

# RAČUNARSKE MREŽE/ INTERNET KOMUNIKACIJE

## Lekcija1: Uvod

leto 2018/2019

Prof. dr Branimir M. Trenkić

Visoka škola elektrotehnike i računarstva  
strukovnih studija

# O meni....

❑ **Branimir M. Trenkić**

❑ Doktor tehničkih nauka, oblast – računarske i telekomunikacione mreže

❑ Profesor strukovnih studija

❑ Kabinet 511, e-mail: [btrenkic@viser.edu.rs](mailto:btrenkic@viser.edu.rs)

– Molim da subject- linija Vašeg e-mail-a počinje sa kodom kursa (RM19 ili IK19)

# O kursu....

- Obim: **3 + 2**
- Termini:
  - *Predavanja: utorak*      *09:15 – 12:00 (GSL)*
    - RT, IS(EPO)
  - *Predavanja: sreda*      *09:15 – 12:00 (SL)*
    - NRT, ELITE
- Vodi se evidencija o prisutnosti na predavanjima
- Raspored vežbi – naknadno na sajtu Škole

# LITERATURA

- Predavanja i vežbe u e-obliku:
  - <http://www.viser.edu.rs/predmeti>
  - Moodle sistem za učenje na daljinu



- Andrew S. Tanenbaum, “**Computer Networks**”, **Fifth Edition**, Prentice Hall, ISBN 0-13-212695-8
- Behrouz A. Forouzan, “**TCP/IP Protocol Suite**”, **Fourth Edition**, McGraw-Hill, ISBN 0-07-337604-3

# NAČIN OCENJIVANJA

- Polaganje ispita:
- *Predispitne obaveze*
  - *Testovi*
  - *Aktivnost na predavanjima*
  - *Praktični deo – vežbe (obavezni deo!  $\geq 18$  poena)*
- *Ispit u ispitnom roku*
  - *Završni test*
  - Uslov:- položen praktični deo (odbranjene vežbe)

# NAČIN OCENJIVANJA

- *Teorijski deo* (***maksimalno 70 poena***)
  - *Testovi* (***maksimalno 10 poena***)
  - *Aktivnost na predavanjima* (***maksimalno 8 poena***)
  - *Završni test (ispit)* – ***maksimalno 52 poena***
- *Praktični deo - vežbe* (***maksimalno 30 poena***)
- ***Uslov za položen ispit je 51 poen!***

# UVOD

- Ključna **tehnologija 20. veka** – prikupljanje, obrada i distribucija informacija
  - Instalacija globalne telefonske mreže
  - Pronalazak radija i televizije
  - Rođenje i bez presedana rast računarske industrije
  - Lansiranje komunikacionih satelita
  - Internet
- 21. vek – konvergencija ovih oblasti

# UVOD

- **Računarska industrija**

- Spektakularni napredak u kratkom periodu
- Centralizovani računarski sistemi
  - Koncept “Računarskog centra”
- Jedan računar zadovoljava sve računarske potrebe jedne organizacije

- **Spajanje računara i komunikacije**

- Stari model zamenjen je novim
- Računarski sistem – distribuiran
- Komunikacije – skup autonomnih računara koji su međusobno povezani

# UVOD

- “***Računarska mreža***” – skup autonomnih računara koji su međusobno povezani
- Dva računara su međusobno povezana ako su u stanju da razmenjuju informacije
- **Računarska mreža vs. Distribuirani računarski sistem**
- **Ključna razlika** – kako ih korisnik vidi
- **Distribuirani sistem:**
  - Koherentni sistem – jedan model ili paradigma
  - Softverski sloj na vrhu umreženih računara
  - Primer WWW sistem

# UVOD

- **Računarska mreža:**
  - Nema koherentnosti, nema jedinstvenog modela
  - Korisnik je izložen fizičkim elementima sa svim svojim različitostima

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Komunikacija - *razmena informacija*
  - Lokalna komunikacija
    - Konverzacija **dve osobe** “**licem u lice**” primer je lokalne komunikacije
  - Daljinska komunikacija
    - Pojam **telekomunikacije** (koji uključuje: telefoniju, telegrafiju i televiziju) znači daljinsku, odnosno ***komunikaciju na daljinu***

# Opšti Komunikacioni model

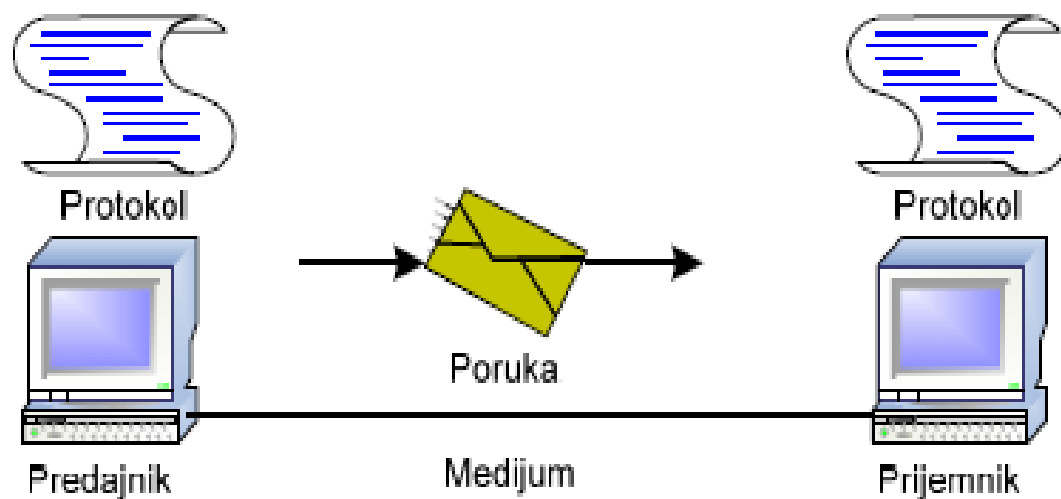


# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Uokvireni deo sa predhodne slike predstavlja ***tehnološki zavisan deo modela*** – ***komunikacioni sistem***
- ***Šta ga čini?***
  - **Komunikacioni sistem** - sistem koji čini neka specifična ***kombinacija hardvera i softvera***
- ***Čemu služi?***
  - Osnovne **karakteristike komunikaciong sistema** za prenos podataka

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Svaki komunikacioni sistem sadrži sledećih *pet komponenti*:



# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Komponente komunikacionog sistema
- Poruka Poruka sadrži podatke (informaciju) koji se razmenjuju. Na primer, sadrži tekst, brojeve, slike, zvuk, video ili neku njihovu kombinaciju
- Predajnik (ili *transmitter*). Predajnik je **uređaj** koji šalje poruku. To može biti računar, telefonski aparat, video kamera i slično
- Prijemnik (ili *receiver*). Prijemnik je **uređaj** koji prima poruku. To može biti računar, telefonski aparat, TV aparat i slično

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Komponente komunikacionog sistema
- 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

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Komponente komunikacionog sistema
- **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

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Osnovna **načela** koja čine suštinu **komunikacionog sistema** za prenos podataka su:
  - *Pouzdanost prenosa*
  - *Preciznost isporuke*
  - *Pravovremenost isporuke*

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

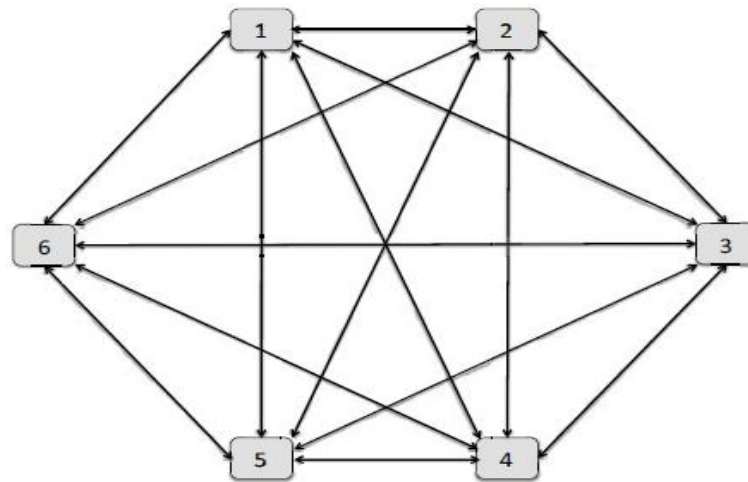
- Osnovna **načela komunikacionog sistema** za prenos podataka su:
  - **Pouzdanost**. Komunikacioni sistem mora da isporuči podatke **bez greške**, u tačno onom obliku u kojem su poslati. Podaci koji su **izmenjeni u prenosu**, *a nisu korigovani* na prijemu **su beskorisni!**
  - **Preciznost isporuke**. Komunikacioni sistem mora da isporuči podatke **na tačno odredište**. Podatke mora da primi uređaj (korisnik) kome su oni **namenjeni** i samo taj uređaj (korisnik)

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Osnovna **svojstva komunikacionog sistema** za prenos podataka su:
  - **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*

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

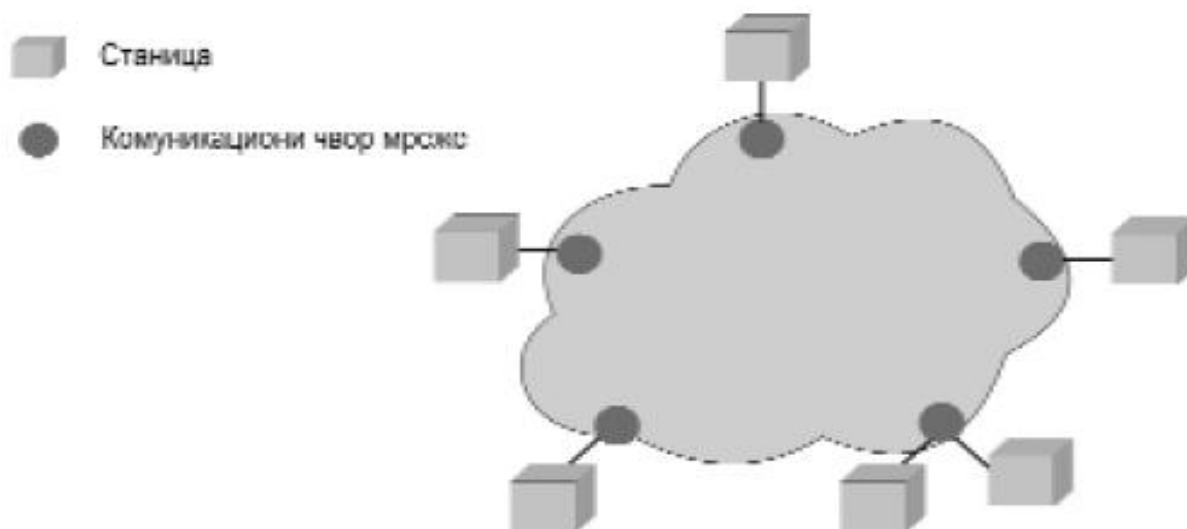
- U realnosti – ovakav način komunikacije je previše nepraktičan



- Ako su **uređaji** vrlo **udaljeni** – nepraktično je dodeljivati posebni prenosni medijum između njih
  - Uparivanja prijemnik-predajnik se menjaju u vremenu
- Izloženi komunikacioni sistem je previše uprošćen

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Rešenje je računarska (komunikaciona) mreža
  - Može povezati udaljene uređaje
  - Može povezati bliske uređaje
  - Dodatna načela: *(I) deljenje resursa i (II) proširljivost*



# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Računarska mreža
- **Računarska mreža** je **skup uređaja** (često se kaže i mrežnih čvorova ili samo čvorova) **povezanih prenosnim linijama** (linkovima)
- **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**

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- 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,
  - raspoloživosti i
  - bezbednost (sigurnosti)

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Performanse
- Performanse mreže se mogu ***meriti na različite načine*** - dve često korišćene performansne mere su:
  - (A) ***vreme prenosa*** i (B) ***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 podatka

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Performanse
- Performanse mreže zavise od brojnih faktora:
- **Broj korisnika**
  - Mreža se **projektuje** sa pretpostavkom o **prosečnom broju korisnika** koji će komunicirati u isto vreme
  - U periodima **vršnog 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

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Performanse
- Performanse mreže zavise od brojnih faktora:
- **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)

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Performanse
- Performanse mreže zavise od brojnih faktora:
- **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

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Performanse
- Performanse mreže **zavise od** brojnih faktora:
- **Softver**
- Softver koji se koristi za obradu podatak na stranama **predajnika** i **prijemnika** kao i u **među-čvorovima** 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 odredišnog čvora

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Performanse
- Performanse mreže zavise od brojnih faktora:
- Softver
  - 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

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Raspoloživost
- **Mere raspoloživosti** mreže su:
- ***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

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Raspoloživost
- **Mere pouzdanosti** mreže su:
- ***Zaštita od katastrofa***. Mreža mora biti zaštićena od katastrofalnih događaja, kao što je požar, zemljotres ili **krađa**

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Bezbednost
- ***Neovlašćeni pristup***. Da bi mreža bila upotrebljiva, osetljivi podaci moraju biti zaštićeni od neovlašćenog korišćenja. Postoji više nivoa zaštite.
  - Autentifikacija/Autorizacija
    - Putem korisničkog imena i lozinke je primer niskog nivoa zaštite
    - Kontrola pristupa
  - 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

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

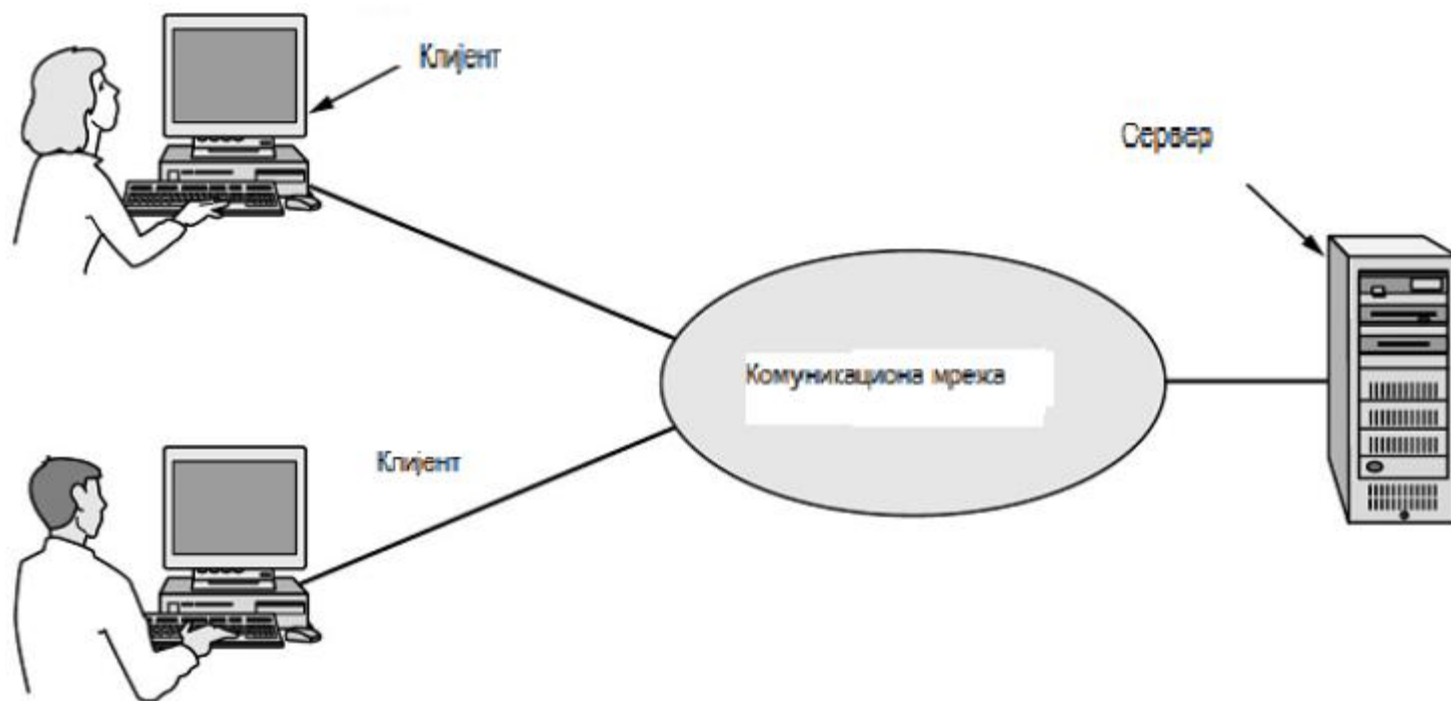
- Bezbednost
- **Virusi**. Savremene mreže su dostupne mnogim korisnicima, pa i onim **zlonamernim** čiji je cilj da putem mreže nanesu štetu drugim korisnicima ili samom sistemu
  - **Računarski virus** je program, ubačen u sistem od strane **zlonamernog korisnika**, koji je u stanju da bez znanja drugih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

# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Načini korišćenja računarskih mreža
- Dva modela:
- *Klijent-server model*
- *Peer-to-peer model*

