

Agjencia Kombëtare e Arsimit, Formimit Profesional dhe Kualifikimeve
Sektori i Skeletkurrikulave dhe Standardeve të Trajnimit të Mësuesve të AFP

MATERIAL MËSIMOR

Në mbështetje të mësuesve të profilit mësimor

TELEKOMUNIKACION

Niveli IV i KSHK

NR. 10

Ky material mësimor i referohet:

➤ **Lëndës profesionale:**

“TELEKOMUNIKACION”, kl.12 – 108 orë (L-12-529-20).

E përgatitën:

Aida Maja

Arbesa Palushi

Besa Marku

Ditjon Xhaja

Tiranë, 2020

Tema 1: Hyrje në telekomunikacion

1.1 Hyrje në telekomunikacion

Gjithëkush mund të thotë se industria e telekomunikacionit është industria më fitimprurëse në botë. Duke shtuar në këtë fushë edhe përdoruesit celularë dhe ata të rrjeteve të të dhënave, atëherë përdoruesit totalë arrijnë në miliona abonentë në të gjithë botën. Fjalori IEEE e përcakton telekomunikacionin si “transmetimi i sinjaleve në distanca të largëta” si p.sh komunikimi me telegraf ose televizioni. Një tjetër term është ai që e përcakton telekomunikacioni në kontekstin elektrik.

Disa të tjerë mendojnë se telekomunikacioni merret vetëm me transmetimet voice (telefoninë) dhe ofruesi tipik i këtij shërbimi është kompania lokale e telefonit. Megjithatë, kuptimi i tij është më i gjerë.

Telekomunikacioni është komunikim elektrik në distancë i zërit, i të dhënave dhe i imazheve (TV dhe faks).

Telekomunikacioni prek cilindo

Në vendet e zhvilluara, telefoni është pranuar si një mënyrë jetese. Telefoni celular është i lidhur me rrjetin publik të telefonisë (PSTN). Kompjuteri personal ka nisur të marrë të njëjtin rol si telefoni celular, tashmë gjendet i kundondodhur. Në njëfarë mënyrë të dy janë tashmë të pandashëm. Siç e dimë, PC përdor lidhjen telefonike për të marrë internet dhe shërbim e-maili. Shërbime të tjera janë shtuar tashmë në pajisjet celulare si p.sh interneti, fax, etj. Gjerësisht këto shërbime thërriten wireless. Në fakt, wireless konsiderohet si e kundërta e “të qenurit e lidhur”. Ato gjithashtu përmbajnë shërbime të komunikimit personal. Ndër këto pajisje janë pulti i televizorit, hapësit e derës së garazhdit, VCR, CD player në distancë, disa lloje të sistemeve të sigurisë në shtëpi, telefonat pa kabull, etj.

1.2 Historia e telekomunikacionit

Fjala telekomunikacion vjen nga parashtesa greke *tele*, që do të thotë "e largët", e kombinuar me fjalën latine *communicare*, që do të thotë "të ndash". Teknologjitë e rëndësishme të telekomunikacionit përfshijnë telegrafin, telefonin, radion, televizionin, videotelefoninë, satelitët, rrjetet e mbyllura kompjuterike dhe internetin publik.

1876. Telefoni i parë u shpik nga Alexander Graham Bell. Ky model i hershëm kërkonte një telegrafist, në të dy skajet. Këto telefona të parë ishin sisteme *intercom*, ku dy telefona ishin të lidhur drejtpërdrejt.

1877. Shpikja e sistemit telefonik të shkëmbimit mundësoi që çdo kombinim i dy linjave telefonike të lidhej dhe të flisnin me njëri-tjetrin.

1891. Aparatet telefonike me numra u shpikën, gjë që anashkaloi nevojën për një operator në çdo telefonatë. Kjo e bëri shumë më të shpejtë dhe më të lehtë për të bërë thirrje përmes telefonit.

1947. Transistori u shpik, i cili çoi në zhvillimin e elektronikës moderne, të tilla si kompjuterat dhe kalkulatorët.

1948. Mikrovalët filluan të përdoren për të transmetuar sinjale telefonike, në vendet ku telat e telefonit nuk ekzistonin.

1960. Telefonat filluan të kalonin nga komutimi mekanik në komutimin elektronik, i cili mundësoi veçori të tilla si mesazhet me zë, thirrjen e shpejtë dhe ID të telefonuesit.

1984. Sistemi Bell, i cili siguroi AT&T me një monopol gati të shërbimeve telekomunikuese në Sh.B.A, falimentoi, duke hapur hapësirë për konkurrencë për ofruesit e tjerë.

1984. U prezantua përdorimi i telefonit i shërbimit celular, i cili ofronte komunikime mobile përtej përdorimit të radios dy drejtimëshe.

Vitet 1990. Përdorimi i internetit modern u bë i përhapur.

2000 dhe më tej. Në dekadën e parë të viteve 2000 telefonat mobil u bënë gjithnjë e më të sofistikuar. Deri në vitin 2012, përdorimi i smartphone ishte në rang botëror.

Tema 2: Linjat e transmetimit në telekomunikacion

2.1 Llojet e mjediseve të komunikimit

Katër lloje kryesore të mediave të komunikimit janë në dispozicion për transmetimin e të dhënave sot: Çift i përdredhur i pambështjellë (UTP), çift i përdredhur i mbrojtur ose i ekranizuar (STP ose ScTP), kabulli koaksial dhe fibra optike (FO). Ndër ta është e rëndësishme të bëhet dallimi ndërmjet kabujve për linja backbone dhe kabujve për linjat horizontale.

Kabujt për linjat backbone lidhin pajisjet e rrjetit siç janë serverat, switch-et dhe router-at dhe lidhin dhomat e pajisjeve me dhomat e telekomunikacionit. Kabllot në linjat horizontale drejtohen nga dhomat e telekomunikacionit deri në linjat brenda mureve. Për instalime të reja, kabujt me fije optike përdoren gjerësisht në linjat backbone. Përdorimi i UTP përbën 85 përqind të treg për linjat horizontale.

2.1.1 Kabujt me çifte të përdredhura

Në instalimet tradicionale, kabllot më ekonomike dhe të instaluara gjerësisht sot janë kabujt me çifte të përdredhura. Instalimet në çiftet e përdredhura jo vetëm që janë më pak të kushtueshme se mjediste të tjera të transmetimit, por instalimi është gjithashtu më i thjeshtë dhe mjetet e kërkuara për ta instaluar nuk janë aq të kushtueshme. Çifti i përdredhur i pambrojtur (UTP) dhe çifti i përdredhur i mbrojtur (STP) janë dy llojet kryesore të çiftit të përdredhur në treg sot. Çifti i përdredhur i ekranizuar (ScTP) është një variant i STP.

Unshielded Twisted Pair (UTP)

Megjithëse është përdorur për shumë vite për sistemet telefonike, përdorimi i UTP për LAN-et u bë i zakonshme për herë të parë në fund të viteve 1980 me përhapjen e Ethernet që përdorte çiftet e përdredhura si mjedis transmetimi dhe standardin 10Base-T. Përdorimi i UTP është mjaft i efektshëm në pikëpamjen e kostos dhe gjerësia e brezit të këtij mjedisi transmetimi është rritur mjaft.

Kabllot UTP zakonisht kanë vetëm një mbulesë të jashtme të përbërë nga një lloj material jopërçues. Kjo xhakëtë mbulon një ose më shumë çifte telaash të përdredhur së bashku. Kablli me katër çifte përdoret tipikisht në linjat horizontale dhe është kabulli më i përdorur sot në instalimet e rrjetit. Rezistenca tipike e një kabulli UTP është 100Ω, plus-minus 15%. Një kabëll tipik UTP tregohet në imazhin e mëposhtëm.

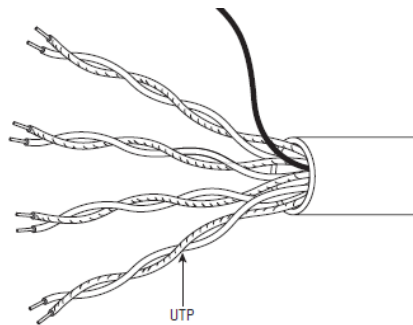


Figura 2.1. Kabëlli UTP

Ky kabëll i thjeshtë përbëhet nga një veshje që rrethon katër çiftet e përdredhura. Secili tel është i mbuluar nga një material izolues me veti të mira dielektrike. Për kabllot e të dhënave, kjo do të thotë që përveç se duhet të jetë elektrikisht jopërçuese në mjedisin e jashtëm, dhe nga ana tjetër i ketë veti të caktuara që lejojnë përhapjen e mirë të sinjalit.

Kabllot UTP duket se përmbushin vetëm pritshmëritë më të ulëta të në kabulli me çifte të përdredhura. Popullariteti i tij i madh është kryesisht për shkak të kostos së ulët dhe lehtësisë së instalimit. Prodhuesit e kabllave vazhdojnë të zgjerojnë kapacitetin e tij. IEEE miratoi standardin 1000Base-T (1 Gb/s) në korrik 1999, i cili lejon Gigabit Ethernet të transmetojë me kabllot e Kategorisë 5, ndërsa në vitin 2006 IEEE miratoi standardin 10 GBase-T, i cili lejon 10 Gigabit Ethernet mbi kabllot UTP të Kategorisë 6 dhe 6A.

Çifti i përdredhur i mbrojtur (STP)

Kabllot me çift të përdredhur (STP) të mbrojtur u bënë së pari të njohura nga IBM kur prezantoi klasifikimin e tij për kabllot e të dhënave. Megjithatë është më i shtrenjtë për t'u blerë dhe instaluar sesa UTP, STP ofron disa përparësi të dallueshme. Standardi aktual i kabllave ANSI/TIA-568-C e klasifikon atë për transmetime në frekuencë deri në 300MHz, por nuk e rekomandon atë për instalime të reja. Kablli STP është më pak i ndjeshëm ndaj ndërhyrjeve të jashtme elektromagnetike (EMI) sesa kabllot UTP sepse të gjitha çiftet e kabllave janë të mbrojtura mirë. Disa kabllot STP, siç janë kabllot IBM tipet 1 dhe 1A, përdorin një mburojë të endur prej bakri, e cila siguron mbrojtje të konsiderueshme kundër EMI. Brenda mburojës së bakrit të endur, STP përbëhet nga çifte telash (zakonisht dy palë) të mbështjella në një mburojë me fletë metalike. Figura 2.2 tregon një kabllot tipike STP. Ky kabull paraqet një impedancë prej 150 Ω.

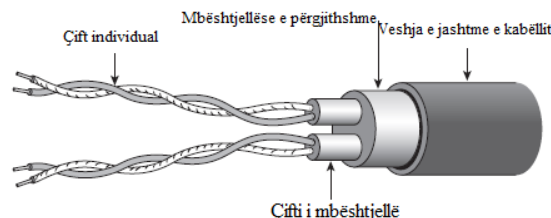


Figura 2.2 Kabëlli STP

- Mburoja duhet të jetë e vazhdueshmërisht elektrike përgjatë gjithë lidhjes.
- I gjithë llinku duhet të jenë të i veshur. Në asnjë segment nuk duhet të përdoret UTP.
- Mburoja duhet të vesh plotësisht çiftin, dhe mburoja e përgjithshme duhet të përmblyllë plotësisht bërthamën.
- Çdo boshllëk në mbulesën e mburojës është një burim i rrjedhjes së EMI.

Mburoja duhet të jetë e tokëzuar në të dy skajet e lidhjes dhe sistemi i tokëzimit të ndërtesës duhet të jetë në përputhje me standardet e tokëzimit (të tilla si J-STD-607-A). Nëse, sikur një nga këto kushte nuk plotësohet, performanca e mburojës reduktohet ndjeshëm.

2.1.2 Kabëll me fibra optike

Deri në fund të vitit 1993, u duk se për të ecur drejt së ardhmes së informatikës me kompjuterat desktop, bizneset do të duhej të instalonin kabllot me fibra optike direkt në kompjuterat desktop.

Megjithëse për shumicën prej nesh kabulli me fibrë optike të lidhur direkt në desktop nuk është ende kosto-efektive për rrjetet tradicionale LAN, kabëlli me fibrë optike vlerësohet si përgjigja përfundimtare për të gjitha nevojat tona të transmetimit të zërit, videos dhe të dhënave pasi ajo ka bande të gjerë të pakufizuar dhe vazhdimisht zë një përqindje përherë e më të lartë në tregun e LAN-ve. Disa avantazhe të dallueshme të kabllit me fibra optike përfshijnë:

- Distanca e transmetimit janë shumë më të mëdha sesa me kabllon e bakrit.
- Bandwidth është në mënyrë dramatike më e lartë se sa me bakër.
- Fibrat optike nuk janë të ndjeshme ndaj EMI-ve të jashtme ose ndërhyrjeve crosstalk, as nuk gjenerojnë EMI ose ndërprerje.
- Kablli me fibra optike është shumë më i sigurt se kablli i bakrit sepse është jashtëzakonisht e vështirë të monitorosh, të “përgjosh” ose të ndërhysh në një kabllo fibre. Madje, me teknikat e multipleksimit, në të njëjtim mjedis të fibrës optike mund të transmetohet zë, figurë dhe të dhëna.

Kablli me fibra optike përdor një fije qelqi ose plastike për të transmetuar sinjale e të dhënave duke përdorur dritën; të dhënat barten në impulset e dritës. Ndryshe nga teknikat e transmetimit të përdorura në kabujt e bakrit, transmetimi në fijet optike nuk është i natyrës elektrike. Kablloja me bërthamë plastike është më e lehtë për t’u instaluar sesa bërthama tradicionale e qelqit, por plastika nuk mund të transmetojë të dhënat në distanca të largëta si qelqi.

Si burim drite në linjat me fibrë optike shërbejnë diodat (LED) ose lazerët. Në linjat e reja LAN të dizajnuara për të funksionuar në distanca më të gjata, të tilla si me 1000Base-LX, zakonisht përdoren lazer. Një kabëll me fibra optike (treguar në Figurën 2.3) përbëhet nga një xhakete (mbështjellëse), material mbrojtës dhe pjesa e kabllot me fibra optike. Fibra optike përbëhet nga një bërthamë (8.3, 50, ose 62.5 mikronë në diametër, në varësi të llojit) që është më e vogël se një fije floku, e cila është e rrethuar nga një veshje. Veshja (me diametër tipik 125 mikrometra) është e rrethuar nga një shtresë, material zbutës dhe, së fundmi, një xhakete. Veshja siguron një indeks të ulët të thyerjes për të shkaktuar reflektim brenda bërthamës, në mënyrë që valët e dritës të transmetohen përmes në bërthamën e fibrës.

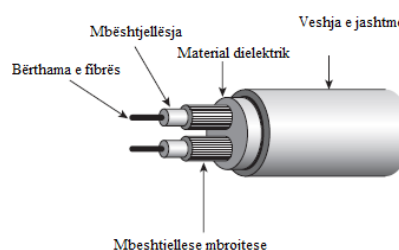


Figura 2.3. Ndërtimi i kabëllit të fibrës optike

2.1.3 Kablli koaksial

Kablli koaksial ka qenë kabëlli më i përdorur në ndërtimin e rrjetave. Ende përdoret gjerësisht për qark me e mbyllura TV dhe qarqe të tjera të shpërndarjes së video-ve. Sidoqoftë, aktualisht rrjetat me kabëll koaksial zënë një peshë shumë të vogël krahasuar me mjediset e tjera të transmetimit të sinjalit. Krahasuar me kabëllin UTP, koaksiali është më i vështitë për t’u menaxhuar dhe përgjithësisht ka kosto më të lartë të prodhimit. Avantazh i tij është gjërësia e madhe e brezit që ofron dhe është shumë më i mbrojtur nga ndërhyrjet e jashtme elektromagnetike. Kostoja e

përgjithshme e instalimit është gjithashtu më të ulëta sesa për llojet e tjera të kablllove, për faktin se konektorëve u duhet më pak kohë për t'u vendosur. Megjithëse ende përdoren gjerësisht kabllot koaksiale për të lidhur televizionët me VCR, së shpejti do të shohim ndërfaqe me fibra optike ose çift të përdredhur në STB-të televizive.

2.2 Të mirat dhe mangësitë e linjave të transmetimit

Në këtë paragraf, po trajtohen shkurtimisht të mirat dhe mangësitë e çdo linje transmetimi të shtjelluar më sipër.

Kabëlli me çifte të përdredhura ka të mirat:

- Është më fleksibël
- Është më pak i kushtueshëm
- Është i lehtë për t'u instaluar
- Është i lehtë për t'u vënë në punë dhe për t'u mirëmbajtur

Kabëlli me çifte të përdredhura ka mangësitë:

- Është i ndjeshëm nga shuarjet
- Ka gjerësi të ulët të brezit
- Është e ndjeshme nga interferencat dhe zhurmat

Kabëlli koaksial ka të mirat:

- Mund të instalohet lehtësisht
- Është rezistent ndaj interferencave
- Gjerësi brezi të madhe

Kabëlli koaksial ka të metat:

- Është i përshtatshëm për komunikime në distancë të shkurtër
- Krahasuar me kabujt e tjerë, është më i rëndë

Fibra optike ka të mirat:

- Është më e lehtë
- Performanca e kabëllit është më e mirë krahasuar me mjediset e tjera
- Gjerësia e brezit është më e madhe

Fibra optike ka të metat:

- Është më e kushtueshme
- Kërkon aftësi të veçanta për instalim

Zgjedhja ndërmjet kabëllit me çift të përdredhur, kabëllit koaksiale ose kabëllit me fibër optike varet plotësisht nga rrethanat specifike dhe ku duhet të merret parasysh kostoja, performanca dhe shpejtësia e transmetimit dhe gjatësinë e linjës.

Tema 3: Kabllot e bakrit çift-përdredhur dhe teknologjia e transmetimit

3.1 Unshielded Twisted Pair

Forma më e përhapur e telit të bakrit për telekomunikacion është Unshielded Twisted Pair (UTP), i cili nuk ka mbështjellëse, ose përcjellës të jashtëm për të mbrojtur sinjalin nga burime të jashtme apo interferenca elektromagnetike.

Një çift i përdredhur, siç tregohet në figurën e mëposhtme përfshin dy përcjellës bakri, përgjithësisht bërthamë solid. Çdo përcjellës është i izoluar në mënyrë të veçantë nga një material dielektrik, si p.sh polyethylene, PolyVinyl Chloride (PVC), resin flouropolymer, Teflon ose ndonjë material tjetër i rezistueshëm nga zjarri dhe që lëshon pak tym. Izolimi ndan përcjellësin përcjellësin me qëllim që qarku elektrik të mos vendoset në qark të shkurtër dhe të mbrojë rrjedhimisht përcjellësin nga dëmtimi fizik.

Çifti i përdredhur njihet si mjedesi i balancuar duke qenë se të dy përcjellësit shërbejnë për transmetimin e sinjalit dhe për marrjen e tij dhe çdo përcjellës përmban një sinjal të njëjtë elektrik me kanale identike për të dy drejtimet e përcjelljes së sinjalit. Në çdo pikë të kabullit, sinjalet janë të barabarta në tension, por të kundërt në polaritet. Kjo gjë ka efektin e uljes së energjisë së rrezatuar dhe rrjedhimisht në uljen e shuarjes e cila rrit fuqinë e sinjalit në distanca të largëta.



Figura 3.1. Konfigurimi UTP

3.2 Procesi i përdredhjes

Procesi i prodhimit përfshin përdredhjen e ngadaltë të përçuesve të izoluar veçmas në një spirale me një lartësi ose distancë uniforme për të formuar kështu çiftin e përdredhur. Ky proces gjarpërues shërben për të përmirësuar performancën e mjedisit të transmetimit duke zvogëluar rrezatimin e energjisë elektromagnetike dhe, në këtë mënyrë, duke përmirësuar fuqinë e sinjalit të transmetuar në një distancë. Reduktimi i energjisë së rrezatuar gjithashtu shërben për të minimizuar ndikimin në çiftet ngjitur në një konfigurim konfigurimi të kabllove shumë palësh.

Kjo është veçanërisht e rëndësishme në aplikimet me gjerësi të madhe brezi, duke qenë se në frekuencat e larta sinjalet priren të humbin fuqinë më shpejt në distanca të largëta. Për më tepër, rrezatimi elektromagnetik tenton të jetë më i madh në frekuencë më të larta, gjë për të cilën nevojiten konsiderata të veçanta për projektimin e kabullit. Në përgjithësi sa më e ngushtë të jetë përdredhja, që do të thotë sa më shumë përdredhje për njësi të gjatësisë aq më e mirë performanca e kabullit.

3.3 Shilded Twisted Pair

Forma më e thjeshtë e bakrit të izoluar është Screened Twisted Pair (ScTP), e cila përfshin disa çifte të izoluar që formojnë një bërthamë e cila më pas vishet së jashtmi prej një mbështjellëse metalike e më tej me një veshje termoplastike. Mburoja zakonisht përbëhet prej shiriti të ngurtë të petëzuar plastik dhe alumini të aplikuar në formë helike ose gjatësore. Një ose më shumë përçues çeliku të pa izoluar ose bakri të presuar në kontakt me mburojën shërbejnë si tela kullues, duke siguruar që vazhdimësia e mburojës të mbetet e paprekur në rastet kur shiriti është prishur ose plasaritur. *Shilded Twisted Pair* (STP), i njohur gjithashtu *Shielded Foil Twisted Pair* (SFTP), është edhe më kompleks në rastin kur mbështjellësja metalike vesh çdo çift në veçanti, të cilët mund të jenë osë të mos jenë fare të përdredhur. Bërthama e çifteve e mbrojtura pastaj rrethohen nga një mburojë e përgjithshme metalike, nga një shiritit metalik, nga një rrjetë metalike ose të dyja bashkë dhe më tej nga një veshje e jashtme termoplastike, siç ilustron Figura 3.2.

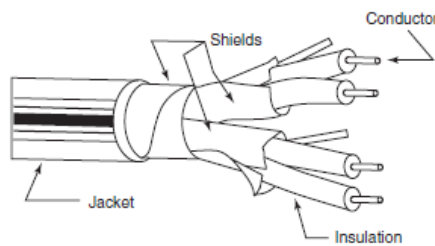


Figura 3.2. Konfigurimi i STP

Bakri i mbrojtur ofron avantazhin e performancës së përmirësuar përmes zvogëlimit të emetimit të energjisë nga përçuesit lëndorë dhe zvogëlimin e ndërhyrjeve nga ambienti i jashtëm i energjisë elektromagnetike si motorët elektrikë, radiosistemet. Mburoja thith energjinë e ambientit dhe e drejton atë në tokë përmes telit të kullimit, duke mbrojtur kështu sinjalin e transmetuar përmes përcjellësit të qendrës. Mburoja gjithashtu shërben për të mos lejuar fushën elektromagnetike që lidhet me sinjalin e transmetuar të dali nga përcjellësit bazë, pra zvogëlimin e humbjes së sinjalit dhe mbajtjen e fuqisë së sinjalit në një distancë më të gjatë.

ScTP dhe STP gjithashtu kanë disa disavantazhe. Së pari, kostoja e blerjes është më e madhe sepse kostot e prodhimit janë më të larta. Së dyti, kostoja e vendosjes është më e madhe sepse pesha e mburojës dhe izolimi shtesë rrisin vështirësinë e instalimit. Gjithashtu, tokëzimi elektrik i mburojës kërkon më shumë kohë dhe përpjekje gjatë procesin e instalimit.

Kostoja e përgjithshme e bakërit të mbrojtur historikisht e ka limituar fushën e aplikimeve të tij, në vetëm ato të ambienteve të brendshme dhe mjediset që janë nivel të lartë zhurmash.

3.4 Karakteristikat e kabullit

Konfigurimi i kabullit: Çifti i përdredhur zakonisht vishet nga një mbështjellës ose xhakete e bërë nga polietileni, PVC, Teflon ose ndonjë material tjetër izolues që mbron përcjellësit nga dëmtimet fizike dhe lehtëson procesin e instalimit. Një kabëll zakonisht përfshin çifte të shumëfishta, të cilat jo vetëm që janë me kosto efektive, por gjithashtu sigurojnë që kabulli të jetë funksional gjithë kohës, pasi disa çifte telash pësojnë dëme gjatë procesit të instalimit dhe të tjerët mund të dështojnë me kalimin e kohës nga dëmtimi i brejtësave ose rrethanave të tjera.

Gjerësia e brezit: Kapaciteti efektiv i kabllos së çiftit të përdredhur varet nga disa faktorë, përfshirë përcjellshmërinë, frekuencën e sinjalit, natyrën e materialit izolues dielektrik, gjatësinë e qarkut dhe hapësirën midis amplifikatorëve/përsëritësve. Duhet patur parasysh gjithashtu që sinjalet me brez të gjerë (frekuencë të lartë) sinjalet jo vetëm shuhën shumë shpjet por gjithashtu ndikohet nga interferencat me çifte të tjerë në afërsi.

Performanca e gabimeve (Error Performance): Cilësia e sinjalit është gjithmonë e rëndësishme, veçanërisht në lidhje me transmetimin e të dhënave. Kablli i çiftit të përdredhur është veçanërisht i ndjeshëm ndaj ndikimeve të ndërhyrjeve të jashtme, pasi telat e izoluar lehtë veprojnë si antena dhe, në këtë mënyrë, thithin sinjale të tilla të padëshiruara. Burimet e mundshme të Interferencës Elektromagnetike (EMI) dhe Interferencës Radio Frekuencës (RFI) përfshijnë motorët elektrikë, transmetimet e radios dhe kutitë me drite fluoreshente. Ndërsa frekuenca bartëse e një transmetimi rritet, performanca e gabimit të bakrit degradon dukshëm, me shuarjen e sinjalit që rritet përafërsisht si rrënja katrore e frekuencës. Performanca e gabimit në kabllo UTP gjithashtu është shumë e ndjeshme ndaj bashkimit të duhur. Tokëzimi dhe lidhja e duhur e çdo mburoje është e nevojshme për të minimizuar EMI. Integriteti i izolimit të jashtëm dhe mbrojtjes së kabllove OSP është kritik. Siç u përmend më lart, dëmtimi i brejtësve është gjithashtu një problem i vazhdueshëm.

Siguria: UTP në thelb, është një mjedis transmetimi i pasigurt. Ndërsa është relativisht e thjeshtë të vendosësh një lidhje fizike në një qark UTP, gjithashtu është mjaft e thjeshtë për të zbuluar

praninë e një lidhjeje fizike. Përmes përdorimit të një antene ose spirale induktive, lehtësisht mund të përgjoni sinjalin, pasi pjesa më e madhe e sinjalit udhëton në një fije elektromagnetike rreth përcjellësit. Për të rritur sigurinë në tela të tillë përcjellës, duhet patjetër të përdoret enkriptimi i të dhënave.

Kostoja: Kostot e blerjes, vendosjes dhe riorganizimit të UTP janë shumë të ulëta, të paktën në ato aplikime ku teli që përfshinë vetëm disa çifte (p.sh., midis një terminali dhe një çelësi ose shpërndarësi). Në aplikacione me kapacitet të lartë, në distanca të gjata (p.sh., linjat trunk), megjithatë, kostoja relative është shumë e lartë për shkak të kërkesave për hapjen e kanaleve, vendosjen e tubave ose shtyllave, dhe bashkimin e shpeshtë të kabllave të mëdha. Pavarësisht kufizimeve, linjat me tela bakëri janë mjaft të përhapura, pavarësisht investimeve në teknologji të tjera alternative si linqet mikrovalore, apo linjat me fibër optike.

Tema 4: Komponentet pasive të kabllimit çift-përdredhur

Në këtë temë, do të përshkruhen pajisjet pasive dhe aktive të kabllimit të bakrit (çift-përdredhur) si, konektorët, bashkuesit, terminuesit, patch cord, kartat e rrjetit, hub-et, etj. Do të shpjegohet gjithashtu teknologjia e terminimit të kabllimit çift-përdredhur dhe mjetet e nevojshme.

4.1 Paisjet pasive

Pajisjet pasive të një rrjeti UTP apo STP janë:

Patch Cord – Patch cords, përdoren në panelet patch për të siguruar lidhjen midis kabllave horizontale të përfunduara në terren dhe pajisjeve së rrjetit (të tilla si switch dhe hubs) dhe lidhjet midis pikave të telekomunikacionit dhe pajisjeve të rrjetit (të tilla si kompjuterat, printerët dhe pajisjet e tjera në rrjetin Ethernet). Ato janë pjesë e instalimeve elektrike të rrjetit të cilat janë edhe më të ekspozuarat. Për shkak të pozicionit të tyre të ekspozuar në infrastrukturat kabllore të rrjetit, kordonët patch janë pothuajse gjithmonë lidhja më e dobët. Ndërsa kabllot horizontale UTP përmbajnë përçues të ngurtë, kordonët patch bëhen me fije përcjellësish sepse duhet të janë më fleksibël. Fleksibiliteti i lejon ata të përballojnë përkuljet dhe rilidhjet e shpeshta.



Figura 4.1. Kabëll patch cord

Wall plates - Pikat e telekomunikacionit mund të vendosen në një mur ose sipërfaqe dhe/ose kuti të montuara në dysheme në zonën tuaj të punës. Pikat e telekomunikacionit të vendosura në një mur zakonisht quhen *pllaka muri*. Pllaka muri, ose kuti të montuara në sipërfaqe dhe/ose dysheme, dhe konektorët shërbejnë si pikat përfundimtare të zonës së punës për linjat horizontale të kabllave. Përdorimi i këtyre pikave të telekomunikimit ju ndihmon të organizoni kabllot.



Figura 4.2. Pamje e një wall plates

Tubat - Mund të jetë metalik ose jometalik, të ngurtë ose fleksibël dhe kalon nga një zonë pune në një dhomë telekomunikacioni drejt një dhome tjetër apo dhomës së pajisjeve. Një avantazh i përdorimit të tij është se ai mund të montohet që në momentin e punimeve në ndërtesë dhe jep lehtësinë që sa herë duhet të kalohet kabëlli nga një dhomë në një tjetër, nuk duhet të hapet kanal i ri nga e para. Disavantazh i tij është se hapsira brenda tij për të kaluar kabëllin është e kufizuar.



Figura 4.3. Tubat që përdoren për kalimin e kabujve

Kanalinat metalike - Si një alternativë ndaj tubave, kanalinat metalike mund të instalohen për të rrugëzuar kabllot. Kanalinat metalike janë zakonisht korniza metalike të projektuara posaçërisht për të mbështetur peshën e një infrastrukture kablllore. Kabllot thjesht ndodhen brenda kornizës, kështu që ato janë shumë të arritshme kur bëhet fjalë për mirëmbajtjen dhe zgjidhjen e problemeve.



Figura 4.4. Kanalinat metalike

Kanalinat plastike – Kanalinat plastike janë lloje të veçanta të tubave që përdoren për kabllot horizontale për montimin në sipërfaqe. Përdoren zakonisht për montimet e kabëllit në sipërfaqe ose në mur, në ato raste kur nuk është hapur kanal në mur apo kur nuk është vendosur tub brenda murit për kalimin e kabëllit. Kanalina të këtilla ofrojnë mjaft lehtësi për rrugëzimin e kabujve të të dhënave dhe madje është e mundur që në rast se zhvendosjeje të rrjetit, ajo të hiqet lehtësisht.



Figura 4.5. Kanalinat plastike

Konektorët - shërbejnë për të lidhur kabullin me paisjet e tjera në rrjet (p.sh. për të lidhur 2 kompjutera ose një hub me një hub ose një hub me një kompjuter, etj.) Në linjat me kabëll UTP, konektori i përdorur është ai RJ-45, i cili ka 8 kontakte.



Figura 4.6. Një prej llojeve të konektorëve

4.2 Paisjet aktive

Paisjet aktive të një rrjeti me kabull bakri çift përdredhur janë:

- *Repeaters (Përsëritësit)* – është një pajisje që përdoret në linjat TP me gjatësi të madhe. Sinjali në kabëll të këtillë tenton të shuhet kur linja është e gjatësisë së madhe. Në fakt, maksimumi i gjatësisë së kabllorë çift-përdredhur në një rrjet është 100 metra (e ndërtuar me UTP). Nëse dëshirojmë ta zgjerojmë rrjetin përtej kësaj gjatësie atëherë është e nevojshme të përdoren përsëritësit me qëllim që fuqia e sinjalit të mos bjerë nën vlerën e duhur.



Figura 4.7. Përsëritësit

- *Kartat e rrjetit* – Network Interface Card (NIC), është një përbërës fizike pa të cilin një kompjuter apo një pajisje tjetër fundore nuk mund të lidhet në rrjet. Është një qark i integruar që instalohet në një kompjuter dhe i siguron atij një lidhje të dedikuar me rrjetin. NIC mundëson komunikimin e pajisjes në rrjet në infrastrukturën me ose pa tel.



Figura 4.8. NIC dhe WNIC

- Hub – Është një pajisje që funksionon si shpërndarës. Sipas një tjetër përkufizimi, është një pajisje fizike e rrjetit që shërben për lidhjen e pajisjeve të shumta Ethernet së bashku dhe për t'i bërë ato të veprojnë si një segment i vetëm i rrjetit. Kjo pajisje nuk bën rrugëzim të sinjalit dhe as menaxhim të trafikut që hyn në të, por vetëm përcjellje të tij, prej portës hyrëse drejt portave dalëse.



Figura 4.9. Imazh i një hub-i

- Transiver (Transceiver) – Është një pajisje fizike e projektuar për të lidhur kompjuterat ose pajisjet e tjera elektronike brenda një rrjeti, duke i lejuar ato të transmetojnë dhe të marrin të dhëna. Për këtë arsye ka marr edhe emërtimin transceiver (transmitter + receiver).

Të tjera pajisje aktive që mund të përmendim janë switch, router, etj.

4.3 Terminimi i kabujve çift-përdredhur

Më poshtë po tregohen teknikat e terminimit të kabujve çift-përdredhur hap pas hapi.

Hapi i parë: Vendoset kabëlli në pajisjen zhveshëse. Zhvishet vetëm aq pjesë e veshjes së jashtme të kabëllit sa është e nevojshme (2.5-4 cm është e mjaftueshme).



Hapi i dytë: Kabëlli mbahet afër pajisjes zhveshëse. Pajisja rrotullohet disa herë përreth kabëllit.



Hapi i tretë: Veshja e jashtme e kabëllit përkulet lehtësisht dhe manualisht hiqet pjesa e prerë e veshjes së jashtme.



Hapi i katërt: Përkulen të gjitha fijet në një drejtim për të ekspozuar fijen zhveshëse.



Hapi i pestë: Teli/fija zhveshëse pritët duke lënë vetëm çiftet e përdredhura.



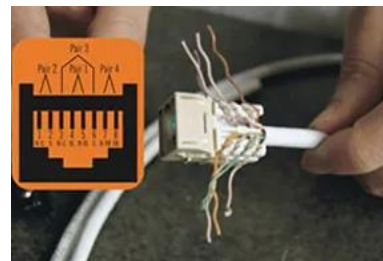
Hapi i gjashtë: Përcaktoni skemën e lidhjes së fijeve dhe me kujdes pozicionohen fijet për t'u vendosur në konektor.



Hapi i shtatë: Çiftet e përdredhura mbahen sa më afër të jetë e mundur me pikën e terminimit. Zakonisht çiftet nuk duhet të përdridhen më tepër se 1.5 cm.



Hapi i tetë: Vendosen fijet në slotet e terminalit përpara se të fiksohen. Përdredhja ruhet. Të katërta çiftet terminohen.



Hapi i nëntë: Kur përdoret pajisja punch-down, sigurohet që pajisja të jetë pingul me fijet në slot.



Hapi i dhjetë: Inspektohen terminalët për të kontrolluar që të gjithë fijet janë lidhur në terminalët e IDC-së.



Hapi i njëmbëdhjetë: Vendoset mbrojtësja plastike për të ruajtur terminalin nga pluhurat.



Hapi i dymbëdhjetë: Kjo është pamja sesi duhet të duket konektori i terminuar i kabëllit.



4.4 Mjetet e nevojshme

Mjetet e nevojshme për kryerjen e terminimit të kabëlli janë:

1. Jacket stripper (Zhveshës kabëlli)
2. Punch-down (Shtypëse)
3. Wire cutters (Pinca)
4. Testues i kablllove të rrjetit
5. Konektor
6. Kabëll TP

Tema 5: Ngjitja, mirëmbajtja, riparimi, shkaqet, matjet dhe testimi në kabllimin çift-përdredhur

5.1 Mirëmbajtja e kabllimit çift-përdredhur

Mirëmbajtja e rregullt e kabllimit siguron që secila pajisje të funksionojë në mënyrë efikase gjatë kohëzgjatjes së synuar të saj.

Mirëmbajtja i referohet të gjitha veprimeve që kryhen për të parandaluar dështimin e një pajisjeje/kabëllit, ose për të riparuar një pajisje/kabëll të dështuar ose të dëmtuar. Prandaj, mirëmbajtja është në thelb një funksion i bazuar në kohë ose i bazuar në pajisje, i cili mund të kategorizohet bazuar në kohën kur kryhet.

Përfitimet e kryerjes së aktiviteteve të mirëmbajtjes janë si më poshtë:

- Një rritje në jetëgjatësinë e pajisjeve përbërëse, e cila rezulton në një rritje në kohën e funksionimit të rrjetit të kabllimit.
- Një zvogëlim i dështimit të pajisjeve, i cili kursen kostot operacionale në mirëmbajtjen e rrjetit.
- Një rritje në produktivitetin e burimeve operacionale.

Të mirëmbash një kabllim të çifteve të përdredhura, apo një kabllim në përgjithësi do të thotë të zbatosh procedura periodike dhe fiks për të shmangur dëmtimet e përhershme në kabllim. Këto dëmtime mund të vijnë si pasojë e: Pluhurave dhe grimcave të tjera, gërryerjes nga faktor atmosferikë ose lëndë të tjera kimike, të ruash aty ku duhet dhe është e mundur nivelin e lagështisë dhe të temperaturës si edhe të kontrollosh tokëzimin e pajisjeve aty ku është kritike dhe është e mundur. Të tjera dëmtime të rëndësishme të kabllimit dhe të cilësisë së sinjalit të transmetuar në të vijnë për shkak të ndërhyrjeve të jashtme siç është fusha elektromagnetike e cila shkakton interferenca në sinjalin e dëshiruar që është duke u transmetuar brenda kabëllit.

Kujdes i veçantë duhet t'i kushtohet edhe gjendjes fizike të kabëllit. Për këtë duhen periodikisht të realizohen inspektime vizuale nëse ka dëmtim të mbështjellësës së jashtme, ekspozim të fijeve përçuese, deformim në ndonjë pjesë të tij, përthyerje, përkulje, rënie të objekteve përsipër tij, etj.

5.2 Riparimet e kabllimit çftpërdredhur dhe shkaqet e dëmtimeve

Në epoken e teknologjise së avancuar, kur shumë biznese kanë rrjete të mirëstukturuara, dëmtimi i kablllove mund të jetë një shqetësim i madh. Me evolucionin e kablllove dhe funksionet e tyre, numri në rritje i elementeve që lidhen në të, mundësitë për dëmtime janë më të mëdha. Kabllot janë të projektuara që sinjali të kalojë përmes një strukture komplekse: rreth qosheve, mbi dhe përmes pengesave. Sidoqoftë, kur një kablllo është gjysëm e përkulur ose gjysëm e palosur, do të ketë ndërhyrje në cilësinë e sinjalit (një palosje e kabllit në instalimin elektrik mund të ndryshojë rrjedhën e energjisë përgjatë telit duke shkaktuar më shumë zhurmë midis telave brenda një kablli të vetëm). Kjo mund të ndodhë menjëherë, ose me kalimin e kohës. Mbështjellësja e dëmtuar është një lloj tjetër i dëmtimit të kabllit që mund të ndikojë në performancën e kabëllit. Megjithatë mbështjellësja është një shtresë e jashtme e bërë për të mbrojtur telat e përdredhur, ajo ka një funksion të rëndësishëm në mbrojtjen e telave të kabllit nga dëmtimi. Mbështjellësja jo vetëm që mban përbërësit e brendshëm të kablllos së bashku, por gjithashtu i mbron ata nga një larmi elementesh të jashtme mjedisore. Një e çarë në mbështjellëse mund t'i ekspozojë telat në temperatura të ndryshme dhe ndaj elementëve të tjerë si lagështia, pluhuri, madje edhe kafshët. Këta elementë të jashtëm të pakontrollueshëm, pa dyshim, do të kenë një ndikim në performancën e kabëllit. Disa arsye të tjera se pse kabujt mund të dëmtohen janë prej kushteve atmosferike, gërryerjes së mbështjellësës, kimikatet, nxehtësia ose i ftohti i tepërt, lagështia brenda izolimit që mund të shkaktoj qark të shkurtër, etj.

5.3 Riparimet e kabëllit

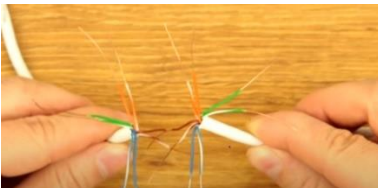
Në këtë paragraf do të tregohet hap pas hapi mënyra e riparimit të një kabëlli me çifte të përdredhur.

Hapi 1: Një nga mënyrat për të riparuar një kabëll kur është dëmtuar mbështjellësja,

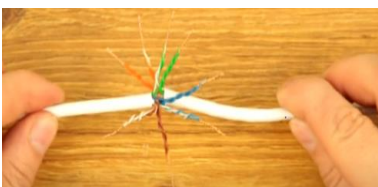
është duke e prerë pjesën e kabllit që është dëmtuar në të dyja anët.



Hapi 2: Zhveshim nga mbështjellësja çdo tel në veçanti.



Hapi 3: Lidhim 8 telat majtas me ngjyrat respektive djathtas.



Hapi 4: Çdo tel majtas i bashkuar me telin me të njëjtën ngjyrë djathtas pas përdredhjes

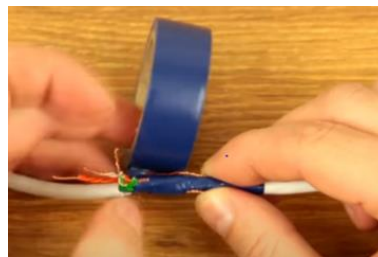
Kur njëri nga telat nuk është vendosur (është jashtë konektorit ose nuk është takuar me pinin e konektorit) për ta riparuar e presim lidhjen e konektorit me kabullin (ky konektor nuk përdoret më). Më pas presim 2.5 cm të mbështjellëses së kabullit si dhe çpërdredhim çiftet e përdredhura, bëjmë rradhitjen e telave sipas skemës së ngjyrave dhe vendosim telat në konektorin RJ45.

5. 4 Aparatet matëse

Me rritjen e shpejtësisë së internetit është rritur dhe potenciali për probleme. Përveç problemeve të tilla si çiftet e ndara, telat e kryqëzuar dhe interferencat e jashtme mund të shkaktojnë zhurma të konsiderueshme. Në projektimin e një rrjeti të shpejtësisë së lartë, kujdes i veçantë i kushtohet terminimit të kabëllit, mirëmbajtjes së tij dhe kur është e nevojshme edhe riparimit të tij. Po përmendim më poshtë disa pajisje që na shërbejnë për të matur parametra të ndryshëm në një kabëll Ethernet-i.

Testuesi bazë i kabllave: Mat lidhjet e telave sipas standartit ku instalohen. Imazhi i mëposhtëm tregon një testues bazë të kontrollorit të kabllit të rrjetit.

vishet me ngjitës. Ngjitësi në këtë luan rolin edhe të një mbështjellësi dhe të një izolatori.



Hapi 5: Pamja e një kabëlli të riparuar është si më poshtë:





Figura 5.1 Pamje e testuesit bazë të kabujve çift-përdredhur

Hapat që ndiqen për të testuar një kabull twisted pair me testuesin bazik janë:

1. Vendosni njërën anë të kabullit RJ45 në folenë transmetuese të testuesit siç tregohet në figurë.



2. Vendosni anën tjetër të kabullit të terminuar me konektorin RJ45 në folenë marrëse.



3. Testuesi ka 2 grupe me 8 drita LED që korrespondojnë me 8 fijet e kabëllit Ethernet. Ka gjithashtu një dritë G (Ground-tokezimi) për tokën.



Nëse të 8 kunjat ndizen në të dy skajet, kablli është terminuar/instaluar siç duhet. Nëse ndonjë nga dritat nuk ndizet në asnjë nga skajet, kjo tregon një lidhje të shkurtër në kabllo. Mos u shqetësoni nëse drita G nuk ndizet. Për sa kohë që të 8 dritat vezullojnë, kablli është terminuar siç duhet.

Testuesi TDR (Time Domain Reflectometer): Kjo pajisje përdoret për të matur gjatësinë e një kablli rrjeti si dhe ndërprerjet në kabllo (përdoret si për UTP dhe për koaksin). Kabllot Ethernet duhet të jenë të kufizuara në gjatësi ndërmjet pajisjeve aktive në një distancë maksimale prej 100 metrash. Ai funksionon si një radar. Transmeton një sinjal në njërin skaj dhe mat kohën që duhet për të arritur sinjali në fund të kabëllit. Ju gjithashtu mund ta përdorni këtë pajisje për të gjetur ndërprerje në kabllo.



Figura 5.2. Imazh i një testuesi TDR

Tema 6: Kabllot koaksial dhe teknologjia e transmetimit

6.1 Ndërtimi i kabëllit koaksial

Kabëlli koaksial është një llojë tjetër i kabujve metalik bakri. Qendra e kabëllit, që është gjithashtu edhe mjedisi përcjellës, është shumë më i trashë se tek kabujt me çifte të përdredhura. Teli përcjellës vishet së jashtmi me një material dielektrik, më tej me një veshje “rrjete” metalike. Veshja e jashtme është ajo plastike e kabëllit koaksial e cila përgjithësisht projektohet të jetë immune ndaj temperaturave të larta apo zjarrit. Në fillimet e veta, duke nisur që nga viti 1940 kabëlli koaksial ishte mjaft popullor, sidomos në telefoni dhe në linjat televizive.

