

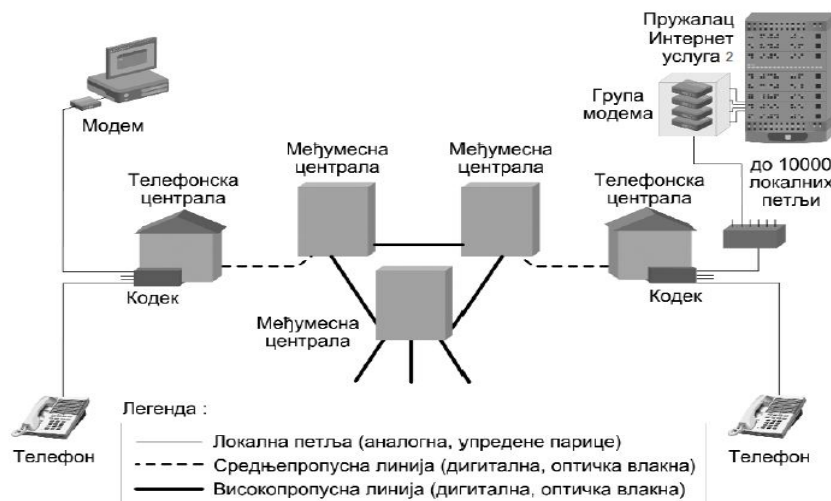
Modemi

Telefonska mreža

U telefonskoj mreži (*PSTN – Public Switched Telephone Network*) pretplatnici su povezivani sa telefonskim centralama bakarnim paricama a i lokalne centrale međusobno su povezane na isti način (slika 1). Središnje i međugradske centrale bile su povezivane, uz korišćenje frekvencijskog multipleksa, koaksijalnim kablovima ili radio-relejnim vezama, a danas mahom optičkim vlaknima.

Glavne komponente javne telefonske mreže predstavljaju:

- lokalna pretplatnička petlja (LP) koja je veza između krajnjeg korisnika i lokalnog komutacionog centra
- lokalni komutacioni centar LK koji omogućava uspostavljanje telefonskih poziva korisnicima koji su za njega povezani preko lokalne pretplatničke petlje. Pošto lokalne petlje u najvećem delu još uvek prenose analogne signale, i relativno su male razdaljine među njima, često se u literaturi nazivaju „poslednja milja” telefonskog sistema;
- komutacioni centri za međugradski saobraćaj, ili za saobraćaj između lokalnih komutacionih centara (tandem), koji omogućavaju preusmeravanje (komutaciju) poziva koji nije u oblasti lokalnog komutacionog centra.



Slika 1 Osnovna infrastruktura javne telefonske mreže

Standardizovani, frekvencijski opseg telefonskog kanala je na učestanosti od 0,3 do 3,4kHz, dovoljan da se na prijemu dobije razumljiv govor. Pri filtriranju govora nije se vodilo računa o faznim izobličenjima, jer je uvo na njih praktično neosetljivo.

Iako zastarela, postojeća infrastruktura i dalje je širom sveta u upotrebi. Razvoj digitalnih telekomunikacija omogućio je ekonomičnu upotrebu digitalnih komutacionih centara („centrala”) u kojima bi analogni govorni signal najpre bio digitalizovan, pa onda komutiran i nakon toga opet eventualno vraćen u analogni oblik. Na taj način jedna telefonska veza uspostavljena biranjem (komutiranjem) može da se sastoji od niza analognih i digitalnih deonica od kojih svaka ima svoje posebne karakteristike.

Modemi za telefonski kanal

Pošto je opseg telefonskog kanala počevši od komutacionog centra ograničen, za prenos podataka potrebno je spektr prenošenog signala smestiti u taj opseg. Zbog toga se mora koristiti neka vrsta modulacije, a za to koristimo modeme.



Podaci koje treba preneti digitalni su po svojoj prirodi. Telefonska mreža je projektovana za prenos govornog signala. Koristi se digitalna modulacija i generiše ekvivalentan analogni signal koji se u okviru prenosa kroz telefonsku mrežu tretira kao analogni. U komutacionim centrima i pri prenosu ovaj se modemski signal digitalizuje vršeći A/D i D/A konverzije jedanput ili više puta. Na kraju se, u analognom obliku, vraća prijemnom modemu koji ga sada demoduliše i digitalne podatke dostavlja korisniku.

Uzimajući u obzir da je širina opsega govornog kanala od 3 do 3,5kHz dobija se da je kapacitet u opsegu od 30 do 33kb/s za odnos signal-šum 30dB, odnosno u opsegu od 35 do 38,5kb/s za odnos signal/šum 33dB. Prema Šenonovoj teoremi o kanalnom kodovanju kapacitet je maksimalna brzina prenosa (protok) pri kojoj se verovatnoća greške može držati pod kontrolom. Ona zavisi od raspoloživog frekvencijskog opsega i odnosa signal šum.

