

# KOMUTACIONE (SWITCHING) TEHNIKE

Predmet: Računarske mreže

Predavač: dr Dušan Stefanović

## PRENOS PODATAKA U MREŽI

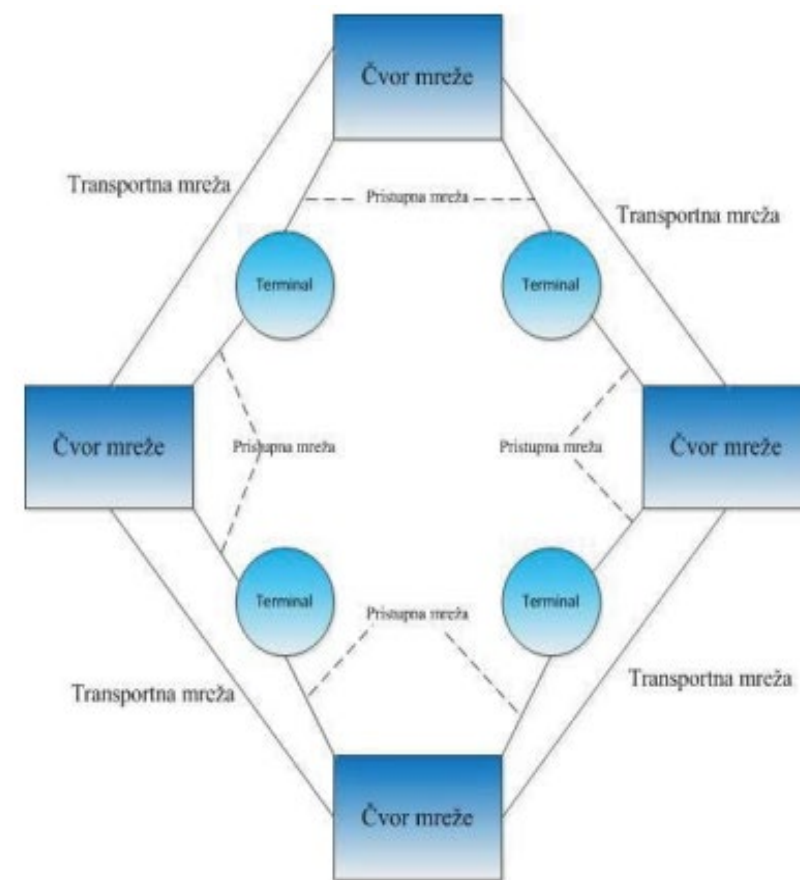
**Komponente mreže za prenos podataka su:**

