

## 2. Prenos podataka

### 2.1 Osnovni pojmovi

**Komunikacija** znači razmenu informacija. Komunikacija može biti lokalna ili daljinska. Konverzacija dve osobe "licem u lice" primer je lokalne komunikacije. Pojam telekomunikacije (koji uključuje: telefoniju, telegrafiju i televiziju) znači daljinsku, odnosno komunikaciju na daljinu.

**Podatak** je činjenica, koncept ili instrukcija predstavljena u bilo kom obliku dogovorenom između strana koje stvaraju i koriste podatke. U kontekstu računarskih informacionih sistema, podaci se predstavljaju u binarnom obliku, kao niz bitova (0 i 1).

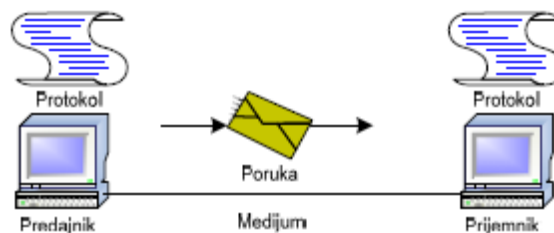
**Prenos podataka** je razmena podataka (u obliku nizova 0 i 1-ca) između dva uređaja korišćenjem električnih ili optičkih signala koji se prenose preko prenosnog medijuma (kao što je metalni provodnik, optičko vlakno ili vazduh). Prenos podataka je lokalni, ako se uređaji koji komuniciraju nalaze u istoj zgradi, odnosno u nekoj ograničenoj geografskoj oblasti. Prenos je daljinski ako su uređaji locirani na većem međusobnom rastojanju.

Uređaji koji razmenjuju podatke deo su **komunikacionog sistema**, koji čini neka specifična kombinacija hardvera i softvera. Osnovne karakteristike komunikacionog sistema za prenos podataka su:

1. **Preciznost isporuke.** Komunikacioni sistem mora da isporuči podatke na tačno odredište. Podatke mora da primi uređaj (korisnik) kome su oni namenjeni i samo taj uređaj (korisnik).
2. **Tačnost.** Komunikacioni sistem mora da isporuči podatke bez greške, u tačno onom obliku u kojem su poslani. Beskorisni su podaci koji su izmenjeni u prenosu, a nisu korigovani na prijemu.
3. **Pravovremenost.** Komunikacioni sistem mora da isporuči podatke na vreme. Podaci koji nisu isporučeni na vreme su beskorisni. U slučaju video, audio i govornih komunikacija, pravovremena isporuka znači sposobnost sistema da prenese podatke tempom kako se oni generišu, sa očuvanim redosledom i bez značajnog kašnjenja. Ovakva vrsta prenosa se naziva *prenosom u realnom vremenu*.

Nezavisno od prirode podataka koji se prenose, svaki sistem za prenos podataka sadrži sledećih pet komponenti (Sl. 2-1):

1. **Poruka.** Poruka je informacija koja se razmenjuje. Poruku može da sadrži tekst, brojeve, slike, zvuk, video ili neku njihova kombinacija.
2. **Predajnik** (ili **pošiljalac**). Predajnik je uređaj koji šalje poruku. To može biti računar, telefonski aparat, video kamera i slično.
3. **Prijemnik** (ili **primalac**). Prijemnik je uređaj koji prima poruku. To može biti računar, telefonski aparat, TV aparat i slično.
4. **Medijum.** Prenosni medijum je fizička putanja duž koje se poruka prenosi od predajnika do prijemnika. To može biti kabl sa upredenim provodnicima, koaksijalni kabl, optički kabl ili radio talasi.
5. **Protokol.** Protokol je skup pravila koja regulišu razmenu podataka. Predstavlja "sporazum" ili "dogovor" između uređaja koji komuniciraju (odnosno, između učesnika u komunikaciji). Bez protokola, dva uređaja se mogu povezati, ali ne mogu komunicirati. (Kao što osobu koja govori Srpski, može da čuje ali ne i da razume osobu koja govori samo Japanski).



**Sl. 2-1 Komponente sistema za prenos podataka.**

## 2.2 Računarska mreža

Računarska mreža je skup uređaja (često se kaže i mrežnih čvorova ili samo čvorova) povezanih prenosnim linijama. Čvor može biti računar, štampač ili bilo koji drugi uređaj koji je u stanju da šalje i/ili prima podatke koje generišu drugi čvorovi mreže. Prenosne linije koje povezuju čvore u mrežu, često se nazivaju komunikacionim kanalima.

**Distribuirano procesiranje.** Mreže su zasnovane na konceptu distribuiranog procesiranja (obrade) kod koga se zajednički zadatak raspodeljuje na više računara. Umesto da je jedan moćan računar odgovoran za sve aspekte celokupnog posla, svaki pojedinačni računar obavlja jedan deo. Prednosti distribuiranog procesiranja su:

*Sigurnost/zaštićenost.* Projektanti distribuiranih sistema obično su u mogućnosti da ograniče načine na koje korisnik može da interaguje sa sistemom. Na primer, banka može

dozvoliti svojim korisnicima da posredstvom bankovnih automata mogu da pristupe samo svojim računima, ali ne i celokupnoj bazi podataka.

*Distribuirane baze podataka.* Ne postoji potreba da jedan računar čuva celokupnu bazu podataka. Na primer, korisnici Web-a u mogućnosti su da pristupaju informacijama koje su fizički smeštene bilo gde u svetu.

*Brzo rešavanje problema.* Više računara koji zajednički rade na rešavanju istog problema, rešice problem brže nego što bi to učinio jedan računar radeći sam.