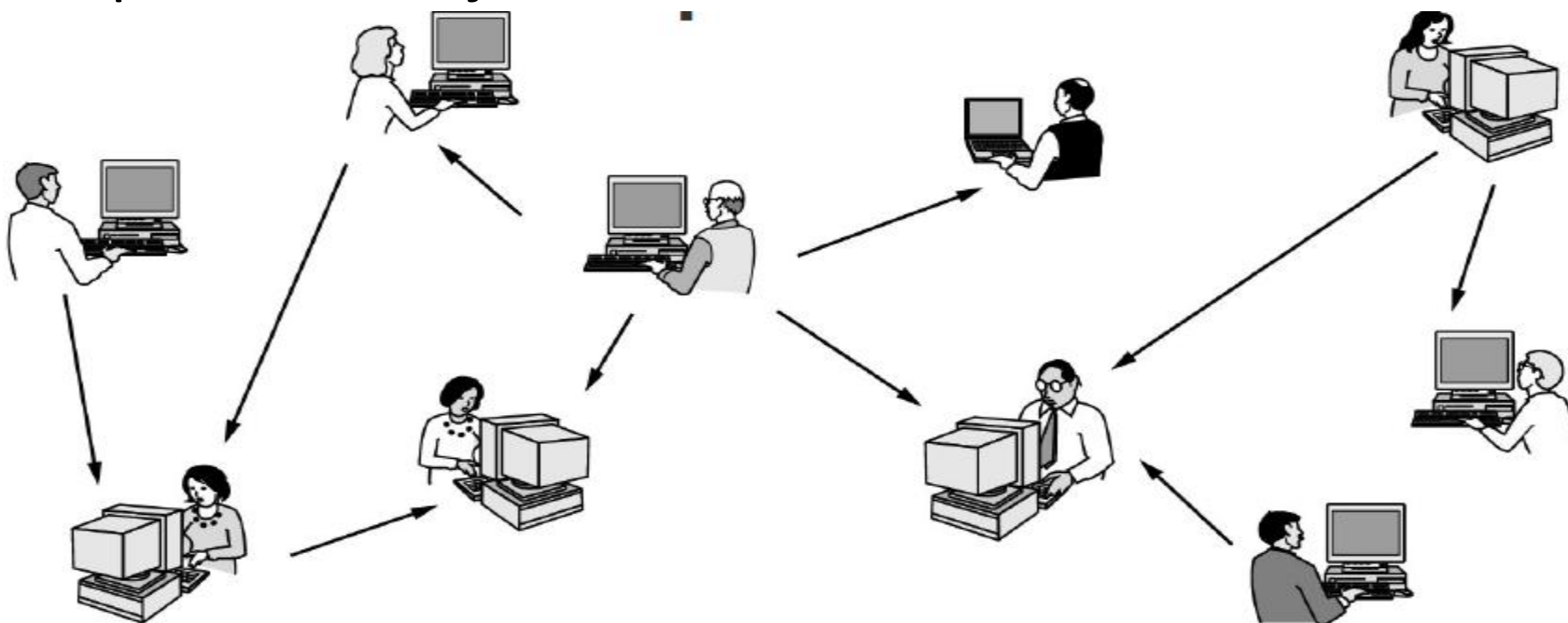
# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Načini korišćenja računarskih mreža
- *Klijent-server model*



# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- [Načini korišćenja računarskih mreža](#)
- *Peer-to-peer model (P2P)*
- Povezivanje ravnopravnih korisnika – ne postoji podela na klijente i servere



# Prenos podataka -Osnovni pojmovi

- Oblasti primene računarskih mreža
- U kratkom vremenskom periodu od kada su aktuelne
  - računarske mreže su postale nezamenljive u poslovanju, industriji i zabavi
  - *Marketing i trgovina*
  - *Finansijski servisi*
  - *Proizvodnja*
  - *Elektronska pošta*
  - *Informacioni servisi*
  - *Elektronsko poslovanje*
  - *Telekonferencije*

# Protokoli i standardi

- Protokoli
- U računarskim mrežama, **komunikacija** se uspostavlja **između entiteta** iz različitih **sistema**
- Entitet je bilo šta što može da šalje i prima informacije
  - *Aplikacioni program, softver za elektronsku poštu, Internet serveri i pretraživač*
- Sistem je fizički objekat koji sadrži jedan ili više entiteta
  - Računar ili terminal

# Protokoli i standardi

- Protokoli
- Da bi se komunikacija ostvarila - entiteti moraju biti saglasni oko toga:
  - **Koja** vrsta podataka (*u kojoj formi*) se razmenjuje u komunikaciji,
  - **Kako** se obavlja razmena i
  - **Kada** se komunikacija dešava
- Drugim rečima, neophodno je da se ponašaju **shodno istom protokolu**

# Protokoli i standardi

- Protokoli
- **Definicija**.- Protokol je skup pravila (konvencija) koja regulišu sve aspekte razmene podataka
- Ključni elementi protokola su:
  - **Sintaksa** se odnosi na **strukturu ili format podataka** koji se razmenjuju, odnosno **poredak** u kome su oni prezentovani
    - Npr. neki protokol je definisan tako da **prvih osam bita** mora da sadrže **adresu predajnika**, drugih osam adresu prijemnika, a da preostali bitovi sadrže poruku

# Protokoli i standardi

- Protokoli
- Ključni elementi protokola su:
  - **Semantika** se odnosi na **značenje** svake **sekcije (polja)** **bitova u poruci**
    - **kako se** pojedine konkretne vrednosti bitova u sekciji **interpretiraju** i
    - **koje akcije** se preduzimaju zavisno od interpretacije
    - **Na primer**, da li adresa sadržana u primljenoj poruci označava **konačno odredište** ili ukazuje na **putanju** po kojoj poruku treba proslediti dalje ka konačnom odredištu

# Protokoli i standardi

- Protokoli
- Ključni elementi protokola su:
  - Tajming definiše (I) **kada** podaci mogu da se šalju i (II) **kojom brzinom** mogu da se šalju
    - 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

# Protokoli i standardi

- Standardi
- Standard je sveobuhvatna specifikacija koja definiše model za razvoj nekog proizvoda
- Omogućava da proizvodi različitih proizvođača mogu zajedno da rade (međusobno povežu) - *interoperabilnost*
- Standardi su od ključne važnosti za:
  - Stvaranje i razvoj *otvorenog tržišta* i
  - *Konkurenciju* između proizvođača opreme

# Protokoli i standardi

- Standardi
- ***Vlasnički*** standardi – zatvorenog tipa
- ***Otvoreni*** standardi
- ***De jure*** i ***De facto*** standardi

# Protokoli i standardi

- Standardi
- **De jure standard** je standard sa **pravnog gledišta**, odnosno standard koji je *kroz formalnu proceduru* objavila ili odobrila neka **zvanična organizacija za standarde**
  - TCP/IP familija protokola
- **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
  - MS Windows – proizvod jedne kompanije

# Protokoli i standardi

- Standardi
- Zatvoren (vlasnički) standard je onaj koji je definisao neki ***proizvođač*** 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***
  - “Šuma” standarda - fragmentacija tržišta

# Protokoli i standardi

- Standardi
- Otvoreni standard 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***

# Protokoli i standardi

- [Standardizazione organizacije](#)
- Standardi se razvijaju kooperacijom različitih organizacija:
- ***Komiteti za formiranje standarda***
  - *ISO, ITU-T, ANSI, IEEE, W3C, OMA,.....*
- ***Forumi***
  - *Frame Relay Forum, ATM Forum, UPnP Forum,...*
- ***Državna regulatorna tela***
  - *FCC - Federal Communications Commission US*

# Protokoli i standardi

- Standardi
- Razlog postojanja vlasničkih standarda
- Želja svake kompanije je da razvije vlasnički standard koji bi ***vremenom postao de facto standard***
- Vodeća uloga na tržištu

# Umrežavanje (*networking*)

- *Fizička arhitektura mreže*
- **Računarska mreža** = (*čine*)
  - *Čvorišta* (radne stanice)
  - *Komunikacione linije*
- **Fizička arhitektura (konfiguracija) mreže**
  1. Konfiguracija komunikacionih linija
  2. Topologija mreže

# Mrežne konfiguracije

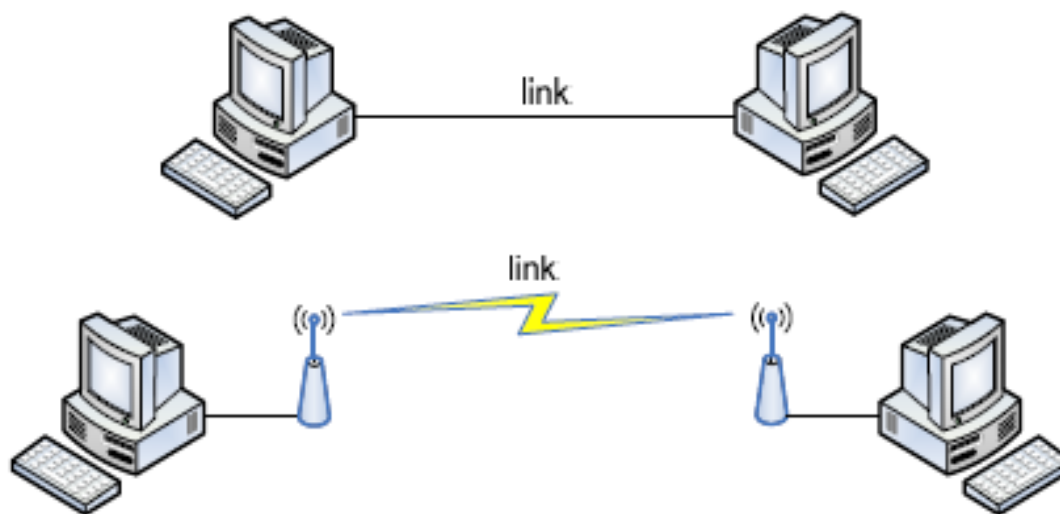
- Konfiguracija komunikacione linije
- **Konfiguracija** komunikacione linije se odnosi na način kako su dve ili više ***stanica povezane na link***
- ***Link*** (veza) je fizički komunikacioni put za prenos podataka između susednih stanica
- Da bi komunikacija bila moguća, stanice moraju biti na isti način i u isto vreme povezane na isti link
- Postoje **dve** linijske **konfiguracije**: tačka-tačka (***point-to-point***) i ***multipoint***

# Mrežne konfiguracije

- Konfiguracija komunikacione linije
- **Konfiguracija tipa tačka-tačka** (*point-to-point*) - **dve stanice** u mreži povezane zasebnim linkom
- Kod većine *point-to-point* konfiguracija za povezivanje krajnjih uređaja koristi se **kabl**, ali i druge opcije, kao što su **mikro(radio)talasi** ili **satelitski linkovi**

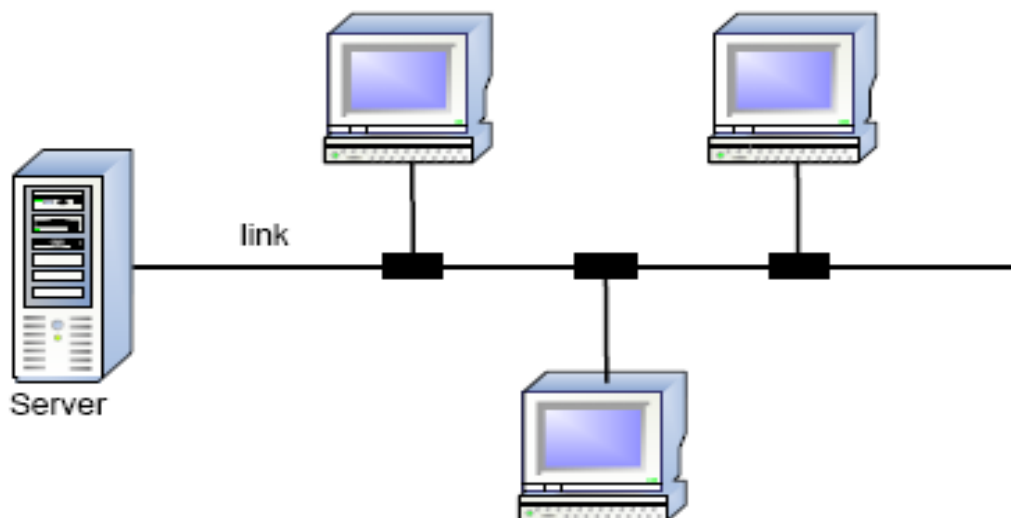
# Mrežne konfiguracije

- Konfiguracija komunikacione linije
- **Konfiguracija tipa tačka-tačka**



# Mrežne konfiguracije

- Konfiguracija komunikacione linije
- **Multipoint** - Linijska konfiguracija tipa *multipoint* je komunikaciona veza u kojoj je više stanica priključeno na isti link



# Mrežne konfiguracije

- Konfiguracija komunikacione linije
- **Multipoint –**
- ***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** (*timesharing*)

# Mrežne konfiguracije

- Topologija mreže
- **Način** kako su čvorovi mreže raspoređeni i povezani, bilo (I) prostorno bilo (II) logički
- Grafička reprezentacija *fizičkog izgleda* mreže, t.j. međusobnog odnosa svih **linkova** i povezanih **stanica** (čvorova)
- Pet osnovnih mrežnih topologija su: *potpuno povezana mreža* (*mesh*), *magistrala* (*bus*) i *prsten* (*ring*), *zvezda* (*star*), *stablo* (*tree*)

# Mrežne konfiguracije

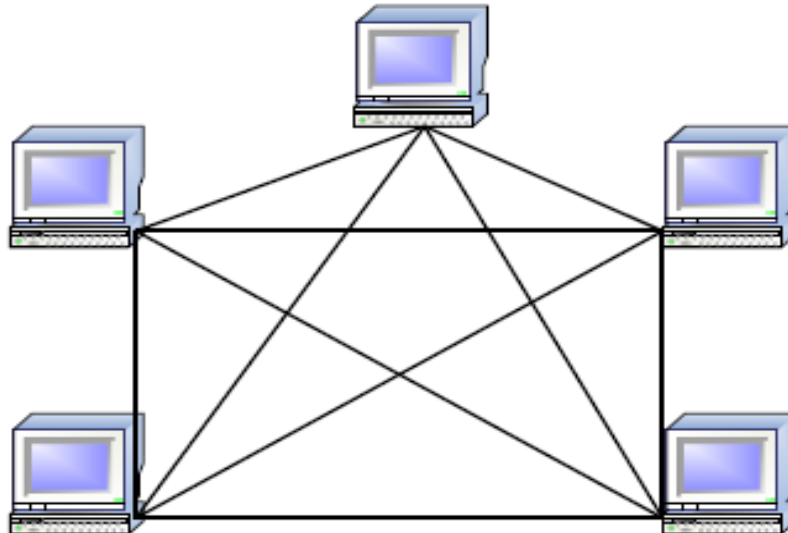
- Topologija mreže
- **Izbor topologije** mreže zavisi od relativnog odnosa čvorova povezanih istim linkom
- **Dva odnosa** su moguća:
- peer-to-peer, u kome svi uređaji **ravnopravno** dele mrežne resurse i
- master-slave (hijerarhijski), u kome **jedan uređaj** (primarni) **upravlja** saobraćajem, a ostali koriste njegove usluge da bi preneli svoje podatke

# Mrežne konfiguracije

- Topologija mreže
- **peer-to-peer** odnos
  - Potpuno povezana mreža i
  - Prsten
- **master-slave (hijerarhijski)** odnos
  - Zvezda i
  - Stablo
- ***Magistrala*** je podjednako dobra za oba odnosa

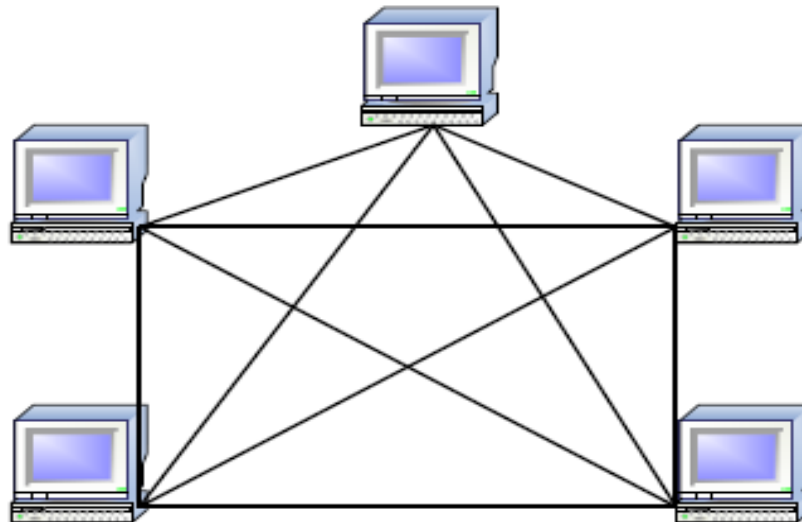
# Mrežne konfiguracije

- Potpuno povezana mreža (*mesh*)
- Svaka stanica je *namenskim* *poin-to-point* linkom povezana *sa svakom drugom* stanicom u mreži
  - Pojam *namenski* znači da link prenosi podatke samo između dve stanice koja povezuje



# Mrežne konfiguracije

- Potpuno povezana mreža (*mesh*)



- Potpuno povezana mreža  $n$  čvorova ima  $n(n-1)/2$  fizičkih linkova
- Svaki čvor mora imati  $n-1$  ulazno-izlaznih (I/O) portova za povezivanja sa isto toliko linkova