**Čvorovi mreže** – usmeravaju saobraćaj kroz mrežu (ruteri)

**Prenosni medijumi** – obezbeđuju povezivanje čvorova

**Terminal** – uređaj pomoću koga korisnik pristupa tk mreži (modem)

**Pristupna mreža** – povezuje terminal sa čvorovima mreža



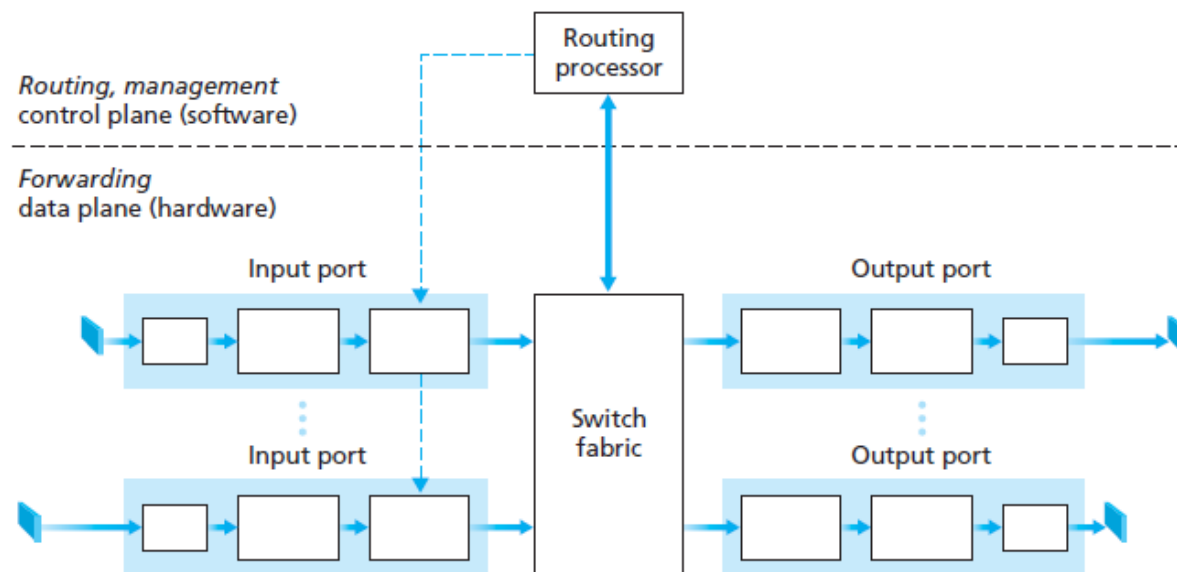
# USMERAVANJE SAOBRAĆAJA U MREŽI

**Koraci u usmeravanju saobraćaja u mreži su:**

**Rutiranje (routing processor)** – rezultat je formiranje tabele rutiranja na čvorovima

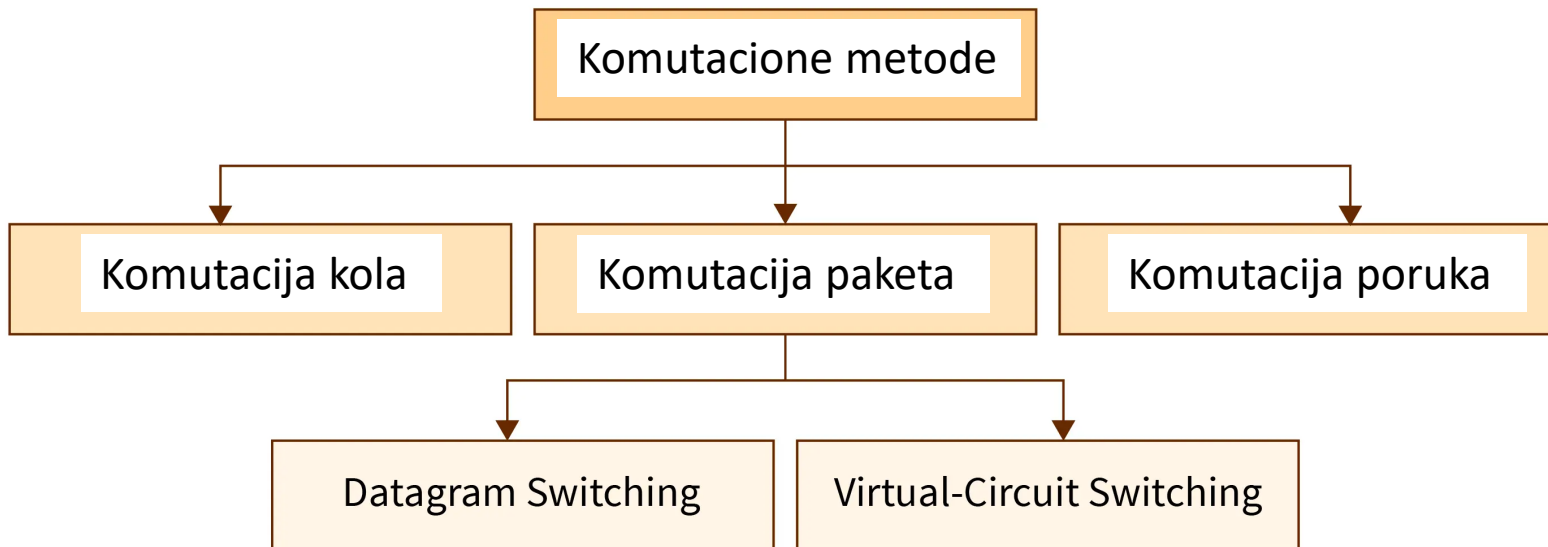
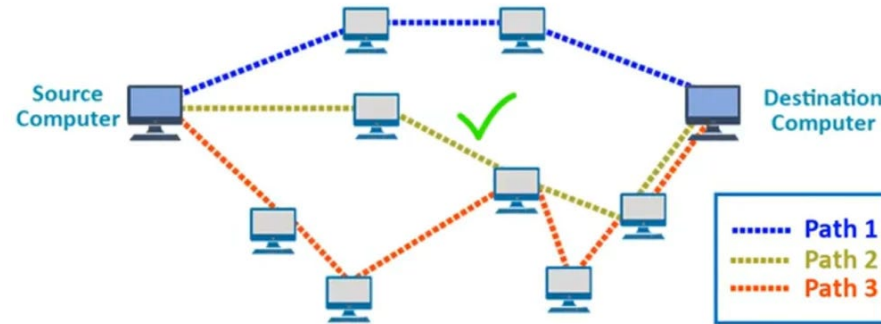
**Prosleđivanje (forwarding)** – određivanje izlaznog porta na čvoru za dolazne pakete na osnovu određene adrese

**Komutacija (switching)** – prenos podataka sa ulaznog na izlazni port čvora na osnovu podataka dobijenih prosleđivanjem



# KOMUTACIONE (SWITCHING) TEHNIKE

**Switching** u računarskim mrežama se odnosi na **način kako se podaci prenose kroz mrežu između čvorova.**



# KOMUTACIJA KOLA (CIRCUIT SWITCHING)

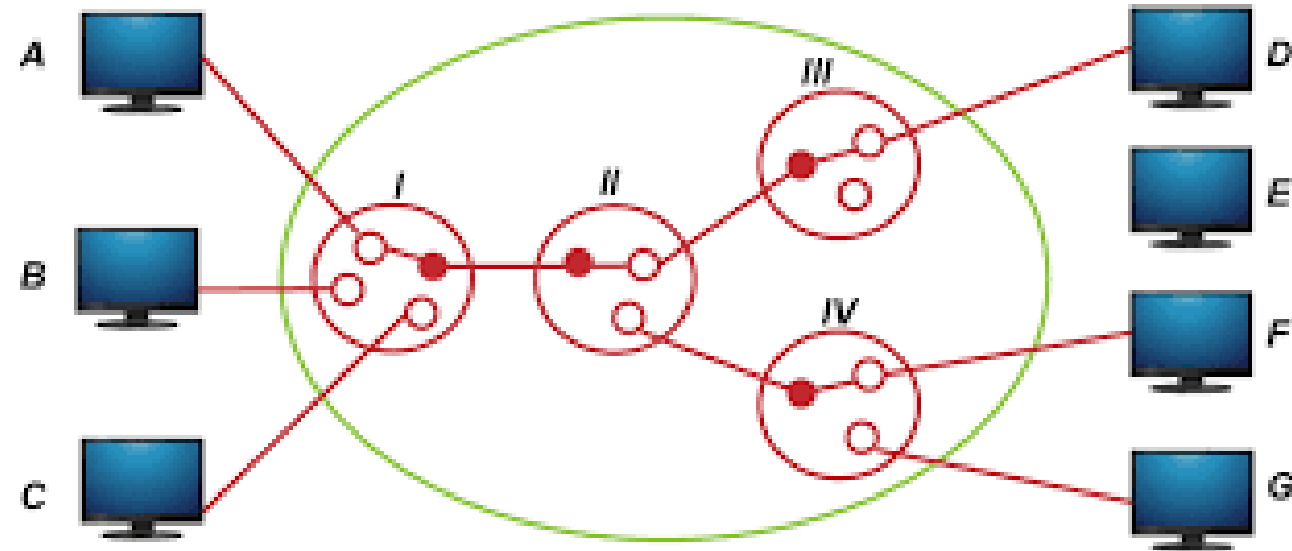
Zasebna (dedicated) putanja se uspostavlja između prijemnika i predajnika što je čini prilično skupom tehnikom