*Pouzdanost zahvaljujući redundansi.* Sistem se može učiniti pouzdanijim ako više računara u isto vreme izvršavaju isti program. Ako jedan računar zbog otkaza generiše pogrešne rezultate, preostali, ispravni računari, mogu da ga nadglasaju.

### **2.2.1 Performanse, pouzdanost i sigurnost računarskih mreža**

Računarska mreža mora da zadovolji brojne kriterijume da bi bila efikasna. Najvažniji kriterijumi su oni koji se tiču: performansi, pouzdanosti i sigurnosti.

#### Performanse

Performanse mreže se mogu meriti na različite načine. Na primer, dve često korišćene performansne mere su: *vreme prenosa* i *vreme odziva*. Vreme prenosa je vreme potrebno da poruka pređe put od predajnika do prijemnika. Vreme odziva je vremenski interval između slanja zahteva i dobijanja zahtevanih podataka.

Performanse mreže zavise od brojnih faktora, od kojih su najznačajniji sledeći:

*Broj korisnika.* Mreža se projektuje sa pretpostavkom o prosečnom broju korisnika koji će komunicirati u isto vreme. U periodima jakog saobraćaja, stvarni broj korisnika može premašiti očekivani broj, što ima za posledicu pad performansi (duže vreme odziva). Ponašanje mreže pri povećanom opterećenju predstavlja jednu od mera njenih performansi.

*Tip prenosnog medijuma.* Medijum ograničava brzinu prenosa podataka. Tendencija je korišćenje sve bržih i bržih prenosnih medijuma (npr. optički kabl). Medijum koji može da prenosi podatke brzinom od 100 megabita u sekundi (Mbps) je 10 puta moćniji od medijuma koji prenosi podatke brzinom od 10 Mbps. Međutim, brzina prenosa ne može da raste u nedogled (brzina svetlosti postavlja krajnju granicu).

---

*Hardver.* Performanse hardvera koji se koristi u mreži utiče kako na brzinu tako i na kapacitet mreže. Brži računari sa većim memorijom obezbeđuju bolje performanse.

*Softver.* Softver koji se koristi za obradu podataka na stranama predajnika i prijemnika kao i u međučvorovima ima uticaj na performanse mreže. Prenos poruke od jednog do drugog čvora u mreži zahteva intenzivnu obradu podataka: podaci koje predajnik šalje moraju se konvertovati u signal koji se može preneti kroz prenosni medijum; dodatna obrada je neophodna da bi se osigurala isporuka poruke bez grešaka i pronašla optimalna putanja kroz mrežu do određivanja čvora. Na prijemnoj strani, primljeni signali se moraju konvertovati u oblik koji prijemnik može da koristi. Softver koji obezbeđuje sve ove funkcije može imati uticaja na brzinu i pouzdanost mreže. Dobro projektovan softver može ubrzati ceo proces i učiniti da prenos bude efikasniji.

### Pouzdanost

Mere pouzdanosti mreže su: učestalost otkaza, vreme potrebno da se nakon otkaza komunikacioni sistem vrati u operativno stanje i opstanak mreže u situacijama velikih kvarova.

*Učestalost otkaza.* Sve mreže povremeno otkazuju. Međutim, mreža kod koje su otkazi česti nije od velike koristi korisniku.

*Vreme oporavka mreže nakon otkaza.* Koliko je vremena potrebno da se nakon otkaza uspostavi normalan rad mreže. Mreže koje se mogu brže popraviti su vrednije od onih koje tu osobinu nemaju.

*Zaštita od katastrofa.* Mreža mora biti zaštićena od katastrofalnih događaja, kao što je požar, zemljotres ili krađa.

### Sigurnost

Problem sigurnosti mreži odnosi se na zaštitu podataka od neovlašćenog korišćenja i zaštitu od virusa.

*Neovlašćeni pristup.* Da bi mreža bila upotrebljiva, osetljivi podaci moraju biti zaštićeni od neovlašćenog korišćenja. Postoji više nivoa zaštite. Autorizacija putem korisničkog imena i lozinke je primer niskog nivoa zaštite. Šifrovanje (kriptovanje) podataka predstavlja viši nivo zaštite. Šifrovanje podrazumeva sistematsku modifikaciju podataka

na način da oni postanu nerazumljivi za svakog korisnika koji neovlašćeno dođe u njihov posed.

*Virusi.* Savremene mreže su dostupne mnogim korisnicima, pa i onim zlonamernim čiji je cilj da putem mreže nanesu štetu drugim korisnicima ili samom sistemu. Računarski virus je program, ubačen u sistem od strane zlonamernog korisnika, koji je u stanju da bez znanja drugih korisnika ošteti sistem. Zaštita mreže od virusa zahteva primenu hardvera i softvera posebno projektovanih za tu namenu.

## **2.2.2 Oblasti primene računarskih mreža**

U kratkom vremenskom periodu od kada su aktuelne, računarske mreže su postale nezamenljive u poslovanju, industriji i zabavi. Neke od primena mreža u različitim oblastima su:

*Marketing i trgovina.* Računarske mreže se široko koriste za marketing i prodaju proizvoda. Marketing agenti koriste mrežu za prikupljanje, razmenu i analizu podatak koji se odnose na potrebe i interesovanja kupaca. Aplikacije za elektronsku trgovinu, ako što je kupovina na daljinu, omogućavaju korisnicima da putem mreže naruče i plate proizvode koje žele da kupe, rezervišu sobu u hotelu ili kartu u avionu.

