

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA
ZAVOD ZA ELEKTRONIČKE SUSTAVE I OBRADU INFORMACIJA

SEMINAR IZ PREDMETA:
SUSTAVI ZA PRAĆENJE I VOĐENJE PROCESA

MODEMI

Marko Šarlija
0036406616
industrijska elektronika

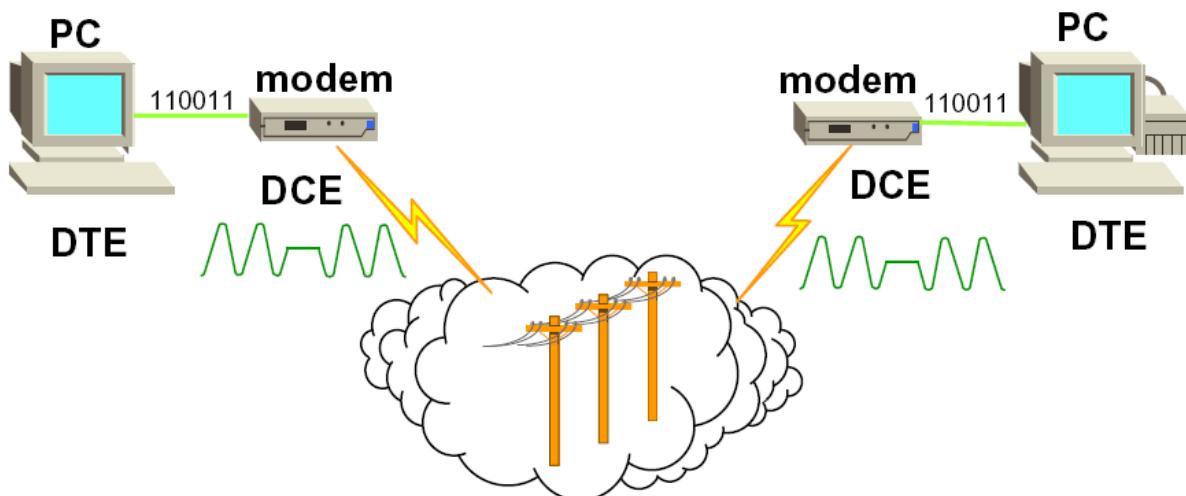
Zagreb, svibanj 2007.

Sadržaj

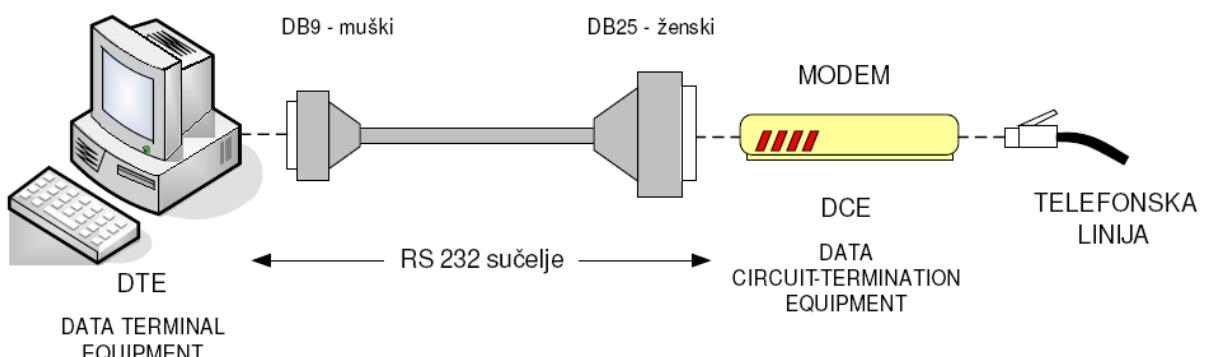
1. Uvod	2
2. Tipovi modema	3
2.1. Eksterni modemi	3
2.2. Interni modemi	4
2.3. Multimedijalni modemi	5
3. Modulacija	6
4. Modemski komunikacijski standardi	9
4.1. Prva generacija standarda	9
4.2. Druga generacija standarda	10
4.3. Usporedba modemskih standarda	10
5. Načini spajanja na internet	11
6. ISDN modemi	12
7. ADSL modemi	14
8. Zaključak	16
9. Literatura	17

1. Uvod

Iako je većina glavnih telefonskih linija danas digitalna, linije koje vode od telefonskog uređaja do telefonske centrale dizajnirane su tako da prenose analogni signal u frekvencijskom području do 4kHz. Takve linije neprikladne su za prijenos digitalnih signala koje računala koriste za međusobnu komunikaciju. Da bi računala ipak mogla komunicirati preko telefonske mreže koriste se modemi (**modem=modulator/demodulator**). To su uređaji koji digitalni signal kojim računala komuniciraju pretvaraju u analogni signal prikladan za prijenos preko telefonske mreže i obratno.



Slika 1. Komunikacija dvaju računala



Slika 2. Spajanje računala s modemom

Modem s računalom komunicira preko serijskog porta. Serijski port računala je ulazno/izlazna (I/O) jedinica, koju modem koristi za komunikaciju s računalom. Većina računala ima jedan ili dva konektora na stražnjoj strani kućišta koji služe za povezivanje serijskom vezom. Konektori su danas redovito 9-pinski (DB9), iako se na starijim računalima može naići i na 25-pinske (DB25) konektore.

