

lina

**Predmet: Internet mreže - akademske studije**

**<https://canvas.ftn.uns.ac.rs/>**

**Autori materijala:**

**mr Milan Kerac, mr Ivan Nejgebauer, Zoran Vojnović**

**Režija, produkcija i glavne uloge poverene su kreativno-stručnom timu:**

**mr Milan Kerac, dr Željko Vuković,  
Milica Matijević, Jelena Popov, Lazar Nikolić i Balša  
Šarenac**

**Kanal za komunikaciju: [kursmreze@uns.ac.rs](mailto:kursmreze@uns.ac.rs), odgovara se  
samo na potpisane poruke poslate sa naloga @uns.ac.rs  
(potpis mora da sadrži ime, prezime i broj indeksa)**

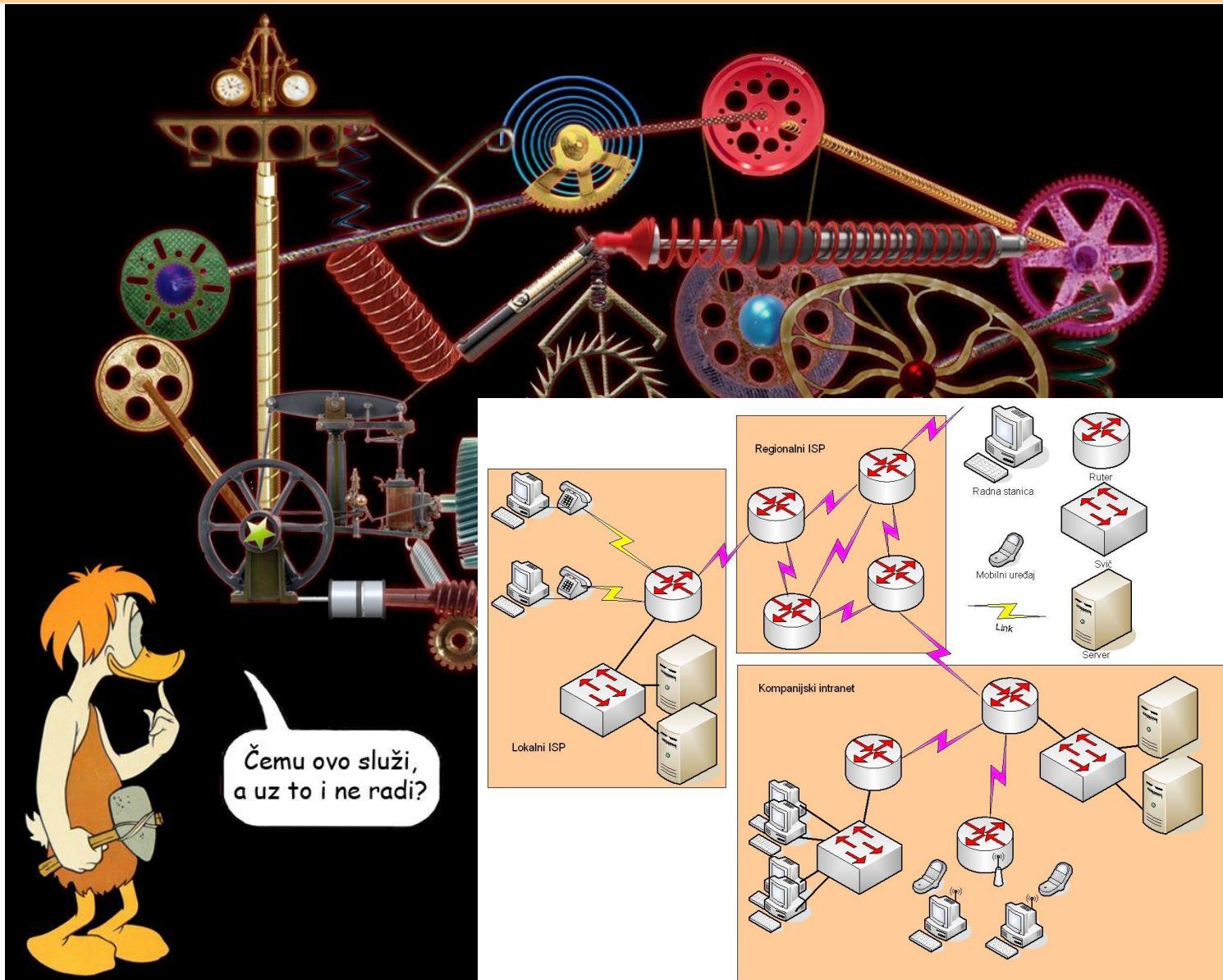
**Letnji semestar 2021**

## Predmet: Internet mreže - akademske studije

Оцена знања (максимални број поена 100)				
Предиспитне обавезе	Обавезна	Поена	Завршни испит	Поена
Одбрањене лабораторијске вежбе	Да	20.00	Теоријски део испита	30.00
Домаћи задатак	Да	20.00		
Колоквијум	Да	22.00		
Присуство на лабораторијским вежбама	Да	5.00		
Присуство на предавањима	Да	3.00		

- Odbranjene laboratorijske vežbe = Podešavanje mrežne opreme u laboratoriji. Odbrana vežbi održava se tokom završnih termina vežbi u semestru. **20 poena**
- Domaći zadatak = Dva zadatka ( **$10 + 10 = 20$** ),
- Kolokvijum = Test iz oblasti Struktuiranog kabliranja **22 poena**
- Ispit - Obavezno je izaći na ispit, bez obzira koliko se bodova osvoji tokom semestra

# Opšte Mreža – Čemu ovo služi, a uz to i ne radi!



- Upotreba ~~od strane poslovnih korisnika za poslovne potrebe.~~
- Upotreba ~~od strane kućnih korisnika za privatne potrebe.~~
- Upotreba ~~od strane mobilnih korisnika za poslovne i privatne potrebe putem mobilne tehnologije.~~
- Da li postoji razlika između ovih grupa korisnika?
- Društveni uticaj.

- Za poslovne potrebe:
  - Deljeni resursi;
    - Štampači, masovne memorije, rezervne kopije podataka ...
  - Razmena informacija;
    - Aplikativni model: klijent-server model. Pristup bazama podataka, razmena fajlova (ftp), www ...
  - Komunikacioni kanal u komunikaciji čovek-čovek
    - e-mail, IP telefonija, VoIP, video konferencije, alati za kolaboraciju
  - e-commerce

Tag	Full name	Example
B2C	Business-to-consumer	Ordering books online
B2B	Business-to-business	Car manufacturer ordering tires from supplier
G2C	Government-to-consumer	Government distributing tax forms electronically
C2C	Consumer-to-consumer	Auctioning second-hand products online

- Automatika i upravljanje
  - Pametne zgrade, upravljanje proizvodnim procesima, ...
  - IoT
- Kritičan infrastrukturni resurs za poslovne subjekte (tolerancija na prekid funkcionalnosti opada sa nekoliko sati, na nekoliko minuta pa do nekoliko sekundi).

- **Za privatne potrebe:**
  - Pristup udaljenim informacijama;
    - www, peer-to-peer, ftp, ...
  - **Komunikacioni kanal u komunikaciji čovek-čovek**
    - e-mail, IP telefonija, VoIP, video konferencije (skype), chat, Twitter ...
  - **Preklapanjem pristupa udaljenim informacijama i upotrebe za komunikaciju čovek-čovek razvijaju se Socijalne mreže**
    - Facebook, MySpace, ...
  - **e-commerce**
  - **Distribucija multimedijalnih sadržaja**
    - IPTV, digitalni radio, ...
  - **Automatika i upravljanje**
    - Pametni kućni aparati, pametne kuće
  - **IoT**
- **Kritičan kućni resurs (tolerancija na prekid funkcionalnosti opada sa nekoliko sati, na nekoliko minuta pa do nekoliko sekundi).**

- **Upotreba mobilnih tehnologija:**

- Tržište prenosnih računara (mobilnih uređaja) je danas jedno od tržišta sa najvećim rastom.
- Pokrivenost terena tehnologijama koje omogućavaju bežični pristup Internet servisima je sve veća i gotovo je nezamisliva urbana sredina koja nije pokrivena, a brzo raste i procenat pokrivenosti ruralnih sredina.
- Razvoj 3G, 4G mreža, rasprostranjenost WiFi 802.11 (*Wireless Local Area Networks*), masovna proizvodnja "jeftinih" *smart* telefona sa ugrađenim GPS prijemnicima omogućavaju mobilnim korisnicima, pored upotreba servisa za poslovne i kućne korisnike, nove servise.
- m-commerce
  - plaćanje putem SMS-a, upotreba NFC (Near Field Communication) omogućava upotrebu mobilnog uređaja kao RFID kartice, ...
- Senzorske mreže, IoT;
  - akvizicija podataka i njihovo prosledjivanje u centre za obradu i dalju distribuciju (GPS mreža permanentnih stanica u RTK režimu rada, prikupljanje podataka o zagađenju u gradovima putem senzora na gradskim autobusima, prosleđivanje medicinskih parametara očitanih sa ručnog sata koji putem bežične mreže šalje podatke...)

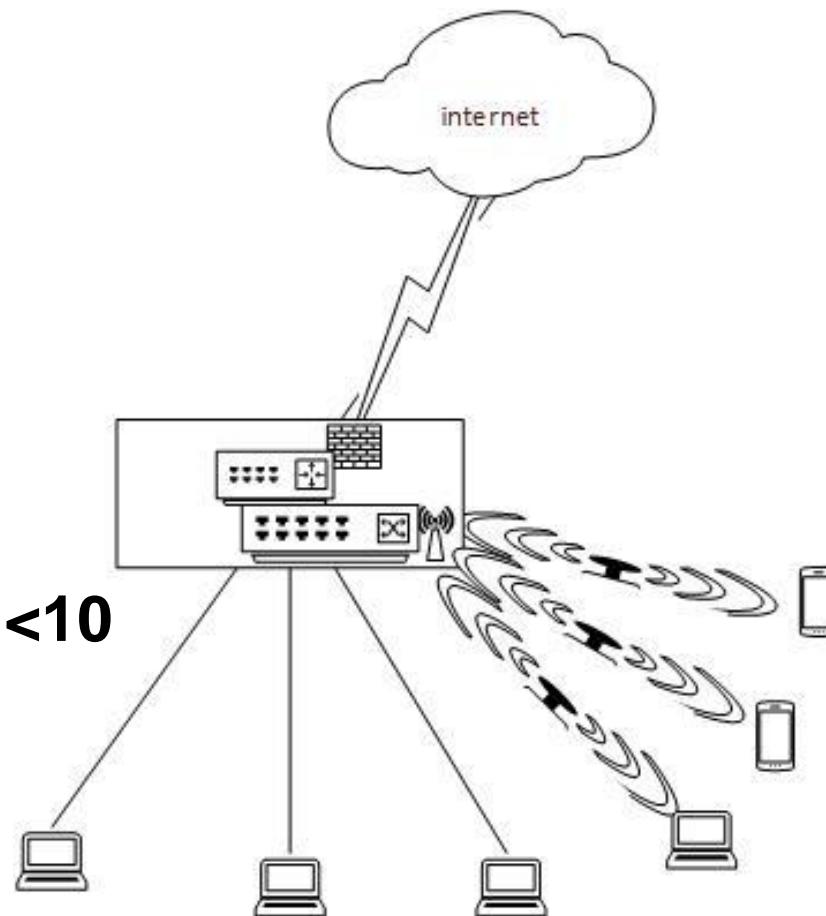
# Opšte Mreža – Čemu ovo služi, a uz to i ne radi!

- **Društveni uticaj:**
  - Prednosti
  - Mane

- **Topologija – Ja to kod kuće radim bez problema.**
- **Sve je automatizovano, ne moram ništa da konfigurišem!**
- **Sve IP adrese na svetu su:**
  - **192.168.0.1 – 192.168.0.10 ili**
  - **192.168.1.1 – 192.168.1.10 ili**
  - **127.0.0.1 localhost**
- **Internet = 80 i 443 ne koriste se drugi portovi**

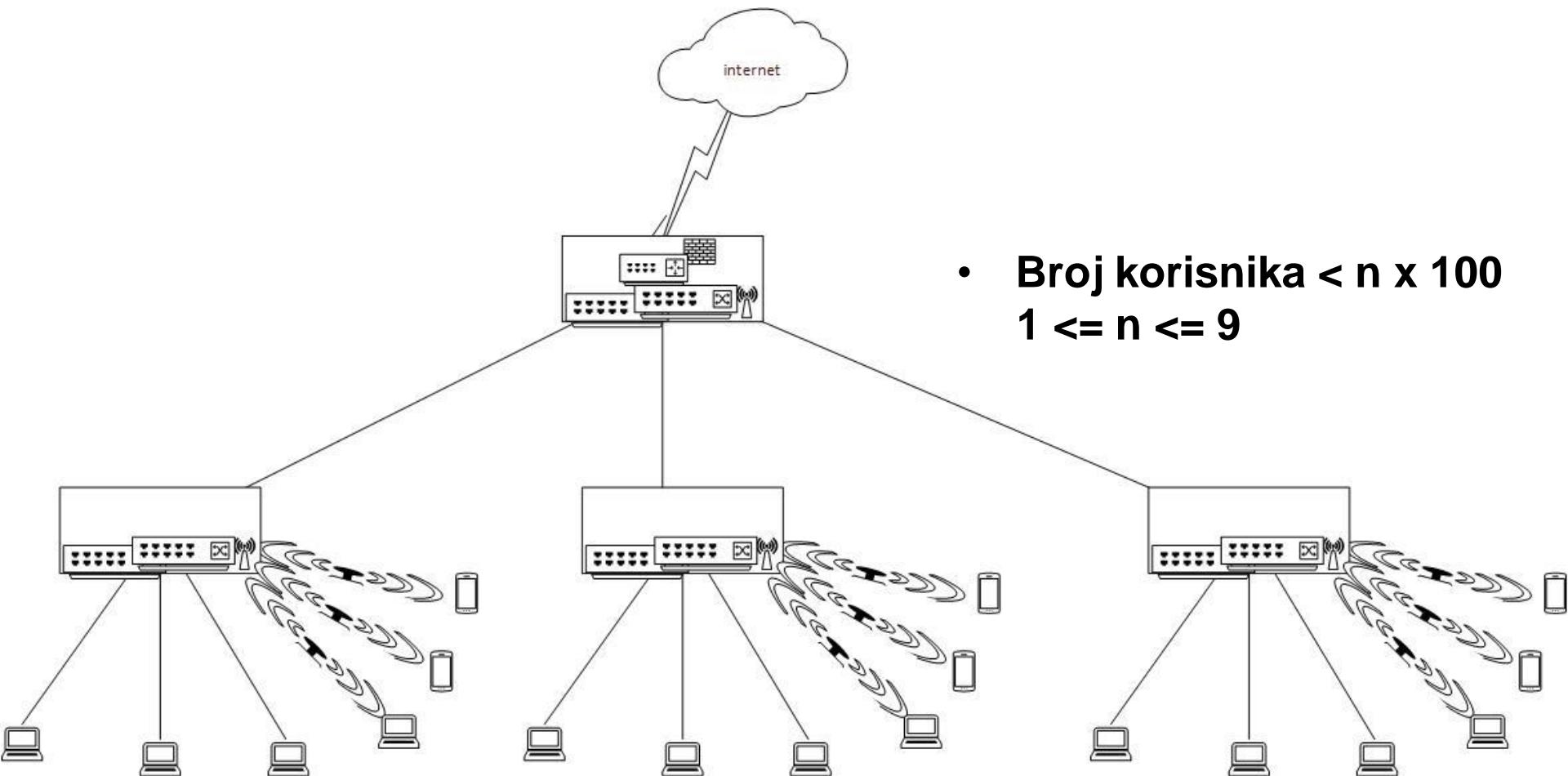
<http://localhost> ili <https://localhost>

- **Topologija**
  - Kućna arhitektura:

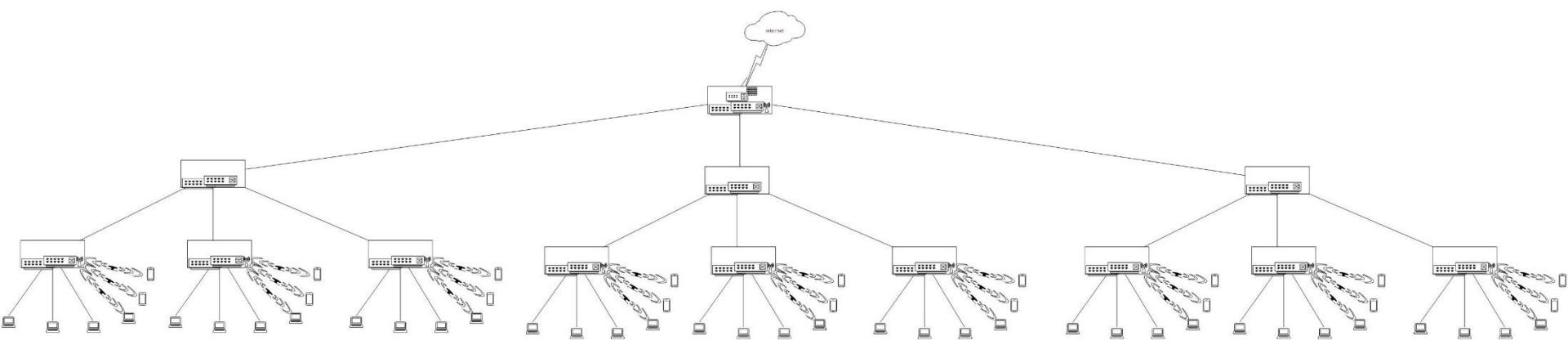


- **Broj korisnika <10**

- **Topologija**
  - IT infrastruktura objekta:



- **Topologija**
  - IT infrastruktura kampusa:



- **Broj korisnika < n x 1000**  
 $1 \leq n \leq 100$

# Opšte Komunikacioni sistemi [1]

- Razmena podataka između aplikacija.
- Aplikacije - - računar - - komunikacioni sistem.
- Složen sistem - veliki broj problema.
- Pojedinačni problem rešavamo odabirom adekvatne aktivnosti i njenim izvršenjem.
- Zadatak konvencija je obezbeđenje visokog nivoa koordinacije između svih elemenata kom. sistema koji izvršavaju aktivnosti.
- Konvencije = protokoli

# Opšte Komunikacioni sistemi [2]

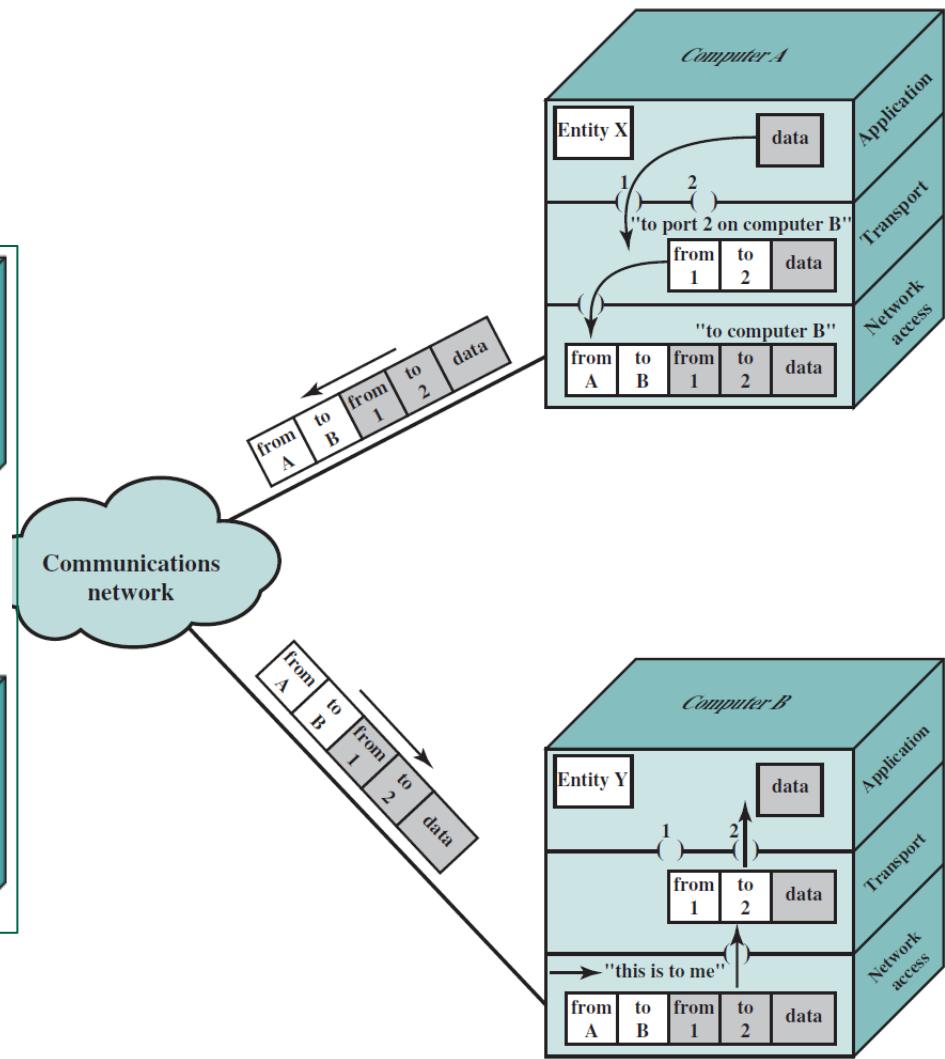
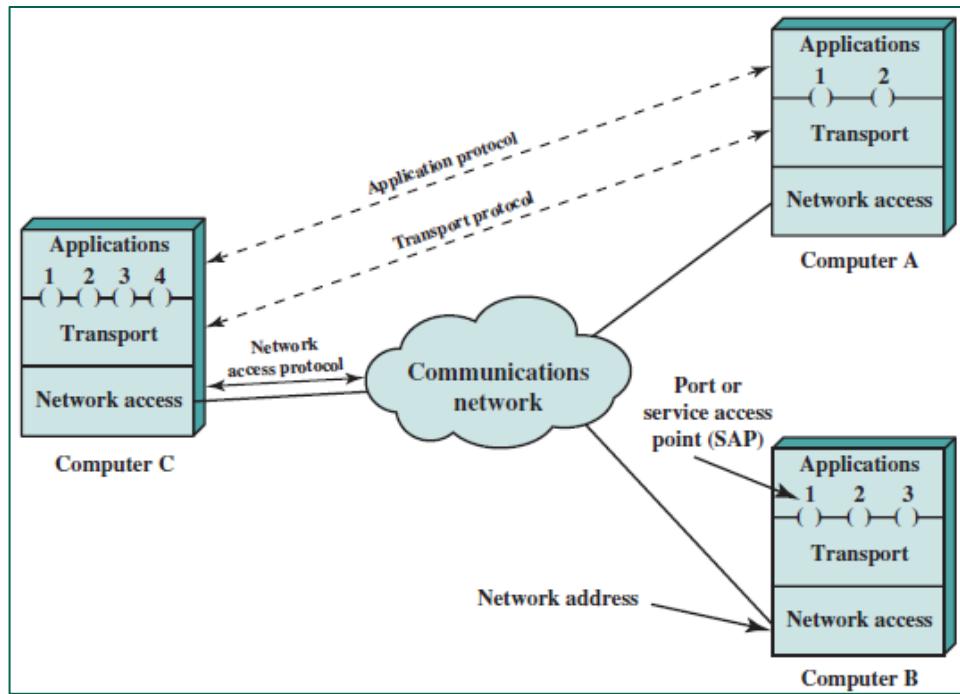
Osnovni elementi protokola su[2]:

- Sintaksa. Definicija formata podataka, kontrolnih podataka i nivoa fizičkih veličina;
  - Semantika. Definicija značenja podataka, kontrolnih podataka i nivoa fizičkih veličina;
  - Vremensko usklađivanje. Definisanje vremena početka signalizacije, isčitavanja signala i trajanja signala.
- 
- **Nije moguće definisati jedan protokol koji rešava sve probleme!**
  - Vrši se grupisanje srodnih problema i definiše/u se protokol/protokoli čijom implementacijom se oni rešavaju.
  - Uspešna razmena podataka se ostvaruje implementacijom skupa protokola.
  - **Skup protokola = familija protokola = protokol stek**

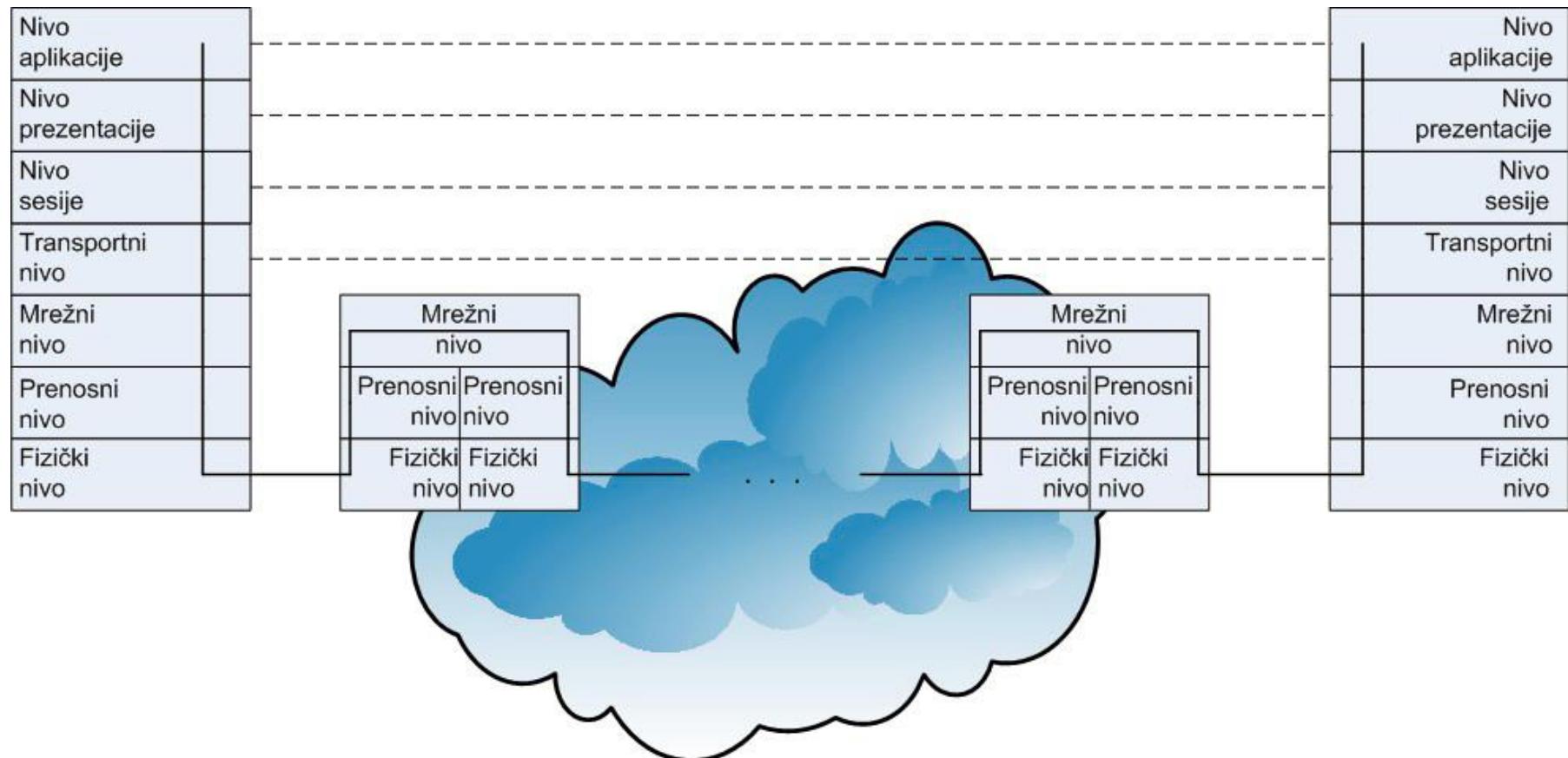
# Opšte Komunikacioni sistemi [5]



# Opšte Komunikacioni sistemi [3]

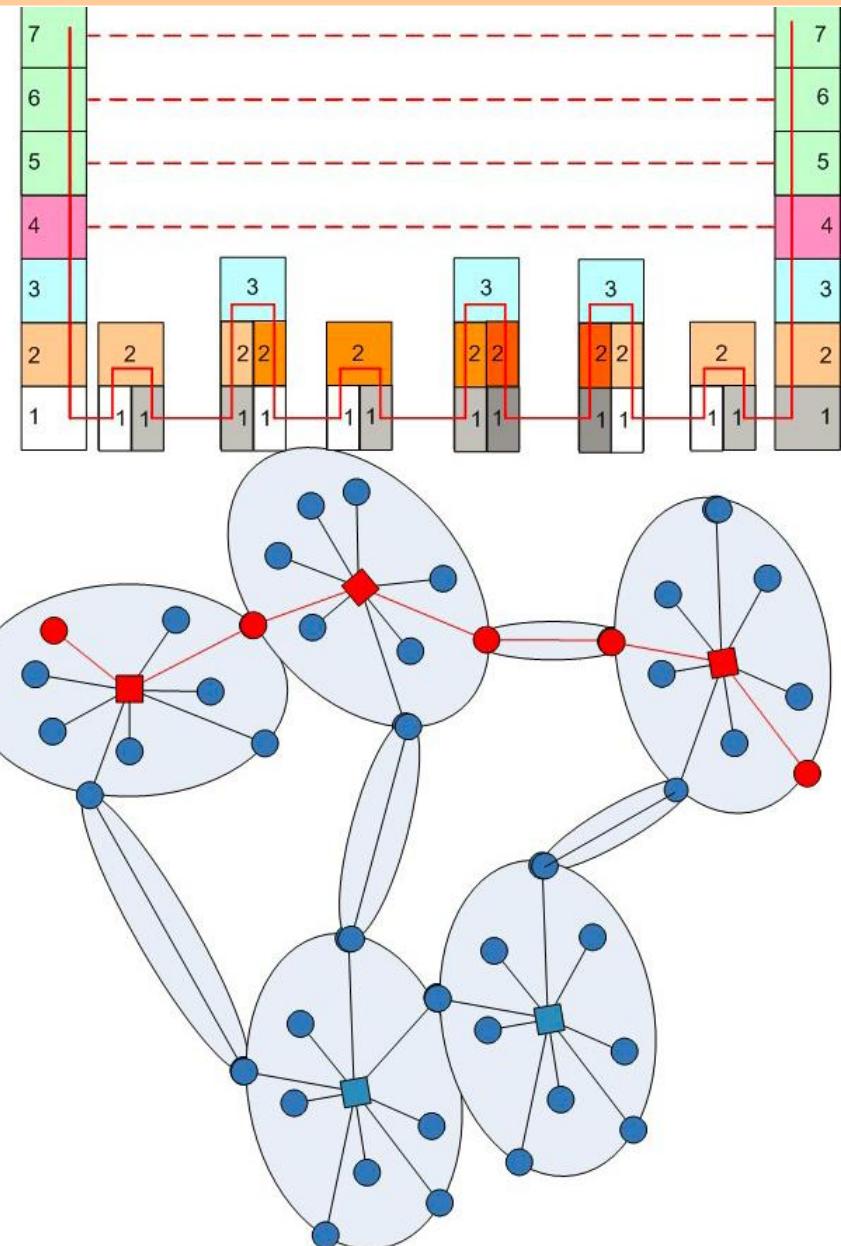


# Opšte Komunikacioni sistemi [6]

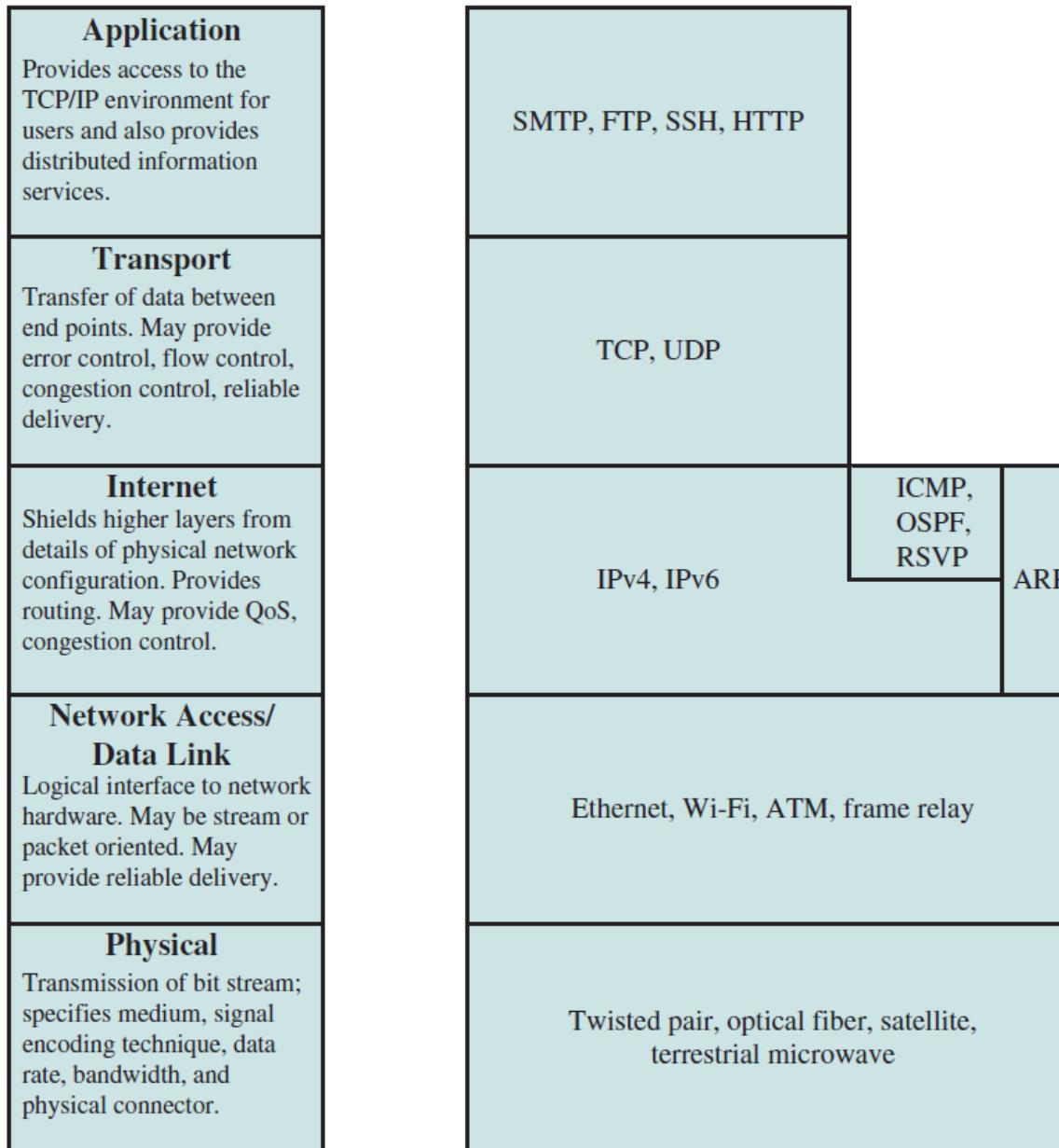


# Opšte Komunikacioni sistemi [7]

- Aplikacije se izvršavaju na tačkama.
- Tačke se direktno povezuju u skupove/mreže.
- Mreže se povezuju u komunikacioni sistem!
- Modelovanje komunikacionih sistema vrši se definisanjem protokola koji se implementiraju na:
  - transportnom,
  - mrežnom,
  - prenosnom i
  - fizičkom nivou



# Opšte Komunikacioni sistemi [8]



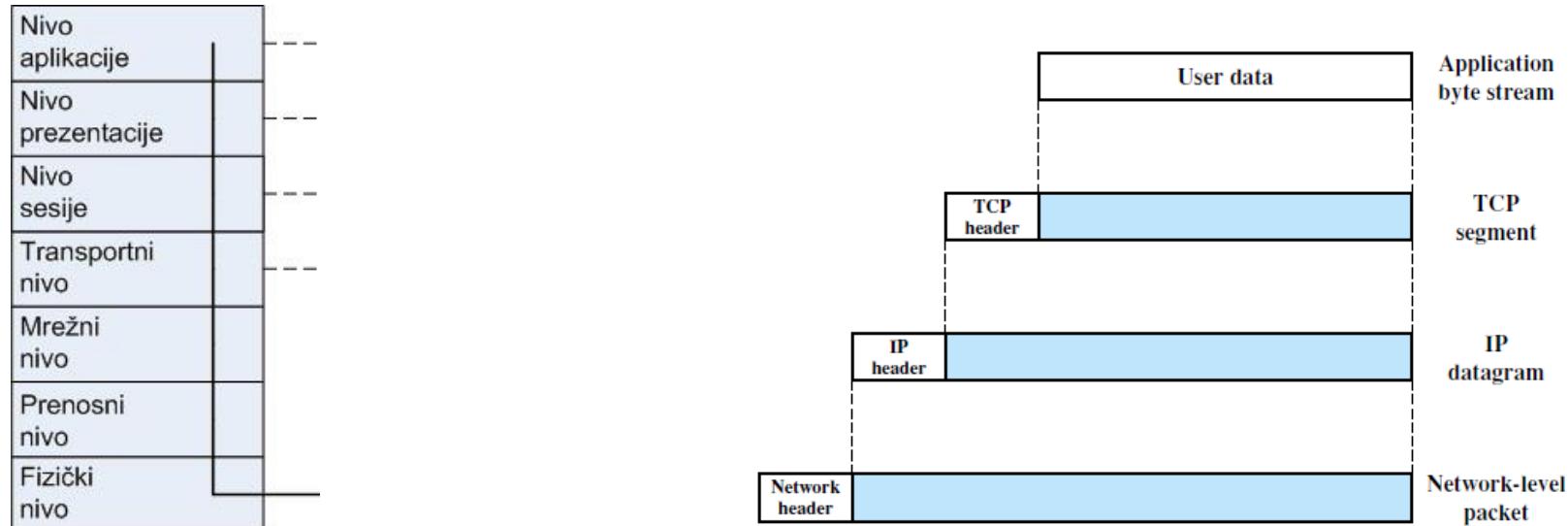
# Opšte Komunikacioni sistemi [9]

**Transportni nivo** je grupa problema koja se odnosi na:

- razmenu osnovnih jedinica prenosa (segmenata) između krajnjih tačaka koje se povezuju komunikacionim sistemom
- uspostavu, održavanje i raskidanje logičke veze između krajnjih tačaka.

Problemi vezani za ovaj nivo su:

- adresiranje aplikacija,
- multipleksiranje logičkih veza,
- segmentacija niza bita koji predstavlja aplikativne podatke,
- kontrola toka podataka i eventualna garancija isporuke na nivou krajnjih tačaka,
- detekcija i korekcija grešaka na nivou krajnjih tačaka i
- rekonstrukcija niza bita kao aplikativnih podataka na prijemnoj strani [2].



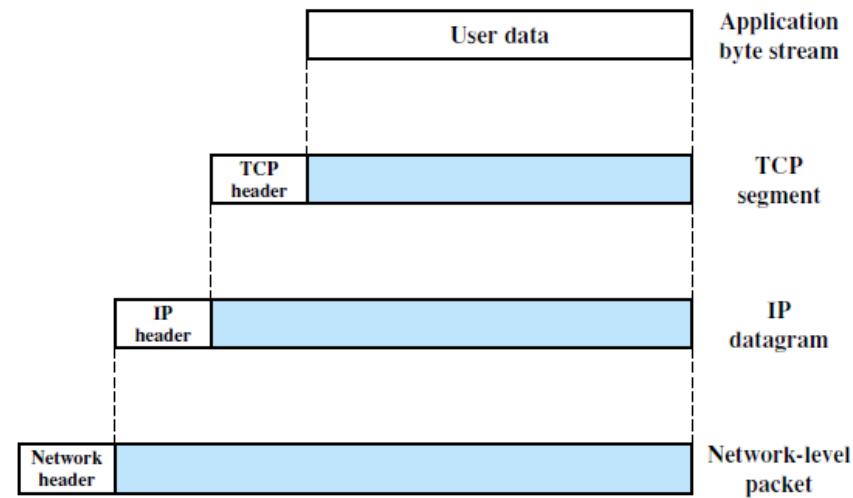
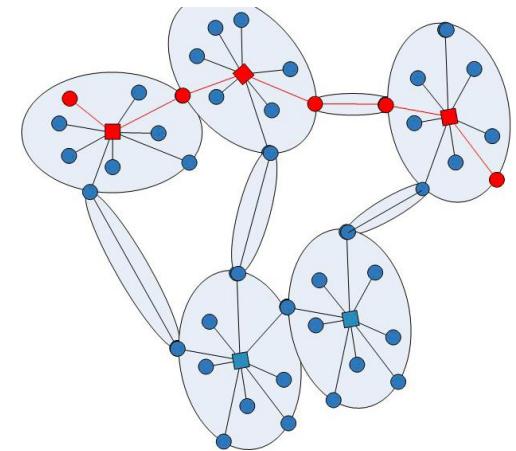
# Opšte Komunikacioni sistemi [9]

**Mrežni nivo** je grupa problema koja se odnosi na:

- razmenu osnovnih jedinica prenosa (paketa) putem više povezanih skupova tačaka

Problemi vezani za ovaj nivo su:

- adresiranje skupova tačaka,
- adresiranje pojedinačne tačke unutar skupa i
- određivanje putanje prenosa paketa (rutiranje) [2].



