

4. Fiksne pristupne mreže

Pristupna mreža (engl. *access network*) sastoji se od lokalnih petlji (engl. *local loops*), za koje se koristi i naziv pretplatničke linije (engl. *subscriber lines*), i pridružene im mrežne opreme. U zapadnoj literaturi pojam pristupne mreže primenjuje se na sve tipove tehnologija koje se mogu koristiti između ovih tačaka u mreži, bez obzira na strukturu mreže na prvom OSI (engl. *Open System Interconnection*) sloju. To znači da i optika i WLAN mreže imaju svoju verziju pristupnih mreža. Pod fiksnim pristupnim mrežama podrazumevaju se sistemi koji se sastoje od parova bakarnih provodnika koji su međusobno upredeni. U Telekom Srbija pod pristupnom mrežom podrazumeva se samo fiksna pristupna mreža sa bakarnim uprednim paricama. Prema podacima organizacije ITU u svetu je krajem 2003. bila instalirana 1,1 milijarda fiksnih pristupnih linija.

Lokalne petlje povezuju lokacije krajnjih korisnika usluge s lokalnim centralama (engl. *local exchanges*, ili skraćeno LEs). U Sjedinjenim Američkim Državama češće se za lokalnu centralu koristi izraz *central office* (skr. CO). Više od 95% lokalnih petlji sastoji se od jedne upredene parice koja podržava tradicionalnu fiksnu analognu govornu telefonsku uslugu (engl. *Plain Old Telephone Service*, skr. POTS). Tradicionalna pristupna mreža sastoji se uglavnom od kablova koji sadrže na hiljade upredjenih parica (engl. *twisted pairs*), pri čemu svaku paricu čini par bakarnih provodnika. Parice se od lokalne centrale razvode do krajnjih razdelnika (engl. *Feeder Distribution Interfaces*, skr. FDIs). Krajnji razdelnici su tačke u pristupnoj mreži od kojih se upredene parice razvode sve do krajnjih korisnika usluge. Glavninu upredjenih parica u pristupnoj mreži moguće je svrstati u kategoriju nazvanu neoklopljena upredena parica (engl. *Unshielded Twisted Pair*, skr. UTP). Iako oklopljavanje smanjuje nivo preslušavanja i šuma u upredenoj parici, glavni razlog za korišćenje neoklopljenih parica u pristupnim mrežama leži u dimenzijama kablova. Kabel zadanog prečnika može sadržavati više UTP-ova nego oklopljenih upredjenih parica (engl. *Shielded Twisted Pairs*, skr. STPs).

Pristupne mreže obuhvataju:

- **POTS sisteme** - Dugo vremena je tradicionalna parična lokalna petlja korišćena samo za analognu telefoniju, za prienos podataka i faksimila, koristeći pri tome isključivo standardne POTS-kanale, propusnog opsega do 4 kHz (preciznije, od 300 do 3400 Hz). Prenos POTS-signala tim kanalom je analogni u osnovnom pojasu (engl. *baseband*), a podaci i faksimili se njime prenose pomoću digitalnih modulacionih postupaka nad analognim nosiocem (engl. *carrier*). Iz tog je razloga tradicionalnu paričnu pretplatničku liniju moguće zvati i analogna pretplatnička linija. Podaci su se prenosili analognom pretplatničkom linijom pomoću modema (engl. *voice-band modems* ili *dial-up modems*), koji je dostizao maksimalnu brzinu signalizacije (engl. *transmission rate*) do 33,6 kbit/s. Dalji razvoj tih modema zaustavljen je na brzini od 56 kbit/s koju je moguće postići samo ako nema analogno-digitalnih konverzija na komunikacionom putu koji prolazi javnom komutacionom mrežom. Dakle, modemi za prenos signala unutar POTS kanala došli su do svoje gornje granične prenosne brzine koju nameću širina POTS kanala i odnos srednje snage signala i srednje snage šuma (skr. S/N, od engl. *Signal-to-Noise Ratio*, skr. SNR). Jedan od glavnih nedostataka

4. Fiksne pristupne mreže

analogne pretplatničke linije je nemogućnost istovremenog prenosa različitih vrsta informacija, npr. istovremeni prenos govora (ili glasa, engl. *voice*) i podataka jednom upredenom paricom.