2. Tipovi modema

Modeme možemo podijeliti na više grupa. U zavisnosti od načina priključivanja dijelimo ih na eksterne (eng. external) i modeme u kućištu (eng. internal). Na slici 3 prikazan je interni modem, a na slici 4 eksterni modem:



Slika 3. Interni modem



Slika 4. Eksterni modem

2.1. Eksterni modemi

Eksterni modemi se priključuju na serijski priključak (eng. COM port) od 25pina ili danas češći od 9 pina, kao za serijske miševe. Obično posjeduju i ispravljač za napajanje za razliku od internih koji se napajaju iz računala. Također postoje i modemi koji se priključuju i na USB priključak. Oni se obično napajaju direktno iz računala. Dobra strana eksternih modema, osim što su lakši za prenošenje, je i to što posjeduju kontrolne LED diode na osnovu kojih možemo vidjeti trenutni status modema. Kontrolne diode se standardno označavaju kao:

- TM *Test modem*
- AA *Auto Answer* (ako je uključena, modem se javlja na dolazni poziv)
- RD *Receive Data line = RxD*
- SD *Send Data line = TxD*
- TR *Data Terminal Ready = DTR*
- RI *Ring Indicator* (ako svijetli, netko je uputio poziv modemu)
- OH *Off Hook* (ako ne svijetli, modem je prekinuo telefonsku liniju)
- MR *Modem ready = DSR*
- EC *Error Correction*
- DC *Data Compression*.
- CD *Carrier Detect*

2.2. Interni modemi

Interni modemi predstavljaju modeme na ISA ili PCI karticama koje instaliramo direktno u kućište računala. Interni modemi spajaju se na unutarnju sabirnicu računala (ISA ili PCI), ali njihovo ponašanje je gotovo identično eksternim modemima koji se spajaju pomoću vanjskih konektora, zato što na sebi sadrže ugrađeno sklopolje koje "glumi" serijski port.

Da bi računalo bilo u mogućnosti komunicirati sa serijskim portovima, ono mora znati koji portovi postoje i koje su njihove I/O adrese. Također računalo mora znati i koje prekidne (IRQ) signale port koristi za signalizaciju prekida procesoru. Stoga u memoriji računala, a i svih uređaja priključenih na serijske portove moraju postojati podaci o ulazno/izlaznim adresama i IRQ signalima koji se koriste. Interni modemi se dijele na:

- Softverske (eng. Software)
- Hardverske (eng. Hardware)

Zbog hiper proizvodnje PC komponenti i težnje da se što više pojeftine troškovi proizvodnje, većina današnjih modema spada u takozvanu kategoriju softverskih modema. Softverski modemi, često zvani i win-modemi, ne sadrže sav hardver koji je potreban za normalan rad modema, pa taj nedostatak mora nadoknaditi CPU. To rezultira znatno manjom cijenom modema, ali i većim opterećenjem procesora. Obzirom na brzinu današnjih procesora računala ovo dodatno opterećenje nije veliko, ali se može osjetiti. Kod novih generacija procesora to je opterećenje zanemarivo, pa su većina današnjih PCI modema softverski modemi. Budući da procesor emulira manjak hardvera na modemu, za njegov normalan rad potrebni su složeni upravljački programi koje proizvođači pišu uglavnom samo za MS-windows platformu.

Dvije glavne vrste softverskih modema su HSP (*Host Signal Processor*) i HCF (*Host Controlled Family*), koji se još često nazivaju i "controllerless" modemi. Kod prve vrste procesor daje modemu instrukcije koje su potrebne za stvaranje analognog signala na telefonskoj liniji tj. modem samo proizvodi bilo koji valni oblik koji mu procesor naloži. HCF modemi s druge strane su potpuno sposobni sami proizvoditi signal, ali nemaju mogućnost kontrole toka podataka, kompresije i provjere greške, pa to umjesto njih mora obavljati CPU.

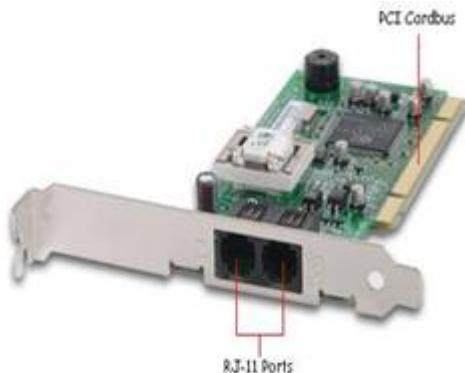
2.3. Multimedijalni modemi

Današnji modemi osim standardnih često posjeduju i neke dodatne funkcije. Skoro svi sadrže i neku podršku za slanje i/ili prijem faksa (eng. fax) i odgovarajući softver koji omogućava funkcioniranje modema kao faks uređaja. Primljeni faks dokumenti se mogu snimiti na tvrdi disk (eng. hard drive), ispisivati ili obrađivati. Ukoliko je softver kvalitetniji, pruža i mogućnost prepoznavanja teksta (eng. OCR-Optical Character Recognition) sa primljene slike odnosno faksa. Ovim metodom veličina dokumenata (primljenih faksova) može se nekoliko puta smanjiti i omogućiti dalja obrada u klasičnom tekst editoru. Rad s ovakvим faks uređajem je malo komplikiraniji, ali je daleko fleksibilniji i pruža više mogućnosti.

Pored faks funkcija neki modemi podržavaju i zvukovne (eng. voice) funkcije. Ovakvi modemi pored standardnih priključaka za telefonsku liniju posjeduju i priključke za slušalice i mikrofon pomoću kojih uz podršku softvera možete obavljati telefonske razgovore direktno s računara bez upotrebe telefonskog aparata. Na slici 5 prikazan je jedan takav modem (dva desna priključka omogućavaju spajanje mikrofona i slušalice na modem). Na slici 6 prikazan je modem bez zvukovnih funkcija. On posjeduje samo RJ-11 priključke. Na lijevi priključak priključuje se telefonska linija (potrebno za komunikaciju), a na desni optionalno telefon, ako želimo.



