

Iskra Jovanovska
Jasna Domazetovska

TELEKOMUNIKACIONET

Viti II

**elektroteknik për elektronikë dhe
telekomunikacion**

drejtimi i elektroteknikës

Shkup, 2011

Recensentë:

Prof. dr. Marija Kacarska
Ing. i dipl. Nevenka Smilevska
Ing. i dipl. Sofia Temkova

Përgatitja kompjuterike:

Kiro Mavroski

Përkthyes:

Ing. i dipl. Riza Etemi

Redaktor i botimit në gjuhën shqipe:

Doc. dr. Abdyl Koleci

Lektor:

Abdulla Mehmeti

Botuesi: Ministria e arsimit dhe shkencës e Republikës së Maqedonisë

Shtypi: Graficki centar dooel, Shkup

Tirazhi: 120

Ky libër është miratuar për përdorim me aktvendim të ministrit për Arsim dhe Shkencë të Republikës së Maqedonisë, numër бр.22-5314/1, të datës 30.11.2010.

CIP - Каталогизација во публикација

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

621.39 (075.3)

ЈОВАНОВСКА, Искра

Телекомуникации : II година електротехничар за електроника
и телекомуникации/ Искра Јовановска, Јасна Домазетовска.

- Скопје: Министерство за образование и наука на Република
Македонија, 2011. - 202 стр. : илустр. ; 23 см

ISBN 978-608-226-174-4

1. Домазетовска, Јасна [автор]

COBISS.MK-ID 86462474

Përmbajtja

HYRJE.....	5
1. METODAT E KOMUNIKIMIT	7
1.1 MODELI I SISTEMIT TË KOMUNIKIMIT	8
1.2 TRANSMETIMI I MESAZHEVE	11
1.2.1 Transmetimi i tekstit të shkruar	11
1.2.2 Transmetimi i bisedës	14
1.2.3 Transmetimi i figurës	15
1.2.4 Transmetimi i të dhënave	19
1.3 METODA TË TRANSMETIMIT	21
2. MESAZHET, SINJALET DHE NJËSITË PËR TRANSMETIM	25
1.4 NATYRA E MESAZHEVE	25
1.5 SINJALET	27
1.5.1 Sinjalet e vazhduara dhe diskrete	27
1.5.2 Sinjalet analoge dhe digjitale	29
1.5.3 Sinjalet e rastit dhe deterministik	29
1.5.4 Paraqitja e sinjaleve	31
1.5.5 Spektri i sinjaleve	33
1.6 KARAKTERISTIKA TË SINJALEVE TË RASTIT	36
1.6.1 Karakteristika të bisedës dhe muzikës	36
1.6.2 Karakteristika të sinjalit video	38
1.6.3 Transmetimi i të dhënave	41
1.7 NJËSITË PËR TRANSMETIM	44
1.8 NIVELI ABSOLUT DHE RELATIV	45
3. MEDIUMET PËR TRANSMETIM	54
1.9 LLOJE TË MEDIAVE PËR TRANSMETIM	54
1.10 TRASMETIMI NË FREKUENCA TË ULËTA DHE FREKUENCA TË LARTA	56
1.10.1 Transmetimi në frekuenca të ulëta (FU)	57
1.10.2 Transmetimi në frekuenca të larta (FL)	60
1.11 LINJA TË TELEKOMUNIKIMIT	62
1.12 MEDIA PËR TRANSMETIM PA TELA -Wireless	65
1.13 SISTEME TË TRANSMETIMIT	68
1.13.1 Sistemet e transmetimit fikse	68
1.13.2 Sistemet e transmetimit pa tela	69
4. LINJAT E TELEKOMUNIKACIONIT	76
1.14 PARAMETRAT ELEKTRIK TË LINJËS-TK	77
1.14.1 Parametrat primar të linjës-TK	78
1.14.2 Parametrat sekondar të linjës-TK	81
1.15 PARAMETRA TE LINJËS SË PUPINIT	84
1.16 PËRHAPJA E VALËVE NË LINJËN-TK	87
1.16.1 Përhapja e valëve në linjën-TK pa humbje	88
1.16.2 Përhapja e valëve në linjën-TK me humbje	89
1.17 LINJAT-TK PËR RADIOFREKUENCAT	90
1.17.1 Linja-TK e hapur në fund	92
1.17.2 Impedanca hyrëse e linjës-TK të hapur në fund	94

1.17.3	Linjë-TK me lidhje të shkurtër në fund	96
1.17.4	Impedanca e hyrjes e linjës-TK me lidhje të shkurtër në fund	97
1.18	LLOJE TË LINJAVE-TK	98
1.19	KRAHASIMI MES LINJAVE ENERGJETIKE DHE LINJAVE-TK	100
1.20	KONSTRUKSIONI I KABLLOVE	101
1.21	SHËNIMI I KABLLOVE-TK	105
1.22	INSTALIMI I KABLLOVE-TK	106
1.23	REALIZIMI I LIDHJEVE NË KABLOT-TK	110
1.24	RRJETAT E TELEKOMUNIKACIONIT	112
5.	FIBRAT OPTIKE	122
1.25	STRUKTURA E FIBRAVE OPTIKE	124
1.26	LLOJET E FIBRAVE OPTIKE	126
1.27	METODA TË TRANSMETIMIT NËPËR FIBRAT OPTIKE	128
1.27.1	Dritaret optike	129
1.28	KONVERTUESIT ELEKTRO-OPTIK	132
1.28.1	Fotodioda	133
1.28.2	Dioda-LED	134
1.28.3	Laserët	135
1.29	KARAKTERISTIKAT E TRANSMETIMIT TË FIBRAVE OPTIKE	137
1.30	MODULET OPTIKE	139
1.31	KABLOT OPTIKE	141
6.	ANTENAT	147
1.32	TRANSMETIMI ME VALË ELEKTROMAGNETIKE	148
1.33	PËRHAPJA E RADIOVALËVE	149
1.33.1	Radiovalët sipërfaqësore	150
1.33.2	Radiovalët hapësinore	151
1.34	ANTENA DIPOLE E HERCIT	154
1.35	FUSHA E REZATIMIT	158
1.36	ANTENA-DIPOLE SIMETRIKE	161
1.36.1	Lloje të diagrameve të rrezatimit	165
1.37	SISTEMET KOMPLEKSE TË ANTENAVE	168
1.38	FUQIA E REZATIMIT TË ANTENËS	170
1.39	REALIZIME PRAKTIKE TË ANTENAVE	172
1.39.1	Antenat transmetuese për zona valore të ndryshme	172
1.39.2	Antena marrëse për zona të ndryshme valore	174
1.39.3	Antenat Jagi (Yagi)	177
1.40	ANTENAT SATELITORE	179
1.40.1	Transmetimi satelitor	179
1.40.2	Ndërtimi i antenave satelitore	182
1.40.3	Parametra të antenave satelitore	185
1.40.4	Antenat WiMAX	187
	SHTOJCAT	192
	LITERATURA E PËRDORUR	201

HYRJE

Lënda mësimore Telekomunikacionet mësohet në vitin e dytë të drejtimit të elektroteknikës për profilin arsimor *elektroteknik për elektronikë dhe telekomunikacion*. Kjo është një lëndë mësimore e cila ofron njohuri themelore për këtë profil nga fusha e telekomunikacioneve. Njohuritë e fituar nga kjo lëndë janë bazë për përvetësimin e përmbajtjeve mësimore nga lëndët profesionale në vitin e tretë dhe të katërt, si Qarqet dhe pajisjet elektronike, Qarqet dhe pajisjet e telekomunikimit dhe mësimi praktik, si lëndë të rregullta dhe zgjedhore.

Libri është përpunuar sipas programit arsimor të reformuar dhe ka për qëllim në tërësi të mbulojë përmbajtjet mësimore në lëndën Telekomunikacionet në vitin e dytë. Ky program është reformuar në vitin 2006, në përputhje me reformat në arsimin e mesëm profesional, me çka është bërë modernizimi i mësimin dhe programeve mësimore në arsimin profesional. Përmbajtja e librit është në përputhje me objektivat e programit arsimor për fitimin e njohurive themelore në fushën e telekomunikacioneve, të cilat do të jenë në hap me njohuritë bashkëkohore në këtë fushë. Nxënësit do të fitojnë njohuri për konceptet themelore që përdoren në telekomunikime, të tilla si: transmetim, sinjal, mesazh, modulim, media për transmetim, rrjet për transmetim, linja, antena etj. Vëmendje më e madhe i është kushtuar studimit të mediave për transmetim, të cilat mund të jenë me tela (kabllo dhe fibra optike) dhe pa tela (me ndihmën e antenave).

Me zgjedhjen e përmbajtjeve tentohet të plotësohen qëllimet themelore dhe konkrete që rrjedhin nga programi arsimor i lëndës Telekomunikacionet. Tentohet të përdoren terme dhe koncepte integruese në mënyrë që të plotësohet lidhja interdisiplinare me fushat tjera nga fizika, elektronika dhe praktika. Pas çdo teme në libër ka pyetje, detyra apo aktivitete, si dhe përmbledhje, me çka tentohet të përsëritet ajo që është studiuar, të zbatohen njohuritë e fituara dhe të kontrollohen të arriturat e nxënësve.

Përmbajtjet e librit i ndjekin zhvillimet në këtë fushë. Digjitalizimi i telekomunikimeve filloi në vitet e 70-ta të shekullit të kaluar, me zhvillimin

e elektronikës dhe shfaqjen e kompjuterëve, kurse merr hov në vitet e 80-ta dhe të 90-ta, kështu që sot pothuajse nuk ka asnjë transmetim në të cilin nuk përdoren sinjalet digjitale në rrjetat publike të telekomunikacionit. Përmbajtjet sigurojnë bazë për të kuptuar dhe mësuar disiplinat moderne në këtë fushë (telekomunikimet digjitale, teoria e informacionit, sistemet e transmetimit, rrjetat personale dhe mobile etj.).

Duke pasur parasysh gjithë këtë, nga nxënësit dhe nga arsimtari kërkohet përpjekje shtesë, me qëllim që të ndiqen arritjet më të reja në fushën e telekomunikimeve.

U falënderohemi familjeve tona për mbështetjen vetëmohuese dhe të plotë në përpunimin e këtij libri. Falënderojmë recensentët për kontributin bujar dhe mbështetjen në përgatitjen e librit dhe kolegët që kanë kontribuar për të pasuruar përmbajtjen e këtij libri.

Shkup, 2010

Autorët

1. METODAT E KOMUNIKIMIT

Telekomunikacionet janë shkencë që mbështet dhe nxit nevojën e njeriut, dëshirën dhe aftësinë për të komunikuar. Emri (komunikim) vjen nga fjalët *tele* (largësi) dhe *komunikim* (komunikimi), që do të thotë komunikimi në distancë. Përkufizim më konkret i cili është pranuar nga Unioni Ndërkombëtar i Telekomunikacionit (ITU) është se me termin telekomunikacion nënkuptohet “çdo lloj i pajisjes, transmetim, dhe marrje e shenjave, zërit ose figurës apo njohurive të tjera njerëzore, në cilën do mënyrë (përmes kabllave, radios ose sistemeve tjera elektromagnetike)”.

Telekomunikacionet përfshijnë pajisjet teknike të nevojshme për transmetim më të besueshëm dhe më të saktë të informatave në mes të çdo dy pikave, në cilën do distancë dhe me çmim sa më të pranueshëm. Me pajisje të telekomunikacionit nënkuptohen mjetet dhe pajisjet për përpunimin, transmetimin dhe marrjen e sinjaleve, si dhe softuerin përkatës që përdoret për këtë qëllim. Me telekomunikim nënkuptohet edhe emetimi, bartja dhe pranimi i bisedës, zërit, tekstit ose të dhënave, në formë të sinjalit, nga një vend në tjetrin, të larguar, me ç`rast përdoret kablllo, sistem optik ose sistem tjetër elektromagnetik.

Shikuar historikisht, fillimet e telekomunikimeve datojnë qysh në vitin 1837, kur Samuel Morse shpiku sistemin për kodim të shkronjave dhe numrave, i ashtuquajti kodi alfabetik Morse. Ky kod është një fillim intuitiv i teorisë së kodimit. Në vitin 1844 u vendosur lidhja e parë telegrafike në Baltimore, kurse në vitin 1892, në La Porta, SHBA, është vendosur centrali i parë telegrafik automatik.

Në vitin 1906 në Berlin u mbajt konferenca e parë për radiokomunikimet. Linku i parë transatlantik është e vendosur në vitin 1927. Në vitin 1937 u zbulua radari, dhe në vitin 1938 Alek Rives (Alec Reeves) zbulon konvertimin digjital të sinjaleve analoge (PCM). Me zbulimin e transistorit

në vitin 1948 fillon zhvillimi i shpejtë i telekomunikacioneve. Në vitin 1960 paraqitet edhe një shpikje tjetër revolucionare -laseri.

Në vitin 1962 realizohet transmetim televiziv ndërkombëtar me ndihmën e satelitëve - TELSTAR. Pas zbulimit të fibrave optike në vitin 1970, telekomunikimet bëhen shumë të shpejta. Në vitet '90-ta të shekullit të kaluar zhvillohet rrjeta globale e internetit (1992), kurse në vitin 1994 edhe telefonja celulare. Në vitin 2001 paraqitet sistemi 3G i telefonisë celulare, kurse në vitin serverët e brezit të gjerë WiMAX. Telekomunikimet janë fushë e veprimtarive njerëzore që vazhdimisht zhvillohen.

1.1 MODELI I SISTEMIT TË KOMUNIKIMIT

Çdo sistem telekomunikimi mund të paraqitet nga një model i përgjithshëm i sistemit të telekomunikimit. Modeli i transmetimit të komunikimit me bllok-skemën e thjeshtuar është treguar në Fig. 1-1. Modeli i përgjithshëm mundëson të përcaktohen funksionet e komponentëve përbërëse bazë të çdo sistemi për transmetim të mesazheve.

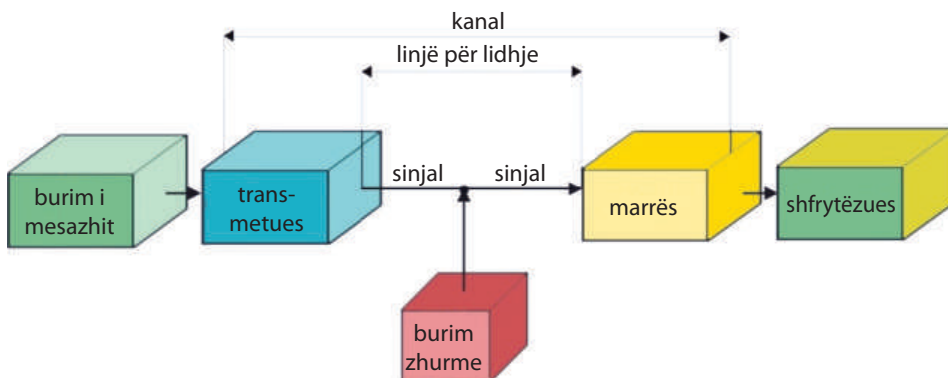


Fig. 1-1. Modeli i përgjithshëm i sistemit të komunikimit

Burim i mesazheve është ndonjë objekt, makinë ose njeri që gjeneron ose krijon mesazhe që duhet të transmetohen te shfrytëzuesi. Me mesazh nënkuptohen biseda, muzika, teksti i shkruar, numrat, figura të lëvizshme dhe të palëvizshme, të dhëna nga matjet etj. Burimi i mesazheve shfrytëzuesit i dërgon një ose një grup të mesazheve të mundshme.

Transmetuesi është një bllok në të cilin mesazhet konvertohen në sinjale të përshtatshme për transmetim. Sipas kësaj, thuhet se **sinjali është një ekuivalent elektrik** i mesazhit të transmetuar. Sinjalet janë madhësi elektrike (tension, rrymë ose fuqi) të cilat ndryshojnë si mesazhi dhe kanë frekuenca të mesazhit, gjegjësisht të ashtuquajturat frekuenca të ulëta (FU). Transmetuesi kryen përpunimin dhe modulimin e sinjalit në varësi të sistemit, me çka sinjalet fitojnë frekuenca të larta (FL), në varësi të mënyrës së transmetimit, me qëllim që të aftësojnë sinjalin me vetitë e linjës për lidhje.

Linja për lidhje (sistemi për transmetim) është medium për transmetim ose mjedis përmes të cilit(ës) sinjali transmetohet nga transmetuesi deri te shfrytëzuesi. Ai mund të jetë linjë elektrike ose fibër optike nëpër të cilin bartet rreze drite ose mjedis nëpër të cilin barten radiovalët përmes një vargu përforsuesish etj.

Burimi i zhurmës është një bllok i cili paraqet simbolikisht të gjitha pajisjet elektrike dhe elektronike, si dhe burimet natyrore të pengesave, të cilat krijojnë sinjale elektrike të cilat futen në sistemin për transmetim, përzihen me sinjalin e mesazhit, kurse në vendin e marrësit manifestohen si shushuritje, fishkëllima, kërcitje etj. Të gjitha shfaqjet e numëruara në vendin e marrësit përfshihen me emrin e përbashkët **zhurmë**.

Marrësi është pjesë e sistemit në të cilin kryhen operacione të kundërta me operacionet e transmetuesit. Në transmetuesi sinjali elektrik, i cili vjen përmes sistemit të transmetimit, shndërrohet në mesazh. Në rastin më të përgjithshëm, marrës mund të jetë aparati telefonik, por mund të jetë edhe komplet radiomarrësi ose aparati-TV, telefoni celular, kompjuteri i cili pranon mesazhe nga një kompjuter tjetër në distancë etj.

Shfrytëzues është njeriu ose makina për të cilin (ën) është i/e destinuar mesazhi.

Kanali është një grup i pajisjeve teknike që sigurojnë transmetim të pavarur të mesazheve nëpërmjet një rruge transmetimi të përbashkët. Ai paraqet një mjedis nëpër të cilin bartet mesazhi si lloji i sinjalit. Pajisjet me të cilat sigurohet që të gjithë shfrytëzuesit të pranojnë vetëm sinjalin e përzgjedhur e përbëjnë lidhjen e kanalit. Pra, kanalin e përbëjnë: *transmetuesi, linja për lidhje dhe marrësi*. Në kanal është i pranishëm edhe zhurma e cila mund të ndryshojë mesazhin.

Modelin më të përgjithësuar të sistemit të komunikimit për bartjen e mesazheve e dha Shenon-i (Shannon) dhe ai mund të aplikohet si për sistemet të cilat bartin mesazhe përmes rrugës elektrike, ashtu edhe për sistemet tjera të komunikimit.

Kur bëhet analizë e detajuar e sistemeve për transmetim përdoret dhe skema e zgjeruar e sistemeve për bartjen e mesazheve, si në Fig. 1-2. Në varësi nga karakteri i mesazhit të cilin e dërgon një qendër operative ose në varësi nga forma e informacionit të bartur, në burimin e mesazhit bëhet zgjedhja e simboleve me të cilët do të bartet mesazhi. Si simbole mund të paraqiten shkronjat, numrat nga sistemet e ndryshme numerike ose ndonjë shifër. Shprehja e mesazheve me ndonjë lloj simboli quhet **kodim**, kurse rregulla me të cilën realizohet quhet **kod**.

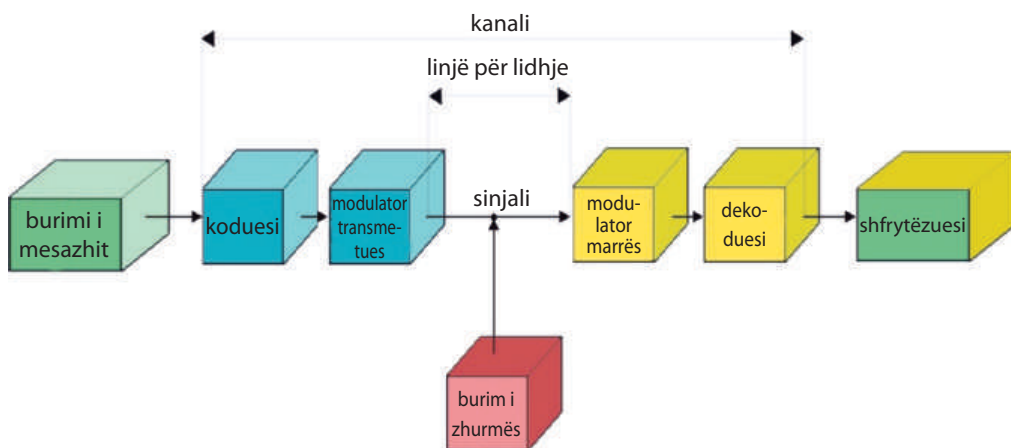


Fig. 1-2. Skema e zgjeruar e sistemit për transmetim të mesazheve

Do të thotë, në modelin e zgjeruar të sistemit të komunikimit, transmetuesi për transmetimin e mesazheve është i përbërë nga:

- **koduesi i burimit (K)**, i cili mesazhet i konverton në të koduar, dhe
- **kodues i kanalit**, i cili përbëhet nga **transmetuesi - modulatori (TM)** dhe ka për detyrë që mesazhet e koduara t'i konvertojë në sinjale, të cilët përmes sistemit të transmetimit do të barten në anën e marrësit.

Pjesën e marrësit e përbëjnë:

- **dekodues i kanalit, marrësi-demodulatori (MD)**, në të cilët sinjalet e marra konvertohen në mesazhe të koduara, dhe
- **dekodues i marrësit (DM)** i cili mesazhin e koduar, ashtu siç është dërguar, në formën origjinale ia dorëzon marrësit të mesazheve ose shfrytëzuesit.

Gjatë transmetimit, mesazhet që barten nga transmetuesi deri te shfrytëzuesi mund të dallohen. Prandaj, kujdes i madh i kushtohet

koduesit dhe dekoduesit të kanalit, me çka gabimi në transmetim do të jetë minimal.

Kanal është pjesa e transmetimit të cilin e përbëjnë **koduesi i kanalit dhe sistemi i transmetimit, gjegjësisht mediumi i telekomunikimit dhe dekoduesi i kanalit.**

1.2 TRANSMETIMI I MESAZHEVE

Mesazhet që barten nga burimi deri në një vend të largët (vendi i marrjes) mund të paraqiten në forma të ndryshme, p.sh. të tilla: si tekst i shkruar, bisedë, muzikë, figurë e lëvizshme dhe e palëvizshme, rezultate nga matjet ose komanda për komandim etj. Prandaj, ekzistojnë metoda të ndryshme për bartjen e mesazheve përmes rrugës elektrike. Në varësi të karakterit të mesazheve dhe formës në të cilën i bartim, kurse në përputhje me mundësitë teknike, përdoren metodat e mëposhtme: telegrafia, telefonia, televizioni, transmetimi i të dhënave, telekomandimi, telemetria, tele-sinjalizimi etj.

1.2.1 Transmetimi i tekstit të shkruar

Transmetimi i mesazheve, si tekst i shkruar, në distancë, përmes rrugës elektrike realizohet me anë të telegrafisë. Mesazhet telegrafike në formën e tyre bazë janë mesazhe diskrete. Bazat e telegrafisë i vendosi Samuel Morse (Samuel Morse). Me telegrafinë barten mesazhe të përbëra nga simbole, gjegjësisht shkronja, shenja për ndërlidhje (të pikësimit) dhe të ngjashme. Konvertimi i tekstit të shkruar në sinjal përbëhet nga dy operatione: kodimi dhe manipulimi telegrafik gjegjësisht modulimi. Pra, kodi telegrafik është rregull sipas të cilës kryhet shndërrimi i mesazhit nga forma e sajë bazë (teksti) në të koduar. Kodi telegrafik është alfabeti telegrafik i Morse-it. Sipas alfabetit të Morse-it- kodit, secilit simbol i përgjigjet kombinim i caktuar nga pikat dhe linjat me ndërprerje mes tyre.

Në kuptimin elektrik, pika paraqet praninë e rrymës nëpër ngarkesë, e cila zgjat një të caktuar të shkurtër. Linja do të thotë prani e rrymës që zgjat tre herë më gjatë nga pika. Ndërprerja mes pikave dhe linjave në një shkronjë do të thotë mungesë e rrymës në ngarkesë, e cila zgjat sa edhe një pikë. Ndërprerjet mes shkronjave në një fjalë zgjasin sa tre pika, kurse ndërprerjet mes fjalëve zgjasin pesë pika. Për shembull, njëri nga mesazhet

më të njohura për kërkimin e ndihmës është mesazhi SOS, i cili sipas alfabetit të Morse-it ka formë të: tri pika – tri linja – tri pika. Në Fig. 1-3 tregohet paraqitja kohore e mesazhit të njohur për ndihmë SOS.

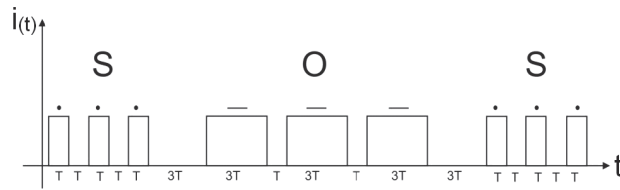


Fig. 1-3. Forma kohore e mesazhit për ndihmë SOS

Dallojnë transmetime telegrafike, në të cilat të gjithë shenjat telegrafike me numër të njëjtë të impulseve, të cilët i quajmë kode simetrikë, dhe transmetime me kode asimetrikë, në të cilët shenjat paraqiten me impulse me gjatësi kohëzgjatje të ndryshme, d.t.th. me numër të ndryshëm të impulseve bazë.

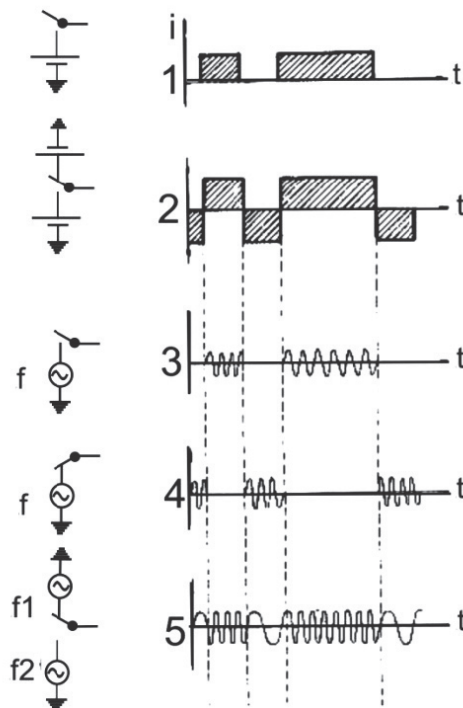


Fig. 1-4. Transmetimi në telegrafi me rrymë të vazhduar (1, 2) dhe me rrymë alternative (3, 4, 5)

Në transmetimin klasik telegrafik mesazhet barten me burime të vazhduara të rrymës. Siç shihet nga Fig. 1-4, mund të ndryshojë amplituda

(Fig. 1-4 (1)) ose drejtimi i rrymës (Fig. 1-4 (2)). Në telegrafinë me rrymë alternative përdoren sisteme me rrymë alternative me frekuenca të tingullit. Transmetimi i tillë mund të jetë me një burim alternativ me një frekuencë dhe një tingull (Fig. 1-4 (3)), gjegjësisht të punojnë me rrymë punuese ose me rrymë të qetë, të paraqitur në (Fig. 1-4 (4)). Ose telegrafi me dy tinguj me dy burime dhe me dy frekuenca të ndryshme, si në (Fig. 1-4 (5)).

Përdorimi i telegrafisë me rrymë alternative, e cila është quajtur sistem me telegrafi harmonike ose telegrafi me frekuenca të tingullit të brezit të zërit. Me këtë transmetim mundësohet shfrytëzimi i linjave për transmetim për bartjen e më shumë sinjaleve. Bartja e sinjaleve telegrafike është standardizuar në nivel ndërkombëtar dhe kombëtar.

Alfabeti i Morse-it (kodi) i përbërë nga kombinimi i pikave dhe vijave është treguar në Fig. 1-5.

A • —	S • • •
B — • • •	T —
C — • — •	U • • —
D — • •	V • • • —
E •	W • — —
F • • — •	X — • • —
G — — •	Y — • — —
H • • • •	Z — — • •
I • •	1 • — — — —
J • — — —	2 • • — — —
K — • —	3 • • • — —
L • — • •	4 • • • • —
M — —	5 • • • • •
N — •	6 — • • • •
O — — —	7 — — • • •
P • — — •	8 — — — • •
Q — — • —	9 — — — — •
R • — •	0 — — — — —

Fig. 1-5. Alfabeti i Morse-it

1.2.2 Transmetimi i bisedës

Transmetimi në distancë i bisedës kryesisht realizohet me **telefoni**. Fjala telefoni vjen nga fjalët *tele* (distancë) dhe *fon* (zëri). Në telefoni, në aparatit telefonik biseda shndërrohet në sinjal elektrik dhe përmes sistemit kompleks të rrjetave telefonike, të cilat e sigurojnë komunikimin, lidhen përdoruesit nga njëra anë e lidhjes dhe tjetra. Brezi i frekuencave të bisedës është prej 300 Hz deri në 3.400 Hz.

Telefonin e zbuloi Aleksandër Graham Bell (Alexander Graham Bell) në vitin 1875. Ai zbuloi se kur teli i çelikut dridhet në fushën magnetike në të krijohet një rrymë e ndryshueshme. Në telefon kjo ndodh në mikrofoni, gjegjësisht në shndërruesin elektroakustik, i cili energjinë akustike e shndërron në energji elektrike. Kjo energji përmes linjës transmetohet deri në anën e marrjes. Këtu, përmes altoparantit, energjia elektrike konvertohet në akustike. Konvertuesit elektroakustikë, mikrofoni dhe kufja janë konvertues të zërit në sinjal elektrik dhe anasjelltas. Në Fig. 1-6 është dhënë ndryshimi në kohë i sinjalit elektrik në linjën për transmetim të bisedës.

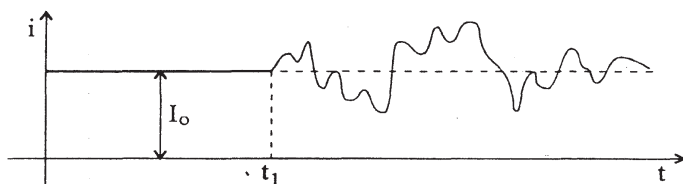


Fig. 1-6. Ndryshimi në kohë i sinjalit elektrik për transmetim të bisedës

Me sistemet telefonike bartet bisedë në dy drejtime. Çdo aparat telefonik ka edhe mikrofoni edhe kufje dhe këto përmes linjës janë të lidhur me centralin telefonik. Centrali telefonik kryen ndërmjetësimin, gjegjësisht lidhjen e dy abonentëve. Mungesë e një transmetimi të tillë është se nëpërmjet një linje mund të bartet vetëm një sinjal, gjegjësisht vetëm një bisedë. Që të mundet nëpër një linjë, në të njëjtën kohë, të barten më tepër sinjale të pavarura është i nevojshëm përpunim shtesë i sinjaleve, i cili kryhet në centrale. Një transmetim i tillë quhet transmetim në frekuencë të larta (transmetim-FL) dhe ai përdoret për ndërlidhjen e centraleve telefonike.

Mes transmetuesit dhe marrësit të zgjedhur gjendet rrjetë e organizuar telefonike, në të cilën është i përfshirë edhe centrali. Si medium për bartjen përdoren kabllot TK, fibra optike ose ajri. Ekzistojnë tre mënyra me të cilat përdoruesit lidhen në rrjetin telefonik: telefonia fikse, telefonia celulare dhe telefonia satelitore ose lidhja VoIP (Voice over IP), që do të thotë “zëri përmes internet - protokollit”.

Në telefoninë fikse lidhja realizohet me kabllo për një lokacion fizik të caktuar. Transmetimi pa tela është telefoni celulare, e cila paraqitet nga viti 1965. Ajo është një transmetim i organizuar me stacione bazë të cilat janë të lidhur në centralin e përbashkët. Gjatë transmetimit, mesazhet konvertohen në sinjale digjitale dhe përmes rrjetit të stacioneve bazë dhe centralit barten deri te përdoruesit. Telefonia celulare sot është në zhvillim të vazhdueshëm dhe vazhdimisht i zgjeron mundësitë e saj. Transmetimi telefonik që realizohet përmes satelitëve të telekomunikimit (lidhja VoIP) i përdor njëkohësisht edhe rrjetat e internetit.

1.2.3 Transmetimi i figurës

Transmetimi dhe pranimi i figurave dinamike (të lëvizshme) në distancë me ndihmën e valëve elektromagnetike quhet **televizion**. Që të bartet figura në largësi, ajo ndahet në pika ose elemente, që do të thotë se figura ka një strukturë elementare. Në një distancë normale në të cilën shikohet televizori, pikat nuk dallohen, kështu që njeriu sheh figurë të pastër. Nëse figurat ndërrohen ashtu që në çdo sekondë do të paraqiten nga 25 figura, atëherë syri i sheh si figura të lëvizshme- dinamike. Pra, figura bartet në linja (625 linja për një figurë të palëvizshme), në ngjyra, me të cilat barten informacionet, për të kuqe (R), të kaltër (B) dhe të gjelbër (G), të secilit element të figurës.

Figura bartet pasi që linku optik do të konvertohet në shënim elektrik. Ky konvertim i figurës në sinjal elektrik quhet analizë e figurës dhe realizohet në konvertuesit elektronik-optik ose në kamerat televizive.

Në televizion, zëri dhe figura barten në të njëjtën kohë. Kjo arrihet në atë mënyrë që figura bartet në valën bartëse, si modulim në amplitudë (MA), kurse zëri vendoset si modulim në frekuencë (MF).

Kamera televizive. Njëra nga pjesët themelore të transmetuesve televiziv është kamera televizive me ndihmën e së cilës figura ose mesazhi konvertohet në sinjal elektrik.

Parimi që përdoret në llojin e kamerave më të thjeshta është ndryshimi i rezistencës së një gjysmëpërçuesi kur në të do të bie drita. Në kamerë, në anën e transmetuesit, kryhet e ashtuquajtura analizë e figurës. Gjatë kësaj, në daljen e konvertuesit elektronik-optik, gjegjësisht kamerën me të cilën kryhet, bëhet analiza, fitohet sinjal elektrik, d.t.th. tension, vlera momentale e të cilit është proporcionale me dritën që e emeton pika e cila analizohet në atë moment. Përmes sistemit të transmetimit, sinjali (video sinjali) i cili paraqet informacion për intensitetin e dritës të pikave të ndryshme bartet në vendin e marrësit.

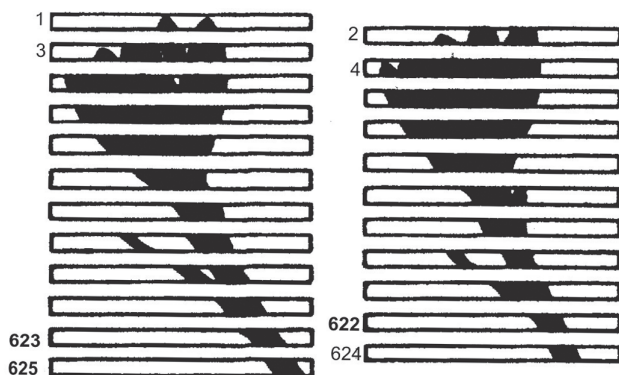


Fig. 1-7. Analiza e figurës në dy gjysmë-figura

Analiza e figurës paraqet konvertim, sipas një shpërndarje të caktuar, të madhësive optike në elektrike. Është e parëndësishme sipas cilës shpërndarje do të bëhet analiza, por e rëndësishme është që sinteza në marrësin të realizohet sipas shpërndarjes së njëjtë. Në kamerë, analiza realizohet me tufë elektronike, e cila në çdo moment bart veti të elementeve të dritës së figurës. Varësisht nga numri i elementeve, matet cilësia e figurës (rezolucioni i figurës). Analiza e figurës sipas standardeve quhet analizë me boshllëk. Këtu figurat ndahen në dy gjysëmfigura, si në Fig. 1-7. Gjysmë-figura është figurë me numër dy herë më të vogël të linjave, kurse frekuenca e paraqitjes dy herë më e madhe. Sot kjo analizë zbatohet në gjithë botën.

Numri i elementeve që mund të barten në një linjë horizontale quhet rezolucion horizontal. Nga numri i elementeve të bartura varet edhe gjerësia e brezit të lëshimit të sistemit televiziv, i cili është 5MHz.

Me analizën e figurës fitohet video sinjal me ngjyra komplekse. Kameras televizive me ngjyra për analizën e figurës përdorin konvertues fotoelektrik, të cilët mund të jenë: konvertues – sensorë me tuba dhe sensorë gjysmëpërçues CCD (Charged Coupled Device). Në Fig. 1-8 është treguar në sinjal video kompleks me ngjyra për një linjë, me nivelet karakteristike të tensionit. Gjithashtu, në figurë janë dhënë edhe nivelet e tensionit që i merr sinjali video dhe impulset sinkronizuese.

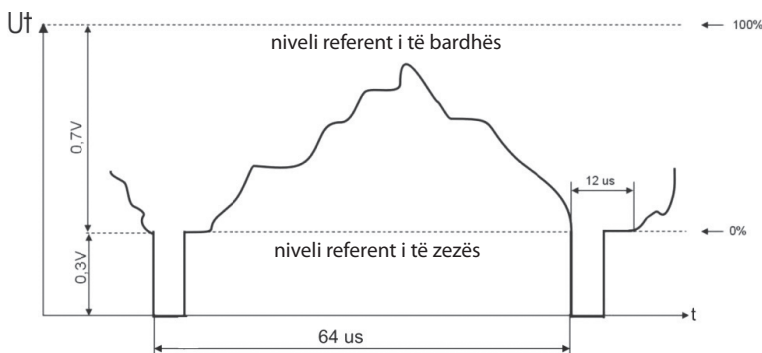


Fig. 1-8. Sinjali video kompleks i një linje

Në televizionin me ngjyra paraqiten bartës të ngjyrës, të cilët gjenden në 4,43MHz të bartësit të figurës. Ky bartës transmetohet së bashku në çdo rresht për kohën prej 12 μ s në impulset sinkronizuese prej 64 μ s për çdo linjë. Për transmetim të sinjalit video zbatohet modulimi në amplitudë me brez asimetric në formë të fuçisë.

Transmisioni i sinjalit. Sinjali që fitohet nga kamera vendoset (modulohet) në valën bartëse – UHF (frekuenca ultra të larta) dhe si i tillë emetohet në hapësirë nga transmetuesi televiziv (antena). Nga antenna e transmetuesit rrezatojnë valë elektromagnetike të cilat e bartin informacionin për figurën në të gjitha drejtimet. Transmetimi televiziv kryesisht realizohet përmes valëve në brezin e valëve ultra të shkurtra. Valët e tilla përhapen në vijë të drejtë, për këtë qëllim antenat që i pranojnë dhe transmetojnë valët vendosen në distanca të largëta. Në vendin tonë ka më shumë antena të tilla rele, nga të cilat mund të pranohen sinjale nga më tepër transmetues televiziv.

Marrësi televiziv. Në marrësin përmes antenës për merren valët elektromagnetike. Sinjali i frekuencave të larta i cili e bart figurën ndahet nga vala bartëse dhe konvertohet në rrymë alternative, sinjal video me

ngjyra. Kjo rrymë pastaj bartet në gypat e katodës të topit elektronik, i cili e kontrollon intensitetin e rrymës së tufave elektronike në gypin katodik. Tufat elektronike përmes maskës së ekranit godasin në pikat fosforike të ekranit dhe e krijojnë figurën me ngjyra.

Në Fig. 1-9 tregohet prerja tërthore e kineskopit, gjegjësisht e ekranit të marrësit televiziv me ngjyra, me pjesët e tij përbërëse: gypi katodik, topat elektronik (projektorët) që i krijojnë tufat elektronike RGB, maska nëpër të cilën kalojnë tufat dhe godasin në pikat fosforike të ekranit.

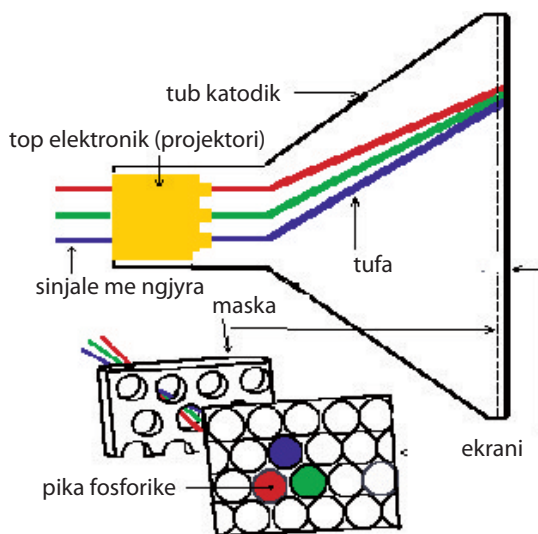


Fig. 1-9. Fitimi i figurës-TV me ngjyra në ekranin e marrësit televiziv

Tufa elektronike në ekranin televiziv e jep figurën e transmetuar, kurse figura e cila ishte incizuar dhe emetuar duhet të riprodhohet me besnikëri. Pjesa e brendshme e ekranit televiziv është e veshur me numër të madh të pikave fosforike të shpërndara në 625 linja, të cilat janë të bëra nga materiali fosforoshent (material i cili ka aftësi që të emetojë dritë kur do të goditet nga elektronet). Kohë për të cilën skanohet një figurë e plotë është rreth $0,04\mu s$. Për bartjen e figurës me ngjyra barten elemente me të tre ngjyrat (e kuqe, e kaltër dhe e gjelbër), për këtë arsye ky sistem quhet sistem RGB. Sot për televizionin përveç tubave katodik përdoren edhe ekrane tjera, si LCD (Liquid Crystal Display) dhe ekranet plazma.

1.2.4 Transmetimi i të dhënave

Me termin bartje të të dhënave (Data Transmission) nënkuptohet transmetim i të dhënave, si dhe mënyra klasike e bartjes së tekstit të shkruar në telegrafi.

Të dhënat transmetohen si varg i numrave, gjegjësisht digjitale. Nëse në transmetimin digjital të sinjalit ekzistojnë vetëm dy numra (zero dhe njëshi), gjegjësisht ka tension (njëshi) ose nuk ka tension (zero), atëherë sistemin e quajmë binar.

Shifrat mund të paraqiten në sisteme të ndryshme numerike. Më i afërt me të kuptuarit tonë të përditshëm është sistemi decimal. Baza e sistemit decimal është 10 dhe dhjetë numrat: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dhe 9, të cilët janë të nevojshëm për të paraqitur cilindo numër. Që të shkruhet numri më i madh se 9 u jepet peshë vendeve të ndryshme të shifrave në vargun që e paraqet numrin. Për shembull, numri 5 932, 87 ka kuptimin:

$$5.932,87 = 5 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 7 \times 10^{-2}$$

koeficienti ↑ ↑ faktori i peshës

Sipas kësaj, vendi i shifrës në vargun që përbën numrin ka kuptimin e faktorit të peshës.

Sistemi binar në shfaqjen e numrave për bazë e ka numrin 2. Që të tregohet cilindo numër janë të nevojshme vetëm dy shifra, 0 dhe 1. Sipas kësaj, numri decimal 21_{10} (indeksi 10 tregon se numri është shkruar në sistemin decimal) në sistemin binar shkruhet si 10101_2 (indeksi 2 do të thotë që numri është shkruar në sistemin binar).

$$10101_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

Ekzistojnë algoritme të përpunuar për konvertimin e numrave decimal në numra binar. Shifra binare 0 ose 1 quhet bit- binary digit. Kështu, numri 1010 paraqet numër me 4 bita, kurse 101 është numër me 3 bita.

Numri i bitave i cili ka kuptim të caktuar quhet kod. Biti i parë në kod ka faktor të peshës më të madhe, kurse biti i fundit ka faktor të peshës më të vogël.

Ekzistojnë kode të ndryshme për të paraqitur shifrat decimale. Më popullor është kodi-BCD (Binary Coded Decimal). Në të, çdo shifër e sistemit decimal paraqitet me ndihmën e 4 bitave. Më i njohur është kodi standard amerikan për shkëmbim të informacionit ASCII (American Standard Code for Information Interchange), gjegjësisht kodi për kodim të tekstit. Ai përdor 7 ose 8 bita për kodim të shenjave, shenjave të pikësimit,

shenjave të kontrollit dhe shenjave grafike. Ky kod shërben për të shkruar tekst në kompjuter.

Në sistemin numerik decimal baza është dhjetë, kështu që simboli 755 tregon numër që përbëhet nga shtatë qindëshe, pesë dhjetëshe dhe pesë njëshe. Ai mund të shkruhet në formën e mëposhtme:

$$755 = 7 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$$

Në sistemin numerik binar baza është dy, kështu që numri 105 shkruhet në mënyrën e mëposhtme:

$$105 = 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

Duke ndjekur logjikën që përdoret gjatë shkrimit të numrave të sistemit decimal, numri 105 në sistemin binar shkruhet si 1101001.

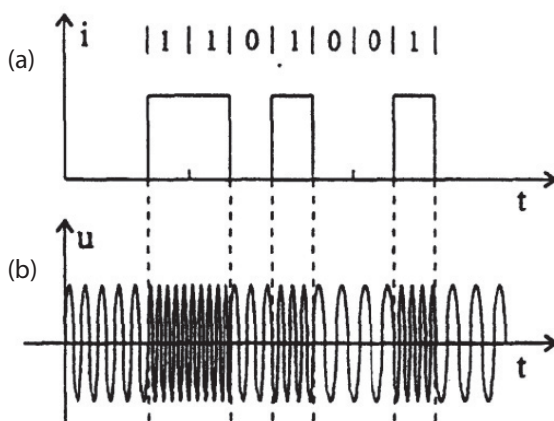


Fig. 1-10. Vargu i impulseve të rrymës
(a) binar (b) alternativ

Gjatë transmetimit të këtij numri, për shembull, nga llogaritësi i ndonjë banke të të dhënave në llogaritësin e ndonjë shfrytëzuesi, ai konvertohet në vargje të impulseve të rrymës të paraqitur në Fig. 1-10.

Njësinë për sasinë e informacionit është biti (bit). Shpejtësia e transmetimit të të dhënave, e cila quhet shpejtësia e bitit apo rrjedhje binare, shprehet me numrin e bitave të bartur në një sekondë (bit/s) ose (bps).

Në sistemet analoge të transmetimit të të dhënave informacionet nuk barten shumë shpejtë. Sot, sistemet për transmetimin digjitalizohen, kështu që shpejtësia e transmetimit të informacionit është shumë e madhe – prej disa Mbps, kurse në rrjetat e kompjuterizuara nga 100Mbps deri në 10Gbps.

1.3 METODAT E TRANSMETIMIT

Në skemën e përgjithshme të sistemit të telekomunikacionit të treguar në Fig. 1-11, komunikimi realizohet në një drejtim: nga pika në të cilën ndodhet burimi i mesazhit, deri në pikën në të cilën ndodhet shfrytëzuesi. Megjithatë, në praktikë paraqitet nevoja që transmetimi të realizohet edhe në drejtimin e kundërt: nga pika në të cilën gjendet shfrytëzuesi kah pika ku është burimi i informacionit, si dhe nevoja që bartja të realizohet në të njëjtën kohë në të dy drejtimet. Prandaj, në varësi të drejtimin të transmetimit të mesazheve në sistemet e telekomunikacionit, dallohen tre lloje të lidhjeve: **simpleks**, **dupleks** dhe **lidhje gjysmë dupleks**.

Lidhja simplekse (transmetimi vetëm në një drejtim) është treguar në (Fig. 1-11- a), transmetim simulant në dy drejtime ose **dupleks** në (Fig. 1-11-b), kurse transmetim në dy drejtime dhe lidhje **gjysmëduplekse** në (Fig. 1-11, c)

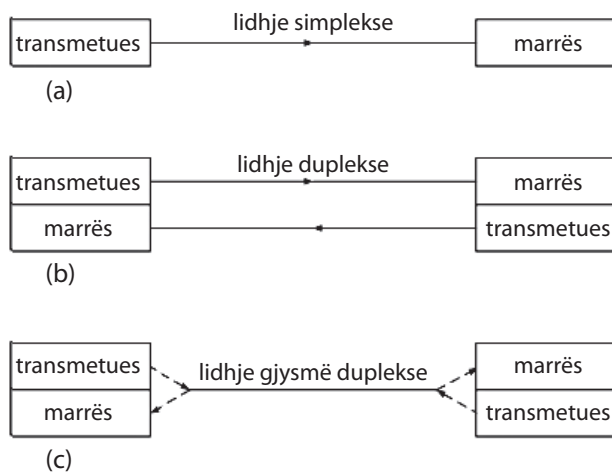


Fig. 1-11 Rrugët e transferimit realizohen si:
 (a) lidhje simplekse (b) lidhje duplekse
 (c) lidhje gjysmëduplekse

Lidhja **simplekse** ose në një drejtim është lidhja në të cilën mes dy pikave bartet vetëm në njërin drejtim. Këtu njëra pajisje gjithmonë është transmetues, kurse tjetra gjithmonë është marrës dhe marrësi dhe transmetuesi nuk i ndërrojnë vendet.

Shembuj më të njohur të lidhjes simplekse janë lidhjet në televizion dhe radiodifuzion, në të cilët njëri transmetues emeton program për një numër të madh të marrësve.

Lidhja **gjysmëduplekse** ose reversible është lidhja në të cilën mes dy pikave sinjali transmetohet në të dy drejtimet, por jo njëkohësisht. Në një interval kohor njëra pajisje punon vetëm si transmetues, kurse në një moment tjetër si marrës. Në intervalin kohor tjetër ndodh e kundërta, pajisja e parë punon si marrës, kurse tjetra si transmetues.

Lidhja gjysmëduplekse përdoret gjatë transmetimit me radiostacione, të cilat i përdorin policia dhe shërbimet tjera speciale.

Lidhja duplekse ose në dy drejtimet është lidhja në të cilën mesazhet mes dy pikave transmetohen njëkohësisht në të dy drejtimet.

Shembull më i njohur për lidhjen duplekse është transmetimi telefonik, i cili realizohet me transmetimin dhe pranimin e njëkohshëm të mesazheve.

PËRMBLEDHJE:

- Modeli i përgjithshëm i sistemit të telekomunikacionit paraqet vendin dhe funksionin e komponentëve përbërëse bazë të secilit sistem për transmetim të mesazheve.
- Burimi i mesazhit është subjekt apo objekt që gjeneron mesazh. Sinjali është ekuivalent elektrik i mesazhit.
- Linja për lidhje paraqet ambient nëpër të cilin sinjali bartet deri te marrësi.
- Marrësi e merr sinjalin nga linja për lidhje, e përpunon dhe si mesazh ia dorëzon shfrytëzuesit.
- Kanali përfshin, transmetuesin, linjën dhe marrësin ku sinjali bartet me të njëjtën frekuencë bartëse.
- Shprehja e mesazhit me simbole quhet kodim.
- Koduesi i burimit e kthen mesazhin në mesazh të koduar.
- Dekoderi i kanalit gjendet në anën e marrësit dhe ai e konverton sinjalin e koduar në mesazh.
- Teksti i shkruar bartet me ndihmën e kodit të Morse-it, i cili është i përbërë nga pika dhe linja të cilat zgjasin një interval të caktuar kohor. Pika zgjat një T, kurse linjat tre T.
- Transmetimi i bisedës përmes rrugës elektrike kryhet në telefon. Sinjali është i vazhdueshëm.
- Televizioni transmeton figura të lëvizshme me ngjyra, barten 25 figura në sekondë, me 625 rreshta.
- Transmetimi i të dhënave realizohet me kod binar, si kombinim i zeros dhe njëshit. Rrugët nëpër të cilat mund të realizohet transmetimi telekomunikues mund të jenë simplekse, gjysmëduplekse dhe duplekse.
- Transmetimi simpleks është bartje që realizohet vetëm në një drejtim transmetues – marrës. Transmetimi gjysmëdupleks është bartje në dy drejtime, por jo në të njëjtën kohë.
- Transmetimi dupleks është transmetim simultan në dy drejtime.

PYETJE DHE DETYRA:

1. Cili është thelbi i dallimit mes sistemit të përgjithshëm të sistemit të komunikimit dhe sistemit të detajuar?
2. Çka është mesazhi, dhe çka sinjali?
3. Bëje dallimin mes linjës për transmetim dhe kanalit!
4. Çfarë është sinjali gjatë transmetimit të bisedës?
5. Analizo sinjalin video kompleks me ngjyra!
6. Gjej shembuj të transmetimit në të cilin përdoren lidhjet duplekse dhe gjysmëduplekse!

Rretho përgjigjen e saktë:

7. Linjën për lidhje e përbëjnë:
 - a. mediumi për transmetim dhe burimi i zhurmës
 - b. transmetuesi dhe mediumi për bartje, burimi i zhurmës dhe marrësi
 - c. transmetuesi dhe marrësi
 - ç. marrësi, mediumi për transmetim dhe shfrytëzuesi.
8. Kodi i Morse-it është i përbërë nga:
 - a. pikat, linjat dhe ndërprerjet
 - b. pikat, shkronjat dhe ndërprerjet
 - c. pikat, impulset dhe ndërprerjet
 - ç. shkronjat, numrat dhe linjat
9. Cili nga numrat e dhënë është shkruar në formë binare?
 - a. 001101
 - b. 1002106
 - c. $1x2 + 0x2$
 - ç. 88
10. Çka mbetet e pandryshu r gjatë transmetimit nëpër kanalin e njëjtë:
 - a. frekuenca bartëse
 - b. përforcimi
 - c. antena e përbashkët
 - ç. shfrytëzuesi
11. Sa bita për kodim përdor kodi ASCII?
 - a. 7 bita
 - b. 3 bita
 - c. 4 bita
 - ç. 10 bita

2. MESAZHET, SINJALET DHE NJËSITË PËR TRANSMETIM

Me teknikën e telekomunikimit mundësohet mesazhi në formë të sinjalit të bartet deri në një vend të largët, kurse gjatë kësaj sinjali të mbetet aq sa është e mundur më besnik në veten e tij. Prandaj, është e domosdoshme të njihen vetitë mesazheve, gjegjësisht sinjali ekui- valent i tyre, sepse ata i përcaktojnë karakteristikat e sistemeve me të cilët do të transmetohen.

2.1 NATYRA E MESAZHEVE

Sipas natyrës së tyre, të gjitha mesazhet që i dërgon ndonjë bu- rim i mesazheve mund të ndahen në dy grupe: **mesazhe të vazhduar** (të pandërprerë, pa ndryshime kërcyese dhe ndërprerje) dhe **mesazhet disk- rete** (me ndërprerje, me ndryshime kërcyese dhe ndërprerje).

Mesazhet e vazhduara janë pa ndërprerje me kalimin e kohës, dhe mund ti kenë të gjitha vlerat e mundshme mes disa kufijve të cak- tuar. Mesazhe të tilla janë biseda, muzika e kështu me radhë. Dallimi thelbësor në krahasim me mesazhet diskrete është se të gjitha vlerat që e karakterizojnë mesazhin e vazhduar i përkasin *një grupacioni të pakufi- zuar, të vazhdueshëm*. Sinjalet të cilat shërbejnë për transmetimin e me- sazheve të vazhduara mund të paraqiten me një funksion të vazhdueshëm në kohë, si ai i treguar në Fig. 2-1. Kur flasim për mesazhet, me termin i vazhduar shënohet se madhësia A_s mund të ketë cilëndo vlerë që shtrihet mes A_1 dhe A_2 .

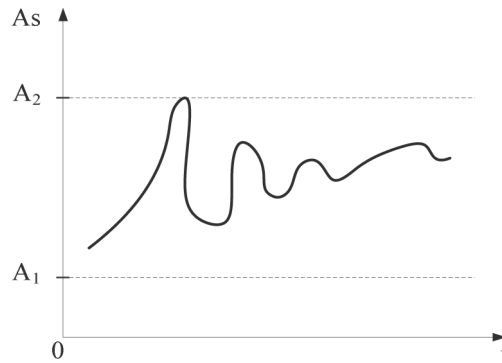


Fig. 2-1. Mesazhi i vazhduar

Mesazhet diskrete janë mesazhe që shfaqen në formën e një serie të elementeve të veçanta dhe kanë një numër të caktuar të vlerave të ndryshme. Këto elemente quhen simbole. Simbolet mund të jenë shkronja, numra, nota. Mesazhet më komplekse përbëhen nga një seri e mesazheve diskrete më të thjeshta. Shkronjat formojë fjalë, fjalët formojnë fjali, numrat formojnë numra shumshifror, kurse notat formojnë akorde. Të këtilla janë mesazhet që dërgohen në telegrafi dhe në bartjen e të dhënave. Sinjalet me të cilat barten këto mesazhe mund të paraqiten me ndonjë funksion kohor i cili tregon se si një madhësi karakteristike e sinjalit varet nga koha. Shembull tipik i sinjalit diskret është treguar në Fig. 2-2.

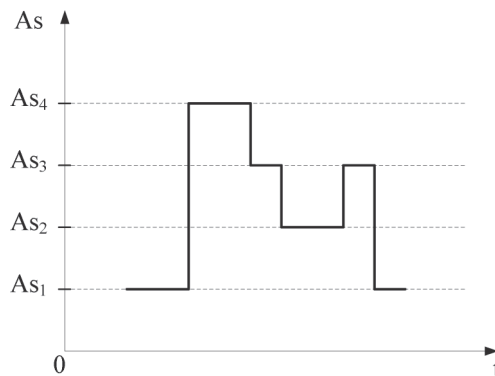


Fig. 2-2. Mesazhi diskret

Madhësia A_s mund të jetë tension, rrymë ose frekuenca e rrymës alternative. Ajo ka vlera diskrete të caktuara rigoroze $A_{s1}, A_{s2}, A_{s3} \dots$, të cilat formojnë një grup përfundimtar të caktuar.

2.2 SINJALET

Me termin mesazh në telekomunikacione nënkuptohen biseda, muzika, teksti i shkruar, figura e lëvizshme dhe e palëvizshme, të dhënat numerike, të dhënat nga matjet nga distanca etj. Përveç *mesazhit*, në literaturën profesionale përdoret edhe termi informacion, kurse në praktikë përdoren në mënyrë të barabartë edhe njëri term edhe tjetri.

Hapi i parë në transmetimin në largësi është konvertimi i mesazheve ose informacioneve në ekuivalentin e tij elektrik, kurse kjo mund të jetë rryma elektrike ose tensioni elektrik, por në praktikë përdoret vetëm **sinjal**. Sinjali është një ekuivalent elektrik i mesazhit ose figura elektrike e informacionit që transmetohet. Ai duhet të bartet dhe nga ai në marrës mund të rigjenerohet, gjegjësisht të fitohet, informacioni origjinal.

Në praktikë, siç thamë, të gjitha informacionet ose mesazhet që i dërgon burimi mund të ndahen në dy grupe (diskrete dhe të vazhdueshme). Prandaj, edhe sinjalet mund të jenë **sinjale të vazhduara dhe diskrete**.

2.2.1 Sinjalet e vazhduara dhe diskrete

Sinjalet elektrike që fitohen me konvertimin e informacioneve në konvertues përkatës gjithashtu ndahen në **sinjale të vazhduara dhe diskrete**. Shembull për sinjal të vazhduar është sinjali në dalje nga mikrofoni, i paraqitur në Fig. 1-6, ndërsa shembull i një sinjali diskret është rryma në transmetuesin e Morse-it e tekstit të shkruar.

Në telekomunikimet moderne sinjalet e vazhduara gjithnjë e më tepër transmetohen në formën digjitale (në formë të numrave), kurse njëri nga hapat për digjitalizim është shndërrimi i sinjaleve të vazhduara në diskrete. Kështu, mund të merren lloje të ndryshme të sinjaleve, në të cilët përveç sinjaleve diskrete dhe të vazhduara i shtojmë edhe sinjalet që fitohen me përpunimin e tyre. Ata mund të jenë:

- të vazhduar në amplitudë dhe kohë;
- të vazhduar në amplitudë, por diskret në kohë;
- diskret në amplitudë, por të vazhduar në kohë; dhe
- sinjale diskrete në amplitudë dhe kohë.

Llojet e ndryshme të sinjaleve që fitohen me përpunimin e sinjaleve diskrete dhe të vazhduara janë paraqitur në Fig. 2-3.