- **N-ISDN** - Sledeći korak u evoluciji lokalne petlje započeo je u osamdesetim godinama prošlog veka kad je u područje pristupnih mreža uvedena nova tehnologija nazvana uskopojasna digitalna mreža integrisanih službi (engl. *Narrowband Integrated Services Digital Network*, skr. N-ISDN). Omogućavajući istovremeni prenos govora i podataka predstavljala je znatno poboljšanje u odnosu na analogne pretplatničke linije. Ako je mrežna terminacija krajnjeg korisnika (engl. *Network Termination*, skr. NT) povezana s lokalnom centralom koja podržava N-ISDN funkcionalnosti pomoću interfejsa osnovne brzine (engl. *Basic Rate Interface*, skr. BRI), tada prenosna brzina na linku koja međusobno povezuje NT i LE iznosi 160 kbit/s. Međutim, danas su usluge poput brzog pristupa Internetu i ostale aplikacije i usluge koje su zahtevne u pogledu prenosnog pojasa postale uobičajeni zahtjev malih korisnika, a da pri tome i ne govorimo o srednjim i velikim poslovnim korisnicima.
- **Kablovski modemi** – Kablovski modemi (engl. *cable modems*), primarno korišteni za kablovsku televiziju (engl. *CABLE TeleVision*, skr. CATV), nude velike prenosne brzine: do 30 Mbit/s u dolaznom i do 1 Mbit/s u odlaznom smjeru. Pri tome na brzinu izrazito utiče broj korisnika priključenih na sabirničku kablovsku mrežu. Veze ostvarene kablovskim modemima nisu same po sebi sigurne s obzirom da mreža ima sabirničku topologiju i svaki korisnik spojen na sabirnicu (engl. *bus*) odašilje (engl. *broadcast*) svoje podatke svim ostalim korisnicima na sabirnici. Imajući u vidu mogućnost obnavljanja signala, domet kablovskih modema nije ograničen unutar područja koje pokriva provajder kablovske usluge.
- **E1/T1** – ova usluga obično je previše skupa malim korisnicima. Ona je prvenstveno namenjena velikim poslovnim korisnicima i institucijama. Delimični E1/T1 (engl. *fractional E1/T1*), tj. $N \times 64 \text{ kbit/s}$, $1 \leq N \leq 31$ / $1 \leq N \leq 24$, bi mogao biti odgovarajuće rešenje za mala preduzeća. Korištenje E1/T1 usluge zahteva upotrebu dve upredene parice, dok je većina malih korisnika (engl. *Small Office – Home Office*, skr. SOHO) povezana s lokalnom centralom pomoću samo jedne parice. To je drugi važan razlog zbog kojeg se E1/T1 ne uklapa u potrebe SOHO-korisnika. Pored navedenog, E1/T1 je ujedno i skupa usluga.
- **DSL tehnologije** - Tehnologije digitalne pretplatničke linije (engl. *Digital Subscriber Line*, skr. DSL) su tehnologije pristupa jezgu (engl. *core*) mreže pomoću fiksnih linija. Opšti naziv xDSL se često koristi kako bi se njime označile sve DSL tehnologije ili bilo koja od njih. xDSL duguje svoj uspeh najviše brzom pristupu Internetu kao i razvoju širokopojasnih komunikacija. DSL tehnologije, koje nude znatno veće prenosne brzine nego BRI (neke nude brzine veće i od PRI-a), postale su tehnologija broj jedan za realizaciju širokopojasnog pristupa. Počeci xDSL-a sežu u osamdesete godine prošlog veka. Međutim, u devedesetima je započeo ubrzan masovan razvoj i primjena xDSL-a širom sveta.

Upredene parice

Kod upredenih parica, dve žile koje nose signal su međusobno uvijene celom dužinom radi zaštite od smetnji. Helikoida koja se dobija uvrtnjem parica oko zajedničke ose ima nešto manju dužinu od same parice i stoga uvek važi da su provodnici nešto veće dužina od samog kabla. U zavisnosti od gustine motanja ova razlika može iznositi i do 20 %.