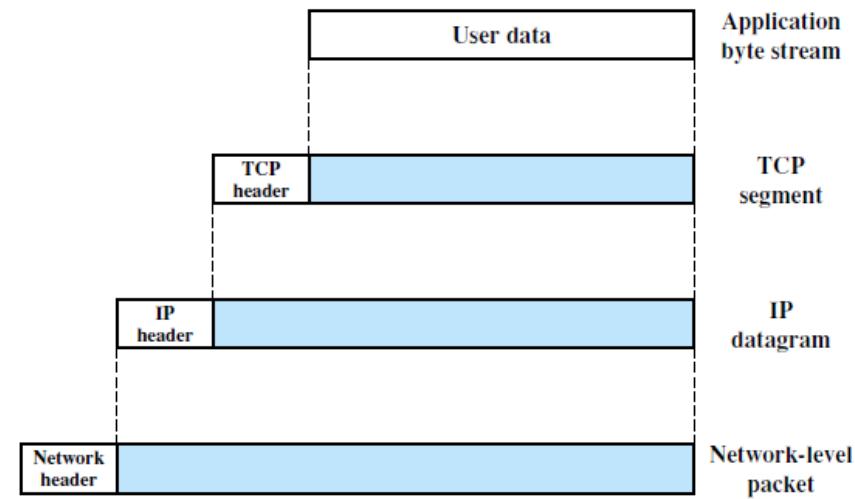
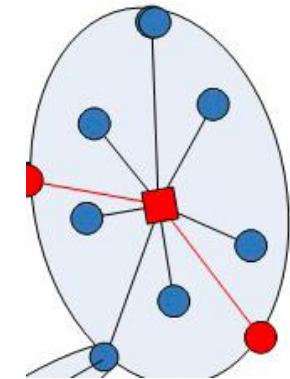
# Opšte Komunikacioni sistemi [9]

Prenosni nivo je grupa problema koja se odnosi na:

- razmenu osnovnih jedinica prenosa (frejmova) unutar jednog skupa tačaka

Problemi vezani za ovaj nivo su:

- pristup deljenom medijumu,
- adresiranje tačaka,
- kontrola prenosa frejmova i
- detekciju sa eventualnom korekcijom grešaka [2].



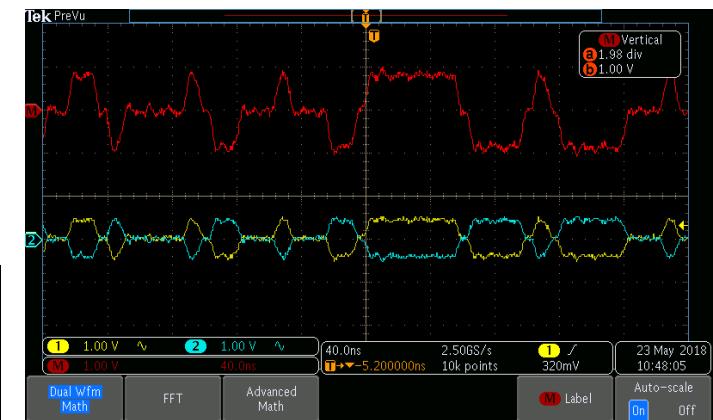
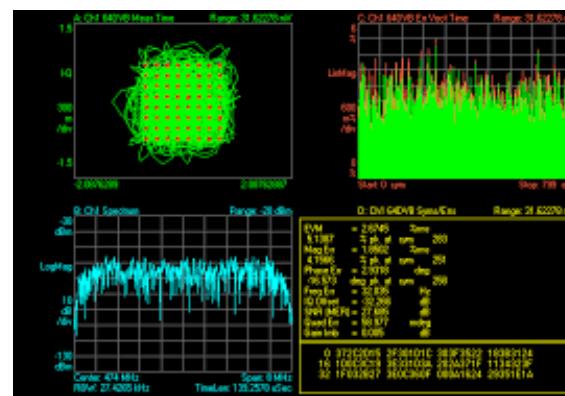
# Opšte Komunikacioni sistemi [9]

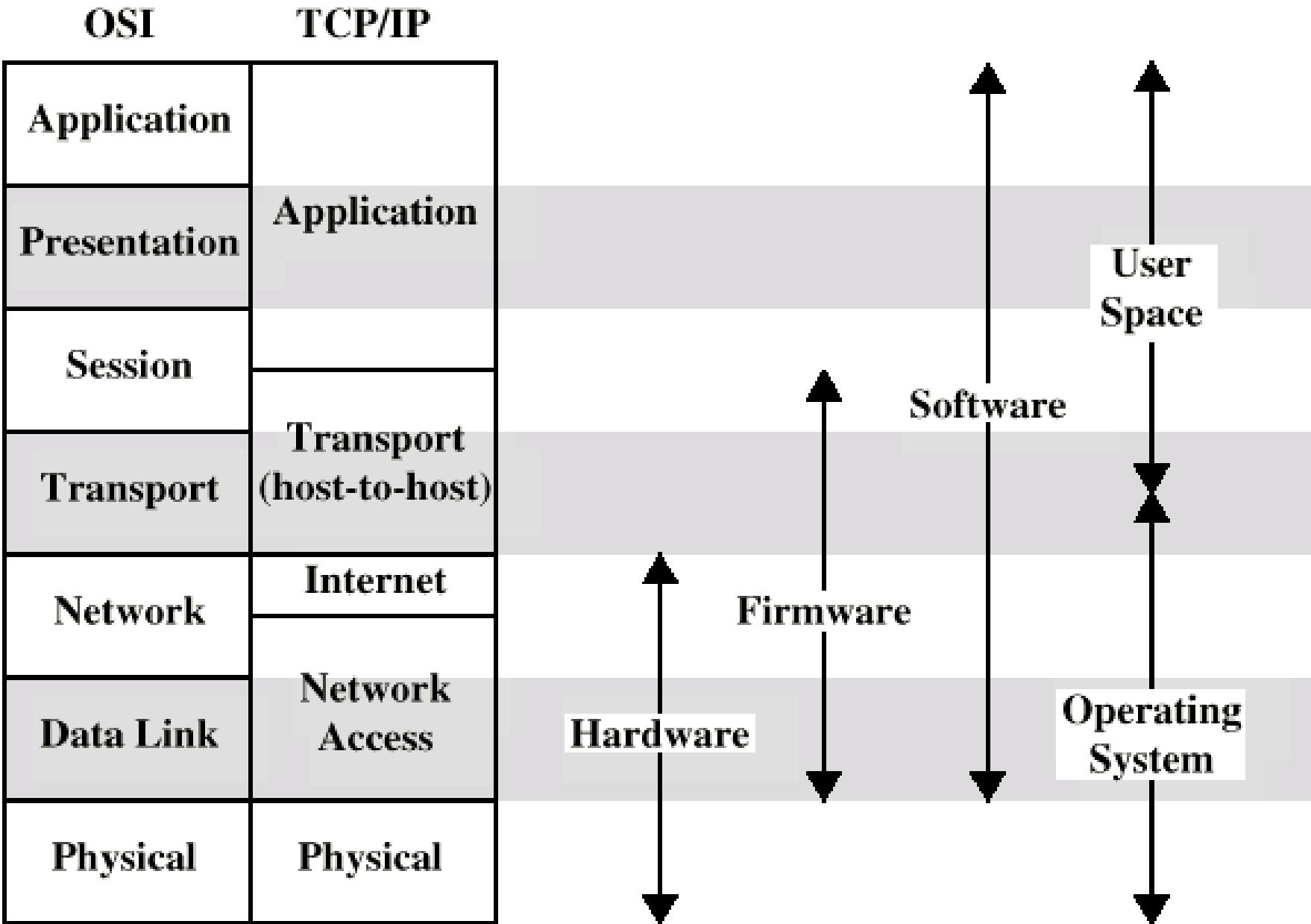
**Fizički nivo** je grupa problema koja se odnosi na:

- fizičke karakteristike signala i prenosnih medijuma

Problemi vezani za ovaj nivo su:

- generisanje signala koji je reprezent niza bita (koji predstavljaju frejm),
- prenos signala putem medijuma,
- prijem signala i generisanje niza bita na prijemnoj strani [2].





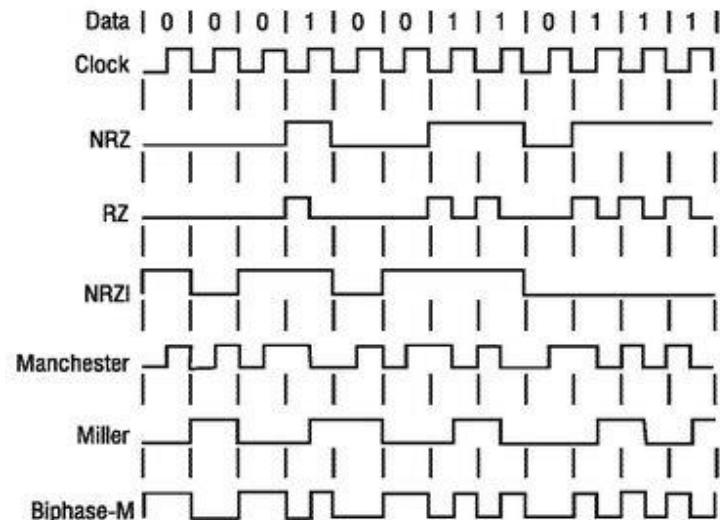
- U nedostatku standarda:
  - brzo se umnožava broj potrebnih implementacija za svaku vrstu komunikacije
  - korisnik se mora vezati za jednog proizvođača bez obzira na to što bi mu za neke potrebe više odgovarao drugi
  - promena proizvođača je skopčana sa velikim troškovima
- Standardi omogućavaju:
  - nezavisnost od jednog proizvođača
  - garanciju karakteristika

- Organizacije za standardizaciju
  - *Internet Society* – RFC, standardi vezani za Internet protokole – besplatni  
<http://www.ietf.org/rfc.html>
  - ISO/IEC – razne vrste standarda, između ostalog i oni vezani za komunikacije – plaćaju se  
<http://www.iso.org>
  - ITU-T (ranije CCITT) – telekomunikacioni standardi – plaćaju se  
<http://www.itu.int>
  - IEEE (serija 802) – standardi za lokalne računarske mreže – besplatni  
<http://standards.ieee.org>

## Kodiranje –

### Digitalni podaci --> digitalni signal

- Želimo da obezbedimo kvalitetan prenos
- Kodiranje jedna od mogućnosti
- Oblik signala je potrebno prilagoditi fizičkim karakteristikama prenosnog sistema
- NRZ
- NRZI
- Manchester
- ...



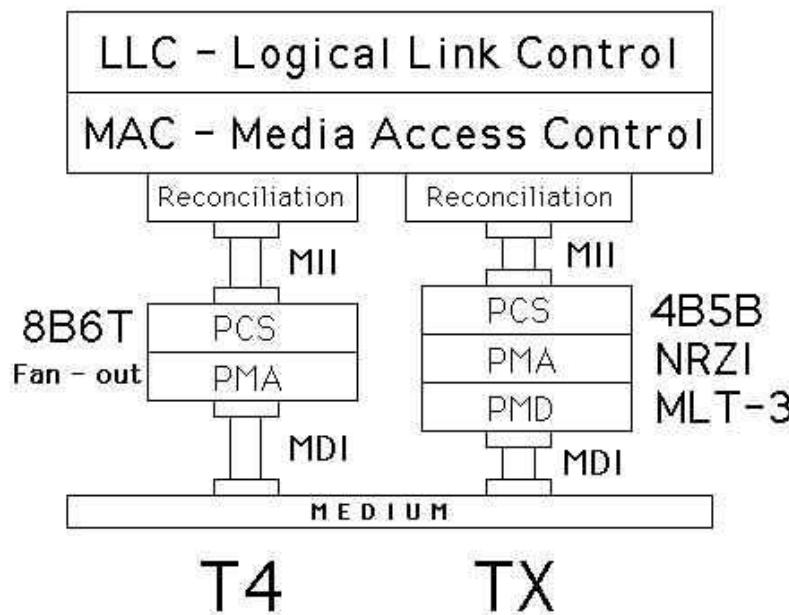
# Nivo 1 - 2

## Kodiranje –

### Digitalni podaci --> digitalni signal

- 100Base-TX

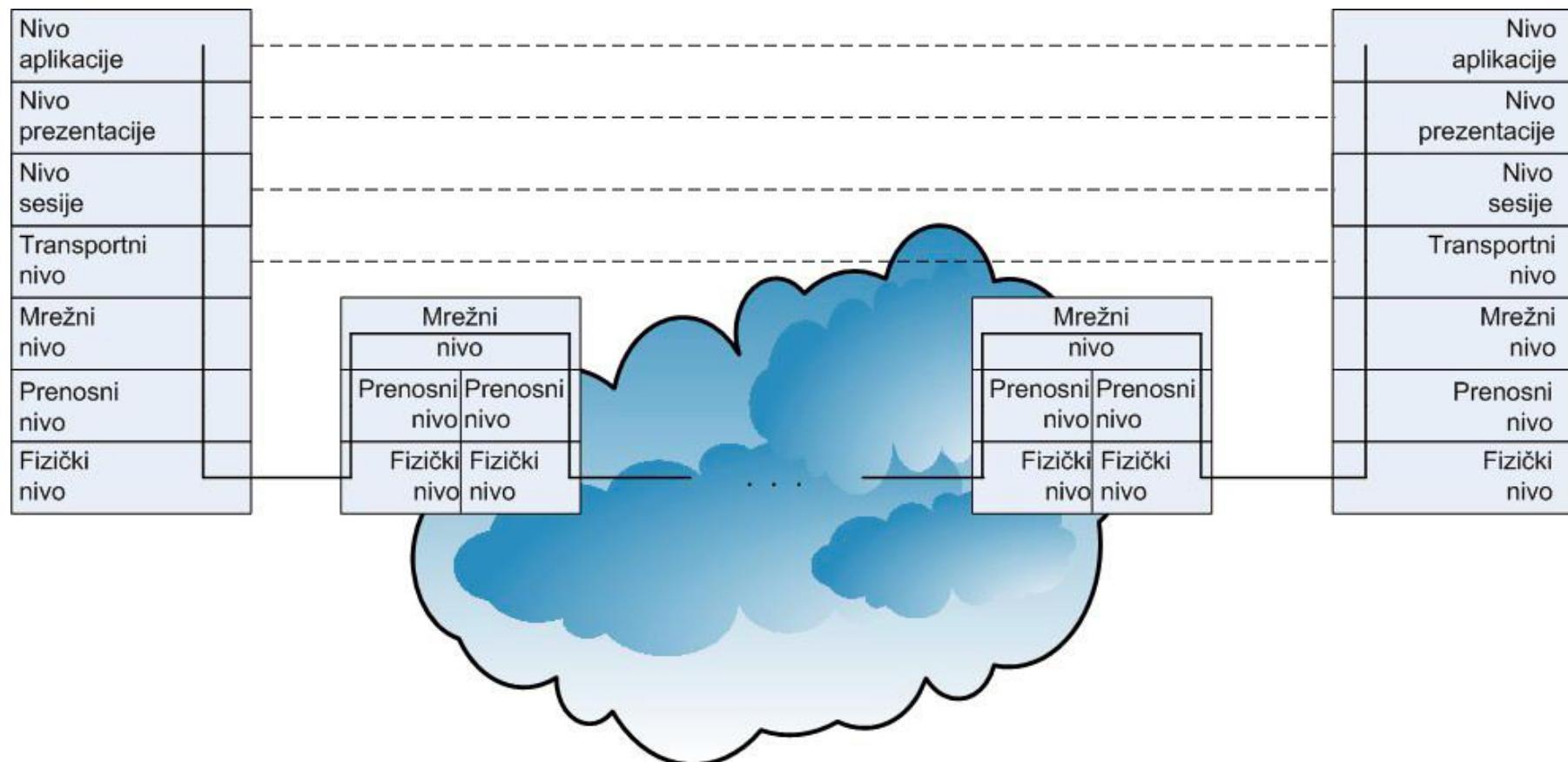
#### 802.3 Layer Model



4B5B Encoding Table

Data (Hex)	Data (Binary)	4B5B Code
0	0000	11110
1	0001	01001
2	0010	10100
...	....	.....
D	1101	11011
E	1110	11100
F	1111	11101

# Opšte Komunikacioni sistemi [6]



Opisuje razmenu podataka između uređaja koji dele isti prenosni medijum.

Daje rešenje sledećih problema:

- pristup prenosnom medijumu –  
**MAC (*Medium Access Control*)**
- adresiranje uređaja povezanih na prenosni medijum –  
**LLC (*Logical Link Control*)**
- kontrola protoka – LLC
- detekcija i korekcija grešaka - LLC

## Grubo gledano

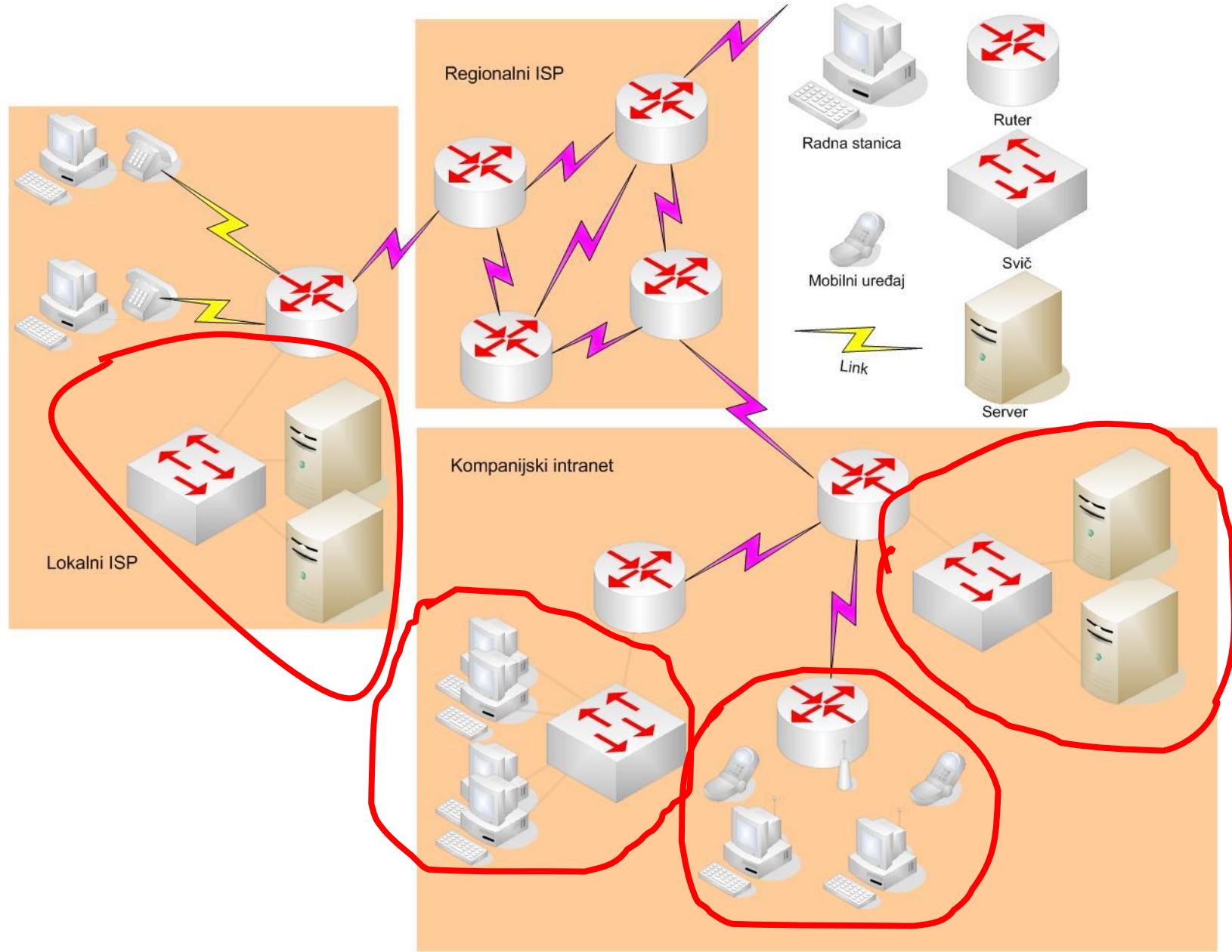
LAN – Deljeni medijum - Ethernet, Token Ring

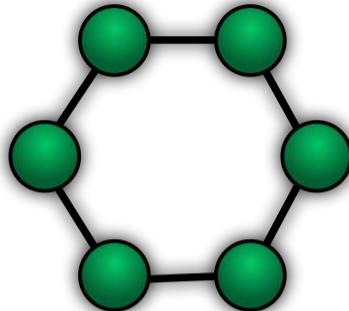
WAN – Tačka-tačka veze – PPP i SLIP

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

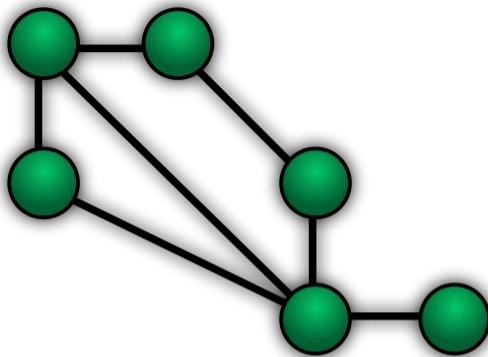
# Nivo 2

## Deljeni medijum - Ethernet, Token Ring

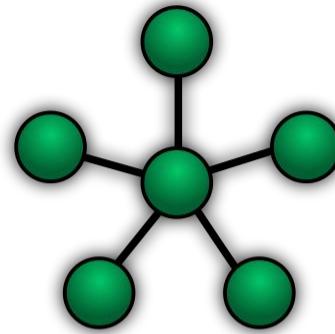




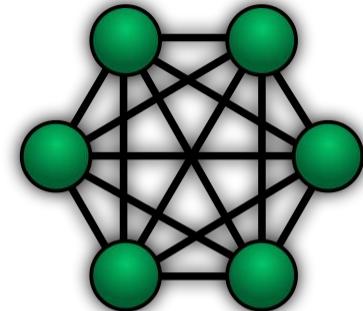
**Ring**



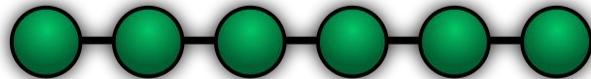
**Mesh**



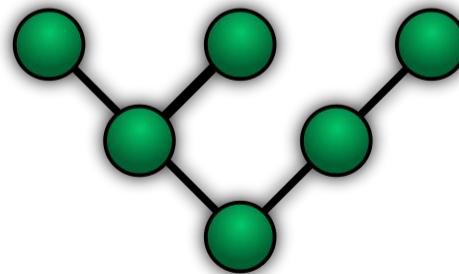
**Star**



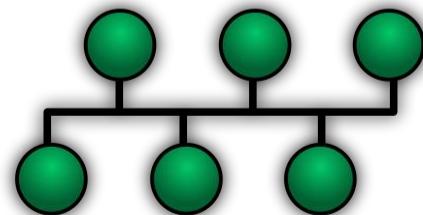
**Fully Connected**



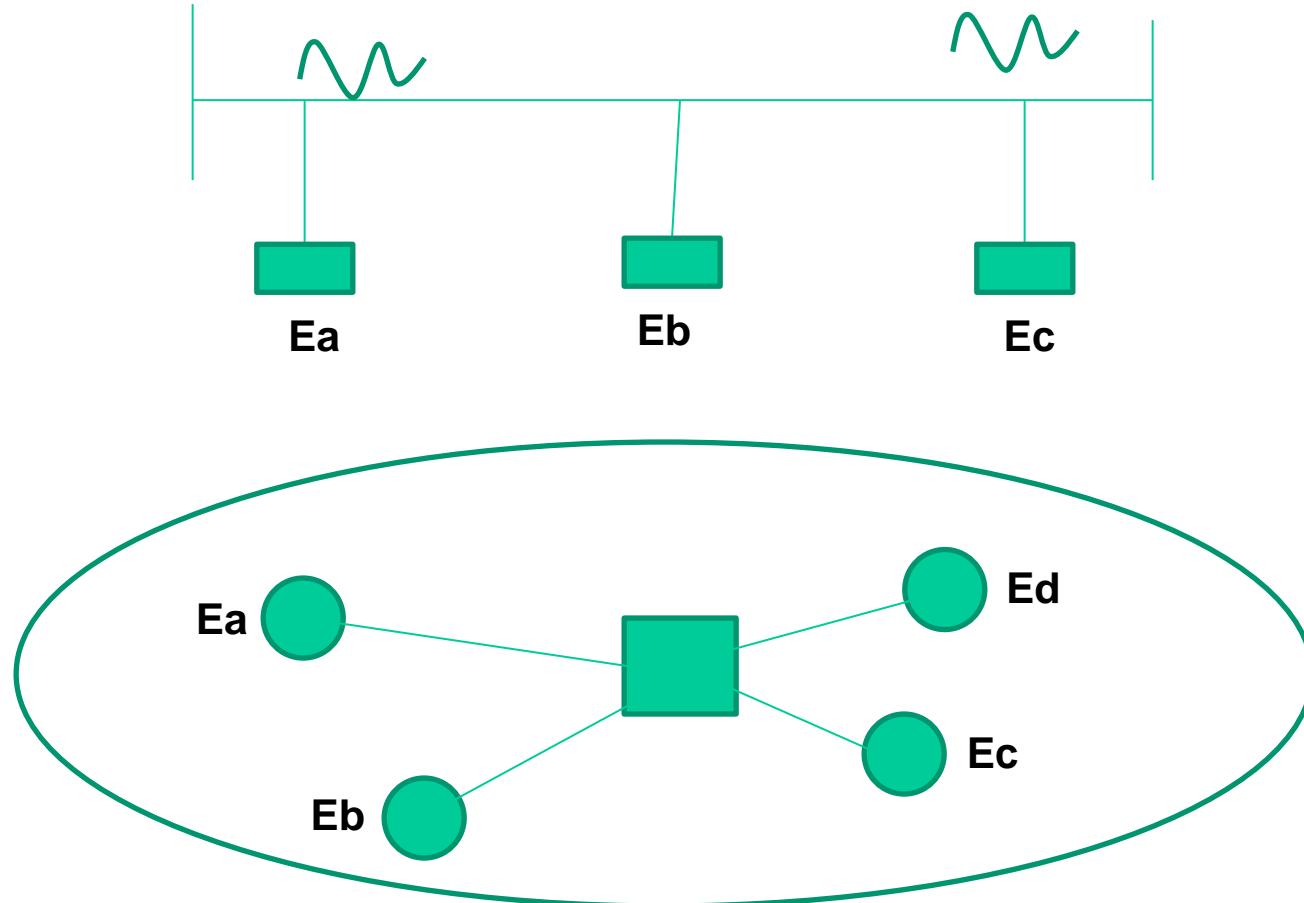
**Line**



**Tree**



**Bus**



# Lokalne mreže (LAN)

**Definicija:** mreža za prenos podataka, optimizovana za geografski mala područja, kao što su zgrada ili kampus.

Mreže koje spajaju geografski veća područja se ponekad nazivaju **MAN** (*Metropolitan Area Network*).

# LAN standardi

**IEEE 802 serija:**

802.2 (LLC)

802.3 (CSMA/CD)

802.5 (Token Ring)

802.11 (Wi-Fi)

...

IEEE standardi su prihvaćeni od strane ISO i važe na međunarodnom nivou.

# Ethernet frejm

Uvodni niz od 56 bita za sinhronizaciju.

SFD: *Start of Frame Delimiter*.

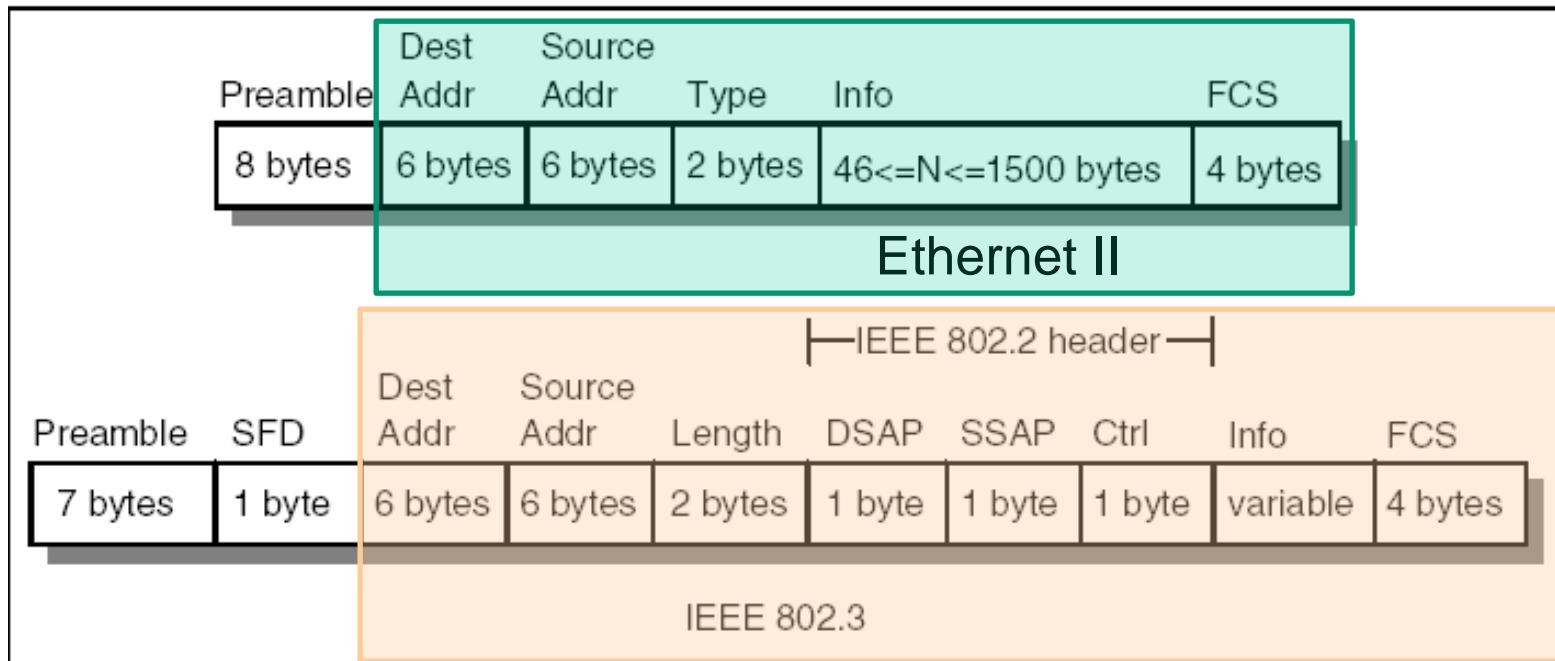
Frejm:

odredišna i polazna adresa

Tip/Dužina

Podaci

Kontrolna suma.



# Ethernet paket (frejm)

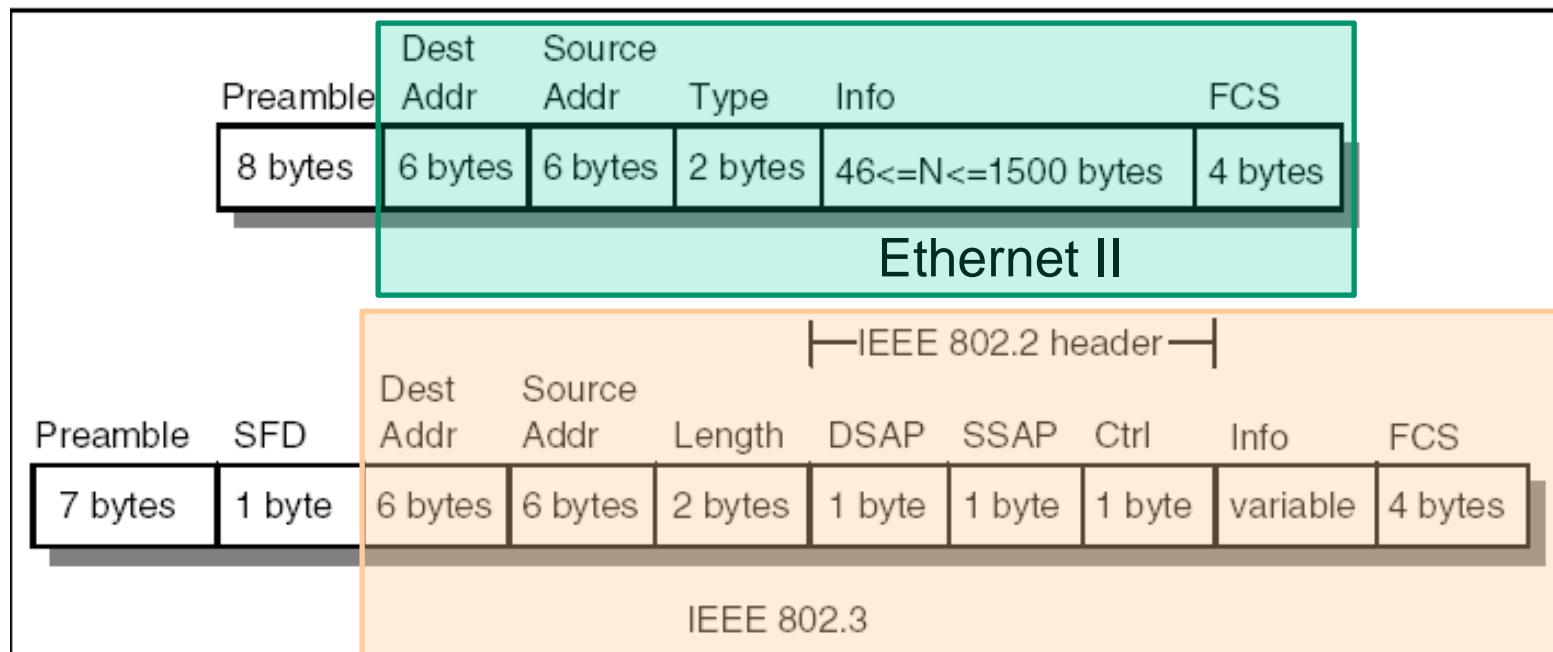
Maksimalna dužina Ethernet frejma 1518 B

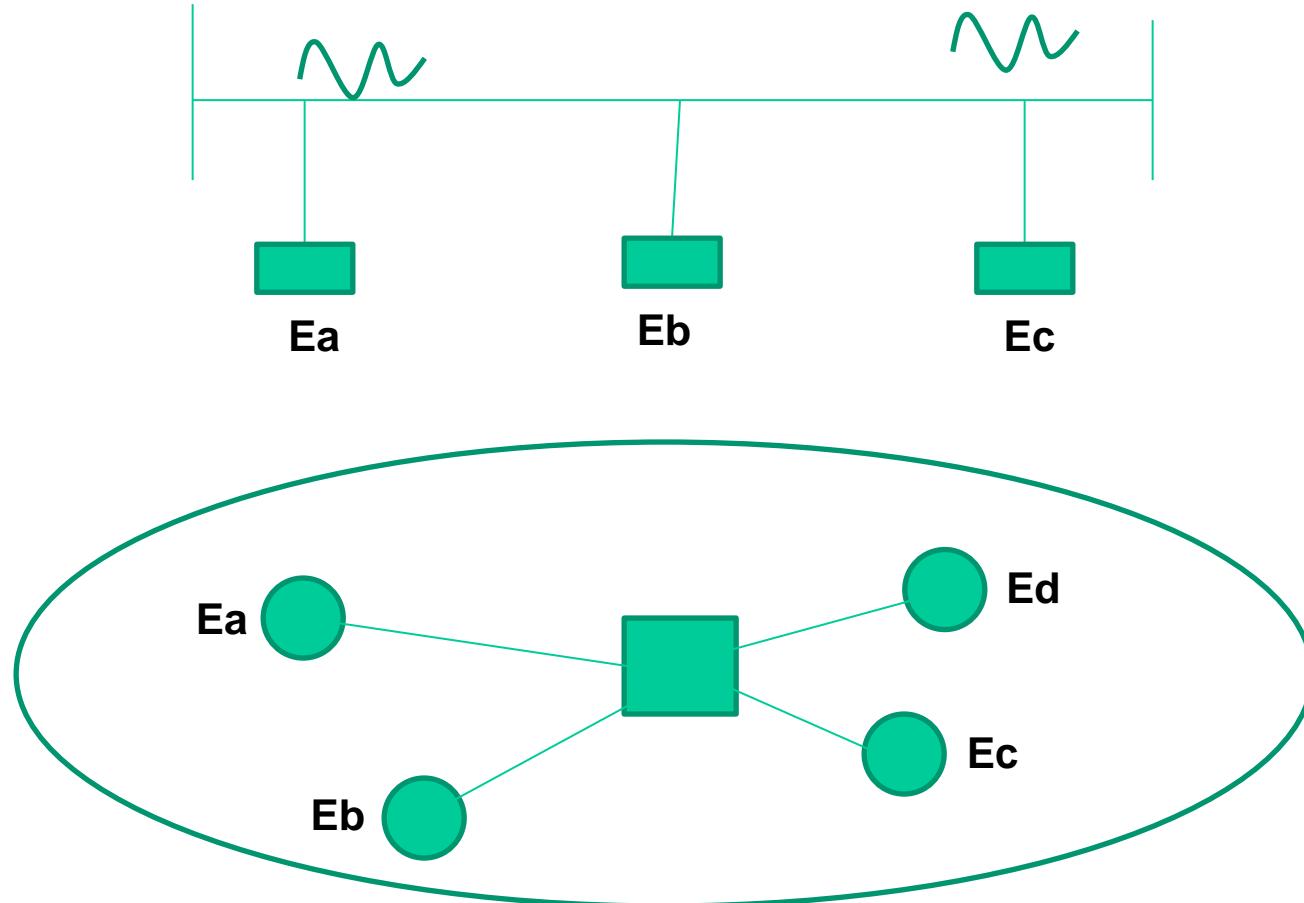
Minimalna dužina Ethernet frejma 64 B

Moguće koristiti oba frejma na “na istoj žici”

Vrednost u polju Type veća od 1500, (IP – 2048 (0800))

**DSAP** i **SSAP** su polja u koja se upisuju oznake za  
*destination* i *source service Access Point*





# Upravljanje pristupom

**Round Robin:** svakoj stanici se dodeljuje period vremena unutar koga može da šalje podatke.

**Reservation:** stanice rezervišu vremenske periode za slanje podataka.

**Contention:** stanice su slobodne da pokušaju slanje u bilo kom trenutku.

## CSMA/CD

Carrier-sense multiple access with collision detection

Algoritam koji koristi Ethernet (802.3):

ako je medijum slobodan  
    šalji

inače  
    prati stanje medijuma  
    čim se osloboodi, pokušaj sa slanjem

ako tokom slanja dođe do kolizije  
    prestani sa slanjem  
    emituj kratak signal (*jamming*)  
    čekaj izvesno vreme  
    vrati se na korak 1

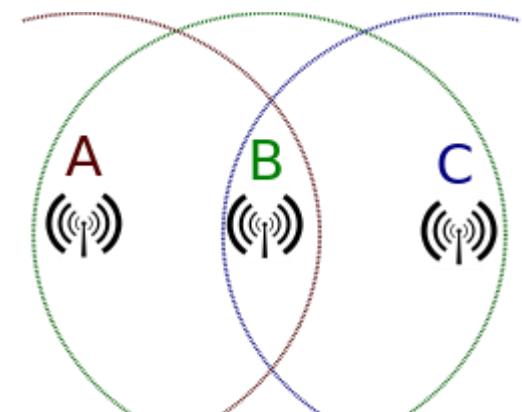
## CSMA/CA

Carrier-sense multiple access with collision avoidance

Kod bežičnog prenosa, stanice ne mogu da detektuju koliziju.

Umesto toga, pokušava se izbegavanje kolizije time što se „osluškuje“ da li je kanal slobodan pre početka slanja.

Sistem je inherentno nepouzdan.



## Kolizioni domen

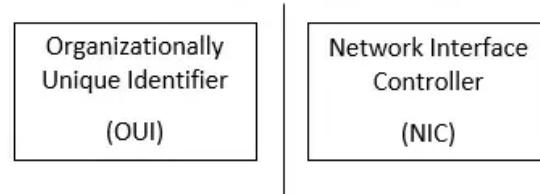
---

Dve stanice pripadaju jednom **kolizionom domenu** ako i samo ako prilikom istovremenog slanja frejma na deljeni medijum izazovu koliziju.

# Ethernet frejm (adresno polje)

Example MAC Address

**3A-34-52-C4-69-B8**



- Ethernet ili MAC ili fizička adresa
- 48-bitni broj koji se prikazuje kao
  - 6 dvocifrenih heksadecimalnih brojeva razdvojenih crtom, ili
  - 6 dvocifrenih heksadecimalnih brojeva odvojenih dvotačkom ili
  - tri četvorocifrena heksadecimalna broja odvojena tačkom.
- Posebna adresa FF:FF:FF:FF:FF:FF (48 jedinica) je broadcast adresa.