Zakonisht kabujt koaksial thërrihen me numra RG (Radio Guide), p.sh. RG-6, RG-8, RG-58, etj.

Kablli koaksial vjen në shumë lloje të ndryshme, por dizajni bazë është i njëjtë për të gjitha llojet. Figura 6.1 tregon një kabllo tipike koaksiale; në qendër është një bërthamë bakri. Një lloj i materialit të izolimit dielektrik të ulët, si etilen-propileni i fluorizuar (FEP), polietileni (PE) ose polipropileni (PP) përdoret për të rrethuar bërthamën. Një rrjetë metalike vesh së jashtmi izolimin, dhe së fundmi një xhaketë e jashtme mbulon të gjithë kabllon. Kabëlli koaksial funksionon në mjedise interferencat e jashtme janë të konsiderueshme.

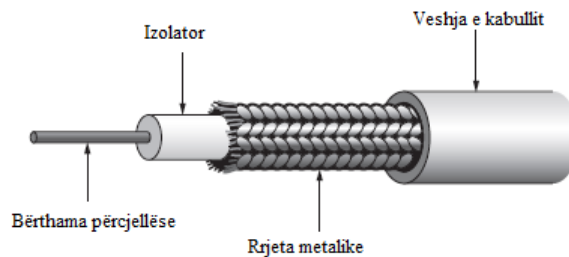


Figura 6.1 Ndërtimi i kabëllit koaksial

6.2 Konfigurimi

Bërthama përcjellëse në një kabëll koaksial konsiston në materialin e bakërit, ose aliazh të tij. Veshja e jashtme metalike zakonisht fabrikohet me material alumini ose në raste të tjera me aliazh të bakërit me aluminin dhe luan një rol shumë të rëndësishëm në mbrojtjen e bërthamës dhe rrjedhimisht edhe të sinjalit brenda tij nga ndërhyrjet e jashtme EM.

Në raste të tjera brenda së njëjtës veshje mund të gjenden dy kabuj koaksial, secili me bërthamën, veshjen dielektrike dhe rrjetën e tij metalike. Ky konfigurim quhet *twinaxial* (*twinax*).

6.3 Karakteristikat e kabëllit koaksial

Gjerësia e brezit: Kapaciteti efektiv e kabëllit koaksial varet nga shumë faktorë që përfshijnë edhe gjerësinë e bërthamës përcjellëse, natyrën e materialit dielektrik, gjatësinë e linjës, largësinë e amplifikatorëve dhe të pajisjeve të tjera të ndërmjetme.

Kapaciteti i këtij kabëlli është shumë më i lartë sesa i linjave me çifte të përdredhura dhe për këtë arsye është përdorur përgjithësisht në linja me kapacitet të lartë siç është transmetimi i të dhënave apo i imazheve. Kështu p.sh:

Linja 10Base5: 10Mbps, 500 m gjatësia maksimale e linkut

Linja 10Base2: 10Mbps, 200 m gjatësia maksimale e linkut

Performanca e gabimeve: Ofron performancë të shkëlqyer të gabimeve për shkak të mbrojtjes së jashtme metalike. Kjo është një tjetër arsye se përse kabëlli koaksial përdoret në linjat me kapacitet të lartë dhe që janë linja të sigurt dhe të kushtueshme.

Distanca: kabëlli koaksial nuk ka të njëjtë distancë pune si kabëlli UTP dhe STP, për vetë faktin se bërthama e tij është më e trashë. Në fakt, sa më e trashë të jetë bërthama aq më pak rezistencë i paraqet sinjalit. Mbështjellësja e jashtme bën të mundur që sinjali të jetë “i paketuar” mirë në bërthamë dhe duke mos u shqetësuar nga faktorët e jashtëm, mund të transmetohet në distanca shumë më të gjata.

Siguria: në përgjithësi kabëlli koaksial është mjaft i sigurt. Nuk është e mundur të vendosen pika kontakti nëpër gjatësinë e tij për “vjedhjen” e sinjalit, pa u detektuar. Pak ose aspak energji reflektohen në mjedisin e jashtëm, kështu që antenat apo sipirat induktive nuk mund të detektojnë aspak sinjal.

Kostoja: kostoja e përgjithshme e prodhimit, projektimit të një kabëlli koaksial është e konsiderueshme krahasuar me kabëllin UTP për shkak të konsideratave të veçanta për peshën dhe për tokëzimin. Megjithatë, në disa aplikacione kur siguria dhe kapaciteti i transmetimit është më i rëndësishëm, kostoja kalon në plan të dytë.

6.4 Përdorimet

Historikisht, kabëlli koaksial është përdorur në linjat trunk të kapaciteteve të larta. Megjithatë, në shumë raste në aplikime të këtilla mund të zgjidhen edhe linjet mikrovalore, lidhjet satelitore apo fibrat optike. Karakteristika superiore e performancës mundëson që të përdoret edhe në aplikime të distancave të shkurta, por që kërkohet gjerësi e madhe e brezit. Në përgjithësi përdoret, në ato raste kur gjerësia dhe kapaciteti i transmetimit është prioritar, por që fibra optike

nuk mund të përdoret për shkak të kostos së lartë qoftë të vetë kabëllit ashtu edhe instalimit dhe pajisjeve të saj. Një nga aplikimet ku kabëlli koaksial është shumë popullor është pikërisht CATV. Në linja të këtilla mundësohet një gjerësi brezi mbi 330 MHz duke suportuar deri në 40 kanale, ose brez deri në 750 MHz dhe suportohen deri në 116 kanale. Çdo kanal i këtillë analog kërkon një gjerësi brezi deri në 6MHz. Teknika e përdorur e multipleksimit në këtë rast është ajo me ndarje në frekuencë.

Tema 7: Komponentët pasive të kabllave koaksial

7.1 Pajisjet pasive

Ndër pajisjet pasive të një linje me kabëll koaksial përmendim:

Shuarësit koaksial: Janë pajisje pasive të një linje me kabëll koaksial dhe kanë për funksion shuarjen e frekuencave RF, duke lejuar vetëm një bandë të caktuar prej tyre për të kaluar, p.sh. 0-1800MHz. Megjithatë shuarës të ndryshëm, lejojnë të kalojnë një bandë e ndryshme frekuence.

Çiftuesit koaksial: Janë gjithashtu pajisje pasive në një linjë koaksiale dhe mundësojnë monitorimin, matjen e fuqisë së sinjalit në çdo segment të tij.

Ndarësit koaksial: Temi anglisht, splitters. Shërbejnë për ndarjen e brezit të frekuencave, zakonisht bandën televizive dhe atë të internetit.

Filtrat: Janë pajisje që mundësojnë që një bandë e padëshiruar e frekuencave të eliminohet dhe të lejohet për të kaluar vetëm banda e dëshiruar e frekuencave të sinjalit.

Passive Gateway: është një pajisje pasive me funksion jo vetëm ndarjen e frekuencave, por edhe sigurimin që çdo pajisje që punon në një frekuencë të caktuar të ketë nivelin e duhur të sinjalit. Në një pikëpamje është një pajisje mikse midis një splitteri dhe një amplifikatori, megjithatë duhet të jetë i qartë qallimi që nuk përmban një amplifikator si pajisje aktive.

Tapat koaksiale: Janë pajisje shumë pak të kushtueshme që shërbejnë për lidhjen në një njëjtën linjë kabllore të më tepër se një pajisjesh, p.sh 3 ose më tepër TV ose STB.

Adaptorët koaksial: Shërbejnë për bashkimin e dy konektorëve koaksial të cilët në kushte normale do të ishin jocompatibël.

Konektorët koaksial: Shërbejnë për lidhjen e kabëllit me pajisje të tjera. Janë dy tipe konektorësh: femër dhe mashkull. Konektorët femër në qendër të tyre nuk kanë pin, por pranojnë pinin e pajisjes. Konektorët mashkull kanë në qendër të tyre një pin, e cila vendoset në vendin e duhur të portës së pajisjes.

7.2 Pajisjet aktive

Ndër pajisjet aktive të një linje me kabëll koaksial përmendim:

Amplifikatorët: Shërbejnë për rritjen e fuqisë së sinjalit, kur linja është e gjatë apo kur fuqia e sinjalit është më e ulët seç është e nevojshme për përpunim. Përmendim këtu p.sh sinjalin e marr nga një antenë televizive.

Oshilatorët: Në një linjë koaksiale kanë për funksion gjenerimin e sinjalit të bartësit i cili do të modulohet prej sinjalit të mesazhit. Ky sinjal prodhohet me një frekuencë fikse dhe me një diapazon të caktuar amplitudash të sinjalit.

Kartat e rrjetit: Në këtë paragraf të pajisjeve aktive do të përfshijmë edhe kartat e rrjetit pasi lloje të tyre mundësojnë lidhjen e pajisjes fundore në internet duke e marr sinjalin nga një kabëll koaksial. Është pjesë e pajisjes fundore, p.sh laptopit, kompjuterit desktop, TV, etj.

Modemat: Emërtimi vjen nga bashkimi i termave **modulim** dhe **demodulim**. Është pajisja që i mundëson klientit të ketë akses në internet. Një pajisje fundore si laptop, desktop, smartphone, TV, tablet, etj. mund të marr akses interneti nga modemi ose duke u lidhur me një kabëll rrjeti ose përmes Wi-Fi.

Tema 8: Ngjitja, mirëmbajtja, riparimi, shkaqet, matjet dhe testimi në kabllot

8.1 Shkaqet e dëmtimeve dhe defektet

Kabëlli koaksial është më i ndjeshëm ndaj dëmtimit sesa shumica e kabujve. Ndryshe nga kabllot e rrymës dhe CAT5, kablli koaksial duhet të trajtohet me kujdes në mënyrë që të zgjasë dhe të mbahet larg situatave të caktuara.

Siç dihet, kablli koaksial mbart sinjale me frekuencë të lartë përmes një përcjellësi qendror. Meqenëse forma dhe gjendja e mbështjellëses dhe e përcjellësit janë të rëndësishme, defektet e vogla mund të shkaktojnë një ulje dramatike të cilësisë së sinjalit.

Dëmtimi fizik: Dëmtimi nga trajtimi i pa kujdes ose në mënyrë të papërshtatshme dhe aksidentet janë lloji më i zakonshëm i dëmtimeve. Koaksi ka një kënd të gjerë të përthyerjes dhe distanca midis përcjellësit të brendshëm dhe mburojës duhet të mbahet sa më uniforme që të jetë e mundur përgjatë gjithë gjatësisë.

Disa nga shumë fajtorët e mundshëm të dëmtimeve fizike përfshijnë: goditje nga një objekt i rëndë, shtypje prej një objekti me majë, stresi i vazhdueshëm ose i përsëritur nga si p.sh nga ecjet e vazhdueshme mbi tapet, palosja përtej rrezes minimale të mundshme, mbështjellje e jashtme e dëmtuar, ose vjetërsia.

Dëmtimi i ujit: Kablli koaksial nuk është i papërshtatshëm nga uji. Kablli i mbushur me ujë prodhon karakteristika elektrike të ndryshuara, duke e bërë atë të padobishme. Në përgjithësi kabëlli koaksial jo vetëm që nuk duhet të jetë i zhytur në ujë, por as jashtë në shi.

Dëmtimi i nxehtësisë: Si izolator përdoren polietileni dhe kloruri polivinil. Këto dy plastika kanë pika të shkrirjes relativisht të ulëta dhe mund të fillojnë të zbuten në temperatura deri në 150 gradë F. Nëse izolimi ekspozohet ndaj nxehtësisë për periudha të gjata kohore, pozicioni i përcjellësit qendror në lidhje me mburojën mund të zhvendoset gjatë kohës që plastika shkrin. Nëse përcjellësi qendror dhe mbrojtësja metalike bashkohen, sinjali nuk mund të përcillet më.

Dëmtimi i konektorit: Konektori në disa raste mund të montohet keq, qoftë në rastet e atyre BNC ose N. Ndonjëherë dëmtimi mund të jetë i madh sa që pini qendror mungon.

8.2 Riparimi i një kabëlli koaksial

Më poshtë po përshkruhet hap pas hapi riparimi i një kabëlli koaksial.



Figura 8.1 Pamje e një kabëlli koaksial të dëmtuar

Hapi 1: Zhvishet kabëlli në të dyja anët e dëmtuar të tij, përmes prerjeve rrethore.

Hapi 2: Largohen fijet metalike nga dielektriku duke i vendosur ato sipër mbështjellëses së jashtme të kabëllit.

Hapi 3: Pritet dielektriku, duke lënë vetëm 3mm dielektrik me qëllim zbulimin e dielektrikut që është në qendër të tij.

Hapi 4: Terminohen të dyja anët tashmë të prera të kabëllit koaksial me konektor të tipit F.

Hapi 5: Bashkojmë së bashku të dyja anët e terminuara përmes një adaptor (përshtatësi).

Bashkimi i përfutur është profesional dhe nëse është realizuar siç duhet, humbjet e sinjalit janë shumë të ulëta dhe nuk ndikojnë në cilësinë e transmetimit.



Figura 8.2. Kabëlli i riparuar koaksial

Është edhe një tjetër mënyrë për ngjitjen e dy kabujve dhe ajo është me nxehtësi. Në këtë rast, pasi eliminohet pjesa e dëmtuar, bashkimi i dy kabujve bëhet me kallaj. Pasi është bërë pikimi dhe ftohja e pjesës së ngjitur, vishet së jashtmi me material dielektriku. Mbi të, vendoset një rrjetë e hollë metalike që do të luaj rolën e mbrojtësit nga shqetësimet e jashtme EMI. Së fundmi, aplikohet veshja e jashtme plastike.

8.3 Pajisjet e përdorura

Për realizimin e riparimit të kabujve koaksial, përgjithësisht janë të nevojshëm mjetet e mëposhtme të punës:

1. Kabëll koaksial, p.sh RG 6 në rastin e riparimit të kabujve TV/antenës
2. Preprës telash
3. Wire trimmer
4. Adaptor
5. Konektor

Në rastet e bashkimi me ngjitje janë të nevojshëm gjithashtu edhe:

6. Kallaj

7. Dielektrik
8. Rrjetë metalike
9. Veshje e jashtme plastike

8.4 Testimi i linjës

Përgjithësisht janë tre mënyra kryesore të testimit të një linje me kabëll koaksial: me multimetër, me reflektometër dhe me oshiloskop. Le të shohim me rradhë secilën prej tyre.

Matja me multimetër: Multimetri përdoret për të kontrolluar nëse ka përcjellshmëri të sinjalit nga njëri skaj i kabëllit drejt skajit tjetër fundor të tij. Për këtë, njëra sondë e multimetrit vendoset në bërthamën përcjellëse në njërin saj të kabëlli koaksial dhe sonda tjetër vendoset në bërthamën përcjellëse të skajit tjetër. Nëse treguesi i multimetrit nuk lëviz fare, ose vetëm pak, atëherë kabëlli që po testojmë është i dëmtuar.



Figura 8.3. Matja e sinjalit me multimetër

Me anë të multimetrit mund të kontrollohet gjithashtu nëse ka qark të shkurtër ndërmjet bërthamës përcjellëse dhe veshjes së jashtme të konektorit. Normalisht, asnjë pjesë e sinjalit nuk duhet të kalojë nga bërthama në veshjen e jashtme. Për të kontrolluar nëse ka apo jo, njëra sondë e multimetrit vendoset tek bërthama përcjellëse dhe sonda tjetër në mbështjellësen e jashtme.



Figura 8.4. Kontrolli me multimetër për lidhje të shkurtër

Matja me oshiloskop: Një tjetër mënyrë për të matur kalimin e sinjalit nëpër një kabëll koaksial është përmes përdorimit të një gjeneratori sinjali në njërin saj të kabëlli dhe matjen e sinjalit të reflektuar në skajin tjetër të tij ku kemi lidhur një oshiloskop. Figura e mëposhtme, tregon mënyrën e lidhjes së elementëve.



Figura 8.5. Matja e sinjalit me anë të një oshiloskopi

Matja me reлектometër: Mënyra tjetër e matjes së sinjalit që kalon nëpër një kabëll koaksial është përmes një reflektometri. Pamja e tij dhe mënyra e operimit është shpjeguar gjerësisht në paragrafin 5.4.2.

Tema 9: Kabllot e sinjalizimit dhe përdorimet e tyre

9.1 Njohuri të përgjithshme mbi sistemet dhe kabujt e alarmit

Kabllot e sigurisë dhe alarmit janë ndër kabllot që kërkojnë kujdes të veçantë në projektimin dhe përzgjedhjen e tyre. Ndryshe nga kabllot audio/vizuale ose të rrjetave, pavarisht përparimeve në sistemet e alarmit dhe pajisjet e zbulimit, kabllot e përdorura në këtë sistem nuk kanë ndryshuar shumë. Megjithatë, instalimet elektrike që hyjnë në një sistem alarmi janë po aq kritike sa mund të jetë çdo tel tjetër në përgjithësi.

Shumica e sistemeve të alarmit të zjarrit ndahen në dy kategori: konvencionale ose të adresueshme. Sistemet konvencionale të alarmit nga zjarri janë një teknologji e thjeshtë, e zakonshme, e provuar nga koha, të cilat mbrojnë një përqindje të madhe të ndërtesave tregtare sot. Sistemet konvencionale të alarmit nga zjarri karakterizohen nga një panel kontrolli për alarmin e zjarrit, i cili mban inteligjencën e tërë sistemit. Të lidhur me këtë panel përmes telave të fortë janë një numër detektorësh ose pajisjesh iniciuese si detektorë tymi, flakë ose nxehtësie.

9.2 Llojet e kabujve të sistemeve të alarmit

Kabujt e alarmit të zjarrit dhe tymit: Ndryshe nga detektorët e vegjël të pavarur të tymit që gjenden në shtëpi, njësitë për përdorim komercial zakonisht janë me tela të fortë. Këto pajisje me energji AC janë të lidhura së bashku për të vepruar si një sistem i integruar në mënyrë që nëse një detektor tymi fiket, të gjithë të tjerët do të bëjnë të njëjtën gjë. Një model i zakonshëm i instalimeve elektrike për detektorët e tymit është kabëlli me 2 përçues, nga paneli i ndërprerësit në detektorin e parë të tymit dhe pastaj kabllot me 3 përçues nga secili detektor në tjetrin. Teli i tretë është për të fikur të gjithë detektorët nëse dikush zbulon tymin.

Kablli i alarmit nga zjarri, ashtu si kabllot e rrjetit, vjen në varietete të mbështjella ose pambështjella. Teli i zjarrit i mbështjellë zakonisht është i nevojshëm vetëm për ambiente me EMI të lartë ose për linja jashtëzakonisht të gjata. Një detaj tjetër dallues midis telit të ndryshëm të zjarrit është numri i përçuesve. Kablli i alarmit të zjarrit është i disponueshëm me dy deri në gjashtë përcjellës.

Kabujt e sigurisë: Kabëlli i sigurisë, zakonisht ndërtohet me dy deri në katër tela, të mbështjellë me një mbështjellëse të jashtme. Numri i përcjellësve varet nga lloji i sensorit që lidhet me sistemin. Pajisjet e thjeshta siç janë sensorët e dritareve dhe dyerve janë elemente pasive të sistemit dhe nuk kanë nevojë për furnizim të jashtëm me energji. Si rezultat, ata kërkojnë vetëm një tel me 4 përcues për instalim. Pajisjet më të sofistikuar të tilla si detektorët e lëvizjes janë aktive dhe kërkojnë tela me 6 përcjellës. Paneli i kontrollit, duke qenë përbërësi më i sofistikuar i një alarmi kundër vjedhjeve, kërkon diku nga 6 deri në 10 kablllo sigurie me 6 përcues. Diametri i telit është një konsideratë e veçantë edhe për telin e alarmit të sigurisë. Shumica e pajisjeve të alarmit të sigurisë funksionojnë në tension më të ulët sesa sistemet e alarmit të zjarrit dhe kështu nuk kërkojnë diametër të madh të telit.

Kabllo CCTV: Shumica e sistemeve me tela CCTV (Closed Circuit TeleVision) janë të lidhura me kablllo RG-59. Ky kabëll i integruar përbëhet nga dy kablllo individuale të drejtuar, krah për krah për transferimin e sinjaleve video dhe të energjisë brenda të njëjtës paketë. Seksioni i rrymës së kablllos përbëhet nga dy tela bakri të bllokuar 18 AWG për drejtimin e tensionit AC ose DC në kamera ose nga një transformator ose nga një njësi për furnizimin me energji CCTV. Këto tela zakonisht mbajnë tension deri në 30 V. Sinjali video dërgohet përmes bërthamës koaksiale RG-59. Duhet të theksohet se jo të gjitha kablllot RG-59 kanë specifikimet e njëjta. Për lidhjen video, pothuajse të gjitha CCTV-të janë të lidhura me lidhësit e tipit BNC (Bayonet Neill-Concelman). BNC-të janë lidhëse koaksiale rezistente ndaj motit, bllokuese të kthesave, të cilat janë vendosur gjithashtu në aplikacionet më profesionale të kablllove video.

Tema 10 Fibrat optike, struktura, llojet e tyre dhe përhapja e dritës në to

Komunikimet optike për transmetimin e informacionit përdorin valët e dritës në frekuencë shumë të lartë (100 terahertz). Komunikimet optike moderne filluan në vitet 1960, kur u shpikën lazerat e parë si një burim koherent i dritës dhe që atëherë zhvillimi i shpejtë i teknologjive fotonike ka bërë të mundur komunikimin optik me një kapacitet terabit/sec dhe një distancë transmetimi prej shumë mijëra kilometrash. Rritja e madhe e teknologjisë së komunikimit optik në dekadat e fundit ka revolucionarizuar industrinë e telekomunikacionit dhe krijoi një infrastrukturë globale të komunikimit me rrjete optike.

Një sistem tipik i komunikimit me fibra optike përbëhet nga një transmetues optik, nga fibra optike dhe një marrës optik. Transmetuesi optik konverton sinjalin elektronik në sinjal optik, i cili më pas dërgohet në një kabëll optik. Në anën e marrësit, një detektor optik shndërron sinjalin optik përsëri në një sinjal elektronik në mënyrë që informacioni të rikupërohet dhe të dërgohet deri në destinacion. Një sistem i tillë paraqitet skematikisht në figurën 10.1.

Në këtë temë ne do të përqendrohemi në bazat e teknologjive të komunikimit optik.

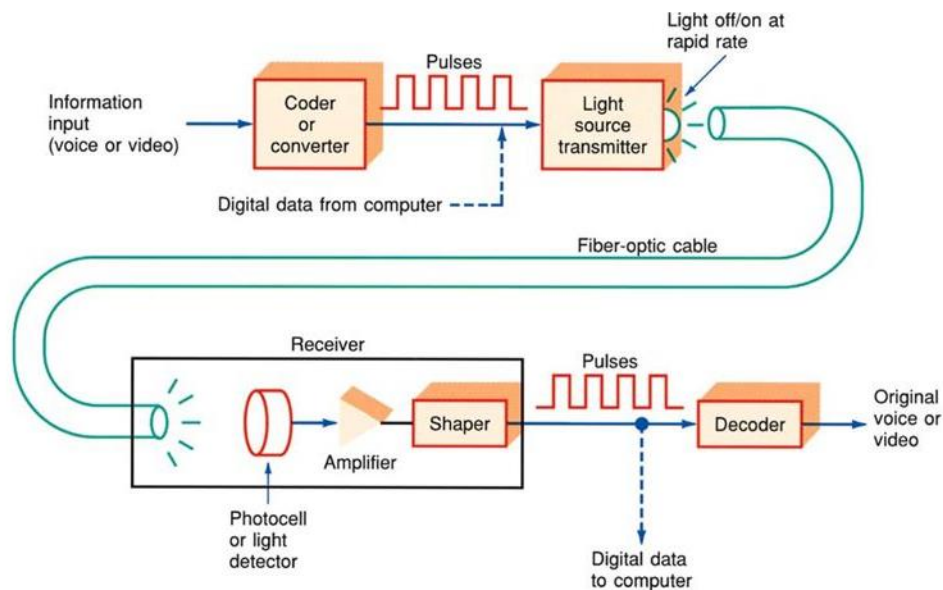


Figura 10.1 Elementët përbërës bazë të një sistemi komunikimi me fibra optike

10.1 Diapazonet e transmetimit

Transmetimi në fibrat optike përdor gjatësi vale që janë në pjesën afër infra të kuqe të spektrit, pak mbi të dukshmen, që nuk mund të dedektohet me sy të lirë. Gjatësitë tipike të valëve të transmetimit optikë janë 850 nm, 1310 nm dhe 1550 nm. Burimet e dritës që përdoren për të transmetuar dritën në fibrat optike janë lazerat dhe LED-et. Lazerët përdoren zakonisht për gjatësitë 1310 nm ose 1550 nm në aplikimet single-mode. Kurse LED-et përdoren për aplikime multimode në 850 nm ose 1300 nm. Ekzistojnë diapazone të gjatësisë së valës në të cilën fibrat optike funksionojnë më mirë. Cdo diapazon është i njohur si një dritare operimi (transmission window). Çdo diapazon është i përqendruar në gjatësinë e valës tipike operationale, siç tregohet në Tabelën 10.2

Window	Operating Wavelength
800 – 900 nm	850 nm
1250 – 1350 nm	1310 nm
1500 – 1600 nm	1550 nm

Tabela 10.1 Diapazonet e transmetimit të fibrave optike

10.2 Fibrat optike

Fibra optike është një kabëll cilindrik, tepër i holle me diametër afërsisht të njëjtë me fijen e flokut njerëzor, i cili bëhet me material dielektrik si xhami ose plastika. Për shkak të strukturës së saj që udhëzon dritën, fibra optike kufizon një valë drite brenda bërthamës dhe udhëzon sinjalet optike përgjatë boshtit të saj.

Fibra optike përdoret gjerësisht si kanal transmetimi të dhënash sepse ofron bandwidth të lartë (gjerësi bande) dhe shuarje apo humbje të vogla për distanca të mëdha. Kur pasurohet me elementë të rrallë, fibra optike mund të shërbejë si një përforcues optik, i cili rrit fuqinë e sinjalit optik për transmetime në distanca të mëdha. Përveç telekomunikacionit, fibra optike përdoret gjithashtu në ndriçim, imazhin dhe për sensorë.

10.2.1 Përfitimet e përdorimit të fibrave optike

Sistemet e fibrave optike kanë shumë përparësi ndaj sistemeve të komunikimit të bazuara në kablllo metalike. Këto avantazhet përfshijnë:

Transmetimi i sinjalit në distanca të mëdha. Për shkak të shuarjes së vogël dhe integritetit të sinjalit me anë të sistemeve optike është e mundur të arrihen intervale më të gjata të transmetimit të sinjalit sesa sistemet e bazuara në metal (bakër). Ndërsa linjat e bakrit me një fije mund të arrijnë transmetim sinjali me performancë të kënaqshme deri në pak kilometra, transmetimet në sistemet optike i kalojnë 100 kilometra (km), ose rreth 62 milje, pa përpunim aktiv ose pasiv të sinjalit.

Bandwidth i madh, peshë e lehtë dhe diametër i vogël. Aplikacionet e sotme kërkojnë një bandwidth gjithnjë e në rritje. Prandaj është e rëndësishme të merren parasysh kufizimet e hapësirës për përdoruesit fundor në terma të instalimeve kabllore në ndërtesa. Zakonisht kabllot e reja instalohen në tubacione apo kanale ekzistuese. Diametri i vogël dhe pesha e lehtë e kabllave optike i bën këto instalime të lehta dhe praktike, duke kursyer hapësirat e lartpërmendura.

Jopërçueshmëria. Një avantazh tjetër i fibrave optike është natyra e tyre dielektrike. Meqenëse fibra optike nuk ka komponentë metalikë, mund të instalohet në zona me ndërhyrje elektromagnetike (EMI), duke përfshirë edhe interferencën e frekuencës radio (RFI). Zonat me interferencë të lartë elektromagnetike përfshijnë linjat e shërbimeve, linjat bartëse të energjisë dhe gjurmët e hekurudhës. Kabllot dielektrike janë gjithashtu ideale për instalime në zona ku bien shumë rrufe.

Siguria. Ndryshe nga sistemet e bazuara në metal, natyra dielektrike e fibrave optike e bën të pamundur dedektimin e sinjalit që po transmetohet brenda kabllit optik. Mënyra e vetme për ta bërë këtë është ndërhyrja në fibrën optike, veprim i cili është lehtësisht i dedektueshëm nga sistemet e monitorimit. Këto rrethana e bëjnë fibrën optike jashtëzakonisht tërheqëse për përdorim në rrjetat e organeve qeveritare, bankave dhe të tjera institucione ku kërkohet siguri e lartë.

Projektuar për nevoja të ardhshme të aplikacioneve. Fibrat optike sot prodhohen me kosto të përballueshme, pasi çmimet e pjesëve elektronike bien vazhdimisht dhe çmimi i kabllave optike mbetet i ulët. Në shumë raste, zgjidhjet e realizuara me fibra janë më pak të kushtueshme se ato me kablllo bakri. Aktualisht kërkesa për bandwidth rritet me shpejtësi si pasojë e përparimeve teknologjike, prandaj fibra optike do të vazhdojë të luajë një rol jetik në avancimin e industrisë së telekomunikacionit.

10.3 Struktura e fibrës

Fibra optike e përdorur në komunikimet optike përbëhet nga një bërthamë dielektrike cilindrike e rrethuar nga veshja dielektrike. Zakonisht përdoret një shtresë tampon polimer për rritjen e fortësisë mekanike dhe për mbrojtjen nga efektet mjedisore. Figura 10.3 tregon strukturën e një fije fibre optike. Bërthama dhe veshja janë bërë nga material silici (SiO_2) ose nga plastikë (p.sh. PMMA). Për të drejtuar valët e dritës përgjatë fibrave, indeksi i thyerjes së bërthamës, n_1 , duhet të jetë më i madh se indeksi i thyerjes së veshjes n_2 . Zakonisht diferenca e indeksit të përthyerjes është shumë e vogël (vetëm disa përqind), në varësi të karakteristikave të kërkuara të fibrave. Llojet e fibrave janë dy, single mode dhe multimode. Fibrat multimode kanë 50, 62.5-, dhe diametra 85- μm core dhe një diametër të veshjes 125- μm . Diametri i madh i bërthamës së fibrave lehtëson bashkimin e energjisë optike brenda dhe jashtë fibrave. Fibrat në modë të vetme, nga ana tjetër, kanë një diametër thelbësor shumë më të vogël, zakonisht 5 deri në 8 μm .

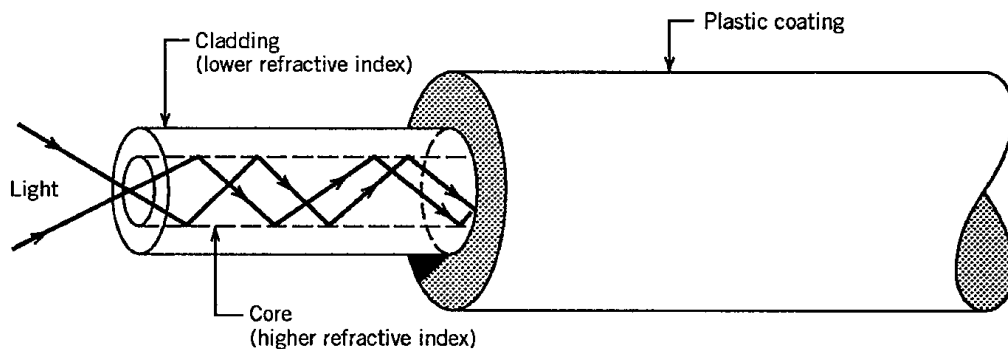


Figura 10.3 Struktura e fibrës optike. Struktura e fibrave optike e përbërë nga një bërthamë qendrore dhe një veshje transparente periferike (cladding) rrethuar nga mbulesa mbrojtëse (plastic coating).

10.4 Transmetimi i dritës përmes fibrave optike

Transmetimi i dritës përgjatë fibrave optike varet jo vetëm nga natyra e dritës, por edhe nga struktura e fibrave optike. Dy metoda përdoren për të përshkruar se si drita transmetohet përgjatë optikës fibra. Metoda e parë, teoria e rrezeve, përdor konceptet e reflektimit dhe thyerjes së dritës. Metoda e dytë është ajo e mënyrës apo modës, e trajton dritën si valë elektromagnetike. Së pari duhet të kuptojmë vetitë themelore optike të materialeve të përdorura për të bërë fibra optike. Këto veti ndikojnë në mënyrën e transmetimit të dritës përmes fibrave.

Karakteristika themelore optike e një materiali, e rëndësishme për fibrat optike, është indeksi i thyerjes. indeksi i thyerjes (n) mat shpejtësinë e dritës në një mjedis optik. Indeksi i thyerjes së një materiali është raporti i shpejtësisë së dritës në një vakum me shpejtësinë e dritës në vetë materialin. Shpejtësia e dritës (c) në hapësirën e lirë (vakumi) është 3×10^8 metra në sekondë (m/s). Shpejtësia e dritës është frekuenca (f) drita shumëzuar me gjatësinë e valës së dritës (λ). Kur drita hyn në materialin e fibrës (mjedis me dendësi optike), drita udhëton më ngadalë me një shpejtësi (v). Drita gjithmonë do të udhëtojë më ngadalë në materialin e fibrave sesa në ajër. Indeksi i thyerjes jepet nga:

$$n = c/v$$

Një rreze drite reflektohet dhe përrthyhet kur has kufirin midis dy mjedisve të ndryshme transparente. Për shembull, figura 10.4 tregon se çfarë ndodh me rrezën e dritës kur ndeshet me ndërfaqen midis qelqit dhe ajrit. Indeksi i përrthyerjes për xhamin (n_1) është 1.50. Indeksi i përrthyerjes për ajrin (n_2) është 1.00.

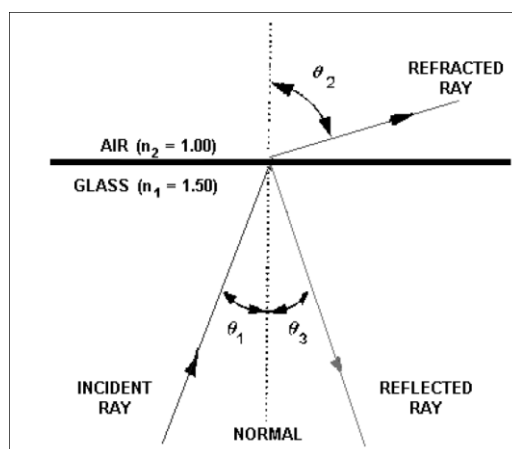


Figura 10.4 Reflektimi dhe përrthyerja e dritës në kufijtë xham-ajër

Le të supozojmë se rrezja e dritës ose rrezja rënëse po udhëton përmes xhamit. Kur rrezja e dritës ndeshet me kufirin qelq-ajër, ka dy rezultate. Rezultati i parë është që një pjesë e rrezes

të pasqyrohet përsëri në xham. Rezultati i dytë është se një pjesë e rrezes përthyeret (përkulet) kur hyn në ajër. Përkulja e dritës në ndërfaqen qelq-ajër është rezultat i ndryshimit midis indeksit të thyerjes. Meqenëse n_1 është më i madh se n_2 , këndi i thyerjes (θ_2) do të jetë më i madh se këndi rënës (θ_1). Ligji i thyerjes së Snell përdoret për të përshkruar marrëdhëniet midis rrezeve rënës dhe të përthyerës në kufirin e mjediseve. Ligji i Snell-it jepet nga:

$$n_1 \times \sin \theta_1 = n_2 \times \sin \theta_2$$

Ndërsa këndi i rënjes (θ_1) bëhet më i madh, këndi i thyerjes (θ_2) i afrohet 90 gradëve. Në këtë pikë, asnjë thyerje nuk është e mundur. Rrezja e dritës reflektohet plotësisht përsëri në mjedisin e qelqit, pra drita nuk kalon në ajër. Kjo gjendje quhet reflektim i brendshëm i plotë. Këndi në të cilin ndodh reflektimi i brendshëm i plotë quhet kënd kritik i rënies. Këndi kritik i rënies (θ_C) është treguar në figurën 10.5. Në çdo kënd të rënies (θ_1) më të madh se këndi kritik, drita reflektohet plotësisht përsëri në qelq. Këndi kritik i rënies përcaktohet duke përdorur Ligjin e Snell. Këndi kritik është dhënë nga:

$$\sin \theta_C = n_2/n_1$$

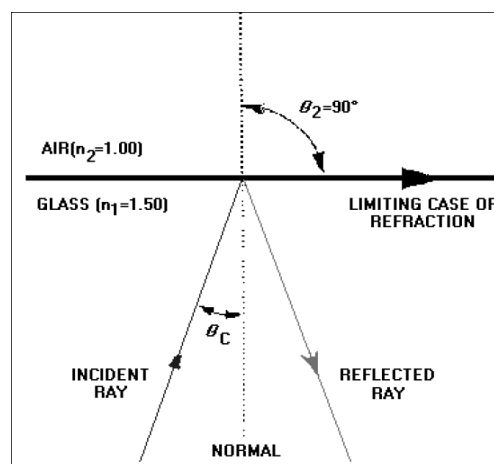


Figura 10.5 Këndi kritik i rënies

Kushti i reflektimit të brendshëm total është një situatë ideale. Megjithatë, në realitet, ndodh gjithmonë që një pjesë e vogël e dritës depërton jashtë fibrës. Kjo situatë shpjegohet me teorinë e mënyrës (mode theory) ose ndryshe teoria e valëve elektromagnetike të dritës.

Përhapja e dritës përgjatë një fibre optike

Koncepti i përhapjes së dritës, transmetimi i dritës përgjatë një fibre optike, mund të përshkruhet nga dy teori. Sipas teorisë së parë, drita përshkruhet si një rreze e thjeshtë. Kjo teori është teoria e rrezeve, ose optika gjeometrike. Avantazhi i teorisë së rrezes është se merret një pamje më e qartë e përhapjes së dritës përgjatë një fibre. Teoria e rrezeve përdoret për të përafëruar pranimin dhe drejtimin e dritës në fibrat optike. Sipas teorisë së dytë, drita përshkruhet si një valë elektromagnetike. Kjo teori është qasja e teorisë së mënyrës, ose valës. Teoria e mënyrës është e nevojshme në përshkrimin e vetive të fibrës optike si humbjet, shpërhapja dhe përthithja.

Teoria e rrezes

Dy lloje rrezesh mund të përhapen përgjatë një fibër optike. Lloji i parë quhet rrezet meridionale. Rrezet meridionale janë rrezet që kalojnë nëpër boshtin e fibrës optike. Rrezet meridionale përdoren për të ilustruar vetitë themelore të transmetimit të fibrave optike. Lloji i dytë quhet rrezet e pjerrëta. Këto rreze janë rrezet që udhëtojnë përmes një fije optike pa kaluar nëpër boshtin e saj.

Rrezet meridionale mund të klasifikohen si rrezet e lidhura ose të palidhura. Rrezet e lidhura qëndrojnë në bërthamë dhe përhapen përgjatë boshtit të fibrës. Rrezet e lidhura përhapen

përmes fibrës nga reflektimi total i brendshëm. Rrezet e palidhura përthyhen jashtë bërthamës së fibrës. Në përgjithësi, rrezet meridionale ndjekin ligjet e reflektimi dhe përthyerja. Figura 10.6 tregon keto lloj rrezesh.

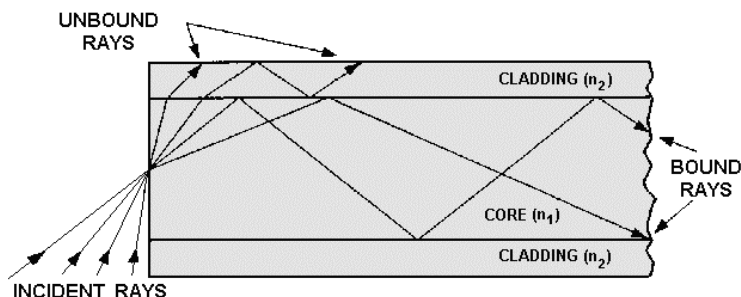


Figura 10.6 Rrezet e përthyerja dhe të pa përthyerja

Dihet që rrezet e lidhura përhapen në fibra për shkak të reflektimit total të brendshëm, por si hyjnë këto rreze drite në fibër? Rrezet që hyjnë në fibër duhet të ndërpresin ndërfaqen bërthamë-veshje në një kënd më të madh sesa këndi kritik (θ_c). Vetëm ato rrezet që hyjnë në fibër dhe godasin ndërfaqen në këto kënde do përhapen përgjatë fibrës.

Se si lëshohet një rreze drite në një fibër tregohet në figurën 10.7. Rrezja rënëse I_1 hyn në fibër në këndin θ_a . I_1 përthyeret pasi hyn në fibër dhe transmetohet në ndërfaqen bërthamë-veshje. Rrezja pastaj godet ndërfaqen bërthamë-veshje në këndin kritik (θ_c). I_1 është reflektuar plotësisht përsëri në bërthamë dhe vazhdon të përhapet përgjatë fibrës. Rrezja rënëse I_2 hyn në fibër në një kënd më të madh se θ_a . Përsëri, I_2 përthyeret me hyrjen në fibër dhe transmetohet në ndërfaqen bërthamë-veshje. I_2 godet ndërfaqen bërthamë-veshje në një kënd më të vogël se këndi kritik (θ_c). I_2 është thyer në veshje dhe përfundimisht humbet. Rënja e rrezeve të dritës në bërthamën e fibrave duhet të jetë brenda kon-it të pranimit i përcaktuar nga këndi θ_a i treguar në figurën 10.12. Këndi θ_a përcaktohet si kënd i pranimit.

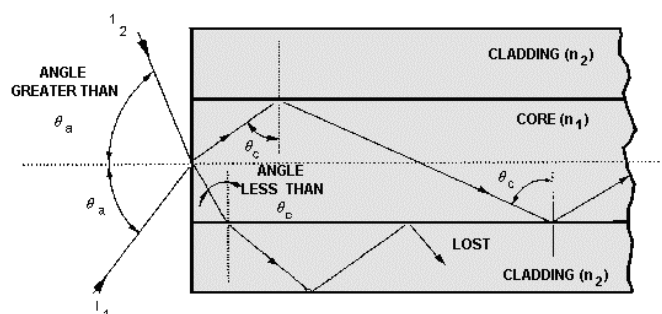


Figura 10.7 Si hyn rrezja e dritës në një fibër optike

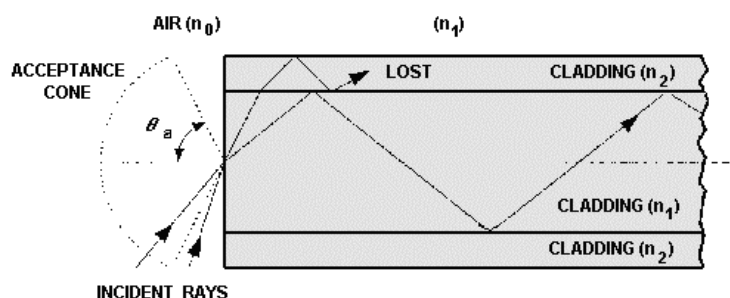


Figura 10.8 Këndi i pranuar i fibrës

Këndi i pranimit lidhet me indekset e përthyerjes së bërthamës, veshjes dhe mjedisit përreth fibrave. Kjo marrëdhënie quhet hapja numerike e fibrës. Hapja numerike (NA) është një matje

e aftësisë së një fibre optike për të kapur dritën. NA gjithashtu përdoret për të përcaktuar konin e pranimit të fibrës optike.

Figura 10.8 ilustron marrëdhënien midis këndit të pranimit dhe indekseve të thyerjes. Indeksi i thyerjes së bërthamës së fibrës është n_1 . Indeksi i thyerjes së veshjes së fibrës është n_2 . Indeksi i thyerjes së mjedisit përreth është n_0 . Duke përdorur ligjin e Snell dhe marrëdhëniet themelore trigonometrike, NA e fibrave jepet nga:

$$NA = n_0 \times \sin \theta_a = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$

Meqenëse mjedisi pranë fibrës në pikën e nisjes normalisht është ajri, n_0 është i barabartë me 1.00. Si rrjedhojë NA është thjesht e barabartë me $\sin \theta_a$. NA është një mënyrë e përshtatshme për të matur aftësinë për të mbledhur dritën e një fibre optike. Ajo përdoret për të matur efikasitetin e bashkimit nga burimi tek fibra. Një NA e lartë tregon një efikasitet të lartë të bashkimit burim-fibër. Vlerat tipike të NA variojnë nga 0,20 deri 0,29 për fibrat e qelqit. Fibrat plastike zakonisht kanë NA më të lartë. Një NA për fibrat plastike mund të jetë më e lartë se 0.50. Përveç kësaj, NA përdoret zakonisht për të specifikuar fibrat multimode. Megjithatë, për diametrat të vegjël të bërthamës, të tilla si në fibrat me një modë, teoria e rrezeve nuk funksionon. Teoria e rrezeve përshkruan vetëm drejtimin që një valë plane (e rrafshët) merr në një fibër. Teoria e rrezeve eliminon çdo veti të valës plane që ndërhyjnë në transmetimin e dritës përgjatë fibrës. Në realitet, valët plane ndërhyjnë tek njëra-tjetra. Prandaj, vetëm disa lloje të rrezeve janë në gjendje të përhapen në një fibër optike. Fijet optike mund të mbështesin (suportojnë) vetëm një numër specifik të mënyrave (modes) të drejtuara. Në fibrat me bërthamë të vogla, numri i mënyrave të mbështetura është një ose vetëm disa mënyra. Teoria e mënyrës (mode) përdoret për të përshkruar llojet e valëve të rrafshëta që mund të të përhapen përgjatë një fibër optike.