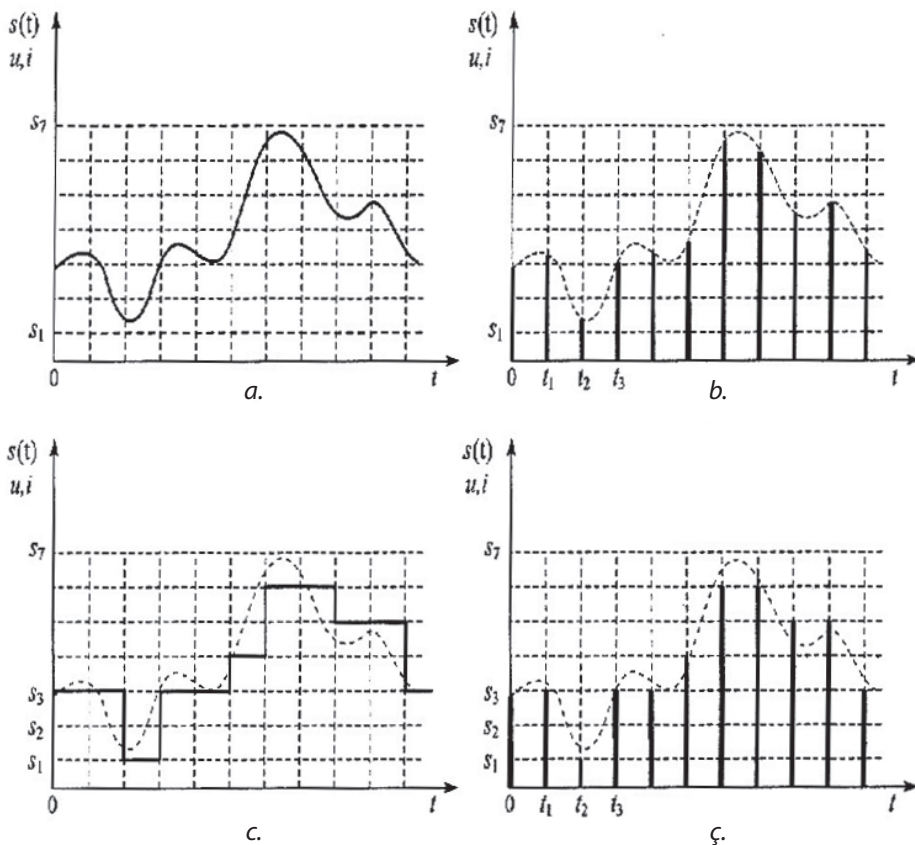


Fig. 2-3. Sinjalet: (a) të vazhduar në amplitudë dhe kohë
(b) të vazhduar në amplitudë, por diskret në kohë;
(c) diskret në amplitudë, por të vazhduar në kohë; dhe
(ç) diskret në amplitudë dhe kohë.

Në (Fig. 2-3-a) tregohet sinjali i cili është i vazhduar edhe sipas kohës edhe sipas amplitudës. Sinjali është shënuar me $s(t)$, pra jo vetëm me s , me çka theksohet se madhësia e tij është një funksion i kohës dhe ndryshon me kalimin e kohës. Nën $s(t)$, qëndron edhe shenja u ose i e cila tregon se sinjali mund të jetë ose tension ose rrymë.

Në (Fig. 2-3, b) është treguar sinjal i vazhduar në amplitudë, por diskret në kohë. Kjo do të thotë se në një interval kohe të fundmë (nga 0 deri në T) është përcaktuar nga një numër i fundmë i impulseve me amplituda të vazhduara të ndryshueshme.

Sinjali në (Fig. 2-3, c) është diskret në amplitudë, kurse i vazhduar në kohë. Ky sinjal vazhdimisht ndryshon me kalimin e kohës, kurse vlerat e tij momentale mund të jenë diskrete dhe janë shumë e vlerave të amplitudave.

Sinjalet diskrete në amplitudë dhe kohë të paraqitura në (Fig. 2-3-ç) janë diskrete në amplitudës dhe në kohë. Në shembullin tonë, vlera diskrete momentale janë 0, t_1 , t_2 , t_3 , ..., kurse amplitudat kanë shtatë vlera s_1 , s_2 , s_3 ... s_7 .

Pra, në (Fig. 2-3-a) është treguar sinjal klasik i vazhduar, kurse në (Fig. 2-3-ç) sinjal klasik diskret.

2.2.2 Sinjalet analoge dhe digjitale

Në telekomunikacionet moderne, në varësi të llojit të sinjaleve që përdoren, ekzistojnë sinjalet analoge dhe digjitale.

Sinjali analog është një sinjal klasik i vazhduar i cili ka të gjitha vlerat, kurse vlera momentale e tij mund të jetë cilado vlerë në një brez të caktuar.

Sinjalet digjitale (digit do të thotë numër ose shifër) **janë sinjalet klasike diskrete**. Ata ekzistojnë vetëm në intervale të caktuara kohore, kurse vlerat e tyre momentale mund të kenë vetëm disa nga vlerat e një grupi të vlerave të fundme. Sinjalet më të rëndësishme digjitale janë sinjalet digjitale binare, madhësia e të cilit mund të ketë vetëm njërin nga dy vlerat. Sinjalet binare fitohen në dy mënyra: me kodim të sinjaleve diskrete (Fig. 2-3-ç), ose me përpunimin e sinjaleve analoge. Përpunimi i sinjaleve analoge është i njohur si konvertim analogo-digjital A-D.

2.2.3 Sinjalet e rastit dhe deterministike

Të gjitha sinjalet, varësisht nga natyra e tyre, mund të klasifikohen në dy grupe: **sinjalet deterministike dhe të rastit**.

Të rastit janë ato sinjalet në të cilët, kur vëzhgohen në kohë, nuk mundet paraprakisht saktë të përcaktohet ndryshimi i vlerës së ndonjërit prej parametrave të tij. Sinjalet të cilat transmetohen në sistemet e telekomunikacionit (biseda, muzikë, figura, të dhënat kompjuterike etj.) janë sinjalet të rastit dhe fitohen me transformim të mesazhit, kurse i barten shfrytëzuesit pikërisht për atë se nuk njihen paraprakisht.

Sinjalet deterministike janë ato sinjale që janë të njohur paraprakisht dhe në të cilët mund të llogaritet vlera e ndonjë parametri të tyre në çfarëdo kohe në të ardhmen. Disa sinjale deterministike janë paraqitur në Fig. 2-4. Të gjithë këto fitohen me ndihmën gjeneratorit përkatës të funksionit ose oscilator elektronik.

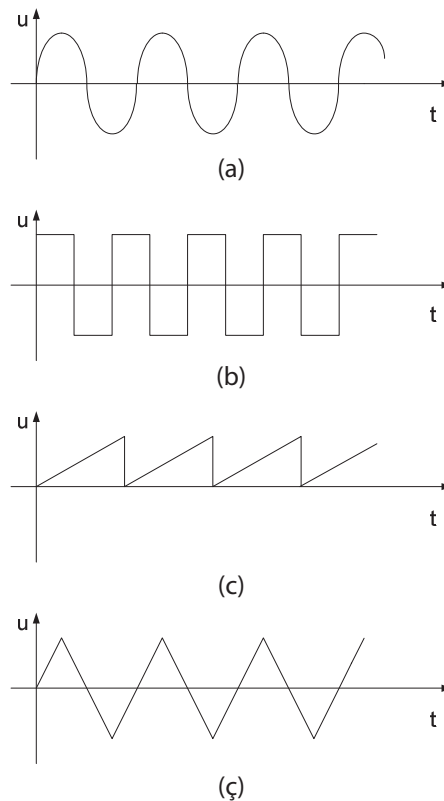


Fig. 2-4. Sinjale deterministike: (a) sinusoidal
(b) kënddrejtë (c) dhëmbëzor (ç) trekëndësh.

Me ndihmën e sinjaleve deterministike mund të testohet dhe të studiohet transmetimi i sinjaleve të rastit. Karakteristikë themelore e tyre është ajo se mund të paraqiten matematikisht dhe me ato të bëhet analizë matematikore. Rezultatet e fituara nga sinjalet deterministike aplikohen në sinjalet e rastit, me ç'rast përdorim ligjin e statistikës, sepse madhësitë statistikore japin rezultate të mira.

2.2.4 Paraqitja e sinjaleve

Sinjalet mund të paraqiten në dy mënyra: në **kohë** dhe **frequencë**. Kur paraqitet në kohë, sinjali është i njëjtë siç është figura e osciloskopit. Për shembull, sinjali deterministik i cili është sinusoidë dhe është i definuar me shprehjen matematikore $u(t) = U_m \sin(2\pi ft)$ në (Fig. 2-5-a) është paraqitur si funksion në kohë. Ai është paraqitur në sistemin koordinativ i cili në ordinatë ka rrymë ose tension, kurse në abshisë kohën.

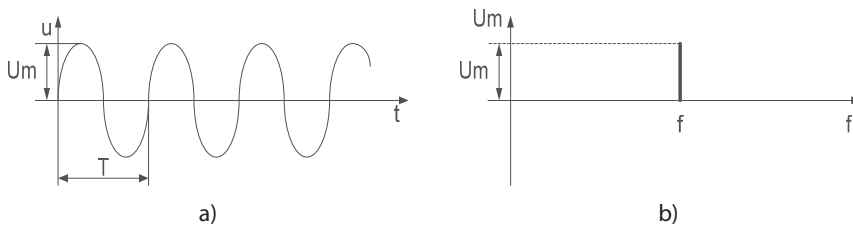


Fig. 2-5. Sinjali periodik i thjeshtë i paraqitur: (a) në kohë dhe (b) me frekuenca

Shikuar matematikisht, ky sinjal ka amplitudë të njohur U_m dhe frekuencë f dhe mundet të paraqitet në sistemi koordinativ në të cilin ordinata është U_m , kurse në abshisë f (Fig. 2-5-b). Atëherë ky sinjal sinusoidal është paraqitur në frekuencë në sistemin koordinativ në të cilin në abshisë kemi frekuencën, kurse në ordinatë vlerën maksimale të amplitudës.

Sinjalet që fitohen me konvertimin e bisedës, muzikës, figurës etj., janë shumë më kompleks nga sinusoida. Një sinjal i tillë është paraqitur në (Fig. 2-6-a). Me procedurën matematikore të quajtur analiza Furie, çdo sinjal periodik (sinjali që përsëritet) mund të ndahet në më shumë sinjale me formë sinusoidale, të cilat quhen harmonikë. Frekuenca e harmonikut të parë (themelor) është e njëjtë si frekuenca e sinjalit kompleks (f), frekuenca e harmonikut të dytë është dy herë më e madhe ($2f$), frekuenca e harmonikut të tretë tre herë më e madhe ($3f$), e të katërtit katër herë më e madhe ($4f$) e kështu me radhë.

Do të thotë, çdo funksion periodik mund të përfaqësohet matematikisht si një mbledhje (shumë) e më shumë funksioneve periodike të thjeshta, si:

$$f(t) = F_0 + \sum_{n=1}^{\infty} 2|F_n| \cos(n\omega_0 t + \Theta_n) \dots\dots\dots (2-1)$$

Funksioni periodik $f(t)$ mund të ndahen në: pjesën konstante F_0 dhe shumën e oshilimeve sinusoidale periodike të thjeshta, amplitudat e të cilëve $2|Fn|$ dhe fazat θ janë të ndryshme.

Funksioni periodik $f(t)$ ka periodë të përsëritjes T_0 , kurse frekuenca rrethore e saj themelore është $\omega_0 = 2\pi/T_0$.

Komponentët periodike të thjeshta quhen **harmonikë**. **Harmonikët dhe frekuencat e tyre ω_n janë numër i plotë herë më të mëdha se frekuenca themelore ω_0 dhe mundet të shprehen me shprehjen:**

$$\omega_0 = n \cdot \omega_0 \quad n=1,2,3,\dots \quad (2-2)$$

Sinjali muzikor kompleks, si në (Fig. 2-6-a), mund të ndahet në pesë komponentë. Paraqitja e sajë me frekuencë është paraqitur në (Fig. 2-6-b).

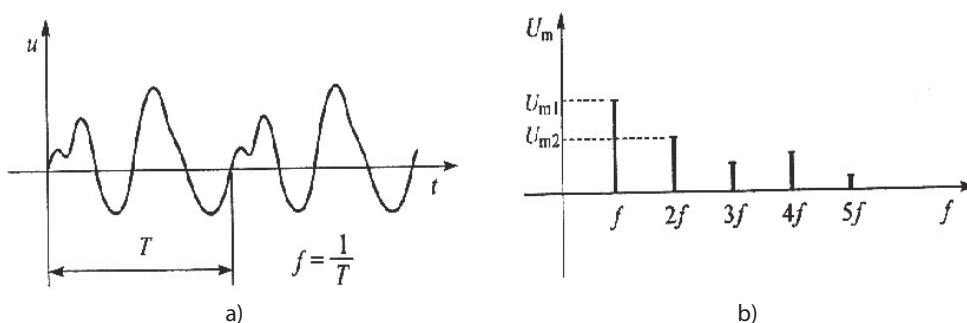
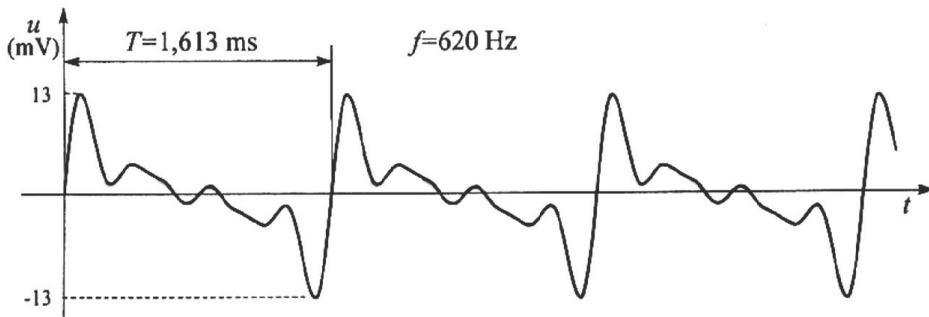
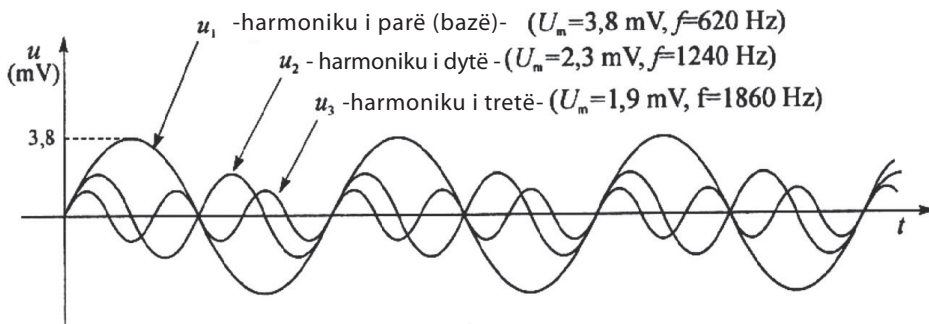


Fig. 2-6. Sinjali muzikor i paraqitur me: (a) diagram kohor, (b) spektër të frekuencave

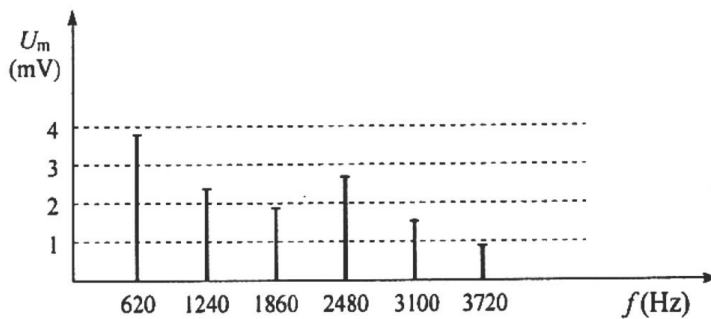
Të shqyrtojmë një rast në të cilin shihet përparësia e paraqitjes së sinjaleve me frekuenca. Në (Fig. 2-7-a) tregohet një sinjal kompleks i cili përbëhet nga gjashtë komponentë (harmonika). Amplitudat e harmonikëve janë: 3,8 mV, 2,7 mV, 1,9 mV, 1,5 mV dhe 0,9 mV. Tre komponentët e para janë paraqitur në kohë në (Fig. 2-6-b). Siç shihet nga figura, kjo paraqitje është jo e qartë dhe jopraktike. Kur në këtë figurë do të vizatonim edhe komponentët tjera, kjo figurë do të bëhet edhe më e paqartë dhe më jopraktike. Nuk është e vështirë të parashikohet se si do të jetë sinjali kompleks në qoftë se ka pesëdhjetë komponentë. Kur sinjalin në (Fig.2-7-a) do ta paraqesim me frekuenca si në (Fig.2-7-c), shumë qartë duken karakteristikat themelore të komponentëve, amplitudat dhe frekuencat.



a.



b.



c.

Fig. 2-7. Sinjal kompleks (a), tre harmonikët e parë të sinjalit kompleks (b) dhe spektri i sinjalit kompleks (c)

2.2.5 Spektri i sinjalit

Të gjitha komponentët e sinjalit kompleks të paraqitur me frekuenca, së bashku krijojnë një grup të sinjaleve të thjeshta (sinusoidale) që quhet **spektër i sinjalit kompleks**. Në (Fig. 2-6-b) dhe (Fig. 2-7-c) tregohen spektra të sinjaleve ose spektra të amplitudave.

Spektrat e amplitudave e japin varësinë e amplitudës së sinjalit nga frekuenca. Përveç këtyre spektrave, ekzistojnë edhe të ashtuquajturit spektra të fazave.

Spektrat e fazave i japin fazat fillestare të frekuencave të sinjalit. Në (Fig. 2-8-a) tregohet sinjal deterministik, si varg i impulseve drejtkëndëshe me amplituda U_0 dhe perioda T .

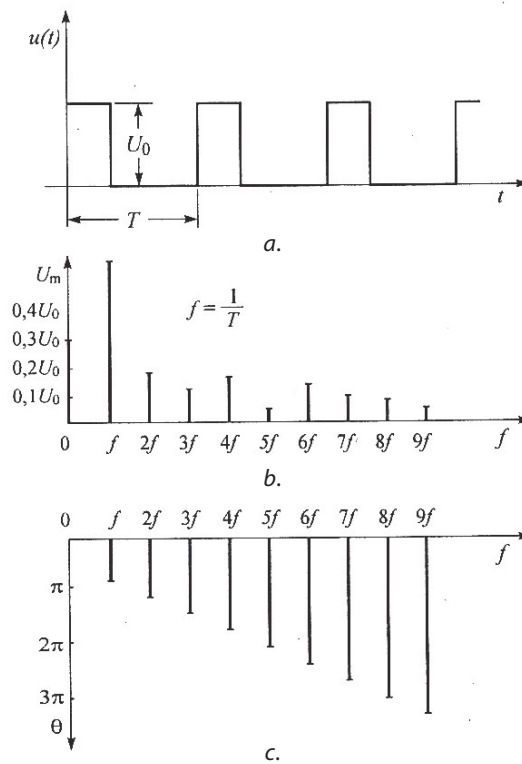


Fig. 2-8. Vargu i sinjaleve drejtkëndëshe: (a) spektri kohor (b) i amplitudës (c) spektri i fazës

Diagrami i spektrit të amplitudës i vargut të impulseve drejtkëndëshe është treguar në (Fig. 2-8, b) kurse spektrit i fazës në (Fig. 2-8, c).

Nga ajo që është prezantuar deri tani shihet se çdo sinjal kohor kompleks mund të ndahet në komponentët e tij periodik të thjeshtë. Kjo procedurë quhet dekompozim i sinjalit kompleks. Procedura e kundërt është e mbivendosjes (ose mbledhjes).

Të shqyrtojmë një sinjal kompleks që ka pafundësisht shumë komponentë, si në Fig. 2-9. Me llogaritje dhe matje vijmë në përfundim se komponentët amplitudat e të cilëve janë më të vogla se $0.1 \cdot U_{m1}$ (10% e

amplitudës së komponentit të parë) nuk kanë rëndësi për cilësinë e transmetimit (edhe pa ato cilësia është e kënaqshme). Ato mund të ndahen duke përdorur një filtër. Kështu spektri i kufizuar është treguar në (Fig. 2-9-b). Gjerësia e këtij spektri është $B=8.f$. Nëse sinjali kompleks spektri i të cilit është treguar në figurë fitohet me transformimin e zërit, gjegjësisht bisedës, kurse frekuenca bazë e tij është $f = 400\text{Hz}$, atëherë gjerësia e kanalit përmes të cilit për të bartet ky sinjal duhet të jetë pak më e madhe se $B=8.f$, gjegjësisht $B=3.200\text{Hz}$.

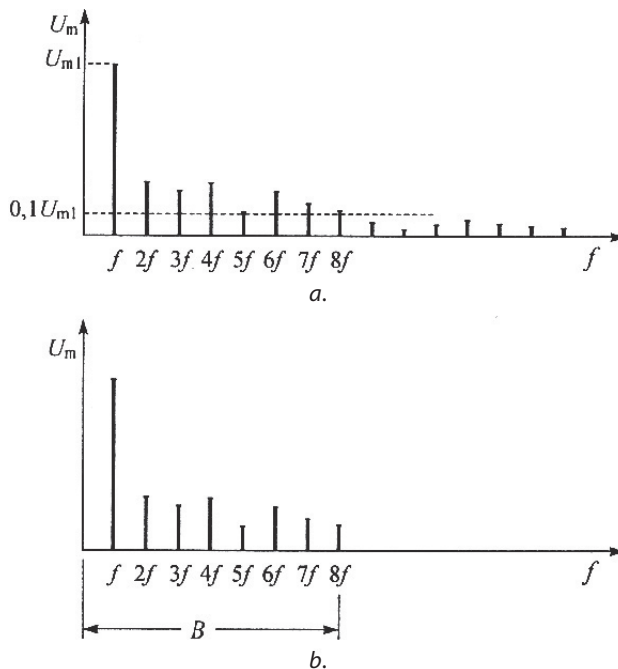


Fig. 2-9 Spektri i amplitudës i (a) sinjalit kompleks (të pakufizuar) (b) të kufizuar

Nëse sinjalit i rritet perioda T (nëse sinjali zgjat më gjatë), kurse zvogëlohet frekuenca e tij ($f=1/T$), atëherë të gjithë komponentët e spektrit do të zhvendosen në të majtë, kurse distanca mes tyre do të zvogëlohet. Do të thotë, kur kohëzgjatja e sinjalit është e madhe, gjerësia e spektrit është e vogël, dhe e kundërta. Ky raport invers kohë-frekuençë e përshkruan karakteristikën e funksioneve kohore dhe analizën Furie.

2.3 KARAKTERISTIKA TË SINJALEVE TË RASTIT

Të rastit janë ato sinjale të në të cilët ndryshimi i vlerave nuk mundet paraprakisht të përcaktohet. Sinjale të rastit të cilët barten në sistemet e telekomunikacioneve janë: biseda, muzika, figura, të dhënat kompjuterike etj. Çdo sinjal i rastit ka vetitë e tij të cilat rrjedhin nga natyra e mesazhit. Këto karakteristika janë shumë të rëndësishme për organizimin e transmetimit si dhe për projektimin e sistemit dhe të pajisjeve.

2.3.1 Karakteristika të bisedës dhe muzikës

Biseda dhe muzika sipas natyrës së tyre janë tinguj (zë). Zëri është valë mekanike e cila fitohet me oscilimin e burimit të zërit. Burim i zërit është luhaja e telit te instrumentet, luhaje e kordave të zërit te njeriu e kështu me radhë. Oscilimi i burimit shkakton luhaje të grimcave të ajrit rreth pozitës së tyre të qëndrueshme. Sinjali i bisedës dhe muzikës është i vazhduar, analog dhe sinjal rasti. Këto sinjale transmetohet në telefoni, televizion dhe në radiotransmetim.

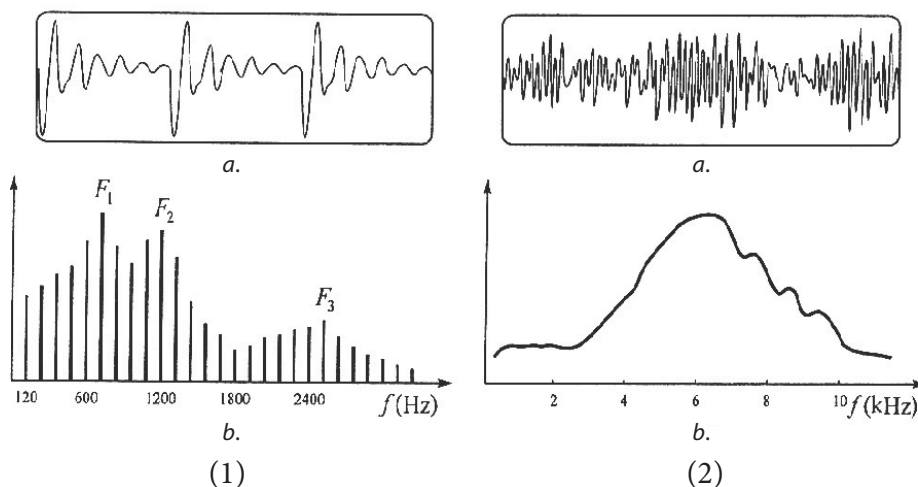


Fig. 2-10. Sinjali i bisedës: (1) zanorja A , (2) bashkëtingëllorja S

Për të përcaktuar karakteristikat e sinjalit të bisedës duhet t'i njohim karakteristikat e të folurit të njeriut. Madhësia e harmonikut bazë që e krijon njeriu shtrihet në kufijtë prej 80 Hz deri në 400 Hz (te meshkujt) dhe nga 110 Hz deri në 700 Hz (te femrat). Frekuenca e harmonikëve më të lartë

mund të jetë deri në 6kHz. Në Fig. 20-10 tregohen diagrami në kohë dhe spektri në frekuencë i shkronjave A dhe S.

Kur flasim, zanore e japin fuqinë, ngjyrën dhe “ngrohtësinë” e zërit, kurse bashkëtingëlloret “mprehtësinë” dhe kuptueshmërinë e bisedës. Nga karakteristikat e përmendura të bisedës më të rëndësishëm janë fuqia dhe qartësia (të parën e bartin zanoret, kurse të dytën bashkëtingëlloret).

Për njëzë të ndryshëm **fuqia e sinjalit të zërit** është e ndryshme dhe ndryshon me kalimin e kohës. Në rrugë eksperimentale është përcaktuar dinamika e të folurit, si ndryshim i nivelit më të madh dhe më të e fuqisë së zërit (nga 40dB deri në 70dB). Sot sistemet e telekomunikacionit janë të projektuara ashtu që dinamika e sinjalit të zërit është 62dB.

Nëse **kuptueshmëria** është e mirë dhe nëse mirë është bartur, për një mesazh të tillë themi se e ka ruajtur rëndësinë e saj. Kuptueshmëria matet në dy mënyra: me metoda objektive (me ç’rast përdoren instrumente të veçanta), dhe metoda subjektive (metoda e matjes së logotomit, d.t.th. fjalë me 3 shkronja, të cilat nuk kanë asnjë kuptim në kombinim bashkëtingëllore-zanore-bashkëtingëllore). Transmetimi i mirë është kur logotomet janë 85-96%. Kuptueshmëria dhe ngjyra e zërit e përcaktojnë besnikërinë e riprodhimit të sinjalit.

Ndikim më të madh në besnikërinë e riprodhimit të sinjalit të zërit kanë: gjerësia e brezit të frekuencave, shtrembërimet dhe zhurma.

Gjerësia e brezit të frekuencave e sinjalit të zërit, kur realizohet transmetim cilësor, është nga 80Hz deri në 6kHz. Në transmetimin e frekuencave të larta shfrytëzohet brez më i ngushtë prej 300Hz deri në për 3,4kHz. Ndërsa gjerësia e sinjalit të muzikës është nga 20Hz deri në 15kHz për burime natyrore të muzikës, instrumentet muzikore, këndimin dhe deri në 20kHz për muzikën e krijuar në mënyrë elektronike. Spektri i frekuencave i sinjalit muzikor është treguar në Fig. 2-11.

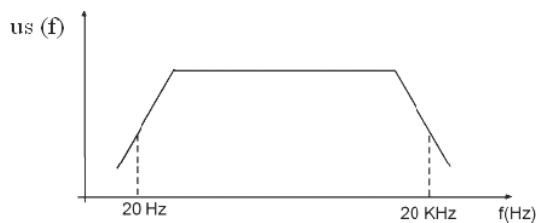


Fig. 2-11. Spektri i frekuencave i sinjalit muzikor

Gjatë transmetimit paraqiten shtrembërimet të zërit dhe të muzikës. Atëherë cilësia e sinjalit zvogëlohet. Shtrembërimet mund të jenë *lineare* dhe *jolineare*. Shtrembërimet lineare janë shtrembërimet në amplitudë dhe fazë. Në amplitudë janë pasojë e asaj se përforcimi nuk është i njëjtë për të gjitha komponentët e spektrit të frekuencave, kurse fazore janë të lidhura me komponentë kohore të transmetimit. Shtrembërimet jolineare paraqiten si pasojë e karakteristikave jolineare të transistorëve, diodave dhe komponentëve të tjera të përdorura në pajisjet për transmetimin e sinjaleve dhe manifestohen me ndryshimin e ngjyrës së tonit nga sinjali i bartur.

Pengesat në formën e sinjaleve elektrike me frekuenca dhe amplituda të ndryshme në vendin e marrjes manifestohen si zhurmë. Spektri i zhurmës është i gjerë, ashtu që ai mund ta zvogëlojë ose ta mbulojë sinjalin e dobishëm.

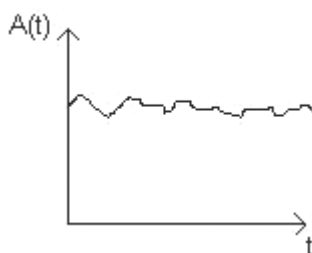


Fig. 2-12. Diagrami kohor i zhurmës

Diagrami kohor i zhurmës është treguar në Fig. 2-12. Sipas origjinës, zhurma ndahet në: e ambientit, atmosferike, zhurmë nga pajisjet e furnizimit, termike, të intermodulimit dhe zhurmë që paraqitet si pasojë e interferencës (crosstalk).

2.3.2 Karakteristika të sinjalit video

Transmetimi i figurës në televizion realizohet përmes sinjalit video. Figura, shikuar fizikisht, është dritë, kurse pa dritë nuk mund të shohim figura. Drita është rrezatim elektromagnetik gjerësia valore e të cilës është në brezin e dukshëm të dritave prej 400nm deri në 700nm. Spektri i frekuencave, gjegjësisht sasia e energjisë e komponentëve të dritës së dukshme, është treguar në Fig. 2-13.

Sinjali video ka më tepër karakteristika, mes të cilave më të rëndësishme janë: gjerësia e brezit të frekuencave, dendësia spektrale, rezolucioni horizontal dhe vertikal, bartja e ngjyrave.

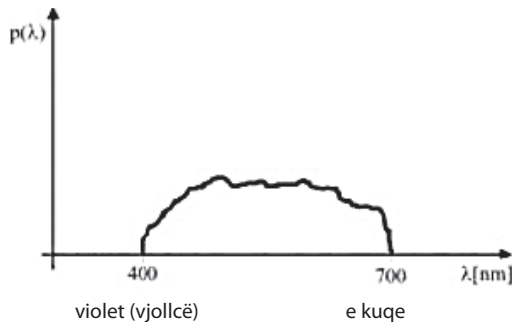


Fig. 2-13. Energjia e komponentëve të dritës së dukshme

Gjerësia e brezit të frekuencave e sinjalit video definohet si ndryshim mes frekuencës maksimale dhe minimale. Frekuenca maksimale merret kur në mënyrë alternative ndryshojnë elementet e zeza dhe bardha. Për gjerësinë e brezit të lëshimit, te ne është miratuar standardi 5MHz. Në Fig. 1-8 tregohet diagrami kohor i sinjalit video. Intensiteti i sinjalit në pikën referente të sistemit është 1V, llogaritur nga niveli i sinkronizimi deri në nivelin e bardhë. Vetë sinjali në figurë është 0,7V, kurse sinjali i sinkronizimit, nga niveli i sinkronizimit deri në nivelin e zezë, është 0,3V.

Në procedurën për analizë ose riprodhim të figurës gjatë çdo kthyerje të tufës së analizuar në linjë të re ka impuls sinkronizues horizontal prej 12μs. Koha e zgjatjes e një linje është 64μs dhe fitohet si vlerë reciproke nga vlera e sinkronizimit horizontal 15.625Hz.

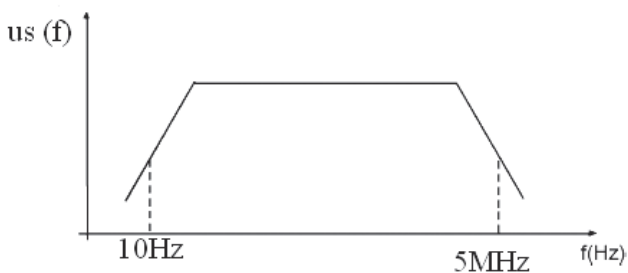


Fig. 2-14. Spektri i frekuencave i sinjalit video

Brezi i frekuencave që duhet të transmetohet në sinjalet video, varet nga dendësia spektrale e fuqisë, ndryshimi i ndriçimit përgjatë gjatësisë linjës së një gjysmëfigurë dhe nga rezolucioni. Dendësia spektrale e fuqisë e

sinjalit është e koncentruar në brezin e frekuencave prej 0Hz deri në 300Hz, dhe pastaj është dukshëm më e vogël. Ndryshimi i ndriçimit ndikon në komponentët me frekuenca të ulëta, ndërsa komponentët me frekuencë të lartë ndikojnë në rezolucionin më të mirë të sistemit. Prandaj, për transmetimin e sinjaleve videove është i nevojshëm brez i frekuencave prej 10Hz deri në 5MHz. Në Fig. 2-14 tregohet dendësia spektrale e sinjalit video e paraqitur me spektrin e amplitudës.

Rezolucioni është një nga karakteristikat më të rëndësishme që e definojnë cilësinë e sinjalit video. Rezolucioni i figurës e përcakton strukturën ose qartësinë e figurës. Rezolucioni i figurës në pajisjet kualitative arrin edhe deri në 400.000 elemente.

Impulset vertikale të sinjalit video i definojnë karakteristikat e sinjalit – si rezolucionin, ashtu edhe brezin e lëshimit. Impulset vertikale e shtypin sinjalin video gjatë kohës së paraqitjes së gjysmëfigurës së re, kështu që ai zgjat 20-linja ose është rreth 100 herë më i gjerë se impulset horizontale. Gjatë kohës së impulseve sinkronizuese, tufa elektronike është joaktive. Si pasojë e kësaj është edhe formati më i vogël i ekranit (4:3), numri i linjave zvogëlohet si edhe kohëzgjatja e tyre, me çka zvogëlohet edhe brezi i lëshimit i sinjalit video.

Sinjali kromatik ose sinjale me ngjyra është i përbërë nga sinjali luminent dhe tre sinjalet me ngjyra (RGB). Sinjali me ngjyra dhe sinjali video bardhë e zi duhet të jenë kompatibil. Kjo do të thotë se televizionet bardhë e zi duhet ta pranojnë dhe riprodhojnë figurën me ngjyra, kuptohet si bardhë e zi. Informacioni për ngjyrën bartet me sinjal të veçantë i ashtuquajtur i burst (burst). Marrësit me ngjyra do ta regjistrojnë këtë sinjal, kurse ata bardhë e zi nuk do ta regjistrojnë. Ky sinjal për marrësit me ngjyra jep informacione për karakteristikat e ngjyrave.

Që të mundësohet transmetim pa tela, video sinjali normalisht modulohet, edhe atë, figura modulohet në amplitudë, kurse zëri në frekuencë. Në botë përdoren tre standarde për formimin e sinjalit video. Ata janë PAL, i cili përdoret te ne, dhe standardi SECAM dhe NTSC.

Sinjali video me ngjyra transmetohet me ndihmën e modulimit kuadrat në amplitudë, i cili vendoset në brezin e frekuencave prej 5MHz me sinjalin luminent, ashtu që nuk i pengojnë njëri tjetrit. Bartësi i ngjyrës është me frekuencë prej 4,43 MHz.

Sot zhvillohen mënyra të reja për transmetimin e sinjalit video. I tillë është transmetimi HDTV (High Definition Television), gjegjësisht televizioni me rezolucion të lartë.

Televizioni, nga transmetuesi, transmetimi deri te marrësi, sot shkon drejt digjitalizimit, me çka fitohen edhe karakteristika të reja të sinjalit video shumë kualitativ.

2.3.3 Transmetimi i të dhënave

Në transmetimin e të dhënave dhe telegrafi transmetohen informacione, si: tekst i shkruar, numra, simbole etj. Sinjalet e tilla janë diskrete, kështu që edhe vetë transmetimi është diskret. Në transmetimin diskret ekziston edhe një zgjidhje e mirë. Në vend të çdo simboli të përshtatet një amplitudë e caktuar e sinjalit, mund të punohet me vetëm dy amplituda të sinjalit, me kusht që kombinimet e tyre në një interval kohe të përcaktuar të paraqesin simbolet e dhëna. Në një rast të tillë bëhet fjalë për grup mesazhesh të fundme, në të cilët çdo anëtar mund të kthehet në numër dhe më tutje të transmetohen shifra. Ky transmetim quhet transmetim digjital.

Transmetimi digjital ka avantazhe në krahasim me atë analog, edhe atë si në aspektin e cilësisë, ashtu edhe në aspektin e fleksibilitetit dhe kostos ekonomike. Disa nga karakteristikat e transmetimit digjital janë; mënyrë unike për transmetim dhe rigjenerim (rindërtim) të sinjaleve të mesazheve të ndryshme, mënyra e vetme e komunikimit në nivel digjital, mundësi e multipleksimit etj. Duke marrë parasysh këto veti, është e qartë se trendet në telekomunikacion janë të orientuara kah krijimi dhe optimalizimi i sistemit të telekomunikacionit digjital të integruar (lokal, rajonal dhe global) përmes të cilëve do të barten të gjitha llojet e sinjaleve.

Karakteristika më të rëndësishme të sinjaleve gjatë transmetimit të të dhënave janë: digjitalizimi i transmetimit, shpejtësia e transmetimit dhe dendësia spektrale.

Përpunimi i sinjaleve analoge, i njohur si konvertim A/D (konvertim analog-digjital), përbëhet nga tre faza: përzgjedhja, kuantizimi dhe kodimi. Procedura e konvertimit A/D është me shembullin në Fig. 2-15.

Në (Fig. 2-15-a) është treguar një sinjal analog, në (Fig. 2-15-b) është dhënë procedura përzgjedhjes në përputhje me teoremën e përzgjedhjes për të cilën vlen: nëse sinjali i vazhduar ka spektër në brezin e frekuencave nga zero deri në fm, ai sinjal definohet plotësisht nga vlerat e tij momentale të marra në pikat ekuivalente në distancën $T = 1/2f_m$.

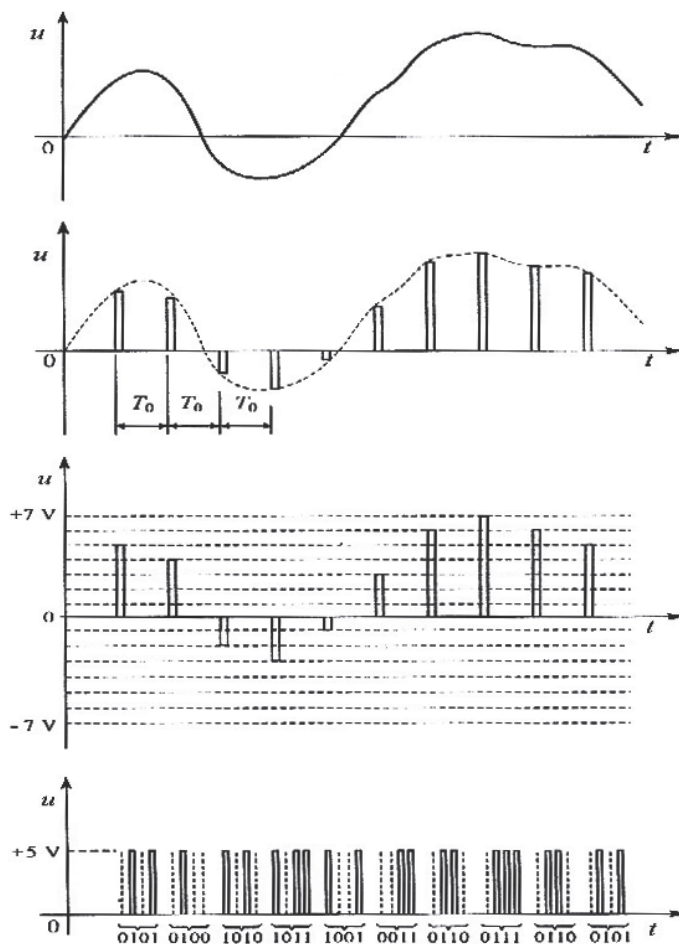


Fig. 2-15. Digjitalizimi i sinjaleve analoge

Në (Fig. 2-15-c) është treguar hapi tjetër - kuantizimi. Kjo është një procedurë me të cilën amplitudave të impulseve u jepen vlera nga një grup i vlerave të fundme (vlerat nga shembulli janë prej -7V deri në +7V).

Në procesin e kodimit, numrat dhjetor të cilët janë amplitudat e impulseve, shndërrohen në numra binar.

Më e rëndësishme është shifra (e para në të majtë) e numrit binar e cila përdoret për përcaktimin e shenjës: në qoftë se kjo shifër është zero, numri është pozitiv, dhe nëse kjo shifër është njësh numri është negativ. Tre shifrat tjera e përcaktojnë vlerën absolute të numrit.

Shpejtësia e transmetimit të të dhënave varet nga ajo se çfarë sistemi i transmetimit përdoret. Në transmetimin telefonik intensiteti i sinjalit duhet të jetë i tillë që gjatë transmetimit niveli absolut i fuqisë mesatare të tij në pikën referente të sinjalit do të jetë -10dB. Kjo korrespondon me fuqinë mesatare të bisedës mesatare.

Dendësia spektrale e sinjalit të koduar, si varg i impulseve dhe ndërprerjeve (pauzave), është e ngjashme me spektrin e një impulsi drejtkëndësh me amplitudë E dhe kohëzgjatje τ . Zerot e këtij spektri ndodhen në frekuencat $\omega = 2\pi/\tau, 4\pi/\tau, \dots$, dhe varen nga kohëzgjatjet (τ) të impulsit. Nëse kjo kohëzgjatje është më e vogël, spektri është më i gjerë. Shpejtësia e bitave v_T numerikisht është e barabartë me frekuencën në të cilën gjendet zeroja parë e spektrit:

$$f = 1/\tau = v_T \dots\dots\dots (2-3)$$

Spektri nga 0 deri në $(2\pi/\tau)$, gjegjësisht nga zeroja e parë, bart 90% të energjisë së sinjalit, por ky nuk është kriter i mjaftueshëm për gjerësinë e duhur të brezit të lëshimit të sinjalit për transmetim.

Karakteristika tjera të transmetimit digjital janë: raport i vogël sinjal-zhurmë, kostoja ekonomike, rigjenerimi i sinjalit, multipleksim i thjeshtë, sinjalizim i thjeshtë, teknologji moderne, integrim i sistemeve të transmetimit dhe të komunikimit, mundësi e vëzhgimit dhe kontrolimit etj.

Sistemet digjitale të transmetimit kanë edhe të meta, të tilla si për shembull: gjerësi e zmadhuar e brezit të frekuencave, nevoja për konvertues A/D dhe D/A, nevoja për sinkronizim, kufizimet topologjike (gjeografike) të multipleksimit, të cilat paraqiten si pasojë e zhvillimit të ngadalshëm të sistemeve digjitale radiodifuzive, papajtueshmëria me sistemet ekzistuese analoge etj.

Përparësitë e telekomunikacioneve digjitale shprehen veçanërisht në rrjetat digjitale.

2.4 NJËSITË PËR TRANSMETIM

Çdo sistem transmetues mund të paraqitet si katërpolar. Fuqia e sinjalit në hyrje të katërpolarit është P_1 , kurse fuqia e sinjalit në dalje është P_2 . Nëse fuqia në dalje të katërpolarit është më e vogël se fuqi në hyrje, atëherë në transmetim ka shuarje. Nëse gjatë transmetimit, fuqia e daljes është më e madhe se fuqia e hyrjes, atëherë në sistem kemi përforcim.

Raporti i thjeshtë i fuqive në hyrje dhe dalje të sistemit të transmetimit në praktikë japin numra shumë të mëdhenj ose shumë të vegjël. Zakonisht, në transmetimet e telekomunikacionit raporti i dy madhësive identike nuk shprehet në raport të thjeshtë, por me raport logaritmik të këtyre madhësive. Ka disa arsye për paraqitjen logaritmike të madhësive elektrike gjatë transmetimit, dhe këto janë:

- raportet të cilat hasen në praktikë shpesh herë janë ose shumë më të mëdha ose shumë më të vogla, gjegjësisht paraqesin numra shumëshifror. Duke përdorur raportet logaritmike mundësohet puna me numra më të vegjël, kurse njëkohësisht operacionet mbledhje dhe zbritje të raporteve të thjeshta rregullohen në operacione më të thjeshta mbledhje dhe zbritje;
- shumë relacione të paraqitura për raportin e fuqisë, tensionit ose rrymës në hyrje dhe dalje të ndonjë qarku natyrshëm paraqiten në raport logaritmik, gjegjësisht eksponencial; dhe
- veshi i njeriut i merr ngacmimet e zërit proporcional me logaritmin e intensitetit të zërit.

Duke pasur parasysh se në praktikë përdoren dy lloje të logaritmeve: natyror (me bazë $e=2,71 \dots$) dhe dhjetor (me bazë 10), janë të futura edhe dy njësi logaritmike, të cilat quhen edhe njësi për transmetim. Ato janë *decibell* dhe *neper*. Në sistemin e logaritmit natyror marrëdhëniet e tensionit, rrymës dhe fuqisë shprehen në njësinë për transmetim neper (N), gjegjësisht:

$$a_u = \ln \frac{U_1}{U_2} [N]; \quad a_I = \ln \frac{I_1}{I_2} [N]; \quad a_p = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} [N] \dots\dots\dots(2-4)$$

Në sistemin e logaritmit dhjetor njësia e transmetimit është decibel(dB) dhe vlejné shprehjet e mëposhtme:

$$a_u = 20 \log \frac{U_1}{U_2} [dB]; \quad a_I = 20 \log \frac{I_1}{I_2} [dB]; \quad a_p = 10 \log \frac{P_1}{P_2} [dB] \dots(2-5)$$

Në tabelën 2-1 janë dhënë raportet e fuqisë dhe rrymës, si dhe raportet logaritmike përkatëse në decibel. Vlerat siç janë 1,99 dhe 3,98 në praktikë rumbullaksohen në 2, gjegjësisht 4.

Tabela 2-1

p_2 / p_1	$20 \log(p_2 / p_1)$	I_2 / I_1	$10 \log(I_2 / I_1)$
1	0 dB	1	0 dB
2	6 dB	4	6 dB
4	12 dB	16	12 dB
8	18 dB	64	18 dB
10	20 dB	100	20 dB
16	24 dB	256	24 dB
100	40 dB	$10.000=10^4$	40 dB

Lidhja mes neperit dhe decibelit mund të shprehet me:

$$1[N]=8.686[dB] \dots\dots\dots (2-6)$$

$$1[dB]=0.115[N]$$

Në praktikë zakonisht përdoren logaritmet dhjetore dhe decibeli si njësi për transmetim.

2.5 NIVELI ABSOLUT DHE RELATIV

Raporti logaritmik i tensionit, rrymës ose fuqisë me ndonjë madhësi të zgjedhur referente homogjene quhet **nivel**. Në varësi se me cilën madhësi referente bëhet krahasimi, dallojmë **nivel absolut dhe relativ**.

Kur bëhet krahasimi, si vlerë referente është miratuar fuqia e gjeneratorit normal me tension sinusoidal, i cila ka fuqi dalëse prej 1mW. Gjenerator normal është gjeneratori i fuqisë elektromotore alternative prej 1,55V, me frekuencë 800Hz dhe rezistencë të brendshme 600Ω. Ky gjenerator është ngarkesë aktive prej 600 Ω dhe krijon tension me vlerë efektive $U_0=0,775V$, me çka nëpër ngarkesë rrjedh rryma me vlerë efektive $I_0=1,293mA$, kështu që fuqia e ngarkesës është $P_0=1MW$. Skema elektrike e gjeneratorit normal është treguar në Fig. 2-16.

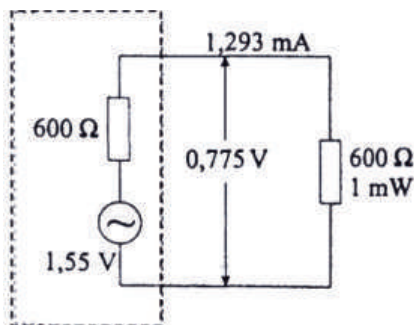


Fig. 2-16. Gjeneratori normal

Fuqia prej $1mW$ është miratuar si referente për shkak se ajo ishte fuqia dalëse e aparateve të para telefonike, ndërsa impedanca karakteristike e linjave ajrore është 600Ω dhe kjo është njëkohësisht edhe fuqia e ngarkesës.

Nivelet absolute të tensionit n_u , rrymës n_i ose fuqisë n_p përcaktohen në raport me vlerat referente që fitohen nga i ashtuquajtimi gjenerator normal.

$$n_u = \ln \frac{U}{0,775V} [N] = 20 \log \frac{U}{0,775V} [dB] \dots\dots\dots(2-7)$$

$$n_i = \ln \frac{I}{1,293mA} [N] = 20 \log \frac{I}{1,293mA} [dB] \dots\dots\dots(2-8)$$

$$n_p = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{1mW} [N] = 10 \log \frac{P}{1mW} [dB] \dots\dots\dots(2-9)$$

Niveli relativ është dallimi mes niveleve absolute të sinjalit në ndonjë pikë të sistemit që do të zgjidhet si referente. Pika referente zakonisht zgjidhet në fillim të linjës për lidhje (fillimi i linjës bartëse etj.).

Për shembull, në qoftë se U_2 është vlera efektive e tensionit në pikën e sistemit të cilën e shqyrtojmë, kurse U_1 është vlera efektive e tensionit në pikën referente të zgjedhur, për nivelin relativ të tensionit fitojmë:

$$n_r = 20 \log \frac{U_2}{0,775V} - 20 \log \frac{U_1}{0,775V} = 20 \log \frac{U_2}{U_1} [dB] \dots\dots\dots(2-10)$$

Në mënyrë analoge me këtë, nivelet relative të rrymës dhe fuqisë do të jenë:

$$n_r = 20 \log \frac{I_2}{I_1} [dB]; \quad n_r = 10 \log \frac{P_2}{P_1} [dB] \dots\dots\dots(2-11)$$

Duke shikuar nivelin e sinjalit përgjatë gjatësisë së sistemit të komunikimit, fitohet informacion për atë se çfarë ndryshimesh ka sinjali kur transmetohet.

Në praktikë haset edhe termi **niveli referent zero**. Ai është vendi, gjegjësisht pika, e cila ka nivel të njëjtë si pika referente.

Gjatë transmetimit të një sinjali përmes një sistemi të komunikimit, në pika të ndryshme të sistemit fuqia e tij është e ndryshme. Ajo që me siguri dihet për fuqinë e sinjalit është se ajo është e kufizuar sipas **vlërës së saj maksimale dhe minimale**. Fuqia maksimale e sinjalit është e kufizuar nga paaftësia e përforcuesve që ti përforcojnë sinjalet e mëdha pa shtrembërime, kurse fuqia minimale e sinjalit kufizohet me fuqinë e zhurmës që ekziston në secilën pikë të sistemit.

PËRMBLEDHJE:

- Sipas natyrës së tyre, mesazhet mund të jenë diskrete dhe të vazhduara.
- Mesazhet diskrete janë ato që paraqiten në formë të një vargu prej elementeve (simboleve) që i përkasin një grupi të fundëm të simboleve. Të tillë janë sinjalet telegrafike dhe sinjalet për transmetimin e të dhënave.
- Mesazhet e vazhduara paraqiten si funksione të kohës të cilët i kanë të gjitha vlerat që ndodhen brenda disa kufizave të caktuara. Këto janë mesazhe që i përkasin një grupi të vazhduar të pakufizuar.
- Sinjali është një ekuivalente elektrik i mesazhit dhe mund të jetë edhe i vazhduar edhe diskret.
- Sinjalet deterministike janë ato sinjale në të cilin ekziston saktësisht një ligj i ndryshimit. Ata përdoren gjatë matjeve ose paraqitjes së sinjaleve komplekse.
- Sinjale të rastit janë ato sinjale në të cilët nuk mundet paraprakisht të përcaktohet ligji i ndryshimit të vlerës. Funksionet kohore të sinjaleve të rastit janë të njohur në të kaluarën, por të panjohur në të ardhmen.
- Harmonikët janë sinjale me frekuenca ω_n që janë më të mëdhenj për numra të plotë herë nga frekuenca themelore ω_0 . Me ndihmën e harmonikëve kryhet analiza e sinjaleve të rastit.
- Përpunimi i sinjaleve analoge, i njohur si konvertim A/D (konvertim analogo-digjital), përbëhet nga tri faza: përzgjedhja, kuantizimi dhe kodimi.
- Njësi të transmetimit janë dB dhe Np. Me ndihmën e tyre më lehtë kryhet analiza e sistemit për transmetim.
- Nivel i rrymës ose fuqisë – raporti logaritmik i asaj madhësie me madhësi homogjene referente të zgjedhur.
- Nivel absolut – gjatë përcaktimit të nivelit absolut vlerat elektrike përcaktohen në raport me vlerat referente që fitohen nga i ashtuquajtur gjenerator normal.
- Niveli relativ fitohet kur madhësitë elektrike përcaktohen në raport me ndonjë pikë të sistemit për transmetim të cilën e zgjedhim si referente.

PYETJE DHE DETYRA

1. Çka është sinjal i rastit?
2. Çka janë sinjalet deterministike?
3. Çka fitohet me analizën harmonike të sinjaleve deterministike?
4. Si është spektri i sinjaleve joperiodike?
5. Çka është dinamika e bisedës?
6. Si është spektri i amplitudës i sinjalit periodik?
7. Cilët janë brezat e nevojshëm për transmetim të bisedës, muzikës dhe figurës në transmetimin e telekomunikacionit?

Detyra 1. Të gjendet raporti numerik i fuqive kur logaritmi i të njëjtit raport, i shprehur në decibel është 1dB.

Përgjigje: $P_2/P_1=10$

Detyra 2. Tensioni në hyrje të një përforcuesi është 15mV, kurse në dalje 25V. Të shprehet përforcimi në decibel. Rezistenca e hyrjes dhe daljes janë të barabarta.

Përgjigje: $\alpha = 124,4370\text{dB}$.

Detyra 3. Fuqia në daljen e një linje TK është 59mW, ndërsa fuqia e matur në hyrje është 1,5W. Të llogaritet se sa është shuarja në një linjën e dhënë në neper.

Përgjigje: $\alpha = -1,7\text{Np}$.

Detyra 4. Në hyrje dhe dalje të përforcuesit janë të vendosur dy rezistenca të ndryshme me rezistenca R_1 dhe R_2 . Në to janë matur tensionet $U_1=1,5\text{V}$ dhe $U_2=70\text{V}$, dhe gjatë kësaj $R_1=2.000\Omega$, kurse $R_2=100\Omega$. Të gjendet furnizimi (i shprehur në neper) me ndihmën e raportit të këtyre dy tensioneve, si dhe përforcimi (në decibel) me ndihmën e raportit të fuqive që zhvillohet në to.

Përgjigje: $\alpha_1 = 3,84\text{Np}$ dhe $\alpha_2 = 46,59\text{dB}$.

Detyra 5. Logaritmi i raportit të dy tensioneve është 7Np. Ky përforcim të shprehet në decibel.

Përgjigje: $\alpha = 60,8\text{ dB}$.

Detyra 6. Përforcimi i fuqisë është 12Np. Sa decibel janë ato?

Përgjigje: $\alpha = 104\text{dB}$

Detyra 7. Përforcimi i tensionit është 60dB. Sa neper janë ato?

Përgjigje: $\alpha = 6,9$ Np.

Detyra 8. Me matjen e tensionit në skajet e një mikrofoni, rezistenca e brendshme e të cilit është 30Ω , është vërtetuar se ai është 0,6V. Të shprehet niveli i fuqisë që jep ai mikrofon në një rezistencë të jashtme të njëjtë (në neper dhe decibel).

Përgjigje: $\alpha = 4,7712$ dB, gjegjësisht $\alpha = 0,548$ Np.

Detyra 9. Sipas të dhënave të prodhuesit, në dalje të një përforcuesi të lidhur në 2.000Ω ka nivel të fuqisë prej 3Np. Me ndihmën e voltmetrit ohmik të lartë të verifikohet nëse kjo është e saktë.

Përgjigje: Nëse me matje me voltmetër fitojmë tension prej 28,4V kjo do të thotë se niveli i fuqisë që zhvillohet në ngarkesën prej 2.000Ω me të vërtetë është 3Np.

Detyra 10. Niveli i tensionit i një marrësi ndryshon nga 2Np deri në 5Np. Të gjendet ndryshimi përkatës i tensionit në volt!

Përgjigje: $U = U_{\max} - U_{\min} = 109,276$ V.

Detyra 11. Një sinjal kompleks është përcaktuar me shprehjen:

$$f(t) = 8\cos\left(100t - \frac{\pi}{3}\right) + 4\cos(150t - \pi)$$

Të përcaktohet frekuenca rrethore bazë e tij dhe frekuencat rrethore të harmonikëve.

(Frekuenca bazë e sinjalit përcaktohet si pjesëtues më i madh i përbashkët i frekuencave nga komponentët e dhëna: ($\omega_0 = 50\text{rad/s}$; harmoniku i dytë $2\omega_0 = 100\text{rad/s}$ dhe harmoniku i tretë $3\omega_0 = 150\text{rad/s}$).

Detyra 12. Një sinjal kompleks është përcaktuar me shprehjen:

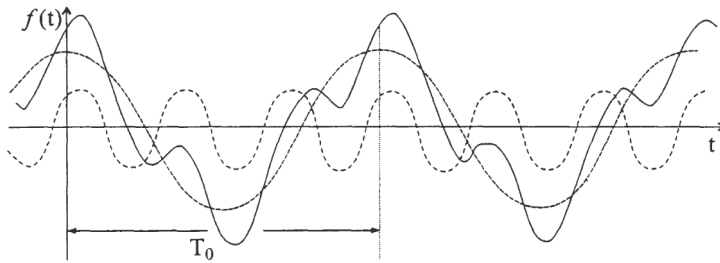
$$f(t) = 16\cos 100t + 8\cos\left(300t - \frac{\pi}{4}\right)$$

a) Të vizatohet diagrami kohor i tij!

b) Të vizatohet spektri i amplitudës së tij!

c) Të përcaktohet frekuenca rrethore bazë e tij dhe frekuencat rrethore të harmonikëve.

Zgjidhja:



(a)

Fig. 2-1. Diagrami kohor

(b)

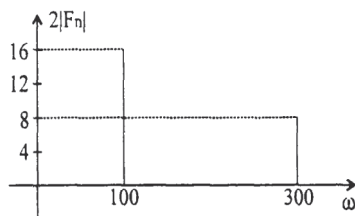


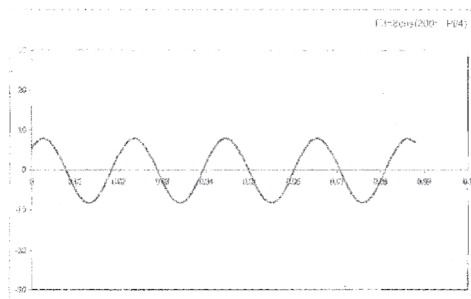
Fig. 2-2. Spektri i amplitudës

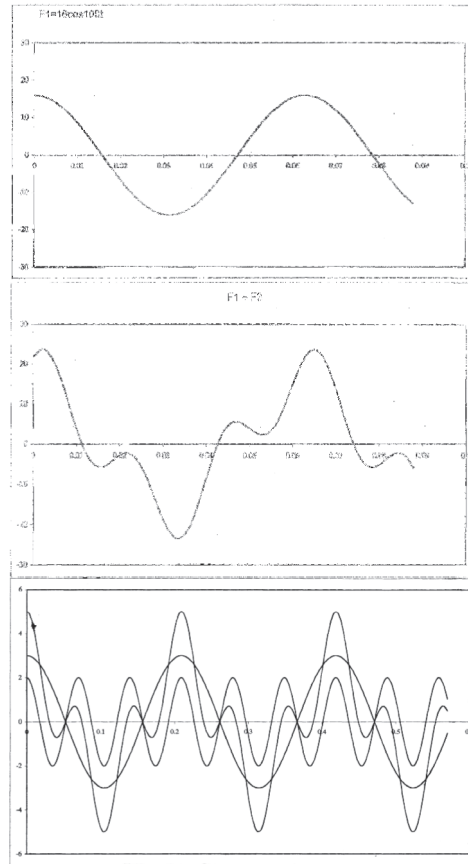
c) Nga Fig. 2-1 mund të shohim se frekuenca bazë e sinjalit është e barabartë me frekuencën e komponentës së parë, $\omega_0 = 100 \text{ rad/s}$. Nga Fig. 2-2 shohim se sinjali ka harmonik bazë me frekuencë rrethore $\omega_0 = 100 \text{ rad/s}$ dhe harmonik të tretë me frekuencë rrethore $3\omega_0 = 300 \text{ rad/s}$.

