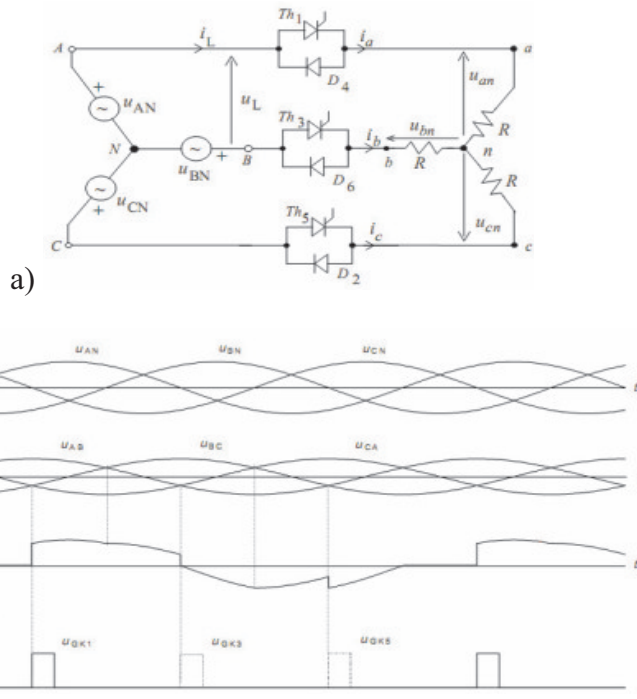


Fig. 2-32. Rregullatori trefazor gjysmë i komandueshëm i tensionit a) qarku elektrik, b) forma valore e tensionit

Këndi i kyçjes mund të jetë nga 0 deri në 210°, me çka ndikohet direkt në amplitudën e tensionit të daljes.

2 PËRMBLEDHJE

- ❖ Tiristorët janë elemente të cilat janë të përbërë nga katër gjysmëpërçues, 2 janë të llojit-p dhe dy janë të llojit-n me tre dalje: A (anoda), K (katoda) dhe G (gejt).
- ❖ Kalimi i tiristorit në gjendjen e përçueshmërisë mund të kryhet me tensionin në skajet e tij ose me injektimin e bartësve përmes elektrodës në Gejt (gejt), gjegjësisht me ndryshimin e rrymës I_G , ose me ndryshimin e tensionit U_G . Ky veprim kryhet edhe nga sistemet në distancë për këtë shkak dalja G mbetet e palidhur.
- ❖ Konvertorët AC/DC bëjnë transformimin e energjisë nga forma alternative në të vazhduar, frekuenca ndryshon nga vlera e dhënë në tensioni cili ka $f=0\text{Hz}$, tension i vazhduar, pajisjet njihen edhe si **drejtues** (radrizator).
- ❖ Konvertorët DC/AC kryejnë transformimit nga forma e vazhduar në atë alternative ku vjen deri **te ndryshimi i frekuencës**.
- ❖ Konvertori AC/AC – transformimi nga tensioni alternativ në alternativ, me ç`rast mund të ndryshohet amplituda ose të ndryshohet edhe frekuenca e sinjalit ose **shndërrues i frekuencave**.
- ❖ Konvertori DC/DC – transformimi i energjisë nga forma e vazhduar në të vazhduar, por vjen deri te ndryshimi i amplitudës, pajisjet këtu **quhen edhe përforcues** (amplifikatorë).

PYETJE DHE DETYRA

1. Cili element gjysmëpërçues përdoret në qarqet e pa komandueshme, dhe cili në atë të komandueshëm?
2. Si është karakteristika U-I (vizatoje dhe përshkruaje) e tiristorit?
3. Numëro në cilët konvertor përdoret tiristori si element!
4. Çka janë drejtuesit?
5. Çfarë lloje të qarqeve janë invertorët?
6. Çka paraqesin dhe ku përdoren konvertorët nga tensioni i vazhduar në të vazhduar?
7. Kur bëhet konvertimi AC\AC në cilët parametra mund kryhet ndryshimi?

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

Automatizimi është shkallë më e lartë e mekanizimit në të cilin funksionin e komandimit e kryejnë mjetet teknik, me çka e çlirojnë njeriun pjesërisht ose tërësisht nga komandimi. Komandimi është grup i aktiviteteve me të cilët veprohet mbi objektin që të realizohet një qëllim. Ai është procesi i marrjes së vendimeve ose zgjedhje e më shumë vendimeve të mundshme për realizimin e qëllimit të caktuar, kur paraprakisht janë të përcaktuar kufizimet. Ligji i komandimit – algoritmi është grup i rregullave të cilat e përcaktojnë natyrën e veprimit të objektit që komandohet që procesi të ec pa probleme.

Duke krahasuar komandimin automatik dhe rregullimin automatik rrjedh se rregullimi mund të llogaritet si rast special, edhe atë më i thjeshtë, i komandimit.

Pra, automatizimi dhe rregullimi janë komandim me ndonjë proces pa pjesëmarrjen e njeriut. Për shembull, hapja dhe mbyllja e ndonjë ventili mund të bëhet në mënyrë manuale, në mënyrë gjysmëautomatike (përdorim ndonjë elektromotor, sepse hapja dhe mbyllja kërkojnë forcë më të madhe fizike) ose plotësisht automatik. Ose që të jetë një sistem i ngrohjes i automatizuar janë të nevojshëm tajmerë, sensorë, komparatorë, termostate.

3.1 SISTEMET E KOMANDIMIT DHE RREGULLIMIT AUTOMATIK

Termi komandim automatik nënkupton proces gjatë të cilit operacionet ekzekutohen me ndërmjetësimin e sistemeve, të cilët funksionojnë pa

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

ndërhyrjen e njeriut, në përputhje me algoritmin e dhënë paraprakisht për krijimin e veprimeve komanduese.

Në rastin e përgjithshëm, tërësia e objektit që komandohet dhe pajisja komanduese automatike të lidhur që të veprojnë mes veti në mënyrë të caktuar quhet **sistem i komandimit automatik (SKA)**.

Me **sistem komandues** nënkuptohet një grup i elementeve dhe pajisjeve me të cilat kryhet komandimi i një objekti kompleks apo procesi duke përdorur informacione për gjendjen e objektit që komandohet.

Me **rregullim automatik** nënkuptohet mbajtje e vlerës konstante të ndonjë madhësie të caktuar e cila e karakterizon procesin ose ndryshimin e tij sipas një ligji të caktuar. Kjo fitohet me matje të gjendjes së objektit ose me matje të ndryshimit i cili ndikon në objekt dhe ndryshim përkatës të trupit rregullues mbi objektin. Pra, SKA në të cilët vlera e dhënë është konstante për një periudhë të gjatë kohore dhe madhësia e komanduar mbahet e pandryshuar në vlerën e caktuar quhet sistem i rregullimit automatik SRA.

Dallimi mes SRA dhe SKA është se funksioni primar i SRA është mbajtja konstante e daljes komanduese, kurse detyra e SKA është që të sigurojë që dalja e sistemit të ndjek ndryshimet e hyrjes.

3.1.1 Ndarja e sistemeve për komandim automatik

Kriteret bazë të ndarjes së sistemeve për komandim automatik janë karakteri i dinamikës së procesit dhe transmetimi i informacioneve mes blloqeve. Në varësi të karakterit të SKA mund të jenë: sisteme të vazhdueshme ose sisteme diskrete-impulsive. Ndërsa në varësi të **transmetimit** në SKA mund të jenë: sisteme lineare dhe jolineare në kontrollimin automatik.

I pandërprerë - SKA i vazhdueshëm – sisteme për komandim automatik janë ato sisteme në të cilat të gjitha ndryshimet janë të vazhdueshme gjatë kohës.

Sistemet impulsive SKA, i konvertojnë sinjalet e vazhdueshme të hyrjes në impulse në dalje.

Sistemet lineare SKA janë sisteme me karakteristikë lineare, që do të thotë se karakteristikat statike në të gjitha blloqet në sistem janë lineare.

Sistemet jolineare SKA dinamika e të cilëve është dhënë me funksion jolinear janë sisteme të cilat në përbërjen e tyre kanë një ose më shumë blloqe me karakteristika statike jolineare. Si sisteme jolineare janë sistemet me rele të cilët në përbërjen e tyre kanë një ose më shumë blloqe me karakteristika statike në formë releje. Sisteme rele kanë veti që madhësia dalëse të ndryshojë në mënyrë shkallë për vlera të caktuara të madhësive hyrëse.

Në varësi të bashkëveprimit të elementeve në SKA, ata ndahen në: **të hapur, të mbyllur dhe të kombinuar.**

Sistemet e hapura të komandimit automatik janë ato sisteme në të cilët komandimi me objektin është direkt. Të gjitha shtrembërimet kompensohen në mënyrë direkte. Shembuj të sistemit të hapur të automatizimit hasen në pajisjet të cilat kryejnë një operacion të veçantë, si makinat për larjen e rrobave, si tornot etj. Bllok-skema e sistemit të hapur të komandimit është dhënë në Fig. 3-1.

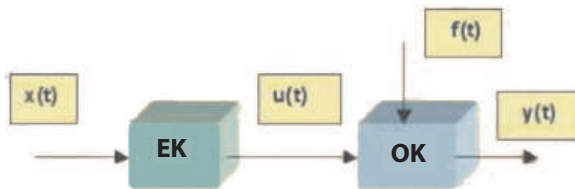


Fig. 3-1. Sistemi i hapur i komandimit

Ndryshorja komanduese $u(t)$ paraqet madhësinë dalëse nga elementi komandues (EK), e cila vepron në objektin e komandimit (OK). Çrregullimi $f(t)$ është hyrje e padëshiruar e cila ndikon në vlerën e daljes. Ky çrregullim përfshin të gjitha efektet e padëshiruara që kanë tendencë të ndryshojnë gjendjen e OK.

Madhësia dalëse $y(t)$ është madhësi e komanduar, e cila në çdo moment e tregon gjendjen e OK dhe sjelljen e tij. Ajo shërben edhe për vlerësimin e saktësisë së rezultateve të komandimit. Në sistemet e hapura të komandimit duhet të bëhet program të cilin e ekzekuton elementi komandues. Ai është një grup i ligjeve sipas të cilëve duhet të ndryshojë ndryshorja komanduese $u(t)$.

Sistemi i mbyllur i komandimit karakterizohet me lidhje të kundërt, e cila mundëson që me krahasimin e madhësisë dalëse dhe madhësisë hyrëse të fitohet ndryshorja komanduese $u(t)$ e cila vepron në hyrje të OK, si funksion i madhësisë hyrëse dhe dalëse. Në Fig. 3-2 është dhënë bllok skema e një sistemi komandues të mbyllur.

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

$$u(t)=x(t) \pm y(t) \dots\dots\dots (3-1)$$

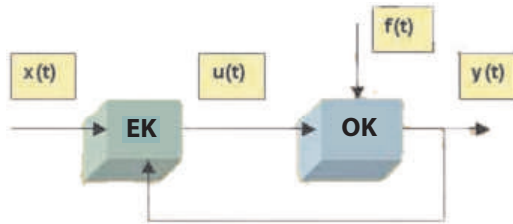


Fig. 3-2. Sistemi i mbyllur i komandimit

Ndryshorja e dhënë x(t) quhet ndryshore referente ose referencë. Ajo e definon vlerën e dhënë në dalje y(t). Ndryshorja komanduese fitohet si ndryshim i vlerës së dhënë momentale të hyrjes dhe daljes së fituar. Nëse ka një devijim të ndryshores komanduese nga vlera e dhënë veprohet në OK, me çka ndryshimi duhet të jetë sa më i vogël që të jetë e mundur. Me këtë OK është sjellë në gjendjen e dhënë.

Sinjali i transmetimit kthyes mund të jetë: zvogëlim i efektit të jo-linearitetit, rritje e nivelit të rrjedhjes, rritje e presionit etj. Mangësi të lidhjes së kundërt janë jostabiliteti i sistemit dhe oshilimet e mundshme.

3.1.2 Struktura e sistemeve të komandimit automatik

Çdo SKA është i përbërë nga **objekti i komandimit (OK)** dhe një ose më tepër elemente komanduese shoqëruese (EK).

Objekt i komandimit është pajisja-sistemi teknik në të cilin nën ndikimin e devijimeve të ndryshme kryhet një proces i caktuar. Objekti i komandimit (OK) është e gjitha ajo me të cilën komandohet.

Në sistemin e komandimit ka elemente të lidhura mes veti të komandimit ose elemente komanduese (EK) të cilët së bashku kryejnë operacione të thjeshta ose komplekse të komandimit.

$$y(t) = f [x(t)] \dots\dots\dots (3-2)$$

Bllok-skema e elementit komandues është dhënë në Fig. 3-3. ku:

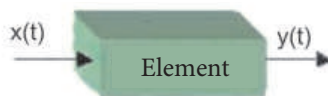


Fig. 3-3. Bllok-skema e elementit komandues

Elementet komanduese të sistemit për komandim mund të jenë:

- **elemente pasive**, në të cilët madhësia dalëse $y(t)$ fitohet për ndonjë vlerë të dhënë hyrëse $x(t)$ ku:

$$y(t) < x(t) \dots\dots\dots (3-3)$$

- **elemente aktive**, në të cilët madhësia hyrëse $x(t)$ komandon me dorëzimin e energjisë së burimit madhësisë dalëse $y(t)$, ku:

$$y(t) > x(t) \dots\dots\dots (3-4)$$

Në varësi të funksionit, elementet komanduese ndahen në: konvertor (konvertor për matje), diskriminator, përforcues, trupa ekzekutiv, elemente komutuese.

- **Konvertorët për matje (KM)** janë elemente të cilët e transformojnë madhësinë e kontrolluar ose të komanduar në sinjal me të cilin ndikohet në hyrje të stadit të ardhshëm;
- **diskriminatorët** janë elemente me të cilët krahasohet madhësia e dhënë $x(t)$ dhe komandohet me daljen $y(t)$. Elementi i komandimit për krahasim (komparacion) diskriminatorët quhet edhe komparator ose detektor të gabimeve, ku në dalje fitohet sinjal i gabimit $e(t)$. Në Fig. 3-4 është dhënë bllok-skema e diskriminatorit.

$$e(t) = x(t) - y(t) \dots\dots\dots (3-5)$$

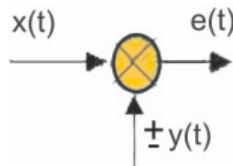


Fig. 3-4. Bllok-skema e diskriminatorit

- **përforcuesit (A)** janë pajisje me të cilat kryhet përforcimi i sinjalit të hyrjes. Në to sinjali i hyrjes dhe daljes janë gjithmonë të të njëjtës natyrë. Përforcuesit janë elemente aktive të SKA dhe për këtë arsye ka edhe burim ndihmës për furnizim. Madhësia dalëse e përforcuesit është:

$$y(t) = A \cdot x(t) \dots\dots\dots (3-6);$$

- **trupat ekzekutiv** ndikojnë direkt në OK. Zakonisht me trupin ekzekutues komandohet me sinjal i cili vjen nga përforcuesit e sinjaleve.

3.1.3 Skema funksionale e sistemit për komandim automatik

Skema funksionale e SKA paraqet prezantim grafik të strukturës së brendshme të sistemit, e cila mundëson shqyrtimin e numrit dhe llojeve të elementeve, natyrën e lidhjeve mes tyre dhe vetitë e tyre dinamike. Bllloqet e veçanta në skemë i tregojnë elementet e sistemit, shigjetat në linjat mes bllloqeve e shënojnë drejtimin e sinjalit nga njëri element në tjetrin. Në diskriminator fitohet ndryshimi i dy ose më shumë madhësive të ndryshueshme. Nëse madhësia e ndryshueshme është e shënuar me “-”, kur kalon nëpër diskriminator ndryshon edhe shenja. Blllok-skema funksionale e një sistemi për komandim është dhënë në Fig 3-5.

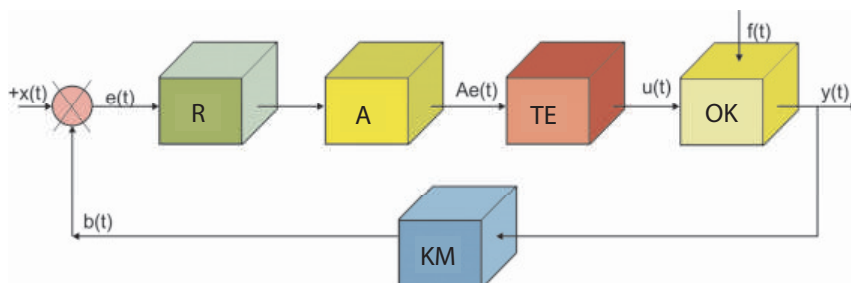


Fig. 3-5. Blllok-skema funksionale e sistemit të komandimit

Në blllok-skemën funksionale të SKA janë shënuar:

- $x(t)$ -hyrja referente, kjo është sinjali i dhënë në raport me të cilin matet devijimi i daljes nga vlera e dhënë. **Sinjali i hyrjes $x(t)$** është ngacmimi ose komanda nga burimi i jashtëm i energjisë;
- $y(t)$ -ndryshorja e komanduar ose **sinjali i daljes**. Kjo është objekti i komandimit me të cilin krahasohet hyrja referente. **Thuhet se hyrja komandon me daljen;**
- $b(t)$ -ndryshorja e lidhjes së kundërt e cila fitohet në varësi të daljes, por dallohet nga dalja për shkak të elementeve të lidhjes së kundërt, konvertorët për matje (KM);
- $e(t)$ -**sinjali i gabimit**, përfaqëson devijim të ndryshores së lidhjes së kundërt në raport sinjalin referent të hyrjes dhe fitohet në dalje të diskriminatorit;
- $A_e(t)$ -sinjali në dalje të përforcuesit (A) dhe e jep **sinjalin e gabimit të përforcuar;**

- **U(t)-ndryshorja komanduese** është sinjal me të cilin trupi ekzekutiv (TE) vepron në objektin e komandimit;
- **f(t)-madhësia ndryshore** ka të bëjë me çdo hyrje të padëshiruar në objektin e komandimit (OK) e cila ndikon në daljen e tij.

Nga sistemi për komandim kërkohet që të gjitha devijimet në dalje të jenë në minimum. Me skemën funksionale të dhënë në Fig. 3-5 mund të paraqitet sistemi i plotë i komandimit ose vetëm një pjesë e ndonjë sistemi kompleks. Gjatë kësaj duhet të merren parasysh rregullat e përgjithshme të mëposhtme:

- skema strukturore gjithmonë duhet të ketë lidhje hyrëse dhe dalje të jashtme, që rezulton nga raportet fizike;
- çdo sinjal i hyrjes, i cili paraqitet si funksion i pavarur nga koha, duhet të ketë vetëm hyrje në skemën strukturore;
- sinjali i daljes mund të mbyllet brenda në skemën strukturore dhe të ketë hyrje në formë të kufizimit (sistem, i mbyllura pas sinjalit të hyrjes) ose nuk mbyllet brenda skemës strukturore (sistem, i hapur pas sinjalit të daljes);
- të gjitha lidhjet e brendshme të sistemit, të përcaktuara nga ekuacionet e sistemit, gjithmonë duhet të kenë hyrje dhe dalje përkatëse.

Të shqyrtojmë një shembull praktik dhe bllok-skemën funksionale të një servomekanizmi për transmetim në kënd të dhënë α në një distancë të caktuar Fig. 3-6.

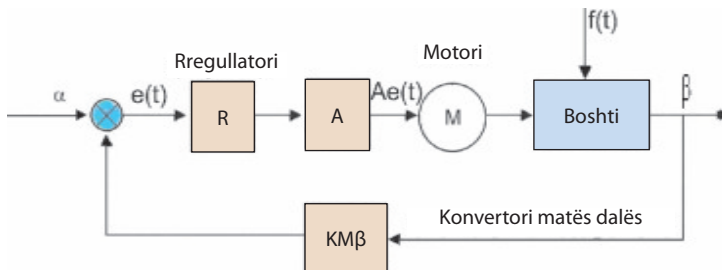


Fig. 3-6 Skema funksionale e servomekanizmit për transmetim

Në Fig. 3-6, objekti i komandimit (OK) është boshti pozita e të cilës është këndi β , ai është madhësia dalje që komandohet e cila duhet ti ndjek ndryshimet e këndit të dhënë α . Në lidhjen e kundërt gjendet konvertori matës, i cili jep sinjalin në formën e përshtatshme për krahasim me

sinjalin referent. Krahasimi i sinjalit referent me sinjalin e daljes bëhet në diskriminator, në dalje të të cilit fitohet sinjali i gabimit i cili është proporcional me devijimin e këndit dalës nga ai referent. Nga rregullatori sinjali i përforcuar e aktivizon trupin ekzekutiv – motorin, i cili vepron në boshtin dhe e ndryshon këndin e daljes β , kështu që gabimi i këndit të dhënë referent α është i barabartë me zero.

3.2 KONVERTORËT MATËS ELEKTRIK

Konvertorët për matje janë elemente primare të sistemeve për komandim. Ato janë komponente, element ose pajisje të cilat në mënyrë sasiore e konvertojnë ndryshoren e matur në sinjal që është i përshtatshëm për përpunim të mëtejshëm. Madhësia hyrëse është e natyrës jo elektrike (temperaturë, presion, nivel i lëngjeve etj.), kurse madhësia e daljes është një sinjal elektrik i cili mund të jetë: tension, rrymë, impedancë e ndryshueshme etj. Pra, çdo sistem për komandim dhe rregullim automatik (SKRA), përveç elementeve tjera përmban edhe konvertues për matje. Konvertorët për matje ndryshe quhen edhe: sensorë, transmiter, dhënës.

- **sensorët** - elemente të konvertorit për matje që janë përgjegjës për vlerën e ndryshores që matet;
- **transmiterët** – konvertorët të cilët japin përgjigje në ndryshoren që matet përmes sensorëve dhe e konvertojnë në formë standarde të sinjalit;

Çdo konvertor për matje mund të jetë grup i më tepër elementeve funksionale të cilët krijojnë sistem. Bllok-skema e sistemit të matjes është dhënë në Fig. 3-7.

Konvertori për matje merr energji nga ndryshorja që matet e cila është në hyrjen e tij dhe e jep sinjalin dalës i cili transformohet në bllokun për përshtatje të sinjalit. Marrësi i sinjalit e pranon sinjalin dhe e transformon në një formë të përshtatshme për përdorim në fund të linjës së transmetimit. Informacioni i fituar shkon në bllokun për bartje në zgjidhjen komanduese (llogaritësin), duke krijuar komandë e cila bartet në trupat për ekzekutim.

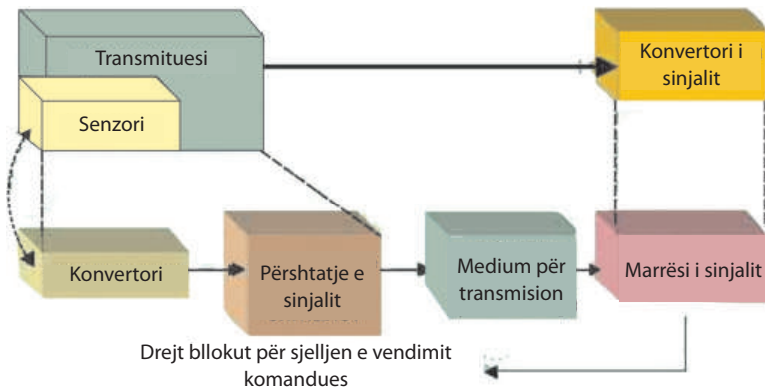


Fig. 3-7. Bllok-skema e sistemit për matje

Varësisht nga **natyra e madhësive** fizike që maten dhe që konvertohen në formë tjetër të përshtatshme, konvertorët për matje klasifikohen në:

- **mekanik:** shpejtësia, numri i rrotullimeve, përsheptimi, presioni, fluksi;
- **kimik:** përçueshmëria elektrike e elektroliteve, përbërja kimike e gazrave;
- **madhësi termike:** temperatura, lagështia dhe kështu me radhë.

Sipas konstruksionit dhe parimit të funksionimit, konvertorët ndahen në:

- **konvertor të madhësive joelektrike në elektrike** dhe të cilët janë: në formë parametrash dhe gjeneratorësh;
- **Konvertor hidraulik;**
- **Konvertor pneumatik.**

Në shtjellimin mëtejshëm do të ndalemi vetëm në disa lloje të konvertorëve.

3.2.1. Konvertorët rezistiv

Ekzistojnë më tepër llojet të konvertorëve matës elektrik me rezistencë aktive. Parimi i funksionimit të këtyre konvertorëve është i bazuar në ndryshimin e rezistencës omike në funksion të ndryshimit të gjatësisë, sipërfaqes, diametrit ose rezistencës specifike të rezistorit. Sipas mënyrës së realizimit të ndryshimit të rezistencës së konvertorëve, ato ndahen në: me kontakt, potenciomëtrik, termorezistiv, fotorezistiv etj.

Konvertorët potenciomëtrik. Konvertori potenciomëtrik në thelb është një rezistor elektrik me rezistencë të ndryshueshme, ku madhësia

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

hyrëse është zhvendosja e rrëshqitësit (slider) nëpër rezistor, kurse madhësi dalëse është rezistenca e ndryshueshme e qarkut elektrik.

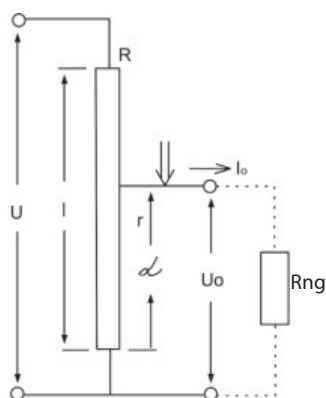


Fig. 3-8. Konvertori rezistim drejtvizor

Rrëshqitësi i lëvizshëm është i lidhur mekanikisht me objektin i cili lëviz në mënyrë rrethore ose në vijë të drejtë. Prandaj edhe konvertorët potenciometric ndërtohen në dy mënyra: potenciometra me lëvizje drejtvizore (Fig. 3-8) dhe potenciometra me lëvizje rrethore të rrëshqitësit si në Fig. 3-9.

