

RAČUNARSKE MREŽE/ INTERNET KOMUNIKACIJE

Lekcija1: Tehnike prenosa

leto 2019/2020

Prof. dr Branimir M. Trenkić

Visoka škola elektrotehnike i računarstva
strukovnih studija

Mrežne konfiguracije

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

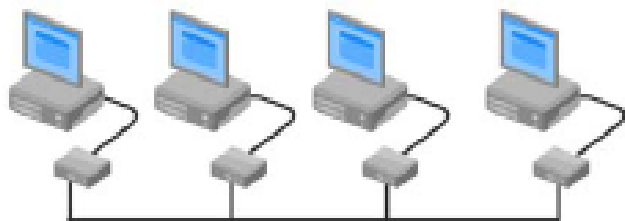
Mrežne konfiguracije

- 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**)
 - Individualnom računara (**unicasting**)

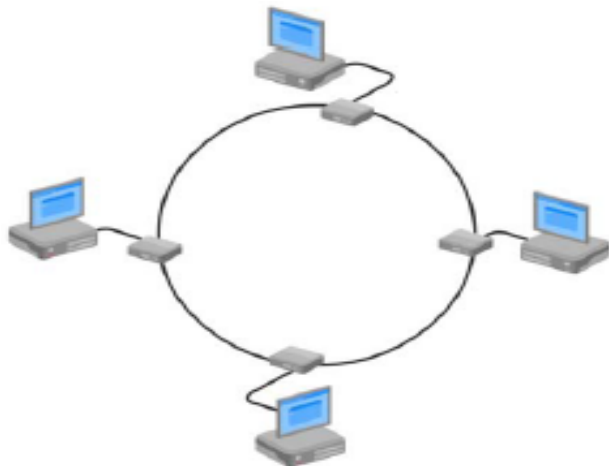
Mrežne konfiguracije

- Difuzne (broadcast) mreže - Primeri

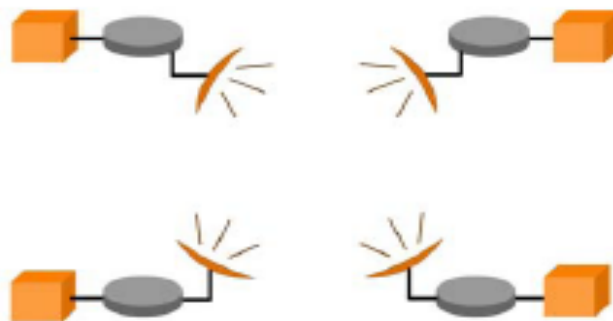
LAN tipa magistrale:



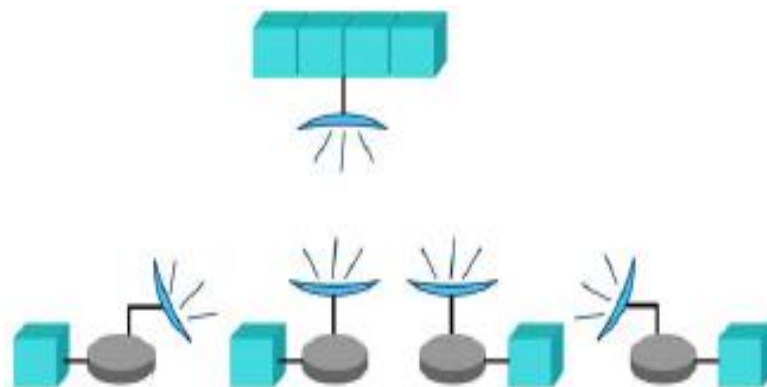
LAN tipa prstena:



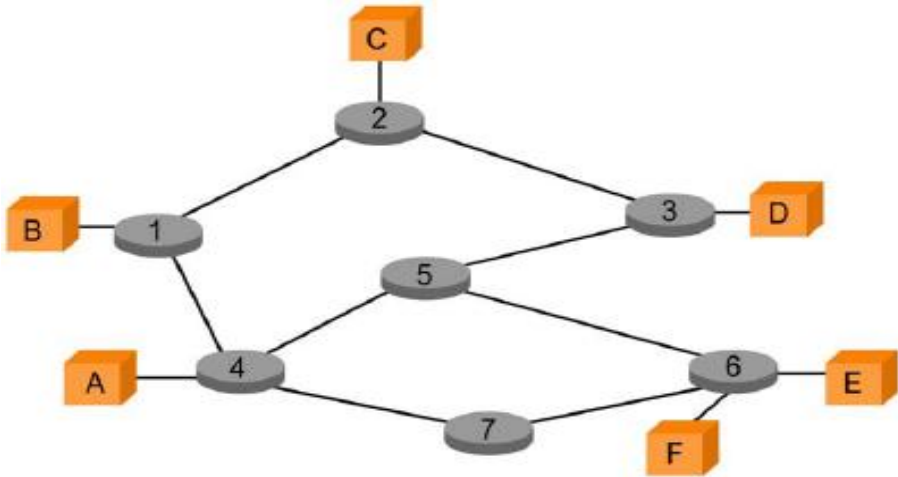
Radio mreža:



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

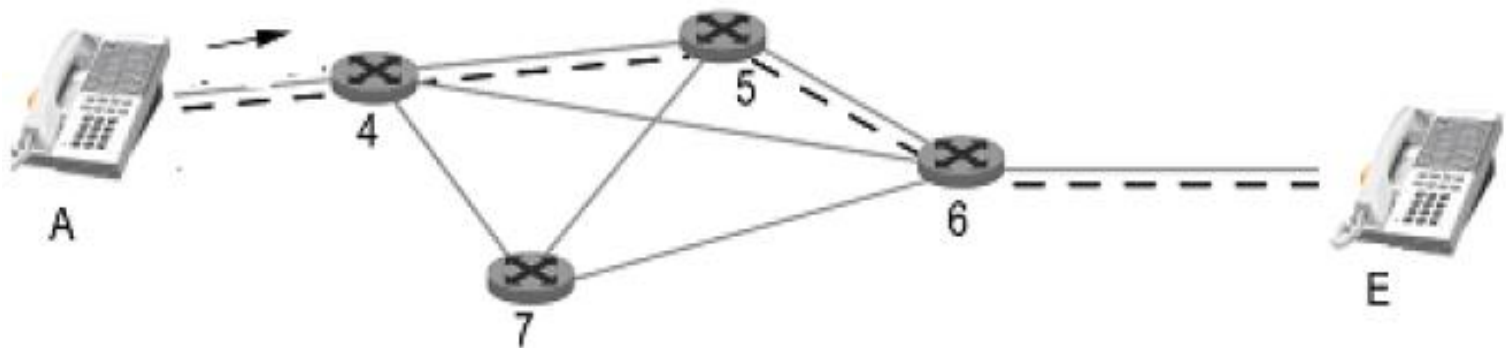
- Kategorije mreža – Mreže od tačke do tačke
- Prilikom prenosa ***komutacija se može realizovati na tri osnovna načina:***
  1. *komutacijom kola/linija* (***circuit switched***)
  2. *komutacijom poruka* (***message switched***)
  3. *komutacijom paketa* (***packet switched***)

# 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

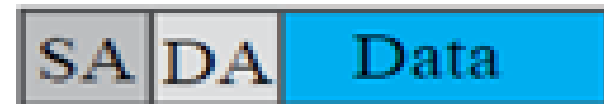
- Paketski prenos podataka – *komutacija paketa*
- *Poruke* se prenose u kratkim blokovima, tzv. paketima
- Dužina paketa je ograničena, a maksimalno dozvoljena dužina obično ne prelazi 1000 bajta
- Duže poruke, koje se ne mogu upakovati u jedan paket, u izvornom hostu se *dele na niz paketa*, koji se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

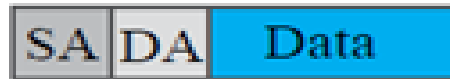
- Kontrolne informacije, sadrže informacije koje su neophodne ruterima kako bi paket usmerili ka željenom odredištu
- U svakom ruteru, paket se prima, skladišti i nakon izvesnog vremena prosleđuje sledećem ruteru
- Pojam – **overhead** u prenosu

# Mrežne konfiguracije

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

# Mrežne konfiguracije

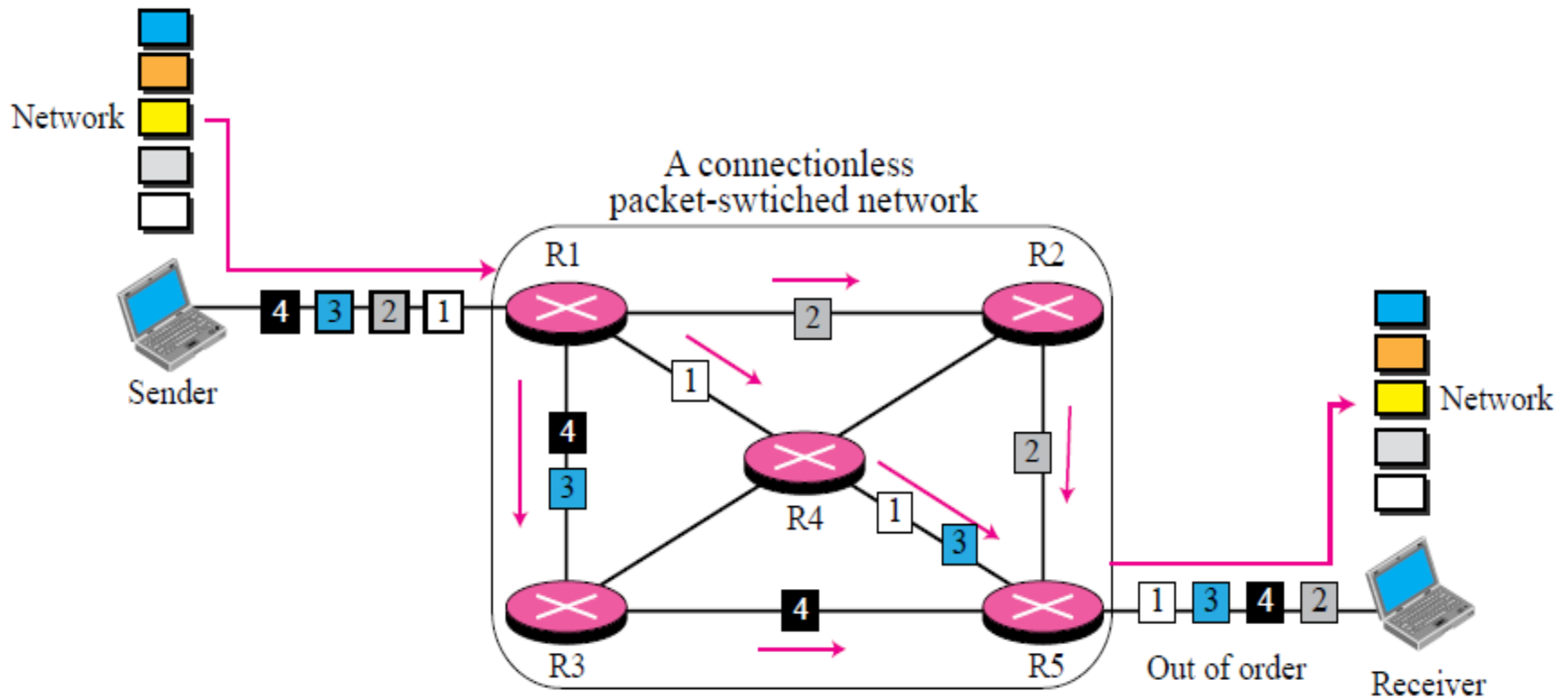
- [Paketski prenos podataka](#)
- Komutacija paketa – ***datagramski*** pristup