Sinjali kompleks mund të paraqitet edhe me shprehjen:

$$f(t) = 16\cos 100t + 8\cos\left(300t - \frac{\pi}{4}\right) = F_1 + F_3$$

Procedurat deri te zgjedhja për kërkesën nën (a) janë:





Detyra 13. Për një sinjal kompleks të dhënë nga shprehja:

$$f(t) = 3\cos\left(100t - \frac{\pi}{2}\right) + 4\cos\left(200t - \frac{\pi}{3}\right) + 2\cos(300t - \pi)$$

- Të vizatohet diagrami kohor i tij!
- Të vizatohet spektri i amplitudës së tij!
- Të përcaktohet frekuenca rrethore bazë e tij, dhe
- Frekuenat rrethore të harmonikëve.

Zgjidhja:

(Frekuenca bazë e sinjalit përcaktohet si pjesëtues më i madh i përbashkët nga

komponentët e dhëna: $\omega_0 = 100\text{rad/s}$; harmoniku i parë $\omega_0 = 100\text{rad/s}$; harmoniku i dytë $2\omega_0 = 200\text{rad/s}$ dhe harmoniku i tretë $3\omega_0 = 300\text{rad/s}$).

Rretho përgjigjen e saktë të pyetjeve të dhëna:

15. Cili nga sinjalet e dhënë është i vazhduar?

- a. telefonik
- b. i Morse-it
- c. binar
- d. telegrafik

16. Cili nga sinjalet e dhëna nuk është i rastit?

- a. test-sinjali
- b. sinjali-TV
- c. sinjali muzikor
- d. sinjali i bisedës

17. Sa është sekuenca e harmonikëve?

- a. numër i plotë herë më e madhe nga frekuenca bazë
- b. më e madhe në vazhdimësi nga frekuenca bazë
- c. shumë më e madhe nga frekuenca bazë
- d. numër i plotë herë më e vogël se frekuenca bazë.

3. MEDIUMET PËR TRANSMETIM

Mediumet për transmetim ose mediumet e transmissiionit janë lidhja fizike mes dy pajisjet e telekomunikacionit përmes të cilave barten sinjalet. Në përgjithësi, medium bartës mund të jenë substancat e ngurta, lëngshme ose të gazta nëpër të cilat përhapen valët energjetike. emetuesin dhe marrësin dhe e përbëjnë linjën për lidhje.

3.1 LLOJE TË MEDIUMEVE PËR TRANSMETIM

Sistemin e telekomunikacionit e përbëjnë transmetuesi dhe marrësi të cilët mund të jenë të lidhur fizikisht me mediumet për bartje: linjat e telekomunikacionit dhe pa tela. Nëse transmetuesi dhe marrësi janë pjesë e sistemit të telekomunikacionit i cili ka më shumë shfrytëzues, atëherë në sistemin për transmetim ka edhe ndërmjetësues, siç janë centralet, repetitorët, transmetues-marrësit ej., të cilët shërbejnë për vendosjen dhe ruajtjen lidhjen. Roli i repetitorëve (përsëritësve) është të mundësojnë realizim zë transmetimit cilësor deri te marrësit.

Linjat e telekomunikacionit i bartin sinjalet deri te marrësi. Ata mundet të jenë *me tela* (të cilët bartin sinjal elektrik) dhe *optik* (të cilët bartin sinjal të dritës). Sinjalin të cilin e bart transmetuesi mund të jetë rrymë elektrike e ndryshueshme, dritë ose valë elektromagnetike. Që të kyçet rryma elektrike duhet të krijohet qark elektrik i mbyllur, në të cilin linjat e telekomunikacionit kanë përçues prej bakri ose qelqi. Për mbrojtjen e sinjalit nga ndikimi i ambientit, e cila fut pengesa dhe zhurmë përçuesit e bakrit mbrohen shtresë prej materialit izolues. Nëpër fibrën e qelqit në

linjat optike kalon sinjal optik i cili mundet të kontrollohet dhe ka humbje të vogla (shuarje).

Për **transmetimin e valëve elektromagnetike** nuk është e nevojshme linjë e telekomunikacionit. Atëherë në transmetuesit dhe marrësit elektrik duhet të ndërtohen antena. Antenat emetuese (transmetuese) rrezatojnë valë elektromagnetike në atmosferë, kurse antenat marrëse i marrin dhe i shndërrojnë në rrymë elektrike të cilën ia dorëzojnë marrësit dhe nga ato fitohet mesazhi. Përparësia e sistemeve të këtilla është se mundësohet lëvizshmëri e marrësit. Në këtë transmetim është e mundur emetimi i mesazheve në të gjitha drejtimet rreth transmetuesve (radiodifuzioni), kështu që më tepër marrës njëkohësisht të pranojnë sinjalin e njëjtë. Mundësia që sinjali që është emetuar në ajër të pranohet nga të gjithë ata që kanë marrës përkatës në të njëjtën kohë është edhe përparësi edhe mangësi e radiosistemeve. Pengesat atmosferike dhe shuarja janë problem i madh në rrjetat pa tela dhe ata ndikojnë keq në cilësinë e mesazhit të transmetuar.

Në radiosistemet ndonjëherë vonesa është më e madhe se vonesa në sistemet optike, për shkak se valët nuk udhëtojnë në rrugët më të shkurtra deri te marrësit e caktuar. Përveç shuarjes së sinjaleve, gjatë transmetimit nëpër ambient ka edhe pengesa dhe zhurma të cilat përzihen me sinjalin. Pengesa dhe zhurma mund të jenë edhe sinjale tjera të cilat i krijon njeriu ose ndonjë dukuri natyrore të cilët krijojnë energji në formë të njëjtë si edhe sinjali. Për shembull, pengesat gjatë transmetimit të radiosinjalit në ajër i bëjnë edhe radiostacionet tjera ose shkarkimet elektrike nga atmosfera. Pengesat dhe zhurmat janë të shprehura veçanërisht gjatë transmetimit pa përdorimin e linjave të telekomunikacionit.

Mund të thuhet se linja e mirë e telekomunikacionit mundëson transmetim cilësor të sinjaleve me shuarje dhe pengesa të vogla. Shpejtësia e transmetimit të sinjalit ndikon në vonesën në anën e marrjes. Në sistemet kabllore vonesa është më e madhe se sa në sistemet optike, sepse shpejtësia e përhapjes së sinjalit elektrike është disa herë më e vogël se shpejtësia e dritës.

Linjat e telekomunikimit e mbrojnë sinjalin nga pengesat përreth, edhe pse edhe ato nuk janë ideale dhe fusin një lloj zhurme. Zhurma që paraqitet gjatë transmetimit të sinjalit mund të jetë: termike, intermodulare, zhurma nga ndërhyrjet ose zhurmë impulsive.

Faktorët kryesorë që ndikojnë në zgjedhjen e mediave për transmetim janë: çmimi i mediumit, brezi i lëshimit, humbjet gjatë bartjes së informacionit, shuarja, vonesa e informacioneve gjatë transmetimit dhe zhurma.

Kur transmetimi realizohet me linja të telekomunikimit, të tilla si çifte të bakrit, kabllot koaksiale ose fibrat optike, mediumet e tilla ende quhen **mediumet të orientuara**.

Kur transmetimi realizohet me përhapje pa tela të valëve elektromagnetike nëpërmjet ajrit, atmosferës ose ujit, mediumet e tilla quhen **mediumet të paorientuara** për transmetim.

Mediumet për transmetim mund të ndahet në mënyra të ndryshme. Më shpesh dallohen sipas: natyrës së sinjaleve që transmetohen, sipas rrugës së sinjaleve, mënyrës së transmetimit nëpër medium etj.

- Sipas natyrës së sinjaleve në linjën për lidhje, mediumet mund të jenë **analog** ose **digjital**.
- Sipas shtigjeve të transferimit, të treguar në Fig 1-11, mund të jenë:
 - Transmetim vetëm në njërin drejtim – **simpleks**;
 - Transmetim simultan në dy drejtime – **dupleks**;
 - Transmetim në dy drejtime, por jo në të njëjtën kohë – **gjysmëdupleks**.
- Sipas mënyrës së transmetimit, mediat mund të jenë të **frekuencave të ulëta** dhe të **frekuencave të larta**.

3.2. TRANSMETIMI NË FREKUENCA TË ULËTA DHE FREKUENCA TË LARTA

Në varësi të spektrit të sinjalit, në telekomunikacione dallohen dy lloje të transmetimeve: transmetimi në frekuenca të ulëta (FU) dhe transmetimi në frekuenca të larta (FL).

Transmetimi FU, ose siç quhet akoma transmetim në brezin fizik bazë të frekuencave, është transmetim gjatë të cilit spektri i transmetimit të sinjalit në të gjitha pikat e sistemit të transmetimit i ka frekuencat e tij natyrore.

Kështu për shembull, në (Fig. 3-1-a) është paraqitur spektri i sinjalit të bisedës i cili ka pesë komponentë, frekuencat e të cilëve janë: 400Hz, 800Hz, 1,2 kHz, 1,6 kHz dhe 2kHz. Ky spektër gjendet në brezin e tij natyror, ai është brezi i frekuencave që paraqitet në dalje të mikrofoni. Në telefoninë klasike ky sinjal ose spektri i tij bartet nga mikrofoni deri

në kufjen e marrësit. Ky është një transmetim i frekuencave të ulëta ose transmetim në nivelin-FU.

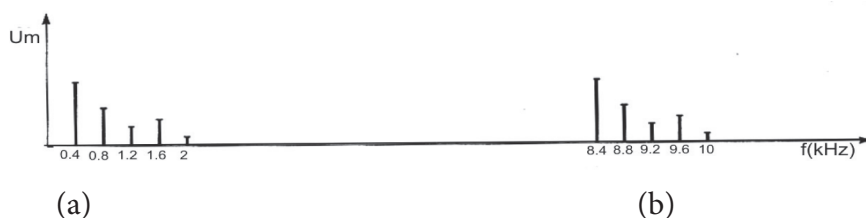


Fig. 3-1. Spektri i sinjalit të bisedës: (a) brezi natyror i frekuencave (b) i zhvendosur (spostuar) për 8kHz

Transmetimi FL ose siç quhet akoma transmetim në brezin e trasuar, zhvendosur të frekuencave, është transmetim në të cilin spektri i sinjalit zhvendoset në pjesën e frekuencave të larta.

Për shembull, në (Fig. 3-1-b) është paraqitur spektri i cili nga brezi i tij natyror i frekuencave spostohet për 8kHz në rajonin e frekuencave të larta. Ky spektër bartet deri te vendi i marrësit ku kthehet në brezin e tij natyror dhe bartet deri te kufja e shfrytëzuesit. Në linjat telefonike transmetimi mund të jetë transmetim në FU dhe FL, ndërsa në transmetimet radio dhe televizive vetë transmetim në FL.

3.2.1 Transmetimi në frekuenca të ulëta (FU)

Transmetimi në frekuenca të ulëta (FU) mund të realizohet në dy mënyra, si lidhje-FU me katër-përcjellës dhe me dy-përcjellës.

Lidhja duplekse me katër-përcjellës është sistem për transmetim në të cilin, sipas bllok-skemës së paraqitur në Fig. 3-2, lidhja mes pikave A dhe B realizohet ashtu që për transmetim në drejtimin A-B përdoret një linjë elektrike, kurse për transmetim në drejtimin B-A linjë elektrike tjetër.

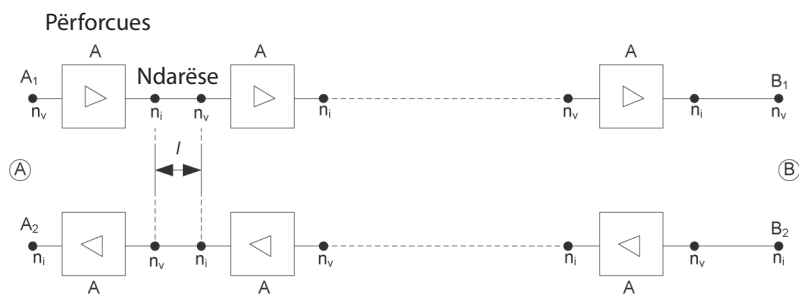


Fig. 3-2. Bllok-skema e lidhjes me katër-përcjellës për lidhjen- FU

Në Fig. 3-2, përcjellësi, linja elektrike është paraqitur me një linjë, edhe pse ai gjithmonë përbëhet nga dy përçues elektrik (dy tela të izoluar). Këtu, sistemi A_1B_1 paraqet një lidhje simplekse, kurse pjesa B_2A_2 lidhje tjetër simplekse. Lidhja duplekse mes pikave A dhe B realizohet me katër përçues elektrik, nga të cilët një çift përdoret për transmetim në një drejtim, kurse çifti tjetër në drejtimin tjetër. Përforcuesi i FU (A) në këtë transmetim duhet të përforcojë sinjalin FU dhe ti kompensojë shuarjet që i futin përcjellësit mes dy përforcuesve.

Një pjesë e përcjellësit me gjatësi (l) quhet ndarëse. Zakonisht merret se të gjithë ndarësit të një lidhje kanë gjatësi të njëjtë, kurse përforcimi i përforcuesve duhet të jetë i barabartë me shuarjen në ndarës. Prandaj, niveli i sinjaleve në hyrje të të gjithë përforcuesve (amplifikatorëve) (n_v) është i barabartë, siç tregohet në figurë. Gjithashtu, edhe niveli i sinjalit në dalje të përforcuesit (n_i) është i barabartë. Përveç zhurmës që është problem në të gjitha lidhjet e telekomunikacionit, pra edhe në lidhjen me katër përcjellësa, te këto lidhje ekziston edhe problemi i interferencës. Të gjitha blloqet dhe lidhjet ndodhen afër njëri tjetrit, kështu që një pjesë e sinjalit nga njëra linjë „kalon“, në linjën tjetër. Kjo dukuri quhet interferencë (ndërhyrje-crosstalk). Kjo manifestohet ashtu që shfrytëzuesit e lidhjes derisa bisedojnë në mikrofoni e dëgjojnë edhe zërin e tyre në kufje.

Lidhja duplekse me dy-përcjellësa realizohet vetë përmes një përcjellësi elektrik, gjegjësisht nëpërmjet një çifti të përçuesve. Gjatë realizimit të kësaj lidhje problem janë përforcuesit, të cilët janë katërpolar asimetric në të cilët transmetimi është i mundshëm vetëm në njërin drejtim. Problemi zgjidhet ashtu që në vendin ku duhet të përforcohet sinjali, lidhja me dy përcjellësa kalon në lidhjen me katër përcjellësa dhe kështu trafiku i ndarë nga njëri në drejtimin tjetër përforcohet për secilin drejtim ndaras. Për kalimin nga lidhja me dy përcjellësa në atë me katër përcjellës dhe anasjelltas, nga ajo me katërpërcjellësa në atë me dy përcjellësa, përdoren qarqe të veçanta të cilët quhen ndarës. Në transmetimin FU, si ndarës mund të përdoren transformatorët diferencial (në Fig. 3-3 të shënuar si DT).

Bllok-skema e lidhjes FU me dy përcjellësa është treguar në Fig. 3-3, ku transmetimi në drejtimin A-B realizohet ashtu që sinjali në pikën A përmes transformatorit diferencial DT bartet vetëm në pikën A_1 , por jo edhe në pikën A_2 . Kur sinjali transmetohet në drejtimin B-A sinjali sinjal shfaqet në pikën A_2 , por jo edhe në pikën A_1 . Në këtë ndryshim të drejtimit

të transmetimit, vjen deri te humbja e fuqisë së sinjalit. Këto humbje zvogëlohen me përforcimin në stacionet përforcuese.

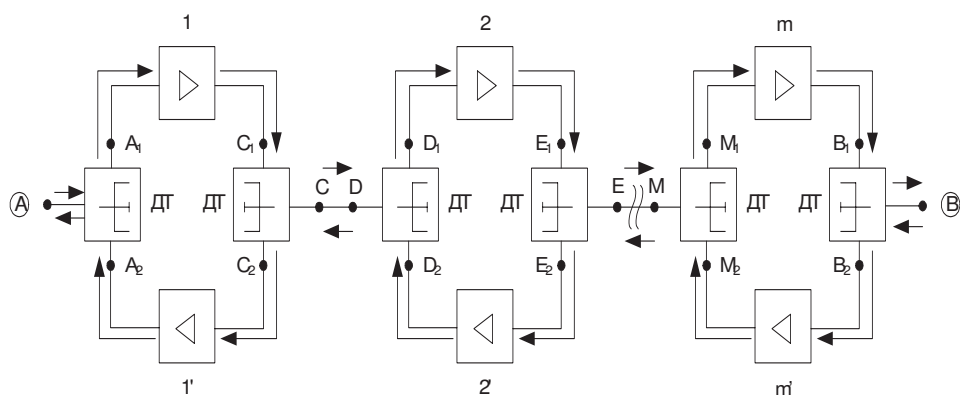


Fig. 3-3. Bllok-skema e lidhjes FU me dy përcjellësa

Në praktikë, transformatorët diferencial me sukses e kryejnë funksionin e tyre nëse shuarja në drejtimin lëshues është më e vogël se 3dB, dhe në drejtim jolëshues është 10 herë më i madh (30dB). Në praktikë kjo do të thotë se në pikën A_1 sinjali nuk duhet të dobësohet më shumë se 3dB në krahasim me sinjalin në pikën A, kurse në pikën A_2 patjetër të dobësohet për më shumë se 30dB.

Transmetimi nga pika A në pikën B realizohet kështu: A- A_1 - përforcues 1- C_1 -C-D- D_1 - përforcues 2- E_1 -E-...- M- M_2 -përforcues m- B_1 -B. Transmetimi në drejtimin e kundërt nga B në A është i kundërt me transmetimit nga A në B dhe është paraqitur me shigjeta. Në këtë mënyrë, me qarqet diferenciale realizohet lidhja duplekse me ndihmën e një linje elektrike.

Kur kemi lidhje duplekse me dy përcjellësa problem kryesor që është më i madh se problemi i zhurmës është mundësia e paraqitjes së oscilimeve. Deri te oscilimet vjen kur mes përforcuesve në një stacion për përforcim, përmes sistemit diferencial qo të paraqitet „përforcimi rrethor“ i sinjalit.

Lidhja FU me dy-përcjellësa është më e lirë se lidhja FU me katër-përcjellësa, por është më pak cilësore dhe realizohet në distanca më të vogla. Në Telekomunikacionet profesionale, transmetimi-FU realizohet me linja fizike për transmetim të një sinjali (për një lidhje) ose për transmetim të njëkohshëm të më tepër sinjaleve duke përdorur multipleksimin në kohë.

3.2.2 Transmetimi në frekuenca të larta (FL)

Përparësia kryesore e transmetimit FL është se në të mundet njëkohësisht të transmetohen më tepër informacione përmes sistemit të njëjtë të transmetimit. Ai realizohet në dy mënyra: me linjë fizike (telefoni etj) dhe me valë elektromagnetike (radio, televizion, sisteme të radiolidhjeve etj.). Transmetimi në frekuenca të larta me tela realizohet në mënyrë të ngjashme si edhe në transmetimin FU, përmes lidhjeve me katër-përcjellësa dhe dy-përcjellësa.

Lidhja duplekse me katër-përcjellësa është treguar në Fig. 3-4 me bllok skemë. Që figura të jetë më e thjeshtë, janë treguar rrugët e transmetimit me dy ndarëse, por numri i tyre zakonisht është shumë më i madh. Lidhjet me katër-përcjellësa më shpesh përdoren në linjat kablllore me kapacitet të madh.

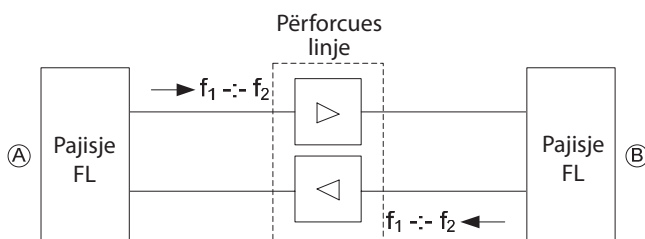


Fig. 3-4. Bllok-skema e lidhjes FL me katër-përcjellësa me frekuencë të njëjtë të kanaleve në të dy drejtimet

Transmetimi realizohet ashtu që spektri i sinjalit i cili transmetohet s'postohet në kanale frekuencat kufitare të të cilit janë f_1 dhe f_2 dhe nëpër të njëjtin kanal transmetohen në të dy drejtimet. Pasi që në të dy drejtimet barten sinjale në brezin e njëjtë të frekuencave, ekziston mundësia e interferencës mes përcjellësve të veçantë. Që të minimizohet interferenca, si rrugë transmetimi përdoren kablllo koaksial.

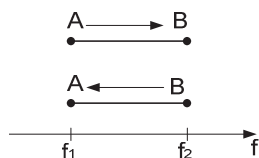


Fig. 3-5. Plani i frekuencave të lidhjes me katër-përcjellësa

Ana e mirë e lidhjes me katër-përcjellës është se ajo në tërësi e shfrytëzon hapësirën e mundshme të frekuencave të linjës. Pajisjet e përdorura janë më të thjeshta sepse nuk ka filtra konvertues për ndarjen

e drejtimeve të transmetimit, që është karakteristike për sistemet FL me numër të madh të kanaleve dhe numër të madh të stacioneve përforcuese. Plani i frekuencave për lidhjen me katër përcjellës është paraqitur në Fig. 3-5.

Lidhja duplekse me dy përcjellës është treguar në Fig. 3-6. Ajo realizohet ashtu që spektri i sinjalit që bartet në drejtimin A-B s'postohet në kanal me frekuenca kufitare f_1 dhe f_2 , kurse spektri i sinjalit që bartet në drejtimin B-A në kanal frekuencat e të cilit janë f_3 dhe f_4 . Drejtimet e transmetimit ndahen me ndihmën e filtrave konvertues.

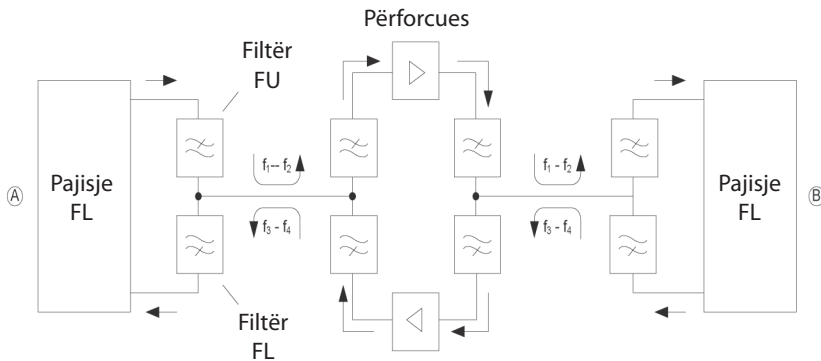


Fig. 3-6. Bllok skema e lidhjes FL me dy-përcjellës

Në transmetimin e tillë janë të mundshme oshilime, por ato janë shumë më të vogla nga atë në transmetimin FU. Plani i frekuencave i lidhjes duplekse FL me dy-përcjellës është treguar në Fig. 3-7.

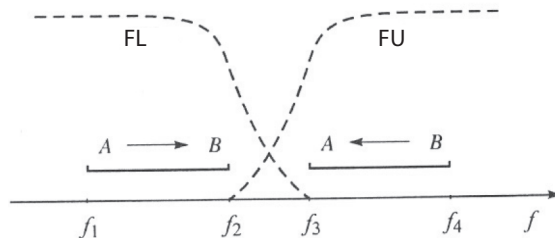


Fig. 3-7. Karakteristika e shuarjes në pjesën FU dhe FL të seksioneve të filtrave

Në figurë me vija të ndërprera është treguar lakorja e shuarjes të pjesës së frekuencave të ulëta dhe frekuencave të larta të filtrave konvertues. Për shkak të karakteristikës së shuarjes në konvertimin e frekuencave vjen deri te humbja e një pjese të brezit të frekuencave (nga f_2 deri në f_3), një është e metë e këtij lloji të transmetimit.

3.3 LINJAT E TELEKOMUNIKACIONIT

Si linja të telekomunikacionit të cilat akoma janë mediume të drejtuara për transmetim paraqiten: çiftet e bakrit, kablli koaksial dhe fibrat optike.

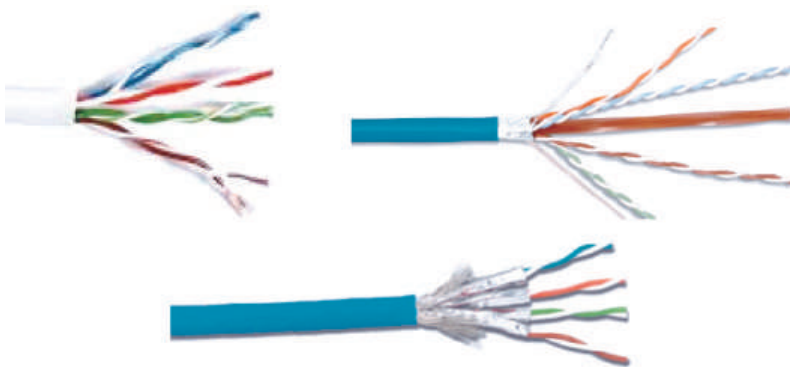


Fig. 3-8. Llojet të çifteve të bakrit: (a) Çifti-UTP, (b) çifti-STP, (c) çifti-S/FTP

Çifti (telat) i bakrit. Mediumet të drejtuara më të përdorura për transmetim janë dy tela të izoluar të bakrit të ndërthurura në spirale, të quajtura çifte bakri. Me thurjen e tyre në spiralë zvogëlohen interferencat në medium. Gjithashtu, ata janë edhe mediume më të lira për transmetim. Diametri i telit është 0,4-0,9 mm. **Çiftet e bakrit të cilët janë një çift i telave të bakrit krijojnë një lidhje komunikuese.** Për realizimin e lidhjeve në distanca të mëdha grupohen më shumë çifte të bakrit dhe krijojnë kablllo të cilat ndonjëherë në konstruksion kanë edhe nga disa qindra çifte. Në Fig. 3-8 janë treguar lloje të ndryshme të çifteve të bakrit.

Çiftet e bakrit kanë zbatim të gjerë për transmetimin e sinjaleve analoge dhe digjitale. Ata përdoren në telefoni, si: Nyje abonentësh (në centrale), komutim në ndërtesa (centrale private) etj. Duke përdorur modem, çiftet e bakrit transmetojnë edhe sinjal digjital deri në 64kbps, kurse në rrjetat e kompjuterëve transmetojnë edhe 100Mbps deri në 10Gbps.

Për karakteristika të mira transmetuese të çifteve të bakrit në transmetimin analog, duhet të përdoren përforcues në çdo 5 deri 6 km. Në transmetimin digjital janë të nevojshëm përsëritës (repetitor) të sinjalit në çdo 2 deri 3 km. Gjatë transmetimit me çifte, ka distancë të kufizuar të transmetimit, brez të kufizuar të lëshimit (1MHz), shpejtësi të të dhënave

të kufizuar, interferencë përgjatë gjatësisë dhe zhurmë. Që të përmirësohen karakteristikat e transmetimit të çifteve, ato ndërthuren në spirale dhe shtohen mbështjellëse mbrojtëse.

Ka disa lloje të çifteve të bakrit të cilat përdoren, dhe ato janë:

- tela telefonik të zakonshëm prej bakri ose UTP (Unshielded Twisted Pair), në (Fig. 3-8-a), të cilët janë më të lehtë për instalim, janë të ekspozuar ndaj interferencave të jashtme dhe janë më të lirë.
- çifte bakri me rrjetë mbështjellëse STP (Shielded Twisted Pair), në (Fig. 3-8-b), në të cilët rrjeta shërben që të zvogëlohen interferencat. Këto çifte janë më të vështira për tu instaluar dhe janë më të shtrenjta.

Më tepër çifte të bakrit bashkohen në kablllo të telekomunikacionit. Në varësi nga mbështjellësja mbrojtëse mes çifteve, ato mundet të jenë: kablllo **F/UTP**, ku çiftet UTP janë në foli të përbashkët, ose kablllo **S/FTP**, ku secila nga çiftet UTP është në folinë e vetë, si në (Fig. 3-8, c).

Kablli koaksial. Ato janë mediume të drejtuar për transmetim të cilat përbëhen nga dy përçues, nga të cilët njëri është në formë të cilindrit, kurse në brendësi të tij vendoset përçuesi tjetër në formë të telit. Diametri i këtyre kablllove zakonisht është prej 1 deri në 2,5 cm. Ata janë të përpunuar për transmetim në brez më të gjerë të frekuencave, për distanca më të mëdha dhe për transmetim në më shumë stacione në një linjë. Kablli koaksial është treguar në Fig. 3-9.



Fig. 3-9. Kablli koaksial

Kabllot koaksiale kanë përdorim të gjerë. Përdoren për shpërndarjen e sinjaleve televizive, në televizionin kabllovik, në telefoni për transmetimin e sinjaleve në distanca të mëdha, për transmetimin e një numri të madh

të bisedave nëpër një kabllo të vetme (10.000 thirrje përmes një kanali të vetëm), për lidhje të shkurtër kompjuterike, rrjeta lokale të kompjuterëve etj. kabllot koaksial përdoren për transmetimin e sinjaleve analoge (75Ω) dhe sinjaleve digjitale (50).

Karakteristika e transmetimit të tyre janë: frekuencave më të larta, shpejtësi më e madhe e të dhënave, më pak i ndjeshëm ndaj interferencave dhe ndërhyrjeve. Te ata janë të kufizuara dobësimet (shuarjet), zhurma termike dhe zhurmat e inter modulimit.

Gjatë transmetimit të sinjaleve nëpër kabllot koaksiale vendosen përforcues në disa kilometra dhe përsëritës në çdo kilometër.

Sistemi i transmetimit optik – fibra optike ose kablli optik. Fibrat optike janë mediume të drejtuara për transmetim me të cilët barten sinjale elektrike të cilët janë të shndërruar në dritë. Nëpër to transmetohen impulse drite, si bit 1 ose bit 0. Ata janë të përpunuar nga qelqi ose plastika dhe janë fleksibile. Më të mirë janë kur përpunohen nga silici ultra i pastër. Fibrat optike janë shumë të holla (2 deri në $125\mu\text{m}$). Bërthama mund të përmbajë 2 ose 3 fibra dhe është me trashësi prej $8\mu\text{m}$ deri në $50\mu\text{m}$.

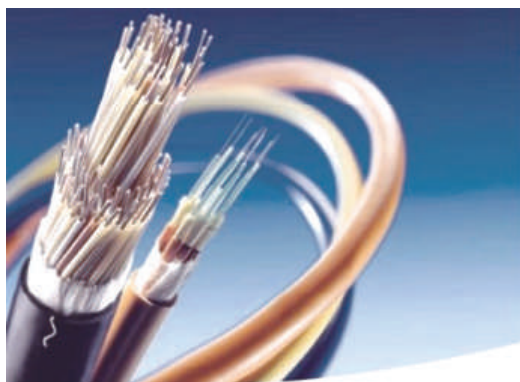


Fig. 3-10. Kabllo optike

Kabllot optike kanë zbatim për shkak të karakteristikave të tyre: dimensione të vogla, peshë të vogël, kapacitet informacioni të madh, shpejtësi të madhe të të dhënave prej disa 100-ra Gbps, shuarje të vogla, distancë të madhe mes përsëritësve (dhjetëra kilometra). Ata përdoren në rrjetat lokale të kompjuterëve, për transmetim në distanca të gjata për qëllime ushtarake etj. Në Fig. 3-10 është treguar kabllo optike.

Fibrat optike për transmetim e përdorin reflektimin e brendshëm total të dritës. Në hyrje të kablllove optike ka fotokonvertues, i cili sinjalin

e konverton në dritë. Ai mund të jetë dioda LED (Light Emitting Diode), e cila është më e lirë, me brez lëshimi më të gjerë në temperaturën e punës dhe kohëzgjatje më të madhe të përdorimit, ose diodë ILD (Injection Laser Diode), e cila është më efikase dhe ka shpejtësi më të madhe të të dhënave.

3.4 MEDIUMET PA TEL PËR TRANSMETIM

Mediumet pa tela (wireless) ose mediumet e padrejtuara për transmetim kanë zbatim të madh si linja për lidhje, gjegjësisht si mediume për transmetim në sistemet e telekomunikacionit. Në thelbin e transmetimeve pa tela është përdorimi i valëve elektromagnetike (VEM) si bartës të informacioneve. Në këtë sistem ekziston *emetues* (transmetues) – fillim i rrugës së komunikimit dhe *marrës* – fund i rrugës së komunikimit. Mes tyre ka hapësirë ajrore, atmosferë apo ujë përmes të cilëve përhapen valët.

Spektri elektromagnetik dhe ndarja e VEM sipas gjatësisë valore të tyre dhe frekuencave janë treguar në Fig. 3-11.

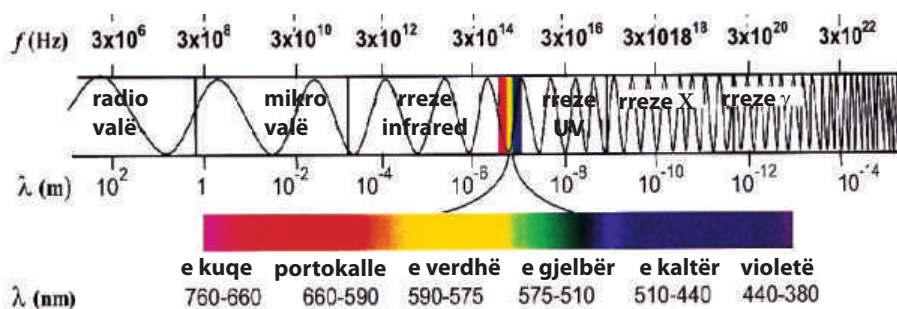


Fig. 3-11. Spektri elektromagnetik

Të shqyrtojmë spektrin e valëve elektromagnetike. Ai është i përbërë nga:

radiovalët - valë elektromagnetike me gjatësi valore më të madhe. Gjatësia valore e tyre është mes të 3km dhe 30cm. Numër i madh i pajisjeve që na rrethojnë i përdorin radiovalët.

mikrovalët - kanë gjatësi valore të rendit të madhësisë së centimetrave. Këto valë përveç furrave mikrovalore, përdoren edhe te radarët. Radari krijon figurë përmes reflektimit të mikrovalës nga objekti i dhënë. Mikrovalët janë të mira për transmetimin e informacioneve nga njëri vend në tjetrin (p.sh., bisedave telefonike, të dhënave të kompjuterëve etj), sepse nuk e

humbasin energjinë në ndikimin e kushteve të jashtme atmosferike. Prandaj, ata përdoren në astronomi dhe meteorologjia për vëzhgimin e Tokës nga satelitët.

Rrezatimi infrared (infra i kuq) përdoret për fotografitë infrared dhe në terapinë mjekësore. Njeriu emeton rrezatim infrared me një gjatësi valore prej rreth 10 μ m.

Rrezatimi elektromagnetik i dukshëm për ne është brezi më i rëndësishëm, sepse syri jonë është i ndjeshëm vetëm në këtë pjesë të spektrit. Diapazoni i gjatësisë valore të dritës të dukshme është i vogël - nga 400nm deri në 770nm.

Drita ultravjollcë (UV-ultraviolet) është e padukshme për syrin e njeriut. Gjatë kohës së stuhive diellore, Dielli emeton sasi të mëdha të rrezatimit të tillë. Pjesa më e madhe e këtij rrezatimi absorbohet në atmosferë.

Rrezatimi X (rëntgen) ka gjetur zbatim më të madh në mjekësi. Për qëllime shkencore përdoren metodat e difraksionit- rëntgen. Ata gjejnë përdorim edhe në industri. Shumë trupa në Univers rrezatojnë rreze- X.

Në varësi të vetive, valët elektromagnetike ndahen në zona valore. Gjatë përhapjes së valëve nëpër ajër vlejnë të njëjtat ligje të përhapjes si edhe për çdo lloj vale: reflektimi, thyerja, interferenca etj. Karakteristikat e radiovalëve varen nga frekuenca. Kur kanë frekuenca të ulëta, ato kalojnë nëpër pengesa, por fuqia e tyre bien me distancën. Për frekuenca të larta mund të përhapen në një vijë të drejtë ose të reflektohen nga pengesat ose të absorbohen e kështu me radhë. Nga të gjitha frekuencat ato janë të ndjeshme në interferencat e pajisjeve dhe nga pajisjet tjera elektrike.

Në varësi nga zonat valore, valët elektromagnetike zbatohen në sisteme të ndryshme të komunikimit. Brezi nga 30MHz deri 1GHz është brezi radio dhe përdoret për radio AM/FM, televizion UHF dhe VHF dhe rrezet infra të kuqe. Brezi i frekuencave nga 2GHz deri në 40GHz përdoret për transmetimin e mikrovalëve, valëve të drejtuara, për transmetim nga pika në pikë, për lidhjet satelitore etj.

Spektri i valëve elektromagnetike që përdoren në telekomunikacione, sipas frekuencave të tyre, zonave valore, vendit të përdorimit dhe mediimit për transmetim që përdoret në zonën përkatëse, mund të prezantohet me paraqitjen skematike si në Fig. 3-12.

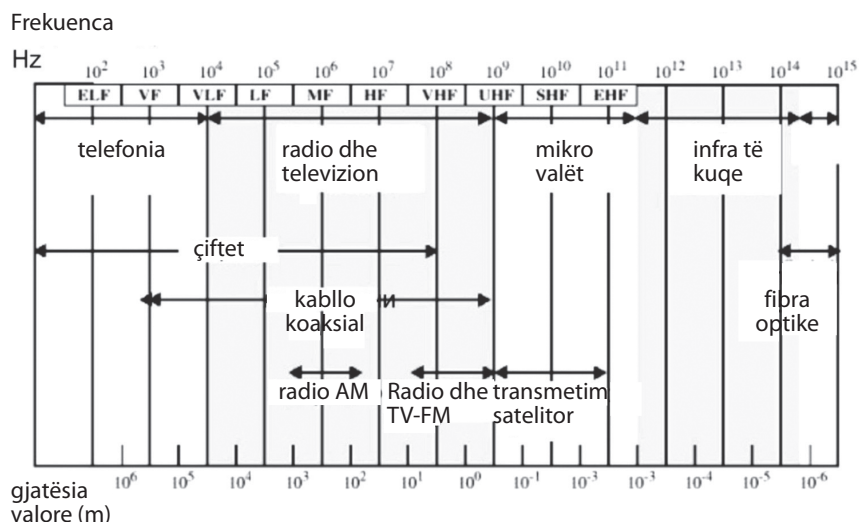


Fig. 3-12. Përdorimi i zonave të frekuencave

Pajisjet elektrike me të cilat mbliidhet ose rrezatohet energjia-EM janë **antenat**. Ato janë të vendosura në dalje të transmetuesit ose hyrje të marrësit. Sipas vendit të vendosjes, antenat në transmetimin pa tel mund të jenë: **transmetuese (emetuese) dhe antena marrëse**. Nëse antena e njëjtë përdoret edhe si transmetuese edhe marrëse, për atë themi se është **antenë marrëse-emetuese**. Pra, antenat janë pajisje elektrike të cilat kanë rolin që valët elektromagnetike ti konvertojnë në sinjal elektrik dhe anasjelltas. Në Fig. 3-13 tregohen disa lloje të antenave.

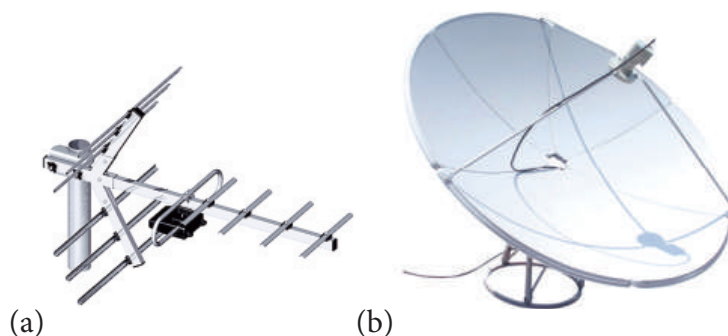


Fig. 3-13. Antena: (a) antenë televizive yagi, (b) antenë satelitore

Antenat mund të dallohet sipas zonës valore ku punojnë, sipas konstruksionit dhe sipas vendit të përdorimit. Sipas zonës valore antenat

mund të jenë antena televizive, antena për valë-VHF, antena për transmetim satelitor, radioantena etj. Në varësi nga konstruksioni, ka më tepër lloje të antenave: *antena-dipole*, *antenë-yagi*, *antena satelitore* etj.

3.5 SISTEMET E TRANSMETIMIT

Sistemet e transmetimit shërbejnë për transmetimin e mesazheve, gjegjësisht informacioneve. Ato mund të jenë të organizuara si sisteme fikse të transmetimit dhe sisteme pa tel të transmetimit. *Sisteme fikse* të transmetimit kemi kur për transmetim përdoret medium fizik. Në *sistemet e transmetimit pa tel* i përdorimin valët elektromagnetike. Sot, mesazhet dhe informacionet transmetohen me kombinimin e të dy sistemeve të transmetimit. Kombinimet e sistemeve varen nga disa faktorë: globalizimi në botë, rritja e madhe e sasisë së informacioneve, nevoja për shpejtësi të madhe të transmetimit, nevoja për integrimin e llojeve të shumta të serverëve, nevoja për rrjetat ndërkombëtare etj.

3.5.1 Sistemet e transmetimit fikse

Me transmetim, fiks të drejtuar transmetohen mesazhet në telefoninë fikse, televizionin kabllor, interneti. Linja e telekomunikacioneve në sisteme është grup i përcjellësve të cilët janë në të njëjtin drejtim. Linjat krijojnë rrjetë të telekomunikacionit, që është grup i të gjitha linjave dhe pajisjeve të telekomunikacionit në një territor të caktuar. I gjithë transmetimi realizohet nga **rrjeta të organizuara** për transmetim.

Në varësi nga zbatimi, madhësia, lloji i përcjellësve, numri i linjave, zona që e mbulojnë, natyra e sinjaleve, topologjia e elementeve etj., ekzistojnë më shumë ndarje të rrjetave, edhe atë:

- Sipas zonë që e mbulojnë dhe paketave për transmetim:
 - LAN (Local Area Network) rrjeta lokale;
 - MAN (Metropolitan Area network) – rrjeta e cila mbulon një zonë më të gjerë, zona në një vend ose “metropol”;
 - WAN (Wide Area Network) – rrjeta e gjerë

- Sipas natyrës së sinjaleve që transmetohen:
 - analoge, dhe
 - rrjeta digjitale
- Sipas topologjisë ose shpërndarjes së elementeve në rrjetë:
 - rrjetat plotësisht të lidhura;
 - rrjeta-yll;
 - rrjeta-unazë, dhe
 - rrjeta kaskadë.

Në Fig. 3-14 tregohen disa nga rrjetet, varësisht nga shpërndarja e elementeve:

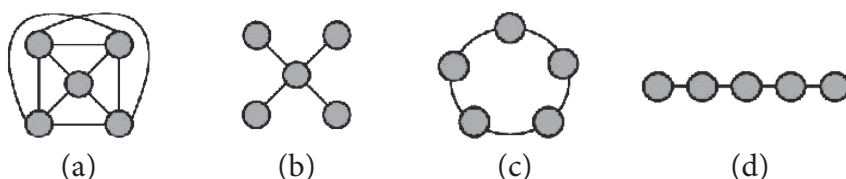


Fig. 3-14. Shpërndarja e elementeve në (a) rrjetin plotësisht të lidhur, (b) rrjetin-yll, (c) rrjetin-unazë, (d) lidhjen në kaskadë

3.5.2 Sistemet e transmetimit pa tela

Sistemet e transmetimit pa tela (Wireless) mund të jenë: radiodifuze ose **radiolidhje** (R) dhe me **radiorele** (RR). Radiolidhjet karakterizohen me atë që atë që në të njëjtën kohë ekziston një transmetues dhe shumë shfrytëzues, me mundësinë e lëvizjes, ndërsa lidhjet me radiorele sigurojnë lidhje për më shumë kanale të veçanta në të njëjtën kohë.

Radio transmetimi realizohet si: transmetim i mesazheve dhe muzikës në transmetimin radiodifuziv, për transmetimin figurës në televizionin klasik dhe në televizionin satelitor.

Që të rritet distanca e transmetimit, i cili në sistemet klasike zakonisht shkon nga 60 km deri në 250 km, përdoren **sistemet satelitore**. Me paraqitjen e satelitëve artificiale paraqitet një mundësi e re për të rritur distancën e transmetimit. Përdorimi tipik i transmetimit satelitor është në televizion, telefoni, për rrjetet e biznesit, të pozicionimit global, internet etj.

Satelitët janë emetues-marrës. Ata i pranojnë sinjalet me një frekuencë, i përforcojnë dhe përsëri i kthejnë prapa, por me frekuencë tjetër. Satelitët gjinden në orbitën e gjeostacioneve, në rreth 36.000km mbi Tokë. Transmetimi satelitor nuk ka nevojë për përsëritës në vetë linjën e dukshme. I njëjti përdor antena për fokusimin e rrezeve, frekuenca më të larta në brezat: 4GHz, 6GHz, 11GHz, 12GHz, 22GHz, link emetues (up-link) në 14GHz dhe emeton sinjal për shfrytëzuesit i cili quhet link marrës ose (downlink) në 12GHz. Në Fig. 3-15 tregohet transmetimi satelitor.

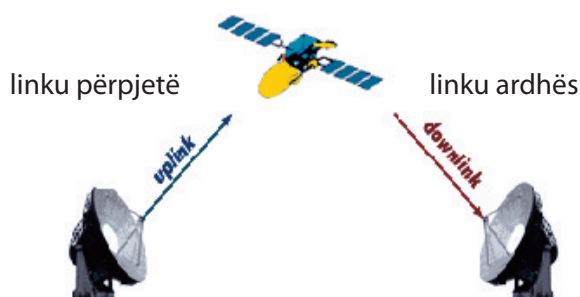


Fig. 3-15. Transmetimi satelitor

Pasi që Toka e ka formën e topit, kurse valët elektromagnetike përhapen në linjë të drejtë, informacioni nga njëra hemisferë do të transmetohet në tjetrën përmes rrugës pa tela, me përdorimin e satelitëve të telekomunikacionit gjeostacionar. Problemi i mbulimit të gjithë Tokës me informacionet që transmetohen me sistemet satelitore, zgjidhet me së paku 3 satelitë në komunikim mes veti. Ata ia kalojnë informacionin njëri tjetrit dhe e shpërndajnë secili në domenin e tij hapësinor në sipërfaqen e Tokës.

Antenat transmetues (emetuese) gjinden në satelitin artificial, me çka fusha e rrezatimit të tyre rritet shumë. Në Fig. 3-16 e gjithë sipërfaqja e Tokës është e mbuluar nga tre satelitë gjeostacionar. Ky është një lloj i transmetimit radiodifuziv. Tre satelitë e mbulojnë hapësirën e Tokës me mesazhe, si televizive, radioprograme etj.

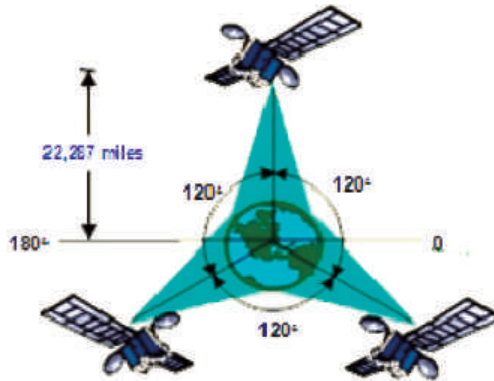


Fig. 3-16. Tre satelitë geostationar

Lidhjet radiorele sigurojnë lidhje të kanaleve të shumta të veçanta në të njëjtën kohë. Kjo realizohet me më shumë antena emetuese-marrëse të cilat gjinden në distancë të caktuar. Kjo distance varet nga zgjedhja e antenave dhe, zakonisht sillet prej 10-tra deri në 50 km.

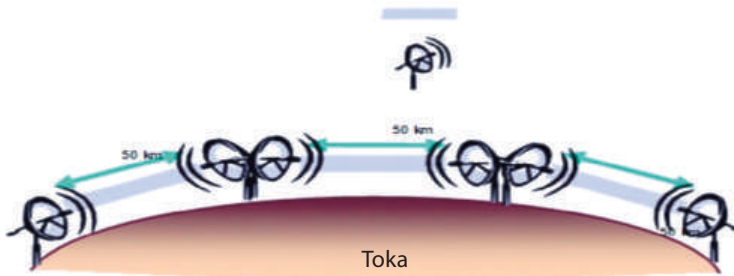


Fig. 3-17. Transmetimi me radiorele

Kjo lidhje radiorele quhet lidhje mikrovalore, sepse realizohet me mikrovalë, gjegjësisht në brezin prej 2GHz deri në 23GHz. Në Fig. 3-17 është paraqitur transmetimi me radiorele i stacioneve në distanca prej 50 km.

Telefonia celulare (mobile) ose GSM (Global System for Mobile communication) nuk është asgjë tjetër veçse një transmetim radiorele i dyanshëm i sofistikuar. Parimi i telefonisë celulare mbështetet në atë se një territor, vend, qytet apo shtet, ndahet në celula (cells, kështu që andej në SHBA telefonat mobil janë të njohur edhe si telefona celular. Për këtë qëllim, rajoni ndahet në celula me formë të gjashtëkëndëshave të rregullt me sipërfaqe prej rreth 26 km². Në çdo celulë ka stacion baze, i cili përbëhet nga një kullë për antenë dhe pajisje elektronike. Në një qytet të madh mund të ketë qindra stacione bazë. Të gjitha celulat janë në komunikim

me centralin e provajderit. Thirrja nga telefonat celular përdor frekuenca bartëse të zgjedhur të përshtatshme dhe atë e merr stacioni bazë më i afërt dhe e orienton kah centrali dhe kah abonenti.

Organizimi i transmetimit në telefoninë celulare është treguar në Fig. 3-18. Sistemi përbëhet nga stacionet bazë BTS (Base Transceiver Station) dhe kontrolli i stacioneve të bazës BSC (Base Station Controller). MSC (Mobile Station Controller) përfaqëson ndërfaqe (interface) mes rrjetit celular dhe rrjetit fiks PSTN (Public Switched Telephone Network).

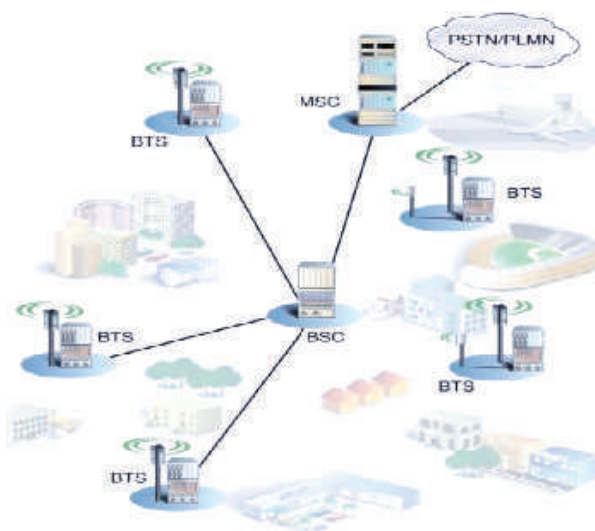


Fig. 3-18. Organizimi i transmetimit në telefoninë celulare

Pra, telefoni celular punon si një radio e dyanshme: njëkohësisht punon edhe si emetues edhe si marrës. Për dallim nga radiot e dorës marrëse-dhënëse (voki-toki) ose radiostacionet e zakonshme, ku për të dy drejtimet përdoret e njëjta frekuencë, telefonat celularë njëkohësisht përdorin dy frekuenca: njëra për të folur dhe tjetra për të dëgjuar, që do të thotë se të dy abonentët mund të flasin njëkohësisht.

Transmetimi me dritë infra të kuqe. Me këtë medium të padrejtuar për transmetim barten informacione në rrjeta të cilat janë në distanca të dukshme. Përdoren valë infra të kuqe, të cilat nuk kalojnë përmes mureve, barten drejtpërdrejt ose nëpërmjet reflektimit. Përdorim tipik është në komanduesit në distancë të televizioneve në rrjetat LAN në ndërtesa me ndihmën e laserëve në çati.

PËRMBLEDHJE:

- Medium për transmetim ose medium transmisioni është lidhja fizike në mes të dy pajisjeve të telekomunikacionit nëpër të cilat bartet sinjal. Ata mundet të jenë përcjellës telekomunikacioni (të bakrit ose optik) ose ajri, nëpër të cilin përhapen valët elektromagnetike.
- Në varësi të frekuencave të sinjaleve që transmetohen, transmetimi mund të jetë transmetim në frekuenca të ulëta dhe frekuenca të larta.
- Transmetimi FU është transmetim në brezin fizik bazë të frekuencave, ku spektri i sinjalit është i njëjtë si edhe i sinjalit të marrë në dalje të konvertuesit.
- Transmetimi FL realizohet duke përdorur multipleksim në frekuencë, me çka mundësohet transmetimi i njëkohshëm i një numri të madh të informacioneve nëpërmjet sistemit të njëjtë të transmetimit. Transmetimi FL mund të jetë lidhje me katërpërcjellës ose dy-përcjellës.
- Pjesë themelore përbërëse e linjave të telekomunikacionit është çifti i bakrit. Ata janë dy tela bakri të izoluar të mbështjellë në spiralë.
- Çiftet e bakrit më shpesh të përdorura janë : telat e zakonshëm telefonik të barit ose **UTP** (Unshield Twisted Pair), të cilët janë më të lehtë për instalim më të lirë dhe të cilët janë të ekspozuar ndaj interferencave të jashtme. Çiftet e bakrit më mbështjellëse rrjete **STP** (Shielded twisted Pair), ku rrjeta shërben për të reduktuar interferencat.
- Linjat optike ose përcjellësit e dritës janë medium për bartje ku sinjalet elektrike transmetohen me ndihmën e dritës. Karakteristikat e tyre të mira janë: dimensionet e vogla, pesha e vogël, kapaciteti i madh i informacioneve, shpejtësi e madhe e të dhënave, shuarje (dobësim) i vogël etj.
- Transmetimi pa tela (wireless) realizohet me ndihmën e valëve elektromagnetike. Valët elektromagnetike mundet të ndahen në zona të ndryshme, të tilla si: të gjatë, të mesme, të shkurtra dhe ultra të shkurtra. Në varësi të zonave të frekuencave, ata kanë zbatime të ndryshme.

- Sisteme e transmetimit fikse mund të realizohet me rrjeta të organizuara të transmetimit. Të tilla janë: LAN (Local Area Network) rrjeta lokale ose zona e gjerë, WAN (Wide Area Network) rrjeta e gjerë, ndërsa MAN (Metropolitan Area Network) është rrjet i cili mbulon një zonë më të gjerë nga LAN, por më të ngushtë se WAN.
- Transmetimi me valë elektromagnetike realizohet edhe me transmetimin satelitor. Gjatë kësaj përdoren antena parabolike për fokusim të rrezeve (tufave), në frekuenca më të larta në brezat: 4GHz, 6GHz, 11GHz, 12GHz dhe 22GHz. Përdor link emetues (uplink) në 14GHz dhe emeton sinjale për shfrytëzuesit që quhet link marrës (downlink) në 12GHz.

PYETJE DHE DETYRA:

1. Çfarë lloje të lidhjeve të telekomunikacionit ekzistojnë në varësi të drejtimit të transmetimit të mesazhit? Jep shembull për ato.
2. Çfarë është dallimi në mes të lidhjes FU dhe FL?
3. Për çka shërbejnë transformatorët diferencial në lidhjen me dy-përcjellës FU?
4. Cili është funksioni i filtrave kthyes në lidhjet - FL?
5. Cilat janë avantazhet, dhe cilat disavantazhet në transmetimin FL me dy-përcjellës dhe katër-përcjellës?
6. Cilat janë avantazhet, dhe cilat disavantazhet e sistemeve digjitale të transmetimit në krahasim me sistemet analoge?

Rretho përgjigjen e saktë në pyetjet e dhëna:

7. Në çfarë distance mbi sipërfaqen e Tokës ndodhet orbita gjeostacionare?
a. 36.000km. b. 3.600km c. 50.000km. d. 360.000m
8. Ku përdoren valët ultra të shkurtra?
a. në televizion b. në mjekësi
c. në telefoninë celulare d. në telegrafi
9. Në cilat zona gjinden valët decimetrike?
a. UHF b. VHF c. MF d. LF

10. Në cilën zonë gjinden valët e gjata?
a. LF b. VHF c. UHF d. SHF
11. Cili është brezi i frekuencave në të cilin ndodhen valët ultra të shkurtra?
a. (30-300) GHz b. (300-3.000) KHz
c. (20-20,000) Hz d. (3-30) MHz
12. Në cilat zona nuk gjenden valët ultra të shkurtra?
a. LF b. VHF c. UHF d. SHF
13. Në cilët zonë ndodhen valët e shkurtra?
a. VHF
b. UHF
c. SHF
d. LF
14. Sipas mënyrës së transmetimit, mediumet mund të jenë:
a. të drejtuara; b. analoge; c. satelitore. d. koaksiale

4. LINJAT E TELEKOMUNIKACIONIT

Linjat përdoren në telekomunikacione për transmetimin e sinjaleve me ndihmën e energjisë elektrike. Linjat-TK (Telekomunikacionit) ose linjat kabllore për lidhje janë medium për transmetim i ndërtuar nga përçues që prodhohen nga bakri. Linjat përbëhen nga një, dy, tre ose më tepër përçues. Zakonisht përdoren linja me dy përçues. Dy përçues paralel gjatësia e të cilëve është e rendit të njëjtë me gjatësinë valore të sinjalit që transmetohet, nuk sillen njëllë si përçuesve të zakonshëm, por si një sistem në të cilin vjen deri te paraqitja e përhapjes së valëve elektromagnetike.

Linjat e telekomunikacionit përdoren për transmetimin e njëkohshëm të një numri më të madh të mesazheve. Linjat e telekomunikacionit ose linjat-TK janë ato linja në të cilat gjatësia e linjës është më e madhe se një e dhjeta e gjatësisë valore të sinjalit që transmetohet.

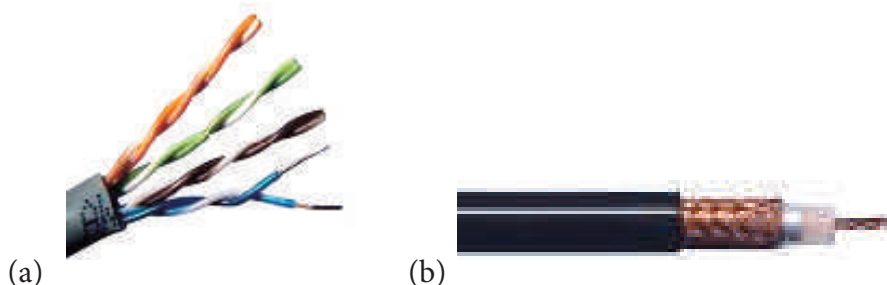


Fig. 4-1. Konstruksione karakteristike të linjave-TK
(a) simetrike (b) koaksiale

Sipas ndërtimit të linjës, shpërndarjes së përçuesve dhe numrit të tyre dallojmë: linja simetrike, të cilat përbëhen nga dy përçues identik

paralel, dhe linja koaksiale, te të cilat të dy përçuesit janë të vendor njëri në tjetrin. Këto dy ndërtime janë treguar në Fig. 4-1. Sipas vendit të përdorimit, linjat simetrike mund të jenë ajrore dhe nëntokësore.

Duhet të bëhet dallim në mes të linjave- TC dhe të linjave energjetike. Të dy llojet e linjave transmetojnë sinjale elektrike përmes përçuesve të bakrit. Dallimi është në frekuencën e sinjalit që transmetohet dhe në fuqinë e sinjalit. Linjat energjetike transmetojnë sinjal elektrik me frekuencë të ulët (zakonisht 50Hz) dhe me fuqi të mëdha. Linjat-TK transmetojnë sinjale elektrike me fuqi të vogël të rendit të disa dhjetëra mW dhe frekuenca të larta të rendit të GHz.