Slika 5. Modem za slušalice i mikrofon



Slika 6. Modem za telefonsku liniju i telefon

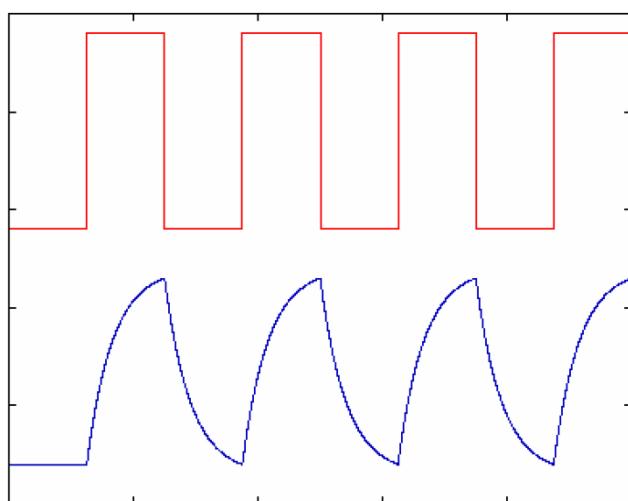
Iako već pomalo zastarjeli, klasični analogni modemi još su uvijek jako zastupljeni kod nas. Prednost ovih uređaja je u tome što nemaju posebnih hardverskih zahtjeva (osim softverskih modema) tako da rade čak i na 386 platformama i ne zahtijevaju uvođenje specijalne linije već je dovoljno imati klasičnu telefonsku liniju. Naravno, u slučaju dijeljenja veze među više računala, brzina komunikacije ovakvih uređaja postaje nedostatna za ozbiljan rad pa je potrebno potražiti neko drugo rješenje (ISDN ili ADSL).

3. Modulacija

Prvi modemi su bili asinkroni uređaji koji su radili malim brzinama do 18000 bita/s u FSK modulaciji, koristeći dvije frekvencije za odašiljanje i druge dvije za primanje. Asinkroni podaci nemaju pridružen nikakav generator takta, a predajni i prijemni modem znaju samo nominalnu brzinu podataka. Da bi se spriječile greške podataka u vezi s generatorima takta modema, ti podaci su uvijek grupirani u vrlo kratke blokove sa start i stop bitovima na početku i kraju bloka. Najčešći kôd koji se koristi u tu svrhu je sedmobitni ASCII kôd s parnim paritetom.

Sinkroni modemi rade na brzinama do 56 Kbita/s na audio linijama, koristeći sinkrone podatke. Sinkroni podaci imaju pridružen signal generatora takta i gotovo su uvijek grupirani u blokove. Na izvoru podataka leži odgovornost da spoji te blokove sa start i stop bitom i ostalim bitovima koji služe za otkrivanje pogreške i/ili njeno ispravljanje u skladu s jednim od mnogih protokola (BISYNC, SDLC, HDLC,... itd.). Izvor i odredište podataka očekuju od modema da bude transparentan za taj tip podataka. Uobičajene metode modulacije su amplitudna i fazna modulacija.

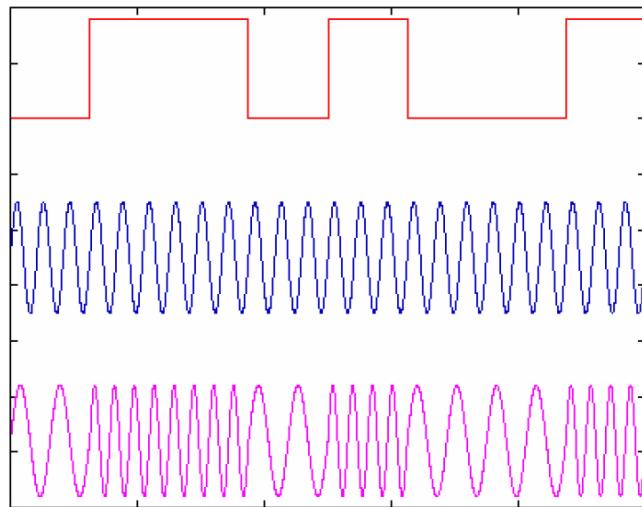
Komunikacijski kanali kao što su telefonske linije, obično su analogni mediji. Analogni medij je komunikacijski kanal s ograničenim područjem propuštanja. U slučaju telefonskih linija područje propuštanja je od 300 Hz do 3300 Hz. Komunikacija podataka znači prenošenje digitalnih informacija s jednog na drugo mjesto putem komunikacijskih kanala. Te digitalne informacije su u obliku pravokutnih impulsa s vrijednostima "0" i "1".



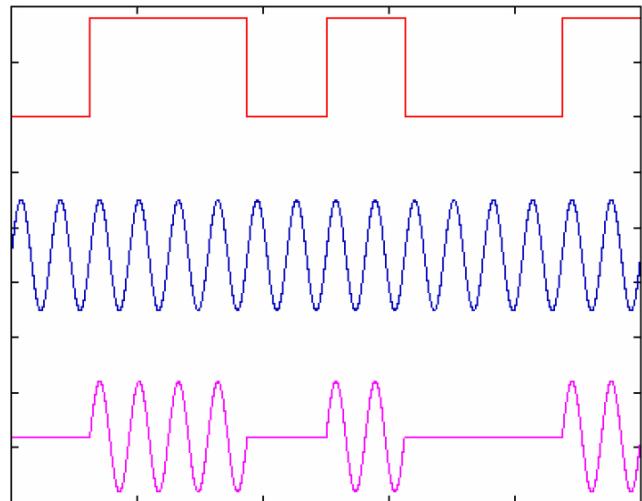
Ako se takvi digitalni signali prenose po analognom mediju, on će izobličiti njihove pravokutne impulse. Prijemnik koji prima te izobličene signale neće biti u stanju točno ih interpretirati. Rješenje je da se ti digitalni signali pretvore u analogne signale, kako bi ih komunikacijski kanal pouzdano prenio s jednog mesta na drugo. Metoda koja omogućava to pretvaranje zove se "modulacija".

Modulacija je metoda mijenjanja nekih osnova analognog signala na poznat način, kako bi se kodirala informacija u osnovnom signalu. Modulirani signal zove se signal nosilac, jer on nosi digitalnu informaciju s jednog na drugi kraj komunikacijskog kanala.