## Broadcast domen

---

Dve stanice pripadaju jednom **broadcast domenu** ako i samo ako jedna stanica može da primi frejm poslat na broadcast adresu od strane druge stanice i obrnuto.

## Ethernet

Sistem sa zajedničkim medijumom.

Fizička izvedba:

10BASE2

10BASE5

10BASE-T

100BASETX

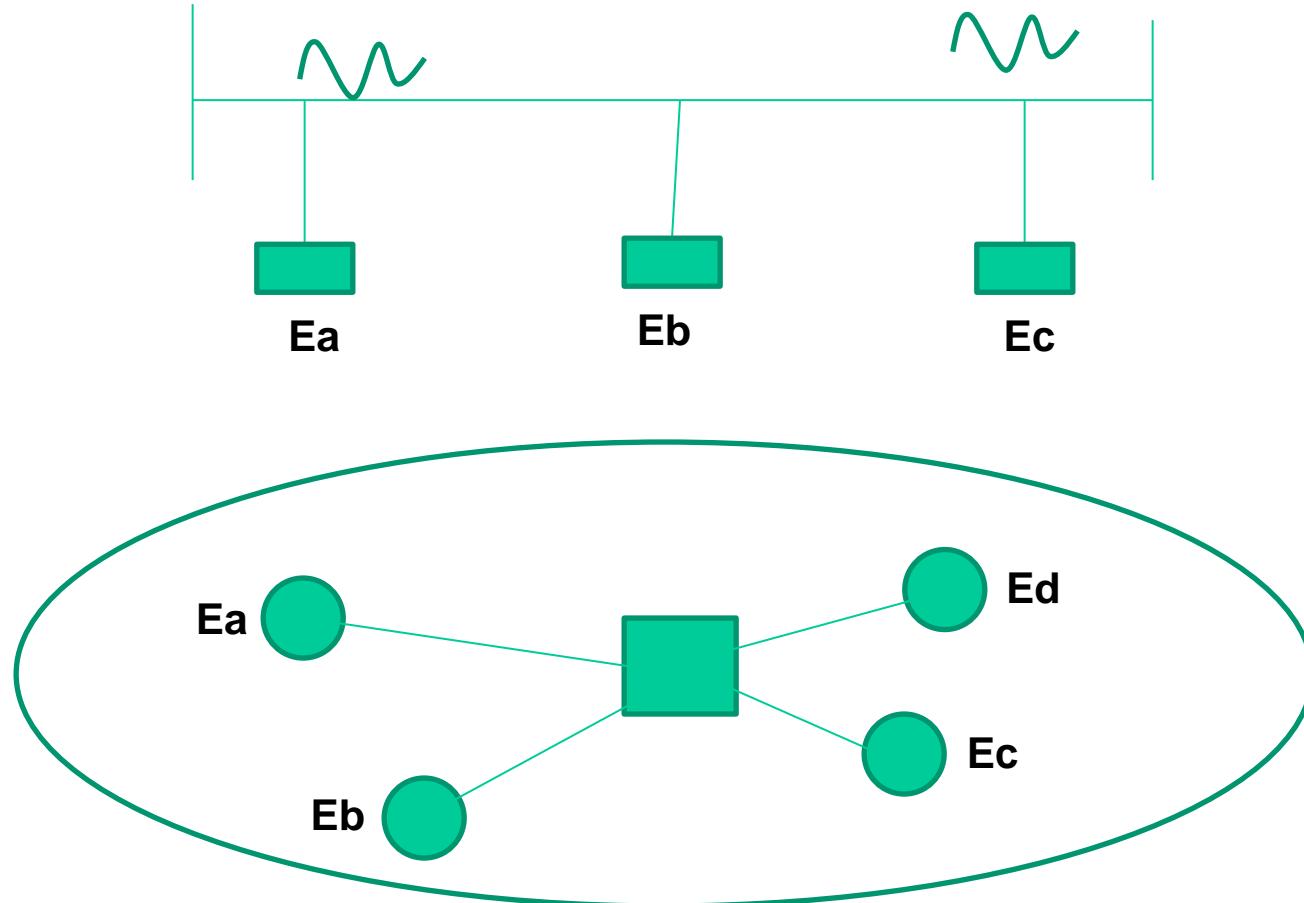
100BASEFX

1000BASET

1000BASESX

1000BASELX

Kontrola pristupa medijumu: CSMA/CD (IEEE 802.3).



## Ethernet

Fizička izvedba:

10GBASE-SR multi-mode 850 nm 400 m

10GBASE-LR single-mode 1310 nm 10 km

10GBASE-ER single-mode 1550 nm 40 km

10GBASE-ZR single-mode 1550 nm 80 km

10GBASE-LX4 multi-mode or single-mode 1310 nm 300 m

(multi-mode)10 km (single-mode)

10GBASE-LRM multi-mode 1310 nm 220 m

10GBASE-CX4 copper twinaxial 8-pair - 15 m

10GBASE-T copper, twisted pair - 55 m (Class E cat 6), 100 m  
(Class Ea cat 6a or 7)

- Povezuju radne stanice i druge habove
- Portovi su RJ45 , standardni portovi za priključenje paričnih kablova na kojima realizujemo Ethernet
- Fizički zvezda, logički magistrala
- Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu
- Sve stanice pripadaju jednom *broadcast* domenu

- Funkcija
  - Sve što dobije na jednom portu emituje na svim ostalim portovima
  - Ako detektuje koliziju šalje *jamming* na sve ostale portove

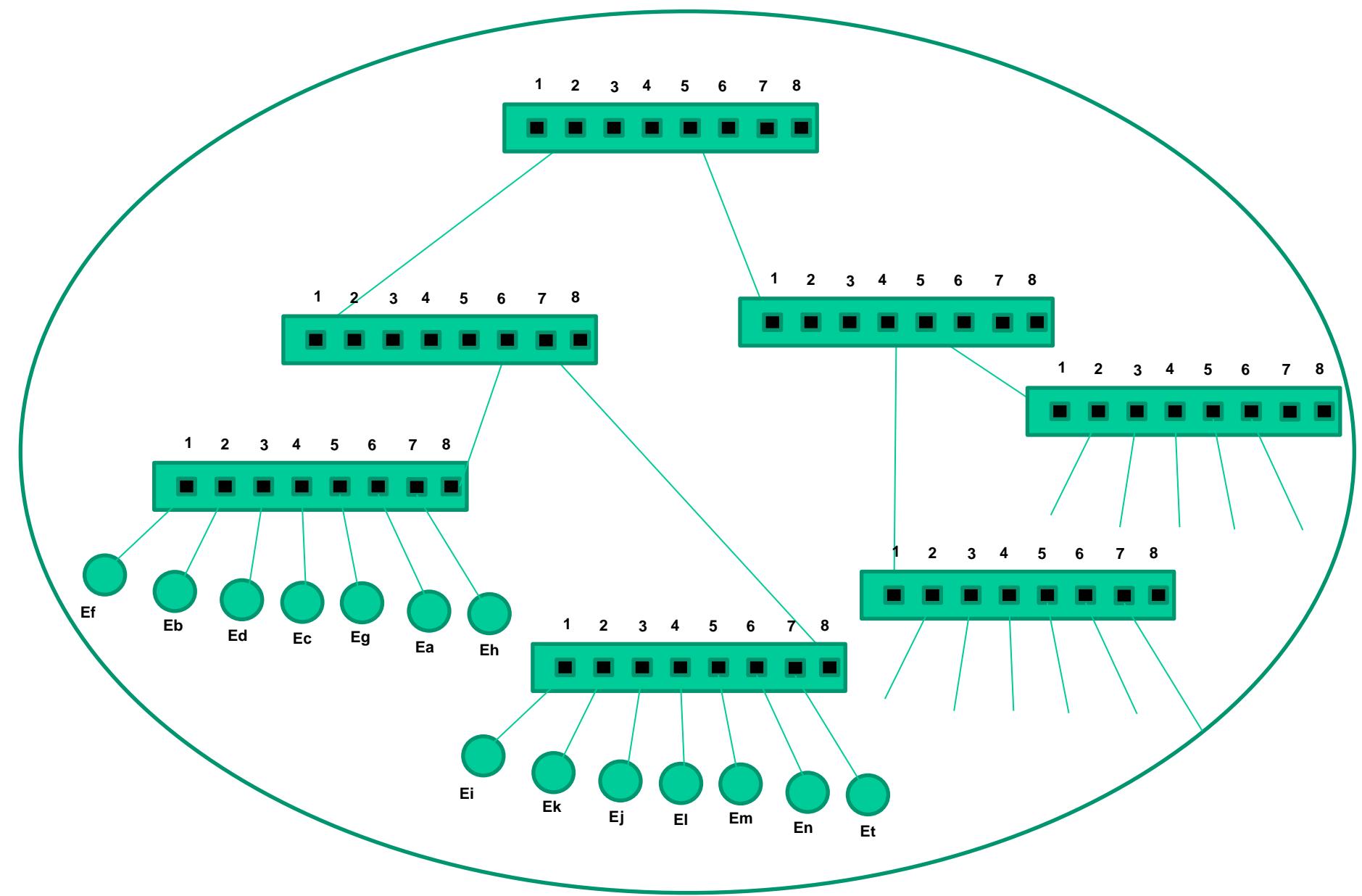


# Nivo 2    Ethernet sa habovima (ripiterima)

- Nazivamo ga deljeni Ethernet
- Sve radne stanice dele isti propusni opseg
- Svi paketi se prostiru i pojavljuju svugde
- Svaki hab (ripiter) unosi kašnjenje prilikom propagacije signala i to dovodi do ograničenja u broju habova (ripitera) na Ethernet segmentu
- Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu
- Sve stanice pripadaju jednom *broadcast* domenu

- Slučaj velikog broja radnih stanica
  - Veliki broj stanica deli isti propusni opseg
  - Verovatnoća da će se dogoditi kolizija raste i kolizije se često događaju
  - Vreme odziva mreže, sa porastom broja radnih stanica, postaje nedozvoljeno veliko.
- Rešenje problema je upotreba *svičeva*

- Povezuju radne stanice, hbove, svičeve
- Princip rada: paket primljen sa jednog porta emituje na drugi port
- Kako svič zna gde da uputi paket?
  - Svič analizira sve frejmove i na osnovu polaznih Ethernet adresa određuje koja je radna stanica priključena na određeni port.
  - Tabelu sa adresom radne stanice i brojem porta na koji je priključena svič čuva u memoriji.
  - Na osnovu odredišne adrese iz frejma i tabele svič zna na koji port treba da uputi paket.
  - Ima slučajeva kad se frejmovi šalju na sve portove (kada je frejm namenjen svima (broadcast) ili kada se ne zna port sa kojim je povezan sistem sa adresom kojoj je frejm namenjen (svič još nije formirao kompletну tabelu)).



Port	Ethernet adresa
1	Ef
2	Eb
3	Ed
4	Ec
5	Eg
6	Ea
7	Eh
8	Ei
8	Ej
8	Ek
8	El
8	Em
8	Et
8	En

Display Database Entries (100 at a time)

Unit	Port	VLAN	Mac Address	Status
Ageing Time = 1800 secs				
1	3	1	00:40:05:39:ab:00	Learned
1	2	1	00:40:95:03:f8:4a	Learned
1	1	1	00:40:95:1a:fa:68	Learned
1	1	1	00:4f:49:01:1f:5a	Learned
1	1	1	00:50:ba:a8:b5:c2	Learned
1	1	1	00:60:52:02:5b:4d	Learned
1	1	1	00:a0:00:0c:8e:02	Learned
1	1	1	00:c0:df:e0:59:69	Learned
1	1	1	00:e0:1e:ea:6b:b2	Learned
1	1	1	08:00:20:99:e9:c5	Learned
1	1	1	08:00:4e:fa:3a:d8	Learned
Total = 11 Perm = 0				

**Port 3 - radna stanica  
Port 2 - radna stanica  
Port 1 - svič preko  
koga je naš svič  
povezan sa ostatkom  
mreže**

Nivo 2

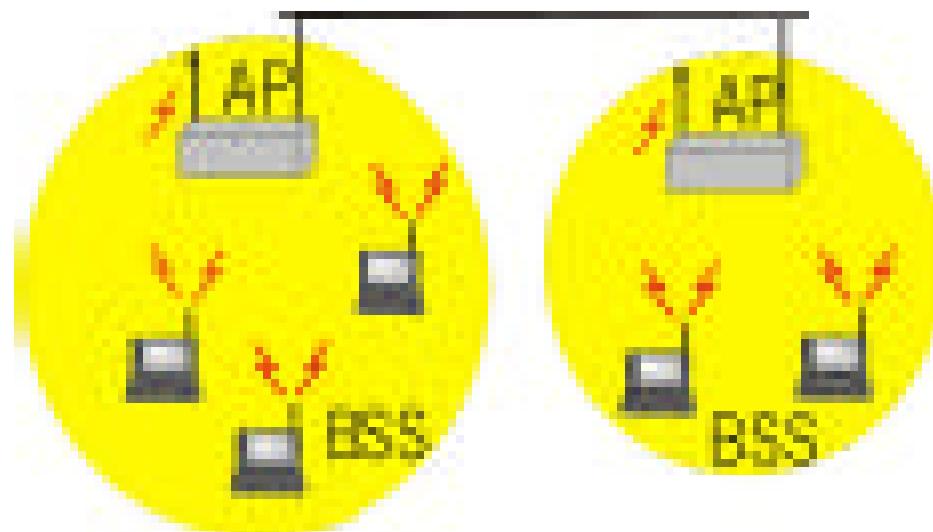
# Svičevi [3]



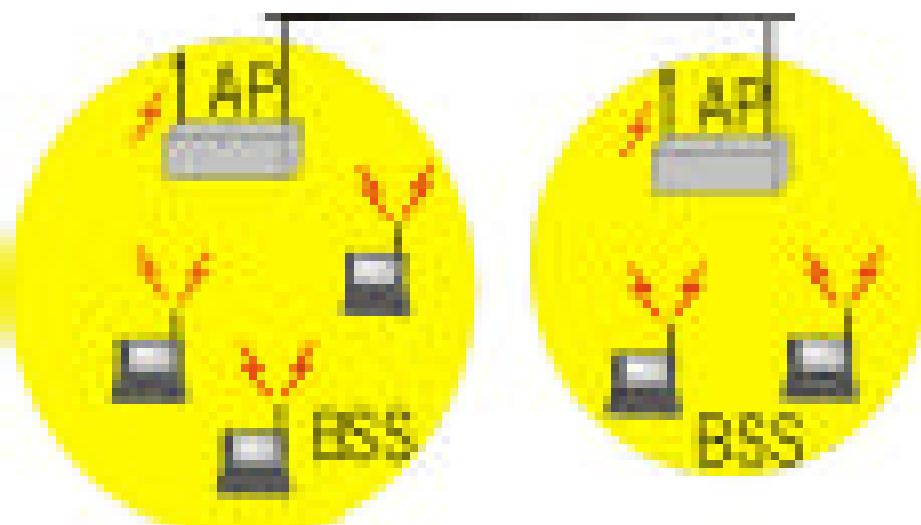
- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Sve tačke priključene na hab dele isti propusni opseg</li><li>• Paket koji se pojavi na jednom portu prosleđuje se na sve ostale portove</li><li>• Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu</li><li>• Sve stanice pripadaju jednom <i>broadcast</i> domenu</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Svaka tačka priključena na svič koristi svoj propusni opseg</li><li>• Paket koji se primi na jednom portu prosleđuje se na tačno određeni port</li><li>• Port sviča definiše poseban kolizioni domen</li><li>• Sve stanice pripadaju jednom <i>broadcast</i> domenu</li></ul> |
|--|---|

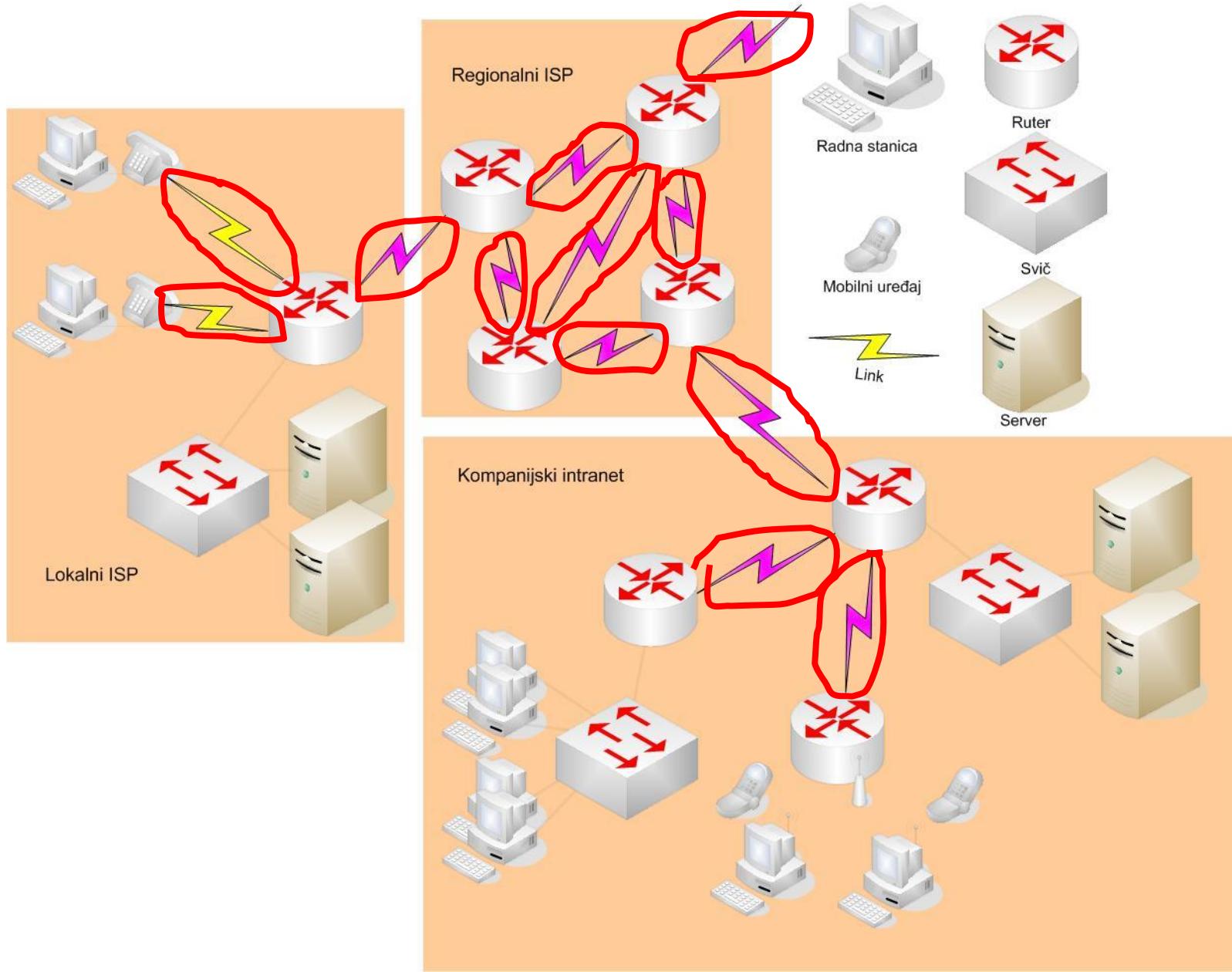
Wireless LANs:

- IEEE 802.11 standardi
- MAC protocol
- Slobodni (ISM) opseg spektra: 900MHz, 2.4Ghz, ~5Ghz
- **wireless hosts**
- **access point (AP)**



IEEE 802.11a	54 Mbit/s	1999
IEEE 802.11b	11 Mbit/s	1999
IEEE 802.11g	54 Mbit/s	2003
IEEE 802.16 (WiMAX)	70 Mbit/s	2004
IEEE 802.11n	600 Mbit/s	2009
IEEE 802.11ac (maximum theoretical speed)	6.93 Gbit/s	2012





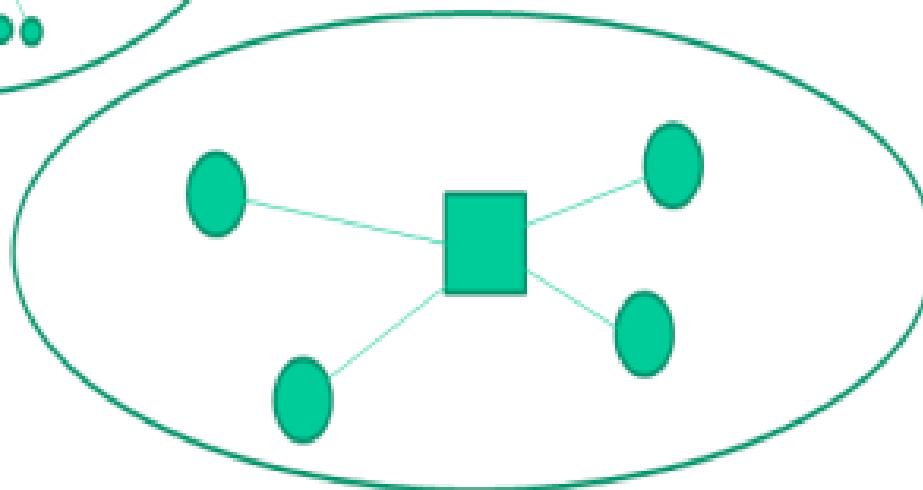
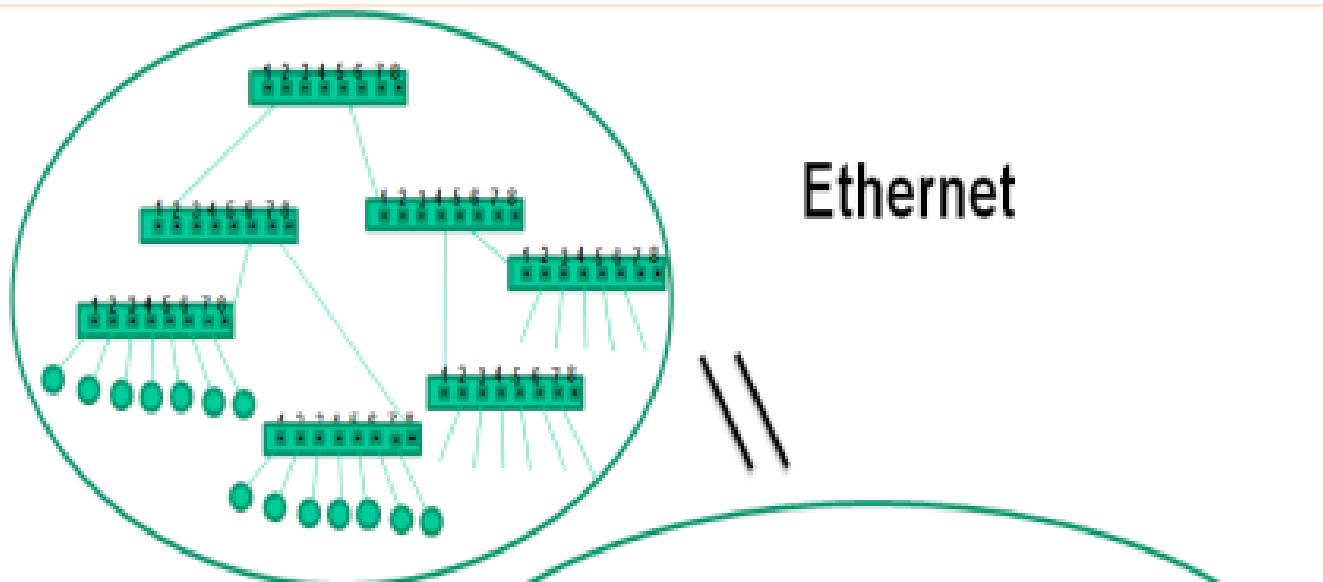
**Point-to-Point Protocol, RFC 1661.**

**Rešava probleme SLIP-a:**

**parametri se dogovaraju prilikom uspostavljanja  
veze**

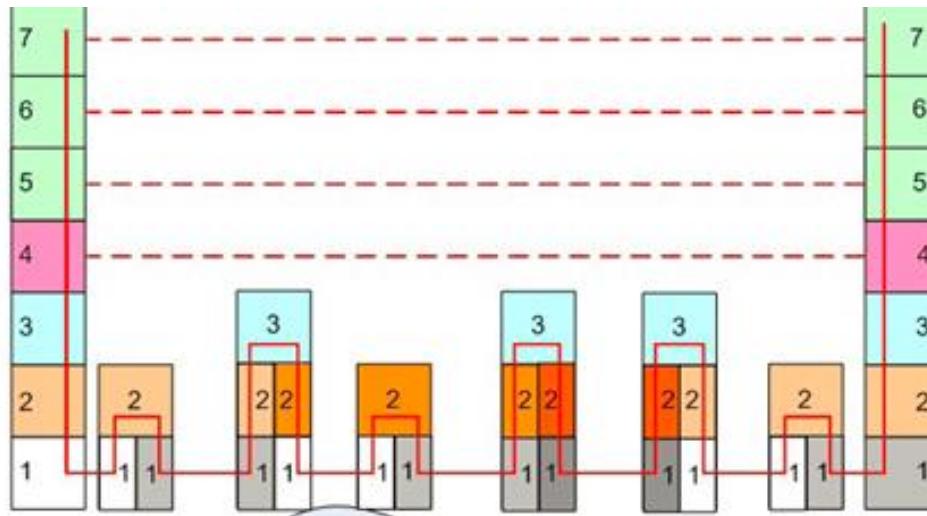
**postoji provera ispravnosti prenosa  
podržava i protokole osim IP-a  
mogućnost autentifikacije**

# Nivo 2



PPP

# Nivo 3



# Nivo 3

# Nivo 3

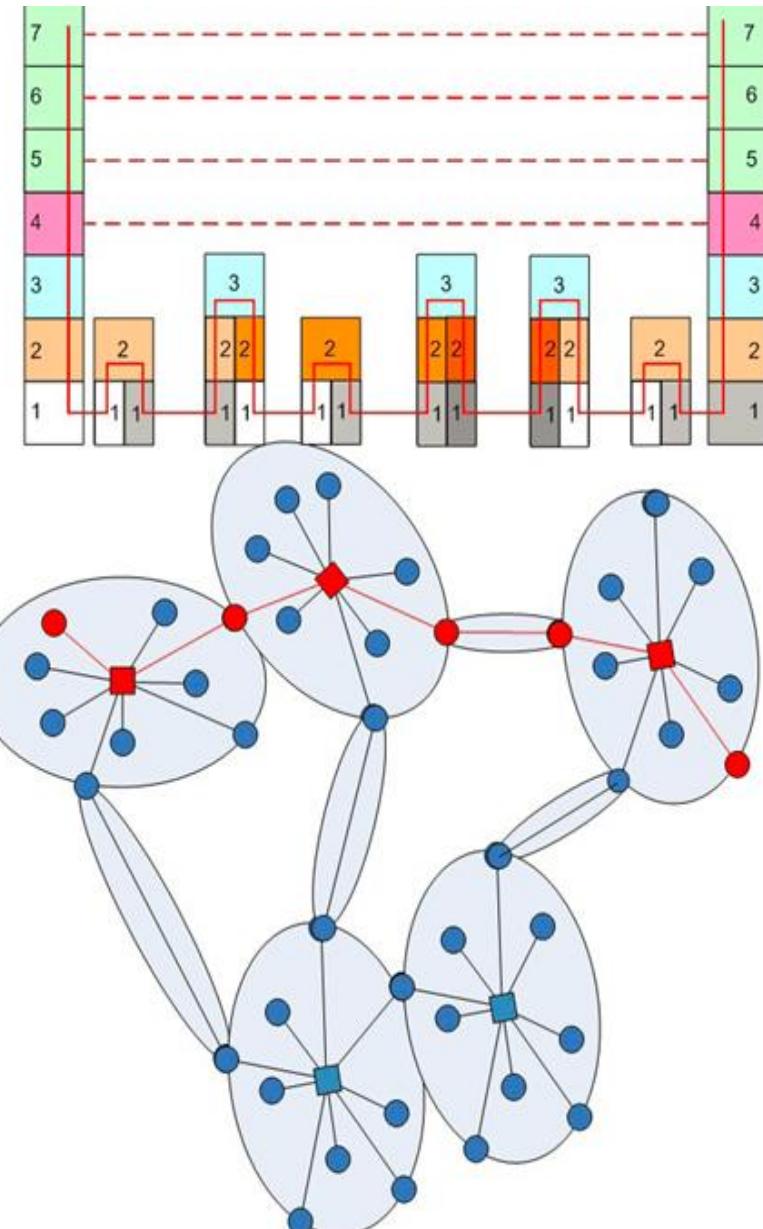
Ako posmatramo skup uređaja povezanih na isti prenosni medijum, za komunikaciju nam je dovoljan nivo 2.

Šta ukoliko imamo više ovakvih skupova uređaja koji su međusobno povezani?

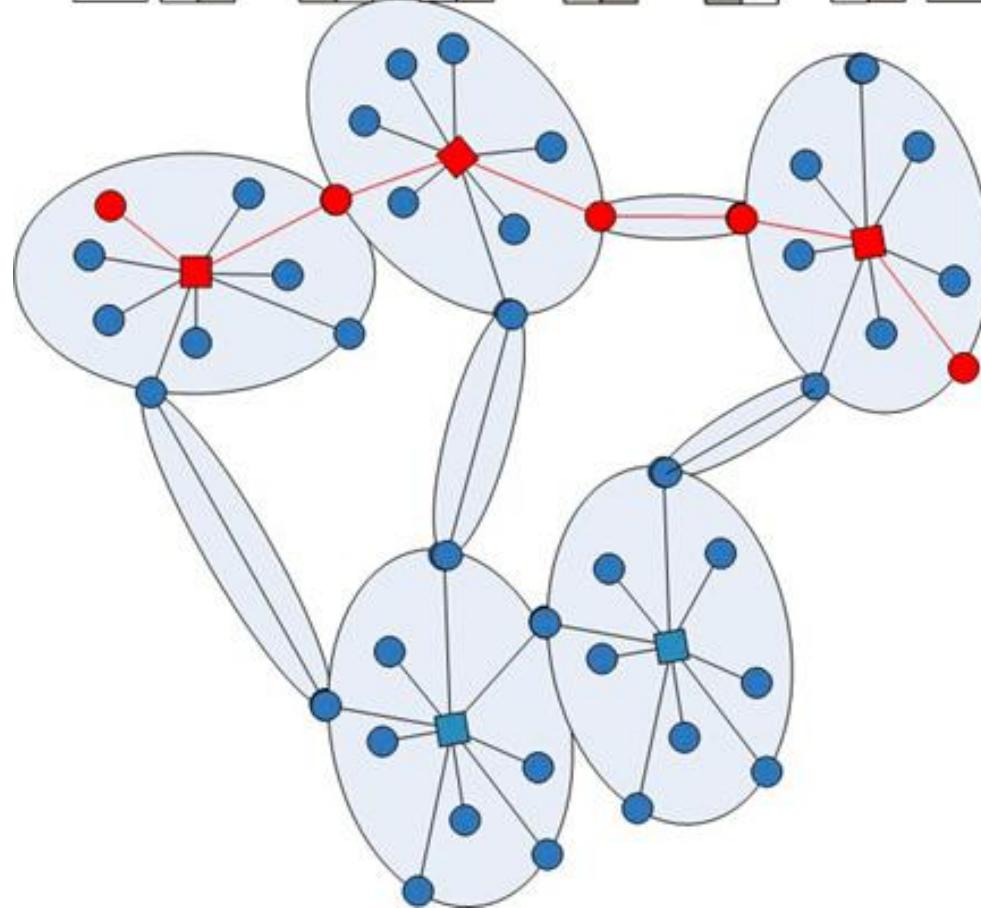
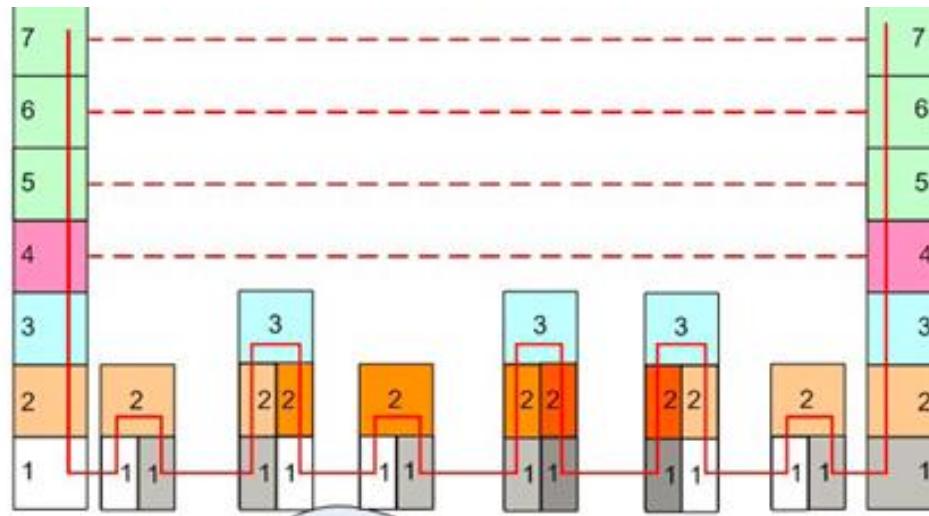
Nivo 3 opisuje razmenu podataka između ovakvih skupova uređaja.

Daje rešenje sledećih problema:

- adresiranje skupova uređaja i samih uređaja  
(različita vrsta adresiranja u odnosu na nivo 2)
- rutiranje – određivanje putanje prenosa paketa



# Nivo 3



# Nivo 3 Internet Protokol - IP

RFC 791

Protokol trećeg OSI nivoa

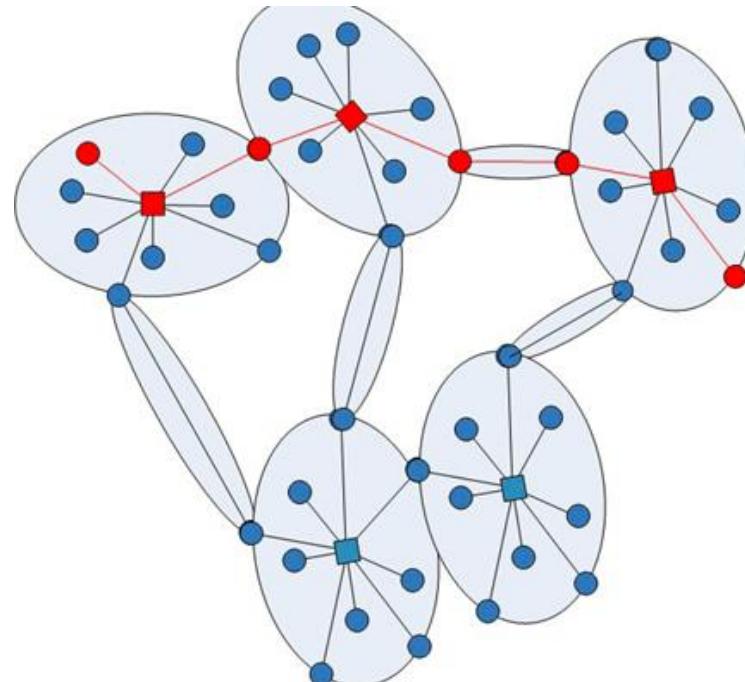
IP paketi imaju zaglavje i sadržaj

Ne garantuje isporuku

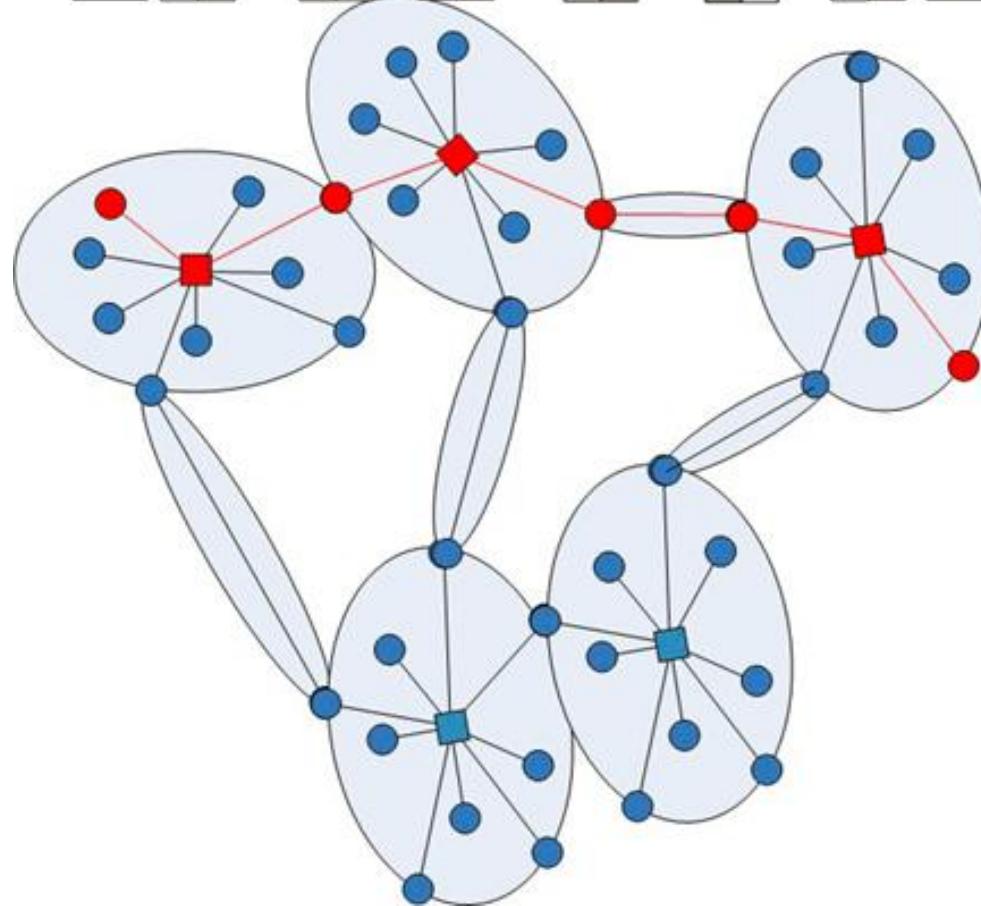
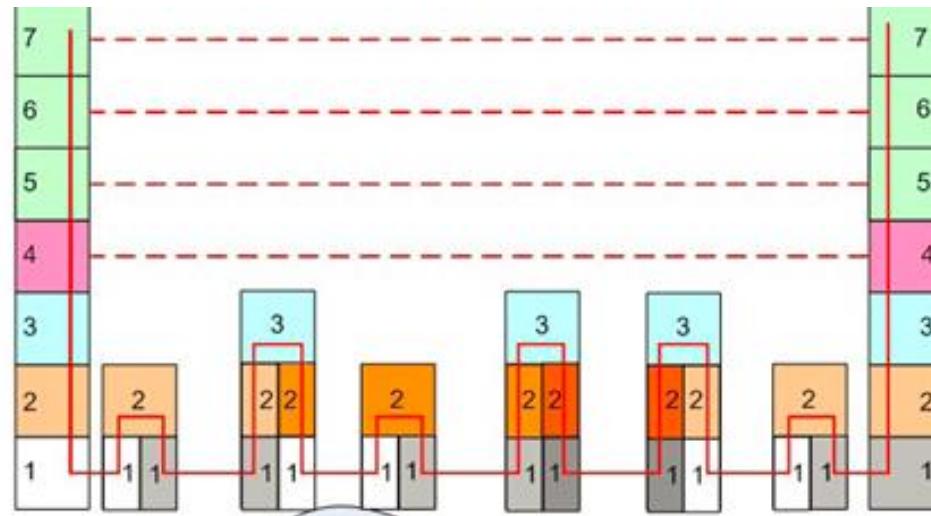
Paketi ne zavise jedan od drugog, prilikom prenosa

Paketi mogu putovati različitim putanjama

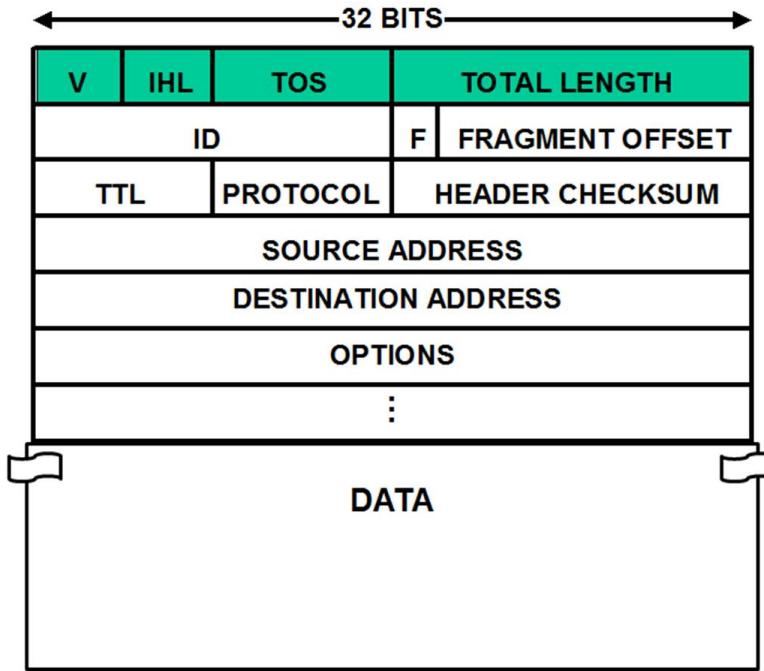
Paketi na odredište stižu proizvoljnim redosledom