4.1 PARAMETRAT ELEKTRIK TË LINJËS-TK

Zbatimin e linjave të telekomunikacionit është i kushtëzuar nga vetitë e tyre ose parametrat. Vetitë e linjave varen nga trashësia e përçuesit, materiali dhe izolimi. Dy çifte simetrike me dy prerje tërthore të ndryshme nuk sillen njëllë gjatë transmetimit të sinjalit edhe atëherë kur janë të bërë nga materiali i njëjtë dhe kanë të njëjtin izolim. Karakteristikat gjatësore ndryshojnë, veçanërisht në linjat simetrike. Zgjedhja e linjës që do të përdoret varet se çfarë sinjali duhet të transmetohet me të. Në bazë të këtyre faktorëve zgjidhen linja të cilët raporti çmim-cilësi është i pranueshëm.

Një linjë transmetimi homogjene, siç është linja-TK, ka parametrat e a saj elektrike. Parametrat elektrik të linjës-TK janë njëkohësisht edhe parametrat e tij kryesor. Parametra primar janë: rezistenca gjatësore, përçueshmëria gjatësore, induktiviteti dhe kapaciteti gjatësor i linjës. Parametrat sekondar të linjës-TK fitohen nga parametrat primar dhe varen nga ato. Parametra sekondar, gjegjësisht parametra të nxjerrë të linjës, janë: impedanca karakteristike, konstanta e përhapjes e linjës dhe shpejtësia e transmetimit. Parametrat primar përcaktojnë karakteristikat elektrike të një linje me dy përcjellës, kurse parametrat sekondar i definojnë karakteristikat e transmetimit nëpër gjithë linjën.

Një linjë me dy tela mundet në mënyrë skematike të paraqitet si një katërpolar. Duke e pasqyruar kështu linjën, për të vlejnjë të gjitha karakteristikat që vlejnjë për çdo katërpolar.

4.1.1 Parametrat primar të linjës-TK

Çdo linjë teli homogjene mund të prezantohet me parametrat e saj primar për transmetim. Linja e telit është homogjene në qoftë se energjinë elektrike e transmeton në mënyrë të barabartë përgjatë gjithë gjatësisë së saj. Linja e tillë mund të paraqitet me skemën ekuivalente të sistemit për transmetim të sinjaleve të treguar në Fig. 4-2. Në figurë shihet se linja është paraqitur si një katërpolar, me dy çifte polesh në hyrje dhe dy çifte polesh në dalje.

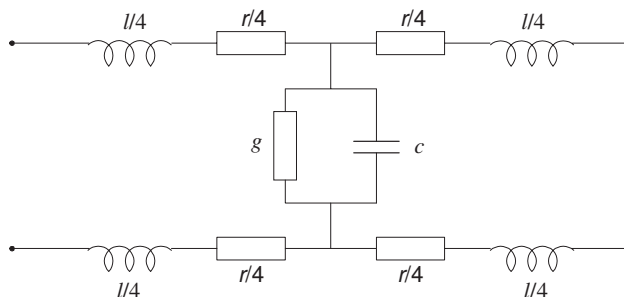


Fig. 4-2. Skema ekuivalente e linjës- TK

Në skemën ekuivalente, secila gjatësi e veçantë e linjës mund të paraqitet me një qark elektrik të thjeshtë (Fig. 4-2), i përbërë nga elemente të cilat i quajmë parametra primar të linjës. Parametra primat të linjës janë:

r – rezistenca gjatësore e linjës (Ω / m);

l – induktiviteti gjatësor i linjës (H/m);

c – kapaciteti gjatësor i linjës (F/m);

g – përçueshmëria gjatësore e izolimit të linjës (S/m);

Dy elementet e para r dhe l varen nga karakteristikat e përçuesit të linjës. Parametri g varet nga karakteristikat e izolimit të përçuesit, kurse c varet nga përçuesi dhe nga izolimi. Nga parametrat gjatësor të linjës mund të fitojmë vlerat e plota të çdo parametri përgjatë gjatësisë së linjës homogjene, nëse parametrat primar i shumëzojmë me gjatësinë e linjës.

Rezistenca gjatësore e linjës r (Ω/m) tregon se sa energji elektrike është konvertuar në energji termike kur nëpër përçuesin me gjatë prej 1m rrjedh sinjal telekomunikacioni. Për sinjalin kjo do të thotë humbje e energjisë. Ky parametër më shumë varet nga materiali dhe nga dimensionet e përçuesit, nga temperatura e mjedisit ku ndodhet linja, por edhe nga

ajo se çfarë sinjali bartet nëpër të. Rezistenca e telit me gjatësi l , sipërfaqja e prerjes tërthore të telit S dhe rezistenca specifike ρ e japin varësinë e rezistencës:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \dots\dots\dots (4-1)$$

Nga ekuacioni shihet se rezistenca e telit do të jetë e vogël në qoftë se është e vogël rezistenca specifike e përçuesit, për këtë arsye përdoret bakri, edhe pse prerja tërthore e përçuesit është e madhe. Në zmadhimin e rezistencës ndikon edhe gjatësia e telit. Me rritjen e gjatësisë, rritet edhe rezistenca. Që të llogaritet rezistenca gjatësore e telit, rezistenca e përgjithshme duhet të pjesëtohet me gjatësinë e telit. Rezistenca gjatësore e telit nuk varet nga gjatësia e linjës, kështu që kjo karakteristikë është ideal për krahasimin e cilësive të përçuesve në raport me rezistencën.

Linjat nuk sillen në mënyrë të njëjtë në qoftë se nëpër to rrjedhin sinjale të ndryshme. Sjellja e linjës gjatë përhapjes së valës me frekuenca të ndryshme është shumë e ndryshme. Rryma e vazhduar shpërndahet në mënyrë të barabartë në sipërfaqen e prerjes tërthore të një teli, ndërsa rryma alternative e sinjalit me frekuenca të larta mbledhet në sipërfaqen e përçuesit (i ashtuquajtur i efekti skin- efekti sipërfaqësor i cili vjen në shprehje më shumë kur rrymat janë me frekuenca më të larta). Në këtë mënyrë, zvogëlohet sipërfaqja e prerjes tërthore në të cilin rryma ka ndikim dhe paraqitet ngrohje e pjesës së jashtme të linjës. Për këtë shkak, rritet rezistenca gjatësore me rritjen e frekuencës së rrymës që transmetohet nëpër linjë.

Në rezistencën gjatësore ndikon gjithashtu edhe numri i përçuesve të afërt, sepse induktimi i rrymës së interferencës e rrit temperaturën e përçuesit.

Të gjitha këto ndikime që i përmendëm mund të paraqiten me formulë dhe këto gjithmonë merren parasysh gjatë projektimit të linjës. Këto formula janë komplekse dhe zbatohen gjatë llogaritjeve konkrete. Të theksojmë se rezistenca gjatësore e linjës është madhësi e rendit prej disa qindra Ω/m .

Induktiviteti gjatësor i linjës (H/m) tregon se sa pjesë e energjisë elektrike e cila e bart sinjalin e telekomunikacionit, në linjën me gjatësi prej 1m, konvertohet në energji elektromagnetike. Ky parametër varet nga materiali, dimensionet dhe pozita reciproke e përçuesit dhe nga ajo se

çfarë sinjali bartet nëpër të. Madhësia e induktancës gjatësore e linjës varet nga vetitë magnetike të përçuesit, diametri i përçuesit, numri dhe pozita e përçuesve në kabllo. Nëse permeabiliteti magnetik i materialit μ është më i madh, nëse diametri i përçuesit është më e madhe, më e madhe është edhe induktiviteti gjatësor. Nëse përçuesit në linjë janë më afër njëri tjetrit, edhe induktiviteti gjatësor do të jetë më i madh. Ai rritet edhe me rritjen e frekuencës së sinjalit që transmetohet nëpër linjë. Këto janë komponentët kryesor që ndikojnë në induktivitetin gjatësor, por ai varet edhe nga shumë faktorë tjerë. Të theksojmë se induktiviteti gjatësor është madhësi e rendit prej disa mH / m.

Kapaciteti gjatësor i linjës c (F/m) tregon se sa pjesë e energjisë elektrike që e bart sinjalin e telekomunikacionit, në linjën me gjatësi prej 1m, konvertohet në energji elektrostatiske e cila paraqitet mes gjithë përçuesve në linjë për shkak të polarizimit elektrik të ndryshëm të izolatorit. Edhe ky parametër varet nga materiali, dimensionet dhe nga pozita reciproke e përçuesve dhe nga disa karakteristika tjera. Duke marrë parasysh kapacitetin e kondensatorit:

$$c = \frac{\epsilon \cdot S}{d} \dots\dots\dots (4-2)$$

ku S është sipërfaqja e përçuesit, d distanca mes përçuesve, kurse ϵ konstanta dielektrike. Kapaciteti gjatësor mund të përcaktohet me ekuacionin:

$$c = \frac{C}{l} = \frac{\epsilon \cdot S}{d \cdot l} \dots\dots\dots (4-3)$$

Ai është proporcional me sipërfaqen e prerjes tërthore të përçuesit, kurse në raport të zhdrejtë me distancën mes përçuesve. Nëse materiali izolues është më i mirë (konstante dielektrike e tij është më e madhe), do të jetë më i madh edhe kapaciteti gjatësor. Mes gjithë linjave në kabllo paraqitet lidhje kapacitive dhe me rritjen e numrit të linjave rritet edhe kapaciteti gjatësor. Për shkak të numrit të madhe dhe shpërndarjes së komplikuar të elementeve në kabllo, është shumë e vështirë të gjendet shprehje për llogaritjen e kapacitetit gjatësor. Ai është madhësi e rendit prej disa nF/m.

Përçueshmëria gjatësore e izolimit të linjës g (S/m) tregon se sa energji elektrike konvertohet në nxehtësi kur nëpër linjë me gjatësi prej 1m përhapet sinjal i telekomunikacionit. Pra r dhe g janë tregues numerik i procesit të njëjtë, vetëm se r është rezultat i humbjeve termike në përçues, kurse g është rezultat i humbjeve termike në materialin izolues në linjë. Për linjën është më mirë që këto parametra të jenë sa të jetë e mundur më të vegjël. Përçueshmëria gjatësore e izolimit të linjës është e rendit prej disa mS/m.

Proceset komplekse të shpërndarjes së energjisë elektrike në linjë varen nga raporti reciprok mes r , l dhe c . Prandaj është e mundur që gjatë rezonancës të paraqiten edhe disa humbje tjera përveç të nxehtësisë. Me zgjedhjen e parametrave primar mund të bëhet që humbjet e energjisë të jenë minimal. Pasi që kapaciteti i linjës është relativisht i madh, kurse inductiviteti i vogël, që të zvogëlohen humbjet kjo mungesë ekuilibri zgjidhet me futjen e induktiviteteve artificiale në çdo kilometër të linjës. Induktivitetet e tilla të futura quhen mbështjellëse të Pupinit.

Vlerat tipike të parametrave primar për lloje të ndryshme të linjave janë dhënë në tabelën 4-1.

Tabela 4-1. Parametra primar për lloje të ndryshme të linjave-TK.

Parametri	AjrORE	Simetrike	Koaksiale
r	2-3 Ω/km	25-500 Ω/km	40-80 Ω/km
l	2 $\mu\text{H}/\text{km}$	0,7 $\mu\text{H}/\text{km}$	0,26 $\mu\text{H}/\text{km}$
c	6 nF/km	30-40 nF/km	50 nF/km
g	3 $\mu\text{S}/\text{km}$	1 $\mu\text{S}/\text{km}$	14 $\mu\text{S}/\text{km}$

Për frekuencën $f=1.000\text{Hz}$

4.1.2 Parametrat sekondar të linjës-TK

Edhe pse parametrat primar në përgjithësi e përcaktojnë linjën, në praktikë përdoren edhe parametrat sekondar të linjës. Parametrat sekondar nuk hyjnë në natyrën e procesit, por e përfaqësojnë ndërveprimin e këtyre proceseve përgjatë gjatësisë së linjës. Si parametra sekondar të linjës paraqiten:

-impedanca karakteristike e linjës Z_c ;

- konstanta e përhapjes γ , pjesa reale e të cilës α është konstanta e shuarjes, kurse pjesa imagjinare β është konstanta e zhvendosjes fazore;
- shpejtësia e përhapjes së sinjalit (shpejtësia grupore) nëpër linjë.

Impedanca karakteristike e linjës Z_c (Ω), për linjë homogjene, paraqet raport të tensionit dhe rrymës në çdo prerje tërthore të linjës. Lidhja me parametrat primar dhe me frekuencën e sinjalit që përhapet nëpër linjë është $\omega = 2\pi f$. Të supozojmë se rezistenca e plotë dhe induktiviteti i përgjithshëm gjenden vetëm në një përçues të seksionit elementar, atëherë e gjithë pjesa e linjës homogjene me gjatësi njësi mund të paraqitet si n katërpolar elementar identik dhe simetrik T, të lidhur në kaskadë Fig.4-3.

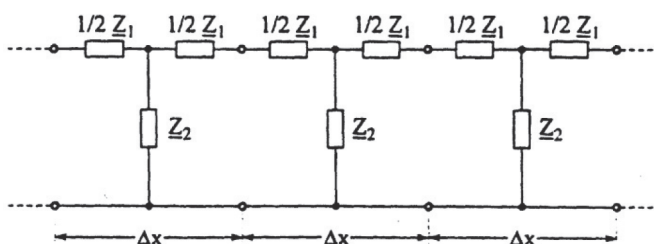


Fig. 4-3. T-seksione elementare të lidhur në kaskadë

Impedancat në degët serike dhe paralele të katërpolarit janë:

$$\underline{Z}_1 = r\Delta x + j\omega l\Delta x; \quad \underline{Z}_2 = \frac{1}{g\Delta x + j\omega c\Delta x} \quad \dots\dots\dots(4-4)$$

Impedanca e linjës në hyrje apo në cilin do vend të linjës do të jetë e barabartë me impedancën karakteristike të vetëm njërit katërpolar elementar T. Në rastin më të përgjithshëm, impedanca e linjës së tillë është madhësi komplekse dhe quhet impedancë karakteristike e linjës, dhe shënohet me $\underline{Z}_c$. Pas futjes së shprehjeve për $\underline{Z}_1$ dhe $\underline{Z}_2$ në shprehjen për $\underline{Z}_c$ dhe rregullimin e saj, për impedancën karakteristike të linjës homogjene me dy tela fitohet:

$$\underline{Z}_c = \sqrt{\frac{r + j\omega l}{g + j\omega c}} \quad \dots\dots\dots(4-5)$$

Nga shprehja e mëparshme duket se impedanca karakteristike e linjës varet nga parametrat primar të saj (r , g , c dhe l) dhe nga frekuenca e sinjalit f , dhe nuk varet gjatësia e linjës (l).

Për rrymën e vazhduar, shprehja për impedancën karakteristike fiton formën $Z_c = \sqrt{r/g}$, kurse për rrymën alternative me frekuencë të lartë, ku mund të llogaritet se $r \ll \omega l$ dhe $g \ll \omega c$, shprehja për impedancën karakteristike do të jetë $Z_c = \sqrt{l/c}$. Në Fig. 4-4 është paraqitur varësia nga frekuenca e impedancës karakteristike.

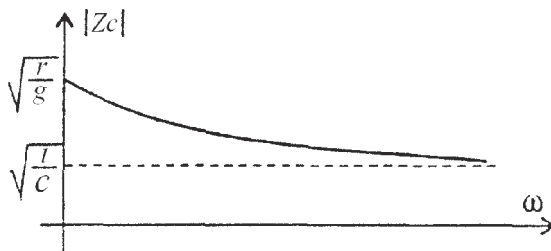


Fig. 4-4. Varësi nga frekuenca e impedancës karakteristike e linjës homogjene

Nga shprehjet për impedancën karakteristike të linjës homogjene mund të shihet se për rrymën e vazhduar dhe rryma me frekuenca të larta është madhësia reale, gjegjësisht rezistencë aktive e pastër.

Konstanta e përhapjes së linjës γ : Në teorinë e linjave γ quhen konstantë e përhapjes. Pjesa reale e saj α quhet konstantë e shuarjes (dobësimit) dhe e përcakton shuarjen e tensionit dhe rrymës për gjatësi njësi të linjës, dhe shprehet në decibell ose neper për metër. Pjesa imagjinare β quhet konstanta fazore dhe e përcakton ndryshimin e fazës së valës të tensionit ose rrymës për gjatësi njësi, kurse shprehet në radian ose gradë për metër. Nëse shprehja paraprake shumëzohet me gjatësinë e linjës fitohet:

$$\underline{\gamma}_l = \alpha_l + j\beta_l \dots\dots\dots (4-6)$$

ku α_l dhe β_l paraqesin shuarjen e përgjithshme dhe zhvendosjen fazore të përgjithshme të valëve të tensionit ose rrymës gjatë përhapjes nëpër linjë homogjene e cila është e mbyllur me impedancën e saj karakteristike.

Në linja zakonisht vlen $\omega l \gg r$ dhe $\omega c \gg g$, kështu që për α dhe β me saktësi të madhe mund të përdoren shprehje të përafërta.

Linja me dy tela homogjene mund të paraqitet si lidhje kaskadë e n katërpolarëve elementar-T identik dhe simetrik. Nëse linja është pafundësisht e gjatë ose e fundme dhe e mbyllur me impedancën karakteristike të saj, atëherë secili nga katërpolarët elementar nga të dy anët do të jetë i mbyllur me impedancën karakteristike të saj. Le të jetë $\underline{\gamma}_L$ funksioni kalimtar i një katërpolarit elementar. Funksioni kalimtar i gjithë linjës me gjatësi njësi do të jetë:

$$\underline{\gamma} = n \cdot \underline{\gamma}_1 \dots\dots\dots(4-7)$$

Nëse në shprehjen për funksionin kalimtar të katërpolarit simetrik-T zëvendësohen shprehjet për impedancat e degëve serike dhe paralele të katërpolarit elementar të linjës dhe llogaritet se n është shumë e madhe, për linjën me gjatësi njësi fitohet:

$$\underline{\gamma} = \sqrt{(r + j\omega l) \cdot (g + j\omega c)} = \alpha + j\beta \dots\dots\dots(4-8)$$

Shpejtësia e përhapjes së sinjalit në linjë v (KB/s) definohet nga parametri sekondar, konstanta fazore β , nga i cili varet në raport të zhdrejtë:

$$v = \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{lc}} \dots\dots\dots(4-9)$$

Njohja e parametrave sekondarë është me rëndësi praktike për secilin i cili projektin ose kujdeset për mirëmbajtje të linjës së telekomunikacionit. Duhet të dihet se gjatë bashkimit të linjave të telekomunikacionit me pajisjet ose me linja tjera të cilët kanë impedanca të ndryshme, mund të vijë deri te humbja e energjisë, për shkak të reflektimit të shkallës së madhe të valëve elektromagnetike dhe për shkak të jopërshtatshmërisë së skajeve të linjës. Që të ndalohet kjo, duhet të njihen impedanca karakteristike e linjës dhe impedanca hyrëse e pajisjes në të cilën lidhet linja dhe të kryhet përshtatja e tyre.

4.2 PARAMETRA TË LINJËS SË PUPINIT

Gjatë transmetimit nëpër linjat e telekomunikacionit, njëri nga parametrat kryesor është shuarja (dobësimi). Linjat mund ti llogarisim për ideale, për sinjalet me frekuenca të larta, tek ata shuarja është zero, kurse konstanta fazore është funksion linear i frekuencës. Për sinjalet me

frekuenca të ulëta nuk është kështu, gjegjësisht tek ata ekziston shuarja e sinjalit dhe ajo varet nga frekuenca. Konstanta fazore nuk është funksion linear i frekuencës, kështu që shpejtësia e përhapjes së valëve varet nga frekuenca e tyre.

Që të reduktohen shuarjet në linja, aplikohet metoda e pupinizimit. Kjo realizohet me vendosjen e bobinave në distanca të caktuara në linjë për zvogëlimin e shtrembërimeve gjatë transmetimit nëpër linjë. Në linjat për të cilat vlen se prodhimi i kapacitetit gjatësor dhe rezistencës gjatësore është i barabartë me prodhimin e induktivitetit gjatësor me përçueshmërinë gjatësore nuk paraqiten asnjë lloj i shtrembërimeve:

$$c \cdot r = l \cdot g \dots\dots\dots(4-10)$$

Këtë e verifikoi Hevisajd (Oliver Heaviside), prej nga linja që e plotëson këtë kusht quhet linja e Hevisajdit ose linjë pa shtrembërime. Në linjën e Hevisajdit konstanta e përhapjes është:

$$\gamma = \sqrt{rg} + j\omega \cdot \sqrt{lc} = \alpha + j\beta \dots\dots\dots(4-11)$$

Në të kemi shuarje α , por ajo varet nga frekuenca. Konstanta fazore β është funksion linear i frekuencës, kështu që shpejtësia e përhapjes së valëve $v = \frac{1}{\sqrt{lc}}$ nuk varet nga frekuenca. Impedanca karakteristike e linjës së Hevisajdit Z_C është rezistencë thjesht aktive. Nëse linja mbyllet me ngarkesë $R_N = Z_C$, atëherë linja është e përshtatur dhe në skajin e saj nuk do të paraqitet reflektim.

Në linjat reale induktiviteti është i vogël, kurse kapaciteti është i madh. Rezistenca varet nga diametri i përçuesit, kurse me izolim të mirë të përçuesve arrihet edhe përçueshmëri e ulët. Sipas kësaj, prodhimi i kapacitetit gjatësor dhe rezistencës gjatësore është shumë më e madhe nga prodhimi i induktivitetit gjatësor dhe përçueshmërisë gjatësore, gjegjësisht nuk plotësohet kushti i Hevisajdit.

$$c \cdot r \gg l \cdot g \dots\dots\dots(4-12)$$

Që ti afrohem kushtit të Hevisajdit, duhet në një mënyrë për të zvogëlohet kapaciteti ose të rritet induktiviteti i linjës. Kapaciteti mund të zvogëlohet me zmadhimin e distancës mes përçuesve, por në këtë rast rriten edhe harxhimet për izolimin. Prandaj, më i mirë është zmadhimi artificial i induktivitetit të linjës. Ekzistojnë më shumë mënyra për rritjen e in-

duktivitetit të linjës, por në praktikë zakonisht përdoret mënyra e Pupin-it (Mihajlo Pupin).

Mënyra e Pupinit për rritjen artificiale të induktivitetit të linjës ka të bëjë me shtimin e bobinave me induktivitet të caktuar në distanca të barabarta në linjë. Këto bobina quhen bobina të Pupinit, kurse distanca mes dy bobinave hapi i pupinizimit. Në Fig. 4-5 është paraqitur pjesë e linjës së Pupinit, ndërsa hapi i pupinizimit është paraqitur me shkronjën „S”. Induktiviteti i bobinave të Pupinit të cilat përdoren në praktikë ndryshon nga 1 deri në 200mH, kurse hapi i pupinizimit është nga disa qindra metra deri në 2.000m.

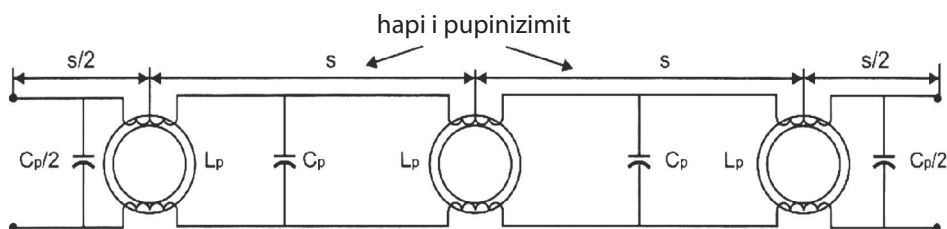


Fig. 4-5. Bobina të Pupinit

Kur bëhet pupinizimi i kablllove, për shkak të zmadhimit të kapacitetit, gjatë transmetimit përdoret procedura e fantomizimit. Me këtë procedurë paraqitet edhe një qark në linjë. Mënyra e kyçjes dhe skema e vendosjes së qarkut të fantomizimit me translator në skaje janë treguar në Fig. 4-6.

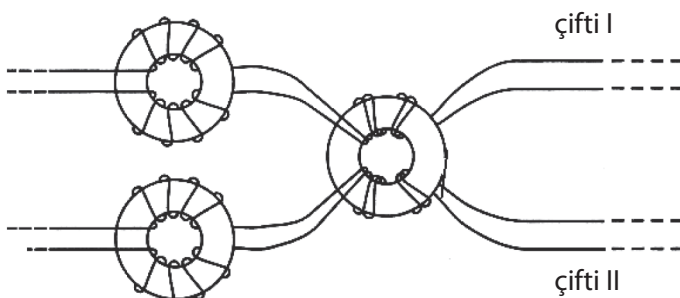


Fig. 4-6. Pupinizimi i linjës

Shuarja dhe shpejtësia e përhapjes në linjën e Pupinit nuk varen nga frekuenca. Shtrembërimet në amplitudën dhe shtrembërimet në fazë në linjën e pupinizuar janë më të vogla se sa në linjën e papupinizuar.

4.3 PËRHAPJA E VALËVE NË LINJËN-TK

Në linjën homogjene në fund të mbyllur me impedancën karakteristike ose linjë pafundësisht e gjatë në fund e mbyllur me impedancë karakteristike, paraqiten **valë progresive** të tensionit dhe rrymës, të cilat përhapen nga gjeneratori deri te shfrytëzuesi. Në Fig. 4-7 është paraqitur linjë homogjene i mbyllur me impedancën karakteristike Z_c .

Skajet hyrëse 1-1' të linjës homogjene janë të lidhura në gjeneratorin periodik të thjeshtë, kurse në skajet dalëse 2-2' është lidhur shfrytëzues Z_c .

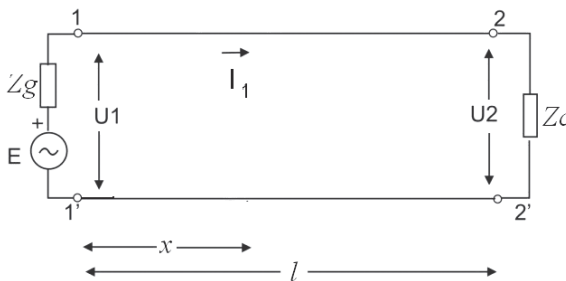


Fig. 4-7. Linjë -TK homogjene

Tensioni dhe rryma në çdo vend të linjës në gjatësinë x gjatësi nga fillimi i linjës definohen me ekuacionin:

$$u(t, x) = U_m \cdot \sin(\omega t - \beta x) \dots \dots \dots (4-13)$$

ku konstanta fazore β e tregon ndryshimin e fazës të tensionit gjatë zhvendosjes së valës në gjatësinë njësi.

Nëse shprehja për valën progresive të tensionit pjesëtohet me impedancën karakteristike, fitohet ekuacioni i valës progresive të rrymës:

$$I(t, x) = I_m \cdot \sin(\omega t - \beta x) = \frac{U_m}{Z_c} \cdot \sin(\omega t - \beta x) \dots \dots \dots (4-14)$$

Nga ekuacionet për valët progresive të tensionit dhe rrymës mund të shihet se ato janë funksione sinusoidale të dy madhësive të ndryshueshme të pavarura: kohës t dhe distancës x në hyrje të linjës.

Nëse koha t është konstantë, ekuacioni ngelën funksion me një variabël, gjegjësisht me distancën x dhe anasjelltas.

4.3.1 Përhapja e valëve në linjën-TK pa humbje

Linjë pa humbje është ajo linjë në të cilën rezistenca gjatësore, përçueshmëria gjatësore dhe shuarjet në linjë janë të barabarta me zero. Përhapja e valës progresive nëpër gjatësinë e linjës homogjene pa humbje është treguar në Fig. 4-8.

Vlerat momentale që i ka tensioni i hyrjes të shpërndarë në gjatësinë e linjës pa humbje, në gjatësinë $\lambda/4$, janë paraqitur në (Fig. 4-8-a). Në këtë pjesë të linjës rrjedh rrymë e cila në çdo pikë të përçuesit është e përcaktuar me potencialin në atë pikë.

Gjatë çerekut të dytë të periodës, gjegjësisht nga $t=T/4$ deri në $t=T/2$, tensioni në hyrje të linjës bie në zero, kurse përgjatë gjatësisë së linjës përhapet edhe për një çerek të gjatësisë valore. Kështu, vala përhapet edhe në $\lambda/4$ në vazhdim. Nëse në hyrje të linjës kemi burim sinusoidal, valët progresive të tensionit (rrymës) paraqesin shpërndarje sinusoidale të tensionit, e cila në gjatësinë e linjës lëviz me shpejtësi v .

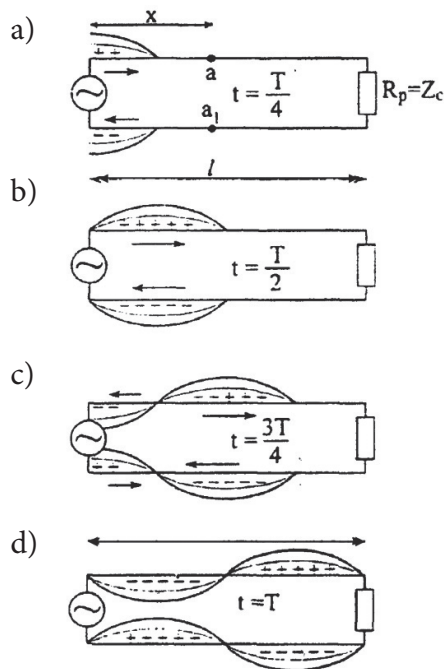


Fig. 4-8. Përhapja e energjisë elektromagnetike në linjën pa humbje gjatë kohës së një periode T

Rryma dhe tensioni i valëve progresive përputhen në fazë në çdo pikë të linjës. Nëse në linjë ekzistojnë vetëm valë progresive mes gjenerator dhe konsumatorit, atëherë kjo linjë është konsiderohet e përshtatur. Impedanca hyrëse e saj është rezistencë vetëm aktive dhe është e barabartë me impedancën karakteristike të linjës.

Kur linja është mbyllur me rezistencë që është e barabartë me impedancën karakteristike të linjës, atëherë e gjithë energjia e valës harxhohet në fund të linjës në rezistencën aktive.

4.3.2 Përhapja e valës në linjën-TK me humbje

Në linjën me humbje paraqiten shuarje (dobësime) të amplitudës së tensionit dhe rrymës të valëve progresive, të cilat zvogëlohen sipas ligjit eksponencial. Kjo mund të shpjegohet në atë mënyrë që gjatë përhapjes një pjesë e energjisë së linjës harxhohet për shkak të rezistencës termike të linjës dhe jopërsosmërisë së dielektrikut.

Ekuacionet e valëve progresive në linjën me humbje në e kanë formën e mëposhtme:

$$u(t, x) = U_{mv1} \cdot e^{-\alpha x} \cdot \sin(\omega t - \beta x) \dots \dots \dots (4-15)$$

$$i(t, x) = (U_{mv1} / Z_c) \cdot e^{-\alpha x} \cdot \sin(\omega t - \beta x) \dots \dots \dots (4-16)$$

ku U_{mv1} është amplituda e valës progresive në hyrje të linjës. Humbjet shprehen me vendosjen e koeficientit eksponencial $e^{-\alpha x}$. Pasi që vlerat momentale të tensionit dhe rrymës janë funksione të njëkohshme të distancës x dhe kohës t , së pari duhet të supozojmë se x është konstante, kurse ndryshorja është t .

Për linjën me gjatësi $x = l$ amplituda e tensionit të valës progresive në fund të linjës (gjegjësisht në ngarkesë) do të jetë:

$$U_{miz} = U_{mv1} \cdot e^{-\alpha l} \dots \dots \dots (4-17)$$

Konstanta e shuarjes α varet nga parametrat primar r , g , l dhe c , dhe ata varen nga frekuenca. Sipas kësaj, konstanta e shuarjes varet nga frekuenca, gjegjësisht me zmadhimin e frekuencës rritet edhe konstanta e shuarjes.

Përhapja e valës progresive në linjën me humbje është paraqitur në Fig. 4-9.

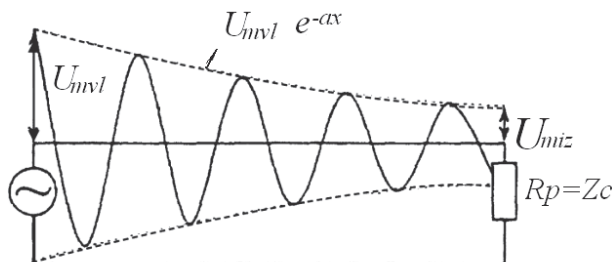


Fig. 4-9. Përhapja e valës në linjë me humbje

Impedanca karakteristike e linjës është madhësi komplekse dhe ka komponentën aktive dhe reaktive të dhënë me ekuacionin (4-5). Kjo do të thotë se në linjë me humbje tensioni dhe rryma janë të zhvendosura në fazë mes veti.

4.4 LINJAT-TK PËR RADIOFREKUENCAT

Linjat për radiofrekuenca, përveç funksionit themelor për transmetimin e energjisë nga burimi deri te konsumatori, mund të kenë edhe zbatime tjera të ndryshme. Linjat për radiofrekuenca janë linja me gjatësi të vogla dhe përpunohen nga materiale cilësore, kështu që mund të konsiderohen si linja ideale të cilat sillen si linja pa humbje.

Nëse linja është e mbyllur me rezistencë aktive e barabartë me impedancën karakteristike të saj, e gjithë energjia e valëve harxhohet në ngarkesë. Kur linja është e mbyllur me konsumator që ka impedancë komplekse, e cila është e ndryshme nga impedanca karakteristike e linjës, atëherë energjia e valëve direkte pjesërisht ose aspak nuk harxhohet në fund të linjës. Atëherë në linjë paraqiten edhe valë të reflektuara, të cilat përhapen nga konsumatori drejt burimit. Në Fig. 4-10 janë paraqitur rrymat në linjë për radiofrekuenca.

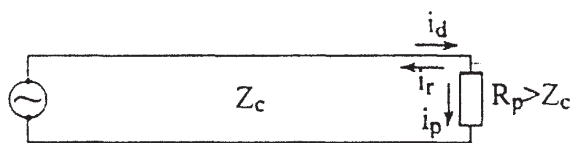


Fig. 4-10. Valë direkte dhe e reflektuar në linjën-TK

Kur $R_n > Z_c$, energjia e valëve direkte pjesërisht harxhohet në ngarkesë, për këtë arsye paraqiten valët e reflektuara amplituda e të cilave

është më e vogël se amplituda e valëve direkte. Në fund të linjës ekzistojnë tre rryma dhe tre tensione: rryma dhe tensioni i valës direkte (i_d dhe u_d), rryma dhe tensioni i valës së reflektuar (i_r dhe u_r) dhe rryma dhe tensioni i ngarkesës (i_n dhe u_n). Nga qarku i Fig.4-10, ku janë paraqitur rrymat në linjë, mund të përcaktohet varësia e rrymës së reflektuar nga vala direkte. Kjo varësi është

$$i_r = \frac{R_p - Z_C}{R_p + Z_C} \cdot i_d \quad \dots\dots\dots(4-18)$$

nga ku mund të përcaktohet **koeficienti i reflektimit (p)**

$$p = \frac{R_p - Z_C}{R_p + Z_C} \quad \dots\dots\dots(4-19)$$

Koeficienti i reflektimit tregon se sa herë rryma e valës së reflektuar është më e vogël nga rryma e valës direkte. Koeficienti i reflektimit të tensionit nga vlera e tij është gjithmonë e barabartë me koeficientin e reflektimit të rrymës, por ka shenjë të kundërt ($p_u = -p_i$).

Ngarkesa mund të ketë impedancë komplekse, kështu që koeficienti i reflektimit të jetë madhësi komplekse.

Koeficienti i reflektimit ndryshon në kufijtë:

$$-1 \leq p \leq 1 \quad \dots\dots\dots(4-20)$$

Në varësi të koeficientit të reflektimit linja ka karakteristika të ndryshme, edhe atë:

- Nëse koeficienti i reflektimit është $p=0$, linja është e mbyllur në fund me i impedancën karakteristike ($Z_n=Z_C$) dhe nëpër linjë përhapen vetëm **valët direkte**.
- Nëse koeficienti i reflektimit $p=-1$, linja është e mbyllur në fund me ($Z_n=0$), gjegjësisht është i lidhur shkurt, dhe nëpër linjë përveç valëve direkte paraqiten edhe valët e reflektuara të cilat rezultojnë me **valë të qëndrueshme**.
- Nëse koeficienti i reflektimit $p=1$, linja është e mbyllur në fund me ($Z_n=\infty$), gjegjësisht i **hapur në fund**, dhe nëpër linjë përveç valëve direkte paraqiten edhe valë të reflektuara, të cilët së bashku bëjnë valë të qëndrueshme.

Linjat të cilat janë të lidhura shkurt në fund dhe të hapura në fund, për shkak të frekuencave specifike të tyre, kanë zbatime praktike në transmetimin e frekuencave të larta.

4.4.1 Linja-TK e hapur në fund

Linjat që janë të lidhura shkurt në fund dhe të hapur në fund, gjegjësisht linjat në të cilat paraqitet refleksioni total i valës direkte, gjejnë zbatim në pajisjet e telekomunikacionit. Ato zakonisht përdoren si qarqe oshiluese në elementet dhe pajisjet në të cilat barten sinjale të frekuencave të larta. Këto linja hasen në aparatet televizive.

Të shqyrtojmë një linjë homogjene pa humbje me gjatësi l , e lidhur në burimin sinusoidal, skajet dalëse të të cilit janë të hapura. Energjia në skajin e linjës nuk harxhohet, por e gjitha reflektohet. Në linjën e hapur paraqiten dy valë me amplituda të njëjta dhe drejtim të kundërt. Këto janë vala direkte dhe e reflektuar. Në çdo vend të linjës paraqitet valë, të cilin e quajmë **valë e qëndrueshme** e tensionit dhe rrymës. Domethënë, një valë e qëndrueshme e tensionit dhe rrymës mund të paraqitet si shumë e dy valëve me amplituda të njëjta që lëvizin në drejtime të kundërta, nga të cilat njëra përhapet nga burimi drejt fundit të linjës dhe e quajmë valë direkte, kurse tjetra përhapet nga fundi drejt fillimit të linjës dhe quhet valë e reflektuar. Tensioni dhe rryma janë:

$$U_{st}(t, x) = 2U_m \cdot \cos \beta y \cdot \sin \omega t \dots\dots\dots(4-21)$$

$$I_{st}(t, x) = I_m \cdot \cos \beta x \cdot \sin \omega t = (U_m / Z_C) \cdot \cos \beta x \cdot \sin \omega t$$

Nga shprehjet për valët e qëndrueshme të tensionit dhe rrymës shihet se ato janë funksione edhe të kohës. Tensioni me kalimin e kohës ndryshon sipas ligjit sinusoidal, kurse rryma si cosinusoidal. Në linjën e hapur në fund, rryma në dalje është e barabartë me zero.

Në linjën në Fig. 4-11 e cila është e hapur në fund, ekzistojnë pika në të cilat tensioni gjithmonë është i barabartë me zero, kurse rryma ka amplitudë maksimale dhe ajo është dy herë më e madhe nga amplituda e rrymës së valës direkte. Këto pika quhen **nyje të tensionit** dhe mundet të përcaktohen me ekuacionin $\cos \beta y = 0$. Nyjet e tensionit përgjatë linjës janë në një distancë prej gjysmë gjatësie valore nga njëra-tjetra. Nyja më e afërt nga fundi i linjës është në distancë $\lambda/4$ nga fundi.

Në linjë ekzistojnë edhe pika në të cilat rryma është gjithmonë e barabartë me zero, kurse amplituda e tensionit është maksimale dhe dy herë më e madhe se amplituda e valës direkte. Këto pika quhen **nyje të rrymës** dhe mund të përcaktohen me ekuacionin $\cos \beta y = \pm 1$. Nyjet e rrymës janë të

shpërndara përgjatë gjatësisë së linjës në distancë prej $\lambda/2$. Në fund të linjës ($y=0$) gjithmonë ekziston një e rrymës.

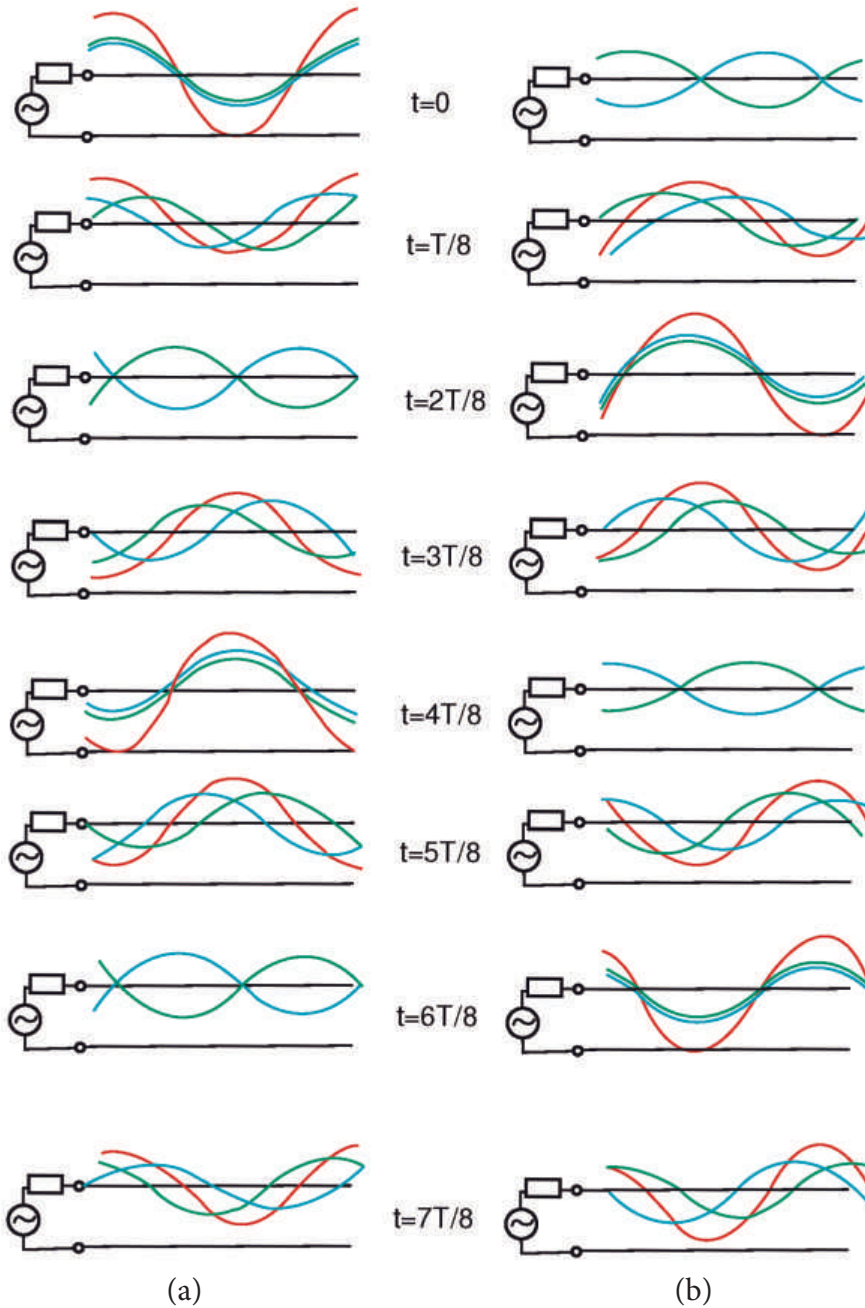


Fig. 4-11. Valët e qëndrueshme në linjën e hapur në fund:
(a) të rrymës, (b) të tensionit

Pamja e hollësishme e valëve të qëndrueshme në linjë është treguar në Fig.4-11: me ngjyrë të kaltër është treguar vala direkte, me ngjyrë të gjelbër vala e reflektuar, kurse me ngjyrë të kuqe vala e qëndrueshme.

Në linja paraqiten oshilime të energjisë elektromagnetike në pjesë të caktuara të tij me gjatësi $\lambda/4$. Energjia elektromagnetike nuk mund të kalojë nëpër nyje dhe oshilon mes tyre. Në nyje energjia gjithmonë është e barabartë me zero. Kur tensioni i linjës është maksimal, atëherë rryma është e barabartë me zero, kështu që e gjithë energjia është e përqendruar si fushë elektrike. Pastaj tensioni dhe fusha elektrike zvogëlohen, kurse rryma dhe fusha magnetike rriten.

Oshilimet e energjisë në një pjesë të linjës me gjatësi $\lambda/4$ janë të njëjta me oshilimet në qarkun oshilues, prandaj kjo linjë quhet linjë rezonante. Dallimi është në atë që induktiviteti dhe kapaciteti i linjës janë të shpërndarë përgjatë gjithë gjatësisë së tij.

Oshilimet e energjisë elektromagnetike dhe oshilimet e energjisë elektrostatike në linjë reale dallohen nga oshilimet në linjë ideale për shkak të humbjeve.

4.4.2 Impedanca hyrëse e linjës-TK të hapur në fund

Impedanca e hyrjes e linjës së hapur pa humbje si raport i amplitudës së tensionit dhe rrymës së hyrjes së linjës. Ajo është e barabartë me modulin e impedancës hyrëse dhe përcaktohet me shprehjen:

$$\underline{Z}_{vl} = -jZ_C \cdot \operatorname{ctg} \beta \cdot l \dots\dots\dots (4-22)$$

Impedanca e hyrjes e linjës së hapur pa humbje varet nga impedanca karakteristike e tij, nga konstanta fazore, dhe nga gjatësia e linjës.

Në përputhje me shprehjen për impedancën e hyrjes të linjës së hapur pa humbje, ajo mund të jetë: induktive, capacitive ose të sillet si qark oshilues serik ose paralel.

Në çereket teke të linjës, rryma i paraprin tensionit për $T/4$, për këtë arsye impedanca e hyrjes ka karakter induktiv. Në Fig. 4-12 është treguar grafikisht varësia e impedancës hyrëse në gjatësi të ndryshme të linjës.

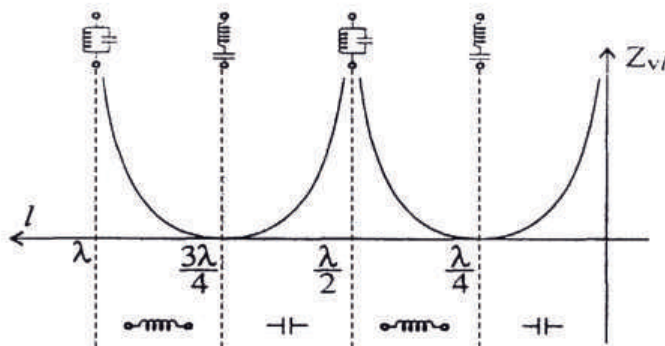


Fig. 4-12. Varësia e impedancës hyrëse e linjës së hapur për gjatësi të ndryshme të linjës

Nëse përdorim linjë me gjatësi të barabartë me numrin tek të $\lambda/4$, impedanca e hyrjes është e barabartë me zero, kështu që ai sillet si **qark oshilator serik**. Kur gjatësia e linjës është e barabartë me numër të plotë të $\lambda/2$, impedanca e linjës është pafundësisht e madhe dhe ajo sillet si **qark oshilues paralel**.

Mund të shqyrtojmë një shembull për atë se si sillet linja e hapur në fund me gjatësi të ndryshme.

Në Fig. 4-13 tregohet skema ekuivalente e linjës pa humbje e cila në fund është e hapur, gjatësia e së cilës është: $l = \lambda/8$ dhe $l = 3\lambda/8$.

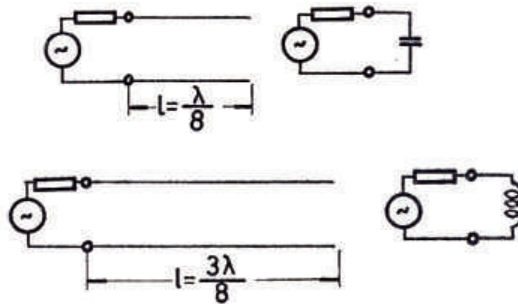


Fig. 4-13. Skema ekuivalente e linjës së hapur në fund për gjatësi të ndryshme

Kur gjatësia e saj është $l = \lambda/8$, linja e hapur në fund përdoret si kondensator i frekuencave të larta, ndërsa kur gjatësia e linjës është $l = 3\lambda/8$ atëherë linja përdoret si induktivitet për sinjale me frekuenca të larta.

4.4.3 Linja-TK me lidhje të shkurtër në fund

Kur në linjë pa humbje, skajet e së cilës janë të lidhura shkurt, do të lidhet burim sinusoidal, nëpër linjë paraqiten valë direkte. Energjia e valëve direkte në fundin e linjës nuk harxhohet dhe ato reflektohen plotësisht. Amplitudat e valëve të reflektuara të tensionit dhe rrymës janë të barabarta me amplitudat e valëve direkte. Valët direkte dhe valët e reflektuara edhe në këto linja japin valë të qëndrueshme.

Sipas kësaj, tensioni i valës së reflektuar në fund të linjës në çdo moment është i barabartë në madhësi, por me shenjë të kundërt me valën direkte, gjegjësisht vala e tensionit në fund të linjës së lidhur shkurt reflektohet me ndryshimin e fazës për π . Rryma në fund të linjës është maksimale, sepse e gjithë energjia është në fushën magnetike. Në fund të linjës së lidhur shkurt, tensioni është gjithmonë zero.

Rryma dhe tensioni i valës së qëndrueshme në atë pikë të linjës së lidhur shkurt janë të barabartë me shumën e valës direkte dhe valës së reflektuar:

$$I_{st}(t, x) = I_m \cdot \cos \omega t \cdot \sin \beta x = (U_m / Z_C) \cdot \cos \omega t \cdot \sin \beta x \dots\dots\dots(4-23)$$

$$U_{st}(t, x) = 2U_m \cdot \sin \beta x \cdot \cos \omega t ;$$

Shpërndarja e tensionit dhe rrymës në linjën e lidhur shkurt është treguar në Fig. 4-14.

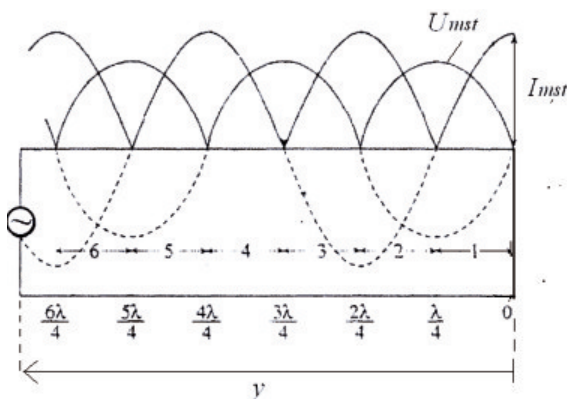


Fig. 4-14. Shpërndarja e tensionit dhe rrymës në linjën e lidhur shkurt

Në linjat të cilat në fund janë të lidhura shkurt, nyjet e tensionit janë në pikat ku $\sin \beta = 0$, kurse ato janë në distancë $y = n \cdot \frac{\lambda}{2}$.

Nyjet e rrymave janë në pikat ku $\cos\beta y=0$, gjegjësisht gjinden në distancë $y = (2n+1) \cdot \frac{\lambda}{4}$.

Në linjë paraqiten oscilime të energjisë elektromagnetike në pjesë të caktuara të saj me gjatësi $\lambda/2$. Edhe për këto linja vlen se ka oscilime të energjisë elektromagnetike dhe elektrostatike në linjë. Kur rryma e linjës është maksimale, atëherë tensioni është i barabartë me zero dhe e gjithë energjia është elektromagnetike. Pastaj, kur rryma në linjë zvogëlohet edhe energjia elektromagnetike, kurse rritet tensioni i energjisë elektrostatike.

4.4.4 Impedanca e hyrjes e linjës-TK me lidhje të shkurtër në fund

Impedanca e hyrjes e linjës me lidhje të shkurtër në fund është raporti i amplitudave të tensionit dhe rrymës në hyrje të linjës. Me zëvendësimin e madhësive hyrëse, impedanca e linjës së lidhur shkurt është:

$$\underline{Z}_{vl} = jZ_C \cdot \operatorname{tg} \beta l \dots\dots\dots (4-24)$$

Në çereket teke të valës impedanca e hyrjes është induktive, kurse në çereket çifte- kapacitive (Fig. 4-15).

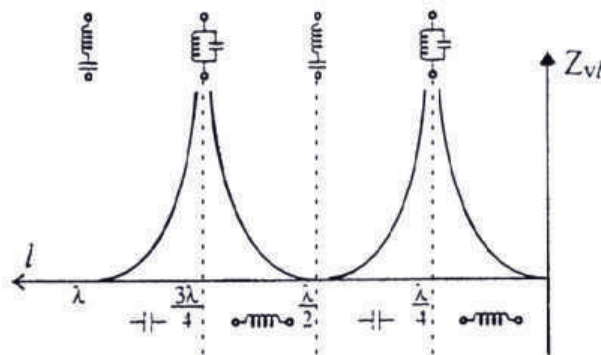


Fig. 4-15. Impedanca e hyrjes e linjës me lidhje të shkurtër në fund

Nga shprehja për impedancën hyrëse mund të shihet se për gjatësi të linjës $(2n+1)\lambda/4$, linja sillet si qark oshilues paralel, kurse për gjatësi $n(\lambda/2)$, linja sillet si qark oshilues serik. Këto linja mund të përdoren njëjloj si linjat e hapura në fund.

4.5 LLOJET E LINJAVE-TK

Linja-TK paraqet medium fizik, prej teli ose qelqi, i cili shërben për bartjen e informacioneve me ndihmën e sinjaleve elektromagnetike. Zhvillimi bashkëkohor i rrjetave-TK ka kushtëzuar shfaqjen e një vargu të linjave të telekomunikacionit me karakteristika të ndryshme. Linjat-TK mund të ndahen sipas më tepër mënyrave:

- Sipas llojit të materialit nga i cili është ndërtuar linja nëpër të cilën transmetohet sinjali elektromagnetik, ekzistojnë: linja-TK **metalike** (me tela) dhe **të qelqit** (optike);
- Sipas mbrojtjes së linjave-TK nga prekjet e mundshme, lagështisë ose ndikimit të jashtëm, dallohen: **linja të zhveshura** (plotësisht të pambrojtura), **linja të izoluara** (të mbrojtur vetëm nga prekja), **linja kabllore** (të mbrojtura nga të gjitha ndikimet);
- Sipas gjerësisë së zonës së frekuencave që mund të transmetohen, linjat-TK ndahen në: të **brezit të ngushtë** dhe **brezit të gjerë**.

Kohëzgjatje më të shkurtër kanë **linjat e zhveshura** (5 vjet), kurse më të gjatë **linjat kabllore** (30 vjet).

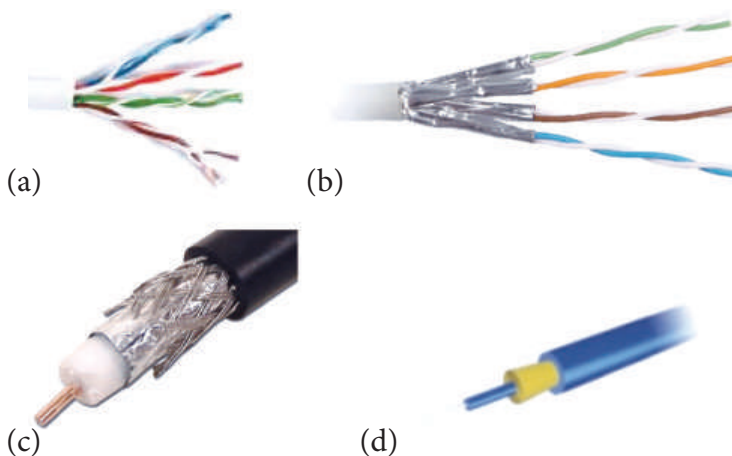


Fig. 4-16. Lloje të linjave-TK sipas ndërtimit të tyre

Sipas numrit të telave që përdoren për transmetimin e sinjaleve, linjat-TK me tela ndahen në: **linja me një tel**, **linja me dy tela** dhe **linja me shumë tela**.

Linjat me një tel sot përdoren shumë rrallë (interfon-doorphone). Zakonisht përdoren linjat me dy tela (telefoni) dhe linjat me katër tela (transmetimi i të dhënave), ndërsa për disa qëllime të veçanta përdoren edhe linjat me gash të tela dhe tetë tela.

Linjat-TK me tela mund të ndahen edhe në aspektin simetrik në krahasim me tokën, gjegjësisht masën edhe atë në: **simetrik ajror, simetrik kabllor, asimetrik ajror dhe asimetrik kabllor**.

Një nga ndarjet themelore të linjave-TK është sipas ndërtimit të tyre. Sot përdoren këto konstruksione të linjave-TK: **linja kabllore simetrike** (Fig. 4-16 (a) dhe (b)); **kabllore asimetrike** ose **linja koaksiale** (Fig. 4-16-c); **linja drite** ose **fibra optike** (Fig. 4-16-d).

Linja simetrike mund të jenë: ajrore, të izoluara dhe të rrethuara. Linjat ajrore si dielektrik mes përçuesve e kanë ajrin. Ato janë të thjeshta, por kanë humbje të mëdha të rrezatimit dhe u ekspozohen ndikimeve të fushave magnetike të jashtme. Linja e izoluar dallohet nga ajo ajrore me atë që përçuesit e tij me izolim të jashtëm janë të mbrojtura nga dëmtimet mekanike (Figura 4-16-a). Linja e mbrojtur dallohet nga ajo e izoluar me atë që ka mbështjellje me shtresë elastike metalike (Fig. 4-16-b). Kjo mbështjellje plotësisht e mbron linjën nga efekti i rrezatimit dhe i mbron përçuesit nga ndikimi i fushave elektromagnetike të jashtme. Linjat simetrike përdoren për frekuenca të ulëta dhe të mesme.

Linja koaksiale (Figura 4-16-c) është linjë asimetrike. Fusha elektromagnetike është e mbyllur në hapësirën mes përçuesit të brendshëm dhe të jashtëm dhe këtë e krijon vetëm rryma e përçuesit të brendshëm. Rryma e përçuesit të jashtëm, në brendësi të linjës nuk krijon as fushë magnetike e as elektrike. Prandaj, ky përçues lidhet në atë pol të burimit potenciali i të cilës është i barabartë me zero, gjegjësisht ai tokëzohet. Linjat koaksiale përdoren në brez të gjerë të frekuencave - nga më të ulëtat, e deri në disa mijëra gigaherc.

Edhe pse në të gjitha këto linja kemi të bëjmë me transmetimin e sinjaleve elektromagnetike, në të gjithë këto linja nuk transmetohen në mënyrë të njëjtë. Kështu, në tre llojet e para kemi të bëjmë me transmetimin e elektroneve, gjegjësisht me rrymë elektrike (e vazhduar dhe alternative, me frekuenca deri në 10^8 Hz). Në fibrat optike transmetimi realizohet me valë elektromagnetike me frekuenca prej 10^{12} Hz deri në 10^{15} Hz.

Më tepër linja, të bashkuar dhe të izoluar, krijojnë kablllo. Kabllot koaksiale përdoren për transmetimin të të dhënave në telefoni, televizionin kabllor dhe rrjetat-LAN. Atëherë ato mund të jenë: kablllo për transmetim të brezin bazë dhe kablllo për transmetim në brez të gjerë. Kabllot për transmetim në brezin bazë transmetojnë të dhëna digjitale, me çka njëri kanal transmeton informacion vetëm në një moment, kurse brezi i lëshimit varet nga gjatësia e linjës, p.sh. për 1km është 10Mbps. Kabllot koaksiale me brez të gjerë të frekuencave përdoren për transmetim analog, i cili është më pak i ndjeshëm nga digjitalët, kështu që distancat mund të jenë edhe deri në 100 km. Ata mund të transmetojnë sinjale të integruara të bisedës, të dhëna dhe sinjal video. Distancë më e madhe fitohet me përforcues, por atëherë sinjali transmetohet vetëm në njërin drejtim.

Linja valore është tub metalik bosh në të cilin përhapen radiovalë. Prerja tërthore e tubit është në formë të elipsës me diametër prej disa centimetrave. Linjat valore kanë brez lëshimi shumë të gjerë. Për të gjitha avantazhet e linjave optike, linjat valore përdoren vetëm në zënën e mikrovalëve, ku direkt lidhet antena dhe ndonjë transmetues-marrës i largët.

4.6 KRAHASIMI MES LINJAVE-TK DHE ENERGJETIKE

Mes linjave-TK dhe energjetike ekzistojnë një varg i ngjashmërive, të cilat kanë të bëjnë me konstruksionin e tyre teknik, por edhe një varg dallimesh të cilat janë rezultat i nevojave për të cilat përdoren. Linjat energjetike përdoren për transmetimin e energjisë elektrike, me qëllim të sigurimit të furnizimit për konsumatorët, kurse linjat-TK mundësojnë transmetim të informacionit me ndihmën e valëve elektromagnetike ose sinjaleve elektrike. Si rezultat i kësaj:

- Me linjat-TK barten sinjale me brez të gjerë të frekuencave, ndërsa te linjat energjetike rrjedh rryma elektrike me vetëm një frekuencë;
- Fuqia që transmetohet përmes linjave-TK është shumë e vogël, e rendit të μW (në telefoni), ndërsa fuqia që transmetohet me anë të linjave energjetike është shumë e madhe dhe është e rendit të MW.