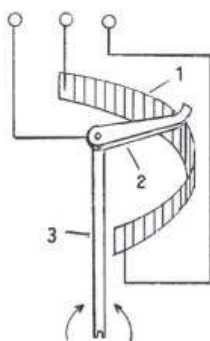


Fig. 3-9. Konvertori rrethor rezistiv me rrëshqitës

Parimi i funksionimit të konvertorit potenciometric është treguar në shembullin në Fig. 3-8, në rezistencën me lëvizje drejtvizore të rrëshqitësit, me vërejtje se të gjitha përfundimet në të cilat do të vijmë vlejnjë edhe për potenciometrat rrethor. Shenjat e miratuara në skemën e paraqitur janë si më poshtë:

U – tensioni i furnizimit i konvertorit

U_o – tensioni i daljes i konvertorit

R – rezistenca e përgjithshme

r – rezistenca në atë pjesë të potenciometrit e cila është e përcaktuar nga pozita e rrëshqitësit.

l – gjatësia e përgjithshme e rezistencës

α - zhvendosja e rrëshqitësit

Rng – rezistenca e ngarkesës

Karakteristika statike e konvertorit potenciometrik shprehet me varësinë e tensionit të daljes U_o nga zhvendosja e rrëshqitësit α . Ky është funksioni $U_o=f(\alpha)$. Kur konvertori nuk është i ngarkuar, tensioni i daljes U_o është i përcaktuar me ekuacion (3-7) ku nga:

$$\frac{U_o}{r} = \frac{U}{R} \quad U_o = \frac{U \cdot r}{R} \dots\dots\dots(3-8)$$

Mund të merret se zhvendosja totale e rrëshqitësit është njësi ($l = 1$).

Varësia e gabimit $e(\%)$ nga ngarkesa e treguar në diagramin në Fig. 3-10. Konvertorët potenciometrik me një zhvendosje drejtvizore kanë zonë matëse prej 10 mm deri në më tepër metra.

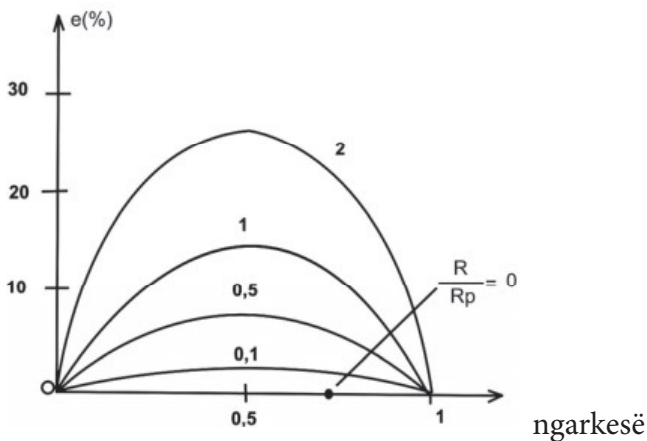


Fig. 30-10. Diagrami i gabimit nga ngarkesa e konsumatorit

Senzorët potenciometrik me lëvizje rrethore kanë zonë më të vogël matëse prej 0° deri në 1° , kurse më të madhe prej 0° deri në 360° . Për zona matëse më të mëdha se 355° përdorure potenciometra me më shumë rrotullime (multiturn) ose mes konvertorit dhe elementit matëse (detektor) vendoset distributor mekanike. Cilësia e konvertorit potenciometrik

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

në radhë të parë varet nga materiali i përdorur për ndërtimin strukturor. Veçanërisht e rëndësishme është cilësia e realizimit të pjesës së lëvizshme të qarkut. Trupi rezistiv zakonisht është i mbështjellë me tel. Përdoren më tepër legura të ndryshme si nikel-krom, konstantan, argjend-paladium, platinë iridiumi etj.

3.2.2 Konvertorët induktiv

Puna e konvertorëve induktiv (senzorëve) bazohet në ndryshimin e vetëm një ose më tepër induktiviteteve. Ata mund të jenë konvertor induktiv me veprim mekanik dhe sensor induktiv me lidhje urë.

Konvertori në të cilin induktiviteti ndryshon me ndikim mekanik quhet konvertor elektromagnetik. Kanë strukturë të thjeshtë.

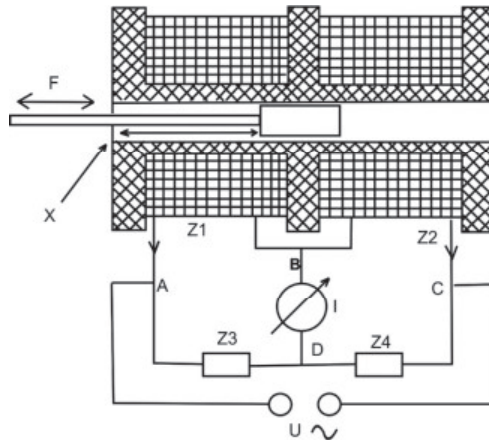


Fig. 3-11. Konvertorët matës induktiv në lidhje diferenciale ose urë

Konvertorët induktiv për matje në lidhje diferenciale ose urë kanë zbatim më të madh nga të mëparshmit, sepse kryejnë kompensim të mangësive të cekura. Ata janë të realizuar si në Fig. 3-11. Dy bobina me rezistenca reaktive identike janë vendosur në një bartës të përbashkët në bosht të njëjtë, njëri për krah tjetrit. Bobina Z_1 është e lidhur në njëren degë të urës, kurse Z_2 në degën tjetër. Dega e tretë dhe e katërt e urës janë me impedanca të barabarta $Z_3 = Z_4 = Z$. Ura furnizohet me burim të tensionit alternativ përmes diagonales AC.

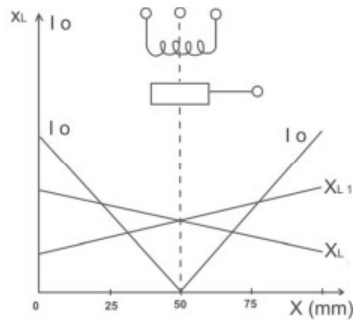


Fig. 3-12. Karakteristika statike e senzorit induktiv

Sinjali i daljes lexohet në instrumentin në diagonalen BD. Në pozicionin e mesit (neutral) të bërthamës të konvertorit, sinjali i daljes I_o është i barabartë me zero. Gjatë ndryshimit të spirancës në njërin ose drejtimin tjetër, vjen deri te ndryshimi i rezistencave induktive X_{L1} , X_{L2} të bobinave Z_1 dhe Z_2 , e cila shkakton rryma jo të barabarta I_1 dhe I_2 . Faza e rrymës I_o është e përcaktuar nga drejtimi i lëvizjes së bërthamës së sensorit.

Karakteristika statike e konvertorit ka karakter linear (fig. 3-12), praktikisht nëpër gjithë zonën e matjes.

3.2.3 Konvertori kapacitiv

Puna konvertorit kondensatorik bazohet në ndryshimin e kapacitetit të konvertorit nën ndikimin e madhësisë matëse.

Në disa konvertor ndryshimi i kapacitetit ndodh për shkak të ndryshimit të distancës së elektrodave-pllakave dhe quhen konvertor kapacitiv me zhvendosje lineare. Një konvertor i tillë është dhënë në Fig. 3-13. Kx është një kondensator me pllaka në të cilin njëra pllakë është e palëvizshme ndërsa tjetra lëviz nën ndikimin e forcës të jashtme.

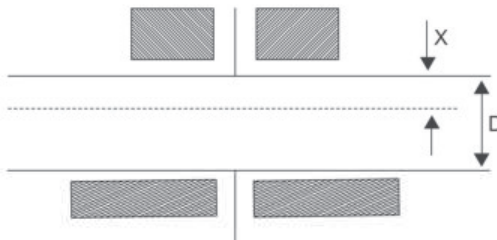


Fig. 3-13. Konvertori matës kapacitiv

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

Ekzistojnë edhe konvertor kapacitiv në të cilët ndryshimi është në sipërfaqen efektive të pllakave të kondensatorit. Kapaciteti i pllakave të kondensatorit është:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot S}{d}, \quad \varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \quad \dots\dots\dots(3-9)$$

d - distanca në mes të pllakave të kondensatorit

S - sipërfaqja e pllakave të kondensatorit;

$\varepsilon_0, \varepsilon_r$ – konstanta dielektrike absolute dhe relative.

Strukturat e tilla të konvertorëve shërbejnë për matjen e zhvendosjes mekanike, forcës mekanike, shpejtësisë dhe nxitimit. Pllaka e lëvizshme zhvendoset me çka ndryshon distanca (d) mes pllakave të kondensatorit për një vlerë të caktuar (x) dhe vjen deri te ndryshimi edhe i kapacitetit të konvertorit.

Në struktura tjera të konvertorëve, ndryshimin e kapacitetit e shkakton ndryshimi i dielektricitetit i cili fitohet, qoftë me ndryshimin e materialit dielektrik, qoftë me ndryshimin e vetive të dielektrikut nën ndikimin e faktorit të jashtëm, siç janë: temperatura, lagështia. Në këtë mënyrë, për një konstantë dielektrike të njohur, mund të matet trashësia e ndonjë materiali, niveli i ndonjë lëngu, ose mund të përcaktohen sasia e ndonjë primese nga materie tjetër, konstanta dielektrike e të cilës ndryshon ndjeshëm nga dielektriciteti i komponentës bazë.

3.2.4 Konvertorët fotoelektrikë

Funksionimi i konvertorëve fotoelektrik bazohet në efektin fotoelektrik, i cila konsiston në ndryshimin e përçueshmëri elektrike të disa materialeve nën ndikimin e energjisë së dritës. Baza e strukturës e një fotokonvertori është një element fotoelektrik (fotoelement).

Dallojmë dy lloje të fotoelementeve: fotoelement me fotoefekt të jashtëm dhe fotoelement me fotoefekt të brendshëm.

Fotoelementi me fotoelekt të jashtëm përbëhet nga dy elektroda (anoda dhe katoda) të vendosura në sferë qelqi. Katoda paraqet shtresë të ndjeshme ndaj dritës që është e vendosur në sipërfaqen e brendshme të balonës. Anoda është e strukturuar në një formë të veçantë (disk, unazë) dhe është e izoluar nga katoda. Elektrodat e fotoelementit janë të lidhura me tension. Gjatë veprimit të tufës së dritës, nëpër fushën elektrike rrjedh rryma proporcionale me fluksin e dritës (F).

$$I_f = \varepsilon \cdot F \dots\dots\dots (3-10)$$

ε - ndjeshmëria e fotoelementit

Brendësia e sferës prej qelqi është vakum i gazit inert, prandaj fotoelementet quhen fotoelemente me gaz ose me vakum. Gazi inert ose vakumi mundëson përforcim të rrymës fotoelektrike I_ϕ .

Në **fotoelementet me fotoefekt të brendshëm** numërohen: fototransistorët, fotodiodat, fototransistorët. Rritja e përçueshmërisë e këtyre elementeve nën ndikimin e tufës së jashtme të dritës konsiston në paraqitjen dhe rritjen e fotobartësve të rrymës elektrike.

Një tjetër element i rëndësishëm i konvertorit matës fotoelektrik është burimi i energjisë së dritës. Për burim të dritës merret:

- rrezet ditore të zakonshme të diellit (burim natyror)
- burim artificial (llambat me intensitet dhe spektër të ndryshëm të rrezatimit), dhe përveç kësaj vetë objektet e kontrolluara (drejtuara) mund të jenë burim i rrezatimit.

Mes konvertorëve me fotoefekt të brendshëm më të rëndësishëm janë konvertorët matës fotorezistiv. Ato karakterizohen nga struktura e thjeshtë, çmimi i ulët, ndjeshmëria e lartë, inercioni mjaft i vogël, dimensionet e vogla dhe jetëgjatësia e madhe. Nuk kërkojnë skema komplekse të furnizimit si te fotoelementet me fotoefekt të jashtëm dhe kanë fuqi të madhe të disipacionit në krahasim me fotodiodat. Për këto arsye ata kanë zbatim të gjerë për kontrollim, rregullim dhe drejtim të proceseve të prodhimit. Do ta analizojmë punën e konvertorëve matës fotorezistiv.

Nëse shtresa e ndriçuar me dritë e fotorezistorit nëpër të cilin rrjedh rryma I_t i nënshtrohet veprimit të tufës së dritës, do të vijë deri te rritja e rrymës nëpër rezistencë. Nëse kjo rritje e rrymës shënohet me I_f , rryma e përgjithshme do të jetë:

Rryma I_s është funksion i disa parametrave dhe është e paraqitur me ekuacioni (3-11):

$$I_s = I_t + I_f = U \cdot (G_t + G_f) = U \cdot G_s \dots\dots\dots (3-11)$$

I_t – rryma nëpër rezistencën që nuk është e ndriçuar,

I_f - fotorryma (rryma që rrjedh për shkak të efektit fotoelektrik),

U -tensioni i furnizimit,

G_t –fotopërçueshmëria,

G_s - përçueshmëri e përgjithshme e fotorezistorit të ndriçuar.

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

Senzorët fotorezistiv të cilët përdoren në proceset e automatizuara të prodhimit janë maksimalisht të ndjeshëm ndaj dritës së dukshme. Puna e sensorit fotopërçues varet nga vetitë e materialit dhe realizimi strukturor i tij.

Çdo fotorezistori i përgjigjet tensioni i punës. Në rast se ky tension është më i madh se i lejuari, fotorezistori do të nxehet mbi kufirin e lejuar, kurse në tensione shumë më të larta ai do të shkatërrohet.

Fotorezistori si sensor në mënyrë funksionale mund të paraqitet me: burim të dritës, sistemin optik të burimit, objektin e vëzhguar, sistemin optik të fotorezistorit, fotorezistorin.

Realizimi strukturor i konvertorit matës fotorezistiv është treguar në Fig. 3-14, ku janë dhënë disa zgjidhje parimore për matjen e madhësive të ndryshme.

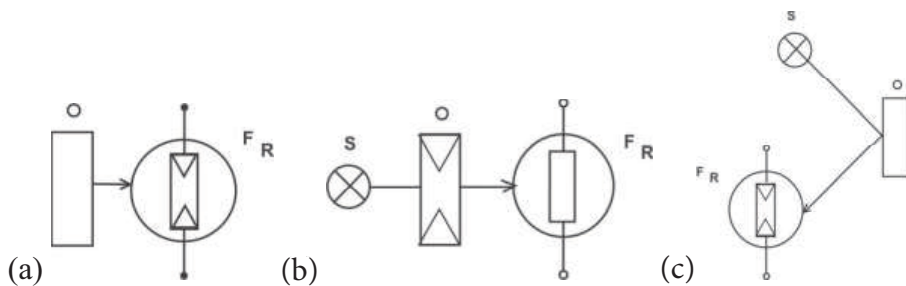


Fig. 3 14. Lloje të sensorëve fotorezistiv

Senzori fotorezistiv klasifikohet në tre grupe kryesore:

- Fotosenzor ku tufa e dritës është e drejtuar nga objekti drejt fotorezistorit (F_R) (Fig. 3-14-a). Këto sensorë shërbejnë për të matur disa veti të brendshme të vetë objektit si burim i rrezatimit;
- sensorët fotorezistiv që shërbejnë për matjen e parametrave rezistiv të një mjedisi (Fig. 3-14-b). Burim drite është një burim ndihmës. Rrezja e dritës nga burimi ndihmës (S) kalon nëpër mjedisin testues (O) që të arrij deri te fotomarrësi (F_R).
- grupi i tretë janë sensorë për matjen e ndryshimit të pozicionit ose dimensionet gjeometrike të objektit (O) në (Fig. 3-14 - c).

3.2.5 Konvertorët piezoelektrik

Funksionimi i konvertorit piezoelektrik është në parimin e përdorimit të efektit piezoelektrik, i cili është karakteristikë e disa kristaleve. Piezoefekti fitohet kur: gjatë shtypjes dhe tendosjes nën ndikimin e forcës mekanike në skajet e kristalit fitohet elektricitet. Sasia e elektricitetit mund të përcaktohet nga ekuacioni (3-12), i cili është proporcional me madhësinë e forcës mekanike që vepron në kristal:

$$Q = d \cdot F \dots\dots\dots (3-12)$$

Q - sasia e elektricitetit (C)

d – konstanta piezoelektrike (C/N)

F - forca që vepron mbi kristalin (N)

Kristalet me piezoeftkanë vetinë edhe të piezoeftit të kundërt, d.m.th. nën ndikimin e fushës elektrike të jashtme pësojnë deformime të caktuara. Në varësi të drejtimit të veprimt të fushës elektrike, d.m.th. nga shenja e tensionit të sjellë në piezoelement, ai do të zgjerohet, gjegjësisht do të tkurret.

Piezoefti i kundërt është shfrytëzuar për fitimin e: oshilimeve mekanike, të zërit dhe ultrazërit nën ndikimin e një tension të alternativ të përshtatshëm, kurse efekti i drejtpërdrejtë piezoelektrik përdoret për të matur forca mekanike të ndryshueshme.

Nga të gjitha materialet të cilët zakonisht përdoren për përpunimin e konvertorëve piezoelektrik më i rëndësishëm është kuarci. Ai dallohet me fortësi mekanike të madhe, modul të lartë të elasticitetit, izolim rezistiv të lartë, ndjeshmëri të ulët ndaj ndryshimit të temperaturës dhe linearitet të karakteristikave.

Përveç kuarcit në përdorim janë: kripë natriumi (përbërje e natriumit), turmalina (përbërje e karbonit), bariumi dhe materiale tjera.

Në varësi të drejtimit të veprimt të forcës, dallojmë dy piezoeftte: paralele (longitudinal-gjatësor) dhe të tërthortë (transferzal). Në efektin gjatësor, forca vepron në drejtimin e aksit elektrik (kurse i tërthortë në një pjesë të kristalit). Piezokonvertorët zakonisht përdorin pllaka me efekt gjatësor. Janë të përbërë nga dy ose më shumë pllaka. Në Fig. 3-15 tregohet konvertori me dy pllaka.

Mes pllakave (1) gjendet elektroda metalike (2) me dalje elektrike (3). Pjesët e jashtme të pllakave janë të lidhur me shtëpizën e konvertorit (4). Trashësia e pllakave zakonisht është 4mm. Në një trashësi të tillë të

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

pllakës, oscilimet vetjake të saj janë të rendit prej 600kHz, që flet për veti dinamike të mëdha të konvertorit.

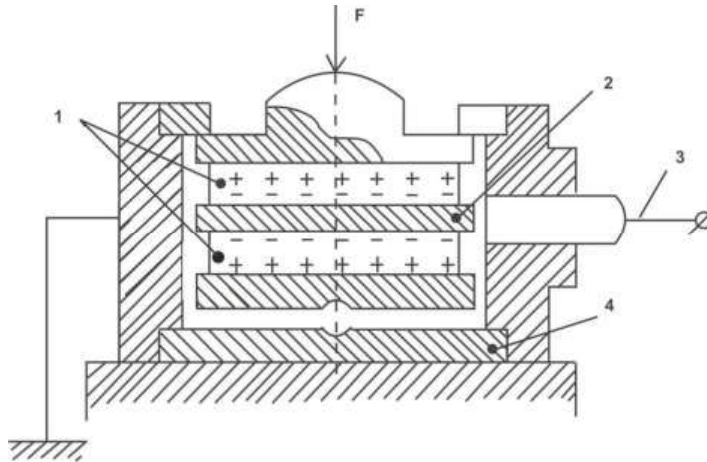


Fig. 3-15. Konvertori piezoelektrik me dy pllaka

Veprimi i forcës së jashtme në konvertor çon në paraqitjen e elektricitetit, si në anët e jashtme ashtu edhe në anët e brendshme të pllakave. Anët e jashtme elektrizohen me potencial pozitiv, kurse ana e brendshme me negativ. Tensioni i konvertorit me shprehjen (3-13) është:

$$U = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(3-13)$$

Konvertorët piezoelektrik zbatohen për matje të madhësive matëse me ndryshim të shpejtë: dridhjeve, presionit dhe nxitimit. Për matje të madhësive statike nuk janë të përshtatshëm.

3.2.6 Senzori i Hall-it

Senzorët e Hall-it e përdorin parimin e efektit të Hallit (Hall effect). Efekti i Hall-it është një fenomen i emëruar sipas shkencëtarit amerikan Edwin Herbert Hall. Efekti Hall karakterizohet nga ajo që në materialin me trashësi (d), i cili është në gjendje agregate të ngurtë dhe i cili është i vendosur në fushë magnetike të jashtme, kur lëshohet rryma paraqitet tension (E) drejtimi i të cilës është pingul me drejtimin e vektorit të fushë magnetike (H).

Parimi i efektit Hall është dhënë në Fig. 3-16.

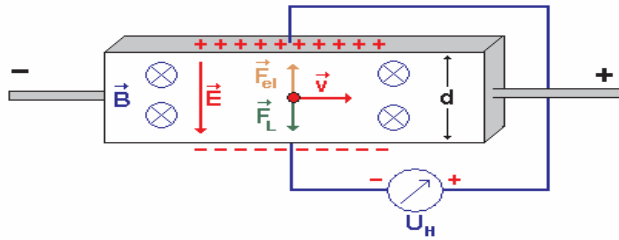


Fig. 3-16. Skema parimore e efektit Hall

Drejtimi i tensionit ndryshon me ndryshimin e polaritetit të burimit të vazhduar ose me ndryshimin e drejtimit të fushës magnetike, gjegjësisht me ndryshimin e poleve të magnetit.

Senzorët Hall që përdorin këtë efekt japin sinjal të vogël në dalje i cili përforcohet. Teknologjitë e fundit mundësojnë prodhimin e pajisjeve të cilat në vete përmbajnë sensor Hall dhe qark të integruar, përforcues. Ato ndodhen në shtëpizë të përbashkët, që tregohet në Fig. 3-17.

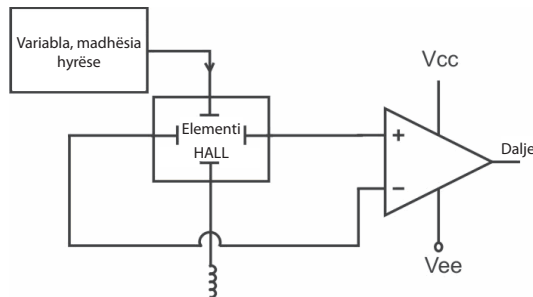


Fig. 3-17 Senzori i Hall-it me përforcues

Senzorët e Hall-it janë rezistent ndaj pluhurit, ujit, efekteve mekanike. Prandaj këto sensorë janë më cilësor dhe gjithnjë e më shumë në përdorim, në krahasim me ata optik dhe elektromagnetik. Përparësia kryesore është varësia lineare e rrymës së hyrjes dhe tensionit të daljes. Tek ata përdoret fushë magnetike dhe ata bëjnë pjesë në sensorët magnetik.

Njëri nga zbatimet e sensorëve të Hall-it është matja e shpejtësisë rrotulluese RPM (rotation per minute – rrotullime në minutë). Sensori vendoset në afërsi të diskut rrotullues të materialit feromagnetik me numër të caktuar të dhëmbëve. Kalimi i dhëmbëve afër sensorit shkakton ndryshim periodik në fushën magnetike, me çka fitohet tension dalës pulsiv me frekuencë proporcionale me rrotullimin e diskut. Një zbatim praktik i sensorit të Hall-it është paraqitur në Fig. 3-18.

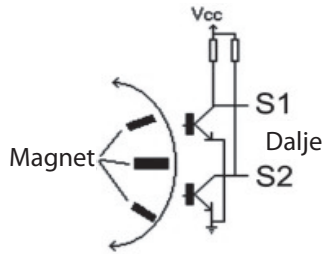


Fig. 3-18. Senzori i Hall-it

Senzorët S1 dhe S2 janë sensorë me efekt të Hall-it dhe ndodhen në të njëjtën shtëpizë. Në varësi të drejtimit të rotacionit njëri prej sensorëve do të bëhet aktiv i pari. Senzorët në daljen e tyre japin dy impulse të cilët dallohen në fazë për 90°. Këtu për një rreth fitohen tetë impulse.

3.3 DETEKTORËT E SINJALIT TË GABIMIT

Detektori i sinjalit të gabimit është pajisje që përcakton vlerën e saktë në raport me vlerën e dëshiruar në sistem. Për përcaktimin e lidhjes funksionale në mes madhësisë së ndryshueshme hyrëse, referente dhe dalëse që komandohet, madhësia e ndryshueshme që komandohet në sistemet për komandim automatik me lidhje të kundërt bëhet krahasimi madhësisë së ndryshueshme dalëse me atë hyrëse, me çka fitohet devijimi i vlerës së vërtetë nga vlera e dëshiruar të sinjalit dalës.

Rezultatet e krahasimit të dy sinjaleve që barten në hyrje të detektorit janë rezultatet e dallimit të tyre, gjegjësisht **sinjali i gabim $e(t)$ i dhënë nga ekuacioni (3-14).**

$$e(t) = x(t) - y(t) \dots\dots\dots (3-14)$$

Në Fig. 3-19 është dhënë bllok-skema e detektorit të sinjalit të gabimit.

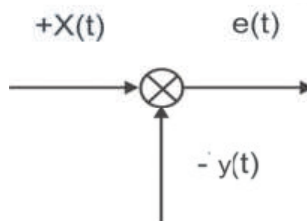


Fig. 3-19 Bllok skema e detektorit të sinjalit të gabimit

Hapi i parë në operacionet e kontrollimit analog është të fitohet sinjali i gabimit. Sinjali i gabimit paraqet ndryshim të vlerës së dëshiruar dhe vlerës së matur të madhësisë së rregulluar. Ekzistojnë më tepër mënyra që të realizohet sinjali i gabimit, varësisht nga lloji i sinjalit të kontrollit dhe i sistemit kontrollues, që përdoren në SKA. Mund të thuhet se:

detektori i sinjalit të gabimit = diskriminator= komparator.

Pra në vend të detektor të sinjalit të gabimit për pajisjet e njëjta themi se janë diskriminator ose komparator.

Detektorët e sinjalit të gabimeve mund të jenë: detektor të tensionit, detektorë të rrymës dhe detektorë potenciometrik.

3.3.1 Detektorët e tensionit – ura e Vitsonit

Qarqet elektrike të cilët përdoren për të matur ndryshime të vogla të madhësive elektrike janë detektorët të gabimeve. Detektorët e tensionit bëjnë krahasimin e tensionit referent me atë dalës dhe paraqesin një ndërtim në formë ure. Ura më e thjeshtë që përdoret si detektor tensioni është ura e Vitsonit (Charles Wheatson). Në të katër degët e urës janë rezistorët R_1 , R_2 , R_3 dhe R_4 ku më një diagonale është furnizimi, kurse në diagonalen tjetër matet tensioni i daljes. Ura e Vitsonit mund të konsiderohet edhe si lidhje paralele e dy tensioneve të ndryshme. Një ndarës i tensionit janë rezistorët R_1 dhe R_2 , kurse ndarësi tjetër i tensionit janë rezistorët R_3 dhe R_4 . Ura e Vitsonit si detektor i sinjalit të gabimit është dhënë në Fig. 3-20.