# Nivo 3



# Nivo 3 Detaljan opis IP paketa (1)



**V - verzija**

trenutno 4

4 bita

**IHL - Internet Header Length**

broj 32-bitnih reči u zaglavljtu

4 bita

**TOS - Type of service**

tretman IP paketa u transportu

8 bita

**TL - Total Length**

totalna dužina IP paketa u bajtima

16 bita

**ID - identification**

16 bita

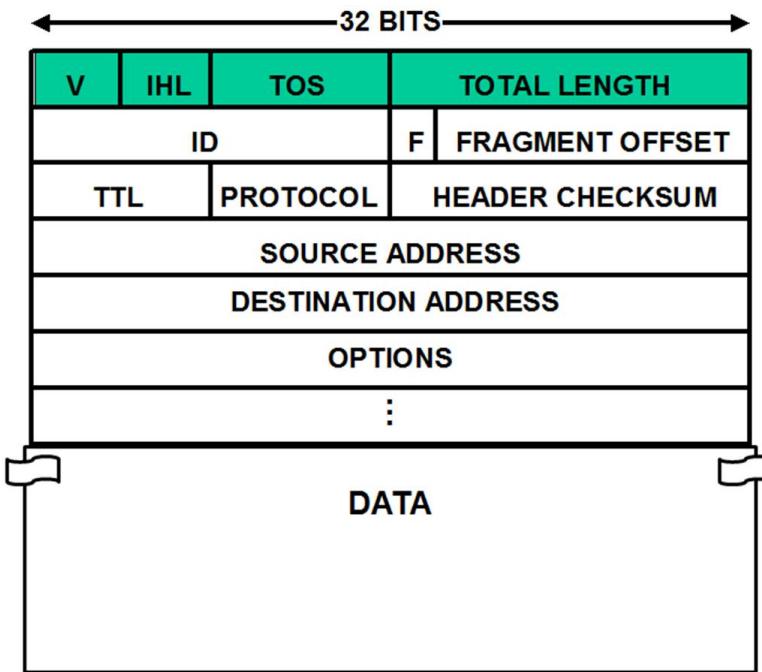
**F - Flags**

3 bita

**FO - Fragment Offset**

13 bita

# Nivo 3 Detaljan opis IP paketa (2)



**TTL - Time to Live**

postavlja gornju granicu postojanja  
paketa u tranzitu

8 bita

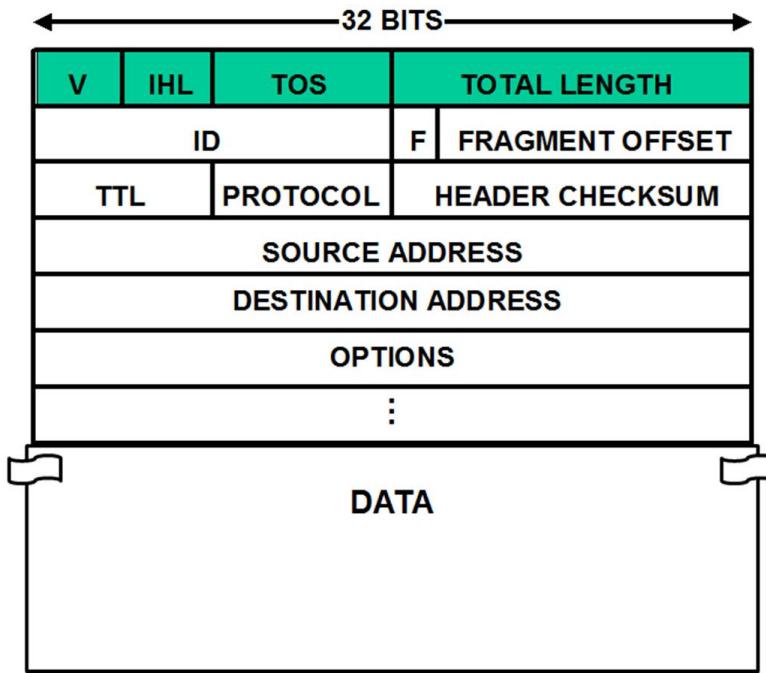
**Protocol**

oznaka protokola višeg nivoa  
8 bita

**Header checksum**

kontrolna suma sadržaja zaglavlja  
16 bita

# Nivo 3 Detaljan opis IP paketa (3)

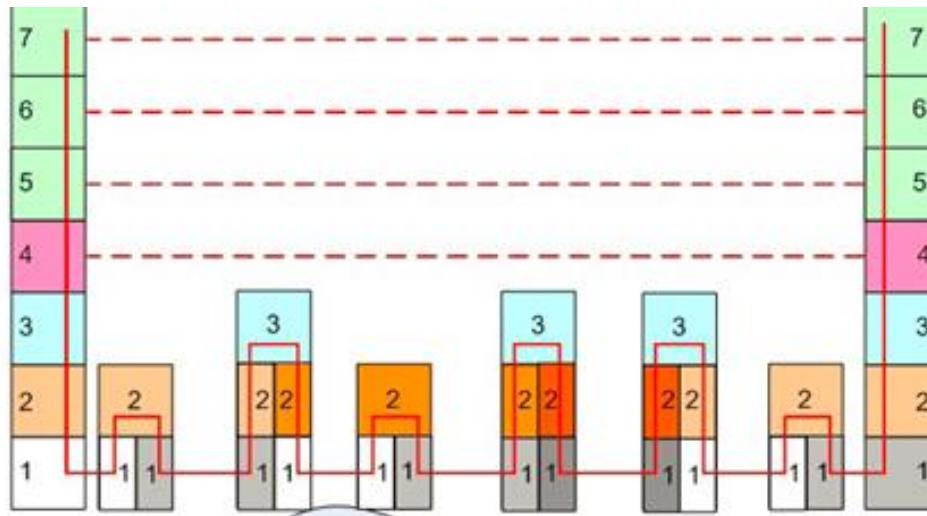


**SA - Source Address**  
**polazna adresa**  
**32 bita**

**DA - Destination Address**  
**odredišna adresa**  
**32 bita**

**Options**  
**promenljiva veličina**  
**DATA**  
**podaci koji se prenose**

# Nivo 3



# Nivo 3 IP adresa [1]

**Neophodna za komunikaciju**

**32-bitni broj**

**prikazuje se kao četiri decimalna broja razdvojena tačkom**

**Na primer: 192.168.21.23**

**11000000101010000001010100010111**

**Dva dela:**

**oznaka mreže (ID mreže) - N početnih bitova adrese**

**oznaka sistema u okviru mreže - ostatak adrese**

**Pitanje kako se određuje N?**

**1100000010101000001010100010111**

Dva dela:

oznaka mreže (ID mreže) - **N** početnih bitova adrese  
oznaka sistema u okviru mreže - ostatak adrese

Pitanje kako se određuje **N**?

Prvobitno rešenje:

**0000010010101000001010100010111**

Prvih 8 bita – oznaka mreže

Ostatak – oznaka sistema

256 mreža fiksne dužine, u svakoj najviše računara:  $2^{24}$

- 000.rrr.rrr.rrr Reserved [JBP]
- 001.rrr.rrr.rrr BBN-PR BBN Packet Radio Network [DCA2]
- 002.rrr.rrr.rrr SF-PR-1 SF Packet Radio Network [JEM]
- 003.rrr.rrr.rrr BBN-RCC BBN RCC Network [SGC]
- 004.rrr.rrr.rrr [SATNET](#) Atlantic Satellite Network [DM11]
- 005.rrr.rrr.rrr SILL-PR Ft. Sill Packet Radio Network[JEM]
- 006.rrr.rrr.rrr SF-PR-2 SF Packet Radio Network [JEM]
- 007.rrr.rrr.rrr CHAOS MIT CHAOS Network [MOON]
- 008.rrr.rrr.rrr CLARKNET SATNET subnet for Clarksburg [DM11]
- 009.rrr.rrr.rrr BRAGG-PR Ft. Bragg Packet Radio Net [JEM]
- 010.rrr.rrr.rrr [ARPANET](#) ARPANET [[VGC](#)]
- 011.rrr.rrr.rrr UCLNET University College London [PK]
- 012.rrr.rrr.rrr CYCLADES CYCLADES [[VGC](#)]
- 013.rrr.rrr.rrr Unassigned [JBP]
- 014.rrr.rrr.rrr TELENET TELENET [[VGC](#)]
- 015.rrr.rrr.rrr EPSS British Post Office EPSS [PK]
- 016.rrr.rrr.rrr DATAPAC DATAPAC [[VGC](#)]
- 017.rrr.rrr.rrr TRANSPAC TRANSPAC [[VGC](#)]
- 018.rrr.rrr.rrr LCSNET MIT LCS Network [DDC2]
- 019.rrr.rrr.rrr TYMNET TYMNET [[VGC](#)]
- 020.rrr.rrr.rrr DC-PR D.C. Packet Radio Network [[VGC](#)]
- 021.rrr.rrr.rrr EDN DCEC EDN [EC5]
- 022.rrr.rrr.rrr DIALNET DIALNET [MRC]
- 023.rrr.rrr.rrr MITRE MITRE Cabilnet [APS]
- 024.rrr.rrr.rrr BBN-LOCAL BBN Local Network [SGC]
- 025.rrr.rrr.rrr RSRE-PPSN RSRE / PPSN [BD2]
- 026.rrr.rrr.rrr AUTODIN-II AUTODIN II [EC5]
- 027.rrr.rrr.rrr NOSC-LCCN NOSC / LCCN [KTP]
- 028.rrr.rrr.rrr WIDEBAND Wide Band Satellite Network [CJW2]
- 029.rrr.rrr.rrr DCN-COMSAT COMSAT Dist. Comp. Network [DLM1]
- 030.rrr.rrr.rrr DCN-UCL UCL Dist. Comp. Network [PK]
- 031.rrr.rrr.rrr BBN-SAT-TEST BBN SATNET Test Network [DM11]
- 032.rrr.rrr.rrr UCL-CR1 UCL Cambridge Ring 1 [PK]
- 033.rrr.rrr.rrr UCL-CR2 UCL Cambridge Ring 2 [PK]
- 034.rrr.rrr.rrr MATNET Mobile Access Terminal Net [DM11]
- 035.rrr.rrr.rrr NULL UCL/RSRE Null Network [BD2]
- 036.rrr.rrr.rrr SU-NET Stanford University Ethernet [MRC]
- 037.rrr.rrr.rrr DECNET Digital Equipment Network [DRL]
- 038.rrr.rrr.rrr DECNET-TEST Test Digital Equipment Net [DRL]
- 039.rrr.rrr.rrr SRINET SRI Local Network [GEOF]
- 040.rrr.rrr.rrr CISLNET CISL Multics Network [CH2]
- 041.rrr.rrr.rrr BBN-LN-TEST BBN Local Network Testbed [KTP]
- 042.rrr.rrr.rrr S1NET LLL-S1-NET [EAK]
- 043.rrr.rrr.rrr INTELPOST COMSAT INTELPOST [DLM1]
- 044.rrr.rrr.rrr [AMPRNET](#) Amateur Radio Experiment Net [[HM](#)]

# Nivo 3 IP adresa [3] - kako do ID mreže

Drugo rešenje: podela je na pet *klasa*

Klasa A 1.0.0.0 - 127.255.255.255

Počinje sa 0,

7 bita za oznaku mreže, 24 bita za oznaku računara, podrazumevana maska širine 8

Klasa B 128.0.0.0 - 191.255.255.255

Počinje sa 10,

14 bita za oznaku mreže, 16 bita za oznaku računara, podrazumevana maska širine 16

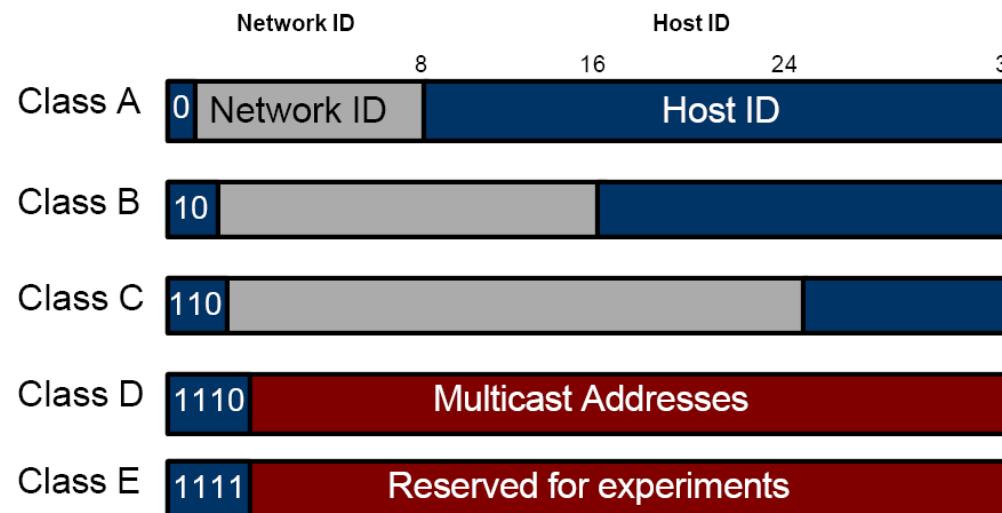
Klasa C 192.0.0.0 - 223.255.255.255

Počinje sa 110,

21 bit za oznaku mreže, 8 bita za oznaku računara, podrazumevana maska širine 24

Klasa D 224.0.0.0 - 239.255.255.255

Klasa E 240.0.0.0 - 255.255.255.255



# Nivo 3 IP adresa [3] - kako do ID mreže - CIDR

IP Mrežu definišemo sa ID i mrežnom maskom.

Broj bita za oznaku mreže određuje je pomoću mrežne maske (od 1 do 30 bita)

Specifičnost mrežne maske (dužina maske) – broj jedinica

Mrežna maska se može zapisati u istom obliku kao i IP adresa

**192.168.21.0, 255.255.255.0**

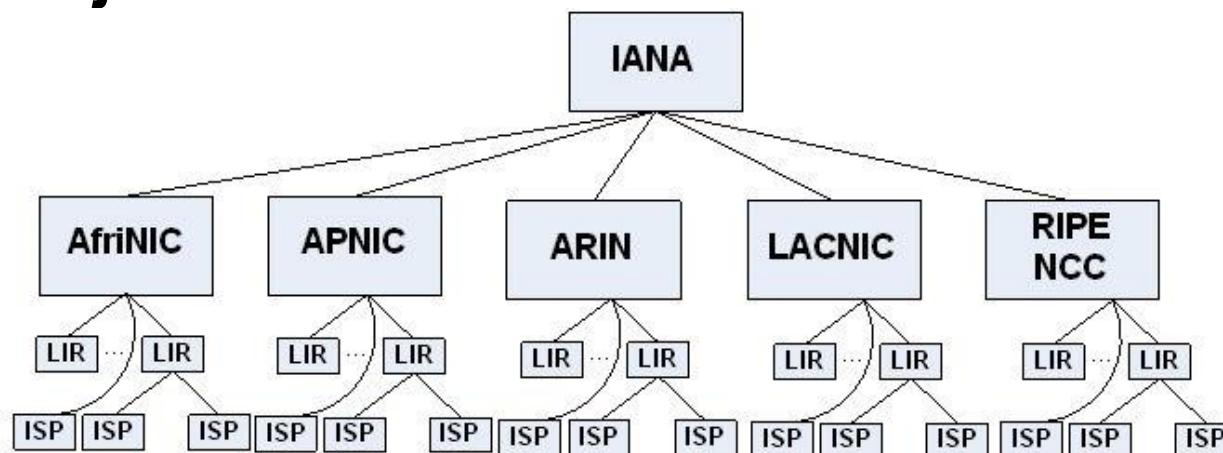
**192.168.21.0/24**

## Javni opseg IP adresa

Javna IP adresa je jedinstvena na Internetu i jednoznačno određuje tačku koja učestvuje u komunikaciji

IANA – *Internet Assigned Numbers Authority*, organizacija zadužena da obezbedi centralnu koordinaciju osnovnih mehanizama na kojima se zasniva funkcionalnost Interneta.

Organizacija:



AfriNIC (African Network Information Centre) - Africa Region

APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) - Asia/Pacific Region

ARIN (American Registry for Internet Numbers) - North America Region

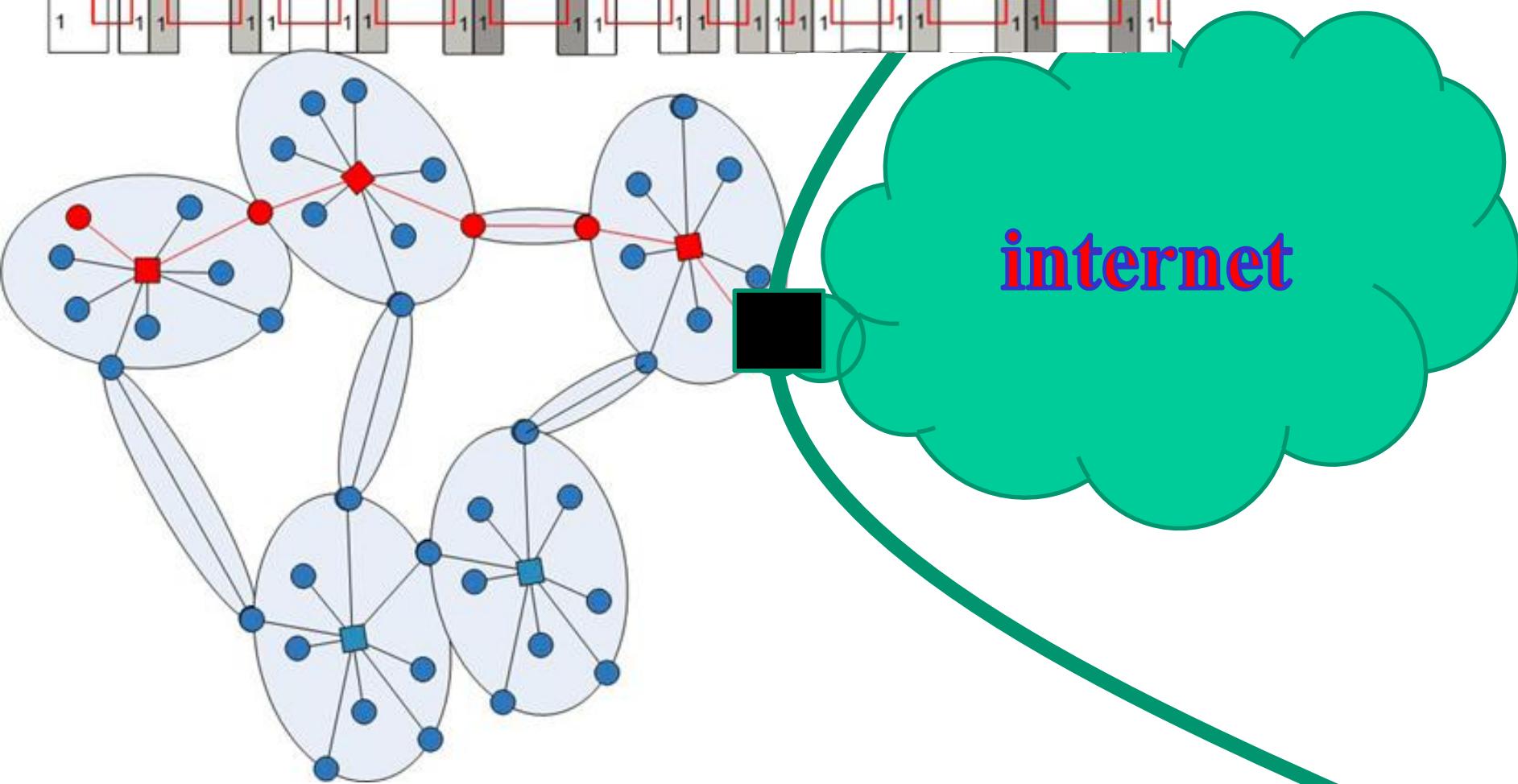
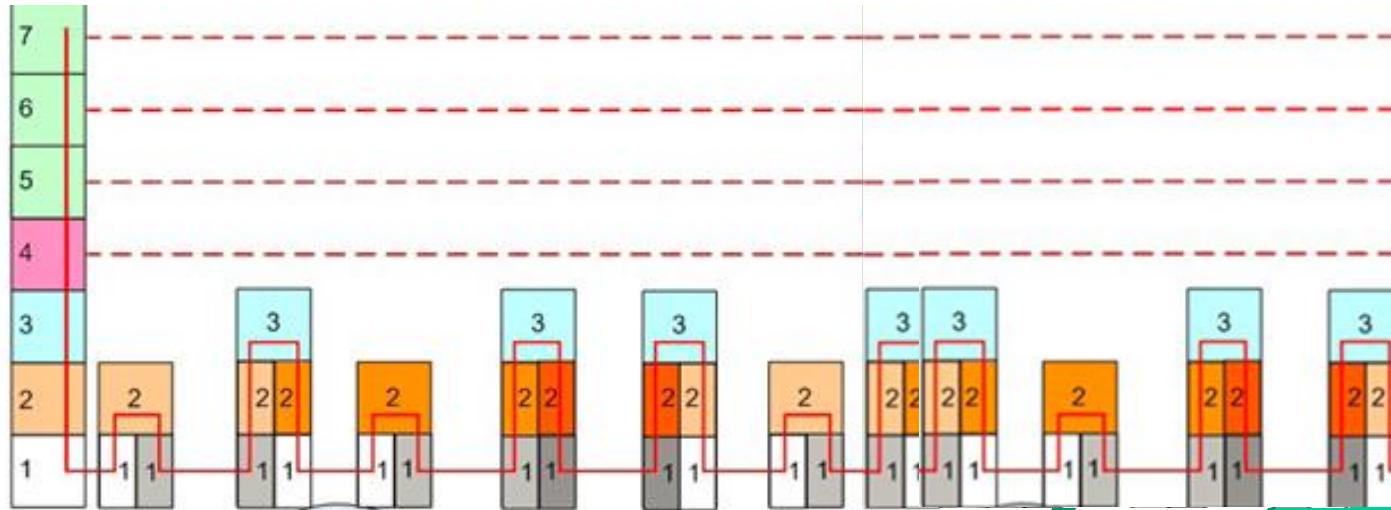
LACNIC (Latin-American and Caribbean IP Address Registry) – Latin America and some Caribbean Islands

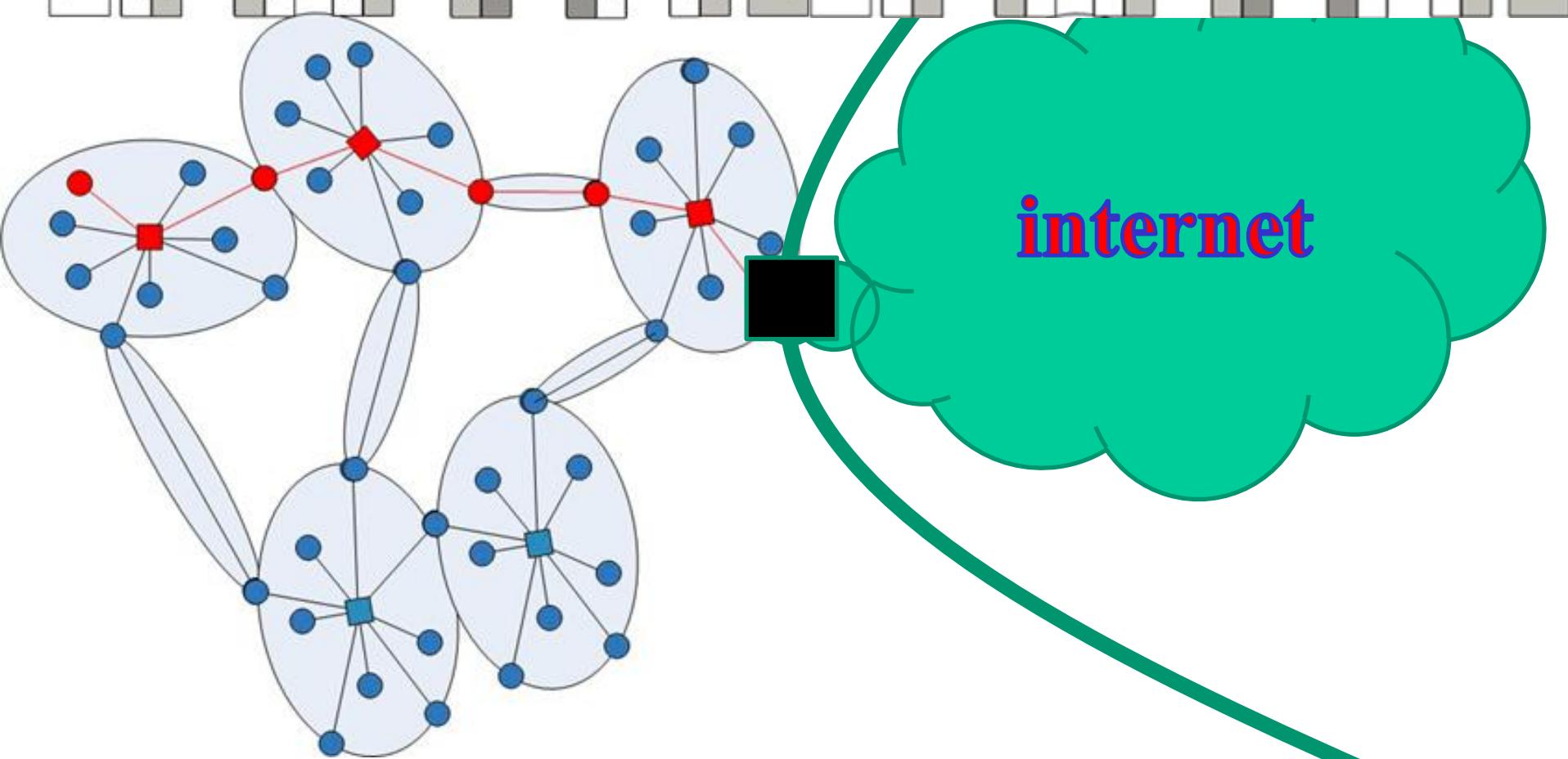
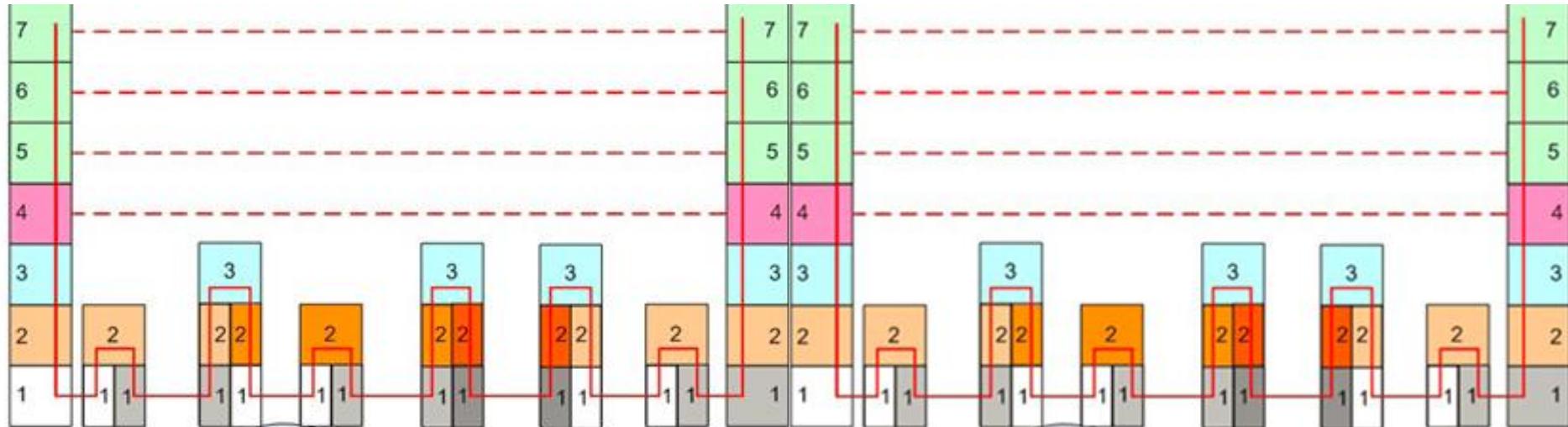
RIPE NCC (Réseaux IP Européens) - Europe, the Middle East, and Central Asia

**Pretpostavka:** Tačke koje se adresiraju pripadaju složenoj računarskoj mreži koja funkcioniše primenom TCP/IP familije protokola.

**Podela:**

- Privatne tačke su tačke koje direktno komuniciraju isključivo sa tačkama unutar složene računarske mreže kojoj pripadaju. Pristup javnim servisima ili servisima drugih računarskih mreža ostvaruje se preko posrednika (Proxy, NAT, Aplikativni serveri ...)
- Javne tačke su tačke koje direktno komuniciraju sa drugim javnim tačkama na Internetu





## Adresiranje:

- Privatne tačke mogu da koriste adrese koje su jedinstvene u složenoj računarskoj mreži kojoj tačke pripadaju, ali ne moraju biti jedinstvene u odnosu na adrese tačaka koje pripadaju drugim računarskim mrežama. Za adresiranje privatnih tačaka koriste se IP adrese koje pripadaju privatnim IP adresnim opsezima. Privatni adresni opsezi definisani su dokumentom RFC 1918

10.0.0.0 - 10.255.255.255 (10/8 prefix)

172.16.0.0 - 172.31.255.255 (172.16/12 prefix)

192.168.0.0 - 192.168.255.255 (192.168/16 prefix)

## Šta se dobija:

Racionalnija upotreba javnih IP adresa, definisanje logičke arhitekture složene računarske mreže u cilju bolje kontrole tokova saobraćaja, povećan stepen bezbednosti u računarskoj mreži

# Nivo 3 - 2 IP na lokalnoj mreži

Enkapsulacija:

Ethernet II (DIX, “Bluebook”), RFC 894  
802.3, RFC 1042

**MTU (*Maximum Transmission Unit*):** maksimalna veličina IP paketa koji se može preneti u okviru osnovne jedinice prenosa protokola u koji se IP paket enkapsulira.

Za Ethernet sa Ethernet II enkapsulacijom MTU je 1500 bajtova.

# Nivo 3 - 2 Razlika u formatu adresa

IP: 32 bita.

Ethernet: 48 bita.

Mora postojati mapiranje između ovih formata.

Za mapiranje IP – Ethernet koristi se ARP  
(*Address resolution protocol*), RFC 826.

Za obrnuto mapiranje koristi se RARP (*Reverese ARP*).

# Nivo 3 - 2 ARP: mehanizam

Stanica A: 192.168.24.1, 0:40:99:3:15:6.

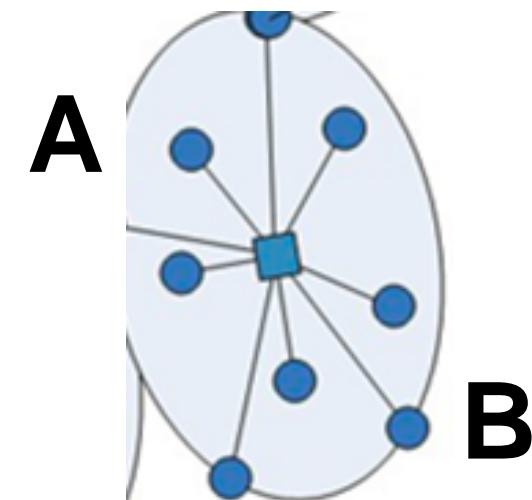
Pitanje: *Ko ima IP adresu 192.168.24.2?*

Paket sa ARP upitom se šalje na specijalnu Ethernet adresu ff:ff:ff:ff:ff:ff (tzv. *broadcast* adresa).

Stanica B: 192.168.24.2, 0:4f:37:1:1f:5a.

Odgovor: *192.168.24.2 je na 0:4f:37:1:1f:5a.*

Paket sa odgovorom se šalje na Ethernet adresu 0:40:99:3:15:6.



# Nivo 3 - 2 RARP

**Primer upotrebe: stanica koja učitava sistemski softver preko mreže.**

**Danas se više koriste moderniji protokoli (BOOTP, DHCP).**

# Nivo 3 - 2 IP na p-t-p vezama

Adrese na OSI 2 nivou ne postoje.

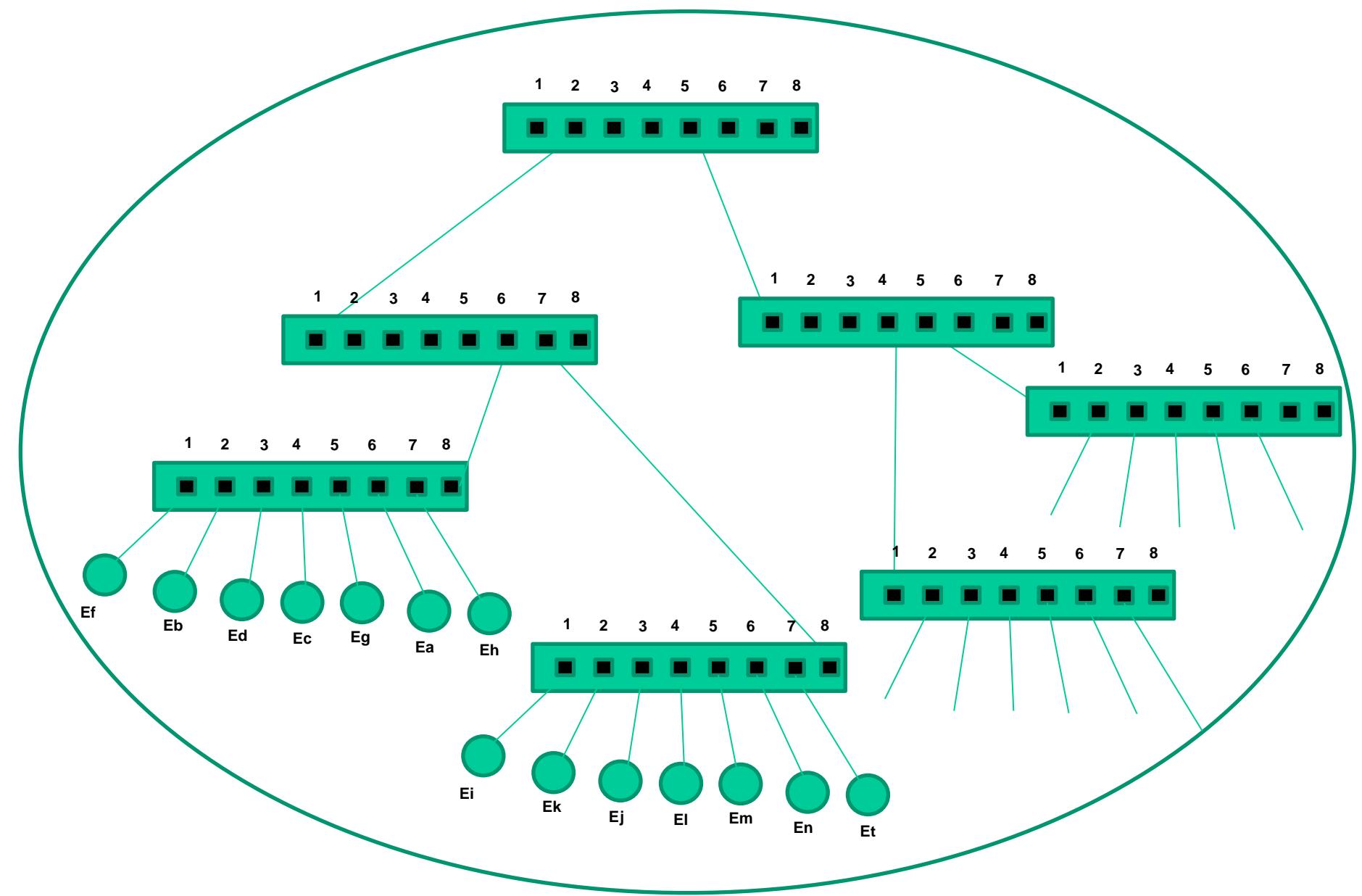
Na OSI 1 nivou može se koristiti asinhroni ili sinhroni prenos.