Parice u pristupnoj mreži (lokalnoj pretplatničkoj petlji) imaju daleko veći kapacitet od telefonskog kanala. Tu je odnos signal-osnovni šum oko 50 do 60dB. Raspoloživi opseg veoma je širok ali slabljenje u njemu nije konstantno, kao što je pretpostavljeno pri određivanju kapaciteta telefonskog kanala. Ovi kapaciteti mogu se koristiti kada se primenjuju xDSL (Digital Subscriber Line) tehnologije.

Razvoj modema zavisio je u velikoj meri od raspoložive tehnologije a najbolje se može pratiti kroz odgovarajuće ITU-T preporuke serije V (Prenos podataka telefonskom mrežom). Da bismo ostvarili kompatibilnost modema različitih proizvođača neophodno je bilo standardizovati same protokole. Tako su razvijeni standardi koji definišu modulaciju, kompresiju podataka, korekciju greške i kompatibilnost sa ranijim standardima.

Kratak opis nekih od standarda:

- Standard V.32 - obezbeđuje sinhroni/asinhroni prenos podataka, dupleksni prenos preko dvožičnih komutiranih ili iznajmljenih telefonskih linija sa binarnim protokom do 9600b/s, 7200b/s i 4800b/s. Prvi univerzalni standard za modeme binarnog protoka do 9600b/s na komutiranim i iznajmljenim telefonskim linijama je V.32. Modemi „tipa V.32” rade tako što pokušavaju da uspostave vezu na 9600b/s, ako se pojave greške vraćaju se i rade na 2400b/s. Mogu koristiti protokole za kompresiju podataka i kontrolu grešaka. Ovaj standard kompatibilan je sa standardom V.22bis organizacije ITU-T;
- Standard V.32bis - modemi koji odgovaraju ovom standardu omogućavaju sinhroni/asinhroni dupleksni prenos podataka preko dvožičnih komutiranih ili iznajmljenih linija, binarnog protoka 14400b/s, 12000b/s, 9600b/s, 7200b/s, 4800b/s. Modemi V.32bis intenzivnije analiziraju vezu da bi odmah ustanovili najveću moguću brzinu modulacije (linijsku brzinu). Mogu koristiti protokole za kompresiju podataka i kontrolu grešaka;
- Standard V.33 - modemi koji odgovaraju ovom standardu omogućavaju sinhroni dupleksni prenos podataka preko četvorožičnih iznajmljenih linija brzinama 14400b/s, 12000b/s i 9600b/s;
- Standard V.FASAT - modemi koji odgovaraju ovom standardu omogućavaju sinhroni prenos podataka brzinama od 19200b/s sa mogućnošću rada i konfigurisanja brzine.

Standard V.90

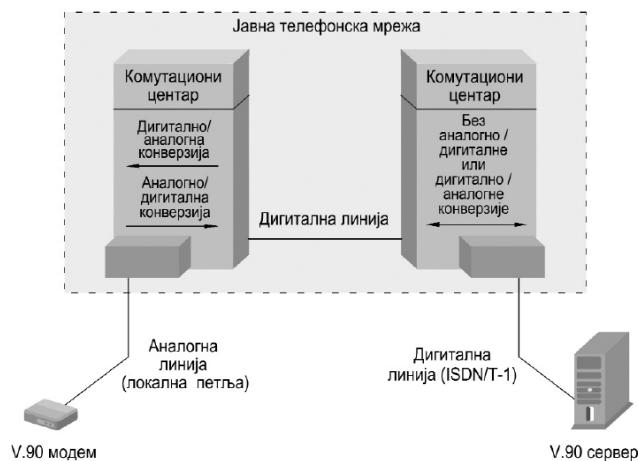
Veliki deo telefonske mreže je digitalizovan imajući u vidu prenos govornog signala. Uvedena je PCM uz odgovarajuću μ ili A karakteristiku kompresije sa 8000 uzoraka u sekundi, gde je svaki uzorak predstavljen kodnom reči od 8 bita, pa je kanalni protok 64kb/s. I komutacioni centri su digitalni pa se analogni prenos vrši uglavnom još samo bakarnim paricama od komutacionog centra do pretplatnika.

Izgledalo je da je u prenosu podataka kroz telefonske kanale dostignut vrhunac i da je V.34 poslednji modem iz serije modema. Međutim, pojavio se još jedan tzv. 56k modem. Govorni signal je kontinualni signal. Zbog toga se u većini slučajeva u komutacionom centru koristi odgovarajući PCM signal binarnog protoka 64kb/s po kanalu. On predstavlja ili digitalizovani govor ili digitalizovani modemski signal, pri čemu je maksimalni binarni protok sa V.34 modemom 33,6kb/s. Poznato je da parice u pristupnoj mreži imaju daleko veći kapacitet. Pretplatnik može da zakupi ISDN vezu (144kb/s) ili da instalira xDSL3 modem.