*Finansijski servisi.* Savremeni finansijski servisi su u potpunosti zavisni od računarskih mreža. Tipični primeri su: elektronski transfer novca, praćenje stanja na berzi, uvid u bankovne račune i sl.

*Proizvodnja.* Računarske mreže nalaze primenu u mnogim aspektima proizvodnje, od projektovanje novih proizvoda do upravljanja proizvodnjom.

*Elektronska pošta.* Verovatno najrasprostranjenija mrežna aplikacija. Omogućava korisnicima da putem mreže razmenjuju tekstualne poruke.

*Informacioni servisi.* Primeri informacionih servisa su digitalne biblioteke, banke podataka, elektronska izdanja novina. Web sajt koji nudi tehničke podatke o novom proizvodu je vrsta informacionog servisa.

*Elektronsko poslovanje.* Omogućava prenos poslovnih podataka (narudžbenice, računi, predračuni i sl.) bez upotrebe papira.

*Telekonferencije.* Mogućnost da se sastanak ili konferencija održi, a da učesnici sastanka nisu prisutni na istom mestu. U najprostijoj formi, telekonferencija se ostvaruje tako što učesnici međusobno razmenjuju tekstualne poruke. Naprednije aplikacije, omogućavaju govornu i video komunikaciju.

### **2.3 Protokoli i standardi**

U računarskim mrežama, komunikacija se uspostavlja između entiteta iz različitih sistema. Entitet je bilo šta što može da šalje i prima informacije. Primeri entiteta su: aplikacioni program, softver za elektronsku poštu, Internet serveri i pretraživač. Sistem je fizički objekat koji sadrži jedan ili više entiteta. Primer sistema je računar ili terminal.

Međutim, entiteti ne mogu prosto da šalju svoje podatke i da očekuju da će ih drugi entiteti razumeti. Da bi se komunikacija ostvarila, entiteti moraju biti saglasni oko toga: koja vrsta podataka se razmenjuje u komunikaciji, kako se obavlja razmena i kada se komunikacija dešava. Drugim rečima, neophodno je da se ponašaju shodno istom protokolu.

Protokol je skup pravila (konvencija) koja regulišu sve aspekte razmene informacija. Ključni elementi protokola su: sintaksa, semantika i tajming.

*Sintaksa* se odnosi na strukturu ili format podataka koji se razmenjuju, odnosno poredak u kome su oni prezentovani. Na primer, neki protokol je definisan tako da prvih osam bita mora da sadrže adresu predajnika, drugih osam adresu prijemnika, a da preostali bitovi sadrže poruku.

*Semantika* se odnosi na značenje svake sekcije bitova u poruci; kako se pojedine sekcije bitova interpretiraju i koje akcije se preduzimaju zavisno od interpretacije. Na primer, da li adresa sadržana u primljenoj poruci označava konačno odredište ili ukazuje da poruku treba proslediti dalje ka konačnom odredištu.

*Tajming* definiše kada podaci mogu da se šalju i kojom brzinom se prenose. Na primer, ako predajnik generiše podatke brzinom od 100 Mbps, a prijemnik je u stanju da obradi podatke brzinom od 1 Mbps, potreban je neki način za međusobno usaglašavanje kako podaci ne bi bili izgubljeni.

Da bi se u mreži ostvarila bilo kakva komunikacija neophodna je stroga i precizna koordinacija aktivnosti mrežnih čvorova. Neki proizvođač mrežne opreme može garantovati da će svi njegovi proizvodi, povezani u mrežu, međusobno dobro raditi. Ali šta ako se javi

potreba da se u mrežu ugradi uređaj nekog drugog proizvođača. Koja je korist od TV aparata ako on može da prima signale iz jednog opsega kanala, ako lokalna TV stanica emituje signal u nekom drugom opsegu? Gde ne postoje standardi postoje problemi. Automobili su primer nestandardizovanih proizvoda. Menjač iz jednog modela se neće uklopiti u neki drugi model automobila. **Standard** definiše model za razvoj proizvoda koji omogućava da proizvodi različitih proizvođača mogu zajedno da rade. Standardi su od ključne važnosti za stvaranje i razvoj otvorenog tržišta i konkurenciju između proizvođača opreme.

Standardi iz oblasti prenosa podataka svrstavaju se dve kategorije: *de facto* i *de jure*. *De jure* standard je standard sa pravnog gledišta, odnosno standard koji je kroz formalnu proceduru objavila ili odobrila neka zvanična organizacija za standarde. *De facto* standard je onaj koje nije zvanično priznat od strane nadležnih organizacija, već je kroz primenu posto toliko široko prihvaćen da praktično nema konkurenciju. Po pravilu, *de facto* standardi potiču od nekog konkretnog proizvođača opreme kao rezultat njegove težnje za definisanjem funkcionalnosti svojih novih proizvoda ili nove tehnologije.

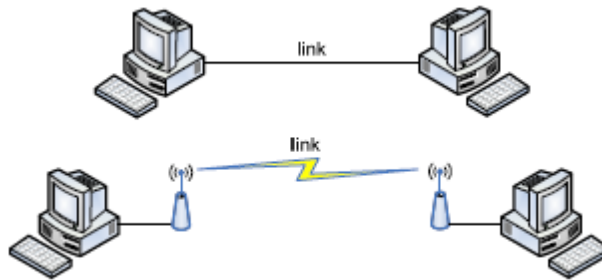
*De facto* standardi se dalje mogu podeliti u dve kategorije: *zatvoreni* i *otvoreni*. *Zatvoren* standard je onaj koji je definisala neka komercijalna kompanija sa ciljem da bude osnova za razvoj njihovih novih proizvoda. Kompanija ima potpuno vlasništvo i kontrolu nad svojim standardom. Ovi standardi su zatvoreni zato što onemogućavaju (zatvaraju) komunikaciju sa uređajima drugih proizvođača. S druge strane, *otvorene* standarde po pravilu formuliše grupa zainteresovanih proizvođača ili neki neformalni *komitet*. *Otvoreni* standardi su javno dostupni sa razlogom da doprinesu popularizaciji i bržem usvajanju novih tehnologija. Zovu se *otvoreni*, zato što otvaraju mogućnost za međuoperativnost i komunikaciju između različitih sistema.