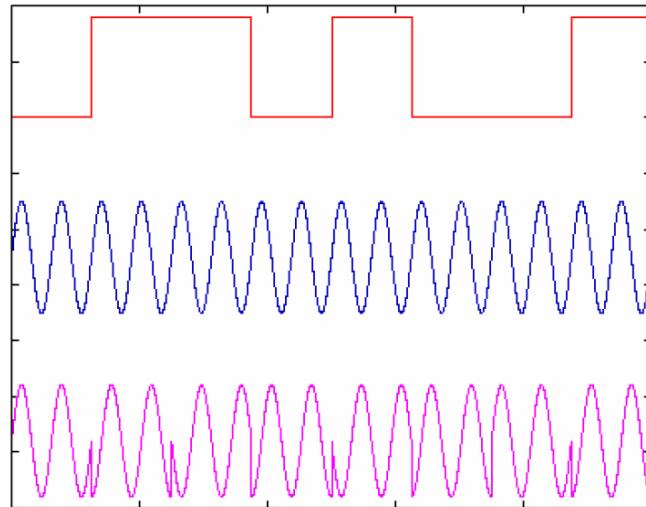
Uređaj koji mijenja signal na izvoru komunikacijskog kanala zove se "modulator". Uređaj na prijemnom kraju kanala, koji detektira digitalnu informaciju iz moduliranog signala zove se "demodulator". Kod frekvencijske modulacije, frekvencija signala nosioca se mijenja u skladu s podacima. Predajnik predaje različite frekvencije za "1" i za "0". Ova metoda se još naziva i FSK (frequency shift keying). Nedostaci ove metode su: brzina promjena frekvencija je ograničena područjem propuštanja linije i izobličenje prouzrokovano od strane linija čini detekciju čak i težom od amplitudne modulacije. Danas se ova metoda koristi u sporim asinkronim modemima čije brzine dostižu samo do 1200 Bd.



Amplitudna modulacija (AM) je metoda koja mijenja amplitudu sinusnog signala. U prvim modemima, digitalni signali su bili pretvarani u analogne: sinusni signal velike amplitude za "1" i nulte amplitude za "0", kao što je prikazano na slici. Glavna prednost ove metode je lako stvaranje i detektiranje tih signala. No postoje dva nedostatka: brzina mijenjanja amplitude je ograničena područjem propuštanja linije i detektiranje male promjene amplitude je nepouzdano. Telefonske linije ograničavaju promjene amplitude na otprilike 3000 promjena u sekundi. Zbog svega navedenog, amplitudna modulacija više se ne koristi u modemima, ali se ipak, koristi u kombinaciji s drugim metodama.



Fazna modulacija (FM) je proces u kojem se dva sinusoidalna signala međusobno usporede. Slučaj kada dva sinusna signala idu u istom pravcu u isto vrijeme zove se nulti fazni pomak. Kada imamo fazni pomak od 180 stupnjeva (kao na slici), valni oblik B počinje u srednjoj točki valnog oblika A, pa kada je valni oblik A pozitivan, valni oblik B je negativan i obrnuto. Dva fazna stanja dozvoljavaju prijenos jednog bita digitalnog podatka, koji može imati vrijednosti "0" ili "1". Dodatni fazni pomaci od 90 i 270 stupnjeva daju četiri stanja faznog pomaka i mogućnost prijenosa četiri digitalna podatka.



Ova metoda zahtjeva faznu sinkronizaciju između faza prijemnika i odašiljača, kako bi se detektirala faza svakog simbola. To dodatno komplikira konstrukciju prijemnika.

Pomoćna metoda fazne modulacije je "diferencijalna fazna modulacija". U toj metodi, modem pomiče fazu svakog narednog signala za određen broj stupnjeva za "0" (npr. 90 stupnjeva) i za "1" (npr. 270 stupnjeva), kao na slici. Ova metoda je lakša za detekciju od prethodne. Prijemnik treba detektirati pomak faze između simbola, a ne njihove apsolutne faze. Ova metoda se još naziva "modulacija faznim pomakom" (PSK - phase shift keying). U slučaju dva moguća fazna pomaka modulacija će se zvati BPSK – binarna PSK. U slučaju četiri različite mogućnosti faznog pomaka za svaki simbol, što znači da svaki simbol predstavlja 2 bita, modulacija će se zvati QPSK, a u slučaju 8 različitih faznih pomaka, 8PSK.

Kvadraturna amplitudna modulacija (QAM - Quadrature Amplitude Modulation) dozvoljava prijenos podataka korištenjem i faznog pomaka fazne modulacije (FM) i veličine signala kao kod amplitudne modulacije (AM) u isto vrijeme. Što se više nivoa faznih pomaka i veličine signala koristi, to više podataka metoda može koristiti za prijenos. Međutim, višebitna tehnologija na kraju iscrpljuje mogućnosti metode. Kako broj tonova i faza raste, sve je teže napraviti razliku između njihovih sličnih kombinacija.

Javna telefonska mreža je projektirana za glasovne komunikacije – ograničeni zvučni spektar samo na one frekvencije koje su značajne za ljudski govor. Inženjeri su otkrili da bi mogli smanjiti područje propuštanja potrebno za jednu vezu i dok to dobro funkcioniра za glas, postavlja ograničenje za prijenos podataka. Ograničenja javne telefonske mreže nameću maksimalno teoretsko ograničenje prijenosa podataka od 35 Kbita u sekundi za vezu zasnovanu na analognoj tehnici.

4. Modemski komunikacijski standardi

Tokom godina standardi komunikacije modema su se dosta mijenjali. Pored same brzine komunikacije oni definiraju i način kompresije podataka i korekcije grešaka. U dokumentaciji modema možemo naći standarde koje on podržava.

4.1. Prva generacija standarda

V.22bis, V.32 i V.32bis predstavljaju starije standarde za brzine komunikacije od 2.4Kbit/s, 9.6Kbit/s i 14.4Kbit/s.

Krajem 1994. godine uveden je i V.34 standard koji podržava brzinu od 28.8Kbit/s i danas se smatra neophodnim minimumom. Modemi ove generacije bili su u mogućnosti da smanje brzinu prijenosa podataka kako bi mogli komunicirati sa sporijim modemima i da prilikom uspostavljanja veze ispitaju kvalitetu linije i ustanove optimalnu brzinu.