Për shkak të fuqisë së vogël të sinjaleve nëpër linjat-TK, nuk mundet të lejohen humbje të mëdha të sinjaleve, sepse do të vijë deri te shtrembërimi dhe humbje e sinjalit, me çka i njëjti nuk do të mund të pranohej në anë e marrësit në formën origjinale.

4.7 KONSTRUKSIONI I KABLLOVE

Kablllo është një ose më shumë përçues të izoluar, të mbështjellë me mbështjellje të përbashkët. Ndërtimi i kabllos-TK dhe elementeve themelore të saj është treguar në (Fig. 4-17).

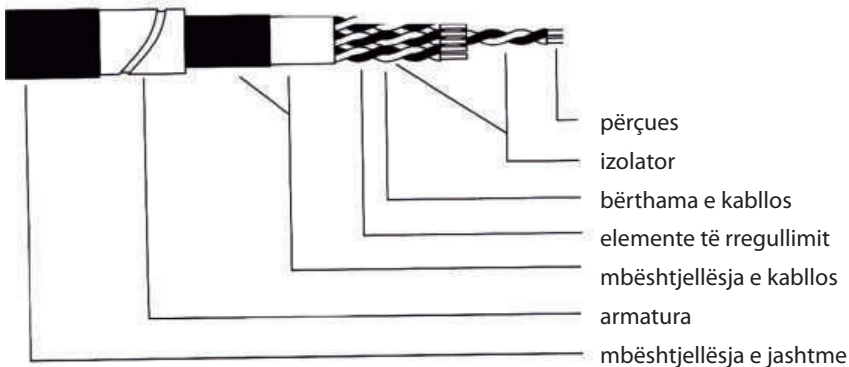


Fig. 4-17. Elementet bazë të kabllit

Në varësi nga vendi i zbatimit, kushtet e instalimit dhe shfrytëzimit, konstruktionet e kabllove janë të ndryshme. Pavarësisht nga ajo se cilit grup i përkasin, konstrukcioni i tyre elemente-pjesë të rregullimit janë **bërthama** dhe **mbështjellësja**;

Bërthama ka pjesët themelore të ndërtimit: përçuesi, përcejllësi, çifti ose katërshja, pesëshja, gjashtëshja, tetëshja.

Përçuesi është i përpunuar nga metali me përçueshmëri specifike të madhe, zakonisht nga bakri, me diametër të kabllove prej 0,32mm deri në 1,4 mm.

Përcejllësi (nervi) është përçues i izoluar dhe paraqet elementin kryesor me të cilin bëhet rregullimi i kabllit (Fig. 4-18).

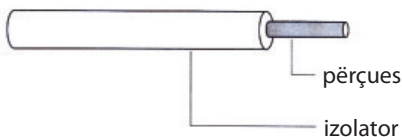


Fig. 4-18. Përcejllësi

Në kabllo koaksiale përçuesi i brendshëm dhe i jashtëm izolohehen së bashku kështu tek ata nuk përdoret termi përcejllës (nerv), por përçuesi i brendshëm dhe i jashtëm. Materiali izolues në përbërje të përcejllësit shërben për tu izoluar përçuesi, me çka fitohen vetitë elektrike, mekanike

dhe teknike të përcjellësit dhe izolimit, gjegjësisht dielektrikut. Si material për izolim përdoret: goma, pambuku, mëndafshi ose letra.

Çifti- ose dy tela mes veti të mbështjellë formojnë çift simetrik (Fig. 4-19). Hapi i mbështjelljes është deri në 300mm. Përdoret si element bazë për rregullimin edhe atë për kablllo montuese (kablllo për centrale, radio kablllo dhe kablllo abonentësh me numër të vogël të elementeve). Çiftet mund të jenë simetrik dhe asimetrik. Çifti koaksial (asimetrik) përbëhet nga përçuesi i brendshëm dhe përçues i jashtëm i izolues.



Fig. 4-19. Çifti

Kabllot simetrike janë të përbëra nga çiftet telat e të cilëve standardizohen nga: 0,32 mm, 0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm, 0,9 mm, 1,2 mm dhe 1,3 mm. Dimensionet e vogla shërbejnë për bartjen e sinjaleve në distanca të vogla, për shembull deri te abonenti, kurse përçuesit me diametër të madh përdoren për transmetim në distanca të mëdha, për shembull për lidhje mes centraleve. Mbështjellja e përçuesve bëhet që të reduktohet dobësimi (shuarja) e sinjalit. Mbështillen dy përçues me izolator letre. Brezi i lëshimit i kablllos është 0-15-KHz. Nëse mbështjellësja është nga plastika, atëherë brezi i lëshimit është 0-552KHz. Linja me diametër të madh të telave përdoret për brez lëshimi deri në disa MHz (zbatimi në rrjetat LAN).

Katërshja-yll fitohet me mbështjelljen e njëkohshme të katër përcjellësve, të shpërndarë në kulmet e një kuadrati. Katërshja-yll përdoret për rregullimin e bërthamave kablllore në rrjetat lokale dhe ndër lokale (Fig. 4-20).

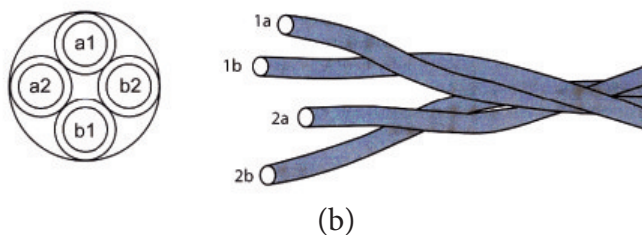


Fig. 40-20. Katërshja-yll: (a) prerja tërthore (b) katërshja e mbështjellë

Katërshja DM fitohet me mbështjelljen e dy çifteve (Fig. 4-21). Hapat e mbështjelljes së çifteve dallohen mes veti. Hapat e mbështjelljes janë nga 400mm deri në 800mm, kurse në katërshet nga 150mm deri në 300mm. Drejtimet e mbështjelljes janë të kundërt.



Fig. 4-21. Katërshja-DM

Bërthama- në varësi të numrit të elementeve që e përbëjnë bërthamën e kabllos, dallojmë bërthama të thjeshta homogjene dhe komplekse (Fig. 4-22).

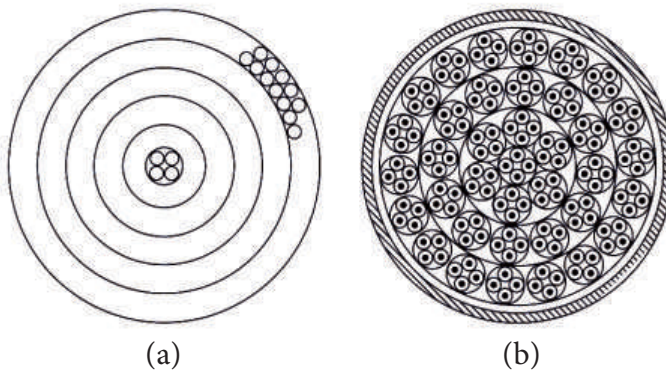


Fig. 4-22. Bërthama të kombinuara

Bërthamat e thjeshta përpunohen me rregullimin e përcjellësve (nervave), si në Fig. 4-22 (a), ndërsa bërthamat homogjene janë të përbëra nga elementet e njëjta me prerje tërthore të njëjtë dhe konstruktion (Fig. 4-22 (b)).



Fig. 4-23. Bërthama të kombinuara me katërshje

Bërthamat e kombinuara janë të përbëra me elemente me konstrukcion të ndryshëm dhe diametër të ndryshëm të përçuesve, me izolime të ndryshme dhe mënyra të mbështjelljes, si në Fig. 4-23. Sipas mënyrës së formimit të bërthamës, ekzistojnë bërthama koncentrike dhe sektoriale (grupore).

Bërthamat me shtresa koncentrike kanë shtresë qendrore që është e përbërë nga një, dy, tre, katër ose pesë elemente bazë, kurse elementet tjera janë të organizuara në shtresa të rregullta rreth bërthamës qendrore. Secila shtresë e ardhshme është e vendosur në drejtim të kundërt. Çdo shtresë, me përjashtim të së jashtmes, mbështillet si rrethojë me fije pambuku, shirit letre ose plastike. Mbi shtresën e fundit vendoset së pari shirit prej letre, pastaj shtresë nga plastika dhe ai quhet brez i izolimit. Në fund ka foli metalike nga bakri ose alumini.

Bërthama sektoriale është e përbërë nga më tepër grupe uniforme. Grupe organizohen në shtresa koncentrike. Këto bërthama përdoren në kabllo me koncentrim të madh, ku ka mbi 75 katërshe.



Fig. 4-24. Kabllo të telekomunikacionit: (a) TK-10-JV, (b) TK-59-M

Në Fig. 4-24 tregohen realizime praktike të kabllove të telekomunikacionit.

4.8 SHËNIMI I KABLLOVE-TK

Linja-TK në shpesh të përdorura për montim janë çifte pa mburojë (mbrojtje) dhe çifte me mburojë. Çifti pa mburojë UTP (Unshielded Twisted Pair) është një tel telefoni, i lirë dhe i lehtë për tu instaluar, i cili përdoret për rrjetat LAN. Në të ndikojnë ndërhyrjet elektromagnetike, veçanërisht ato nga çiftet fqinjët. Çifti me mburojë shënohet si STP (Step Shielded Twisted Pair).

Nga viti 1991 standardi EIA-568 (Electronic Industries Association) e ka standardizuar përdorimin e çifteve me shpejtësi të transmetimit prej 1Mbps deri në 16Mbps. Nga viti 1995 ekziston standardi EIA-568-A për shpejtësi më të mëdha (deri në 100Mbps).

Çdo kablo e telekomunikacionit ka shenjë të caktuar. Shënimi (etiketimi) i kablove bëhet sipas standardeve për etiketim. Etiketimi është i përbërë nga: shenjat bazë, shenjat për konstruksionin e bërthamës dhe shenjat plotësuese.

Shenjat bazë të kablove përbëhen nga dy shkronja dhe dy shifra. Si shenja bazë janë miratuar simbolet:

TK-kablo abonenti;

TD-kablo e frekuencave të ulëta për rrjeta lokale dhe rrjeta grupore;

TF-kablo e frekuencave të larta;

TX-kablo koaksial;

TS-kablo për sinjal;

TP-kablo për përdorime speciale.

Vetitë konstruktive të kablove i tregojnë dy shifrat, në varësi të llojit të mbështjellëses (e plumbit, e aluminit, e çelikut), si dhe mënyra e realizimit (e pa armuar, me shirit çeliku ose me tel çeliku), për shembull:

- e plumbit-pa armuar (00), me shirit çeliku (10), me tel çeliku (20);
- e aluminit- pa armuar (06), me shirit çeliku (16), me tel çeliku (26);
- mbështjellëse e shtresuar- pa armuar (09), me shirit çeliku (19), me tel çeliku (29).

Shenjat plotësuese e tregojnë llojin e mbrojtjes nga korrozioni:

R – mbështjellëse nga polietileni;

V – mbështjellëse nga polivinil-klorik;

S – mbrojtja shumshtresore me realizim normal, dhe

J - mbrojtja normale shumshtresore.

Ata ndahen nga shenjat bazë me vizë.

Shenjat plotësuese, gjithashtu, mund t'i përshkruajnë karakteristikat konstruktive të kablllove:

G – kablllo grupore e bashkuar;

DM – kablllo me katërshe-DM; dhe

R – kablllo me faktor reduktimi të veçantë.

Ja një shembull për shënimin e kablllos-TK:

TD 06-P 10x 4 x 0,9 DM

Ky është kablllo për rrjetë lokale - TD me mbështjellëse alumini (06) paarmuar P, me mbështjellëse mbrojtëse PVC dhe katërshe DM 10 me diametër prej 0,9.

Gjatë etiketimit të kablllove-TK, shenjat varen nga vendi i përdorimit: kablllo për montim të brendshëm, kablllo nëntokësore. Simbolet plotësuese që përdoren për shënimin e mbështjellësja termoplastike janë numrat, si: polietilen (33), polietilen polivinil klorik (34), polietilen shtresor (49) dhe të ngjashme. Kështu, kabllloja në (Fig. 4-24-a) me shenjën TC-10-JV është kablllo e telekomunikacionit me shirit çeliku prej bakri me mbështjellëse shumshtrësore me mbrojtje PVC. Ndërsa kabllloja me shenjën TX-10-JJ është kablllo koaksial me shirit çeliku prej bakri me mbështjellëse shumshtrësore.

Në Maqedoni nga viti 1968 punon Fabrika për kablllo në Negotinë. Ajo është fabrikë bashkëkohore me asortiman të gjerë të kablllove, si: kablllo energjetike, kablllo për sinjale, kablllo koaksiale, kablllo-TK, përçues instalues, kablllo fleksibile etj. Kabllot-TK shënohen sipas llojit të kablllos, qëllimin e saj dhe standardet. Standarde më shpesh të përdorura për kablllo janë DIN VDE ose UL dhe CSA standardet. Karakteristikat për çdo kablllo jepen në tabela. Çdo tabelë i përmban parametrat më të rëndësishëm për kabllot (diametri i përçuesit, trashësia, pesha-netto, ngarkesa etj.). Në (Fig.4-23-b), është treguar njëra nga kabllot e fabrikës sonë, kablllo TC-59-M.

4.9 INSTALIMI I KABLLLOVE-TK

Linjat e telekomunikacionit me tela instalohen në disa mënyra. Më shpesh vendosen: nën tokë, nën ujë dhe në ajër.

Kabllot nëntokësore instalohen direkt në tokë ose në kanalizim kabllor të përgatitur paraprakisht. Nga mënyra e instalimit të kablllove

varet edhe zgjedhja e mbështjellëses së kablllove. Kabllot që vendosen direkt në tokë duhet të kenë mbështjellëse shtesë, veçanërisht në linjat që vendosen në dete dhe oqeanë, ku riparimet janë të vështira për shkak të qasjes së vështirë. Për këtë qëllim zgjidhen kablllo në të cilat në hapësirën mes çifteve ka vaj.

Kanalizimi kabllor është rrjetë i tubacioneve nëntokësore në të cilat vendosen kablllo-TK. Kabllot që vendosen në kanalizimin kabllor kanë mbështjellje metalike, zakonisht tub bakri. Mbrojtja nga bakri zgjidhet kur ka presion mekanik të rritur dhe kur ka nevojë për mbrojtje nga interferencat elektromagnetike. Bakri ka edhe lakueshmëri më të madhe, me çka arrihet transport dhe instalim më i lehtë. Nëse kanalizimi kabllor i realizuar është në brendi të objektit, është e mjaftueshme që mbështjellësja të jetë plastike. Rrjeta e vendosur në kanalizimin kabllor lehtë mirëmbahet dhe është e mbrojtur mirë.

Kanalizimi kabllor është i përbërë nga: kanalet për vendosjen e kablllove, boshtet kablllore dhe galeritë kablllore.

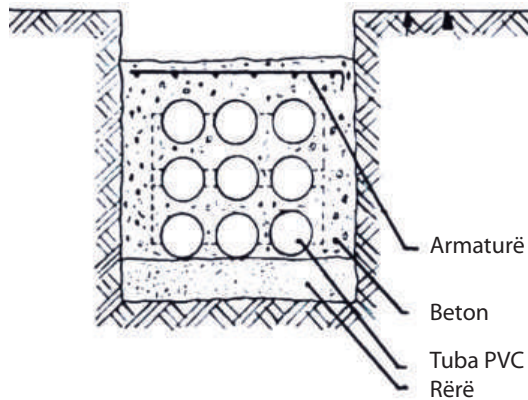


Fig. 4-25. Hendek kabllor me kanalizime tuba PVC

Kanalet për vendosjen e kablllove zakonisht janë blloqe betoni, me çimento-asbest ose tuba termoplastik. Gjatë ndërtimit dhe instalimit të secilit prej këtyre kanaleve respektohen procedurat specifike dhe standardet për realizim. Në Fig. 4-25 është treguar kanal për kanalizim kabllor me tuba PVC.

Boshtet kablllore ndërtohen përgjatë gjatësisë së kanaleve kablllore ku duhet të vazhdohen ose ndahen kabllot. Forma, dimensionet dhe ndërtimi i boshteve kablllore varet nga numri i tubave që duhet të vendo-

sen, nga numri i kablllove, numri i vazhdimëve të nevojshme etj. Në Fig. 4-26 është paraqitur një bosht kabllor me pajisjen:

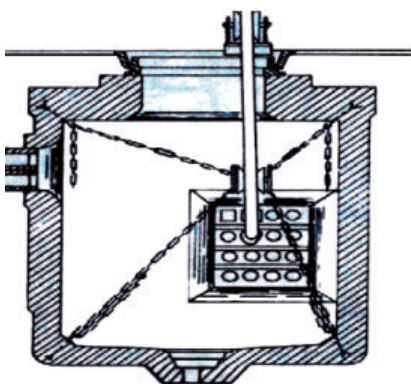


Fig. 4-26. Boshti kabllor

Galeritë kablllore janë hapësira nëntokësore, të cilat ngjajnë në korridore, në të cilat vendosen numër i madh i kablllove. Më shpesh vendosen në dalje të centraleve. Ato shërbejnë si lidhje në mes të tubave kabllor dhe centraleve. Galeria kablllore zakonisht është prej betoni dhe në këtë hapësirë ndodhet pajisja për bartjen e kablllove. Në Fig. 4-27 është paraqitur një galeri kablllore.

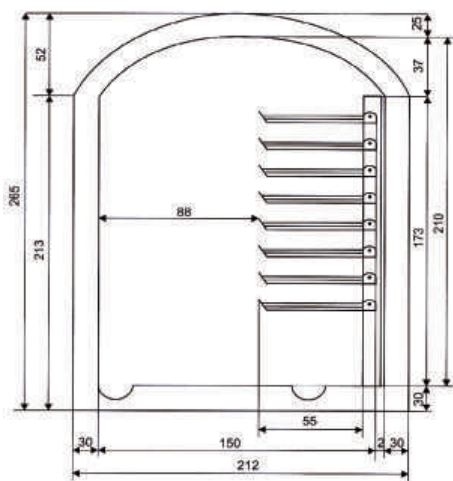


Fig. 4-27. Galeria kablllore

Përparësitë që paraqiten kur kabllo vendosen në galeri janë: mënyrë e lehtë dhe ekonomike e vendosjes, kabllo që vendosen nuk duhet të kenë armatura, mundësi e vendosjes së një numri të madh të kabllove etj.

Instalimi i kabllove planifikohet me dokumentacion investues-technik, me të cilin përcaktohet mënyra e vendosjes së kabllove. Në varësi të kushteve, vendosja e kabllove mund të jetë:

- tërheqje e kabllove në kanalizimin kabllor;
- vendosje e kabllove në tokë; dhe
- vendosje e kabllove nënujore.

Gjatë tërheqjes së kabllove në kanalizimin kabllor tërhiqen litarët ndihmës, pastaj kontrollohen tubat për vendosje dhe në fund tërhiqet kabllo dhe me litarin tërhiqen dhe kryhet bashkimi i kabllove.

Kabllo në tokë vendosen në **kanalet** (llogore), në varësi të kushteve të terrenit dhe mënyrës së përdorimit. Kanalet mundet të jenë:

- me thellësi 80cm dhe gjerësi 40cm (në vendet ku nuk ka lloje të tjera të instalimeve), dhe
- me thellësi 120cm dhe gjerësi 40cm (për rrjetat ndër lokale).

Vendosja e kabllove është një proces kompleks. Për këtë qëllim është e nevojshme pajisje e veçantë dhe ekupe të trajnuara të cilët do ti vendosin kabllo nënujore. Vendosja e kabllit në boshtin kabllor me tërheqje është treguar në Fig. 4-28.

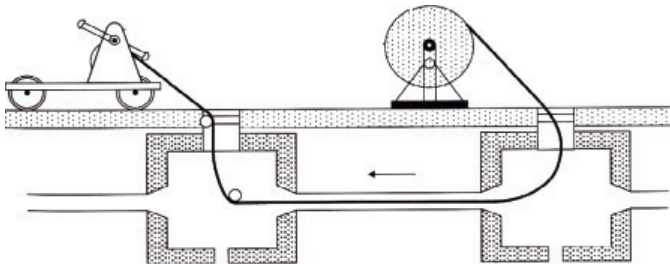


Fig. 4-28. Makina për vendosjen e kabllit

Instalimet-TK vendosen së bashku me instalimet e tjera. Vendosja e instalimeve të ndryshme (energjettike, të telekomunikacionit, ujore, ujë të ngrohtë etj.) bëhet në bazë të planit të verifikuar dhe standardeve për një vend të caktuar, ndërtesë, vendbanim apo shtet. Vendi i kabllove-TK në prerjen tërthore të rrugës është treguar në Fig. 4-29.

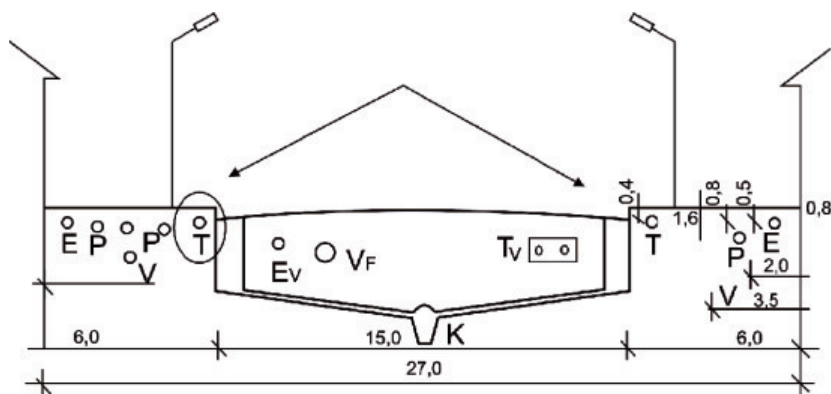


Fig. 4-29. Prerja tërthore e rrugës me instalime të mundshme

Në Fig. 4-29 janë dhënë lokacione për vendosjen e instalimeve të tjera të rëndësishme në vendbanim, të cilat janë shënuar si më poshtë: E dhe Ev (linja të rrymës dhe linjat e tensionit të lartë); P (tensione të ulëta), V (ujësjellës për ujë të pijshëm), T (linja telefonike- të rrethuara), K (kanalizimi); Tv (sistemi i ngrohjes).

4.10 REALIZIMI I LIDHJEVE NË KABLLOT-TK

Bashkimi i kabllave me gjatësi të ndryshme me qëllim që të fitohet linjë kabllore e vazhdueshme quhet proces i montimit të kabllave. Vendi i bashkimit nuk duhet të fus ndryshime elektrike, mekanike ose ndryshime tjera në karakteristikat e kabllave. Kur montohen kablllo duhet të merret parasysh si më poshtë:

- Skema montuese e linjës kabllore, së bashku me shpërndarjen e çifteve;
- Skemat me nyjet e mundshme ku ka kryqëzim të përcjellësve, si edhe vendet ku ka pupinizim, vendet e daljeve ose ndarësit e të ngjashme; dhe
- Plani i renditjes, verifikimit dhe testimit të kabllave.

Bashkimi i përcjuesve mundet të jetë: me thurje, me tuba metalik izolues ose me konektor me një tel ose më shumë tela.

Bashkimi dhe vazhdimi i kabllave me mbështjellëse të ndryshme realizohet me dy teknologji: vazhdim të mbështjellësve metalike dhe vazhdim të mbështjellësve të përpunuara nga materialet termoplastike.

Për vazhdimin e mbështjellëseve metalike përdoren bashkues të mbrojtur prej plumbi dhe bashkues prej mesingu. Bashkuesit mbrojtës prej plumbi përpunohen me dimensione të ndryshme, në varësi të diametrit të përçuesve dhe numrit të tyre. Bashkimi i kalimit prej plumbi me kabllo realizohet me aliazh lidhës legure nga kallaji dhe plumbi. Hapësira në mes të tubit mbrojtës dhe pjesës së brendshme mbushet me material që duhet të bëjë mbrojtjen nga lagështia në brendësi të tubit si në Fig. 40-30.

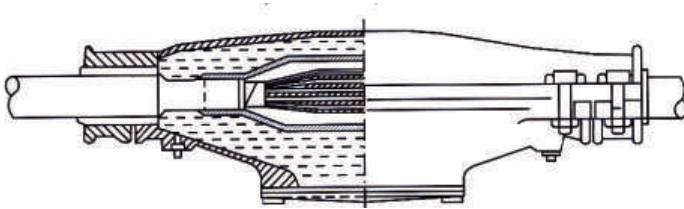


Fig. 4-30. Tubi mbrojtës

Vazhdimi dhe ndarja e kablllove të përpunuara nga masa termoplastike realizohet me ndihmën e **bashkuesve (tubave) nga poliesteri**.

Bashkuesit nga poliesteri përbëhen nga poliesteri dhe fibrat prej qelqi. Bashkuesit nga poliesteri përpunohen me dy madhësi, 50/2 dhe 100/3. Në bashkuesin 50/2 ka dy hapje dhe ajo shërben për përpunimin e kalimit të parë, por ajo mund të përdoret edhe për ndarje, edhe atë një hapje për dy kablo.

Kur bashkohen kabllo me masa termoplastike me kapacitet të vogël, mund të përdoret edhe ngjitëse me dy komponente.

Pavarësisht nga lloji i linjave kablllore, procesi teknologjik i zgjerimit është shumë i ngjashëm. Në njërin fund të kabllit çiftet ndahen në shtresa. Përçuesit ndahen nga izoluesit dhe mes veti lidhen me përçues bakri, dhe pastaj tërhiqen në tubat bashkues. Duhet të kryhet testimi i lidhjes së realizuar.

Vazhdimi i kablllove koaksial realizohet sipas udhëzimeve speciale, dhe gjatë kësaj merret parasysh ndjeshmëria e çifteve koaksiale në deformime, goditje dhe temperaturë.

Bashkuesit për kabllo koaksiale janë shumë kompleks dhe përbëhen nga bashkuesi i brendshëm, bashkuesi i sigurisë dhe materiali montues.

Daljet kablllore – kalimi nga kablo kryesor në linjat në instalimet shtëpiake ose në linjat në rrjetin shpërndarës realizohen përmes daljeve kablllore. Ato mund të jenë: dalje shtëpiake të brendshme, dalje të jashtme

shtëpiake dhe dalje të jashtme në kulme. Në Fig. 4-31. është treguar një dalje kabllore dhe prerja tërthore e saj.

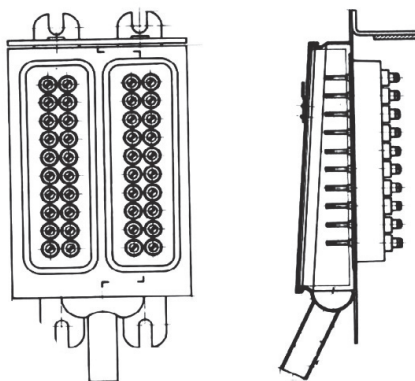


Fig. 4-31. Dalje kabllore

Daljet kabllore vendosen në shtëpiza nga kallaji ose plastika, në pjesën e poshtme të së cilës janë tubat që e sjellin kabllin në kokën kabllore, kurse lartë futen linja për instalime shtëpiake.

4.11 RRJETAT E TELEKOMUNIKACIONIT

Mes burimit dhe marrësit ekziston linjë e cila është e organizuar në një rrjetë për lidhje. Rrjeti i telekomunikacioneve është shuma e të gjitha linjave të telekomunikacionit, sistemeve të telekomunikacionit dhe mjeteve që mundësojnë transmetimin e mesazheve në përputhje me kërkesat e përdoruesit. Lidhja mes përdoruesve vendoset herë pas here, sipas dëshirës së tyre.

Strukturën fizike të një rrjeti e përbëjnë: nyjet e rrjetit (centrali), rrugët bashkuese, pajisja për qasje në rrjetë, sistemi për mbikëqyrje dhe komandim dhe rrjeta për qasje. Në Fig. 4-32 tregohet struktura fizike e një rrjeti të telekomunikacionit.

Parimi i formimit të rrjetit fillon nga ajo se është i vogël gjasa që të gjithë përdoruesit të jenë të ndërlidhura në të njëjtën kohë brenda rrjetit. Kështu, numri i elementeve për lidhje dhe numri i nyjeve është më i vogël se numri i përdoruesve. Gjithashtu, edhe rrugët bashkuese kanë më pak kanale se numri i përdoruesve. Rritja e nyjeve e shkurton qasjen dhe kërkon më tepër rrugë, dhe me këtë rritet edhe nevoja për pajisje në nyjat.

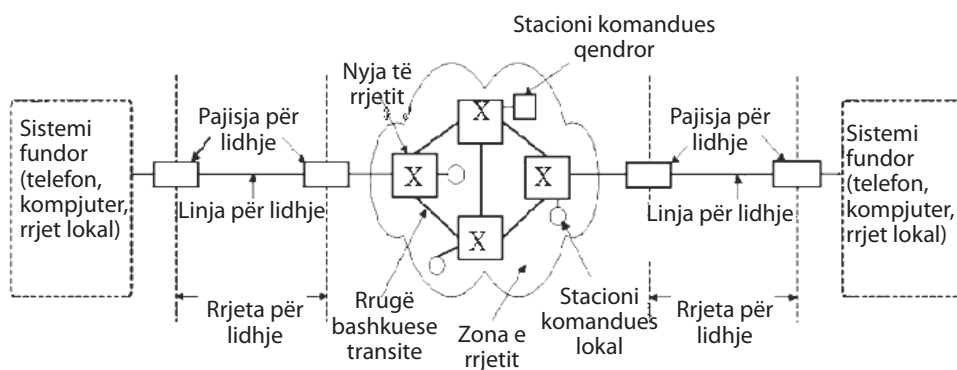


Fig. 4-32. Struktura fizike e një rrjeti të telekomunikacionit

Ndarja e rrjetave-TK mund të bëhet sipas kriterëve të ndryshme, si për shembull: sipas llojit të shërbimit të telekomunikacionit, sipas shtrirjes (madhësisë), pronësisë, lëvizshmërisë, mënyrës së vendosjes së informacioneve, llojit të sistemit transmetues të përdorur etj. ja disa shembuj karakteristik:

Sipas llojit të shërbimeve të telekomunikacionit: telefonike, telegrafike, kompjuterike, radio dhe televizion, të integruara, multimediale;

Sipas shtrirjes (madhësisë):

- në miniaturë (në nyja të integruara),
- të vogla (pajisje të ndryshme, për shembull: centrali telefonik),
- të mesme (ndërtesa, vendbanime, rrjeta lokale, për shembull: rrjeta lokale kompjuterike),
- të mëdha (qytete, shtete, rajone, si për shembull: rrjetat radiodifuzive) dhe
- shumë të mëdha (me karakter global - Interneti);

Sipas pronësisë: publike (në dispozicion të secilit - në nivel kombëtar dhe ndërkombëtar) dhe private (rrjeta të organizatave të veçanta ose grupeve të njerëzve, për shembull: ushtria, hekurudha, elektroekonomia, policia dhe të tjera). Këto rrjete akoma quhen rrjeta të caktuar apo rrjeta funksionale.

Sipas lëvizshmërisë: rrjeta fikse ose të pa lëvizshme dhe rrjeta mobile, kur përdoruesi mund të shfrytëzojë rrjetin edhe kur është në lëvizje.

Sipas topologjisë (shpërndarjes) së elementeve në rrjetë: rrjeta plotësisht të lidhura, yll, unazë dhe kaskadë (magjistrallë ose bus);

Sipas mënyrës së transmetimit të informacionit: rrjeta komutuese dhe difuzive.

Rrjeti telefonik është një rrjet i telekomunikacionit i cili siguron transmetim të informacioneve (bisedës) në distancë. Rrjetat-TT (rrjetat telefonike-telegrafike) janë ndër rrjetet më të zhvilluara. Ato ende quhen edhe rrjeta komutuese.

Rrjetat komutuese për transmetim – sipas mënyrës së transmetimit të informacioneve, ato mund të jenë: rrjeta me qarqe komutuese ose rrjeta me pako komutuese. Rrjeta komutuese (*Switched Network*) është një rrjet e telekomunikacionit në të cilën lidhja mes përdoruesve vendoset përkohësisht (sipas dëshirës së tyre dhe me urdhrin e tyre) dhe në mënyrë të ndërsjellë. Në rrjetat e tilla, njeje janë qendrat komutuese që i interpretojnë dhe ekzekutojnë urdhrat për vendosjen, mirëmbajtjen dhe ndërprerjen e lidhjes.

Rrjetat me qarqe komutuese (*Circuit Switched Network*) janë rrjeta në të cilat gjatë kohës së komutimit mes burimit dhe marrësit vendoset qark fiks (linjë). Pra, linjat fizike fitojnë lidhje të përkohshme të komunikimit. Kur lidhja do të përfundojë, qarku shkyçet dhe vihet në dispozicion për një tjetër lidhje (për përdorues tjerë). Rrjetat e tilla me qarqe komutuese janë rrjetat telefonike dhe ISDN (*Integrated Services Digital Network*).

Rrjetat me pako komutuese (*Paker Switched*) gjatë kohës së komunikimit ndërmjet transmetuesit dhe marrësit i ndajnë të dhënat në pako të cilat orientohen nëpërmjet rrjetës me adresa të caktuara. Pra, vendoset lidhje logjike mes përdoruesve, e cila mund të realizohet me lidhje të ndryshme fizike. Rrjetat e tilla me pako komutuese janë rrjetat e Internetit dhe rrjetat lokale për kompjuterë.

Rrjetat më tepër të përdorura me pako komutuese janë: LAN, MAN dhe WAN:

- Rrjeti LAN (**Local Area Network**) është rrjetë lokale për lidhje të pajisjeve periferike;
- Rrjeta MAN (**Metropolitan Area Network**) është një rrjet që mbulon një zonë më të gjerë nga LAN, por më të ngushtë se WAN;
- Rrjeti WAN (**Wide Area Network**) është rrjete e një zone më të gjerë.

Rrjetat e telekomunikacionit (Fig. 4-33), në varësi të topologjisë (shpërndarjes) së elementeve në rrjetë, mund të jenë: **rrjeta plotësisht të lidhura, yll, unazë dhe kaskadë (magjistralë).**

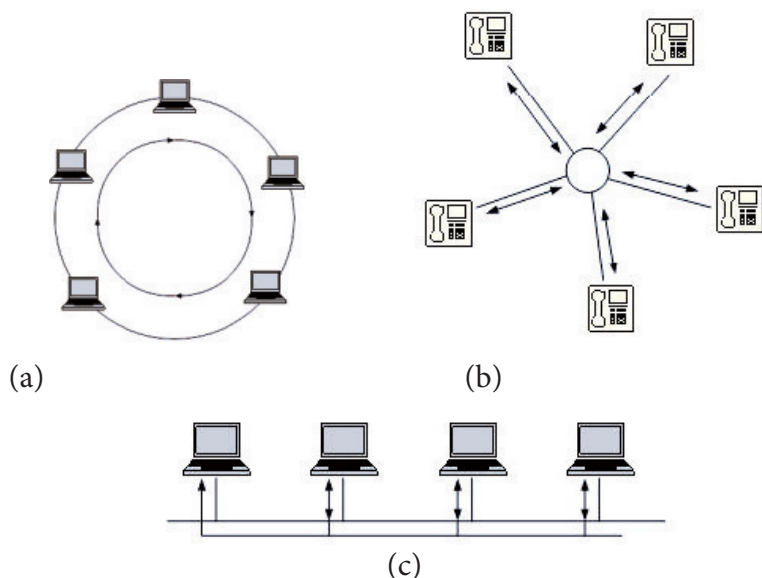


Fig. 4-33. Rrjeta të telekomunikacionit, në varësi të topologjisë: (a) unazë (b) yll (c) kaskadë (magjistralë)

Në Fig. 4-34 është paraqitur transmetimi telefonik, ku shpërndarja e elementeve është në formë të yllit. Në transmetimin telefonik me shpërndarje yll shihet se ekzistojnë më tepër nivele të centraleve për transmetimit: niveli lokal, rajonal dhe kombëtar, i cili çon kah niveli ndërkombëtar i centraleve. Në këtë transmetim telefonik centralet nga i njëjti nivel lidhen me njëri-tjetrin në nivelin e tyre. Të gjithë abonentët janë të lidhur me centralin vendor, me rrjet qasjeje në nivel lokal. Pastaj lidhja realizohet në nivel rajonal dhe çon deri në nivelin më të lartë kombëtar.

Në transmetimin telefonik me shpërndarjen e elementeve në formë unaze, në qendër të sistemit telefonik në një vend gjendet centrali fundor ose centrali vendor dhe me të janë të lidhur të gjithë përdoruesit. Centrali e lidh cilin do abonent me linja me gjatësi minimale. Centralet e fundme nuk janë të lidhur drejtpërdrejt, secila me secilin, por përmes centralit rajonal.

Pra, organizimi i centraleve telefonike është i shkallëzuar dhe centralet nga i njëjti nivel mund të lidhen vetëm nëpërmjet centraleve nga niveli më i lartë.

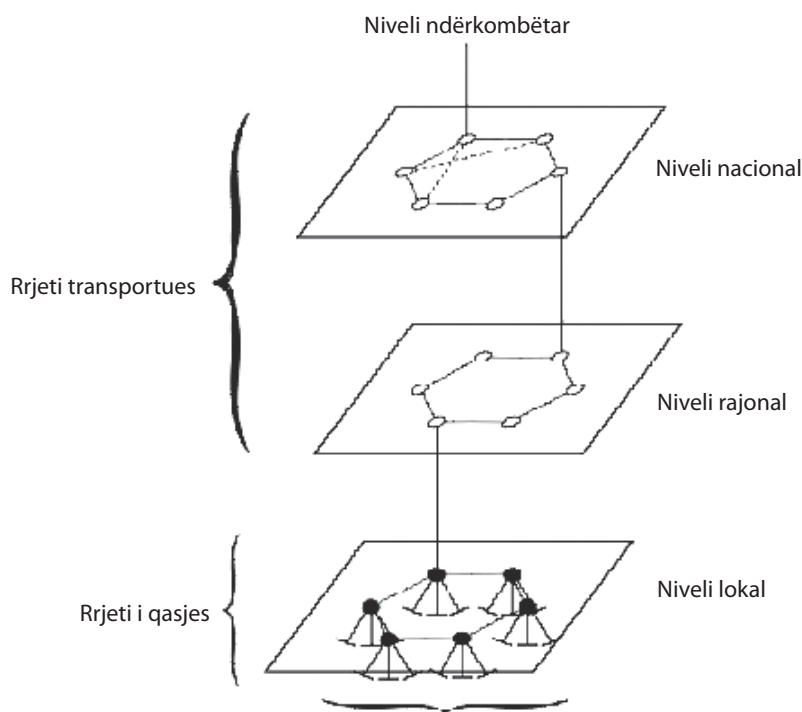


Fig. 4-34. Transmetimi telefonik me shpërndarje të elementeve në yll

Rrjete e tillë ka strukturë hierarkike. Në nivelin më të ulët është centrali fundor ose vendor në të cilin janë të lidhur aparatet e abonentëve. Centralet vendore nga më shumë vende lidhen në centralin nyjor. Të gjitha centralet nyjore lidhen me centralin kryesor të atij territori, kurse centrali kryesor në centralin transit. Në Fig. 4-35 është treguar topologjia e elementeve në transmetimin telefonik me shpërndarje si unazë.

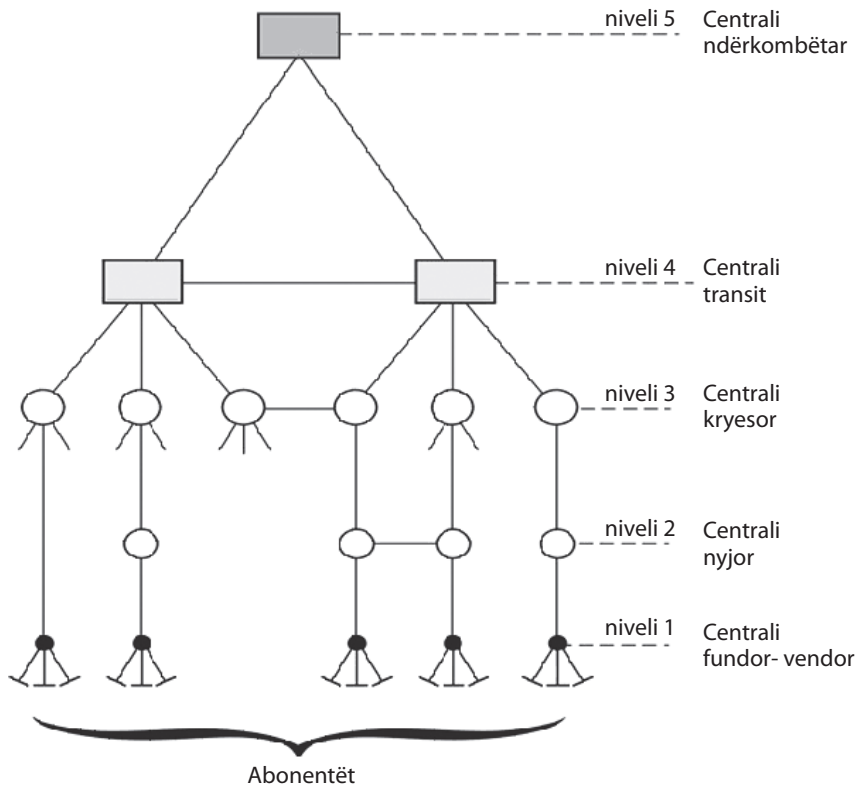


Fig. 4-35. Transmetimi telefonik me shpërndarje të elementeve në formë unaze

Rrjetat me pako komutuese për lidhje lokale LAN janë një grup i më tepër kompjuterëve personal të lidhur mes veti dhe pajisje periferike të cilat gjinden në një lokacion (ndërtesë). Rrjetat për zona të gjëra WAN (rajonale, kombëtare, ndërkombëtare) lidhin rrjetat lokale të kompjuterëve me teknologjinë WAN. Rrjetat që vendosen për zonat e një qyteti janë rrjetat MAN. Këto janë lidhje të shpejtë në të cilat përdoren kablllo optike. Shembulli i rrjetit me pako komutuese është rrjeti i Internetit në Fig. 4-36.

Digjitalizimi i rrjetave të telekomunikacioneve filloi në vitet e '70-ta të shekullit të kaluar, me zhvillimin e elektronikës dhe shfaqjen e kompjuterëve, por merr hov në vitet e 80-ta dhe 90-ta, kështu që sot pothuajse nuk ka transmetim të sinjaleve analoge në rrjetat publike të telekomunikacionit.

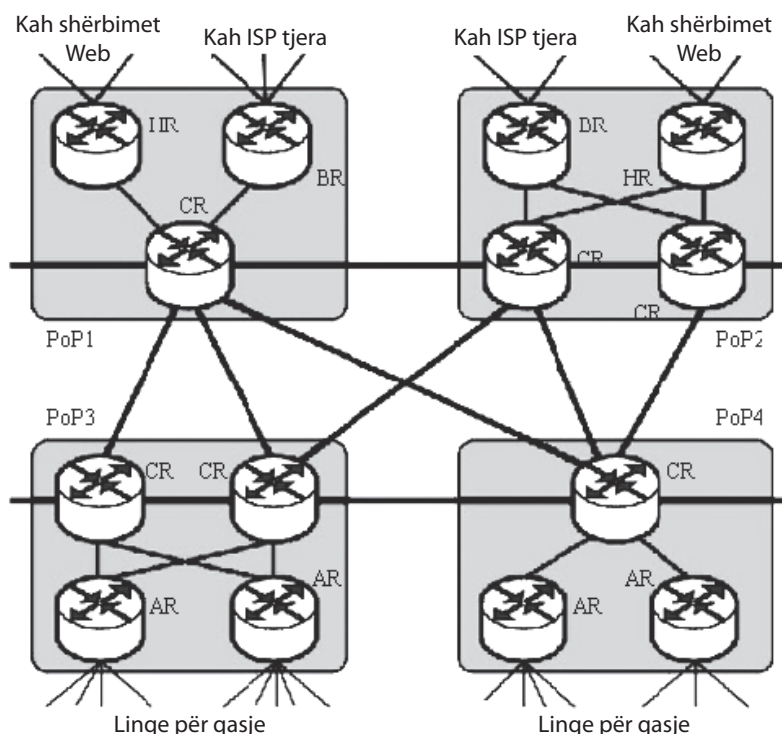


Fig. 4-36. Rrjeta me pako komutuese: ISP - Internet Service Provider; PoP - Point of Presence; CR - Core Router; BR - Bored Router; AR - Access Router; HR - Hosting Router

Ekziston dallim mes sistemeve me fibra optike që përdoren në rrjetat e kompjuterëve dhe atyre që përdoren në telekomunikacionet. Gjegjësisht, në rrjetat kompjuterike çdo link kërkon dy kanale - një për dërgim dhe një marrje. Në sistemet e telekomunikacionit përdoret e njëjta fibër edhe për marrje edhe për transmetim për teknika të ndryshme të multipleksimit, nga të cilat më të zakonshme janë WDM (Multiplex Wavelength Division - Multipleksim sipas gjatësisë valore) dhe DWDM (Dense wavelength-division multipleksing- multipleksim i dendur sipas gjatësisë valore). WDM DWDM është teknikë e njëjtë si WDM, por mundëson më tepër sinjale njëkohësisht në një fibër të vetme. Ky multipleksim lejon që njëkohësisht të transmetohen sinjale të ndryshme nëpërmjet një fibre por me gjatësi valore të ndryshme. Dallimet në gjatësinë valore janë të madhësisë së rendit të disa nanometrave, por megjithatë janë të mjaftueshme që të mos vijë deri te përzierja e sinjalit.

AKTIVITETE:

- Të bëhen krahasime të kabllave-TK nga prodhues të ndryshëm në varësi të dizajnit të tyre dhe karakteristikave. (përdor katalogë nga interneti);
- Të shqyrtohet asortimani prodhues i fabrikës më të madhe për kabllo në Maqedoni, Fabrikës për kabllo „Negotina“. (përdor katalogë nga interneti).

PËRMBLEDHJE:

- Vetitë e linjave të telekomunikacionit prej telave varen nga materiali , trashësia e përçuesit dhe izolimi, si dhe konstruksioni i elementeve përbërëse.
- Çdo linjë homogjene me dy-përcjellës mund të paraqitet me anë të parametrat primar të saj.
- Parametrat primar të linjave me tela janë: rezistenca gjatësore, induktiviteti gjatësor dhe kapaciteti gjatësor i përçuesit, si dhe përçueshmëria gjatësore e izolimit të linjës.
- Kablloja e telekomunikacionit përfaqësohet nga më shumë linja të grupuara të mbrojtura nga ndikimet e jashtme mekanike dhe elektrike.
- Elementi bazë strukturor i kabllot është përçuesi.
- Përçuesi i izoluar paraqet përcjellës. Përcjellësi (nervi) është element themelor i linjës.
- Çifti paraqet dy përçues të izoluar (përcjellës). Ekzistojnë çifte simetrik dhe koaksial.
- Kabllot e telekomunikacionit mund të shtrohen në më tepër mënyra: nëntokësore (direkt në tokë dhe në kanalizimin kabllor), nën ujë dhe ajër.
- Kanalizimi kabllor paraqet rrjetë të tubave nëntokësor në të cilët shtrohen kabllot.
- Nyjet kabllore janë hapësira nëntokësore me madhësi të caktuar ku mund të vazhdoen ose të ndahen kabllot.

PYETJE DHE DETYRA

1. Nga çka varen vetitë e linjave të telekomunikacionit prej telave?
2. Me çka përcaktohen parametrat primar të linjës?
3. Si fitohen vlerat e vërtetë të parametrave primar të linjës?
4. Çka tregojnë parametrat sekondar?
5. Çka është kablllo e telekomunikacioni?
6. Cilat janë elementet themelor të kabllos?
7. Çfarë çiftesh ekzistojnë?
8. Pse përcjellësit, çiftet dhe katërshet mbështillen?
9. Pse bëhet shënimi- etiketimi i kabllove?
10. Si shënohen kabllo?
11. Çka është kanalizimi kabllo?

Rretho përgjigjet e sakta të pyetjeve të dhëna:

12. Cila është njësia me të cilën matet përçueshmëria gjatësore e një linje të telekomunikacionit?

- a. simens [S]
- b. om për metër [Ω/m]
- c. simens për metër [S/m]
- d. om [Ω]

13. Si matet konstanta e dobësimit-shuarjes në linjën e telekomunikacionit?

- a. decibel për metër [dB/m]
- b. neper [Np]
- c. metër [m]
- d. bell për metër [Bm]

14. Cila valë përhapet në një linjë-TK?

- a. vala alternative
- b. vala analoge
- c. vala progresive
- d. vala drejtkëndore

15. Kur një linjë e telekomunikacionit është e përshtatur?

- a. përhapen valë të qëndrueshme
- b. përhapen valë të reflektuara
- c. përhapen valë alternative
- d. përhapen valë progresive

16. Çfarë valësh përhapen nëpër linjat për radiofrekuenca?

- a. valët e reflektuara

- a. valët direkte
- b. valët e qëndrueshme
- c. valët tangjente

17. Sa është koeficienti i reflektimit (p) për linjat që janë të hapura në fund?

- a. $p = 0$
- b. $p = \infty$
- c. $p = -1$
- d. $p = 1$

18. Sa është tensionit në linjën e lidhur shkurt në fund?

- a. $U_{dal} = U_d$
- b. $U_{dal} = U_{ng}$
- c. $U_{dal} = U_r$
- d. $U_{dal} = 0$

Detyra 1.

Të përcaktohet parametri sekondar impednaca karakteristike e linjës-TK, duke përdorur vlerat e parametrave primar për linja të ndryshme nga tabela 1. (fq. 49)

Detyra 2.

Gjatë matjes së shuarjes së një linje në punë, e cila nuk ka impedancë të hyrjes dhe daljes të barabartë, është fituar $U_1 = 3,5V$, kurse $U_2 = 0,5 V$. Nëse impedanca e hyrjes është $R = 600 \Omega$, kurse impednaca e daljes $Z_{ng} = 150 \Omega$, të gjendet shuarja e punës.

Detyra 3.

Për linjën me humbje të përcaktohet funksioni kalimtar nëse $Z_{hyr} = 600\Omega$, kurse $Z_{ng} = 100\Omega$, kur tensioni i daljes është $0,8 V$ për tension të hyrjes prej $4V$.

5. FIBRAT OPTIKE

Njëra nga shpikjet teknologjike më të njohura në lidhje me transmetimin e mesazheve është zhvillimi i sistemeve të komunikimit optik me fibra optike. Fibër optike (optical fibre) janë linja drite të cilat e bartin sinjalin e dritës nga transmetuesi deri te marrësi në sistemin e telekomunikacionit optik. Një fibër është një linjë, nëpër të cilën mund të transmetohen edhe më tepër sinjale të ndryshme në të njëjtin drejtim. Fibrat optike ndërtohen nga qelqi special prej dyoksid silici, i cili është baza e fibrës në të cilën shtohen okside të fluorit dhe germaniumit. Dyoksidi i silicit (rëra) është material i lirë, i cili në natyrë gjendet me bollëk. Janë zhvilluar teknologji për përpunimin e fibrave optike gjatë së cilës për shkak të bollëkut të lëndës së parë fibrat janë të lira. Me karakteristikat e tyre dhe me çmimin kabllot optike gjithnjë e më tepër i zëvendësojnë kabllot prej teli.

Fibrat optike të para janë paraqitur para më shumë se njëzet viteve dhe kryesisht janë përdorur në telekomunikacione për lidhjen e centraleve më të mëdha telefonike. Ideja e transmetimit të informacionit duke përdorur dritën ka ekzistuar shumë herët, por deri në zbulimin e laserëve (1960) nuk është gjetur zgjidhje e përshtatshme për realizimin praktik të kësaj ideje. Me paraqitjen e laserëve filloi zhvillimi i shpejtë i sistemeve të komunikimit optik, kështu që sot ato përdoren për transmetimin e një numri të madh të mesazheve në formën e sinjaleve digjitale.

Përbërësit bazë të sistemit optik për transmetim janë transmetuesi, linja optike dhe marrësi. Përveç këtyre pjesëve, në sistem ka: përforcues (amplifikues) të sinjalit të dritës, modem për digjitalizimin e sinjalit, nëse bartin sinjal optik digjital; multipleksues i cili mundëson transmetimin e më tepër sinjaleve në të njëjtën kohë dhe të tjerë. Pjesa më e madhe e këtyre pajisjeve shtesë janë elektrike. Deri më tani, nuk ekzistojnë rrjeta të telekomunikacioneve të cilat janë plotësisht optike. Përdoren edhe të ashtuquajturat rrjeta hibride, në të cilat pjesa transmetuese është një sistem optik që kalon në sistem elektrik, duke lidhur transmetuesin dhe marrësin.

Fibrat optike janë pjesë e sistemit optik. Çdo sistem optik ose i fibrave përbëhet nga tre pjesë themelore: transmetuesi (emetuesi), gjegjësisht burimi i dritës (diodë LED ose laserike), fibra optike dhe marrësi (ndonjë lloj foto sensor). Në sistemin optik të komunikimit, në dalje të transmetuesit, me ndihmën e konvertuesit elektro-optik, laserëve dhe diodave të dritës, sinjali elektrik konvertohet në sinjal drite, kurse në hyrje të marrësit, duke përdorur një foto detektor, sinjali i dritës kthehet përsëri në elektrik. Duke pasur parasysh se në fibrën optike vjen deri te dobësimi i sinjalit, në distanca të caktuara vendosen përforcues rigjenerator. Paraqitje skematike e sistemit të komunikimit optik është treguar në Fig. 5-1.

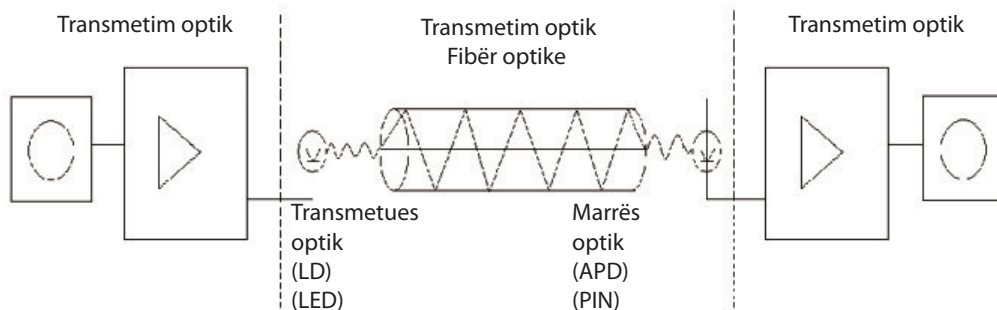


Fig. 5.1. Sistemi i komunikimit optik

Sot, termi linjë optike nënkupton fibër optike me dimensione mikroni. Dallimi kryesor mes linjës së dritës dhe përçuesve të bakrit është se këtu transmetohet rreze drite. Nëpër fibrat optike drita përhapet me reflektim total, që do të thotë se rrezja e dritës lëviz mes dy sipërfaqeve kufizuese të fibrës. Gjatë kësaj paraqiten të gjitha fenomenet që janë karakteristike për përhapjen e valëve në sipërfaqen kufizuese: reflektimi, thyerja, difraksioni dhe të tjera. Kushti që duhen të plotësohet që të vijë deri te përhapja e informacionit nëpër fibër optike, mes dy sipërfaqeve kufizuese (të cilat janë të bëra nga qelqi), është që indeksat e thyerjes së tyre të jenë $n_2 < n_1$ (n_2 është indeksi i thyerjes i shtresës së jashtme të mbështjellës).



Fig. 5-2. Tufë e më shumë fibrave optike

Karakteristika kryesore të fibrave optike janë:

- fibrat optike përdoren për transmetimin e një numri të madh të të dhënave (nga 100Mbps deri në 1Gbps);
- sinjali mund të transmetohet në distanca të mëdha, pa pasur nevojë paraprakisht për përforsim;
- dobësimi (shuarja) e sinjalit është shumë e vogël;
- për shkak të gjerësisë së madhe të brezit të lëshimit, kapaciteti i informacionit është i madh;
- për shkak të karakterit dielektrik të fibrës linjës optike, fibrat optike janë rezistente ndaj pengesave të ndryshme të natyrës elektromagnetike;
- për shkak të gjatësisë valore të vogël të sinjaleve – prej rreth 50 μm (zona ultraviolete) deri në rreth 100 μm (zona infrared) – elementet e sistemit të transmetimit kanë dimensione dhe peshë relativisht të vogla; dhe
- fibrat optike punojnë në parimin e reflektimit total.

Fibrat optike grupohen në varësi të mënyrës së përdorimit. Tufë e më tepër fibrave optike është paraqitur në Fig. 5-2.

5.1 STRUKTURA E FIBRAVE OPTIKE

Fibrat optike janë filamente qelqi (fije) me dimensione mikroni me të cilat realizohet transmissioi i sinjaleve. Ato janë të holla, fibra elastike dhe të forta prej qelqi që nuk kanë strukturë homogjene. Fibrën optike e përbëjnë dy pjesë themelore: bërthama (core) dhe mbështjellësja (calding). Të dy pjesët (bërthama dhe mbështjellësja) janë prej qelqi, por me dallime të vogla në strukturën kimike, indeksin e thyerjeve dhe vetitë e tyre. Që të mbrohet nga ndikime të jashtme, fibra vendoset në mbulesë

plastike, gjegjësisht tub mbrojtës, i cili siguron mbrojtje mekanike. Mbrojtja bëhet me dy shtresa: tubi (buffer) dhe tubi mbrojtës (jacket).

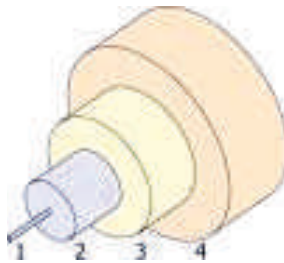


Fig. 5-3. Pjesët përbërëse të linjës optike:
fibrë optike (1), bërthama (2), mbështjellësja
(3), tubi dhe (4) tubi mbrojtës

Fibrë optike (bërthama dhe mbështjellësja) dhe mbrojtja (tubi dhe tubi mbrojtës), gjegjësisht të katër shtresat krijojnë kabllo optike. Prerja tërthore e fibrës optike dhe pjesët e saj përbërëse për mbrojtje, gjegjësisht linja optike janë paraqitur në Fig. 5-3.

Drita udhëton nëpër bërthamë sipas parimit të reflektimit të brendshëm. Kur udhëton nëpërmjet materiale me indekse të ndryshme të thyerjes, drita gjithmonë e ndryshon drejtimin e lëvizjes së saj. Kur drita udhëton nga materiali me indeks të thyerjes më të ulët drejt materialit me indeks më të lartë, ajo thyhet kah normalja. Nëse drita udhëton nga materiali me indeks të thyerjes më të lartë drejt materialit me indeks më të ulët, ajo largohet nga normalja. Nëse indeksi i thyerjes i bërthamës është n_1 , kurse indeksi i thyerjes i mbështjellësës n_2 , atëherë kur $n_2 < n_1$ në bërthamën e linjës optike do të ketë reflektim, i treguar në Fig. 5-4.

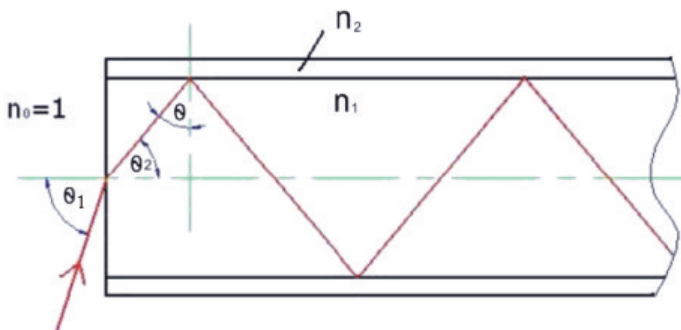


Fig. 5-4. Përhapje me reflektim total

Indeksi i thyerjes është numër i cili nuk është i përcaktuar me njësi matëse, kurse e paraqet raportin mes shpejtësisë së dritës në vakum dhe shpejtësisë së dritës në materialin e dhënë.

Shpejtësia me të cilën drita udhëton nëpër bërthamën e fibrës optike është e caktuar me indeksin e thyerjes (n) të bërthamës.