# Mrežne konfiguracije

- Potpuno povezana mreža (*mesh*)
- Prednosti:
- Namenski linkovi garantuju da **veza prenosi samo “svoje” podatke**. Na taj način su **eliminisani problemi** koji se mogu javiti usled **deobe linka** između više stanica
- Mreža je **robustna** (u stanju da **dobro funkcioniše u nepredviđenim situacijama**). Ako neki link otkáže, to ne znači da je otkazao i ceo sistem

# Mrežne konfiguracije

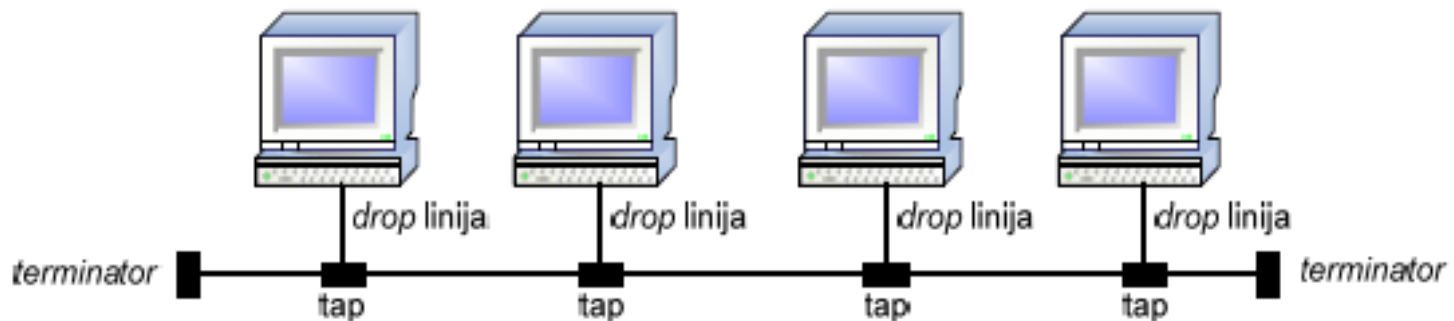
- Potpuno povezana mreža (*mesh*)
- Prednosti:
- Namenski linkovi obezbeđuju ***privatnost i sigurnost komunikacije***
  - Svaka poruka se prenosi duž namenskog linka i zato je dostupna samo onom korisniku kome je namenjena: fizičke granice sprečavaju druge korisnike da dođu u njen posed
- Olakšana **identifikacija i izolacija kvara**. Ako neki link otkaže, saobraćaj se može preusmeriti na ispravne linkova

# Mrežne konfiguracije

- Potpuno povezana mreža (*mesh*)
- Nedostatak:
- Glavni nedostatak potpuno povezane mreže je **izuzetno veliki broj kablova i I/O portova**
  - Pored visoke cene,
  - To otežava instalaciju i
  - Eventualnu kasniju rekonfiguracija mreže
- Iz tog razloga, potpuno povezane mreže se **retko koriste u praksi**

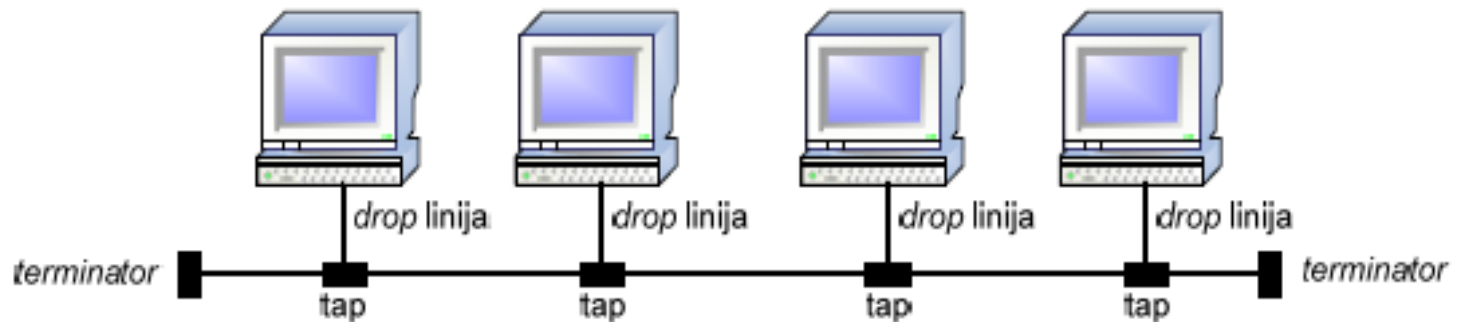
# Mrežne konfiguracije

- Magistrala (*bus*)
- Prethodna mrežna topologija koristi *point-to-point* linkove - magistrala je zasnovana na **jednom multipoint linku** na koji su priključeni svi čvorovi
- Čvorovi se povezuju na *multipoint* link pomoću tzv. ***T-konektora*** (ili *tap-a*) koji spaja ***drop link*** (vezan za čvor) i ***magistralni kabl***



# Mrežne konfiguracije

- Magistrala (*bus*)
- 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**

# Mrežne konfiguracije

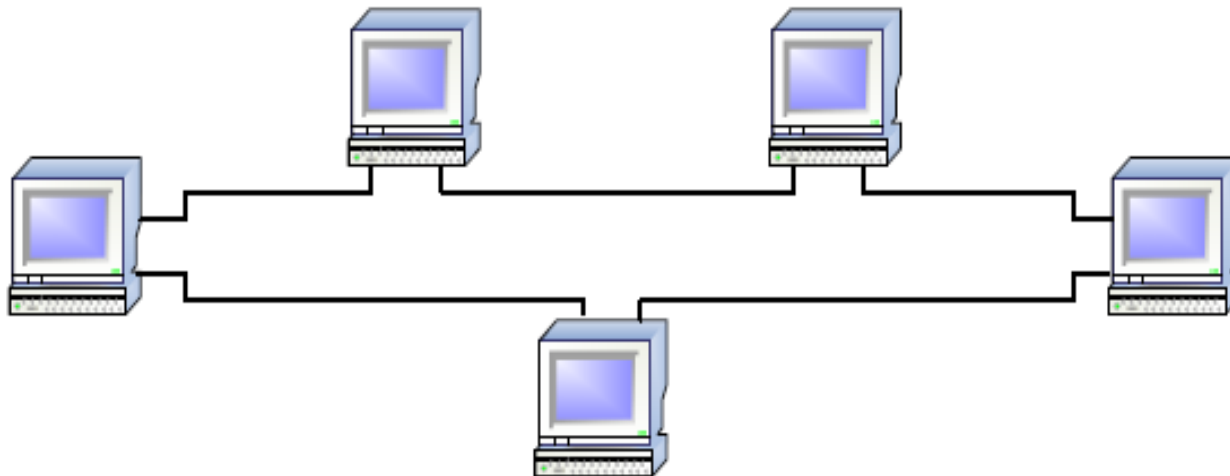
- Magistrala (*bus*)
- Glavna prednost magistrale je jednostavna instalacija
  - Magistralni kabl se može postaviti po obodu neke prostorije, a svaki računar *drop* linijom povezati na najbliži *tap*
- Nedostaci magistrale su otežana **rekonfiguracija** i **izolacija kvara**

# Mrežne konfiguracije

- Magistrala (*bus*)
- Magistrala se obično projektuje tako da bude **optimalna u trenutku instalacije** (broj i raspored *tap*-ova prilagođeni su trenutnom broju i rasporedu računara)
- Zato se ***može javiti problem*** kada **treba priključiti novi računar**
- Otkaz ili prekid magistralnog kabla prekida svaku komunikaciju u mreži, čak i između čvorova koji su sa iste strane "problema"

# Mrežne konfiguracije

- *Prsten (ring)*
- Kod prstenaste mreže - **sve stanice** su povezane **u zatvorenu petlju** ili prsten
- Svaka stanica je sa dva **point-to-point** linka direktno povezan sa **dve susedne stanice**

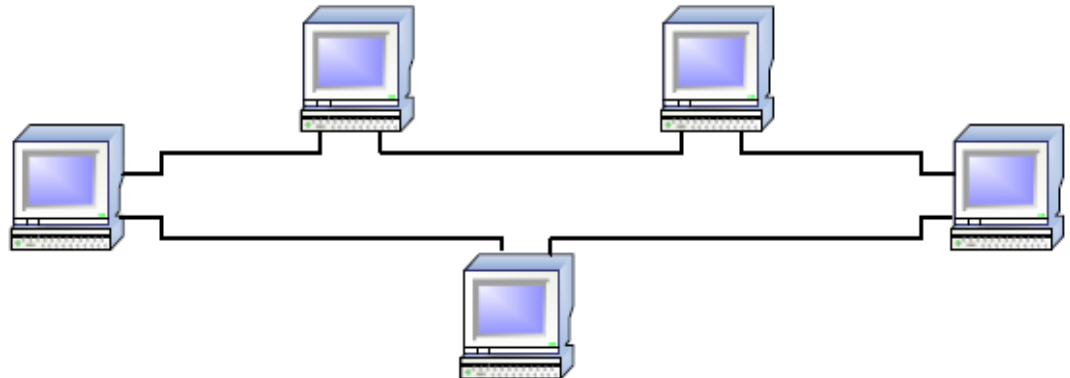


# Mrežne konfiguracije

- Prsten (*ring*)
- 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

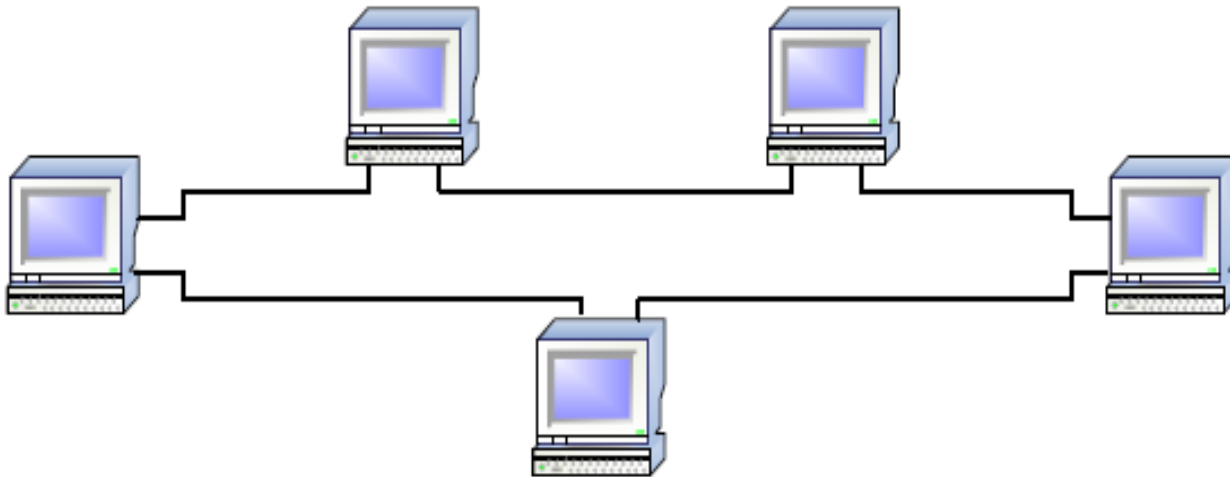
# Mrežne konfiguracije

- Prsten (*ring*)
- Ring se relativno **jednostavno instalira i rekonfiguriše**. Da bi se ***dodala*** nova ili ***izbacila*** postojeća stanica, potrebno je ***premestiti samo dva kabela***
- Jedina ograničenja su ona koja se odnose na maksimalnu dužinu kabela i maksimalni broj čvorova u ringu



# Mrežne konfiguracije

- Prsten (*ring*)

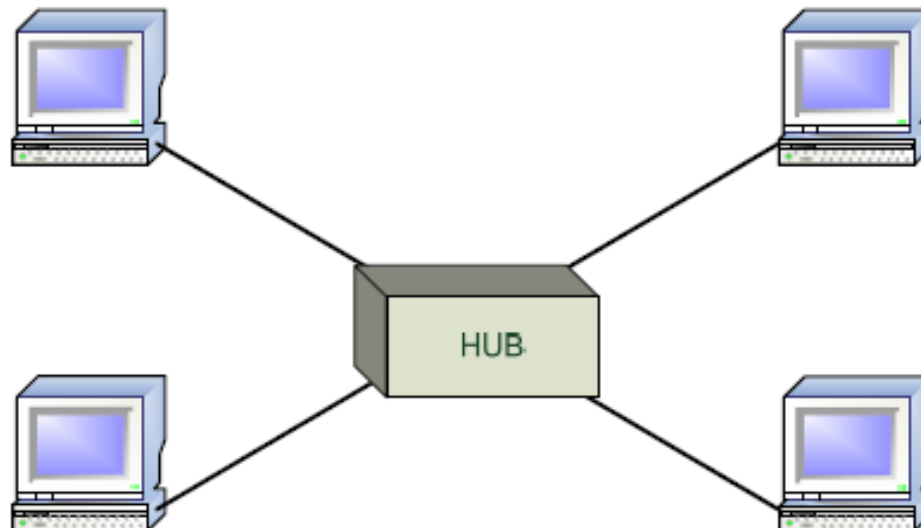


# Mrežne konfiguracije

- Prsten (*ring*)
- 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
- Jednosmerni saobraćaj, kakav je u ringu, ima i svoje **nedostatke**
  - Prekid samo jednog *point-to-point* linka, prekida komunikaciju u celoj mreži

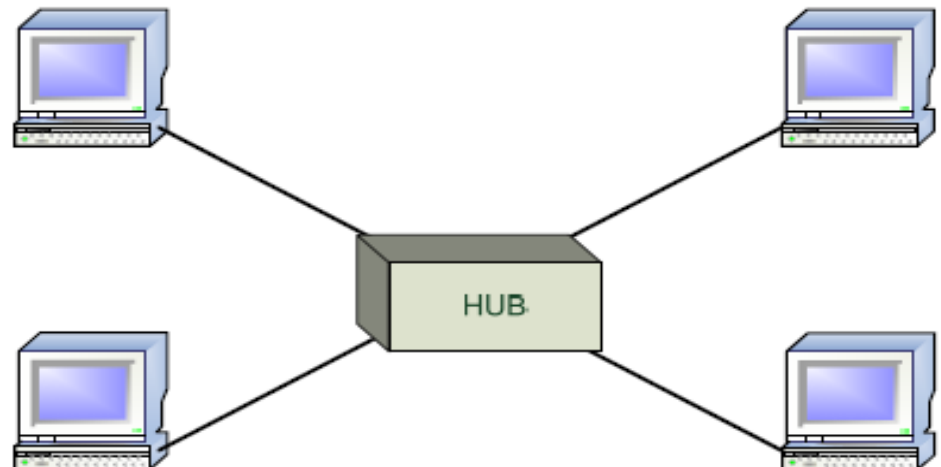
# Mrežne konfiguracije

- Zvezda (star)
- Uređaji nisu direktno povezani, već je svaki uređaj namenskim linkom povezan sa **centralnim kontrolerom** mreže, tzv. čvorištem ili **hub**-om



# Mrežne konfiguracije

- Zvezda (star)
- 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



- Komutirajući hab
- Ne-komutirajući hab

# Mrežne konfiguracije

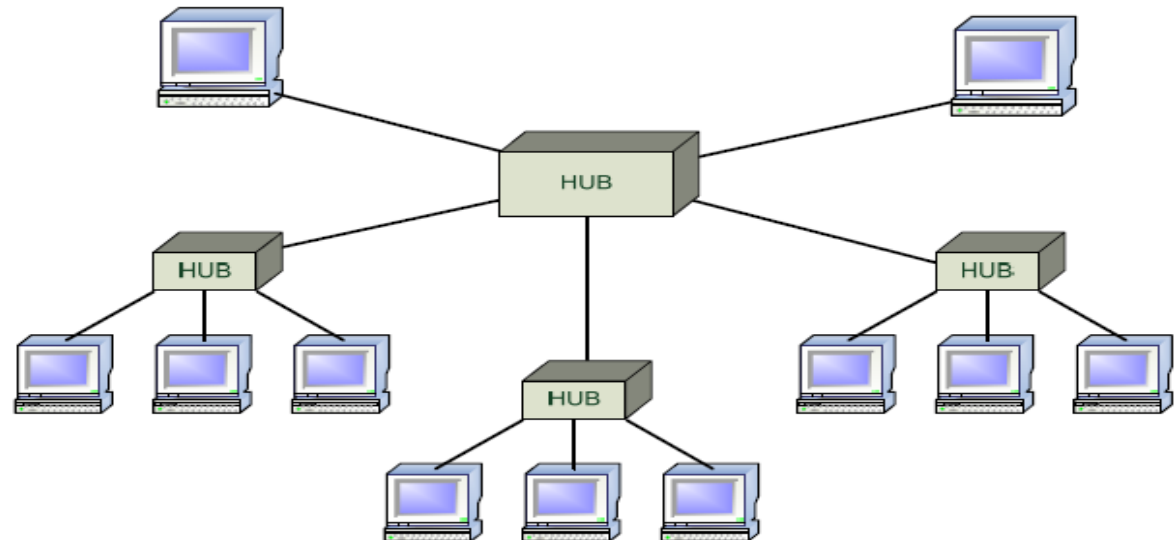
- Zvezda (*star*)
- Zbog manjeg broja linkova i potrebnih I/O portova - **cena** zvezdaste mreže je **niža** od cene potpuno povezane mreže
- **Jedan link i jedan I/O port** po stanici su dovoljni da bi se omogućila komunikacija između svih čvorova u mreži
- Instalacija i rekonfiguracija su lakše, jer se nova stanica povezuje samo sa *hub*-om