## 2.4 Mrežne konfiguracije

### 2.4.1 Konfiguracija komunikacione linije

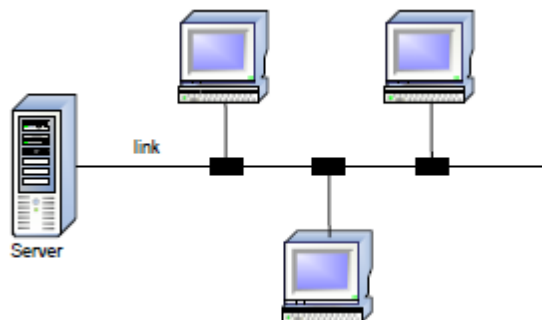
Konfiguracija komunikacione linije se odnosi na način kako su dve ili više stanica povezane na *link*. **Link** (veza) je fizički komunikacioni put za prenos podataka od jedne do druge stanice. Vizuelno, link možemo zamisliti kao liniju koja spaja dve tačke. Da bi komunikacija bila moguća, stanice moraju biti na isti način i u isto vreme povezane na isti link. Postoje dve linijske konfiguracije: tačka-tačka (*point-to-point*) i *multipoint*.

Konfiguracija tipa tačka-tačka, ili *point-to-point*, podrazumeva da su svake dve stanice u mreži povezane zasebnim linkom. Celokupni komunikacioni kapacitet linka namenjen je prenosu podataka između te dve stanice. Kod većine *point-to-point* konfiguracija za povezivanje krajnjih uređaja koristi se kabl, ali i druge opcije, kao što su mikrotalasi ili satelitski linkovi, su moguće (Sl. 2-2).



**Sl. 2-2 Linijska konfiguracija tipa *point-to-point*.**

Linijska konfiguracija tipa *multipoint* je komunikaciona veza u kojoj je više stanica priključeno na isti link (Sl. 2-3). U ovom slučaju, komunikacioni kapacitet linka je razdeljen, bilo u prostoru ili u vremenu. Ako više stanica u isto vreme mogu da koriste link radi slanja svojih podataka, radi se o prostornoj podeli. Ako stanica mora da čeka da bi dobili ekskluzivno pravo korišćenja linka, radi se o vremenskoj podeli (*time-sharing*).



**Sl. 2-3 Linijska konfiguracija tipa *multipoint*.**

#### 2.4.2 Topologija mreže

Pojam **topologija** odnosi se na način kako su čvorovi mreže raspoređeni i povezani, bilo prostorno bilo logički. Kao što su dve ili više stanica povezane na link, tako dva ili više linka čine topologiju. Topologija mreže, u suštini, predstavlja grafičku reprezentaciju međusobnog odnosa svih linkova i povezanih stanica (čvorova). Pet osnovnih mrežnih topologija su: potpuno povezana mreža (*mesh*), zvezda (*star*), stablo (*tree*), magistrala (*bus*) i prsten (*ring*).



Topologije ukazuje kako su umreženi uređaji međusobno povezani, a ne i kako su fizički raspoređeni. Na primer, ako je topologija neke mreže tipa zvezda, to ne znači da svi umreženi računari moraju i fizički biti raspoređeni oko centralne tačke tako da njihov raspored nalikuje zvezdi; dovoljno je da svaki računar bude povezan sa centralnom tačkom, bez obzira gde se fizički nalazi.

Izbor topologije mreže da zavisi od relativnog odnosa čvorova povezanih na isti link. Dva odnosa su moguća: *peer-to-peer*, u kome svi uređaji ravnopravno dele link i *primarni-sekundarni*, u kome jedan uređaj (primarni) upravlja saobraćajem, a ostali koriste njegove usluge da bi preneli svoje podatke. Potpuno povezana mreža i prsten su pogodni za *peer-to-peer*, a zvezda i stablo za primarni-sekundarni odnos. Magistrala je podjednako dobra za oba odnosa.

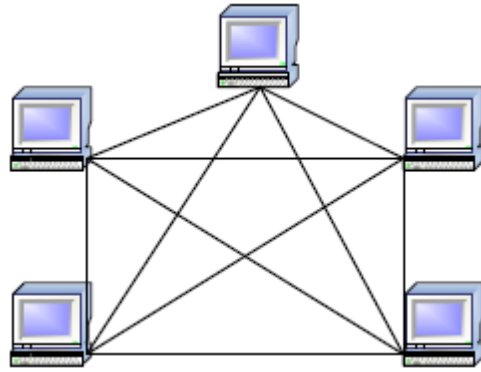
### Potpuno povezana mreža (Mesh)

U potpuno povezanoj mreži svaka stanica je namenskim *poin-to-point* linkom povezana sa svakom drugom stanicom u mreži (Sl. 2-4). Pojam *namenski* znači da link prenosi podatke samo između dve stanice koja povezuje.