Dva metoda za IP enkapsulaciju na p-t-p vezama:

**SLIP (*Serial Line IP*), RFC 1055, jednostavan metod koji se danas relativno retko koristi.**

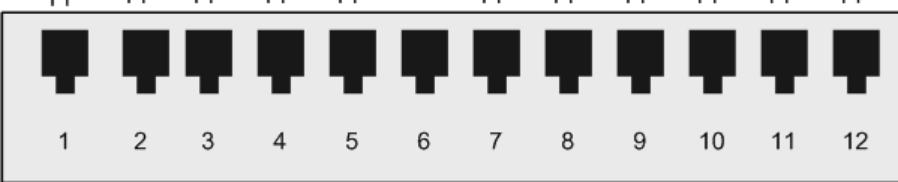
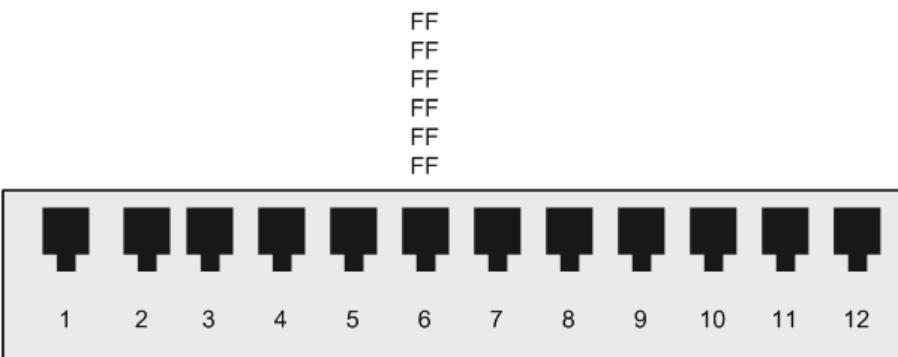
**PPP (*Point to Point Protocol*), RFC 1661, može da posluži i za enkapsulaciju drugih protokola.**

- **Činjenica** - Korporativne mreže povezuju velik broj radnih stanica;
- **Činjenica** - Upotreba Ethernet protokola u WAN delu, za posledicu ima povezivanje velikog broja radnih stanica;
- **Problem** - Kontrola saobraćaja na nivou 2 gotovo da nije moguća, narušena bezbednost i funkcionalnost mreže;
- **Problem** - Veliki broadcast domeni stvaraju tehničke probleme koji mogu izazvati prekide funkcionalnosti mreže;
- Rešenje – Mehanizam za podelu broadcast domena, njihovo povezivanje preko nivoa 3

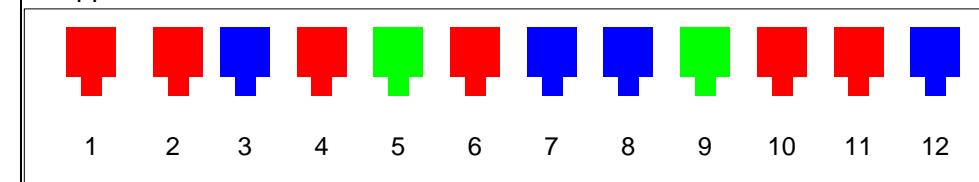
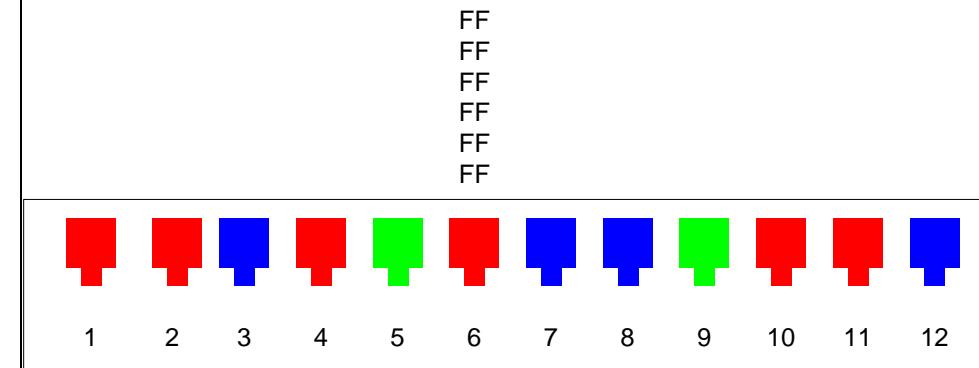


- **Običan svič** – Frejm adresiran na *broadcast* adresu prosleđuje na sve portove;
- **Ideja** - Frejm primljen sa jednog porta može da se prosledi samo na portove koji pripadaju istoj grupi kao i port sa kog je primljen frejm;

## • Običan svič



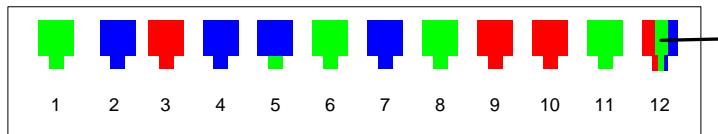
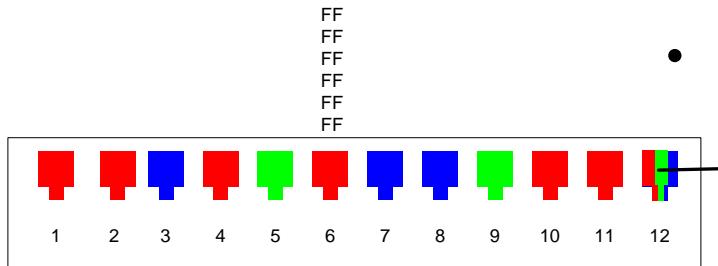
## • VLAN svič



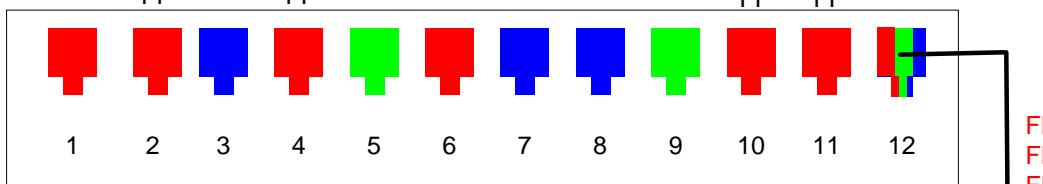
# Nivo 2-3

# VLAN [4]

- Obeležavanje frejma
  - IEEE 802.1Q

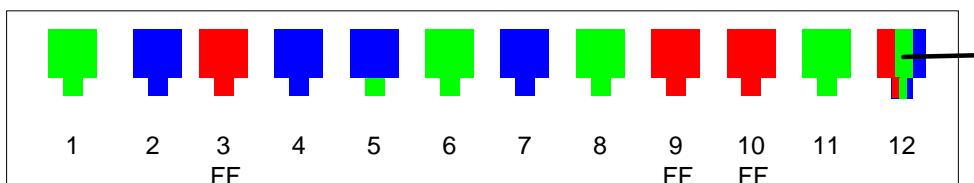


FF FF FF  
FF FF FF

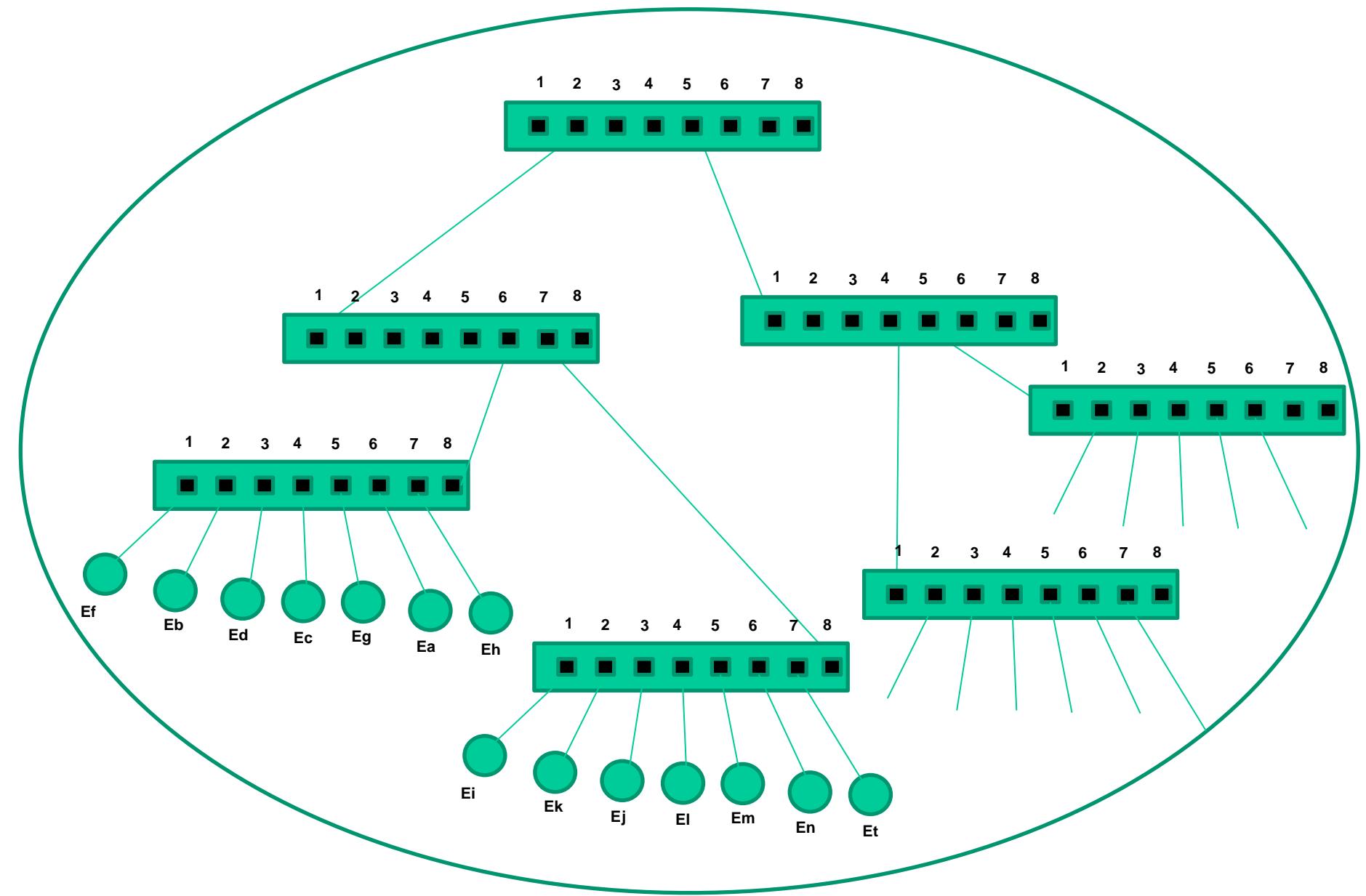


FF FF FF  
FF FF FF  
FF FF FF  
FF FF FF  
FF FF FF

F

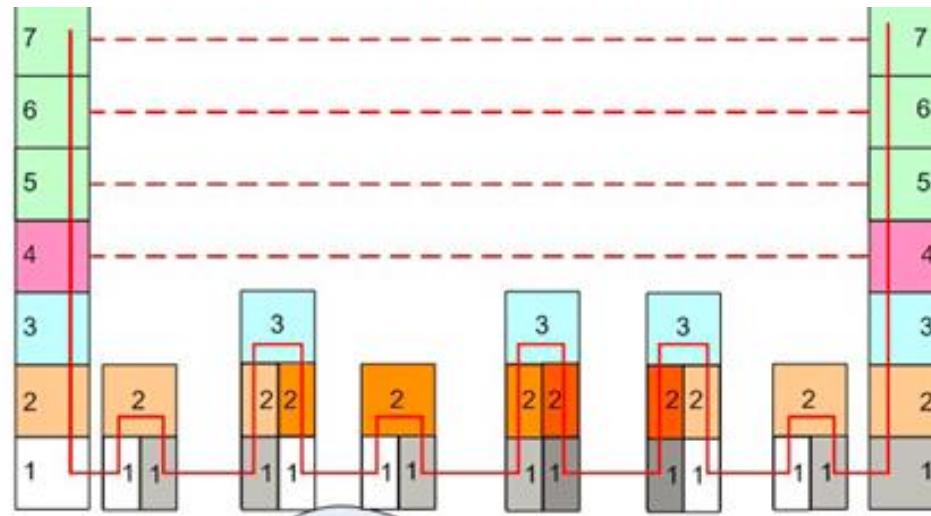


FF	FF



- **Komunikacija između VLAN-ova** – Samo preko nivoa 3;
- Potrebna veza preko 802.1Q linka sa ruterom ili upotreba svičeva sa implementiranom podrškom za rad sa protokolima nivoa 3 (rutiranjem). (*Layer 3 Switch, L3 Switch*)
- IP subnet se poklapa sa VLAN-om;
- Velike mogućnosti za kreiranje različitih logičkih arhitektura

# Nivo 3



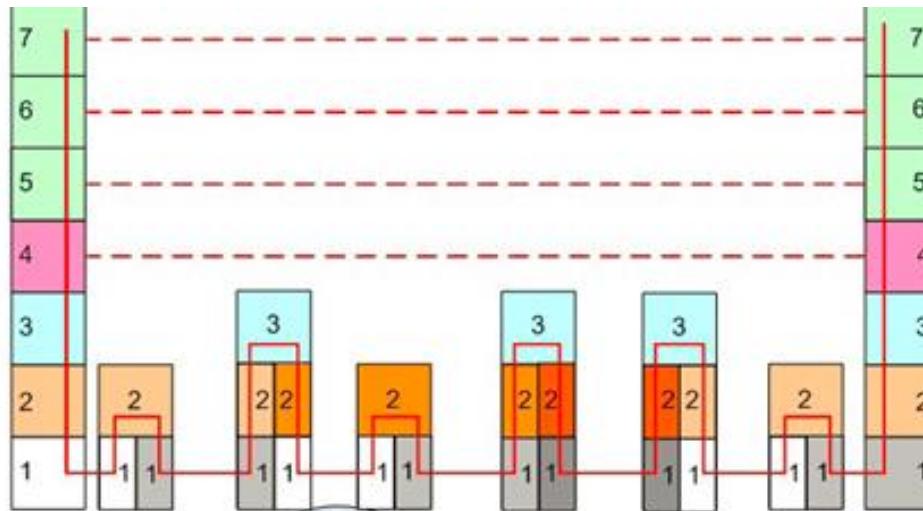
**Svrha rutiranja: sistem mora utvrditi *kome i kuda* da šalje IP pakete.**

Svaki sistem prilikom konfigurisanja za rad u mreži dobija sledeće parametre:

- svoju IP adresu i mrežnu masku (na osnovu čega zna kojoj IP mreži pripada)

- IP adresu rутera (*default gateway*).

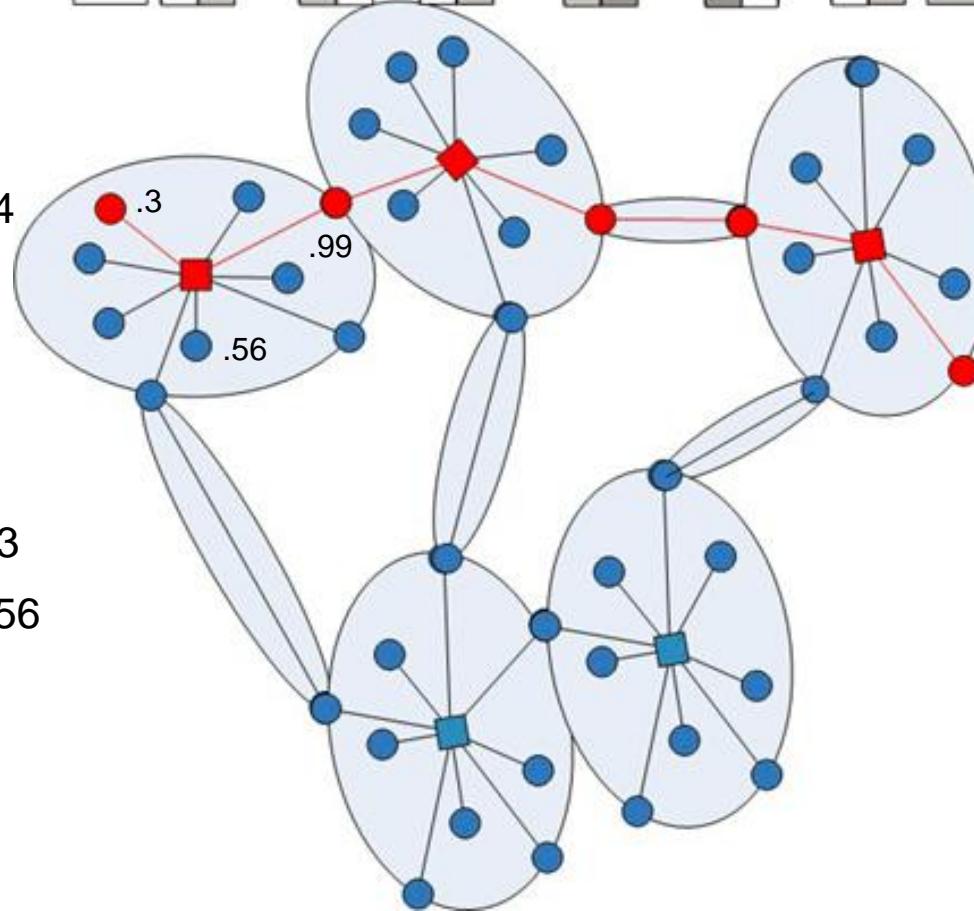
# Nivo 3



192.168.21.0/24

SA:192.168.21.3

DA:192.168.21.56



# Nivo 3

192.168.21.3>

192.168.21.0      255.255.255.0      0.0.0.0      Eth0

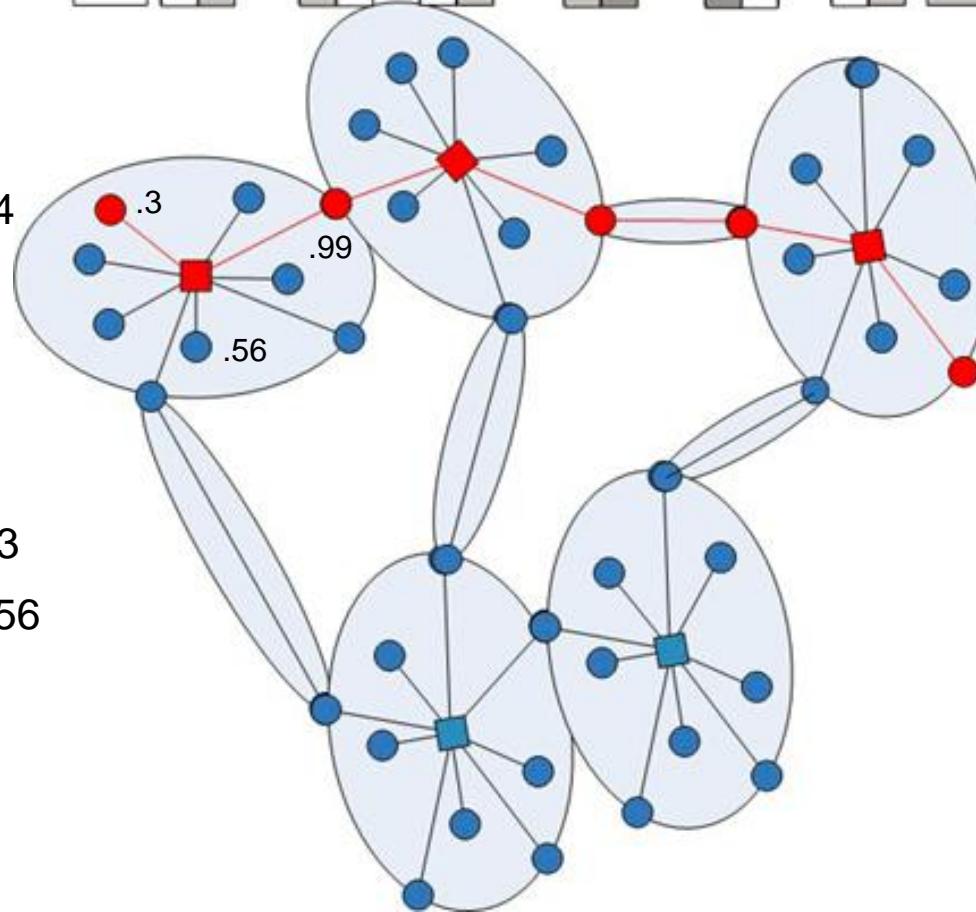
# Nivo 3



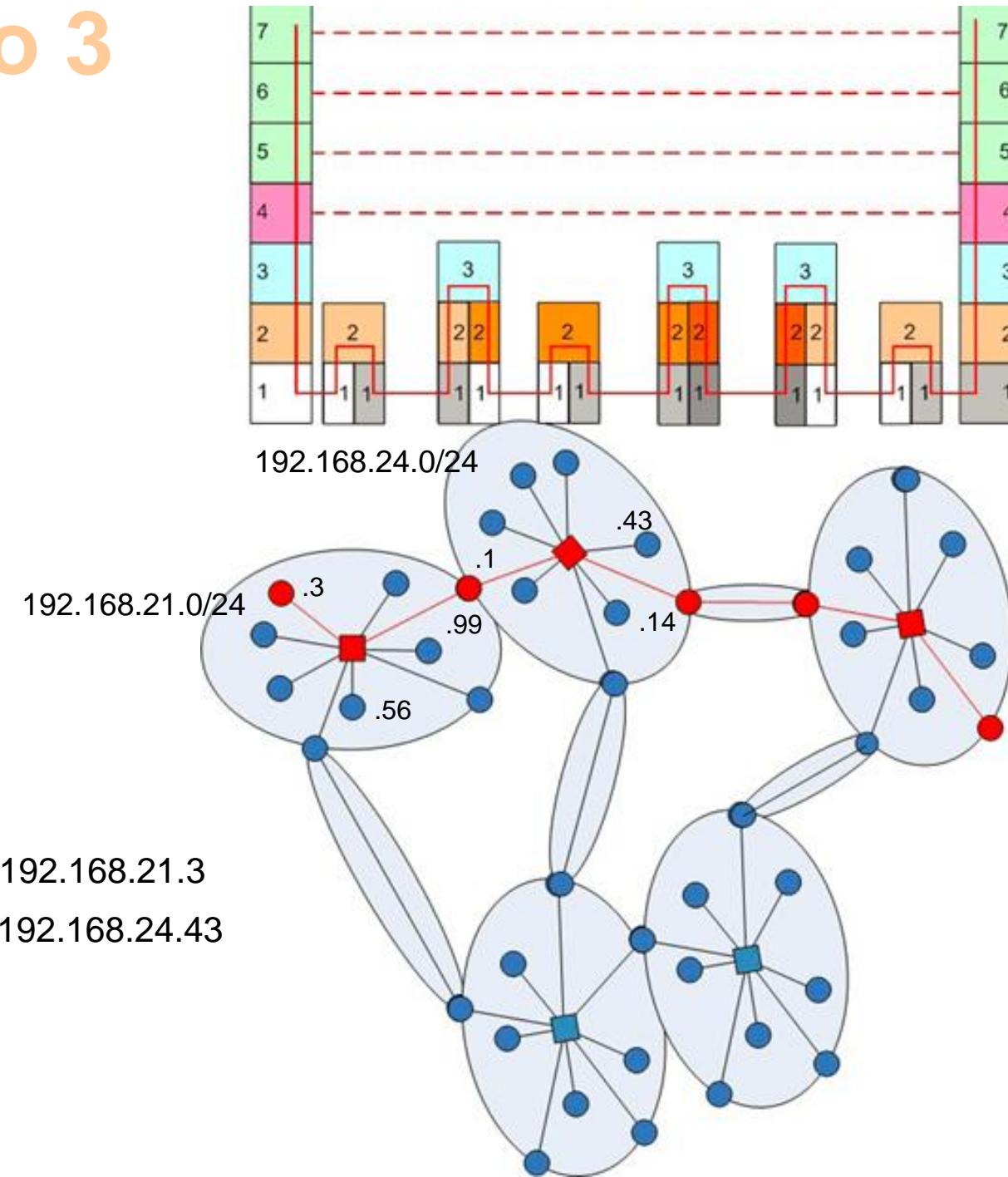
192.168.21.0/24

SA:192.168.21.3

DA:192.168.21.56



# Nivo 3



# Nivo 3

192.168.21.3>

192.168.21.0 255.255.255.0 0.0.0.0 Eth0

192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.21.99

192.168.21.99>

192.168.21.0 255.255.255.0 0.0.0.0 Eth0

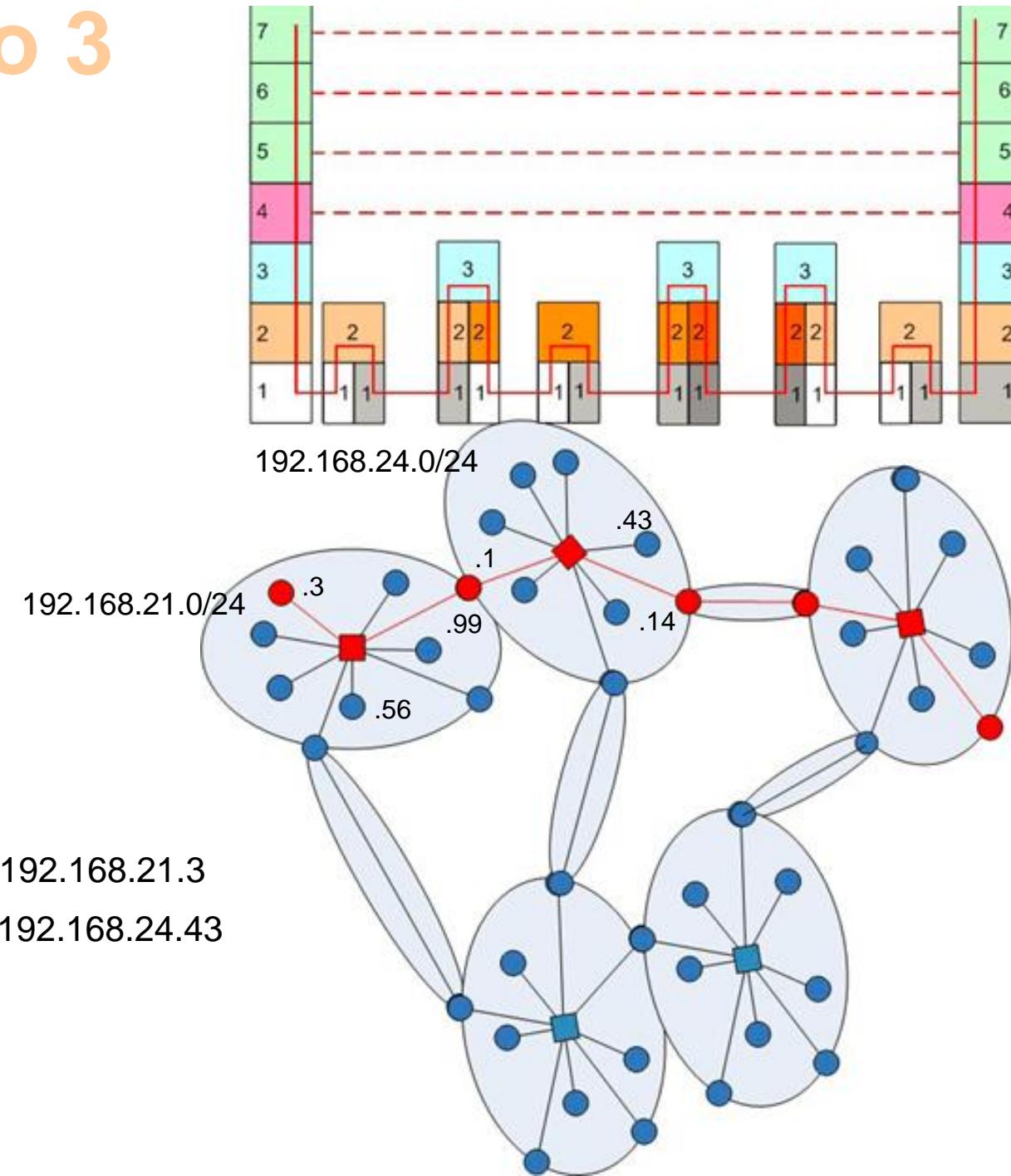
192.168.24.0 255.255.255.0 0.0.0.0 Eth1

192.168.24.43>

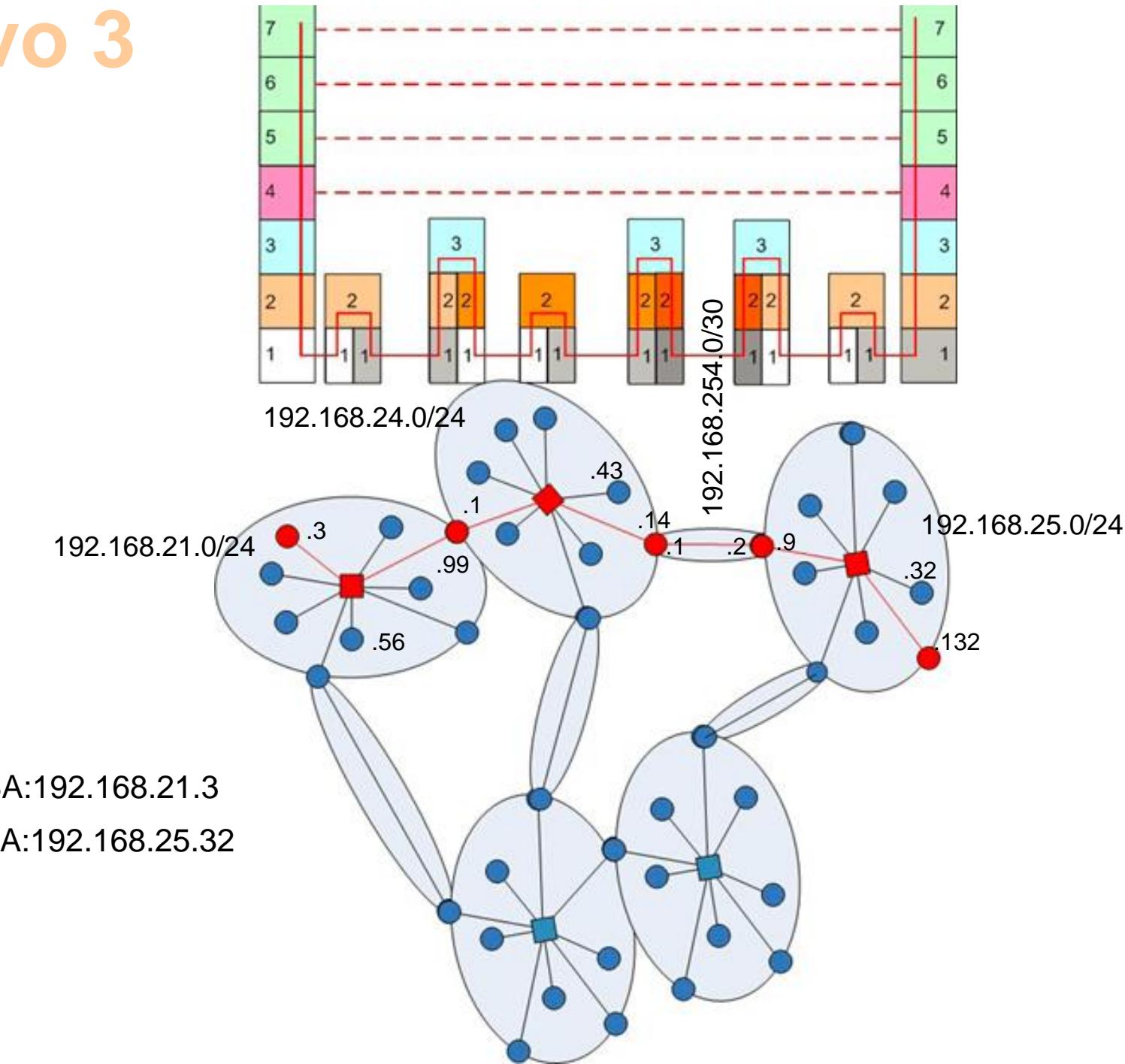
192.168.24.0 255.255.255.0 0.0.0.0 Eth0

192.168.21.0 255.255.255.0 192.168.24.1

# Nivo 3



# Nivo 3



**192.168.21.3>**

192.168.21.0	255.255.255.0	0.0.0.0	Eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.21.99	

**192.168.21.99>**

192.168.21.0	255.255.255.0	0.0.0.0	Eth0
192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	Eth1
192.168.25.0	255.255.255.0	192.168.24.14	

**192.168.24.14>**

192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	Eth0
192.168.254.0	255.255.255.252	0.0.0.0	ppp0
192.168.25.0	255.255.255.0	192.168.254.2	
192.168.21.0	255.255.255.0	192.168.24.1	

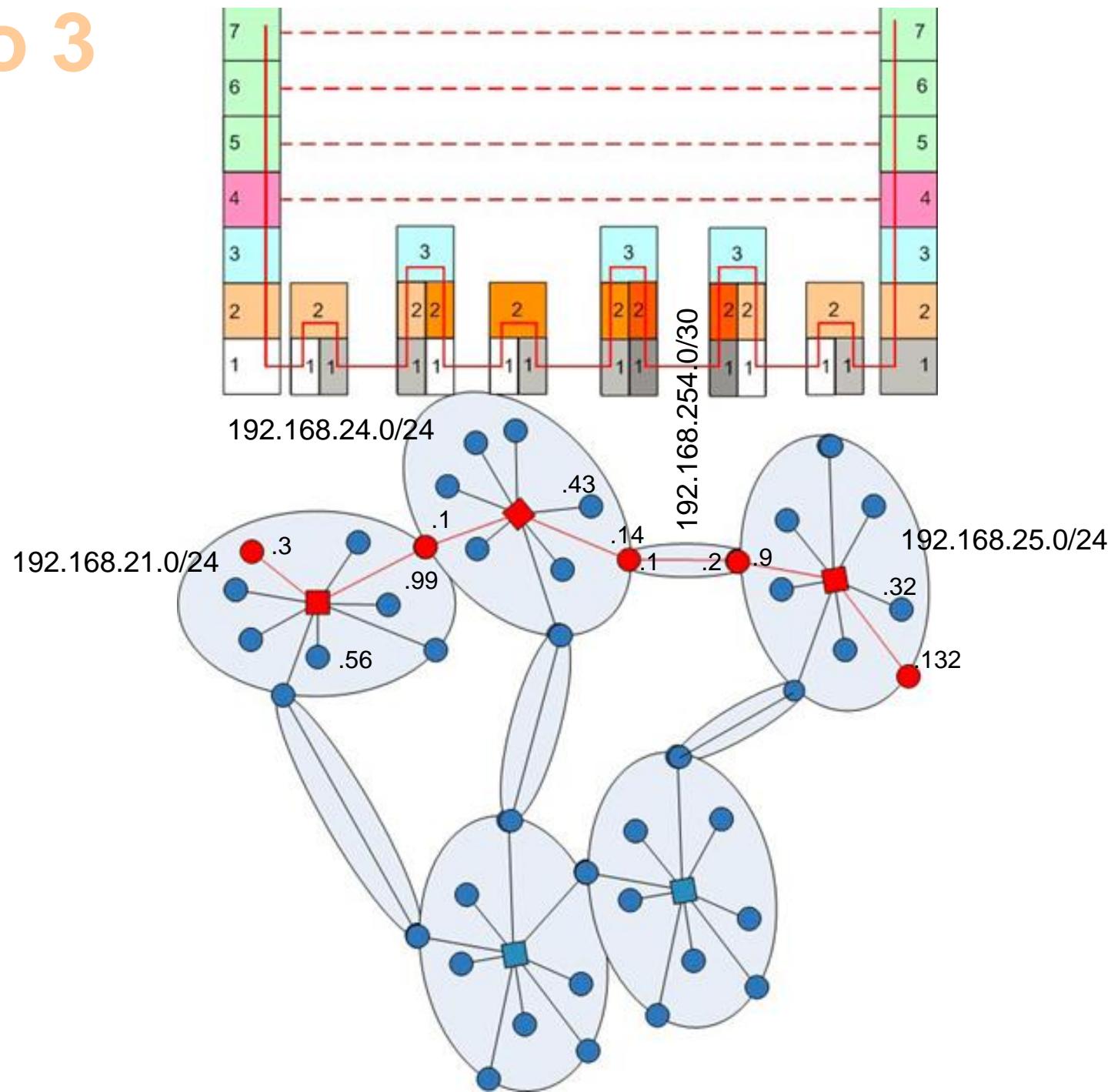
**192.168.254.2>**

192.168.25.0	255.255.255.0	0.0.0.0	Eth0
192.168.254.0	255.255.255.252	0.0.0.0	ppp0
192.168.24.0	255.255.255.0	192.168.254.1	
192.168.21.0	255.255.255.0	192.168.254.1	

**192.168.25.33>**

192.168.25.0	255.255.255.0	0.0.0.0	Eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.25.9	

# Nivo 3



# Nivo 3

**192.168.24.43>**

192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	Eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.24.14	

**192.168.24.43>**

192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	Eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.24.1	

Proširivanjem mreže i povezivanjem većeg broja IP mreža konfigurisanje ruteru postaje složenije; ako se to radi ručno (statički) raste mogućnost greške.

**Dinamičko rutiranje je način da se podaci o dostupnosti odredišta i adresama ruteru za pojedina odredišta razmenjuju automatski.**  
I dalje je potrebna minimalna statička konfiguracija.

# Nivo 3 Protokoli za rutiranje [1]

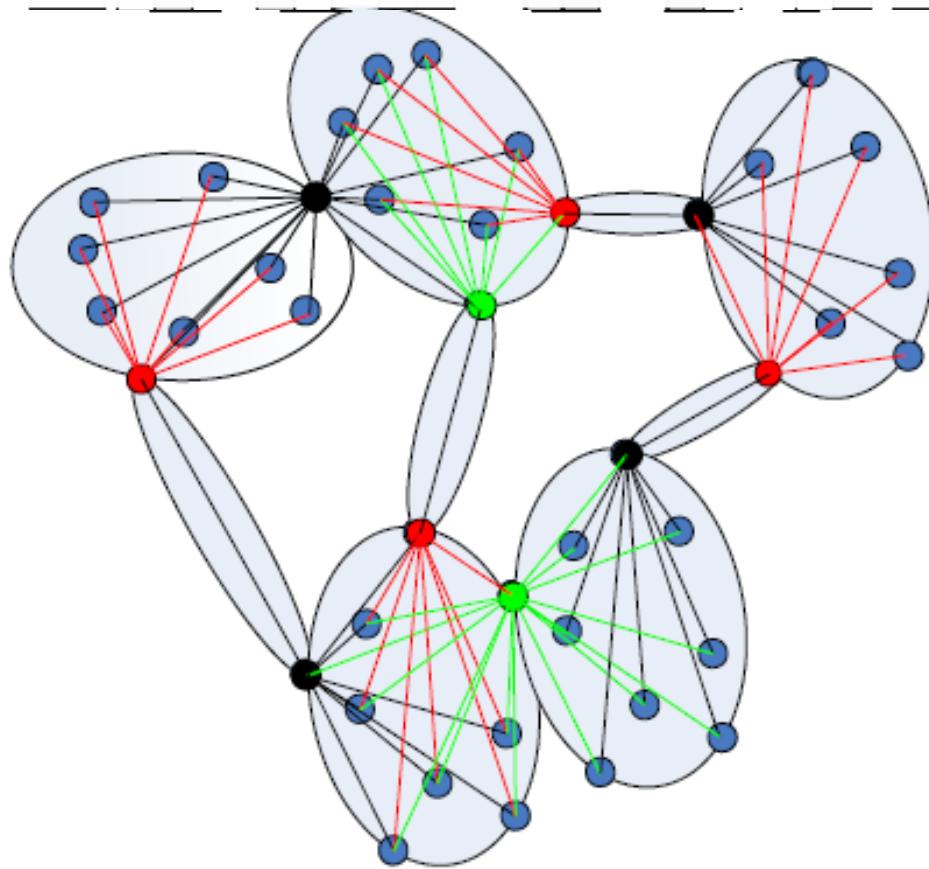
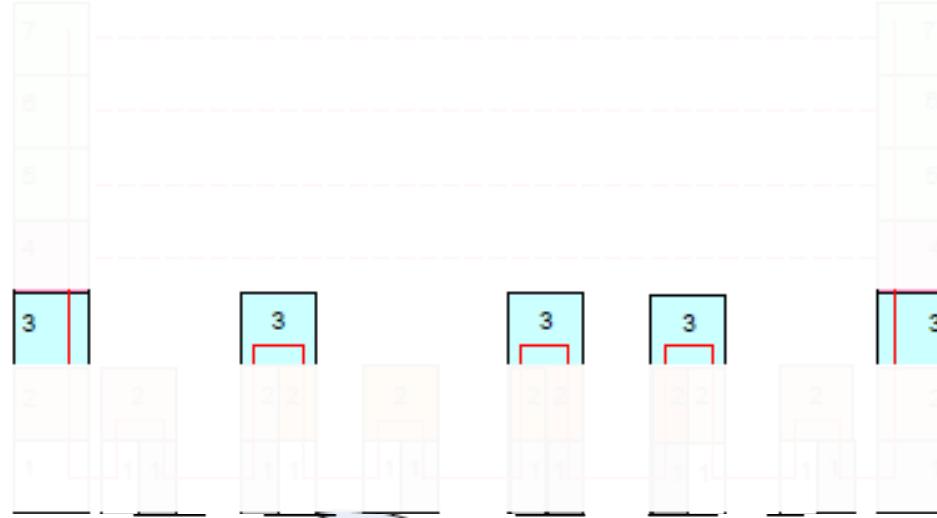
Vektor udaljenosti (*distance-vector*).

Predstavnik: RIP (*Routing Information Proto-col*), RFC 1058.

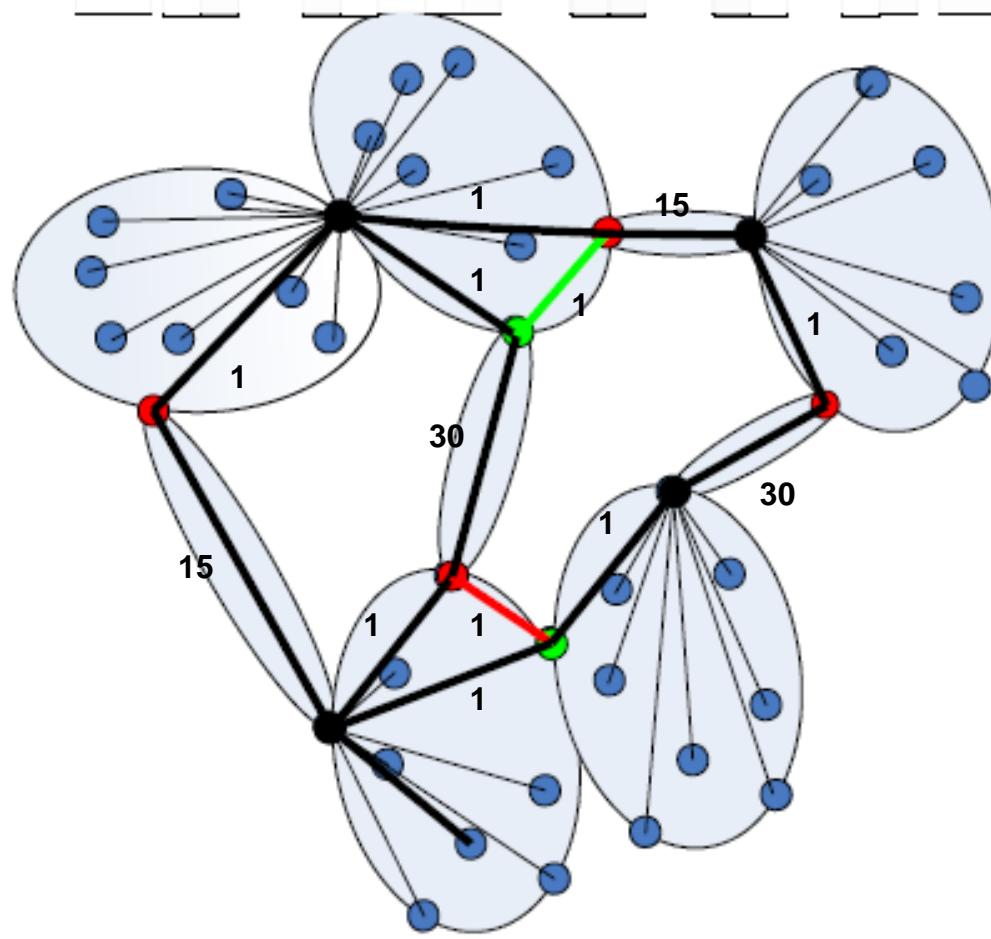
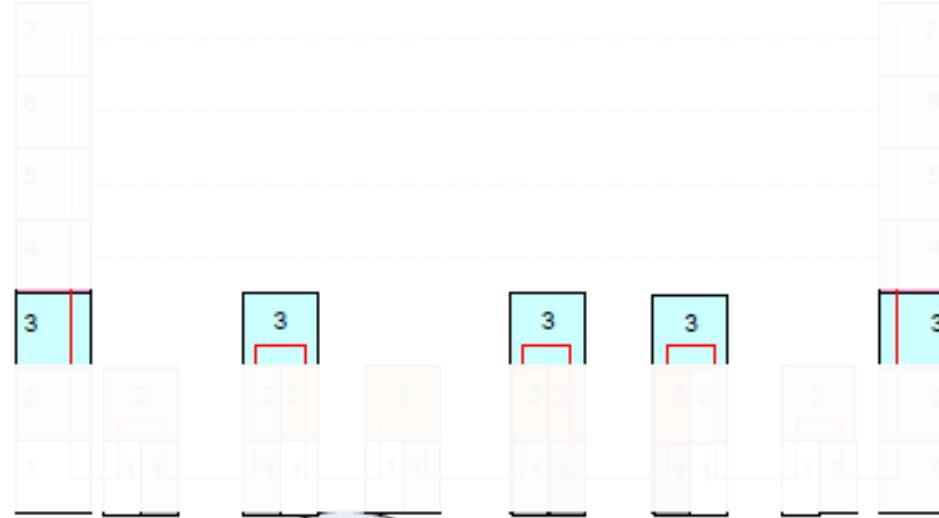
Metrika: mera udaljenosti odredišta. RIP smatra metriku 16 za beskonačnu.