Na prvi pogled izgleda jednostavno dostaviti pretplatniku 64kb/s koji već postoje u komutacionom centru. Problem je sledeći: na izlazu iz komutacionog centra prema pretplatniku kao i na ulazu od pretplatnika u komutacioni centar postoje filtri koji ograničavaju spektar ulaznog signala na opseg telefonskog kanala. Oni su neophodni i zbog D/A konverzije (od komutacionog centra ka pretplatniku) i A/D konverzije (od pretplatnika ka komutacionom centru). To znači da se pretplatniku dostavlja analogni signal dobijen D/A konverzijom kao da je to rekonstruisan govorni signal. Pomenuti filtri se ne mogu ukloniti. Pošto se u telefonskoj mreži ništa ne može menjati, preostaje jedino da se promeni modem. Tako je nastao 56k modem.

Osnovna ideja je sledeća:

- Server (vezan digitalnom linijom za komutacioni centar) šalje stanici A (vezanoj analognom linijom za komutacioni centar) osmootne bajtove podataka brzinom 64kb/s; D/A konvertor u kodeku ove bajtove pretvara u odgovarajuće amplitude kao da se radi o govornom signalu. Tom prilikom vrši se i odgovarajuća ekspanzija signala na osnovu korišćene karakteristike kompresije. Dobijen signal liči na impulsnu amplitudsku modulaciju.
- Zadatak modema je da na osnovu odgovarajućih primljenih amplituda pravilno odredi bajtove podataka na osnovu kojih su te amplitude generisane i preda ih korisniku. Da bi se ovo moglo uspešno uraditi u početku se koristi test sekvenca za određivanje odgovarajućih amplitudskih nivoa u prijemniku.



Slika 2 Primena V.90 standarda

Korišćenjem ove tehnike teorijski prenos od 56kb/s može biti postignut od servera do modema. Treba napomenuti da je ovo teorijska brzina. Fizička ograničenja u lokalnoj mreži, uključujući udaljenost modema od telefonske centrale, broj veza ili čvorova u lokalnoj mreži, i ukupan kvalitet lokalne mreže mogu dodatno ograničiti brzinu prenosa. Bliže posmatranje slike 2 pokazuje da je uvećanje brzine ponuđene od strane V.90 ograničeno na polovinu veze: od servera ka modemu.

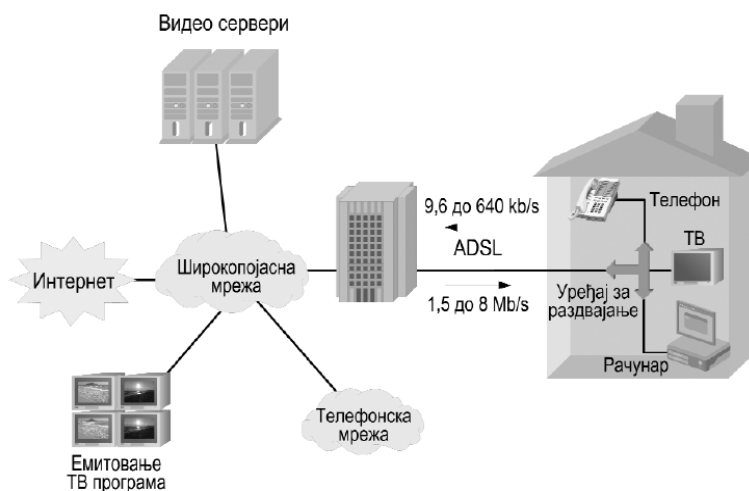
Druga polovina veze, od modema do servera, mora da prođe A/D konverziju, zbog čega se pojavljuje šum i brzina smanjuje na V.34 nivo. Brzina je drugačija u svakom pravcu pa se za V.90 kaže da je nesimetrična tehnologija prenosa. Nesimetrične osobine V.90 odgovaraju nesimetričnoj prirodi najčešće upotrebe modema, a to je pristup Internetu. Uobičajeno je da korisnik šalje kratak upit ka serveru. Server šalje korisniku odgovor sa većom količinom podataka, čineći standard V.90 potpuno prilagođen za pristup Internetu. Kao i sa svim ostalim standardima za modeme V.90 kompatibilni modemi su u saglasnosti sa svim ranijim standardima.

Kada se veza uspostavlja modem pokušava da se poveže na najvećoj mogućoj brzini. Ukoliko ne uspe, brzina se smanjuje na niže V.90 nivoe, pa na V.34 nivo, zatim V.32 nivo itd. sve dok se veza ne uspostavi. Standard V.92 (unapređena verzija V.90) omogućava: bržu uspostavu veze, prihvatanja poziva za vreme trajanja Internet veze (Modem on Hold), povećanje brzine sa 33,6kb/s na 48kb/s i kompresiju podataka po V.44 standardu.