# Mrežne konfiguracije

- Zvezda (star)
- Zvezda je **otporna na otkaze**, premada u nešto manjoj meri od *mesh*- mreže
- **Ako** neki **link otkáže**, posledice trpi samo stanica čiji je to link
- Međutim, **hub je kritična komponenta** - ako otkáže *hub*, otkazao je ceo sistem
- Zvezda zahteva manje kabliranja nego potpuno povezana mreža postoje topologije koje zahtevaju još manje kabliranja (npr. stablo, prsten i magistrala)

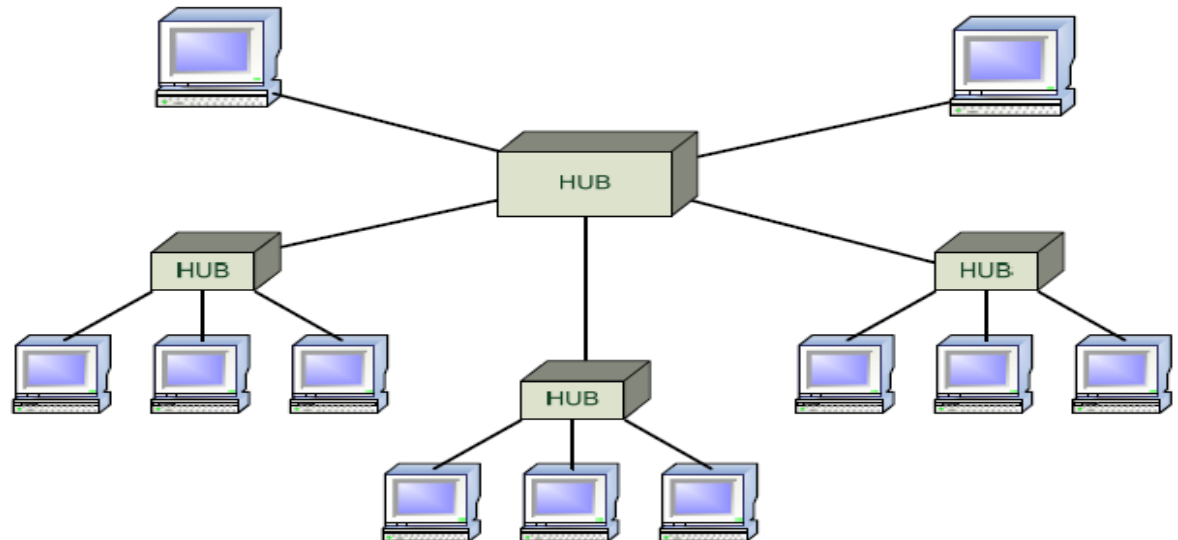
# Mrežne konfiguracije

- Stablo (tree)
- *Stablo* je varijanta zvezde - čvorovi stabla su **povezani na *hub*** koji upravlja celokupnim saobraćajem u mreži
- Nisu sve stanice **direktno priključeni na centralni hub**



# Mrežne konfiguracije

- Stablo (*tree*)
- Većina stanica su priključene na sekundarne *hub*-  
ove koji su onda direktno priključeni na centralni *hub*
- Sekundarni *hub*-ovi se koriste za povezivanje fizički bliskih stanica



# Mrežne konfiguracije

- Stablo (*tree*)
- **Uvođenje sekundarnih *hub*-ova** pruža sledeće prednosti:
  - Mreža može imati veći broj čvorova
  - Mreža postaje proširljiva, maksimalan broj čvorova više nije ograničen brojem raspoloživih portova centralnog *hub*-a
  - 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

# Mrežne konfiguracije

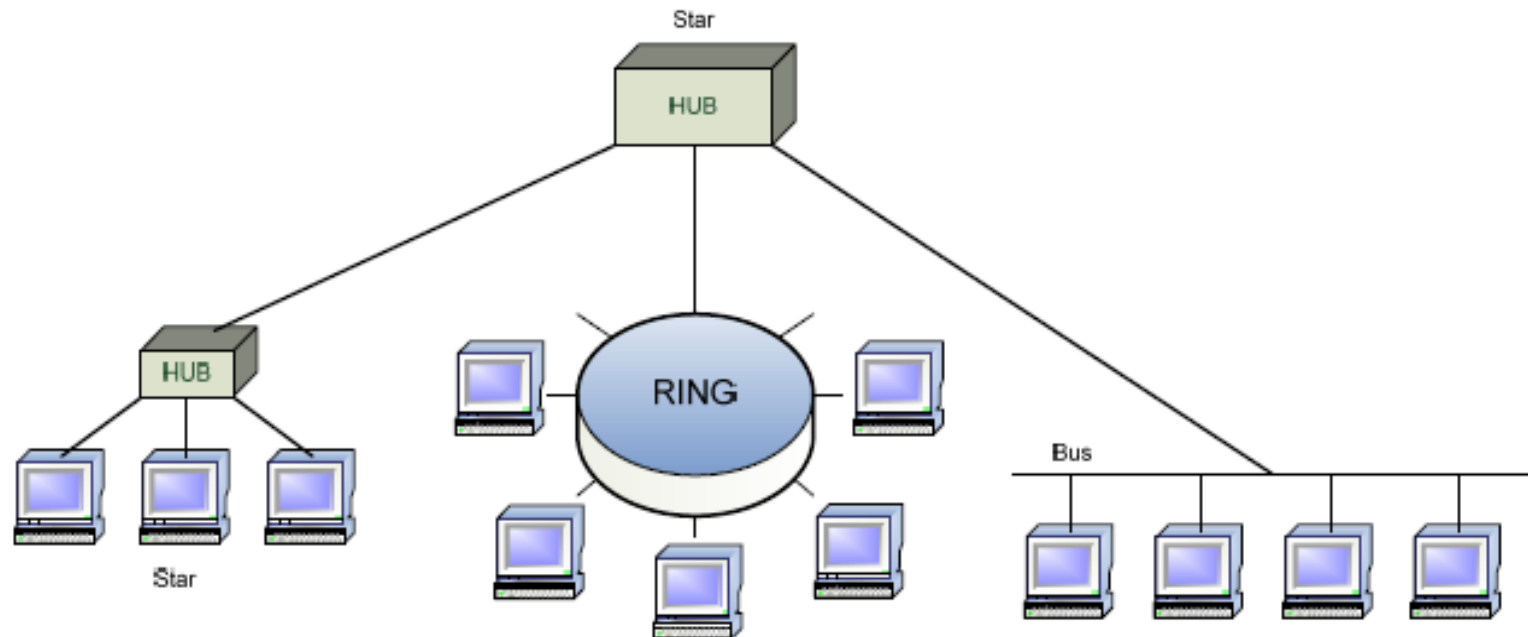
- Stablo (*tree*)
- Administrator mreže ima mogućnost da **izoluje pojedine delovi mreže** i dodeli im različite prioritete u komunikaciji
- Na primer, ***svi računari priključeni na jedan sekundarni hub*** mogu imati prioritet nad računarima vezanim na neki drugi
- Na taj način, administrator može garantovati da neće doći do zastoja u prenosu vremenski-kritičnih podataka

# Mrežne konfiguracije

- Hibridne topologije
- U praksi, projektanti mreža *kombinuju različite topologije* onda kad više izdvojenih *podmreža* treba međusobno povezati

# Mrežne konfiguracije

- [Hibridne topologije](#)
- Na slici koja sledi, prikazan je **primer hibridne topologije** gde su **tri podmreže** različite topologije povezane **u jedinstvenu zvezdastu mrežu**

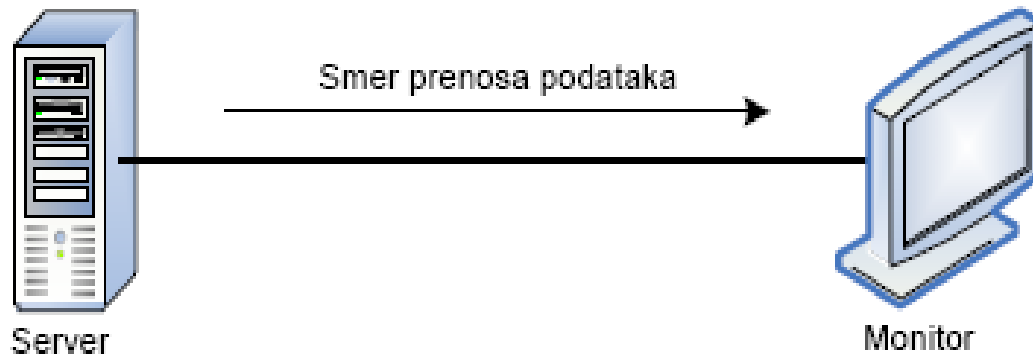


# Mrežne konfiguracije

- 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*

# Mrežne konfiguracije

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

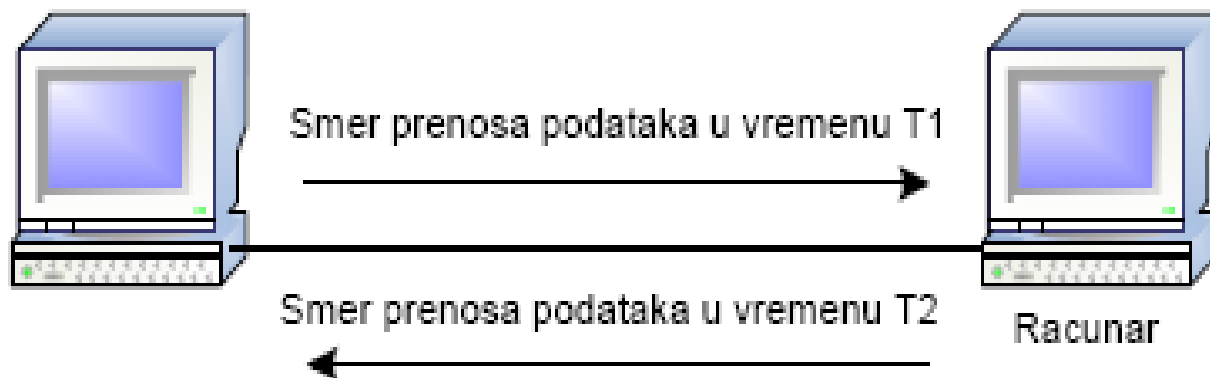


# Mrežne konfiguracije

- Načini prenosa – poludupleks (*half-duplex*)
- Kod poludupleks prenosa, **oba uređaja** povezana linkom, mogu da šalju podatke, ali ne u isto vreme
- 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

# Mrežne konfiguracije

- Načini prenosa – poludupleks (*half-duplex*)

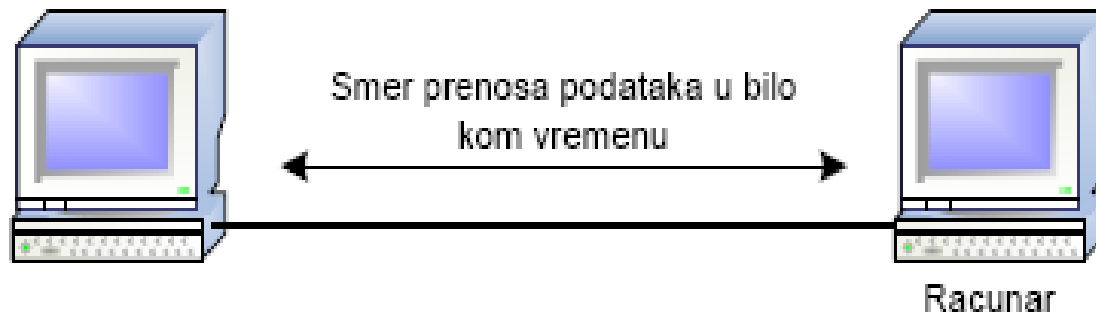


# Mrežne konfiguracije

- Načini prenosa – puni-dupleks (*full-duplex*)
- Prenos podataka između dva uređaja može se obavljati simultano u oba smera
- Oba uređaja mogu u isto vreme da šalju i primaju podatke
- 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

# Mrežne konfiguracije

- Načini prenosa – puni-dupleks (*full-duplex*)



# Mrežne konfiguracije

- 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.

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - LAN
- **LAN (*Local Area Networks*)** –
- Lokalna računarska mreža je u **privatnom vlasništvu**
- Koristi se za umrežavanje računara i drugih mrežnih uređaja u **relativno ograničenom području**, npr. u jednoj zgradi ili kompleksu zgrada
  - Oblast pokrivanja savremenih LAN mreže ograničena je na **par kilometara**

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - LAN
- Zavisno od potreba organizacije
  - LAN može biti mreža malog obima
    - dva PC računara i štampač u jednoj kancelariji
  - Veoma složena mreža koja
    - pokriva celo jedno preduzeće s mnoštvom raznorodnih računara i perifernih uređaja

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - LAN
- Namena 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)
- Razmena datoteka među povezanim korisnicima
- Komunikacija korisnika preko *e-mail-a*

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - LAN
- **Klijent-Server** arhitektura – tipična za distribuirane sisteme izgrađene nad **LAN mrežama**
  - 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

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - LAN
- ***Osim po veličini***, LAN se razlikuje od ostalih tipova mreža
  - po topologiji, kao i
  - po tipovima prenosnih medijuma koje koristi
- Topologija je najčešće ***magistrala, prsten*** ili ***zvezda***
- Po pravilu, u okviru jednog LAN-a koristi se ***isti tip prenosnog medijuma***
- Brzina prenosa podataka u LAN mreži se kreće u opsegu ***10-100Mbs***, sa tendencijom ka ***1Gbps***

# Mrežne konfiguracije

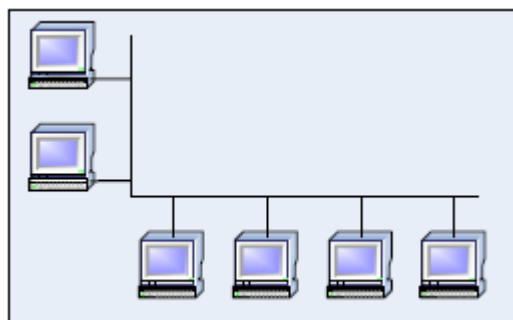
- Kategorije mreža - LAN
- LAN ***načini prenosa***:
  - *unicast*,
  - *multicast*, i
  - *broadcast*

# Mrežne konfiguracije

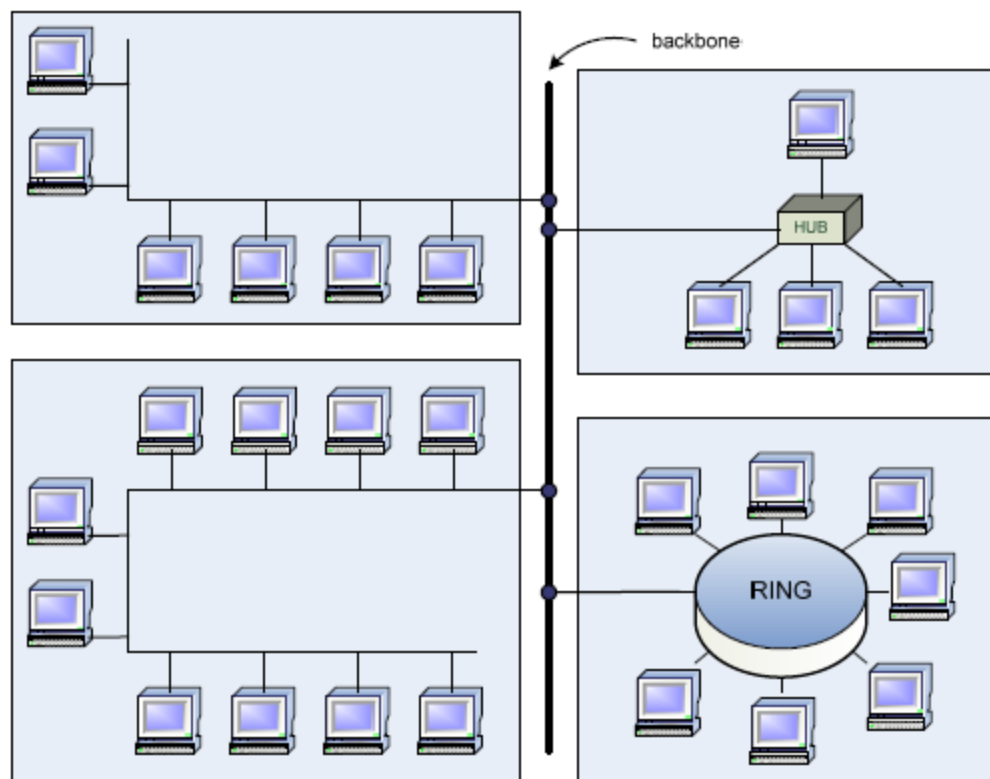
- Kategorije mreža - LAN
- LAN-ovi tradicionalno koriste **broadcast** tehniku **prenosa** podataka
- Ne postoje **posredni komutacioni čvorovi**
- Svaka stanica može biti ***i prijemnik i predajnik*** koje komuniciraju preko medijuma deljenog sa drugim stanicama
- Prenos sa jedne stanice se emituje ka i prima od strane **svih stanica** u mreži