Problem: spora konvergencija u slučaju prekida neke veze.

# Nivo 3



# Nivo 3



# Nivo 3 Protokoli za rutiranje [2]

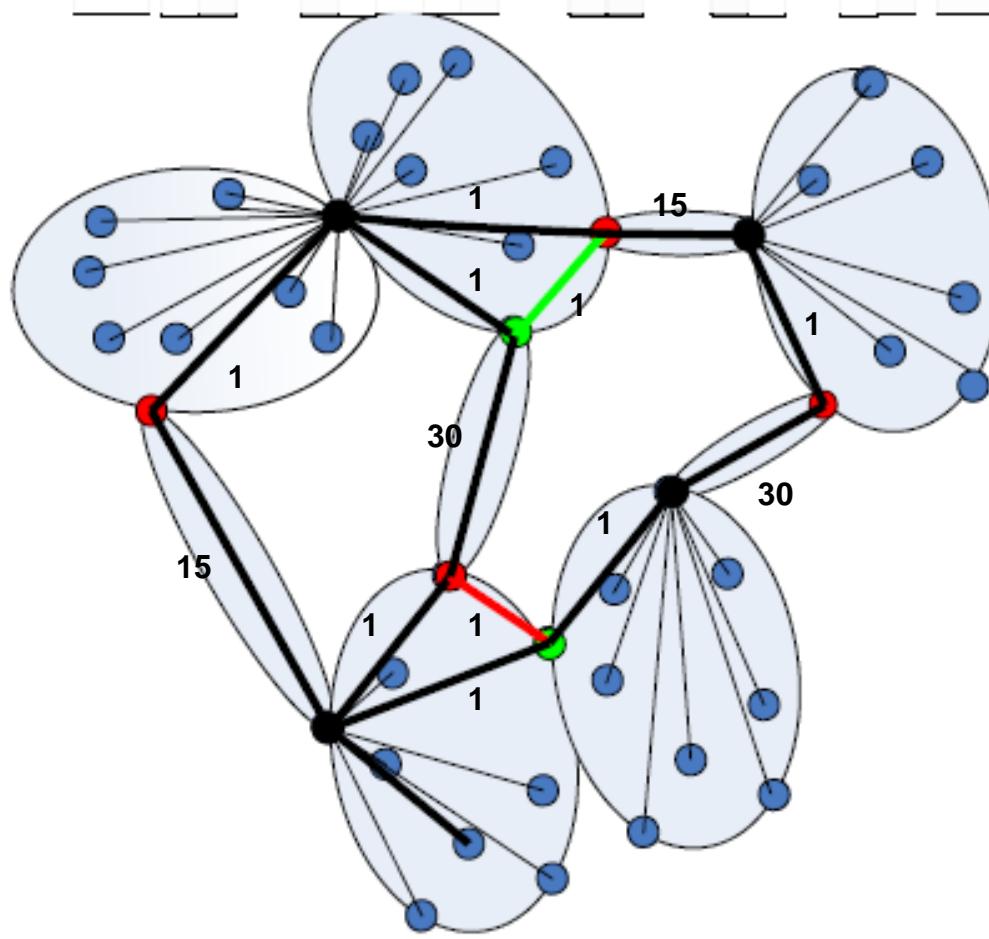
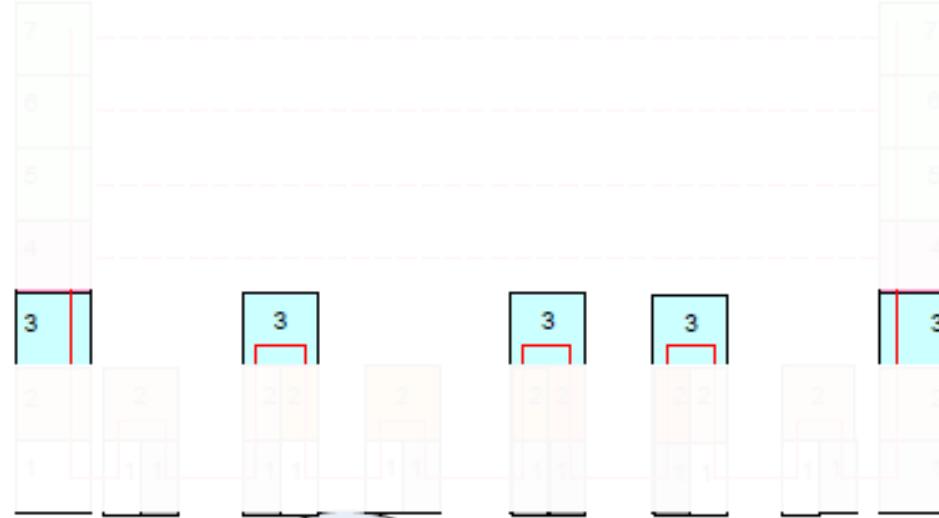
**Stanje veza (link-state).**

**Predstavnik: OSPF (*Open Shortest Path First*), RFC 2328.**

**Ruteri razmenjuju podatke o stanju svojih veza (interfejsa) sa susednim ruterima.**

**Svaki ruter ima potpunu sliku topologije cele mreže.**

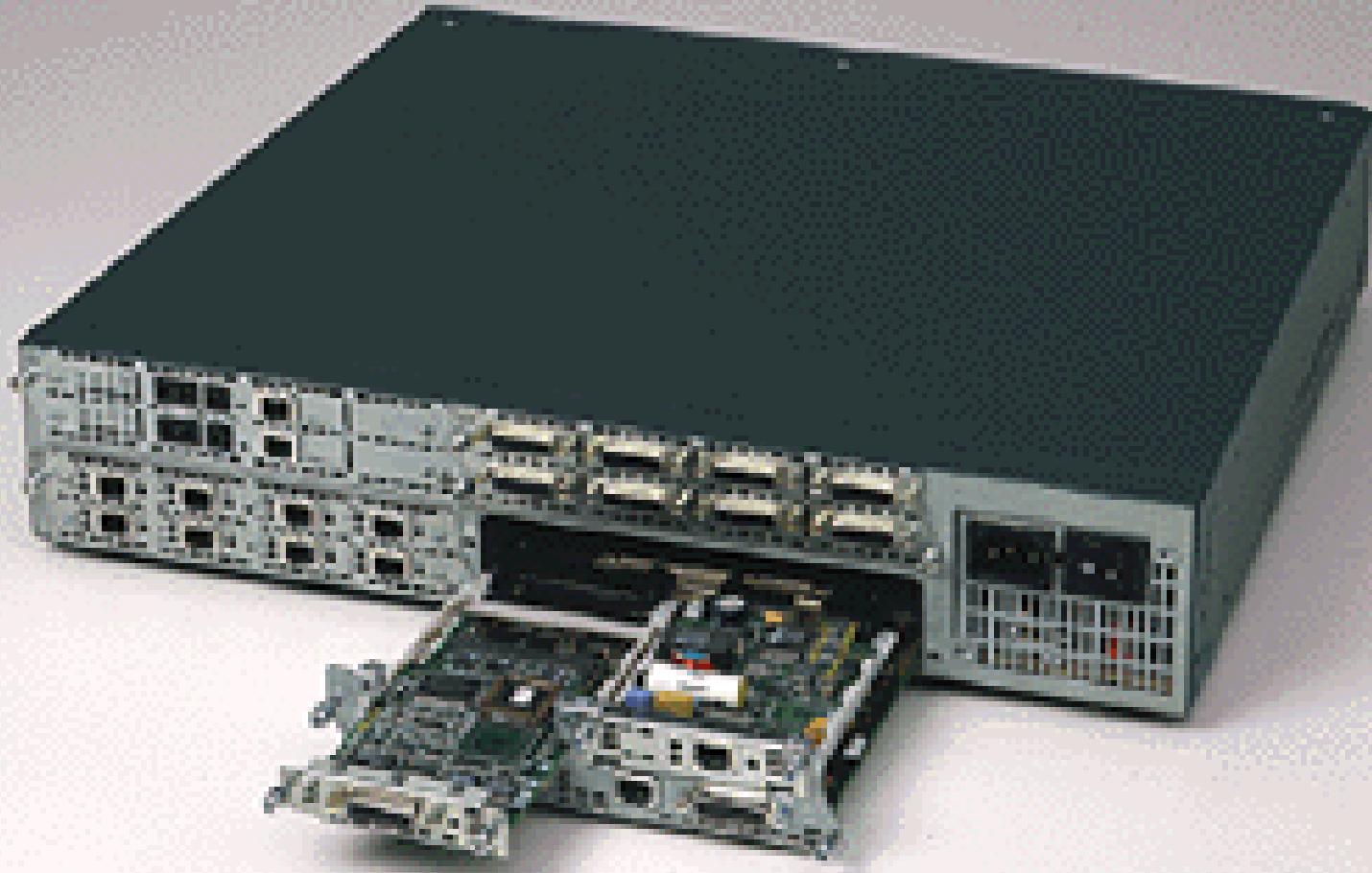
# Nivo 3



- Ruter je uređaj specijalizovan za rutiranje
- Dodatne funkcije
  - Filtriranje saobraćaja - bezbednost
- Različite tehnologije za povezivanje mreža
  - LAN Ethernet
  - LAN Token Ring
  - Serijske veze
    - Sinhrone
    - Asinhronne
  - ISDN - Integrated Services Digital Network
  - ATM - Asynchronous Transfer Mode
  - Frame relay

Nivo 3

# Ruteri [2]



*Internet Control Message Protocol, RFC 792.*

Protokol na istom nivou kao IP, enkapsulira se u IP pakete sa oznakom protokola 1 (jedan).

Služi za dijagnostiku, upravljanje, poruke o greškama.

Primer: program *ping*, koji služi za proveru dostupnosti sistema na mreži.

# Nivo 3 Format ICMP paketa

0

7

15

31



**Type - 8 bita - identifikacija tipa ICMP poruke, koja može da se odnosi na više događaja**

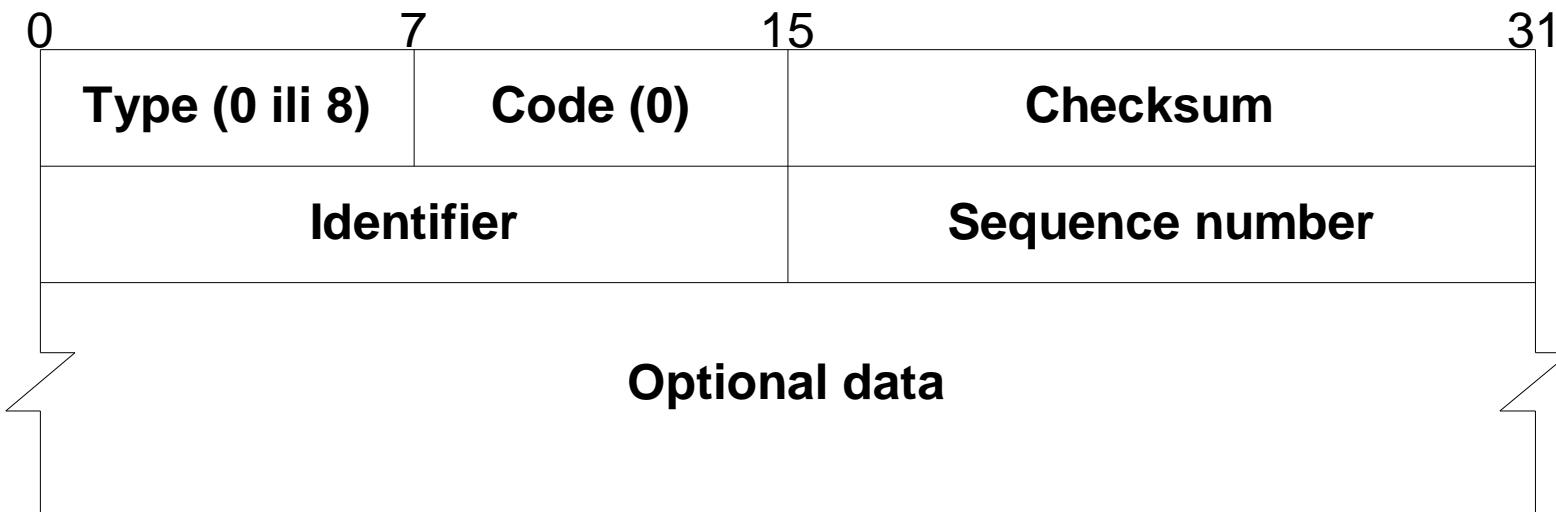
**Code - 8 bita - tačno ukazuje na događaj**

**Checksum - 16 bita - kontrolna suma koja se odnosi na ceo ICMP paket**

**Ping - služi za proveru dostupnosti hosta na mreži**

**Type - 0 echo reply, 8 echo request**

**Code - 0**

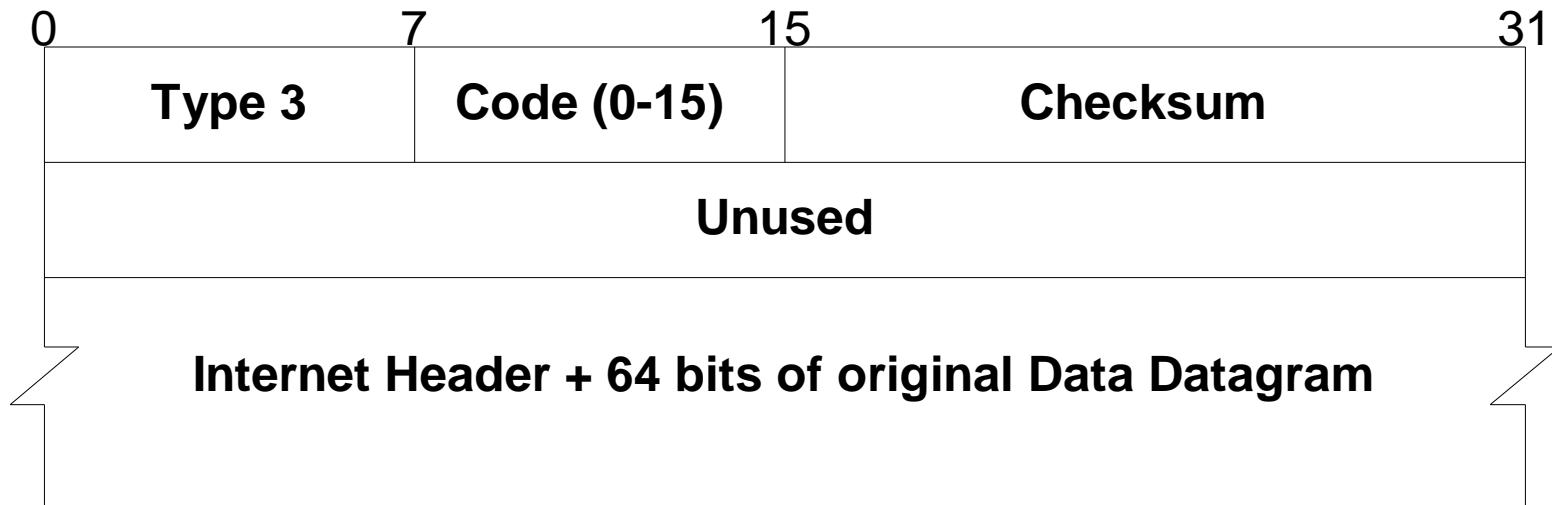


**Ping - služi za proveru dostupnosti hosta na mreži**

**Type - 0 echo reply, 8 echo request**

**Code - 0**

# Nivo 3 Destination unreachable [1]



**Type - 3**

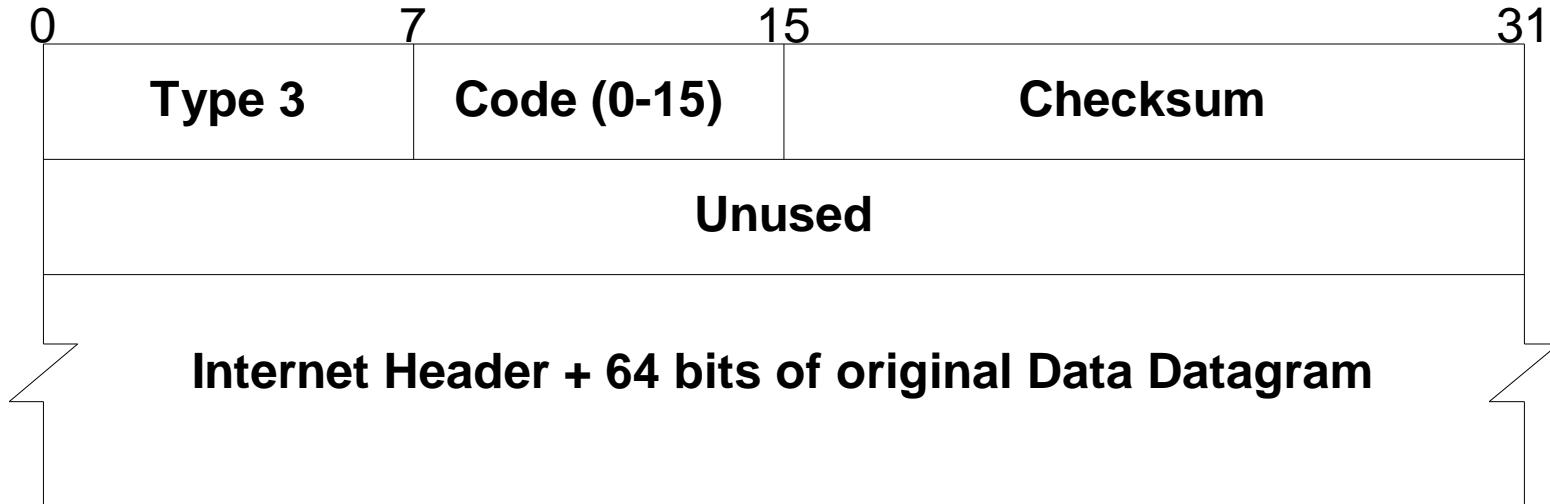
**Code - uzima vrednosti od 0 do 15**

**Unused - mora celo polje da bude popunjeno 0**

**Moramo imati IP zaglavlj je paketa koji je izazvao generisanje ICMP poruke o grešci**

**Iz 64 bita sadržaja IP paketa dobijamo informacije koje su nam potrebne za protokole višeg nivoa**

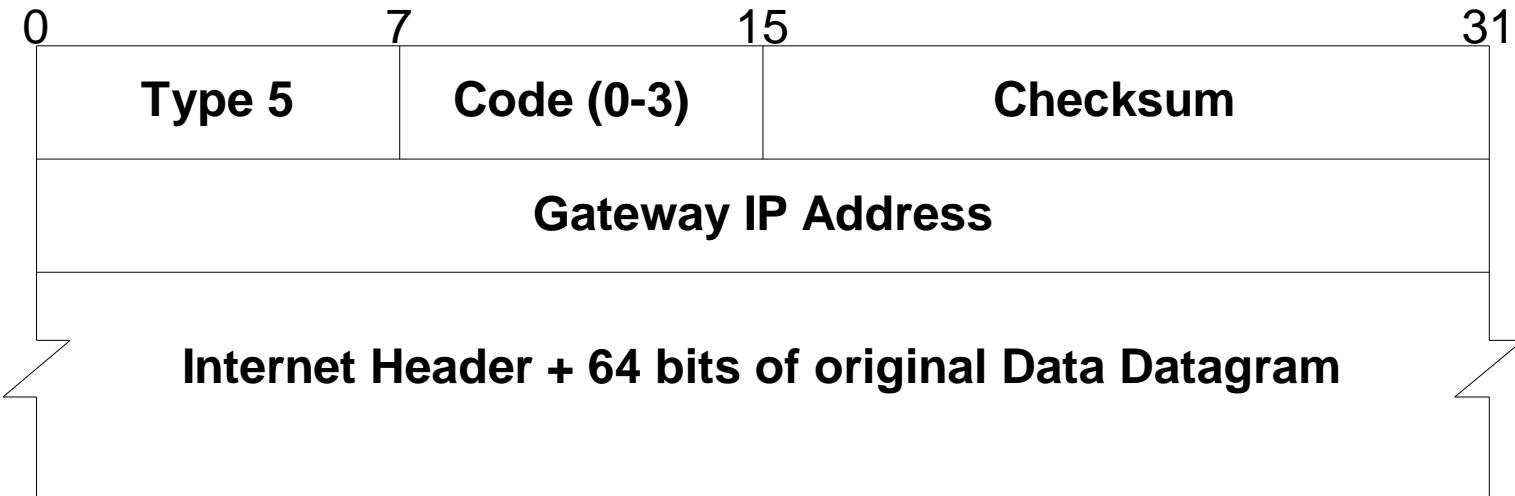
# Nivo 3 Destination unreachable [2]



**Code - 0 - network unreachable** - ruter zna na koji port da pošalje paket, ali link nije aktivan

**Code - 1 - host unreachable** - ARP zahtev ne dobija odgovor ili administrativna zabrana (IP filtriranje)

**Code - 4 - potrebno izvršiti fragmentaciju** ali je DF fleg postavljen



Type - 5

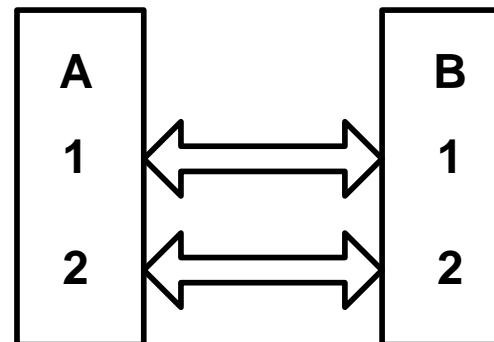
Code - 0 - Redirekcija za mrežu

**Slučaj: tri povezane mreže, dva rутера на jednom od segmenata.**

**Sistem zna samo za jedan ruter; šalje mu i saobraćaj koji bi efikasnije bilo uputiti drugom ruteru.**

**Ruter tada šalje ICMP REDIRECT poruku sa IP adresom pogodnijeg rутера.**

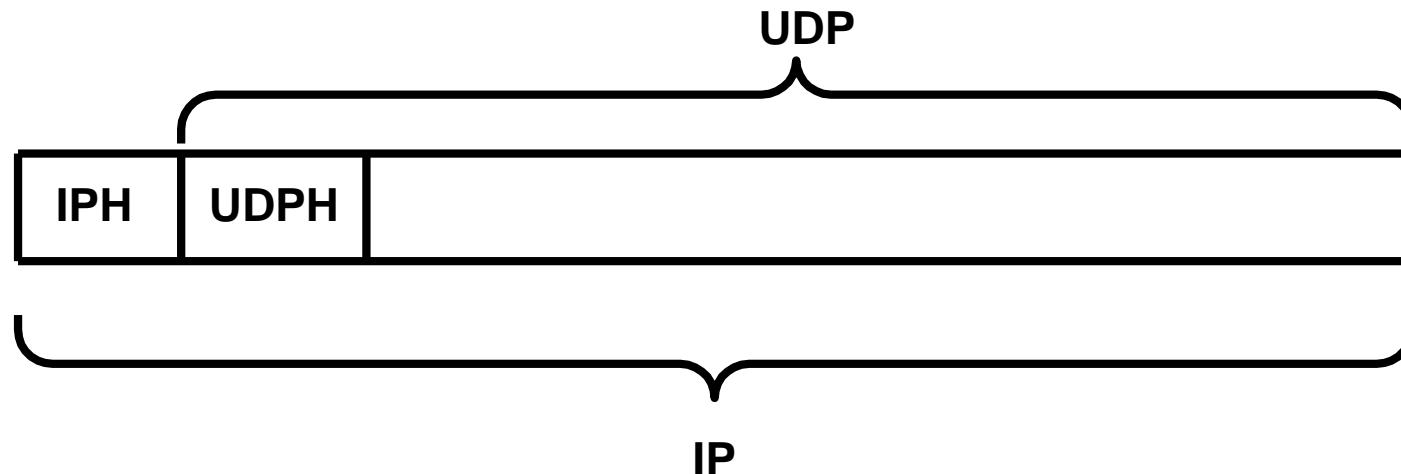
- Sistemi se identikuju pomoću IP adrese
- Za potrebe aplikacija potrebno je više podataka

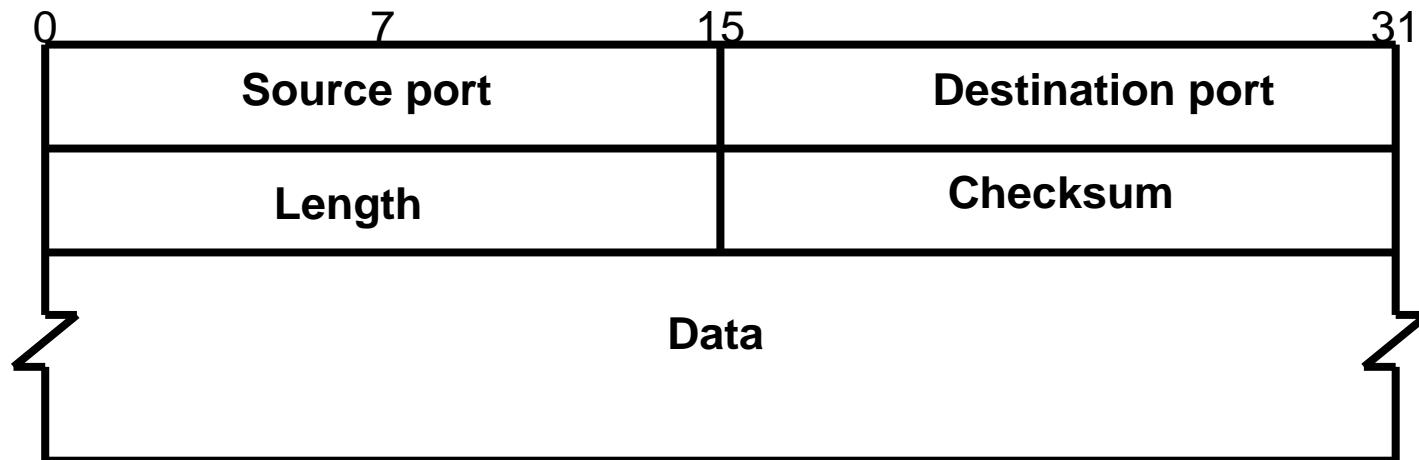


- Portovi - lokalno proširenje IP adrese (analogija lokali na TF centrali)
- 16 bita, neoznačeni, 0 - 65535
- Rezervisani portovi od 1 - 1023

- Mrežne aplikacije se pišu tako da podrazumevaju da se sa jedne strane nalazi klijent, a sa druge strane server
- Server, po prijemu zahteva od klijenta, obradi klijentov zahtev i pošalje mu odgovor

- *User Datagram Protocol, RFC768*
- Jednostavan protokol
- Za kratke poruke (do veličine MTU)
- Ne garantuje isporuku
- Enkapsulira se u IP paket sa oznakom protokola 17



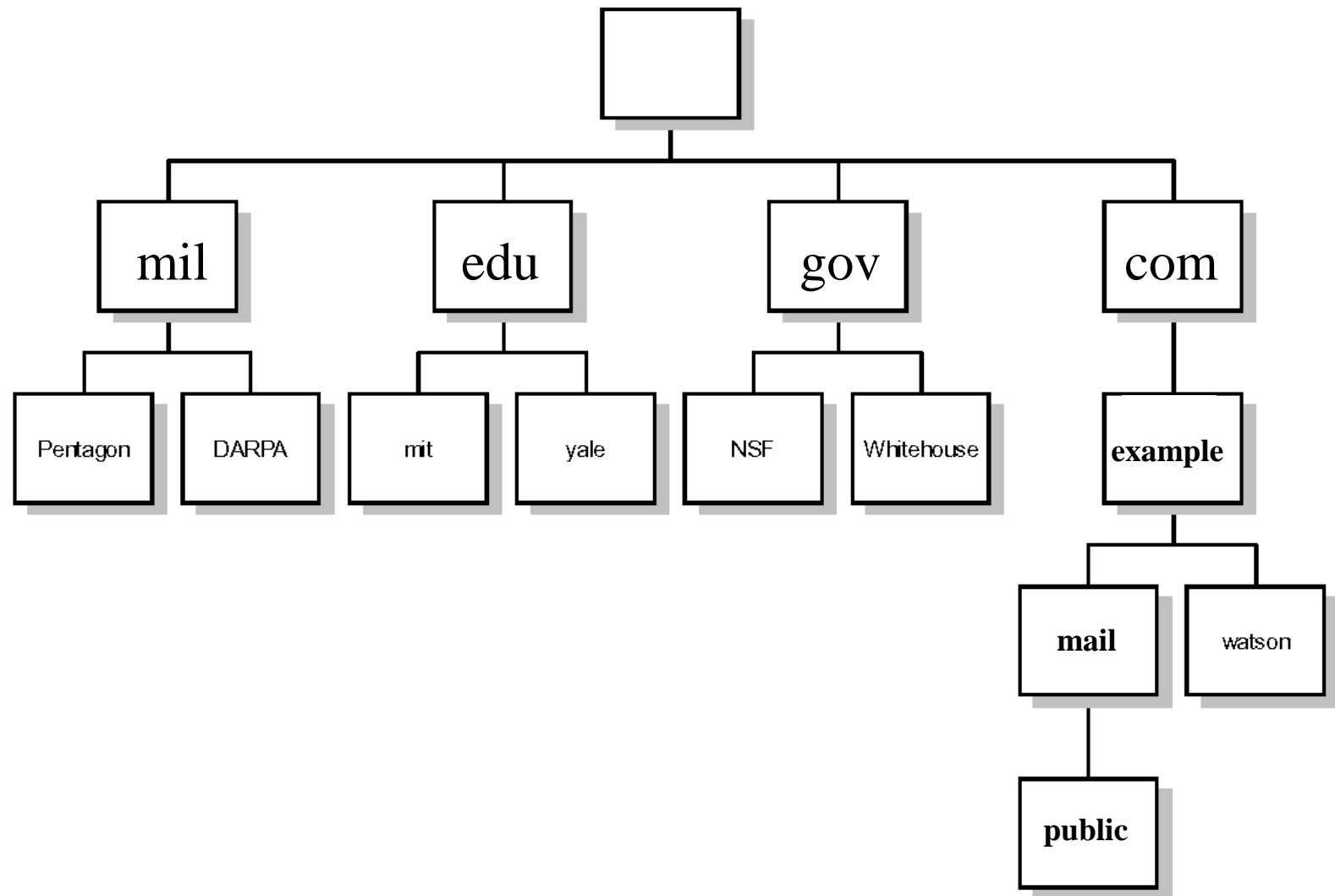


- UDP paket ima svoje zaglavje i podatke
- Source port - 16 bita - port aplikacije koja šalje podatke
- Destination port - 16 bita - port aplikacije kojoj su podaci poslati
- Length - 16 bita - dužina UDP paketa u bajtima
- Checksum - 16 bita - kontrolna suma koja se odnosi i na zaglavje i na podatke

- *Domain Name System*, RFC 1034, RFC 1035.
- Distribuirani sistem za opis hijerarhijski organizovanih skupova imena i pridruživanje različitih vrsta podataka tim imenima.
- Recimo: mail.example.org - 192.168.24.1
- Za upite koristi UDP sa rezervisanim portom 53.

# Nivo 5 DNS, hijerarhija [1]

- FQDN (*Fully Qualified Domain Name*):  
public.mail.example.com.
- Puna imena se dobijaju zapisivanjem oznaka s leva na desno, od najspecifičnije (na najnižem nivou) ka najmanje specifičnom. Oznake se razdvajaju tačkama.
- Vrh hijerarhije ima prazno ime.



*Table 4. DNS - Some Top-Level Internet Domains*

Domain Name	Meaning
com	Commercial organizations
edu	Educational institutions
gov	Government institutions
int	International organizations
mil	U.S. Military
net	Major network support centers
org	Non-profit organizations
country code	ISO standard 2-letter identifier for country-specific domains

**ISO 3166 - Country code**

# Nivo 5 DNS, pretpostavke

- Dostupnost podataka bitnija je od njihove ažurnosti (ali ima načina da se veća ažurnost zahteva).
- Podaci se većinom sporo menjaju.
- U sistemu je obezbeđena redundantnost.
- Granice administrativne odgovornosti za podatke uglavnom se poklapaju sa organizacionom strukturu institucija koje podatke održavaju.

# Nivo 5 DNS, organizacija

- Područje odgovornosti nekog servera zovu se **zone**.  
Podaci o zonama zapisani su lokalno za primarne servere; sekundarni serveri preuzimaju podatke od primarnih.
- Server može da poveri (*delegira*) odgovornost za deo neke zone drugim serverima.

# Nivo 5 Primer zone @ = example.org.

```
@ IN SOA ns.example.org. root.example.org. (
    1999120300 ; serial
    43200       ; reload
    1800        ; retry
    604800      ; expire
    86400)      ; minimum TTL
NS      ns.example.org.
MX      0 mail.example.org.
ns      A   192.168.24.2
mail    A   192.168.24.1
blast   CNAME blob.example.org.
blob    A   192.168.24.3
        MX  0 blob.example.org.
        MX  10 mail.example.org.
```

# Nivo 5 Primer zone @ = example.org.

@	IN	SOA	ns.example.org. root.example.org. (
@	IN	SOA	1999120300 ; serial
@	IN	SOA	43200 ; reload
@	IN	SOA	1800 ; retry
@	IN	SOA	604800 ; expire
@	IN	SOA	86400) ; minimum TTL
@	IN	NS	ns.example.org.
@	IN	MX	0 mail.example.org.
ns	IN	A	192.168.24.2
mail	IN	A	192.168.24.1
blast	IN	CNAME	blob.example.org.
blob	IN	A	192.168.24.3
blob	IN	MX	0 blob.example.org.
blob	IN	MX	10 mail.example.org.

# Nivo 5 DNS, vrste podataka

- Svaka stavka se zove RR (*Resource Record*).
  - Elementi RR: ime, klasa, tip, podaci.
  - Tipovi RR + (*primer za zonu example.org*):
    - SOA (*Start of Authority*), početak zone.
      - Ime: (*example.org.*)
      - Klasa: IN
      - Tip: SOA
      - Podaci: <domain name> ime name servera, <domain name> koji specificira Mailbox odgovornog za zonu, broj verzije zone, vreme u sekundama za proveru ažurnosti zone sekundarnog servera, vreme u sekundama za ponovni pokusaj ako pokušaj provere ažurnosti nije uspeo, vreme u sekundama posle kog podaci o zoni na sekundarnom serveru više nisu autoritativni, vreme u sekundama koje označava dužinu validnosti odgovora za ovu zonu.

# Nivo 5 DNS, vrste podataka

- **NS (*Name Server*) za zonu.**
  - Ime: example.org
  - Klasa: IN
  - Tip: NS
  - Podaci: <domain name> specifikacija odgovornog sistema za zonu (ns.example.org)
- **A (*Address*). Vezuje ime za adresu**
  - Ime: mail.example.org.
  - Klasa: IN
  - Tip: A
  - Podaci: IP adresa (192.168.24.2)
- **CNAME (*Canonical Name*)** Način da dodelimo alias imenu koje je sa A tipom RR dodeljeno IP adresi.
  - Ime: blast.example.org.
  - Klasa: IN
  - Tip: CNAME
  - Podaci: Originalno ime sistema (blob.example.org.)
- **MX (*Mail Exchanger*).**

# Nivo 5 Primer zone @ = example.org.

```
@ IN SOA ns.example.org. root.example.org. (
    1999120300 ; serial
    43200       ; reload
    1800        ; retry
    604800      ; expire
    86400)      ; minimum TTL
NS      ns.example.org.
MX      0 mail.example.org.
ns      A   192.168.24.2
mail    A   192.168.24.1
blast   CNAME blob.example.org.
blob    A   192.168.24.3
        MX  0 blob.example.org.
        MX  10 mail.example.org.
```

- Problem: znajući IP adresu nekog sistema, kako mu saznati ime?
- Klasičan DNS: **www.uns.ac.rs.**
- IP adresa: **192.168.24.2**
- Rešenje??? **2.24.168.192 ???**
- Rešenje = **2.24.168.192.ovojeobrnuta.ipadresa**
- Naročiti pseudo-domén: **in-addr.arpa.**
- Komponente decimalnog zapisa IP adrese u obrnutom redosledu čine nivoe hijerarhije i razgraničavaju zone.
- Recimo: **2.24.168.192.in-addr.arpa.**

# Nivo 5 Zona za inverzno mapiranje

- Koristi se PTR tip RR.

```
@      IN      SOA    ns.example.org. root.example.org. (
                      1999120300      ; serial
                      43200          ; reload
                      1800           ; retry
                      604800         ; expire
                      86400)         ; minimum TTL
                      NS      ns.example.org.
1      PTR      mail.example.org.
2      PTR      ns.example.org.
3      PTR      blob.example.org.
```

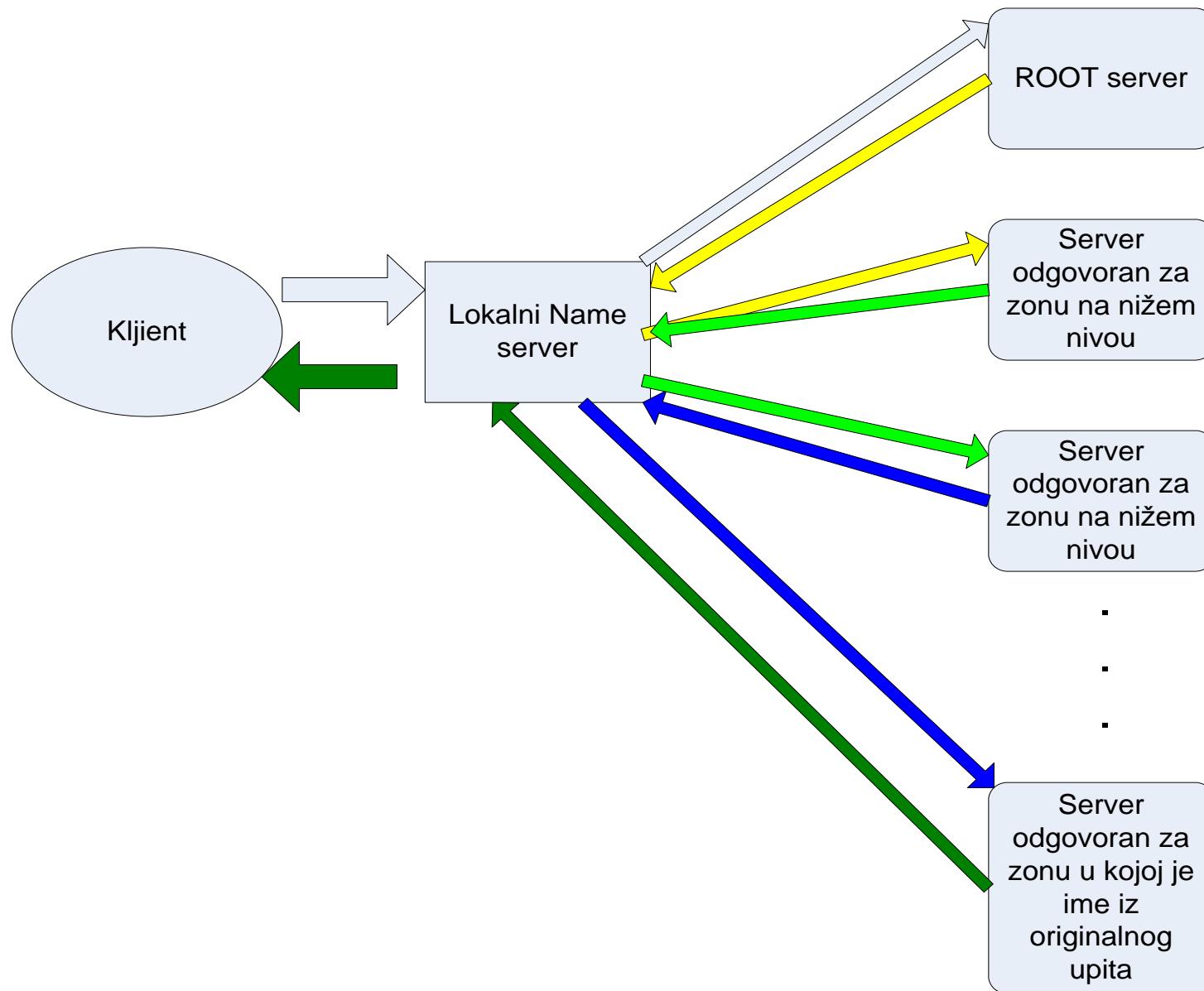
# Nivo 5 DNS, dobijanje odgovora

- U svakom distribuiranom sistemu može se desiti da pojedinačni server ne može da vrati direktni odgovor klijentu.
- Rekursivno: server sam prosleđuje upit dalje (povoljnije klijentu, zahtevnije serveru).
- Iterativno: server vraća klijentu poruku sa indikacijom kome se sledećem treba obratiti (zahtevnije klijentu, povoljnije serveru).