Prednosti potpuno povezane mreže u odnosu na druge topologije su:

- (1) korišćenje namenskih linkova garantuje da veza prenosi samo 'svoje' podatke. Na taj način su eliminisani problemi koji se mogu javiti usled deobe linka između više stanica;
- (2) potpuno povezana mreža je *robustna* (u stanju da dobro funkcioniše u nepredviđenim situacijama). Ako neki link otkáže, to ne znači da je otkazao i ceo sistem;
- (3) namenski linkovi obezbeđuju privatnosti i sigurnost. Svaka poruka se prenosi duž namenskog linka i zato je dostupna samo onom korisniku kome je namenjena: fizičke granice sprečavaju druge korisnike da dođu u njen posed;
- (4) olakšana identifikacija i izolacija kvara. Ako neki link otkáže, saobraćaj se može preusmeriti na ispravne linkova.

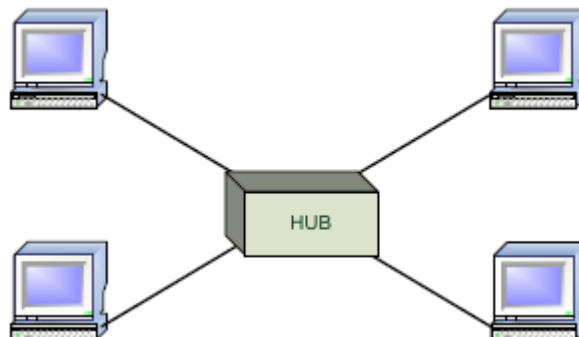
Glavni nedostatak potpuno povezane mreže je izuzetno veliki broj kablova i I/O portova. Pored visoke cene, to otežava instalaciju i eventualnu kasniju rekonfiguraciju mreže. Iz tog razloga, potpuno povezane mreže se retko koriste u praksi.



**Sl. 2-4 Potpuno povezana mreža.**

### Zvezda (Star)

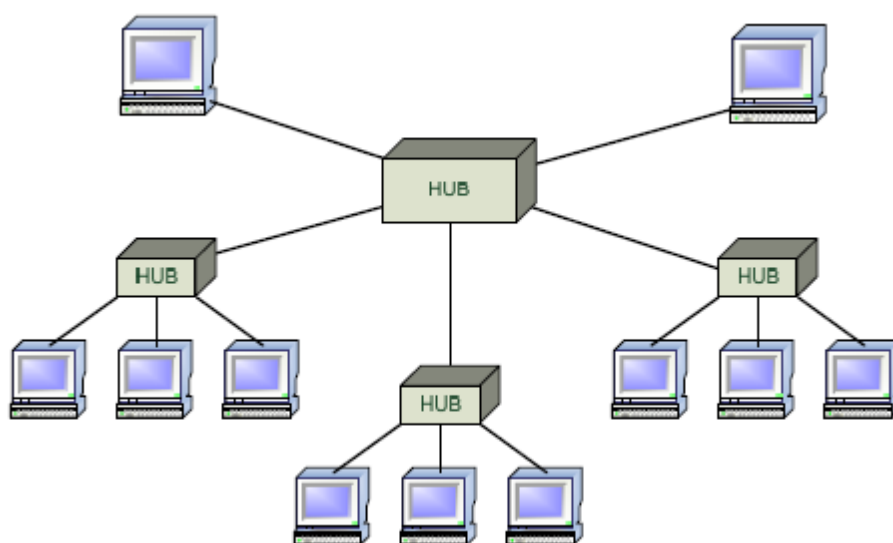
Kod zvezdaste mreže, uređaji nisu direktno povezani, već je svaki uređaj namenskim linkom povezan sa centralnim kontrolerom mreže, tzv. čvorištem ili *hub*-om. Za razliku od potpuno povezane mreže, zvezda ne omogućava direktan prenos poruka između stanica. Kontroler ima ulogu sličnu telefonskoj centrali: Ako uređaj A želi da pošalje poruku uređaju B, tada A šalje poruku kontroleru, a on je prosleđuje uređaju B (Sl. 2-5). Zbog manjeg broja linkova i potrebnih I/O portova, cena zvezdaste mreže je niža od cene potpuno povezane mreže. Jedan link i jedan I/O port po stanici su dovoljni da bi se omogućila komunikacija između svih čvorova u mreži. Instalacija i rekonfiguracija su lakše, jer se nova stanica povezuje samo sa *hub*-om. Zvezda je, slično potpuno povezanoj mreži, otporna na otkaze, premda u nešto manjoj meri. Ako neki link otkáže, posledice trpi samo stanica čiji je to link. Međutim, *hub* je kritična komponenta: ako otkáže *hub*, otkazao je ceo sistem. Mada zvezda zahteva manje kabliranja nego potpuno povezana mreža postoje topologije koje zahtevaju još manje kabliranja (npr. stablo, prsten i magistrala).