Asimetrične digitalne pretplatničke petlje

Kada se u telefonskoj mreži konačno dostigla brzina prenosa podataka od 56kb/s smatralo se da je posao dobro obavljen. U međuvremenu kompanije koje se bave razvojem kablovske televizije nudile su brzine do 10Mb/s, a satelitske kompanije planirale su da ponude u odlaznom saobraćaju 50Mb/s. Pristup Internetu postaje sve važnija usluga koja se postavlja pred telefonske operatere. Kao svoj odgovor telefonski operateri nude digitalni pristup preko lokalnih petlji. Digitalni pristup daje mogućnost većeg opsega od standardnog telefonskog kanala (slika 3) pa su moguće sledeće aplikacije:

- pristup Internetu,
- obavljanje posla sa udaljenih mesta (*Teleworking*),
- preuzimanje video sadržaja: emitovanje TV programa ili videa po zahtevu (*Video on Demand*),
- prenos govora preko IP protokola (*VoIP*),
- telemedicina,
- daljinsko obrazovanje i kupovina,
- igrice



Slika 3 ADSL mreža

U samom početku postojalo je više međusobno preklapajućih rešenja koja se sva mogu označiti opštom oznakom xDSL 5 (x označava različite sisteme). Pregled postojećih xDSL dat je u tabeli.

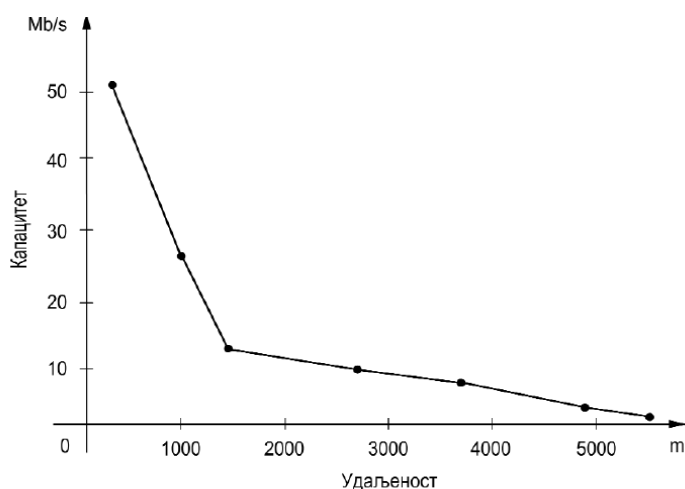
Група	Правац	Максимална брзина [Mb/s]	Ознака ITU	Година доношења стандарда
ADSL	Директни	7	G.992.1	1999.
	Повратни	0,8		
ADSL2	Директни	8	G.992.3	2002.
	Повратни	1		
ADSL2plus	Директни	24	G.992.5	2003.
	Повратни	1		
ADSL2-RE	Директни	8	G.992.3	2003.
	Повратни	1		
SHDSL	Директни	5,6	G.991.2	2001. (иновиран 2003.)
	Повратни	5,6		
VDSL	Директни	15	G.993.1	2004.
	Повратни	55		
VDSL2 12MHz, великог домета	Директни	30	G.993.2	2005.
	Повратни	55		
VDSL2 30MHz, кратког домета	Директни	100	G.993.2	2005.
	Повратни	100		

Опције DSL технологије

Razlog zbog kog su modemi spori je taj što oni koriste telefonske linije koje su namenjene prenosu signala govora i ceo sistem je prilagođen govoru. Prenos podataka došao je tek kasnije. U tački gde se lokalna petlja završava u lokalnom čvorištu (centrali) telefonski signali (Telefonske parice pretplatnika završavaju na niskopropusnim filterima opsega od 300Hz do 3400Hz) prolaze kroz filtre koji ograničavaju sve učestanosti ispod 300Hz i iznad 3400Hz. Podaci koji se prenose telefonskim linijama takođe su ograničeni ovim uskim opsegom.

Kada pretplatnici koriste xDSL sisteme onda se linija koja stiže od pretplatnika do lokalnog čvora (centrale) vezuje na drugu vrstu komutatora. On ne sadrži filter pa se ceo kapacitet lokalne petlje daje na raspolaganje pretplatniku. Ograničavajući faktor postaju fizičke karakteristike lokalne petlje a ne granica koju filter postavlja.

Kapacitet lokalne petlje zavisi od više faktora: dužine, debljine žice i opšteg kvaliteta. Na slici 4 nacrtana je moguća širina opsega u funkciji od rastojanja pod pretpostavkom da su svi ostali faktori optimalni (nove žice, ravnomerna izolacija, itd.).