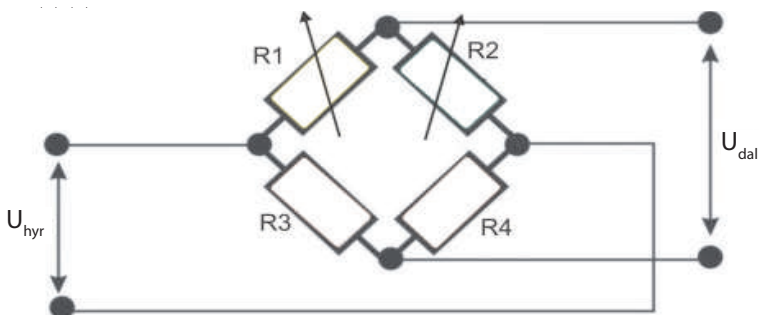


Fig. 3-20. Ura e Vitsonit si detektor i sinjalit të gabimit

$$\begin{aligned}
 U_2 &= U_{hyr} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\
 U_4 &= U_{hyr} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \dots\dots\dots(3-15) \\
 U_{dal} &= U_2 - U_4 = U_{hyr} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right)
 \end{aligned}$$

Ura është në baraspeshë nëse $U_{dal} = 0$. Kushti për baraspeshë është:
 $R_1 \times R_4 = R_2 \times R_3$.

Kur ura e Vitsonit përdoret si detektor i sinjalit të gabimit, atëherë në degën e parë të urës vendoset ndonjë konvertor matës rezistiv R_x (në figurë R_1 zëvendësohet nga R_x), shiriti matës është i njëjtë. Në degën fq- inje gjendet rezistor referent R_r (në figurë R_2 është R_r) me përshtatjen e të cilit ura vendoset në ekuilibër. Rezistenca e dy degëve tjera është e njëjtë ($R_3 = R_4 = R$) dhe ura është në baraspeshë kur $R_r = R_x$. Ura del nga baraspesha kur në njërën prej degëve rezistenca do të ndryshoj. Nëse në degën e parë ndryshon rezistenca për ΔR_x , atëherë tensioni i daljes është:

$$\begin{aligned}
 U_{dal} &= U_{hyr} \cdot \left(\frac{R_x}{(R_x + \Delta R_x) + R_x} - \frac{R}{2 \cdot R_4} \right) = U_{hyr} \cdot \left(\frac{-\Delta R_x}{2 \cdot (2 \cdot R_x + \Delta R_x)} \right) \\
 \Delta R &\ll 2 \cdot R_x \qquad \qquad \qquad (3-16)
 \end{aligned}$$

$$U_{dal} = U_{hyr} \cdot \frac{\Delta R_x}{4 \cdot R_x} = f(\Delta R_x)$$

Pra, tensioni i daljes varet drejtpërdrejtë nga ndryshimi i rezistencës R_x .

3.3.2 Detektorët e rrymës së sinjaleve të gabimit

Si detektor i sinjalit të rrymës së vazhduar përdoret gjenerator me rrymë të vazhduar me ngacmim të pavarur. Në dy bobina galvanike të ndara me numër të njëjtë të mbështjellëseve rrjedhin rrymat I_r dhe I_{dal} me drejtime të kundërta. Fluksi ngacmues është rezultat i ndryshimeve të këtyre rrymave. Forca elektromotore e induktuar në rotorin e gjeneratorit është proporcionale me devijimin e daljes nga rryma referente, kurse tensioni në kontaktet dalëse të gjeneratorit paraqet sinjal të gabimit dhe është i barabartë me forcën elektromotore.

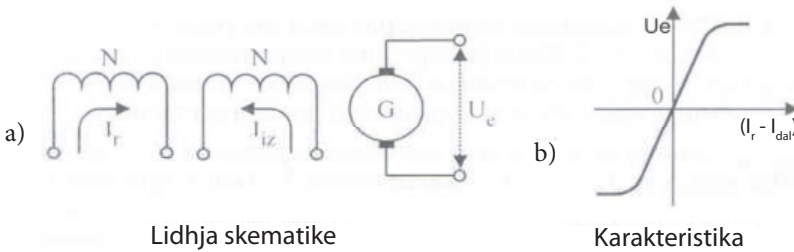


Fig. 3-21. Gjenerator DC si një varg detektor sinjal

Në Fig. 3-21 është dhënë gjeneratori i rrymës së vazhduar si detektor i sinjaleve të rrymës.

Krahasimi i sinjalit të rrymës së vazhduar me rrymën referente mund të bëhet me krahasimin e tensionit e dy rezistorëve identik si në Fig. 3-22.

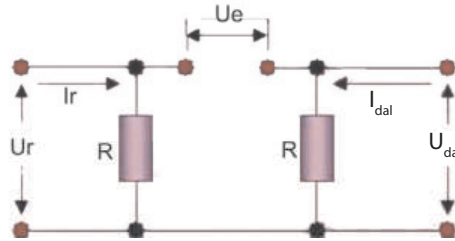


Fig. 3-22. Krahasimi i sinjaleve të rrymave të vazhduara

Për detektorët e rrymës të gabimit mund të shkruhen shprehjet për: tensionin referent, tensionin e daljes, si dhe për tensionin e gabimit U_e i cili është i dhënë me shprehjet (3-17).

$$U_r = R I_r, U_{dal} = R I_{dal}, U_e = U_r - U_{dal} = R (I_r - I_{dal}) \dots \dots \dots (3-17)$$

Ku polariteti i tensionit varet nga tensioni i gabimit.

3.3.3 Detektorët potenciometrik të sinjaleve të gabimit

Dy potenciometra janë të lidhur në burimin e përbashkët të FEM dhe krijojnë urë potenciometrike të paraqitur në Fig. 3-23. Rrëshqitësi i njërit potenciometër është i lidhur me madhësinë referente, ndërsa rrëshqitësi i potenciometrit tjetër është i lidhur me daljen.

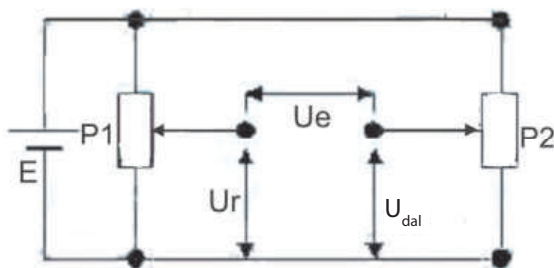


Fig. 3-23. Ura potenciometrike

Kur vlera e daljes është e njëjtë me vlerën referente, atëherë pozita e rrëshqitësit të dy potenciometrave është në ekuilibër dhe tensioni mes tyre është i barabartë me zero. Kur rrëshqitësi i potenciometrit i lidhur në daljen (P2) është mbi rrëshqitësin e potenciometrit (R1) i cili tregon vlerë referente, atëherë tensioni mes rrëshqitësve (U_e) është sinjal i gabimit. Në Fig. 3-23 është dhënë skema e urës potenciometrike. Ku sinjali i gabimit U_e është:

$$U_e = U_r - U_{dal} \dots\dots\dots (3-18)$$

Sinjali i gabimit U_e mund të paraqitet dhe të përcaktohet me ekuacionin (3-18), si ndryshim i tensionit referent dhe tensionit të daljes.

SHTOJCË:

Shiko në shtojcën 1 për detektorët e vonesës në kohë dhe detektorët e frekuencës.

3.4 ELEMENTET KOMUTUESE

Sistemet komutuese janë mjete teknike të cilët mundësojnë krijimin e lidhjeve ndërmjet pjesëmarrësve të cilat vendosen nëpërmjet të transmetimit të mesazheve në telefoni. Kur dot mbarojë transmetimi, këto lidhje ndërpriten. Zakonisht lidhja vendoset mes dy pjesëmarrësve, por mundet edhe ndërmjet më tepër. Procesi i krijimit, mirëmbajtjes dhe ndërprerjes së lidhjeve në sistemet komutuese zakonisht quhet **proces komutimi ose komutim**. Për ekzekutimin e procesit të komutimit, sistemi i komutimit duhet të shkëmbejë mesazhe të caktuara me pajisjet e veta (terminalet), si

dhe me sistemet tjera komutuese që marrin pjesë në procesin e komutimit. Lidhjet komutuese mund të jenë **manuale** dhe **automatike**.

Gjatë komutimit manual në procesin e realizimit të lidhjes marrin pjesë tre faktorë: përdoruesi, manipulatori dhe pajisja për ndërmjetësim manual. Gjatë komutimit automatik përfshihen dy faktorë: përdoruesi dhe sistemi i komutimit (pajisja për ndërmjetësim automatik).

Gjatë ndërmjetësimit manual manipulatori kryen funksionet e zgjedhjes, testimit, krijimit dhe ndërprerjes së lidhjeve. Këtë e realizon duke u shërbyer me **fushën komutuese** të realizuar me pjesë për ndërlihdje.

Gjatë ndërmjetësimit automatik, përdoruesi zgjedh dhe i njeh sinjalet e sistemit komutues, kurse testimin, komandimin, dhënien e sinjaleve, vendosjen dhe ndërprerjen e lidhjeve e bën sistemi komutues.

Për ekzekutimin e funksioneve në procesin e ndërmjetësimit automatik përdoren **elemente komutuese si trupa bazë të sistemeve të komutimit**. Elementet komutuese me kërkesë të përdoruesit, ose të ndonjë trupi tjetër, duhet të vendosen në një rrugë lidhëse të caktuar ose të testojnë dhe ti qasen njëres prej rrugëve të tyre dhe gjithë këtë duhet ta kryejnë në kohë të mjaftueshme të shkurtër. Këto elemente me zhvillimin e teknologjisë kanë pësuar ndryshime të mëdha. Ata me konstruksionin dhe karakteristikat e tyre vulosin sistemet komutuese. Kjo, para së gjithash, ka të bëjë me zgjedhësit, komutuesit dhe elementet për komandim.

Centralet telefonike paraqesin pajisje të cilat mundësojnë vendosje të lidhjes mes aparateve telefonike. Centralet e para telefonike kanë qenë manual. Në këto centrale lidhjet mes abonentëve i vendos manipulatori në central. Sot, centralet janë centrale telefonike automatike, ato janë centrale në të cilët lidhjet mes abonentëve vendosen automatikisht me ndihmën e elementeve të veçanta.

Element përbërës më të rëndësishëm në centralet telefonik automatike janë zgjedhësit. **Zgjedhësit** (komutatorët) **e kanalit** në mënyra të ndryshme, në varësi të sistemit të centralit, marrin pjesë në krijimin e lidhjes. Në thelb zgjedhësit shërben për të vendosur lidhjen mes linjave të centralit të caktuar.

Pra, elemente komutuese bazë në centrale janë zgjedhësit e kanaleve. Ato mund të jenë: **elektromekanik dhe elektronik**.

3.4.1 Elementet komutuese elektromekanike

Si elemente komutuese bazë në centralet telefonike manuale përdoren elementet komutuese shkëmbime të përdorur **elemente komutuese elektromekanike**. Me to mundësohet vendosja e lidhjeve ndërmjet përdoruesve në centralet telefonike. **Zgjedhësi elektromekanik - hap pas hapi** është tërësi konstruktive dhe funksionale e pavarur në centralet manuale. Detyra e tij është që të mundësojë ndërlidhjen e hyrjes me njërin nga daljet. Emrin e kanë marrë sipas metodës së lëvizjes së zgjedhësve. Domethënë, në ndikimin e impulseve të kërkimit, zgjedhësit zhvendosen hap pas hapi, duke kërkuar dalje të lirë.

Sistemet hap pas hapi kanë dy lloje të zgjedhësve: zgjedhës me një edhe atë me lëvizje rrethore dhe zgjedhës me dy lëvizje, lëvizje vertikale lineare dhe lëvizje rrethore horizontale.

Zgjedhësit rrethor përbëhen nga fusha e kontakteve, pjesa e lëvizshme dhe mekanizmit për zhvendosje. Fusha e kontaktit është në formë rrethore. Pjesa e lëvizshme e zgjedhësit rrethor ka aq numër të dorezave sa fusha e kontaktit ka rreshta. Mekanizmi i lëvizjes është elektromagnet për lëvizjen e spirancës. Skema funksionale e zgjedhësit rrethor është dhënë në Fig. 3-24.

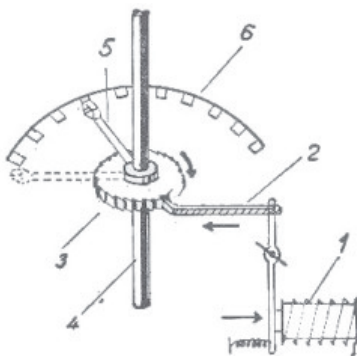


Fig. 3-24. Skema parimore e zgjedhësit rrethor

Zgjedhësit me dy lëvizje janë zgjedhës me fuqi induktive, kurse gjatë funksionimit doreza (leva) e zgjedhësit lëviz vertikalisht lart nën ndikimin e impulseve të zgjedhjes, dhe pastaj horizontalisht automatikisht ose nën ndikimin e impulseve të zgjedhjes.

Këto zgjedhës mund të jenë me rrotullim dhjetë pjesësh dh e njëqind pjesësh, me lëvizje në dy drejtimet. I pari dhjetë pllakëza të vendosura në

formë gjysmë rrethi të cilët e përbëjnë fushën e kontakteve dhe një pllakëz e cila e paraqet pozitën fillestare.

Linjat dalëse janë të lidhura në pllakëzat, kurse linja hyrëse lidhet në dorezën. Lëvizja e zgjedhësit bëhet me sjelljen ngacmimit impulsiv në elektromagnet i cili i aktivizon elementet tjera të lëvizshme. Për çdo impuls ngacmues doreza bën nga një hap, gjegjësisht kalon në pllakëzën tjetër në fushën e kontakteve. Në Fig. 3-25 është treguar vetëm një rresht i pllakëzave. Zakonisht ka më shumë reshta të pllakëzave dhe më shumë doreza që të sigurohet lidhje me më shumë bërthama.

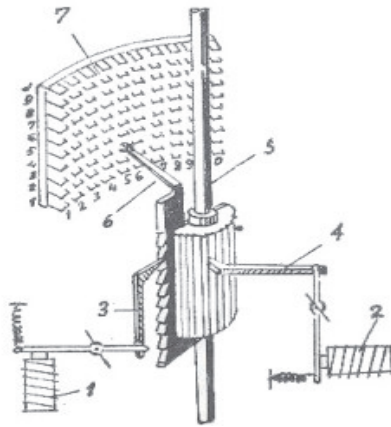


Fig. 3-25. Parimi i funksionimit të Dial me dy lëvizje.

Pas zgjedhësve pjesë shumë të shpeshta në centralet telefonike automatike janë reletë. Reletë shërbejnë për marrjen dhe konvertimin e impulseve të rrymës, për kyçje dhe shkyçje, për testim, për kontrollim. Reletë janë elektromagnete që janë të përbërë nga bërthama, mbështjellësja, spiranca dhe sinjali i kontrollit. Kur kalon rryma nëpër mbështjellje në rele tërhiqet spiranca nga bërthama. Spiranca ndikon në pjesën e kontaktit dhe vjen deri te hapja e relesë ose mbyllja në një rreth të caktuar të rrymës.

3.4.2 Elementet komutuese elektronike

Elementet bazë të lidhjeve komutuese automatike në pjesën për komutim e përbëjnë reletë rid. Ata me kontaktet e tyre mekanike dhe mbyllur hermetikisht janë shumë të mira, si sisteme elektronike të shpejta për drejtim.

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

Karakteristika kryesore të kësaj releje dhe kontaktet e saj janë:

- shpejtësia e lartë e punës (nën 2ms),
- të ndjeshëm ndaj ndikimeve të jashtme (lagështia, pluhuri, etj.),
- rezistencë të vogël të kontaktit,
- zhurmë të papërfillshme gjatë komutimit,
- jetëgjatësi të madhe.

Kjo rele mundet, si edhe elementet tjera elektronike, të montohet në pllakë me qarqe të stampuara në formë të njësisë hyrëse.

Releja e cila në thelb mund të ketë 3 ose 5 kontakte në varësi të asaj se a bëhet fjalë për dypolar ose katërpolar, së bashku me elementet tjera (diodat për markim dhe resistorët) krijojnë pika të përbashkëta komutuese në multipleksuesi kryesor.

Në Fig. 3-26 tregohet pika e përbashkët në multipleksuesi kryesor edhe atë me rele me 3 kontakte. Dy kontakte përdoren për bashkim të telave kryesor, kurse kontakti i tretë është i lidhur në seri me bobinën ngacmuese dhe kështu krijojnë qark komutues. Dioda për markim është e lidhur në çdo pikë të përbashkët, në pikën bashkuese mes bobinës dhe qarkut komutues. Përmes tyre vjen tension në bobinë gjatë kohës së markimit, e ngacmon bobinën dhe kështu vendoset kontakti. Rezistenca e cila është e lidhur në paralel me bobinën e ngacmuar shërben për mbrojtje nga tensioni.

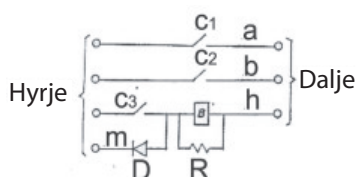


Fig. 3-26. Pika e përbashkët me rele për 3 kontakte

Pikat e kryqëzimit grupohen në një matricë standarde prej $(4 \times 4 = 6)$ pikave, të cilat përfaqësojnë një njësi elementare. Njësitë elementare janë ato nga të cilat është ndërtuar i gjithë multipleksuesi komutues.

Në Fig. 3-27 është dhënë skema e një matrice standarde (4×4) . Në skemë janë dhënë telat për mbajtje H dhe telat për markim m. Në (Figura 3-27-a) janë dhënë telat për bisedë, kurse në (Fig. 3-27-b) janë kontaktet C1 dhe C2.

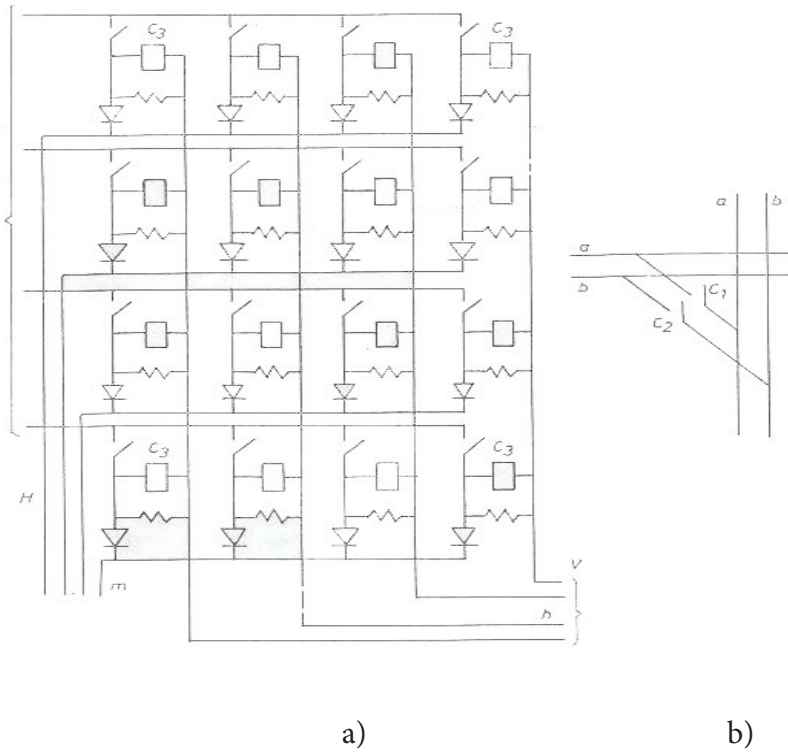


Fig. 3-27. Matrica standarde (a) (4x4), (b) paraqitja skematike

Çdo hyrje duhet të lidhet me çdo dalje. Pra, njëkohësisht duhet të ndërlidhen 4 hyrjet dhe fitohet matricë komutuese standarde (Fig. 3-28-a). Me kombinim të përshtatshëm të matricës standarde fitohen matrica me numër më të madh të hyrjeve dhe daljeve. Kështu mund të fitohen matrica me 4 hyrje dhe 8 dalje, thjesht matricë (4x8), matricë me 8 hyrje dhe 8 dalje, ose matricë me 16 hyrje dhe 8 dalje ose me 8 hyrje dhe 16 dalje e kështu me radhë.

Matrica standarde (4x4) grupohet në grupe me më tepër matrica dhe vendoset në pllakë të stampuar, me çka fitohen njësi për ndërlidhje. Kjo njësi për ndërlidhje quhet **matricë komutuese**.

Për matricën komutuese vlejné tre parime themelore:

- parimi i ndërtimit të moduleve, sipas të cilit të gjitha portat e centralit janë të ndarë në module themelore lineare;

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

- përdorimi i matricave komutuese të organizuara në formë binare të cilat janë të përbëra nga matricat themelore (4x4). Me këtë arrihet akordim optimal i procesorit qendror në central, i cili gjithashtu është i organizuar në formë binare;
- parimi i grupimit dhe ndërlidhjes reciproke të matricave komutuese është në formën me të cilën mundësohet identiteti i linjeve të cilët e përbëjnë rrugën ndërlidhëse, përmes numrit më të madh të staveve, plotësisht të përcaktohet nga identiteti i dy pikave fundore të rrugës ndërlidhëse.

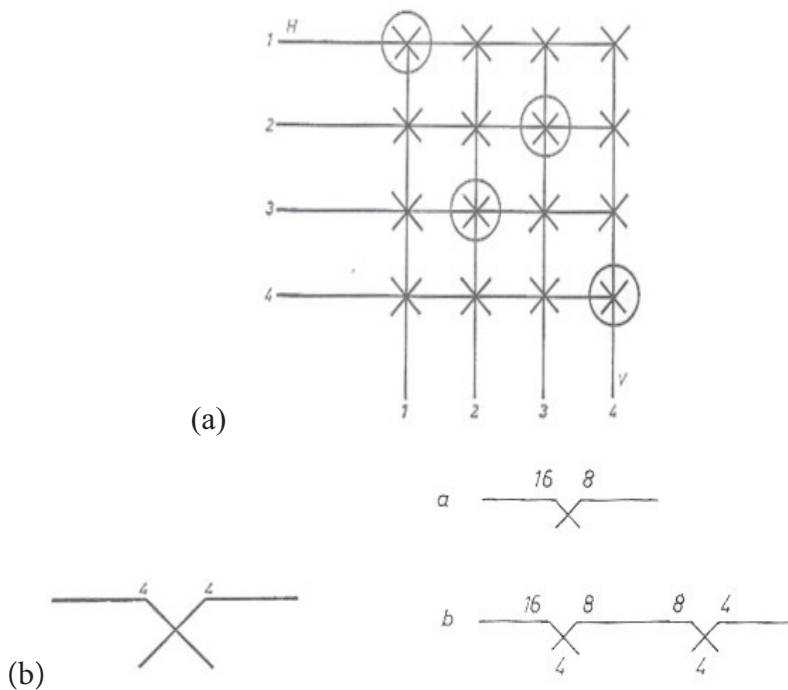


Fig. 3-28. Matrica komutuese: (a) lidhja e matricave, (b) paraqitja simbolike

Në (Fig. 3-28-b) është treguar mënyra e lidhjes së matricave, nga të cilat njëra është e llojit 16x8, ndërsa tjetra e llojit 8x4. Duke përdorur 4 matrica të këtij lloji mund të realizohen 64 hyrje (4x16), ose 16 dalje (4x4) me 32 lidhje reciproke.

3.5 RREGULLATORËT ELEKTRONIKË

Rregullatori është një pajisje ose më tepër pajisje mes të cilave realizohet procesi i rregullimit automatik. Rregullatori është element thelbësor i SRA. Funkzioni i saj rrjedh nga algoritmi i procesit të rregullimit, ose shprehja matematikore e varësisë funksionale të madhësisë dalëse nga ajo hyrëse. Detyra e tij është të kryer komandimin, me të cilin mbahet gjendja e duhur e procesit. Ajo mund të jetë:

- **konstant** – i pandryshueshme në kohë, pa marrë parasysh ndryshimin në kohë të parametrave të jashtëm, përdoret për të ruajtur gjendjen ekzistuese të procesit.
- **i ndryshueshëm** - në varësi të ndryshimit të madhësisë së hyrjes sistemi përdoret për ndryshimin e procesit nga gjendja fillestare në gjendjen e re të dëshiruar.

Rregullatori e kryen funksionin e tij në atë mënyrë që, së pari e mat devijimin e madhësisë që rregullohet nga vlera e saj e dhënë, dhe pastaj e gjeneron në sinjal të përshtatshëm komandues me të cilin korrigjohet devijimi i shkaktuar.

Në hyrje të rregullatorit veprojnë dy madhësi:

- sinjali proporcional i madhësisë që rregullohet $x(t)$
- vlera e parazgjedhur e madhësisë që rregullohet mund të jetë $x(t)$ dhe $y(t)$.

Rregullatori si qark në vete mund të përmbajë: komparator, rregullator specifik, përforcues, trup ekzekutiv. Rregullatori specifik është rregullator pa furnizim i elementit ekzekutiv. Bllok-skema e ciklit rregullator është treguar në Fig. 3-29, ku vend qendror ka qark për përpunimin dinamik të sinjalit.

Rregullatori kryen krahasimin dhe përpunimin dinamik të sinjalit, dhe pastaj e përforcon sipas fuqisë. Ai përbëhet nga 3 blloqe funksionale:

- blloku për krahasim të sinjaleve të hyrjes ($x_0-x(t)$);
- blloku për përpunimin dinamike (në kohë) të sinjaleve (P,I,D);
- blloku për përforcim të sinjaleve (A).

Këto blloqe mund të realizohen ose në një tërësi të vetme, ose si qarqe të veçanta teknike. Rregullatori shqyrtohet pa furnizim të elementit ekzekutiv.