**Sl. 2-5 Zvezdasta mreža.**

### Stablo (Tree)

Stablo je varijanta zvezde. Kao kod zvezde, čvorovi stabla su povezani na *hub* koji upravlja celokupnim saobraćajem u mreži. Međutim, nisu sve stanice direktno priključeni na centralni *hub*. Većina stanica su priključene na sekundarne *hub*-ove koji su onda direktno priključeni na centralni *hub*. (Sl. 2-6). Sekundarni *hub*-ovi se koriste za povezivanje fizički bliskih stanica. Na primer, svi računari koji se nalaze u jednoj prostoriji mogu biti povezani na isti sekundarni *hub* koji se nalazi u toj istoj prostoriji, a sekundarni *hub*-ovi iz svih prostorija u zgradi povezani su na centralni *hub*. Prednosti i nedostaci stabla su u osnovi isti kao kod oni zvezde. Uvođenje sekundarnih *hub*-ova pruža sledeće prednosti: Prvo, mreža može imati veći broj čvorova. Drugim rečima, mreža postaje proširljiva, jer maksimalan broj čvorova više nije ograničen brojem raspoloživih portova centralnog *hub*-a. Takođe, ukupna dužina kablova je manja (umesto da sa petog sprata gde postoji 10 računara, do prizemlja, gde je smešten centralni *hub*, vodi 10 kablova, vodi se samo jedan, za spregu sekundarnog *hub*-a, koji je na petom spratu, i centralnog *hub*-a). Drugo, administrator mreže ima mogućnost da izoluje pojedine delovi mreže i dodeli im različite prioritete u komunikaciji. Na primer, svi računari priključeni na jedan sekundarni *hub* mogu imati prioritet nad računarima vezanim na neki drugi (u situacijama kada centralni *hub* treba na isti izlazni link da preusmeri saobraćaj iz više ulaznih linkova prednost će dati ulaznom linku najvišeg prioriteta). Na taj način, administrator može garantovati da neće doći do zastoja u prenosu vremenski-kritičnih podataka.



**Sl. 2-6 Mreža u obliku stabla.**

### Magistrala (Bus)

Za razliku od svih prethodnih mrežnih topologija, koje koriste *point-to-point* linkove, magistrala je zasnovana na jednom *multipoint* linku na koji su priključeni svi čvorovi (Sl. 2-7). Čvorovi se povezuju na *multipoint* link pomoću tzv. T-konektora (ili *tap*-a) koji spaja *drop* link (drugim krajem vezan za čvor) i magistralni kabl. Krajevi magistralnog kabla završeni su specijalnim završnim konektorima (terminatori) koji eliminišu refleksiju signala. Zbog slabljenja signala prilikom prenosa kroz kabl, postoji ograničenje u pogledu maksimalne dužine magistralnog kabla i minimalnog rastojanja između T-konektora. Glavna prednost magistrale je jednostavna instalacija. Magistralni kabl se može postaviti po obodu neke prostorije, a svaki računar *drop* linijom povezati na najbliži *tap*. Nedostaci magistrale su otežana rekonfiguracija i izolacija kvara. Magistrala se obično projektuje tako da bude optimalna u trenutku instalacije (broj i raspored *tap*-va prilagođeni su trenutnom broju i rasporedu računara). Zato se može javiti problem kada treba priključiti novi računar. Takođe, otkaz ili prekid magistralnog kabla prekida svaku komunikaciju u mreži, čak i između čvorova koji su sa iste strane "problema" (prekid stvara dva nova kraja, koji, pošto nisu završeni terminatorom, reflektuju signal nazad u svoje delove kabla što pravi šum koji narušava signal).

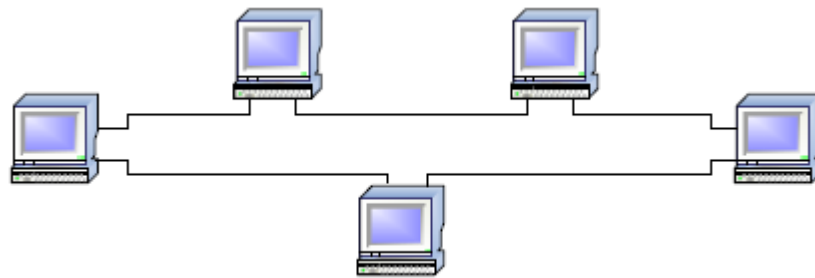


**Sl. 2-7 Topologija tipa magistrala.**

### Prsten (Ring)

Kod prstenaste mreže (ringa), sve stanice su povezane u zatvorenu petlju ili prsten, tako što je svaka stanica sa dva *point-to-point* linka direktno povezan sa dve susedne stanice (Sl. 2-8). U ring mreži, poruka se uvek prenosi u jednom smeru, od stanice do stanice, dok ne stignu do svog odredišta. Kada stanica primi poruku namenjenu nekoj drugoj stanici, ona regeneriše primljene bitove i prosleđuje ih dalje. Regenerisanje podataka omogućava da ring mreža pokrije veća rastojanja od zvezdaste mreže ili magistrale. Ring se relativno jednostavno instalira i rekonfiguriše. Da bi se dodala nova ili izbacila postojeća stanica, potrebno je premestiti samo dva kabla. Jedina ograničenja su ona koja se odnose na maksimalnu dužinu

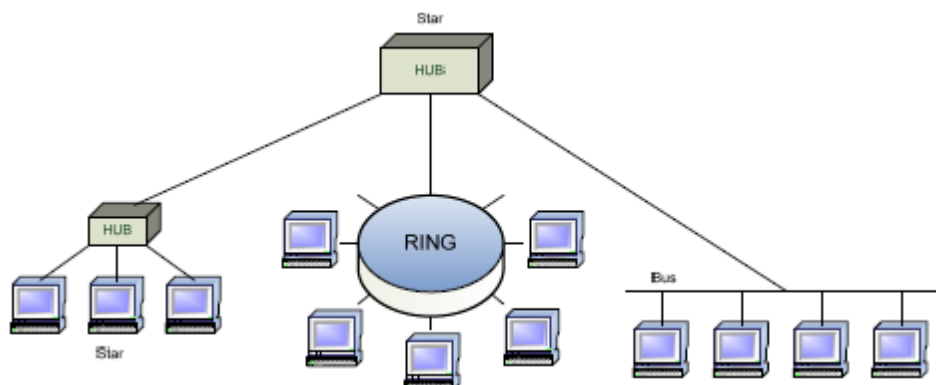
kabla i maksimalni broj čvorova u ringu. Takođe, kvarovi se lako mogu identifikovati i izolovati, a čvor koji pogrešno radi ili je otkazao se može lako premostiti. Obično, signal u ringu cirkuliše sve vreme (kada nema saobraćaja, ringom kruži kontrolna poruka). Ako ne primi signal za neko vreme, stanica može da aktivira alarm, koji će upozoriti administratora na pojavu problema i njegovu tačnu lokaciju. Međutim, jednosmerni saobraćaj, kakav je u ringu, ima i svoje nedostatke. Prekid samo jednog *point-to-point* linka, prekida komunikaciju u celoj mreži.