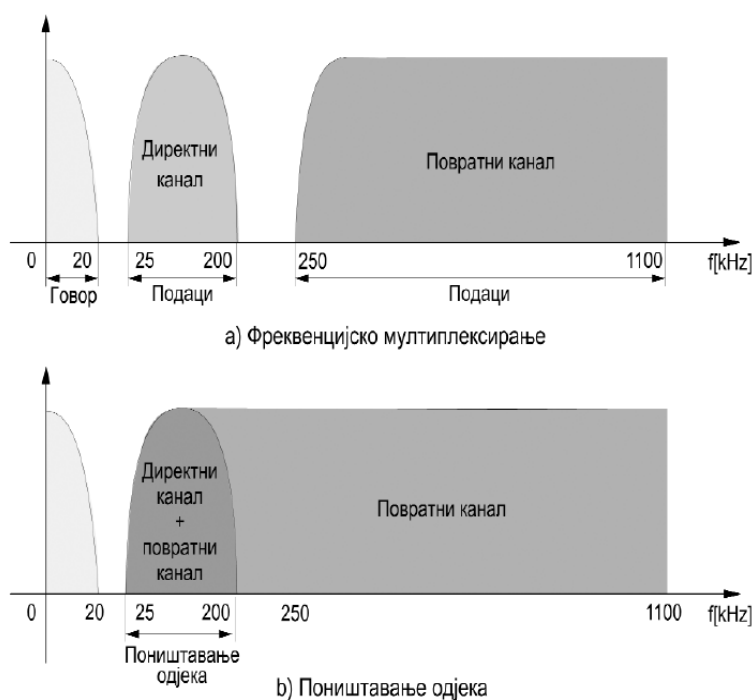
Slika 4 Širina opsega u zavisnosti od rastojanja kod upredenih parica kategorije 3 za xDSL sisteme

Posledice slabljenja prikazane na slici 4 stvaraju probleme operaterima telefonskih mreža. Kada nude usluge korisnicima moraju da imaju u vidu i rastojanja do korisnika. To znači da udaljenim korisnicima ne mogu da ponude istu uslugu kao onima koji su bliži lokalnom čvorištu. Što je ponuđena brzina niža to je veća udaljenost na kojoj se ona može ostvariti. Smanjivanje brzine umanjuje šanse da će korisnik poželeti da plati za tu uslugu. Moguće, mada veoma skupo rešenje, bilo bi pravljenje malih lokalnih čvorišta. Usluge xDSL sistema projektovane su sa određenim ciljem.

1. sistem treba da radi koristeći kablove kategorije 3 u postojećim pretplatničkim petljama.
2. xDSL sistemi ne smeju da poremete rad postojećih uređaja: telefona i faksa.
3. moraju da ponude brzine veće od 56kb/s.
4. moraju biti stalno priključeni, što podrazumeva mesečnu pretplatu, a ne plaćanje po minutu.

Inicijalna ponuda stigla je od AT&T. Frekvencijski opseg od 1,1MHz koji odgovara pretplatničkoj petlji podeljen je u tri dela:

1. opseg standardnog telefonskog kanala (POTS-Plain Old Telephone Network – javna telefonska mreža),
2. direktni (odlazni – upstream) kanal - od pretplatnika do lokalnog čvorišta,
3. povratni (dolazni - downstream) kanal - od lokalnog čvorišta do korisnika (slika 5).



Slika 5 Konfiguracija ADSL kanala od pretplatnika do loklanog čvorišta

Drugi pristup je sistem sa više diskretnih tonova DMT4 (ilustrovan je na slici 6). DMT tehnika sastoji se u korišćenju više nosećih signala na različitim učestanostima, i slanju digitalnih podataka kroz kanal. Frekvencijski opseg od 1,1MHz podeljen je u 256 nezavisnih kanala od kojih je svaki širok 4312,5Hz.

Pri inicijalizaciji DMT modem šalje test signale u svaki od potkanala da bi odredio odnos signala i šuma. Na osnovu tog podatka modem dodeljuje veću bitsku brzinu kanalu sa boljim prenosnim karakteristikama. Svaki potkanal može da prenosi od 0 do 60kb/s.



Slika 6 Raspored kanala kod ADSL sistema sa DMT

U govornom kanalu slabljenje raste sa učestanošću. Posledica je smanjenje odnosa signala i šuma na većim učestanostima, a samim tim i smanjenje kapaciteta, odnosno maksimalne moguće brzine prenosa podataka.

Kanali su raspoređeni na sledeći način:

- kanal označen sa 0 koristi telefonska mreža. Da bi se sprečila međusobna interferencija signala govora i podataka za govor je rezervisano prvih 25kHz;
- koristi se ili poništavanje odjeka ili frekvencijski multipleks za dodelu dva opsega: za odlazni i dolazni saobraćaj,
- po jedan kanal koristi se za upravljanje odlaznim i dolaznim saobraćajem.