- 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

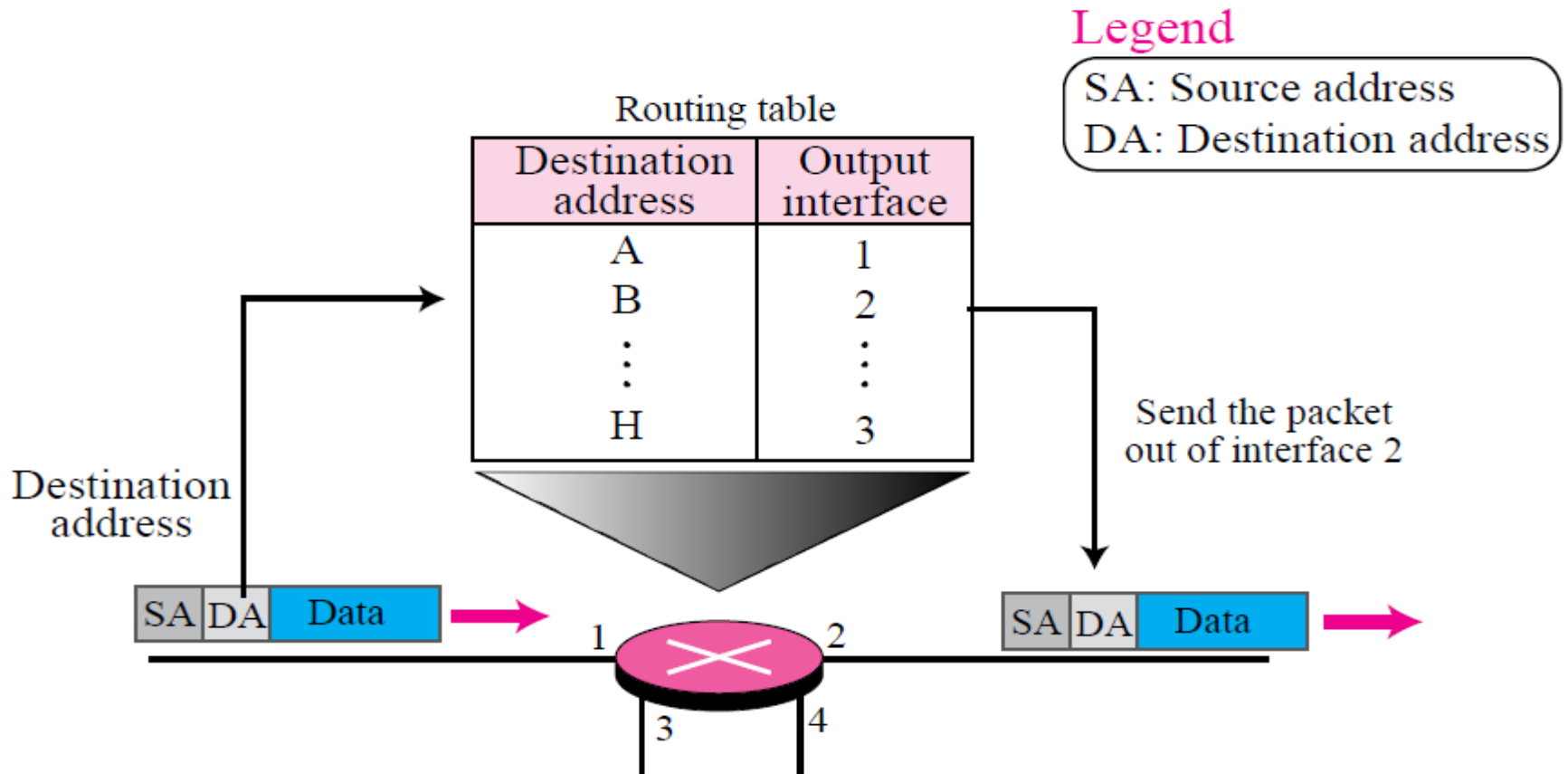
# Mrežne konfiguracije

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



# Mrežne konfiguracije

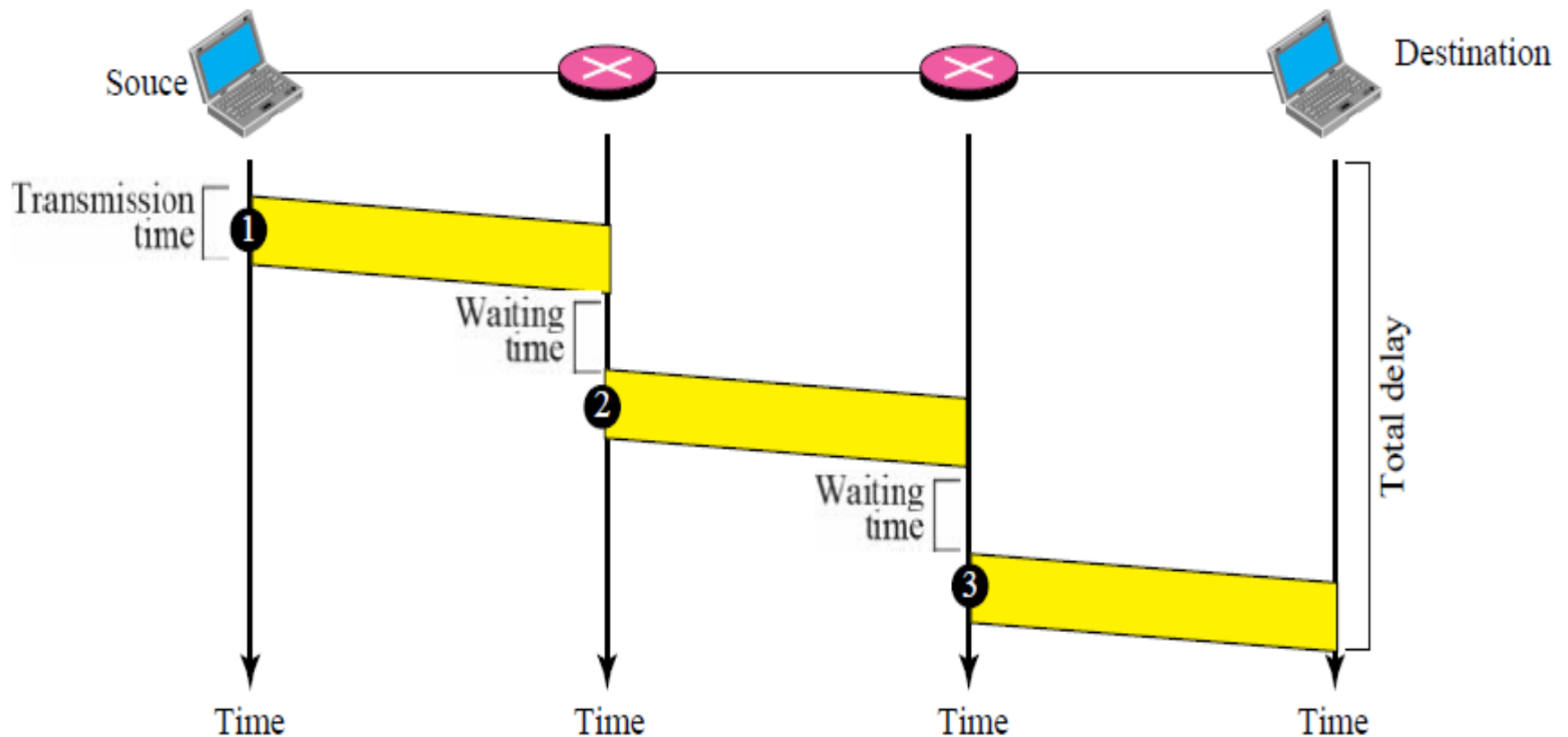