Postoje dva tipa upredenih parica: oklopljene (UTP) i neoklopljene (STP). U poslednje vreme koriste se i tzv. FTP kablovi (engl. *Foil-shielded Twisted Pair*). EIA/TIA Technical System Bulteins 36 i 40 definišu 568 standard. To je standard vezan za kablovske instalacije kod samog korisnika koji deli UTP kablove u šest kategorija¹. Prva i druga kategorija koriste se u fiksnoj pristupnoj mreži Telekom Srbija dok su ostale namenjene za širokopoljasni prenos. Prva kategorija kabla nema definisanu nikakvu specifikaciju. Ovi kablovi koriste se uglavnom za analognu telefoniju. Druga kategorija kabla koristi opseg do 2 MHz i upotrebljava se za prenos govora i podataka u uskopojasnim digitalnim sistemima, kao što su ISDN i DSL. Preostale kategorije kablova koriste se za opsege iznad 16 MHz i neće biti predmet ovog kursa.

Neki inženjeri obavljaju testiranja na paricama dok su ove još namotane na fabrički kalem. Ovo nije ispravan pristup jer se svojstva kabla menjaju kada se on ispravi i skloni sa kalema. Osnovna razlika između namotanog i pravog kabla je u tome što se kod naponatanog kabla indukuje magnetsko polje u centru kalema. Ovo polje suprotstavlja se svakoj promeni struje i prema tome utiče na uspostavljanje struje u kolu, što nije slučaj sa ispravljenim kablom.

Takođe, razlikuju se i kablovi za spoljašnje instalacije (van zgrada) i unutrašnje instalacije (unutar zgrada). Za unutrašnje instalacije koriste se kablovi sa PVC izolacijom. Oni su pogodni za upotrebu samo u uslovima stabilnih temperatura i ne mogu se koristiti za spoljašnje instalacije. Za spoljašnje instalacije u pristupnoj mreži u Telekom Srbija koriste se kablovi sa penastim polietilenom i vazdušno-papirnom izolacijom.

Degradacija signala

Domet upredenih parica za analogne govorne signale iznosi tipično oko 1,8 km. Nakon ove dužine nivo šuma u kanalu raste iznad granice prepoznatljivosti govora. Za digitalne signale situacija je nešto povoljnija, ali se javljaju drugi efekti kao što je npr. širenje impulsa zbog kojeg se smanjuje brzina prenosa i sl. Ograničenje dužine posledica je postepene degradacije signala na putu kroz paricu. Degradacija se povećava sa rastojanjem koje je signalu potrebno da prevali od predajnika do prijemnika, i već preko 2 km, parice bez aktivnih regeneratora signala ne mogu se koristiti za efikasan prenos podataka. Postoje četiri osnovna načina na koji upredena parica degradira signale koji se preko nje prenose. To su:

- otpornost,
- kapacitivnost,
- podužno slabljenje i
- preslušavanje.

¹ Jedan UTP kabl može imati od 1 do tipično 25 parica

4. Fiksne pristupne mreže

Svaki kabel ima neku otpornost. Ona je posledica interakcije elektrona koji se kreću usmereno i prenose polje, sa elektronima koji se u provodniku kreću nasumično. Ove interakcije troše energiju signala na proizvodnju toplote i uzrok su tzv. termičkog šuma u parici. Ako je otpornost parice prevelika, signal neće doseći do drugog kraja.

Kapacitivnost se manifestuje najviše kroz električne interakcije unutar kabla. Struja koja teče kroz žilu indukuje napon u ekranu kabla ili drugim žilama, dok struja kroz ekran indukuje napon u žili. Preciznije rečeno, kada na ekranu postoji negativno naelektrisanje ono će privući pozitivno naelektrisanje iz žile. Ova interakcija proizvodi gubitke i, u slučaju značajnih asimetrija u kablju, može biti uzrok preslušavanju.