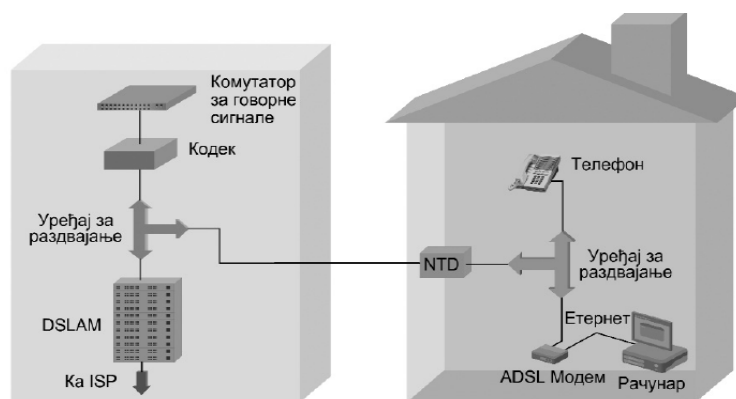
Preostalih 248 kanala mogu se upotrebiti za prenos podataka korisnika. U principu svaki od 248 kanala za podatke može se upotrebiti za prenos podataka u potpunom duplexu. Međutim harmonici, preslušavanje itd. ograničavaju brzinu realnih sistema značajno ispod teoretskih granica. Zadatak pružaoca Internet usluga (ISP) je da odredi koliko kanala se koristi za odlazni a koliko za dolazni saobraćaj. Tehnički je moguće obezbediti odnos 50% - 50% ali većina pružaoca Internet usluga bira odnos od oko 80% - 90% opsega za dolazni saobraćaj. Razlog je jednostavan: većina korisnika više koristi dolazni od odlaznog kanala. Ovakav izbor daje oznaku A (Asymetric) kod ADSL-a.

Uobičajena podela je: 32 kanala za dolazni saobraćaj i ostatak za odlazni. Takođe je moguće podesiti da su neki od odlaznih kanala bidirekcionni da bi se u slučaju potrebe za povećanjem opsega u nekom od pravaca to moglo i obezbediti. Ovakva opcija zahteva dodavanje specijalnih kola za odstranjivanje odjeka (eha).

Standardi za ADSL modeme (ANSI T1.413 i ITU G.992.1) dozvoljavaju brzine do 8Mb/s u dolaznom kanalu i 1Mb/s u odlaznom kanalu. Ipak samo mali broj pružaoca Internet usluga nudi ove brzine. Uobičajeno se nude brzine 512kb/s u dolaznom i 64kb/s u odlaznom kanalu i 1Mb/s u dolaznom i 512kb/s u odlaznom kanalu.

U okviru svakog kanala koristi se modulaciona šema slična onoj po standardu V.34. Razlika je u signalizacionoj brzini koja je kod ADSL modema 4000Bd a kod V.34 modema 2400Bd. Kvalitet signala u svakom kanalu stalno se nadgleda i brzina, ukoliko je to potrebno, kontinualno prilagođava. Na taj način različiti kanali mogu da imaju različite brzine. Brzina se postiže sa QAM modulacijom sa 15 bitova po jednom bodu (Brzina se definiše kao broj signalizacionih elemenata u sekundi i jedinica je bod – Bd – baud).

Uobičajena organizacija ADSL sistema prikazana je na slici 7. U ovoj šemi telefonska kompanija treba da instalira mrežni interfejsni uređaj (NTD – Network Telephone Device) na lokaciji korisnika. Interfejsni uređaj predstavlja krajnju tačku nadležnosti telefonskog operatera i početak nadležnosti korisnika. Do interfejsnog uređaja (a nekada zajedno s njim) je uređaj za razdvajanje (*Splitter*). To je analogni filter koji razdvaja frekvencijski opseg od 0 do 4000Hz, koji telefonski operateri koriste za govor, od frekvencijskog opsega koji se koristi za podatke. Telefonski signal usmerava se ka telefonu i faksu, a signal podataka usmerava se ka ADSL modemu. ADSL modem je uređaj za digitalnu obradu signala koji radi kao 250 paralelnih modema na različitim učestanostima, a sa QAM modulacijom.