Tokom 1996. godine standard je unaprijeđen na V.34+ koji je podržavao brzine do 33.6Kbit/s i bio kompatibilan sa svim svojim prethodnicima.

Standard V.17 omogućava komunikaciju sa faks uređajima treće generacije, (danas standardnim faks uređajima).

Standard V.42 koji je općeprihvaćeni standard za korekciju grešaka. V.42bis standard za kompresiju itd.

Postoji i grupa MNP standarda (eng. Microm Networking Protocol) koji ne predstavljaju samostalne standarde za komunikaciju već nadopunjuju postojeće. MNP Class 1 je standard za jednosmjernu (eng. half-duplex komunikaciju), a MNP 2, 3 i 4 su standardi za korekciju grešaka. MNP Class 5 je standard za kompresiju s faktorom 2, što znači da bi trebalo da duplo ubrzava efektivni protok nekomprimiranih informacija. Ovdje se mora napomenuti da standardi za kompresiju nemaju efekta pri prijenosu već komprimiranih datoteka (npr. ZIP, ARJ, RAR, JPG, GIF, MP3..) ali zato se za ne komprimirane (npr. TXT, HTML, BMP, EXE) pokazuju veoma efikasnim. Standard MNP 10 uvodi poboljšanu korekciju grešaka odnosno omogućava modemu rad s lošim linijama tako što pokušava uspostaviti konekciju nekoliko puta, pritom podešavajući razne parametre, kao što su veličina paketa podataka i brzina komunikacije.

LAPM (eng. Link Access Protocol for Modems) je jedan od dva protokola specificiranih standardom V.42. Koristi se za detekciju i korekciju grešaka i potisnuo je MNP standarde. V.42bis je algoritam za kompresiju podataka s teorijskim odnosom 8:1, ali u realnim uvjetima je prosječno oko 2,5:1. MNP4 (algoritam za korekciju grešaka) i MNP5 (za kompresiju) se koriste kao rezervna varijanta ukoliko modem s druge strane linije ne podržava novije V.42 protokole.

4.2. Druga generacija standarda

1997. godina je donijela modeme brzine 56Kbit/s iako do tada nije bio definiran neki općenit standard, pa su formirane dvije grupe proizvođača oko standarda K56Flex i X2 tehnologije. Ova dva standarda nisu bila međusobno kompatibilna što je pravilo dodatne probleme pri izboru modema. Oba standarda su bila podložna ograničenjima 56K tehnologije koja ima asimetričan protok informacija prilikom slanja i prijema podataka. Zbog ograničenja analognih dijelova telefonske linije, maksimalan protok prilikom slanja je 33.6Kbit/s, a za prijem je maksimum 56Kbit/s. Nove brzine donijele su nove probleme. Eksterni modemi se najčešće priključuju putem čipa UART 16550 (serijsko sučelje), koji ima ograničenje brzine od 115Kbit/s. Ukoliko je transfer nekomprimiranih podataka, 56K modemi mogu premašiti ovu brzinu, pa može doći do usporavanja prijenosa podataka. Srećom, većina datoteka, koje se prenose sa Interneta, već je komprimirana tako da ovo ograničenje nema mnogo utjecaja na ukupan transfer.

Početkom veljače 1998. godine proglašen je standard za modeme od 56K, V.90. On predstavlja mješavinu K56Flex i X2 tehnologije tako da je većina proizvođača brzo prepravila postojeće modeme na novi, univerzalni standard.

U lipnju 2000. godine razvija se V.92 standard koji omogućava povećanu brzinu slanja podataka davatelju usluge 48Kbit/s, brže uspostavljanje veze (eng. handshaking), poziv na čekanju (davatelj usluge ostavlja aktivnu vezu s korisnikom dok on ne obavi drugi razgovor, nakon čega se nastavlja modemska komunikacija).

4.3. Usporedba modemskih standarda

Tablicom 1 dani su podaci koji uspoređuju brzine prijenosa podatka i modemske standarde.

Standard	Datum	Bit/s	Bytes/s	KB/min	MB/sat	MinSec/MB
V.32	1984	9,6	1200	70	4	14m 33s
V.32bis	1991	14,4	1800	106	6	9m 42s
V.34	1994	28,8	3600	211	12	4m 51s
V.34+	1996	33,6	4200	246	14	4m 09s
V.90	1998	42 50	5250 6250	308 366	18 22	3m 19s 2m 48s

Tablica 1. Usporedba modemskih standarda

Zajedničko svim standardima je set komandi za komunikaciju korisnika ili komunikacionog programa s modemom. To je takozvani (eng. AT Command Set) koji je razvio "Hayes", proizvođač modema. Svaka naredbena linija počinje s nizom slova "AT" iza kojih slijedi niz komandi.

5. Načini spajanja na internet

Načini:

1.) ISDN – Integrated Services Digital Network: 2 kanala po 64Kbit/s

2.) DSL – Digital Subscriber Line:

- ADSL - teoretski (8MBit/s-1MBit/s); 1,5Mbit/s – 192KBit/s

3.) Kabelski modemi: Teoretski 5Mbit/s; 512Kbit/s

4.) Satelitska veza

- Obično jednosmjerna: 2Mbit/s
- Dvosmjerna satelitska veza: 500Kbit/s-150Kbit/s

5.) Bežična lokalna petlja (WLL): 256Kbit/s

Bežični prijenos podataka korištenjem mobilne tehnologije

- EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution)
- UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)
- GPRS (General Packet Radio Service)

a) EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution)

- EDGE modem USB
- Treća generacija mobilnih mreža (3G)
- Brzina prijenosa podataka do 220 kbit/s
- Preko USB sučelja može se spojiti sa stolnim računalom i prijenosnim računalom

b) UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

- Vodeća tehnologija treće generacije mobilnih mreža (3G)
- Brzina prijenosa podataka do 384 kbit/s
- PC podatkovna kartica (prijenosno računalo)
- Za sad dostupna samo u većim gradovima

c) GPRS (General Packet Radio Service)