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - LAN



LAN u jednoj zgradi



LAN koji pokriva više zgrada

# Mrežne konfiguracije

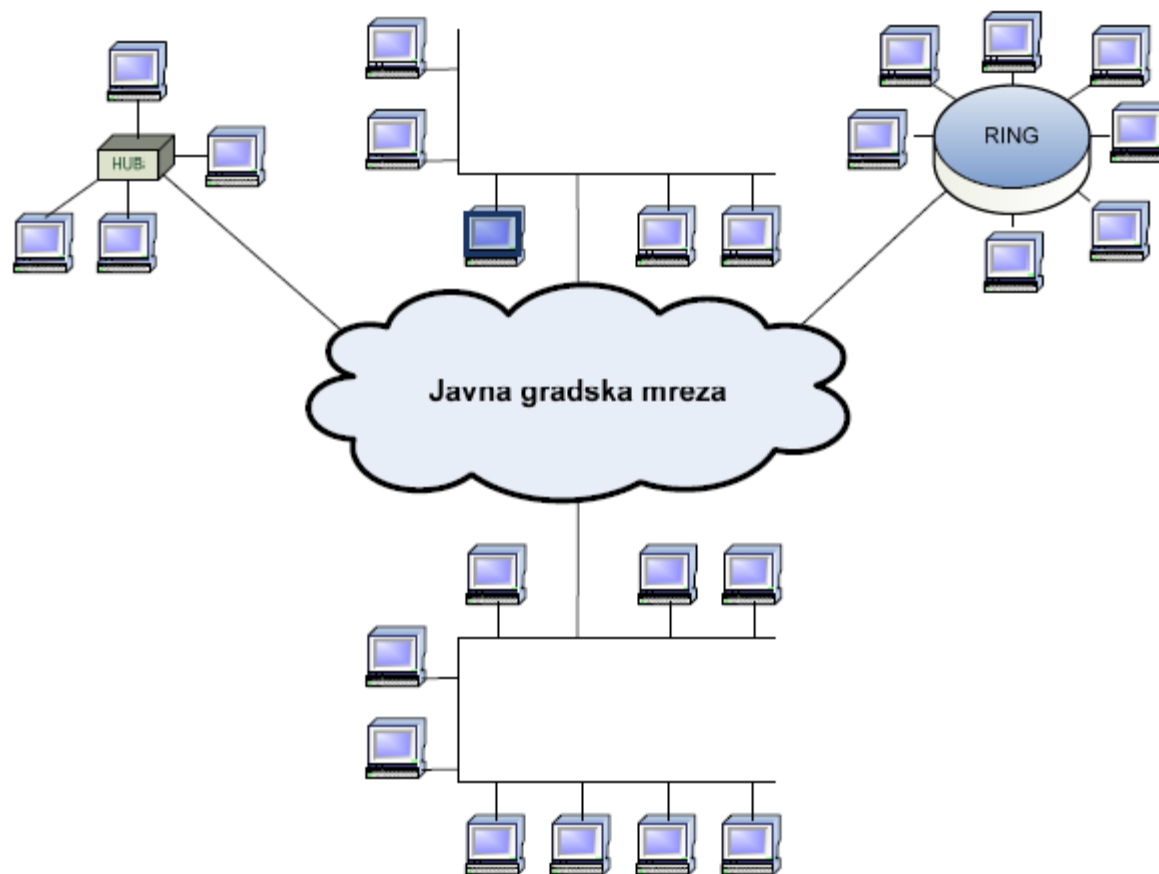
- Kategorije mreža - MAN
- **MAN (*Metropolitan Area Network* – Mreže gradskog područja)** su **mreže na nivou jednog grada**
  1. To može biti jedna mreža - mreža kablovske televizije
  2. Mreža više povezanih LAN-ova
    - Međusobno **povezani (iznajmljenim) point-to-point linkovima** (tehnologije optičkog i radio prenosa)
    - Primer:- Banka koja poseduje više ekspozitura na različitim lokacijama u gradu može koristiti MAN za povezivanje LAN-ova svojih ekspozitura

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - MAN
- MAN može u potpunosti biti u **vlasništvu** jedne privatne kompanije, ali može biti i servis koji nudi neka javna kompanija, kao što je **PTT**

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - MAN



# Mrežne konfiguracije

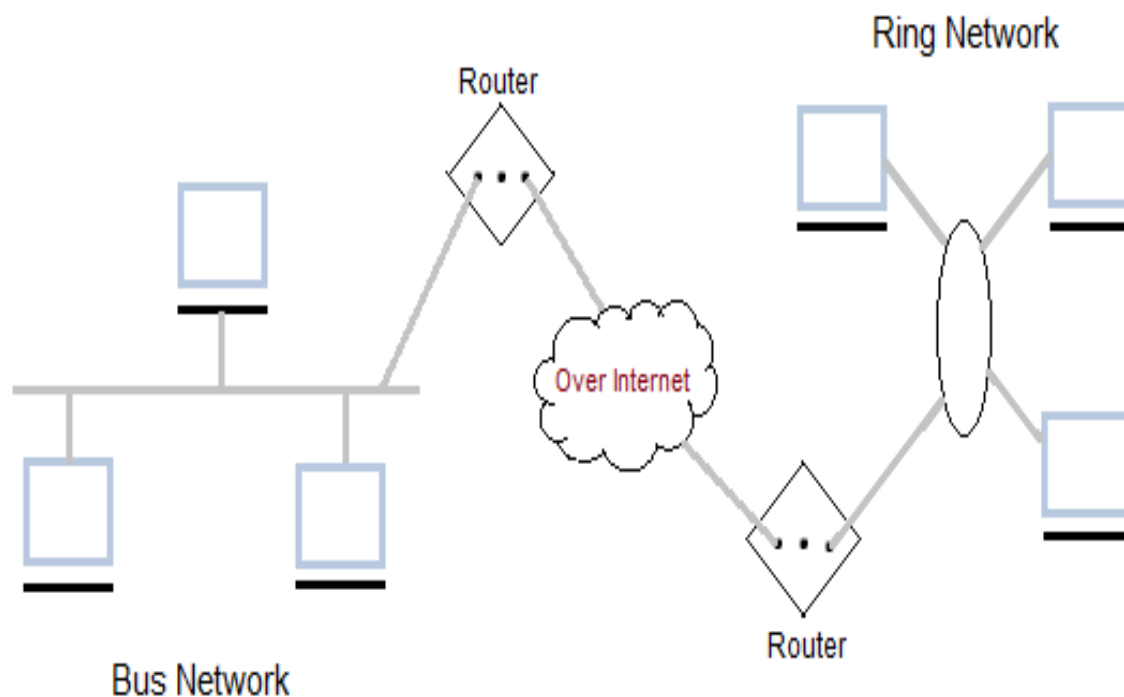
- Kategorije mreže - WAN
- **WAN (*Wide Area Network*) – Mreža šireg geografskog područja)** *obezbeđuje prenos podataka* na velike daljine i tipično pokriva veće geografsko područje, kao što je **jedna država ili kontinent**
- Za razliku od LAN-ova za čije formiranje je potrebno posedovati celokupnu potrebnu infrastrukturu, za formiranja WAN-ova se koriste **javne (iznajmljene)** ili **privatne** (obično u kombinaciji) komunikacione **linije i uređaji (point-to-point WAN-ovi)**

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreže - WAN
- **WAN (*Wide Area Network*)** –
- ***Komutirani (switched) WAN-ovi***
  - ***Mreže okosnice***
    - ***Point-to-point mreže*** povezane ***komutatorima***
    - Tehnologije različite u odnosu na LAN mreže
    - ***Umesto zvezdaste*** topologije – ***koriste se komutatori*** koji omogućuju ***višestruke putanje***
    - Umesto connectionless tehnologija - ***connection-oriented tehnologije***
    - X.25, Frame Relay, ATM,.....

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – WAN
- Primer WAN mreže:



# Mrežne konfiguracije

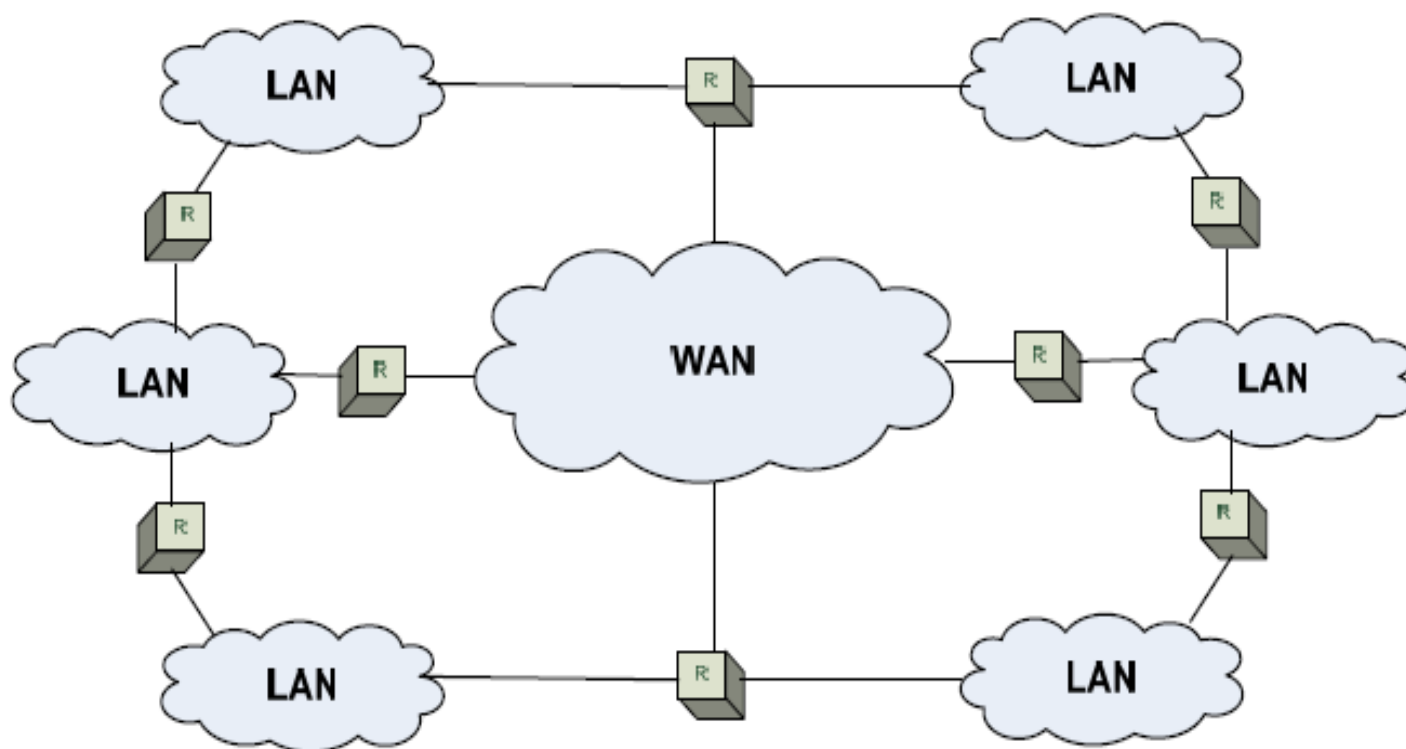
- Kategorije mreža - internet
- Povezivanjem dve ili više mreža nastaje **internet**
- ***internetworking***
- Mreže se povezuju pomoću uređaja za međumrežno povezivanje (označeni slovom **R** na slici)
  - Primeri ovakvih uređaja su **ruteri** i ***gateway***-i
- Tipično, internet čini veći broj LAN i MAN mreža povezanih u WAN

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - internet
- Napomenimo da treba praviti razliku između pojmova “**internet**” (počinje malo slovom) i **Internet** (počinje velikim slovom)
  - **internet**, sa malim “i”, je uopšteni pojam koji se odnosi na principe povezivanja različitih mreža
  - **Internet**, sa velikim “I”, je ime najveće i najrasprostranjenije svetske mreže
- **segment** – **podmreža** – **mreža** - **internet**
- **internet** - **Internet** – **intranet** - **ekstranet**

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža - internet

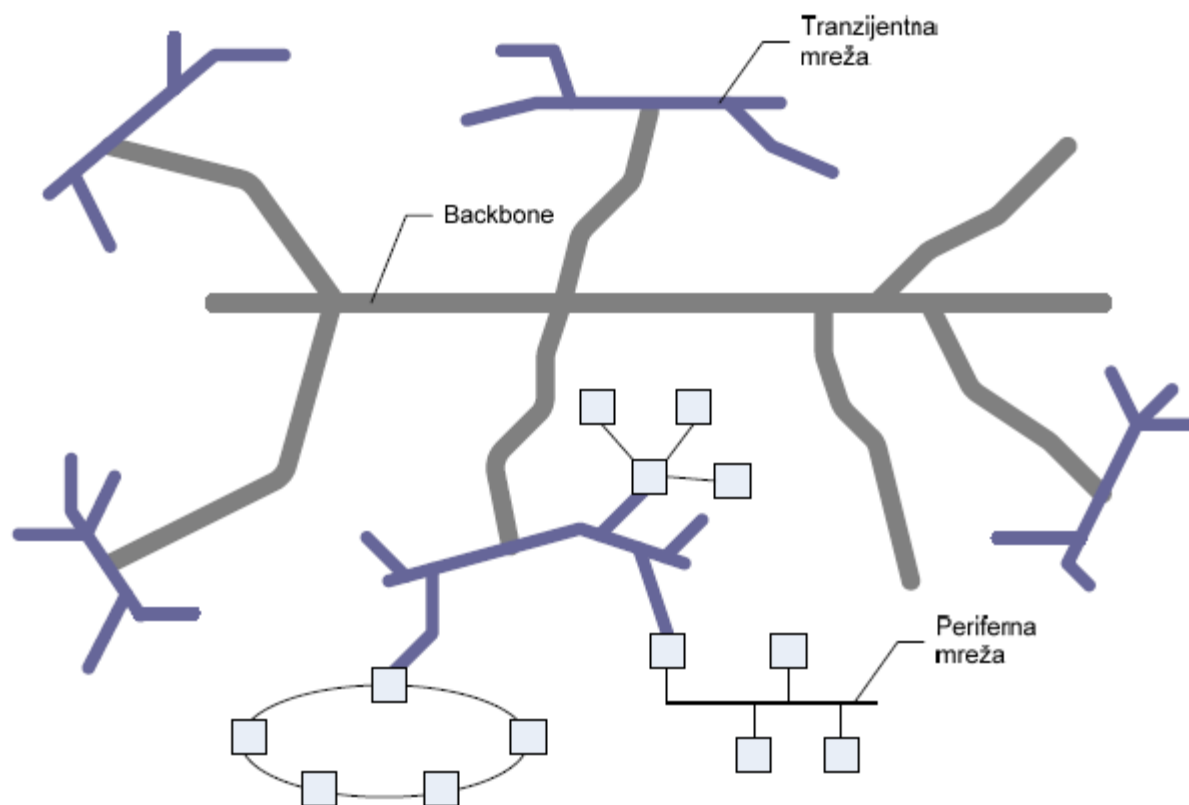


# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Struktura Interneta
- Internet (sa velikim I) je gigantska mreža prvobitno kreirana povezivanjem različitih istraživačkih i odbrambenih (vojnih) mreža
  - NSFnet, MILnet, CREN
- Od tada, na Internet su priključene brojne druge mreže – velike i male, privatne i javne
- S preko **3.5 milijardi računara**, Internet je danas ubedljivo najveća i najrasprostranjenija svetska mreža

# Mrežne konfiguracije

- [Kategorije mreža – Struktura Interneta](#)
- Internet poseduje **tro-nivovsku strukturu**



# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Struktura Interneta
- *Okosnica Interneta* ili *backbone* predstavlja vršni nivo u hijerarhiji Interneta
- Sastoji se od mreža kao što su **NSFnet** i **EBONE**
- Prenose saobraćaj i obavljaju rutiranje za mreže srednjeg nivoa
- To su *mreže veoma velike propusne moći* koje poput kostura drže na okupu sve razuđene delove Interneta

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Struktura Interneta
- **Tranzitne (Regionalne) mreže** - u hijerarhiji Interneta se nalaze odmah ispod *backbone* mreža
- Nihov zadatak je da osim **za svoje hostove** prosleđuju saobraćaj i između **drugih mreža istog ili nižeg nivoa**
- Tranzitna mreža je uvek povezana s bar dve druge mreže

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Struktura Interneta
- **Periferne mreže** su lokalne (LAN) ili gradske (MAN) mreže, koje prenose podatke isključivo ka i od svojih hostova
- Čak i kada su povezane sa jednom ili više drugih mreža, **kroz** periferne mreže **nikada** ne prolazi saobraćaj nimenjen nekoj drugoj mreži!!!