Gjatë transmetimit të dritës nëpër bërthamën optike, paraqitet efekti i reflektimit (refuzimit) dhe thyerjes (mënjanimit) të dritës. Këndin e thyerjes θ_2 mund ta përcaktojmë në varësi të indekseve të thyerjes dhe këndit të rënies θ_1 si:

$$\sin\theta_2 = (n_1/n_2) \theta_1 \dots\dots\dots (5-1)$$

Reflektimi është rezultat i refuzimit të dritës nga sipërfaqja kufizuese mes bërthamës dhe mbështjellëses. Thyerja shpjegohet si efekt i mënjanimit të dritës gjatë goditjes së saj në zonën kufitare midis bërthamës dhe mbështjellëses, gjatë së cilës drita e thyer vazhdon të lëvizë nëpër mbështjellëse. Nëse paraqitet thyerja në linjën optike, kjo do të thotë humbje e dritës, gjegjësisht të informacioneve nga mesazhi që bartet.

5.2 LLOJET E FIBRAVE OPTIKE

Ekzistojnë numër i madh grupeve dhe nëngrupeve të fibrave optike, por më shpesh përdoren dy ndarje:

- multi-mode - **MM (multi-mode optical fibre)**
- mono-mode - **SM (single-mode optical fibre)**

Mode është çdo rrugë që e kalon çdo rreze e dritës kur do të vendoset në bërthamë.

Fibra bërthama e së cilës ka diametër më të madh dhe transmeton më shumë rreze dritë me gjatësi valore të ndryshme quhet **fibër optike multi - mode (MM)**. Nëse bërthama e fibrës që ka diametër të vogël dhe nëpër të përhapet dritë vetëm nëpër boshtin e saj, gjegjësisht në linjë të drejtë, fibrat e tilla quhen **fibra optike mono – mode (SM)**.

Diametri i bërthamës së fibrës mono-mode zakonisht është 9 μm , kurse diametri i fibrës dhe mbështjellëses rreth 125 μm .

Diametri i bërthamës së fibrës multi-mode është prej 50 μm ose 62,5 μm , kurse diametri i përgjithshëm i fibrës rreth 125 μm . Diametri i bërthamës së fibrës multi-mode mund të jetë edhe deri në 100 μm . Në të tilla raste, diametri i fibrës është 140 μm . Së bashku me mbrojtjen primare

nga plastika, diametri arrin trashësi të fijes së flokëve të njeriut. (rreth $250\mu\text{m}$).

Në (Fig. 5-5-a) tregohet prerja tërthore së bashku me rrugët e rrezeve të dritës në fibrat optike multi-mode, kurse në (Fig. 5-5-b) në fibra optike mono-mod.

Në fibrat multi-mode, diametri i bërthamës është më i madh, kurse më i madh është edhe numri i rrezeve që përhapen nëpër fibër. Gjatë transmetimit është e mundur që rrezet të përplasen dhe të vijë deri te interferenca e tyre, gjegjësisht asgjësimi, dhe me këtë edhe shuarja e tyre. Pra, në fibrat multi-mode shuarja është me e madhe, dhe me këtë më të vogla janë edhe distancat që mund të lidhen me to (deri në 2 km), për dallim nga fibrat mono-mode që përdoren për transmetim në disa dhjetëra kilometra pa regjenerator. Gjithashtu, sinjali i daljes shumë më tepër deformohet në fibrat multi-mode, kështu që probabiliteti për gabime gjatë dekodimit është më i madh, gjegjësisht rritet gabimi në bita BER (Bit Error Rate).

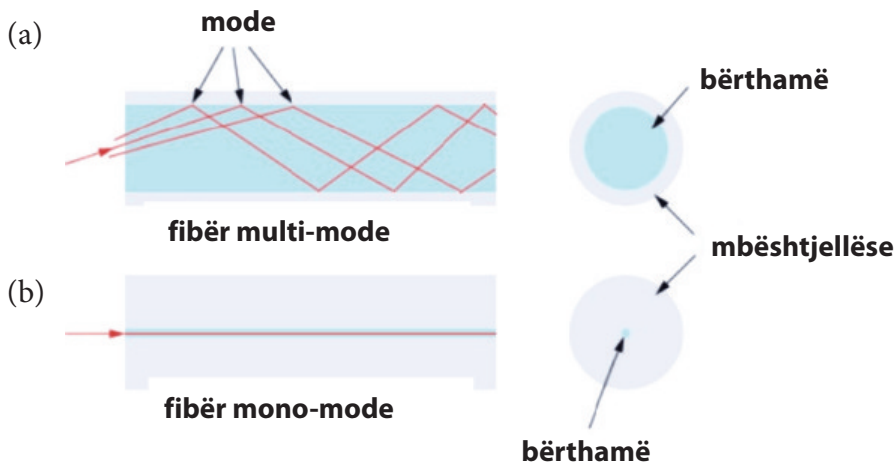


Fig. 5-5. Fibër optike multi-mode dhe mono-mode

Procesi teknologjik për prodhimin e fibrave optike është thjeshtuar dhe me këtë edhe më i lirë, nëse prodhohen fibra me diametër më të madh të bërthamës. Në fibër më të gjerë më lehtë futet drita dhe emetuesi nuk është shumë i fokusuar dhe më lehtë i pranon mesazhet. I gjithë sistemi optik është më i lirë, kështu që sistemet e tilla sot përdoren në rrjetat kompjuterike lokale. Me standardin ISO 11801, me të cilin përcaktohet struktura e rrjetave LAN, rekomandohen fibra multi-mode, edhe atë me diametër prej $62,5\ \mu\text{m}$ (mbështjellësja është

125 μm , kështu që këto fibra shënohen si 62,5/125). Për distanca më të mëdha në telekomunikacione rekomandohen fibra optike mono-mode me shenjën 8/125, që do të thotë me diametër të bërthamës prej 8 μm dhe mbështjellëse prej 125 μm .

5.3 METODAT E TRANSMETIMIT NËPËR FIBRAT OPTIKE

Të gjitha fibrat optike kanë bërthamë prej qelqi që ka indeks të caktuar të thyerjes, dhe mbështjellëse që ndodhet rreth bërthamës. Mbështjellësja është gjithashtu prej qelqi, por me indeks tjetër të thyerjes. Drita nga burimi vjen në bërthamë, por në një kënd të caktuar që të vijë deri te reflektimi total.

Varësisht nga struktura, mënyra e reflektimit nga sipërfaqja kufizuese dhe diametri i fibrave optike, dallojmë tre lloje të fibrave optike:

- fibra optike multi-mode me indeks të thyerjes shkallë-step;
- fibra optike multi-mode me indeks të thyerjes gradual-gradient, dhe
- fibra optike mono-mode me indeks të thyerjes shkallë.

Në Fig. 5-6 mund të shohim parimin e transmetimit me anë të fibrave optike.

Fibra multi-mode me indeks të thyerjes shkallë ka diametër prej 100 μm deri në 970 μm dhe mund të ndërtohet prej qelqi, PVC ose nga plastika. Bërthama dhe mbështjellësja kanë indekse të ndryshme të thyerjes. Bërthama është e bërë vetëm nga një material, indeksi i thyerjes i bërthamës është n_1 , kështu që rrezja e dritës përmes fibrës përhapet në materialin e njëjtë dhe shtegu i saj është vijë e drejtë, kurse kur arrin në sipërfaqen kufizuese reflektohet totalisht nga ajo. Këto janë të ashtuquajturat fibra me indeks-step.

Pasi që diametri i bërthamës është i madh, përmes fibrës njëkohësisht përhapen shumë mode të ndryshme. Si rezultat i kësaj, kemi zgjerim të konsiderueshëm të impulsit në daljen e fibrës.

Fibra multi-mode me indeks të thyerjes gradient. Në qoftë se bërthama është e bërë prej qelqi me indeks të thyerjes që nuk është i njëjtë në të gjitha pikat, atëherë edhe shtegu i rrezes nuk do të jetë i vijë e drejtë. Në çdo vend ku ndryshon indeksi i thyerjes sillet si sipërfaqe kufitare e vogël që e reflekton rrezën. Në fibrat multi-mode me indeks të thyerjes

gradient, qendra e bërthamës ka indeks të thyerjes më të madh nga skajet e saj. Indeksi thyerjes gradualisht zvogëlohet duke shkuar nga qendra drejt pjesëve të jashtme të bërthamës. Prandaj, drita që udhëton nëpër qendër të bërthamës udhëton më ngadalë se drita që kalon në skajet e bërthamës. Drita që reflektohet nga pjesët kufitare ka rrugë më të gjatë, por udhëton me shpejtësi më të madhe, kështu që në dalje do të arrij në të njëjtën kohë me dritën që udhëton përmes qendrës. Me këtë është zvogëluar zgjerimi i padëshiruar i impulsit.

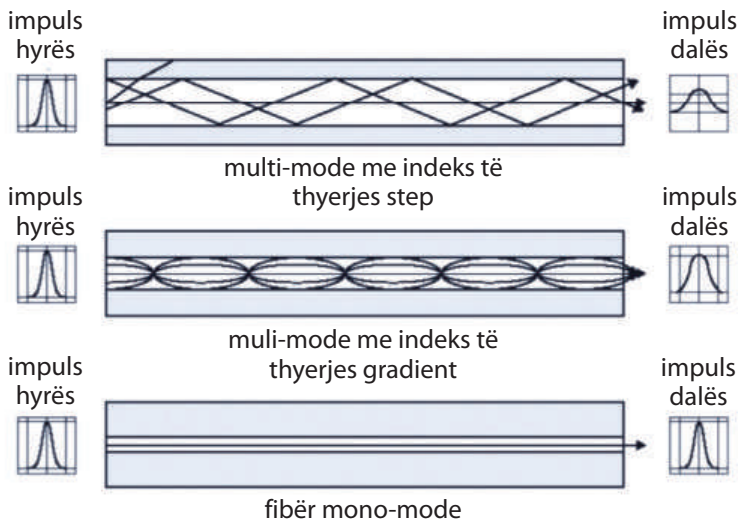


Fig. 5-6. Lloje të fibrave optike: multi-mode me indeks të thyerjes step; multi-mode me indeks të thyerjes gradient, dhe fibra mono-mode

Fibra mono-mode me indeks të thyerjes step ka bërthamë me diametër prej 8-10 μm . Indeksi i thyerjes i bërthamës është vetëm pak më i madh se ai i mbështjellëses dhe nuk ndryshon në funksion të rrezes së bërthamës. Diametri i bërthamës është aq i vogël sa që mund të transmetojë vetëm një mode, me çka në masë të madhe është zvogëluar zgjerimi i impulsit në dalje.

5.3.1 Dritaret optike

Për transmetim të sinjaleve optike sot përdoret drita gjatësia valore e së cilës është në kufijtë mes brezit të dritës së dukshme dhe infrared ku është vërejtur se drita me gjatësi valore të caktuar (frekuencë) gjatë kalimit

përmes fibrës optike dobësohet (shuhet) më pak se të tjerat. Gjatësitë valore që përdoren në telekomunikacionet optike në të cilët ka dobësim të vogël të sinjalit të dritës quhen “dritare optike”.

Nëse kryejmë matje, ashtu që në fillim të fibrës optike, saktësisht të gjatë një kilometër, do të vendosim emetues të sinjaleve optike me gjatësi vale $0,70\ \mu\text{m}$ dhe do ta përcaktojmë fuqinë në fund në marrës të caktuar. Pastaj do të masë fuqinë e sinjalit optik në mes të transmetuesit dhe marrësit. Matjen e përsërisim kështu që e zëvendësojmë çiftin transmetues- marrës me të ri që punon në gjatësi valore prej $0,75\ \mu\text{m}$ dhe përsëri matim. Pastaj përsëri e zëvendësojmë çiftin transmetues-marrës me çifte të reja që punojnë në $0,80\ \mu\text{m}$. Në këtë mënyrë i matim të gjitha gjatësitë valore në brezin prej $0,70\ \mu\text{m}$ deri në $1,60\ \mu\text{m}$, me hap prej $0,05\ \mu\text{m}$. Kështu vlerat e matura i paraqesim grafikisht, kështu që tregohet varësia e ndryshimit të shuarjes në gjatësi njësi, gjegjësisht shuarja gjatësore α (dB/km). Varësia grafike e shuarjes gjatësore nga gjatësia valore është treguar në Fig. 5-7.

Në grafik dallojmë zona të gjatësisë valore ku shuarja është dukshëm më e vogël se sa në të tjerat. Këto zona quhen “dritare optike”.

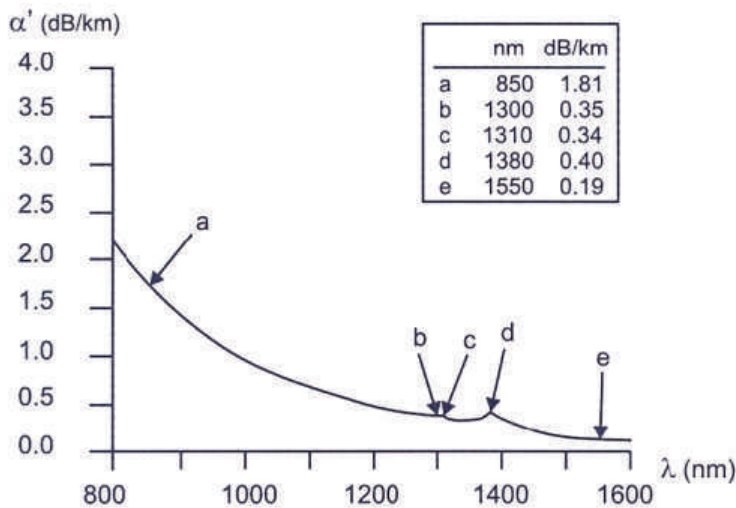


Fig. 5-7. Varësia grafike e shuarjes gjatësore nga gjatësia valore

Dritarja e pare optik është në $0,85 \mu\text{m}$, dritarja e dytë optike është në $1,3 \mu\text{m}$ dhe në rreth $1,55 \mu\text{m}$ është dritarja e tretë optike. Për transmetimin e sinjaleve optike përdoren transmetues dhe marrës të cilët emetojnë dritë me gjatësi valore të cilat ndodhen në dritaret optike. Më mirë është kur e shfrytëzojmë dritaren e tretë optike, nëse çmimet e transmetuesit dhe marrësit që punojnë në këtë dritare optike nuk janë të lartë. Me përsosjen dhe uljen e kostos së komponentëve optikë, në vend të dritares së parë optike përdoret dritarja e dytë optike, kurse sot përdoret i gjithë brezi i frekuencave të dritares optike të dytë dhe të tretë.

Është e mundur që njëkohësisht të transmetohen më tepër sinjale të dritës me gjatësi valore të ndryshme në një dritare optike. Atëherë më mirë shfrytëzohet potenciali i fibrave optike. Për realizimin e këtij transmetimi përdoren transmetues që japin sinjale me spektër të ngushtë, të cilat ndërlidhen njëri me tjetrin, kurse gjatë kësaj nuk ka përzierje të sinjaleve. Sistemet optike të cilët janë të realizuar në këtë mënyrë kryejnë multipleksimin e gjatësive valore dhe quhen sisteme WDM (Wavelength division mulltiplex). Ky është një multipleskim në frekuencë. Në Fig. 5-8 tregohet sistemi WDM me tre sinjale spektrat e të cilëve nuk përputhen. Dritat janë me ngjyra të ndryshme ose gjatësi valore dhe secila prej tyre bart kanal të ndryshëm të të dhënave.

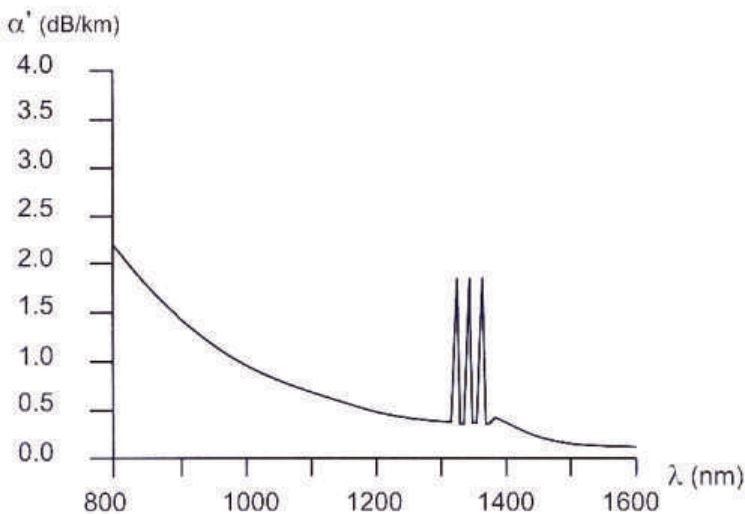


Fig. 5-8. Sistemi WDM me tre sinjale

DWDM (Dense wavelength-division multiplexing) është sistem për transmetim të dendur të rrezeve të dritës me frekuenca të ndryshme nga 4 dhe më tepër gjatësi valore në dritaren e tretë optike, në të cilën kryesisht përdoren prej 16 deri 40 gjatësi valore të ndryshme. Në laboratorët e Bell-it në vitin 1997 u demonstrua përdorimi i sistemit WDM me 100 rreze, gjatë së secilës secila punonte me 100Gbps. Në përdorime komerciale gjinden sisteme me 80 kanale prej 100Gbps. Në sistemet më të reja numri i frekuencave, gjegjësisht ngjyrave, është deri në 160. Në planifikim janë edhe sistemet me 240 gjatësi valore të multipleksuara. Në Fig. 5-9 tregohet multipleksimi në kohë për transmetim DWDM.

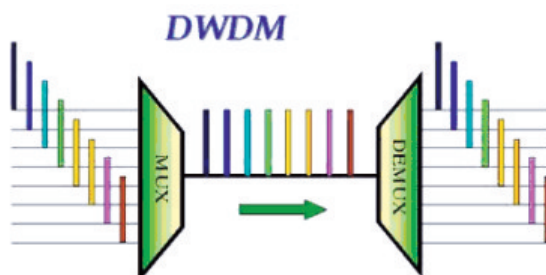


Fig. 5-9 Multipleksimi në kohë për transmetim DWDM

Zbatim të madh kanë edhe sistemet me 8 gjatësi valore CWDM (CoarseWDM). Ata kanë çmim më të ulët sepse nuk kanë nevojë për laser të qëndrueshëm në temperaturë.

5.4 KONVERTUESIT ELEKTRO-OPTIK

Në sistemet optike të komunikimit sinjali elektrik në dalje të emetuesit, me ndihmën e konvertuesve elektro-optik (laserëve dhe diodave të dritës), konvertohet në sinjal të dritës, kurse në hyrje të marrësit, me ndihmën fotodetektorëve, sinjali i dritës konvertohet në elektrik. Pra fotoelementet luajnë një rol dhe vend të rëndësishëm në sistemet me fibra. Pajisje optike më shpesh të përdorura të cilat sinjalin elektrik nga transmetuesi e konvertojnë në dritë janë:

- LD (Laser Diode) burime të dritës koherente të cilët janë më të fuqishëm, por më pak të besueshëm dhe më të shtrenjtë;
- LED (Light Emitting Diode) burimet të dritës jo koherente të cilët janë më dobët, por shumë të sigurt dhe më të lirë.

Kur transmetimi është me sinjale të moduluar në amplitudë, atëherë bëhet ndryshimi i intensitetit të dritës të burimit të dritës, kurse kur transmetimi është me sinjale digjitale të moduluar, atëherë kemi impuls të dritës me gjatësi ose pozitë të ndryshueshme. Në Fig. 5-10 është treguar një kabllo optike me fotoelement diodë LED.

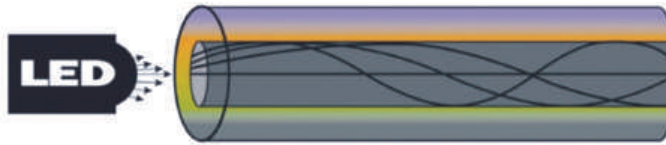


Fig. 5-10. Kabllo multi-mode me diodë LED fotoemetuese

Si marrës optik në anën e transmetuesit përdoren detektorë të ndjeshëm ndaj dritës, në të cilët kryhet konvertimi i dritës në sinjal elektrik. Në anën e marrjes zakonisht përdoren:

- Fotodioda PIN,
- APD (Avalansh Photo Diode) fotodioda ortek;

Drita që përdoret për bartjen e informacioneve është në brezin prej 10^{14} Hz deri në 10^{15} Hz ose (300nm deri në 3 μ m). Në këtë brez përdoren disa pjesë ose dritare, të tilla si:

- dritarja e parë (FW–first window) në 850nm;
- dritarja e dytë (second SW) në 1.300nm;
- dritarja e tretë (TW–third window) në 1.500nm
- dritare e dyfishtë (DW–double window), gjegjësisht kombinim i dy dritareve.

5.4.1 Fotodioda

Fotodiodat janë elemente gjysmëpërçues në të cilët përçueshmëria elektrike ndryshon në varësi të dritës. Gjatë polarizimit invers rrjedh rrymë shumë e vogël e errësirës, kurse në polarizim direkt intensiteti i rrymës elektrike është në raport të drejtë me dritën. Në diodat e silicit ndjeshmëria është më e madhe për gjatësinë valore prej rreth 900nm. Në krahasim me fotorezistorët, fotodiodat kanë karakteristikë të frekuencave shumë të mirë (ineracion më të vogël), kurse varësia e rrymës nga fluksi i dritës është linear.

Së errësirës, në varësi nga temperatura dhe nga vlerat e tyre të vogla. Prandaj fotodiodat zakonisht janë në lidhje me përforcues transistorësh.

5.4.2 Dioda-LED

Dioda e dritës ose LED (Light Emitting Diode) është një element gjysmëpërçues me një kalim në të cilin energjia elektrike konvertohet në energji drite.

Funksionimi i diodës LED është i anasjelltë me funksionimin e fotodiodës. Kur ajo është e polarizuar direkt, gjegjësisht ku anoda është në potencial më të lartë se katoda, dioda emeton dritë. Gjatë përplasjes së elektroneve me atomet vjen deri te lirimi i energjisë, d.m.th fotoneve (grimca elementare të dritës). Ky fenomen quhet efekti elektrolumineshencës, i cili paraqitet në të gjitha kalimet pn, por lehtë vërehet vetëm në materiale të caktuara gjysmëpërçues. E çfarë ngjyre do të jetë drita, varet nga materiali nga i cili është ndërtuar dioda. Për shembull, arsenit i galiumit jep dritën infra të kuqe, fosfidet e galiumit japin dritën e dukshme me ngjyrë të kuqe, ndërsa fosfidet e galium arsenit, në varësi nga sasia e fosforit, mund të kenë dritë të gjelbër ose të verdhë. Diodat infra të kuqe përdoren në telefonat celularë, komanduesit nga largësia, sensorët, në robotikë, për incizime natën etj. Çdo diodë ka rrymën e vetë të punës (e rendit të madhësisë prej 20mA), gjatë së cilës dioda ndriçon më fortë. Në rryma të vogla dioda ose ndriçon më pak ose nuk ndriçon, kurse në rryma më të mëdha mund të dëmtohet. Në këtë rrymë të punës përshtatet edhe tensioni i punës përkatës (LED e kuqe $U_D = 1,6V$; LED potokalli $U_D = 2V$; LED e gjelbër $U_D = 2,4 V$; LED e kaltër $U_D = 3,4 V$).

Diodat ndriçuese montohen në shtëpiza plastike ose metalike në formë cilindrike, sipërfaqja e sipërme e të cilave është nga materiali i tejdukshëm, shpesh mund të shtohet shirit ose filtër optik, i cili do të ndryshojë ngjyrën e dritës. Anët e mirë të diodës LED janë: puna me tensione të vogla dhe konsumim të ulët të fuqisë, shpejtësia e madhe në reagim, jetëgjatësi të madhe, zonë të gjerë të temperaturës së punës, rezistencë të lartë mekanike. Mangësi janë: varësia temperatuore e fuqisë nga rrezatimi i dritës dhe ndjeshmëria e gjatë rritjes së tensionit dhe rrymës.

5.4.3 Laserët

Laserët janë gjeneratorë optik cilësor të valëve monokromatike dhe koherente të dritës, në pjesën e dukshme, infra të kuqe dhe ultraviolet të spektrit, të fituara me ndihmën e emetimit të stimuluar. Emri LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) do të thotë përforcim i dritës me emetim të stimuluar të rrezatimit.

Laseri i parë i cili punon në zonën e optike është laseri i rubinit i ndërtuar në vitin 1960.

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, të lëngshëm ose të gazta. Në grup të veçantë të laserëve numërohen laserët gjysmëpërçues.

Sipas metodës së ngacmim të atomeve, laserët mund të jenë: optik, termik, kimik, laserët që i ngacmojnë atomet me tufa elektronike me energji të lartë, laserët me elektro-jonizim etj.

Varësisht nga përbërja e brendshme e mjedisit aktiv, laser mund të ndahet në: atomik, molekular dhe jonik, kurse sipas regjimit të punës në: laser të vazhdueshëm (Laseri He-N), impulsiv (i rubinit) dhe laser impulsivo-periodik. Sipas zonën spektrale të gjenerimit laserët punojnë në spektrin: infrared (të afërt dhe të largët), të dukshëm, ultravjollcë dhe röntgen.

Në varësi të shpërndarjes së dritës, laserët mund të jenë: të vazhdueshëm dhe impulsiv. Në laserët e vazhdueshëm drita është e vazhdueshme në varësi të kohës, kurse në impulsivët drita ndryshon në mënyrë periodike me kohën. Laserët me rrezatim të vazhdueshëm zakonisht janë me fuqi të vogël (deri 100mW) dhe zakonisht janë në brezin e kuq ose infrared të dritës. Si materie aktive, dhe njëkohësisht edhe si gjenerator, përdoren pllaka gjysmëpërçuese (në anglisht chip) të llojit GaAs, InP, GaSb. Ato prodhohen masovikisht dhe gjerësisht përdoren për shkak të teknologjisë së thjeshtë të përpunimit dhe çmimit të ulët.

Pjesë themelore përbërëse të çdo laseri janë:

- **mjedisi i punës** – mjedisi aktiv ku ka kushte për polarizim invers të niveleve të energjisë, dhe me këtë edhe për të krijuar emetim të stimuluar;
- **sistemi i ngacmimit** – ose ndriçimi impulsiv i atomeve (për të krijuar polarizimin invers në mjedisin aktiv);

- **rezonator optik** – pasqyrë për të ndarë rrezet e fotoneve në drejtimin e zgjedhur dhe formimin e një rreze drite koherente me një gjatësi vale të caktuar; dhe
- **sistemi i ftohjes.**

Skema optike e është treguar në Fig. 5-11.

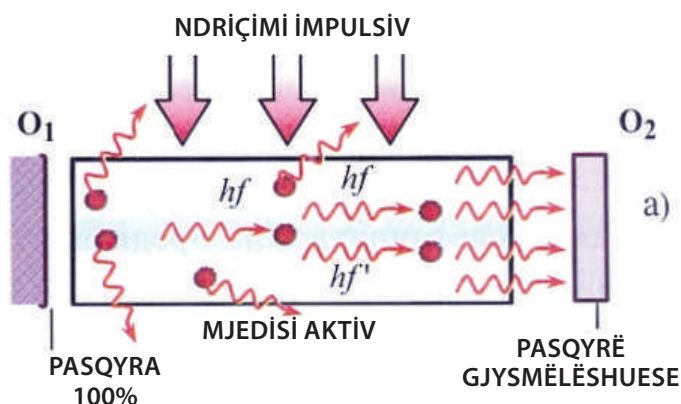


Fig. 5-11. Skema e laserit

Rrezatimi laserik paraqitet si rezultat i rikombinimit të elektroneve dhe vrimave në vetë gjysmëpërçuesin kur në skajet e tij do të vendoset tension përkatës. Gjatësinë valore nominale të emetimit (ngjyrën) e definojnë lloji i gjysmëpërçuesit dhe rryma e cila kalon nëpër të njëjtin, si dhe temperatura.

Vetitë themelore të dritës së laserit, siç janë: koherenca kohore hapësinore, monokromatizmi i madh, divergjencia e vogël, intensiteti i madh dhe fokusimi i lehtë në sipërfaqe të vogla, kanë gjetur zbatim të madh në shkencë dhe teknikë.

Për shkak të koherencës së lartë, drita laser është më e mirë për modulim nga radiovalët. Pasi që drita laser ka miliona herë frekuencë më të lartë se radiovalët, më i madh është edhe numri i informacioneve (tonit dhe figurës) që transmetohet. Ekzistojnë linja drite shumë kanalesh (kabllo optike) përmes të cilave transmetohet tufa e dritës laserike.

5.5 KARAKTERISTIKAT E TRANSMETIMIT TË FIBRAVE OPTIKE

Karakteristikat e transmetimit definojnë linjat optike dhe përdorimin e tyre. Karakteristikat tipike të transmetimit të fibrave optike janë: hapja numerike, shpejtësinë e përhapjes, shuarja, dispersioni, gjerësia e brezit të lëshimit dhe numri i modeve.

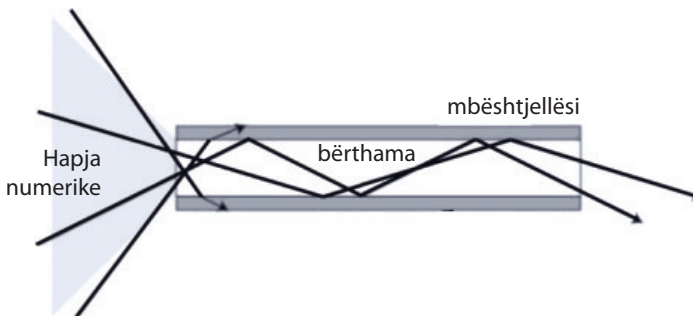


Fig. 5-12. Hapja numerike

Një faktor i rëndësishëm që ndikon në sjelljen e dritës bërthamë është hapja numerike apo apertura numerike (NA) e fibrës. Që të fitohet sa më shumë dritë laseri në marrës, është e nevojshme që të përdoret metodë sa më efikase për futjen e dritës në bërthamë. Hapja numerike është zona para fibrës optike në të cilën bien rrezet e dritës. Në Fig. 5-12 tregohet hapësira e futjes së mundshme.

Hapja numerike mund të mendohet si gyp kryesor para bërthamës i cili e çon dritën brenda. Çdo rreze e dritës që hyn me kënd më të madh se këndi i caktuar nga gypi, do të humb në mbështjellëse, sepse nuk do të reflektohet nga sipërfaqja kufizuese mes bërthamës dhe mbështjellëses, por ajo do të shpërbëhet dhe do të udhëtojë nëpër mbështjellëse.

Në fibrat optike multi-mode në të cilat futen më tepër rreze drite, të gjitha ato kanë kënd rënës të ndryshëm. Kënd i rënies në hapësirën e hapjes numerike përcakton edhe modin, shtegun e lëvizjes nëpër fibër optike që përhapet me reflektim total. Hapja numerike e fibrës optike varet nga indeksi i thyerjes së bërthamës (n_1) dhe i mbështjellëses (n_2).

$$NA = \sin \theta = \sqrt{(n_1)^2 - (n_2)^2} \dots\dots\dots (5-2)$$

Nga indeksi i thyerjes n varen edhe disa parametra të fibrës optike, siç janë:

Shpejtësia e përhapjes - shpejtësia e përhapjes përmes fibrës optike është e njëjtë me shpejtësinë e dritës, por varet në raport të zhdrejtë nga indeksi i thyerjes së mjedisit nëpër të cilin përhapet, gjegjësisht, bërthama

$$v = C_0 / n \dots \dots \dots (5-3)$$

ku C_0 është shpejtësia e dritës.

Dispersioni është fenomeni i zgjerimit të impulsit të dritës kur ai udhëton nëpër fibrën optike. Dallojmë dispersion modal, dispersion material dhe dispersion valor.

Dispersioni modal paraqitet vetëm në fibrat multi-mode. Ai është rezultat i asaj se drita kalon rrugë të ndryshme nëpër fibër dhe në skajin e largët arrin me vonesë të caktuar.

Dispersioni material paraqitet për shkak se drita me gjatësi valore të ndryshme lëviz me shpejtësi të ndryshme nëpër fibër.

Dispersioni valor është dispersioni më i rëndësishëm në fibrat mono-mode. Ai paraqitet për shkak se drita udhëton me shpejtësi të ndryshme nëpër bërthamë dhe mbështjellëse.

Shuarja e dritës është po ashtu një parametër i rëndësishëm gjatë transmetimit nëpër fibrat optike. Kur drita udhëton nëpër bërthamë, shuarja mund të shkaktohet nga katër arsye: absorbimi, shpërndarja, makro mbështjellja dhe mikro mbështjellja.

Absorbimi paraqitet si pasojë e ekzistencës së papastërtive të shpërndara në bazën e qelqit.

Shpërndarja paraqitet kur drita godet në pozitë të caktuar në materialin me dendësi të ndryshme.

Makro mbështjellja është mbështjellja e fibrës optike që është më e madhe se sa rrezja e lejuar e mbështjellëses së fibrës, dhe e cila shkakton që drita ta lëshojë bërthamën dhe të udhëtojë nëpër mbështjellëse (zakonisht, mbështjellja ndodh për shkak të instalimit të keq).

Mikro mbështjellja është shtrembërim mikroskopik në fibrën optike e cila shkakton që drita ta lëshojë bërthamën dhe të udhëtojë nëpër mbështjellësen (mikro mbështjellja është rezultat i problemeve të caktuara në procesin e prodhimit). Burimi optik dhe marrësi duhet të jetë i lidhur me fibrën e njëjtë.

Gjerësia e brezit të lëshimit të linjave optike e përcakton brezin e frekuencave në të cilin amplitudat e impulseve nuk zvogëlohen për gjysmë, gjegjësisht zvogëlim për 3dB. Gjerësia e brezit është e lidhur ngushtë me dispersionin në linjën optike dhe për disa linja optike është:

- në fibrat optike multi-mode me të thyerjes step, brezi i lëshimit është disa dhjetëra MHZ në 1 km;
- në fibrat optike multi-mode me indeks të thyerjes të vazhduar, gradual, brezi i lëshimit është disa qindra MHZ në 1 km;
- në fibrat optike mono-mode me indeks të thyerjes shkallë (step indeks), brezi i lëshimit është mijëra MHZ në 1km.

Ky produkt e përcakton cilësinë e transmetimit nëpër linjë optike. Për shembull, linjë optike me brez lëshimi prej 200 MHz në 1km, ka aftësinë për të transmetuar: 200MHz në 1 km, 400MHz në 0,5 km, ose 100MHz në 2 km.

Numri i modeve kryesore në fibrat optike varet nga: diametri i bërthamës, gjatësia valore dhe nga hapja numerike.

5.6 MODULET OPTIKE

Moduli optik është grup i fibrave optike të cilat në mënyrë të caktuar janë të bashkuara së bashku dhe janë të vendosur në mbështjellëse mbrojtëse. Çdo fibër është e mbrojtur mekanikisht me mbështjellëse të një lloji të plastikës. Mënyra se si fibra është vendosur në mbrojtëse përcakton se ku mund të përdoret moduli, a është i mirë për instalim në një ndërtesë ose mund të instalohet jashtë.

Modulet kanë dizajne të ndryshme që e përcaktojnë rezistencën mekanike të tyre. Mes bërthamës dhe mbështjellëses mbrojtëse ndodhet tubi ose bufferi.

Sot përdoren tre lloje themelore të moduleve:

- Moduli klasik - në të cilat fibrat optike janë rregulluar lirshëm në rrathë koncentrik (Fig. 5-13-a);
- Modul në formë shiriti - në të cilin fibra të caktuara të mbrojtura dhe të pambrojtura janë të vendosura në shirita të veçantë të alumini të plastifikuar ose poliester (Fig. 5-13-b);
- Modul në formë ulluku - në të cilin fibrat janë të vendosura lirshëm në ulluqe në periferi të mbajtësit cilindrik nga plastika. Forma e ulluqeve mund të jetë drejtkëndëshe, trekëndëshe dhe gjysmërreth.

Zakonisht është në përbërjen e tyre që të ketë një element të shkarkimit mekanik, për shembull, tela çeliku (Figura 5-17).

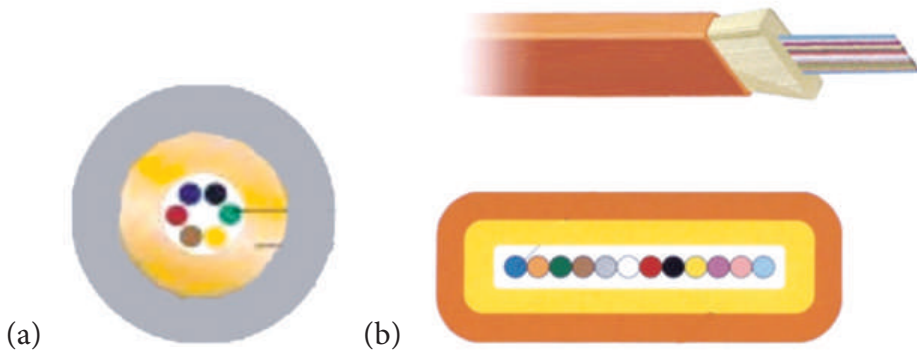


Fig. 5-13. Module optike (a) moduli klasike, (b) moduli në formë shiriti

Në modulet që përdoren vetëm për montim të brendshëm, kjo mbështjellëse mbrojtëse është e vendosur direkt në fibër dhe është e lidhur ngushtë me të (tight buffer ose tub i ngurtë).

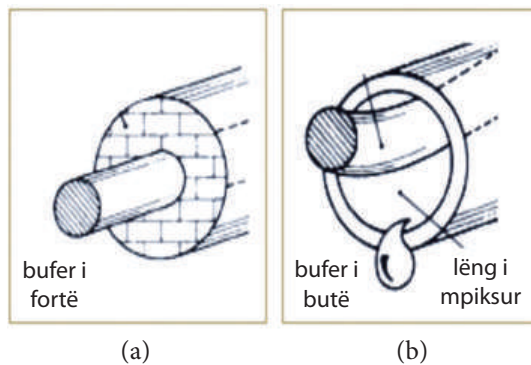


Fig. 5-14. Dizajni i fibrave optike (a) tub i ngurtë, (b) tub i butë

Në modulet që janë për instalim të jashtëm mes fibrës dhe mbështjellëses gjendet shtresë prej masës amorse (loose tube) apo tub i butë-i lirshëm. Në Fig. 5-14 tregohen dy lloje të dizajnit të moduleve optike. Me ndryshimin e temperaturës vjen deri te zgjerimi dhe plasja e mbrojtjes. Në tubin e butë pjesë e shtypjes shkon në masën e mpiksuar, kështu që ky lloj i moduleve mund të përdoret për instalimin të jashtëm.

5.7 KABLOT OPTIKE

Kablo optike është një grup i më tepër moduleve optike të cilët janë të bashkuar në mënyra të caktuara. Pra, të gjitha kabllo optike përbëhen nga dy ose më shumë fibra (ka 60 ose më shumë). Fibrat optike dhe modulet optike në kablo mund të vendosen në mënyra të ndryshme. Në varësi të shpërndarjes së tyre, kabllo mund të ndahen në dy grupe: kablo me strukturë të fortë dhe kablo me strukturë të butë. Në Fig. 5-15 tregohen disa realizime të kabllove optike.



Fig. 5-15. Kablo optike

Për kabllo me strukturë të fortë karakteristike është sa vijon:

- Mbrojtja primare është nga silikoni shumë i butë, rrëshira ose nga akrila, me një trashësi prej 0,1 mm deri në 0,2 mm.
- Direkt mbi mbrojtësen primare gjendet shtresa e mbrojtjes sekondare nga poliesteri, poliamidi ose polyolefini, me trashësi prej 0,1 deri në 0,3 mm.
- Diametri i përcjellësit optik është zakonisht nga 0,6 deri në 1,2 mm.

Në Fig. 5-16 është paraqitur prerja tërthore e një kablo optike me vendosje koncentrike të fibrave, ku me 1 është paraqitur mbështjellësja mbrojtëse, me 2 masa e mpiksuar, me 3 fibra optike dhe me 4 – gypi i plastikës. Në këto kablo mund të arrihet densitet i lartë i paketimit të fibrave dhe lakueshmëri e lartë. Këto kablo durojnë peshën e goditjeve dhe shtypje të larta kohë shkurtër. Që të mund të durohen temperatura shumë të ulëta dhe të larta, përpunimi i fibrave optike kërkon saktësi gjeometrike të madhe dhe njëtrajtshmëri të karakteristikave fizike të mbrojtjes primare

dhe sekondare. Kabllot e tilla mund të punojnë në brez të temperaturave prej -55°C deri në $+70^{\circ}\text{C}$.

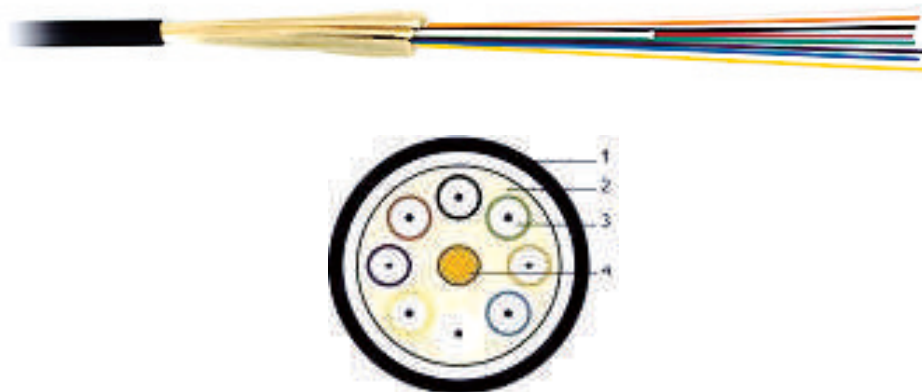


Fig. 5-16. Kabllo optike me fibra të vendosura në mënyrë koncentrike

Kabllot me strukturë të butë. Kabllot me strukturë të butë mund të jetë: kabllot me ulluqe dhe kabllot me tuba.

Në kabllot me ulluqe - modulet klasike dhe me ulluqe janë organizuar në mënyrë koncentrike, ngjashëm si në kabllot simetrike (Figura 5-17). Në elementin qendror, i cili është prej çeliku, gjendet profil nga plastika e fortë, për shembull me 6 ulluqe. Ulluqet janë ose në formë të vidës ose në formë të sinusoidës. Në ulluqet e pa tendosura janë vendosur fibra optike (një ose më shumë në çdo ulluk). Ulluqet (vrimat) mund të jenë të mbushure me lëng të pleksur ose vaj. Mbi profilin plastik është vendosur shtresë nga shirita plastike – veshje polietileni. Modulet në shirit renditen ashtu që dy funde mbeten bosh për shkak të mbrojtjes.

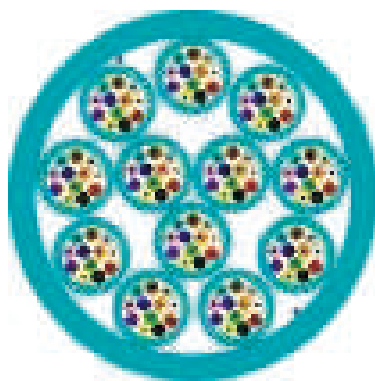


Fig. 5-17. Kabllot optike me module në formë ulluku

Përveç fibrave optike, në bërthamën e kabllos futen edhe elemente për forcim, të cilët i mbrojnë fibrat optike nga tërheqja dhe këputja. Për këtë qëllim zakonisht përdoren: tela prej çeliku, alumini ose bakri; fije nga poliesteri, qelq ose karbon; më tepër fibra të bashkuara nga materiali plastik etj. Elementet për forcimin mund të vendosen: në mes të bërthamës, periferi të bërthamës ose rreth bërthamës. Elementet tjera janë: mbrojtja e jashtme, e cila është metalike, dhe lloje të ndryshme të materialeve plastike për mbushjen e kabllove.

Shënimi i kabllove optike bëhet me shkronja ose shifra. Kabllot optike me më tepër fibra mode e kanë shënimin e mëposhtëm:

TO MM ab nxAxNxBxS,

ku:

TO- është kablllo –TK me fibra optike;

MM- tregon fibra me më shumë mode (Multi Mode);

ab- është shenjë numerike për armaturën e kabllove (13-polietilen, 14- PVC, 15- me yndyrë);

n - është numri i fibrave;

A - është shenja numerike për shuarje [dB/km];

N - (**me numër romak**) është gjatësia valore (I-850mm, II-1.300mm);

B - është brezi i frekuencave (MHz/km), dhe

S - është tregues shtesë për konstruksionin.

Procedura për vendosjen e kabllove optike në tokë është e ngjashme me teknikën konvencionale të vënies së kabllove-TK prej bakri në kanalizimin kabllor. Gjatë instalimit të kabllove optike kujdes i veçantë i kushtohet mbrojtjes nga goditjet, ngarkesave, si dhe mbrojtja nga brejtësit. Gjatë vendosjes përdoren plugje dhe rrotëza me automjete, ose vendosen me dorë. Tërheqja e kabllove optike në kanalizimin kabllor bëhet me ndihmën e bymehjes së ajrit të kompresuar. Që të shfrytëzohet hapësira e kanalizimit kabllor (për shembull, në tub me diametër prej 100mm) së pari tërhiqen tre ose katër tuba shtesë me diametër të jashtëm, prej 35mm deri në 40mm, dhe pastaj në të vendosen kabllot optike me diametër prej 23mm.

Kabllot optike mund të instalohet edhe mbi tokë, si pjesë e rrjetave ajrore. Vendosja e tillë e kabllove optike është e ngjashme me mënyrën konvencionale të vendosjes së linjave ajrore. Gjatë kësaj, mund të shfrytëzohet edhe infrastruktura e transmetimeve të tjera. Kështu, për shembull, mund

të përdoren rrjetat në qarkullimin hekurudhor. Gjatë kësaj vendosej duhet marrë parasysh ndikimet e jashtme (temperatura, era, etj.).

Kablloptike vendosen edhe në ndërtesa, si dhe në hapësira të caktuara. Gjatë kësaj merret parasysh bashkimi i fibrave optike, i cili mund të jetë:

- me nxehtësi (me shkrirje termike), gjatë së cilës janë të mundshme shuarje prej 0,1 dB, ose
- me fiksime mekanike, gjatë të cilit janë të mundshëm shuarje deri në 0,3 dB.

Kablloptike të bashkuara vendosen në shtëpiza, gjegjësisht në bashkues optik.

SHTOJCA 1

Janë dhënë konektorët për lidhjen e pajisjeve optike me kablloptike.

AKTIVITETI

Të bëhet krahasimi i kabllove optike nga prodhues të ndryshëm në varësi të performancës.

PËRMBLEDHJE:

- Fibra optike ose linja optike është një medium për të transmetuar më tepër sinjale në të njëjtën kohë në drejtimin e njëjtë. Fibra optike mund të jetë mono-mode dhe multi-mode.
- Përgjatë gjatësisë së fibrës optike transmetohet sinjal i dritës me gjatësi valore në brezin prej 800 deri në 1.600nm.
- Pjesë themelore të sistemit optik janë transmetuesi, linja optike dhe marrësi i dritës.
- Transmetuesi mund të jetë një laser apo diodë LED. Marrësi mund të jetë një fotodiodë PIN ose APD.
- Vetë të mirë të fibrës optike janë: dimensionet dhe pesha e vogël, nuk është e ndejshme ndaj ndikimeve elektromagnetike, nëpër një fibër transmetohet një numër i madh i sinjaleve, shuarje të vogël dhe kërkohet numër i vogël i përforcuesve, nuk është e dëmshme për shëndetin e njeriut dhe është ekonomike.
- Dritaret optike janë zona të gjatësive valore në të cilat shuarja e sinjalit të dritës është e vogël. Ekzistojnë tre dritare optike: I (rreth 0,85 μm), II (rreth 1,3 μm) dhe III (rreth 1,55 μm), me shuarje më të vogël.
- Kabllo optike ka më tepër fibra optike në mbështjellësen që e mbron nga ndikimet mekanike të mjedisit.
- Kabllot me strukturë të fortë përdoren për instalimet. Kabllot me bërthamë me strukturë të butë vendosen në tokë ose kanalizimin kabllor.
- Hapja numerike përcakton vlerën maksimale të këndit rënës të dritës nga mjedisi i jashtëm në brendësi të fibrës, gjatë së cilës vjen deri te reflektimi total në kufirin e mbështjellëses dhe fibrës.

PYETJE DHE DETYRA:

1. Cila gjatësi valore e sinjalit të dritës transmetohet përmes fibrës optike?
2. Çka është fibër optike?
3. Si ndahen fibrat optike sipas funksionit?
4. Shpjego termin “dritare optike”!
5. Si ndahen kablloptike në varësi të ndërtimit?
6. Shpjego strukturën e kabllove optike!
7. Cilat janë karakteristikat e laserit?
8. Kur përdoren bërthamat me strukturë të butë?
9. Çka tregojnë shenjat e kabllove optike:
 - a. TO MM 09 19 29 R6 x1x30x600C M A
 - b. TO SM 03 4 x 0,8 x 3,5 11x CAN

Rrethoni përgjigjen e saktë:

10. Çfarë domethënie kanë shkronjat MM në shenjën e kabllove optike me fibra me më të përmode TO MM ab nxAxNxBS
 - a. fibra multi-mode
 - b. fibra mono-mode
 - c. numri i modeve
 - d. numri i moduleve
11. Cilat kabllo optike duhet t'i zgjedhim nëse duam të arrijmë transmetim më cilësor të sinjaleve?
 - a. me shirita
 - b. me ulluqe
 - c. klasike
 - d. standarde
12. Sa është trashësia e fibrës optike multi-mode me indeks të thyerjes step?
 - a. nga 100 deri në 970μm
 - b. nga 100 deri në 970nm
 - c. 1.970cm
 - d. 10μm
13. Çka është një grup i fibrave optike që janë të bashkuar së bashku në një farë mënyre?
 - a. modul optik
 - b. kabllo optike
 - c. linjë optike
 - d. mod optik

6. ANTENAT

Lidhja mes transmetuesit dh marrësit realizohet me ndihmën e valëve elektromagnetike që i emeton transmetuesi, kurse i pranon marrësi. Kjo lidhje përdor antena, si pajisje elektrike me ndihmën e të cilave emetohen dhe merren valët elektromagnetike dhe konvertohen në tension elektrik. **Antenat** janë pajisje elektrike të cilat kanë rolin që nga valët elektromagnetike të marrin sa më shumë energji që të jetë e mundur dhe ta konvertojnë në sinjal elektrik dhe anasjelltas.

Antena mund të jenë *transmetuese* dhe *marrëse*. Të dy funksionet, emetimin dhe marrjen e energjisë, antenat me efikasitet do t'i kryejnë vetëm në brez të caktuar të frekuencave. Varësisht nga gjerësia e brezit të frekuencave për të cilin është aftësuar antena, dallojmë: antena rezonante (me brez të ngushtë) dhe antena aperiodike (me brez të gjerë).

Antenat dallohen sipas konstruksionit të tyre. Ekzistojnë dallime edhe sipas vendit të përdorimit, prandaj, që andej kemi: antena televizioni, antena për valë ultra të shkurtra (UHF), antena për transmetim satelitor, radio antena etj. Dallimi kryesor në mes të antenave televizive dhe antenave-UHF, nga njëra anë, dhe radioantenave, nga ana tjetër, është në atë se, të parat janë antena rezonante, për dallim nga radioantenat që nuk janë rezonante. Antena rezonante do të thotë se antena është e ndërtuar vetëm për një brez rezonant të frekuencave, gjegjësisht për marrje të vetëm një vale hyrëse.

Kjo veti e antenave televizive dhe UHF kërkon përllogaritje të saktë të pjesëve të tyre strukturore, sepse rezonanca e antenave arrihet duke përdorur gjatësi rezonante për elementet e antenave. Një numër i madh i antenave janë të kombinuara. Kombinimi është bërë me më shumë antena rezonante, dhe secila prej tyre mbulon një brez të caktuar të kanaleve.

6.1 TRANSMETIMI ME VALË ELEKTROMAGNETIKE

Në fushën e komunikimeve pa tel, si bartës të informacioneve paraqiten valët elektromagnetike (VEM). Në këtë sistem ekziston një transmetues, si fillimi i rrugës së komunikimit, dhe marrës si përfundim i rrugës së komunikimit. Njëra nga pjesët më të rëndësishme të transmetuesit dhe marrësit janë antenat.

Shumë më herët ka qenë i njohur fenomeni i elektricitetit dhe magnetizmit. Matjet e para cilësore në këtë fushë i bëri Francezi Kulon (Charles-Augustin de Coulombu). Provën e parë të lidhjes mes elektricitetit dhe magnetizmit e dha danezi Ersted (Hans Kristian Ersted, 1820). Vazhdimi i këtij lloji të eksperimenteve nga Faradei (Michael Faraday, 1831) mundësoi vërtetimin e krijimit të rrymës elektrike me ndihmën e fushës magnetike. Konkluzionet përfundimtare i solli nxënësi i tij Maxwell (James Clerk Maxwell). Ai arriti në përfundimin se thelbi është në atë se fusha e ndryshueshme magnetike në hapësirën përreth krijon (indukton) fushë elektrike të ndryshueshme, e cila krijon rrymë në përçues. Me të gjitha këto supozime Maxwelli vendosi teorinë matematikore të VEM.

Provat eksperimentale të teorisë së Maksvellit i solli Hertz (Heinrich Hertz), dhjetë vjet pas vdekjes së Maxwellit (1889). Vulë në këtë zhvillim historik vendosi Nikola Tesla, i cili në vitin 1893 demonstroi transmetimin pa tel, në distancë prej dhjetëra kilometrave, dhe në vitin 1896, me stacionin me fuqi 200kW, krijoi lidhje në një distancë prej 1.000km.

Në përhapjen e valëve përmes ajrit vlejné të njëjtat ligje si gjatë përhapjes së çdo vale: reflektimi, thyerja, interferenca etj. Valët elektromagnetike nëpër hapësirë përhapen me shpejtësi prej 300.000km/s.

Në përhapjen e valëve elektromagnetike ndikojné shumë faktorë, të tillë si: gjatësi valore, lakueshmëria e Tokës, përbërja e tokës, koha e ditës dhe vitit, përbërja e atmosferës, fusha magnetike e Tokës, dhe kushte të tjera meteorologjike.

Mjedisi nëpërmjet të cilit përhapen radaiovalët nga transmetuesi deri në antenën marrëse zakonisht është atmosfera e Tokës, por radiovalët mund të përhapen edhe përmes shtresës së sipërme të Tokës, nëpërmjet ujit, e të ngjashme.

Në varësi të vetive, valët elektromagnetike ndahen në zona valore. Ndarja e VEM sipas fushës së përdorimit, emrit të tyre metrik, gjatësisë valore dhe frekuencave janë dhënë në tabelën 6-1.

Tabela 6-1. Tabela e valëve elektromagnetike

Zona	Emri metrik i brezit	Shkurtesa	Gjatësia valore	Frekuenca
Të gjata	Kilometrike	LF	10-1 km	30-300kHz
Të mesme	Hektometrike	MF	1.000-100 m	300-3.000 kHz
Të shkurtra	Dekametrike	QF	100-10 m	3-30MHz
Ultra të shkurtra	Metrike	VHF	10m-10cm	30-300MHz
	Decimetrike	UHF	100-10cm	300-3.000MHz
	Centimetrike	SHF	10-1cm	3-30GHz
	Milimetrike	EHF	10-1mm	30-300GHz

Sipas organizatës ndërkombëtare UIT (Unit Investment Trust), radiovalët janë valë elektromagnetike me frekuenca më të ulëta se 3.000GHz. Në transmetimin e telekomunikacionit, transmetojmë valë të cilat janë në brezin e radiovalëve. Të tilla janë valët elektromagnetike në zonën : e valëve të gjata, valëve të mesme, të shkurtra dhe ultra të shkurtra. Këto valë i quajmë radiovalë.

6.2 PËRHAPJA E RADIOVALËVE

Gjatë transmetimit të informacionit me radiolidhje shfrytëzohet karakteristika fizike e oscilimeve elektrike që të transmetohen si valë elektromagnetike në distanca të gjata. Radiovalët karakterizohen me frekuencën dhe gjatësinë valore të tyre. Shpejtësia e përhapjes së valëve elektromagnetike është e barabartë me shpejtësinë dritës, kështu që, një radiovalë mund që për një sekondë të rrotullohet rreth Tokës shtatë herë e gjysmë.

Sipas mënyrës së përhapjes radiovalët mund të jetë **radiovalë sipërfaqësore** dhe **hapësinore**.

Valët që përhapen mbi sipërfaqen e Tokës quhen valë sipërfaqësore (Fig.6-1 (1). Valët që përhapen përgjatë shtegut, nëpër pengesa (2) quhen valë hapësinore.

6.2.1 Radiovalët sipërfaqësore

Radiovalët sipërfaqësore përhapen në sipërfaqen e Tokës dhe e lidhin direkt transmetuesin dhe marrësin, ndërsa valët hapësinore shkojnë në atmosferë dhe një pjesë e tyre reflektohet nga shtresa e saj dhe kthehet në tokë. Përhapja e radiovalëve sipërfaqësore dhe hapësinore është paraqitur në Fig. 6-1.

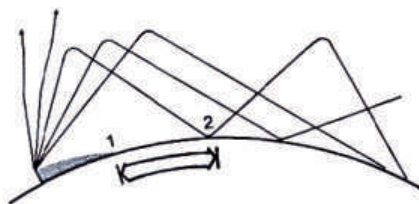


Fig. 6-1. Radiovalë sipërfaqësore dhe hapësinore

Radiovalët sipërfaqësore kanë aftësi të mbështillen (përhapen) rreth kodrave të tokës dhe pengesat të tjera. Kjo veti e tyre quhet difraksion. Aftësia e valëve për difraksion është më e theksuar nëse gjatësi valore e tyre është më e madhe në krahasim me dimensionet e pengesës. Sipas kësaj, valët e gjata kanë aftësi të difraksionit më të mëdha nga valët e shkurtra.

Në Fig. 6-1 shihet se në hapësirën që gjendet në mes të valës hapësinore (1) dhe vendit të paraqitjes së valës së parë që pasqyrohet (2) nuk ka zë. Kjo është karakteristike para së gjithash për valët e shkurtra. Distancat e mëdha (më të mëdha se 2.000 km) gjithmonë mbulohen me radiovalë hapësinore, ndërsa valët sipërfaqësore përdoren për distanca më të vogla. Të dyja llojet e përhapjes së radiovalëve zakonisht përdoren për brez prej 1,5 MHz deri në 30 MHz. Në zonën e valëve të gjata dhe të mesme mund të lidhen distanca deri në 2.000 km, ndërsa në brezin e valëve të shkurtra, në tokë, arrijnë distanca edhe deri në 100 km, kurse përmes ujit edhe deri në 1.000 km.

Shuarja e valëve sipërfaqësore varet nga frekuenca e tyre dhe nga përcjellshmëria e hapësirës. Shuarja është e vogël për radiofrekuenca dhe përcjellshmëri të mirë të sipërfaqes, por rritet shpejtë me rritjen e frekuencës dhe uljen e përcjellshmërisë. Distanca maksimale e radiovalëve sipërfaqësore varet nga fuqia e radiotransmetuesit, lartësia dhe konstruksi- oni i antenës, gjatësi valore dhe shuarja.

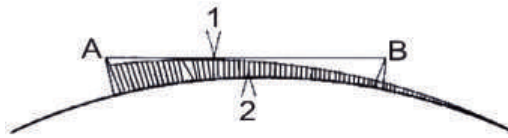


Fig. 6-2. Përhapja e valës sipërfaqësore dhe direkte

Radiovalë sipërfaqësore speciale është vala direkte. Valët direkte përhapen në vijë të drejtë, me çka distanca e tyre përfundimtare është teorikisht e kufizuar me pamjen optike mes antenës së transmetuesit dhe marrësit. Distanca përfundimtare e valës direkte në praktikë është më e madhe se pamja optike, për shkak të mbështjellësës së radiovalëve, për këtë qëllim ekziston pamja elektrike. Përhapja e valës sipërfaqësore dhe direkte mes pikave A dhe B është treguar në Fig. 6-2.

6.2.2 Radiovalët hapësinore

Atmosfera e Tokës është e ndarë në disa shtresa karakteristike: troposfera (ofron kushte për jetë dhe është në lartësi prej 8 deri në 20 km), stratosferë (deri në 30 km), jonosfera (deri në 400 km) dhe egzosfera, kurse pastaj hapësira ndërplanetare. Nën ndikimin e rrezatimit ultravjollcë të Diellit dhe rrezeve kozmike vjen deri te jonizimi i ajrit të përhapur në jonosferë. Për shkak të ngarkesave pozitive dhe negative, jonosfera bëhet me përçueshmëri elektrike.