Pre razmene podataka mora da se uspostavi konekcija

Najstariji način komunikacije koji je razvijen za javne telefonske mreže čiji je osnovni servis prenos glasa

Dobra osobina komutacije kola je malo i konstantno kašnjenje dok su mane loša iskorištenost prenosnih linkova i nepostojanje zaštite od grešaka u toku prenosa, periodi tišine

1. Uspostavljanje konekcije
2. Razmena podataka
3. Raskidanje konekcije



# KOMUTACIJA PORUKA (MESSAGE SWITCHING)

Memoriši i prosledi (store and forward) tehnika

Ne zahteva uspostavljanje dedicated putanje između izvora i odredišta

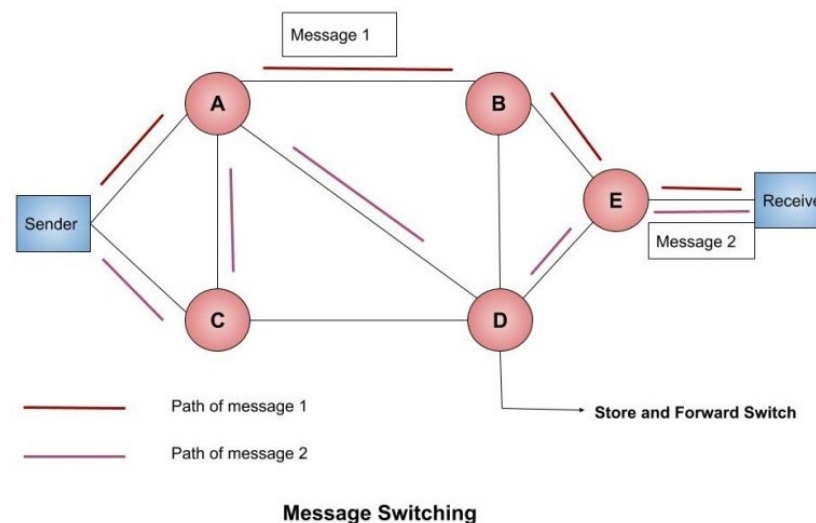
Primer je slanje SMS poruke u mobilnim komunikacijama

Poruka se šalje u celosti čvoru koji rezerviše link prema narednom čvoru i u celosti šalje poruku a nakon slanja se rezervisani link oslobađa.

Zahteva se od čvorova dovoljno prostora da skladište celu poruku pre nego što je proslede narednom čvoru i javlje se zbog toga dodatno kašnjenje

Efikasniji je od komutacije kola jer nema rezervisanog kanala, zagušenje je manje jer poruke mogu privremeno da se čuvaju na čvorovima

Nije pogodna za striming i aplikacije koje rade u realnom vremenu



# KOMUTACIJA PAKETA (PACKET SWITCHING)

Kombinuje prednosti prethodne dve komutacione tehnike i razvijena je za potrebe Interneta