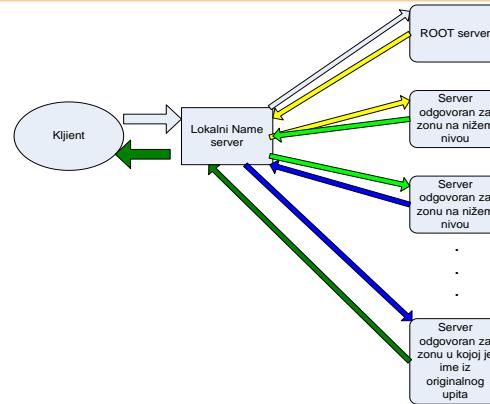
# Nivo 5 DNS, dobijanje odgovora

- Svaki korisnički sistem ima *resolver* zadužen za slanje upita za aplikacije i prosleđivanje dobijenih odgovora aplikacijama.
- Konfiguracioni parametar korisničkog sistema je adresa Lokalnog Name servera, koji je zadužen za prosleđivanje upita i vraćanje dobijenih odgovora.
- Lokalni Name server je posrednik za grupu korisničkih sistema koji olakšava posao *resolver-ima* samih korisničkih sistema.
- Root Name Servers – Serveri zaduženi za “root” zonu na vrhu hijerarhije.  
Trenutno {a-m}.root-servers.net.

# Nivo 5 DNS, dobijanje odgovora



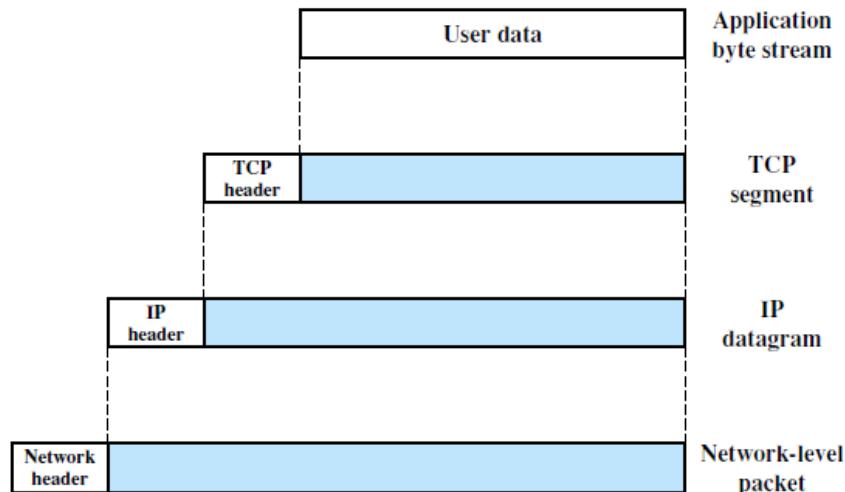
# Nivo 5 DNS, dobijanje odgovora



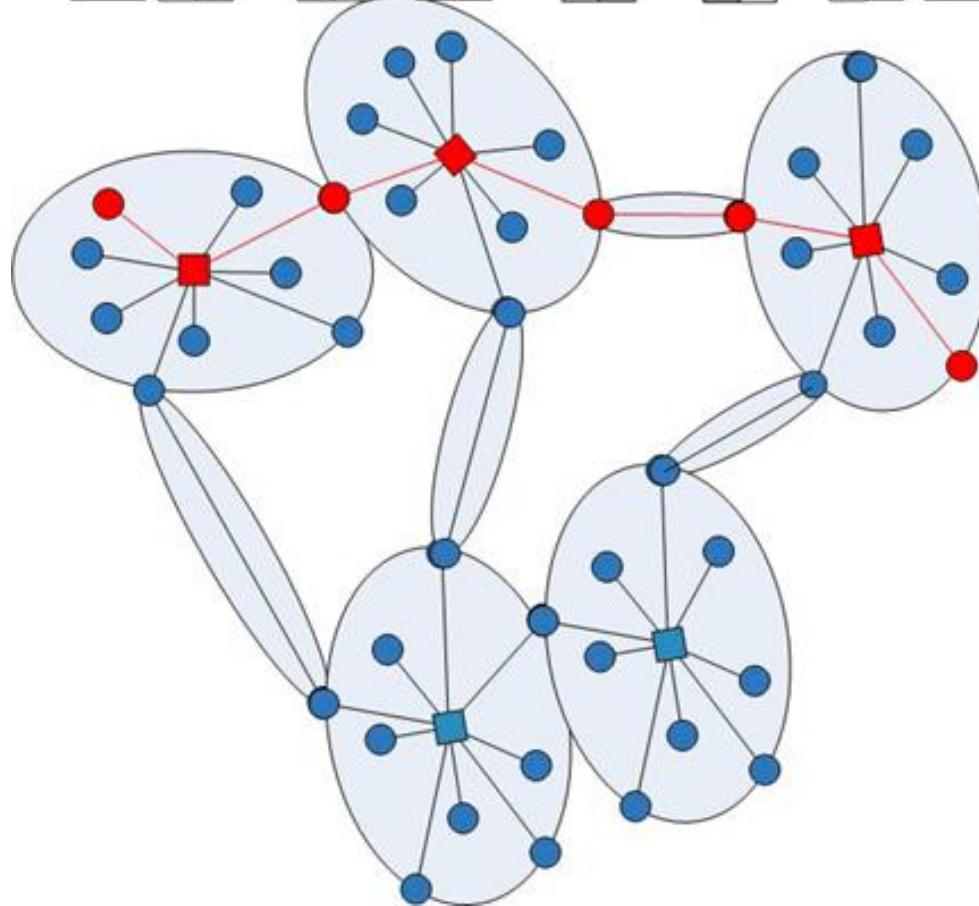
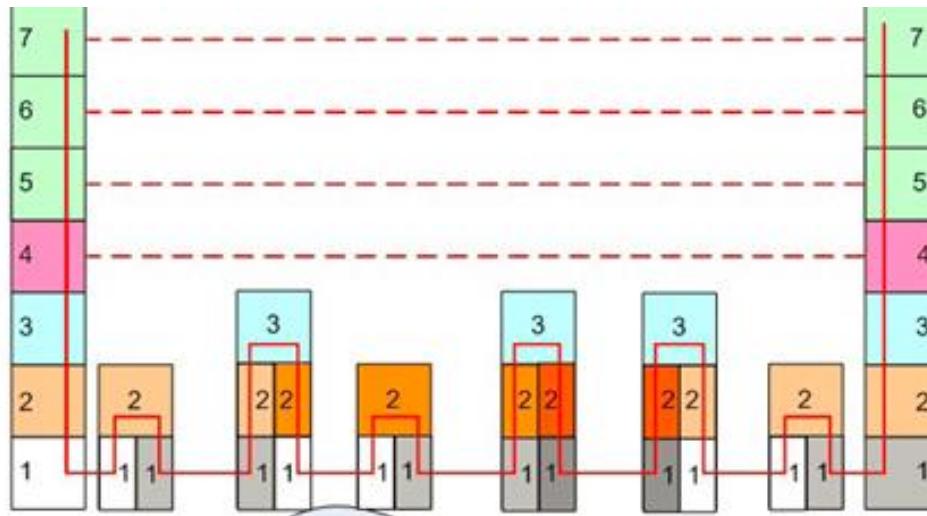
- **Klijent (njegov resolver) šalje upit Lokalnom Name serveru.**
- **Lokalni Name server šalje upit root-serveru**
- **Root-server šalje odgovor Lokalnom Name serveru sa informacijom ko je odgovoran za zonu na nižem nivou hijerarhije.**
- **Lokalni Name server šalje upit sistemu koji je definisan odgovorom root-servera**
- ...
- **Lokalni Name server šalje upit sistemu koji je odgovoran za zonu kojoj pripada ime za koje se šalje upit.**
- **Sistem koji je odgovoran za zonu kojoj pripada ime za koje se šalje upit odgovara sa IP adresom kojoj je dodeljeno ime iz upita, odgovor se šalje Lokalnom Name serveru, koji dalje odgovor prosleđuje Klijentu (njegovom resolver-u)**

# Transportni nivo

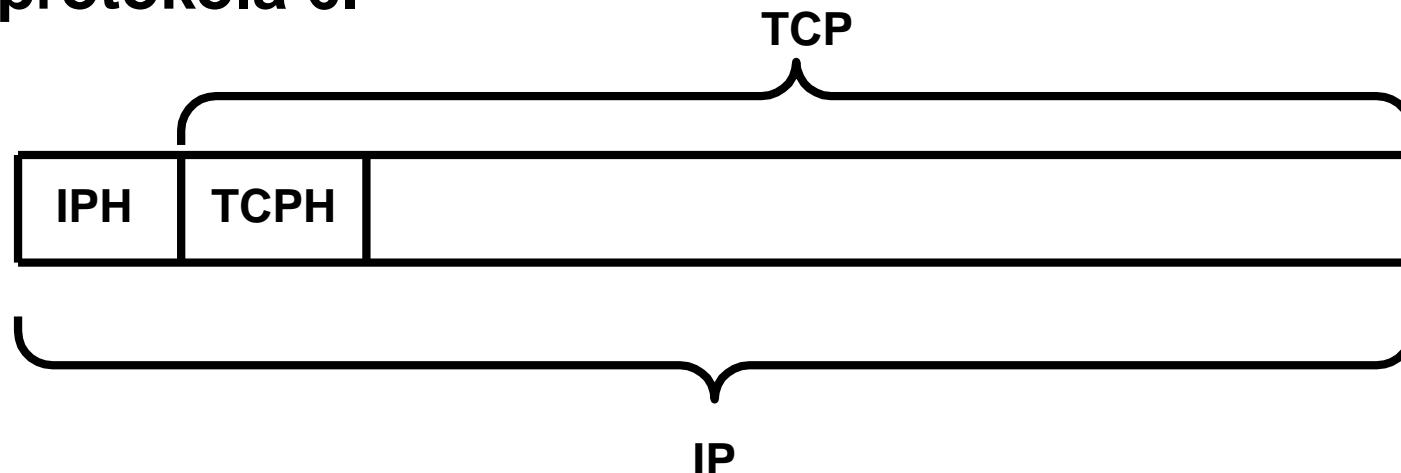
Transportni nivo je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinice prenosa (segmenta) između krajnjih tačaka koje se povezuju komunikacionim sistemom, odnosno uspostavu, održavajne i raskidanje logičke veze između krajnjih tačaka. Problemi vezani za ovaj nivo su: adresiranje aplikacija, multipleksiranje logičkih veza, segmentacija niza bita koji predstavlja aplikativne podatke koji se razmenjuju, kontrola toka podataka i eventualna garancija isporuke na nivou krajnjih tačaka, detekcija i korekcija grešaka na nivou krajnjih tačaka i rekonstrukcija niza bita kao aplikativnih podataka na prijemnoj strani[2].



# Nivo 4

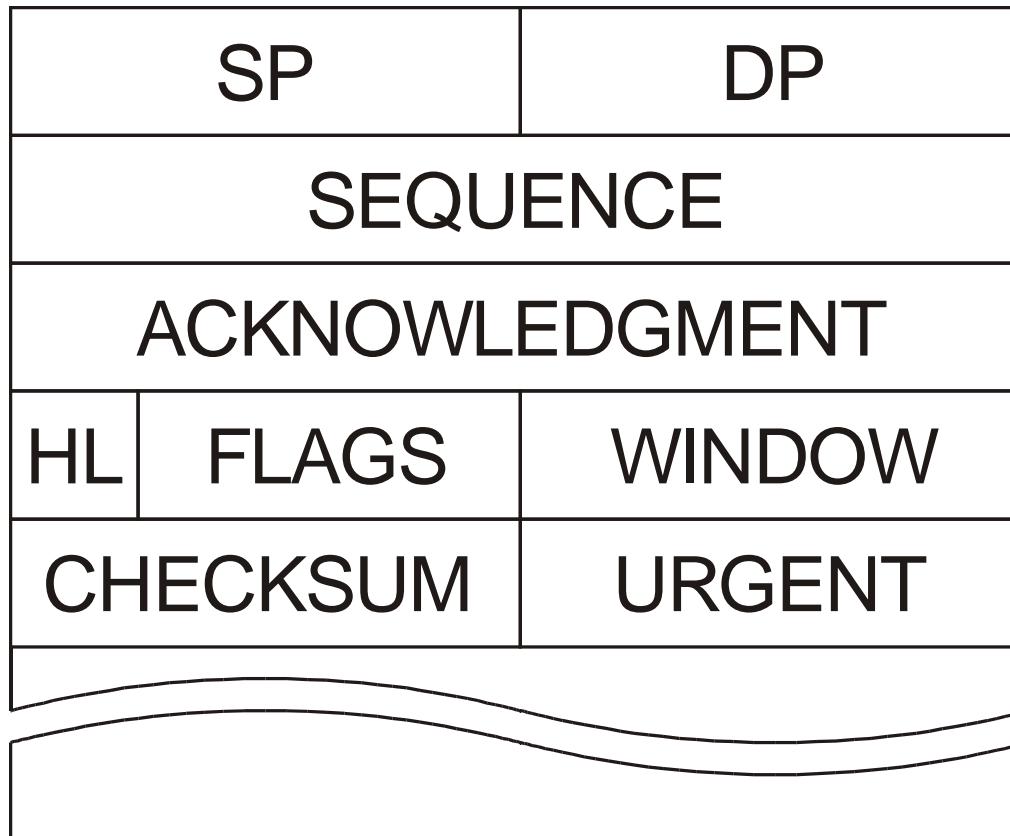


- *Transmission Control Protocol*, RFC 793.
- Protokol koji ima garanciju isporuke (pod uslovom da funkcionišu protokoli nižeg nivoa), predviđen za prenos niza podataka željene dužine (po načinu na koji podatke posmatra aplikacija) — za razliku od UDP-a.
- Ima portove, kao i UDP.
- TCP segment enkapsulira se u IP paket sa oznakom protokola 6.



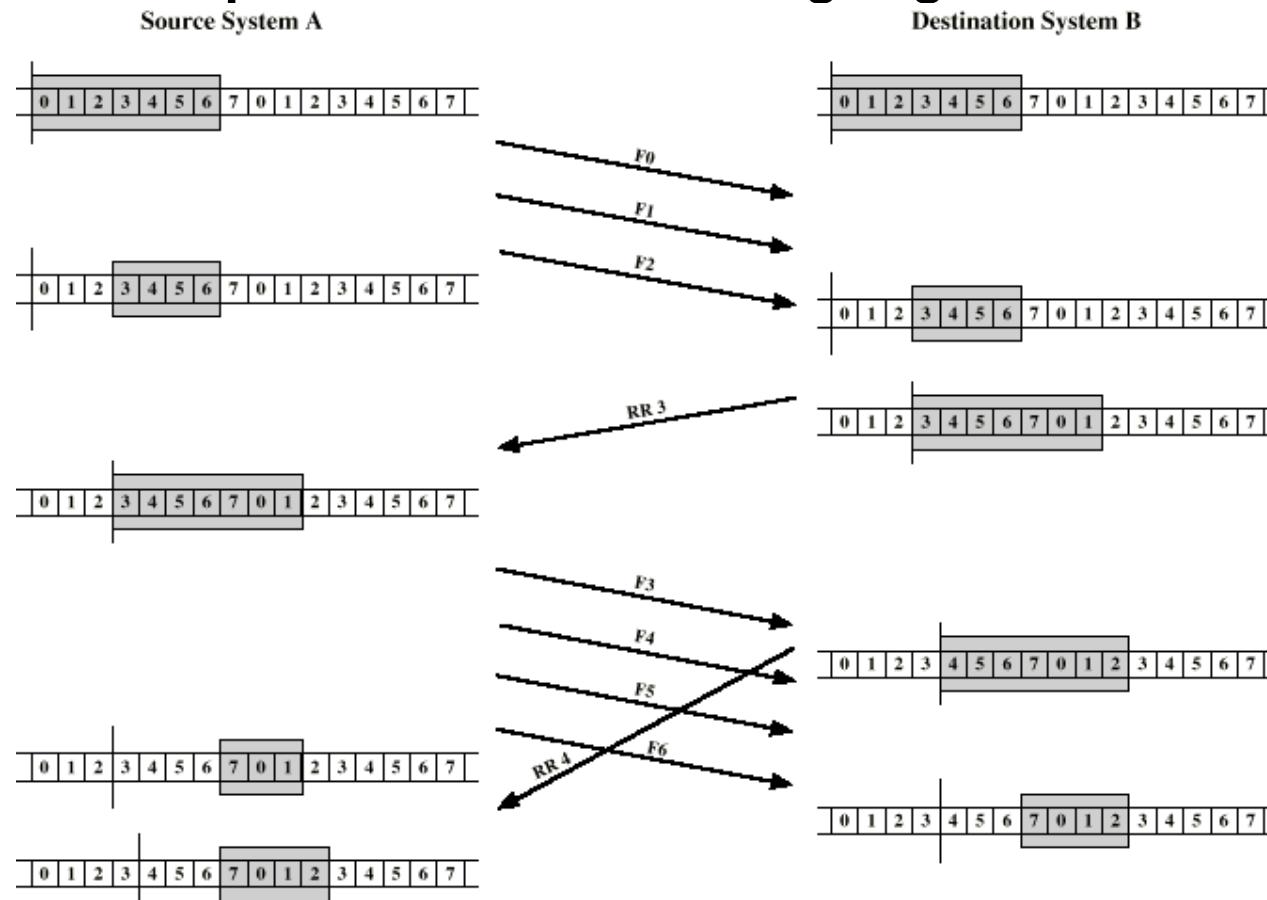
- U klijent/server modelu, na način koji se koristi kod TCP/IP mreža, serveri koji žele da im se klijenti obraćaju pomoću TCP-a uglavnom koriste rezervisane (poznate) portove.
- TELNET: 23, SMTP: 25, HTTP: 80.
- Primer TCP veze: zahtev za Web stranicom
  - klijent otvara IP konekciju ka serveru sa odredišnom IP adresom servera i odredišnim portom 80;
  - server prima zahtev i šalje odgovor u paketima gde su zamenjene polazna i odredišna IP adresa i polazni i odredišni port.

- Enkapsulacija u IP, protokol ID=6.



# Nivo 4 TCP, zaglavlje [2]

- SP, DP: izvorni i odredišni port.
- SEQUENCE, ACKNOWLEDGMENT: vrednosti za označavanje pozicije poslatih i proveru redosleda primljenih segmenata.
- WINDOW: mehanizam za kontrolu toka podataka.
- CHECKSUM: provera validnosti celog segmenta.

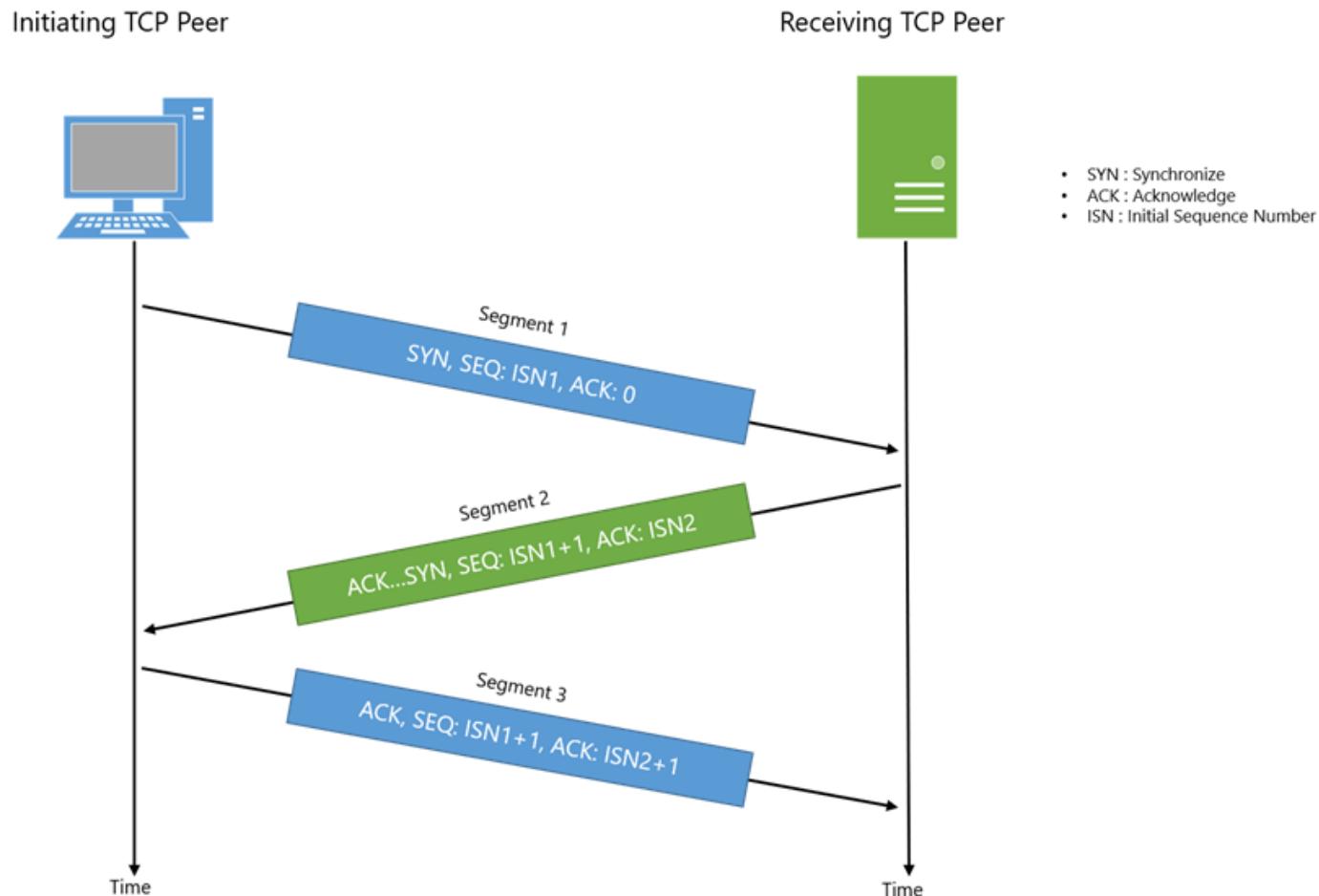


# Nivo 4 TCP, stanja veze [1]

- Fiktivno mirno stanje: CLOSED.
  - Pasivno otvaranje: LISTEN.
  - Uspostavljanje veze: SYN\_SENT, SYN\_RCVD.
  - Kada se veza uspostavi, nalazi se u stanju ESTABLISHED.
- 
- Aktivno zatvaranje: FIN\_WAIT\_1, FIN\_WAIT\_2, CLOSING.
  - Pasivno zatvaranje: CLOSE\_WAIT, LAST\_ACK.
  - Iz aktivnog zatvaranja prelazi se u stanje TIME\_WAIT, iz pasivnog u CLOSED.

# Nivo 4 TCP, uspostavljanje veze [1]

- Tzv. *three-way handshake*.
- Klijent šalje SYN, prelazi u SYN\_SENT.
- Server prima SYN, šalje SYN+ACK, prelazi u SYN\_RCVD.
- Klijent prima SYN+ACK, šalje ACK, prelazi u ESTABLISHED.
- Server prima ACK, prelazi u ESTABLISHED.



# Nivo 4 TCP, uspostavljanje veze [2]

- Za svaki smer veze se prilikom početne razmene nezavisno dogovaraju sekvence.
- Takođe, dogovara se MSS (*Maximum Segment Size*), obično se računa kao MTU izlaznog interfejsa umanjena za 40 (dužine IP i TCP zaglavlja).
- Za MSS se uzima manja od razmenjenih vrednosti.

# Nivo 4 TCP, zatvaranje veze

- Veza je dvosmerna.
- Svaki smer se može nezavisno zatvoriti.
- Veza čiji je jedan smer zatvoren se naziva poluzatvorenom (*half-closed*).

# Nivo 4 Path MTU Discovery

- Specifikacija: RFC 1191.
- Način da se optimalno izabere vrednost MSS (maksimalna veličina segmenta) za neku vezu, cilj je da se izbegne fragmentacija.
- Šalju se IP paketi sa postavljenim DF flegom, pa se veličina MSS smanjuje ako se dobije ICMP NEED\_FRAG poruka.

- **SMTP - *Simple Mail Transfer Protocol* , RFC 2821.**
- **Rezervisani TCP port 25**
- **Opisuje slanje poruke serveru**
- **Klijent šalje ASCII komande serveru, na koje server odgovara numerički kodiranim odgovorima**

```
<< 220 mail.example.org SMTP
>> HELO mail.example.com
<< 250 mail.example.org
>> MAIL FROM:<kerac@example.com>
<< 250 ok
>> RCPT TO:<kerac@example.org>
<< 250 ok
>> DATA
<< 354 go ahead
>> From: Milan Kerac <kerac@example.com>
>> Subject: Proba
>>
>> Pozdrav
>> .
<< 250 ok 944228815 qp 2790
>> QUIT
<< 221 mail.example.org
```

**Komande klijenta:**  
HELO - Identifikacija  
MAIL FROM - Ko šalje  
RCPT TO - Kome se šalje  
DATA - Sledi podaci  
QUIT – Završava sesiju

**Odgovori servera:**  
2xx - Potvrđni odgovori  
3xx - Potrebno još  
podataka  
4xx - Privremene greške  
5xx - Permanentne greške

# Nivo 5 SMTP, mehanizam isporuke [1]

- Problem - kako klijent zna da treba ostvariti TCP konekciju sa mail.example.org
- E-mail adresa - RFC 2822
- Dva dela
  - lokalni=kerac
  - domen=example.org
  - lokalni@domen
- Na osnovu domena šalju se odgovarajući DNS upiti koji daju odredišnu adresu za TCP konekciju.
- Način na koji klijent određuje sa kim će ostvariti konekciju - RFC974

# Nivo 5 SMTP, mehanizam isporuke [2]

- Klijent šalje CNAME DNS upit za domen iz E-mail adrese (example.org)
  - Slučaj 1: klijent dobije kanoničko ime (blast CNAME blob.example.org)
    - Klijent šalje MX DNS upit za dobijeno ime
      - Slučaj 1: klijent dobije odgovore
        - Klijent gleda vrednost MX-a i šalje DNS upit za IP adresu onog ko ima najmanju vrednost (najviši prioritet), ako može ostvaruje TCP konekciju, u suprotnom traži IP adresu za sledeći MX .
        - Slučaj 2: klijent dobije prazan odgovor
          - Klijent šalje DNS upit za IP adresu ranije dobijenog kanoničkog imena i pošto je dobije ostvaruje TCP konekciju.

# Nivo 5 SMTP, mehanizam isporuke [3]

- slučaj 2: dobije prazan odgovor na CNAME DNS upit
  - Klijent šalje MX DNS upit za domen iz E-mail adrese (example.org)
    - Slučaj 1: klijent dobije odgovore( MX 0 mail.example.org)
      - Klijent gleda vrednost MX-a i šalje DNS upit za IP adresu onog ko ima najmanju vrednost (najviši prioritet), ako može ostvaruje TCP konekciju, u suprotnom traži IP adresu za sledeći MX i ako može ostvaruje TCP konekciju.
      - Slučaj 2: klijent dobije prazan odgovor
        - Klijent šalje DNS upit za IP adresu domena iz E-mail adrese i pošto je dobije ostvaruje TCP konekciju.

# Nivo 5      Relay

- E-mail, od tačke sa koje se šalje do tačke na koju se šalje, može da dođe preko više tačaka
- Sistemi se konfigurišu tako da svu odlazeću poštu, koja nije lokalna, šalju hostu koji je konfigurisan za Relay
- Konfiguracija se pojednostavljuje

- **Envelope**
  - Formira se SMTP komandama MAIL FROM, RCPT TO
- **Header**
- **Body**

Return-Path: <kerac@example.com>

Received: (qmail 2790 invoked from network); 3 Dec 1999 13:46:01

Received: from mail.example.com

by mail.example.org with SMTP; 3 Dec 1999 13:46:01 -0000

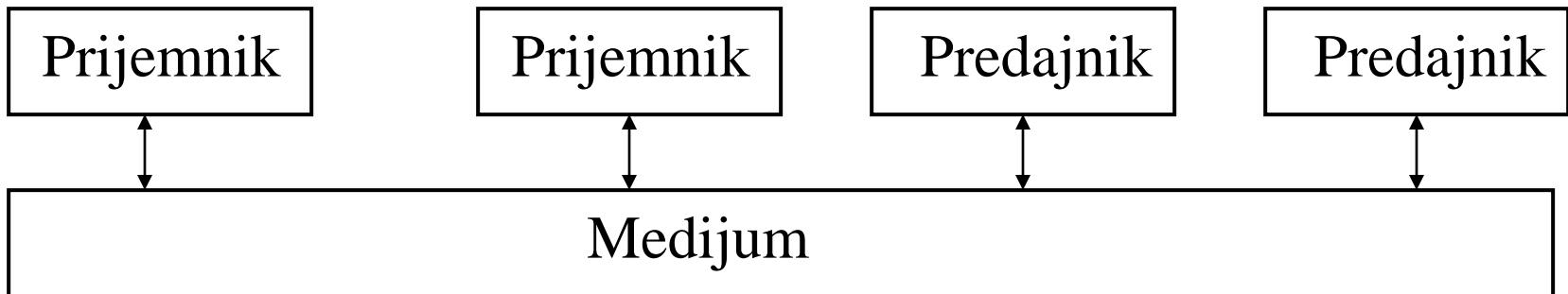
From: Milan Kerac <kerac@example.com>

Subject: Proba

Pozdrav

## Vrste veza

- Point to point - direktna veza
- Deljene veze - više prijemnika i predajnika dele medijum za prenos



- **Predajnik** - informacija --> podaci --> signal
- **Prijemnik** - signal --> podaci --> informacija
- **Medijum** – prenos signala
- **Signal je reprezent podatka pogodan za prenos**
- **Signal je promena fizičke veličine u vremenu**

Vrste prenosnih medijuma:

**Žični**

koaksijalni kabel

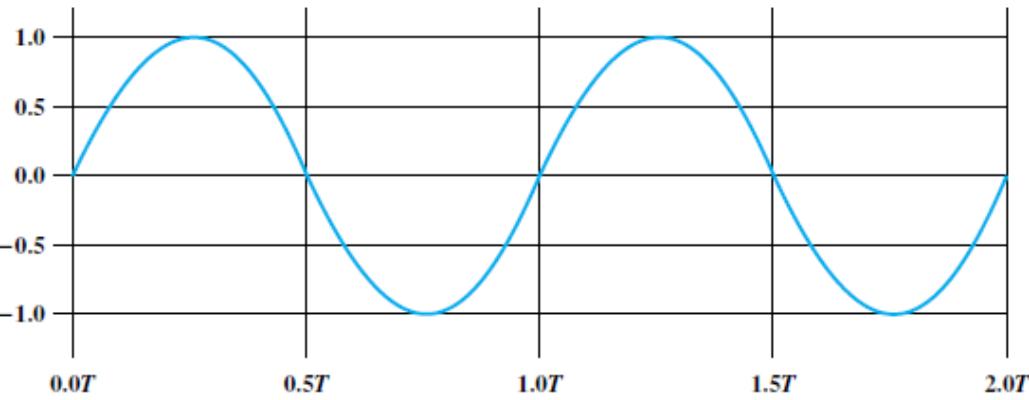
parice (neoklopljene i oklopljene)

optičko vlakno

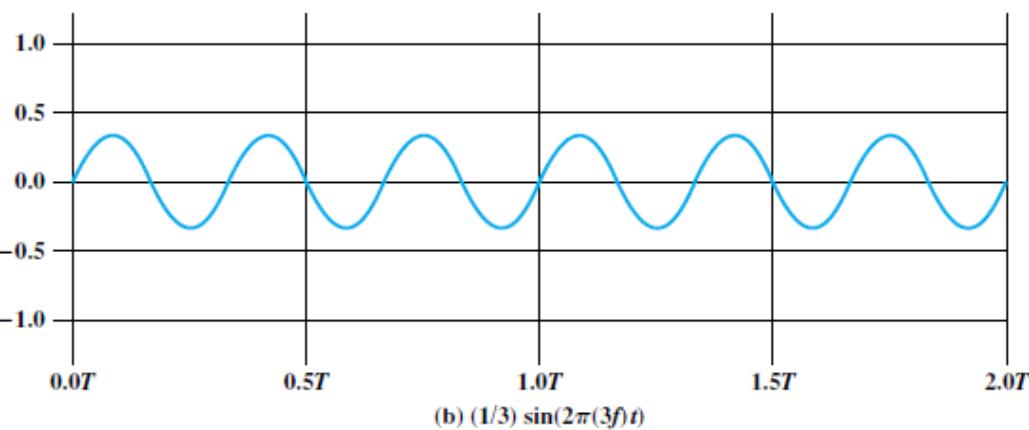
**Bežični**

## Medijum [2]

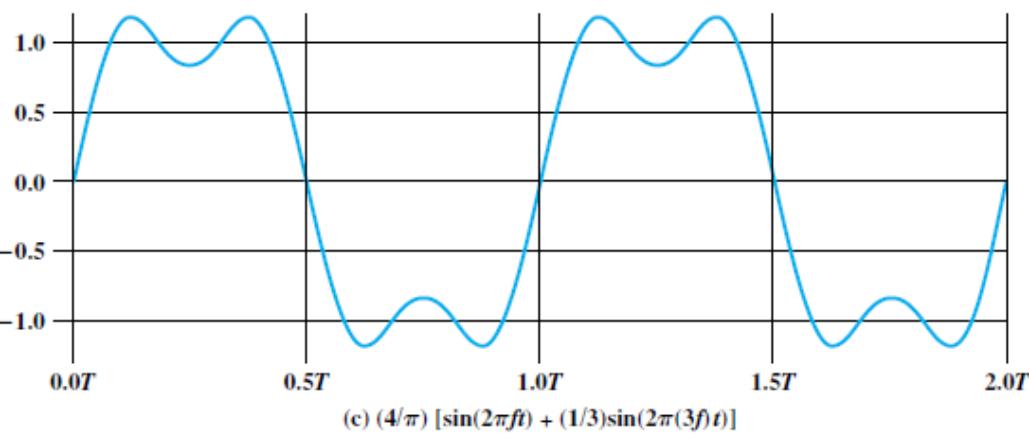
- **Signale posmatramo u vremenskom i frekventnom domenu**
- **Vremenski domen**
  - Analogni signali
  - Digitalni signali
- **Frekventni domen**
  - Fourier: Svaki signal predstavlja kombinaciju komponenti različitih frekvencija gde komponente predstavljaju sinusoide
  - Širina spektra signala predstavlja frekventni opseg u kome se nalazi većina energije signala
  - Uticaji različitih prenosnih medijma na signal koji se prenosi opisuju se i prikazuju u frekventnom domenu



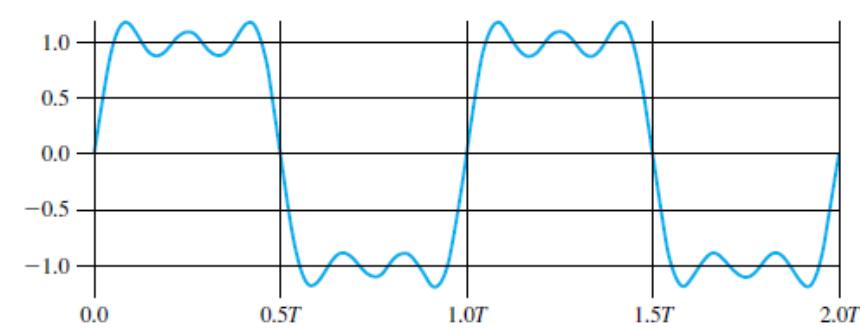
(a)  $\sin(2\pi ft)$



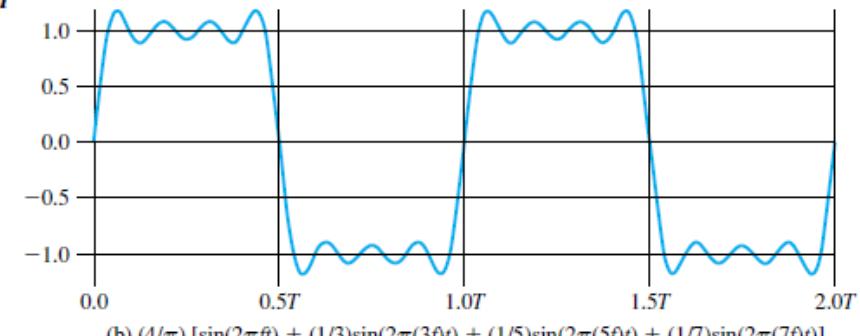
(b)  $(1/3) \sin(2\pi(3f)t)$



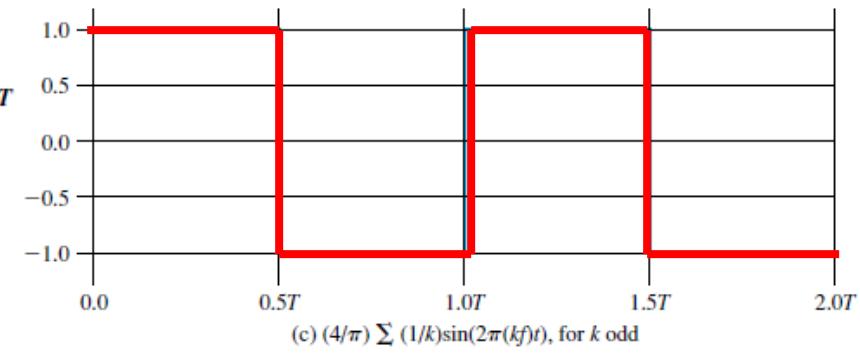
(c)  $(4/\pi) [\sin(2\pi ft) + (1/3)\sin(2\pi(3f)t)]$



(a)  $(4/\pi) [\sin(2\pi ft) + (1/3)\sin(2\pi(3f)t) + (1/5)\sin(2\pi(5f)t)]$



(b)  $(4/\pi) [\sin(2\pi ft) + (1/3)\sin(2\pi(3f)t) + (1/5)\sin(2\pi(5f)t) + (1/7)\sin(2\pi(7f)t)]$



(c)  $(4/\pi) \sum (1/k)\sin(2\pi(kf)t)$ , for  $k$  odd

Bits: 1 0 1 1 1 1 0 1 1

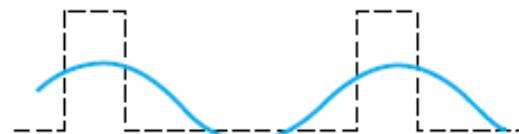
Pulses before transmission:

Bit rate. 2000 bits per second



Pulses after transmission:

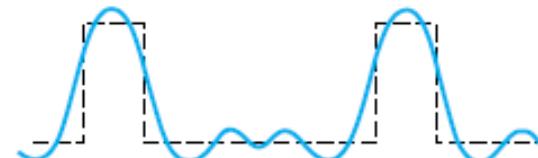
Bandwidth 500 Hz



Bandwidth 900 Hz



Bandwidth 1300 Hz



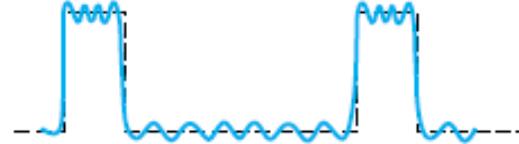
Bandwidth 1700 Hz



Bandwidth 2500 Hz

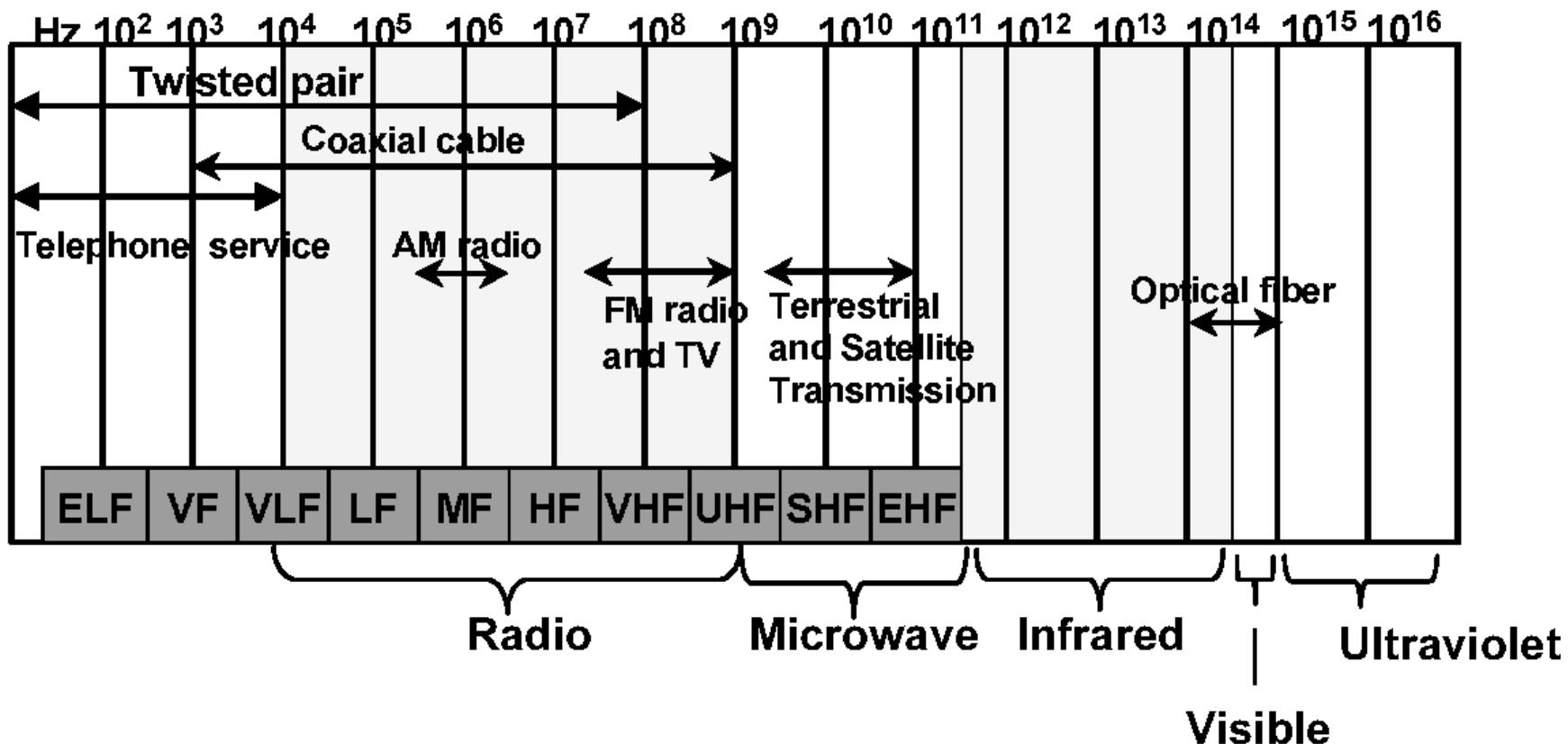


Bandwidth 4000 Hz



# Medijum [4]

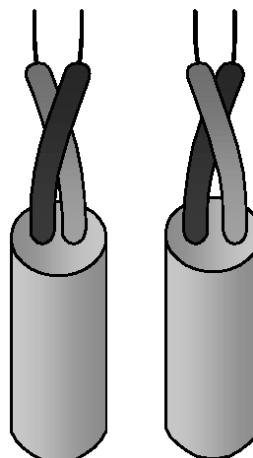
Širine propusnih opsega medijuma koji se koriste za prenos signala