Rrezet e pjerrëta. Një rrugë e mundshme e përhapjes së rrezeve të pjerrëta është paraqitur në figurën 10.9 Pamja A, ofron një pamje këndore dhe pamja B ofron një pamje ballore. Rrezet e pjerrëta përhapen pa kaluar përmes boshtit qendror të fibrës. Këndi i pranimit për rrezet e pjerrëta është më i madh se këndi i pranimit të rrezeve meridionale. Kjo gjendje shpjegon pse numri i rrezeve të pjerrëta është më i madh se numri i rrezeve meridionale. Rrezet e pjerrëta përdoren shpesh në llogaritjen e pranimit të dritës në një fibër optike. Shtimi i rrezeve të pjerrëta rrit sasinë e kapacitetit të dritës së një fibër. Në fibrat me NA të mëdhe, rritja mund të jetë e konsiderueshme.

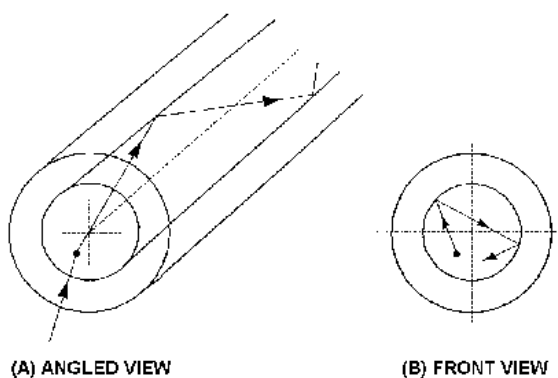


Figura 10.9 Përhapja e rrezeve të pjerrëta: A)pamje këndore B) Pamje ballore

Shtimi i rrezeve të pjerrëta gjithashtu rrit sasinë e humbjes në një fibër. Rrezet e pjerrëta priren të përhapen afër skajeve të bërthamës së fibrës. Një pjesë e madhe e numrit të rrezeve të pjerrëta që bllokohen në bërthamën e fibrës konsiderohen të jenë rrezet të rrjedhura (leaky rays). Rrezet që rrjedhin parashikohet të pasqyrohen plotësisht në kufirin bërthame-veshje. Sidoqoftë, këto rrezet pjesërisht përthyesen për shkak të natyrës së lakuar të kufirit të fibrës. Teoria e modës përdoret gjithashtu për të përshkruar këtë lloj humbje të rrezeve që dalin jashtë.

Teoria e mënyrës (mode)

Teoria e mënyrës, së bashku me teorinë e rrezeve, përdoret për të përshkruar përhapjen e dritës përgjatë një fibre optike. Teoria e mënyrës përdoret për të përshkruar vetitë e dritës që teoria e rrezeve nuk është në gjendje ti shpjegojë. Teoria e mënyrës përdor sjelljen e valës elektromagnetike për të përshkruar përhapjen e dritës përgjatë fibrës. Një grup i valëve elektromagnetike të drejtuara quhen mënyrat e fibrës.

Valët plane. Teoria e mënyrës sugjeron që një valë drite mund të përfaqësohet si një valë plane. Një valë plane përshkruhet nga drejtimi i saj, amplituda dhe gjatësia e valës së përhapjes. Një valë plane është një valë, sipërfaqet e fazës konstante të së cilës janë plane pafund paralele normale në drejtimin e përhapjes. Planet që kanë të njëjtën fazë quhen ballë valësh. Gjatësia e valës (λ) e valës plane jepet nga:

$$\text{wavelength } (\lambda) = c/f_n$$

ku c është shpejtësia e dritës në një vakum, f është frekuenca e dritës, dhe n është indeksi i thyerjes së mjedisit i valës plane.

Figura 10.10 tregon drejtimin dhe frontet e valëve të përhapjes së valës plane. Valët plane, ose frontet e valëve, përhapen përgjatë fibrës njësoj si rrezet e dritës. Sidoqoftë, jo të gjitha frontet e valëve rënëse në fibër në kënde më të vogla ose të barabarta me këndin kritik të pranimit të dritës përhapen përgjatë fibrës. Frontet e valëve mund të pësojnë një ndryshim në fazën që parandalon transferimin e suksesshëm të dritës përgjatë fibrës.

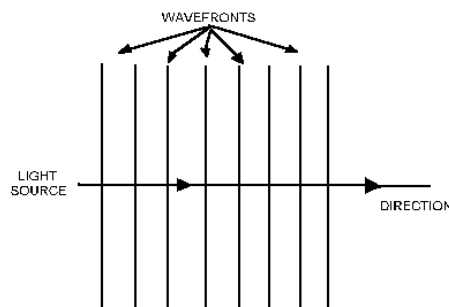


Figura 10.10 Përhapja plane-wave

Frontet e valëve duhet të qëndrojnë në fazë që drita të transmetohet përgjatë fibrës. Konsideroni frontit e valës rënëse në bërthamën e një fije optike siç tregohet në figurën 10.10. Vetëm ato fronte valësh rënëse në fibër në kënde më të vogla ose të barabarta me këndin kritik mund të përhapen përgjatë fibrës. Fronti i valës pëson një ndryshim gradual të fazës ndërsa udhëton në fibër. Ndryshimet e fazës ndodhin edhe kur vala pasqyrohet. Fronti i valës duhet të mbetet në fazë pasi fronti i valës të kalojë fibrën dy herë dhe të pasqyrohet dy herë. Distanca e përshkruar tregohet midis pikës A dhe pikës B në figurën 10.11. Valët e pasqyruara në pikën A dhe pikën B janë në fazë nëse numri total i fazës së mbledhur është një numër i plotë shumëfish i 2π radian. Nëse frontet e valëve përhapëse nuk janë në fazë, ato përfundimisht zhduken. Frontet e valëve zhduken për shkak të ndërhyrjeve shkatërruese. Fronte të valëve që janë në fazë ndërhyjnë në frontet e valëve që janë jashtë fazës. Kjo ndërhyrje është arsyeja pse vetëm një numër i kufizuar i mënyrave mund të përhapet përgjatë fibrës.

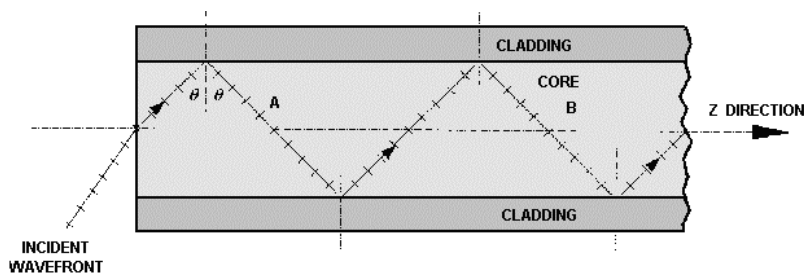


Figura 10.11 Përhapja e ballit të valës përgjate fibrës

Valët plane përsëriten ndërsa udhëtojnë përgjatë boshtit të fibrës. Drejtimi në të cilin valët plane përhapen supozohet të jetë drejtimi z siç tregohet në figurën 10.18. Valët plane përsëriten në një distancë të barabartë me $\lambda/\sin\theta$. Valët plane gjithashtu përsëriten në një frekuencë periodike $\beta = 2\pi\sin\theta/\lambda$. Sasia β përcaktohet si konstante e përhapjes përgjatë boshtit të fibrës.

Ndërsa gjatësia e valës (λ) ndryshon, njëkohësisht ndryshon dhe vlera e konstantes së përhapjes. Për një mënyrë të caktuar, një ndryshim në gjatësinë e valës mund t'a pengojë atë që të përhapen përgjatë fibrës. Mënyra nuk lidhet më me fibrën. Modaliteti thuhet se është ndërprerë. Mënyrat që janë të lidhura me një gjatësi vale mund të mos ekzistojnë në gjatësi vale më të gjata. Gjatësia e valës në të cilën mënyra nuk është më e lidhur quhet gjatësia e valës e prerjes (cutoff) për atë mënyrë. Sidoqoftë, një fibër optike është gjithmonë në gjendje të përhapë të paktën një mënyrë. Kjo mënyrë referohet si mënyra themelore e fibrave. Modaliteti themelor nuk mund të ndërpritet kurrë. Gjatësia e valës që parandalon mënyrën tjetër të përhapet quhet gjatësia e valës së prerjes së fibrës. Një fibër optike që operon mbi prerjen e gjatësisë së valës (në një gjatësi vale më të gjatë) quhet fibër me një modë të vetme. Një fibër optike që operon nën gjatësinë e valës së prerjes quhet një fibër multimode.

10.5 Fibrat multimode

Fibra multimode përdoret për transmetimin në distancë të shkurtër, deri në disa kilometra. Ato zakonisht përdoren në rrjetat LAN (p.sh., gigabit Ethernet) të përdorura për zyrë, ndërtesa, pajisje mjekësore etj. Për shkak të diametrit të madh të bërthamës, fibra multimode mund të bartë shumë rrezet e dritës në të njëjtën kohë, ku secila përhapet në një kënd të ndryshëm. Këto lloje fibrash ndahen në step-index ose graded-index fiber, bazuar në profilin e indeksit të thyerjes.

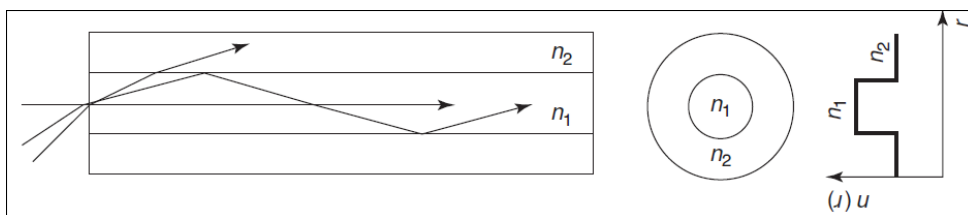


Figura 10.12 Fibra step-index multimode

Profili i indeksit të thyerjes së një fibre step-index tregohet në figurën 10.12. Transmetimi i dritës në fibrat multimode bazohet në reflektimin e brendshëm total. Meqenëse indeksi i bërthamës është më i madh se ai i veshjes, reflektimi i brendshëm total ndodh kur rrezet e dritës bien në ndërfaqen e bërthamës-veshjes me një kënd të incidentit më të madh se këndi kritik θ_c . Këndi kritik për reflektimin e brendshëm jepet nga $\sin \theta_c = n_2 / n_1$. Për shkak të reflektimit total të brendshëm, dritës rrezet mund të përhapen përgjatë bërthamës së fibrave në një mënyrë zigzag nëse fibra është e drejtë dhe pa përkulje. Përndryshe, rrezet e dritës mund të udhëtojnë në një vijë të drejtë paralele me boshtin e fibrës. Meqenëse rrezet e dritës udhëtojnë në shtigje të ndryshme përgjatë fibrave, ato mund të pësojnë vonesa të ndryshme të përhapjes. Supozoni se të gjitha rrezet e dritës janë të rastësishme në hyrjen e fibrës multimode. Ndërsa përhapen përmes fibrave, disa rreze përhapen në vijë e drejtë e disa të tjera mund të udhëtojnë në formë zigzagu. Këto rrezet shpërndahen në kohë në dalja e fibrës. Rruga më e shkurtër e rrezeve është një vijë e drejtë e barabartë me gjatësinë e fibrës L , ndërsa rruga më e gjatë është për rrezet me një kënd kritik θ_c dhe është me gjatësi $L / \sin \theta_c$. Prandaj, vonesa e përhapjes midis dy rrezeve që marrin rrugët më të shkurtra dhe më të gjata është:

$$\Delta T = \frac{L}{v} \left(\frac{1}{\sin \theta_c} - 1 \right) = \frac{L}{v} \frac{n_1}{n_2} \Delta,$$

Ku $\Delta = (n_1 - n_2) / n_1$ dhe v është shpejtësia e grupit e rrezeve të dritës në fiber.

Meqenëse rrezet e dritës që udhëtojnë me rrugë të ndryshme njihen si mënyrat (modes) e fibrës atëherë shpërndarja në kohë, domethënë, ndryshimi në vonesën e përhapjes për rrezet e ndryshme të dritës, quhet shpërndarje modale. Për shkak të shpërndarjes modale, një impuls i shkurtër optik do të zgjerohet ndërsa përhapet në një fibër multimode. Zgjerimi i pulsit do të thotë ndryshe interferenca ndër simbolike (intersymbol interference), dhe kështu kufizon shpejtësinë e transmetimit të bitëve në sistemet optike. Në fibrat multimode, shpërndarja modale është një nga kufizimet më të rëndësishme për komunikime optike me shpejtësi të lartë. Fibrat step-index janë zakonisht të dizenuar me një ndryshim shumë të vogël indeksit. Me $\Delta = 2 \times 10^{-3}$, një fibër multimode mund të mbështesë transmetimin optik me një shpejtësi të dhënash 100 Mb/s mbi një 1 km distancë. Prandaj, fibrat multimode step-index përdoren vetëm për aplikime me shpejtësi të ulët në distanca të shkurtra.

Fibrat me indeks të graduar. Në fibrat me indeks të graduar, indeksi i thyerjes së bërthamës gradualisht zvogëlohet nga qendra e bërthamës në veshje, siç tregohet në Figurën 10.13.

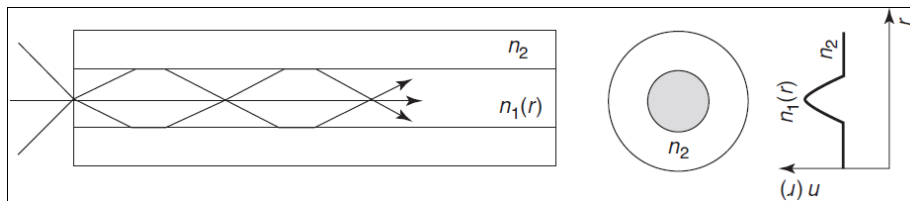


Figura 10.13 Fibrat graded-index

Kur një rreze drite përhapet në vijë të drejtë në qendër të bërthamës, ajo merr rrugën më të shkurtër por ka shpejtësinë më të ulët të grupit. Rrezet e pjerrëta do të ndjekin gjurmë në formë gjarpërushe për shkak të profilit të indeksit të graduar. Një pjesë e madhe e rrugëve të tyre ka një indeks të përthyerjes më të vogël, dhe kështu ato kanë një shpejtësi më të madhe të grupit. Prandaj, në fibrat me indeks të graduar të përshtatshëm të gjitha rrezet e dritës do të arrijnë në fundin e fibrës në të njëjtën kohë. Shpërndarja minimale modale është:

$$\Delta T = \frac{1}{8} \frac{n_1 L}{c} \Delta^2$$

ku c është shpejtësia e dritës në vakum. Kjo shpërndarje minimale modale mund të arrihet me një profil indeksi të dhënë nga:

$$n(r) = n_1 \left[1 - \Delta (r/a)^\alpha \right]$$

ku $\alpha = 2(1 - \Delta)$. Meqenëse Δ është shumë i vogël, profili optimal i indeksit është afërsisht parabolike. Në praktikë, fije multimode me indeks të graduar mund të mbështesin shpejtësinë e të dhënave 1 Gb/s mbi 10 km. Për të përmirësuar më tej normat e të dhënave dhe distancën e transmetimit, duhet të përdoren fibrat me një modë.

10.6 Fibrat Singlemode

Fibra me një modë ka një diametër shumë të vogël të bërthamës, e krahasuar kjo me gjatësinë e valës së një sinjali optik, dhe vetëm një modë apo mënyrë përhapje ekziston. Si pasojë, nuk ka shpërndarje modale në fibrat singlemode, dhe nivelet shumë të larta të të dhënave (p.sh 10 Gb/s) mund të mbështeten nga këto fibra në një distancë prej dhjetëra kilometrash. Fibra singlemode përdoren gjerësisht në aplikimet e telekomunikacionit, duke krijuar rrjete moderne optike me një kapacitet total mbi 10 Tb/s. Sidoqoftë, ka disavantazhe në përdorimin e fibrave singlemode në krahasim me fibrave multimode, si diametri i vogël i bërthamës së fibrave me

një modë e bën më të vështirë të çiftosh dritën brenda dhe jashtë fibrës, si dhe ka më pak toleranë të vendosjes së konektorëve dhe spliceve.

Për shkak të performancës së tyre superiore, fibrat me një modë përdoren gjerësisht në WAN dhe MAN. Në të gjithë botën janë shtrirë miliona kilometra fibër singlemode nën tokë, nën det ose mbi ajër. Rrjetet optike pasive PON përdorin gjithashtu fibra me një modë në impiantet e tyre me fibra për të mbështetur nivele të larta të të dhënave (≥ 1 Gb/s) në distanca të largëta (deri në 20 km).

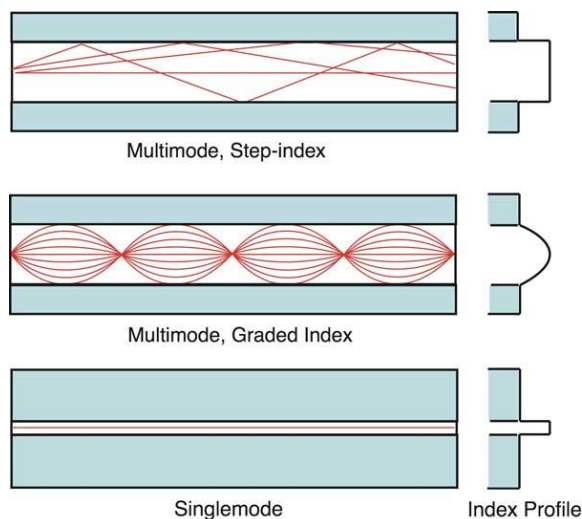


Figura 10.14 Llojet e fibrave optike Multimode dhe Singlemode

Tema 11 Transmetuesit Optikë

Transmetuesit optikë shndërrojnë sinjalet elektrike në sinjale optike dhe lëshojnë sinjalet optike në fibrat optike. Një nga përbërësit kryesorë në transmetuesit është burimi optik ose burimi i dritës.

Dy burimet më të përdorura të dritës për sistemet e komunikimit me fibra optike janë dioda emetuese e dritës (LED) dhe lazeri gjysmëpërçues, i quajtur diodë lazer (LD). LED dhe LD prodhohen nga të njëjtat përbërje gjysmëpërçuese dhe kanë struktura të ngjashme. Ato ndryshojnë nga mënyra se si emetojnë dritën dhe nga karakteristikat e tyre të performancës.

Një LED është një bashkim p – n që lëshon dritë përmes emisionit spontan, një fenomen i referuar si elektrolumineshencë. LD lëshojnë dritë përmes emisioni të stimuluar. LED-të janë më pak efikase se LD-të, por janë shumë më ekonomike. Ata gjithashtu kanë një jetë më të gjatë operationale. Drita e emetuar e një LED nuk është koherente me një gjerësi relativisht e gjerë e vijës spektrale (nga 30 nm në 60 nm) dhe një kënd të përhapjes relativisht të madh, rreth 100° . Nga ana tjetër, një lazer gjysmëpërçues lëshon relativisht në vijë të ngushtë (nga <2 nm në 4 nm). Figura 10.4 a tregon vijën spektrale për një LED dhe Figura 10.4 b tregon vijën spektrale për një lazer gjysmëpërçues LD.

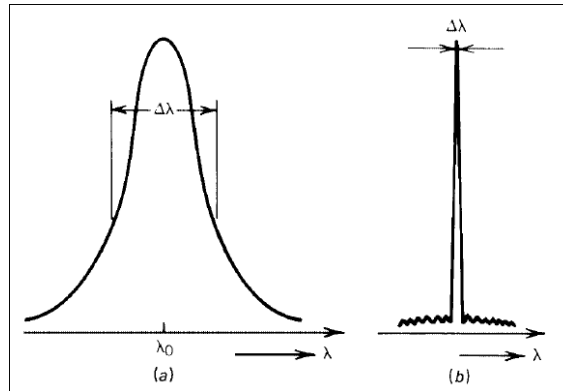


Figura 11.1 Shpërndarja spektrale e emetimit nga a) një LED dhe b) një LD, ku λ është gjatësia e valës optike dhe $\Delta\lambda$ është gjerësia e spektrit.

Me teknologjinë e tanishme LED është e aftë të lëshojë rreth 100 mW (−10 dBm) ose më pak të energjisë optike në bërthamën e një fibre me një hapje numerike prej 0.2 ose më të mirë. Një LD me të njëjtën fuqi hyrëse mund të bashkojë (çiftojë) deri në 7 mW (+8,5 dBm) në të njëjtin kabllo. Efikasiteti i bashkimit të një LED është në masën 2%, ndërsa efikasiteti i bashkimit të një LD (lazer gjysmëpërçues) është më i mirë se 50%. Metodat e bashkimit të një burimi në një fibër optike ndryshojnë, ashtu si dhe efikasiteti i bashkimit. Për të shmangur specifikimet e paqarta mbi fuqitë e burimit, fuqitë e tilla duhet të jenë deklaruar në pigtail. Një pigtail është një pjesë e shkurtër fibre optike e shoqëruar me burimin që në fabrikim dhe, si e tillë, është një pjesë integrale e burimit. Sigurisht, pigtail duhet të jetë i njëjti lloj i fibrave me atë të specifikuar për lidhjen. Jetëgjatësia e LED është në rendin prej 100,000 orë. Shumë prodhues garantojnë një gjysmëpërçues lazer për 20,000 orë pune ose më shumë. Rreth 150,000 orë mund të priten nga LD pas stresimit dhe shkatërrimit të njësisë të paqëndrueshme. Gjysmëpërçues të tillë përdoren në seritë më të fundit të kabllove nënujore TAT dhe PTAT që lidhin Amerikën e Veriut dhe Evropën.

Lazerat gjysmëpërçues përdoren zakonisht në optikë transmetuesit për shkak të gjerësisë së ngushtë spektrale, modulimit me shpejtësi të lartë, kompakt madhësia, dhe besueshmëria e mirë. Rrjetet optike pasive zakonisht shfrytëzojnë modulimin e drejtpërdrejtë të lazerëve gjysmëpërçues për transmetim optik deri në 10 Gb/s. Sidoqoftë, për transmetuesit me modulimin e drejtimit, spektrin e gjerë të sinjaleve optike të transmetuara, e kombinuar me shpërndarjen e fibrave, kufizon distancën e transmetimit optik në të dhëna të larta normat. Në sistemet e komunikimit optik me performancë të lartë, moderatorët optikë janë përdorur për të shndërruar sinjalet elektrike në sinjale optike, ndërsa shërbejnë lazer gjysmëpërçues burimet e dritës asCW (vala e vazhdueshme). Në këtë pjesë ne rishikojmë parimet e funksionimit dhe karakteristikat e lazerëve gjysmëpërçues dhe moduluesve optikë. Në këtë pjesë ne rishikojmë parimet e funksionimit dhe karakteristikat e lazerëve gjysmëpërçues dhe moduluesve optikë. Për më tepër, diskutohet projekti i transmetuesve optikë, me theks në performancën e sistemit të transmetimeve optike.

11.1 Modulatorët optikë

Burimet optike LD dhe LED-të e përdorura në aplikimet e telekomunikim modulohen duke përdorur njërin nga dy metodat: modulimi i drejtpërdrejtë ose modulimi i jashtëm.

Në modulimin e drejtpërdrejtë (Figura 11.2), fuqia e daljes së pajisjes ndryshon drejtpërdrejt me rrymën në hyrje. Të dy llojet LED dhe LD mund të modulohen drejtpërdrejt duke përdorur sinjale analoge dhe sinjale dixhitale. Përfitimi i modulimit direkt është se është i thjeshtë dhe kosto të ulët. Disavantazhi është se është më i ngadaltë se modulimi i jashtëm.

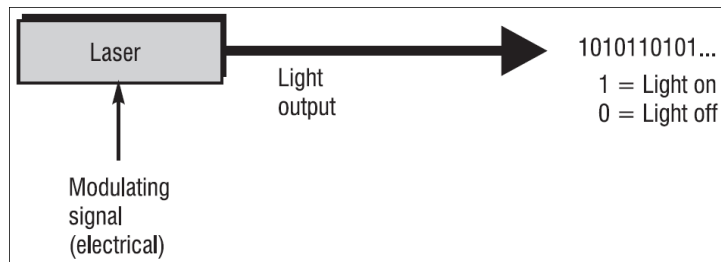


Figura 11.2 Modulimi direkt

Në modulimin e jashtëm (Figura 11.3), një pajisje e jashtme përdoret për të moduluar intensitetin ose fazën e burimit të dritës. Burimi i dritës mbetet i ndezur ndërsa modulatori i jashtëm vepron si një "qepen" e kontrolluar nga informacioni që transmetohet. Modulimi i jashtëm përdoret zakonisht në aplikime me shpejtësi të lartë si transmetimet në distanca të largëta ose në TV kabllor. Përfitimet e modulimit të jashtëm janë se është shumë më i shpejtë dhe mund të përdoret me burimet lazer me fuqi të lartë. Disavantazhi është se është më i shtrenjtë dhe kërkon qark kompleks për të trajtuar sinjalin e modulimit me frekuencë të lartë.

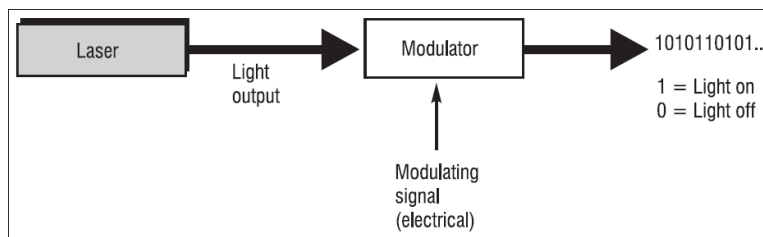


Figura 11.3 Modulimi i jashtëm

Modulimi i jashtëm zakonisht kryhet duke përdorur një modulator optik të integruar që përfshin një interferometër udhëzues valësh Mach-Zehnder të fabrikuar në një pllakë të niobatisë të litiumit (LiNbO_3). Udhëzuesi është krijuar duke përdorur një proces litografik të ngjashëm me atë të përdorur në prodhimin e gjysmëpërçuesve. Pjesa e drejtuesit të valëve është i pasuruar me papastërti që të rritet indksi i thyerjes në mënyrë që drita të drejtohet përmes pajisjes (Figura 11.4).

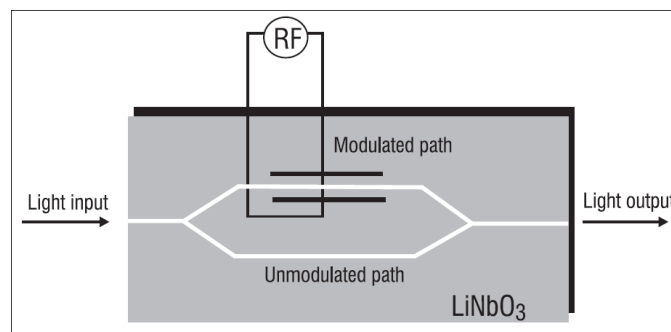


Figura 11.4 Modulimi i jashtëm me drejtuesin Mach-Zender

Drita që hyn në modulator (përmes fibrës pigtail) ndahet në dy drejtime. Një drejtim është i pandryshuar ose i pamoduluar. Drejtimi tjetër ka elektroda të vendosura përmes. Për arsye se LiNbO_3 është një material elektro-optik, kur vendoset një tension përgjatë udhëzuesit të valës, indksi i tij i thyerjes ndryshohet, duke shkaktuar një vonesë fazore proporcionale me amplitudën e tensionit të aplikuar. Kur më pas drita ribashkohet të dy valët ndërhyjnë me njëra-tjetrën. Nëse të dy valët janë në fazë, atëherë interferenca është konstruktive dhe dalja është aktive. Nëse dy valët janë jashtë fazës, atëherë interferenca është shkatërruese dhe valët anulohen njëra-tjetrën. Tensioni i hyrjes i shoqëruar me një zhvendosje në fazë 180° njihet si $V\pi$. Ndryshimi i fazës së induktuar mund të llogaritet duke përdorur:

$$\text{Phase shift} = \Delta \theta = 180^\circ \times V_{in}/V_{\pi}$$

ku V_{in} është voltazhi i aplikuar në modulator. Moderatorët e niobitit të litiumit janë zhvilluar së tepeërmi dhe përdorur gjerësisht si në aplikacionet CATV ashtu edhe në ato të telekomunikacionit. Pajisjet janë në përdorim në të dy gjatësitë e valës 1310-nm dhe 1550-nm.

11.2 Skema e transmetuesit

Si një përbërës kryesor në sistemet e komunikimit optik, një transmetues duhet të projektohet dhe prodhohet sipas disa kërkesash specifike. Disa nga këto kërkesa janë performanca e përgjithshme e sistemit, besueshmëria, kompleksiteti, kostoja, madhësia dhe konsumi i energjisë. Projektuesi duhet të ekuilibrojë të gjitha këto kërkesa; me fjalë të tjera, shkëmbimi midis këtyre faktorëve është i nevojshëm për projektim të mirë. Performanca e një transmetuesi optik përcakton drejtpërdrejtë performancën e përgjithshme të sistemit, këtu vecohen shpejtësia e të dhënave dhe distanca e transmetimit. Parametrat kryesorë të një transmetuesi optik përfshijnë fuqinë mesatare të transmetuesit, shpejtësinë e modulimit (bit rate), raportin e zhdukjes, spektri i daljes optike, intensiteti i zhurmave dhe variacioni i vonës (jitter). Zakonisht për një sistem me kosto të ulët përdoret modulimi i drejtpërdrejtë në transmetuesit optikë. Kurse për një sistem me performancë të lartë përdoret modulimi i jashtëm me moduluesit optikë. Si rregull i përgjithshëm, sistemet e telekomunikacionit që operojnë me 10 Gb/s e sipër përdorin modulim të jashtëm, kurse sistemet nën 2.5-Gb/s përdorin modulim të drejtpërdrejtë.

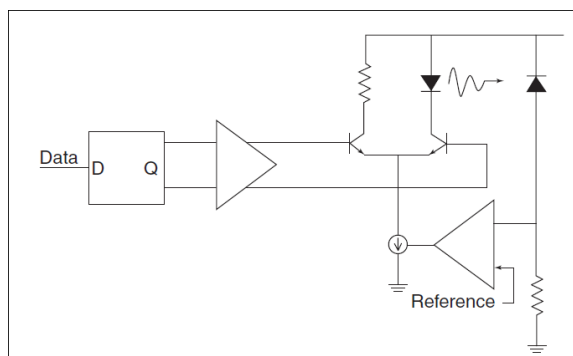


Figura 11.4 Diagrama bllok e një transmetuesi optik. Në një transmetues optik, të dhënat së pari kalojnë në një flip-flop e drejtuar nga ora e sistemit. Pastaj një drejtues lazer/modulator, i përbërë i një predriver dhe një faze aktuale të prodhimit të drejtimit, modulon lazer ose modulator optik. Fuqia dalëse e lazerit dedektohet nga një fotodiodë dhe përdoret një qark kthyes për të kontrolluar fuqinë e daljes së lazerit.

Figura 11.4 tregon strukturën tipike të transmetuesve duke përdorur modulimin direkt ose modulimin i jashtëm. Në modulimin direkt, një drejtues lazeri fik dhe ndez gjysmëpërçuesin lazer, në varësi të të dhënave në hyrje. Drejtuesi i lazerit duhet të jetë në gjendje të japi dhjetëra miliamper rrymë me një ngritje dhe rënie të kohës shumë të vogël. Projektimi i një drejtuesi lazer të mirë me një shpejtësi të lartë (bit rate) shpesh paraqet një sfidë inxhinierike. Për modulimin e jashtëm, lazeri gjysmëpërçues operon në modalitetin CW dhe një drejtues moduluesi ndez dhe çaktivizon modulatorin optik. Drejtuesi i modulatorit duhet të sigurojë tension të mjaftueshëm për të arritur një raport të mirë të zhdukjes. Përveç kësaj, kontrolli automatik është i domosdoshëm për drejtuesin e modulatorit. Për të mbajtur konstante fuqinë e transmetuar (si kërkohet nga shumica e sistemeve të komunikimit optik), një fotodiodë e vendosur në pjesën e pasme të lazerit gjysmëpërçues monitoron fuqinë optike dhe rryma fotonike e dedektuar përdoret si një loop kontrolli për të stabilizuar fuqinë në dalje të lazerit.

Tema 12 Marrësit optikë

Një marrës optik e kthen sinjalin optik të transmetuar përsëri në një sinjal elektrik dhe rikuperon të dhënat e bartura nga sinjali optik. Përbërësi kryesor në marrësin optik është fotodetektori, që është një konvertues optiko-elektrik që konverton energjinë optike në rrymë elektrike. Rryma elektrike e marrë nga fotodetektori përforcohet, dhe një orë dhe qark i rikuperimit të të dhënave rikuperon të dhënat e bartura përmes sistemit të komunikimit optik.

12.1 Fotodetektorët

Fotodetektorët përthithin fotone dhe gjenerojnë rrymë elektrike që është proporcionale me fuqinë optike. Në sistemet optike përdoren gjerësisht fotodiodat (fotodetektorë me bashkime p-n dhe p-i-n) për dedektimin optik.

Fotodiodat

Detektorët përbëhen nga disa lloje fotodiodash, më të zakonshmet janë PIN-et dhe APD-të. Detektorët e dritës bëjnë veprimin e kundër me atë të burimeve të dritës pra shndërrojnë energjinë optike përsëri në energji elektrike, domethënë duke shndërruar fotonet në elektrone. (Shënim: Dioda është një pajisje që lejon që një bartës i ngarkesës, rryma elektrike, të rrjedhë vetëm në një drejtim. Një diodë është analoge me një valvul njëkahëshe, ose valvul kontrolli. Diodat Positive Intrinsic Negative (PIN) përbëhen nga tre shtresa materiali gjysmëpërçues. Shtresa e parë është kimikisht e pasuruar që të krijojë një pjesë elektromagnetike pozitiv (p). Shtresa e dytë është aspak ose pak e pasuruar për të ruajtur vetitë e saj të brendshme (i) dhe, prandaj, nuk është as fort pozitive, as fort negative. Shtresa e tretë është e pasuruar për të krijuar një rajon elektromagnetik negativ (n). Pra, struktura e diodës është Pozitive, e brendshme (Intrinsic), dhe Negative, ose PIN. Një PIN gjeneron një elektron të vetëm për secilin foton të marrë dhe për këtë arsye nuk siguron një fitim të dukshëm ose rritje të forcës së sinjalit. Sidoqoftë, diodat PIN janë mjaft të përdorur dhe të lira. Diodat PIN në përgjithësi përputhen me burimet e dritës LED dhe VCSEL dhe fibrat multimode.

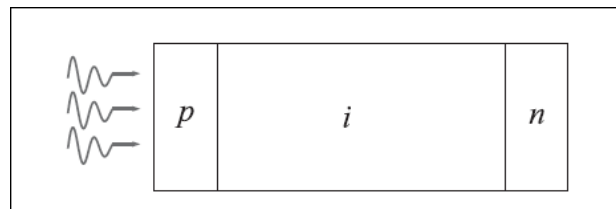


Figura 12.1 Struktura e një fotodiode PIN

Fotodiodat ortek (Avalanche PhotoDiodes-APD) janë më të ndjeshme se diodat PIN sepse përdorin një fushe të fortë elektrike për të përshpejtuar elektronet që rrjedhin nga gjysmëpërçuesi. Si rrjedhim, një APD gjeneron një ortek elektronesh me një faktor shumëzimi që mund të jetë 70; pra, një APD gjeneron 70 elektrone nga 1 foton. Në këtë mënyrë, një impuls shumë i dobët i dritës hyrëse do të krijojë një efekt elektriciteti shumë më të fortë që mund të interpretohet në mënyrë më efektive dhe të kuptohet më qartë. Pra, një APD mund të karakterizohet si një marrës fotodiode me përforcim të madh, në raportin dalje-hyrje 70:1. Megjithatë më e ndjeshme dhe më efektive se diodat PIN, APD-të kërkojnë më shumë energji elektrike për të funksionuar, janë më të ndjeshme ndaj ekstremeve të temperaturës së ambientit, dhe janë më të shtrenjta. Përgjithësisht APD-të përdoren në kombinim me burimet e dritës së diodave lazer dhe në fibrat singlemode.

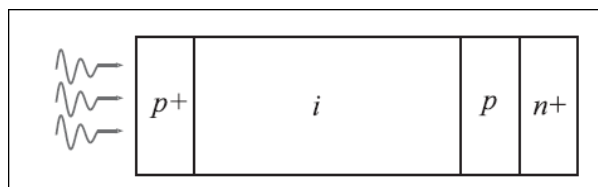


Figura 12.2 Struktura e një fotodiode APD. Përthithja optike ndodh në shtresën e brendshme, dhe fusha e madhe elektrike në shtresën p krijon një efekt ortek.

12.2 Projektimi i marrësit optik

Një marrës optik përbëhet nga një fotodiodë, një përforcues i brezit bazë, një kufizues përforcues, një orë dhe qark i rikuperimit të të dhënave, siç tregohet në Figurën 12.3. Kërkesat për marrësit optikë përfshijnë gjerësi bande të madhe, diapazon të madh dinamik dhe ndjeshmëri e lartë e marrësit. Zhurma, përfitimi dhe gjerësia e brezit të amplifikatorit dhe amplifikatori kufizues ndikon drejtpërdrejt në ndjeshmërinë e marrësit dhe shpejtësinë e transmetimit të të dhënave të sistemit të komunikimit. Ora dhe qarku i rikuperimit të të dhënave duhet të sigurojnë përgjigje të shpejtë dhe variancë të vogël të vonës (low jitter).

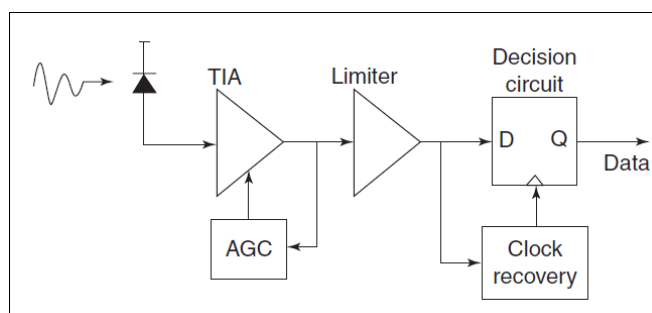
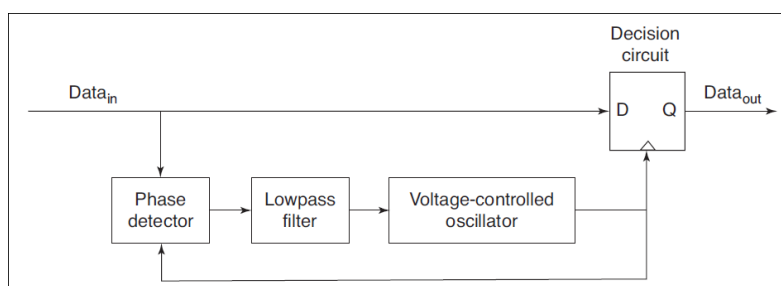


Figura 12.3 Diagrama e bllokut të një marrësi optik. TIA (amplifikatori i transimpedancës); kufizues, përforcues kufizues.

Fotorryma e gjeneruar nga fotodioda është zakonisht shumë e ulët, kështu që sinjali është i prirur për afektim nga zhurma. Paraamplifikatori përforcon fotorrymën për përpunimin e mëtejshëm. Për të rritur ndjeshmërinë e marrësit, përdoret një rezistencë e madhe për të rritur tensionin në hyrje të paraamplifikatorit. Përveç kësaj, rezistenca e madhe mund të zvogëlojë zhurmën termike dhe të përmirësojë ndjeshmërinë e marrësit. Sidoqoftë, rezistenca me ngarkesë të lartë do të zvogëlojë gjerësinë e bandës së marrësit optik. Prandaj ekziston një balancë midis bandës dhe ndjeshmërisë së marrësit për marrësit optikë.

Në marrësit optikë me performancë të lartë zakonisht përdoret një amplifikator i transimpedancës (siç tregohet në figurën 12.3) për të siguruar gjerësinë e madhe të bandës dhe ndjeshmërinë e lartë të marrësit.

Qarqet e rikuperimit të orës dhe të dhënave paraqesin një sfidë tjetër në hartimin e marrësit optik. Figura 12.4 tregon arkitekturën e qarqeve të orës dhe rikuperimit të të dhënave. Një qark i mbyllur në fazë zakonisht përdoret për të rikuperuar orën.



Tema 13 Amplifikatorët optikë

Ndërsa sinjalet optike përhapen përgjatë fibrave optike, fuqia e sinjalit shuhet ose zvogëlohet për shkak të humbjeve në fibër. Fuqia e sinjalit optik duhet të mbahet në nivel mbi ndjeshmërinë e marrësit që komunikimi të jetë i besueshëm. Zakonisht, kur një sinjal optik është i dobët, shndërrohet përsëri në formën elektrike dhe sinjali amplifikohet në mënyrë elektronike. Të gjitha zhurma dhe shtrembërimi mund të hiqen në rastin e komunikimeve dixhitale. Vala e amplifikuar përdoret më pas për të moduluar një valë drite CW për të gjeneruar një sinjal optik të pastër me fuqi më të lartë për transmetim të mëtejshëm. Ky lloj O-E-O përsëritësi (optik-elektrik-optik) zakonisht përdoret përpara amplifikatorëve optikë, posaçërisht përforcuesit e fibrave të pasuruar me erbiun, u bënë dominuese në komunikimet optike në distanca të mëdha. Një amplifikator optik siguron fitim optik përmes emetimit të stimuluar kur mjedisi i fitimit pompohet në mënyrë optike ose elektrike për të arritur përmbyshjen e popullsisë së ngarkesave. Ndërsa përsëritësi O-E-O punojnë vetëm për një kanal të vetëm, amplifikatorët optikë mund të amplifikohen sinjale optike të shumta njëkohësisht, dhe ato janë transparente për formatin e të dhënave (p.sh., formatin shpejtësisë-bit rate dhe te modulimit). Prandaj, amplifikatorët optikë ofrojnë mënyrë më të thjeshta dhe me kosto të efektshme për të rritur fuqinë e sinjalit optik për transmetimin në distancë të gjatë. Amplifikatorët optikë që përdoren zakonisht në sistemet e komunikimit optik janë amplifikatorë e fibrave të pasuruar me erbiun (EDFA), amplifikatorë optikë gjysmëpërçues (SOA), dhe amplifikatorët Raman.

Një amplifikator mund të përdoret në segmente të ndryshme në një sistem komunikimi me fibra optike. Në varësi të vendndodhjes së tij, kryen funksione të ndryshme (duke përfshirë sinjal optik në përgjithësi) dhe ka kërkesa të ndryshme të performancës. Zbatime tipike të amplifikatorëve optikë përfshijnë si amplifikatorët në linjë (in-line), amplifikatorë përmiesues (booster) dhe paraamplifikator. Një amplifikator në linjë (in-line) përdoret në rrugën e transmetimit për të amplifikuar sinjalin optik të dobësuar për shkak të humbjes së fibrës. Fitimi i lartë, zhurmë e ulët dhe fuqi e lartë në dalje kërkohej për këtë lloj. Një amplifikator përmiesues operon në diapazonin e saturimit dhe përdoret menjëherë pas transmetuesit për të rritur fuqinë e tij. Për këtë lloj kërkohej fuqi me fitim të lartë, fuqi në dalje e lartë (fuqi e lartë e ngopjes). Një paraamplifikator përdoret përpara marrësit për të rritur fuqinë e sinjalit optik që më pas të dedektohet nga marrësi. Në këtë rast kërkohej një fitim i lartë dhe zhurmë e ulët, dhe një filter i bandës së ngushtë përdoret shpesh për të zvogëluar zhurmën. Idealisht, një amplifikator optik duhet të ketë fitim të lartë, fuqi të lartë në dalje dhe zhurmë të ulët.

Humbja e transmetimit të sinjalit optik që kalon përmes fibrave është më pak se 0.2 dB për km me një gjatësi vale drite në brezin 1,550 nm. Sidoqoftë, kur gjatësia e fibrave optike është një distancë e gjatë 10 km ose 100 km, kjo humbje në transmetim nuk mund të injorohet.

Një amplifikator optik amplifikon sinjalin optik ashtu siç është pa shndërruar sinjalin optik në një sinjal elektrik dhe është një pajisje jashtëzakonisht e rëndësishme që mbështet rrjetet e komunikimit optik në distanca të mëdha. Llojet kryesore të amplifikatorëve optikë përfshijnë një EDFA, FRA dhe SOA.

Dallimi midis një OFA dhe SOA

Ekzistojnë 2 lloje të amplifikatorëve optikë; një OFA (Amplifikator i Fibrave Optike) dhe SOA (Amplifikator optik gjysmëpërçues). Llojet OFA ndahen në EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) dhe FRA (Fiber Raman Amplifier) treguar në tabelën më poshtë.

Optical amplifiers	OFA (Optical Fiber Amplifier)	EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier)
		FRA (Fiber Raman Amplifier)
	SOA (Semiconductor Optical Amplifier)	

13.1 Amplifikatorët Rare-Earth-Doped

Fibrat optike nëse pasurohen me elemente të rralla si erbiun, neodimium, talium dhe ytterbium bëjnë që amplifikuesit e fibrave të operojnë në gjatësi vale të ndryshme nga 0.5 në 3.5 μm . Karakteristikat e amplifikatorit siç është gjatësia e valës së punës dhe gjerësia e bandës së fitimit përcaktohen nga elementi pasurues më shumë sesa nga materiali silic i fibrës (i cili luan rolin e një mediumi pritës).