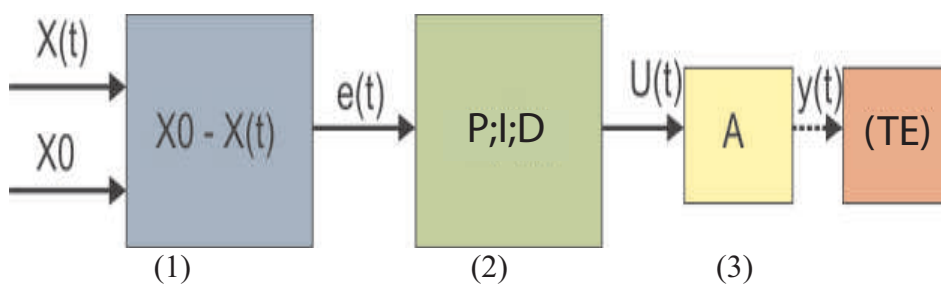


Fig. 3-29. Bllok-skema e ciklit rregullues

Qarku për veprim dinamik i rregullatorit (2) zë vend qendror. Ai në varësi të madhësisë së hyrjes $e(t)$ gjeneron madhësi dalje $U(t)$, sipas një ligji (proporcional, integral, diferencial, proporcional-integral, proporcional-integral-diferencial). Qarku për përforcim (3) është njësia dalje e rregullatorit, funksioni i të cilit është që të përforcojë sinjalin $y(t)$ deri në një kufi të caktuar të mjaftueshëm për eksitim trupin ekzekutiv (TE).

Sinjali i daljes përforcohet edhe në vetë rregullatorin, por sipas nevojës edhe në trupin ekzekutiv. Përforcuesi në varësi të strukturës së rregullatorit realizohet si pajisje mekanike, hidraulike, elektromekanike, elektronike etj. Qarku për përpunimin dinamik të sinjalit (2) dhe përforcuesi (3) mes veti janë të lidhur në seri.

Rregullatori elektronik punon në parimin e lidhjes së kundërt, përbëhet nga një ose më shumë përforcues si njësi qendrore si dhe nga një ose më tepër si komponente pasive në lidhjen e kundërt të përforcuesit. Karakteristika të përforcuesit janë: përforcimi i madh, impedanca hyrëse e madhe, impedancë dalje të vogël, konstantë kohore të vogël, karakteristikë lineare në brezin e lëshimit, ndjeshmëri të ulët në ndryshimet e temperaturës.

Rregullatorët mund të klasifikohen në varësi të: zbatimit, furnizimit, karakterit të sinjalit të daljes, në varësi të konstruksionit, regjimit të punës.

Në varësi të **zbatimit**, rregullatorët mund të jenë me:

- destinacion të veçantë (specifik) – përdoren për rregullimin e madhësive të caktuara si: rregullator të temperaturës, presionit, fluksit, shpejtësisë, tensionit;
- destinacion të përgjithshëm - përdoren për rregullim të madhësive me natyrë të ndryshme fizike.

Një lloj tjetër i klasifikimit të rregullatorët bëhet sipas **furnizimit të tyre** dhe ata mund të jenë:

- me veprim direkt – komandimin e kryejnë me energjinë të cilën e marrin nga madhësia e rregulluar dhe nuk ka nevojë për furnizim shtesë;
- me veprim indirekt - për punën e tyre përdorin furnizim shtesë. Këto rregullatorë në varësi të energjisë së përdorur ndahen në elektrik, pneumatik, hidraulik dhe të kombinuar.

Në varësi të natyrës së **sinjalit të daljes** $y(t)$ rregullatorët mund të jenë:

- rregullatorë me veprim të vazhdueshëm – veprojnë mbi procesin në varësi të devijimit të madhësisë së rregulluar, në raport me veprimin dinamik mund të jenë:
 1. proporcional (P)
 2. integrues (I)
 3. diferencial (D)
 4. proporcional - integral (PI)
 5. proporcional - integral – diferencial (PID).
- rregullatorë me veprim diskret – veprojnë vetëm në momente të caktuara (me rele, impulsiv, rregullatorë digjital).

Në varësi të **konstrukcionit ndahen në:**

- rregullatorë të llojit instrumental me dy versione: diskriminatori i sinjaleve është në përbërje të rregullatorit ose diskriminatori është pajisje e veçantë që është pjesë përbërëse e ndonjë pajisje tjetër;
- rregullatorë të llojit modulator realizohen me hyrje standarde dhe mund të lidhen në çdo element matës i cili ka dalje standarde.

Në varësi të ndryshimit të **regjimit të punës**, ndahen në:

- rregullatorë me regjimi konstant të punës të vendosur;
- rregullatorë me regjim pune të ndryshueshëm, të tillë janë: optimal dhe rregullatorë të adaptuar.

3.5.1 Rregullatori proporcional-P

Rregullatori proporcional karakterizohet me lidhje proporcionale të madhësisë së hyrjes dhe daljes dhe kjo lidhje shprehet si:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) \dots\dots\dots (3-19)$$

Rregullatori proporcional (P) reagon shpejt, por në shumë raste nuk i eliminon përgjithmonë devijimet e madhësisë së rregulluar. Madhësia e rregulluar gjithmonë ka ndonjë devijim të mbetur. Prandaj këto rregullatorë përdoren atje ku nuk është e nevojshme saktësi e madhe.

Rregullatori elektronik-P dhe ligji proporcional i rregullimit janë paraqitur në Fig. 3-30.

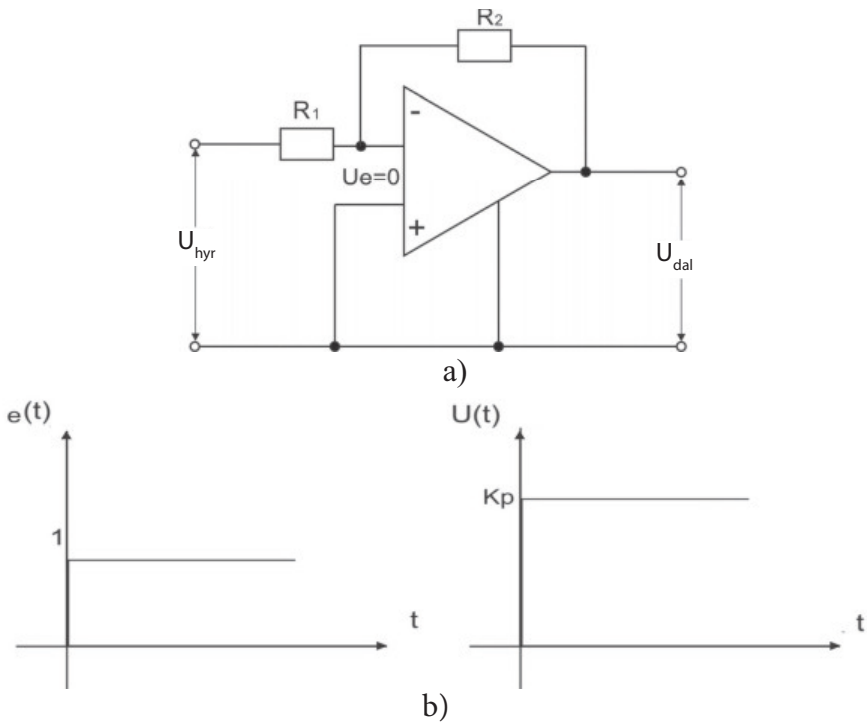


Fig. 30-30. Rregullatori elektronik-P, (a) bllok-skema parimore, (b) karakteristikat kalimtare (të transmetimit)

Në (Fig. 3-30-a) rezistorët R_1 dhe R_2 janë të varur nga temperatura, kurse varësia e sinjalit të daljes nga ai i hyrjes është dhënë me:

$$U_{dal}(t) = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{hyr}(t) \dots\dots\dots(3-20)$$

$$K_p = \frac{R_2}{R_1} = \frac{U_{dal}(t)}{U_{hyr}(t)}$$

Këto rregullatorë përdoren:

- për akordimin e impedancës së burimit të sinjalit $K_p=1$,
- për krahasimin e dy sinjaleve me nivele të ndryshme;
- shumëzimi me konstantën $K_p > 1$.

Funksioni kalimtar ($W(p)$) është:

$$W(p) = \frac{y(p)}{e(p)} = Kp, \quad p = j\omega \dots\dots\dots(3-21)$$

Këto rregullatorë përdoren atëherë kur impedanca e burimit është më e madhe dhe duhet të zvogëlohet për përpunimin e mëtejshëm të sinjalit. Shumëzimi me konstantën përdoret që të rregullohet faktori i proporcionalitetit që kërkohet kur krahasohen dy sinjale me nivele të ndryshme.

3.5.2 Rregullatori integrues-I

Rregullatori i integruar ka madhësi dalëse e cila është proporcionale me integralin në kohë të madhësisë hyrëse, sipas së cilës ky qark edhe e ka marrë emrin e tij. Kjo varësi është dhënë me:

$$u(t) = Ki \cdot \int e(t) \cdot dt \dots\dots\dots(3-22)$$

$$\frac{dU}{dt} = Ki \cdot e(t)$$

Ky ekuacion tregon se madhësia e daljes në këtë rregullator është proporcionale me integralin e madhësisë hyrëse. Ku K_i është koeficienti i proporcionalitetit ose koeficienti i transmetimit i rregullatorit ose parametër dinamik i cili mund të akordohet.

Skema parimore e rregullatorit-I është dhënë në (Fig. 3-31-a), si dhe karakteristika kalimtare e saj (Fig. 3-31-b).

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

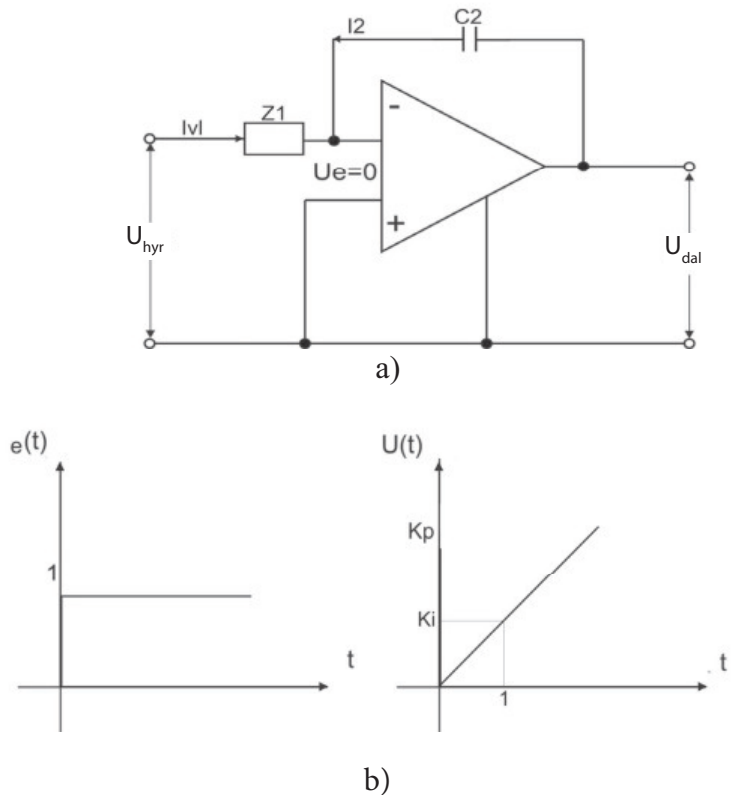


Fig. 3-31. rregullatori elektronik-I, (a) bllok-skema parimore, (b) karakteristikat kalimtare

Nëse në hyrje të rregullatorit integrues silltet sinjal pulsiv $X_m=1$, pas përfundimit të integrimit, fitohet karakteri i procesit kalimtar si:

$$U = K_i \cdot X_m \cdot t \dots\dots\dots (3-23)$$

$$\alpha = \arctg K_i \cdot X_m$$

Ky ekuacion tregon se për eksitim e këtij lloji në hyrje, në dalje fitohet sinjal i cili është proporcional me kohën t. Këndi mes funksionit dh boshtit të abshisës është α dhe ai varet në mënyrë proporcionale nga sinjali i hyrjes, siç rritet hyrja ashtu zmadhohet edhe këndi.

Duke pasur parasysh bllok – skemën parimore të rregullatorit elektronik-I, vlen:

$$Z_1 = R_1 \quad Z_2 = jX_{C2} = \frac{1}{j\omega C_2} \dots\dots\dots (3-24)$$

Atëherë:

$$\frac{U_{dal}(j\omega)}{U_{hyr}(j\omega)} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{1}{j\omega \cdot R_1 \cdot C_2}$$

$$Ti = R_1 \cdot C_2 \quad p = j\omega \quad \dots\dots\dots(3-25)$$

$$\frac{U_{dal}(p)}{U_{dal}(p)} = \frac{1}{p \cdot Ti}$$

Ku funksioni kalimtar (W(p)) është:

$$W(p) = \frac{u(p)}{e(p)} = \frac{Ki}{p} \quad \dots\dots\dots(3-26)$$

Veprimi i rregullatorit është relativisht i ngadaltë për shkak të vetive dinamike të elementit integrues, prandaj rrallë përdoret si njësi e pavarur. Mangësi është edhe ajo që fut pasiguri në qarkun rregullues.

Pozitive në këto rregullatorë është ajo që në të shumtën e rasteve devijimet humbin përgjithmonë.

3.5.3 Rregullatori diferencial-D

Varësia funksionale mes madhësive hyrëse dhe dalëse e rregullatorit diferencial është paraqitur me ekuacionin e mëposhtëm:

$$u(t) = Kd \cdot \frac{de}{dt} \quad \dots\dots\dots(3-27)$$

Kd – koeficienti i transmetimit të rregullatorit

Për shkak të natyrës së varësisë funksionale në këtë rregullator, ai e dhe e ka marrë emrin rregullator diferencial ose rregullator-D. Skema parimore e tij dhe karakteristika kalimtare janë dhënë në Fig. 3-32.

Madhësia dalëse është në raport të drejtë me shpejtësinë e ndryshimit të madhësisë hyrëse. Vlera absolute e sinjalit të hyrjes nuk ndikon në madhësinë e sinjalit të daljes. Sinjali i daljes është funksion impulsiv i cili karakterizohet me amplitudë të madhe (teorikisht ajo është e pafundme) dhe me gjerësi pafundësisht të vogël të impulsit, e cila është praktikisht e pamundur për tu realizuar.

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

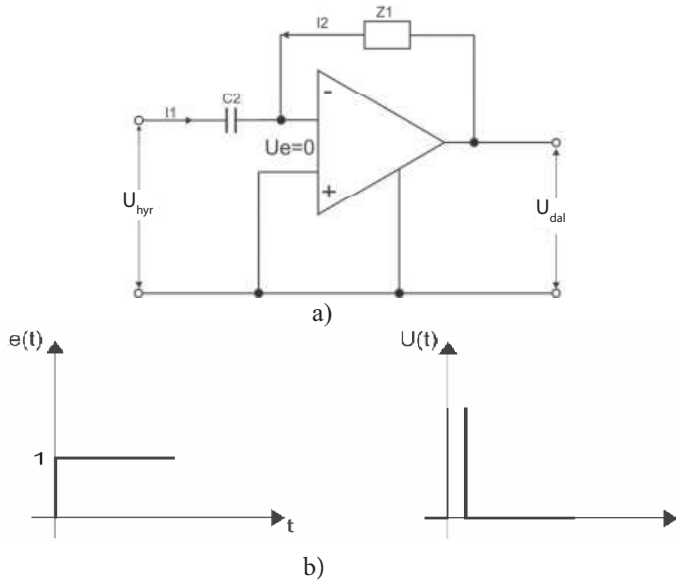


Fig. 3-32. Rregullatori elektronik -D, (a) bllok-skema parimore, (b) karakteristikat kalimtare

Për ndryshime shumë të ngadalshme në hyrje rregullatori nuk do të reagojë.

$$\frac{de}{dt} \approx 0 \quad u(t) \approx 0 \quad \dots\dots\dots(3-28)$$

Prandaj, ky rregullator shumë më mirë punon në frekuenca të larta se sa në të ulëta. Për fat të keq, në automatikë sinjalet që përdoren janë me frekuenca të ulëta, kurse zhurmat dhe pengesat tjera janë me frekuenca të larta, që është mangësi e këtyre rregullatorëve. Prandaj këto nuk përdoren të pavarur.

Funksioni i transmetimit ($W(p)$) i rregullatorit-D ideal fitohet me shprehjen:

$$p = j\omega$$

$$U(p) = Kd \cdot p \cdot E(p)$$

$$W(p) = \frac{U(d)}{E(p)} = Kd \cdot p = p \cdot Td \quad \dots\dots\dots(3-29)$$

Td – është konstanta kohore

Me rregullatorin elektronik fitohet përafërsisht veprim ideal diferencial i rregullatorit.

$$Z_1 = -jX_{C1} = \frac{1}{j\omega C_1} = \frac{1}{p \cdot C} \dots\dots\dots(3-30)$$

$$Z_2 = R_2$$

Funksioni kalimtar (i transmetimit) (W(p)) është:

$$W(p) = -\frac{U_i(p)}{U_1(p)} = \frac{Z_2}{Z_1} = -p \cdot R_2 \cdot C_1 = p \cdot Td \dots\dots\dots(3-31)$$

Td = - R₂ · C₁ – është konstanta kohore

Veprimi i këtij rregullatori në ndryshimet e ngadalshme të madhësive të hyrjes është i dobët. Për ndryshime shumë të ngadalshme të madhësive hyrëse rregullatori nuk reagon.

3.5.4 Rregullatori proporcional – integrues - PI

Sipas veprimit, rregullatori - PI është në grupin e rregullatorëve dinamik kompleks:

$$U(t) = Kp \cdot e(t) + Ki \int e(t) \cdot dt$$

$$U(t) = Kp \left(e(t) + \frac{1}{Ti} \int e(t) \cdot dt \right) \dots\dots\dots(3-32)$$

Ti- është konstanta kohore

Koeficienti i transmetimit Kp dhe konstanta Ti janë parametra të ndryshueshëm në rregullatorin-PI. Madhësia dalëse në rregullatorin-PI përbëhet nga dy komponente:

proporcionale: Kp · e(t)

integrale: $\frac{Kp}{Ti} \int e(t) \cdot dt \dots\dots\dots(3-33)$

funksioni i transmetimit W((p)) i rregullatorit e ka formën e mëposhtme:

$$W(p) = \frac{Kp \cdot (Ti \cdot p + 1)}{Ti \cdot p} \dots\dots\dots(3-34)$$

Në një kuptimin dinamik rregullatori-PI paraqet sistem prej dy elementeve dinamike të lidhur në paralel mes veti: elementit-P dhe elementit-I. Bllok-skema proporcionale e rregullatorit është dhënë në Fig. 3-33.

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

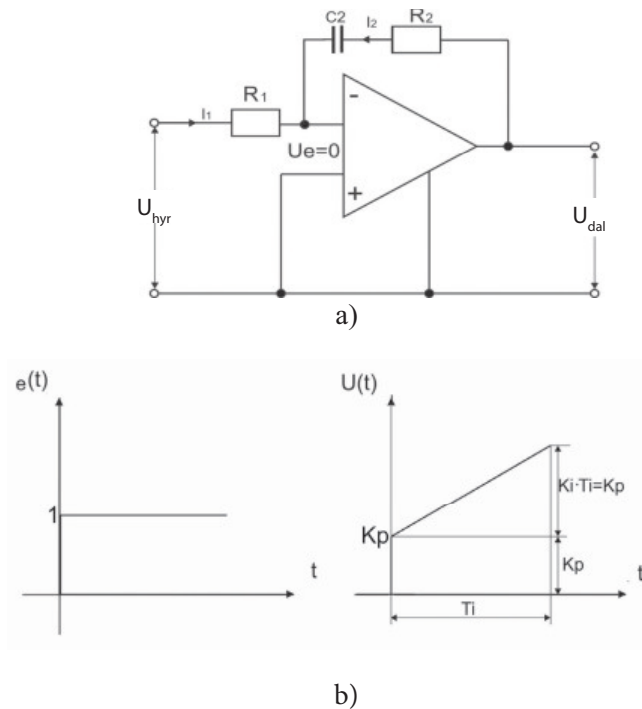


Fig. 3-33. rregullatori elektronik- PI , (a) bllok-skema parimore, (b) karakteristikat e transmetimit (kalimtare)

Funksioni i transmetimit ($W(p)$) është:

$$Z_1(t) = R_1 \cdot Z_2 = R_2 + \frac{1}{p \cdot C_2}$$

$$W(p) = -\frac{Z_2(p)}{Z_1(p)} = -\frac{R_2 + \frac{1}{p \cdot C_2}}{R_1}$$

$$W(p) = -\frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{1}{p \cdot R_2 \cdot C_2} \right)$$

$$Kp = \frac{R_2}{R_1} \quad dhe \quad Ti = R_2 \cdot C_2 \dots \dots \dots (3-35)$$

Përshtatja e rregullatorit-PI kryhet me ndryshimin e parametrave Kp dhe Ti . Kur zmadhohet Ti (tenton kah pafundësia) rregullatori – PI sillet si rregullator – P. Nëse Kp dhe Ti zvogëlohen (tentojnë në zero), atëherë

rregullatori sillet si rregullator - I. Funksionimi i sistemit të këtij lloji për rregullim karakterizohet me saktësi të lartë dhe shpejtësi të madhe.

3.5.5 Rregullatori proporcional – integrues – diferencial – PID

Rregullatori-PID është kombinim i të tre rregullatorëve -P, -I dhe -D. Në praktikë rregullatori për diferencim asnjëherë nuk realizohet i vetëm, por zakonisht i shtohet rregullatori proporcional ose atij proporcionalo-integrues.

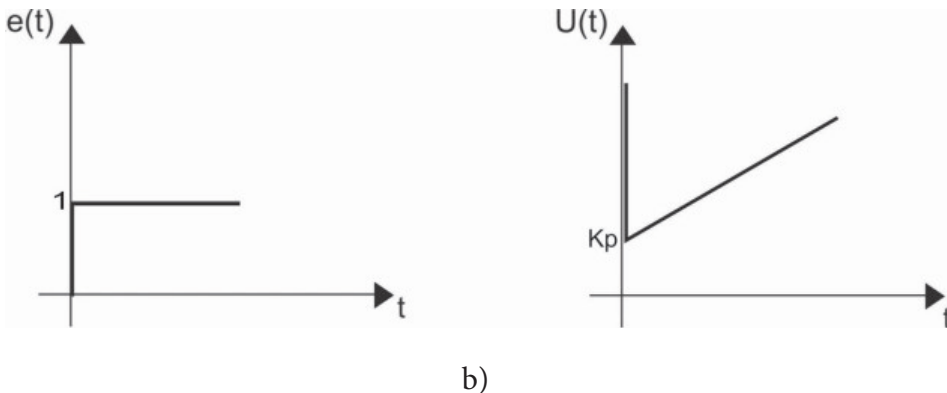
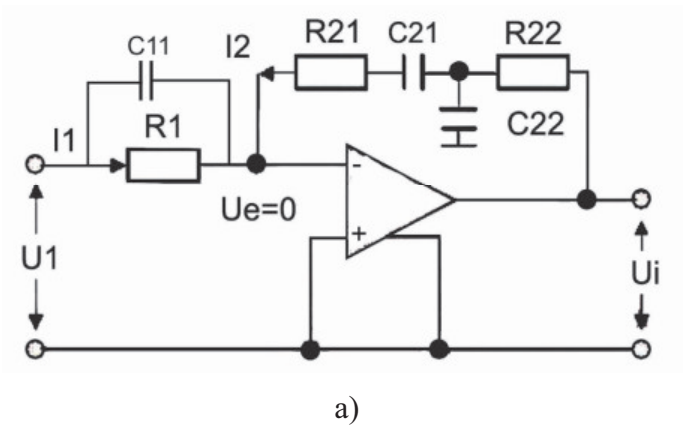


Fig. 3-34. Rregullatori elektronik –PID, (a) bllok-skema parimore, (b) karakteristikat e transmetimit

Në Fig. 3-34 është dhënë rregullatori – PID, ku impedanca në lidhjen e kundërt është qark i kombinuar me elemente RC (R_{21} , R_{22} , C_{21} dhe C_{22}). Funksioni i transmetimit ($W(p)$) i rregullatorit është:

$$Z_1(p) = R_1$$

$$Z_2(p) = \frac{1}{p \cdot C_2} \cdot (1 + p \cdot R_{21} \cdot C_{21}) \cdot (1 + p \cdot R_{22} \cdot C_{22}) + P \cdot R_{21} \cdot C_{22} \dots (3-36)$$

$$W(p) = -\frac{Z_2(p)}{Z_1 \cdot Kp}$$

Funksioni i transmetimit ($W(p)$) është:

$$W(p) = Kp + Ki \cdot \frac{1}{p} + Kd \cdot p = \frac{1}{p \cdot Ti} \cdot Kp \cdot (Ti \cdot p^2 + Ti \cdot p + 1) \dots (3-37)$$

Rregullatori përshtatet përmes rregullimit të parametrave Kp , Ti dhe Td . Kur parametri $Td=0$, rregullatori-PID sillet si rregullator-PI.

3.5.6 Mënyrat e përshtatjes së rregullatorëve

Gjatë komandimit të proceseve që të shmanget përshtatja (akordi-mi) e paplanifikuar i parametrave të rregullatorit, që në praktikë është i padëshirueshëm, janë zhvilluar metoda të thjeshta të cilat bazohen në analizat teorike dhe testimet praktike. Ekzistojnë disa metoda për përcaktimin e parametrave të rregullatorit, nga të cilat më të njohura janë: metoda e Ziegler-Nichols, metoda e Chien-Hrones-Reswick dhe metoda e optimumit simetrik dhe modular.