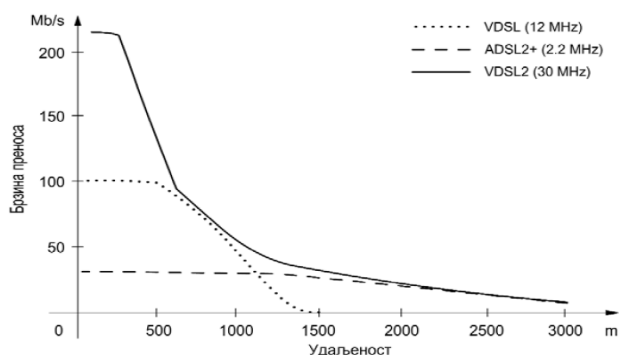
Слика 7 Уобичајена организација ADSL система

Većina današnjih ADSL modema su spoljašnji (eksterni) uređaji i računari treba da budu povezani sa njima velikom brzinom. Često se to obezbeđuje postavljanjem Eternet mreže sa dva međusobno bliska čvora: ADSL modem i računar opremljen Eternet karticom. Ponekad se umesto Eternet mreže koristi USB port. Očekuje se da će se uskoro pojaviti interni ADSL modemi. Na drugoj strani telefonske parice, u lokalnom čvorištu, instalira se odgovarajući uređaj za razdvajanje. Na ovom mestu deo signala koji odgovara govoru izdvaja se i šalje komutatoru za govorne signale. Signal iznad 25kHz usmerava se ka novoj vrsti uređaja - multiplekseru za digitalne pretplatničke petlje DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Multiplekseri DSLAM sadrže istu vrstu procesora za obradu signala kao i ADSL modem. Signal iz ADSL modema dodeljen podacima pretvara se u povorku bitova od kojih se prave paketi podataka i šalju pružiocima Internet usluga.

Pošto opisani sistem obezbeđuje potpuno razdvajanje telefonske mreže i ADSL sistema operaterima telefonske mreže jednostavno je da ga primene. Sve što treba da urade je da nabave multiplekser DSLAM, uređaj za razdvajanje, i povežu ADSL korisnika na uređaj za razdvajanje. Drugi sistemi (npr. ISDN) zahtevaju značajnije izmene u postojećoj komutacionoj opremi.

Digitalne pretplatničke petlje veoma velike brzine

Jedna od najnovijih xDSL tehnologija je digitalna pretplatnička petlja izuzetno velike brzine VDSL (Very High Data Rate Digital Subscriber Line). Namena ove tehnologije je da obezbedi sistem sličan ADSL si-stemu na mnogo većim brzinama uz smanjenje dometa (slika 8).



Слика 8 Дијаграм протока података (брзине) ADSL2+, VDSL1 и VDSL2 системи у зависности од растојања (дужине кабла)

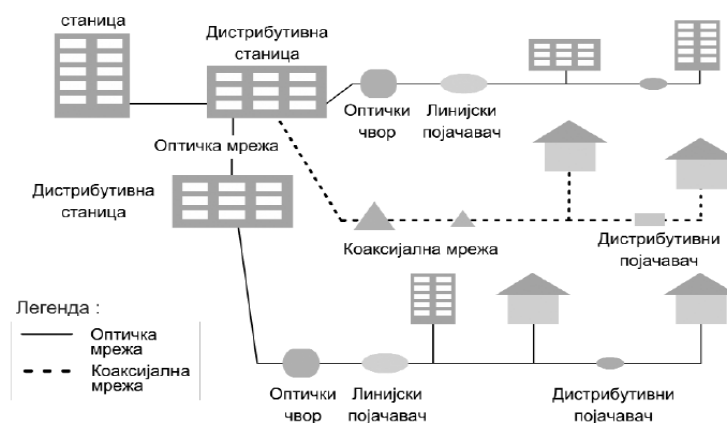
Максимални фреквенцијски опсег који се користи за пренос сигнала:

- 1,1MHz код ADSL система,
- 2,2MHz код ADSL2+ система,
- 12MHz код VDSL система и
- 30MHz код VDSL2 система кратког домета.

Brzine koje su nudili sistemi ADSL2 i SHDSL nisu dovoljne za istovremeni prenos govora, slike i podataka. Zahtevi koji se postavljaju pred VDSL sisteme su: istovremeni prenos govora, slike i podataka, mogućnost prijema 3 digitalna televizijska kanala, prenos govora preko paketskih mreža (VoIP) i prenos podataka brzinom od 5Mb/s.

Kablovski modemi

Jedan od sve češće korišćenih načina pristupa Internetu je preko sistema čija je osnovna namena bila distribucija televizijske slike (KDS – Kablovski distributivni sistem). Najčešće se koristi sistem kabliranja koji koristi i optička vlakna i koaksijalne kablove. Arhitektura sistema HFC (*Hybrid Fiber Coax*) šematski je prikazana na slici 9.