Deri tani, EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifikator) është lloji më i përdorur i amplifikatorit, sepse gjatësia e valës së operimit të tij përkon me diapazonin e humbjes së vogël në brezin 1.55- μm . Një EDFA është një amplifikues optik me jone erbiun të shtuara në bërthamën e fibrës. Për shkak se EDFA-të mund të amplifikojnë shumë gjatësi vale njëkohësisht (dhjetëra gjatësi vale apo edhe mbi 100 gjatësi vale), aplikimi i tyre në 1990 çoi në krijimin e sistemeve komerciale të komunikimit optik WDM me kapacitet që kalojnë 100 Gb/s. Amplifikatorët EDFA të përdorimit tregtar mund të sigurojnë një fitim prej mbi 30 dB dhe fuqi dalëse 20 dBm, me 35 nm gjerësi bande dhe një shifër shumë të ulët zhurme (4 deri në 6 dB).

Shembull i një konfigurimi EDFA (figura 13.1)

Rrezatimi i një moduli bashkues me dritë në 1.48 μm mundëson që drita të ruhet brenda si energji, dhe drita në brezin 1.55 μm shkakton përforcim optik kur përhapet, dhe fiton një fitim prej 20 deri në 30 dB.

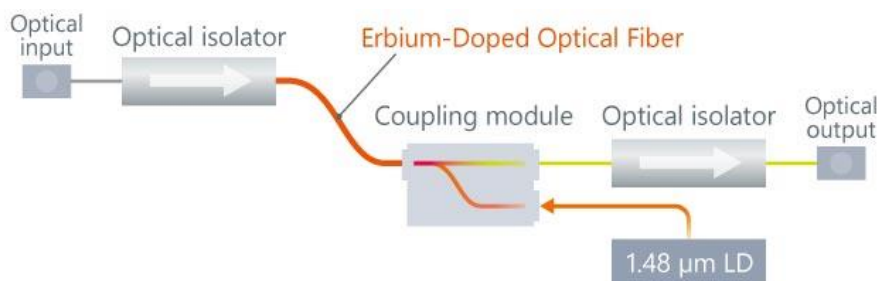


Figura 13.1

13.2 Amplifikatorët optikë Raman (FRA)

Amplifikatori Raman përdor shpërndarjen Raman të stimuluar për të transferuar energjinë e pompës optike në një sinjal optik në një gjatësi vale më të gjatë. Nën fuqinë e lartë të pompës, vetë fibra optike mund të përdoret si një mjet fitimi për amplifikimin optik. Përfitimi i amplifikimit optik të FRA varet nga vetitë e fibrave të transmetimit, të tilla si përthithja e pompës, sipërfaqja efektive, dhe koeficienti i fitimit Raman. Koeficienti i fitimit të një amplifikatori të fibrave Raman është proporcional me intensitetin e pompimit dhe mund të shkruhet si:

$$g(\omega) = g_r(\omega) P_p / a_p$$

ku $g_r(\omega)$ është koeficienti i fitimit Raman dhe a_p është zona e prerjes tërthore të rrezes së pompës brenda fibrës. Spektri Raman ka një kulm fitimi në një zhvendosje të gjatësisë së vale prej rreth 13 THz (rreth 100 nm për një pompë 1.45- μm) dhe gjerësia e bandës së fitimit është

rreth 6 THz (rreth 50 nm në një rajon 1.55- μm). Gjerësia e bandës së madhe dhe zhurma e ulët i bëjnë amplifikatorët Raman tërheqës për komunikimin me fibra optike. Sidoqoftë, kërkohet një fuqi relativisht e madhe e pompës ($> 1 \text{ W}$) për të realizuar një fitim të madh të amplifikimit.

Përforcuesit Raman ofrojnë fleksibilitet të madh në zgjedhjen e diapazonit të gjatësisë së valës së amplifikimit (me kusht që të jetë i disponueshëm një lazer pompimi i përshtatshëm). EDFAs ofron fitimet në brezat C- dhe L (1530 deri në 1630 nm). Kështu, përforcuesi Raman mund të sigurojë fitimi në bandën O (1260 deri në 1360 nm) dhe potencialisht hapja e grupeve të tjera për WDM, siç janë brezi S (1460 deri në 1530 nm) dhe brezi E (1360 deri në 1460 nm). Me përdorimin e pompave të shumta në gjatësi vale të ndryshme dhe fuqi të ndryshme njëkohësisht, ne mund ta përshtatim formën e fitimit Raman. Sot përdorimi më i zakonshëm i amplifikatorëve Raman është të plotësojë EDFA-të duke siguruar fitim shtesë në një mënyrë të shpërndarë në një sistemi optik të distancave tepër të mëdha.

13.3 Amplifikatorët optikë gjysmëpërçues SOA

Një SOA (Semiconductor Optical Amplifier) ka një strukturë shumë të ngjashme me atë të gjysmëpërçuesit lazer përveç që nuk ka kavitet (zgavër) rezonante. Figura 13.2 tregon strukturën e një amplifikatori optik gjysmëpërçues. Shtresa aktive ose materiali amplifikues me energji bande më të ulët dhe indeks më të lartë të thyerjes është vendosur në mes të një materiali p dhe një materiali n (që formojnë një bashkim p-n). Prandaj, një udhëzues valësh formohet në mënyrë efektive nga këto tre shtresa të gjysmëpërçuese. Sinjali optik kalon përgjatë materialit të fitimit dhe pëson amplifikim. Dy pjesët fundore të pajisjes janë të veshura me një shtresë antirefleksive, kështu që pajisja nuk do të kalojë nën një rrymë të madhe injeksioni.

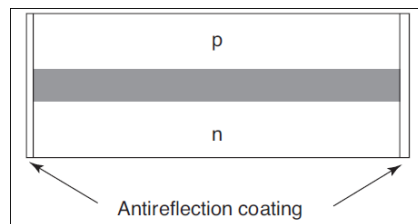


Figura 13.2 Struktura e një amplifikatori optik gjysmëpërçues

Krahasuar me EDFA, një SOA mund të projektohet për të funksionuar në çdo gjatësi vale, në varësi të zgjedhjes së materialit që amplifikon. SOA gjithashtu mund të integrohet me një lazer (si një amplifikator përmirësues) ose fotodiodë (si një preamplifikator).

Shembull aplikimi i një SOA

SOA përdoret në një modul marrës-transmetues fibre 100G CFP/CFP2 ER4 si pjesë integruar në të. Burimet e dritës për komunikimin optik në brezin 1.3 μm përdoren për transmetimin 40 km ndërmjet qendrave të të dhënave (Data Centers) dhe midis stacioneve bazë të telefonisë celulare dhe qendrave të të dhënave (figura 13.3 dhe 13.4). SOA-t kërkohet të aplikohen si preamplifikatorë për të rregulluar shuarjen në linkun e komunikimit kur kryejnë transmetim në distancë të gjatë.

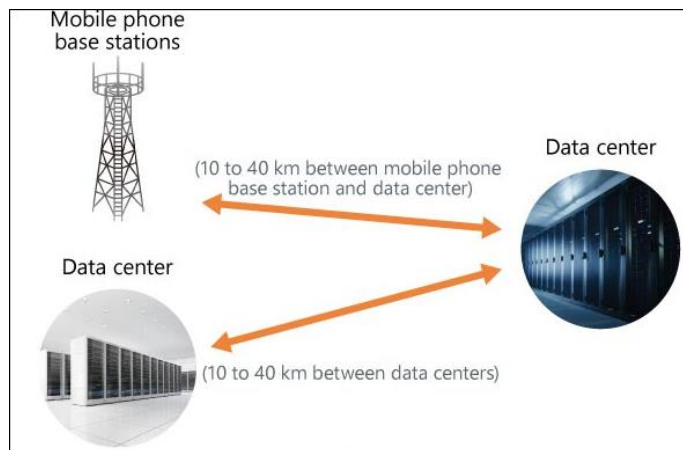


Figura 13.3 Komunikimi me linqe optike në distanca deri 40 km



Figura 13.4 Marrës-Transmetues 100G CFP/CFP2 ER4

Tema 14 Llogaritjet e linqeve optike, buxheti i fuqisë, humbjet, zhurmat

Mekanizmat e ndryshëm të humbjes zbutin përhapjen e sinjalit optik përgjatë fibrës. Që kur Marrësit optikë kanë nevojë për një sasi minimale të energjisë optike për të rikuperuar informacionin transmetohet, humbja e fibrave kufizon distancën maksimale që mund të bëjë një sinjal optik të transmetohet. Prandaj, humbja e fibrave është një faktor themelor kufizues në ngarkesat e gjata sistemet e komunikimit optik. Edhe pse rrjetet moderne optike përdorin shumëfish fazat e amplifikatorëve optikë për të kompensuar humbjen e fibrave, shtojnë amplifikatorët optikë zhurma spontane e amplifikuar. Ekziston një kufi në arritjen maksimale të një optike sistemi i komunikimit mund të mbështesë pa marrë parasysh se sa përforcues optikë përdoren. Në rrjetet optike pasive, përforcuesit optikë nuk përdoren zakonisht, për arsye të ekonomisë. PON-et aktuale TDM janë në thelb të kufizuara nga fuqia, me luajtjen e humbjes së fibrave një rol të rëndësishëm në kufizimet totale të buxhetit të energjisë.

Humbja e fibrave mund të quhet gjithashtu humbje e zbutjes ose zbutjes së fibrave optike, e cila mat sasinë e humbjes së dritës midis hyrjes dhe daljes. Faktorët që shkaktojnë humbjen e fibrave janë të ndryshëm, të tilla si thithja e materialit të brendshëm, përkulja, humbja e lidhësit, etj.

Humbjet në fibrën optike mund të kategorizohen në humbje të fibrave optike të brendshme dhe humbje të fibrave optike të jashtme në varësi të faktit nëse humbja është shkaktuar nga karakteristikat e fibrave të brendshme ose nga kushtet e funksionimit. Humbjet e Brendshme të Fibrave Optike përbëjnë humbjen e thithjes, humbjen e shpërndarjes dhe humbjen e shpërndarjes të shkaktuar nga defektet strukturore. Humbjet e Fibrave Optike të Jashtme përbëjnë humbje të lidhjes, humbje të lidhësit dhe humbje të përkuljes.

Shoqata e Industrisë së Telekomunikacionit (TIA) / Aleanca e Industrive Elektronike (VNM) zhvillon standardet TIA / EIA, të cilat specifikojnë performancën dhe kërkesat e transmetimit

për kabllot me fibra optike, lidhësit, etj. Dhe janë gjerësisht të pranuar dhe të përdorura në industrinë e fibrave optike. Zbutja maksimale është në të vërtetë koeficienti i zbutjes së kabllot me fibër optike, i cili shprehet në njësi dB / km. Shtë një nga parametrat më të rëndësishëm për matjen e humbjes së fibrave. Sipas TIA / EIA-568, zbutja maksimale për lloje të ndryshme të kabllave me fibra optike janë treguar në tabelën më poshtë:

14.1 Llogaritjet e humbjeve në fibrat optike

Humbja në një sistem mund të shprehet si më poshtë:

$$\text{Humbja} = P_{\text{out}} / P_{\text{in}} \quad (\text{formula 14.1})$$

ku P_{in} është fuqia hyrëse në fibër dhe P_{out} është fuqia e disponueshme në dalje të fibrës. Për lehtësi, humbja e fibrave optike shprehet zakonisht në terma decibelësh (dB) dhe mund të llogaritet duke përdorur ekuacionin 14.2

$$\text{Humbja}_{\text{dB}} = 10 \log P_{\text{out}} / P_{\text{in}} \quad (\text{formula 14.2})$$

Shpesh, humbja në fibra optike shprehet edhe në terma decibelësh për kilometër (dB/km).

Shembull 1

Një fibër me gjatësi 100-m ka $P_{\text{in}} = 10 \mu\text{W}$ dhe $P_{\text{out}} = 9 \mu\text{W}$. Gjeni humbjen në dB/km. Nga ekuacioni 14.2:

$$\text{Humbja}_{\text{dB}} = 10 \log 9 \mu\text{W} / 10 \mu\text{W} = -0.458 \text{ dB}$$

Dhe meqënëse 100m= 0.1 km

Humbja është $\text{Loss}(\text{dB/km}) = -0.458 \text{ dB} / 0.1 \text{ km} = -4.58 \text{ dB/km}$ (shenja minus do të thotë që ka humbje)

Shembull 2

Një sistem komunikimi përdor 10 km fibër që ka një karakteristikë të humbjes 2.5-dB/km. Gjej fuqinë dalëse nëse fuqia hyrëse është 400 mW.

Nga ekuacioni 14.2 , dhe përdorimi i marrëdhënies që $y = 10^x$ nëse $x = \log y$

$$\text{Humbja}_{\text{dB}} = 10 \log P_{\text{out}} / P_{\text{in}}$$

$$\text{Humbja}_{\text{dB}}/10 = \log P_{\text{out}} / P_{\text{in}}$$

$$10^{\text{Humbja}/10} = P_{\text{out}} / P_{\text{in}}$$

$$P_{\text{out}} = P_{\text{in}} \times 10^{\text{Humbja}/10} \quad (\text{formula 14-3})$$

Per 10 km fiber me 2.5 db/km humbje, $\text{Humbja}_{\text{dB}}$ behet:

$$\text{Humbja}_{\text{dB}} = 10 \text{ km} \times (-2.5 \text{ dB/km}) = -25 \text{ dB}$$

Duke e zëvendësuar tek ekuacioni 14.3:

$$P_{\text{out}} = (400 \text{ mW}) \times 10^{-25/10} = 1.265 \text{ mW}$$

Fuqia optike në sistemet me fibra optike shprehet zakonisht në terma dBm, që është një term decibel që supozon se fuqia hyrëse është 1 mwatt. Fuqia optike këtu mund t'i referohet fuqisë së një burim lazeri ose thjesht tek fuqia diku në sistem. Nëse P në ekuacionin 14-4 është në milivat, ky ekuacion jep fuqinë në dBm, referuar një hyrje prej një milivati:

$$P(\text{dBm}) = 10 \log (P/1\text{mW}) \quad (\text{formula 14-4})$$

Me fuqi optike të shprehur në dBm, fuqia e daljes kudo në sistem mund të përcaktohet thjesht duke shprehur fuqinë e hyrjes në dBm dhe duke zbritur humbjet individuale të komponentëve, shprehur në dB. E rëndësishme të theksohet se një burim optik me një fuqi hyrëse prej 1 mW mund të shprehet si 0 dBm, siç tregohet nga ekuacioni 14-4. Për çdo humbje 3-dB, energjia pritët në gjysmë. Si pasojë, për çdo rritje prej 3-dB, fuqia optike dyfishohet. Për shembull, një burimi optik 3-dBm ka një P prej 2 mW, ndërsa një burim -6-dBm ka një P prej 0.25 mW, siç mundet të verifikohet me ekuacionin 14-4

Shembull 3

Një sistem me fibra optike 3 km ka një fuqi hyrëse prej 2 mW dhe një karakteristikë humbjeje prej 2 dB/km. Përcaktoni fuqinë e daljes së sistemit të fibrave optike.

Duke përdorur ekuacionin 14-4, ne konvertojmë fuqinë burimore të 2 mW në ekuivalentin e saj në dBm:

$$P_{\text{in}}(\text{dBm}) = 10 \log 2 \text{ mW} / 1 \text{ mW} = +3 \text{ dBm}$$

Humbja_{dB} per 3 km kabell eshte

$$\text{Humbja}_{\text{dB}} = 3 \text{ km} \times 2 \text{ dB/km} = 6 \text{ dB}$$

$$\text{Atehere fuqia ne dB eshte } P_{\text{out}} = +3 \text{ dBm} - 6 \text{ dB} = -3 \text{ dBm}$$

Duke perdorur ekuacionin 14-4 kemi:

$$P(\text{mW}) = 1 \text{ mW} \times 10^{-3/10} = 0.5 \text{ mW}$$

Vini re se mund të përdoret edhe ekuacioni 14-1 për të marrë të njëjtin rezultat, ku tani $P_{\text{in}} = 2 \text{ mW}$ dhe $\text{Humbja}_{\text{dB}} = -6 \text{ dB}$

$$P_{\text{out}} = P_{\text{in}} \times 10^{\text{Humbja}/10}$$

$$P_{\text{out}} = 2 \text{ mW} \times 10^{-6/10} = 0.5 \text{ mW}$$

14.2 Llogaritjet dhe modelimi i sistemeve optike

Gjatë modelimit të një sistemi komunikimi me fibra optike duhet të merren në konsideratë disa nga faktorët e mëposhtëm:

- A ka energji të mjaftueshme në marrës (buxheti i fuqise)?
- Karakteristikat e kohës së ngritjes dhe gjerësisë së brezit
- Efektet e zhurmës në gjerësinë e sistemit, shkallën e të dhënave dhe shkallën e gabimit të bitit
- A kërkohen përforcues të fibrave me doped erbijum?
- Çfarë lloji i fibrave është më i përshtatshmi për aplikim?

- Kostoja

- Cila teknikë e modulimit dhe multipleksimit është më e përshtatshme për aplikacione specifike?

Buxheti i fuqisë. Fuqia që arrin në detektor duhet të jetë e mjaftueshme për të lejuar dedektimin e pastër të sinjalit e sa më pak gabime. Sinjali në marrës duhet të jetë më i madh se zhurma. Fuqia në detektor, P_r , duhet të jetë mbi nivelin e pragut ose ndjeshmërisë së marrësit P_s .

$$P_r \geq P_s$$

Ndjeshmëria e marrësit P_s është fuqia e sinjalit, në dBm, në marrës që rezulton në një të veçantë shkallë e gabimit të bitit (BER). Zakonisht BER zgjidhet të jetë 1 gabim në 10^9 bit ose 10^{-9} .

Shembull 1

Një marrës ka ndjeshmëri P_s prej -45 dBm dhe një BER prej 10^{-9} . Cila është fuqia minimale që duhet të arrijë në detektor?

Zgjidhja: Përdorni ekuacionin 14-3 për të gjetur fuqinë e burimit në milivat, duke pasur parasysh ndjeshmërinë e energjisë në dBm. Kështu,

$$-45 \text{ dBm} = 10 \log P/1\text{mW}$$

$$\text{Dhe marrim } P = (1 \text{ mW}) \times 10^{-4.5} = 3.16 \times 10^{-5} \text{ mW} = 31.6 \text{ nanowatts}$$

$$\text{ashtu që } P = (1 \text{ mW}) \times 10^{-4.5} = 3.16 \times 10^{-5} \text{ mW} = 31.6 \text{ nanovat}$$

Fuqia e marrë në marrësin optik është një funksion i:

1. Fuqia që buron nga burimi i dritës (dioda lazer ose LED) - (P_L)
2. Humbja nga burimi në fibër (L_{sf})
3. Humbja e fibrave për km (F_L) për një gjatësi të fibrave (L)
4. Humbjet e konektorëve ose spliceve (L_{Conn})
5. Humbja nga fibra tek marrësi optik (L_{fd})

Alokimi i humbjes së energjisë midis përbërësve të sistemit është buxheti i energjisë. Marzhi i energjisë është ndryshimi midis fuqisë së marrë P_r dhe ndjeshmërisë së marrësit P_s me një diferencë L_m .

$$L_m = P_r - P_s \quad (\text{formula 14-5})$$

ku L_m është marzhi i humbjes në dB, P_r është fuqia e marrë, P_s është ndjeshmëria e marrësit në dBm. Nëse merren në konsideratë të gjithë mekanizmat e humbjeve në sistem, marzhi i humbjes mund të shprehet si formula 14-6.

$$L_m = P_L - L_{sf} - (F_L \times L) - L_{Conn} - L_{fd} - P_s \quad (\text{formula 14-6})$$

Të gjitha njësitë janë dB dhe dBm.

Shembull 2

Një sistem optik ka karakteristikat e mëposhtme. Gjeni marzhin e humbjes.

Fuqia e LED-it (P_L) = 2 mW (3 dBm)

Humbja nga burimi LED në fibër (L_{sf}) = 3 dB

Humbja e fibrave për km (F_L) = 0.5 dB/km

Gjatesia e fibrës (L) = 40 km

Humbja në konektorë (L_{Conn}) = 1 dB (1 konektor ndërmjet dy 20-m gjatësi fibër)

Humbja nga fibra tek marrësi optik (L_{fd}) = 3 dB

Ndjeshmëria e marrësit (P_S) = -36 dBm

$L_m = 3 \text{ dBm} - 3 \text{ dB} - (40 \text{ km} \times 0.5 \text{ dB/km}) - 1 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - (-36 \text{ dBm}) = 12 \text{ dB}$

Ky buxhet i veçantë i humbjes së fibrave optike ilustruhet në Figurën 14.1, me secilën humbje të përshkruar grafikisht.

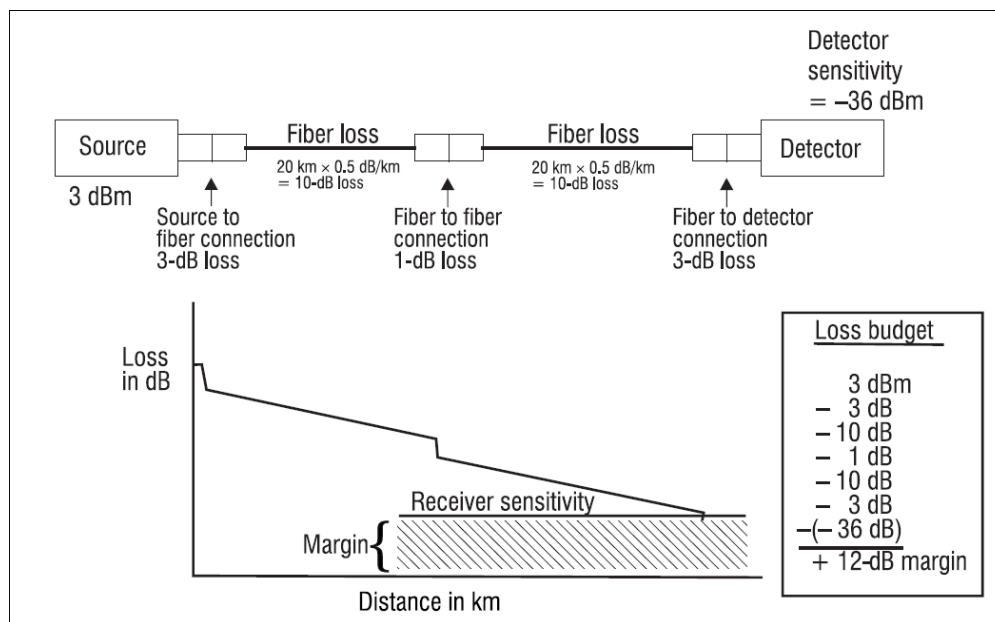


Figura 14.1 Buxheti i fuqisë së fibrës optike

Buxheti i kohës së ngritjes (rise time) dhe gjerësisë së brezit (bandwidth)

Shpejtësia e transmetimit të të dhënave të një sistemi komunikimi me fibra optike dixhitale është i kufizuar nga koha e ngritjes së komponenteve të ndryshëm, siç janë amplifikatorët dhe LED-të, dhe shpërndarja (dispersion) në fibër. Efekti akumulativ i të gjithë përbërësve nuk duhet të kufizojë gjerësinë e bandës së sistemit. Koha e ngritjes t_r dhe gjerësia e brezit BW lidhen me anë të formulës:

$$BW = 0.35/t_r$$

Ky ekuacion përdoret për të përcaktuar kohën e kërkuar të ngritjes së sistemit. Komponentët e duhur pastaj zgjidhen për të përmbushur kërkesat e kohës së ngritjes së sistemit. Marrëdhënia midis totalit të kohës së ngritjes së sistemit dhe koha e ngritjes së secilit komponent jepet nga ekuacioni:

$$t_s = (t_{r1}^2 + t_{r2}^2 + t_{r3}^2 + \dots)^{1/2}$$

ku t_s është koha totale e ngritjes së sistemit dhe t_{r1} , t_{r2} , ... janë kohët e ngritjes të shoqëruara me komponentet e ndryshëm.

Për të thjeshtuar çështjen, ndani sistemin në pesë grupe:

1. Qarqet transmetuese (t_{tc})
2. LED ose lazer (t_L)
3. Shpërndarja në fibra (t_f)
4. Fotodioda (t_{ph})
5. Qarqet e marrësit (t_{rc})

Koha e ngritjes së sistemit mund të shprehet si më poshtë:

$$t_s = (t_{tc}^2 + t_L^2 + t_f^2 + t_{ph}^2 + t_{rc}^2)^{1/2}$$

Gjerësia e bandës së sistemit mund të llogaritet duke përdorur ekuacionin nga koha totale e ngritjes si dhënë në ekuacionin më lart:

$$BW = 0.35/t_s$$

Gjerësia e brezit elektrike dhe optike

- Gjerësia e bandës elektrike (BW_{el}) përcaktohet si frekuenca në të cilën raporti rryma në dalje/ rryma në hyrje (I_{out} / I_{in}) bie në 0.707. (Sistemet analoge zakonisht specifikohen në terma të gjerësisë së brezit elektrik.)

- Gjerësia e brezit optik (BW_{opt}) përcaktohet si frekuenca në të cilën raporti fuqia në dalje/fuqia në hyrje (P_{out} / P_{in}) bie në 0,5.

Sepse P_{in} dhe P_{out} janë në përpjesëtim të drejtë me I_{in} dhe I_{out} , pika gjysmë-fuqia është ekuivalente me pikën gjysmë-rrymës. Kjo rezulton në një BW_{opt} që është më i madh se BW_{el} siç jepet në ekuacionin:

$$BW_{el} = 0.707 \times BW_{opt}$$

Shembull 3

Një fibër 10 km me një produkt $BW \times$ produkti i gjatësi të 1000 MHz $\times$ km (gjerësia e bandës optike) përdoret në një sistem komunikimi. Kohët e rritjes së përbërësve të tjerë janë $t_{tc} = 10$ ns, $t_L = 2$ ns, $t_{ph} = 3$ ns, dhe $t_{rc} = 12$ ns. Llogaritni BW elektrik për sistemin.

Meqenëse po kërkojmë BW elektrik, së pari llogaritni BW elektrik të fibrës 2 km nga BW optike dhe më pas llogarisni kohën e ngritjes $t_r = t_f$.

$$BW_{opt} = (1000 \text{ MHz} \times \text{km})/10 \text{ km} = 100 \text{ MHz}$$

$$BW_{el} = 0.707 \times 100 \text{ MHz} = 70.7 \text{ MHz}$$

Ngritja e kohës së fibrës është:

$$t_r = t_f = 0.35/(70.7 \text{ MHz}) = 4.95 \text{ ns}$$

Ngritja e kohës së sistemit është:

$$t_s = (102 + 22 + 4.952 + 32 + 122)^{1/2} = 16.8 \text{ ns}$$

Bandwidthi elektrik BW_{el} i sistemit është:

$$BW_{el} = 0.35/(16.8 \times 10^{-9}) = 20.8 \text{ Mhz}$$

14.3 Shpërndarja (Dispersioni) në fibrat optike

Shpërndarja, e shprehur në terma të simbolit Δt , përcaktohet si përhapja e impulsit në një fibër optike. Ndërsa një impuls i dritës përhapet përmes një fibre, elementë të tillë si hapja numerike, diametri i bërthamës, profili i indeksit të përrhyerjes, gjatësia e valës dhe gjerësia e linjës lazer bëjnë që pulsi të zgjerohet. Kjo përbën një kufizim në gjerësinë e përgjithshme të bandës së fibrave siç demonstron në Figurën 14.2

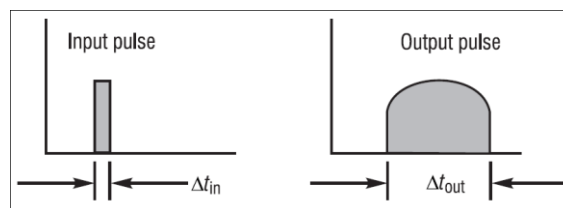


Figura 14.2 Zgjerimi i pulsit i shkaktuar nga shpërndarja

Shpërndarja Δt mund të përcaktohet nga Ekuacioni 14-7

$$\Delta t = (\Delta t_{out} - \Delta t_{in})^{1/2} \text{ (formula 14-7)}$$

dhe matet në kohë, zakonisht nanosekonda ose pikosekonda. Shpërndarja totale është një funksion i gjatësisë së fibrës. Sa më e gjatë të jetë fibra, aq më shumë shpërndarja. Ekuacioni 8-8 jep totalin shpërndarjes për njësi të gjatësisë.

$$\Delta t_{total} = L \times (\text{Dispersion/km}) \text{ (formula 14-8)}$$

Efekti i përgjithshëm i shpërndarjes në performancën e një sistemi me fibra optike njihet si ndërhyrje ndër simbolike (Figura 14.3). Ndërhyrja ndër simbolike ndodh kur përhapja e pulsit shkaktuar nga shpërndarja bën që impulsat e daljes së një sistemi të mbivendosen, duke i bërë ato të padedektueshme. Nëse një impuls hyrës përhapet i tillë që shkalla e ndryshimit të hyrjes tejkalon kufirin e shpërndarjes së fibrave, të dhënat në dalje do të bëhen të padallueshme.

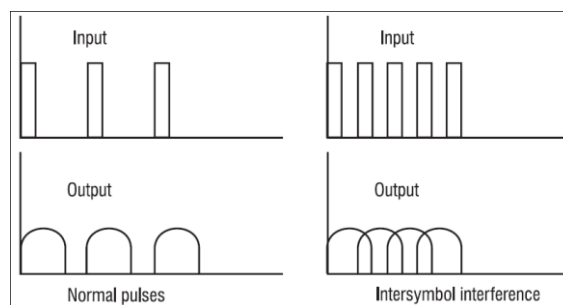


Figura 14.3 Intersymbol interference

Shpërndarja përgjithësisht ndahet në dy kategori: shpërndarja modale dhe shpërndarja kromatike. Shpërndarja modale përkufizohet si shpërhapja e pulseve e shkaktuar nga vonesa në kohë ndërmjet modave të ulta (modat ose rrezet që përhapen në fibër afër aksit optik) dhe modave më të larta (rrezet që përhapen me kënde më të mëdha). Kjo trefohet në figurën 14.4.

Shpërndarja modale është problematike në fibrat multimode sepse shkalton limitim në bandwidth, kurse në ato singlemode nuk është problem sepse drita përhapet vetëm në një modë.

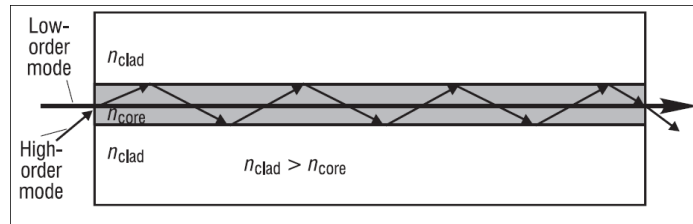


Figura 14.4 Përhapja e modave në një fibër optike

Shpërndarja kromatike është shpërhapja e pulseve për shkak se gjatësi të ndryshme vale përhapen në fibër me shpejtësi me diferenca të vogla. Të gjitha burimet e dritës qofshin Laser apo LED emetojnë më shumë se një gjatësi vale. Shpërndarja kromatike shprehet në njësi nanosekonda ose pikosekonda për (km-nm) dhe konsiston në dy pjesë: shpërndarja e materialit dhe shpërndarja e udhëzuesit të valës. Shpërndarja e materialit është për shkak të varësisë së gjatësisë së valës nga indeksi i thyerjes së qelqit. Shpërndarja e udhëzuesit valor është për shkak të strukturës fizike të udhëzuesit të valës.

$$\Delta t_{\text{chromatic}} = \Delta t_{\text{material}} + \Delta t_{\text{waveguide}}$$

Kur shqyrtojmë shpërndarjen totale nga shkaqe të ndryshme, ne mund të përafrojmë totalin shpërndarja nga Δt_{tot} .

$$\Delta t_{\text{tot}} = \left[(\Delta t_1)^2 + (\Delta t_2)^2 + \dots + (\Delta t_n)^2 \right]^{1/2}$$

ku Δt_n paraqet shpërndarjen për shkak të komponentëve të ndryshëm që përbëjnë sistemin. Kapaciteti transmetues i fibrave shprehet tipikisht në terma të produktit të gjatësisë së brezit dhe të distancës. Për shembull, produkti i gjatësisë së brezit $\times$ distancë për një fibër multimode tipike 62.5/125- μm (diametri i bërthamës /veshjes) që operon në 1310 nm mund të shprehet si 600 MHz $\cdot$ km. Gjerësia e brezit e përafërt e një fibre mund të lidhet me shpërndarjen totale nga lidhja e mëposhtme:

$$BW = 0.35 / \Delta t_{\text{total}}$$

Shembull 1

Një fibër multimode në gjatësi 2 km ka një shpërndarje modale prej 1 ns/km dhe një shpërndarje kromatike të 100 ps/ km $\cdot$ nm. Nëse përdoret me një LED me gjerësi linje 40 nm, (a) cila është shpërndarja totale? (b) Llogaritni gjerësinë e brezit (BW) të fibrës.

- a. $\Delta t_{\text{modal}} = 2 \text{ km} \times 1 \text{ ns/km} = 2 \text{ ns}$
 $\Delta t_{\text{chromatic}} = (2 \text{ km}) \times (100 \text{ ps/km} \cdot \text{nm}) \times (40 \text{ nm}) = 8000 \text{ ps} = 8 \text{ ns}$
 $\Delta t_{\text{total}} = ((2 \text{ ns})^2 + (8 \text{ ns})^2)^{1/2} = 8.24 \text{ ns}$
- b. $BW = 0.35 / \Delta t_{\text{total}} = 0.35 / 8.24 \text{ ns} = 42.48 \text{ MHz}$

E shprehur si produkt i (BW $\cdot$ km), marrim (BW $\cdot$ km) = (42.5 MHz)(2 km) $\sim$ 85 MHz $\cdot$ km.

Tema 15: Komponentet pasive (PON) dhe aktive (AON) të fibrës optike dhe arkitektura e tyre

Përveç fibrave optike, transmetuesit optikë, marrësit optikë dhe përforcuesit optikë, shumë komponentë të tjerë optikë pasivë përdoren në sistemet e komunikimit optik. Zakonisht përbërësit optikë pasivë të përdorur në rrjetet optike pasive përfshijnë çiftuesit apo bashkuesit optikë, filtrat optikë dhe multipleksuesit. Çiftuesit optikë përdoren për të ndarë optikën fuqia në fibra të shumëfishta; filtrat optikë përdoren për të filtruar sinjalet optike me gjatësi specifike të valëve; dhe multipleksuesit optikë mund të kombinojnë ose të ndajnë sinjale optike me gjatësi vale të ndryshme. Komponentët pasivë optikë nuk kërkojnë energji për të kryer funksionalitetet e tyre, dhe kështu ato janë më të besueshme dhe kërkojnë më pak mirëmbajtje.

Një PON (Passive Optical Network) ka gjithashtu përbërës të rëndësishëm aktiv që përbëhen nga OLT dhe ONU/ONT në rrjetin fundor të klientit.

15.1 Kabllot optike

Në shumicën e aplikimeve, fibra optike duhet të mbrohet nga mjedisi rrethues duke përdorur lloje të ndryshme kabllorësh bazuar në llojin e mjedisit në të cilin do të përdoren fibrat. Në përgjithësi, kabllot e fibrave optike mund të ndahen në dy lloje: të brendshme dhe të jashtme.

Kabllot e brendshme

- Kabllo Simplex — përmban një fibër të vetme për komunikim në një drejtim
 - Kabllo duplex — përmban dy fibra për komunikim dy drejtimësh
 - Kabllo me shumë fibra - përmban më shumë se dy fibra. Fibrat zakonisht janë në çifte Një kabëll me dhjetë fibra lejon pesë qarqe duplex.
 - Kabllo Breakout - tipikisht ka disa kabllot individualë simplex brenda një mbështjelle të jashtme. Mbështjella e jashtme përfshin një kordon zip për të lejuar akses
 - Kabëll i rëndë, i lehtë, plenum dhe ngritës (riser cable)
- Kabllot me ngarkesë të rëndë kanë mbështjella më të trasha se kabllot e lehtë,
 - Kabllot e plenumit janë të veshura me materiale rezistent ndaj zjarrit e që lëshojnë pak tym
 - Kabllot ngritës instalohen vertikalisht midis kateve dhe duhet të aplikohen për të parandaluar përhapjen e zjarreve midis kateve.

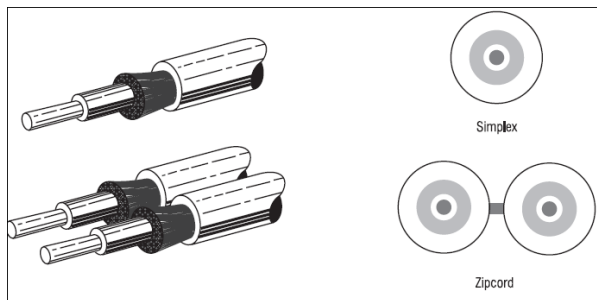


Figura 15.1 Kabllot indoor simplex dhe duplex

Kabllot e jashtme

Kabllo e jashtme duhet të përballojnë kushte më të ashpra mjedisore sesa kabllo e brendshme. Këto lloj kabllosh përdoren në aplikacione të tilla si:

- Overhead- kabllo e lidhur nga linjat telefonike
- Direct burial - kabllo e vendosura direkt në kanale
- Indirect burial - kabllo e vendosura në tubacione
- Submarine - kabllo nënujorë, duke përfshirë aplikime transoqeanike

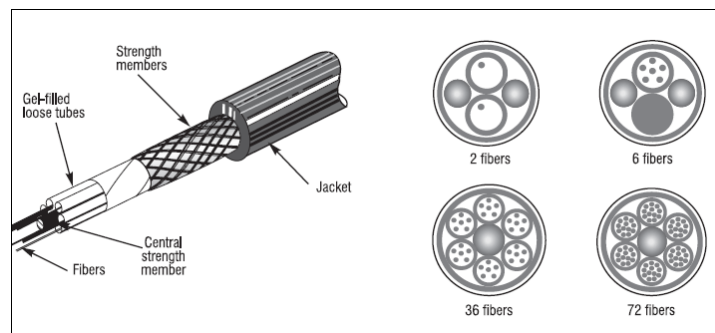


Figura 15.2 Kabllo outdoor

15.2 Konektorët e fibrave

Shumica e konektorëve me fibra optike janë priza ose të ashtuquajturat lidhje mashkullore me një hekur të dalë që mban fibrat dhe rregullon fijen për çiftëzim. Ata përdorin një përshtatës çiftëzimi për të bashkuar dy kanalet lidhëse që përshtaten me mekanizmin e sigurimit të lidhësve (bajonetë, vidë ose instalim i shpejtë). Dizajni i hekurit është gjithashtu i dobishëm pasi mund të përdoret për t'u lidhur drejtpërdrejt me pajisjet aktive si LED, VCSEL dhe detektorë.

Kodi i ngjyrave TIA 568 për trupat e konektorëve është bezhë për fibra multimode, blu për fibra singlemode dhe e gjelbër për konektorët APC singlemode (me kënd).



Shumë lloje konektorësh përdoren për fibrat optike, në varësi të aplikimit. Disa prej tyre janë të treguara si më poshtë:

SC (Snap-in Connector) - konektor me një fije me kërcitje



ST - konektor me një fibër i përthyer



FC – Fiber Connector



Çiftëzimi i konektorëve të ndryshëm

Konektorët ST, SC dhe FC kanë kapuc 2.5 mm të ngjashëm kështu që mund të bashkohen me njëri-tjetrin. Për këtë kërkohet një përshtatës hibrid siç tregohet në figurën 15.1 sipas renditjes:

ST>FC

SC>FC

SC>ST



Figura 15.1 Përshtatës konektorë hibridë

LC është një konektor i përmasave të vogla që përdor një kapuc 1,25 mm, gjysmën e madhësisë së SC. Ka performancë të mirë, shumë i preferuar për fibrat singlemode.



LX-5 është e ngjashme me një LC por me një mbulesë mbi fundin e fibrës.

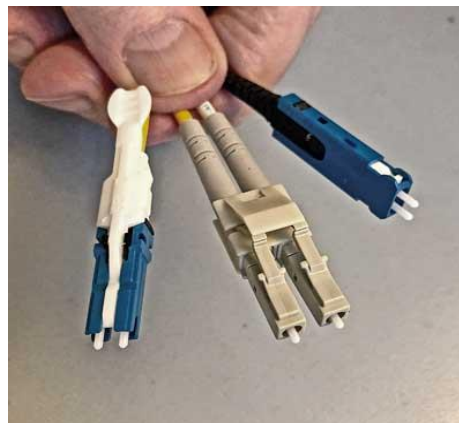


MPO (multi-position optical) është një konektor me 12 fibra për kabllon e shiritit, shpesh i quajtur një grup konektorësh. Kapuci është plastik dhe përmban 12 ose 16 fibra me radhë.



Konektorët e gjeneratës së re (2017-2019)

Konektorët **CS (L)** and **SN (R)** të projektuar në përmasa të vogla në krahasim me LC duplex (krahasimi i paraqitur në figurën më poshtë ku LC është konektori në mes).



15.3 Bashkuesit (ciftuesit) e fibrave optike

Një bashkues me fibra optike është një pajisje që përdoret për të lidhur një fibër të vetme (ose të shumëfishtë) me shumë fibra të tjera të ndara. Ekzistojnë dy kategori të përgjithshme të bashkuesve:

- Bashkuesit yll (star) (Figura 15.3a)
- Bashkuesit T (Figura 15.3b)

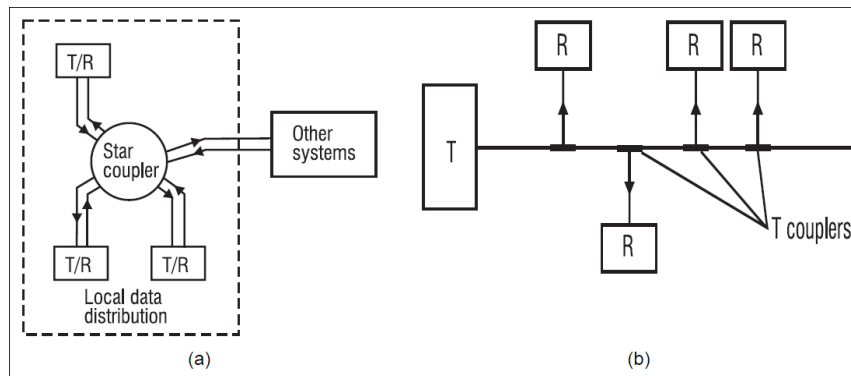


Figure 15.3 (a) Bashkuesit yll (b) Bashkuesit T

Fuqia e daljes nga një bashkues yll është thjesht:

$$P_o = P_{in}/n$$

ku n është numri i fibrave në dalje

Ndarja e fuqisë (raporti i ndarjes së fuqisë) në decibel jepet nga ekuacioni:

$$PD_{st}(dB) = -10 \log(1/n)$$

Ndarja e fuqisë në decibel jep numrin e decibelëve të humbur në bashkues nga fibra e vetme hyrëse, në daljen e vetme të fibrës. Humbja e tepërt e energjisë ($Loss_{ex}$) është fuqia e humbur nga hyrja në daljen, siç është dhënë në ekuacionet.

$$Loss_{ex} = P_{out}(total)/P_{in}$$

$$Loss_{ex}/dB = -10 \log P_{out}(total)/P_{in}$$

Shembull 1

Një bashkues yll 8×8 përdoret në një sistem me fibra optike për të lidhur sinjalin nga një kompjuter në tetë terminale. Nëse fuqia në një fibër hyrëse në bashkuesin yll është 0,5 mW, gjeni (1) fuqinë në secilën fibër dalje dhe (2) ndarjen e fuqisë në decibel.

1. Fuqia ne hyrje 0.5-mW ndahet në 8 fibra. Secila ka fuqine $(0.50 \text{ mW})/8 = 0.0625 \text{ mW}$.

2. Ndarja e fuqisë në decibel, nga formula është:

$$PD_{st}(dB) = -10 \times \log(1/8) = 9.03 \text{ dB}$$

Një karakteristikë e rëndësishme e bashkuesve yll transmetues është biseda kryq (cross talk) ose sasia e informacionit hyrës i ciftuar në një input tjetër. Bashkimi kryq është dhënë në decibel dhe është tipikisht më i madh se 40 dB. Bashkuesi yll reflektues ka të njëjtën ndarje të fuqisë si lloji transmetues, por biseda kryq nuk është problem sepse fuqia nga çdo fibër shpërndahet tek të gjithë të tjerët.

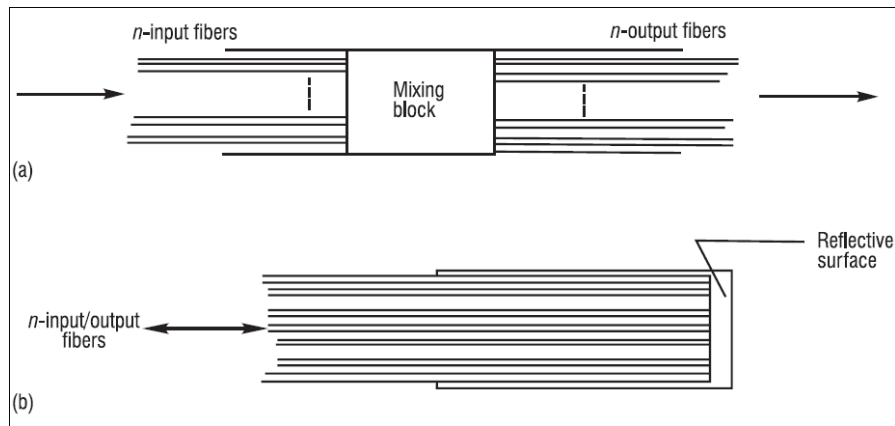


Figura 15.4 Bashkuesit yll a) transmetues b) reflektues

Çiftuesit T

Në Figurën 15.5, fuqia lëshohet në portën 1 dhe ndahet midis portave 2 dhe 3. Ndarja e fuqisë nuk ka pse të jetë e barabartë. Ndarja e fuqisë jepet në decibel ose në përqindje. Për shembull, ndarja 80/20 do të thotë 80% në portën 2, 20% në portën 3. Në decibel, kjo korrespondon me 0.97 dB për portën 2 dhe 6.9 dB për portën 3.