Metoda e **Ziegler-Nichols** paraqet mënyrë eksperimentale në përcaktimin e parametrave të rregullatorëve: -P, -P ose -PID. Me këtë metodë nënkuptohet nëse sistemi është i realizuar me lidhje të kundërt, ajo nuk është thënë të anulohet. Pa dallim nga ligji kryesor i komandimit P, PI ose PID, veprimin i rregullatorit bie proporcionalisht (Kp), me atë që konstanta kohore e integrorit shkon kah maksimumi (Ti tenton kah pafundësia), kurse konstanta kohore e diferenciatorit shkon drejt minimumit (Td tenton drejt zeros). Atëherë Kp vendoset në një vlerë të vogël, ashtu që cikli rregullues duhet të jetë i qëndrueshëm. Sistemi eksitohet me sinjal impulsiv dhe Kp rritet me vlera të vogla hap pas hapi. Në oshiloskop ndiqet sinjal i daljes, në një moment zmadhimi i Kp do të çojë që sistemi të jetë në kufirin e stabilitetit, që do të shkaktoj oshilimin e tij. Kjo vlerë e mbahet mend si $(Kp)_{kr}$ – vlera kritike, si dhe perioda e oshilimeve T_{kr} . Sipas kësaj metode është bërë tabela për përcaktimin e vlerave të parametrave të rregullatorit, për vlera të njohura të $(Kp)_{kr}$ dhe T_{kr} :

Rregullatori	Kp	Ti	Td
P	$0,55 \times (Kp)_{kr}$	-	-
PI	$0,35 \times (Kp)_{kr}$	$1,25 \times T_{kr}$	-
PID	$0,60 \times (Kp)_{kr}$	$0,80 \times T_{kr}$	$0,2 \times T_{kr}$

Mangësi e kësaj metode është se sistemi patjetër të çohet deri te kufiri i oshilimit, që në disa raste nuk është e lejueshme. Megjithatë, edhe kjo është e mirë nëse me rregullimin e paplanifikuar të parametrave të shkaktohen oshilime të mëdha.

3.6 RREGULLATORËT ME VEPRIM DISKRET

Elementet me karakteristika kalimtare jolineare janë edhe rregullator me rele. Rregullatorët me karakteristika rele quhen rregullatorë me veprime jo të vazhdueshme (diskrete) ose me veprim të me shkëputje. Trupi ekzekutiv i komanduar me madhësi të tillë të ndryshueshme mund të marrë disa pozicione fikse. Në varësi nga pozicionet e fituara fikse rregullatorët me veprim diskret mund të jenë: rregullator me dy pozicione, rregullator me tre pozicione ose rregullator impulsiv.

Rregullatori me dy pozicione

Madhësia dalëse e këtyre rregullatorëve mund të ketë vetëm dy vlera konstante. Elementi ekzekutiv i cili komandohet nga rregullatori ka vetëm dy pozicione. Karakteristika dalëse statike e këtij rregullatori është dhënë në Fig. 3-35.

Madhësia dalëse $y(t)$ nuk ndryshon në kufijtë e ndryshimit të madhësisë hyrëse $x(t)$. Madhësia dalëse mund të jetë në një moment minimale, kurs në momentin tjetër maksimale. Ndryshimi i këtyre vlera ndodh në një pikë të vetme të karakteristikës.

Varësia funksionale e madhësisë së daljes nga madhësia e rregulluar është dhënë me shprehjen:

$$Y = 0 \text{ për } X < X_0 \text{ ndërsa } Y = 100\% \text{ për } X > X_0 \text{ (3-38)}$$

Këto rregullatorë janë rregullatorë me një pikë të përbashkët. Ato përdoren për qëllime të ndryshme, si: mekanike, pneumatike, elektrike apo rregullatorë të kombinuar.

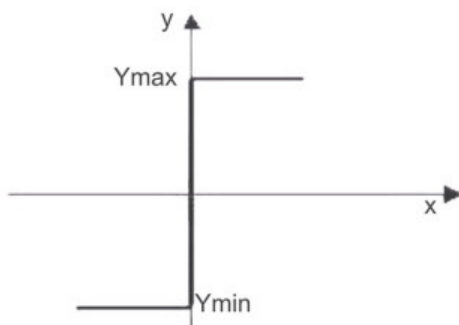


Fig. 3-35. Karakteristika statike e rregullatorit me dy pozicione

Shembulli i mëposhtëm na jep sqarime si kryhet rregullimi i temperaturës së furrës elektrike (E).

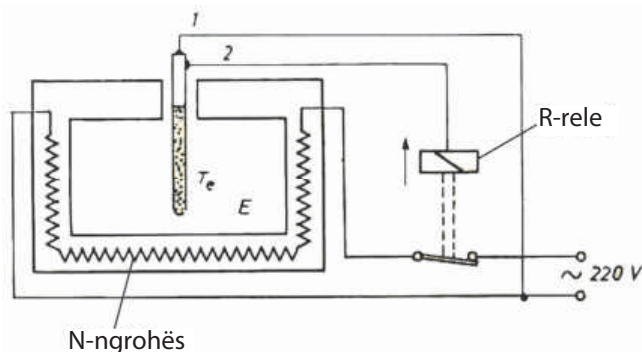


Fig. 3-36. Shembull i rregullatorit të temperaturës së furrës elektrike me dy pozicione

Spirale e saj për ngrohje është e lidhur me rrjetin e tensionit 220V. Temperatura matet nga termometër zhive (merkur) (T_e). Vendosja e vlerave të dëshiruara të termometrit bëhet me telin përçues që është e vendosur në termometër. Funksinin e elementit ekzekutiv e ka releja (R), e cila me kontaktet e saj e kyç ose e shkyç elementin për ngrohje të furrës (N). Në Fig. 3-36 është dhënë një shembull i rregullatorit të temperaturës me dy pozicione të furrës elektrike.

Dinamika e sistemit për rregullim varet nga dinamika dhe ndryshimi i nxehtësisë në furrë. Karakteristika kohore e procesit të parregulluar është një përgjigje impulsive e lakores. Karakteristika varet nga dy madhësi: konstanta kohore (T) dhe vonesa në kohë (τ). Funksinimi i këtij sistemi mund

të paraqitet me diagram i cili është dhënë në Fig. 3-37, ku në diagramin (a) është dhënë ndryshimi i madhësisë që rregullohet, kurse në (b) është dhënë karakteristika statike e rregullatorit, në (c) është dhënë ndryshimi i madhësisë që kontrollohet me rregullator. Vlera e paracaktuar e madhësisë që rregullohet X_0 është e vendosur në $50\%X_{max}$. Kur $X(t)$ ndryshon sipas lakores (1) dhe e merr vlerën e caktuar X_0 , mbyllet qarku elektrik i furnizimit dhe atëherë shkyçet ngrohësi. Për shkak të kohës së statusquos vlera e $X(t)$ edhe më tej rritet, pas kalimit të kohës statusquo madhësia e rregulluar filon të bjerë. Gjatë kalimit në vlerën X_0 qarku elektrik ndërpritet dhe kyçet ngrohësi i furrës. Cikli i rritjes dhe zvogëlimit të vlerës $X(t)$ është dhënë në Fig. 3-37 (b) dhe është në mënyrë shumë të rreptë.

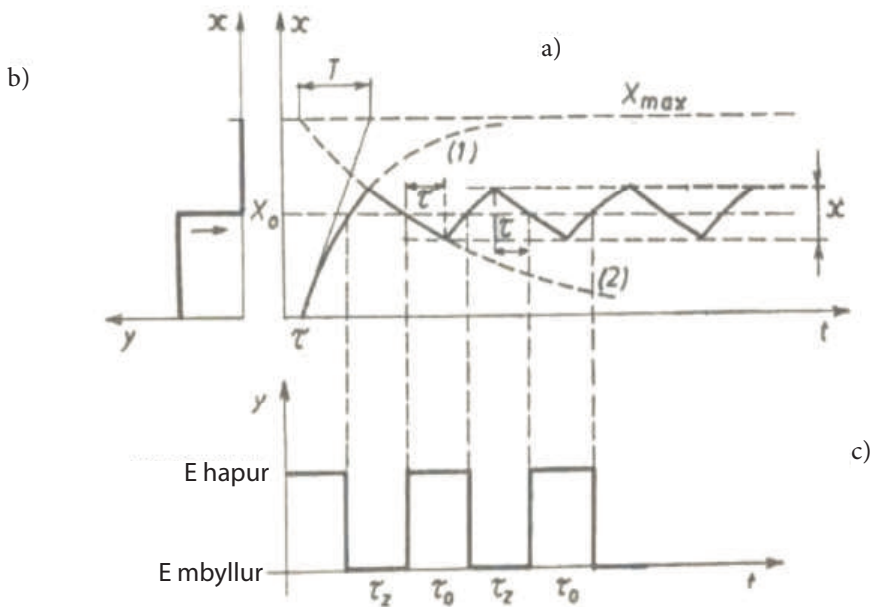


Fig. 3-37. Diagrami i funksionimit të rregullatorëve me dy pozicione

Në rregullatorët me dy pozicione saktësia e rregullimit varet nga zgjedhja e elementit ekzekutiv.

Rregullatorët me tre pozicione

Kështu quhen rregullatorët madhësia dalëse e të cilëve ka tre vlera. Këto janë rregullatorë ku trupi ekzekutiv mund të merr tre pozicione të ndryshme. Rregullatorët me tre pozicione në varësi të karakteristikës statike ndahen në: rregullatorë me tre pozicione me zonë të pandjeshmërisë

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

dhe rregullator me tre pozicione me zonë të pandjeshmërisë dhe të histerezisë. Diagrami i funksionimit të rregullatorit me tre pozicione dhe me katër pika të përbashkëta është dhënë në Fig. 3-38.

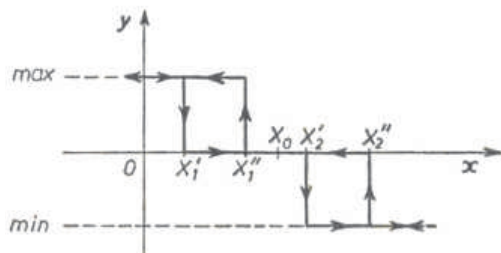


Fig. 3-38. Diagrami i funksionimit të rregullatorit me tre pozicione

Një shembull i rregullimit me tre pozicione është dhënë në Fig. 3-39. Elemente të rregullatorit me tre pozicione janë: qarku për kontakt K_p i cili është i lidhur me instrumentin matës, reletë konstante K_1 dhe K_2 , motor i rrymës alternative dhe trupi ekzekutiv T_e .

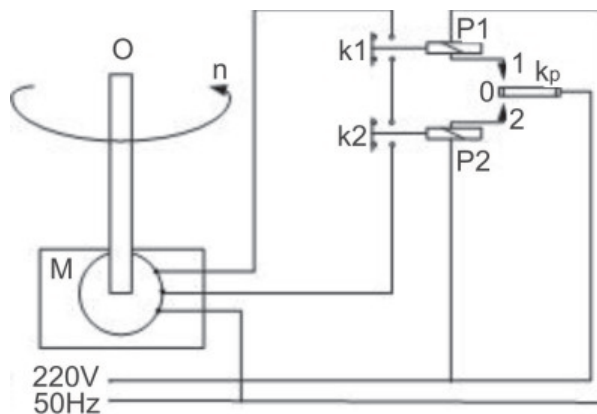


Fig. 3-39. Rregullatori me tre pozicione

Me aktivizimin e njëjës rele me kontaktet K_1 dhe K_2 , mbyllet qarku për furnizim me motorin. Me motorin aktivizohet trupi ekzekutiv (T_e), i cili rrotullohet në njërin ose drejtimin tjetër. Rregullatori ka tre vlera dalëse $y=Y_1$, $y=Y_2$, $y=0$, në varësi të tre pozitave të mundshme të sistemit të kontakteve: elektroda e lëvizshme (0) në pozicionin neutral; elektroda e lëvizshme në pozitën (1) ose pozicionin (2). Motori elektrik me dinamikën e tij ndikon në sjelljen e gjithë sistemit.

Rregullatorët me dy pozicione dhe tre pozicione përdoren për rregullimin e madhësive të proceseve ku kërkohet saktësi e madhe e rregullimit dhe atje ku gabimi dinamik nuk është me rëndësi të madhe. Këto rregullatorë janë të thjeshta në strukturën e tyre, janë të lehtë për mirëmbajtje dhe manipulim dhe zakonisht kanë çmime të ulëta të kostos.

Rregullatorët impulsiv (komutues)

Rregullatorët impulsiv janë në grupin e rregullatorëve me veprim diskret. Në aspektin konstruktiv dallohen nga rregullatorët tjerë me atë që kanë element të veçantë për të konvertuar sinjalet e variablove të ndryshueshme (madhësia që rregullohet) në një seri të impulseve. Blloku komandues i rregullatorit përbëhet nga dy pjesë: një element të impulseve dhe modulator impulsev. Në Fig. 3-40 është dhënë bllok-skema e rregullatorit impulsiv.

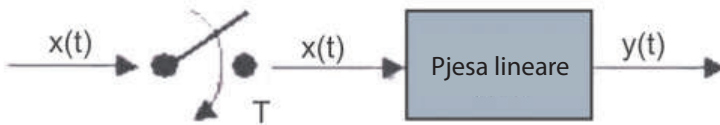


Fig. 30-40. Bllok-skema e rregullatorit impulsiv

Elementi i impulsiv në bllok-skemë është paraqitur si një çelës i cili mbyllet në çdo T sekonda dhe mbetet i mbyllur një kohë shumë të shkurtër. Në hyrje të elementit impulsiv sillet sinjal i vazhdueshëm $X(t)$, kurse në dalje fitohet sinjal impulsiv $X_i(t)$. Transformimi i madhësisë së ndryshueshme të vazhdueshme në madhësi diskrete bëhet në tre mënyra:

- duke ndryshuar amplitudën e impulsit, modulim impulsiv në amplitudë;
- duke ndryshuar gjerësinë e impulseve, modulim impulsiv i pozicionit;
- duke ndryshuar kohëzgjatjen e impulsit, modulim impulsiv në kohë.

Me rregullatorët impulsiv mund të realizohet secila nga format standarde të karakteristikave dinamike të rregullatorëve P, PI, PD, PID. Rregullatorët me veprim impulsiv mund të jenë edhe me dy pozicione edhe me tre pozicione. Rregullatorët impulsiv përdoren për rregullimin e proceseve me vonesa ku rregullatorët tjerë nuk japin karakteristika të mira.

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

Rregullatorët impulsiv duhet të kenë konstantë kohore relativisht të madhe dhe shpejtësi të vogël të ndryshimit të madhësisë së ndryshueshme. Shkallë të madhe të rendimentit të linjave të transmetimit.

Analizat e deritanishme kanë të bëjnë me rregullatorët ideal të cilët janë të përbërë nga elemente ideale dinamike. Rregullatorët industrial janë të përbërë nga elemente reale me karakteristika dinamike që ndryshojnë nga karakteristikat për të cilat folëm, ato janë karakteristika reale të cilat devijojnë më shumë ose më pak nga ato ideale.

3 PËRMBLEDHJE

- ❖ Komandimi automatik është proces gjatë të cilit operacionet realizohen me ndërmjetësimin e sistemeve, të cilët funksionojnë pa njeriun, në përputhje me algoritmin e dhënë paraprakisht për krijimin e veprimeve komanduese.
- ❖ Sistem për komandim automatik (SKA) është tërësia e objektit që komandohet dhe pajisjes për komandim automatik, të lidhur që të veprojnë reciprokisht në mënyrë të caktuar.
- ❖ Rregullimi automatik (SRA) nënkupton mbajtjen konstante të vlerës të ndonjë madhësie të dhënë e cila e karakterizon procesin ose ndryshimin e saj sipas një ligji të dhënë .
- ❖ Sistemet e hapura për komandim automatik janë sisteme në të cilët komandimi me objektin është e drejtpërdrejtë.
- ❖ Sistemi i mbyllur i komandimit karakterizohet me lidhje të kundërt e cila mundëson krahasim të madhësisë dalëse dhe madhësisë hyrëse, ku fitohet madhësi komanduese $u(t)$ e cila vepron në hyrje të OK, si funksion i madhësisë hyrëse dhe dalëse.
- ❖ Ndryshorja (variabla) e dhënë $x(t)$ quhet ndryshore referente ose referencë. Ajo e definon vlerën e dhënë në dalje $y(t)$.
- ❖ Çdo SKA është i përbërë nga: objekti që komandohet (OK) dhe nga një ose më tepër elemente komanduese shoqëruese (EK).
- ❖ Konvertorët për matje janë elemente primare të sistemeve për komandim. Ato janë komponente ose pajisje të cilat në mënyrë sasiore e konvertojnë madhësinë që matet në sinjal i cili mund të përpunohet.
- ❖ Konvertorët matës elektrik me rezistencë aktive, punon në ndryshimin e rezistencës omike në funksion të ndryshimit të gjatësisë, sipërfaqes, diametrit ose rezistencës specifike të rezistionit.
- ❖ Konvertorët induktiv (senzorët) punojnë në ndryshimin e një ose më tepër induktiviteteve.
- ❖ Efekti i Hall-it paraqitet në material me një trashësi të caktuar, i cili është në gjendje agregate të ngurtë dhe i cili ndodhet në fushë magnetike të jashtme, kur nëpër të do të lëshohet rryma paraqitet tension, drejtimi i të cilit është normal me drejtimin e vektorit të fushës magnetike (B).

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

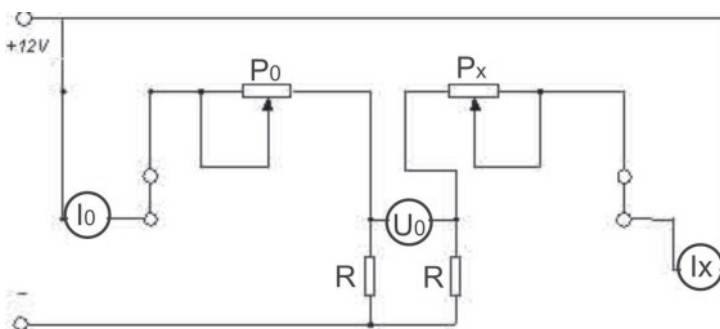
- ❖ Detektori i sinjalit të gabimit është pajisje e cila e përcakton vlerën e saktë në krahasim me vlerën e dëshiruar në sistem.
- ❖ Detektori i sinjalit të gabimit quhet ose diskriminator ose komparator.
- ❖ Rregullatori është pajisje ose më tepër pajisje mes të cilave realizohet procesi i rregullimit automatik.
- ❖ Elemente bazë të lidhjeve komutuese automatike në pjesën për komutim janë reletë;
- ❖ Rregullatori proporcional (P) karakterizohet nga një lidhje proporcionale madhësisë hyrëse dhe dalëse.
- ❖ Rregullatori integrues (I) ka madhësi dalëse e cila është proporcionale me integralin në kohë të madhësisë së hyrjes.
- ❖ Rregullatori – D ka varësi të diferenciale mes madhësive hyrëse dhe dalëse.
- ❖ Përshtatja e rregullatorit – PI kryhet duke ndryshuar parametrat K_p dhe T_i . Kur rritet T_i (tenton kah pafundësia) rregullatori –PI sillet si rregullator - P. Nëse K_p dhe T_i zvogëlohen (prijen kah zeroja), atëherë rregullatori sillet si rregullator-I. Funksionimi i këtij sistemi të rregullimit karakterizohet me saktësi të lartë dhe shpejtësi të madhe.
- ❖ Rregullatori – PID është kombinim i të tre, rregullatorëve - P, I dhe D. Rregullatori përshtatet duke rregulluar parametrat K_p , T_i dhe T_d . Kur parametri $T_d = 0$, atëherë rregullatori –PID sillet si rregullator-PI;
- ❖ Elementet me karakteristika kalimtare (të transmetimit) jolineare përdoren si rregullatorët dhe janë rele. Varësisht nga pozicionet fikse të marra rregullatorët me veprimi diskret mund të jenë: rregullatorë me dy pozicione, rregullator me tre pozicione ose rregullator impulsiv.

PYETJE DHE DETYRA:

1. Cilat janë elementet e sistemit për komandim?
2. Çka janë sinjalet e hyrjes, dhe çka janë sinjalet e daljes në sistemet e komandimit?
3. Cilat janë kriteret bazë për ndarjen e SKA?
4. Të vizatohet diagrami kohor i sinjalit të hyrjes dhe sinjalit të daljes në elementin impulsiv.
5. Numëro karakteristikat e sistemit të hapur të komandimit!
6. Vizato bllok-skemën e sistemit të mbyllur të komandimit!
7. Vizato paraqitjen parimore të rregullatorit - PID!
8. Cilat janë avantazhet dhe disavantazhet e lidhjes së kundërt?
9. Bëje dallimin në mes të skemës parimore të rregullatorit - PI me rregullatorin - PID!
10. Cilat janë përparësitë që i siguron automatizimi?

Detyra 1: Regjistro karakteristikat e konvertorëve fotorezistiv të dhënë.

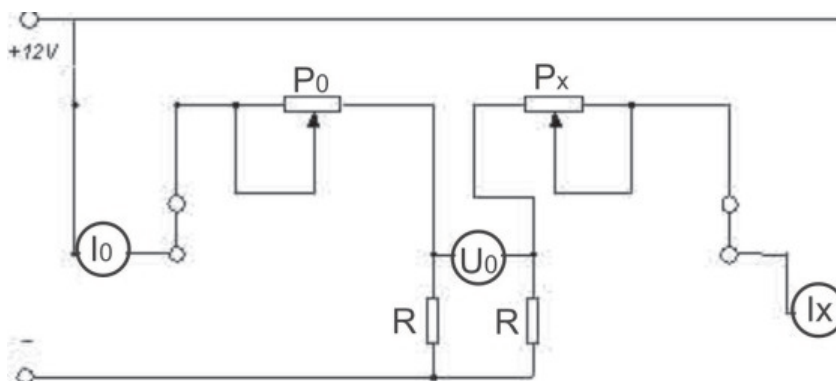
Detyra 2: Incizimi i karakteristikave të diskriminatorit të rrymës.
- të lidhen elementet sipas skemës së caktuar dhe të maten vlerat e rrymës së ndryshueshme I_x duke ndryshuar rrëshqitësin e potenciometrit $P(x)$ për vlera të caktuara të rrymës I_0 . Rezultatet të vendosen në tabelë.



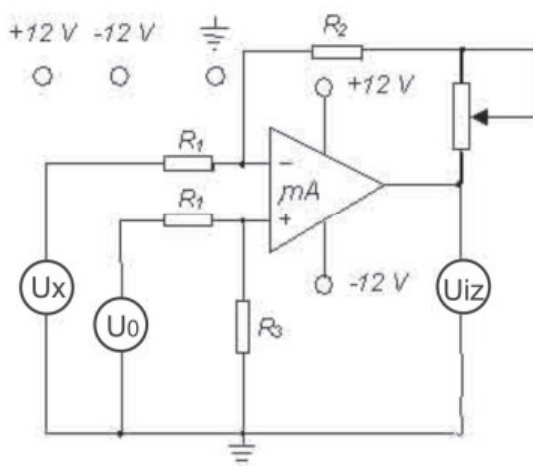
Detyra 3: Të lidhen elementet sipas skemës së dhënë. Të maten ndryshimet e tensionit në varësi të ndryshimeve të vlerave momentale të rrymës I_x me ndryshimin e potenciometrit P_x , nëse janë dhënë vlerat e rrymës I_0 .

3. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE NË QARQET PËR RREGULLIM

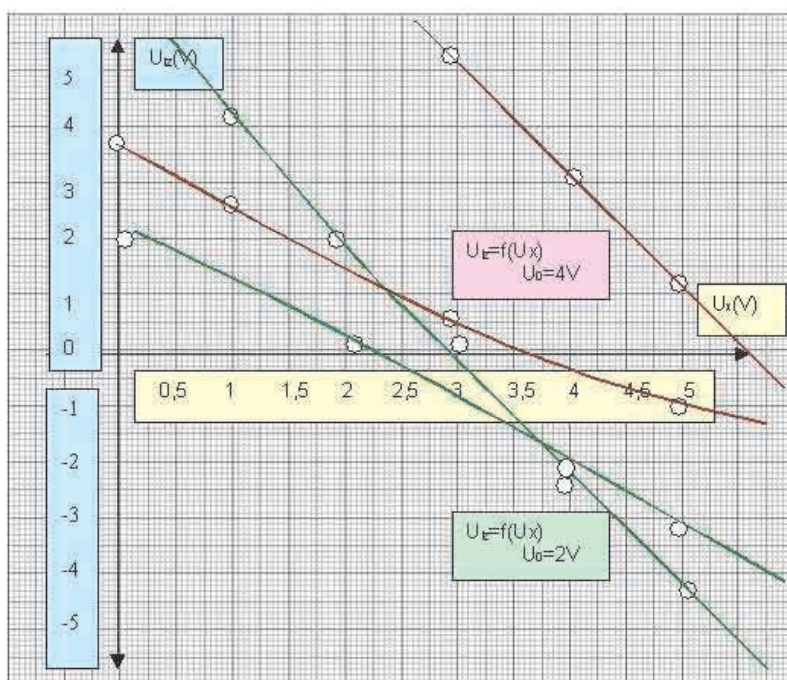
Rezultatet të shkruhen në tabelë. Të vizatohet varësi grafike.



Detyra 4: Të matet tensioni i detektorit të gabimit me përforcues operacional, nëse ndryshon tensioni i hyrjes invertuese U_x , për vlerë konstante të tensionit në hyrjen joinvertuese U_0 . Rezultatet e matjeve të shkruhen në tabelë dhe të vizatohet varësi grafike.



Përgjigje: Diagramet e mundshme të vlerave të matura:



4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM DHE MBROJTJE

Përparimi i shpejtë i teknologjisë ka çuar në zgjidhjen e shumë detyrave komanduese me lidhjen e kontrolluesve logjik të programueshëm dhe sistemeve qendrore kompjuterike komanduese. Gjatë kësaj në sistem lidhen sensorë dhe njësitë që komandohen: motorë, komutatorë, ventil, panelet operationale etj. Mundësitë e komunikimit mes pajisjeve janë aq të mëdha me çka mundësohet shkallë e lartë në shfrytëzimin dhe efikasitet në koordinimin e procesit të komandimit dhe fleksibilitet në realizimin e ideve të ndryshme. Gjatë kësaj çdo komponentë luan një rol të rëndësishëm pavarësisht nga madhësia e saj.

Me lidhjen e sistemeve qendrore kompjuterike komanduese dhe shfrytëzimin e kontrolluesve logjik të programueshëm mundësohet edhe ekzekutimi i të gjitha funksioneve të monitorimit, kontrollit dhe sinjalizimit të proceseve për funksionimin normal të tyre.

Monitorimi në procesin komandues paraqet ndjekje të vazhdueshme të të gjitha ndryshimeve dhe konvertim të këtyre ndryshime në sinjale elektrike përkatëse.

Kontrollimi në procesin e komandimit paraqet krahasim të sinjaleve të marra më parë me vlerat e dhëna paraprakisht dhe marrjen e vendimit në eliminimin e dallimeve eventuale.