- Brzina do 80Kbit/s
- Obično u kombinaciji sa UMTS i EDGE kad jedna od tih tehnologija trenutačno nije dostupna

6.) Bluetooth

- Vikinški kralj Harald Bluetooth (vrstan komunikator)
- Mobiteli, slušalice, handsfree, dlanovnici, miševi, tipkovnice, prijenosna računala, ...
- Prijenos podataka do 720Kb/s
- Domet oko 10 metara

7.) IRDA

- Infracrvena veza
- Potrebna vidljivost

6. ISDN modemi

ISDN (*Integrated Services Digital Network*) standard definiran je davne 1984. godine, tada zamišljen kao napredni sustav digitalne telefonije koji bi ujedinio prijenos glasa i podataka u jednom komunikacijskom kanalu. Sustav je za razliku od klasične telefonije potpuno digitalan, u kojem se za prijenos glasa i podataka koriste takozvani B kanali, od kojih svaki nudi do 64kbs. Osim B kanala postoji i dodatni D kanal koji omogućuje signalizaciju, a propusnost mu je ili 16 ili 64kbs ovisno o tipu usluge. Kanali su međusobno potpuno neovisni, a mogu se međusobno kombinirati u jedan komunikacijski kanal kako bi se postigla veća propusnost. ISDN standard nudi dva osnovna tipa usluga: BRI (*Basic Rate Interface*) i PRI (*Primary Rate Interface*) servise.

Basic Rate Interface (BRI) je standardna usluga koja se koristi u sklopu kućanstva i manjih ureda. BRI servis sastoji se od dva B kanala ($2 \times 64 = 128$ kbs) za prijenos glasa i podataka te od jednog D kanala za sinkronizaciju i signalizaciju, propusnosti 16kbs. Za razliku od BRI servisa, PRI servis nudi 30 B (30×64 kbs=1920 kbs) kanala za prijenos glasa i podataka te jedan D kanal od 64kbs za sinkronizaciju i signalizaciju te se preporučuje samo korisnicima koji imaju posebne zahtjeve na propusnost računalne mreže. Osnovne prednosti ISDN tehnologije:

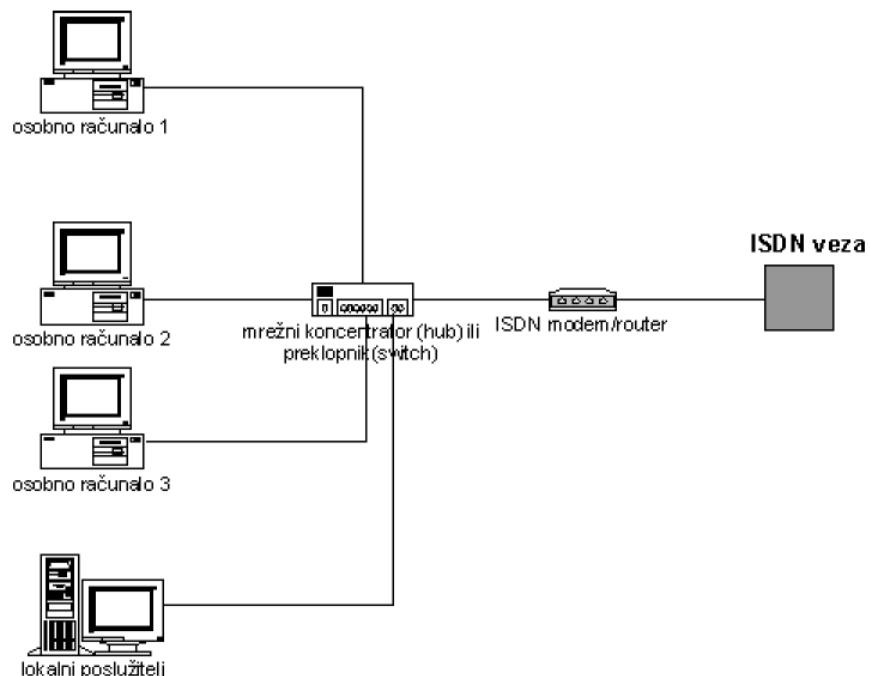
- uspostavljanje veze traje prilično kratko (svega sekundu do dvije),
- potpuno digitalni sustav (svaki kanal garantira propusnost 64kbs),
- moguć prijenos fax-a, mail-a, glasa i videa,
- moguće potpuno odvajanje kanala (istovremeno, potpuno neovisno korištenje telefonske linije i veze na Internet).

Osim upravo navedenih prednosti ISDN tehnologije, također treba spomenuti i nedostatke iste. Spomenuta propusnost od 128kbps, koju je moguće ostvariti kombiniranjem oba B kanala, početkom devedesetih godina bila je veliki napredak u odnosu na tadašnje brzine pristupa Internetu koje su se postizale klasičnim modemskim uređajima (do 14400bps). U proteklih deset godina stvari su se bitno promijenile. Popularnost Weba i Interneta uopće, raste, a sadržaji koji se tamo nalaze sve su zahtjevniji na propusnost Internet veze. Potreba za raznim multimedijalnim, edukativnim, komercijalnim i drugim sličnim Internet sadržajima, te njihovo dobavljanje modemskom vezom sve češća je praksa i 'manjih' korisnika, što svakodnevno povećava zahtjeve za brzinom veze prema Internetu. Upravo ta činjenica danas predstavlja glavni nedostatak ISDN tehnologije, budući da 128kbs više i nije toliko puno.

U tom smislu treba svakako spomenuti nove tehnologije, poput xDSL-a koje u velikoj mjeri rješavaju upravo spomenute probleme i koje će kao takve u skorije vrijeme potpuno zamijeniti ISDN. U većini zemalja diljem svijeta ISDN tehnologija već je prilično zastarjela s obzirom na njena ograničenja i nove tehnologije koje se uvode i koje u velikoj mjeri uklanjuju nedostatke ISDN servisa (npr. ADSL). U Hrvatskoj je popularnost ISDN servisa prilično visoka i zastupljenost ovih uređaja nikako nije zanemariva.