- [Paketski prenos podataka](#)
- Komutacija paketa – **datagramski pristup**





# Mrežne konfiguracije

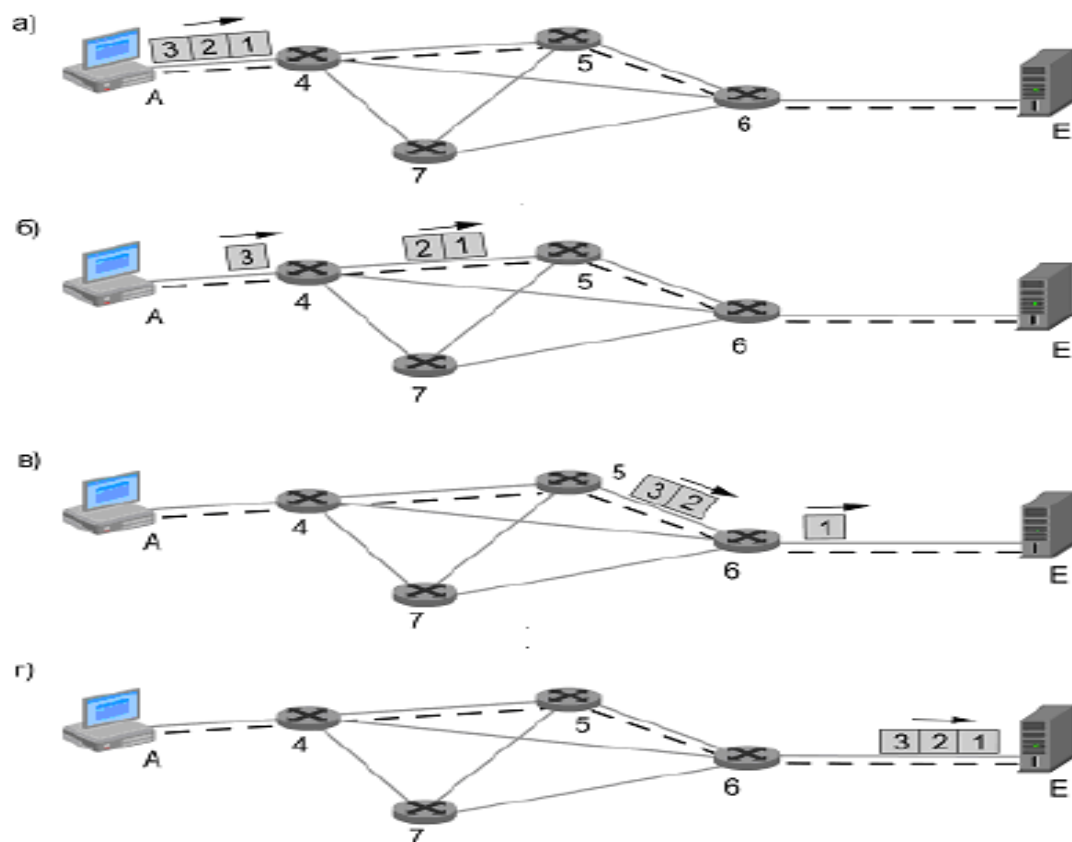
- [Paketski prenos podataka](#)
- **Kašnjenje kod datagramskog pristupa**