Sinjalizimi në procesin e komandimit paraqet prezantim vizual dhe zanor të informacionit për gjendjen momentale të procesit.

Duke marrë parasysh të gjitha këto funksione, mund të përfundohet se procesi i përgjithshëm do të kontrollohet plotësisht, me çka mundësohen fazat e veçanta edhe atë:

- ndalimi i pakushtëzuara;
- alarmimi;
- sinjalizimi;
- aktivizimi i sistemeve dhe pajisjeve të veçanta për kryerjen e veprimeve mbrojtëse.

4.1 ARQITEKTURA E SISTEMIT PËR KONTROLLIM

Sistemi i komandimit është i përbërë nga një mori e pajisjeve elektronike dhe mjeteve të cilat sigurojnë stabilitet dhe saktësi gjatë punës, si dhe eliminimin e gjendjeve kalimtare të dëmshme në proceset e prodhimit. Sistemi për komandim mund të jetë në forma të ndryshme: nga makina energjetike e deri te instalime të mëdha.

Sistemet moderne janë të lidhur me kontrollorët logjik të programueshëm dhe sistemet qendrore kompjuterike komanduese. Në sistemet e automatizuara, zakonisht qendra e sistemit për komandim dhe kontrollim janë kontrolluesit-PLC. Me programin e vendosur në kujtesën e PLC përcaktohet se çfarë urdhri duhet të dërgohet në pajisjet dalës. Për komandimet më komplekse përdoren më tepër PLC të lidhur me kompjuterin qendror.

PLC (PROGRAMABLE LOGICAL CONTROLLER) është sistem industrial mikrokontrollues në të cilin hardueri dhe softueri janë të adaptuar në kërkesat e procese industriale. Me ata sistemi nuk mbetet pa mbikëqyrje dhe kontroll.

Në Fig. 4-1 është dhënë një sistem i realizuar me PLC për kontrollin lokal të një impianti.

Lidhjet reciproke të transmetimit janë quajtur:

- 1) CONTROLLER LINK – transmetim i informacioneve në paketa, shërben për bartje automatike dhe të programueshme të sasive të mëdha të informacioneve dhe monitorim të rrjetave (të shënuara me vija të kuqe). Ato janë lidhje mes llogaritësit qendror dhe llogaritësve lokal.
- 2) Ether NET - transmetim të informacioneve në paketa me shpejtësi të madhe dhe distanca të mëdha (të shënuara me vija të kaltra). Ato janë lidhjet mes llogaritësve lokal dhe kontrolluesve PLC.

4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM DHE MBROJTJE

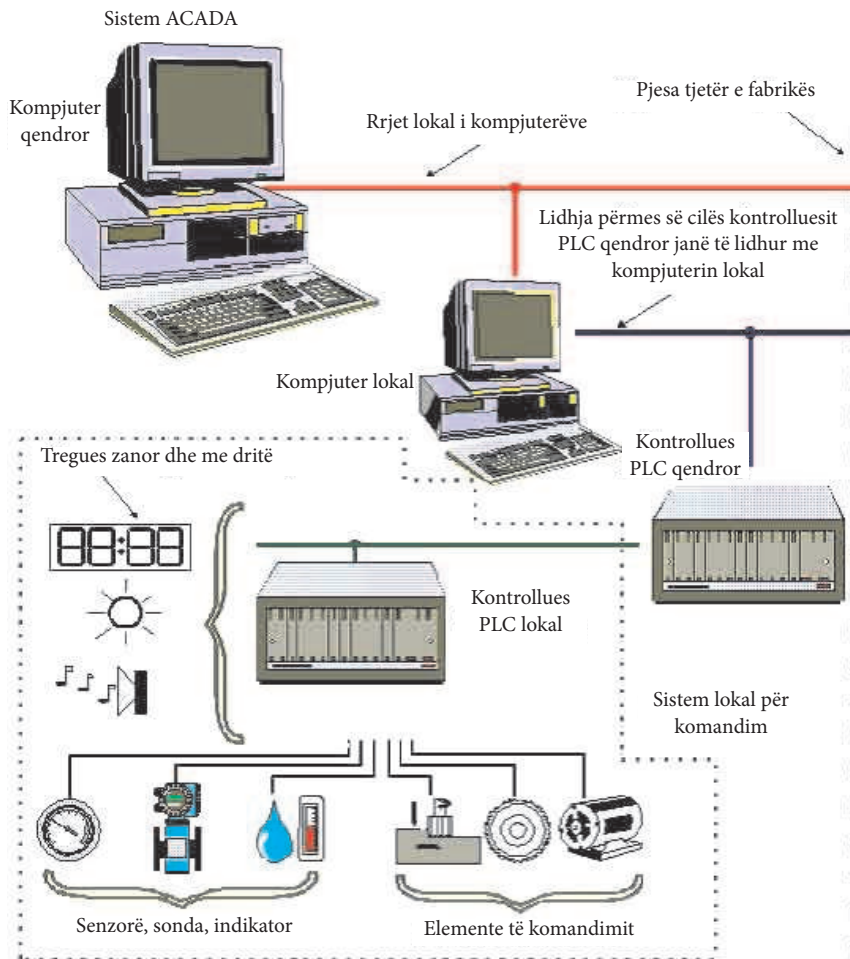


Fig. 4-1. Është dhënë një sistem me PLC për kontroll lokal të një impianti

- 3) CS1D Duplex PLC – mundëson transferimin automatik të punëve nga njësia e dëmtuar në atë zëvendësuese (njësitë – Duplex) pa ndërprerjen e punës. Me këtë sistemi asnjëherë nuk mbetet pa kontroll (të shënuar me ngjyrë të gjelbër). Këto janë lidhjet mes kontrollorëve PLC.
- 4) DEVICE NET- kabllo special për transmetim të mesazheve, kontrollim të sinjalit, komunikim (të shënuar me vija të zeza). Ato janë lidhjet mes kontrollorëve PLC dhe elementeve të komandimit (njësi hyrëse dhe pajisje dalëse).

4.2 SISTEMET PLC

Në thelb PLC është një sistem me mikroprocesor i cili përmban programin e vetë për mbështetje, lidhje të pajisjeve U/I për komunikim me kontrollorin, me panelin e operatorit ose me instrumente tjerë për tregim.

Ai e kryen funksionin e automatit logjik sekuencial. Në të janë të inkuorporuar mundësitë për kryerjen e funksioneve të barabarta matematikore të cilët mundësojnë realizimin e funksioneve të jashtme të komandimit të programuar.

Në këtë mënyrë PLC mbi bazën e disa sinjaleve hyrëse përcakton sinjale dalëse të duhura. Është i bërë si zëvendësim i logjikës me rele ose gjysmëpërçuese. Ai është një mikrokompjuter, i cili përveç funksioneve logjike mund të kryej edhe llogaritje aritmetike.

Karakteristika të përgjithshme:

- Programim me gjuhë të veçanta programore simbolike, të përshtatur me logjikën e rrjetave të releve;
- mundësi për të punuar në objektet industriale, mundësi për tu instaluar në vetë makinën;
- mirëmbajtje e lehtë, siguri më të madhe dhe qëndrueshmëri, çmime konkurruese;
- mundësia për tu lidhur me sisteme komandimi më të mëdha dhe hierarkike.

Kërkesat e përgjithshme të cilat duhet ti përmbushin kontrollorët janë:

- programim i thjeshtë dhe i shpejtë, mirëmbajtje e programit në vendin e punës nga ana e përdoruesit;
- organizim me module për mirëmbajtje dhe riparim më të thjeshtë;
- siguri të madhe në punë;
- dimensione të vogla dhe çmime të pranueshme.

Avantazhet e bllokut komandues të ndërtuar me kontrollorë-PLC:

- janë të nevojshëm 80% më pak kablllo për ndërlidhje (në krahasim me sistemet konvencionale);
- konsumimi i energjisë është ulur ndjeshëm;
- është e mundur identifikimi i shpejt dhe i thjeshti gabimeve;
- ndryshimet në një sekuencë të komandimit ose transferimi i në proces tjetër të komandimit kryhet përmes panelit komandues mobil (terminalit) ose me ndihmën e softuerit të sistemit;

4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM DHE MBROJTJE

- janë të nevojshëm shumë pak pjesë rezervë;
- është shumë më i lirë se sistemet komanduese konvencionale sidomos në rastet kur janë të nevojshëm më shumë pajisje U/I dhe kur funksionet komanduese janë komplekse;
- siguri të madhe në punë.

Arkitektura e kontrollorëve-PLC

PLC është sistem industrial mikrokontrollues në të cilin hardueri dhe softueri janë të përshtatur për mjedisin industrial. Bllok-skema e komponentëve tipike nga të cilat është i përbërë kontrollori është dhënë në Fig. 4-2. Njësia programore zakonisht është llogaritës (kompjuter) i cili përdoret për të shkruar programin.

CPU (Central Processing Unit) - është njësia qendrore e përpunimit e cila është truri i kontrollorit. Ai zakonisht është një mikrokontrollor me 16 bit ose 32 bit. Me CPU kryhet komunikimi, ndërlihdhja reciproke e pjesëve tjera të kontrollorit, ekzekutimi i programeve, komandimi me memorien dhe vendosjen e daljeve.

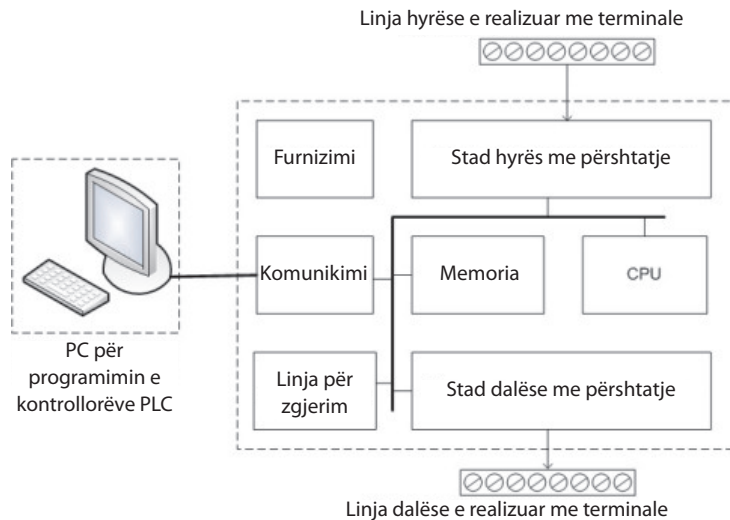


Fig. 4-2. Bllok-skema e komponenteve tipike të kontrollorit

Memoria e sistemit (zakonisht në teknologjinë FLASH) përdoret nga ana e kontrollorit si sistem operativ.

Përveç sistemit operativ, në memorie është e vendosur edhe programi aplikativ e përkthyer në formë binare. Ajo është e ndarë në blloqe

që kanë funksione të veçanta. Disa pjesë e memorojnë gjendjen e hyrjeve dhe daljeve, kurse të tjerat e memorojnë përmbajtjen e ndryshoreve në programin aplikativ.

Furnizimi – furnizimi elektrik sjell energji elektrike për CPU. Ky furnizim zakonisht nuk përdoret për të lëvizur njësitë dalje.

Hyrjet në PLC: i pranojnë sinjalet nga procesi i komanduar. Kontrollorët më të vegjël kanë vetëm linja hyrëse digjitale. PLC më të mëdha kanë edhe hyrje analoge. Zakonisht si hyrje përdoren sinjale nga sensorët, por ato mund të jenë edhe nga sisteme më komplekse.

Daljet nga PLC shërbejnë për lidhjen e kontrollorit me pajisjet dalje me të cilat kryhet komandimi. Ata mund të jenë digjital dhe analog.

Linjat për zgjerim: çdo kontrollor ka një numër të kufizuar të linjave hyrëse-dalëse. Nëse është e nevojshme ky numër rritet me module shtesë - linjat për zgjerim.

Çdo kontrollor PLC paraqet sistem mikrokontrollues me njësi periferike (hyrje dhe dalje digjitale – rele). Një lloj është kontrollori CPM1A i cili është dhënë në Fig. 4-3.

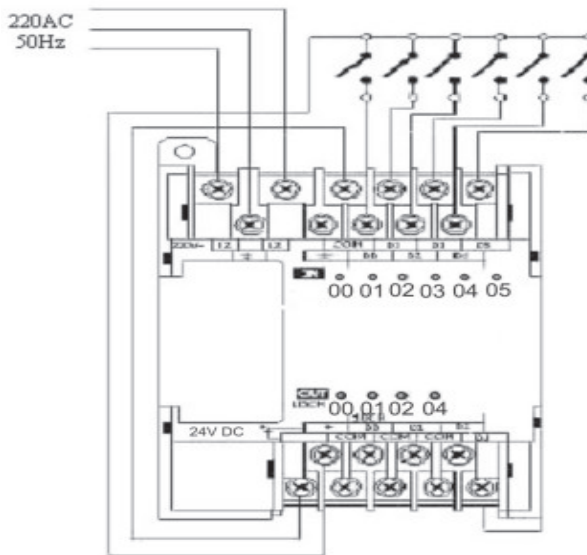


Fig. 4-3. PLC-kontrollori CPM1A

Në sipërfaqen e sipërme ka katër tregues-indikator LED dhe një portë për lidhje me modulën RS232C kah ndërfaqja (interfejsi) i llogaritësit. Në pjesën e sipërme dhe të poshtme janë të vendosur terminale për lidhje

4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM DHE MBROJTJE

me sistemin real dhe indikator me dritë për gjendjen e çdo hyrje ose dalje. Kontaktet L_1 dhe L_2 janë të destinuara për furnizim (220V). Kontrollorët kanë edhe burim të tensionit të vazhduar prej 24V për furnizimin e sensorëve.

Ky kontrollor mund të montohet në binar me pjesët tjera në kutinë komanduese.

Linjat hyrëse-dalëse të kontrollorit

Mes linjave hyrëse dhe njësisë-CPU vendoset stad për përshtatje-interfejs. Qëllimi i kësaj ndërfaqe është për të mbrojtur CPU nga ndryshimet e pabarabarta në hyrje. Ndërfaqja hyrëse i konverton ndryshimet nga logjika reale në nivelin e logjikës që i përshtatet njësisë-CPU. Kjo realizohet me „opto-izolim“ (sinjalet transmetohen me çiftin LED-fototransistor).

Në hyrjet e kontrollorëve-PLC mund të lidhen sensorë të ndryshëm, butona, çelësa – komutator etj., me të cilët mund të ndryshohet gjendja në hyrjen-PLC. Që të realizohet ndonjë ndryshim është i nevojshëm burim i tensionit për eksitimin e hyrjes. Hyrje më thjeshtë është një buton-çelës i thjeshtë. Pasi që hyrjet e PLC nuk janë konsumatorë të mëdhenj, mund të përdoret burimi i tensionit ekzistues për eksitimin e gjithë çelësave.

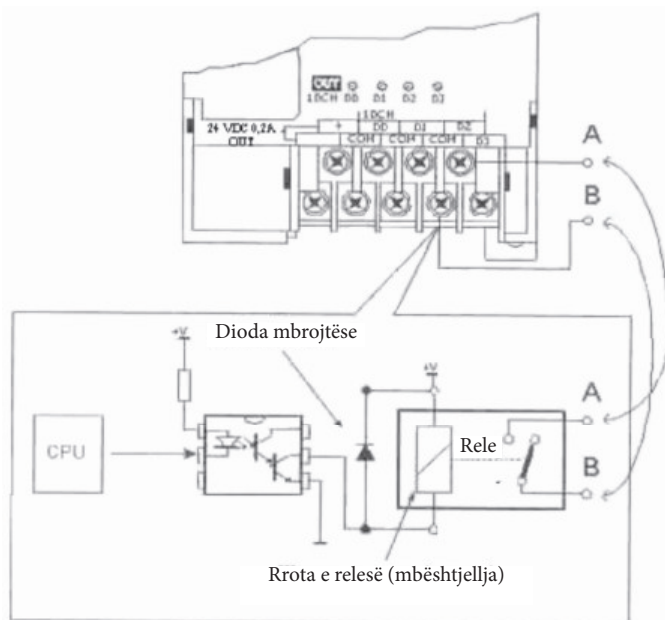


Fig. 4-4. Mënyrë e lidhjes së kontrollorit

Mënyrë e lidhjes së butonave në hyrje të kontrollorit

Ndërfaqja dalëse është e ngjashme me të hyrjes, me atë që këtu CPU çon sinjal në diodën LED dhe e kyç. Drita e eksiton fototransistorin i cili fillon të përçojë, me çka tensioni mes kolektorit dhe emiterit bie në 0,7 V (zero logjike). Fototransistori nuk është i lidhur direkt me daljen e kondensatorit. Mes tij dhe daljes zakonisht ndodhet një rele ose transistor më i fuqishëm për ndërprerjen e sinjaleve më të forta. Mënyra e lidhjes së kontrollorit është dhënë në Fig. 4-4. Përveç daljeve të transistorit, ekzistojnë edhe rele si dalje. Kjo e lehtëson lidhjen me pajisjet e jashtme.

Ekzistojnë 4 rele kontaktet e punës të të cilave janë nxjerr në shtëpizën e kontrollorit në formën e terminaleve në radhë. Me aktivizimin e fototransistorit mbështjellja e transistorit vjen nën tension, me çka aktivizohet kontakti ndërmjet pikave A dhe B. Në çfarë gjendje janë kontaktet, e definojnë CPU përmes gjendjes së bitave përkatës në lokacionin e memories.

4.5.1 Terminali i programueshëm

Terminali i programueshëm është një pajisje me të cilën mundësohet ndryshim i shpejtë dhe mobil i disa parametrave, kontrollim të gjendjes së parametrave, monitorim të fazës momentale të komandimit, si dhe mbrojtje të parametrave të futur rishtazi.

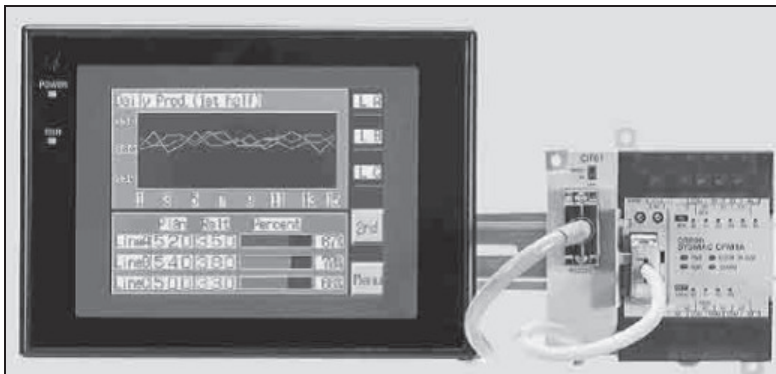


Fig. 4-5. Lidhja e terminalit të programueshëm dhe CPM1A PLC

Terminali i programueshëm i ka komponentet përbërëse në vijim:

1. Ekranin
2. Tastierën
3. Diodat e sinjaleve

4. Kabllo për lidhje me kontrollorin.

Në Fig. 4-5. është dhënë lidhja e terminalit të programueshëm. Terminali më shpesh përdoret për:

- Tregimin e gjendjeve të sinjaleve (monitorim);
- ndryshimin e përmbajtjes së lokacioneve të memories (kontrollim).

4.3 KONTROLLIMI NGA DISTANCA I PROCESIVE

4.5.1 Telefonia mobile dhe PLC

Kontrollimi nga distanca (telekomandim) i ndonjë procesi përmes telefonisë mobile ose nëpërmjet internetit me ndihmën e mesazheve SMS nënkupton posedimin e një hardueri dhe softueri të veçantë. Përdoruesi komunikon me logjikën e procesit përmes moduleve aplikative - programeve. Pajisjet e terminalit GSM është dhënë në Fig. 4-6.

Pjesa harduerike i përfshin njësitë periferike: rrjetin kompjuterik (rrjeti nga kartelat dhe modemet) dhe një modul SMS, i cili mundëson dërgimin dhe pranimin e mesazheve SMS. Për komunikim përmes SMS përdoret moduli GSM/GPRS – moduli MC35i i Siemens, i lidhur në seri në hyrje.

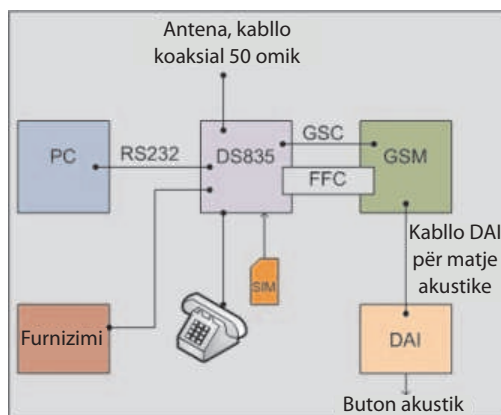


Fig. 4-6. Pajisja e terminalit GSM (koaksial)

Moduli GSM/GPRS, MC35i është modul për përdorim në zonë të gjerë: telemetri, telematikë dhe telefoni. Ai mundëson transmetim të të dhënave, zërit, mesazheve SMS dhe faksit – aplikacione me konsumim të

vogël të energjisë. Punon në zonën e frekuencave prej GSM 900MHz dhe GSM 1800MHz.

MC35i përdor konektor ZIF me 40-pin-a për lidhje të pajisjeve celulare standarde. Ky konektor vendos interfejs për të dhënat kontrolluese, sinjalet e zërit dh furnizimin.

Pajisja celulare përdor paketën CDPD (celular Digital Packet Data) për transmetim pa tel, i cili mundëson transmetim dy drejtimesh të paketave të të dhënave prej 19,2 Kbps, nëpërmjet kanaleve ekzistuese për telefoninë mobile.

Parimi i komunikimit me SMS

Komunikimi përmes SMS mund të kuptohet si softuer i cili mundëson qasje përmes SMS, e-mailit dhe web-it në paketat softuerike dhe hardueri i cili nuk ka mundësi për një qasje të tillë. Bllok-skema e komunikimit me SMS është dhënë në Fig. 4-7.

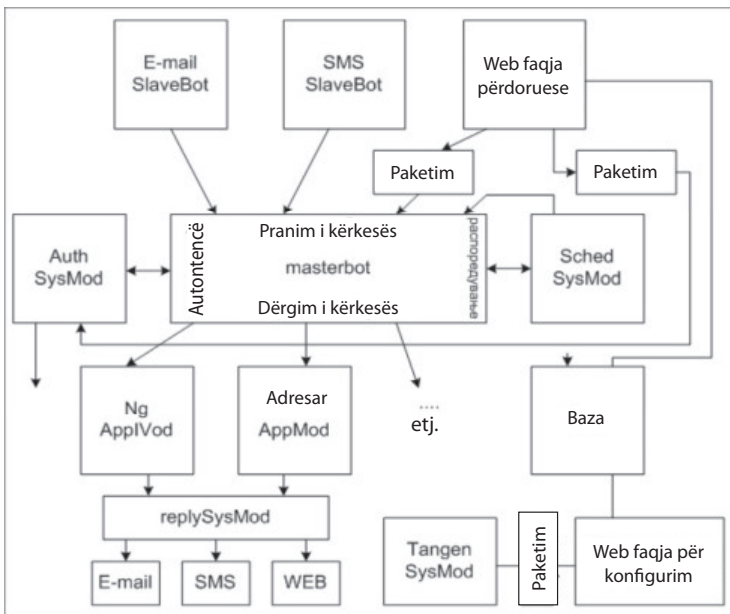


Fig. 4-7. Bllok-skema e komunikimit SMS

Përdoruesi dërgon mesazh me ndihmën e SMS ose e-mailit ose nëpërmjet web faqes. Këto kërkesa shkojnë në masterbot i cili i ndan në pjesët ku secila prej tyre ka të bëjë me modul të veçantë, e kontrollon vër-

tetësinë e përdoruesit dhe të drejtat e tij dhe kërkesat i dërgon në modulën e duhur. Ekziston edhe modul sistemor i veçantë “scheduler” shpërndarës me të cilin mund të realizohet një shpërndarje e caktuar. Pra, përdoruesi me të mund të realizojnë një kërkesë sipas një shpërndarje të dhënë të saktë.

4.5.2 Telemetria mobile

Matja e disa vlerave dhe komandimi me objekte dhe makina të dislokuara është bazë e teknologjisë GPRS dhe EDGE. Mundëson një monitorim të thjeshtë dhe funksional dhe lexim. Në to janë të përfshirë të gjitha avantazhet e teknologjisë moderne për transmetim të të dhënave, me çka me objektet e dislokuara lehtë komandohet nga kompjuteri, telefoni celular apo pajisja PDA. Të dhënave shkëmbehen përmes mesazheve SMS, MMS, e-mailit, që do të thotë se janë në dispozicion të çdo shfrytëzuesi të autorizuar në çdo kohë. Të dhënat e mbledhura memorizohen, me çka mundësohet analiza dhe përpunimi i më vonshëm me çka është e mundur optimizimi i proceseve të shumta.

Zgjidhja është e kompatibël me të gjitha llojet e pajisjeve PLC dhe SCADA. Në Fig. 4-8 është dhënë sistemi i telemetrisë për komandim dhe monitorim nga distanca.

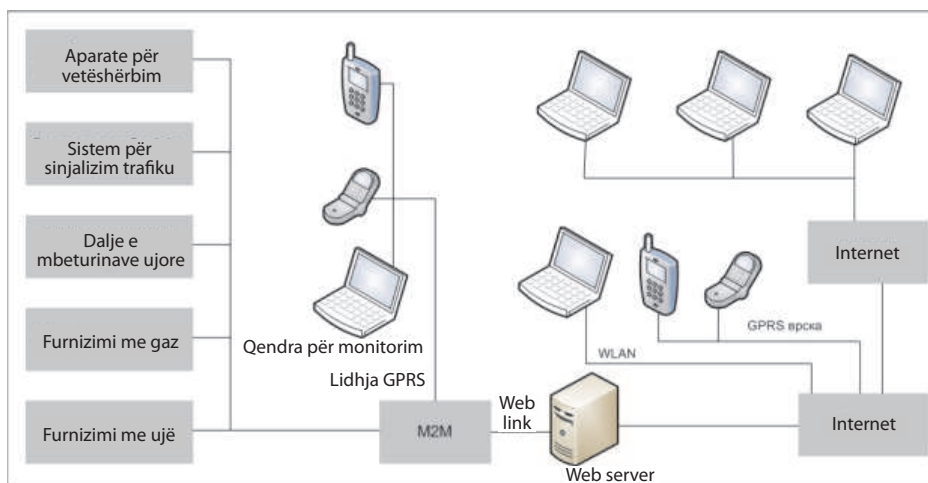


Fig. 4-8. Sistemi telemetrik për komandim dhe monitorim nga distanca

Të dhëna bazë: shpejtësi e madhe e transmetimit të të dhënave, mund të përdoret pa lejen e radiosistemit.