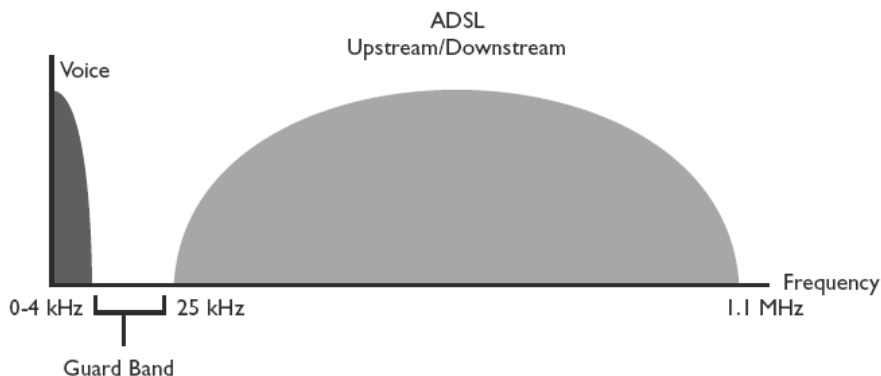
Podužno slabljenje je posledica skin efekta i struje curenja kroz izolacioni materijal kabla. Skin efekat predstavlja tendenciju struje da teče u blizini površine bakarnog provodnika. Povlačenje struje ka krajevima provodnika smanjuje efektivni poluprečnik žile što se vidi kao povećana otpornost. Što je učestanost signala veća, to je ovaj efekat izraženiji. Dielektrični gubici su posledica nesavršenosti plašta (omotača) provodnika. Idealno, izolacija bi trebalo da bude električno potpuno neaktivna, ali ona to nikada nije. Statički elektricitet koji se formira na krajevima izolacionog dielektrika utiče na signal koji prolazi kroz provodnik.

Preslušavanje predstavlja uticaj jedne parice na drugu. Ako se preslušavanje manifestuje sa kraja sa koga se šalju signali onda se ono naziva preslušavanje na bližem kraju (NEXT, engl. *Near End CrossTalk*). Ako se pojava dešava na prijemnoj strani, tada je reč o preslušavanju na daljem kraju parice (FEXT, engl. *Far End CrossTalk*).

Pupinovi kalemovi

Radi popravljavanja karakteristike prenosne linije za govorni signal i radi povećanja dometa preko 1,8 km, u POTS sisteme su sistematski ugrađivani tzv. Pupinovi kalemovi (engl. *load coils*) populano nazvani "pupinke". Oni su se postavljali redno na liniju u obe parice za prenos i imali su osobinu da dobro propuštaju govorni signal do učestanosti od oko 4 kHz, ali da nakon toga imaju naglo slabljenje signala. Time se efikasno ograničavala snaga visokofrekventnog šuma i omogućavao prenos govornog signala na veća rastojanja.

Savremeni digitalni sistemi za prenos podataka koriste učestanosti koje su zantno veće od 4 kHz i stoga se Pupinovi kalemovi moraju pronaći i ukloniti sa trase. Ako se posmatra tipičan izgled frekvencijske karakteristike za digitalni prenosni sistem kao što je ADSL na slici 1.1, uočava se da niskopropusna pupinka u potpunosti onemogućava komunikaciju i stoga se mora ukloniti sa linije pre digitalizacije.



Slika 1.1. Frekvencijski opseg ADSL linije

Pored Pupinovih kalemova koji se ponašaju kao niskopropusni filtri, postoje i tzv. širokopojasne pupinke koje nakon naglog slabljenja iza 4 kHz imaju ponovo pojačanje nakon 20 kHz omogućavajući da se kroz njih pusti odgovarajući digitalni signal.

Bridž tepovi

Da bi se uštedelo na stalnim iskopavanjima prilikom postavljanja telefonskih instalacija, Američke telefonske kompanije pribegle su strategiji ostavljanja viškova dužina kabla u nastavku ulice (i do nekoliko stotina metara) koji su bili predviđeni za potencijalne korisnike. Ovi viškovi ostavljani su otvoreni i neaktivni čekajući nove pretplatnike u svojoj blizini i nazivaju se bridž tepovi (engl. *bridge tap*). Mada je sa ekonomske strane ovo bilo potpuno opravdano, u eri digitalizacije prenosnih linija, ove neterminirane, neaktivne linije stvarale su probleme svim pretplatnicima u svojoj blizini stvarajući eho i generišući brojne parazitne smetnje. U pristupnim mrežama preduzeća Telekom Srbija bridge tapovi se retko sreću.