# 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



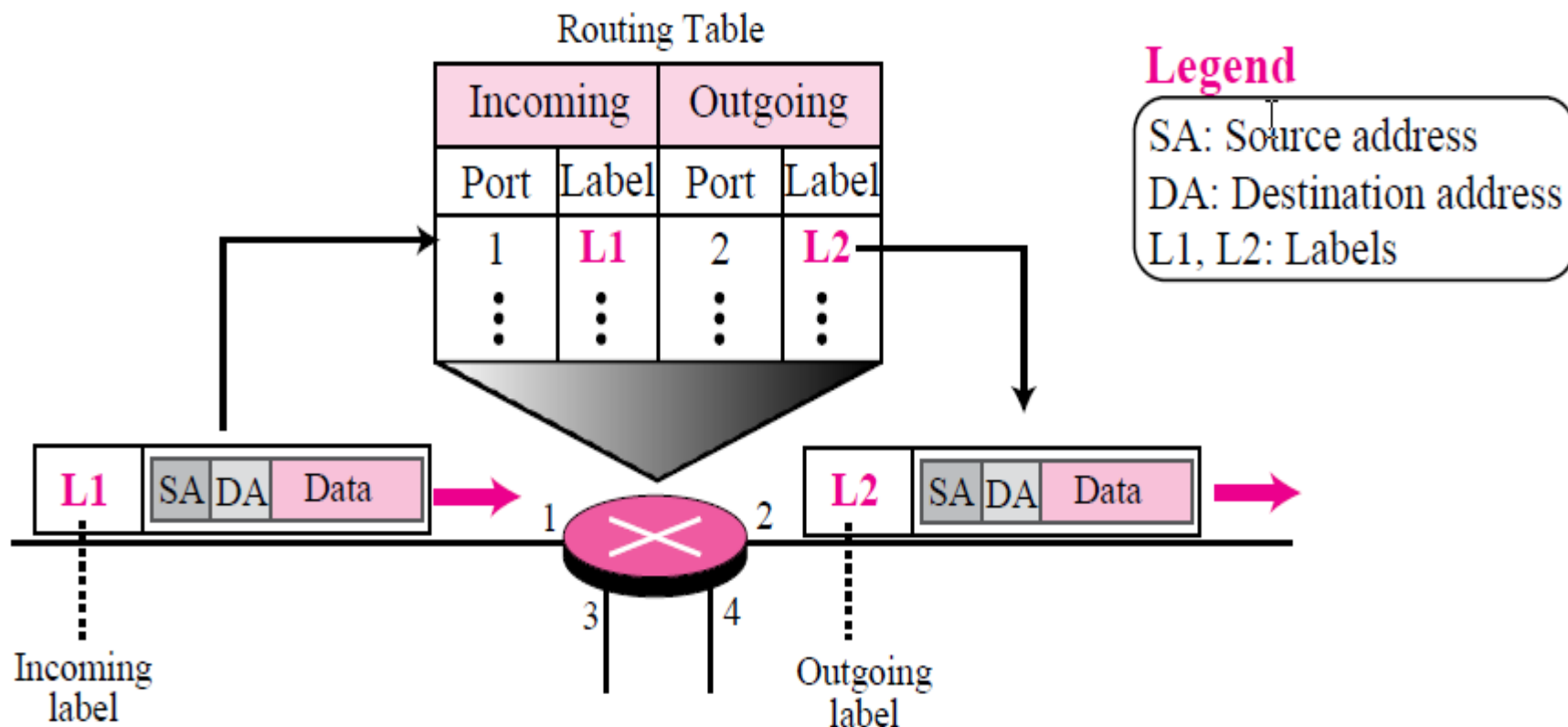
# Mrežne konfiguracije

- 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***



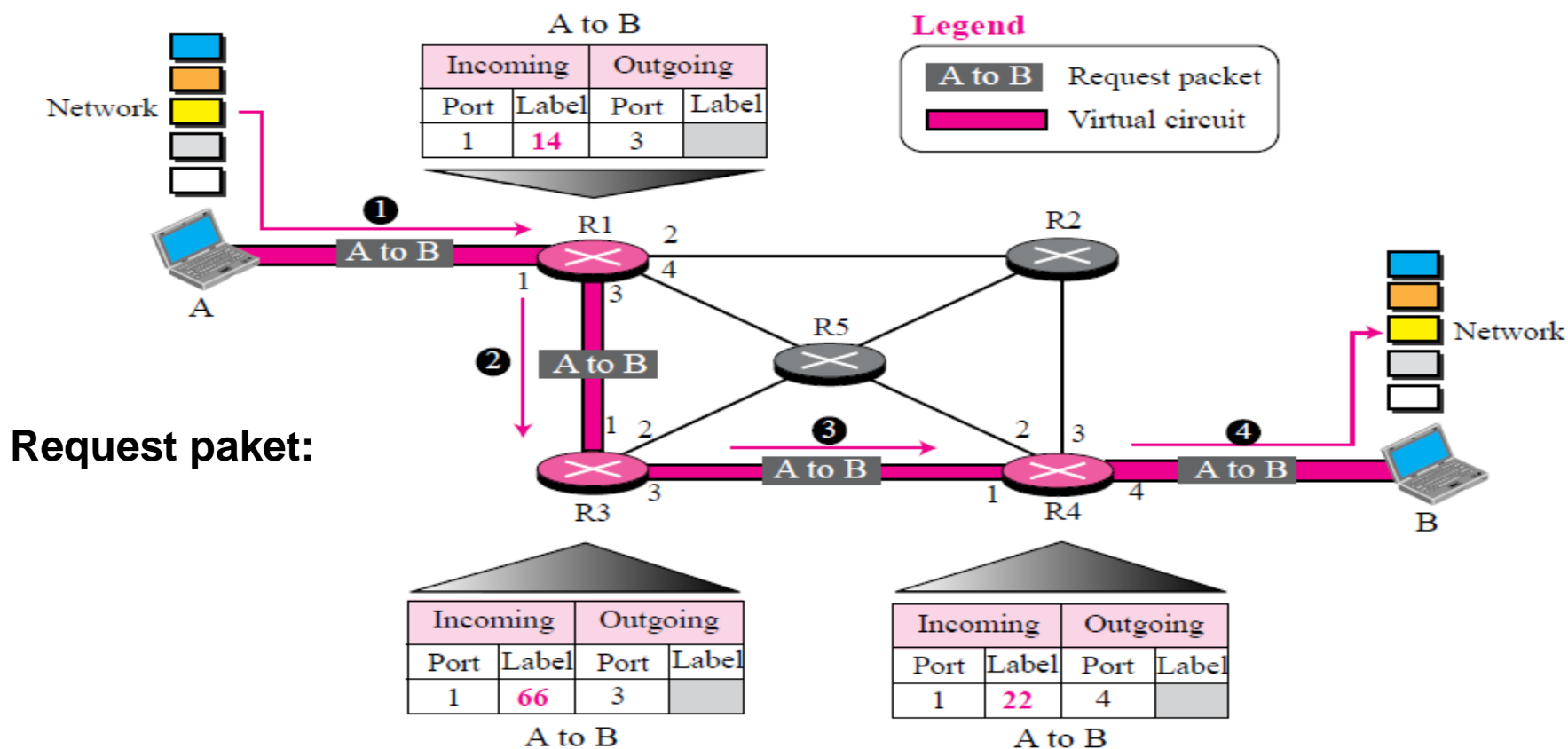
# Mrežne konfiguracije

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



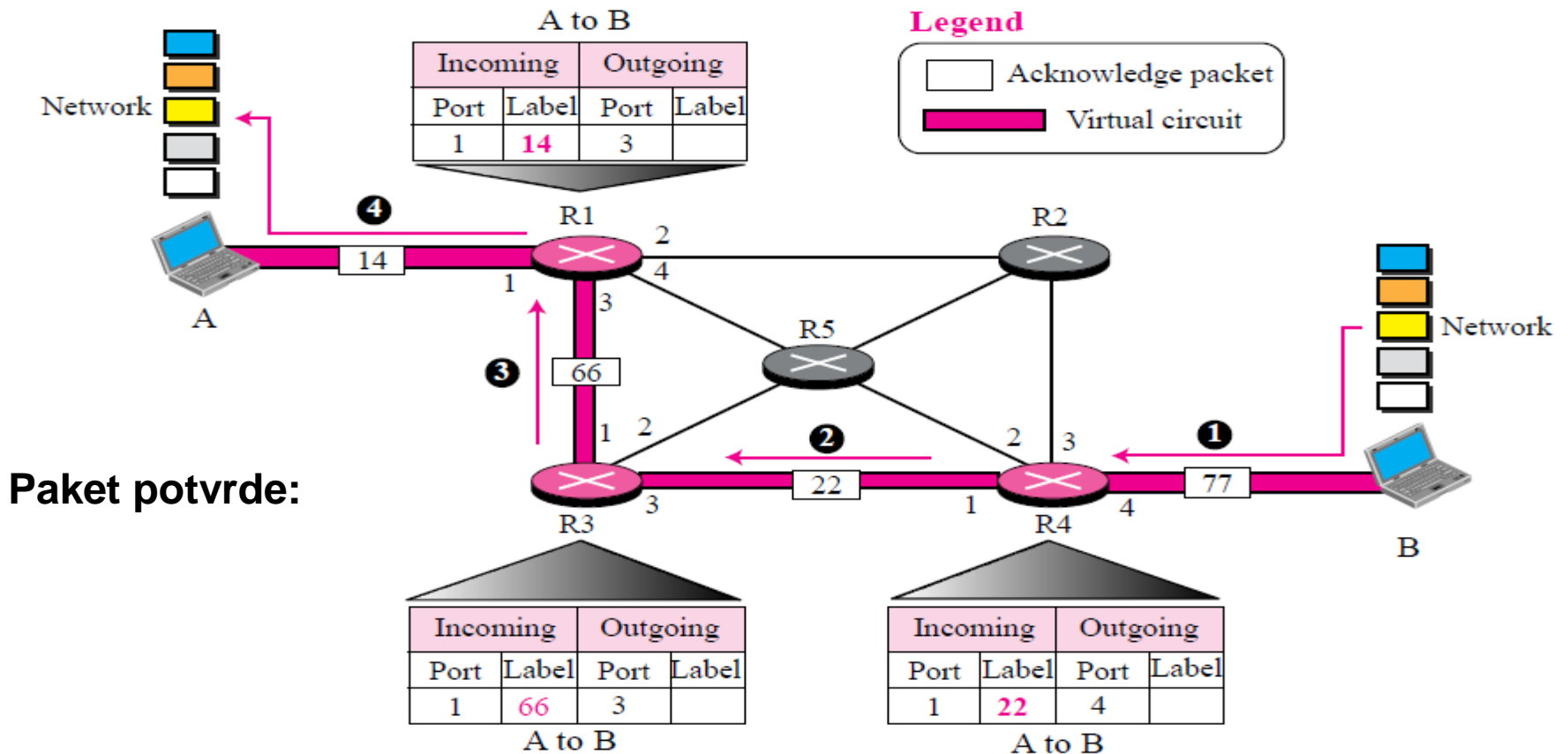
# Mrežne konfiguracije

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



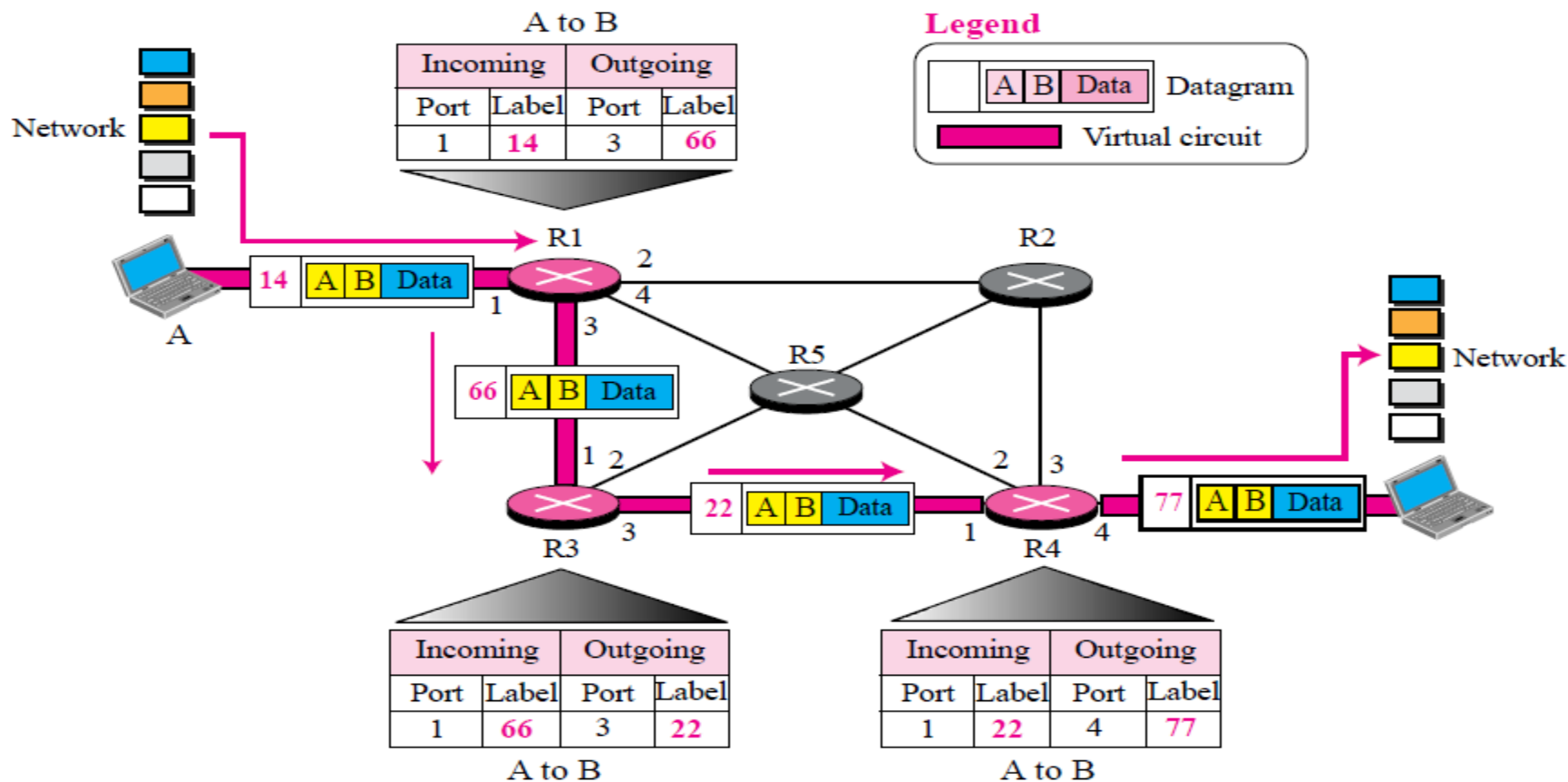