Komutacija paketa je danas u osnovi svih modernih mreža

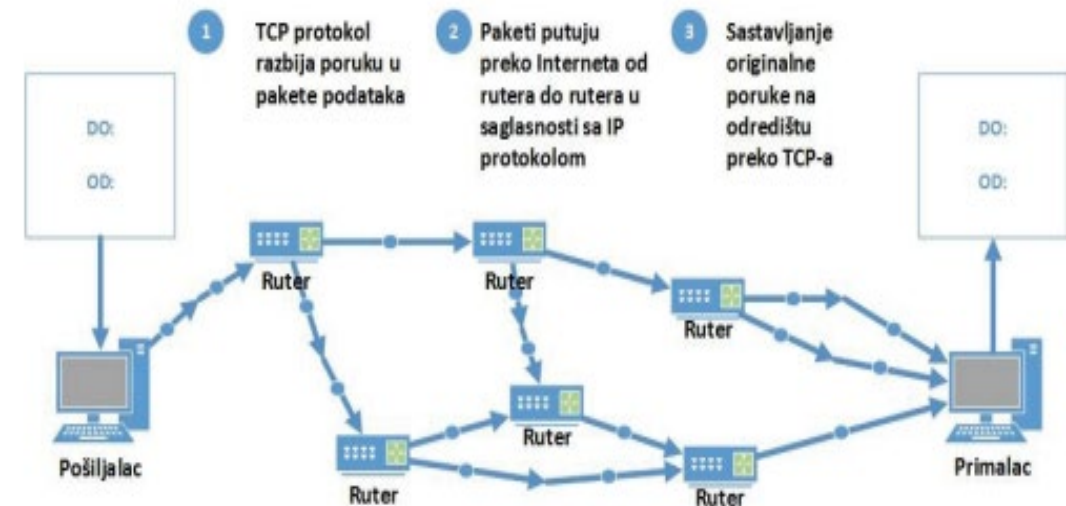
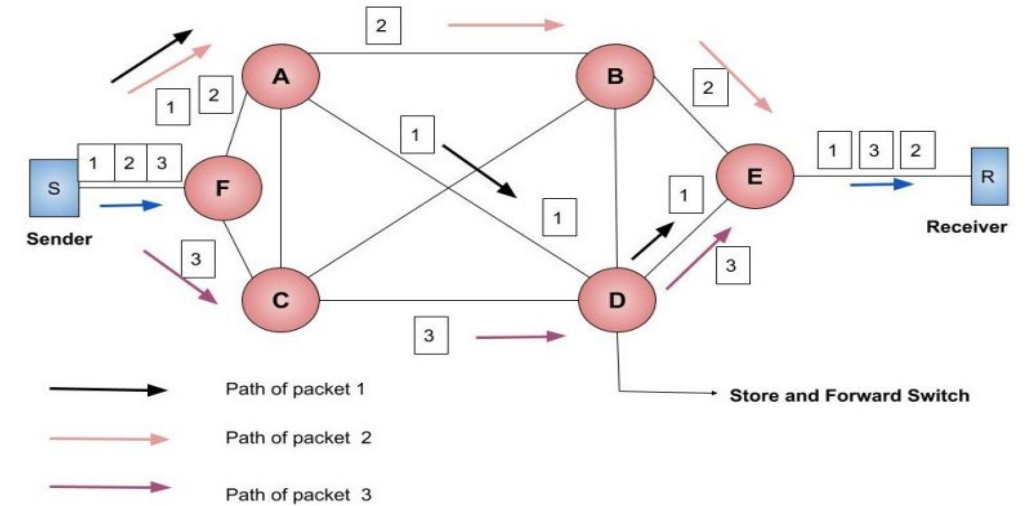
Poruka se segmentira u manje delove koji se zovu paketi

Svaki paket se sastoji od izvorišne i odredišne adrese

Obzirom da su paketi uvek iste dužine mogu da se čuvaju u glavnoj memoriji a ne na disku što utiče na smanjenje kašnjenja.

Prisutna je optimizacija u prenosu paketa između čvorova i paketi se uglavnom obrađuju po FIFO (First come, First served) modelu.