Sistemi prenosa u fiksnoj pristupnoj mreži

Telekomunikacije su se početkom i sredinom XX veka razvijale tako što je za svaki servis građena posebna infrastruktura. Na taj način nastale su odvojene mreže za telefonski servis, telegrafski servis i servis za prenos podataka. U mreži za telefonski servis, veza između krajnjih tačaka - telefonskih pretplatnika i njima najbližih komutacionih čvorova, realizovana je zasebnim linijama koje se dodeljuju svakom pretplatniku. Ove linije, dužine od nekoliko stotina metara do par kilometara, poznate i pod nazivom "poslednja milja" (engl. *last mile*), čine tzv. pristupnu mrežu. Pristupna mreža je dominantno realizovana korišćenjem kablova sa bakarnim provodnicima upredenim u četvorke i/ili parice. Pristupna mreža građena je prema standardima za prenos telefonskih govornih signala u opsegu od 300 Hz do 3,4 kHz. Preko nje se realizuje tzv. POTS servis (engl. *Plain Old Telephone Service*). POTS je osnovni telefonski servis koji omogućava svim telefonskim korisnicima pristup javnoj telefonskoj mreži PSTN (engl. *Public Switched Telephone Network*).

Potreba za objedinjavanjem servisa, kao i za sve većim zahtevima za prenosom digitalnih podataka, nametnula je potrebu da se naprave intervencije u samoj pristupnoj mreži. Međutim, uzimajući u obzir ogromna ulaganja u kablovsku infrastrukturu pristupnih mreža, bilo je logično očekivati da će se razvoj telekomunikacionih usluga, bar delimično, usmeriti u pravcu modifikacije postojeće infrastrukture. Pedesetih godina XX veka, kada se javila

4. Fiksne pristupne mreže

potreba za prenosom novih tipova signala (podaci u binarnom obliku), razvijeni su modemi za analogni prenos podataka unutar govornog opsega (engl. *dial-up modems* ili *voice band modems*). Ovi modemi su modulirali digitalne signale na sinusne nosioce, tako da je njihov prenos bio moguć i unutar ograničenog opsega govornih signala. Prvi modemi imali su brzinu prenosa od svega 300 bit/s. To je, naravno, zadovoljilo prvobitne potrebe, ali je od tada tehnologija neprekidno napredovala, da bi krajem osamdesetih godina dial-up modemi dostigli brzinu od 56 kbit/s (ITU-T preporuka V.90). Ispostavilo se da je ovo granica za modulaciju signala u opsegu do 3,5 kHz, koji su nametali niskopropusni filtri postavljeni na strani centrale. Ovi filtri su imali zadatak da poboljšaju odnos signal/šum u opsegu govornih signala, potiskujući visokofrekvencijske komponente šuma, ali su postavljali ograničenje za prenos signala kroz pristupnu mrežu,

Sledeći iskorak, dakle, bila je realizacija pristupne veze prevezivanjem parica na posebne centrale koje su omogućavale efikasniji prenos i koje nisu imale niskopropusne filtre. Ovakav prenos signala naziva se širokopojasni prenos.

Prvi iskorak u smeru širokopojasnog prenosa, napravljen je sredinom osamdesetih godina, kada je uvedena tehnologija nazvana mreža integrisanih digitalnih službi ili ISDN (engl. *Integrated Service Digital Network*). Vizija ISDN-a je bila kreiranje jedinstvene globalne mreže za prenos svih telekomunikacionih usluga, uključujući podatke i telefoniju. Uloženi su ogromni naponi i velika finansijska sredstva u razvoj, ali nije poznato da je ISDN tehnologija u značajnoj meri opravdala investicije. Nasuprot tome, omogućena brzina prenosa bila je vrlo skromna i brzo prevaziđena rastućim zahtevima u pogledu širine opsega.

Sredinom devedesetih, sa ekspanzijom Interneta, javila potreba za velikim protokom podataka koju nijedna do tada razvijena tehnologija nije mogla zadovoljiti. Ovome treba dodati razvoj SOHO koncepta malih/kućnih kancelarija (engl. *Small Office/Home Office*) koji je takođe zahtevao znatno širi propusni opseg od onog koji je nudio ISDN. Tim zahtevima odgovoreno je uvođenjem nove DSL tehnologije (engl. *Digital Subscriber Line*). Neke varijantne DSL tehnologije mogle su čak da egzistiraju zajedno sa POTS servisom na bakarnoj parici i time omogućće da postojeća infrastruktura krajnjem korisniku istovremeno obezbedi pristup fiksnoj telefonskoj mreži i uslugama koje ona pruža, ali i pristup Internetu sa velikim brzinama protoka. Time su porasle i ambicije provajdera koji su krajnjim korisnicima počeli nuditi nove usluge preko ovakve veze (video na zahtev, video konferencije, rad od kuće, telemedicina, učenje na daljinu, interaktivne mrežne igre, radio i TV, mrežna kupovina i dr.)