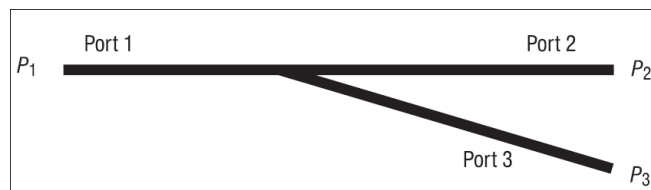


Figura 15.5 Bashkuesit T

$$10 \log (P_2/P_1) = -0.97 \text{ dB}$$

$$10 \log (P_3/P_1) = -6.96 \text{ dB}$$

Një lloj tjetër bashkuesi T përdor një lente me indeks të graduar (GRIN) dhe një sipërfaqe pjesërisht reflektuese për të kryer bashkimin. Ndarja e fuqisë është një funksion i pasqyrës reflektuese. Ky bashkues përdoret shpesh për të monitoruar fuqinë optike në një linjë me fibra optike.

15.4 Ndarësi (Splitter)

Anasjelltas për një bashkues, një ndarës $1 \times N$ është një pajisje pasive që ndan sinjalin optik të mbartur nga një fibër e vetme hyrëse, në N fibra dalëse, siç sugjerohet në figurën 15.3. Fibrat që shpërndahen që ndjekin një ndarës PON japin të njëjtin sinjal nga OLT te ONU/ONT të vendosura në vende të ndryshme. Sinjalet optike hyrëse zakonisht shpërndahen me fuqi uniforme mbi fijet e daljes N, duke thjeshtuar dizajnin dhe zhvillimin e ONU-ve/ONT-ve. Vini re, siç tregohet në figurën 15.6, që ndarësi i vendosur në PON-e është në të vërtetë një ndarës/bashkues që kombinon sinjalet nga ONU-të/ONT-të e ndryshme në drejtim upstream si dhe ndarjen e sinjalit në rrjedhën e poshtme downstream.

Zhvillimi i teknologjisë së bashkimit të fibrave (fused fiber) ka ulur koston në mënyrë dramatike dhe ka bërë që PON të jenë më atraktive. Humbja në ndarës përcaktohet nga numri i portave. Ekzistojnë mënyra të shumta për të realizuar një raport të ndarjes të specifikuar, në një ndarës ose në kaskada të disa ndarësve. Figura 15.7 ilustron tre mënyra për të arritur raport të ndarjes 1:16.

Një ndarës/bashkues optik fut pothuajse të njëjtën humbje si në trasmetimin në rrjedhën e sipërme ashtu edhe atë në rrjedhën e poshtme. Ndërsa numri i ndarësve në një PON rritet, fuqia e marrë zvogëlohet proporcionalisht, duke e bërë 1:64 një maksimum efektiv.

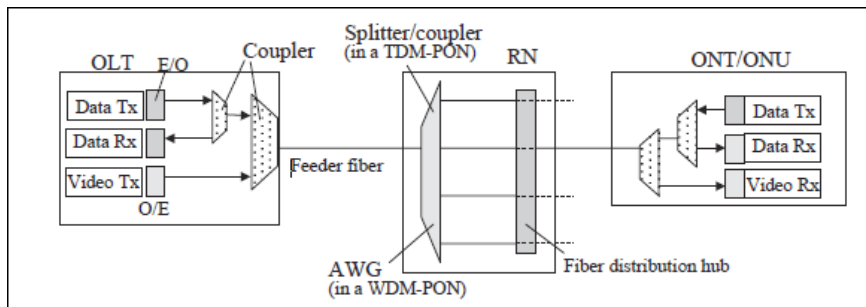


Figura 15.6 Ndarës/ciftues pasiv në një TDM-PON dhe AWG në një WDM-PON

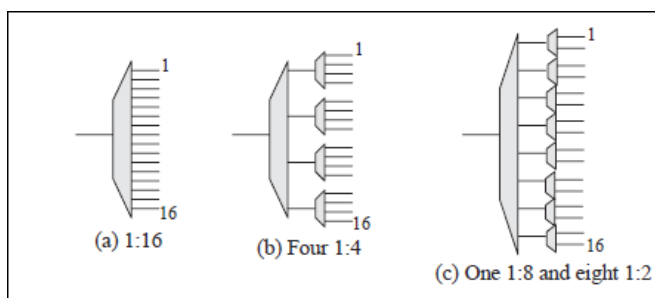


Figura 15.7 Implementime alternative të ndarësit 1:16

15.5 Filtrat optike

Një filtër optik është në thelb një filtër bandpass që operon në frekuenca optike të cilat në mënyrë selektive lejojnë kalimin e një ose më shumë gjatësi vale dhe refuzon të tjerat. Filtrat optikë përdoren në sistemet WDM për të ndarë sinjalet optike me gjatësi vale të ndryshme. Filtrat optikë zakonisht përfshijnë Fabry-Perot etalon, filtra me filma të hollë, interferometrat Mach-Zehnder, fibrat rrjetë Bragg dhe rrjetë udhëzuese të valëzuar (AWG)

Multipleksuesit WDM

AWG (arrayed waveguide gratings), ilustruar funksionalisht në Figurën 2.12, është i aftë të multipleksojë një grup gjatësi valësh në një fije optike të vetme ashtu dhe ndarjen e sinjaleve të mbartur në gjatësi vale të ndryshme në një fibër optike në porta të ndryshme dalëse. Në WDM-PON-et, ku ONU/ONT shërbejnë nga gjatësi vale të ndryshme, AWG-të përdoren si multipleksues/demultipleksues.

Funksionimi i një AWG sugjerohet në figurën 15.8 Sinjalet hyrëse nga një fiber e vetme (i etiketuar 1) përshkon një ndarës optik (të etiketuar 2) dhe futet në një grup paralel të udhëzuesve me gjatësi të ndryshme vale (të etiketuar 3). Këto udhëzues valësh janë të paçiftuara, domethënë mjaft larg njëra-tjetrës, në mënyrë që fusha elektromagnetike në një udhëzues nuk shtrihet në ndonjë udhëzues tjetër. Kur dalin nga udhëzuesi i valës, sinjalet përshkojnë një kombinues optik (të etiketuar 4) dhe interferojnë kur hyjnë në udhëzuesit e daljes së valëve (të etiketuara 5). Udhëzuesit e valëve dhe hapësirat e lira në AWG janë të dizajnuara të tilla që çdo portë dalëse të marrë vetëm një gjatësi vale. Një AWG funksionon si një demultipleksues i gjatësisë së valës duke përdorur shtegun e dritës 1→2→3→4→5 dhe si një multipleksues i gjatësisë së valës duke përdorur shtegun e dritës 5→4→3→2→1.

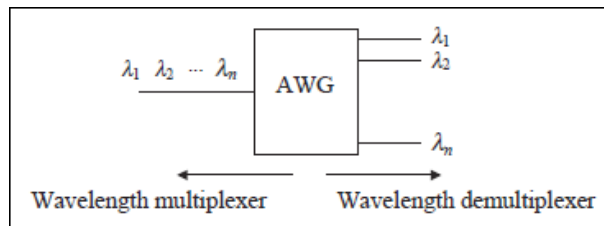


Figura 15.8 Funkzioni i nje multipleksuesi AWG

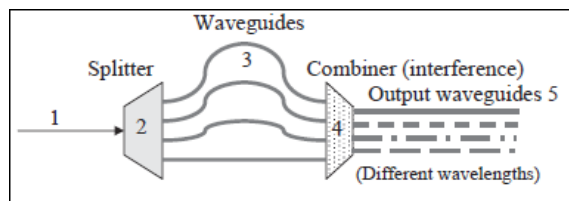


Figura 15.9 Operimi AWG

15.6 OLT (Optical Line Termination)

Një OLT (figura 15.10) është pika e fundit e ofruesit të shërbimit në një PON, e vendosur në zyra qendrore (CO) në një instalim tipik telekomunikacioni. Zakonisht siguron transmetimin e të dhënave dixhitale dhe zërit duke përdorur një transmetues lazer 1490 nm, transmetim analog i videos duke përdorur një transmetues lazer 1550 nm, dhe të dhëna dixhitale dhe marrje e zërit në një marrës duke përdorur një detektor 1310 nm.

OLT-ja shpesh transmeton të dhënat downstream dhe sinjalin zanor përmes gjatësisë së valës 1490 nm duke përdorur një lazer reagues (DFB). Në rrjedhën e sipërme (upstream) të dhënat dhe sinjali zanor nga ONU/ONT-ja përkatëse merren duke përdorur një detektor 1310 nm. Sinjali video analog përkthehet në sinjalin optik në gjatësinë e valës 1550 nm në OLT. Një amplifikator EDFA- erbium-doped fiber mund të përdoret për të amplifikuar sinjalin video të konvertuar përpara se të kalojë downstream tek pajtimtarët.

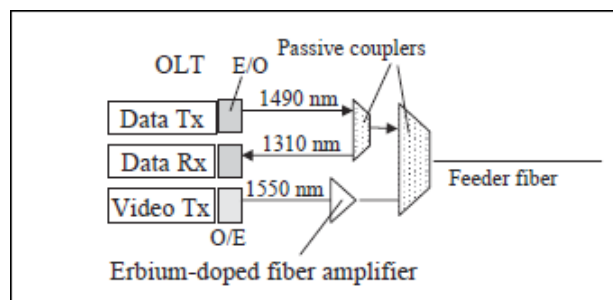


Figura 15.10 OLT-ja

15.7 ONU/ONT (Optical Network Unit/Terminal)

Një ONU/ONT (figura 15.11) është pika përfundimtare në një rrjet PON, zakonisht e vendosur në ambientet e pajtimtarit por edhe ne terren, për shembull një access point Wi-Fi ose WiMAX. Termi ONU zakonisht përcakton njësitë kryesore që mund të shërbejnë më shumë se një përfundim të rrjetit, ndërsa ONT përcaktohet si një terminal i vetëm. Një ONU/ONT zakonisht ofron të dhëna dixhitale dhe transmetimin e zërit nga një transmetues lazer 1310 nm, marrja e të dhënave digjitale dhe e zërit në një marrës detektor 1490 nm, dhe marrja sinjalit analog video në një marrës 1550 nm.

Sinjali i të dhënave dhe zërit në upstream transmetohet me gjatësi vale 1310 nm përmes një lazeri jo të ftohur Fabry-Perot të modularuar drejtpërdrejt, ndërsa sinjali i të dhënave dhe zërit downstream merren në një detektor 1490 nm. Sinjali video analog merret në një marrës me detektor 1550 nm.

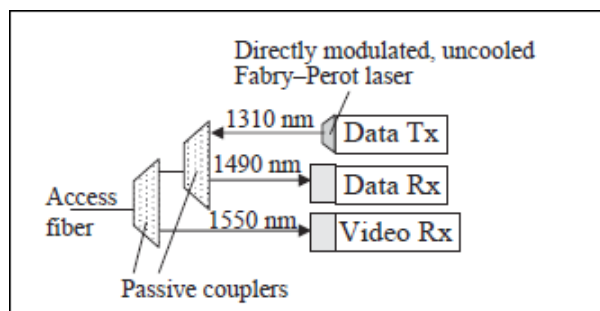


Figura 15.11 ONT/ONU

Tema 16 Rrjetat e aksesit optikë broadband, EPON, GPON, WDM-PON, hibridë optikë-wireless

16.1 Çfarë është rrjeti pasiv optik PON dhe përdorimi?

Një sistem PON përdor një ndarës pasiv që merr një hyrje dhe e ndan atë për të transmetuar sinjale në downstream për shumë përdorues. Kjo zvogëlon koston e sistemit në mënyrë të konsiderueshme duke ndarë një set elektronik pajisjesh dhe një lazer të shtrenjtë deri në 32 abonentë. Në upstream, ndarësi pasiv vepron si një kombinues për të lidhur të gjithë përdoruesit në të njëjtën port të përbashkët PON. Një lazer i lirë përdoret për shtëpinë për të dërguar sinjale përsëri në sistemin FTTH (Fiber To The Home) në zyrën qendrore.

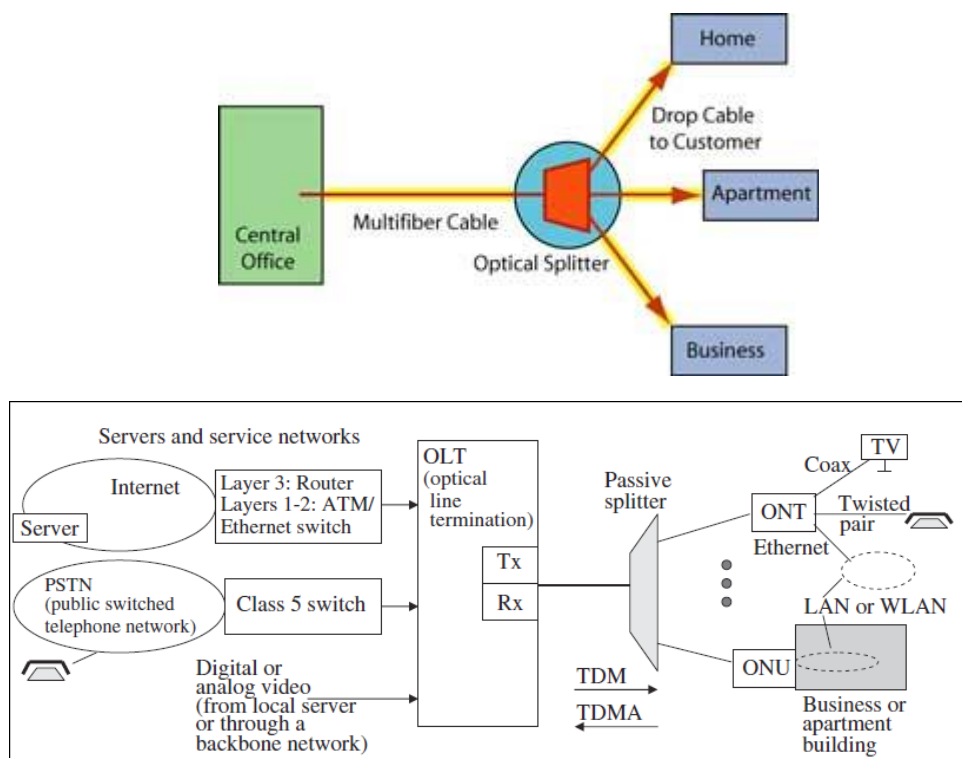


Figura 16.1 Rrjeti PON që jep shërbim triple play

Sistemet Triple Play

Shumica e sistemeve FTTH janë të ashtuquajturat "lojë të trefishtë" që ofrojnë zë (telefon), video (TV) dhe të dhëna (akses në Internet.) Për të siguruar të tre shërbimet mbi një fibër, sinjalet dërgohen në mënyrë të dyanshme mbi një fibër të vetme duke përdorur disa gjatësi vale të dritës

BPON, ose broadband PON, ishte aplikimi më i popullarizuar PON në fillim. BPON përdor protokollin ATM. ATM përdoret gjerësisht për rrjetet telefonike dhe metodat e transportimit të të gjitha llojeve të të dhënave (zëri, interneti, video, etj.) janë tashmë të njohura.

Sinjalet dixhitale BPON veprojnë në shpejtësitë ATM prej 155, 622 dhe 1244 Mb/s. Sinjalet dixhitale në downstream nga CO (Central office) përmes ndarësit në shtëpi dërgohen në 1490 nm. Ky sinjal bart zërin dhe të dhënat. Video në sistemet e para përdori të njëjtën teknologji si CATV, një sinjal analog i moduluar, transmetuar veçmas duke përdorur një lazer 1550 nm i cili mund të kërkojë një amplifikues të fibrave për të siguruar fuqi të mjaftueshme të sinjalit për të kapërcyer humbjen e ndarësit optik. Videoja mund të kalohet në dixhital duke përdorur IPTV, duke mohuar nevojën për gjatësi vale të veçantë për video. Sinjalet dixhitale në upstream për zërin dhe të dhënat dërgohen përsëri në CO nga shtëpia duke përdorur një lazer të lirë 1310 nm. Ciftuesit WDM ndajnë sinjalet si në shtëpi ashtu edhe në CO.

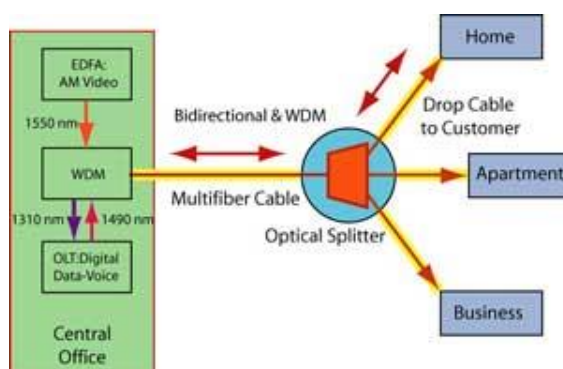


Figura 16.2 Arkitektura BPON me TV analog

GPON, ose gigabit-capable PON, përdor një protokoll të bazuar në IP dhe kodim ATM ose GEM (metoda e kapsulimit GPON). Nivelet e shpejtësisë të të dhënave shkojnë deri në 2.5 Gb/s dhe është shumë fleksibël në llojet e trafikut që mbart. GPON mundëson triple-play dhe është baza e aplikimeve më të planifikuara FTTP (fiber to the premise) në të ardhmen e afërt.

EPON ose Ethernet PON bazohet në standardin IEEE për Ethernet në miljen e parë. Ai përdor transmetim packet-base me 1 Gb/s deri në 10 Gb/s. EPON është përdorur gjerësisht në Azi. Arkitektura e sistemit është e njëjtë me GPON por protokollet e të dhënave janë të ndryshme.

	BPON	GPON	EPON
Standard	ITU-T G.983	ITU-T G.984	IEEE 802.3ah (1 Gb/s) IEEE 802.3av (10Gb/s)
Downstream Bitrate	155, 622 Mb/s, 1.2 Gb/s	155, 622 Mb/s, 1.2, 2.5 Gb/s	1.25 Gb/s, 10.3 Gb/s
Upstream Bitrate	155, 622 Mb/s	155, 622 Mb/s, 1.2, 2.5 Gb/s	1.25 Gb/s, 1.25 or 10.3 Gb/s
Downstream Wavelength	1490, 1550	1490	1490, 1550
Upstream Wavelength	1310	1310	1310
Protocol	ATM	Ethernet over ATM/IP or TDM	Ethernet
Video	RF at 1550 or IP at 1490	RF at 1550 or IP at 1490	IP Video
Max PON Splits	32	64	16
Transmitter Power*		OLT: ~0 to +6 dBm, ONT: ~ -4 to +2 dBm	
Power Budget*	~13dB (min) to 28dB (max) w/32 split	~13dB (min) to 28dB (max) w/32 split	
Coverage	<20 km	<60 km	<20 km

Figura 16.3 Përmbledhje e specifikimeve tipike të sistemeve PON

RFOG: FTTH i CATV

Operatorët kabllorë CATV ishin ofruesit e parë me brez të gjerë që përdorën një sistem HFC (hibride fibra koax) me modem kabllor duke përdorur sinjale RF. Sot, disa operatorë CATV shohin një nevojë për një sistem për të siguruar fibra në shtëpi, gjë që ka çuar në zhvillimin e RFOG (RF over Glass.) Standardet CATV kanë parë arkitekturat PON dhe SCTE ka propozuar një standard për vendosjen e një arkitekture transmetimi e sinjaleve analoge të ngjashme me PON e quajtur RFoG për RF (radio frekuenca - dmth FM) mbi xham. RFOG në thelb nuk është asgjë më shumë sesa një sistem modem kabllor HFC/kabllor me të gjitha fijet, i ndërtuar me komponentë më pak të kushtueshëm tani të disponueshëm falë çmimit të vëllimit të përbërësve të përdorur në FTTH. Është krijuar për të operuar mbi një arkitekturë standarde të PON me gjatësi të shkurtër të fibrave dhe duke përfshirë humbjat e një ndarësi FTTH PON.

WDM dhe PON

Padyshim, rrjetet PON përdorin WDM (multipleksimi i ndarjes së gjatësisë së valës) me gjatësi vale të ndryshme në upstream dhe në downstream. Por arkitektura PON mund të mbështesë lehtësisht më shumë gjatësi vale, duke lejuar një gjerësi më të madhe të përdoruesit, por duke alokuar një gjatësi vale për një përdorues ose një grup përdoruesish dhe një siguri më të madhe duke pasur secilin përdorues të ketë gjatësinë e tij të valës. Arkitekturat WDM PON janë duke u zhvilluar nga shumë kompani.

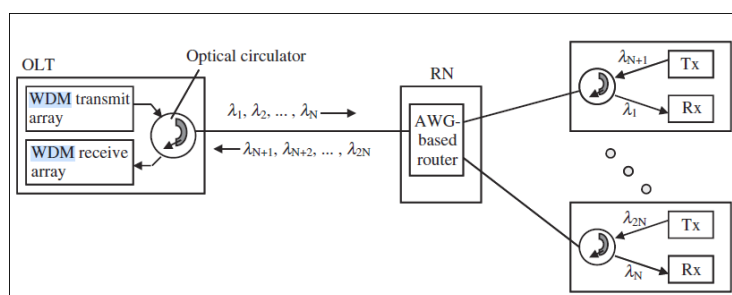


Figura 16.4 WDM-PON

16.2 Përmirësimet e PON - Shpejtësia, Ndarja dhe Distanca

Siç është e zakonshme me të gjitha rrjetet e komunikimit, puna për përditësimin e aftësive dhe shpejtësisë së rrjetit fillon sapo të futet një rrjet dhe PON-të nuk bëjnë përjashtim. GPON ka qenë skema më e përdorur gjerësisht PON për të dy rrjetet FTTx dhe LAN optik pasiv (OLAN) dhe GPON është përditësuar në disa versione me shpejtësi më të larta transmetimi dhe buxhete më të larta të energjisë për të lejuar distancë më të madhe, aftësi më të lartë ndarëse ose për të dyja. Supozimi është që një rrjet me fibra ka një jetëgjatësi deri në 40 vjet, kështu që përditësimi në GPON kanë supozuar se ata do të përdorin të njëjtën arkitekturë pasive të rrjetit optik dhe llojin e fibrës (modaliteti G.652 singlemode.) Për më tepër, përditësimet janë projektuar rreth bashkëjetesës me rrjetet aktuale GPON. Duke përdorur gjatësi vale të ndryshme, është e mundur të keni këto rrjete më të reja dhe më të shpejta që ndajnë të njëjtin rrjet optik pasiv si sistemi origjinal GPON, duke lejuar ofrimin e shpejtësive më të larta për përdoruesit ndërsa vazhdojnë t'u shërbejnë përdoruesve aktualë pa ndërprerje. Disa përdorues biznese mund të përfitojnë nga shpejtësitë më të larta ndërsa konsumatorët tipikë shërbehen mirë nga GPON. Një nga avantazhet e mëdha të standardeve të përditësimit PON është aftësia për të mbivendosur rrjetet. Kështu që një qytet mund të operojë një rrjet të rregullt GPON për përdorim FTTH të konsumatorit dhe të ketë një rrjet tjetër më të shpejtë që operon në të njëjtën impiant kabllor optik në mënyrë të pavarur, duke ofruar një nivel më të lartë shërbimi dhe sigurie.

16.3 Sistemet Hibridë Optikë-Wireless

Përdorimi i sistemeve te integruara Optikë-Wireless

Qëllimi përfundimtar i zhvillimit të rrjetit të komunikimit është realizimi në kohë reale, qasje në informacion me shpejtësi të lartë dhe të besueshme kudo dhe gjatë gjithë kohës. Në mënyrë që të arrihet ky qëllim, komunikimi pa tel (wireless) dhe komunikimi me fibra optike janë të rëndësishëm dhe plotësues të njëri-tjetrit. Komunikimi me fibra optike ka kapacitet shumë të madh, por ka më pak lëvizshmëri dhe nuk mund të realizojë një mbulim pa ndërprerje. Nga ana tjetër komunikimi pa tel në teori mund të ketë mbulim kudo, por është i kufizuar nga burime të pamjaftueshme të frekuencave dhe ndikohet nga lloje të ndryshme problemesh, gjë që çon në gjerësi të kufizuar të komunikimit dhe distancës së transmetimit. Për të përmbushur kërkesat për shpejtësi komunikimi gjithnjë në rritje aplikohet integrimi i komunikimit pa tel dhe optik.

Integrimi i sistemeve pa tel me ato të fibrave ofron avantazhet e të dyjave në terma të shpejtësive të larta, mbulimit dhe mobilitetit.

Ka shumë arsye pse një kombinim i teknologjive optike dhe wireless mund të jetë i dobishëm. Këto arsye përfshijnë:

- Shkëmbimi i trafikut të të dhënave nga stacioni bazë pa tel (BS) ose access pointi (AP) në pikat e përqendrimit ose qendrat e switchimit;
- Transporti “radio mbi fiber” (RoF) i sinjaleve wireless nga BS/AP në pikat e përpunimit të centralizuar, duke zvogëluar kompleksitetin e shumë pajisjeve BS/AP në amplifikatorë të thjeshtë të fuqisë, pra duke reduktuar kostot;
- Rrjetet e përzier wireless/optike, për shembull një rrjet metropolitan i përbërë nga një rrjet wireless me shumë ndërfaqe në rrjetin backbone optik duke siguruar një kombinim tërheqës të mobilitetit, kapacitetit dhe mjaft fleksibël;
- Mbrojtje e shërbimit të ofruar, në të cilat për shembull, mbivendosen PON dhe sistemet e aksesit WiMAX që sigurojnë kapacitete backup në raste emergjente kur ndodhin defekte
- Ofrimi i shërbimeve edhe në zonat rurale ku wireless mund të jetë e vetmja teknologji praktike e hyrjes në "miljen e fundit";
- Lehtësimin e planifikimit të ripërdorimit të frekuencës wireless duke e zhvendosur atë nga shumë AP në një nyje qendrore;
- Menaxhimi i centralizuar rrit përdorimin e spektrit, mbrojtjen e ndërsjellë, efikasitetin operacional, dhe alokimin e burimeve në mënyrë dinamike midis segmenteve wireless dhe optikë.

Arkitektura e sistemeve të integruara

Në figurën 16.5 tregohet një skemë integrimi që përfshin teknologjinë PON në një pjesë të rrjetit akses. Secili ONU i lidhur në remote node të PON suporton akses me kabëll, akses pa kabëll ose të dyja. Struktura e integruar lidh klientet në rrjetin qendror në dy hapa, hapi i parë përdor lidhjen ekzistuese PON në lokalitetin përreth, ndërsa hapi i dytë jep shërbimin tek klientët me fibër ose linqe WiMAX. Në figurë, pjesa A ilustron një ONU që suporton PON akses për një rezidencë dhe WiMAX akses për një biznes. Një Base Station WiMAX është instaluar me ONU-në. Linku në pjesën B të figurës suporton vetëm një Base Station WiMAX, i cili ofron akses tek një rrjet i përzier WiMAX/Wi-Fi dhe gjithashtu ofron mbrojtje backup WiMAX të rezidencës që përdor ONU (A). Nëse ajo ONU nuk punon, atëherë rezidenca përdor linkun WiMAX tek ONU (B) si alternative backup.

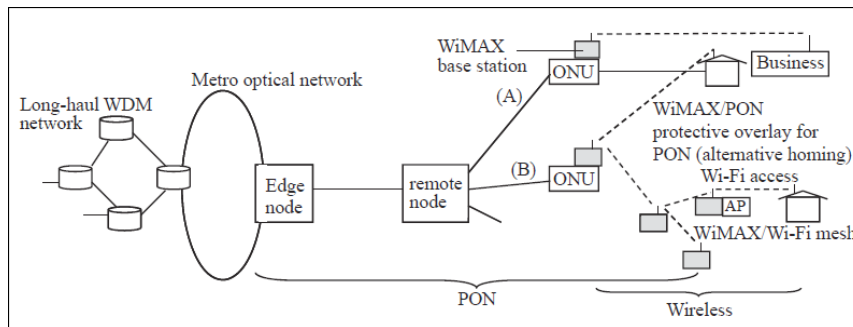


Figura 16.5 Disa forma të integritit Optikë-Wireless

Në figurën 16.2 ilustronhet një integrim optik-wireless në një rrjet mobil. Sinjalet në radio RF mbarten midis një nyje rrjeti optik me anë të procesimit wireless me BS të qelizave.

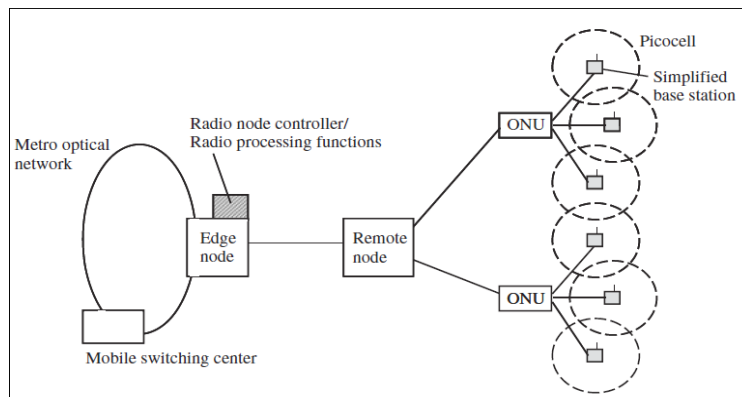


Figura 16.6 PON që suporton RF mbi fibër për rrjetin celular mobil

16.4 Mënyrat e integritit

Wireless dhe PON ndajnë sfidën e përbashkët të alokimit të burimeve. Integrimi i transportit të sinjaleve wireless me shërbimet e tjera PON mund të trajtohet në disa mënyra. Një qasje, e treguar në Figurën 16.7 a, është lidhja direkt e infrastrukturës pa tel me një terminal rrjeti të PON (NT). Trafiku wireless trajtohet si pjesë e trafikut dixhital PON dhe shërbehet si një ndër disa klientë të mundshëm të PON. Në këtë rast, sinjalet radio duhet të digjitalizohen. Sinjalet e dixhitalizuara të radios duhet të jenë në përputhje me mekanizmat e menaxhimit të PON. Kjo qasje quhet integrimi In-PON.

Një mënyrë tjetër që shfrytëzon gjatësinë e valëve shtesë të parashikuar për shërbimet video në standardet GPON dhe EPON, është mbivendosja e sinjalit wireless përmes lidhjes PON siç tregohet në Figurën 16.7 b. Në këtë opsion, një tjetër gjatësi vale është caktuar për të mbartur sinjalin wireless, duke hapur një rrugë tjetër transmetimi në PON pa okupuar gjerësinë e brezit (bandwidth) të PON. Parametrat e trafikut wireless mund të jenë krejtësisht të ndryshëm nga ato të trafikut normal PON, dhe këto sinjalet wireless mund të lihen analoge siç sugjerohet në figurë.

Një opsion shtesë i mbivendosjes, i treguar në Figurën 16.7 c, është përdorimi i SCM (subcarrier modulation) në një sistem me një gjatësi vale të vetme. Këtu, sinjali pa tel është moduluar në spektri mbi atë që përdoret për trafikun normal PON c. Përsëri, sinjalet radio mund të jenë analoge, megjithëse sinjalet e dixhitalizuara mund të transportohen gjithashtu në këtë mënyrë.

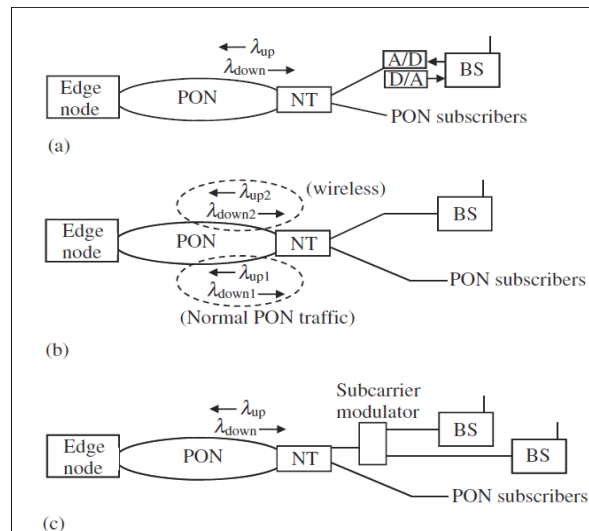


Figura 16.7 Mënyrat e integrit PON-Wireless a) digjital In-PON b) mbivendosja analoge c) analog subcarrier. NT-network termination.

Tema 17: Ngjitja, mirëmbajtja, riparimi, shkaqet, matjet dhe testimi ne fibrat optike

17.1 Teknikat dhe llojet e ngjitjes së fibrave

Përkufizimi standard i ngjitjes (splicing) së fibrave optike është bashkimi i dy kabllave optike së bashku. Metoda tjetër, më e zakonshme, e bashkimit të fibrave quhet terminimi ose lidhja. Ngjitja përdoret më së shpeshti në terren, si një metodë më e shpejtë dhe më efikase për të riparuar kabllot e fibrave të nëndheshme të shkëputura aksidentalisht.

Ekzistojnë dy metoda ngjitjeje, mekanike ose shkrirje (fusion). Të dyja metodat fusin humbje shumë më të ulët në krahasim me përdorimin e konektorëve e fibrave.

Ngjitja mekanike e kabllave të fibrave është një teknikë alternative e bashkimit e cila nuk kërkon një ngjitës me shkrirje. Ngjitja mekanike është një bashkim i dy ose më shumë fibrave optike që mbahen të drejtuara nga një montues që përdor një lëng për përputhjen e indeksit. Ngjitja mekanike përdor një bashkim të vogël, mekanik, me gjatësi rreth 6 cm dhe me diametër 1 cm që bashkon në mënyrë permanente dy fije optike. Kjo afron saktësisht dy fibra të zhveshura dhe më pas i siguron ato mekanikisht.

Një mbulesë e tipit snap, një mbulesë ngjitëse ose të dyja njëkohësisht, përdoren për të fiksuar përgjithmonë bashkimin.

Këto fije thjesht mbahen të bashkuara në mënyrë që drita të kalojë nga njëra te tjetra. (Humbja që futet në këte rast është <0,5 dB)

Humbja zakonisht është 0.3dB. Por lidhja mekanike e fibrave fut pasqyrim të dritës më të lartë se metoda e bashkimit me shkrirje.

Lidhjet mekanike të kabllave me fibra optike janë të vogla, mjaft të lehta për t'u përdorur dhe janë shumë të dobishme për riparime të shpejta ose për instalime të përhershme. Ato janë të disponueshme në lloje të përhershme dhe të rikthyeshme.

Lidhjet mekanike të kabllave me fibra optike janë të disponueshme për fibra singlemode ose multimode.

Ngjitja me shkrirje, është më e shtrenjtë, por ka një jetë më të gjatë se lidhja mekanike. Metoda e shkrirjes bashkon bërthamat e fibrave së bashku me më pak humbje. (Humbja <0,1 dB)

Në procesin e ngjitjes me shkrirje përdoret një makinë e specializuar për të ngjitur saktësisht dy skajet e fibrave, atëherë skajet e xhamit ngjiten së bashku duke përdorur një qark elektrik ose nxehtësi. Bashkuesi me shkrirje kryen ngjitjen e fibrave optike në dy hapa:

1. Vendosen saktësisht të dy fibrat
2. Gjenerohet një rrymë e vogël elektrike për të shkrirë fijet dhe për t'i ngjitur ato së bashku

Me trajnimin e duhur, një teknik i bashkimit të fibrave mund të arrijë të kryejë ngjitje me humbje më pak se 0,1dB për kablllo singlemode ose multimode.

17.2 Mjetet dhe pajisjet testuese për fibrat optike

Instaluesi i fibrave optike ka nevojë për një seri të plotë të veglave dhe pajisjeve të testimit me fibra optike, plus mjetet e përdorura në tërheqjen e kablllove, ngjitjes dhe terminimit të tyre, pastaj testimin dhe zgjidhjen e problemeve të instalimit. Një listë me mjete dhe vegla të tilla paraqitet si më poshtë. Mund të ketë edhe mjete specifike të cilat sipas rastit rekomandohen nga prodhuesit.

Përmbajtja e një kutie pune tipike së mjeteve me fibra optike:

Pajisjet e testimit - Zgjidhen në përputhje me llojet e fibrave që testohen dhe gjatësinë e valëve të përdorimit

- Matës i fuqisë së fibrave optike- Fiber optic power meter
- Burimi i testimit së fibës optike
- Përshtatës konektor për matësine fuqisë (ST, SC, LC)
- Mikroskopi i inspektimit të konektorëve
- Gjurmues vizual dhe kontrollues i vazhdimësisë (vetëm MM) ose Visual Fault Locator (MM + SM)
- OTDR me kablllo lëshimi dhe marrjeje (zakonisht për instalime të jashtme)
- Identifikuesi i fibrave (zakonisht për instalime të jashtme)



Mjetet e trajtimit të kablllove

- Thikë

- Prerës kabllosh ose sharrë hekuri për kablllo më të mëdhenj
- Prerës tubash për veshjet mbrojtëse të kablllove
- Çarës ose prerës e kablllove
- Pincë me gjilpërë për kordonë tërheqës (ripcords)
- Pulling eye- mjet për tërheqjen e kablllove në tuba
- Shirit elektrik



Mjetet e ngjitjes dhe terminimit

- Zhveshës i mbështjellës së kablllove
- Zhveshës për tampon fibrash (Miller, No-Nik ose Micro-strip)
- Pincë konektorësh
- Prerës i fibrave
- Gërshërë të posaçmë aramid (Kevlar)
- Piskatore për marrjen e mbetjeve të fibrave ose tërheqjen e copave të fibrave nga lëkura
- Lëmues për konektorët (ST, SC ose LC)
- Pllakë lustrimi (qelqi ose plastikë)
- Copë lustruese për konektorët PC (gome)
- Ngjitës (splicer) me shkrirje dhe zhveshës e copëtues të përshtatshëm

17.3 Udhëzime për testimin dhe identifikimin e problemeve në fibrat optike

Instalimet e fibrave optike

1. Pasi të instalohet një impiant, rrjet, sistem ose link me kablllo me fibra optike, duhet të testohet për këto arsye:

- a) për të siguruar që rrjeti i kablllove me fibra optike është instaluar siç duhet dhe me standardet e specifikuara për fibrat.
- b) për të siguruar që pajisjet e destinuara për përdorim në impiant do të funksionojnë si duhet me kabllimet optike

- c) për të siguruar që pajisjet e komunikimit po punojnë sipas specifikimeve
- d) të dokumentohet impianti dhe rrjeti kabllor për referencë në rast defektesh në të ardhmen

17.3.1 Mjetet dhe pajisjet e testimeve që duhen

Mjetet e mëposhtme janë të nevojshme për të testuar dhe zgjidhur sic duhet problemet e impiantit të kabllave me fibra optike, sistemit apo linqeve

- a) Set testimi i humbjes optike ose matës i fuqisë dhe burimi i testimit me vlerësime optike që përputhen me specifikimet e sistemit të instaluar (lloji i fibrës dhe transmetuesi) gjatësia e valës dhe lloji dhe adaptorët e duhur të konektorëve.
- b) Kabllot e testimit së referencës me fibra dhe konektorë përshtatës me madhësi të duhur dhe të përputhshme në gjendje funksionale.
- c) Gjurmuesi i fibrave vizuale dhe gjetësi i defekteve vizuale (VFL)
- d) Mikroskopi i inspektimit të konektorëve me zmadhim prej 100-200X dhe fiksues konektorësh. Rekomandohen mikroskopë video.
- e) Mjete pastrimi të destinuara posaçërisht për pastrimin e konektorëve.
- f) OTDR me kablllo lëshimi dhe marrje të gjatë (100 m për multimode, 1 km ose më shumë për singlemode)

17.3.2 Testimi dhe identifikimi i problemeve të impiantit të instaluar të kabllave optike

Të gjitha impiantet e kabllave me fibra kërkojnë teste të caktuara themelore për të siguruar që ato janë instaluar në mënyrë korrekte dhe që përmbushin vlerat e pritura të performancës. Këto janë hapat për testimin dhe zgjidhjen e problemeve të impiantit të kabllave. Me rëndësi të madhe është dokumentacioni i instalimit i cili ndihmon në gjetjen e problemeve.

Cilat janë problemet më të zakonshme?

Ekzistojnë një numër problemesh të mundshme me instalimet e kabllave me fibra optike shkaktuar nga praktika e instalimit. Kjo përfshin:

- a) Dëmtimi i kabllit gjatë instalimit i shkaktuar nga teknikat jo të duhura të tërheqjes, tensioni i tepërt, kthesa të ngushta nën tension, ngecje dhe shumë kthesa. Shumica e këtyre problemeve do të shfaqen në të gjitha fibrat që përbëjnë kabllin.
- b) Dëmtimi i fibrave në kablllo gjatë përgatitjes së kabllave, ngjitjes ose terminimit. Fibrat mund të prishen ose të çahen gjatë heqjes së veshjes apo mbushjes së kabllit. Kjo mund të ndikojë në të gjitha fibrat në kablllo, tubin e mbushjes ose vetëm një fibër.
- c) Ngjitja me humbje të lartë e shkaktuar nga procedurat e papërshtatshme të ngjitjes mekanike apo asaj me shkrirje.
- d) Konektorët me humbje të lartë që mund të shkaktohen nga procese jo të duhura të bashkimit ose nga dëmtime pas terminimit.

17.3.3 Hapat e testimit dhe diagnostikimit të problemeve për instalimet e fibrave

Para instalimit, këshillohet të testoni për vazhdueshmëri të gjithë kabllon siç është marrë në mbështjellës duke përdorur një gjurmues vizual ose gjetës të gabimeve. Kabllot që tregojnë

shenja dëmtimi në dërgesë mund të duhet të testohen me OTDR për të përcaktuar nëse vetë kablli është i dëmtuar. Natyrisht, një kabëll që tregon dëmtime nuk duhet të instalohet.

Testimi i humbjes së futur pas instalimit

- a) Pas instalimit, bashkimit (nëse është e aplikueshme) dhe terminimit, të gjitha kabllot duhet të jenë testuar për humbjen e futur duke përdorur një burim dhe njehsor ose OLTS (optical loss test set) sipas standardeve OFSTP-14 për fibra multimode, OFSTP-7 për fibra singlemode.
- b) Në përgjithësi kabllot testohen individualisht (konektor-konektor për secilin seksion të terminuar të kabllit dhe pastaj i gjithë kablli "fund-për-fund", duke përjashtuar patchcords që do të përdoren për të lidhur pajisjet e komunikimit të cilat testohen veçmas.
- c) Testi i kabllit të bashkuar përdoret për të krahasuar buxhetin e fuqisë së linkut me buxhetin i fuqisë së pajisjeve të komunikimit për të siguruar funksionimin e duhur.
- d) Testimi i humbjes së futur duhet të bëhet në gjatësinë e valës së operimit, nëse është i njohur ose në dy gjatësi vale me burime të përshtatshme (850/1300 nm me LED për fibra multimode, 1310/1550 nm me lazer për fibra singlemode, 1490 për FTTH.)
- e) Nëse standardet nuk kërkojnë testim me dy drejtime, testimi me dy funde me të dy kabllot e nisjes dhe marrjes (OFSTP-7/14) është e përshtatshme.
- f) Të dhënat për humbjen e futur së secilës fibër duhet të mbahen për krahasime në të ardhmen nëse lindin probleme ose riparimi do jetë i nevojshëm. Regjistrimi i të dhënave në një etiketë brenda patchpanel është praktikë e zakonshme.
- g) Kabllot e gjata me ngjitje mund të testohen me një OTDR për të konfirmuar cilësinë e bashkimit dhe të zbulojë çdo problem të shkaktuar gjatë instalimit. Por testimi i humbjes së futur me një OLTS është i nevojshëm për të konfirmuar humbjen skaj më skaj. Kabllot me humbje të futur afër vlerave të pritura gjithashtu nuk kanë nevojë për testimi me OTDR. Kabllot e testuara me një OTDR duhet të kenë të dhëna të mbajtura në skedarë për nevojat e ardhshme për riparim të tyre.