Për funksionalitet të plotë është e mjaftueshme të përdoret ndonjë model tarifor (DATA M2M), të ketë web-server, kompjuter dhe një pajisje e cila do të dërgoj informacione nga objekti i dislokuar. Në figurën në vazhdim Fig. 4-9 është treguar telemetria me GSM.

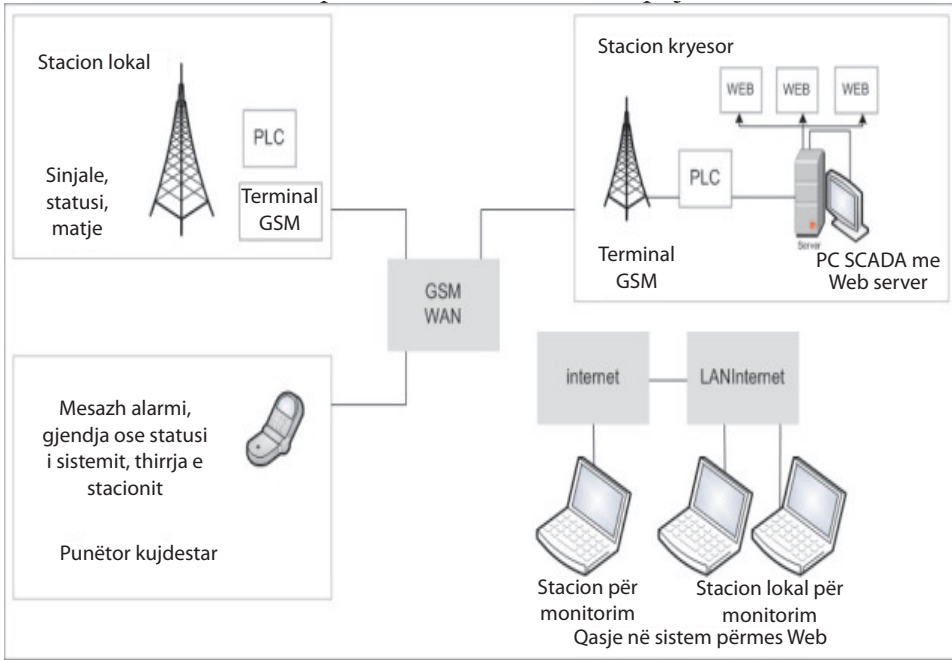


Fig. 4-9. Telemetria me GSM.

Të përmbledhim: objektet e monitoruara lokale pajisen me pajisje PLC dhe terminale GSM nga të cilët të dhënat dërgohen deri në stacionin qendror e cila është e pajisur me pajisje të ngjashme, por me kapacitet shumë më të madh dhe me kompjuter PC. Komunikimi ndërmjet stacioneve lokale dhe qendrore është dykahëshe. Realizohet përmes SMS, ku mesazhet dërgohen rregullisht (në intervale kohor të caktuara saktësisht ose herë pas here vetëm në rast nevojë). Për tregimin e ndryshimeve të madhësive të proceseve përdoret softuer aplikativ grafik. Vlerat mund të shihet në pajisjen GSM. Të dhënave merren në të ashtuquajturat “ndalesat kohore”, kështu që lehtë mund të ketë një pasqyrë të vazhdueshme në të dhënat momentale dhe të ruajtura.

4.4 SISTEMETE SCADA (SUPERVIZIONI)

Sistemin e kontrollit supervizor (i mbikëqyrjes) dhe komandimit të procesit e përbëjnë: procesi që komandohet, pajisjet e tij dhe operatori-njeriu. Shkurtimeisht ky quhet sistem SCADA (Supervisory Control and Date Aquisition) shpërndarje e të dhënave, mbikëqyrje, ndjekje dhe komandim i cili nënkupton një sërë pajisjesh, sistemesh dhe vendimesh për ekzekutimin e këtyre detyrave.

Shembull më i thjeshtë i një sistemi-SCADA është një kompjuter PC i zakonshëm i cili nëpërmjet një karteje komanduese (aktivizuese) pranon të dhëna, i përpuno, formon informacione për procesin dhe në këtë mënyrë kryen mbikëqyrje dhe komandim. Elementet e sistemit SCADA tregohen në Fig. 4-10.

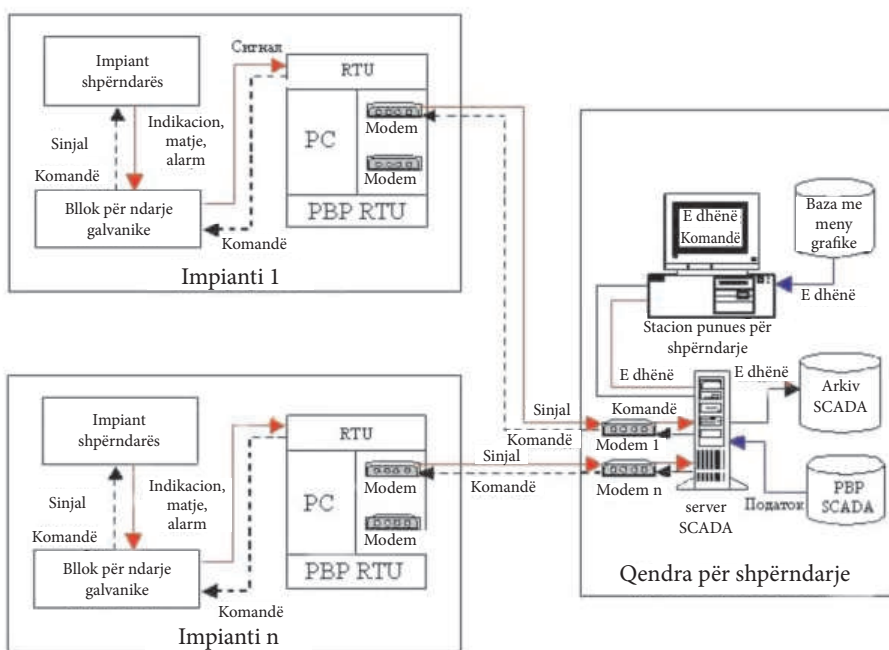


Fig. 40-10. Elementet e një sistemi SCADA

Shembull më kompleks i sistemit SCADA është rrjeti i radiolidhjeve të mbështetura nga kompjuteri dhe të komanduara me terminal TU (Terminal Unit) të cilët komunikojnë me qendrën kompjuterike – sistemi shpërndarës i komandimit (DCS). Sistemi SCADA më komplekse është një

rrjet i sistemeve SCADA i cili funksionon si server-server, server - klient – sistemi WASCAD (Wide Area SCADA). Me shkëmbimin e të dhënave ndërmjet dy ose më shumë SCADA sistemeve të pavarura kontrollohen dhe komandohen procese prodhuese teknologjike shumë komplekse.

Sistemet mbikëqyrëse-komanduese zakonisht janë të pajisur me kompjuter- ose me ndonjë sistem kompjuterik të ngjashëm. Këto llogaritës janë të mbështetur në mënyrë programore me aplikacioni MMI (MAM – Mashine Interface) i cili mundëson dialog të vazhdueshëm me llogaritësin për sistemim të dhënë konkret të mbikëqyrjes dhe komandimit. Bazë për marrjen e vendimeve të komandimit në këtë nivel përbëhet nga të dhënat e marra nga njësitë e terminaleve (TU). Këto të dhëna krijojnë bazën qendrore, ku transformohen në një formë të përshtatshme për prezantimin dhe gjenerim të urdhrave për komandim. Aplikacioni MMI duhet patjetër të mbështetet me një ndërfaqe grafike e cila ofron mundësinë e zmadhimit të pjesëve të caktuara të paraqitjes së më shumë sinjaleve në një diagram, paraqitja grafike e objekteve nga perspektiva të ndryshme, paraqitje e instalimeve sipas pjesëve të veçanta (MIMC DIAGRAM) me paraqitje të gjendjes së punës, madhësive që maten etj.

Roli kryesor i sistemit SCADA në DMS-të e integruara është:

1. mbrojtja dhe pasqyrim i vlerave të matura momentale dhe të arkivuara të elementeve të rrjetit shpërndarës të cilët janë në sistem;
2. mbrojtja dhe mbikëqyrja e gjendjes momentale të pajisjeve në sistem;
3. mbrojtja dhe pasqyrim i alarmeve.

Në kryerjen e këtyre funksioneve sistemi SCADA i realizon dy funksionet bazë mbi rrjetin e shpërndarjes: mbikëqyrjen dhe komandimin.

Mbikëqyrja – me funksionin mbikëqyrje nënkuptohet qasje e vazhdueshme në gjendjen e rrjetit të shpërndarjes, tensionit, fuqisë, frekuencës.

Komandë – me funksionin komandë nënkuptohet komanda me pajisjen komunikuese dhe ndryshim i disa gjendjeve.

4.5 SISTEMET E ALARMEVE PËR MBROJTJE

Sistemet e alarmeve kanë zbatim të gjerë në mbrojtjen teknike dhe të sigurisë nga hapësirat e banimit dhe punëtoritë, e deri te qendrat e mëdha punuese, bankat, institutet arsimore, objektet sportive, objektet për qëllime të veçanta, hapësirat e magazinave etj. Mbrojtja e pronës është qëllimi themelor i sistemit të alarmit.

Sistemet e alarmeve janë të përbëhet nga:

1. Centralet e alarmeve me numër të ndryshëm të hyrjeve.
2. Furnizimit vetjak rezervë në rast të shkyçjes së padëshiruar të rrjetit ekzistues për furnizim.
3. Detektorëve (infra të kuqe, mikrovalor, akustikë – piezoelektrik, me vibracione, magnetik, me kontakte të kombinuara me tela dhe pa tel-wireless), një lloj ose lloje të ndryshme të detektorëve në varësi të objektit dhe situatës.
4. Sirena (kundër sabotimit të brendshëm dhe të jashtëm të cilat janë me furnizim vetjak).
5. Butona për alarm me tela dhe pa tel.
6. Senzorë në lëvizje, detektorë të gazit, detektorë të temperaturës së ngritur, lagështisë, të gazeve toksike dhe të ndezshëm etj.

Zgjedhja e stacioneve të alarmeve kryhet në përputhje me mënyrën e shfrytëzimit të objekteve, varësisht nga kërkesat e përdoruesve për sistemin e mbrojtjes. I gjithë komunikimi me centralet e alarmeve është me kode (shifra). Sistemi i kodeve është i organizuar ashtu që ka një kod kryesor (master) dhe deri në 10 e më tepër kode të përdoruesve në varësi të sistemit të zgjedhur.

Zbulimi i çdo prezence në hapësirat e siguruara kryhet me detektor infra të kuq, të cilët zakonisht punojnë në parimin e ndryshimit të temperaturës në hapësirë. Përveç sensorëve infra të kuqe (Ic) përdoren edhe detektorë të dyfishtë në lëvizje, të cilët kanë detektor (Ic) dhe detektorë mikrovalor. Detektorët e dyfishtë, gjithashtu, janë të ndjeshëm ndaj ndryshimit të temperaturës në hapësirë. Pasi që me detektorët e dyfishtë kemi detektim të dyfishtë, me ata mundësia e alarmit të rremë është minimale. I gjithë sistemi ka mbrojtje 24-orëshe nga prerja e kablllove, si dhe hapje të sensorëve, centralit, koduesit, dhe sirenave të jashtme, me çka përjashtohet mundësia e sabotim në sistem.

Sistemet e alarmeve të cilët përdoren në objektet me shkallë të lartë të rrezikut (bankat, zyrat e këmbimit, institucionet qeveritare, ambasadat, qendrat tregtare etj.) në bazë të projekteve të hartuara paraprakisht për këto lloje të objekteve i kanë karakteristikat e mëposhtme:

1. Në varësi të numrit të objekteve që do të sigurohen realizohen centrale të alarmeve me 4, 8, 16, 32 ose 64 zona hyrëse.
2. Me 2, 3 ose më shumë ndarje, nga komunikatorët telefonik, wireless dhe GSM.
3. Akumulatorë dhe furnizues, mbrojtje nga mbingarkesa.
4. Mbulimi i hapësirave kryhet me sensorë të dyfishtë (pasiv, infra të kuqe dhe sensorë mikrovalor).

Sistemet e mbrojtjes së thesareve (arkave) kanë sensorë të dyfishtë, me dridhje, sensorë të thyerjes së xhamit dhe butona magnetik (rele rid) për hapje të arkave dhe kodues hyrës për thesarin. Me sensorët e dyfishtë fitohet mbrojtje nga çdo lëvizje në hapësirë. Me sensorët me dridhje bëhet mbrojtja nga të gjitha llojet e vjedhjeve, shpimit dhe vibracioneve të jashtme, të tilla si thyerje e dyerve metalike të jashtme. Kontaktet magnetike sigurojnë mbrojtje kundër hapjes së arkave.

Sistemi i zonave aktive 24-orëshe me binarë me prekje-alarmi dhe butona-alarmesh siguron sinjalizim zë qetë në momentin kur ka rrezikim të të mirave njerëzore dhe materiale.

Binarët me prekje-alarmues montohen në dysheme, para sporteleve, të cilët janë në dispozicion të punëtorëve të sporteleve. Butonat-alarmues montohen nën karrige (banka ose byro këmbimi) ku bëhet pagesa. Butonat-alarmues janë në afërsi të operatorëve.

Sinjalizimi i qetë do të thotë mos aktivizim i alarmeve të zëshme nga sirenat e brendshme dhe të jashtme ku beep-eri i sportelit lajmëron direkt, në qendrën për monitorim, se është aktivizuar butoni-alarmues.

Mbrojtjen nga zjarri e siguron sistemi i mbrojtjes nga zjarri ose sistem i alarmit, i ndarë si zonë e veçantë 24-orësh e pavarur nga gjendja aktive e mbrojtjes tjetër të alarmit.

4.5.1 Elemente në sistemet e alarmeve për sinjalizim dhe mbrojtje

Ata janë pajisje që shërbejnë për detektimin e llojeve të ndryshme të objekteve. Ata i konvertojnë madhësitë analoge në digjitale. Sistemet e alarmeve kanë spektër të zbatimit në mbrojtjen teknike dhe mbrojtjen e

4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM DHE MBROJTJE

njerëzve. Sensorët janë pajisje të cilat janë pjesë përbërëse e sistemeve të alarmit dhe e zmadhojnë cilësinë e punës së tyre.

Ekzistojnë lloje të ndryshme të sensorëve të tillë si: fotoelektrik, sensorë në lëvizje, sensorë të detektimit vizual, komutatorë të afërsisë, sensor të niveleve, sensor piro-elektrike.

Sensorët fotoelektrik:

- Through beam (mes rrezes) - sensorët të cilët ndodhen mes marrësit dhe transmetuesit. Kjo është një tufë e dritës e cila i lidh këto dy pjesë dhe vendos zonë detektimi. Objekti i cili kalon nëpër tufën e dritës detektohet për shkak se ajo e ndërpret këtë lidhje. Distanca maksimale është prej disa metrave deri në 50m.
- Retro-reflektorët (marrësi dhe transmetuesi ndodhen në të njëjtën shtëpizë. Rrezja e dritës reflektohet nga një reflektor i caktuar dhe kthehet deri re marrësi).
- Sensorët difuziv fotoelektrik në të cilët transmetuesi dhe marrësi janë së bashku dhe tufa e dritës reflektohet nga objekti dhe kthehet.

Sensorët në lëvizje: detektimi i tufës paralele të dritës nga objekti ku pjesë e dritës reflektohet, kurse pjesa tjetër shkon deri te marrësi.

Sensorët e pozicionimit vizual: mënyrë e kontrollimit e bazuar në pozicionimin e saktë të figurës me kamera video.

Sensorët piro-elektrik – punojnë në parimin e detektimit të ndryshimit të energjisë infra të kuqe me ndryshimin e lëvizjes së objekteve dhe njerëzve. Përdoren për kyçjen automatike të dritës në shkallë, korridore, dhe bodrume, kyçjen e pajisjeve për tharje të duarve dhe larje sanitare, hapje të dyerve etj.

SHTOJCË:

Shiko në shtojcën 2 shembuj të automatizimit të proceseve.

4.6 EKTRANET INFORMATIVE

Paraqitja vizuale e informacioneve, në formë të figurës në fillim ishte me projektim në një sipërfaqe të sheshtë të bardhë. Pastaj u paraqitën marrësat televiziv (aparartet TV) me tuba katolik (CRT – cathode ray tube). Ata kanë figurë cilësore, por për shkak të dimensioneve të mëdha dhe nevojës për dimensione më të mëdha të ekranit, zhvillimi i ekraneve është orientuar kah ekranet LCD, plasma.

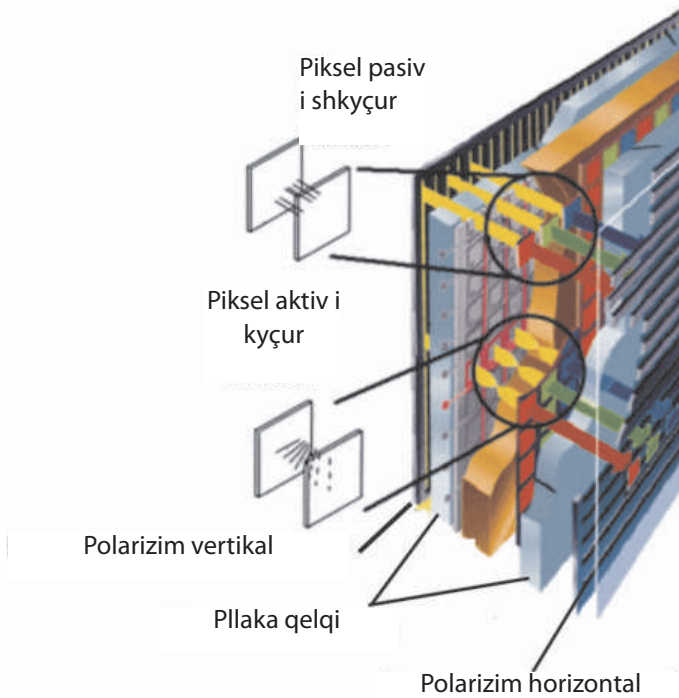


Fig. 4-11. Ekran LCD

Ekranet LCD (liquid cristal display) janë ekrane të cilët në vete përmbajnë “kristale të lëngshme”. Ai është material i cili ka strukturë e cila na kujton lëngje, gjegjësisht molekulat janë në formë të shkopinjve dhe orientimi i tyre është në cilin do drejtim (që është karakteristikë e lëngjeve), kur ky material do të vendosen në fushën elektrike, të gjitha molekulat e tij orientohen (karakteristikë e materialit të ngurtë, kristalor). Ky material vendoset në mes të dy pllaka të qelqit, mes pllakave vendoset rrjetë prej përçuesve e cila kryen polarizim vertikal dhe horizontal, siç tregohet në

4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM DHE MBROJTJE

Fig. 4-11. Kur do të sillet tension në një përçues horizontal dhe një vertikal, në atë vend do të paraqitet fushë elektrike dhe do të bëhet orientimi i molekulave të “kristalit të lëngshëm” dhe kjo paraqet piksel në ekran i cili do të ndriçojë.

Që ekranin të jetë me ngjyra çdo piksel kërkohet të përbëhet nga 3 nënpiksela: i kuq, i kaltër dhe i gjelbër. Me kombinim të caktuar të tensionit të secilit prej nënpikselave (me madhësinë e tensionit përcaktohet intensiteti, fuqia me të cilën çdo nënpiksel ndriçon) fitohen 256 nuanca të ngjyrave bazë (256 të kuqe, 256 të kaltra dhe 256 të gjelbra), që formojnë paletë prej 16,8 milionë ngjyrave.

Zbatimi i këtyre ekraneve është në:

- marrësat -TV,
- ekranet për informim (në aeroporte, stacione hekurudhore, banka, bastore, klinika ose në spitale),
- në telefonat celularë,
- CD plejer,
- orët digjitale,
- monitorë,

Avantazhet e tyre janë: dimensione të vogla me mundësi për diametër të madh të ekranit, kurse trashësi të vogël, konsumim të ulët të energjisë, pa shtrembërime të figurës, kënd të madh të shikimit. Disavantazhet e tyre janë: kontrasti më i dobët, vonesë të vogël të figurës.

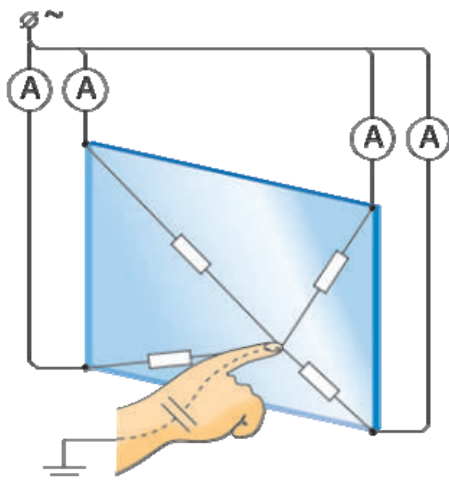


Fig. 4-12. Ekran me prekje (touchscreen), me ndryshim të rezistencës

Ekranet LCD zhvillohen edhe në një drejtim tjetër i touchscreen, ato janë ekrane të ndjeshëm në prekje. Ata kanë mundësi të regjistrojnë prekjen dhe vendin e prekjes, ku prekje konsiderohet kontakti në mes të ekranit dhe gishtit të njeriut, stilolapsave të veçantë ose ndonjë objekti të ngurtë. Këto ekrane kanë mundësin që drejtpërdrejt të manipulohet me përmbajtjen që shfaqet në to. Mund të vendosen në çdo kompjuter ose të vendosen në rrjet si terminale. Funksionojnë ashtu që kur do të preken ndryshon ndonjë karakteristikë, rezistenca (Fig. 4 -12), kapaciteti i vendit të prekjes ose nën pllakat e qelqit vendosen në çdo skaj amortizatorë dhe matës të presionit.

Zbatimi i tyre është gjithnjë e më i madh në:

- telefonat celular
- monitore
- ekrane për orët
- ekrane informacionesh
- kompjuterët portabël
- Ipod player

4.7 SINJALIZIMI DHE KONTROLLIMI NË KOMUNIKACION

Komunikacioni dhe trafiku i komunikacionit, në masë të madhe, varet nga parametrat, siç janë: koha, dita, sezoni, ndikimi atmosferik, si dhe nga situatat e paparashikuara, si: aksidentet, ngjarje të caktuara ose aktivitete gjatë punës në rrugë. Nëse këto parametra nuk marrin parasysh, sistemi i kontrollit të komunikacionit do të krijojë pengesave dhe vonesa.

Ekzistojnë tre lloje të kontrollit për sinjalizim në komunikacion:

- Kontrolli në bazë të periudhës kohore gjatë ditës,
- Kontrolli reaktiv i komunikacionit,
- Kontrolli adaptues i komunikacionit.

Kontrolli në bazë të periudhës kohore gjatë ditës

Kontrolli në bazë të periudhës kohore gjatë ditës (Time of day Control – TOD), e njohur edhe si kontrolli në kohë të fiksuar (të vendosur), është formë e kontrollit e cila më tepër përdoret. Në kontrollin – TOD, sinjalet koordinohen duke përdorur plane për llogaritjen e kohës. Planet

përbëhen nga shpërndarjet paraprake, gjatësia e cikleve dhe zhvendosja fazore për çdo sinjal komunikacioni. Këto plane janë të zhvilluar “offline”, duke përdorur metoda manuale ose softuer të caktuar. Planet janë të fiksuara ashtu që skema e komunikacionit ndryshon me vitet, kurse plani për llogaritjen e kohës vjetrohët nëse nuk riaftësohet. Kontrolli – TOD është i kufizuar.

Kontrolli reaktiv i komunikacionit

Në komunikacion, sinjalet për kontroll reaktiv të trafikut (që reagojnë, përgjigjen në ndikimet e kushteve të komunikacionit), gjithashtu, janë të koordinuar, duke përdorur plane për harmonizimin e ndërsjellë të sinjaleve të dritës për llogaritjen e kohës, si edhe kontrolli – TOD. Dallimi ka të bëjë me zgjedhjen e planeve për implementim. Në vend që të ketë një orar të fiksuar, kontrolli reaktiv i komunikacionit implementon plane për llogaritjen e kohës duke u bazuar në kushtet reale të trafikut. Ekzistojnë disa sensor trafikë të cilët vazhdimisht mbledhin informata nga trafiku për përpunim në kohë reale. Kontrolli reaktiv i trafikut përballet me të njëjtat probleme si kontrolli – TOD. Në planet vjetore për llogaritjen e kohës ndoshta nuk mund të ketë plan të akorduar i cili tashmë është zhvilluar që të përballet me kushtet e papritura.

Kontrolli adaptues i komunikacionit

Parametrat e kontrollit si rishpërndarja e kohëve të gjelbërta, gjatësia e ciklit dhe zhvendosja fazore, në kontrollin adaptues janë të pandërprerë dhe të përshtatur nga sistemi i kontrollit. Nuk ka plane për përshtatje të fiksuara për llogaritjen e kohës.

Kontrolli adaptues i komunikacionit kërkon numër të madh të sensorëve të cilët e monitorojnë trafikun në kohë reale. Ashtu siç ndryshon trafiku, rishpërndarjet, zhvendosjet fazore dhe gjatësitë e cikleve, ripërshtaten, zakonisht, për disa sekonda. Objektivi është që sinjalet e trafikut gjithmonë të funksionojnë në mënyrën me të cilën optimalizohet fluksi i trafikut.

Kontrolli adaptues i komunikacionit duhet të plotësojnë tre qëllime kryesore, edhe atë:

- të reduktojë ndalesat dhe vonesat e përgjithshme në kushte normale;

- të mbështet optimalizimin e sinjaleve të komunikacionit gjatë kohës së kushteve jo normale;
- të mbështet optimalizimin e sinjaleve të trafikut gjatë kalimit të viteve ashtu siç ndryshojnë skemat e trafikut.

Për arritjen efektive të objektivave të mësipërme, kontrollit adaptues të komunikacionit i nevojitet fleksibilitet i madh që të bëhen ndryshime në llogaritjen e kohës së sinjaleve të komunikacionit.