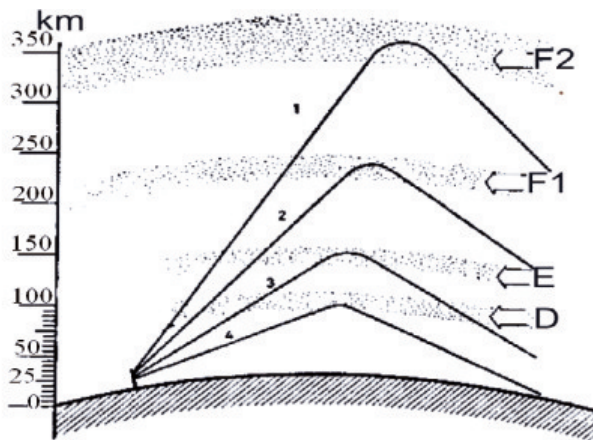


Fig. 6-3. Pasqyrimi i radiovalëve hapësinore

Përçueshmëri e jonosferës është e ndryshme dhe varet nga lartësia e saj. Jonosferën e përbëjnë katër shtresa: shtresa D, e cila është më e ulëta (50-90 km), shtresa E (90-145 km), shtresa F, e cila është e ndryshueshme dhe është e ndarë në dy pjesë: F1 (150-200 km) dhe F2 (250-400 km). Të dy shtresat F1 dhe F2 gjatë natës neutralizohen dhe shkrihen në një shtresë F. Shtresat e jonosferës e rrethojnë Tokën si „pasqyrë elektrike”, në të cilat vjen deri te reflektimi i radiovalëve hapësinore.

Në Fig. 6-3 shihet reflektimi i valëve hapësinore nga shtresa të ndryshme të jonosferës, reflektim i valëve të shkurtra nga shtresa F2 gjatë natës (1) dhe nga shtresa F1 gjatë ditës (2), si dhe reflektimi i valëve të mesme (3) nga shtresa E dhe valëve të gjata (4) nga shtresa D.

Këndi i rënies, në të cilin akoma ka reflektim të valëve sipërfaqësore e quajmë **kënd kufitar (kritik)**. Të gjitha radiovalët që bien me një kënd më të madh kalojnë nëpër jonosferë dhe nuk kthehen në Tokë. Këto valë quhen valët hapësinore të pereflektuara. Në Fig. 6-4 tregohet reflektimi që varet nga këndi i rënies së radiovalës.

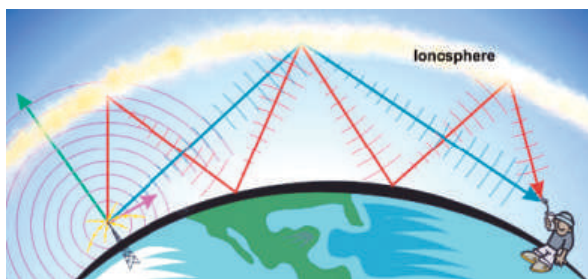


Fig. 6-4. Reflektimi nga jonosfera në varësi nga këndi i rënies së radiovalës

Jonosfera ka një karakteristikë e cila përdoret gjatë llogaritjeve të fushës së mbulimit nga radiovalët. Kjo karakteristikë është se të gjitha shtresat e jonosferës kanë një frekuencë të tyre kritike f_c . Frekuenca kritike është frekuenca maksimale e emetuar vertikalisht deri në hapësirën në të cilën valët reflektohen prapa kah Toka. Çdo valë e emetuar vertikalisht në jonosferë, frekuenca e së cilës është $f > f_c$ kalon nëpër jonosferë, kurse valët me $f < f_c$ reflektohen në Tokë. Për valët që përplasen në jonosferë, në një kënd, me frekuenca që janë më të mëdha se sa f_c , vlen se ato mund të reflektohen në Tokë.

Frekuenca më e madhe e valës e cila bie nën këndin θ dhe reflektohet nga shtresa e jonosferës është:

$$f_{\max} = \frac{f_c}{\cos \theta} \dots\dots\dots (6-1)$$

Mund të thuhet se ekzistenca e jonosferës është shumë e rëndësishme për ekzistencën dhe cilësinë e radiolidhjeve.

Kur lidhjet realizohen me valë hapësinore, karakteristike është paraqitja e „zonës së vdeku“, gjegjësisht rajon rreth transmetuesit në të cilin marrja nuk është e mundur. Në (Fig. 6-5-a) tregohet se atëherë kur $f < f_c$, nuk ka „zonë të vdekur“, ndërsa në (Figura 6-5 (b dhe c) ekziston „zona e vdekur“, sepse frekuenca e radiovalëve është $f \gg f_c$.

Pasi që shtresat e jonosferës ndryshojnë shpesh, nuk duhet të përdoret $f_{\max}$. Prandaj, definohet radiofrekuenca optimale f_{opt} .

$$f_{\text{opt}} = 0,85 \times f_{\text{ma}} \dots\dots\dots (6-2)$$

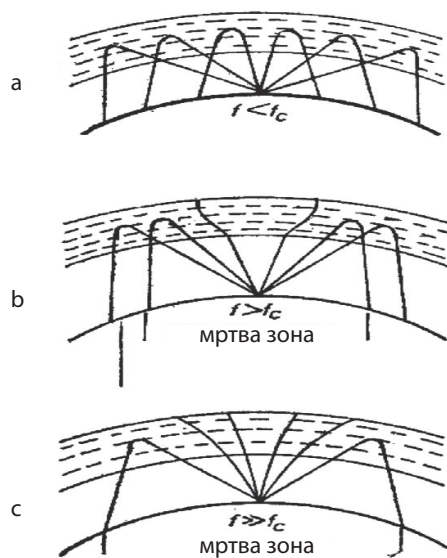


Fig. 6-5 Ndikimi i jonosferës dhe frekuencës në valën

Gjatë përhapjes së valëve hapësinore nga njëra pikë në tjetrën vërehet edhe paraqitja e **feding**-ut. Feding është dobësim kohëshkurtër i sinjalit, i shkaktuar nga interferenca e valëve, të cilat në pikën e marrjes arrijnë përmes shtigjeve të ndryshme. Dallimi në fazë mes valëve në

pikën e marrjes vazhdimisht ndryshon në varësi të ndryshimit të kushteve gjatë transmetimit, ose gjendjes së jonosferës. Nëse valët në disa vende përputhen në fazë, atëherë fusha rezultante përforcohet, kurse nëse valët takohen në kundërfazë, fusha rezultante është e ndryshueshme dhe sinjali mund plotësisht të zhduket.

6.3 ANTENA-DIPOLE E HERC-it

Antena klasike më e thjeshtë me gjatësi $\lambda/2$ është e njohur si dipol gjysmëvalor ose dipol i Hercit. Ajo përbëhet nga dy përçues vertikal, ose horizontal, me gjatësi $\lambda/2$, e cila në mes furnizohet me energji me frekuencë të lartë, kurse në skaje ka sfera. Dipoli gjysmëvalor përdoret në pajisje fikse nga 3 KHz deri në 30.000 MHz. Antena më e vjetër është dipoli i Hercit (Fig. 6-6).

Antena origjinale e Hercit ishte qark oscilues, e cila përbëhej nga një kondensator i përbërë nga dy topa (K_1 dhe K_2), të cilët mund të zhvendosen dhe në këtë mënyrë të ndryshohet kapaciteti, gjegjësisht frekuenca e qarkut. Induktori prodhonte tension të lartë gjatë çdo ndërprerje të çelësit. Në skajet e përçuesve metalik nëpër të cilët lëviznin topat gjendeshin dy toptha të vegjël (k_1 dhe k_2) në distancë reciproke nga 2cm deri në 3cm. Gjatë çdo paraqitje të tensionit të lartë të induktuar mes k_1 dhe k_2 kërcente shkëndijë.

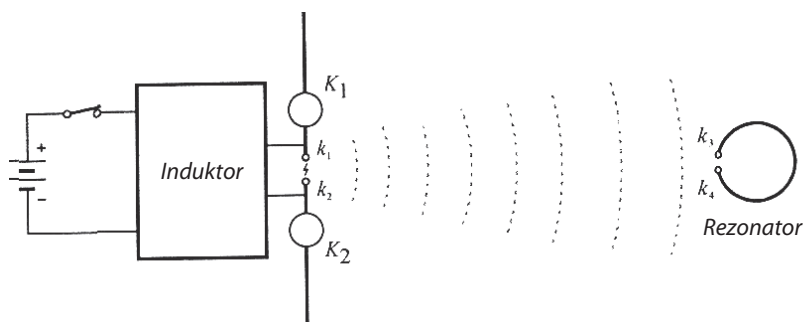


Fig. 6-6. Antena e Hercit, skema elektrike origjinale

Në një distancë prej 10m, Hertz-i vendosi përçues të mbështjellë ose rezonator, në skajet e të cilit kishte topa të vegjël, njëloj si k_1 dhe k_2 .

Shkëndijat paraqiten edhe mes këtyre dy topave. Me këtë e tregoi përhapjen e VEM në hapësirë. Eksperimenti i tij njëkohësisht është edhe emetuesi dhe marrësi i parë i VEM. Si rezonator janë përdorur qarqet oscilues. Ata gjetën zbatim në sistemet emetues-marrës dhe sistemet e antenave.

Me largimin reciprok të pllakave të kondensatorit në një qark oscilues serik fitohet qark oscilues i hapur, si në Fig. 6-7, dhe kështu paraqiten linja mbyllëse. Me tendosjen e mbështjellëseve të induktivitetit, fusha magnetike H shpërndahet njëtrajtësisht përgjatë gjatësisë së përçuesit linear. Kjo formë e përkohshme e qarkut është treguar në Fig. 6-7 (a). Kur pllakat e kondensatorit do të largohen tërësisht, kurse mbështjellësja do të tendoset plotësisht, siç paraqitet në Fig. 6-7 (b), qarku oscilues i mbyllur merr pamjen e përçuesit linear, në skajet e të cilit gjinden pllakat e kondensatorit, dhe quhet qark oscilues i hapur. Nëse është i nevojshëm kapacitet i madh i qarkut, pllakat e kondensatorit qëndrojnë në skaje. Zakonisht, qarku oscilues i hapur është përçues i cili në mes furnizohet nga ndonjë gjenerator në frekuenca të larta Fig. 1.6-7 (c).

Vijat e forcës të fushës elektrike E mbyllen nga njëri skaj i përçuesit në skajin tjetër në formë laku, ndërsa vijat e forcës të fushës magnetike H kanë formën e rrethëve koncentrik rreth përçuesit. Vijat e forcës të fushës elektrike dhe magnetike janë reciprokisht normale Fig. 6-7 (d).

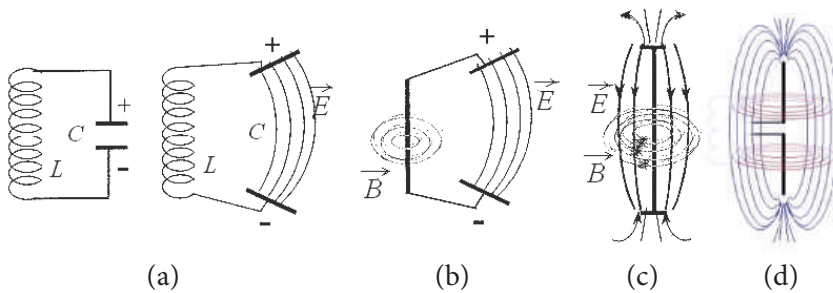


Fig. 6-7. Parimi nga qarku oscilues serik deri te antenna dypole

Qarku oscilues i hapur në formën e përçuesit, i cili në mes furnizohet me energji me frekuencë të lartë quhet **antenë-dipole** ose vetëm **dipol**. Në dipol, rryma me frekuenca të larta do të rrjedhë nëpër dy krahët e antenës – një orë në njërën, një orë në drejtimin tjetër, me atë që mes krahëve të antenës-dipol do të paraqitet fushë elektrike e ndryshueshme, kurse rreth

krahëve të antenë fushë magnetike e ndryshueshme. Me ndryshimin e drejtimit të sinjalit të frekuencave të larta ndryshohet edhe drejtimi i vijave të forcës së fushës elektrike dhe magnetike.

Fusha e re elektrike dhe magnetike përreth antenës e shtyn fushën e vjetër në hapësirë dhe kështu fitohet një fushë elektromagnetike e ndryshueshme e cila nga antena përhapet nëpër hapësirën përreth. Këto ndryshime janë të natyrës valore, kështu që thuhet se antena rrezaton energji elektromagnetike në formë të valëve elektromagnetike.

Vijat e forcës së fushës elektrike shtyhen rreth dipolit dhe ndryshojnë me kalimin e kohës. Në Fig. 6-8 tregohen vijat e fushës elektrike. Në Fig. 6-8 (a, b, c, d, e) tregohet ndryshimi i fushës elektrike me kalimin e kohës.

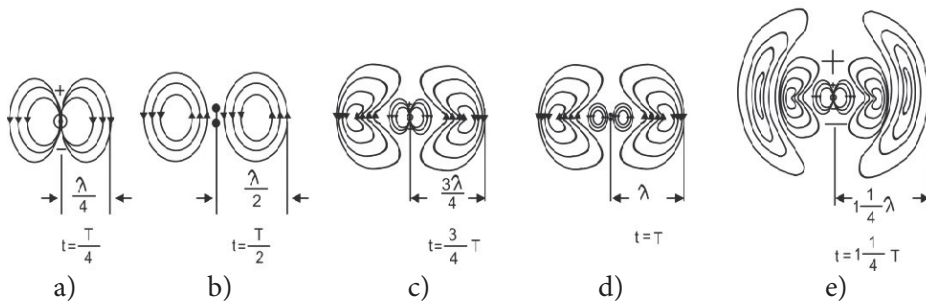


Fig. 6-8. Vijat e fushës elektrike me kalimin e kohës

Fusha elektrike e ndryshueshme rreth dipolit, sipas ligjit të induksionit elektromagnetik, në pikat më të largëta të dipolit krijon fushë magnetike të ndryshueshme. Kështu, ky ndryshim përsëritet në hapësirë. Këto fusha të ndryshueshme përhapen rreth dipolit me një shpejtësi të barabartë me shpejtësinë e dritës. Frekuenca bazë f dhe gjatësia valore λ janë të lidhura me shprehjen për shpejtësinë e përhapjes së oscilimeve elektromagnetike nëpër hapësirë:

$$c = f \cdot \lambda = 300.000.000 \text{ m/s.} \dots\dots\dots (6-3)$$

Forma bazë e antenës-dipole është përçues me gjatësi shumë të vogël, në të cilin në gjithë gjatësinë rrjedh rrymë konstante me vlerë efektive. Gjatësia më e vogël e një dipoli me të cilën mund të fitohet rezonancë

është ajo e antenës gjatësia e së cilës është e barabartë me gjysmën e gjatësisë valore λ të oscilimeve elektromagnetike (Fig. 6-9).

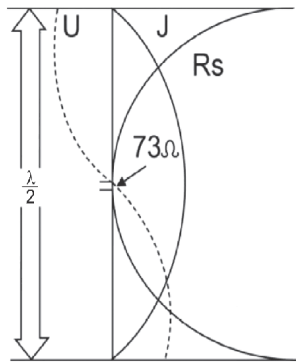


Fig. 6-9. Parametrat e antenës dipole

Parametrat e një dipoli gjysmëvalor janë tensioni dhe rryma të cilat ndryshojnë përgjatë gjatësisë së dipolit, kurse impedanca e dipolit është pastër omike (73Ω).

Fusha elektromagnetike rreth antenës përhapet në të gjitha drejtimet rreth dipolit dhe quhet radiale (Fig. 6-10).

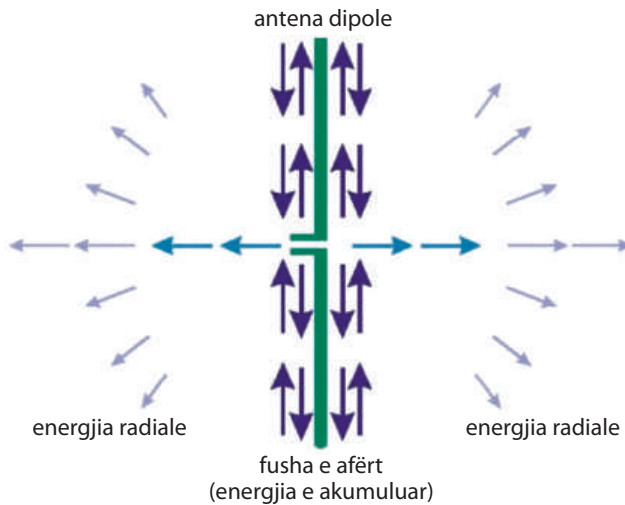


Fig. 6-10. Fusha elektrike dhe magnetike në zonën e rrezatimit

Fushën e rrezatimit që paraqitet në distanca të mëdha e quajmë fusha në zonën e rrezatimit në të cilën ka “energji radiale”. Fusha në hapësirën rreth dipolit quhet fushë e zonës së afërt ose fushë e afërt.

6.4 FUSHA E RREZATIMIT

Orientimi i fushës së rrezatimit të një antene quhet diagram i rrezatimit të antenës dhe ai tregon se sa herë energjia e rrezatimit në cilindo drejtim është më e vogël se energjia e rrezatimit në drejtimin e rrezatimit maksimal.

Dipoli gjysmëvalor ka diagram radial (rrethor) të rrezatimit, në të cilin valët elektromagnetike, vijat e forcës së fushës elektrike E dhe induksioni magnetik B janë gjithmonë normal njëri me tjetrin. Në Fig. 6-11 tregohen fusha elektrike dhe magnetike të rrezatimit në hapësirë në një moment të dhënë.

Nëse boshti- x është boshti kohor (boshti- t), vala elektromagnetike lëviz në të djathtë, kurse oscilimet e E dhe B paraqiten në rrafsh të cilët janë reciprokisht normal, por edhe të vendosur normal në boshtin e përhapjes. Kjo valë quhet valë transversale.

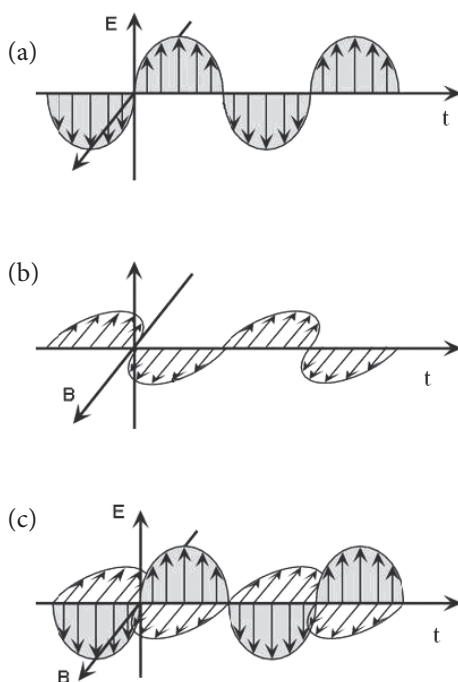


Fig. 6-11. Përhapja e fushës elektrike E dhe induksionit magnetik B të antenës dipole në hapësirë

Nëse e shikojmë ndryshimin e fushës elektrike dhe induksionit magnetik në Fig. 6-11, ku të dyja fushat ndryshojnë me kalimin e kohës, fusha elektrike është vertikale dhe është e drejtuar kah boshti- y (përpjetë),

kurse B është horizontale dhe drejtimin e ka kah pjesa pozitive e boshtit- z . Në çdo moment, të dy valët do të zhvendosen në të djathtë për distancën l ($l = c \cdot t$). Në periodën e parë, të dy fushat së pari rriten, kështu që në $t=T/4$ kanë vlerë maksimale. Me kalimin e kohës intensiteti zvogëlohet dhe për $t=T/4$, kur vala ka kaluar distancë $\lambda/4$, të dyja fushat janë të barabarta me zero. Në periodën e ardhshme të dyja fushat rriten, por në drejtim të kundërt, dhe për kohën $t=T/4$ fushat bëhen maksimale. Pastaj intensitetet e fushave bien, kalojnë nëpër zero dhe përsëri rriten. Pas një periode T të dyja fushat janë të njëjta si në fillim.

Karakteristika e rrezatimit në planin ekuatorial ka formën e një rrethi me qendër në boshtin e dipolit. Në Fig. 6-12 tregohet paraqitja hapësinore e karakteristikës së rrezatimit, e cila ka formën e torusit të fituar me rotacion të karakteristikës rreth boshtit- z .

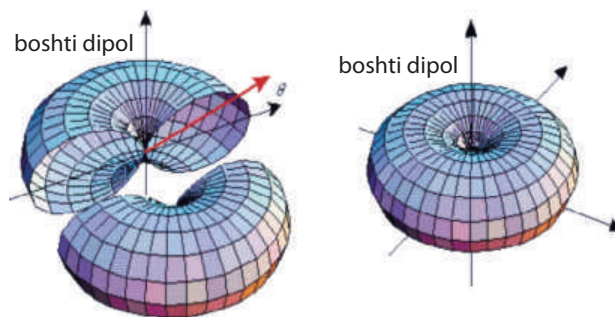


Fig. 6-12. Karakteristika e rrezatimit e dipolit të Hertzit

Nëse në dipol vendosim rrymë me periodë të thjeshtë $i(t) = I_m \times \cos \omega t$, me gjatësi valore λ , atëherë vlerat momentale të intensitetit të fushës elektrike E dhe fushës magnetike B në zonë rrezatimi përcaktohen nga shprehjet:

$$E = -\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \cdot \frac{I \cdot l}{2\lambda r} \cdot \sin \theta \sin(\omega t - \beta r);$$

$$B = -\frac{I \cdot l}{2\lambda r} \cdot \sin \theta \sin(\omega t - \beta r)$$

..... (6-4)

ku l është gjatësia e dipolit, r është distanca nga qendra e dipolit deri në pikën ku shqyrtohet fusha elektrike dhe magnetike, θ është këndi që mbyll drejtimi i rrezatimit me boshtin- z dhe $\beta = \omega/v$ është konstanta fazore.

Intensiteti i komponentëve të fushës varen nga këndi θ dhe ndryshon sipas ligjit sinusoidal. Intensiteti i fushës është maksimal në planin ekuatorial të dipolit ($\theta=\pi/2$), ndërsa në drejtimin e boshtit të dipolit ($\theta=0$) është i barabartë me zero.

Diagrami i rrezatimit tregon se sa herë energjia e rrezatimit në cilindro drejtim është më e vogël se energjia të cilën dipoli e rrezaton në drejtimin e rrezatimit maksimal. Dipolet gjysmëvalore, shikuar në aspektin hapësinor, kanë diagram radial (rrethor) të rrezatimit, ndërsa diagrami i rrezatimit përgjatë boshtit të antenës (shikuar nga boshti-x) ka formën e tetëshes (Figura 6-13).

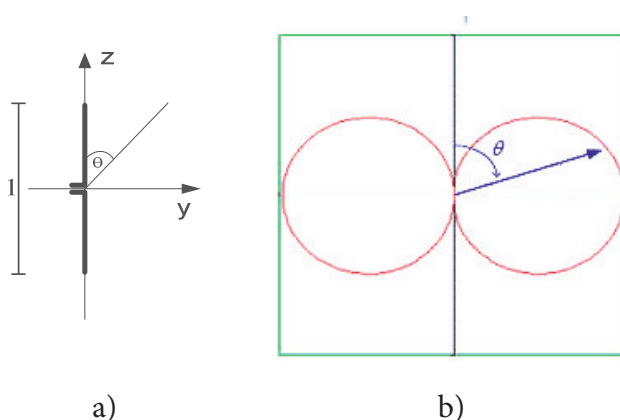


Fig. 6-13. Antena dipole (a); diagrami i rrezatimit të dipolit (b)

Nëse me E_0 shënohet intensiteti i fushës elektrike në planin ekuatorial, atëherë raporti $\frac{E}{E_0} = \sin\theta$ nuk varet nga distanca dhe quhet karakteristika e rrezatimit të dipolit.

Përveç diagramit të rrezatimit, tek antenat dallojmë edhe disa parametra të tjerë. Parametrat më shpesh të përdorur të antenave-dipole janë: impedanca, ose pengesat e rrezatimit, drejtueshmëria e rrezatimit dhe efikasiteti.

Impedanca e një antene (Z_a) e definon raportin e tensionit dhe rrymës në lidhjet e antenës. Rezistenca e rrezatimit (R_s) është rezistencë e imagjinuar me të cilën mund të zëvendësohet antena e cila rrezaton në një hapësirë. Rezistenca e humbjeve (R_j) i karakterizon humbjet termike të antenës. Këto dy rezistenca, rezistenca e rrezatimit dhe rezistenca e

humbjes, e japin impedancën omike (aktive) vetjake të antenës. Në dipolin gjymëvalor, rezistenca e rrezatimi është 73Ω .

Drejtueshmëria e rrezatimit e definon këndin e tufës kryesore të valëve elektromagnetike e cila emetohet (rrezatohet), ku densiteti i fuqisë së rrezatimit është e barabartë me gjysmën e densitetit maksimal të fuqisë së emetuar. Drejtueshmëria e rrezatimit në dipolin gjymëvalor është 78° .

Efikasiteti i antenës është numër që tregon se sa herë duhet të jetë më e madhe fuqia e rrezatimit të një dipoli gjymëvalor në raport me një antenë të drejtuar për intensitet të fushës në vendin marrës të jetë e njëjtë. Efikasiteti prej $G=4$ do të thotë se fuqia e një dipoli gjymëvalor duhet të jetë katër herë më e madhe se fuqia e një antene e cila është marrë si antenë etalon.

6.5 ANTENA DIPOLE SIMETRIKE

Në radioteknikë më shpesh përdoren antena dipole ose sisteme antenash të ndërtuara me kombinimin e antenave dipole dhe unipol. Antena dipole është përçues simetrik vijëdrejtë me gjatësi $2l$, ndërsa unipol është përçues simetrik me gjatësi l . I rëndësishëm është veçanërisht dipoli simetrik me gjatësi $2l=\lambda/2$, i cili quhet dipol gjymëvalor. Ai përdoret edhe si antenë emetuese, por edhe si pjesë përbërëse e sistemeve komplekse të antenave.

Dipolet përdoren si elemente linear ose sipërfaqësor, gjegjësisht si elemente në formë teli ose cilindrik. Për frekuenca në brezat e radiovalëve të gjata, të mesme dhe të shkurtra përdoren dipole në formë teli, kurse për VHF dhe UHF përdoren dipole cilindrike.

Dipoli është përçues i rrafshët i cili zakonisht furnizohet në mes, kurse përbëhet nga dy krahë me gjatësi të barabarta. Nëse përdoret përçues i rrafshët i vendosur vertikalisht me tokën, ose në pllakë përçuese, e quajmë unipol. Furnizimi i dipolit është simetrik, kurse i unipolit asimetrik.

Nëse përçueshmëria e pllakës është pafundësisht e madhe, unipoli ka diagram identik të rrezatimit si edhe dipoli, por vetëm mbi pllakën përçuese. Impedanca e unipolit është e barabartë me gjysmën e impedancës së dipolit, edhe atë për shkak të simetrisë. Prandaj, me analizën e hollësishme të elementeve të dipolit do të kuptohet edhe puna e elementeve dhe parametrat e unipolit, sepse ai mund të fitohet nga dipoli.

Për të përcaktuar diagramin e rrezatimit të dipolit duhet të njihet shpërndarja e rrymës përgjatë gjatësisë së dipolit. Gjatë kësaj merret parasysh shpërndarja ideale e rrymave në gjatësinë e dipolit. Nëse diametri i përçuesit është i papërfillshëm i vogël në krahasim me gjatësinë valore, gjegjësisht në praktikë diametri i përçuesit është së paku 5% e gjatësisë valore, kurse gjatësia është 60 herë më e madhe se diametri i përçuesit, atëherë shpërndarja e rrymës nëpër dipol është e njëjtë me shpërndarjen ideale të rrymave. Duhet të thuhet se kjo vlen kur gjatësia e dipolit nuk është më e madhe se gjatësia valore.

Dipoli është simetrik kur të dy krahët janë të barabartë në gjatësi. Do të vëzhgojmë një dipol simetrik në një sistem koordinativ ku përçuesit e dipolit dhe boshti-z përputhen, kurse origjina e sistemit është në qendër të dipolit. Ky dipol sillet si linjë e hapur me dy përcjellës, me gjatësi l në të cilin rryma është sinusoidale dhe ka një nyjë në fund. E njëjta shpërndarje edhe në dipolin simetrik. Rrymat në të dy gjysmat e dipolit janë simetrike dhe kanë të njëjtën shenjë, por janë të drejtuara kundrejt njëra tjetrës, si në Fig. 6-14. Në këtë figurë me ab janë shënuar linjat për furnizim të antenës. Në varësi të shpërndarjes së rrymave përgjatë dipolit mund të përcaktohet edhe diagrami i rrezatimit i antenës.

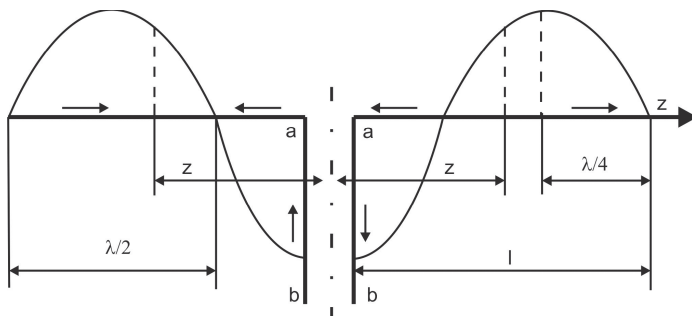


Fig. 6-14. Shpërndarja e rrymës në antenën dipole

Dipoli mund të ketë dimensione të ndryshme: gjysmëvalore (kur gjatësia e dipolit është gjysma e gjatësisë valore); i valës ë plotë (kur gjatësia e tij është e barabartë me gjatësinë valore): 1.25λ , $(6/8)\lambda$ etj. Në varësi të shpërndarjes së rrymës përgjatë dipolit kemi edhe fushë të ndryshme.

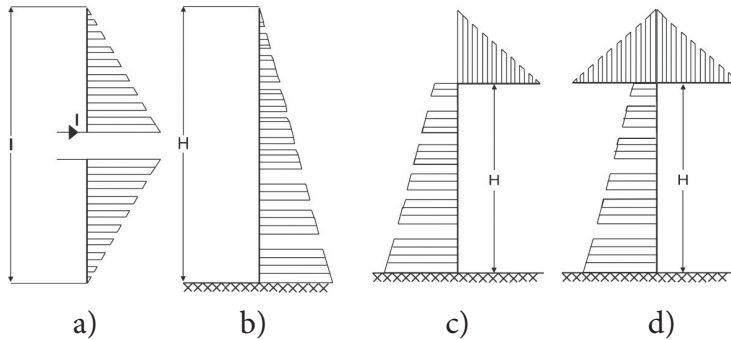


Fig. 6-15. Shpërndarja e rrymës në: (a) antenën dipole
(b) unipole, (c) antenë prej teli L, (d) antenën prej teli T

Dipoleet reale gjatësia e të cilëve është e vogël në krahasim me gjatësinë valore kanë shpërndarje lineare të rrymës, kështu që maksimumi ndodhet në mes, kurse zeroja në skajet e tyre. Një shpërndarje e tillë me përafrim të shpërndarjes sinusoidale është paraqitur grafikisht në Fig. 6-15. Në këtë figurë është paraqitur edhe shpërndarja në unipolarët (Fig. 6-15- b) dhe disa lloje të antenave me tela, të tilla si antenat- L dhe T të treguara në (Fig. 6-15 (c) dhe (d)). Në antenat e llojit-L dhe llojit-T dipoli mbështillet në formën e shkronjës përkatëse.

Në të gjitha rastet e deritanishme të shqyrtuara rryma në fund të dipolit ishte e barabartë me zero. Megjithatë, kjo nuk është rregull. Ekzistojnë dipole të cilët në skaje kanë ngarkesë kapacitive në formën e disqeve, topave (si edhe te dipoli i Hercit) ose një rrjetë të veçantë nga përçues (si në antenat antifeding). Këto dipole quhen të ngarkuar dhe rryma në skajet e tyre nuk është e barabartë me zero, sepse paraqitet nevoja për ngarkimin dhe shkarkimin e kapaciteteve në skajet e antenës.

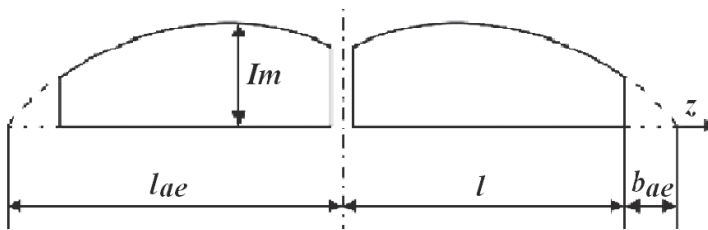


Fig. 6-16. Shpërndarja e rrymës në antenë dipole me ngarkesë

Shpërndarja e rrymës në dipolet me ngarkesë është treguar në Fig. 6-16 dhe mund të shprehet me ekuacionin, ku l_{ae} është më e madhe

nga l , çka shihet edhe në figurë. Nëse supozohet se $l_{ae} = 1 + b_{ae}$, atëherë në skajet e përçuesit paraqitet rrymë. Kjo rrymë harxhohet për mbushjen e kondensatorit.

Nëse në përçuesin e dipolit me skaje kapacitive i shtohet induktivitet, mund të bëhet rregullimi i shpërndarjes së rrymës në të. Kështu, për shembull, nëse kyçim induktivitet, si në Fig. 6-17, në dipolet e shkurtra mund të fitojmë shpërndarje lineare. Gjatësia e këtyre dipoleve duhet të jetë më e vogël se $\lambda/4$. Në Fig. 6-17 kjo gjatësi është $\lambda/6$.

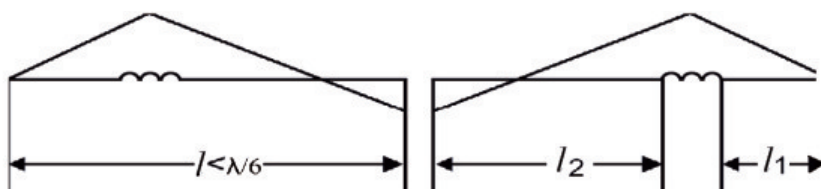


Fig. 6-17. Shpërndarja e rrymës në antenat dipole me induktivitet

Deri tani kemi shqyrtuar antenat që ndodhen në hapësirë të lirë dhe nuk e kemi marrë parasysh ndikimin e Tokës dhe ndikimin e objekteve përreth. Megjithatë, në kushte reale toka dhe objektet përreth ndikojnë shumë në karakteristikat e antenave.

Ndikimi i Tokës mund të neglizhohet vetëm në antenat për valë ultra të shkurtra, të cilat janë të vendosura lartë mbi Tokë. Këto antena janë asimetrike dhe furnizimi bëhet nga një gjenerator në të cilin njëri skaj është i lidhur në skajin e poshtëm të unipolit, kurse tjetri në Tokë. Gjatësia valore vetjake e dipolit është ajo gjatësi valore më e madhe në të cilën rezistenca reaktive e kontakteve të antenës është e barabartë me 0. Kur plotësohet ky kusht, thuhet se dipoli është në rezonancë. Kur antena punon në gjatësinë valore vetjake (frekuencën), në dipol krijohet valë e qëndrueshme e rrymës dhe tensionit si në Fig. 6-18.

Nëse merret parasysh teoria e linjave, gjatësia e dipolit do të jetë $2 \cdot l = \lambda_0 / 2$. Çdo antenë mund të paraqitet në raport me transmetuesin me imedancën e saj ekuivalente Z_{hyr} . Përshtatja e impedancës hyrëse së antenës dhe impedancës dalëse të transmetuesit realizohet në formë të celulës si filtër.

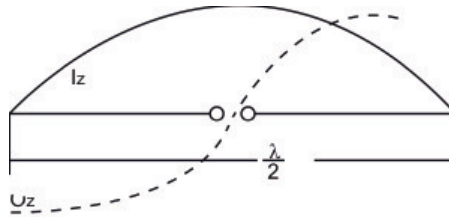


Fig. 6-18. Antena në rezonancë

Që të përcaktohet **diagrami i rrezatimit** të dipolit duhet të dihet shpërndarja e rrymës përgjatë gjithë gjatësisë së dipolit. Që të thjeshtohet analiza supozohet se rryma përgjatë antenës ka formë sinusoidale e cila vlen për antenat prej teli, gjegjësisht në antenat në të cilat diametri i përçuesve nuk është më i madh se 5% e gjatësisë valore të sinjalit. Diagrami i rrezatimit të dipolit ndryshon dhe varet nga më tepër parametra të antenës.

6.5.1 Lloje të diagrameve të rrezatimit

Diagramin e rrezatimit në dipole mund ta ndryshojmë duke e ndryshuar gjatësinë e krahëve të dipolit dhe duke ndryshuar pozitën dhe lartësinë e vendosjes së dipolit në raport me Tokën.

Ndryshimi i diagramit të rrezatimit të antenës dipole me **gjatësi të krahëve** të ndryshme ka forma të ndryshme, të cilat mund të ndryshohen duke ndryshuar gjatësinë valore.

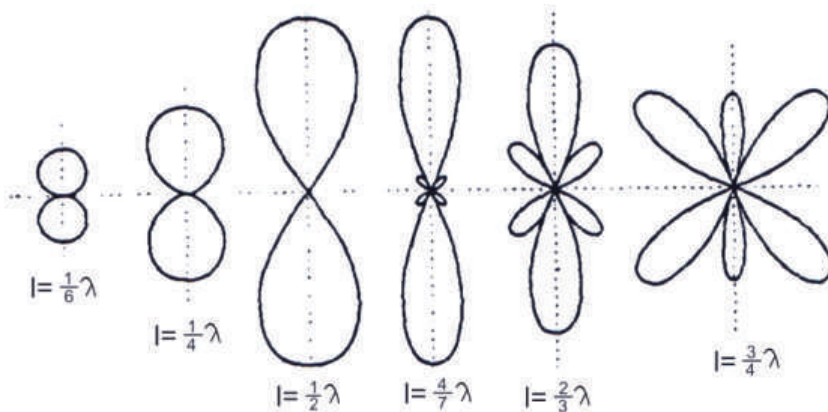


Fig. 6-19. Diagrame të rrezatimit të dipoleve simetrike me gjatësi të ndryshme të krahëve (1)

Në Fig. 6-19 tregohen diagramet e rrezatimit të antenës dipole simetrike. Në sistem koordinativ polar janë paraqitur diagramet e rrezatimit të dipolit simetrik me **gjatësi të ndryshme** të krahëve l . Për gjatësi të krahëve $l \leq \lambda/2$, diagrami i karakteristikës së rrezatimit ka vetëm një fletë kryesore me maksimume në planin ekuatorial, pra në planin i cili kalon përmes qendrës së dipolit dhe është normale me boshtin e saj. Me rritjen e krahëve të dipolit $l > \lambda/2$, diagrami i karakteristikës së rrezatimit ndahet në më shumë fletë, me çka fleta kryesore zvogëlohet, ndërsa anët rriten.

Ndryshimi i diagramit të rrezatimit varet edhe nga **pozita dhe lartësia** e antenës në raport me Tokën. Antena mund të vendoset horizontalisht dhe vertikalisht në raport me Tokën. Përcaktimi i saktë i ndikimit të Tokës mbi karakteristikat e rrezatimit të antenës është shumë i vështirë, pasi koeficienti i reflektimit varet nga vetitë elektrike të sipërfaqes, gjatësisë valore, këndit rënës dhe nga polarizimi i valëve. Megjithatë, ndikimi i Tokë mund të përcaktohet me saktësi të mjaftueshme në qoftë se ajo paraqitet si një plan përçues ideal, i cili pothuajse korrespondon me realitetin, sidomos në radiofrekuenca më të ulëta. Në këtë rast, koeficienti i reflektimit është i barabartë me njësi, kurse reflektimi i valëve elektromagnetike është sipas ligjeve optike. Sipërfaqja e planit ideal përçues ka rolin e një pasqyre prej nga reflektohen valët. E tillë është Toka, e cila e jep imazhin e antenës reale. Intensiteti i fushës në ndonjë pikë në hapësirë është fushë rezultante e fituar nga antenna reale dhe imazhi i saj. Fusha ekziston vetëm mbi planin përçues ideal, në hapësirën ku gjendet antenna reale

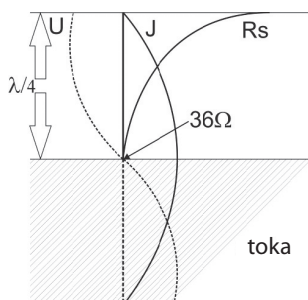


Fig. 6-20. Shpërndarja e rrymës, tensionit dhe rezistenca e rrezatimit të antenës me $l = \lambda/4$

Shpërndarja e rrymës, tensionit dhe rezistencës së rrezatimit (R_s) të antenës e vendosur vertikalisht mbi Tokë, me $l=\lambda/4$, është treguar në Fig. 6-20.

Antena vertikale $\lambda/4$ në plan horizontal ka diagram në formë të rrethit, ndërsa diagrami vertikal korrespondon me pjesën e sipërme të diagramit të rrezatimit të antenës $\lambda/4$.

Fusha ekziston vetëm në hapësirën mbi sipërfaqen ideale, kështu që diagramet e karakteristikave të rrezatimit të dipolit simetrik janë paraqitur në Fig. 6-21.

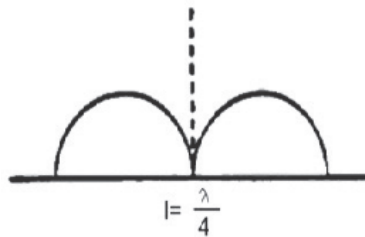


Fig. 6-21. Karakteristika e rrezatimit për dipolin simetrik

Kur antenna dipole me një gjatësi $2 \times l$ vendoset horizontalisht në lartësinë h të Tokës, diagramet e rrezatimit kanë forma të ndryshme në varësi të ndryshimit të lartësisë në të cilën vendosen këto antena.

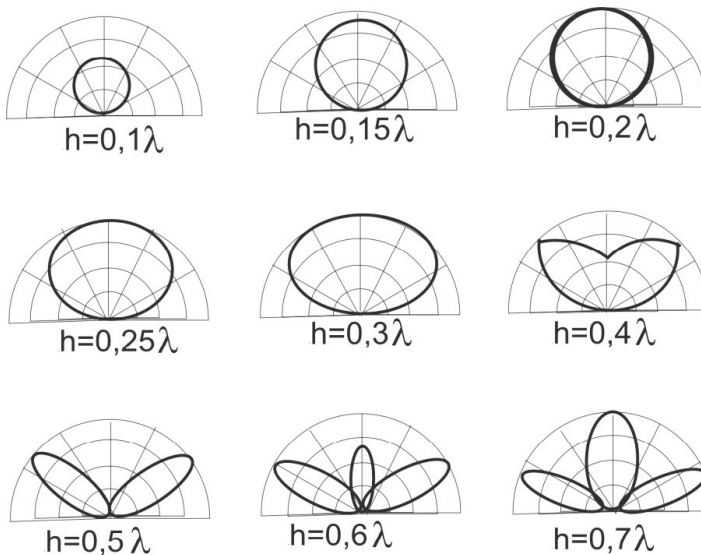


Fig. 6-22. Fusha e rrezatimit të antenës duke e ndryshuar lartësinë në të cilën është vendosur

Diagramet polare të rrezatimit të dipolit simetrik horizontal për lartësi të ndryshme mbi Tokë, në plan vertikal me boshtin e dipolit, janë treguar në Fig. 6-22. Fusha e rrezatimit ndryshon me ndryshimin e lartësisë në të cilën është vendosur antena.

Fusha ka një fletë kur antena është e vendosur në lartësi deri në $0,3\lambda$. Kur lartësia në të cilën vendoset rritet, fusha e rrezatimit ndahet në dy fletë, gjegjësisht në më shumë fletë për lartësi më të madhe se $0,5\lambda$. Fusha e rrezatimit për të njëjtën gjatësi vale ndryshon me ndryshimin e lartësisë në të cilën është vendosur antena.

6.6 SISTEMET KOMPLEKSE TË ANTENAVE

Sisteme komplekse të antenave janë ato sisteme që kanë dy ose më shumë dipole që rrezatojnë. Nëse dy dipole identik simetrik të vendosur paralel në hapësirë të lirë në një distancë të caktuar nga njëri-tjetri, bëjnë një sistem të thjeshtë kompleks të antenave. Shpërndarja e rrymës në gjatësinë e këtyre dipoleve ndryshon sipas ligjit sinusoidal, dhe në një moment është e njëjtë në të dy dipolet. Sistemi kompleks i antenave i përbërë nga dy dipole është treguar në Fig. 6-23.

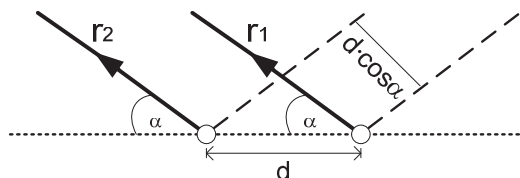


Fig. 6-23. Sistem kompleks i antenave

Karakteristika e rrezatimit të secilit prej këtyre dipoleve, sidomos në planin horizontal, ka formën e një rrethi, kurse në planin vertikal varet nga shpërndarja e rrymës në gjatësinë e dipolit dhe nga gjatësia e krahëve.

Për pika të cilat janë mjaft të larguara nga sistemi kompleks i antenave në planin horizontal vlen:

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r_2}, \text{ каде } r_2 = r_1 - d \cdot \cos \alpha \dots\dots\dots(6-1)$$

ku α është këndi mes drejtëzës e cila e bashkon pikën e larguar me sistemin dhe drejtëzës e cila i bashkon boshtet e dipolit. Intensiteti i fushave në secilin dipol në këto pika do të jetë i barabartë, por dallimi fazor mes fushave në pika të ndryshme do të jetë i ndryshëm. Fusha E_1 kalon rrugë më të gjatë nga E_2 , edhe atë për $d\cos\alpha$, kështu që dallimi në fazë mes fushave E_1 dhe E_2 do të jetë $d\cos\alpha$. Intensiteti i fushës rezultante ka vlerë maksimale kur:

$$d\cos\alpha = 2n\pi \quad n = 0, 1, 2, 3 \dots \dots \dots (6-2)$$

kurse minimale për

$$d\cos\alpha = (2n+1)\pi \quad n = 0, 1, 2, 3 \dots \dots \dots (6-3)$$

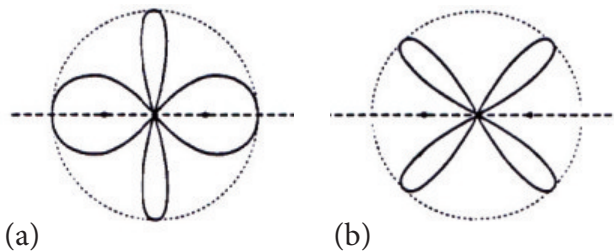


Fig. 6-24. Karakteristikat e rrezatimit në planin ekuatorial të sistemit kompleks të antenave

Në Fig. 6-24 tregohen karakteristikat e rrezatimit në planin ekuatorial në sistemin kompleks të antenave prej dy dipoleve simetrike në distancë, edhe atë: në (Fig. 6-24-a) për furnizimin sinfazë dhe në (Fig. 6-24-b) në kundërfazë. Për rryma të ndryshme të ushqimit dhe distanca të ndryshme mes dipoleve fitohen edhe karakteristika të ndryshme të rrezatimit.

Me interes të veçantë është karakteristika e rrezatimi e sistemit të antenave kur dipolet janë në distancë $\lambda/4$. Në këtë rast, sistemi rrezaton vetëm në njërën gjysmë të hapësirës (Figura 6-25).

Në drejtimin e boshtit të sistemit, djathtas nga dipoli 2, fusha E_2 i paraprin fushës E_1 për $\pi/2$ për shkak të distancës, por pasi që fusha E_1 i paraprin fushës E_2 për shkak të dallimit në fazë mes rrymave të furnizimit për $\pi/2$, në këtë drejtim fushat do të jenë në fazë, kurse intensiteti i fushës rezultante do të jetë i barabartë me shumën e intensiteteve të fushave E_1 dhe E_2 .

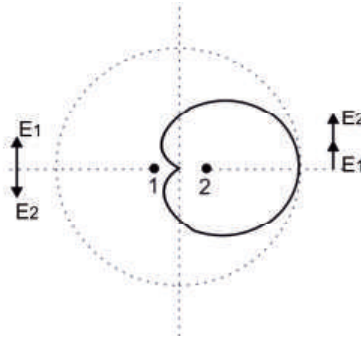


Fig. 6-25. Karakteristika e rrezatimit të sistemit të antenave

Në drejtimin e kundërt, në të majtë të dipolit në pikën 1, intensiteti i fushës rezultante do të jetë zero, sepse E_2 vonohet për shkak të distancës në krahasim me fushën E_1 , për $\pi/2$, kurse për shkak të dallimit në fazë mes rrymave të ushqimit do të vonohet edhe për $\pi/2$, kështu që dallimi në fazë i përgjithshëm mes E_1 dhe E_2 do të jetë π , gjegjësisht ato janë në kundërfazë. Prandaj, antena 1 në raport me antenën 2 quhet reflektor aktiv. Antena 2 në raport me antenën 1 quhet një drejtues aktiv. Karakteristika e rrezatimit e këtij sistemi në planin ekuatorial është treguar në Fig.6-25.

6.7 FUQIA E RREZATIMIT TË ANTENËS

Fuqia e rrezatimit e antenës dipole simetrike kur ka burim të furnizimit (ushqim) sinusoidal mund të përcaktohet me shprehjen:

$$P_z = \frac{1}{2} R_z I_m^2 \dots\dots\dots(6-4)$$

ku I_m është amplituda e rrymës në dipol në vendin me valë të rrymës maksimale.

Grafikun i varësisë së rezistencës së rrezatimit të dipolit simetrik në hapësirë të lirë nga raporti mes gjatësisë së krahëve dhe gjatësisë valore ($1/\lambda$), është treguar në Fig. 6-26. Për dipolin gjysmëvalor ($2l = \frac{\lambda}{2}$), rezistenca e rrezatimit (e cila shënohet me R_s ose me R_z) $R_z = 73,1 \Omega$, kurse për dipolin valor (valës së plotë) ($2l = \lambda$) është $R_z = 200\Omega$.

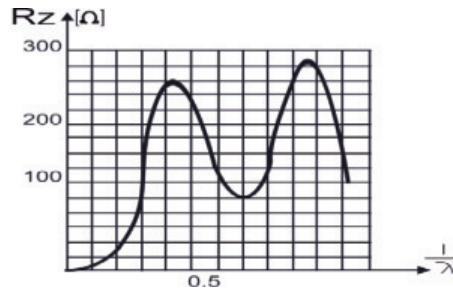


Fig. 6-26. Ndryshimi i rezistencës së antenës me ndryshimin e $1/\lambda$

Fuqia e rrezatimit të antenës vertikale me gjatësi l , e cila furnizohet përposhtë mbi planin përçues ideal, do të jetë për gjysmë më e vogël nga fuqia e rrezatimit të dipolit simetrik në hapësirë të lirë, për rrymë të njëjtë të furnizimit. Sipas kësaj, rezistenca e rrezatimit të antenës vertikale do të jetë për gjysmë më e vogël se rezistenca e rrezatimit të dipolit simetrik. Nga diagrami në Fig. 6-26 shihet se, që të merren vlerat e rezistencës së rrezatimit të antenës vertikale (antenës unipolare) koordinatat duhet të ndahet me dy.

Fuqia që sillet në antenën P_a është e barabartë me shumën e fuqisë së rrezatimi P_z dhe fuqisë së humbjeve termike P_r .

$$P_a = P_z + P_r \quad \text{односот} \quad \eta = \frac{P_z}{P_a} \dots\dots\dots (6-5)$$

e definon shkallën e efektit të dobishëm të antenës – performancën e antenës.

Nëse rezistenca R_j e humbjeve termike është për të njëjtën rrymë referente në të cilën është edhe rezistenca e rrezatimit, atëherë shkalla e efektit të dobishëm është më e madh nëse më e madhe është rezistenca e rrezatimit.

Në radiovalë tentohet që me fuqi sa më të vogël të fitohet fushë më e fortë në vendin e marrjes. Për këtë qëllim përdoren sistemet e antenave me të cilat rrezatimi mund të drejtohet në drejtim të caktuar.

Përforcimi i antenës në një drejtim të caktuar definohet si raport në mes të fuqisë së rrezatimit të antenës fiktive izotope, e cila rrezaton në mënyrë të barabartë në të gjitha drejtimet, dhe fuqisë së rrezatimit të antenës së shqyrtuar, me kusht që të dy antenat të krijojnë fushë me intensitet të njëjtë në ndonjë pikë të drejtimin të caktuar:

$$G = \frac{P_{iz}}{P_z} \quad \text{ako} \quad E = E_{iz} \dots\dots\dots (6-6)$$

6.8 REALIZIMET PRAKTIKE TË ANTENAVE

Antenat mund të jenë *emetuese(transmetuese)* dhe *marrëse*. Antena emetuese është element i radiotransmetuesit, i cili e konverton energjinë e rrymës së moduluar me frekuencë të lartë në energji të radiovalëve, dhe mundëson rrezatimin e këtyre valëve në drejtime të caktuara. Antena marrëse është një element i radiomarrësit i cili e konverton energjinë e radiovalëve në energji të rrymës me frekuenca të larta dhe i ndan valët që vijnë nga drejtime të caktuara. Antenat transmetuese zakonisht kanë një strukturë komplekse dhe fuqi të madhe të rrezatimit. Këto antena janë më të pakta në numër. Antenat marrëse kanë strukturë më të thjeshtë, prandaj më shpesh përdoren në praktikë.

6.8.1 Antenat transmetuese për zona valore të ndryshme

Antenat transmetuese ndryshojnë sipas formës, karakteristikave dhe vendit të përdorimit, por edhe nga ajo se për cilët valë përdoren. Prandaj, antenat mund të ndahen në antena për: valë të gjata, të mesme dhe të shkurtra, kurse një lloj i veçantë janë edhe antenat për VHF dhe UHF dhe për zonat e frekuencave më të larta. Karakteristikat dhe forma e antenës varen nga karakteristikat e përhapjes së radiovalëve në gjatësinë e dhënë, vetitë e pengesave dhe intensiteti i radiotransmetimit të asaj gjatësie valore.

Antenat për valë të gjata: valët e gjata përhapen nëpër sipërfaqen e Tokës në të cilën ndodhen edhe vijat e fushës elektrike. Kur vendosen horizontalisht me tokën, këto antena nuk janë të orientuara, kurse në drejtimin vertikal orientimi i tyre zvogëlohet nëse këndi i tyre rritet deri në 90 °. Për valët e gjata nuk përdoren dipole horizontale sepse vjen deri te neutralizimi i fushës së rrezatimit për shkak të afërsisë së Tokës.

Për valët e gjata si antena emetuese mund të përdoren vetëm nga ato që janë të kombinuara dhe përbëhen nga një ose më shumë përçues vertikal. Karakteristikë kryesore e antenave për valë të gjata është lartësia e tyre e vogël në raport me gjatësinë e valës, dhe me këtë edhe aftësia e vogël për të rrezatuar.

Antenat për valë të mesme: në zonën e valëve të mesme zakonisht punojnë transmetuesit radiodifuziv, kështu që flasim për antena radiodifuzive. Detyra kryesore e antenave radiodifuzive është mbulimi i një territori të caktuar me radiovalë me intensitet të caktuar. Gjatë kësaj, ekzistojnë antena të ndryshme të cilat emetojnë programe radiodifuzive. Lloji më i thjeshtë i antenave radiodifuzive për valë të mesme është antena-T prej teli, por përdoret edhe antena-G, si dh antena-ombrellë (antena në formë të ombrellës). Dallimi kryesor midis antenave për valë të gjata dhe të mesme është në gjerësinë e brezit të lëshimit të frekuencave. Antenat radiodifuzive kanë brez të gjerë të transmetimit, dhe me të edhe krah rezonant më të rrafshët, prandaj, rezistenca aktive e antenës është më e madhe. Ai është disa dhjetëra ome.

Për stacione radiodifuzive me fuqi të madhe (më të madhe se 50kW) ndërtohen antena të cilat kanë specifikat e tyre. Zakonisht përdoren sisteme komplekse të antenave, si në Fig. 6-27, me çka rritet rezistenca e rrezatimit.

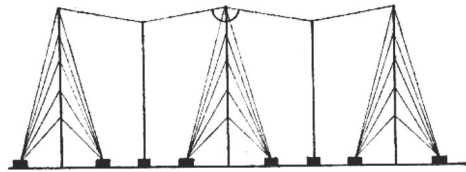


Fig. 6-27. Sistem kompleks antenash për fuqi të mëdha

Tokëzimi i këtyre antenave, siç shihet në figurë, realizohen me shtylla antenash të izoluara, me kablllo të lidhura për tokën.

Antena për valë të shkurtra: zona e valëve të shkurtra është e mirë - si për radiodifuzionin, ashtu edhe për komunikim. Kur bëhet fjalë për komunikimet, karakteristike është ajo se ka ndryshim shumë të shpeshtë të valëve për 24 orë, për shkak të ndryshimeve në jonosferë. Prandaj, lidhjet e valëve të shkurtra për komunikim kërkojnë, gjatë vitit, më tepër frekuenca pune në brezin prej 10m deri në 100m. Për dallim nga antenat e vendosura, në lidhjet për komunikim përdoren antena për zona të gjera.

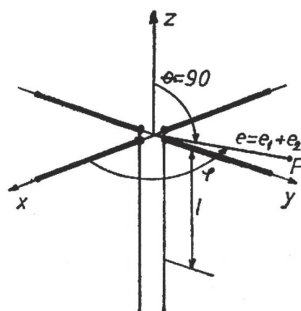


Fig. 6-28. Fusha e rrezatimit të antenës me ndryshim të lartësisë

Antena më të thjeshta për valë të shkurtra janë antenat-shkop të cilat përdoren në komunikimet mobile, dhe përdoren shumë shpesh edhe në konstruksionet fikse. Mund të përdoren edhe antena transmetuese në formë (T) ose (L). Për këto valë mund të përdoren edhe antena-dipole të kryqëzuara, si në Fig.6-28. Me kombinimin e dipoleve fitohen antena të cilat i përmbushin kushtet e para-përcaktuara në aspektin e orientimit dhe rezistencës së rrezatimit e kështu me radhë.

Për zonën e **valëve ultra të shkurtra** përdoren sisteme komplekse të antenave të cilat kanë rrezatim të orientuar në drejtim saktësisht të përcaktuar. Janë të përbëra nga dy ose më tepër dipole. Si antena për valët ultra të shkurtra përdoren edhe antenat satelitore.

6.8.2 Antena marrëse për zona të ndryshme valore

Antenat dipole, si antena marrëse, në praktikë mund të paraqiten me realizime të ndryshme. Më shpesh përdoret dipoli gjysmëvalor, si në (Fig. 6-29- a). Ai është i përbërë nga një shkop që është i prerë në mes. Në atë vend lidhet linja, me të cilën antena lidhet me marrësin. Gjatësia e përgjithshme e antenës është sa gjysma e gjatësisë së valëve elektromagnetike që do të merren me këtë antenë. Parametrat karakteristikë të dipolit gjysmëvalor mund të ndërrohen me ndryshimin e formës së saj. Kjo veçanërisht ka të bëjë me rezistencën e rrezatimit dhe brezin e lëshimit. Në Fig. 6-29 janë treguar disa versione të dipolit gjysmëvalor, të cilat në thelb kanë të njëjtat karakteristika, kurse ndryshojnë vetëm sipas madhësisë së impedancës.

Antenat dipole, ndërtohen nga dipole (Fig. 6-29-b) të cilët janë përçues të mbështjellë me trashësi të ndryshme.

Të gjitha dipolet kanë të njëjtat karakteristika, por ndryshojnë sipas impedancës e cila është e ndryshme në secilin prej tyre. Impedanca e dipolit të thjeshtë është rreth 60Ω , kurse impedanca e dipolit të mbështjellë 240Ω , kurse impedanca e dipolit nga (Fig. 6-29-c) varet nga trashësia dhe shpërndarja e tubave që e përbëjnë dipolin. Impedanca e këtyre dipoleve ndryshon nga 150Ω deri në 900Ω . Gjithmonë përdoret dipol i përbërë prej tre tubave, kurse impedanca e dipolit të tillë ndryshon nga 350 deri në $1,500 \Omega$.

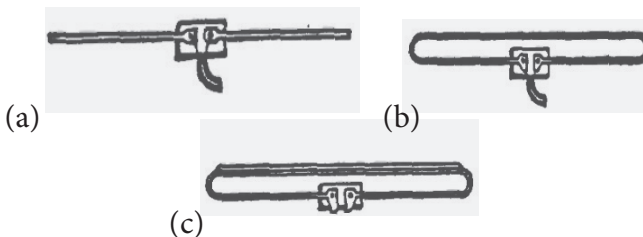


Fig. 6-29. Antena dipole

Dipoli klasik i treguar në (Fig. 6-29-a) ka një diagram horizontal të drejtimit (më mirë merr në drejtimin prej 0° deri në 180° , kurse sinjali në drejtimin prej 90° deri në 270° është shumë i dobët). Një karakteristikë e tillë e rrezatimit është e keqe për marrje të valëve në vendet ku ka një numër të madh të programeve që vijnë nga drejtime të ndryshme. Në këtë rast përdoren antena që kanë një karakteristikë horizontale rrethore të rrezatimit dhe të cilat në mënyrë të barabartë i marrin sinjalet nga të gjitha drejtimet (kanë kënd marrës 360°). Një dipol i tillë është treguar në Fig. 6-30. Këto janë dipole rrethore. Dipoli në formën e një rrethi është diçka më i gjatë se dipoli i zakonshëm.