Diagnostikimi i problemeve

- a) Së pari përcaktoni nëse problemi është me një ose të gjitha fijet në kabllon optike. Nëse të gjitha fibrat kanë problem, ekziston mundësia e një problemi të rëndë të instalimit të kablllove. Nëse të gjitha fibrat janë thyer ose kanë humbje më të lartë se sa pritej, një OTDR do të tregojë vendndodhjen e problemit në kabllot më të gjata, ndërsa kabllot lokale mund të jenë shumë të shkurtër dhe kanë nevojë për inspektim fizik përgjatë shtrirjes së kabllit. Nëse problemi është shkaktuar nga shtrembërimi ose një kthesë shumë e ngushtë, kabllot do të duhet të riparohen ose zëvendësohen. Në përgjithësi kabllot e jashtme do të ngjiten, pra riparohen dhe nëse kablli është i shkurtër lokal do të zëvendësohet.
- b) Fibrat me humbje të lartë kanë disa shkaqe të mundshme, por ngjitjet ose terminimet e gabuara janë shkaku më i mundshëm për kabllot në terren jashtë.
- c) Testimi për fibrat me humbje të lartë duhet të fillojë me inspektimin me mikroskop të terminimeve për të parë nëse kanë lustrimin e duhur, papastërti, gërvishtje ose dëmtime.
- d) Nëse papastërtia duket se është problemi, pastroni konektorët dhe ritestoni.

e) Nëse zbulohet dëmtim tjetër i konektorit gjatë inspektimit vizual, ndoshta do të jetë i nevojshëm riterminimi i tyre. Gërvishtjet mund të lustrohen me film diamanti nga një teknik me përvojë.

f) Konektorët me ngjitje të brendshme që janë pastruar duken në rregull kur inspektohen me mikroskop, nëse nuk janë dëmtuar gjatë instalimit. Shkaku i humbjes së lartë mund të jetë ngjitja e brendshme. Ata mund të testohet me një lokalizues të defektit vizual të çiftuar në fibër në skajin e fundëm.

g) Nëse arsyeja e humbjes së lartë nuk është e qartë problemi mund të jetë një thyerje e fibrës në pjesën e pasme të konektorit. Një VFL mund ndihmojë në gjetjen e ndërprerjeve të fibrave, në varësi të llojit të konektorit dhe jotejdukshmërisë së mbështjellës së kabllit.

h) Kabllot që me njërën fibër ose disa fibra tregojnë humbje shumë të lartë ose aspak transmetim të dritës duhet të testohen për ndërprerje të dukshme në fibra pigtail ose kabllot, që përgjithësisht ndodhin në bashkimin ose konektorin. Testimi bëhet me një lokalizues të defektit vizual (VFL) ose me OTDR me rezolucion të lartë nëse kablli është me gjatësi të konsiderueshme.

i) Problemet e humbjes së ngjitjeve mund të përcaktohen gjatë testimit me OTDR. Konfirmimi me një VFL duhet të bëhet nëse gjatësia nga fundi i kabllot është mjaft e shkurtër (~ 2- 3 km) ku një VFL është i përdorshëm. VFL mund të gjejë ngjitjet me humbje të madhe thurje ose çarje të fibrave të shkaktuara nga problemet e trajtimit në tabakanë e ngjitjes (splice tray).

j) Linqet me humbje të madhe ku humbja është vetëm disa dB mund të testohen si një patchcord me një testim nga njëri fund me një burim dhe matës se fuqisë (power meter). Kur testohet në këtë mënyrë, një konektor me humbje të lartë do të tregojë humbje të lartë kur lidhet me kabllon e lëshimit të burimit por jo kur lidhet drejtpërdrejt me matësin e fuqisë i cili merr të gjithë dritën nga fibra.

Një ndihmë për diagnostikimin

a) Duke pasur qasje në specifikimet e projektimit dhe dokumentacionin e instalimit, kjo do ndihmojë shumë në diagnostikim.

b) Nëse është e mundur, intervistoni instaluesin për të kuptuar dhe zbuluar proceset që mund të çojnë në probleme në instalim, të tilla si metodat e tërheqjes, vajosja, tërheqjet e ndërmjetme, ngjitja ose metodat e terminimit (si përfundimi i papërshtatshëm në terren i fibrave singlemode, gjë që mund të çojë në humbje dhe reflektim të lartë edhe kur konektorët duken në rregull në mikroskop.)

Testimi dhe diagnostikimi i problemeve të pajisjeve të komunikimit

Pasi të jetë testuar impianti i kabllave, pajisjet e komunikimit duhet të jenë të lidhura siç duhet duke përdorur patchcorda që punojnë në rregull. Nëse humbja e impiantit kabllor është brenda buxhetit të humbjes së pajisjeve (përfshirë humbjen e patchcordave), linku i komunikimit duhet të funksionojë si duhet. Nëse lidhja nuk funksionon, problemet mund jenë të si më poshtë:

a) Lidhjet e papërshtatshme

b) Problemet e impiantit të kabllave

c) Mosfunksionimi i pajisjeve të komunikimit

Testimi dhe diagnostikimi i problemeve për pajisjet e komunikimit

a) Lidhjet e papërshtatshme. Sistemi kërkon që një transmetues të jetë i lidhur me një marrës, natyrisht, prandaj është e rëndësishme të verifikoni këtë lidhje për secilën lidhje. Edhe nëse impianti i kabllove është i dokumentuar si duhet, fibrat mund të jenë kryqëzuar në lidhje të ndërmjetme, kështu që përdorimi i një gjurmuesi vizual ose një lokalizues i defektit vizual do t'ju lejojë konfirmimin e shpejtë të lidhjes.

b) Funksionimi i pajisjeve të komunikimit:

- Nëse është e lidhur me impiantin e kabllove por nuk funksionon si duhet, filloni duke kontrolluar fuqinë në marrës në njërin skaj të lidhjes.

- Shkëputni kablлон në hyrjen e marrësit dhe matni fuqinë me një matës fuqie optik. Sigurohuni që pajisjet po përpiqen të transmetojnë një sinjal. Disa pajisjet kanë një mënyrë testimi duke detyruar transmetimin e një sinjali provë ose pajisjet thjesht mund të vazhdojnë të transmetojnë në përpjekje për të realizuar një lidhje.

- Nëse fuqia e marrësit është brenda specifikimeve, marrësi ose qarqet elektronike përtej lidhjes mund të jenë problemi. Përdorni diagnostikuesit e pajisjeve ose konsultohuni me prodhuesin (dokumentacionin teknik) për ndihmë.

- Nëse fuqia e marrësit është shumë e lartë, atëherë kjo mund të mbingarkojë marrësin dhe një shuarës optik duhet të futet në fundin e marrësit për të zvogëluar fuqinë në nivelin e duhur.

- Nëse fuqia e marrësit është më e ulët sesa kërkohej nga specifikimet e funksionimit shkaku është ose fuqi e ulët e transmetuesit ose shumë humbje në impiantin e kabllove.

- Për të provuar fuqinë e transmetuesit, shkëputni patchcordën që lidh transmetuesin në impiantin kabllor dhe matni fuqinë optike. Nëse fuqia është e ulët, ka një problem me transmetuesin ose patchcordën.

- Për të përcaktuar se cili është problemi, provoni të testoni transmetuesin me një patchcord të rregullt. Nëse fuqia është brenda specifikimit, zëvendësoni patchcordën e dëmtuar dhe testoni përsëri lidhjen.

- Nëse fuqia e transmetuesit është e ulët me një patchcord të rregullt, pajisja mund të ketë nevojë për mirëmbajtje (pastrim) të portës së daljes ose zëvendësim.

- Nëse transmetuesi testohet dhe rezulton në rregull, por fuqia e marrësit është e ulët, problemi është ndoshta në impiantin e kabllove. Së pari përpiquni të kaloni lidhjen e komunikimit në fibra rezervë për të parë nëse kjo e zgjidh problemin. Më pas testoni humbjen e fibrës së dyshuar në impiantin e kabllove me një OLTS për të përcaktuar nëse humbja në impiantin i kabllove është e madhe.

Referencat e përdorura në këtë material për fibrat optike:

<https://www.thefoa.org/tech/ref/install/tools.html>

<https://www.thefoa.org/tech/ref/install/FO%20InstallersToolList.pdf>

<https://www.thefoa.org/tech/guides/TT3.pdf>

<https://www.foa.org/tech/connID.htm>

Book - Broadband optical access networks / Leonid G. Kazovsky, Ning Cheng, Wei-Tao Shaw, David Gutierrez, Shing-Wa Wong.

Tema 18: Organizimi i rrjetave telefonike, telefonia konvencionale dhe sistemi i numeracionit telefonik

18.1 Hyrje

Qëllimi kryesor i rrjetit telekomunikues është transmetimi i informacionit në forma të ndryshme nga një shfrytëzues në një shfrytëzues tjetër, të cilët në rastin e rrjetit të telefonisë publike quhen abonentë.

Informacionet e shfrytëzuesit mund të kenë forma të ndryshme si zë ose të dhëna dhe abonenti mund të shfrytëzojë teknika të ndryshme për qasje në rrjet si telefoni fikse apo celulare.

Në vijim po paraqesim funksionet themelore të nevojshme në të gjitha Rrjeti telekomunikues përfshin lloje të ndryshme të rrjeteve për të siguruar shërbime të ndryshme si transmetim të dhënash, telefoni rrjetet, pa marrë parasysh llojin e shërbimit.

Teknikat e nevojshme të komunikimit nëpërmjet rrjeteve janë:

- Transmetimi
- Komutimi
- Sinjalizimi

18.1.1 Transmetimi

Transmetimi është proces i bartjes së informacionit ndërmjet pikave fundore të sistemit apo të rrjetit, duke shfrytëzuar 4 mjedise themelore: kabllo metalikë, kabllo me fibër optike, radiovalët, optikën e hapësirës së lirë.

Në rrjetin telekomunikues, sistemet e transmetuese ndërlidhin centralet dhe si të tillë formojnë të ashtuquajturin rrjet transmetimi ose të transportit.

Numri i nevojshëm i kanaleve të folurit ndërmjet centraleve, është shumë më i vogël se numri i abonentëve sepse vetëm një pjesë shumë e vogël e tyre vendosin lidhje në të njëjtën kohë.

18.1.2 Komutimi

Parimisht të gjithë telefonat duhej të ishin të lidhur me kabllo me njëri tjetrin sic ka qenë arkitektura në fillim të paraqitjes së telefonisë. Mirëpo me rritjen e abonentëve, operatorët kuptuan që duhej me patjetër një komutim i sinjaleve nga një linjë në tjetrën.

Në fillim nevojiteshin vetëm disa kabllo ndërmjet centraleve për këtë pasi numri i thirrjeve të njëkohshme ishte i vogël në krahasim me telefonat. Centralet nuk ishin automatik dhe komutimi bëhej në mënyrë manuale duke përdorur një panel komutimi (switchboard).

Në dekadat e fundit centralet janë automatike të kontrolluara me software.

18.1.3 Sinjalizimi

Sinjalizimi realizohet me anë të sinjaleve apo mesazheve të veçanta që nga njëra anë i sinjalizojnë anës tjetër atë veprim që kërkohet nga lidhja e tillë. Disa shembuj të sinjalizimit në linjën e abonentit janë:

- Gjendja aktive (Off-hook condition)- centrali pranon mesazhin se abonenti ka ngritur receptorin (telephone hook)-(pra qarku i furnizimit mbyllet) dhe i dërgon abonentit tonin ose mund të fillojë zgjedhjen.
- Zgjedhja e numri (dial) abonenti zgjedh shifrat që pranohen nga centrali
- Gjendja pasive (On-hook condition)- Centrali pranon mesazhin se ka përfunduar thirrja (linja e abonentit hapet), ndërpritet lidhja dhe përfundon faturimi.

18.2 Telefonia konvencionale

Telefoni i zakonshëm fiks furnizohet me energji elektrike nga centrali lokal nëpërmjet dy përçuesve metalik që formojnë linjën e abonentit.

Linja e tillë e abonentit, e cila gjithashtu bart sinjalin e të folurit është çifti i përdredhur (twisted pair) dhe quhet lidhje lokale (local loop).

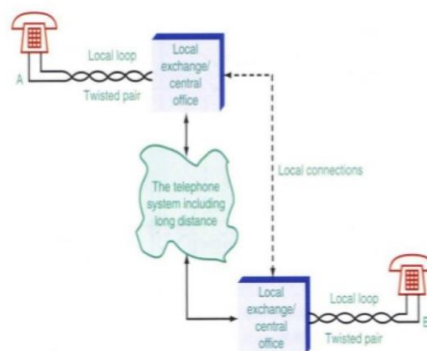


Fig.18.2.1

Mënyra e tillë e furnizimit nga centrali e bënë shërbimin bazë telefonik të pavarur nga rrjeti lokal i furnizimit me energji. Centralet lokale kanë bateri me kapacitet të madh që, në rast të ndërprerjes së rrymës elektrike nga rrjeti, sigurojnë furnizim për disa orë të centralit dhe aparatit telefonik. Kjo është shumë e rëndësishme sidomos në situata emergjente në rastin e ndërprerjes së energjisë elektrike.

Më poshtë tregohet skema e thjeshtuar e funksionit të lidhjes telefonike.

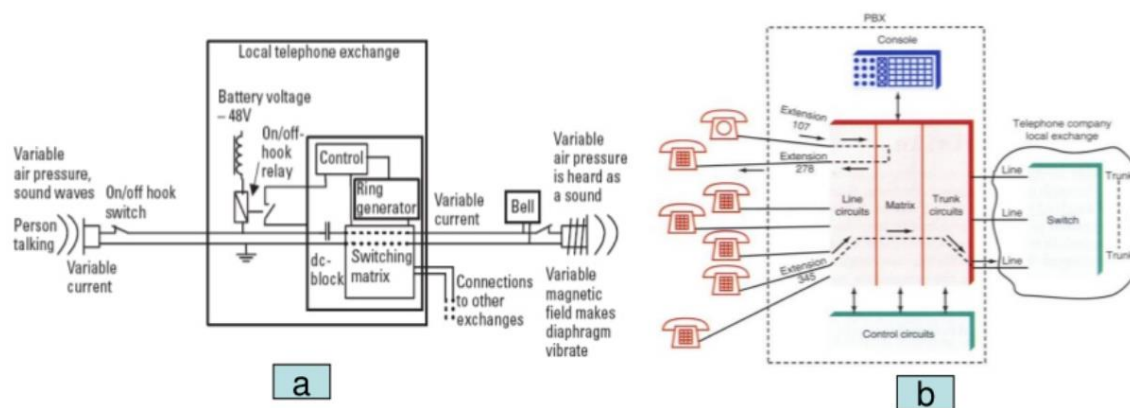


Fig.18.2.2

18.3 Sistemi i numeracionit telefonik

Edhe në rrjetin mobile, cdo kartë e abonentit ka një numër unik i identifikimi. Sistemi i numeracionit është hierarkik dhe në një nivel më të lartë ai ka një kod shtetëror ndërkombtarisht të standartizuar.

Rekomandimi i i TU-T(E.164) i cili përcakton planin telekomunikues ndërkombëtar publik të numeracionit në rrjetet telefonike publike me komutim kanalesh (PSTN) dhe në disa rrjete të tjera të dhënash, përcakton gjithashtu edhe formatin dhe strukturën e hierarkisë së numrave telefonik.



Fig.18.3.1

Prefiksi ndërkombëtar

Ky numër për akses ndërkombëtar përdoret për thirrjet ndërkombëtare, pra ka nevojën e përdorimit të centralit të një shteti tjetër.

Prefikset e shteteve dallojnë mes tyre edhe pse vihen re dhe harmonizime (psh në europë fillojnë me 00).

Nëse shërbimi ofrohet nga shumë operatorë atëherë zgjedhim prefiksin e operatorit në vend të 00. Kodi i shtetit ka 1 deri në 4 shifra dhe nuk është i nevojshëm për thirrjet brenda shtetit. Një numër abonenti që përfshin edhe kodin e shtetit quhet numër ndërkombëtar.

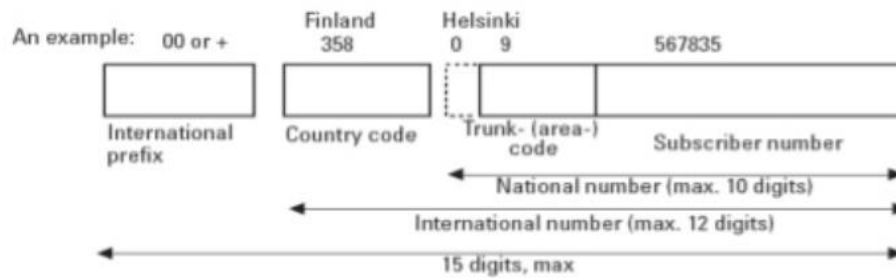


Fig.18.3.2

Prefiksi rajonal

Kodi rajonal (trunk code) përcakton zonën se ku do të drejtohet thirrja brenda shtetit. Shifra e parë i identifikon për thirrje në largësi ndërsa të tjerat identifikojnë rajonin.

Shifra e parë në rastin e thirrjeve në largësi nuk nevojitet sepse thirrje të tilla gjithmonë drejtohet nga niveli i rrjetit të destinuar për thirrje në largësi.

Në rastin e rrjetit celular përdoret kodi rajonal për identifikimin e rrjetit amë të abonentit.

Kodi rajonal dhe numri i abonentit formojnë një identifikim unik për abonentin në nivel shtetëror, i cili paraqet numrin shtetëror maksimumi prej 10 shifrash.

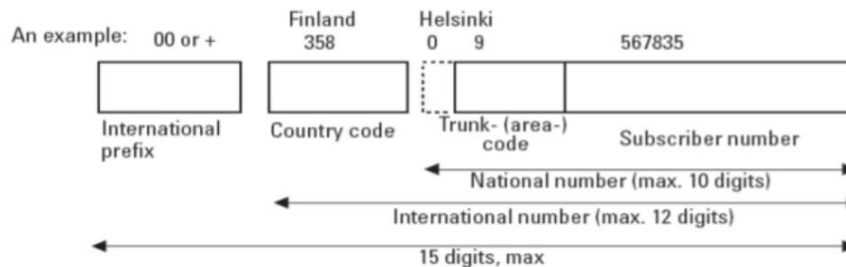


Fig.18.3.3

Numri i abonentit

Ky numër është i identifikimi unik i abonentit brenda një rajoni gjeografik. Për shkak të hierarkisë së numeracionit, pjesa apo nënfusha e numrit telefonik të një abonenti mund të jetë e njëjtë me të një abonenti tjetër në një rajon tjetër.

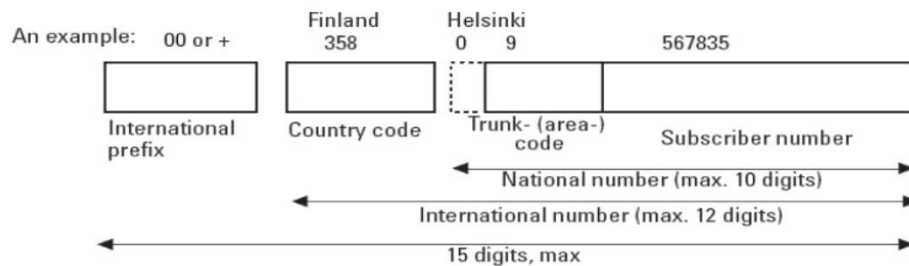
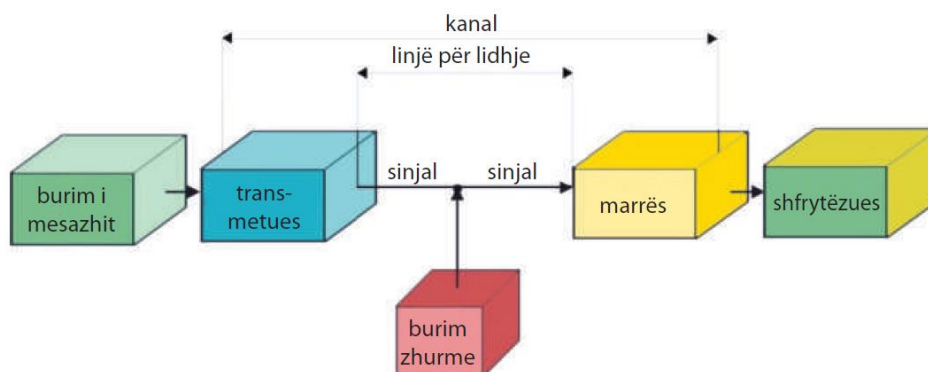


Fig.18.3.4

Abonenti përvec numrave që përmendëm më lart duhet të ketë shtesë edhe numrin e operatorit që zgjedh.

Tema 19: Komponentet e transmetimit telefonik, marrësi, dhënësi, multiplekseri

Modeli i transmetimit të komunikimit me bllok-skemën e thjeshtuar është treguar në figuren



më poshtë.

Fig.19.1

Burimi 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, te dhëna nga matjet etj

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.

Linja për lidhje (sistemi për transmetim) është mjedis për transmetim ose mjedis përmes të cilit sinjali transmetohet nga transmetuesi deri te shfrytëzuesi.

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.

Marresi është pjesë e sistemit në të cilin kryhen operacione të kundërta me operacionet e transmetuesit. Në transmetues sinjali elektrik, i cili vjen përmes sistemit të transmetimit, shndërrohet në mesazh.

Shfrytëzues është njeriu ose makina për të cilën është 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.

Skema e zgjeruar e sistemeve për bartjen e mesazheve jepet në fig. 19.2.

Shprehja e mesazheve me ndonjë lloj simboli quhet **kodim**, kurse rregulli me të cilën realizohet quhet **kod**.

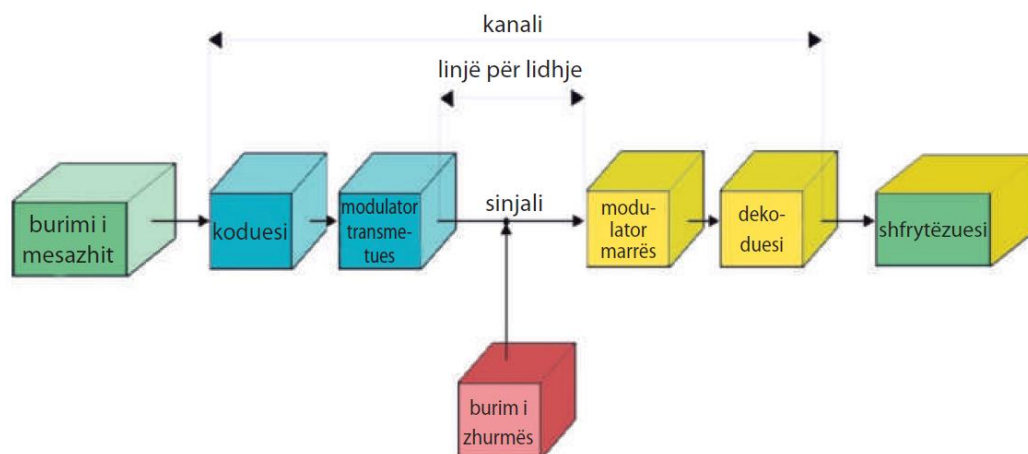


Fig. 19.2

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

- **koduesi i burimit (K)**
- **kodues i kanalit dhe transmetuesi – modulatori (TM)**

Pjesën e marrësit e përbëjnë:

- **dekodues i kanalit, marrësi-demodulatori (MD),**
- **dekodues i marresit (DM)**

Kanali është pjesa e transmetimit të cilin e përbëjnë koduesi i kanalit dhe sistemi i transmetimit, gjegjësisht mjedisi i telekomunikimit

dhe dekoduesi i kanalit.

Mikrofoni

Me ngritjen e receptorit të telefonit, mbyllet ndërprerësi (hook switch) dhe fillon rrjedhja e rrymës në linjën e abonentit nëpër mikrofoni lidhur në linjën e tillë i cili bën shndërrimin e energjisë akustike në atë elektrike. Fillimisht si mikrofona telefonik janë shfrytëzuar të ashtuquajturit mikrofona të karbonit, të cilët kanë membranë me kuti të vogël e cila mban kokrrat e karbonit dhe që funksionon si rezistor i ndryshueshëm i furnizuar nga bateri e tensionit të vendosur në central.

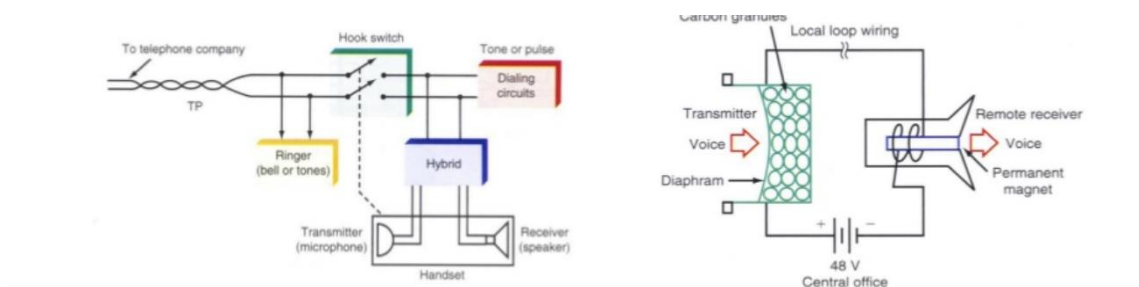


Fig.19.3

Kur valët e zërit shtypin kokrrat e karbonit me presion të mjaftueshëm, rezistenca e qarkut zvogëlohet dhe rryma fillon të rritet. Presioni i ndryshueshëm i ajrit krijon rrymë alternative të ndryshueshme në linjën e abonentit dhe kjo rrymë është bartëse e informacionit të zërit. Princi i funksionimit të linjës së abonentit është i njëjtë edhe sot pamvarësisht aparateve moderne telefonike me mikrofona të sofistikuar dhe kualitet të lartë.

Kufja

Rryma alternative ekrijuar nga mikrofoni, në anën e kundërt të lidhjes shndërrohet përsëri në zë. Kufja e ka membranën nga një copë magneti permanent brenda një bobine e cila furnizohet me rrymë alternative të krijuar nga mikrofoni në anën tjetër të lidhjes. Rryma shkakton fushë të ndryshueshme magnetike që lëviz membranën e cila prodhon valët e zërit, afërsisht të njëjta me zërin origjinal në anën tjetër të lidhjes.

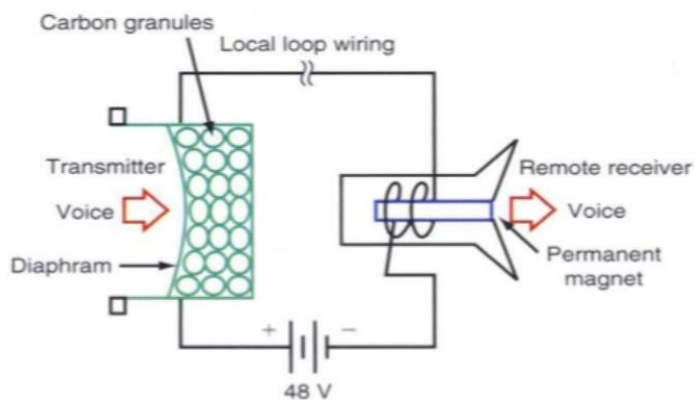


Fig.19.4

Multiplekseri

Multiplekseri është pajisje hardwerike që mundëson lidhjen e grupit të pajisjeve periferike në central ose në sistemin kompjuterik në mënyrë që në rastin e transmetimit të të dhënave të egzistojë vetëm një linjë transmetimi ndërmjet multiplekserit dhe centralit ose sistemit kompjuterik.

Multiplekseri ka për detyrë tua dedikojë linjën komunikuese më tepër shfrytëzuesve, në mënyrë plotësisht të përcaktuar.

Ai vendoset në anën e transmetimit, që do të thotë se gjatë transmetimit të dyanshëm ose duplex ka nga një multiplekser në secilën anë të linjës komunikuese.

Brezi i përgjithshëm frekuencor ose koha u dedikohet shfrytëzuesve që shfrytëzonte linjën e përbashkët, duke ditur që trafiku i përgjithshëm i shfrytëzuesve nuk mund të jetë më i madh se kapaciteti i linjës. Prandaj roli i multiplekserit është që ti mundësojë shfrytëzuesit të ketë përshtypjen që ka në dispozicion linjën e tij të veçantë me kapacitetet përkatës.

Kemi dy lloje multiplekserash:

Multiplekser me ndarje frekuencore të kanaleve

Multiplekser me ndarje kohore të kanaleve

Tema 20. Centralet telefonike

20.1 Pajisjet e centraleve

Funksioni kryesor i një centrali është vendosja dhe hapja e rrugëve (path) të përkohshme midis dy linjave të abonentit, midis një linje të abonentit dhe një linje trunk, ose midis dy trunkeve .

Dy njësitë kryesore të pajisjeve në një central janë treguar në Fig. 20.1.

Ndërprerësi (switchblock) ka një numër të madh portash

(P) në të cilat janë bashkangjitur linjat e abonentëve ose trunkeve.

Portat janë të ndërlidhura nga çelsa. Duke mbyllur ose hapur grupe të përshtatshme të çelsave, centrali mund të hapë ose bllokojë linjat për në switchblock.

Në çdo moment në të njëjtën kohë, shumë nga këto rrugë mund të jenë aktive.

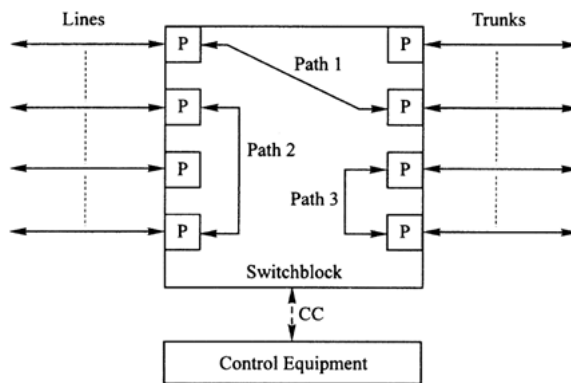


Fig.20.1

Komandimi i këtyre rrugëve bëhet nëpërmjet pajisjes së komandimit të centralit (CE).Kjo pajisje dërgon komanda dhe merr përgjigje nëpërmjet kanalit të kontrollit (CC).

20.2 Ndërprerësit

Deri në rreth 1975, të gjitha centralet kishin Switchblock analog i mplementuar me pajisje komutuese elektromekanike. Në centralet lokale,switchblock ishin me dy tela (fig.20.2)

Rrugëkalimet e përkohshme në switchblock dhe qarqet e bashkangjitur në portat P, ishin qarqe me një brez zëri (300–3400 Hz) analog me dy tela dhe dy drejtimësh.

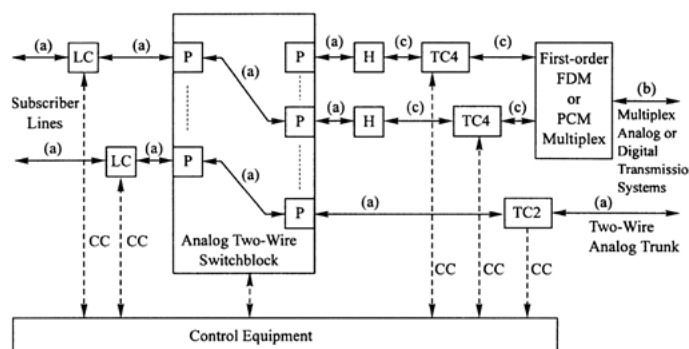


Fig.20.2

Linjat e abonentit dhe linjat (trunk)analoge me dy tela (a) ishin bashkangjitur në portat e switchblock , përkatësisht, nga qarqet e linjës me dy tela (QL) dhe qarqet e trunkve me dy tela (TC2).

Trunket e shumëfishta analoge dhe PCM (b) u shndërruan, nga multipleksimet e rendit të parë FDM dhe PCM, në qarqe individuale analoge me katër tela .

Këto qarqe kaluan më pas nëpër qarqet e linjave analoge me katër tela (TC4) dhe u shndërruan nga hibridet H në qarqe analoge dy-telësh dy-drejtimes (a).

Switchblock,linjat dhe qarqet e trunkveve kontrolloheshin nga pajisjet e kontrollit të centralit, përmes kanaleve të kontrollit (CC).

Qarqet e linjës dhe të trungut luajnë një rol në transmetimin dhe marrjen e informacionit të sinjalizimit

Switchblock analoge në centralet e ndërmjetme siguruan rrugë(path-e) analoge me katër tela midis portave me katër tela.

20.3 Ndërprerësit dixhitalë

Futja e sistemeve dixhitale të transmetimit me multipleksim me ndarje të kohës ka çuar në zhvillimin e centraleve me Switchblock dixhitale.

Shumica e centraleve të instaluara pas vitit 1980 kanë Switchblock dixhitale që implementohen me qarqe gjysmëpërçues të integruar.

Siç tregohet në figurë, portat në Switchblock dixhitale janë zakonisht me katër tela.

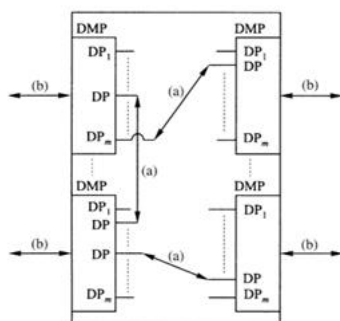


Fig.20.3

20.4 Pajisjet e Kontrollit

Pajisjet e kontrollit të centraleve të hershme u implementuan me pajisje elektromekanike.

Centrali i parë i kontrolluar nga programi i ruajtur (SPC) u vendos në operacion komercial në 1965. Elementet kryesore të një sistemi kontrolli të programuar janë treguar në figurë.

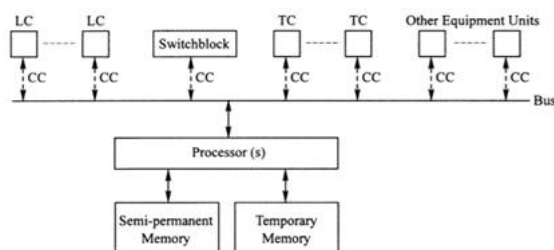


Fig.20.5

Një procesor (ose një grup) kryen të gjitha veprimet e centralit, duke kontrolluar bllokimin e switchblock, qarqet e linjës, trunkeve dhe pajisjet e tjera të centralit, duke ekzekutuar udhëzime në programin e tij.

Kanalet e kontrollit për këto njësi të pajisjeve janë të lidhura me një bus në procesor.

Kujtesa e procesorit ndahet në memorje gjysmë të përhershme dhe memorje të përkohshme.

Kujtesa gjysmë e përhershme ruan programet për përpunimin e thirrjeve, karikimin dhe procedurat e mirëmbajtjes së centralit, dhe tabelat me të dhëna për analizën e shifrave, kursin dhe tarifimin e thirrjeve, etj.

Kujtesa e përkohshme ruan të dhëna që ndryshohen shpesh: për shembull, informacion mbi statusin e linjave dhe trunkeve të abonentit, ose regjistrimet e thirrjeve aktuale ekzistuese.

Fuqia e rritur logjike e centraleve SPC ka lejuar përfshirjen e veçorive që nuk i shinin të disponueshme në centralet e mëparshme.

Këto ndahen në dy kategori:

- Shërbime të reja për abonentin (përcjellja e thirrjeve, pritja e thirrjeve, thirrjet në tre drejtime, etj.).
- Procedurat për të lehtësuar administrimin, funksionimin dhe mirëmbajtjen e centralit nga telekomi.

Tema 21: Centralet telefonike elektronike

21.1 Hyrje

Ekzistojnë dy lloje të diagrameve që përdoren për të përfaqësuar sekuencën e ngjarjeve midis abonentit dhe centraleve. Ato janë diagram i sinjalit të centralit dhe diagram i tranzicionit të gjendjes. Të dy diagramet mund të përdoret për të specifikuar sjelljen e njësive të ndryshme të kontrollit në qendrën e komutimit.

Për thirrjen lokale, hapat e përfshirë në përpunimin e një thirrjeje tregohen në Fig. 21.1.

Normalisht, pasi të ketë mbaruar biseda, centrali do të jetë në gjendje të papunë. Por në përgjithësi, ekzistojnë dy lloje vështirësish.

1. Mbajtja e abonentit të thirrur (CSH) (Called subscriber held) Në këtë rast, telefonuesi nuk fillon një telefonatë ose marrësi nuk mer një thirrje.

2. Gjendja loop e përhershme (PL) (Permanent loop condition). Kjo gjendje ndodh kur telefonuesi zëvendëson telefonin por abonenti i thirrur jo.

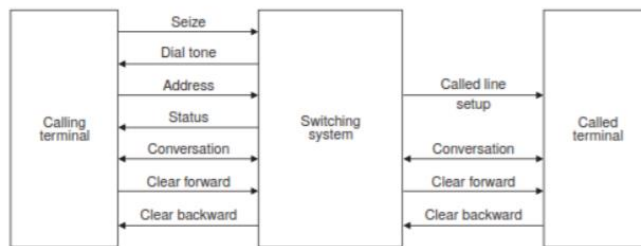


Fig 21.1

Diagrami i gjendjes së tranzicionit (s.t.d.) specifikon përgjigjen e një njësie kontrollit ndaj çdo sekuece të ngjarjet s.t.d., është një mjet i fuqishëm i dizajnit.

Simbolet themelore përcaktohen si më poshtë:

Kutitë e gjendjes. Kutitë e gjendjes janë etiketuar me numrin e gjendjes dhe përshkrimin e gjendjes. Nëse është e nevojshme, gjithashtu mund të përfshihen informacione shtesë.

Kutitë e ngjarjeve. Shigjeta e synuar e simbolit tregon nëse ngjarja korrespondon me marrja e sinjalit përpara ose prapa.

Kutitë e veprimit. Kutitë drejtkëndëshe paraqesin veprimin e ndërmarrë për ngjarjen. Shigjeta tregon nëse sinjali dërgohet përpara ose prapa.

Kutitë e vendimeve. Kutia në formë diamanti përdoret për rastet kur janë dy ndarje e mundshme.

Konektorët . Këto simbole përdoren për të lidhur një tabelë rrjedhjesh me një diagram tjetër. Figura tregon diagramën s.t.d për një thirrje tipike lokale.

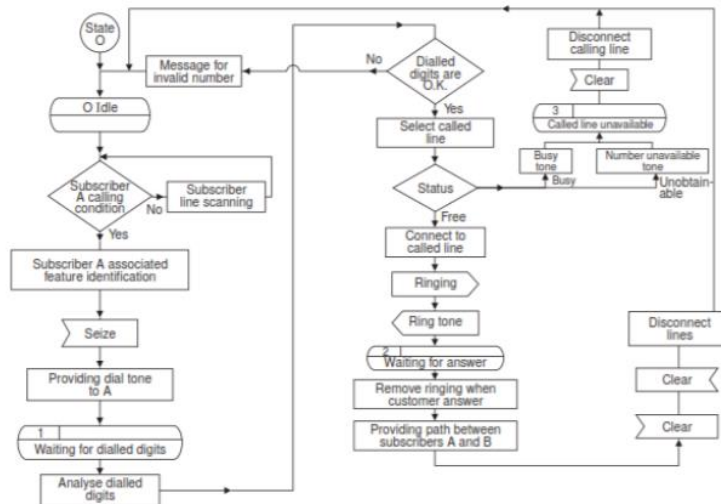


fig 21.2

21.2 Sistemi komutues elektronik (ESS).

Kalimit në sitemin e kontrolluar nga kompjuteri në përgjithësi i referohemi si sistem komutues elektronik (ESS).

ESS ofron potencialin më të madh si për komunikimin me zë ashtu edhe për të dhënat.

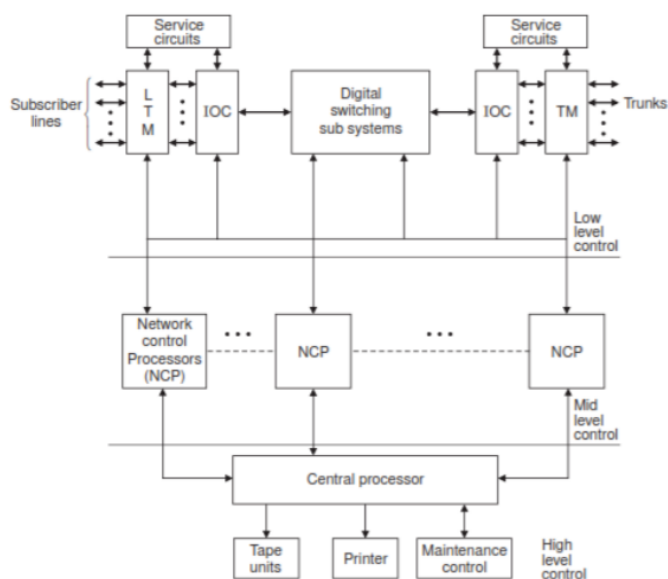
Një ESS përbëhet nga:

- 1.Kompjuteri
2. Memoria
3. Aftësia e programimit
4. Një komponent kalimi jashtëzakonisht i shpejtë

Një pajisje e përbashkët e komutimit të bazuar në kompjuter nënkupton dy lloje të dallueshme të njësive.

1. Njësia e kontrollit
2. Rrjeti komutues

Figura i lustron arkitekturën e sistemit harduerik të komutimit dixhital .



fig

21.3

21.3 Organizimi i programit të sistemit të komutimit

Për përpunimin efektiv të një thirrjeje, për të kryer funksione të ndryshme të nënsistemeve dhe për t'u ndërlidhur me nënsistemet e tjera, softueri luan një rol jetësor.

Programet mundësojnë të dhëna hyrëse të çdo sistemi dixhital për të dhënë rezultate në një fraksion të sekondës, përpunime të njëkohshme të shumë thirrjeve në kohë reale dhe kryen shumë funksione të tjera sesa rruga e thjeshtë e vendosur midis abonentit për bisedë.

Nevoja për një program

Përveç përpunimit të thirrjeve, çdo shkëmbim duhet t'i shërbejë pajtimtarit lehtësi të ndryshme dhe shumë detyra të tjera administrative.

Figura tregon aktivitete të ndryshme të një sistemi komutues. Për të kryer këto aktivitete në mënyrë efikase dhe efektive, përdorimi i softuerit është i pashmangshëm.

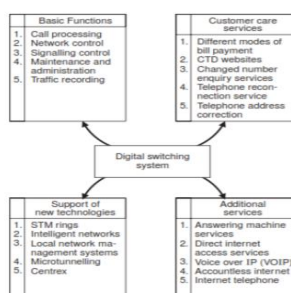


Fig 21.4

21.4 Klasifikimi dhe ndërfaqja e Softuerit

Në nivele të ndryshme të arkitekturës hardware, përdoret softueri .

Kështu, shumë sistemet dixhitale të komutimit përdorin disa programe të nivelit të sistemit. Sistemet themelore të softuerit janë klasifikuar si:

1. Softueri i mirëmbajtjes
2. Softuer për përpunimin e thirrjeve
3. Softueri i bazës së të dhënave / administratës
4. Softueri i veçorive.

Paketat e programeve ndahen në module programesh.

Disa module janë grupuar së bashku për të formuar njësi funksionale. Dizajni i parameterizuar përfshin parametrat harduer dhe softuer.

Parametrat e harduerit bazohen në harduerin e përdorur në zyrën qendrore ose central.

Ata janë numri i procesorëve të kontrollit të rrjetit, numri i kontrolluesve të linjës, numri i abonentëve që do të shërbehen, numri i bagazhit për të cilin centrali është inxhinierizuar etj.

Tema 22. Transmetimi dixhital

Sinjalet analoge (a) mund të shndërrohen në rrjedha bitesh dixhitale (d) dhe të transmetohen në sistemet dixhitale të transmetimit .

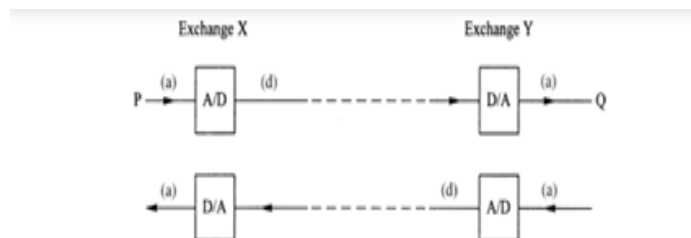


Fig.22.1

Transmetimi dixhital është më i fortë dhe me cilësi më të mirë se transmetimi analog. Ndërsa sinjalet dixhitale kërkojnë më shumë gjerësi bande, ato shpesh janë më pak të kushtueshme se sa homologët e tyre analoge. Transmetimi dixhital po zëvendëson me shpejtësi transmetimin analog në telekomunikacion.

22.1 Sistemet e Transmetimit Dixhital T1 dhe E1.

Ekzistojnë dy standarde për sistemet e transmetimit të rendit të parë. Sistemi T1, një zhvillim i Bell Laboratories, përdoret kryesisht në Shtetet e Bashkuara.

Sistemi E1 është përcaktuar nga instituti Evropian i Standardeve të Telekomunikacionit (ETSI) dhe përdoret në shumicën e vendeve të tjera.

Në të dy sistemet, rryma e bitit ndahet në korniza që transmetohen me një shpejtësi prej 8000 kornizash / sekondë.

Çdo kornizë është e ndarë në një numër kanalesh të ndarjes kohore tetë bitëshe, të njohur si hapësira kohore (TS), që përmbajnë mostrat PCM të trunkeve individuale.

Formati i kornizës së sistemit T1 (i njohur si formati DS1) tregohet në figurë.

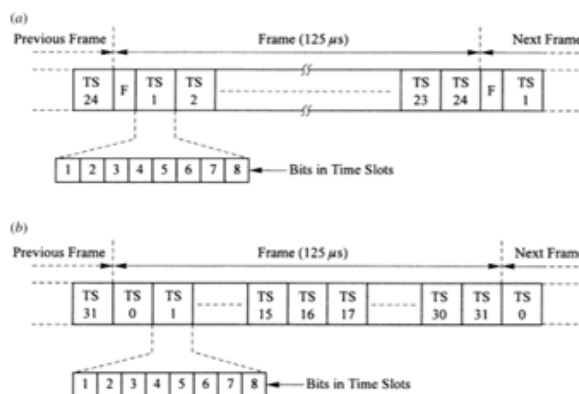


Fig.22.2

Ai përbëhet nga m slote 24 hapësira kohore (TS1 deri TS24) dhe një bit kornizë (F).

Bitet F në kornizat e njëpasnjëshme formojnë një sekuencë fikse sinkronizimi që përsërit çdo 12 korniza.

Kjo mundëson që një multiplekser të i identifikojë pikat e fillimit të kornizave individuale në rrjedhën e bitit hyrës.