**Sl. 2-8 Ring topologija.**

### Hibridne topologije

Često, projektanti mreža kombinuju različite topologije onda kad više izdvojenih podmreža treba međusobno povezati. Na Sl. 2-9 je prikazan primer hibridne topologije gde su tri podmreže različite topologije povezane u jedinstvenu zvezdastu mrežu.



**Sl. 1-9 Hibridna topologija.**

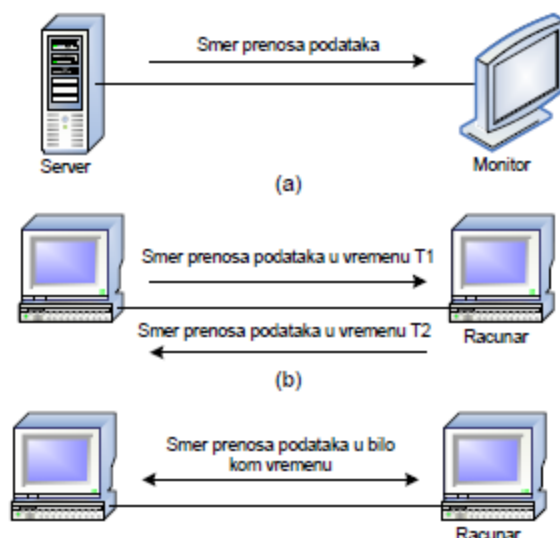
### 2.4.3 Načini prenosa

Pojam način (ili režim) prenosa odnosi se na smer protoka signala između dva povezana uređaja. Postoje tri načina prenosa: *simpleks*, *poludupleks* i *puni dupleks*.

*Simpleks*. Kod *simpleks* prenosa komunikacija je jednosmerna (slično jednosmernoj ulici). Jedan od dva uređaja povezanih linkom uvek šalje, a drugi uvek samo prima podatke (Sl. 2-10(a)).

*Poludupleks (Half-duplex)*. Kod poludupleks prenosa, oba uređaja povezana linkom, mogu da šalju podatke, ali ne u isto vreme (Sl. 2-10(b)). Dok jedan uređaj radi kao predajnik drugi može da radi samo kao prijemnik i obrnuto. (Slično putu koji ima jednu traku sa dvosmernim saobraćajem: dok prolaze vozila u jednom smeru, vozila iz drugog moraju da čekaju.) "Voki-toki" radio je primer *half-duplex* sistema.

*Puni dupleks (ili samo dupleks, Full-duplex ili duplex)*. U dupleks komunikaciji, prenos podataka između dva uređaja može se obavljati simultano u oba smera (oba uređaja mogu u isto vreme da šalju i primaju podatke) (Sl. 2-10(c)). (Slično dvosmernoj ulici sa saobraćajem u oba smera). Signali koji se prenose u različitim smerovima dele raspoloživi kapacitet linije. Telefonska mreža je tipičan primer dupleks komunikacije.



Sl. 2-10 Načini prenosa: (a) simpleks; (b) poludupleks; (c) puni dupleks.

## 2.4.4 Kategorije mreža

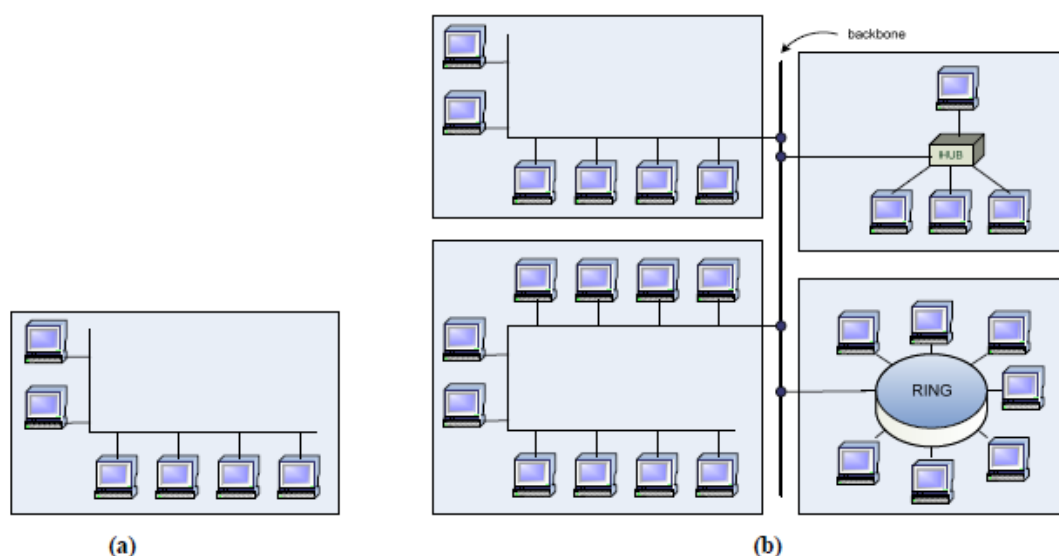
Savremene računarske mreže mogu se svrstati u tri kategorije: LAN, MAN i WAN. U koju kategoriju će konkretna mreža biti klasifikovana zavisi od njene veličine (broja čvorova), površine oblasti koju pokriva, fizičke arhitekture, oblika vlasništva itd.