Postoje tri uređaja:

- ISDN terminal adapter (TA) – uređaji koji se još vrlo često nazivaju eksternim ISDN modemima. Uređaj osim što omogućuje uspostavu ISDN Internet veze, također omogućuje i priključivanje ostalih tipova ISDN uređaja (ISDN telefon, ISDN fax) te klasičnih telefonskih aparata.
- ISDN modem/router – predstavlja vrlo praktično rješenje kada se želi omogućiti istovremeno djeljene jedne Internet veze između više korisnika.



Slika 7. Princip spajanja ISDN modem/router-a

- ISDN interni modem – uređaj izgledom vrlo sličan klasičnim internim modemima. Postoje ISA i PCI izvedbe internih ISDN kartica, iako je u posljednje vrijeme popularnost ovih potonjih puno veća.

Iako ISDN tehnologija nudi propusnost do zahvalnih 128 kbps, danas se sve više računa na nove sustave kao što su ADSL, koji nude propusnosti do nekoliko stotina kbps.

7. ADSL modemi

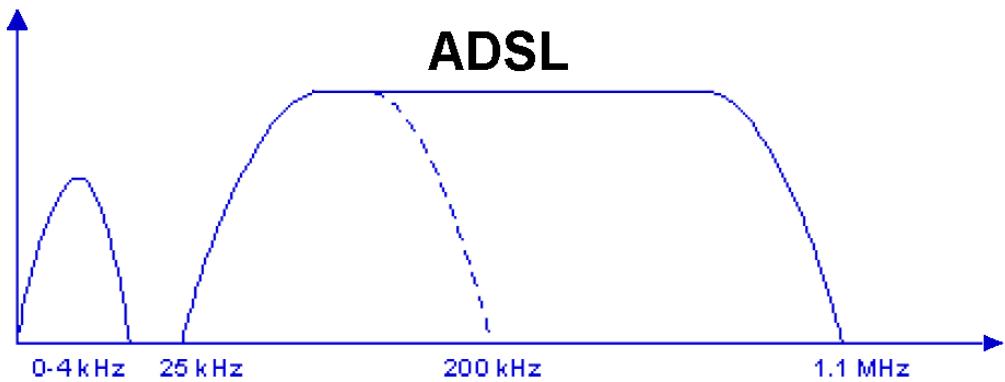
DSL (*Digital Subscriber Line*) ili digitalna preplatnička linija je tehnologija novijeg datuma koja korisniku omogućuje konstantan pristup Internetu, pri brzinama višestruko većima od onih koje postižu klasični analogni modemi i ISDN linije.

Najznačajniji predstavnik iz grupe DSL tehnologija je ADSL ili asimetrična digitalna preplatnička linija (Tablica 2.), za koju je karakteristično to što koristi različite brzine komunikacije od korisnika prema centrali (128kbps do 1Mbps) i od centrale prema korisniku (512kbps do 7Mbps). Ovakav omjer odgovara kućnim i malim poslovnim korisnicima za koje je karakteristično da preuzimaju velike količine podataka sa Interneta, a šalju vrlo мало podataka. Najveća prednost ADSL linije pred ostalim tehnologijama je konsantan pristup Internetu, po relativno pristupačnoj cijeni. Pristupačnost, jednostavnost korištenja, konstantna veza, brzina i cijena koja je mnogo manja od ostalih tehnologija koje pružaju iste brzine prijenosa podataka, faktori su koji čine ADSL tehnologiju danas vrlo popularnom u Europi i svijetu.

xDSL	Standard?	Maksimalna dolazna brzina	Maksimalna odlazna brzina	Maksimalni domet	Regeneracija signala?	Podrška POTS-u?
ISDN	Da	128 kbit/s	128 kbit/s	5486 m	Ne	Da
IDSL	Da	144 kbit/s	144 kbit/s	5486 m	Ne	Ne
HDSL	Ne	2,320 Mbit/s	2,320 Mbit/s	3658 m	Da	Ne
HDSL2	Da	1,544 Mbit/s	1,544 Mbit/s	3658 m	Da	Ne
SDSL	Ne	2,320 Mbit/s	2,320 Mbit/s	5486 m	Ne	Ne
SHDSL	Da	2,320 Mbit/s	2,320 Mbit/s	5486 m	Da	Ne
ADSL	Da	8 Mbit/s	640 kbit/s	5486 m	Da	Da
G.lite	Da	1,5 Mbit/s	512 kbit/s	5486 m	Da	Da
VDSL	Ne	56 Mbit/s	13 Mbit/s	1372 m	Planirano	Nije trenutno

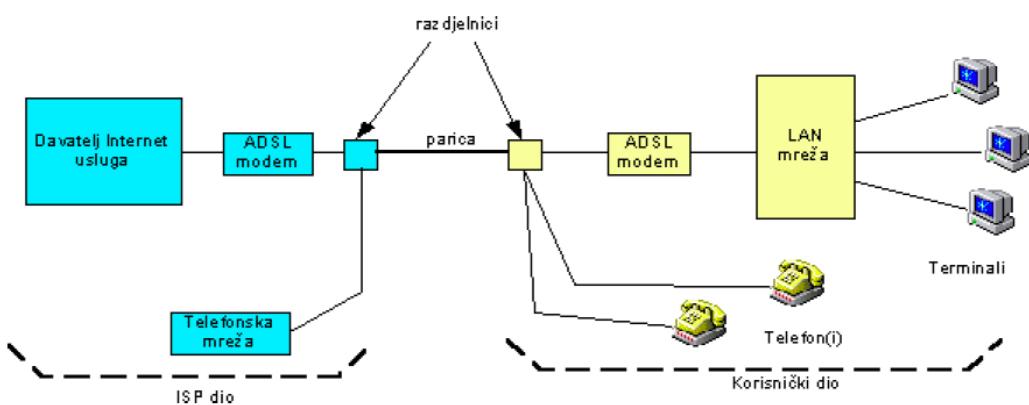
Tablica 2. Usporedba DSL-tehnologija

Najveća prednost ove tehnologije je ta što za medij koristi klasičnu telefonsku bakrenu paricu i što se na toj parici u isto vrijeme može prenositi podatke i koristiti normalan telefonski uređaj. Koegzistencija DSL-a i običnog telefona postiže se korištenjem frekvencijskog pojasa iznad 4kHz za DSL, dok telefon i dalje koristi svoj klasični frekvencijski pojas do 4kHz.