22.2 Sistemet e Transmetimit Dixhital

Multipleksimet PCM të rendit të parë barten në dy palë tela bakri në një kabllo konvencionale. Pulsat zbuten dhe shtrihen ndërsa përshkojnë kablлон dhe duhet të rigjenerohen nga përsëritësit (R), të vendosura në intervale prej 1 milje si në figurë.

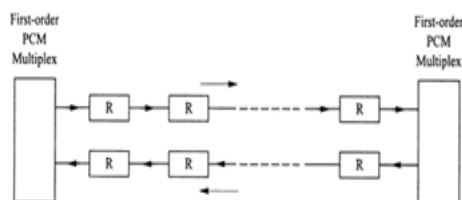


Fig.22.3

Meqenëse është e vështirë të mirëmbahen sistemet e transmetimit me një numër të madh përsëritësish, gjatësia maksimale e këtyre sistemeve është rreth 200 milje.

Sinjalet e multipleksimeve të rendit më të lartë mund të barten në sistemet e transmetimit të disa llojeve.

Ashtu si homologët e tyre analoge, lidhjet dixhitale tokësore të radios janë të ndara në seksione, me stacione përsëritëse në kufijtë e seksioneve.

Në sistemet e fibrave optike, sinjali dixhital është në formën e impulseve të valës së dritës që përhapen përmes një fije të hollë qelqi.

Këto sisteme transmetimi ofrojnë transmetim me shpejtësi të lartë me zbutje të ulët dhe lejojnë hapësirë më të gjatë të përsëritësit.

Shkalla e të dhënave prej disa gigabit / sekondë mundësohet me hapësirën e përsëritësit prej qindra, madje mijëra kilometra, në varësi të llojit të fibrave. Ekzistojnë dy standarde për transmetimin optik:

1. Rrjeti Sinkron Optik (SONET)
2. Hierarkia Dixhitale Sinkron (SDH)

22.3 Transmetimi Analog

Deri në vitin 1960, transmetimi analog i shte forma e vetme e transmetimit në rrjetet telekomunikuese. Sot, rrjeti telekomunikues është kryesisht dixhital, përveç linjave të parapaguesit. Kjo pjesë përshkruan disa aspekte themelore të transmetimit të sinjaleve analoge në telekomunikacion. Në këtë seksion, termi sinjal i referohet i nformacionit (të folurit ose të dhënat e brezit zanor) të shkëmbyer midis abonentëve gjatë një thirrjeje .

22.4 Qarqet Analoge

Një sinjal analog është një funksion i vazhdueshëm i kohës. Telekomunikacioni filloi si telefonia, në të cilën një mikrofon prodhon një sinjal elektrik analog, ndryshimet e të cilit në kohë përafrojnë ndryshimet në presionin e ajrit të prodhuar nga fjalimi i folësit.

Një marrës (ose kufje) rikthen sinjalin elektrik të të folurit në variacione të presionit të ajrit që dëgjohen nga dëgjuesi.

Ndryshimet e presionit të fjalës akustike janë komplekse dhe nuk përshkruhen lehtë. Fjalimi akustik "mesatar" përmban frekuenca nga 35 Hz në 10,000 Hz.

Pjesa më e madhe e fuqisë së të folurit përqendrohet midis 100 Hz dhe 4000 Hz.

Për telefoninë me cilësi të mirë, duhet të transmetohen vetëm frekuencat midis 300 dhe 3400 Hz. Kanalet analoge të komunikimit në rrjet, të cilat historikisht janë krijuar kryesisht për transmetimin e fjalës, pra akomodojnë këtë gamë të frekuencave të brezit zanor.

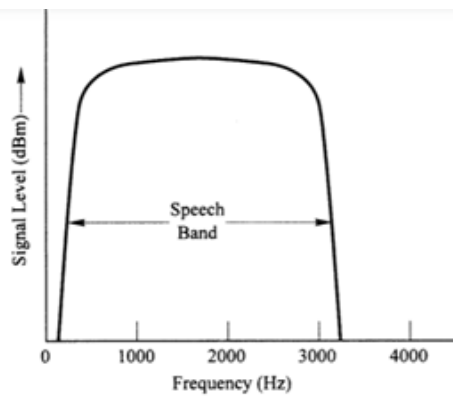


Fig.22.4

22.5 Qarqet me dy tela dhe katër tela.

Qarqet analoge mund të jenë me dy tela ose katër tela. Linjat e abonentit janë qarqe me dy tela, të përbërë nga një palë tela bakri të i zoluar që transferojnë sinjale në të dy drejtimet. Shumica e trunkëve analoge janë qarqe me katër tela, të përbërë nga dy qarqe njëdrejtimëshe me dy tela, një për secilin drejtim të transmetimit.

Në diagramat e këtij seksioni, qarqet janë treguar si në figurë. Shigjetat tregojnë drejtimet e transmetimit. Në përgjithësi, qarqet dykahëshe (dy ose katër tela) tregohen si në (a), dhe një shënim tregon nëse qarku është me dy tela ose me katër tela.

Kur diskutohen dy qarqet të pa drejtuara të një qarku me katër tela, përdoret përfaqësimi (b).

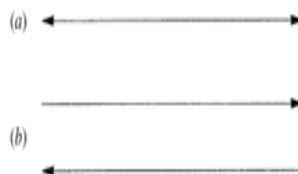


Fig.22.5

22.6 Transmetimi i të dhënave në qarqet analoge.

Të dhënat dixhitale shndërrohen nga modemët në një formë që përshtatet brenda brezit 300 - 3400 Hz të qarqeve analoge. Ekzistojnë disa tipe modemesh.

Modemet e zhvendosjes së frekuencës (FSK) shndërrojnë zero dhe njëshat e rrymës dixhitale në bit në dy frekuenca të brezit zanor, për shembull, 1300 dhe 1700 Hz.

Me FSK, të dhënat mund të dërgohen me shpejtësi prej 600 ose 1200 bit / sekondë. Sinjali i prodhuar nga një modem diferencial i ndryshimit të fazës (DPSK) është një frekuencë e vetme me zhvendosje fazore.

Në modemin V.26 të përdorur gjerësisht, frekuenca është 1800 Hz, dhe zhvendosjet fazore ndodhin me një shpejtësi prej 1200 zhvendosje / sekondë.

Zhvendosjet fazore mund të kenë katër madhësi, secila prej tyre paraqet vlerat e dy bitëve të njëpasnjëshëm në sinjalin dixhital.

Modemi transferon kështu 2400 bit / sekondë. Modemet e zhvilluara së fundmi kanë shpejtësi transferimi deri në 56 kb / sekondë.

22.7. Linjat analoge të abonentit

Figura tregon një lidhje midis dy abonentëve të shërbyer nga një central lokal analog. Linjat e pajtimtarit (SL) dhe rruga ,path (P) nëpër central janë qarqe me dy tela.

Fuqia e një sinjali elektrik zvogëlohet ndërsa përhapet përgjatë qarkut. Kjo zbutje bëhet më e madhe me rritjen e gjatësisë së qarkut. Karakteristikat e mikrofonave dhe marrësve janë të tilla që një dëgjues merr një sinjal akustik mjaft të fortë kur të paktën 1% e energjisë së sinjalit elektrik të prodhuar nga mikrofoni i folësit arrin te marrësi i dëgjuesit. Kjo korrespondon me zbutjen në një qark prej rreth 15 milje. Shumica e linjave të abonentit janë më pak se 4 milje të gjata dhe nuk ka probleme të fuqisë së sinjalit në thirrjet brenda zonës.

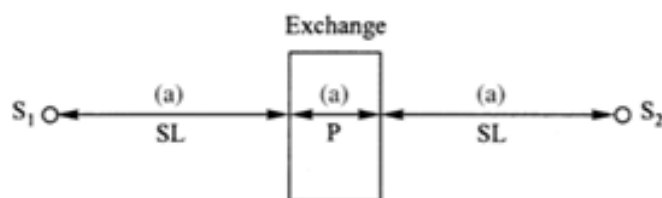


Fig.22.6.

22.7. Trunke analogë me dy Tela

Trunket me dy tela janë të ngjashme me linjat e parapaguesit dhe kanë karakteristika të ngjashme të zbutjes. Kjo kufizon gjatësinë e trunkut në rreth 10 milje.

22.8. Trunket analog me katër Tela

Trunket në distanca të gjata kërkojnë amplifikim për të kompensuar zbutjen e sinjalit. Përforcuesit janë pajisje njëdrejtimëshe, dhe kjo është arsyeja pse trunket në distanca të gjata janë trunke me katër tela.

Një qark me katër tela përbëhet nga dy qarqe njëdrejtimëshe të dy telave të përforcuar.

Në figurë qarqet hibride (H) në të dy skajet e trunkut shndërrojnë një qark me dy tela në një qark me katër tela dhe anasjelltas. Përforcuesit (A) ndodhen në intervalle të rregullta përgjatë dy qarqeve njëdrejtimësh.

Qarqet njëdrejtimëshe në një central që transferon sinjale në dhe nga një centrali i largët njihen si qarku i dërgimit (S) dhe qarku i marrjes (R).

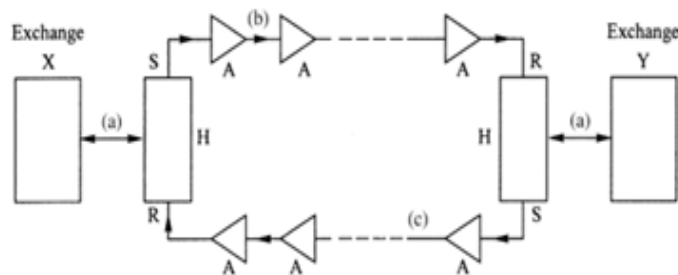


Fig.22.7

Tema 23. Teknologjia e transmetimit dhe konvertimit, modulimet

23.1 Modulimi PCM Adaptiv

Që nga prezantimi i PCM, janë zhvilluar disa teknika të tjera të kodimit.

Objektivi kryesor i këtyre zhvillimeve është të ulin shpejtësinë e bitit duke ruajtur cilësinë e transmetimit.

Një nga këto metoda, modulimi adaptues i kodit të impulsit diferencial (ADPCM), po futet në disa rrjete telekomunikuese.

Në ADPCM, mostrat dixhitale katër bitëshe, të transmetuara në 8000 mostra / sekondë, paraqesin ndryshimet në madhësinë e dy mostrave të njëpasnjëshme të sinjalit analog të hyrjes. Kodimi është "adaptiv": lidhja midis madhësisë së sasisë analoge dhe kodit dixhital shoqërues nuk është fikse, por përshtatet automatikisht me karakteristikat e sinjalit që kodifikohet.

Një kanal ADPCM për një trunk kërkon $8000 \times 4 \times \frac{1}{4} \times 32 \text{ kb / s}$ dhe jep një cilësi të folurit pothuajse të barabartë me PCM.

ADPCM dyfishon kapacitetin e kanalit (trunkut) të sistemeve të transmetimit dixhital.

23.2 Multipleksimi i ndarjes frekuencë

Multipleksimi i ndarjes së frekuencës (FDM) është një teknikë për të bartur sinjalet e një grupi të n trunkeve analog me katër tela në një sistem të përbashkët transmetimi analog me katër tela.

Në secilin drejtim të transmetimit, gjerësia e brezit të sistemit të transmisionit ndahet në $n \times 300 - 3400 \text{ Hz}$ kanale, të vendosur në intervale prej 4 kHz, për një gjerësi bande totale prej $n \times 4 \text{ kHz}$.

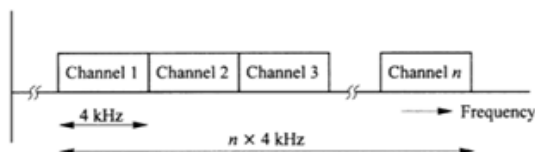


Fig.23.1

Figura më poshtë tregon një grup të trunkeve n FDM midis shkëmbimeve X dhe Y.

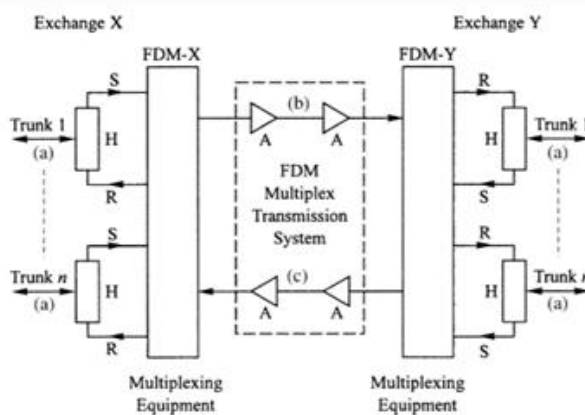


Fig.23.2

Trunket shfaqen në centrale si qarqe me dy tela (a) që mund të transferojnë sinjale analoge në intervalin 300 - 3400 Hz.

Pajisja e multipleksimit të ndarjes së frekuencës (FDM) është e vendosur në të dy centralet. Hibridet (H) shndërrojnë qarqet me dy tela në qarqe me katër tela.

Për transmetim në drejtim X! Y, multiplekseri FDM-X zhvendos kanalet dërguese 300–3400 Hz (S) të trunkut "lart" në frekuencë (me sasi të ndryshme) dhe pastaj kombinon kanalet në një qark transmetimi multipleks njëdrejtimësh (b).

FDM-Y demultiplekson sinjalin e marrë në (b), duke zhvendosur kanalet në frekuencë poshtë. Kanalet e demultipleksuara janë kanalet 300– 3400 Hz të pranimit (R) të trungjeve në centralin Y.

Në drejtimin tjetër, kanalet e dërgimit në centralin Y shumëfishohen nga FDM-Y, të kombinuara në qarkun e transmetimit multipleks (c) dhe të demultipleksuar nga FDM-X.

Përforcuesit A përgjatë qarqeve të shumëfishuara (b) dhe (c) kompensojnë dobësimin e sinjalit. Sistemet më të mëdha të multipleksimit FDM mund të formohen me multipleksim të përsëritur.

Kjo krijon një hierarki multipleksimi FDM, e cila është standardizuar ndërkombëtarisht .

Në figurë 60 trunke me dy tela T shndërrohen në qarqe me katër tela (b) nga hibridet (H). Multiplekset e rendit të parë FDM shndërrojnë 12 qarqe me katër tela në një qark grupi me katër tela (c) me 12 kanale. Gjerësia e brezit të qarqeve të grupit është $12 \times \frac{1}{4} \times 48 \text{ kHz}$ në secilin drejtim (60 - 108 kHz).

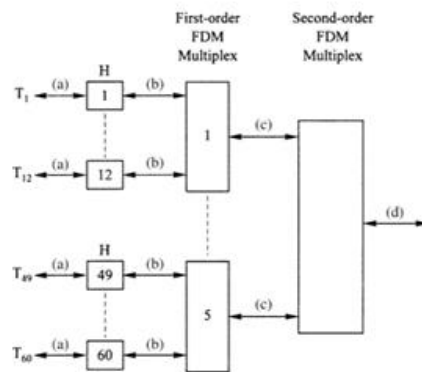


Fig.23.3

Multipleksimi i rendit të dytë FDM kombinon pesë qarqe grupi (c) në një qark supergrupi me katër tela (d) me 60 kanale.

23.3 Sistemet e Transmetimit FDM

Qarqet grupore mund të kryhen në dy palë tela të përforcuara, me amplifikatorë në hapësira të rregullta. Sinjalet e multiplekseve të rendit më të lartë barten në sistemet e transmetimit të disa llojeve.

Sistemet e transmetimit të kablllove përbëhen nga dy kablllo me bosht të përbashkët, me amplifikatorë në hapësira të rregullta. Sistemet kabllloviqe përdoren në rrugët tokësore dhe nënujore (transatlantike, transparente). Sistemet e radios me mikrovalë përbëhen nga një çift i lidhjeve transmetuese të radiofrekuencës njëdrejtuese (RF) në rajonin e mikrovalëve (2, 4, 6, 11 ose 18 GHz).

Sinjali i daljes së një multiplekseri FDM modulon frekuencën e bartësit të mikrovalës. Sinjali RF udhëton në një rreze të ngushtë nga antena transmetuese në antenën marrëse. Në sistemet tokësore, lidhjet e mikrovalëve ndahen në disa seksione (hops), të themi, 20–40 milje.

Stacionet e përsëritësit në kufijtë e seksionit amplifikojnë sinjalin RF të marrë nga një seksion dhe e ritransmetojnë atë në seksionin tjetër. Stacionet përsëritëse janë bazuar në tokë, dhe sistemet tokësore të mikrovalëve mund të përdoren vetëm në rrugë tokësore.

Sistemet satelitore me mikrovalë përdorin satelitë komunikimi.

Kur vërehet nga një pikë në tokë, sateliti shfaqet në një pozicion fiks dhe nevojiten vetëm rregullime të vogla dhe të rralla për të mbajtur një antenë të një stacioni tokësor drejtuar satelitit. Çdo lidhje satelitore përbëhet nga një "ngritje" nga një stacion tokësor në satelit, dhe një "zbritje" nga sateliti në një stacion tjetër tokësor.

Sateliti amplifikon sinjalin e marrë në "lidhjen e sipërme" dhe e ritransmeton atë në "lidhjen e poshtme".

Një disavantazh i transmetimit satelitor është koha e gjatë e përhapjes së sinjalit (mbi 250 ms nga stacioni tokësor në stacionin tokësor), e cila mund të shkaktojë probleme në bisedat telefonike.

23.4 Modulimi PCM

PCM është metoda më e hershme për shndërrimet analoge në dixhitale (A / D) dhe dixhitale në analoge (D / A) të përdorura në rrjetet telekomunikuese .

PCM u bë teknikisht i realizueshëm vetëm pas shpikjes së pajisjeve gjysmëpërçuese.

Sistemet e para PCM u instaluan në Shtetet e Bashkuara nga Bell System, në 1962.

PCM është krijuar në mënyrë që përgjigja e saj e frekuencës, e matur nga sinjali i hyrjes analoge (P) në sinjalin dalës analog (Q) të Fig. 22-2, është i njëjti (300 - 3400 Hz) si për transmetimin analog FDM .

Në PCM, sinjali analog i hyrjes (a) i një konverteri A / D është marrë në interval $t_s \frac{1}{125}$ mikrosekondë (8000 mostra / sekondë).

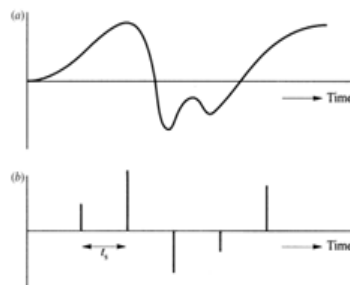


Fig.23.4

Madhësia e secilës mostër shndërrohet më pas në një oktet (një numër binar tetë bitësh).

23.5 Multipleksimi i ndarjes në kohë

Trunket PCM kryhen në sistemet e transmetimit të multipleksimit me ndarje në kohë me katër tela (TDM) .

Figura tregon një multipleksim të modulimit të kodit impuls të rendit të parë (PCM-X) për trunket m.

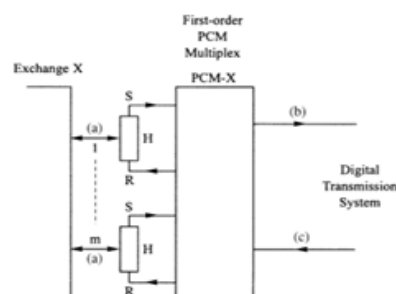


Fig.22.5

Në shembull, trunket janë bashkangjitur në central si trunke analoge me dy tela (a) dhe shndërrohen në qarqe analoge me katër tela nga hibridet (H).

Një multiplekser PCM-X bën shndërrimet A / D të sinjaleve në kanalet analoge të dërgimit (S) dhe më pas multiplekson oktet që rezultojnë në rrjedhën e bitit në dalje (b).

PCM-X gjithashtu ndan oktet e kanaleve individuale në rrjedhën e bitit hyrës (c) dhe bën shndërrimet D / A që prodhojnë sinjale analoge të zërit në kanalet e marrjes (R).

Referencat

- ***Signaling in telecommunications networks*** me autor: John G Van Bosse, Fabrizio U. Devetak
- ***Telekomunikacionet*** me autor: Iskra Jovanovska, Jasna Domazetovska (p`rkthyer Ing. i dipl. Riza Etemi)
- ***Telekomunikacionet*** me autor Adrian shehu

Tema 24 Llojet e transmetimeve dhe frekuencat

Transmetimet në telekomunikacion mund të zbatohen në mjedise të ndryshme komunikimi. Karakteristika kryesore e një mediumi është shpejtësia e tij e mundshme e transmetimit, e njohur gjithashtu si kapaciteti i kanalit, i cili për qëllime të transmetimit të të dhënave shprehet në bit për sekondë (bps). Një masë alternative e kapacitetit të kanalit të transmetimit është gjerësia e brezit - diapazoni i frekuencave të sinjalit që mund të transmetohen mbi kanal.

Llojet e transmetimit klasifikohen në bazë të mjedisit të tyre të transmetimit të cilat ndahen në Transmetime në mjedis të mbyllur dhe transmetime në mjedis valorë (wireless)

24.1 Transmetime në mjedis të mbyllur

Sinjali lëviz përgjatë një abjenti kabllor dhe konsiston në transmetime të sinjaleve elektrike ose optike:

1. Transmetimi në tela të përdredhur (Twisted pair) një medium komunikimi që përbëhet nga një palë telash të përdredhur. Kanë zbatim të gjere për transmetimin e sinjaleve analoge dhe digjitale. Dhe gjen aplikim kryesisht në telefoninë fikse. Për karakteristika të mira transmetuese të cifteve të bakrit në transmetimin analog, duhet të perdoren perforcues në cdo 5 deri 6 km. Në transmetimin digjital janë të nevojshem përsëritës të sinjalit në cdo 2 deri 3 km. Gjate transmetimit me cifte, ka distancë të kufizuar të transmetimit, brez të kufizuar të leshimit (1MHz), shpejtesi i të dhënave të kufizuar dhe zhurma

2. Transmetimi në Kabëll Koaksial .Mjedisi i komunikimit transporton sinjalin elektrik me frekuenca të larta me sa më pak humbje. Transmetimi në Kabllo Koaksiale në të cilin sinjali transmetohet në një përcjellës elektrik qendror , relativisht i trashë i mbrojtur nga disa shtresa izolimi dhe përcjellësi i dytë mbulon në mënyrë të plotë përcjellësin e parë. Të dy janë të ndarë nga njëri tjetri me shtresa izoluese.

3. Transmetimi në Fiber optike perdoren për kapacitet të lartë komunikimi. Transmetimi i sinjalit bëhet nepermjet sinjalit optik i cili transmetohet fibra optike . Fibrat optike përbehen nga berthame prej qelqi të pastër i mbuluar nga shtresa plastike që kanë qëllim mbrojtës për berthamen. Transmetimi i informacionit bëhet nga një vend në tjetrin, duke dërguar impulse infrarudhë të dritës përmes një fibre optike . Drita është formë e valës bartëse, e cila mbart informacionin. Për shkak të distancave të mëdha që ofron , përdorimit të aplikimeve me brez

të gjerë, humbjeve dhe dobësimi të ulët të sinjalit , ky mjedis komunikimi ka më tepër përparësi krahasuar me dy të parët më lart .

24.2 Transmetime në mjedis valorë (wireless) - sinjali transmetohet (rrezatohet në shumë drejtime) mbi ajër ose hapësirë dhe emetohet përmes një antene.

1. Mikrovalë tokësore janë transmetime për distance të largëta dhe kapacitete të larta që realizohen me anë të sinjaleve të mikrovalëve që udhëtojnë mbi sipërfaqen e tokës. Janë transmetime pikë me pikë dhe është e nevojshme që të dy antenat të shikojnë njera tjetrën

2. Transmetimet Satelitore janë transmetime në mikrovalë në të cilën sinjali transmetohet nga një stacion tokësor në një satelit I cili e merr sinjalin dhe pasi e perforcon e transmeton perseri ne toke. Distancat e këtij transmetimi janë shume me te largëta se llojet e tjera. Gjithashtu fuqia dhe permasat paisjeve transmetuese janë te medha. Kryesisht përdoren për qëllime Broadcast në television,qëllime ushtarake etj.

3. Transmetimi radios është transmetim pa tel që transmeton zërin ose të dhënat mbi ajër duke përdorur një brez me frekuencë më të ulët sesa mikrovalët. Përdoret për distance të vogla.

Shpejtësitë e transmetimit vazhdojnë të rriten, veçanërisht në zonën e fibrave optike. Tani po shkojmë drejt një infrastrukture globale të lidhjeve me fibër optike me shpejtësi gigabit duke u mbështetur në transmetimin dixhital. Në këtë mjedis multimedial, të dhënat, teksti, zëri, imazhet dhe videot do të udhëtojnë me shpejtësi miliarda bit në sekondë.

24.3 Llojet e komunikimit dhe frekuenca

Në varësi të drejtimit të transmetimit të mesazheve , në telekomunikacion dallohen tre lloje të lidhjeve:

- Lidhja simplekse. Kjo lidhje quhet ndryshe dhe lidhja sipas një drejtimi të caktuar , nga transmetuesi drejt marrësit.

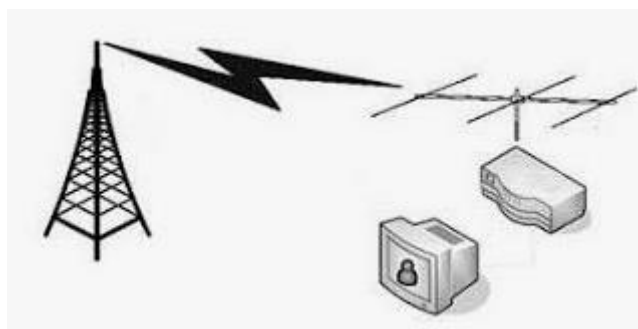


Figura 24.1 Lidhja Simplekse

- Lidhja duplekse
Kjo lidhje krijon komunikim midis transmetuesit dhe marrësit , dhe e anasjellta.

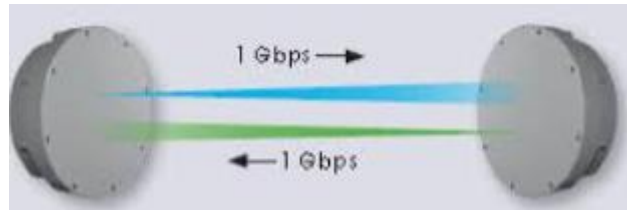


Figura 24.2 Lidhja Duplekse

- Lidhja gjysëm dublekse
Transmetimi ndodh ndërmjet dy pajisjeve, jo njëkohësisht.

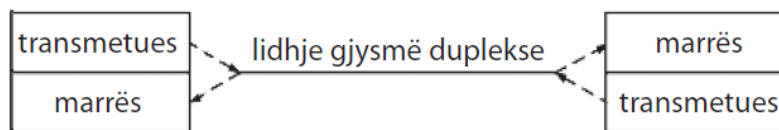


Figura 24.3 Lidhja Gjysëm dublekse

Transmetimi në distancë kërkon konvertimin e informacionit ose mesazhit në ekuivalentin e tij elektrik, duke krijuar kështu një mesazh që mund të jetë një rrymë elektrike ose tension elektrik. Në këtë rast përftohet sinjali. Sinjali bartet për të shkuar deri në marrës, ku më pas përtohet informacioni origjinal.

Sinjalet klasifikohen në dy grupe : sinjale analoge dhe sinjale dixhitale

Një sinjal elektrik quhet analog kur ndryshon në mënyrë të vazhdueshme në kohë dhe në amplitudë. Më pas sinjali përpunohet , për të realizuar një transmetim të saktë.

Shembull është transmetimi i zërit në mikrofon . Zëri transformohet në një sinjal elektrik nga një mikrofon, që modifikon formën energjise duke kaluar nga energjia akustike në atë elektrike, dhe duke mbajtur të pandryshuar formën e sinjalit. Në dalje të mikrofonit merret sinjali elektrik, me formë të njëjtë me sinjalin zanor.

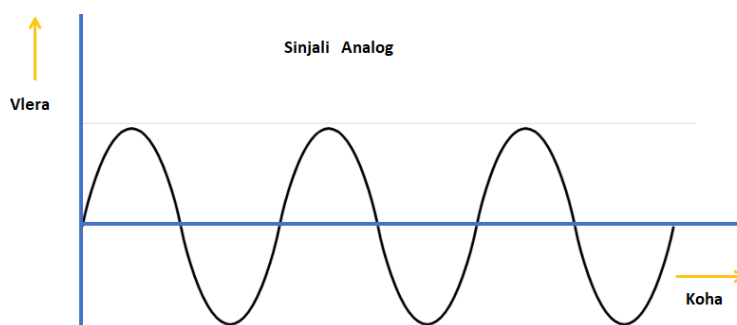


Figura 24.4 Sinjali Analog

Sinjali dixhital përfaqson informacionin si një sekuenca vlerash në intervale të caktuara kohore. Këto sinjale përshkruhen me valë katrore , në raport me sinjalin analog , i cili përshkruhet me valë të vazhduar sinusoidale.

Sinjali më i rëndësishëm dixhital është sinjali binary , i cili merr dy vlera 0 dhe 1.

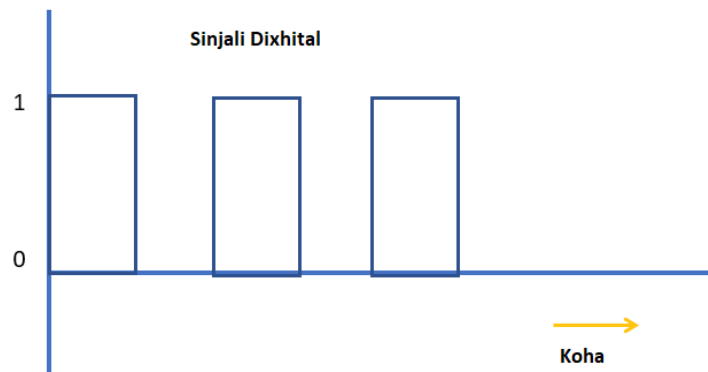


Figura 24. 5 Sinjali Dixhital

Avantazhet dhe Disavantazhet :

- Sinjali analog është më i lehtë në procesim dhe ka kosto më të ulët
- Sinjali analog është më i përshtatshëm në transmetimet video /audio
- Pajisjet që përdorin sinjalin dixhital janë më pak të kushtueshme
- Cilësia e sinjalit dixhital është më e mirë se sinjali analog
- Gjerësia e brezit në sinjalin dixhital është më e madhe se në sinjalin analog duke i dhënë prioritet dhe saktësi transmetimeve dixhiale krahasuar me ato analoge.

Sinjalet mund të paraqiten në dy mënyra: në **kohë** dhe **frekuence**.

Kur paraqitet në kohë, sinjali është i njëjtë siç është figura e oshiloskopit, që është aparati matës i sinjalit

Për shembull, sinjali deterministik i cili është sinusoidë i përcaktuar me shprehjen matematikore $u(t)=U_m \cdot \sin(2\pi f t)$ është paraqitur si funksion në kohë. Amplituda është U_m dhe frekuenca f . Ai është paraqitur në sistemin koordinativ i cili në ordinate ka rrymë ose tension, kurse në abshisë kohën.

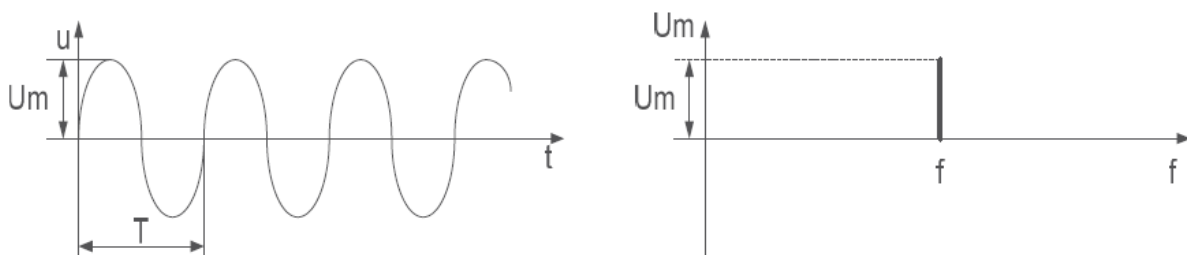


Figura 24.6 Paraqitja e sinjaleve

Sipas analizës Furie, një procedure matematikore e njohur në analizën e sinjaleve, çdo sinjal periodik mund të ndahet në më shumë sinjale me formë sinusoidale, të cilat quhen harmonike. Frekuenca e harmonikut të parë 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.

Për ta ilustruar, po japim më poshtë shembullin e një sinjali muzikor, i cili ndahet në pesë komponente. Studimi sipas paraqitjes në kohë dhe frekuencë jepet në figurën më poshtë :

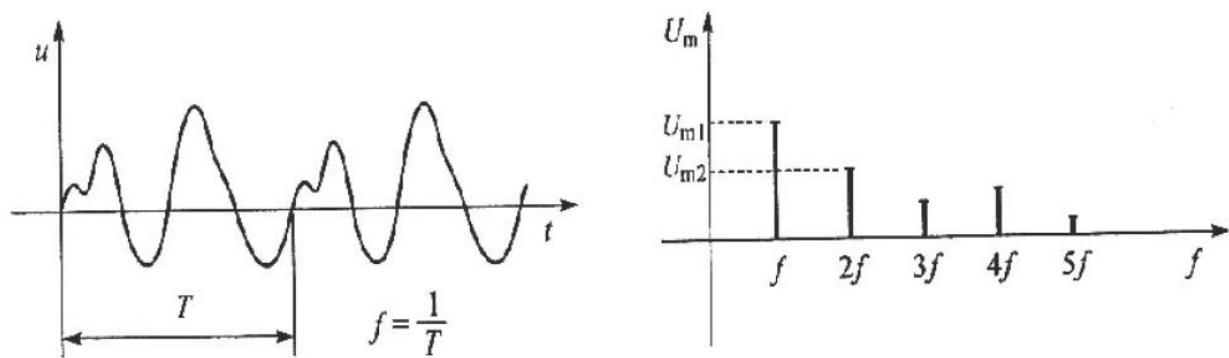


Figura 24.7 Sinjali i paraqitur në kohë dhe me spektër të frekuencave

Sinjali elektrik përsëritet sipas një cikli. Kohëzgjatja e një cikli në një ngjarje të përsëritur, quhet period. Përsëritja e cdo periode në kohë quhet Frekuencë f dhe përcaktohet nga formula $f = 1/T$.

Numri i ngjarjeve, që ndodh në një sekond, përshkruhet si frekuencë në njësi, e quajtur Herzt (Hz).

Për shembull, nëse sinjali përsëritet gjatë dy herëve në një sekond, frekuenca është :

$$f = 1 \text{ cikël} / 0.5 \text{ sekonda} = 2 \text{ Hz}$$

Spektri ose diapazoni i frekuencave, në të cilin kalon sistemi përcaktohet nga gjerësia e brezit të sistemit. Gjerësia e brezit shpesh përcaktohet nga frekuenca.

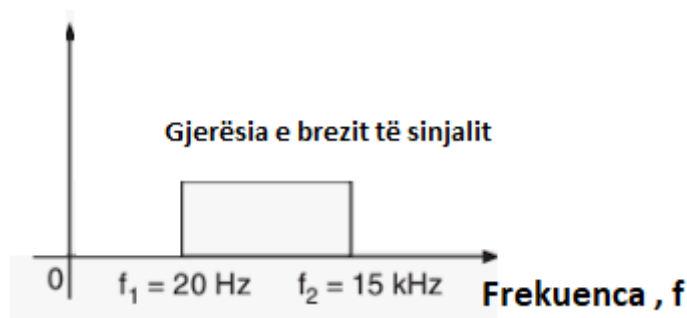


Figura 24.8 Gjerësia e brezit të sinjalit

Gjerësia e brezit të sinjalit përcaktohet si diferenca midis frekuencës më të lartë dhe më të ulët të gjeneruar nga ai sinjal.

B - Gjerësia e brezit të sinjalit

f_H – Frekuenca më e lartë

f_L – Frekuenca më e ulët

Njësia matëse është Herzt (Hz)

Tema 25: Cilësia e transmetimeve

Cilesine e transmetimit mund ta kategorisojme ne 3 lloje kryesore:

25.1 Cilesia e transmetimit dhe e sherbimit ne sistemet dixhitale

Ne transmetimet dixhitale mund te permendim tre parametrat kryesore qe percaktojne ne cilesine e transmetimit Vonesa, Jitter dhe humbja e paketave:

1. Vonesa : Llogaritja e vonesës nga transmetuesi deri te paisja marrese eshte e barabate me shumatoren e totalit te vonesës së transferimit të paketës ose koha e përpunimit + totali i vonesës së përhapjes. Sa me shume paisje transmetuese te kemi ne nje system transmetimi aq me shume rritet ky parameter.

a) Vonesa e perpunimit të paketës = Koha e pritjes në memorje + koha e përpunimit në paisje, është një term për të treguar kohën e nevojshme qe I duhet paisjes për te perpunuar paketën.

b) Vonimi i përhapjes. Vonesa e përhapjes është koha e marrë nga një pakete ndërsa transmetohet në mjedisin e transmetimit. Do të jetë edhe më e madhe nëse distanca e transmetimit është më larg. Për komunikimet radio, shpejtësia e valës afrohet me shpejtësinë e dritës, atëherë vonesa e përhapjes së përjetuar nga paketat është rreth 3.33 mikrosekonda në çdo distancë transmetimi prej 1 km. Në kabllot e komunikimit me shpejtësinë e dritës rreth 0.6 në 0.8 të shpejtësisë së dritës, vonesa e përhapjes që përjeton një paketë është rreth 4.5 mikrosekonda për distancën e transmetimit prej 1 km.

2. Jitter është një parametër i rëndësishëm në transmetimet dixhitale. Sistemet dixhitale janë të sinkronizuara ndërmjet tyre nëpërmjet disa impulseve të mirë përcaktuara të cilat quhen Clock. Cdo vonesë ose devijim nga keto impulse mund të shkaktojë mos gjenerim te saktë të informacionit nga platform marrese .

Ne figurën me poshtë tregohet Clock ideal I cili përfaqesohet nga impulse ku pjesa fundore konsiderohet variabli '0' dhe pjesa tjetër konsiderohet variabli '1'. Me vija të ndërprera ilustruhet clock me Jitter I cili pduhet të përpunohet nga paisja marrese. Vonesat Jitter në sinjalin marrës në raport me atë të transmetuar(original) janë paraqitur me J1,J2,J3,J4 dhe J5. Sistemi marrës përpunon sinjalin dhe e deshifron atë duke kryer kampionime periodike. Nqs ai do kampionoje sinjalin tonë në kohën T1 do të konstatoj se informacioni eshte '1' por në fakt duke ju referuar sinjalit original duhet që të jetë '0'. Si pasojë e efekteve te Jitter ,informacioni I përfituar në sistemin marrës është i ndryshem nga informacioni origjinal transmetuar nga sistemi origjinues.

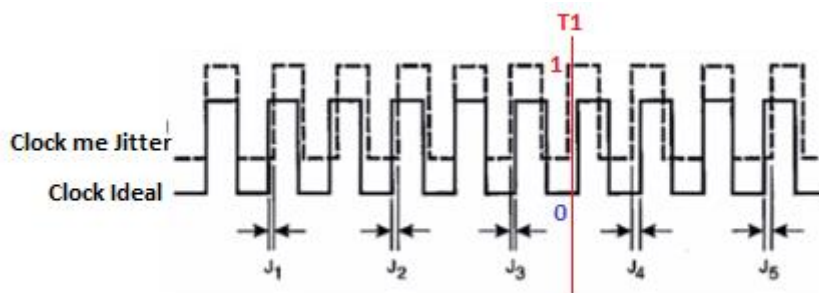


Figura 25.1 Vonesat Jitter

3. Humbja e paketave ndodh kur një ose më shumë paketa të të dhënave që udhëtojnë nëpër një system telekomunikacioni nuk arrijnë në destinacionin e tyre. Humbja e paketës shkaktohet nga gabime në transmetimin e të dhënave, zakonisht nëpër rrjetet pa tel, ose nga mbingarkimi I rrjeteve transmetuese,interferencat etj.

Humbja e paketës matet si përqindje e paketave të humbura në lidhje me paketat e dërguara. Protokollat e komunikimit janë dizenuar për të zbuluar humbjen e paketës dhe kryen ritransmetime për të siguruar mesazhe të besueshme.

Në aplikacione në kohë reale dhe shërbime interaktive si telefonia, media streaming ose lojë online humbja e paketës mund të ndikojë në cilësinë e shërbimit ku zëri i bashkëbiseduesit nuk dëgjohet i saktë ose figura paraqitet jo në cilësinë e duhur.

25.2 Faktorët që ndikojnë në cilësinë e transmetimit në Fibra Optike

Shuarja ose humbja e transmetimit e fibrave optike ka rezultuar se është nga faktorët më të rëndësishëm për përdorimin e gjerë të këtyre fibrave në telekomunikacion. Shuarja e kanalit është ajo që në përgjithësi përcakton distancën maksimale të transmetimit, ku sinjali ruhet pa pësuar humbje të pa rikuperueshme. Në komunikimet optike shuarja jep sasinë e përgjithshme të humbjeve në decibel për njësi gjatësie. Llojet kryesore të shuarjes në fibrat optike janë si më poshtë:

1. Humbja e absorbimit lidhet me përbërjen e materialit dhe procesin e fabrikimit të fibrave. Humbja e thithjes rezulton në shpërndarjen e një pjese të sinjalit optik gjatë periudhës që ai përshkon Fibrën Optike. Megjithatë fibrat e qelqit janë jashtëzakonisht të pastra, disa papastërti mbeten ende si mbetje pas pastrimit. Sasia e thithjes nga këto papastërti varet nga përqendrimi i tyre dhe gjatësia e valës së dritës.

2. Humbjet rrezatuese të quajtura gjithashtu humbje të përkuljes, ndodhin kur fibra është e lakuar. Ekzistojnë dy lloje të humbjeve rrezatuese: Humbjet mikro-përkulëse. Humbjet makro të përkuljes.

3. Humbja e shpërndarjes shkaktohen nga bashkëveprimi i dritës me luhatjet e densitetit brenda një fibër. Ndryshimet e dendësisë shkaktohen gjatë procesit të fabrikimit të Fibrës Optike.

a) *Humbjet Lineare të Shpërndarjes*: ndodh kur transferimi i një pjese ose të gjithë fuqisë optike të transferohet linearisht (proporcionalisht me fuqinë e modalitetit) në një mënyrë tjetër. Ky proces tenton të rezultojë në zbutjen e dritës së transmetuar pasi rrezatimi nuk vazhdon të përhapet brenda bërthamës së fibrës, por rrezatohet nga fibra në pjesët anësore të saj në mënyrë lineare. Duhet të theksohet se si me të gjitha proceset lineare, nuk ka asnjë ndryshim të frekuencës në shpërndarje.

b) *Humbjet e shpërndarjes jo-lineare* ndodh gjithashtu për shkak të jolinearitetit të fibrave, dmth nëse fuqia optike në prodhimin e fibrës nuk ndryshon proporcionalisht me ndryshimin e fuqisë në hyrjen e fibrës, thuhet fibra optike të veprojë në modalitetin jo-linear.

4. Humbja e deformimit shkakton një masë e përhapjes së përkohshme që ndodh kur një impuls i dritës përhapet përmes një fije optike. Shpërndarja nganjëherë quhet shtrembërim i vonës në kuptimin që vonesa e kohës së përhapjes bën që pulsi të zgjerohet.

25.3 Transmetimi Radio dhe performanca e tij

Përhapja e valës nuk ndodh në realitet në një ambient ideal, si rrjedhim ajo mund të ndikohet nga faktorë të tillë si :

-Reflektimi Vala gjatë përhapjes mund të ndeshet me një pengesë, e cila mund të ketë përmasa më të mëdha se gjatësia e valës, duke bërë të mundur releksimin e valës nga kjo pengesë.

-Përthyrja Vala gjatë përhapjes së saj mund të ndeshet me ndryshime të densitetit atmosferik, duke ndikuar kështu në shpjetësinë e përhapjes së valës.

-Difraksioni Ky fenomen ndodh kur vala elektromagnetike, e cila ka gjatësi vale të krahasueshme me përmasat e objektit, ndeshet me një pengesë dhe ka shpërndarje të energjisë pas kësaj pengese.

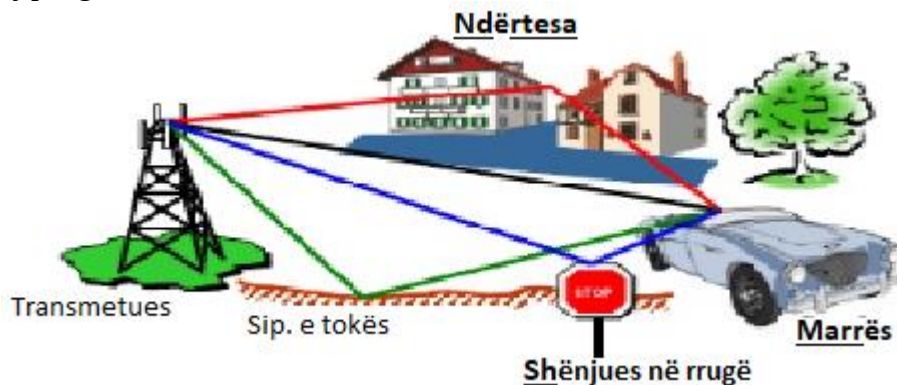


Figura 25.2 Shuarja e Sinjalit

Në zonat ku pengesat janë më të mëdha, vihen re reflektime të sinjalit. Kjo vështirëson marrjen e sinjalit, duke ndikuar në krijimin e një dukurie që quhet shuarje e sinjalit.

Shuarja ndikon në cilësinë e transmetimit.