# Mrežne konfiguracije

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



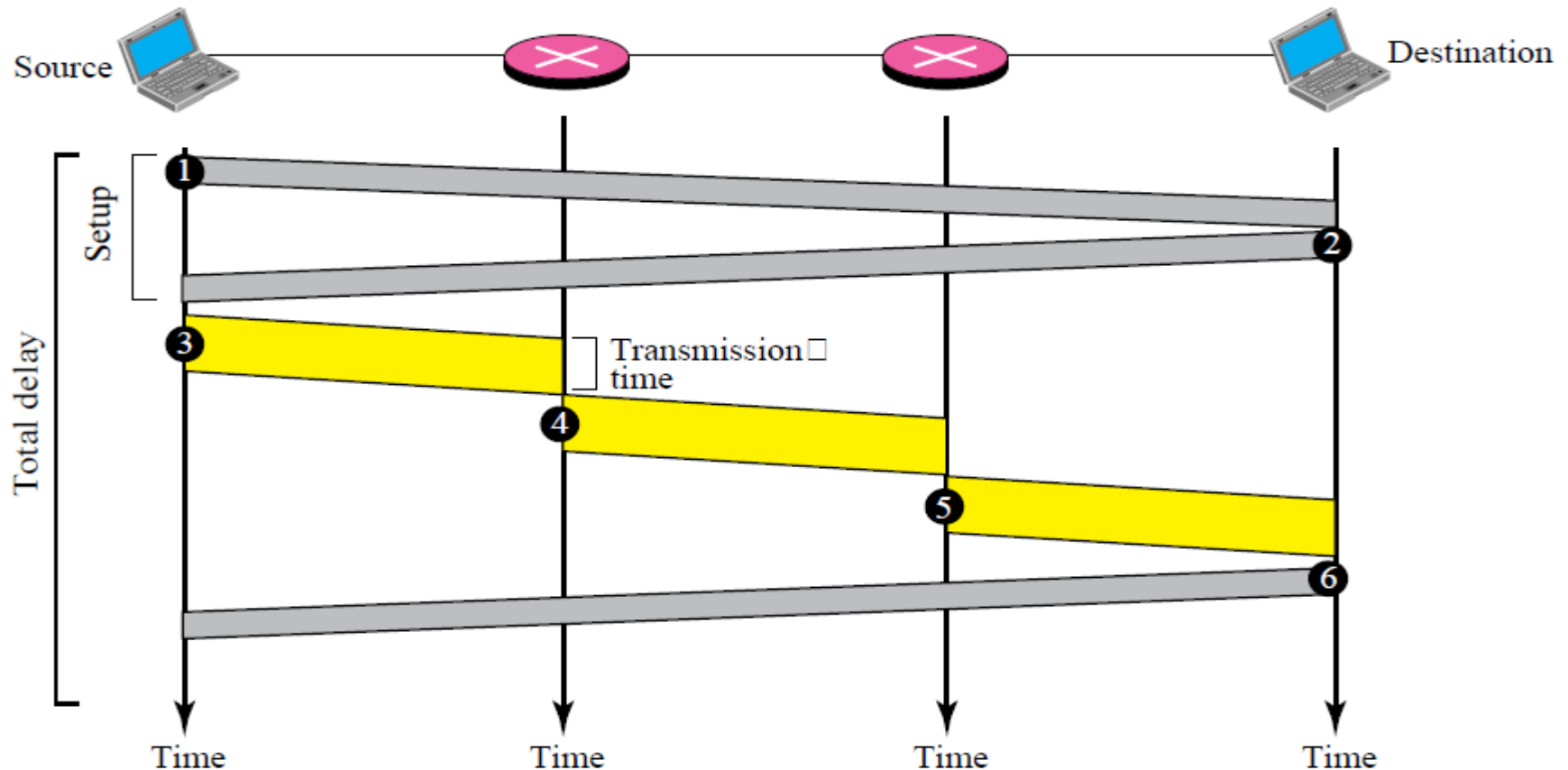
# Mrežne konfiguracije

- 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 prenosiće 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

$$\text{kašnjenje} = \text{dužine paketa} / \text{brzine prenosa}$$

- 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
    - Ukupno **vreme prenosa paketa** jednako je **zbiru kašnjenja paketa kroz rutere** na putanji koju paket prolazi