### LAN

LAN (*Local Area Networks*) je lokalna računarska mreža u privatnom vlasništvu koja se koristi za umrežavanje računara i drugih mrežnih uređaja u relativno ograničenom području, npr. u jednoj zgradi ili kompleksu zgrada nekog fakulteta, vladine organizacije ili preduzeća (Sl. 2-11). Zavisno od potreba organizacije, LAN može biti mreža malog obima (npr. dva PC računara i štampač u jednoj kancelariji), ali i veoma složena mreža koja pokriva celo jedno preduzeće s mnoštvom raznorodnih računara i periferijskih uređaja. Oblast pokrivanja savremenih LAN mreže ograničena je na do nekoliko kilometara.

Glavni zadatak LAN-a je da omogući korišćenje zajedničkih resursa od strane više računara. Zajednički resursi mogu biti: hardver (npr. štampač), softver (npr. aplikacioni program) ili podaci (baza podataka). Tipični primeri LAN mreža mogu se naći u poslovnim organizacijama, gde se koriste za formiranje radnih grupa računara. Jedan od računara, tipično, poseduje *hard* disk većeg kapaciteta i ima ulogu servera. Ostali računari su klijenti. Na serveru se može čuvati softver ili podaci koji su posredstvom mreže dostupni svim članovima radne grupe.

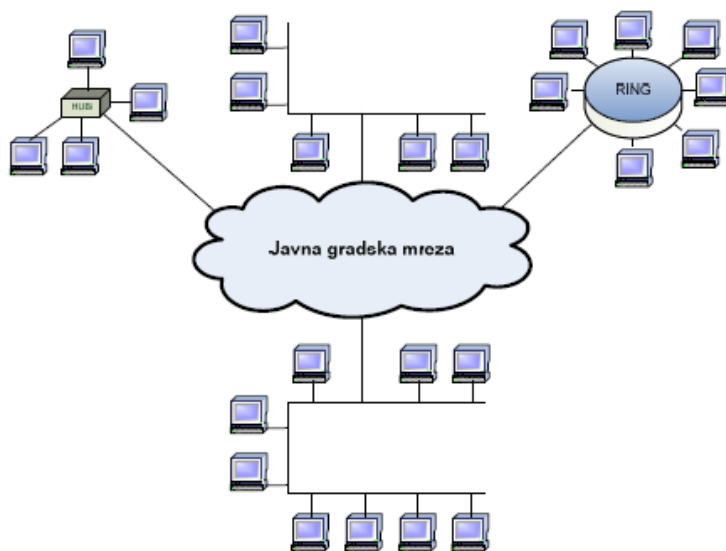
Osim po veličini, LAN se razlikuje od ostalih tipova mreža po topologiji, kao i po tipovima prenosnih medijuma koje koristi. Po pravilu, u okviru jednog LAN-a koristi se isti tip prenosnog medijuma. Topologija LAN-a je najčešće magistrala, prsten ili zvezda.



Sl. 2-11 LAN: (a) LAN u jednoj zgradi; (b) LAN koji pokriva više zgrada

## MAN

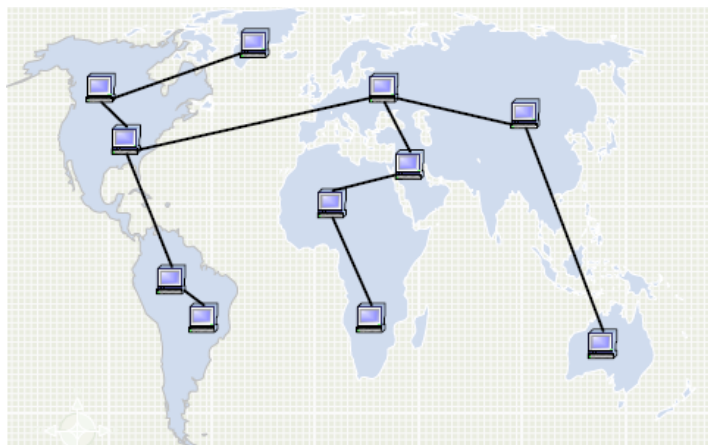
MAN (*Metropolitan Area Network - Gradska mreža*) su mreže na nivou jednog grada. To može bit jedna mreža, kao na primer mreža kablovske televizije, ali i mreža više povezanih LAN-ova. Na primer, banka koja poseduje više ekspozitura na različitim lokacijama u gradu može koristi MAN za povezivanje LAN-ova svojih ekspozitura. MAN može u potpunosti biti u vlasništvu jedne privatne kompanije, ali može biti i servis koji nudi neka javna kompanija, kao što je PTT.



Sl. 2-12 MAN

## WAN

WAN (*Wide Area Network - Regionalna računarska mreža*) obezbeđuje prenos podataka na velike daljine i tipično pokriva veće geografsko područje, kao što je jedna država ili kontinent (Sl. 2-13). Za razliku od LAN-ova za čije formiranje je potrebno posedovati celokupnu potrebnu infrastrukturu, za formiranja WAN-ova se koriste javne, iznajmljene ili privatne (obično u kombinaciji) komunikacione linije i uređaji.



Sl. 2-13 WAN