Shkaqet, që mundësojnë krijimin e saj janë:

- Prania e pengesave të mëdha

- Prania e sipërfaqeve reflektuese, duke përfshirë në marrjen e më shumë se një sinjali.

Studimet kryera kanë treguar se reflektimi i valës elektromagnetike mundëson krijimin e Interferencës. Sinjali i reflektuar si rezultat i një pengese dërgon informacion në destinacion me një vonesë krahasuar me sinjalin që transmetohet në mënyrë direkte. Kjo dukuri mundëson mosnjohjen e informacionit në destinacion, sepse ka përplasje ndërmjet sinjaleve.

Për të evituar këtë problem në marrje instalohet një përshtatës.

Një problem i zakonshëm në mjediset radio, të sistemeve celulare është interferenca midis frekuencave të përdorura. Përdorimi i të njëjtës frekuencë në disa vende të ndryshme, i shërben numrit të lartë të përdoruesve. Duke qenë se transmetuesit përdorin të njëjtën frekuencë, në varësi të distancës ku ato ndodhen mund të krijohet interferenca. Duke mos respektuar distancën e lejuar, mund të ndodhi që në aparatet mobile të vinë më tepër sinjale nga antena që operojnë me të njëjtën frekuencë.

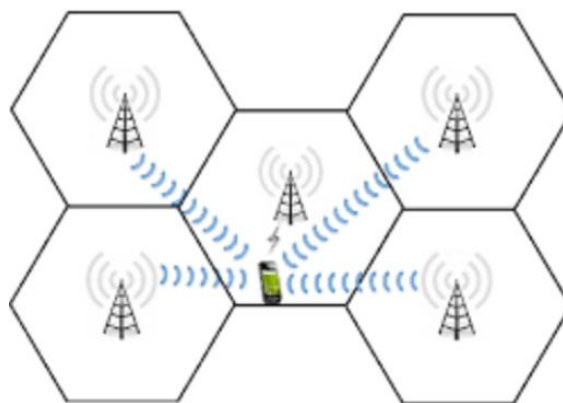


Figura 25.3 Interferenca në rrjetin celular

Faktorët tjerë , që ndikojnë në uljen e performances së një sistemi telekomunikacioni janë :

- Mbi popullimi , I krijuar si rezultat I rritjes së trafikut
- Vonesat , e krijuar nga performance e ulët e pajisjeve ose distanca e transmetimit, e cila për largësi të mëdha krijon humbje në transmetimin e sinjalit
- Gjerësia e brezit të kufizuar , për shkak të menaxhimit të ulët të kapaciteteve.

Tema 26: Hyrje në komunikimet GSM, transmetimi i të dhënave circuit-switched, sinjalizimi SS-7

26.1 Komunikimet GSM

Qëllimi kryesor i një rrjeti telekomunikacioni është transmetimi i informacionit në formë të ndryshme ndërmjet abonentëve. Informacioni mund të jetë zë ose një e dhënë e caktuar , e cila për t'u transmetuar përdor teknika të mirëpërcaktuara në telefoninë celulare(mobile) ose telefoninë fikse.

Fillimet e para në zhvillimin e rrjetit mobile GSM u arritën në vitin 1979, në WARC (World Administrative Radio Conference), përmes rezervimit të bandës së frekuencave 900 MHz. Në vitin 1982, në CEPT (Conference of European Posts and Telegraphs) në Stokholm u krijua një grup studimor i quajtur “Groupe Spécial Mobile”, i cili do të implementojë shërbimin e telefonisë mobile në Evropë. Aktualisht emërtimi GSM i referohet “Global System for Mobile Communication”. Termi “global” u preferua me qëllim përshtatjen e këtij standarti në çdo kontinent të botës.

Avantazhet që ofrohen nga GSM janë :

- **Standartizimi** siguron kompatibilitetin ndërmjet sistemeve në vënde të ndryshme të botës, duke lejuar abonentët të përdorin pajisjet në vëndet ku standarti dixhital është përshtatur.

Ai mundëson që operatorët të blejnë pajisjet e sistemit telefonik nga prodhues të ndryshëm dhe ti integrojnë me njëri tjetrin pa problem pasi parametrat dhe ndërfaqet ndërmjet tyre janë të standartizuara. Si rrjedhim një pasjisje, një telefon nga një prodhues është i aftë të komunikojë me çdo rrjet, edhe pse ky rrjet përbëhet nga pjesë të prodhuar nga prodhues të tjerë.

- **Cilesia** në sistemet dixhitale është më e mirë, për shkak të skemave të kodimit të kanalit, që rrisin mundësinë e zvogëlimit të zhurmave ose interferencave të krijuar nga përdorues ose sisteme të tjera.

-**Siguria**, Teknikat e enkriptimit dhe autentifikimi për komunikimet dixhitale në GSM sigurojnë mbrojtje dhe konfidencialitet. Kartat SIM janë unike dhe sa herë që ato regjistrohen në rrjet autentifikohen në mënyrë unike. Gjithashtu bisedat dhe komunikimet janë të koduara dhe të pa deshifrueshme. Pajisjet e jashtëme nuk mund të ndërhyjnë në bisedat telefonike.

Kapaciteti, Për të mundur lidhjen midis abonentit A dhe abonentit B duhet që të optimizohen sa më shumë burimet në dispozicion në mënyrë që të rrisim kapacitetin e rrjetit për të ofruar shërbim. Praktikisht çdo operator telefonik licensohet për një brez të caktuar frekuencash të cilat janë të përcaktuara. Ky brez i kufizuar duhet që të përdoret me efikasitet në mënyrë që rrjeti të ketë kapacitete të nevojshme për të ofruar një shërbim cilësor. Për këtë arsye frekuencat riperdoren nga një zonë në një tjetër me kushtin që dy frekuenca të njëta të mos kenë mbivendosje pasi krijohen interferenca.

Në **Figurën 26.2** frekuenca A është riperdorur edhe në dy zona të tjera por duke ruajtur distancën e nevojshme për të shmangur interferencat. Ndarja teorike e territorit ndahet sipas figurës më poshtë por në realitet ajo është shumë e ndryshme pasi relievi, liqenet dhe pengesat e tjera e bëjnë



Figura 26.1 Aparat celular

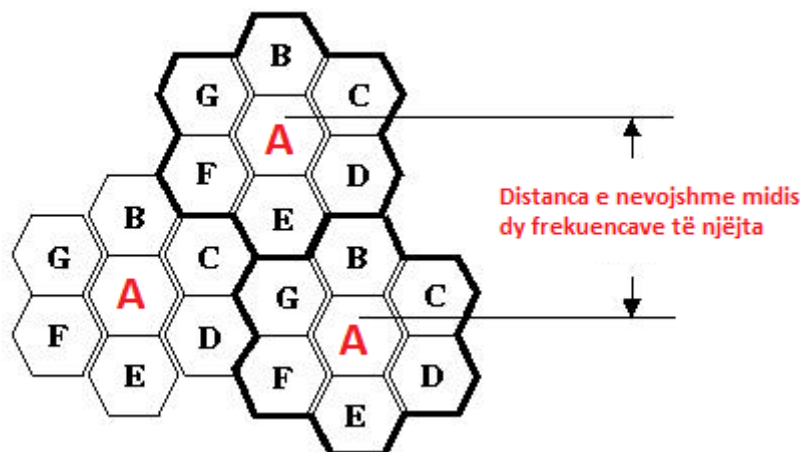


Figura 26.2 Ndarja në qeliza e hapësirave territoriale

Proceset kryesore që përdoren në komunikimin ndërmjet rrjeteve janë :

-Transmetimi është procesi i bartjes së informacionit ndërmjet pikave fundore të një rrjeti. Në telekomunikacion, sistemet e transmetimit mund të ndërldhin centralet duke krijuar kështu rrjetin e transmetimit.

- Rrugëzimi (routing) përcakton rrugën nga burimi në destinacion, që duhet të kalojë informacioni për t'u transmetuar.

- Sinjalizimi

Sinjalizimi është procesi që mundëson vendosjen, mirmbajtjen dhe ndërprerjen e komunikimit në rrjet.

26.2 Transmetimi i të dhënave me kycje në qark (circuit-switched)

Komutimi në qark është një metodë e zbatuar fillimisht në telefoninë fikse dhe më pas është përshtatur dhe implementuar edhe në telefoninë e lëvizshme. Bazuar në këtë metodë , dy nyje/abonent krijojnë një kanal të dedikuar komunikimi (qark) përmes rrjetit përpara se nyjet të mund të komunikojnë/flasin. Qarku garanton që të gjitha parametrat e negociuar paraprakisht të jenë konstante gjatë gjithë kohës së sesionit të komunikimit. Qarku funksionon sikur nyjet të ishin të lidhura fizikisht si me një qark elektrik. Cilesia e shërbimit nuk do varet nga trafiku në rrjet apo nga faktorë të tjerë, në momentin që vendoset telefonata, abonentët kanë kanalin e tyre të detikuar dhe asnjë tjetër nuk mund të përdori atë kanal deri në përfundim të telefonatës. Gjithashtu për të rritur kapacitetin cdo kanal komunikimi ndahet në fraksione kohore të cilat Kur kërkohet një lidhje ndërmjet dy entiteteve ose njësive në rrjet, duhet të krijohet një lidhje ndërmjet këtyre njësive. Të gjitha burimet e rrjetit rezervohen në këtë lidhje për përdoruesit , gjatë kohës së thirrjes.



Figura 26.3 Rrjeti me kycje ne qark

Avantazhet e circuit-switched:

- Rruga e detikuar ndërmjet dërguesit dhe marrësit garanton shpejtësinë , qëndrueshmëri dhe cilësinë e komunikimit.
- Sapo komunikimi të jetë vendosur nuk ka vonesa në transmetimin e të dhënave

Disavantazhet e circuit-switched:

- Meqënëse lidhja është e detikuar, nuk mund të bëhet transmetimi i një të dhëne tjetër edhe pse kanali i transmetimit mund të jetë i lirë. Burimet e rrjetit nuk optimizohen në mënyrë maksimale.
- Koha e nevojshme, për të vendosur lidhjen ndërmjet nyjeve ose entiteteve në rrjet është më e gjatë.
- Kërkohet më tepër gjërësi brezi dhe kapacitete.

26.3 Sistemi i Sinjalizimit SS7 (Signaling System No. 7)

Sinjalizimi SS7 është standart ndërkombëtar i telekomunikacionit, i cili koniston në tërësinë e protokolleve dhe procedurave të sinjalizimit që menaxhojnë një thirrje nga fillimi deri në përfundim të saj.

Rrjeti dhe Protokoli SS7 përdoren për :

- Krijimin e thirrjes, menaxhimin dhe terminimin e saj
- Siguron që informacioni i transmetuar është i pa kapshëm nga palët e treta

- Shërbimin pa kabëll (wireless), roaming wireless dhe autentifikimin e abonentëve në rrjetin mobile
- Realizojnë shërbimin e transferimit të thirrjes(Call forwarding), shfaqjen e numrit nga telefonuesi dhe komunikimit me palë të treta.
- Portabilitetin e numrit
- Shërbimi i Mesazheve (SMS)
- Ndërlidhje me rrjetat kombëtare dhe ndërkombëtare të telefonisë.

Nyjet kresore të një rrjeti SS7 quhen Pika Sinjalizimi (Signalling Point , SP). Cdo pikë sinjalizimi identifikohet përmes një adrese unike që quhet Kodi i Pikës (Point Code) SP –ja ka aftësinë të lexojë një PC dhe rrugëzimin e mesazhit SS7 drejt nyjes të kërkuar.

Nyjet kryesore të sinjalizimit :

1-Nyja e rrugëzimit të shërbimit (Service Switching Points , SSPs)

SSP –të janë rrugëzues. SSP –ja krijon , menaxhon dhe përfundon realizimin e një thirrjeje.

2- Nyja e transferimit të sinjalit (Signal Transfer Points , STPs)

STP mund të jetë një rrugëzues ose një portë e jashtme në rrjetin SS7, duke shërbyer kështu si ndërfaqe me rrjetin tjetër.

3- Nyja e kontrollit të shërbimit (Service Control Points , SCPs)

SCP zakonisht është një bazë të dhënash që mban informacion në lidhje me shërbimet aktive të abonentit dhe kreditin përkatës. SSP duhet ta pyesi dhe ti raportojë gjithmonë kur një abonent kërkon ose përdor një shërbim të caktuar.

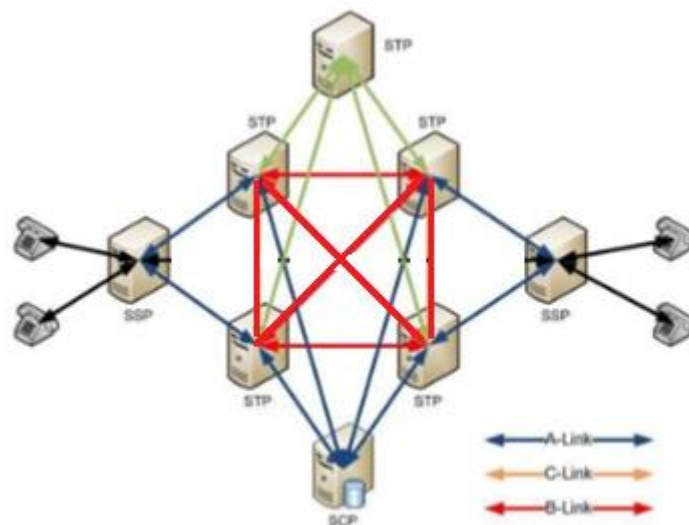


Figura 26.4 Përshkrimi i lidhjeve (Link) të sinjalizimit

Në varësi të strukturës së sistemit telefonik, lidhjet më kryesore të sinjalizimit SS7 janë:

- Lidhja A (A-Link) siguron lidhjen mes nyjeve fundore , psh. SCP/ SSP me STP. Përdoret për transmetimin e mesazheve sinjalizuese ndërmjet njësive origjinuse ose terminuese drejt një njësije terminuese tjetër .
- Lidhja B (B-Link) siguron lidhjen ndërmjet dy STP –ve.
- Lidhja C (C-Link) përdoret për transmetimin e të dhënave ndërmjet dy STP, përgjithësisht ky skenar gjendet në rrjeta shumë të mëdha telekomunikacioni ose në lidhjet ndërmjet dy sistemeve kombëtare ose ndërkombëtare .

Arkitektura e rrjetit SS7:

Rrjeti SS7 përbëhet nga disa shtresa me funksione të mirëpërcaktuara :

- Shtresa fizike , MTP Layer 1, përcakton karakteristikat fizike dhe elektrike të linkut të sinjalizimit.
- Shtresa e dyte, MTP Layer 2, siguron shkëmbimin e sinjaleve të kominikimit ndërmjet dy entiteteve të sinjalizimit
- Shtresa e tretë , MTP Layer 3, siguron shprëndarjen e mesazheve të sinjalizimit ndërmjet dy entiteteve sinjalizuese.
- Shtresa SCCP (Signaling Connection Control Part) Ajo punon si shtresë transporti duke përdorur shërbimet e MTP3. Në telefoni , kjo shtresë identifikohet me një parametër të quajtur “Global title”

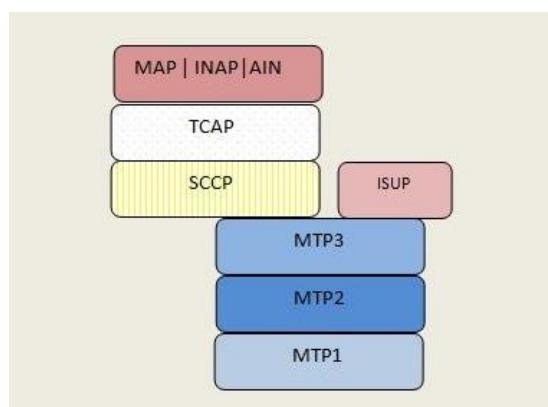


Figura 26.5 Protokoli SS7

-Shtresa ISUP (ISDN User Part) . Kjo shtresë përdor shërbimet e MTP3. ISUP implementon protokollin e mesazheve të kërkuara për funksionalitetin e kontrollit dhe menaxhimit të thirrjeve.

-Shtresa TCAP . Kjo shtresë është shtresë transaksioni, e cila përdor shtresën e SCCP. Ajo siguron që komunikimi midis nyjeve fundore të jetë funksional.

-Shtresa MAP . Kjo shtresë është protokoll në nivel aplikimi . Ajo implemeton mesazhet e kërkuar në roaming dhe mesazhet për një pajisje GSM.

Tema 27: Nën sistemet kryesore të GSM-së dhe funksionet e tyre

(BSS, NSS, IN)

27.1 Bazat e rrjetit GSM

Rrjeti GSM është i përbërë nga disa pjesë funksionale, funksioni dhe nderfaqet e të cilave janë të specifikuara. Rrjeti mund të ndahet në 4 pjesë kryesore:

- **Aparati telefonik (Mobile Station)** përdoret nga abonenti.
- **BSS (Base Station Subsystem)** kontrollon lidhjen radio me MS (Antena dhe centrali lokal) . Antenat mbulojnë me sinjal radifrekuencë një zonë të caktuar. Të gjitha thirrjet që kryhen në zonën e saj ajo i transmeton në centralin lokal.
- **NSS (Network Subsystem)** Centrali qëndror në të cilën mblidhen të gjitha thirrjet e një rrjeti telefonik. Ajo ka për detyrë të bëjë menaxhimin dhe rrugëzimin e thirrjeve ndërmjet përdoruesve mobile dhe ndërmjet përdoruesve lokal dhe atyre ndërkombëtar. Komunikon me nyjet e tjera si psh. Sistemet e faturimit dhe bazat e të dhënave ku merr

informacion në lidhje me statusin e abonentëve dhe në varësi të rastit kryen veprimet e nevojshme.

- **Rrjeti inteligjent (Intelligent Network - IN)** i cili kontrollon dhe mban statusin e shërbimeve të abonentit

MS dhe BSS komunikojnë përmes ndërfaqes Um, e njohur si ndërfaqja ajrore ose lidhja radio. BSS komunikon me MSC komunikon me MSC nëpërmjet ndërfaqes A.

Një pjesë e rëndësishme është dhe OMC (Operation and Maintenance Center), e cila monitoron funksionimin dhe oranzimin e rrjetit.

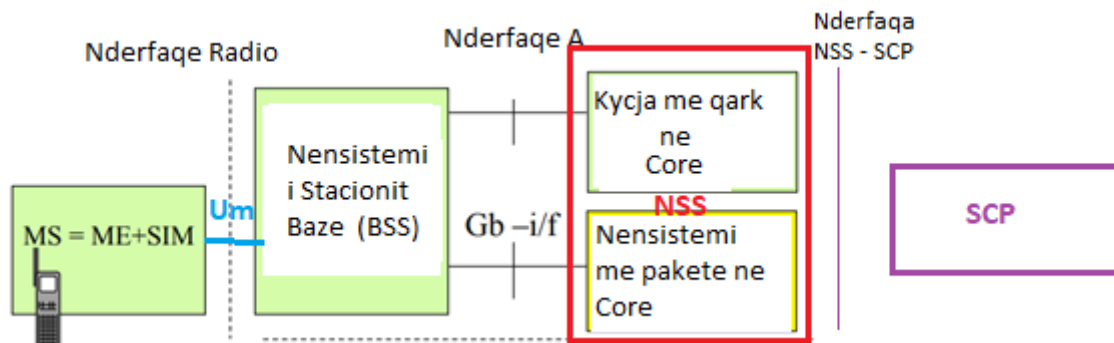


Figura 27.1. Nën sistemet e GSM

27.2 MS (Mobile Station)

MS I referohet një pajisje mobile dhe kartës SIM (Subscriber Identity Module) të integruara së bashku.

SIM siguron lëvishmërinë personale. Duke e vendosur kartën në një pajisje GSM përdoruesi është i aftë të marri thirrje në atë pajisje, të bëjë thirrje nga ajo pajisje dhe të marri shërbime të ndryshme të pajtueshme. Pajisja mobile është e identifikuar si e vetme nga IMEI (International Mobile Equipment Identity).

Karta SIM identifikohet nëpërmjet IMSI-in, i cili së bashku me informacione të tjera të ruajtura në kartë. Bën të mundur kodimin e informacionit dhe autenitfikimin e kartës. IMEI dhe IMSI janë të pavarur nga njeri-tjetri.



Figura 27.1 Karta SIM

27.3 BSS (Base Station Subsystem)

BSS është i përbërë nga: BTS (Base Transceiver Station) dhe BSC (Base Station Controller). Këto komunikojnë përmes ndërfaqes Abis, duke lejuar funksionimin e pjesevë dhe pse mund të jenë prodhuar nga kompani të ndryshme.

Numri i BTS të instaluar në një zonë është më i madh kur dëndësia e abonentëve dhe shërbimeve të kërkuara është i madh. Prandaj kërkesat për BTS janë besueshmëria, fortësia, transportueshmëria dhe kosto minimale. Ato njësi transmetuese-marrëse, të cilat merren me kontrollet e lidhjes radio me MS.

BSC menaxhojnë burimet radio, për një ose më shumë BTS. Ato merren me oranzimin e kanaleve radio, ndryshimin e frekuencës dhe realizojnë handover -in. BSC siguron lidhjen ndërmjet MS dhe MSC.

27.4 NSS (Network SubSystem)

Komponenti qëndror i NS (Network System) është MSC. Ajo vepron si një nyje rrugëzimi dhe plotëson të gjitha funksionalitetet e nevojshme për të trajtuar një abonent mobile, të tillë si

rregjistrimi, autentifikimi, përditësimi i vëndndodhjes, handover dhe rrugëzimi i thirrjes. Këto shërbime janë siguruar në ndërthurje me disa pjesë funksionale, të cilat së bashku formojnë NS.

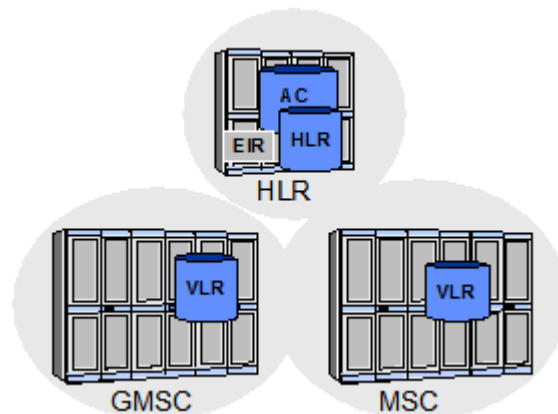


Figura 27.2 NSS (Network Switching SubSystem)

MSC siguron lidhjen me rrjetin fiks, sic është ISDN ose PSTN. Sinjalizimet ndërmjet pjesëve funksionale në NS përdorin sistemin sinjalizues SS7.

Funksionet e MSC janë :

- Paging
- Ndërveprim me rrjete të tjera
- Rregjistrimin e vëndndodhjes
- Shkëmbimi i sinjalizimit ndërmjet ndërfaqeve të ndryshme
- Administrimi i Handover-‘it’

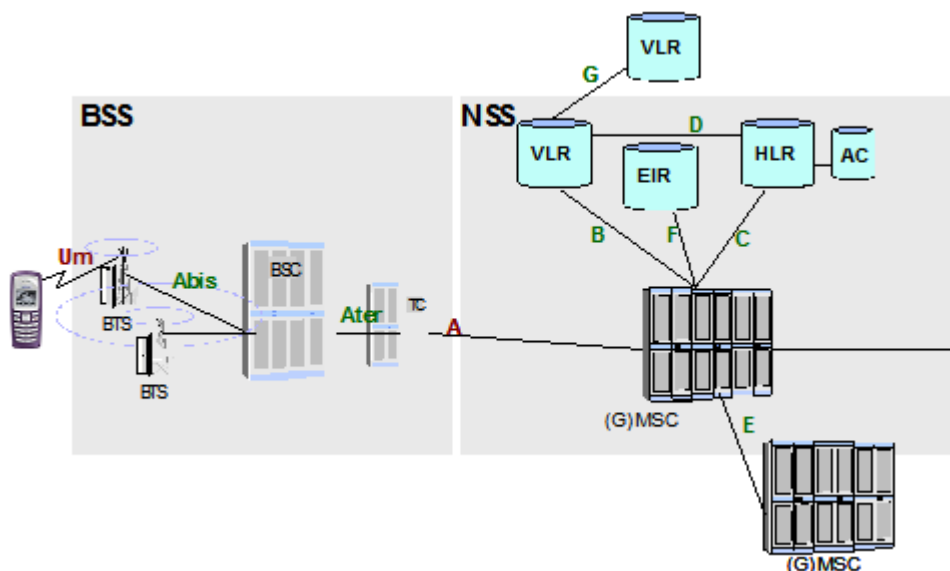


Figura 27.3 Ndërfaqet në rrjetin GSM

HLR (Home Location Register) përmban të gjithë informacionin e abonetëve të operatorit telefonik, pavarësisht nga statusi aktual i tyre(aktiv ose jo)

VLR(Visitor Location Register) Vëndndodhja e lëvizshme mban informacionin për të gjithë abonentët aktiv në rrjet të cilët mund të jenë abonent te atij operatori telefonik ose abonent roaming të operatorëve të tjerë.

Të dhënat që ruan HLR, përfshijnë :

- IMSI , I cili idenifikon abonentin

-MSISDN

-Informacioni mbi kategorinë e MS

-Parametrat e shërbimeve suplementare.

VLR përmban informacion të nevojshëm për kontrollin e thirrjes dhe të pajisi me shërbime secilin abonent, i cili ndodhet në zonën gjeografike të kontrolluar nga VLR.

Të dhënat e abonentit që ruhen në VLR janë :

- Numri IMSI

- MSISDN

- MSRN (numri roaming për MS)

- Zonat e lokalizimit ku ndodhet abonenti.

EIR (Equipment Identity Register) është një bazë të dhënash, që përmban një listë të të gjithë paisjeve në rrjet, ku secila pajisje identifikohet me IMEI unik të cilat kategorizohen si më poshtë:

-Lista e bardhe , e cila përmban IMEI në gjëndje active

-Lista gri , e cila përmban IMEI provizorisht jashtë punë

-Lista e zeze, e cila përmban IMEI të ndaluar për t'u përdorur në rrjet.

AuC (Authentication Center) është baza e të dhënave , që ruan një kopje të celsit sekret të ruajtur në secilën kartë SIM të abonentit.

27.5 Rrjeti inteligjent (IN)

Zhvillimi i arkitekturës IN është iniciuar nga Bellcore në USA, për të ndihmuar kompaninë Bell në afirmimin e saj shumë shpejt në tregun e Telekomunikacionit. Qëllimi kryesor ishte që operatorët e rrjetit të njihnin, kontrollonin dhe menaxhonin shërbimet duke përdorur një bazë të dhënash në SCP (Service Control Point) për kontrollin dhe menaxhimin e shërbimeve.

SCP është server që mban logjikën e shërbimit. Kur shërbimi kërkohet të përdoret nga përdoruesi, SSP pyet SCP-në se si të procedojë me këtë kërkesë. SCP kontrollon statusin dhe kreditin e abonentit dhe urdhëron SSP ta lejojë ose jo abonentin që të përdori shërbimin dhe instruksione shtesë në varësi të situatës.

Tema 28 Shërbimet klasike të GSM, SMS, MMS, GPRS dhe EDGE

Shërbimet e telekomunikacionit ndahen në shërbime bazë dhe shërbime suplementare

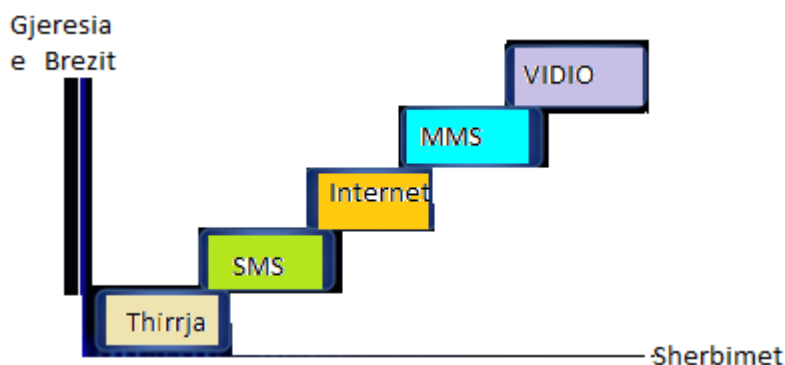


Figura 28.1 Shërbime të ndryshme mobile

28.1 Shërbimet bazë janë :

- Thirrjet zanore
- SMS (Short Message Service) Ky shërbim mundëson shkëmbimin e mesazheve alfanumerike, deri në 160 karaktere për 1 SMS, midis një MS dhe Qëndres së shërbimit (service center):
 1. SMS mund të transmetohet drejt një MS që është në gjëndje të qetë ose ndaj një MS që është duke kryer një bisedë telefonike me një MS tjetër ose duke naviguar në internet .
 2. MS duhet të konfirmojë marrjen e SMS
 3. Mesazhet mund të memorizohen në SIM
 4. Qendra e shërbimit , SMSC , njoftohet nga rrjeti GSM përmes një procedure alert , që kontrollohet nga VLR dhe HLR, kur MS është I pa arritshëm . Kur MS kalon në gjëndje active , punë atëherë dërgohet SMS automatikisht.
 5. Një variant I SMS është “Cell Broadcast Service” , I cili I mundëson dërgimin e SMS-ve në grup drejt të gjithë abonentëve ndodhen në një zonë gjeografike të caktuar,

28.2 Shërbimet Suplementare janë :

- CLIP (Calling Line Identification Presentation), I cili mundëson për abonentin që të shikojë numrin e thirrësit.
- CLIR (Calling Line Identification Presentation) , I cili pengon shfaqjen e numrit të thirrur.
- Call Forwarding - Tranferimi I thirrjeve nga numri që ka abonenti drejt një numri tjetër, që mund të jetë fiks ose mobile.
- Call Waiting - Abonenti që është në bisedë njoftohet automatikisht , që dikush tjetër po e telefonon.
- Call Holding - Abonenti që është duke folur mund të vendosi në “hold”, të mbaj pezull thirrjen e parë dhe të marri në telefon një numër të dytë
- Bllokimi I thirrjeve - Abonenti mund të vendosi kushte për thirrjet që bëhen ose merren nga aparati I tij, psh ai mund të bllokoj thirrjet dalëse, hyrëse, ose ndërkombëtare etj.
- Komunikimi shumëpalësh - Abonenti mund të komunikojë me disa abonentë njëkohësisht.

- Lajmërimi mbi shpenzimet - Abonenti lajmërohet në kohë reale, për tarifën dhe shpenzimet që ka kryer.
- CUG (Close User group) - Mundëson komunikimin vetëm në një grup të përcaktuar përdoruesish.

28.3 MMS (Multimedia Messaging Service)

MMS është një aplikacion mobile i cili bën të mundur dërgimin e materialeve multimediale duke përdorur rrjetin IP të një sistemi telekomunikacioni. është një funksionalitet bazë i aparatëve celularë për dërgimin e fotove.

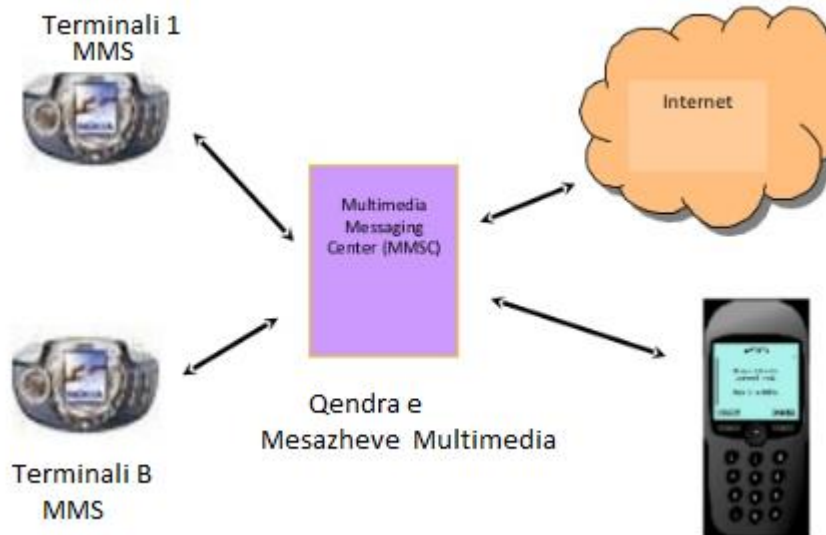


Figura 28.2 Prezantimi me shërbimin MMS

28.4 GPRS (General Packet Radio Service)

Faza 2+ e GSM është quajtur GPRS (General Packet Radio Service). Ai është dizenuar nga ETSI, për t'u implementuar mbi infrastrukturën ekzistuese të GSM . Përdorej për E-mail dhe navigim në internet.

Avantazhet e përdorimit janë :

- Akses në internet
- Pagesa bazohet në sasinë e të dhënave të transferuara
- Shpejtësi transmetimi e pranueshme për kohën
- Mundëson dërgimin e emaileve dhe kontrollit në distancë
- Krijon mundësinë për kalimin në gjeneratën e tretë të telefonisë mobile

28.4.2 Arkitektura e rrjetit GPRS :

Rrjeti GPRS është kompatibel me sistemet e gjeneratës së tretë dhe të katërt

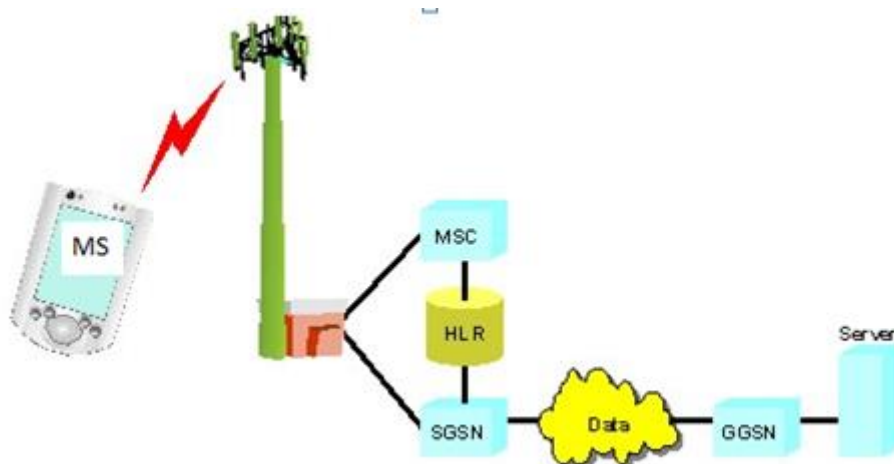


Figura 28.3 Sistemi GPRS

Rrjeti GPRS përdor kryesisht strukturën e rrjetit GSM duke integruar dhe nyjet e mëposhtme:

- SGSN (Serving GPRS Support Node) është përgjegjëse për rutimin dhe transferimin e paketave, menaxhimin e lëvizshmërisë, menaxhimin e vëndndodhjes, menaxhimin logjik të lidhjeve dhe funksionet e autentifikimit.
- GGSN (Gateway GPRS Support Node) . Kjo njësi bën ndërlidhjen me rrjetet e tjera ndërkombëtare dhe i alokon IP për të gjithë abonentët në rrjet.

- CG (Charging Gateway)

Përdorimi i shërbimeve të GPRS shoqërohet dhe me tarifimin përkatës në bazë të sasisë së të dhënave, ose destinacionit apo dhe elementëve të tjerë specifikë. Të dhënat gjenerohet nga SGSN dhe GGSN dhe së bashku grumbullohen në CDR(charging data records). Përpunimi i të dhënave shkon në sistemin e faturimit, ku gjenerohet vlera që duhet të paguaj abonenti për shërbimin që përdor.

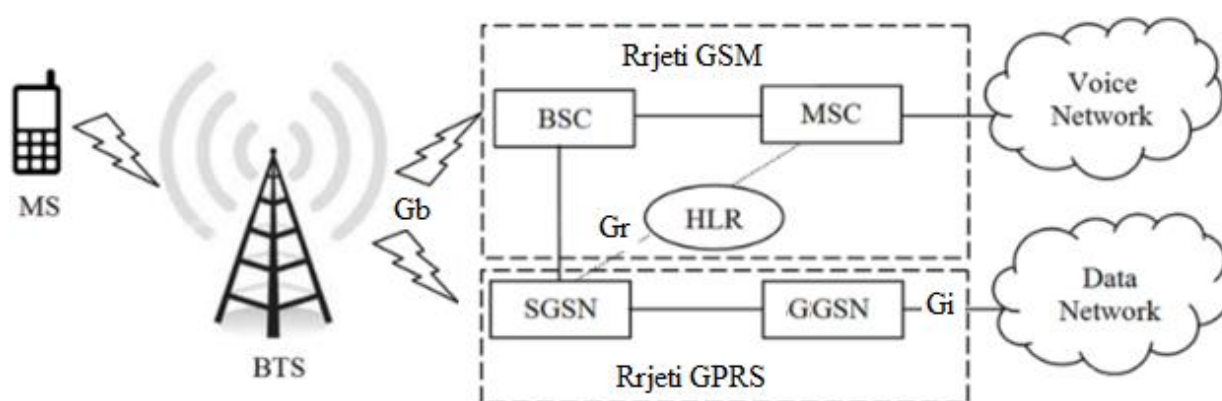


Figura 28.4 Lidhja e entiteteve në rrjetin GPRS

Në Rrjetin GPRS përdoren disa ndërfaqe , të cilat tregojnë ndërveprimin e entiteteve me njëri-tjetrin. Ndërfaqja Gb kërket ndërveprimin BSC dhe SGSN. Ndërfaqja Gs operon ndërveprimin MSC/VLR dhe SGSN. Ndërfaqja Gi lidh GGSN me PDN. Gr është ndërfaqja mes SGSN dhe HLR. Siguria është një aspekt i rëndësishëm i GPRS. Autentifikimi i abonentëve në GPRS kryhet nga SGSN.

28.5 EDGE (Enhanced Data GSM Environment)

EDGE është një standart që lidhet me shpejtësi të lartë të të dhënave . Ai siguron rrugën e evolimit drejt gjeneratës së tretë. Shpejtësia e transmetimit është deri në 384 Kbps

Aplikacionet, në të cilat përdoret janë :

- Aksesit në Internetin Mobile
- Sistemet e sigurisë dhe të supervizimit
- Telefonia video
- Informacion mbi shërbimet e bazuar në përcakimin e vendndodhjes
- Shërbimet bankare dhe komerciale

Tema 29 Rrjetat mobile 3G, 4G dhe rrjeti i së ardhmes 5G

29.1 Gjenerata e tretë , 3G

3G është implementuar në Japoni në Tetor të viti 2001 , nga NTT DoCoMo . 3G ofron eksperiencë më të mirë për përdoruesit mobile, duke siguruar shpejtësi të lartë. Faktori kryesor i kësaj teknologjie është ndërthurja ndërmjet GSM (Global system for Mobile communication) , TDMA (Time Division Multiple Access) dhe CDMA .



Aplikimet inovative në 3G janë :

Konferenca video

Sistemi i pozicionimit Global (GPS)

Shërbimet e bazuar në vëndodhje (LBS)

Navigim me shpejtësi të lartë në internet

Figura 29.1 Lidhja e entiteteve në rrjetin GPRS

Gjenerata e katërt , 4G

Sistemi 4G duhet të sigurojë aftësi të përcaktuara nga ITU në IMT Advanced. Aplikimet e mundshme dhe aktuale përfshijnë telefoninë IP VoLTE, shërbimet e lojërave, TV celular me definicion të lartë, konferenca me video dhe televizionin 3D. Risi e kësaj gjenerate është shërbimi VoLTE në të cilin telefonatat nuk përdorin kycje në qark (circuit-switch) por kycje në paketa (packet switch).

Gjenerata e pestë , 5G

Teknologjia 5G është teknologjia që ka filluar të implementohet vitet e fundit. Kjo teknologji do mbështesë dhe stimulojë shumë teknologji të reja dhe inovative. Ajo mund të sigurojë që çdo person ose makinë/paisje të ketë akses në internet me shpejtësi të lartë, vonesat do jenë të pakonsiderueshme në nivele të tilla sa mund të kryen operacione kirurgjikale në distancë.

Krahasimet ndërmjet teknologjive :

Gjeresia e brezi - Të gjithë sinjalet, që transmetohen përbëhen nga shumë frekuenca. Diapazoni ose brezi i frekuecave, që mbulon ose zë një sinjal quhet gjeresi brezi për atë sinjal. Njësia matëse është Herzt (Hz)

Termi i gjërësisë së brezit përdoret shpesh për të treguar kapacitetin e një kanali dixhital.

Kapaciteti i kërkuar për kanalin , varet nga sasia e të dhënave që merren ose transmetohen.

Frekueca – Frekuenca dhe Gjeresia e brezit janë terma kresore të lidhur me transmetimin e të dhënave. Ajo tregon shpeshtësinë ose numrin e cikleve në njësinë e kohës

Shpejtesia – ky koncept është i lidhur me sasinë e të dhënave të transferuara në njësinë e kohës

	1G	2G	3G	4G	5G
Periudha	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030
Shpejtesia	14.4 Kbps	300Kbps	42 Mbps	100+ Mbps	>1Gbps
Karakteristika	Komunikimet e para të levizshme	Dixhitale	Gjeresia brezi dixhital me shpejtesi të larte	Shpejtesi e larte, e gjitha IP	Shpejtesi shume e larte transemtimi, vonesa te vogla , kapacitet i larte për akses ne internet (telemjekesia, IOT, makinat pa shofer...)
Teknologjia	Analoge	Dixhitale (GSM)	CDMA, UMTS, EDGE	LTE , WiFi	WWW

Tabela 29.1. Gjeneratat e telefonise mobile

Tema 30 Llojet e matjeve në telekomunikacion.

Sistemet e telekomunikacionit janë shumë komplekse të cilat kërkojnë matje specifike të të gjitha parametrave të sistemit dhe në mënyrë periodike. Matjet përpunohen dhe krijohen raporet përkatëse të cilat analizohen. Në bazë të tyre merren vendimet dhe bëhen ndërrimet përmirësuese përkatëse. Sa më të sakta dhe të shpejta të jenë këto matje aq më shpejt ndërhyet dhe rregullohen problemet. Cdo kompani telekomunikacioni ka qëndrën e monitorimit e cila monitoron situatën në cdo moment dhe raporton/kordinon në kohë problemet kritike.

Të gjitha nënsistemet e një rrjeti telekomunikacioni kanë matjet e tyre të performancës së rrjetit.

30.1 NSS

Parametrat e thirrjeve/SMS të suksesshme/pasuksesshme

Numri i abonentëve të regjistruar në sistem

Kanalet e okupuara gjatë orëve të mbingarkuara

Ngarkesa e procesorëve dhe memories të paisjeve

Stabiliteti i paisjeve dhe i ndërfaqeve ndërmjet tyre

Aksesi në shërbimin e Internetit

Parametrat e cilësisë së shërbimit

30.2 BSC

Kanalet radio të okupuara gjatë orëve të mbingarkuara
Ngarkesa e procesorëve dhe memories të paisjeve
Stabiliteti i paisjeve dhe i ndërfaqeve ndërmjet tyre
Parametrat e mbulimit me sinjal të zonave përkatëse
Interferencat , fuqia e sinjalit dhe parametrat e cilësisë së thirrjeve

30.3 IN

Numri i abonentëve të regjistruar (me kredit ose pa kredit)
Parametrat e faturimit
Numri i abonentëve në bazë të shërbimeve/ofertave përkatëse
Parametrat teknik të paisjeve(procesorët/memorja...)

30.4 Matje të tjera

Tendenca e shërbimeve të përdorura
Të ardhurat monetare për përdorues

Numri i abonentëve që bëjnë port-in ose port-out

Numri i abonentëve të rinj ose inaktiv

Zgjidhja e shpejtë dhe e saktë e ankesave të përdoruesve të shërbimit mobile

Tendenca e ofertave ose shërbimeve të përdorura

Sondazhe të ndryshme të klientet në lidhje me shërbimin e ofruar dhe pritshmëritë e tyre në të ardhmen.

Tema 31 Aparatet matëse të telekomunikacionit

Cdo modul në sistemin e telekomunikacionit ka në përbërjen e tij dhe aparatet matëse të cilat mbledhin të dhëna dhe i dëgojnë ato në qendrën e monitorimit dhe kontrollit. Nëpërmjet programeve dhe aplikacioneve të avancuara këto të dhëna përpunohen dhe analizohen. Paisjet matëse kalibruarohen periodikisht bazuar në procedura të mirëpërcaktuara.

Klasifikimi I aparateve matës në fushën e telekomunikacionit është si më poshtë :

- Analizues i spektrit të frekuencave, Kjo paisje e levizshme kryen matjen e parametrave të frekuencave në një zonë të caktuar
- Analizues i fuqisë së sinjalit e cila kryen matje për fuqinë dhe stabilitetin e sinjalit në zone
- Paisje për matjen e sinjalit në fibra optike ose mjedise te tjera transmetimi
- Gjenerator sinjali, përdoret për të gjeneruar sinjal dhe testuar se si ai transmetohet në mjediset e ndryshme.
- Paisje simuluese të thirrjeve të cilat simulojnë thirrje dhe analizojnë cilësinë e zërit dhe shërbimit.
- Paisje për matjen dhe gjetjen e vëndit të këputjes së një mjedisi transmetimi(Fibra optik , koaxial etj) në varesi të terrenit përkatës psh: zona urbane, rurale apo në det.
- Paisje të tjera mbështetëse për matjen e temperaturës/lagështirës/erës në varësi të terrenit
- Paisje simuluese të mbulimit të zonave të ndryshme me sinjal. Këto janë paisje dhe programe të avancuara të cilat pasi bëjnë matje në zonën përkatëse, analizojnë dhe gjenerojnë harta të sakta me vëndet dhe opsionet më optimale për vendosjen e antenave, frekuencave dhe fuqisë së transmetimit.