Ukoliko se javi preopterećenje u mreži paketi se odbacuju



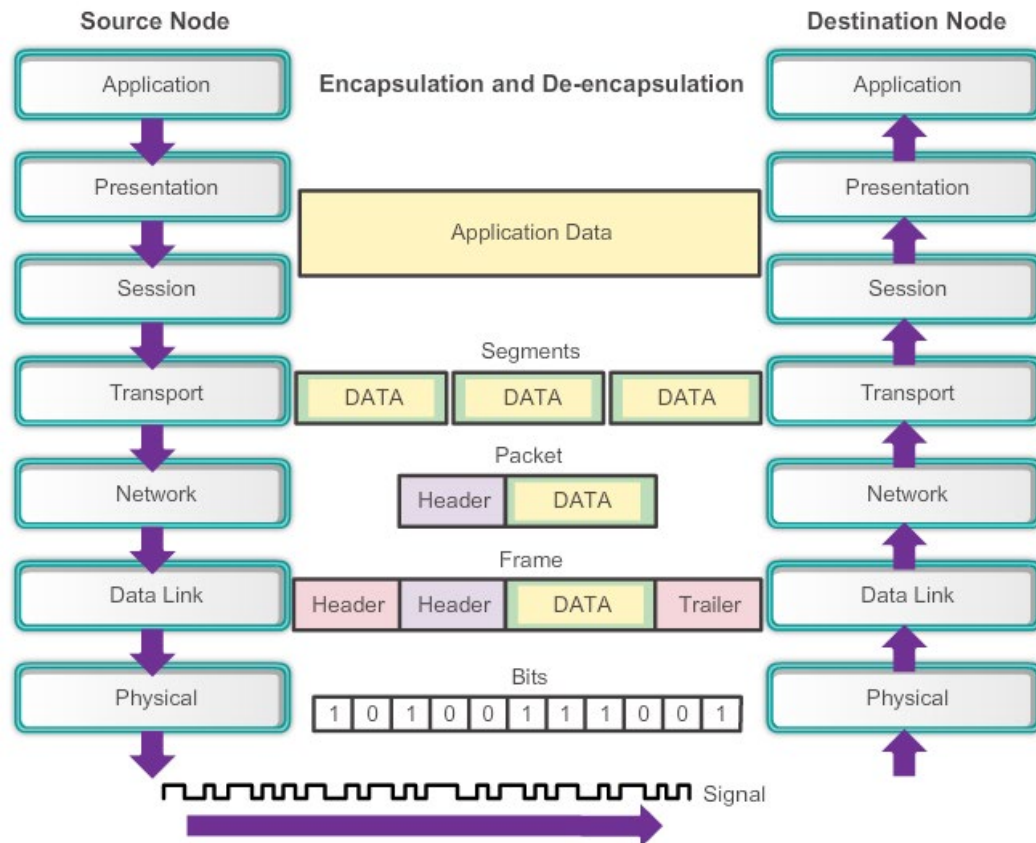
## KOMUTACIONE (SWITCHING) TEHNIKE

Tehnika	Prednosti	Nedostaci	Primer upotrebe
<b>Komutacija kola (Circuit Switching)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilna veza- Nema gubitaka paketa- Konstantna latencija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neefikasno korišćenje resursa- Veza zauzeta i kada nema prenosa- Sporo uspostavljanje veze</li> </ul>	Telefonske mreže (PSTN), stari ISDN sistemi
<b>Komutacija paketa – Datagram</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visoka efikasnost- Skalabilnost- Fleksibilno rutiranje- Otporno na kvarove</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promenljiva latencija- Mogući gubici paketa- Paketi mogu stići van redosleda</li> </ul>	Internet (IP), web saobraćaj
<b>Komutacija paketa – Virtual Circuit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bolja kontrola saobraćaja- Paketi stižu redom- Predvidiviji prenos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potrebno uspostavljanje veze- Manja fleksibilnost od datagrama</li> </ul>	MPLS, Frame Relay, ATM
<b>Komutacija poruka (Message Switching)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nema potrebe za stalnom vezom- Jednostavna implementacija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veliko kašnjenje (store &amp; forward)- Neefikasno za velike poruke- Zastarela tehnologija</li> </ul>	Telegrafski sistemi (istorijski)

# FIZIČKE KARAKTERISTIKE MREŽE

# FIZIČKI SLOJ

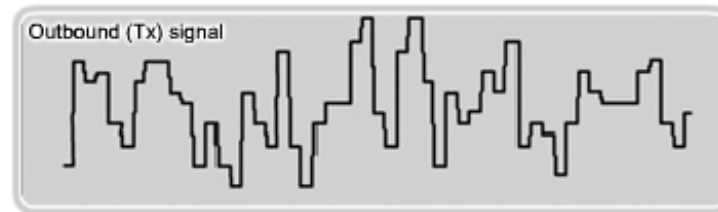
- Fizički sloj obezbedjuje fizički prenos bita tj. definiše mehaničke i električne karakteristike prenosnog medijuma i interfejsa između mrežnog uređaja i prenosnog medijuma
- Na fizičkom sloju se definišu naponski nivou, tip modulacije, tip kabla, ....



Medijum	Fizičke komponente
Bakarni kabl	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UTP</li> <li>• Coaxial</li> <li>• Konektori</li> <li>• NIC</li> <li>• Port</li> <li>• Interfejsi</li> </ul>
Optičko vlakno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednomodna</li> <li>• Multimodna</li> <li>• Konektori</li> <li>• NIC</li> <li>• Interfejsi</li> <li>• Laser i LED diode</li> <li>• Foto dioda</li> </ul>
Wireless medijum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Access Points</li> <li>• NIC</li> <li>• Antene</li> </ul>

# PRENOSNI MEDIJUMI

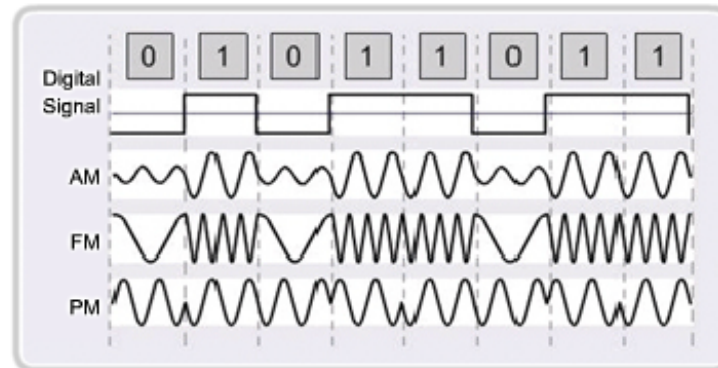
Fizički sloj ima zadatak da prilagodi prenos frejma koji je kreiran na data link sloju kroz odgovarajući prenosni medijum