Kada je omasovljena upotreba optičkih vlakana kao medijuma za prenos, njihove superiorne karakteristike su, u početnoj fazi, sugerisale mogućnost primene koncepta širokopojasnog prenosa korišćenjem "vlakna do kuće" (FTTH – engl. *Fiber To The Home*). Nažalost, ovaj pristup se za korisnike sa malim zahtevima (domaćinstva, mala i srednja preduzeća) pokazao kao ekonomski neopravdan, pa je primena optičkih komunikacija zaživela u okviru transportne mreže kao i u okviru lokalnih mreža (LAN – engl. *Local Area Network*) u velikim i nekim srednjim preduzećima.

Fiksna pristupna mreža izgrađena od kablova sa bakarnim provodnicima, iako predstavlja usko grlo za širokopojasni prenos, nametnula se svojom širokom zastupljenošću, i malim zahtevima za ulaganje u infrastrukturu. Ova činjenica dala je podstrek razvoju DSL tehnologije i njene masovne implementacije u pristupnoj mreži.

4. Fiksne pristupne mreže

S obzirom da je POTS² servis i dalje najpopularniji i najmasovniji servis u telekomunikacijama kao i da se u pristupnoj mreži može koristiti u paraleli sa nekim DSL tehnologijama, ovde će biti date neke njegove osnovne karakteristike.

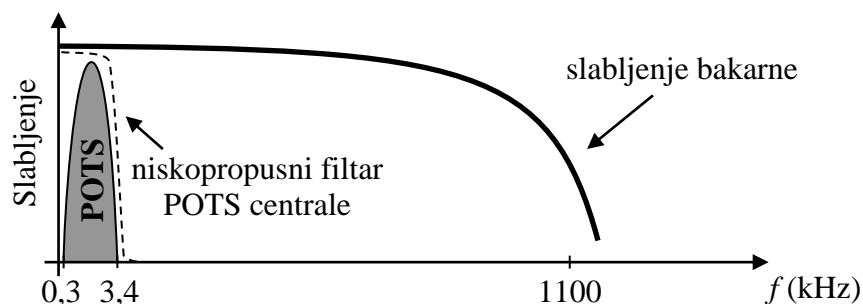
Usluga analogne telefonije je stvorena kako bi se razmenjivali govorni podaci posredstvom analognih električnih signala koji su po svojim karakteristikama identični odgovarajućim akustičnim signalima. Konverzija se obavlja u mikrofona i slušalicama telefonskih aparata pri čemu je učestanost izvornog signala očuvana u odnosu 1:1. Za prenos analognog telefonskog signala koristi se samo mali deo ukupnog propusnog opsega telefonske linije (ispod 3,4 kHz). To je opseg koji je dovoljan da bi govor bio razumljiv i da bi govornik bio prepoznatljiv. Ovaj opseg je poznat kao "govorni opseg" ili "komercijalni opseg".

POTS servis obuhvata:

- bi-direkcionu ili full-duplex telefonsku liniju za prenos glasa (govornih signala), sa ograničenim propusnim opsegom od 300 Hz do 3400 Hz,
- signali za indikaciju toka razgovora kao što su signal zvona, slobodne linije ili zauzete linije (tu-tu),
- usluge operatera (centrale) za potrebe međugradskih poziva, konferencijske veze i sl.

Ime POTS je odraz telefonskog servisa koji je još uvek raspoloživ i nakon što su se pojavile naprednije tehnologije za pružanje telefonske usluge kao što su ISDN, mobilna telefonija i VoIP (engl. *Voice over Internet Protocol*). POTS je dostupan od kada je uveden javni telefonski sistem krajem XIX veka, u neizmenjenoj formi za krajnjeg korisnika, ako se izuzme nekoliko sitnijih modifikacija i inovacija kao što su tonsko biranje, digitalne centrale i uvođenje optičkih komunikacija u javnu telefonsku mrežu.