Slika 8. Frekvencijski pojasevi ADSL-a

Da ne bi dolazilo do interferencije između dvaju pojaseva na oba kraja telefonske linije ugrađuju se razdjelnici (*splitters*).

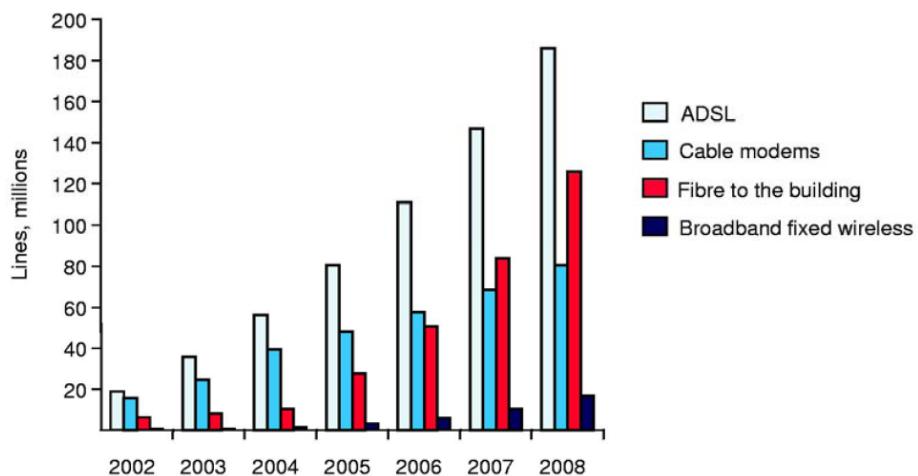


Slika 9. Struktura ADSL mreže

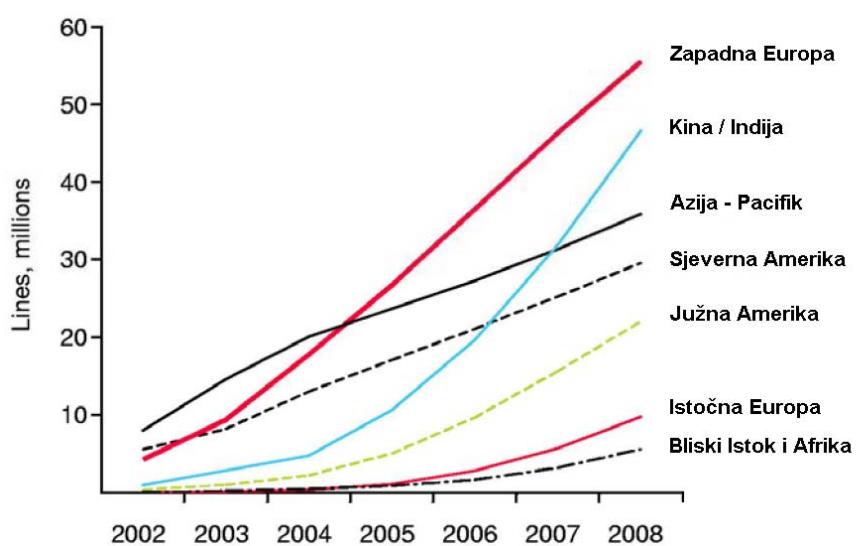
ADSL tehnologija kod nas je doživjela komercijalnu upotrebu. Ovakav način spajanja pruža velik broj prednosti prvenstveno SOHO korisnicima kojima je potreban konstantan pristup Internetu i relativno brza veza, koju bez problema može dijeliti više računala odjednom. Za ADSL vezu potrebno je minimalno Pentium računalo što znači da današnjim generacijama procesora ovakva veza ne predstavlja gotovo nikakvo opterećenje. Konstantna veza prema Internetu ima i svojih negativnih strana kao npr. mogućnost upada vanjskih korisnika u sustav. Zbog toga je potrebno prilikom instalacije sustava razinu sigurnosti postaviti na najvišu moguću i obavezno instalirati vatrozid kojim će se onemogućiti pristup vanjskih korisnika određenim portovima na računalu.

8. Zaključak

ADSL je najuspješnija širokopojasna pristupna tehnologija današnjice. Izraženo brojem korisnika, prestigla je tehnologiju kabelskih modema krajem 2001. godine. Ovum, tvrtka za istraživanje tržišta, predviđela je 2003. godine da će prednost ADSL-a pred njegovim glavnim konkurentima nastaviti rasti i u sljedećih pet godina (Slika 10).



Slika 10. Predviđanje primjene širokopojasnih tehnologija – na apscici su prikazane godine, a ordinati broj širokopojasnih linija izražen u milijunima;



Slika 11. Očekivani porast broja DSL-a diljem svijeta

Uz neprekidnu vezu na internet i oslobođenje telefonske linije, ADSL modemi ipak nisu najrasprostranjeniji. Još su uvijek u upotrebi ISDN modemi i standardni 56K modemi, koji će naposljetku u potpunosti izaći iz upotrebe. Daljnjim razvojem tehnologije postići će se još veće brzine prijenosa, što će omogućiti brži prijenos podataka do najudaljenijih dijelova svijeta.

9. Literatura

1. <http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2005/maletic/index.htm#>
2. <http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2005/maletic/p9.htm>
3. <http://www.tel.fer.hr/files/peta/LiP/xDSL-uvod.pdf>
4. <http://www.cpe.ku.ac.th/~nguan/presentations/datacom/index.html>
5. http://pingvin.carnet.hr/web_dokumentacija/mreza/pdf/isdn_uredjaji.pdf
6. http://pingvin.carnet.hr/web_dokumentacija/mreza/pdf/adsl_modemi.pdf