Odmerak električnog signala koji se prosleđuje kroz bakarni medijum

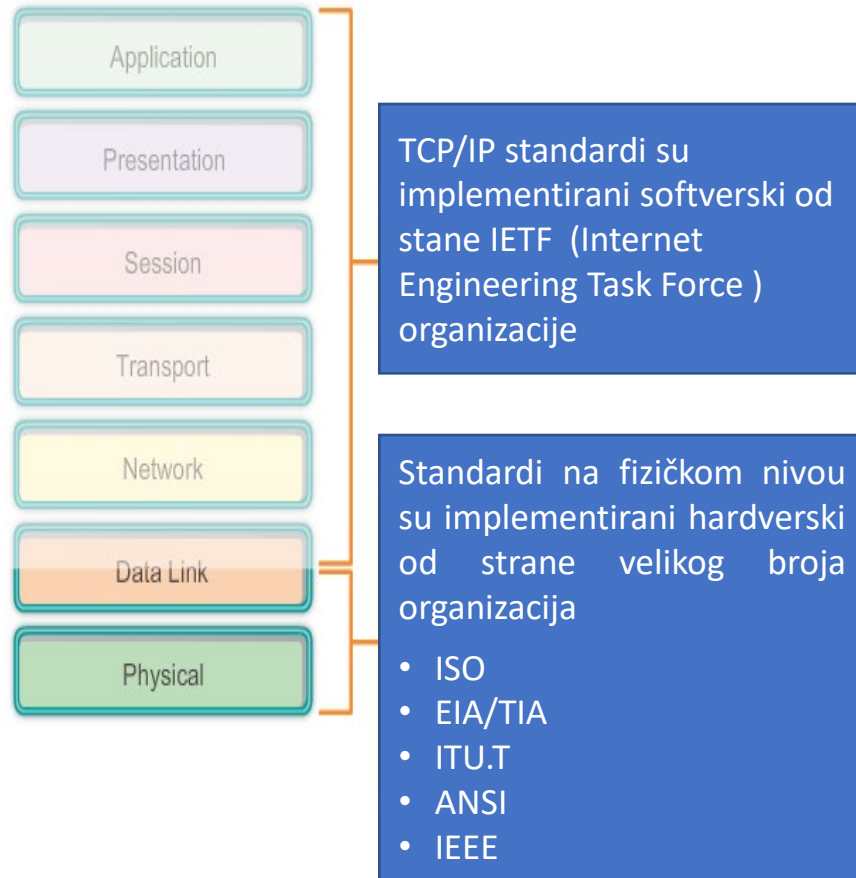


Prenos svetlosnog impulsa kroz optički medijum



Prenos radio talasa kroz bežični medijum

# STANDARDI NA FIZIČKOM SLOJU



Organizacije za Standardizaciju	Mrežni standardi
ISO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 8877: Officially adopted the RJ connectors (e.g., RJ-11, RJ-45)</li> <li>• ISO 11801: Network cabling standard similar to EIA/TIA 568.</li> </ul>
EIA/TIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TIA-568-C: Telecommunications cabling standards, used by nearly all voice, video and data networks.</li> <li>• TIA-569-B: Commercial Building Standards for Telecommunications Pathways and Spaces</li> <li>• TIA-598-C: Fiber optic color coding</li> <li>• TIA-942: Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers</li> </ul>
ANSI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 568-C: RJ-45 pinouts. Co-developed with EIA/TIA</li> </ul>
ITU-T	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.992: ADSL</li> </ul>
IEEE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.3: Ethernet</li> <li>• 802.11: Wireless LAN (WLAN) 802.15: Bluetooth</li> </ul>

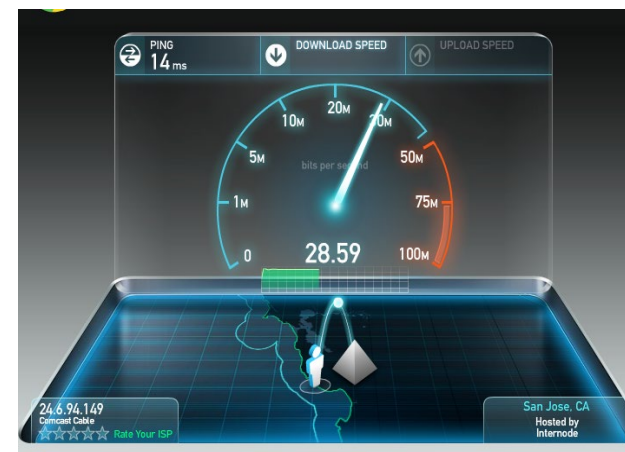
# FIZIČKI SLOJ PARAMETRI MREŽE

**Bandwidth** je kapacitet prenosnog medijuma tj. maksimalan broj bitova koji se može preneti kroz prenosni medijum u jednoj sekundi (Kbps, Mbps)

**Throughput** je realni protok tj. količina prenesenih bitova kroz prenosni medijum u određenom vremenskom intervalu. Obično se dobija kao kombinacija kašnjenja(latency) i propusnog opsega (bandwidth)

**Kašnjenje** (latency) je vreme koje je potrebno paketu da pređe putanju od izvora do destinacije i meri se u sekundama

Unit of Bandwidth	Abbreviation	Equivalence
Bits per second	bps	1 bps = fundamental unit of bandwidth
Kilobits per second	kbps	1 kbps = 1,000 bps = $10^3$ bps
Megabits per second	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = $10^6$ bps
Gigabits per second	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = $10^9$ bps
Terabits per second	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = $10^{12}$ bps



# LATENCIJA (KAŠNJENE)

Round Trip Time (RTT) je vreme potrebno da se paket ili signal prenese do odredišta i nazad

RTT vreme možemo saznati uz pomoć alata PING

RTT ne može biti manje od brzine propagacije signala kroz medijum (za bakar je  $\frac{2}{3}$  brzine svetlosti –  $3 * 10^8$  m/s dok za wireless je  $2 * 10^8$  m/s)

Latencija ili kašnjenje zavisi od različitih faktora

- propusnog opsega linka
- brzina prostiranja signala kroz medijum (propagacija)
- fizičkog rastojanja između izvora i odredišta
- broja čvorova (rutera) između izvora i odredišta
- zagušenja u LAN-u u kome se nalazi odredište
- od broja zahteva sa drugih uređaja koje prima odredište