# Mrežne konfiguracije

- [Kategorije mreža – Struktura Interneta](#)
- Rast Interneta je veoma brz, sa stopom od **10-15% mesečno**
- Broj mreža koje se razgranavaju sa Internet *backbone*-a udvostručava se svakih **16 meseci**



# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Tehnike prenosa
- Prema **tehnicima prenosa** računarske mreže se dele u dve osnovne grupe:
  - difuzne (***broadcast***) mreže i
  - mreže od tačke do tačke (***point-to-point***)

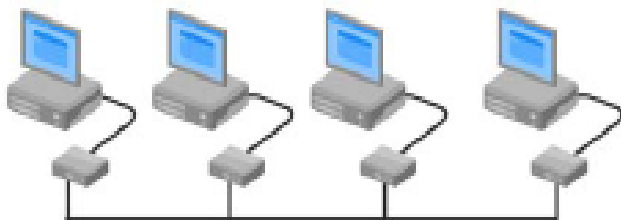
# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Difuzne (broadcast) mreže
- **Difuzne mreže** ili **mreže sa neusmerenim emitovanjem** imaju **jedan** komunikacioni **kanal** koji koriste svi računari u mreži
- Kratke poruke **šalje jedan** računar a **primaju svi** ostali računari
- U adresnom polju paketa naznačava se kome je on namenjen
  - Svim računarima u mreži (**broadcasting**)
  - Određenoj grupi računara u mreži (**multicasting**)

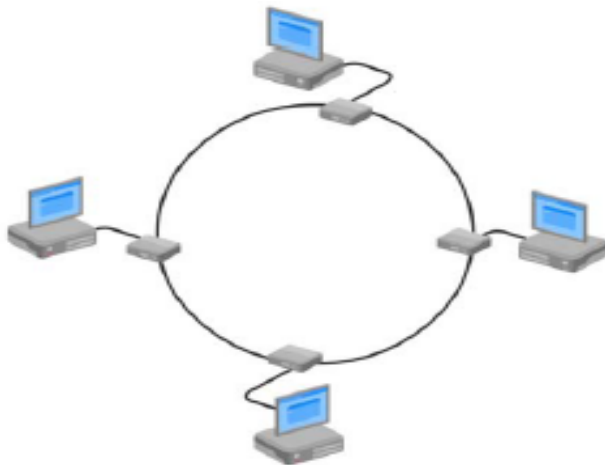
# Mrežne konfiguracije

- Difuzne (broadcast) mreže - Primeri

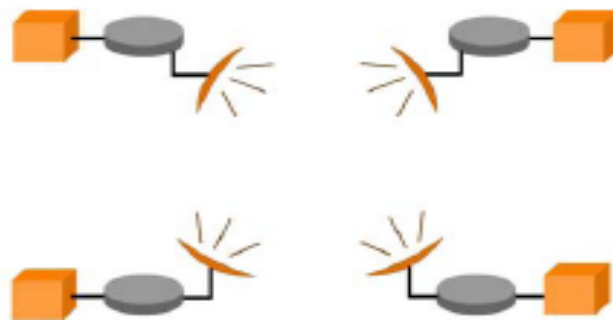
**LAN tipa magistrale:**



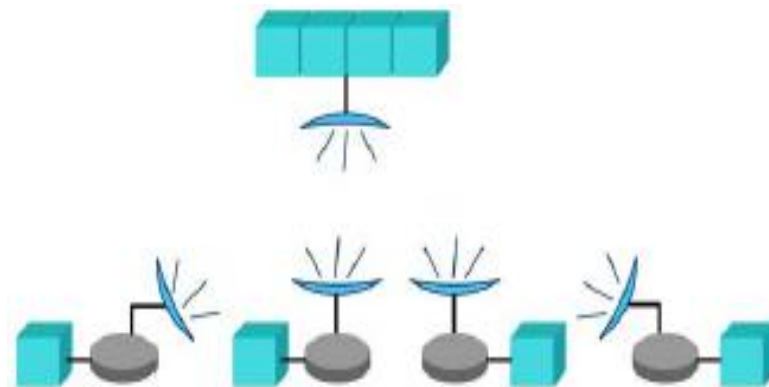
**LAN tipa prstena:**



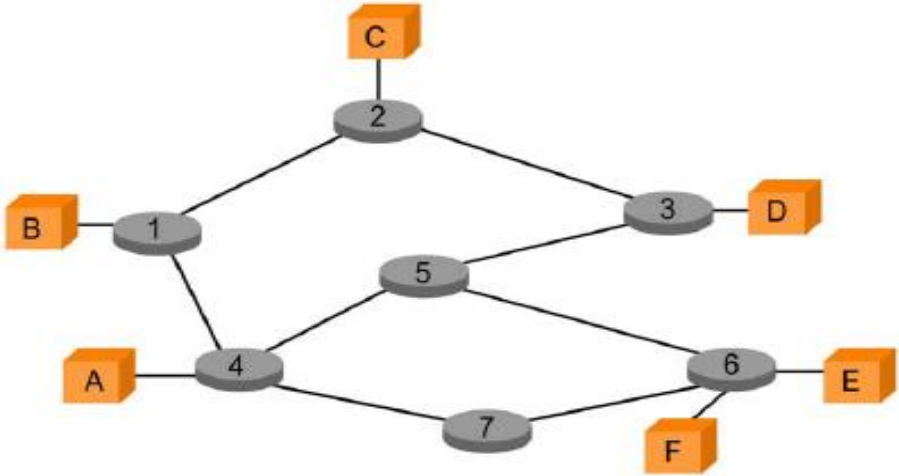
**Radio mreža:**



**Satelitska mreža:**



# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Mreže od tačke do tačke
  - Mreže od tačke do tačke **sadrže brojne linkove** za prenos između susednih parova računara
  - **Podaci se** od izvora do odredišta **prenose kroz niz čvorova**
- 
- ```
graph TD; 1((1)) --- B[B]; 1 --- 4((4)); 2((2)) --- C[C]; 2 --- 1; 2 --- 3((3)); 3 --- D[D]; 3 --- 5((5)); 4 --- A[A]; 4 --- 5; 5 --- 1; 5 --- 3; 5 --- 4; 5 --- 6((6)); 6 --- E[E]; 6 --- 7((7)); 7 --- F[F];
```
- Ove mreže se mogu podeliti u dve grupe:
    1. mreže **sa permanentnim linkovima**
    2. **komutirane mreže** (*switched networks*)

# Mrežne konfiguracije

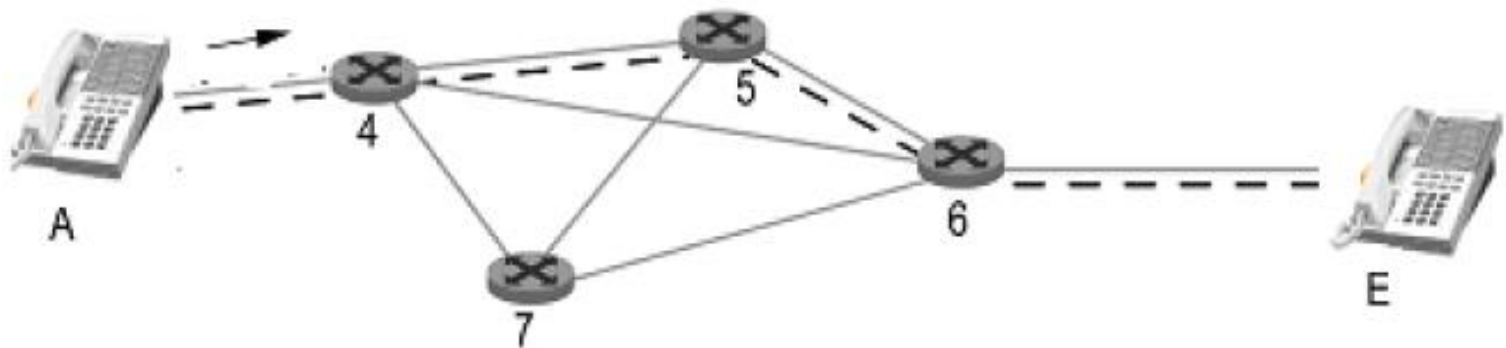
- Kategorije mreža – Mreže od tačke do tačke
- Prilikom prenosa *komutacija se može realizovati na tri osnovna načina:*
  1. *komutacijom kola/linija* (*circuit switched*)
  2. *komutacijom poruka* (*message switched*)
  3. *komutacijom paketa* (*packet switched*)

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Komutacija (kola) kanala
- Pre isporuke poruke, između odredišta i izvorišta prvo se uspostavlja komunikacioni put koji im se ekskluzivno dodeljuje
- Komunikacioni put - **fizičko kolo (ili kanal)**
- **Komunikacija** između predajnika i prijemnika se odvija **u tri faze**:
  - Faza *uspostave veze*
  - Faza *prenosa podataka*
  - Faza *raskida veze*

# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – Komutacija (kola) kanala
- Nakon što je, između izvorišta i odredišta, kolo uspostavljeno - sledi prenos podataka
- Veza se završava oslobađanjem korišćenih resursa – raskidanje veze
- Tehnika komutacije kola se najčešće **realizuje na fizičkom nivou**



# Mrežne konfiguracije

- Kategorije mreža – *komutacija poruka*
- Podaci se *u celosti* (u formi *poruke*) prosleđuju kroz mrežu od izvorišta do odredišta - *korak po korak*
- Svaki posredni *komutator* prosleđuje poruku tako što je *memoriše u celosti pre* njenog *slanja* do sledećeg komutatora na putu do konačnog odredišta
  - U slučaju angažovanosti svih prenosni resursa, poruka može biti zadržana u komutatoru do oslobodjenja resursa
- *Komutacija paketa* - *varijanta* komutacije poruka

# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka - *Ruteri*
- Komunikacija između izvora i odredišta se ostvaruje prenosom podataka kroz mrežu kroz posredne komutacione čvorove - *rutere*
- Ruteri se ne bave interpretacijom sadržaja i značenja podataka, već *se bave prenosom podataka od čvora do čvora* na njihovom putu do krajnjeg odredišta

# Mrežne konfiguracije

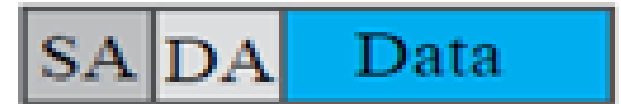
- Paketski prenos podataka – *komutacija paketa*
- *Poruke* se prenose u kratkim blokovima, tzv. paketima
- Dužina paketa je ograničena, a maksimalno dozvoljena dužina obično ne prelazi 1000 bajta
- Duže poruke, koje se ne mogu upakovati u jedan paket, u izvornom hostu se *dele na niz paketa*, koji se nezavisno šalju i prenose kroz mrežu

# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka – *komutacija paketa*

- Svaki paket ima

- deo za **korisničke podatke** i



- deo za **kontrolne informacije** (zaglavlje)

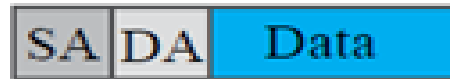
- Kontrolne informacije, sadrže informacije koje su neophodne ruterima kako bi paket usmerili ka željenom odredištu
- U svakom ruteru, paket se prima, skladišti i nakon izvesnog vremena prosleđuje sledećem ruteru
- Pojam – **overhead** u prenosu

# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka – *komutacija paketa*
- Postoje dve tehnike prenosa bazirane na komutaciji paketa:
  - *datagramski* pristup
  - “*virtuelni kanal*” pristup

# Mrežne konfiguracije

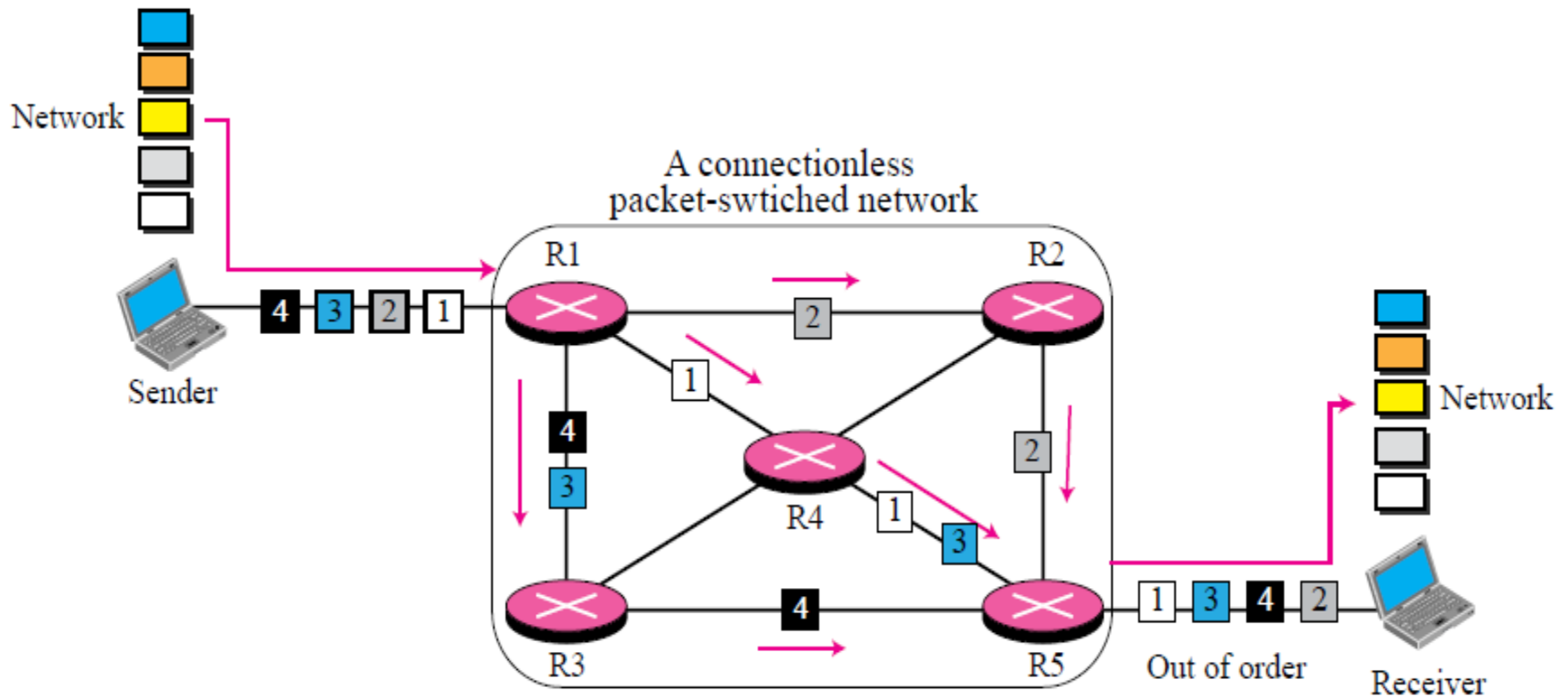
- Paketski prenos podataka
- Komutacija paketa – *datagramski* pristup



- Kod mreža sa komutacijom paketa (*datagramski* pristup), svaki paket se u svakom ruteru nezavisno obrađuje
- Način na koji će ruter postupiti prema datom paketu ne zavisi od toga kako je postupao prema prethodnim paketima

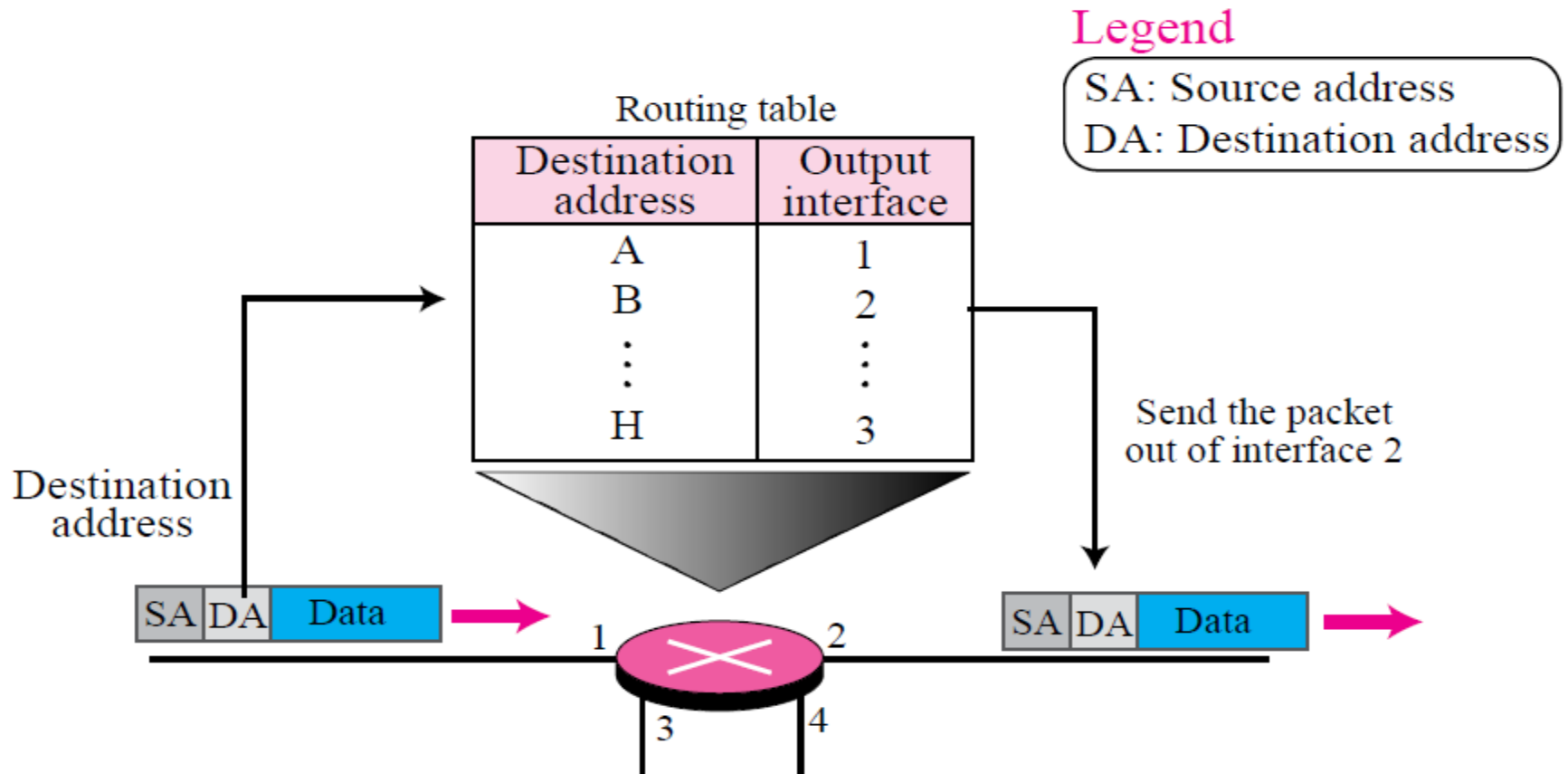
# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka
- Komutacija paketa – **datagramski pristup**