- Na kašnjenje u prenosu ***treba dodati vreme***
  1. Vreme kašnjenja usled prostiranja signala kroz komunikacioni link



# 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

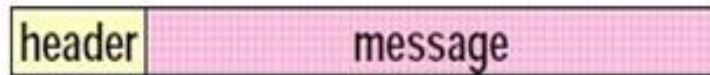
- Karakteristike paketskog prenosa – *nedostaci*
- Ova *pojava* se naziva treperenje ili džiter (*jitter*) i može biti nepoželjna kod izvesnih aplikacija, kao što su aplikacije koje zahtevaju prenos podataka u relanom vremenu (telefonija, video, audio, ..)

# Mrežne konfiguracije

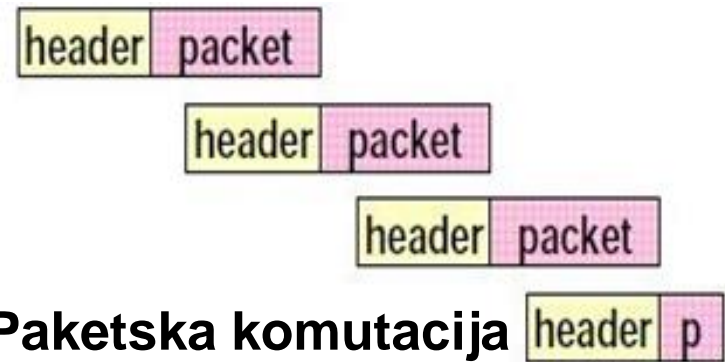
- Karakteristike paketskog prenosa - *nedostaci*
- Da bi se *omogućilo usmeravanje paketa* kroz mrežu, svaki paket osim podataka mora sadržati i *dodatne kontrolne informacije* (npr. adresa odredišta, redni broj paketa u poruci i sl.)
- Za prenos kontrolnih informacija troši se **deo komunikacionog kapaciteta 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!**