konstatni parametri

varijabilni parametri

# LATENCIJA (KAŠNJENE)

```
C:\Users\Korisnik>ping 8.8.8.8

Pinging 8.8.8.8 with 32 bytes of data:
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=54ms TTL=47
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=54ms TTL=47
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=56ms TTL=47
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=54ms TTL=47

Ping statistics for 8.8.8.8:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milliseconds:
        Minimum = 54ms, Maximum = 56ms, Average = 54ms
```

```
C:\Users\Korisnik>tracert -d 8.8.8.8


Tracing route to 8.8.8.8 over a maximum of 30 hops
  0  1 ms    1 ms    1 ms    192.168.1.1
  1  6 ms    6 ms    5 ms    109.92.112.1
  2  8 ms    6 ms    6 ms    212.200.15.181
  3  13 ms   11 ms   11 ms   212.200.6.222
  4  18 ms   11 ms   11 ms   212.200.6.209
  5  11 ms   11 ms   12 ms   212.200.6.238
  6  17 ms   18 ms   18 ms   79.101.106.2
  7  18 ms   19 ms   20 ms   209.85.243.119
  8  36 ms   40 ms   33 ms   209.85.241.212
  9  50 ms   52 ms   51 ms   209.85.246.40
 10  78 ms   64 ms   71 ms   216.239.48.133
 11  55 ms   55 ms   55 ms   216.239.49.38
 12  *      *      *      Request timed out.
 13  54 ms   54 ms   54 ms   8.8.8.8
Trace complete.
```

ruteri kroz koje paket prolazi do odredišta

## General IP Information

IP: 8.8.8.8  
Decimal: 134744072  
Hostname: google-public-dns-a.google.com  
ISP: Google  
Organization: Google  
Services: None detected  
Type: [Corporate](#)  
Assignment: [Static IP](#)  
Blacklist: [Blacklist Check](#)

## Geolocation Information

Country: [United States](#)   
State/Region: California  
City: Mountain View  
Latitude: 37.386 (37° 23' 9.60" N)  
Longitude: -122.0838 (122° 5' 1.68" W)  
Area Code: 650

# LATENCIJA (KAŠNJENE)

```
C:\Users\Korisnik>ping elfak.ni.ac.rs

Pinging elfak.ni.ac.rs [160.99.32.201] with 32 bytes of data:
Reply from 160.99.32.201: bytes=32 time=14ms TTL=52
Reply from 160.99.32.201: bytes=32 time=14ms TTL=52
Reply from 160.99.32.201: bytes=32 time=14ms TTL=52
Reply from 160.99.32.201: bytes=32 time=14ms TTL=52

Ping statistics for 160.99.32.201:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milliseconds:
        Minimum = 14ms, Maximum = 14ms, Average = 14ms
```

```
C:\Users\Korisnik>tracert -d elfak.ni.ac.rs

Tracing route to elfak.ni.ac.rs [160.99.32.201]
over a maximum of 30 hops:

  0  4 ms    1 ms    1 ms    192.168.1.1
  1  5 ms    6 ms    6 ms    109.92.112.1
  2  5 ms    28 ms   6 ms    212.200.15.181
  3  11 ms   10 ms   10 ms   212.200.6.217
  4  9 ms    9 ms    10 ms   212.200.6.186
  5  10 ms   9 ms    9 ms    193.105.163.16
  6  10 ms   10 ms   10 ms   147.91.6.189
  7  10 ms   10 ms   10 ms   147.91.6.85
  8  14 ms   13 ms   13 ms   147.91.6.254
  9  *       *       *       Request timed out.
 10  *       *       *       Request timed out.
 11  *       *       17 ms   160.99.34.100
 12  *       *       *       Request timed out.
 13  15 ms   15 ms   14 ms   160.99.32.201

Trace complete.
```

160.99.32.201

## General IP Information

IP: 160.99.32.201

Decimal: 2690851017

Hostname: www.elfak.ni.ac.rs

ISP: Univerzitet u Nisu

Organization: University of Nis

Services: None detected

Type:

Assignment: [Static IP](#)

Blacklist:

## Geolocation Information

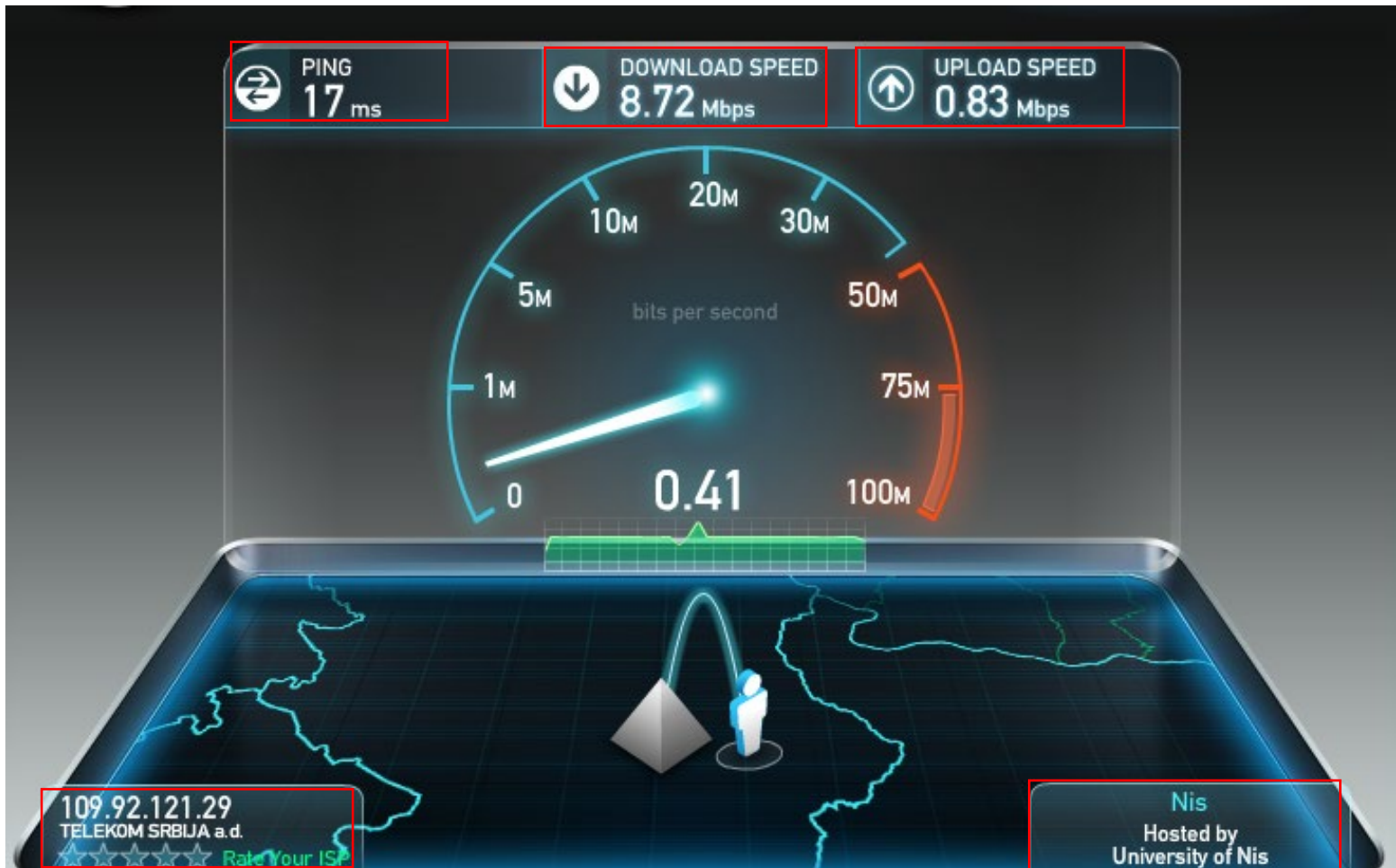
Country: Serbia 🇷🇸

City: Nis

Latitude: 43.3247 (43° 19' 28.92" N)

Longitude: 21.9033 (21° 54' 11.88" E)

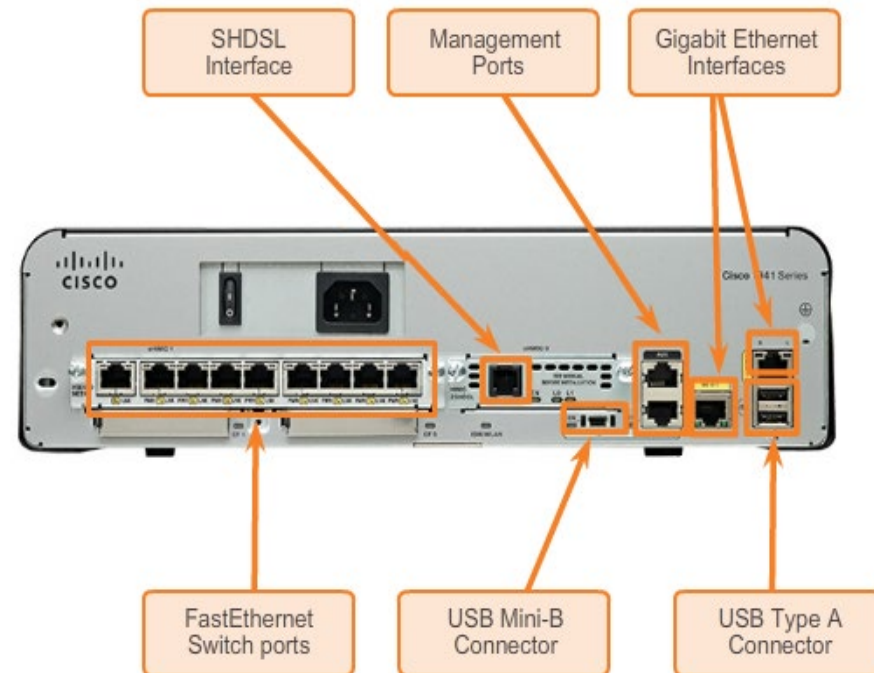
# SPEED TEST



# FIZIČKI SLOJ

## VRSTE PRENOSNIH MEDIJUMA

- Različite vrste interfejsa i portova su dostupni na ruteru
- Ruter je medija gateway
- Služi da poveže različite prenosne medijume



# FIZIČKI SLOJ

## PRENOSNI MEDIJUMI

Prenosni medijum(pasiva) je fizički put između predajnika i prijemnika.

Prenosni medijumi se dele na:

- a) žičane
- b) bežične

žičani prenosni medijumi



bežični prenosni medijum



# IZBOR PRENOSNOG MEDIJUMA

Prilikom izbora prenosnog medijuma ključne karakteristike su:

- a) cena
- b) brzina prenosa
- c) domet

**Cena** prenosnog medijuma direktno zavisi od količine informacija koje se mogu poslati u jedinici vremena (eng. bandwidth) i dometa.

**Domet** predstavlja maksimalno dozvoljeno rastojanje između dve tačke bez prisustva pojačavača (eng. repeater), meri se u metrima ili kilometrima

Faktori koji određuju bitsku brzinu i domet prenosnog medijuma su:

- a) opseg spektra
- b) slabljenje
- c) interferencija

# FIZIČKI SLOJ

## KARAKTERISTIKE BAKARNOG MEDIJUMA

**Slabljenje signala** – što signal duže putuje veće je slabljenje signala tj. dolazi do distorzije signala, osetljiv na interferenciju

**Preslušavanje (Crosstalk)**  
poremećaj uzrokovan električnim ili magnetnim poljem na signal od strane susedne parice