Fig. 60-30. Antena dipole e mbështjellë

Lloj tjetër i dipolit i cili ka përafërsisht karakteristikë rrethore të rrezatimit është treguar në Fig. 6-31. Këto janë dipole të kryqëzuara. Dipolet e kryqëzuara janë të lidhur mes veti me kablllo gjatësia e së cilës është sa një e katërta e gjatësisë valore. Dipoli i kryqëzuar është i përbërë nga dy

antena dipole të vendosura në kënd të drejtë, me çka dipolet mund të jenë të zakonshme ose të mbështjella. Në dipolet e kryqëzuara marrja është nga kënde të ndryshme. Marrja nga 45° , 135° , 225° dhe 315° është rreth 20% më e dobët se marrja në drejtimet prej 0° , 90° , 180° dhe 270° . Këto dipole përdoren për marrje në zonën VHF. Përforcimi i dipoleve të kryqëzuara është diçka më pak se zero decibel. Dipolet me diagram rrethor të rrezatimit gjithmonë përdoren të vetëm, dhe asnjëherë si elemente për ndërtimin e antenave të ndërlikuara, për çka përdoren lloje tjera të dipoleve.

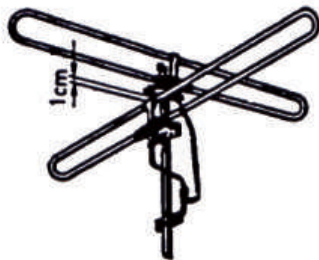


Fig. 6-31. Antena dipole të kryqëzuara

Antenat dipole kanë relativisht brez të gjerë të frekuencave në të cilin mund të zbatohen. Kjo varet nga trashësia e tubave nga të cilët është i ndërtuar dipoli. Nëse dipoli është më i trashë, do të kemi një brez më të gjerë të frekuencave në të cilin do të mund të përdoret. Kështu arrihet te dipole në të cilat raporti i gjatësisë dhe gjerësisë është 20:1, si në Fig. 6-32. Një nga realizimet e një dipoli të trashë është dipoli me krahë në formë trekëndëshi Fig. 6-32 (a), në të cilin çdo krah është në formën e trekëndëshit. Ky lloje i dipoleve përdoret veçanërisht për marrje në televizion (band I). Dipoli në Fig. 6-32 (b) shpesh quhet dipol kon. Krahët e tij janë në formën e shkronjës (V). Dipolet mund edhe të kombinohet me njëri-tjetrin. Në këto kombinime secili nga dipolet pranon zonë të ndryshme të frekuencave.

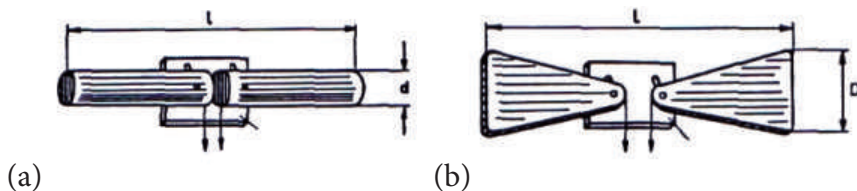


Fig. 6-32. Dipole: (a) dipol i trashë, (b) dipol me krah në formë trekëndëshi

Një tjetër lloj i dipolit të kombinuar mund të realizohet si në Fig. 6-33. Ky dipol quhet dipol-nyje. Ai përbëhet nga dy dipole: një me një

gjatësi (L_3), dhe tjetri me një gjatësi (L_4). Dipolet-nyje përdoren për marrjen në televizion, me çka i marrin të gjitha kanalet dhe frekuencat e grupit të brezit (band) III dhe IV. Dipoli me gjatësi L_3 i merr kanalet nga grupi III. Nyja ka rol të dyfishtë. Nga njëra anë, ajo paraqet induktivitet i cili e ndalon kalimin e sinjaleve me frekuenca më të larta në brezin IV.

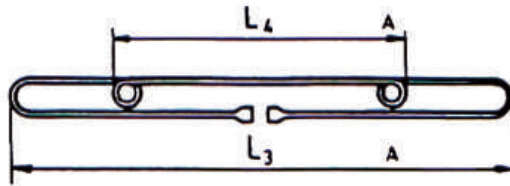


Fig. 6-33. Antena dipole e kombinuar

Për valët elektromagnetike të cilat kanë frekuenca më të ulëta, nyja nuk paraqet pengesë dhe nuk ndikon mbi to. Nga ana tjetër, nyja paraqet kapacitet në kalimin mes shufrës së sipërme dhe të poshtme të dipolit të mbështjellë. Ky kapacitet vetëm e thekson gjatësia (L_4), me çka ky është dipol për frekuenca të larta.

6.8.3 Antena Jagi (Yagi)

Realizimi i njohur i antenave për zonën valore ultra të shkurtra është e ashtuquajtura antena-jagi. Këto antena shumë shpesh përdoren në praktikë për shkak të ndërtimit dhe furnizimit të thjeshtë.

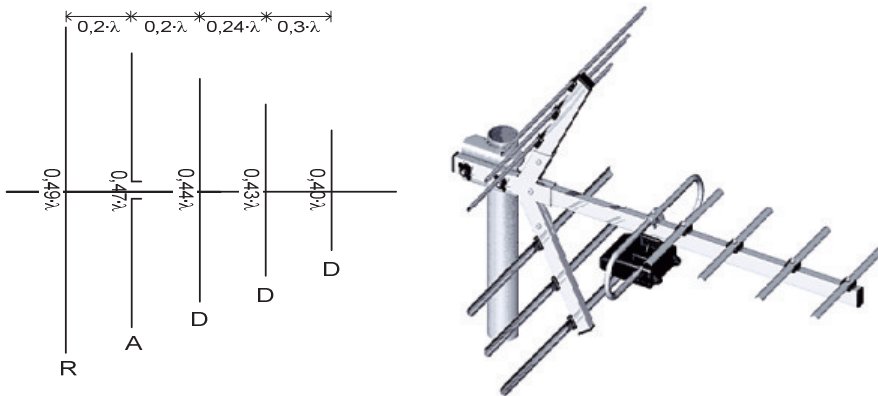


Fig. 6-34. Antena- jagi

Antenat-jagi janë varg i elementeve që vendosen në një plan së bashku. Ajo është e përbërë nga një dipol aktiv dhe më shumë elemente

pasive. Ky kombinim i elementeve është (realizohet) me llogaritje specifike për brezin valor të përcaktuar me saktësi. Antena-jagi ka vetëm një element aktiv, i cili në Fig. 6-34 është i shënuar me A. Ai është dipol gjysmëvalor dhe zakonisht është i mbështjellë. Elementet tjerë janë elemente pasive (R-reflektori dhe D-drejtuesi).

Nën ndikimin e fushës së elementit aktiv, në elementet pasive induktohen rrymat të cilat, gjithashtu, krijojnë fushat e tyre. Rrymat në elementet pasive janë të zhvendosura në fazë në raport me rrymën në elementin aktiv, kështu që maksimumi kryesor i rrezatimit paraqitet në drejtimin e boshtit të elementeve në drejtim të drejtuesve. Në drejtimin e kundërt, në drejtimin e reflektorëve, rrezatimit do të jetë i barabartë me zero. Në Fig. 6-35 tregohet karakteristika hapësinore e rrezatimit të antenës-jagi.

Gjerësia e tufës-rrezes karakteristike të rrezatimit varet nga numri i drejtuesve. Me rritjen e numrit të tyre, ngushtimin e rrezes që e shkakton çdo drejtues i ardhshëm bëhet gjithnjë e më i vogël. Prandaj, numri i drejtuesve zakonisht më i madhe se 18. Fletët e vogla prapa paraqiten për shkak të numrit të elementeve në antenë.

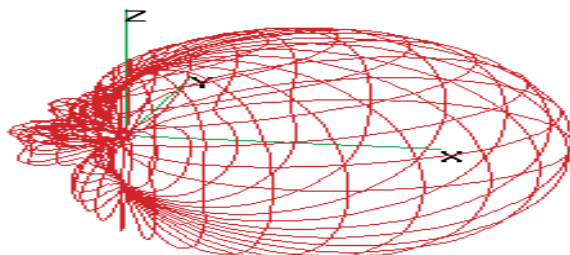


Fig. 6-35. Karakteristika e rrezatimit e antenës-jagi

Antena-jagi është e përshtatshme për punë në frekuencën fikse, sepse është e përshtatur në gjatësi vale të veçantë. Karakteristika e rrezatimit ka formë të kënaqshme vetëm kur ndryshon frekuenca e gjeneratorit në kufijtë prej rreth 2% në krahasim me frekuencat tjera. Zgjerimi i zonës së punës të antenës mund të arrihet me zbatimin e reflektorit me konstruktion të veçantë.

Antenat-jagi të drejtuara janë të mira për marrjen e një ose më shumë stacioneve të cilët ndodhen në të njëjtin drejtim me boshtin e

antenës. Nëse nuk është kështu, është i nevojshëm mekanizëm me të cilin antena do të rrotullohet në drejtime të caktuara. Kështu, disa antena të zakonshme ndërtohen me dy dipole të vendosur normal me njëri tjetrin. Atëherë marrja është përafërsisht e njëjtë, pa marrë parasysh drejtimin e ardhjes së valëve.

6.9 ANTENAT SATELITORE

Kur transmetojmë informacione me ndihmën e sistemeve klasike të antenave, atëherë ka largësi të kufizuar të përhapjes dhe shfrytëzim të informacioneve. Shkak i kësaj është fakti se valët elektromagnetike përhapen në vijë të drejtë, kurse për shkak të formës rrethore të Tokës, largësia e transmetimit është e kufizuar. Që të rritet distanca fundore e antenave emetuese, Zakonisht ato vendosen në vende të larta. Për të rritur gjatësinë e fundme të sistemeve klasike të zakonshme prej 60-250 km përdoren edhe sisteme satelitore. Me paraqitjen e satelitëve artificial paraqitet mundësi e re për të rritur distancën e transmetimit. Antenat transmetuese vendosen në lartësi shumë të madhe në satelit artificial, me çka fusha e rrezatimit të tyre rritet.

6.9.1 Transmetimi satelitor

Transmetimi satelitor është parashikuar në vitin 1945 nga Arthur Clarke. Ai vuri re se me ndihmën e satelitëve artificial të Tokës, të cilët janë të vendosur në një distancë të caktuar mbi ekuator, ai do të lëviz me të njëjtën shpejtësi me atë të Tokës dhe do të jetë vazhdimisht në të njëjtën pikë mbi Tokë. Për një satelit të tillë thuhet se ka orbitë gjeostacionare. Orbita gjeostacionare është rreth 36.000 km mbi sipërfaqen e Tokës.

Praktikisht, e gjithë sfera e Tokës mund të mbulohet me tre satelitë artificial mbi Tokë, direkt mbi ekuator, dhe çdo satelit i tillë mbulon 40% të sipërfaqes së Tokës. Kjo zonë quhet rripi i Clarke-it. Lidhjet mes stacionet që transmeton sinjal kah sateliti dhe sateliti tjetër quhet lidhje emetuese (uplink), kurse emetimi i sinjalit drejt përdoruesve quhet lidhje marrëse (downlink). Emetimi kah satelitët realizohet me anë të bartësve me frekuencë të zonës prej 14GHz, kurse sinjali i emetuar në drejtim të përdoruesve realizohet në zonën 12GHz (vlen për brezin-Q).

Elemente bazë të një sateliti radiodifuziv janë: **antena marrëse, antena emetuese, krahët solarë, bateritë, motorët e vegjël raketorë.**

Antena marrëse merr sinjalet nga stacioni televiziv tokësor e cila emeton sinjal deri te sateliti dhe nëpërmjet tij krijohet lidhja emetuese (uplink). Antenat transmetuese mbulojnë pjesë të ndryshme të sipërfaqes së Tokës. Gjatë kësaj, fuqia e rrezatimit nuk është e njëtrajtshme në të gjitha drejtimet kah Toka, d.t.th. kemi të bëjmë me antena të drejtuara. Krahët diellorë janë panele në të cilët janë të renditur fotogjeneratorë gjysmëpërçues të energjisë elektrike. Këto gjeneratorë e ushqejnë gjithë elektronikën e satelitit-TV. Pasi që sateliti është gjeostacionar, ai lëviz së bashku me Tokën, kështu që gjysma e 24 orëshit ndodhet në errësirë. Për këtë shkak, përveç celulave diellore ekzistojnë edhe bateri të cilat mbushen kur sateliti është në ditë, kurse janë burime kryesore të energjisë kur sateliti është në errësirë. Motorët e vegjël të raketave përdoren për të korrigjuar pozicionin e satelitit.

Në Fig. 6-36 tregohet parimi i transmetimit radiodifuziv satelitor.

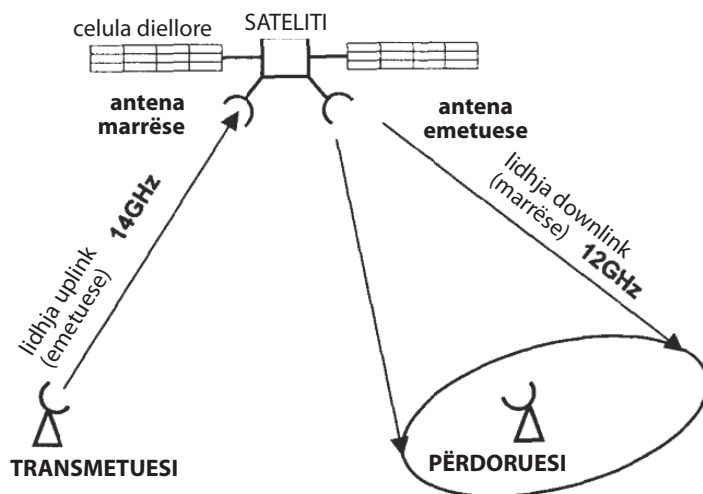


Fig. 6-36. Parimi i transmetimit radiodifuziv satelitor

Pozita e saj kontrollohet nga stacioni në Tokë, i cili e ndjek lëvizjen e tij dhe sipas nevojës i ndez motorët e vegjël raketorë për korrigjim të pozitës.

Pozita e një satelit radiodifuziv në raport me Tokën është paraqitur në Fig. 6-37.

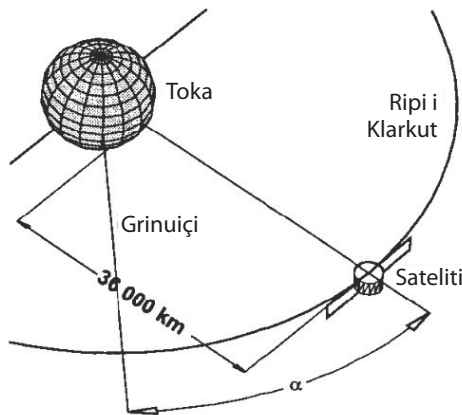


Fig. 6-37. Satelitët në krahasim me Tokën

Njësia bazë e komunikimit të një sateliti është transponderi. Ai paraqet një emetues-marrës i cili kryen marrje të sinjalit nga stacioni tokësor, kryen konvertimin e frekuencave dhe e çon deri te antenat emetuese, prej nga rrezaton në drejtim të Tokës. Vendi i transponderit satelitor është treguar në Fig.6-38.

Në një satelit zakonisht janë të vendosur nga 16 transponderë. Në kuadër të një transponderi mund të emetohet një sinjal analog, ose më tepër sinjale digjitale.

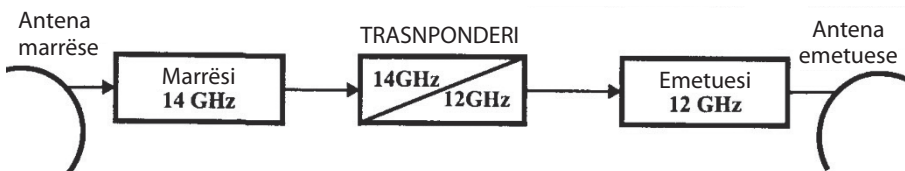


Fig. 6-38. Bllok-skema e transponderit në satelit

Një karakteristikë tjetër e rëndësishme e transponderit është fuqia e tij e rrezatimit, e cila zakonisht shprehet me anë të parametrit *EIRP* (Effective Isotropic Radiated Power). Kjo është shifër e shprehur në decibel, e cila tregon se sa decibel fuqi më të madhe rrezaton një transponder në raport me një antenë teorike, e cila rrezaton në të gjitha drejtimet në mënyrë të barabartë dhe ka fuqi prej 1W.

Kjo don të thotë se *EIRP* është njëkohësisht tregues për fuqinë e transponderit dhe për drejtueshmërinë e vetë antenës transmetuese të satelitit. *EIRP* është dhënë me shprehjen e mëposhtme:

$$EIRP \text{ [dB]} = P_T + G_A \dots\dots\dots (6-7)$$

ku: P_T është fuqia transmetuesit të transponderit, kurse G_A është përforcimi i antenës (karakteristika e drejtueshmërisë së antenës në një drejtim të caktuar).

Sipas *EIRP*, satelitët ndahen në:

- satelitë me fuqi të vogël ($EIRP \leq 50 \text{ dBW}$)
- satelitë me fuqi të mesme ($EIRP = 50-70 \text{ dBW}$)
- satelitë me fuqi optimale ($EIRP = 70-100 \text{ dBW}$)
- satelitë me fuqi të madhe ($EIRP > 100 \text{ dBW}$)

6.9.2 Ndërtimi i antenave satelitore

Antena satelitore përbëhet nga një reflektor dhe konvertor me zhurmë të ulët LNC (Low Noise Converter) ose, siç quhet ndryshe, LNB (Low Noise Block Converter). Roli i reflektorit është t'i fokusojë radiovalët në sipërfaqen e tij në një pikë.



Fig. 6-39. Antena satelitore

Mënyra e përhapjes së radiovalëve është identik me mënyrën e përhapjes së valëve të dritës. Pra, ashtu siç pasqyra sferike i fokuson rrezet e dritës që bien në sipërfaqen e saj, ashtu edhe reflektori metalik do t'i fokusojë radiovalët në një pikë. Kështu, radiovalët e kthyera nga sipërfaqja

metaliqe në reflektor në mënyrë vektoriale mbliidhen në një pikë. Në këtë reflektim nuk është e mjaftueshme vetëm ajo që valët nga periferia e reflektorit të drejtohen kah fokusi i pasqyrës, por ato në pikën rënëse duhet të jenë të njëjtë në fazë. Pra, reflektori duhet të plotësojë kërkesën për reflektim si në fazë. Reflektori ka formën e sipërfaqes matematikore paraboloid.

Reflektori parabolik në antenat satelitore me mbështetës të konvertorit është treguar në Fig. 6-39.

Paraboloidin mund ta imagjinojmë si një sipërfaqe të fituar me rrotullimin e parabolës rreth majës së saj. Me mbajtës të veçantë, në fokusin e paraboloidit vendoset konvertori, i cili i merr sinjalet e reflektuara nga sipërfaqja e tij.

Parametrat bazë të një parabole janë: hapja e saj ose diametri, i cili shënohet me D ; thellësia e reflektorit e shënuar me d , kurse distanca e fokusit, e cila matet nga kulmi i parabolës deri te fokusi i vet parabolës, e cila shënohet me F . Të gjitha rrezet që vijnë në drejtimin paralel me drejtëzën që i lidh kulmin e parabolës dhe fokusin e saj, do të reflektohen nga pasqyra saktë në fokusin e parabolës.

Raporti F/D është një karakteristikë e rëndësishme e reflektorit parabolik. Ai e jep informacion për thellësinë e reflektorit. Reflektorët me raport F/D 0,33 deri në 0,4 konsiderohen reflektorë të cekët, ndërsa reflektorët me raport F/D 0,25 deri në 0,33 konsiderohen reflektorë të thellë. Edhe reflektori i cekët edhe i thellë kanë përparësitë dhe mangësitë. Parametrat e reflektorit parabolik janë treguar në Fig. 6-40.

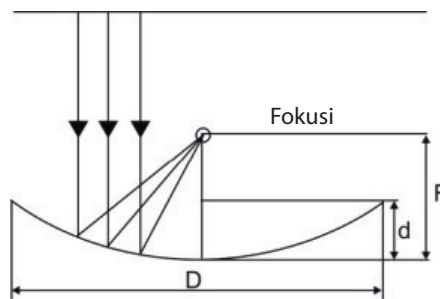


Fig. 6-40. Parametrat të reflektorit parabolik

Reflektorët e cekët kanë përparësi në raport me shfrytëzimin e sipërfaqes efektive të reflektorit dhe në raport me të ashtuquajturat efektet e skajeve në reflektim. Reflektori nuk është pasqyrë ideale përgjatë gjithë

sipërfaqes së tij. Rreth skajeve të reflektorit ndodh rishfaqja e radiovalëve. Kjo rishfaqje është më e shprehur në reflektorët më të thellë. Por, në reflektorin më të thellë pika e fokusit gjendet në distancë më të vogël nga kulmi i parabolës. Me këtë, konvertori që gjendet në fokus të parabolës është më i mbrojtur nga rrezatimi që vjen nga sipërfaqja e Tokës, kështu që nga ky aspekt reflektori i thellë është më i mirë. Pra, gjatë ndërtimit të reflektorit kemi dy kërkesa kontradiktore të cilat duhet të jenë ët kënaqura njëkohësisht, prandaj zbatohen raporte optimale F/D . Distanca e fokusit të parabola është dhënë me shprehjen e mëposhtme:

$$F = D^2/16 d \dots\dots\dots (6-8)$$

ku:

D është diametri i reflektorit, kurse

d është thellësia e reflektorit.

Sipas ndërtimit, ekzistojnë më shumë lloje të reflektorëve, por vetëm dy prej tyre janë në përdorim të gjerë: **parabola e zakonshme** dhe **parabola-ofset**. Matematikisht, antena-ofset paraqet një sipërfaqe të prerë të paraboloidit. Antena-ofset dhe reflektori-ofset të prerë nga reflektori parabolik janë treguar në Fig. 6-41.

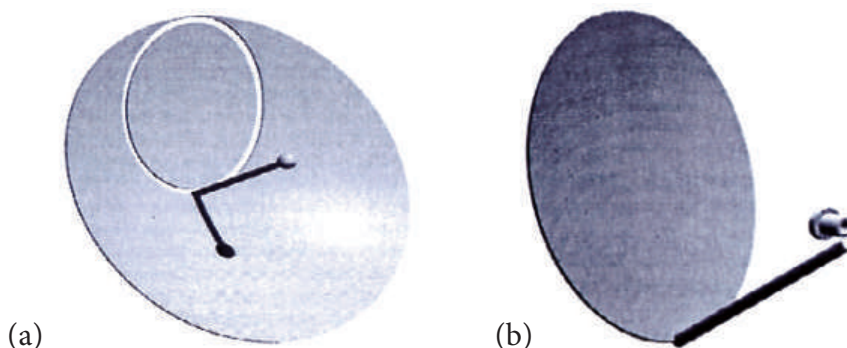


Fig. 6-41. Antena-ofset (a) dhe reflektori-ofset (b)

Sipërfaqja më e vogël formon reflektor-ofset. Të dy reflektorët fokusohen në pikën e njëjtë, vetëm se te reflektori-ofset fokusi nuk është i vendosur simetrik në qendër si në parabolën e zakonshme, kështu që mbajtësi i konvertorit më pak bën hije në sipërfaqen reflektuese të antenës. Kjo do të thotë se ky lloj i reflektorëve ka shkallë më të lartë të shfrytëzimit të sipërfaqes në krahasim me parabolën. Gjithashtu, shihet se sipërfaqja-ofset qëndron më normal në raport me Tokën (nuk ka probleme me borën), por gjithashtu është edhe më i cekët se parabola, gjë që e bën më të qëndrueshëm mekanikisht.

Pikërisht nga kjo arsye, antenat-ofset nuk ndërtohen me diametër më të madh se 150 cm (mendohet në diametrin më të madh të elipsës).

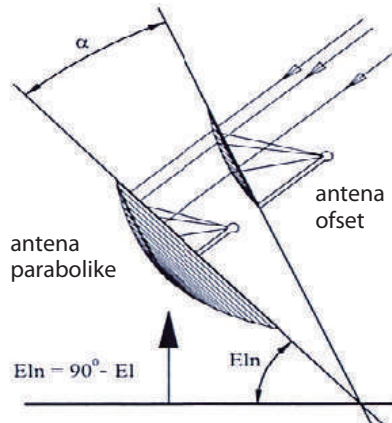


Fig. 6-42. Pozita e antenës ofset

Për reflektorin ofset karakteristik është këndi ofset. Këndi-ofset është këndi mes planit ku shtrihet hapja e pjatës-ofset dhe planit në të cilin shtrihet hapja e parabolës së zakonshme, kur këto të dyja janë të drejtuara kah i njëjti satelit.

Kjo është një e dhënë e rëndësishme dhe duhet të merret parasysh gjatë vendosjes së pjatës. Ky kënd zakonisht është rreth 20° . Për shembull, në antenat „Iskra” ky kënd është 22° . Pozita e antenës ofset në raport me antenën parabolike është treguar në Fig. 6-42.

6.9.3 Parametrat e antenave satelitore

Parametrat më të rëndësishëm ose karakteristikat e një antene satelitore janë **përforcimi i antenës** dhe **këndi i marrjes**. Përveç këtyre, si parametër të rëndësishëm përmendëm edhe raportin F/D , i cili na tregon thellësinë e reflektorit. Përforcimi dhe këndi i marrjes varen nga madhësia e reflektorit, gjegjësisht diametri i antenës.

Përforcimi i antenës është dhënë me shprehjen e mëposhtme:

$$G = \eta \cdot (\pi \cdot D / \lambda)^2 \dots\dots\dots (6-9)$$

ku:

G është përforcimi i antenës;

D është diametri i antenës (m);

η është efikasiteti i antenës, dhe

λ është gjatësia valore e sinjalit satelitor (m).

Shihet se përforcimi i antenës varet nga katrori i diametrit të antenës, gjegjësisht është proporcional me sipërfaqen e hapjes së reflektorit parabolik. Përforcimi i antenës shprehet në decibel (dB):

$$G[dB] = 10 \log [\eta(\pi \cdot D / L)^2] \dots\dots\dots (60-10)$$

Këndi i marrjes është parametri tjetër i rëndësishëm i antenës. Çdo antenë ka karakteristikën vet të drejtimit. Karakteristika e dejtueshmërisë është grafik i vizatuar në koordinatat polare, i cili tregon se sa EMC paraqitet në dalje të antenës, kur nga të gjitha drejtimet ekziston fushë e barabartë elektromagnetike. Antenat e drejtuara kanë ndjeshmëri më të madhe (EMC) nëse vala vjen nga ana e përparme. Si ndërron këndi nga drejtimi ballor, ndjeshmëria ulet. Këndi i marrjes në antenën parabolike mund të llogaritet nga formula e përafërt:

$$\Theta = 70\lambda/D = 21/fD [^\circ] \dots\dots\dots (6-11)$$

ku: Θ është këndi i marrjes ($^\circ$)
 D është diametër i antenës (m)
 f është frekuenca (GHz)

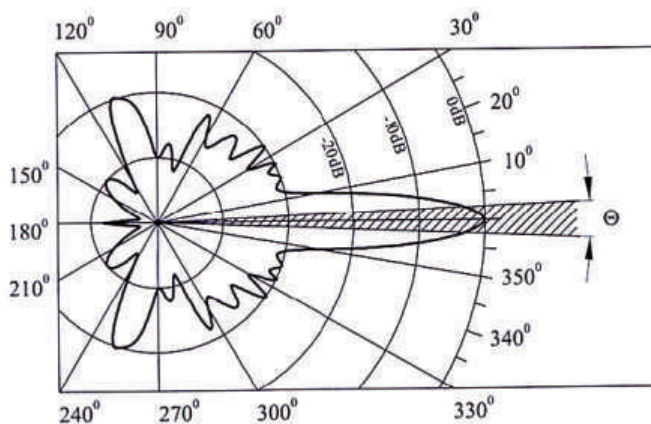


Fig. 6-43. Karakteristika e antenës satelitore të drejtuar

Karakteristika e antenës satelitore të drejtuar është treguar në Fig. 6-43. Shpesh ndodh që (edhe pse ndonjë transponder nga një satelit i caktuar është i fuqishëm, sipas llogaritjeve, mund të merr sinjale nga antenat më të vogla), cilësia e sinjalit e marrë nga antenat më të vogla nuk është e kënaqshme, sepse për shkak të këndit të mëdh të marrjes së antenës në përdorues sinjali përzihet me sinjal nga sateliti i afërt fqinj, i cili i pengon sinjalit të përdoruesit.

6.9.4 Antenat WiMAX

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) është standard i definuar nga Forumi WiMAX, i formuar në qershor të vitit 2001, i bazuar në standardin IEEE 802.16, zyrtarisht i njohur si Wireless MAN. Standardi WiMAX mundëson transfer pa tela të të dhënave në largësi të mëdha, në mënyra të ndryshme, siç janë lidhjet pikë në pikë ose llojet mobile të qasjes. Forumi e përshkruan WiMAX-in si alternativë për transmetimin kabllor dhe DSL të të dhënave.

Brezi i frekuencave të WiMAX-it e bën atë veçanërisht të zbatueshëm në rastet e mëposhtme:

- për lidhjen reciproke të zonave Wi-Fi, gjegjësisht lidhjen e tyre në Internet;
- si alternativë për lidhjet kabllore dhe DSL për qasje të shpejtë në Internet me kapacitet të madh (broadband access);
- për të siguruar shërbime të telekomunikacionit për transmetimin e të dhënave me shpejtësi të madhe;
- për të siguruar lidhje alternative në internet për komunitetet e biznesit. Për shembull, nëse një biznes ka një lidhje fikse dhe internet wireless, lidhja është shumë më e sigurt, dhe
- për të siguruar lidhje të internetit për bizneset të cilët shpesh i ndërrojnë objektet afariste në të cilat punojnë.



Fig. 6-44. Antena WiMAX

Shumë kompani përdorin WiMAX për internet me brez të gjerë dhe në këtë mënyrë i zvogëlojnë shpenzimet.

Në zonat ku nuk ekziston rrjet telefonik, apo sistem i ngjashëm kabllor, WiMAX paraqet një alternativë të shkëlqyer për qasjen me brez të gjerë, i cili është investim me kosto të ulët ekonomike. Para paraqitjes së WiMAX-it, për qasje në brez të gjerë në internet operatorët kanë përdorur rrjetat ekzistuese (telefonike) etj.

Pajisja e jashtme duhet të jetë e instaluar nga një profesionist dhe është më e shtrenjtë gjatë furnizimit dhe mirëmbajtjes, por mundëson lidhje në distanca shumë më të mëdha nga stacioni bazë i WiMAX. Pajisja e jashtme është e madhësisë së librit të formatit A4 dhe instalimi i saj mund të krahasohet me instalimin e antenës satelitore. Në Fig. 6-44 janë paraqitur antena- WiMAX.

Kjo është një teknologji konkurruese për rrjetat mobile 3G dhe 4G dhe sistemet e orientuar të internetit.

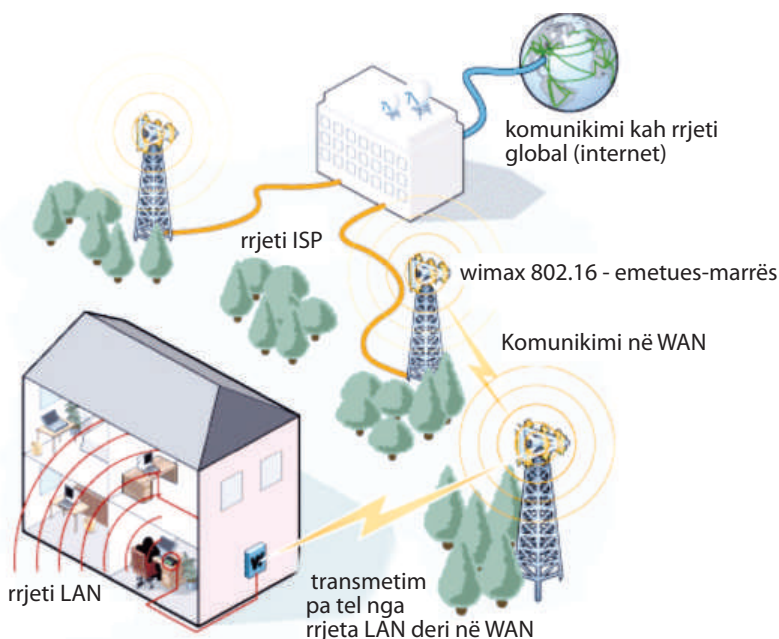


Fig. 6-45. Transmetimi - WiMAX

Pajisja WiMAX në anën e përdoruesit është e brendshme dhe e jashtme. Pajisje e brendshme (e dhomës) është e lehtë për instalim, por përdoruesi duhet të jetë në afërsi të stacionit bazë WiMAX. Në Fig.6-45 është paraqitur WiMAX.

SHTOJCA 2 DHE 3➤ **ANTENAT LOGARITMIKE**➤ **MBAJTËSIT E ANTENAVE****PËRMBLEDHJE:**

- Antenat janë pajisjet elektrike të cilat valët elektromagnetike i konvertojnë në sinjal elektrik dhe anasjelltas - sinjalin elektrik e konvertojnë në valë elektromagnetike. Antenat mund të jenë edhe emetuese edhe antena marrëse.
- Valët elektromagnetike përhapen nëpër ajër si valë sipërfaqësore dhe valë hapësinore.
- Valët hapësinore gjatë përhapjes së tyre e përdorin jonosferën.
- Frekuenca maksimale e valës së emetuar vertikalisht e cila është akoma reflektohet nga jonosfera quhet frekuencë kritike e jonosferës. Frekuenca kritike varet nga numri i elektroneve të lira në vëllimin njësi.
- “Zona e vdekur” quhet hapësira në mes të zonës në të cilën mbaron marrja e valëve sipërfaqësore dhe zonës në të cilën fillon marrja e valëve hapësinore. Për gjatësi valore më të gjata se 50 metra nuk ka ekziston “zona e vdekur”.
- Feding është dobësimi (shuarja) kohëshkurtër e sinjalit e shkaktuar nga interferenca e valëve, të cilat në pikën e marrjes arrijnë në rrugë të ndryshme.
- Dipoli i Hercit është realizimi praktik më i vjetër i antenës. Është i njohur edhe si dipol gjysmëvalor.
- Dipoli i Hercit punon në parimin e qarkut oscilues serik, me hapjen e të cilit rreth dipolit paraqiten valë elektromagnetike.
- Fusha elektrike dhe magnetike rreth antenave-dipole në çdo pikë janë të vendosura pingul me njëra-tjetrën.
- Karakteristika e fushës së rrezatimit të antenës quhet diagram i rrezatimit të antenës. Karakteristika e rrezatimit në planin ekuatorial ka formën e një rrethi.
- Diagrami i rrezatimit të antenave dipole ndryshon me ndryshimin e gjatësisë së krahëve të dipolit, vendndodhjes së dipolit dhe lartësisë në të cilën vendoset.

- Rezistenca e rrezatimit të antenës dipole është madhësi thjeshtë omike dhe është 73Ω .
- Antenat mund të përdoret si antena transmetuese dhe marrëse. Në ndërtimin e të dyjave ndodhen një ose më shumë dipole të cilët realizohen në mënyra të ndryshme.
- Antenat-Jagi janë sisteme komplekse të antenave me veprim të theksuar të drejtuar, të cilat përdoren për të transmetuar valë ultra të shkurtra, sidomos në televizion.
- Antenat satelitore përdoren për brezin e valëve ultra të shkurt-ra. Lidhja me stacionit që transmeton sinjal kah sateliti quhet lidhje emetuese (uplink), kurse sinjali që vjen kah përdoruesit quhet lidhje marrëse (downlink).
- Emetimi kah satelitët realizohet me ndihmën e frekuencave prej 14GHz, kurse transmetimi nga satelitët kah përdoruesit është në brezin prej 12GHz.
- Në transmetimin satelitor përdoren antena parabolike. Reflektorët e antenave parabolike të cilat kanë përdorim të gjerë janë: parabola e thjeshtë dhe antena-ofset.

PYETJE DHE DETYRA:

1. A ekzistojnë valë elektromagnetike me frekuencë 2MHz dhe gjatësi vale prej 200 m?
2. A mundet vala elektromagnetike me frekuencë 1MHz dhe gjatësi valore prej 200 m të transmetohet nëpërmjet ajrit?
3. Sa është gjatësia e antenës dipole për marrje të programit radiodifuziv VHF?
4. A mundet teli i izoluar të përdoret si një antenë?
5. Si duhet të vendoset antena dipole që tensioni në skajet e saj të jetë maksimal?
6. Kur nuk ka “zonë të vdekur” gjatë transmetimit të sinjaleve?
7. Stacioni radiodifuziv përdor antena emetuese lartësia e të cilës është $h=\lambda/2$. Sa është lartësia e antenës së Radio Shkupit?

Rretho përgjigjen e saktë në pyetjen e dhënë:

8. Cila është gjatësia më e vogël e dipolit me të cilën mund të fitohet rezonanca e antenës?

- a. $\lambda/2$ b. λ c. $\lambda/4$ f. 2λ

9. Si quhet antena me gjatësi $\lambda/2$?

- a. Antena e Tesllës
b. Dipol i Hertzit
c. Antenë-shkop
d. Antenë simetrike

10. Si quhet përçuesi simetrik i drejtë me gjatësi $2l$, i cili në mes furnizohet me burim të frekuencave të larta?

- a. dipol simetrik
b. antenë-jagi
c. antenë-dipol
d. antenë komplekse

11. Në çfarë distance ndodhet orbita gjeostacionare mbi sipërfaqen e Tokës?

- a. 3.600 km
b. 50.000 km
c. 36.000 km
d. 360.000 km

12. Si janë vijat e forcës të fushës elektrike në cilindro plan që kalon nëpër boshtin e dipolit të Hercit?

- a. identike
b. paralele
c. simetrike
d. normale

13. Sa është rezistenca e rrezatimit të dipolit gjysmëvalor?

- a. 300Ω
b. 73Ω
c. 730Ω
d. 79Ω

14. Sa është rezistenca e rrezatimit të dipolit simetrik në hapësirë të lirë?

- a. $R_z = 200 \Omega$
b. $R_z = 75 \Omega$
c. $R_z = 300 \Omega$
d. $R_z = 20 \Omega$

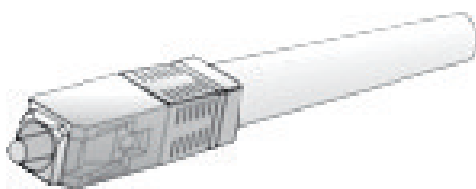
ANEKSET

Aneksi 1

KONEKTORËT

Që të lidhet me pajisje aktive dhe kompjuterë, fija optike duhet në fundin e saj të ketë konektor. Ekzistojnë më tepër lloje të konektorëve optikë, por vetëm disa prej tyre përdoren në mënyrë aktive në rrjetat e kompjuterëve. Konektori i parë është i ashtuquajti konektori - SMA, i projektuar nga firma amerikane Amphenol. Ky konektor është një modifikim i konektorit me të njëjtin emër që përdorej në teknikën e mikrovalëve, por karakteristikat e tij janë të tilla që ai është harruar plotësisht.

Në sistemet kabllore kompjuterike janë të përhapura dy lloje të konektorëve: konektorët-ST dhe SC. Konektorët-ST anë prodhim i kompanisë amerikane AT&T dhe kryesisht përdoren në sistemet 10 Mbps, kurse mund të gjinden edhe në rrjetat e projektuara dhe ndërtuara më herët (të vjetra). Konektori Japonez-SC përdoren në sistemet me 100 Mbps dhe paraqet standard për rrjetat e reja. Standardi ISO 11801 (ndërkombëtar) dhe ANSI/TIA/EIA-568A (amerikan) obligojnë që në sistemet e reja kabllore të përdoren konektorët-SC, dizajni dhe karakteristikat e të cilëve mundësojnë shuarje më të vogla, kurse me vetë këtë edhe “rrjeta më të shpejta”.



Konektori-SC



Konektori-ST

Konektorët janë vetëm një pikë në të cilën sistemet e bazuar në kablllo të bakrit (UTP, STP, FTP) janë më superiorë në krahasim me dimensionet e konektorëve. Gjegjësisht, konektori-RJ45 është shumë më i vogël se konektori duplex-SC (nga një konektor për fibrën (fijen) transmetuese dhe marrëse), kështu që në rastin e sistemeve optike numri më i vogël i lidhjeve mund të mbarojë në panelin shpërndarës, për dallim nga linqet-UTP. Për numër të njëjtë të linqeve është e nevojshme hapësirë më e madhe, e me këtë edhe numër më i madh i paneleve shpërndarëse dhe kuti, çka kushtëzon edhe rritjen e çmimeve për link (qasje). Për të tejkaluar sistemet e bakrit edhe në këtë drejtim, prodhuesit testojnë numër më të madh të konektorëve, siç janë: MT-RJ (nga konsorciumi AMP), Siecot, HP, USCONEX dhe Fujikura, pastaj optispeed LC (nga Lucent Technologies) dhe OPTI-JACK (nga PANDUIT). Në grupin e kohëve të fundit janë edhe SCDC / SCQC (Siecor, Siemens, IBM), dhe VF-45 (3M Telecom Systems). Tani për tani, standardi është i tillë që lejon përdorimin e konektorëve-SC. Sa për konektorët e ri, ata janë ende në fazën e zhvillimit.

Ekzistojnë dy teknika me të cilat konektorët vendosen në vetë fibrën. E para, i ashtuquajtur bashkim mekanik (*mechanical splice*), është më e lirë, por e pasigurtë, dhe ajo duke përdorur ngjitëse me të cilën konektori vendoset në fibër. Teknika tjetër është bashkim fizik (*fusion splice*). Në këtë teknikë përdoret një konektor në të cilin fabrikisht është vendosur një fibër (fije) optike e shkurtër (*pigtail*). Një pigtail i tillë pastaj me ndihmën e shkëndijave elektrike bashkohet me fibrën (fijen) optike në kabllon që konektohet. Një bashkim i realizuar në këtë mënyrë fut më pak shuarje në link se sa që është rasti në bashkimin mekanik, prandaj përdoret në “rrjetat më të shpejta”. Njëkohësisht, kjo metodë është më e shtrenjtë për realizim, sepse pajisja që përdoret në këtë rast është shumë e shtrenjtë.



Konektorët pigtail

Shtojca 2

ANTENAT LOGARITMIKE

Antenat logaritmike janë bërë shumë të përhapura në pajisjet marrëse televizive. Arsyeja për këtë është brezi i gjerë i frekuencave, i cili praktikisht është i pakufizuar, kështu që këto antena janë të njohur edhe si antena të pavarura nga frekuencat. Kjo mundëson që me një antenë të vetme të mbulohet e gjithë zona VHF dhe UHF.

Ideja bazë për ndërtimin e antenave të pavarura nga frekuencat është e njohur qysh herët. Ajo mbështetet në faktin se impedancat dhe shpërndarja e elementeve të një antene përcaktohen me formën dhe madhësinë e saj, të shprehura në gjatësi vale. Nëse raporti i dy elementeve të antenës është k , atëherë edhe të dy elementet do të sillen njëloj në frekuencat f dhe k_f . Antenat logaritmike e kanë marrë emrin nga ajo, se forma e tyre është zgjedhur në atë mënyrë që karakteristikat elektrike të elementeve do të paraqiten periodikisht me logaritmin e frekuencave. Pra, karakteristikat e këtyre antenave janë funksion periodik të logaritmit të frekuencave me periodë Tnk .

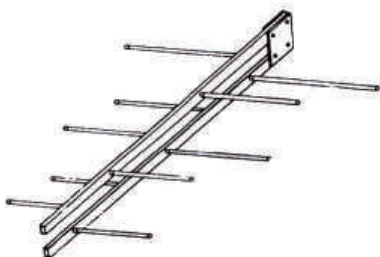


Fig. 1 Antena logaritmike dipole

Në Fig. 1 është treguar një antenë dipole logaritmike. Antena përbëhet nga dy trarë të vendosur në paralele, në të cilët janë vendosur dipole çerekvalore. Elementi funksional bazë i antenës logaritmike është dipoli gjysmëvalor, i cila është i ndarë në dy dipole çerekvalore, secili prej të cilave është i vendosur në trarin përkatës në antenë. Trarët e antenës në njërin fund janë të bashkuar në mënyrë galvanike, ndërsa në anën tjetër në to kyçet një kablllo koaksial.

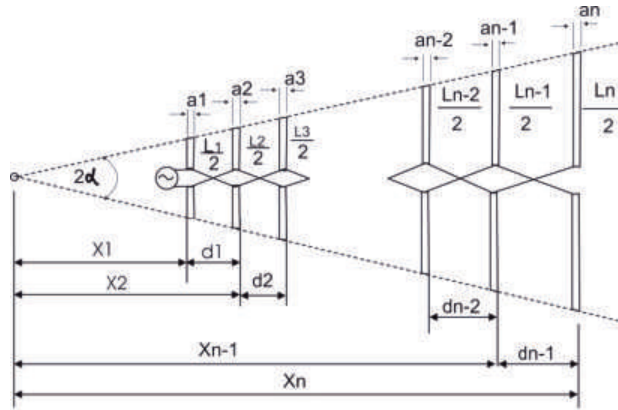


Fig. 2 Parametrat bazë të antenave logaritmike

Në Fig. 2 tregohet një antenë logaritmike, në të cilën shënohen parametrat bazë të sajë. Drejtueshmëria, gjegjësisht përforcimi i antenës logaritmike rritet me rritjen e parametrin k , kurse me zvogëlimin e këndit α në një konstantë δ . Duke e rritur parametrin k rritet edhe numri i elementeve, kurse me rritjen e parametrin δ rritet gjatësia e përgjithshme e antenës. Vlerat e zakonshme për parametrin k variojnë brenda kufijve prej 0,8 deri në 0,96, ndërsa për parametrin δ në kufijtë prej 0,05 deri në 0,2.

Brezi i lëshimit të antenave logaritmike është i kufizuar vetëm me gjatësitë e dipolit më të gjatë dhe më të shkurtër, do të thotë se edhe numri i dipoleve varet nga brezi i frekuencave të nevojshme.

Brezi i frekuencave në antenat logaritmike është përcaktuar si raporti i frekuencës marrëse më të madhe dhe më të vogël.

$$B = f_{\max} / f_{\min}$$

Brezi i projektuar i frekuencave B_p patjetër të jetë më i gjerë se sa ai që dëshirojmë ta marrim. Kështu, për të merë vlerat e fituar nga shprehja:

$$B_p = B [1, 1 + 30,8 \times \delta \times (1 - \tau)]$$

Numri i nevojshëm i dipoleve gjysmëvalore në këtë rast është dhënë me:

$$N = 1 + \frac{\ln B_p}{\ln \frac{1}{\tau}}$$

Një nga mënyrat për rritjen e përforcimit të antenës logaritmike për 2-3dB është lidhja paralele e dy antenave, si në Fig. 3 (a).

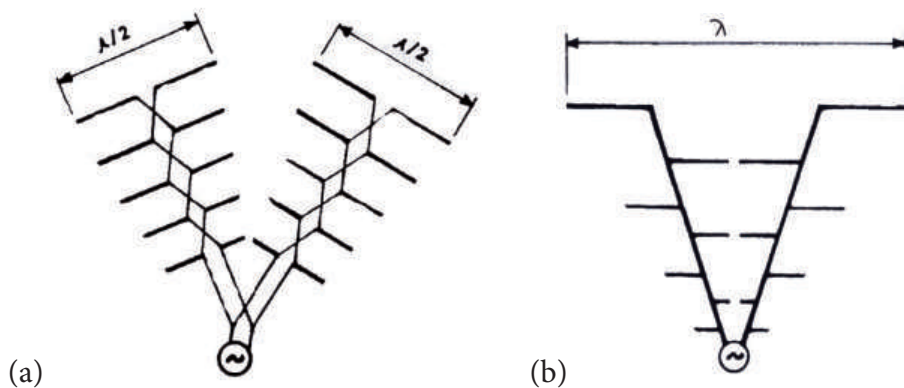


Fig. 3 Realizimi i antenave për të rritur përforcimin

Rritje të ngjashme të përforcimit mund të arrihet edhe me konstruksionin si në Fig. 3 (b). Kjo zgjidhje e modifikuar kërkon dyfish më pak material dhe është më e përshtatshme për ndërtimi dhe instalim.

Shtojca 3

MBAJTËSIT E ANTENAVE

Roli i fiksuesve (mbajtësve) të antenave është të sigurojnë fiksimin e reflektorëve në tokë, ose objektin në të cilin është vendosur antena. Lidhja me objektin patjetër të jetë e fortë (e ngurtë). Nuk duhet të vijë deri te zhvendosja e antenës nën ndikimin e erës e kështu me radhë. Lidhja e fortë me tokën është shumë e rëndësishme, sepse bëhet fjalë për antenë e cila duhet të jetë e drejtuar me shumë saktësi. Edhe zhvendosja më e vogël e antenës nga pozicioni i fiksuar çon në “humbjen” e satelitit kah pozita e drejtuar. Kjo është veçanërisht e rëndësishme për antenat satelitore me diametër më të madh. Sa më i madh të jetë diametri i antenës, aq më saktë duhet të jetë e drejtuar kah sateliti. Nga lloji i fiksuesit do të varet edhe drejtueshmëria e antenës satelitore. Ka dy lloje të fiksuesve të antenave satelitore. Lloji i parë është fiksuesi - azimuth/elevacion dhe lloji i dytë është fiksues polar.

Mbajtësi azimuth-elevator. Në pikën në tokë, në të cilën vendoset antena, skicojmë sistem koordinativ. Boshti i parë i këtij sistemi të koordinativ është drejtimi veri-jug (kahja kah veriu) dhe ky bosht paraqet tangjentë të meridianit që kalon nëpër pikë. Boshti i dytë është në drejtimin lindje-perëndim (tangjenta e paraleles që kalon nëpër pikë) dhe boshti i tretë është zeniti (nga qendra e Tokës drejt pikës). Koordinatat e satelitit në raport me vendndodhjen e antenës janë treguar në Fig. 1.

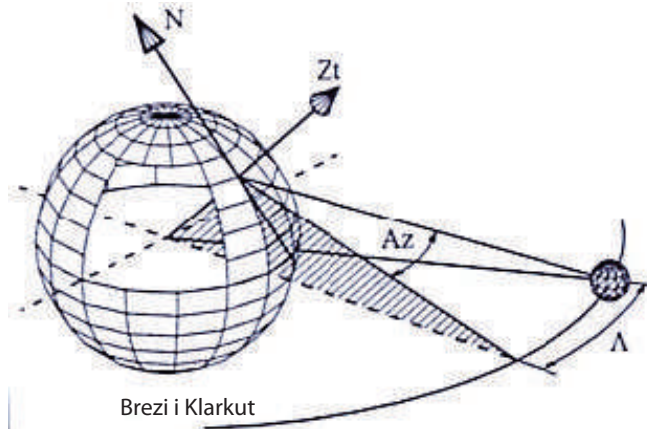


Fig. 1. Koordinatat në raport me vendndodhjen e satelitëve

Në figurë me N është shënuar boshti veri-jug, kurse me Z_t zeniti. Këndi Az i shënuar në figurë është ndryshimi i gjerësive (latitudave)

gjeografike të satelitit dhe pika në Tokë ku është vendosur antena. Azimuti matet në shkallë, si edhe çdo kënd, dhe llogaritet nga drejtimi i veriut (N). Elevacioni është këndi në të cilin ndonjë drejtim ngrihet në raport me sipërfaqen e Tokës. Me të dy këndet, azimuti dhe elevacioni, mund të theksohet çdo pikë në qiell. Fiksuesi azimut-elevacion zbatohet në antenat e drejtuara fikse. Ky fiksues duhet të sigurojë dy shkallë të lirisë së lëvizjes (rotacion) – sipas azimutit dhe elevacionit. Zakonisht zbatohet për antena me diametra më të mëdha.

Antena satelitore e vendosur në fiksues azimut-elevator është treguar në Fig. 2-a.

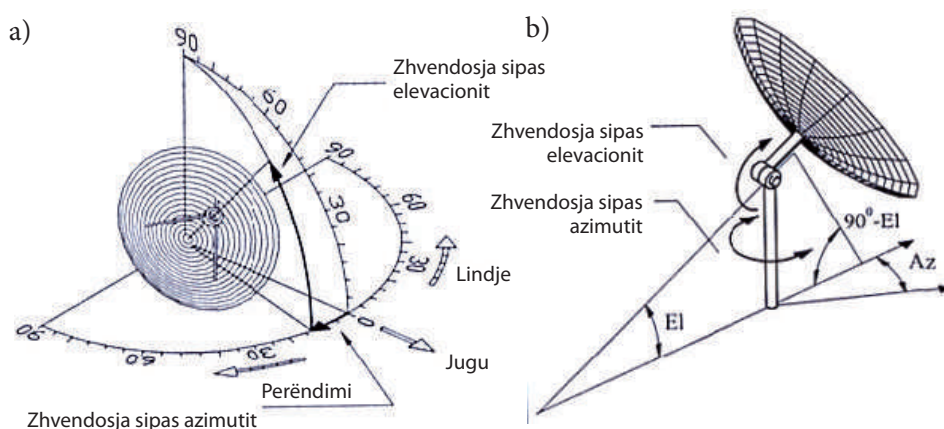


Fig. 2. Antena satelitore e vendosur në fiksues

Fiksuesi polar. Fiksuesi polar i antenës për dallim nga fiksuesi azimut-elevator është paraparë të punojë me mekanizëm për pozicionim të antenës me motor. Në fiksuesin polar të antenave, pas vendosjes antena vendoset në pozicionin fillestar. Në to ekziston një shkallë e lirisë së lëvizjes e mekanizmit për pozicionim. Për dallim nga lloji i parë i fiksuesve, ku janë të nevojshme dy koordinata për “akordim” me satelit të caktuar (azimut dhe elevator), këtu ndryshon vetëm njëra koordinatë (rotacion rreth të ashtuquajturit bosht polar). Skica e një antene të montuar në fiksues polar është treguar në Fig. 2 (b). Figura është vetëm një skicë ose skelet i fiksuesit polar. Në realitet fiksuesi nuk duket kështu, por në cilindo realizim konkret patjetër të njihet ky konstruksion. “Boshti polar” në këtë lloj të fiksuesit duhet të jetë paralel me boshtin e rotacionit të Tokës. Pozicioni fillestar në këtë lloj të fiksuesit është pozicioni ku reflektori është drejtuar saktë kah jugu. Për vendosjen në këtë pozicion duhet të përcaktohen këndet e mëposhtme:

Ω – elevacioni i boshtit polar (këndi i boshtit polar), dhe
 Δ - lakimi (këndi ndërmjet planit të reflektorit dhe boshtit polar).
 Këndi i boshtit polare është i barabartë me gjerësinë gjeografike në vendin e marrjes (β):

$$\Omega = \beta$$

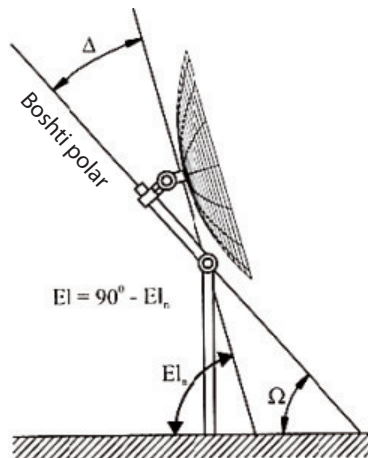


Fig. 3 Kënde të vendosjes në antenën satelitore

Në antenën satelitore të vendosur në fiksues polar këndi i boshtit polar dhe deklinacionit (lakimit) në fiksuesin polar janë treguar në Fig. 3. Pozita e antenës, e fiksuesit polar, në raport me Tokën dhe satelitët në brezin e Klarkit është treguar në Fig. 4.

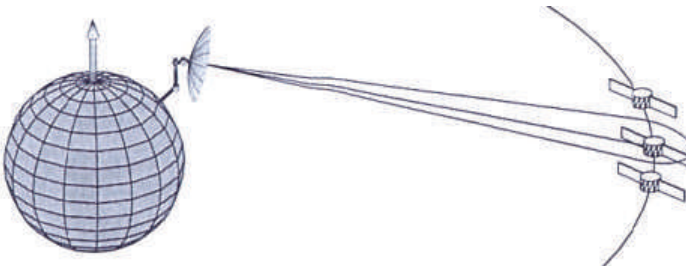


Fig. 4. Vendosja e antenës

Nëse reflektori rrotullohet rreth boshtit polar për këndin δ nga pozicioni fillestar, do të ndryshojnë azimuti dhe elevacioni i vet reflektorit. Rrotacioni i antenës rreth boshtit polar është treguar në Fig. 5. Me këtë azimut dhe elevator të përcaktuar mund të „akordohen,” më shumë satelitë

në brezin e Klarkut, të shpërndarë në lindje dhe perëndim rreth gjerësisë gjeografike në vendin ku është vendosur antena. Aq sa sateliti është më afër me gjerësinë gjeografike të vendit, aq azimuti dhe elevacioni të përcaktuar me fiksuesin polar janë më të saktë.

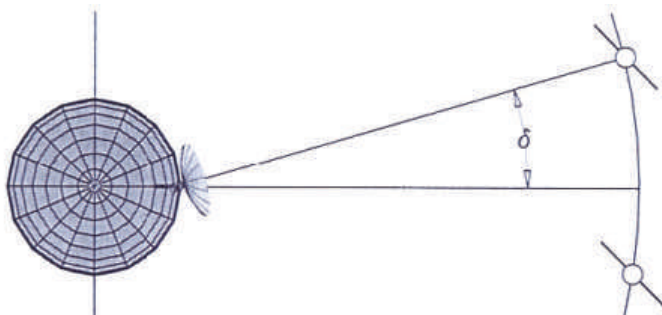


Fig. 5. Rotacioni i antenës

Anën e mirë e përdorimit të fiksuesit polar në vend të fiksuesit azimut-elevator është në atë që me një lëvizje të thjeshtë (rotacion rreth boshtit polar) fitohen më tepër satelitë, kurse vetë konstruksioni është i thjeshtë. Për fiksuesin azimut-elevator ekzistojnë pozicionues të cilët punojnë me dy motorë, por çmimi i tyre është dukshëm më i lartë se zgjedhja në fiksuesin polar. Shprehja e mëposhtme jep vlerësim të përafërt të këndit për të cilin duhet të kthehet reflektori nga pozicioni fillestar që të fitohet sinjal nga sateliti me gjerësi gjeografike ϕ .

$$\delta = (\alpha - \phi) [1 / (1 - 0.15 \cos \beta)]$$

Për Shkupin $\beta = 42^\circ$ dhe $\alpha = 21,5^\circ \text{E}$, që do të thotë $\Omega = 42^\circ$.

Deklinacioni (lakimi) δ i llogaritur sipas formulës së mësipërme është $\delta = 6,47^\circ$,

por në literaturën në këtë fushë ekzistojnë tabela të cilat japin vlera të ndryshme të deklinacionit në këtë gjerësi gjeografike (42°SG) dhe ato lëvizin rreth 6° . Këto variacione janë për shkak të tolerancës në llogaritje të ndryshme dhe faktin se Toka nuk është top ideal. Prandaj, për zbatim praktik merret $\delta = 6^\circ$.

LITERATURA E PËRDORUR

- Лопичић, Д., Филиповић, М., *Теорија телекомуникација*, ., Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2003..
- Милановић, К., Стојковић, Г., *Телекомуникациони водови*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2006,
- Џундева, Е., *Комуникациона техника*, Просветно дело, 2001.
- Freeman R. L., *Telekomunikations Engineering*, New York, 1998.
- Freeman R. L., *Fundamentals of Telekomunikation*, New York, 1999.
- Петровић, Ф., *Основи телекомуникационе технике*, Завод за уџбенике, Београд, 1986.
- Ристић, М., *Радиотехника*, Завод за уџбенике, Београд, 1986.
- Лукатела, Г., Драјић Д., *Дигиталне телекомуникације*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1988.
- Дамјановић, В., Стојановић, М., Ристић, М., *Телекомуникациона техника*, Београд, 1985.
- Дамјановић, В., Крстић, Р., *Телекомуникациски водови и пренос*, Завод за уџбенике, Београд, 1985.
- Милосављевић, С., *Телефонија*, Београд, 1990.
- <http://www.logo.rs> dhe <http://sistemicarnet>.