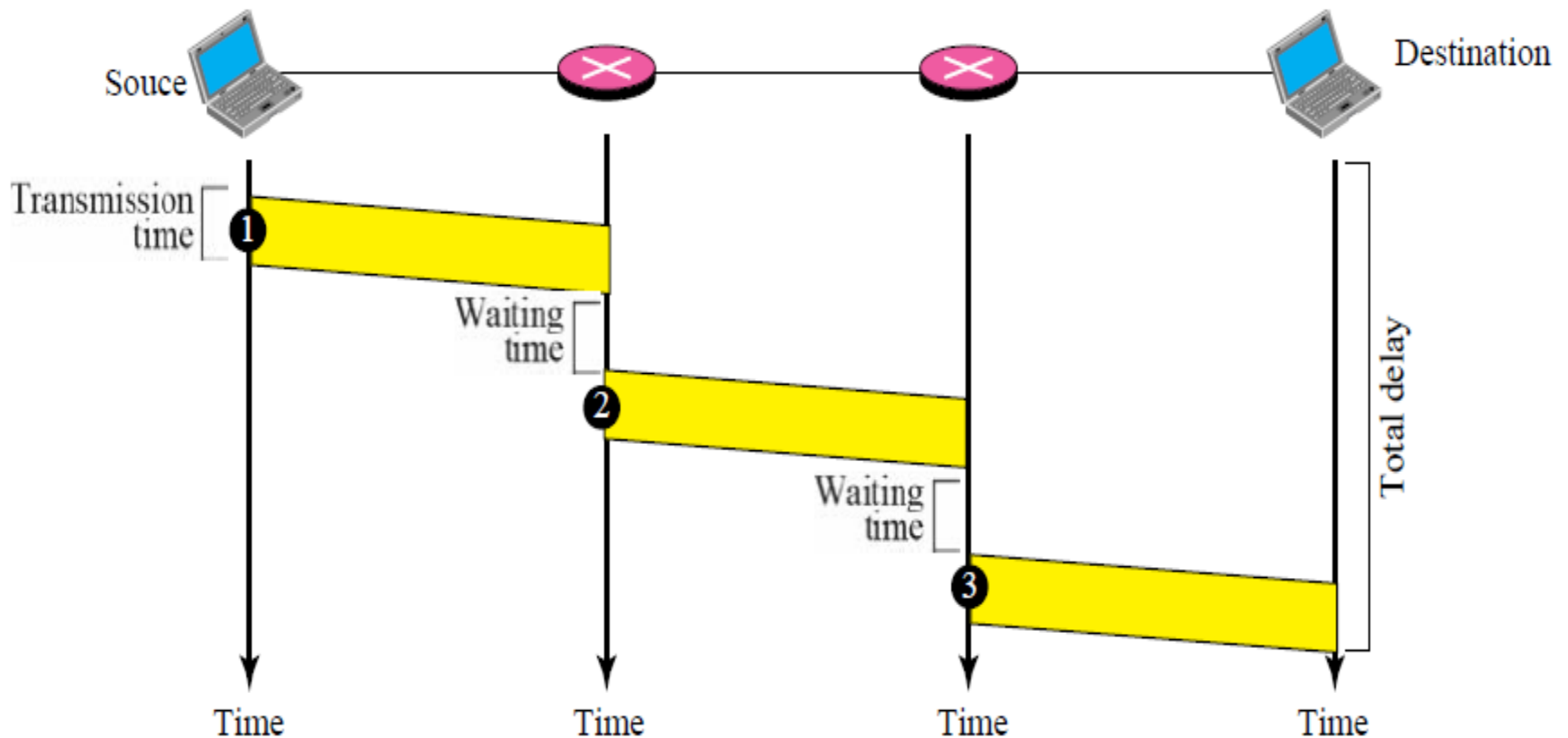
# Mrežne konfiguracije

- [Paketski prenos podataka](#)
- Komutacija paketa – **datagramski pristup**



# Mrežne konfiguracije

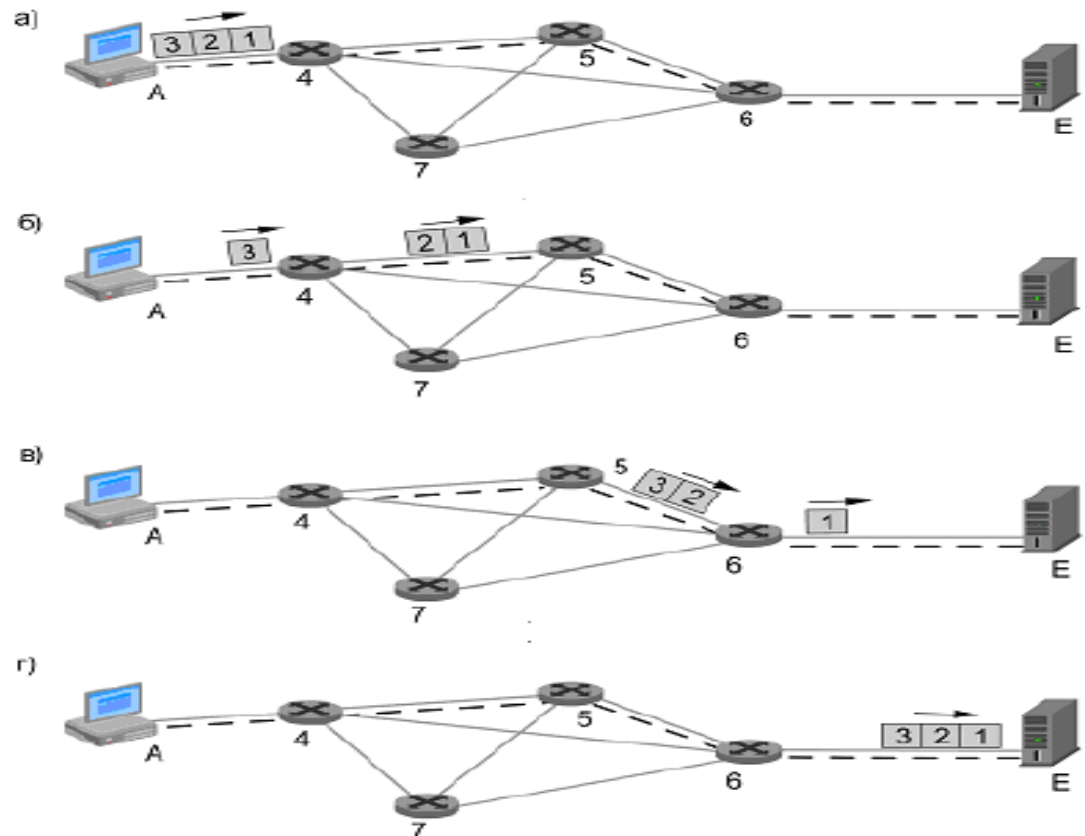
- [Paketski prenos podataka](#)
- **Kašnjenje kod datagramskog pristupa**



# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka
- Komutacija paketa – “**virtuelni kanal**” pristup

Pre nego što se svi datagrami poruke mogu slati, **neophodno je kreirati virtuelnu konekciju** kojom se **definiše put datagrama** od izvorišta do odredišta



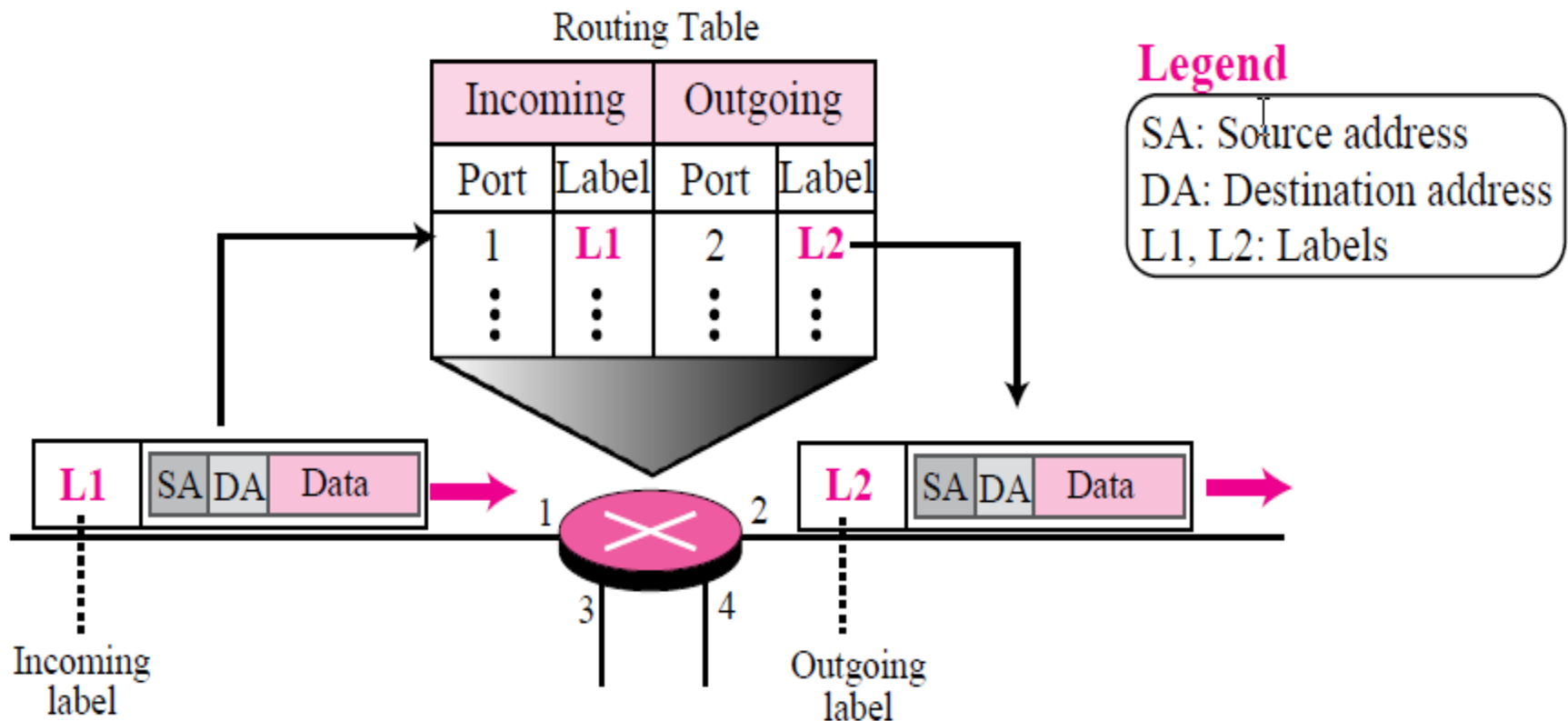
# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka
- Komutacija paketa – “**virtuelni kanal**” pristup
- Nakon što je konekcija uspostavljena, datagrami putuju po istom putu
- Kod ovog tipa prenosa, paket *ne sadrži samo* informaciju o izvorišnoj i odredišnoj adresi *nego i identifikator* virtuelnog kanala (*flow label*, tj., *virtual circuit identifier*) kojim se *definiše virtuelni put paketa*



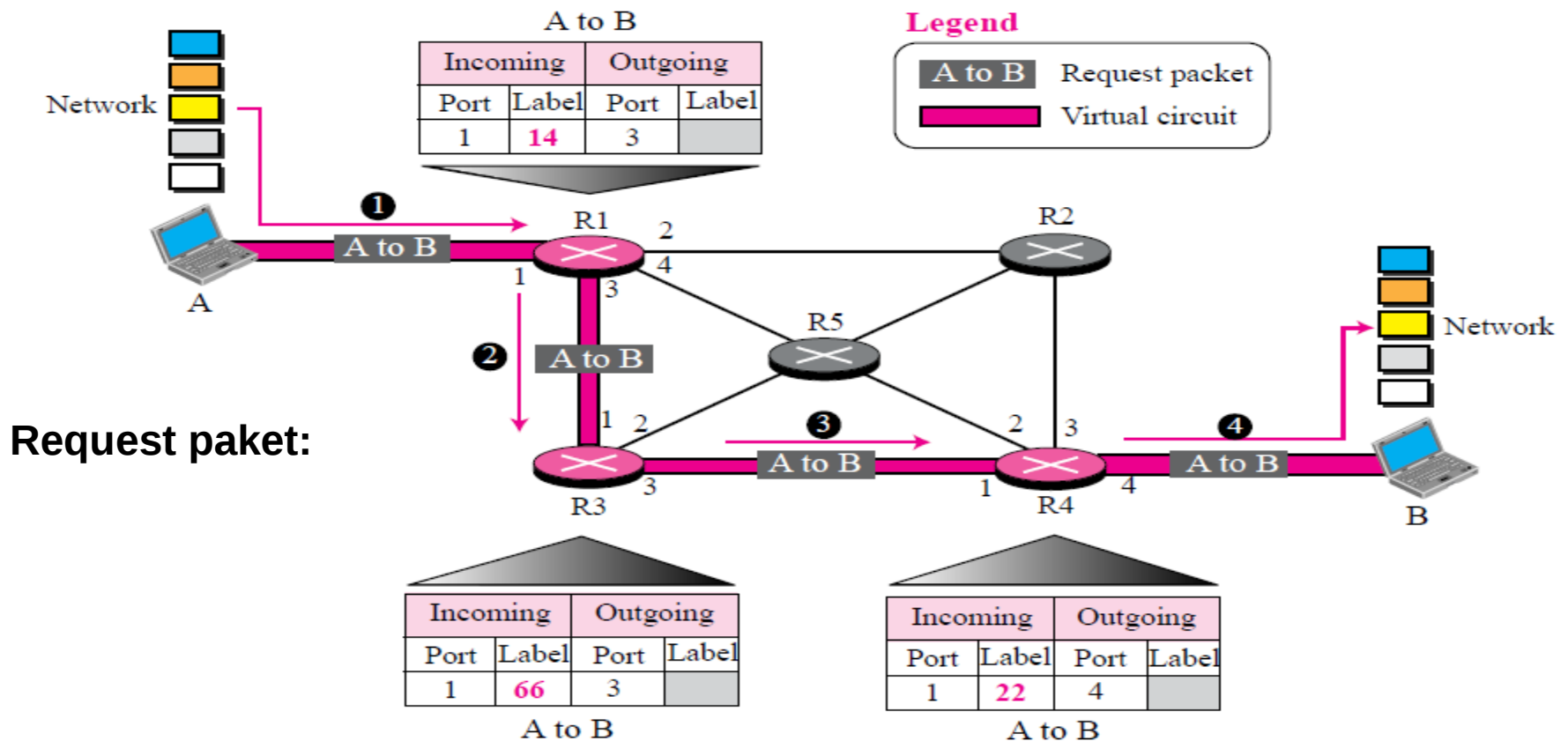
# Mrežne konfiguracije

- [Paketski prenos podataka](#)
- Komutacija paketa – “**virtuelni kanal**” pristup