Važno je razumeti da koncept o prenosu podataka kakav je danas poznat, nije postojao u vreme kada je POTS razvijen, pa je najveći deo frekventijskog opsega ostajao neiskorišćen. Sama bakarna parica ima daleko širi propusni opseg od onog koji se koristio samo za prenos govornog signala (slika **Error! No text of specified style in document..1**).



² Sistem je u mnogim zemljama bio poznat i pod nazivom Post Office Telephone Service ili Post Office Telephone System (identična skraćena). Naziv je odbačen kada je telefonski servis prestao da bude pod kontrolom nacionalnih pošta.

Slika 4.2. Tipičan izgled propusnog opsega bakarne parice.

Ovaj opseg učestanosti, koji se tipično kreće do 1,1 MHz može se iskoristi za daleko efikasniji i brži prenos digitalnih podataka, pod uslovom da se promeni način modulacije i da se ustanovi za svaku pojedinačnu postojeću instalaciju da li je u mogućnosti da odgovori na postavljene zahteve. Pored toga, da bi se istinski iskoristio frekvencijski opseg bakarne parice, nije dovoljno samo digitalizovati liniju odgovarajućim modemom, već je potrebno promeniti i same centrale, odnosno unaprediti kompletnu tehnologiju komutacije.

Potreba za merenjem u fiksnim pristupnim mrežama

Merenja u pristupnim mrežama obavljaju se u tri situacije:

- prilikom prijema linije od montera
- u okviru redovnih održavanja
- interventno, u slučaju pojave smetnje

Prijem linije podrazumeva nekoliko obaveznih testova, kao što su merenje otpornosti uzemljenja, merenje otpornosti izolacije, merenje otpornosti petlje i merenje nivoa preslušavanja. Ovi testovi se moraju sprovesti na svim žilama radi kontrole kvaliteta novoizgrađene instalacije. U Telekom Srbija se u praksi od toga često odustaje zbog velikog broja merenja i, umesto toga, obavlja se merenje na svakoj petoj ili destoj parici. Obavezna merenja koja obuhvata prijem linije su: otpornost izolacije, otpornost uzemljenja i preslušavanje.

Redovna održavanja imaju za cilj da pruže uvid u stanje instalacije i da predvide mogućnost pojave smetnji u nekoj bliskoj budućnosti. Često se prilikom redovnih merenja u okviru održavanja otkrivaju smetnje koje nisu uočene ili prijavljene od strane korisnika. Mere se otpor izolacije, prisustvo omskih smetnji, linija se pregleda reflektogramom i kablovskim mernim mostom.

Interventna merenja razlikuju se od svih ostalih merenja po tome što se već unapred zna da problem postoji. Jedino ga još treba identifikovati i locirati. Zbog toga su, u ovim postupcima, od izuzetne važnosti brzina merenja, brzina uspostavljanja dijagnoze i minimizacija greške merenja. Kod interventnih merenja primenjuju se merenje otpora izolacije, merenje reflektometrom i kablovskim mernim mostovima, merenje pomoću tragača kablova i drugo.

Literatura

- [1] "Let's Connect: Your Serial Cable Guide from Cisco", <http://www-europe.cisco.com/warp/public/534/17.html>, 2004.
- [2] "Copper Cables", <http://www.made-it.com>, 2005.
- [3] Village Online™ Reaction Systems, Inc., "An Introduction to Load Coils and Bridge Taps", <http://www.vonl.com/support/>, Houston, USA, 2003.
- [4] Prof. dr. sc. Alen Bažant, "Uvod u xDSL i ADSL", Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2006.
- [5] Gumaste, A, T.Antony, "First Mile Access Networks and Enabling Technologies" Cisco Press, Indianapolis, 2004.
- [6] Cornet Technology Inc., "Digital Subscriber Line (DSL) testing", <http://www.iec.org>, 2000.
- [7] "M3090: Analogue Tester", http://www.aethra.com/text/ps_analoguetest.htm
- [8] "CoBRA-CQ: Cable Qualifier", <http://www.consultronics.on.ca/cobracq.html>