4.8. SISTEMET ADAPTUESE

Dy sistemet më të njohura për kontrollin adaptues janë sistemi i komunikacionit adaptues i koordinuar në Sidney (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System – SCATS) dhe teknika për optimalizimin e shpërndarjes së të gjelbërtës, të gjatësisë së ciklit dhe zhvendosjes fazore (Split Cycle-length and Offset Optimization Technique – SCOOT). Që të dy sistemet (SCATS dhe SCOOT) ekzistojnë tashmë mbi 20 vjet dhe janë mjaft të zhvilluar.

Të dy sistemet kanë mënyra të ndryshme të funksionimit, anët pozitive dhe dobësitë e tyre. Njëri sistem punon më mirë në disa situata, ndërkohë që sistemi tjetër punon më mirë në një situatë tjetër.

Teknika- **SCOOT** për optimalizimin e shpërndarjes së të gjelbërtës, të gjatësisë së ciklit dhe zhvendosjes fazore është program për kontrollin adaptues të komunikacionit i cili e incizon (ndjek) komunikacionin dhe gjatë ndryshimeve të trafikut përshtatet në kohë reale. SCOOT është një model i komunikacionit online i cili vazhdimisht mbledh të dhëna për trafikun dhe i optimalizon: shpërndarjet, gjatësitë e ciklit dhe zhvendosjet fazore për një rrjet të sinjaleve. Pasi që SCOOT pandërprerë përshtatet me këto parametra, sistemi i sinjalizimit patjetër të jetë një sistem qendror i kontrollit, i aftë të monitorojë dhe të kontrollojë komunikacionin në kohë reale. Arqitektura është dhënë në Fig. 4-13.

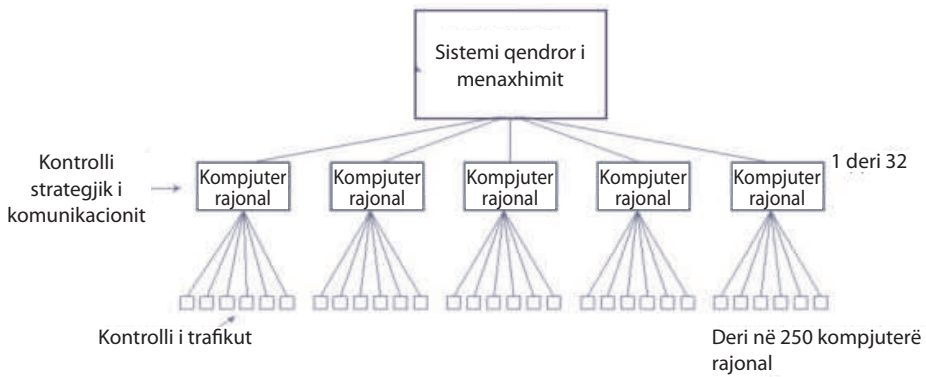


Fig. 4-13. Arqitektura SCOOT

SCOOT kërkon një numër të konsiderueshëm të detektorëve për automjete të cilët duhet të punojnë siç duhet. Këto detektorë duhet të vendosen përballë drejtimit të komunikacionit (upstream) të linjës stop.

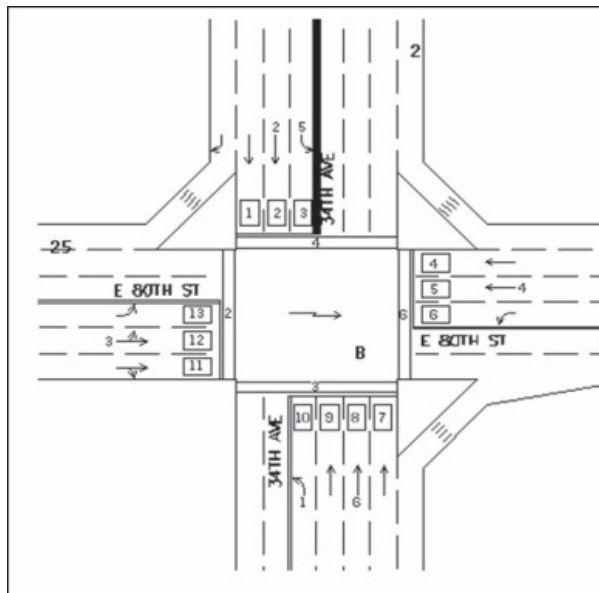


Fig. 4-14. Model i stimulimit të komunikacionit

SCOOT përmban simulim mikroskopik dhe model të optimalizimit në kohë reale. Modeli i simulimit e lexon trafikun (upstream) në kohë reale, dhe e parashikon në drejtimin e ardhjes së trafikut (downstream), duke përdorur algoritme të dispersionit. Modeli i simulimit është treguar në Fig. 4-14.

SCOOT funksionon në një kompjuter DEC ALFA me sistemin operativ VMS. DEC ALFA, është i madhësisë së një PC të zakonshëm. Sistemi operativ VMS ka treguar rezultat të qëndrueshme në punë. Konsiderohet si më i qëndrueshëm në krahasime me Windows-in.

SCOOT përdor teknikë për optimalizimin e fluksit të trafikut. Detektorët në drejtim të kundërt me trafikun e matin trafikun i cili qarkullon kah një sinjal. Modeli i komunikacionit i SCOOT parashikon se çfarë do të ndodhë dhe e zbaton atë që ndjen se është optimale për parametrat për llogaritjen e kohës. Ky parashikim bëhet shtatë sekonda para se të ndryshojë sinjali. SCOOT përpiket që të zvogëlojë shumën mesatare të pritjes në rrjetin e sinjaleve. Kjo shprehet me koeficient të veprimit të dobishëm. SCOOT, gjithashtu, merr parasysh se sa herë automjetet patjetër duhet të ndalen. SCOOT ka një faktor të peshës i cili e balancon rëndësinë relative të pritjeve dhe të ndalimeve. Modeli i komunikacionit i SCOOT e vlerëson madhësinë e pritjes që ta arrij realizimin sinjalizues optimal. Të dhënat e trafikut nga detektorët janë të tejmbushura në modelin e trafikut SCOOT në çdo katër sekonda. Duke u bazuar në fluksin e trafikut, SCOOT parashikon se sa automjete do të arrijnë në linjat e sinjaleve kur sinjalet janë të kuq. Për këtë shkak, llogariten dhe parashikohen madhësitë e radhëve të automjeteve dhe koha e duhur për pastrimin e radhëve të automjeteve. SCOOT supozon se një grup i automjeteve udhëtojnë me një shpejtësi të njohur me disa devijime. SCOOT, po ashtu, supozon se radha e automjeteve para dritës së kuqe do të shkarkohet gjatë kohës së dritës së gjelbër sipas intensitetit të njohur të shkarkimit i cili mbetet konstant. Rrjeti i sensorëve është dhënë në Fig. 4-15.

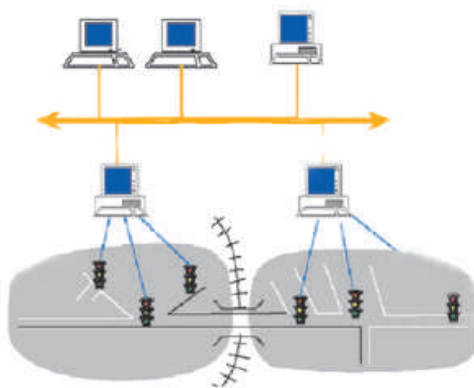


Fig. 4 15. Rrjeti i sensorëve

4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM DHE MBROJTJE

Kohe qarkullimit dhe e shkarkimi i rendit të automjeteve në çdo qasje në çdo udhëkryq janë parametra të cilët maten dhe futen në modelin e SCOOT. Të dhënat nga fluksi i trafikut zakonisht mblidhen nga detektorët me një induktive të vendosur para vijave-stop. Senzorët mund të zbulojnë ngushtimin e rrugës kur vargu i automjeteve është mbi detektorin. Optimalizuesi i SCOOT-it merr një hap të caktuar kur sensorët nuk mund të përgjigjen në vargun e automjeteve. SCOOT e riaftëson llogaritjen e sinjalit në seri të rritjeve të shpeshta, por të vogla.

Optimalizuesi i gjatësisë së ciklit e riaftëson gjatësinë nga 4 deri në 8 sekonda në çdo 2,5-5 minuta. Gjatësitë e ciklit janë në kuadër të minimumit praktik dhe kohës maksimale. Gjatësia e ciklit optimalizohet, duke përdorur shkallën e ngopjes të udhëkryqeve më të ngushta në një grup të koordinuar të sinjaleve. Kriteri që përdoret për gjatësinë e ciklit është i tillë që udhëkryqi më i ngopur duhet të funksionojë në një shkallë maksimale të ngopjes prej rreth 90%. SCOOT mund të dyfishojë ciklin e udhëkryqeve kur shkalla maksimale e ngopjes është më e vogël se 90%, nëse udhëkryqi është me një cikël të dyfishuar.

Optimalizuesi i shpërndarjen së “të gjelbërtës” në SCOOT funksionon disa sekonda para çdo ndryshimi në fazë dhe vlerëson nëse ndryshimi duhet të jetë përpara ose prapa. SCOOT tenton të zvogëlojë shkallën e ngopjes në të gjitha sektorët në udhëkryq. Ndryshimet e përkohshme prej rreth katër sekondave mund ti bëjë secili cikël. Gjithashtu, çdo cikël mund ti bëjë ndryshimet e përhershme të shpërndarjes për rreth një sekondë.

Optimalizuesi i zhvendosjes në fazë vlerësimi nëse duhet të ndryshojë zhvendosjen fazore në çdo cikël. Çdo ndryshim do të modifikojë zhvendosjet fazore mes udhëkryqeve fqinje. Sjellja e vendimi për përshtatjen e zhvendosjes fazore bëhet me krahasimin shumë të koeficientëve të veprimit të dobishëm të të gjitha rrugëve lidhëse duke zhvendosur kohën e gjelbër e cila paraqitet disa sekonda më herët ose më vonë nga ndryshimi aktual. Shkalla e mbytyjes mund të fiksohet në indeksin e performancës. Një ndryshim prej plus/minus katër sekonda mund të zbatohet për çdo cikël.

SCATS – është një sistem tjetër i kontrollit adaptues i cili përdoret në komunikacion, i njëjti është treguar në Fig. 4-16.

SCATS është i përmirësuar dhe tani mund të punojë në platformën e një PC nën sistemin operativ Windows. Në pajisjen lokale komanduese është ndërtuar njësi të cilën e kontrollon pajisja komanduese lokale e sinjalit të dritës dhe siguron lidhje me detektimin – SCATS. Kjo njësi mund ti

sigurojë pothuajse të gjitha karakteristikat. Ky është një zhvillim mjaft i ri dhe një informacion i tillë për momentin është i kufizuar. SCATS kërkon detektimin e automjeteve në linjën-stop.

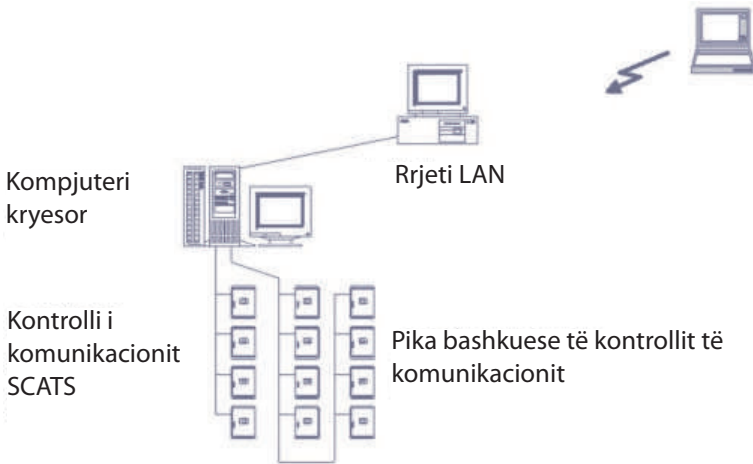


Fig. 4-16. Kontrolli i komunikacionit - SCATS

Për optimalizimin e sinjaleve SCATS përdor të dhëna nga detektorët e linjës-stop të cilat mblidhen në sistem dhe pastaj sistemi përshtatet me llogaritjen e sinjaleve të kohës, e bazuar në atë që më parë ka ndodhur. P.sh.. nëse cikli i fundit i trafikut ishte më i dendur se ai më parë, SCATS do të rrit kohën e gjelbër në atë qasje. Ky është një dallim i rëndësishëm mes SCATS dhe SCOOT-it.

SCATS ka datotekë nga planet e caktuara më parë për përshtatjen e punës së sinjaleve të dritës, të cilat i përfshijnë shpërndarjet, zhvendosjen fazore dhe gjatësinë e ciklit për sinjalet e komunikacionit të cilët janë nën kontrollin e SCATS. Shpërndarjet, zhvendosjet fazore dhe gjatësitë e ciklit mundet shumë lehtë, në çdo kohë, të ndryshojnë me shtypjen e butonave në tastierën e kompjuterit, duke lejuar përgjigje të shpejta për gjendjet e padëshiruara në komunikacion. Kjo është një karakteristikë shumë e rëndësishme kur monitorohet një ngjarje e caktuar në komunikacion. SCATS i selekton dhe i zbaton shpërndarjet përkatëse, zhvendosjet fazore dhe gjatësitë e ciklit, të bazuara në kushtet e komunikacionit që mbizotërojnë. Kjo siguron një pikë të veçantë të fillimit ku SCATS, vazhdimisht dhe në rritje, i përshtat këto tre parametrat për optimalizimin e fluksit të komunikacionit. Ashtu siç ndryshojnë gjendjet, SCATS nga datoteka do të

4. QARQET DHE PAJISJET ELEKTRONIKE PËR SINJALIZIM DHE MBROJTJE

zgjedh dhe do të përshtat parametra tjerë. Operatori mund të përcaktojë se sa shpesh dhe sa herë SCATS do të ndryshojë parametrat për llogaritjen e kohës.

Shpërndarjet fazore dhe gjatësitë e ciklit llogariten për udhëkryqe kritike, kurse zhvendosjet fazore përcaktohen nga fluksi i përgjithshëm i trafikut në të dy drejtimet. Shpërndarjet fazore për udhëkryqe më të vogla merren si jokritike, prandaj, edhe nuk janë ndryshore.

Kontrollorët lokal kanë leje të për të komanduar me automjetet në lëvizje. Kjo shpërndarje në një udhëkryq kritik të çdo nënsistemi është me përparësi për shfrytëzuesin, duke i lejuar të përdoret detektimi minimal në kryqëzimet më të vogla. Kjo marrëveshje ishte e domosdoshme para disa viteve kur memoria ishte i kufizuar dhe ekzistonin vetëm 64 nënsisteme, në dispozicion për çdo kompjuter rajonal. Në këtë moment, SCATS ka një kapacitet prej 999 nënsistemeve të cilët i lejojnë përdoruesit të vërtetë të përcaktuar çdo udhëkryq si kritik.

4 PËRMBLEDHJE

- ❖ Monitorimi i procesit të komandimit paraqet ndjekje të vazhdueshme të të gjitha ndryshimeve dhe konvertim të këtyre ndryshime në sinjale elektrike e përshtatshme.
- ❖ Kontrolli i procesit të komandimit paraqet krahasim të sinjaleve të marra paraprakisht me vlerat e dhëna paraprake dhe marrje të vendimit për eliminimin e dallimeve eventuale.
- ❖ Sinjalizimi i procesit të komandimit paraqet: shqyrtim të informacionit vizual dhe zanor për gjendjen momentale të procesit.
- ❖ Duke ndjekur të gjitha këto funksione mund të përfundohet se i gjithë procesi do të jetë plotësisht i kontrolluar me çka do të mundësohen fazat e veçanta edhe atë: ndalimi i pakushtëzuar, alarmimi, kyçje e sistemeve dhe pajisjeve të veçanta për kryerjen e veprimeve mbrojtëse.
- ❖ PLC (PROGRAMABLE LOGICAL CONTROLLER) është sistem mikrokontrollues industrial në të cilin hardueri dhe softueri janë të përshtatur në mënyrë specifike në kërkesat e proceseve industriale. Me to sistemi është vazhdimisht nën mbikëqyrje dhe kontroll. PLC është sistem mikrokontrollues industrial në të cilin hardueri dhe softueri janë të përshtatur për mjedisin industrial.
- ❖ Sistemi - SCADA – (Supervisory Control and Data Acquisition) është sistem për kontroll supervisor dhe komandim procesual, e përbëjnë: procesi që komandohet, pajisjet e tij dhe njeriu - operatori.
- ❖ Ekranet LCD (liquid crystal display) janë ekrane të cilët në vete përmbajnë “kristal likuid”.
- ❖ Touchscreen, këto janë ekrane të ndjeshëm ndaj prekjës, atë kanë mundësinë të regjistrojnë prekjën mes ekranit dhe gishtit të njeriut, stilolapsave të veçantë ose ndonjë objekti të ngurtë.
- ❖ Sisteme për kontroll adaptues janë sistemet e komunikacionit: SCATS dhe SCOOT , teknika për optimalizimin e shpërndarjes së dritës sinjalizuese të gjelbër.

PYETJE DHE DETYRA:

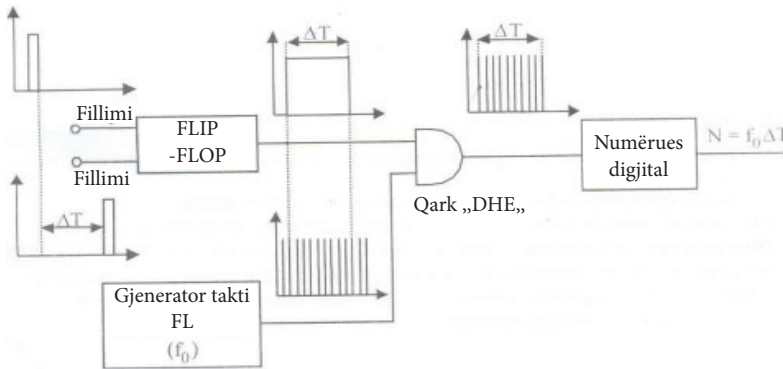
1. Vizato bllok-skemën e komponentëve të kontrollorëve-PLC!
2. Cili është funksioni i kontrollorëve-PLC?
3. Cili është dallimi mes monitorimit dhe kontrollit?
4. Numëro disa mënyra të monitorimit në sistemet moderne të komandimit!
5. Shpjego sistemin telemetrik për komandimin dhe monitorim nga distanca!
6. Si funksionojnë sistemet e alarmeve?
7. Cili është funksioni i terminalit të programueshëm?
8. Çfarë ekrane përdoren sot si ekrane informative, numëro karakteristikat e tyre?
9. Çka është sistemi SCADA?

SHTOJCA 1:

Detektorët e vonesës në kohë

Tajmeri (timer) digjital është i strukturuar si detektor i vonesës në kohë. Në hyrje të një multivibrator bistabil, flip-flopi barten impulse eksituese të cilët janë të zhvendosur në kohë për intervalin kohor ΔT . Atëherë në hyrje të tij fitohet impuls kënddrejtë me kohëzgjatje ΔT . Ky impuls drejtkëndor bartet në hyrje të një qarku "DHE". Në hyrjen tjetër bartet varg i impulseve nga gjeneratori i frekuencave të larta me frekuencë të caktuar saktësisht f_0 . Në dalje nga qarku "DHE" fitohet frekuencë impulsive f_0 , me kohëzgjatje ΔT . Në ekuacion, N është numri i impulseve në varg, $N = f_0 \times \Delta T$.

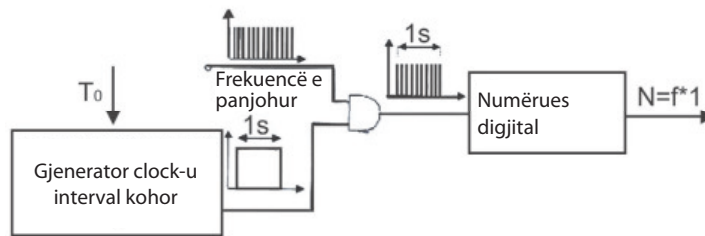
Në figurë është dhënë bllok-skema e detektorit digjital të vonesës në kohë.



Detektor i vonesës në kohë

Detektori i frekuencës

Në njërën hyrje të qarkut "DHE" bartet varg i impulseve me frekuencë të panjohur, kurse në hyrjen tjetër bartet (nga një gjenerator i intervalit kohor) sinjal me formë drejtkëndëshe me kohëzgjatje të njohur prej: 0,01; 0,1; 1; 10 s, etj. Nëse kohëzgjatja e impulsit drejtkëndësh është 1s, në dalje të qarkut "DHE" fitohet varg i impulseve drejtkëndëshe me frekuencë të panjohura me një kohëzgjatje prej 1s. Ky sinjal bartet në hyrje të numëruesit digjital. Detektori i frekuencave është dhënë në figurë.



Detektor i frekuencave

Edhe në këtë detektor numri i impulseve përcaktohet nga ekuacioni:

$$N = f_0 \cdot \Delta T.$$

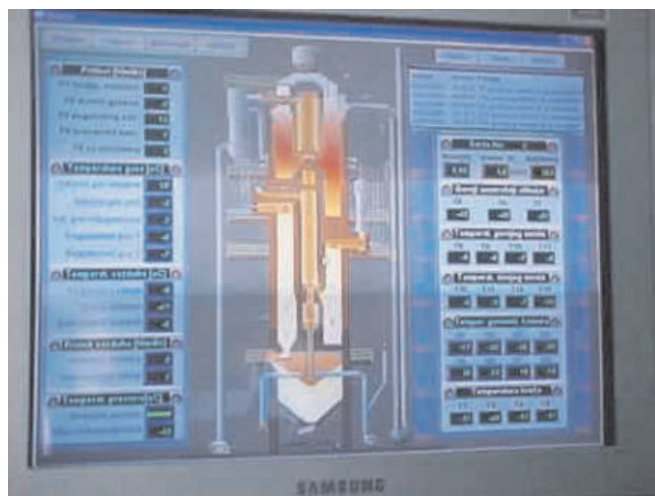
SHTOJCA 2:

TENDENCA NË AUTOMATIZIMIN E PROCESIVE

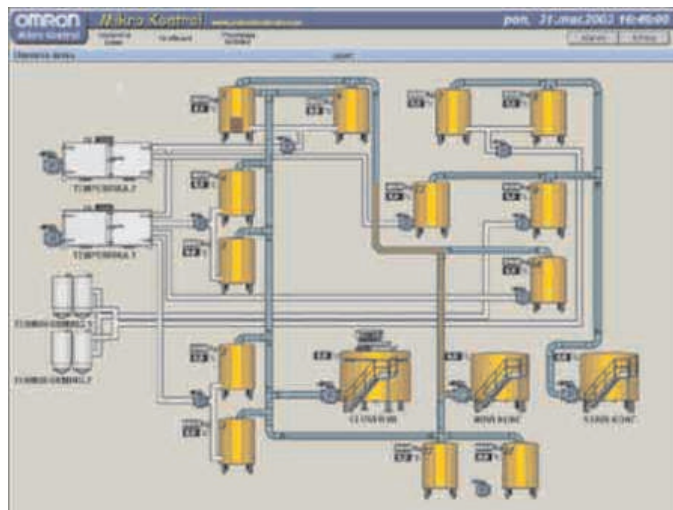
Rëndësia e komandimit automatik buron nga rëndësia e detyrave që i përcakton, si edhe nga avantazhet e tij ndaj komandimit manual dhe gjysmë automatik. Ai siguron funksionim të kënaqshëm të objektit të kontrolluar, d.m.th. devijimi i sjelljes momentale dhe asaj të dëshiruar të jetë limitet e lejuara. Me këtë, pa pjesëmarrjen e drejtpërdrejtë të njeriut, mundësohet funksionimi i duhur i sistemeve, e me këtë cilësia është në nivel më të lartë. Për veç kësaj, disa procese janë edhe të pamundur pa komandimin automatik.

Nga shembujt e mëposhtëm të industrive të ndryshme është dhënë pasqyrë e zbatimit të automatizimit:

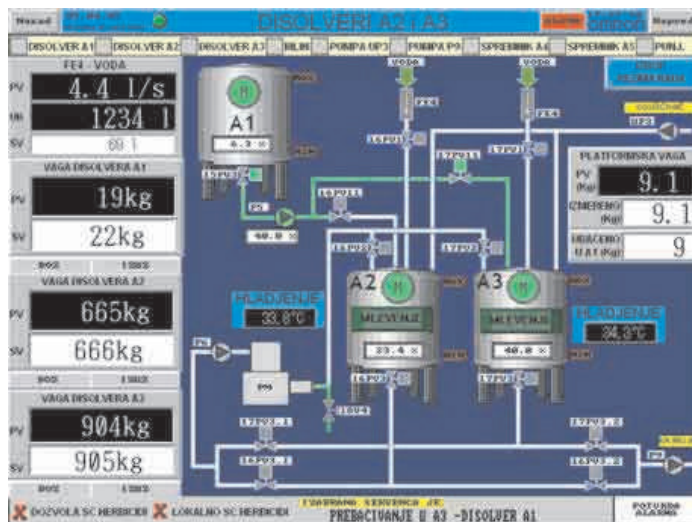
- Industria e ndërtimit: fabrika për gëlqere – pajisjet e parametrave të procesit, si temperatura, presioni, niveli i gurit etj.



- Industria ushqimore – linja për transport të masës së çokollatës – sistemi është realizuar me PLC i cili mundëson kontroll dhe monitorim të instalimeve në touch- panelin përkatës.



- Industrinë farmaceutike – repart për herbicide dhe insekticide. Sistemi përbëhet nga rezervuare nëntokësore dh mbitokësore, kablo, transportues për dozim etj. Njëpërmjet recetave të përgatitura më parë përgatiten përzierjet të cilat pastaj barten në enë të veçanta.



LITERATURA

1. Optoelectronics Designer's, Chicago 1989
2. Основи на автоматско управување, Татјана Колемишевска-Гугуловска, Просветно дело, 1992.
3. Енергетска електроника, Наташа Божиновска, МОН, 2010, Скопје.
4. Регулација на сообраќаен тек, проф. д-рБоро Ристик, Технички факултет Битола, 2005.
5. Osnovi automatskog upravljanja, d-r Dusan Simic, Naucna kniga,1990.
6. www.emiter.com.mk
7. www.tehnickaue.edu.rs