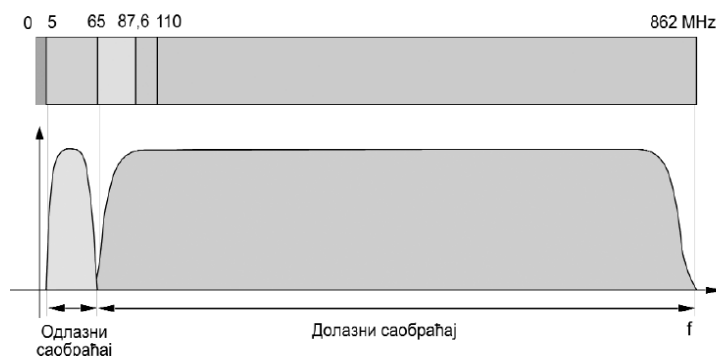


Slika 9 Arhitektura KDS sistema

Na slici 10 predstavljena je raspodela frekvencijskog opsega KDS sistema.

Kao što vidimo:

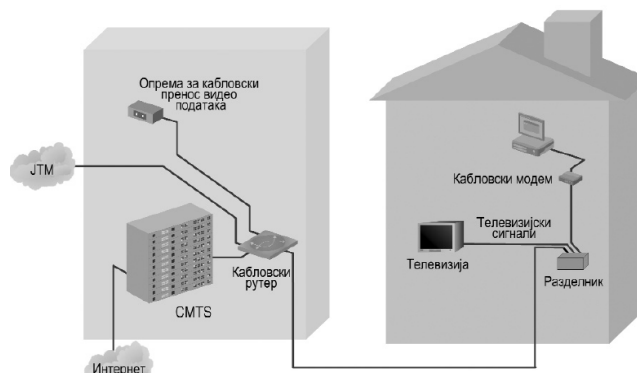
- za prenos TV slike (od glavne stanice do pretplatnika) koristi se frekvencijski opseg od 110MHz do 862MHz,
- za prenos FM radio-signala koristi se frekvencijski opseg od 87,6MHz do 110MHz,
- za povratni smer (od pretplatnika do glavne stanice) koristi se opseg od 5MHz do 65MHz,
- u opsegu od 110MHz do 862MHz koriste se standardni kanali širine 8MHz (u SAD standardni kanal je širine 6MHz, gornja granica povratnog smera je 54MHz i gornja granica direktnog smera je 750 MHz)



Slika 10 Frekvencijski raspored KDS sistema

Pristup Internetu preko KDS sistema

Ovaj pristup zahteva kablovski modem, uređaj koji mora da ima dva interfejsa: jedan kod računara korisnika i drugi u glavnoj stanici (Deo koji se nalazi u glavnoj stanici a odnosi se na pristup internetu zove se završni sistem kablovskih modema i označava se CMTS – Cable Modem Termination System)(slika 11). Interfejs između računara i modema je ili preko lokalne računarske mreže (Ethernet interfejs) ili USB porta.



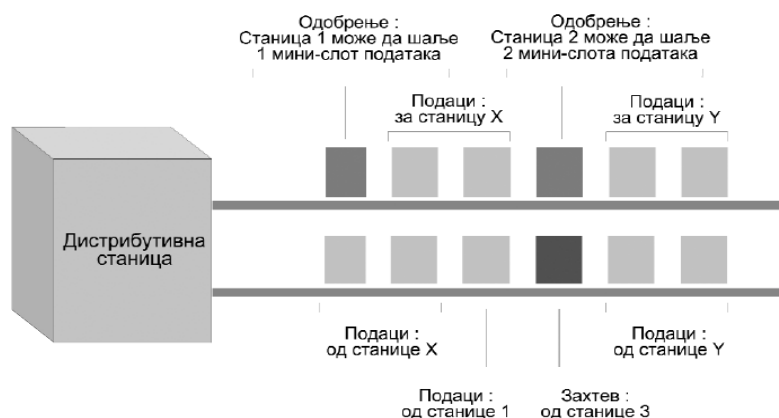
Slika 11 Instalacija sa kablovskim modemom

Šta se dešava kada se kablovski modem priključi?

Modem traži u dolaznim kanalima specijalan paket koji se periodično šalje iz glavne stanice sa sistemskim parametrima za one modeme koji su se tek priključili na mrežu. Pošto pronade taj paket upravo priključeni modem oglašava svoje prisustvo u nekom od odlaznih (direktnih) kanala. Glavna stanica odgovara dodeljivanjem dva kanala za svaki pravac (odlaznog i dolaznog).

Kanale deli više korisnika pa je neophodno primeniti neku od tehnika za dodelu kapaciteta u okviru kanala. Najčešće se koristi jedna vrsta statističkog vremenskog multipleksa (slika 12).

U dolaznom saobraćaju (od glavne stanice do korisnika) podaci se isporučuju u vidu paketa. Ukoliko kanal deli više pretplatnika i više od jednog je i uključeno (aktivno) svaki pretplatnik dobija samo deo dolaznog kapaciteta. U dolaznom i odlaznom saobraćaju svakom od pretplatnika se takođe dodeljuju tačno određeni vremenski delovi (slotovi).



Slika 12 Raspored vremenskih celina kod kablovskih modema