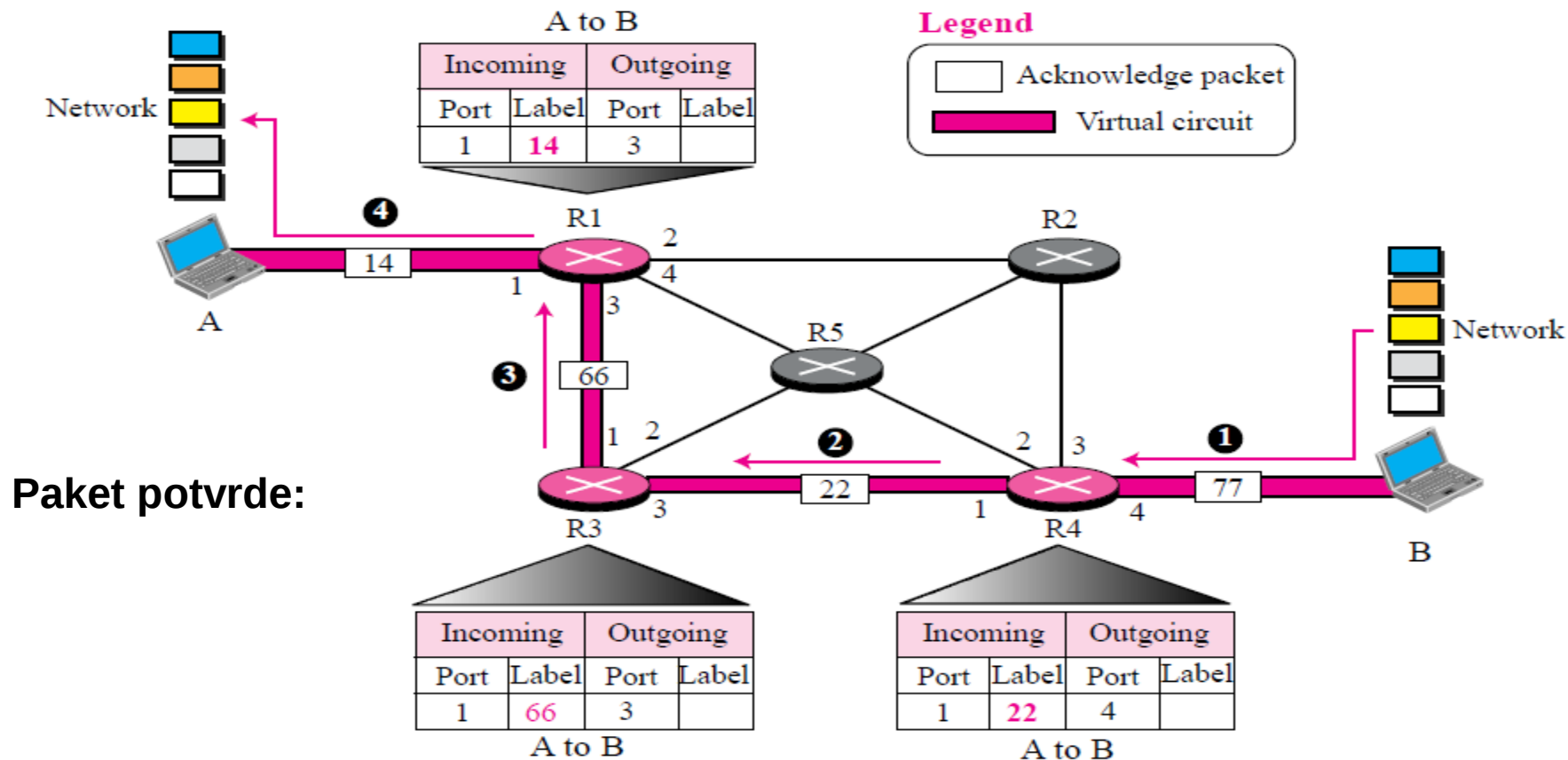
# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka
- “virtuelni kanal” pristup – **faza uspostave veze**



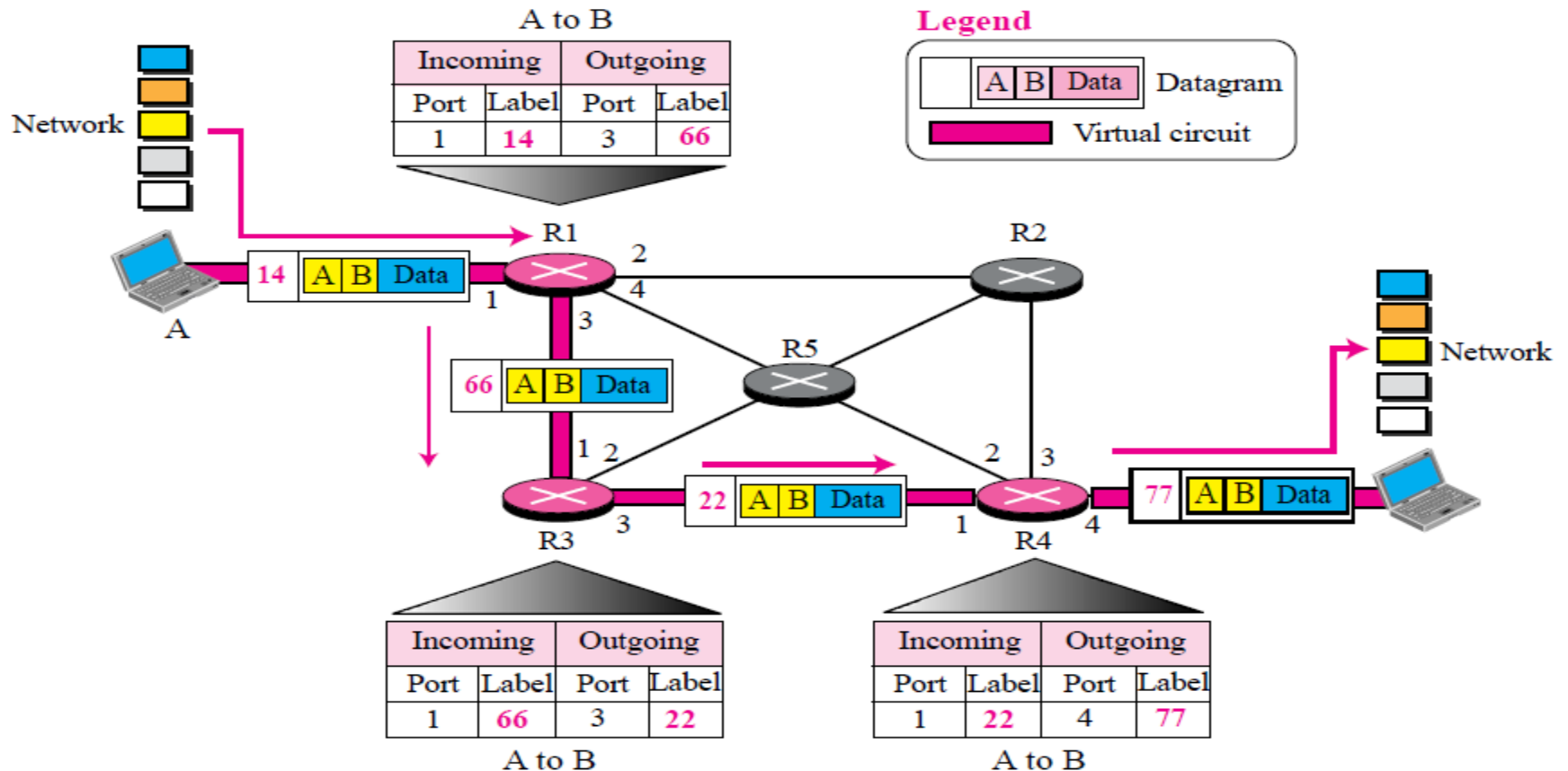
# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka
- “virtuelni kanal” pristup – faza uspostave veze



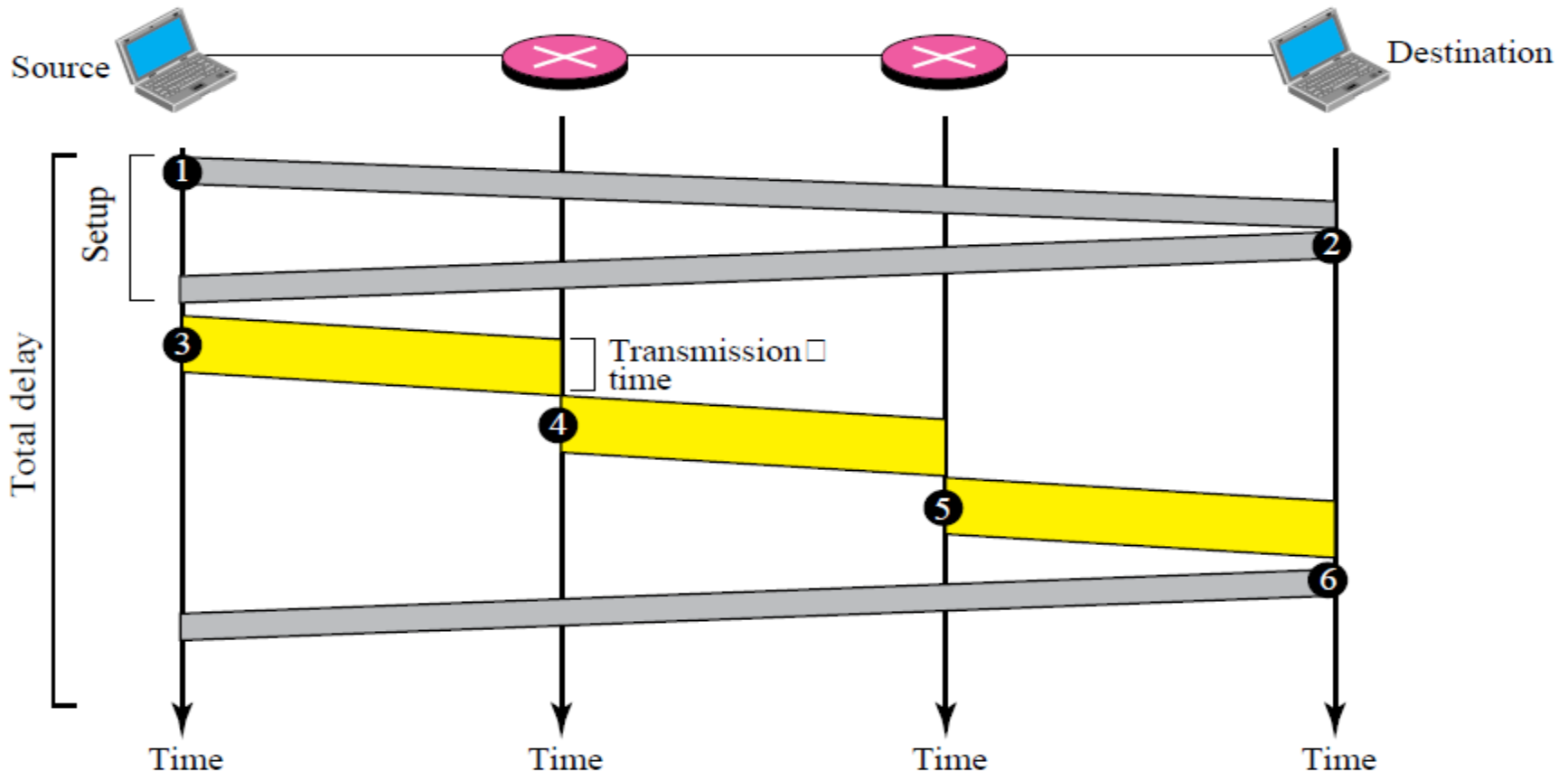
# Mrežne konfiguracije

- Paketski prenos podataka
- “virtuelni kanal” pristup – faza prenosa podataka



# Mrežne konfiguracije

- [Paketski prenos podataka](#)
- Kašnjenje kod “virtuelni kanal” pristupa



# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *baferi*
- Prenosne linije se efikasno koriste, s obzirom na to da se komunikacioni **kapacitet linije**, koja povezuje dva rutera, **dinamički, u vremenu, raspodeljuje** na prenos mnogih paketa
- Paketi koji iz različitih pravaca stižu u čvor, a koje treba dalje preneti preko iste izlazne linije, smeštaju se u **red čekanja** pridružen toj liniji
- Ruter uzima pakete sa početka reda čekanja i maksimalnom brzinom ih šalje na liniju

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *baferi*
- Mreža sa komutacijom paketa može da *amortizuje* *razlike u brzini prenosa* podataka različitih hostova
- Paketi se baferuju u ruterima, što znači da paket može biti *primljen jednom*, a *poslat drugom brzinom*
- Na ovaj način, u mreži sa komutacijom paketa moguće je *kombinovati spore i brze* prenosne medijume, kao i hostove različitih brzina prenosa podataka

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *baferi*
- Kod mreža sa komutacijom paketa, čak i u **uslovima intenzivnog saobraćaja**, mreža prihvata nove pakete, mada je vreme prenosa paketa kroz mrežu duže
- Sa povećanjem opterećenja mreže, u baferima rutera se gomilaju paketi koji čekaju da budu preneti dalje
- Komunikacija između hostova nije prekinuta, mada su performanse niže

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *baferi*
- Međutim, **baferski prostor u ruterima je ograničene veličine** i može se desiti da pri veoma velikom opterećenju neki paketi budu izgubljeni zato što je u pojedinim ruterima baferski prostor iscrpljen

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa
- Princip komutacije paketa omogućava uvodenje prioriteta
- Ruter, umesto da se prilikom slanja paketa na izlaznu liniju drži striktnog redosleda paketa u redu čekanja, može dati prednost paketima sa visokim prioritetom
- Paket visokog prioriteta biće izabran za slanje bez obzira na njegovu poziciju u redu čekanja
- Na taj način, paketi višeg prioriteta prenosice se brže kroz mrežu nego paketi niskog prioriteta

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *nedostaci*
- *Kašnjenje u prenosu paketa po putanji* jednako je *zbiru kašnjenja prouzrokovanih iz četiri izvora*:
  - 1) *prostiranje* (*propagation*),
  - 2) *prenosa* (*transmission*),
  - 3) *obrade* (*processing*) i
  - 4) *čekanja u baferu* (redu čekanja, *queueing*)

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *nedostaci*
- Kašnjenje u prenosu je **jednako količniku** dužine paketa i brzine prenosa preko dolazne linije - vreme koje je potrebno da se paket prenese iz jednog u drugi čvor  
  
***kašnjenje = dužine paketa / brzine prenosa***
- Prolazak paketa kroz ruter unosi **dodatno kašnjenje** u prenosu
  - Paket se baferuje u ruteru, pre nego što se prosledi

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *nedostaci*
- Prolazak paketa kroz ruter unosi dodatno kašnjenje u prenosu
  1. Procesiranje paketa usled obrade u ruteru, i
  2. Vreme čekanja paketa u redu čekanja, koje je promenljivo i uslovljeno trenutnim uslovima u mreži
- Na kašnjenje u prenosu ***treba dodati vreme***
  1. Vreme kašnjenja usled prostiranja signala kroz komunikacioni link

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *nedostaci*
- Prolazak paketa kroz ruter unosi dodatno kašnjenje u prenosu
- Na kašnjenje u prenosu ***treba dodati vreme***
  1. Procesiranja paketa i
  2. Vreme čekanja paketa u redu čekanja, koje je promenljivo i uslovljeno trenutnim uslovima u mreži
- Ukupno **vreme prenosa paketa** jednako je **zbiru kašnjenja paketa kroz rutere** na putanji koju paket prolazi

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa – *nedostaci*
- Paketi:
  - Mogu se *razlikovati po dužini*,
  - Mogu se prenositi *različitim putanjama* i
  - Mogu biti izloženi *promenljivim kašnjenjima u ruterima*
- Uslovljavajući da –
- **Sveukupno vreme prenosa** paketa od datog para izvor-odredište, može značajno da **varira od paketa do paketa**

# Mrežne konfiguracije

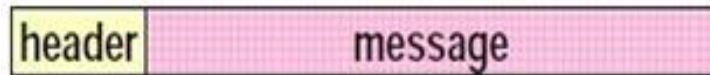
- Karakteristike paketskog prenosa – *nedostaci*
- Ova *pojava* se naziva treperenje ili džiter (*jitter*) i može biti nepoželjna kod izvesnih aplikacija, kao što su aplikacije koje zahtevaju prenos podataka u relanom vremenu (telefonija, video, audio, ..)

# Mrežne konfiguracije

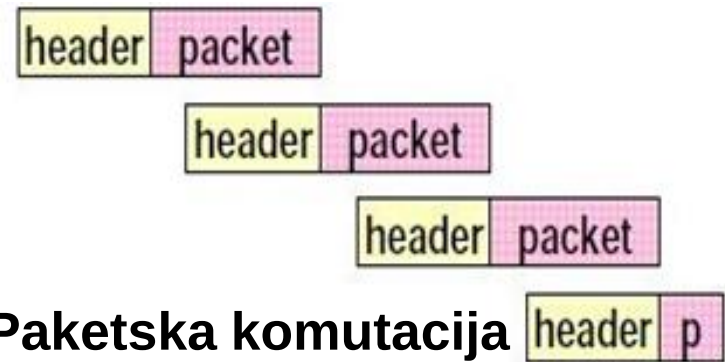
- Karakteristike paketskog prenosa - *nedostaci*
- Da bi se *omogućilo usmeravanje paketa* kroz mrežu, svaki paket osim podataka mora sadržati i *dodatne kontrolne informacije* (npr. adresa odredišta, redni broj paketa u poruci i sl.)
- Za prenos kontrolnih informacija troši se **deo komunikacionog kapaciteta prenosnih linija**, čime se smanjuje raspoloživ kapacitet za prenos korisničkih podataka – *overhead* u prenosu

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - **overhead**
- Overhead je **manji u slučaju komutacije poruka** u odnosu na komutaciju paketa



Komutacija poruka



Paketska komutacija

Overhead u komutaciji poruka =  $\text{zaglavlje} / (\text{zaglavlje} + \text{poruka})$

Overhead komutaciji paketa =  $[n * \text{zaglavlje} / (n * \text{zaglavlje} + \text{poruka})]$

gde je,  $n = [\text{poruka} / \text{dužina\_paketa}]$

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *nedostaci*
- **Primer:** Šaljemo e-mail poruku veličine **10KB**, gde su **paketi** koji se šalju maksimalne **veličine 1024 bita** (128 bita zauzima header) - što ostavlja 896 bita za **payload** (1024-128)
- Pretvorimo 10KB u bitove  $10 * 1024 * 8 = 81920$  bitova
- Kada podelimo celobrojno 81920 na 896 dobijamo  $81920 / 896 = 91 + 384$  bita ostatka

# Mrežne konfiguracije

- Karakteristike paketskog prenosa - *nedostaci*
- **Primer:**
- To znači da će email poruka veličine 10KB biti podeljena u 92 paketa
- To znači da de komutacijom paketa za 10KB tj. 81920 bitova bit neophodno poslati 93696 bita,
- Što **je više od 11% od veličine originalne poruke!**