# Medijum [4]

## Žični – Parice

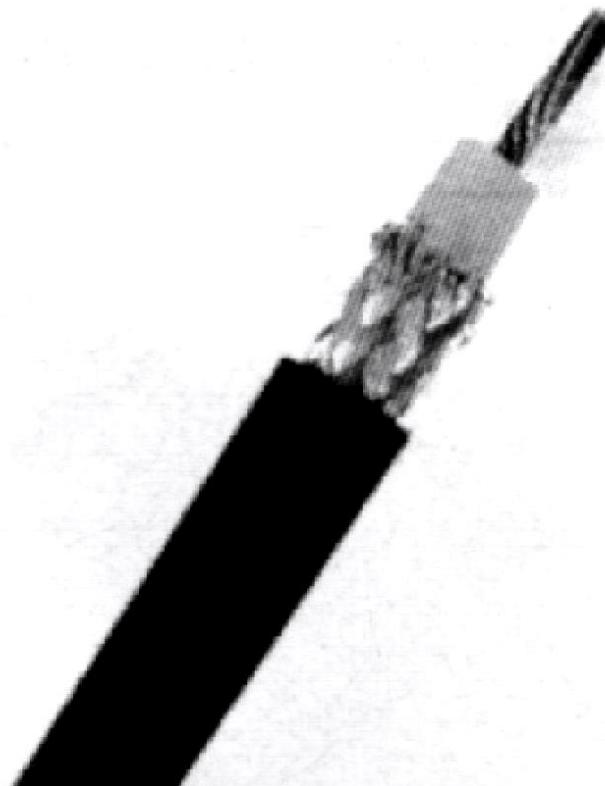
- **Koriste se za prenos signala u**
  - LAN – Lokalnim računarskim mrežama
    - Udaljenosti prijemnika i predajnika do 100m
    - Prenos podataka na brzinama 10, 100, 1000 Mbps
  - Javnim telekomunikacionim mrežama
    - Udaljenost prijemnika i predajnika je  $< 10\text{km}$
    - Prenos podataka na brzinama  $64 - n \times 1000\text{kbps}$ ,  $n < 10$



## Medijum [5]

### Žični – Koaksijalni kabel

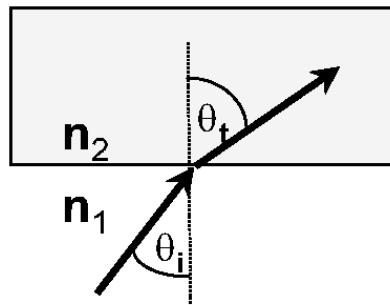
- Širok propusni opseg
- Otporan na elektro-magnetne smetnje



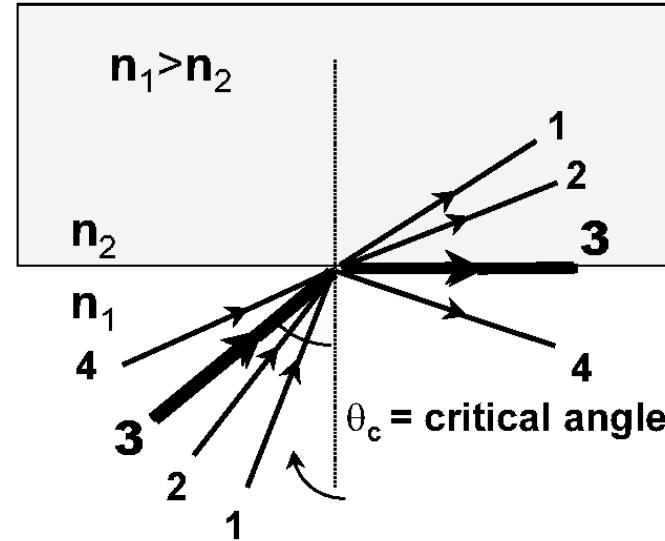
# Medijum [6]

## Žični – Optički kablovi

- Prenose se svetlosni signali
- Širok propusni opseg
- Otporan na uticaj okoline
- Princip rada na osnovu Snell-ovog zakona



$$\begin{aligned}
 n_1 \sin \theta_i &= n_2 \sin \theta_t \\
 \theta_t = 90^\circ, \sin \theta_t &= 1 \\
 \theta_i &= \theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)
 \end{aligned}$$



# Medijum [7]

## Žični – Optički kablovi

- Multimodna vlakna:

**Postoji promena indeksa prelamanja od ose jezgra vlakna ka obodu**

- Monomodna vlakna:

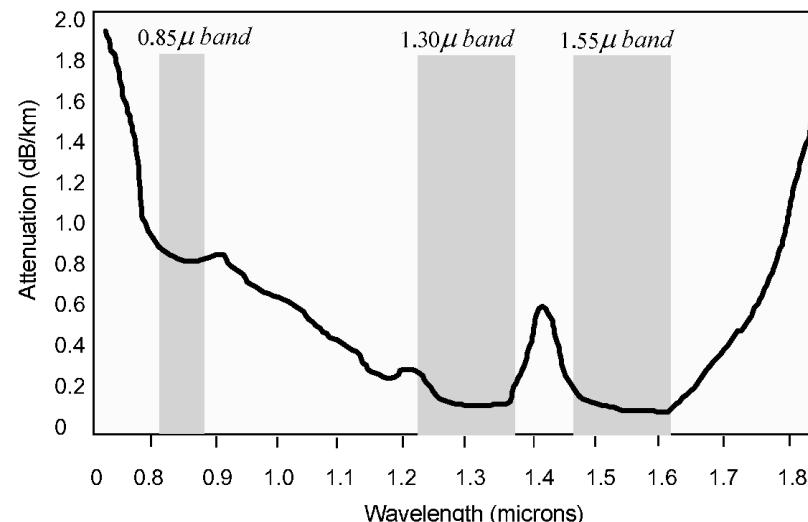
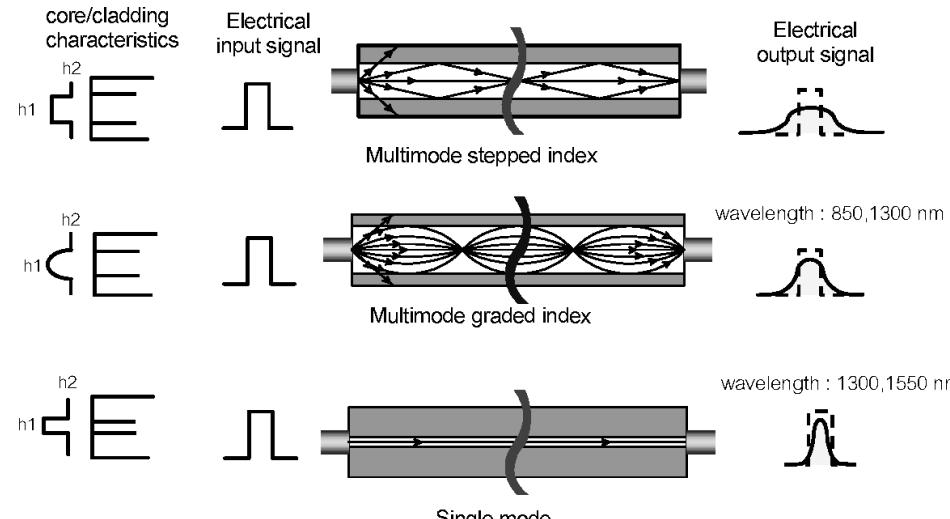
**nema promena indeksa prelamanja od ose jezgra vlakna ka obodu**

- Prenosna karakteristika

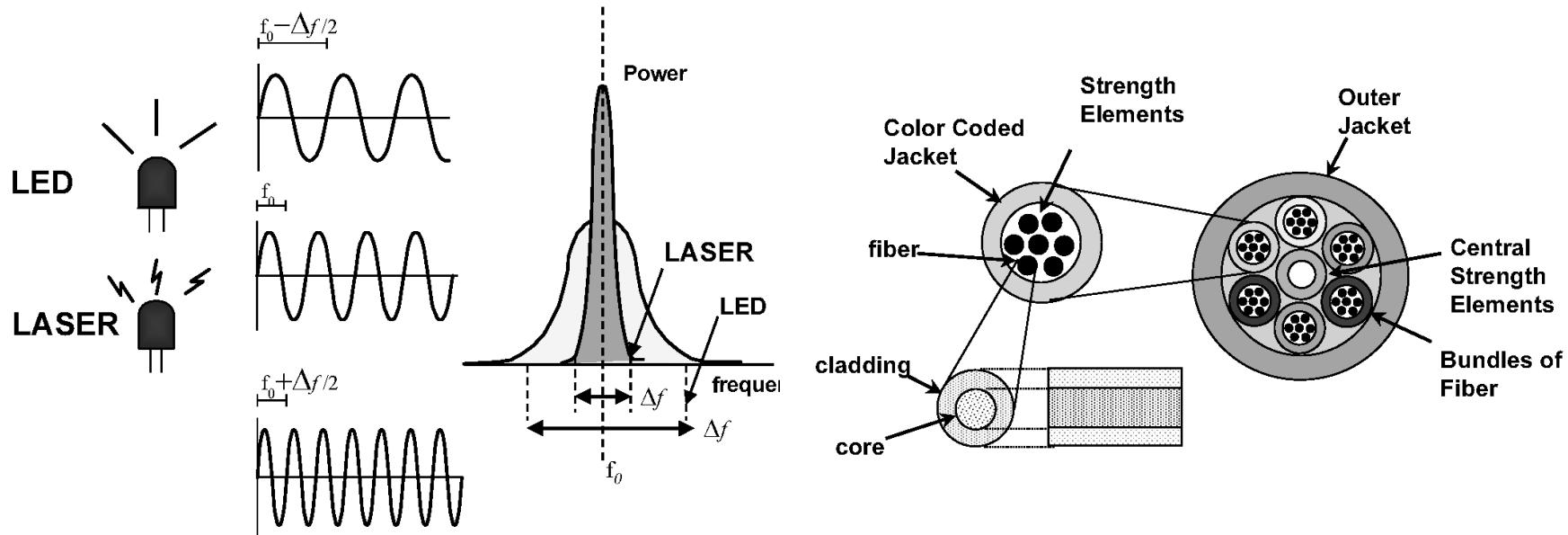
**Optimizovan za prenos optičkog signala u sledećim delovima spektra:**

**850nm, 1300nm i 1550nm**

**Prozori za prenos optičkog signala**



# Medijum [8]



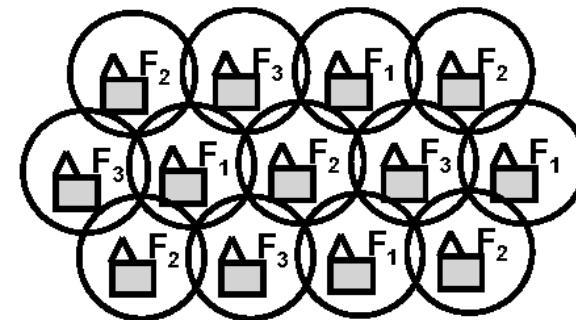
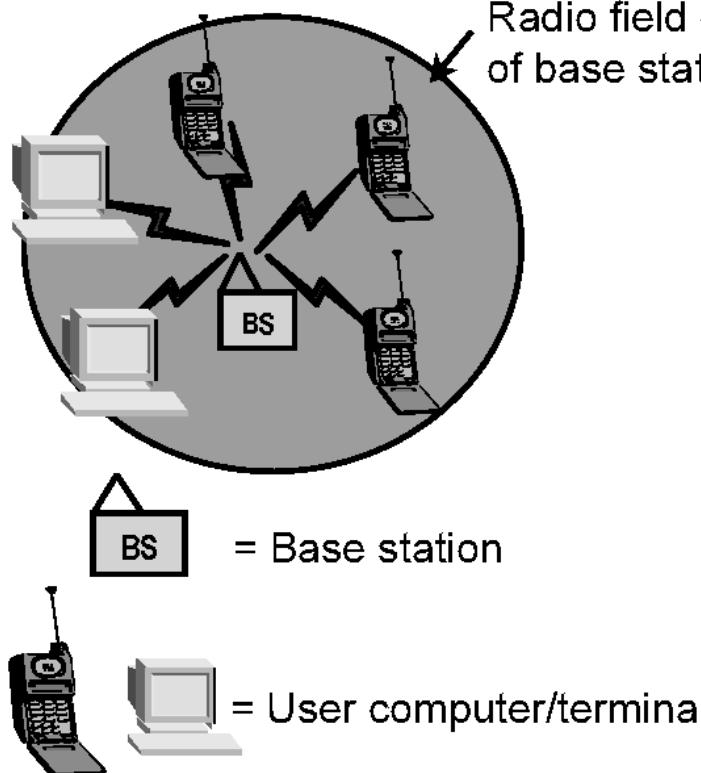
	Multimodno	Monomodno
Svetlosni izvor	LED/laser	Laser
Propusni opseg	>1 GHz/km	do 1000 GHz/km
Talasna dužina	850, 1300	1300, 1500
jezgro-omotač	62,5/125	8/125
Upotreba	LAN, backbone	LAN, Javne mreže
Cena	Niska	Malo viša

# Medijum [9]

- Bežični
- Neusmerene
  - radio i televizija - 300kHz – 1 GHz
- Usmerene – point-to-point
  - Mikrotalasni opseg 2 – 40 GHz
    - komunikacija zemaljskih stanica
      - domet oko 50 km
      - zahteva optičku vidljivost
    - komunikacija zemaljska stanica – satelit - zemaljska stanica
      - Transponder služi za prijem i retransmisiju
      - koriste se sledeći opsezi
        - C band – 5,925 - 6,425 GHz uplink, 3,7 – 4,2 GHz downlink
        - KU band – 14 – 14,5 GHz uplink, 11,7 – 12,2 GHz downlink
  - Infracrveni opseg  $3 \times 10^{11}$  -  $2 \times 10^{14}$

# Medijum [10]

- Radio talasima
- Bežična veza između fiksnih baznih stanica i terminala



$F_1, F_2, F_3$  = Frequencies used in cell

## Prenos signala

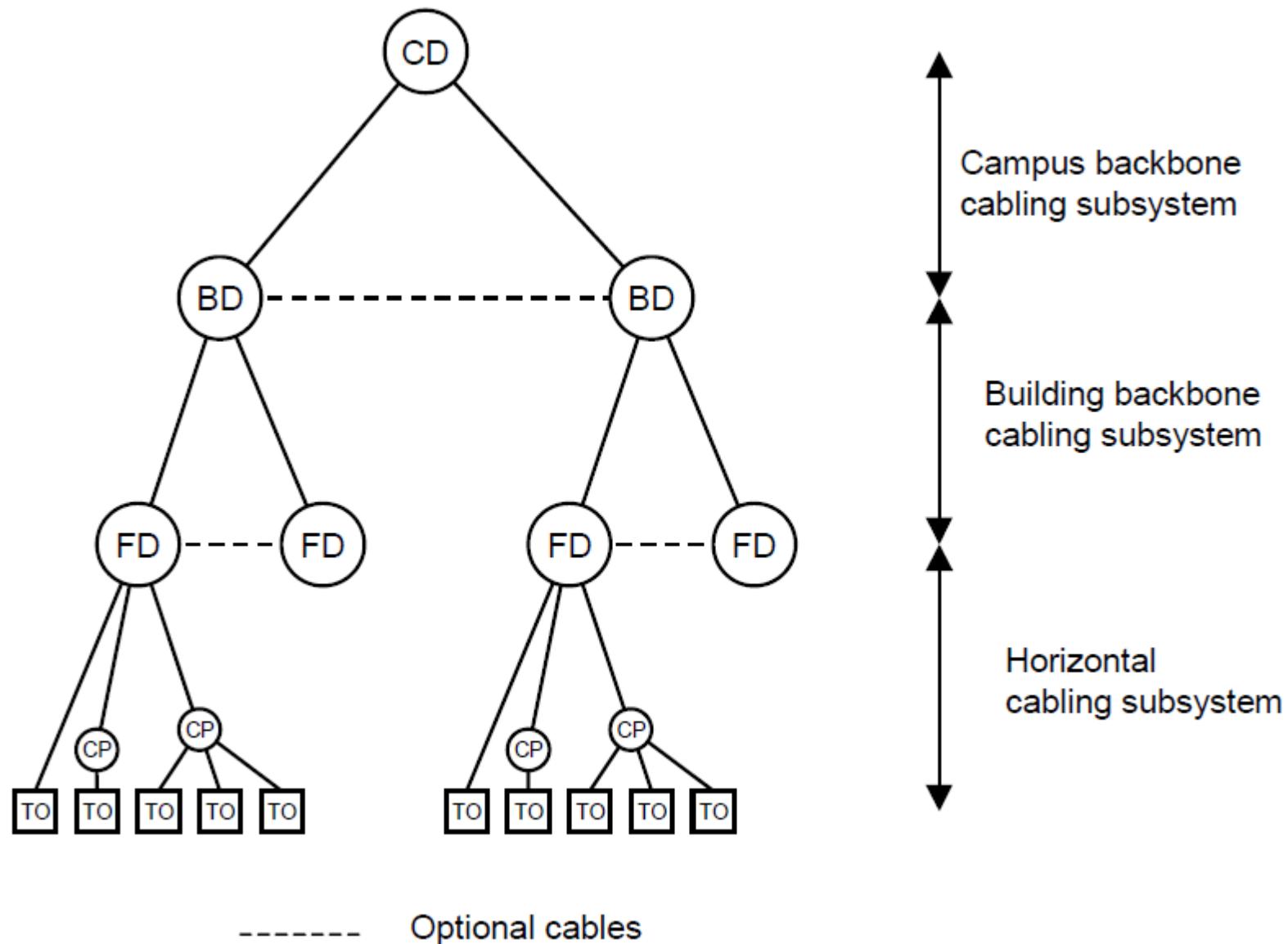
**Baseband:** digitalna signalizacija, ceo spektar se koristi za jedan komunikacioni kanal tako da deljenje nije moguće.

**Broadband:** analogna signalizacija, spektar se može podeliti (recimo frekvencijski) na više komunikacionih kanala.

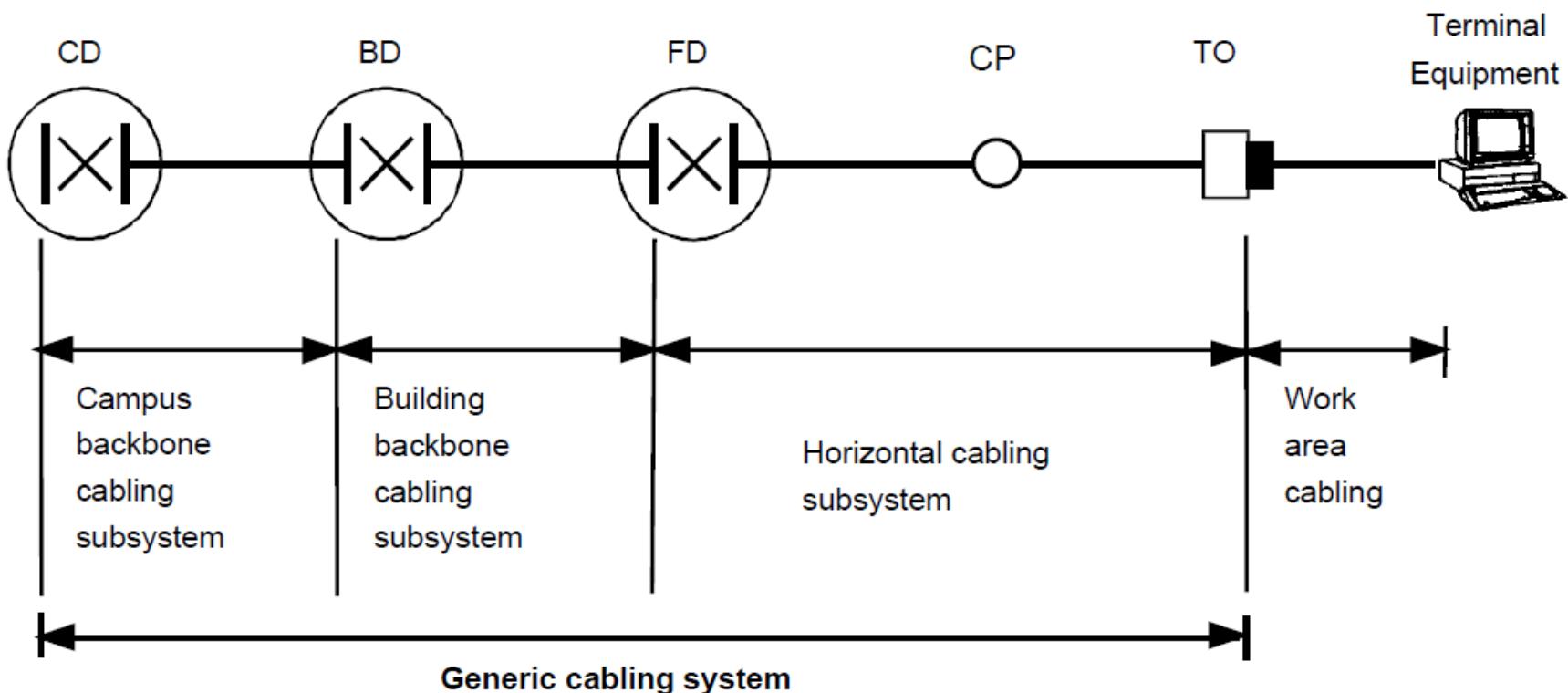
# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [1]

- Način kabliranja koji podržava komunikacione sisteme (prenos podataka i glasa)
- Šta želimo da dobijemo?
  - Punu fleksibilnost prilikom priključenja krajnje korisničke opreme
  - Potpunu nezavisnost od LAN tehnologija
  - Mogućnost prenosa različitih tipova podataka (signala)
  - Garantovane karakteristike u propusnom opsegu
- Regulisano standardima koji se odnose na kabliranje poslovnih objekata

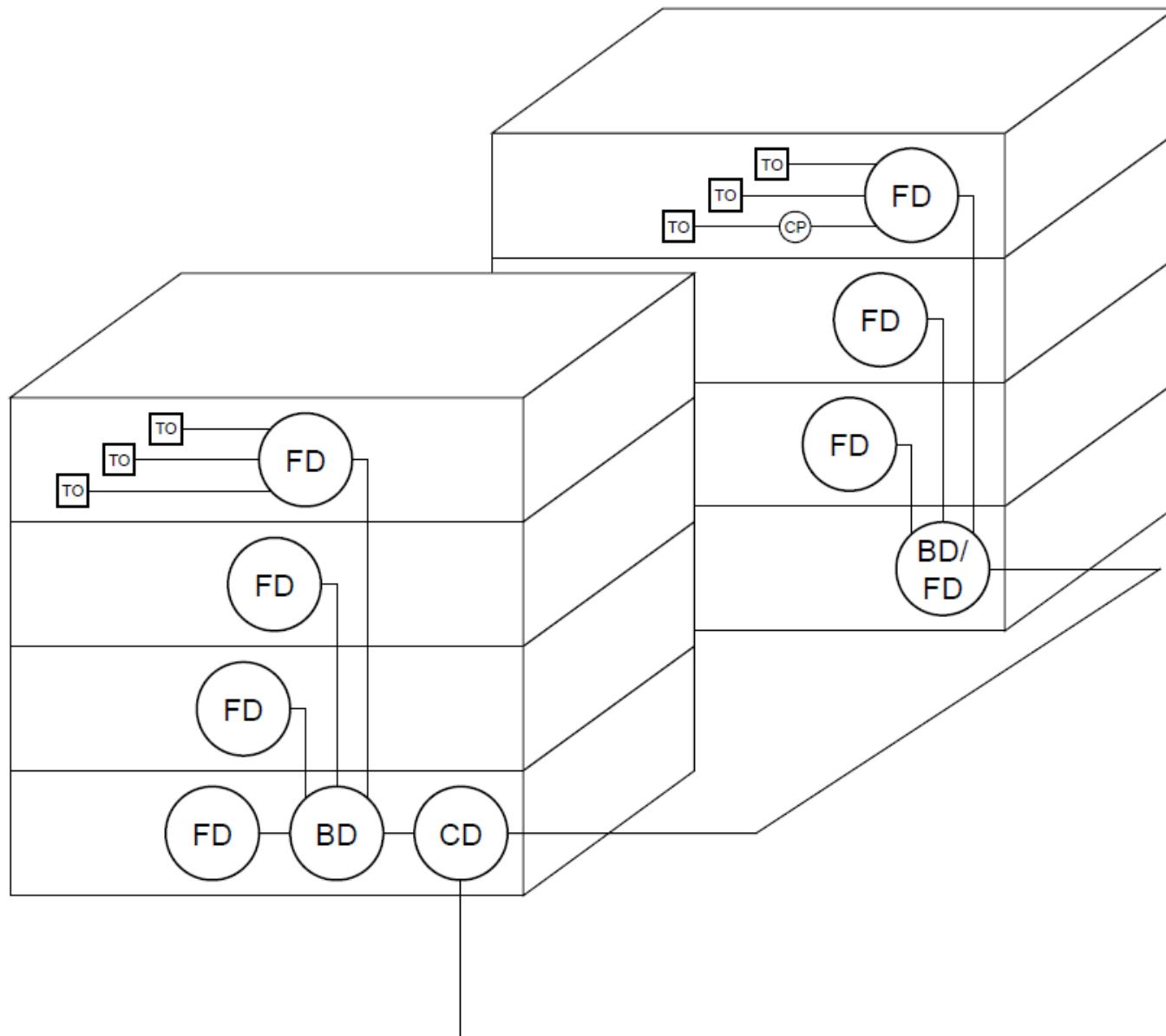
# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [1a]



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [1b]



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [1c]



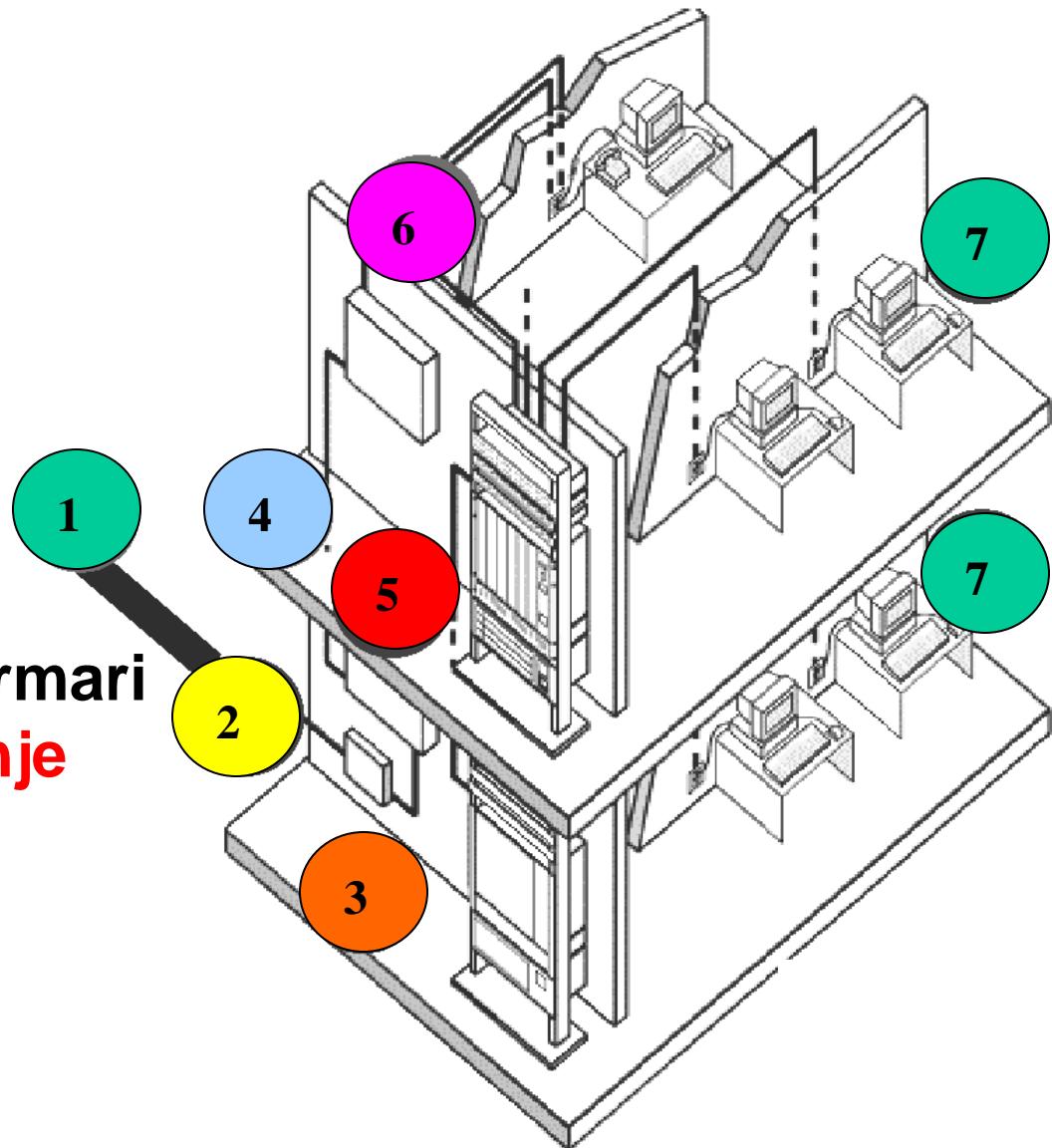
# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [2]

- Standardi EIA/TIA 568a, 568b, 569, 570, 606, 607, ISO 11801
- Standardi propisuju:
  - Podsisteme kablovskog sistema
  - Razdaljine
  - Parametre
  - Načine povezivanja medijuma
  - Testiranje
  - Obeležavanje

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [3]

## Podsistemi kablovskog sistema

1. Kampus kabliranje
2. Ulagak u objekte
3. Prostorije za opremu
4. Vertikalno kabliranje
5. Telekomunikacioni ormari
6. Horizontalno kabliranje
7. Radni prostor

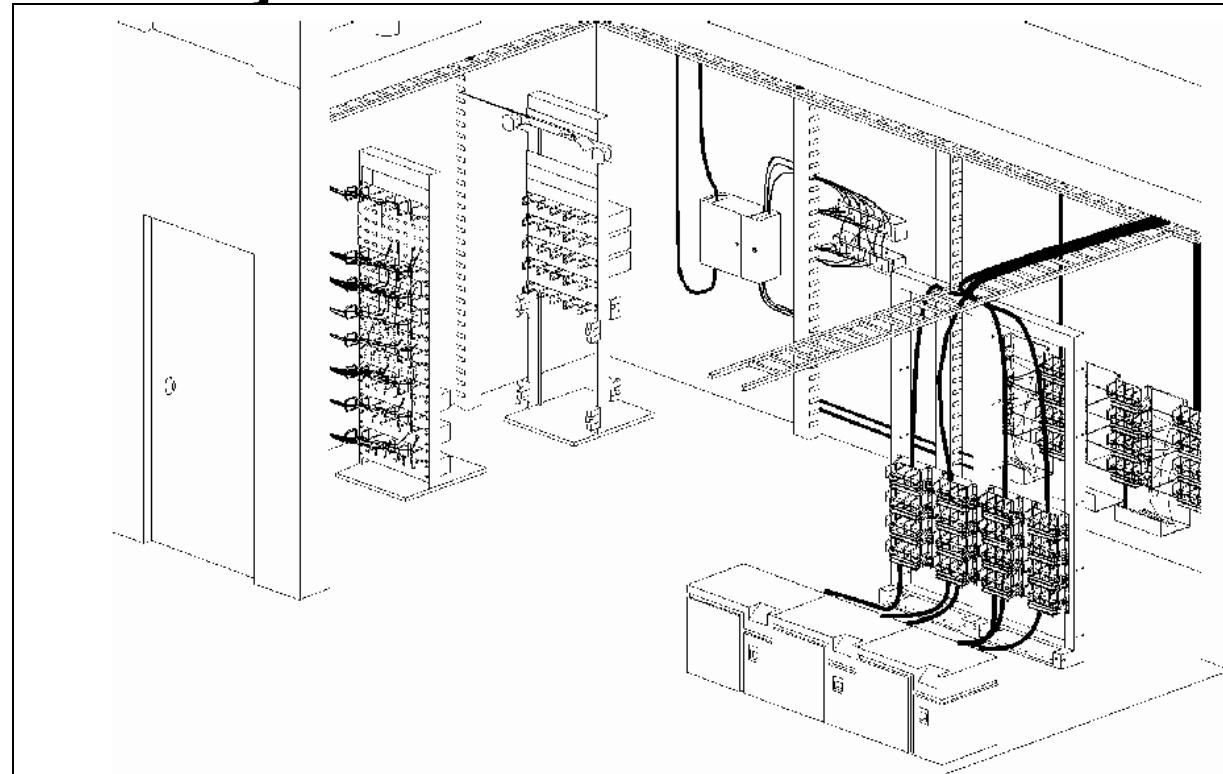


# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [4]

## 2. Ulazak u objekte

Mesto na kome se radi povezivanje spoljašnjeg kabliranja sa unutrašnjim kabliranjem

## 3. Prostor za smeštaj telekomunikacionih ormana i opreme



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [5]



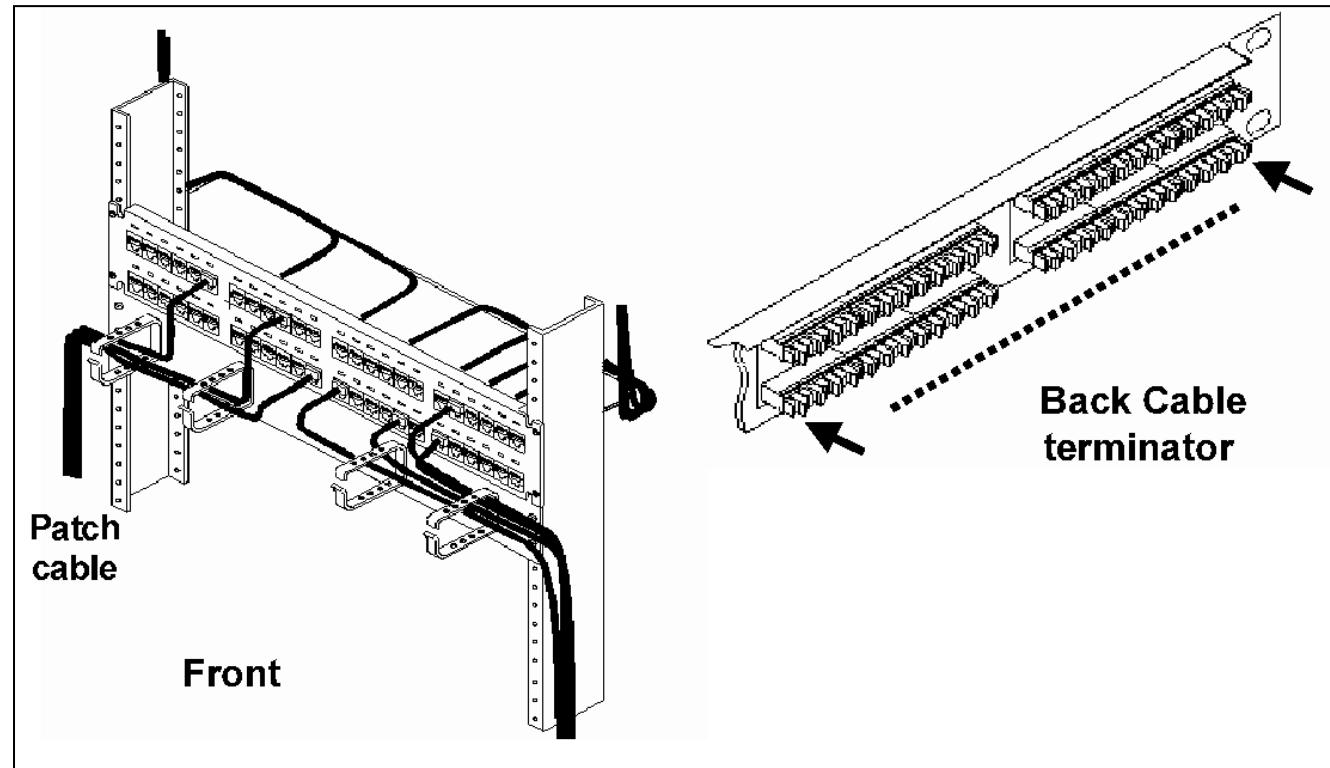
# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [5a]



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [6]

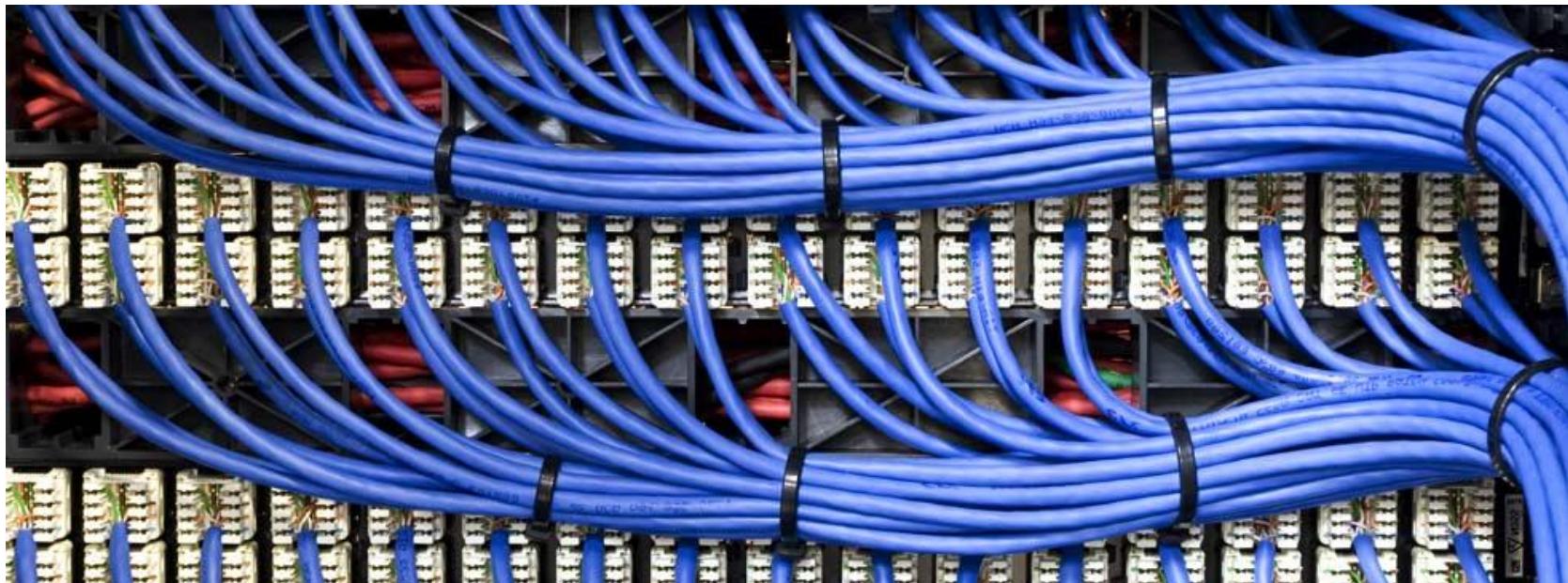
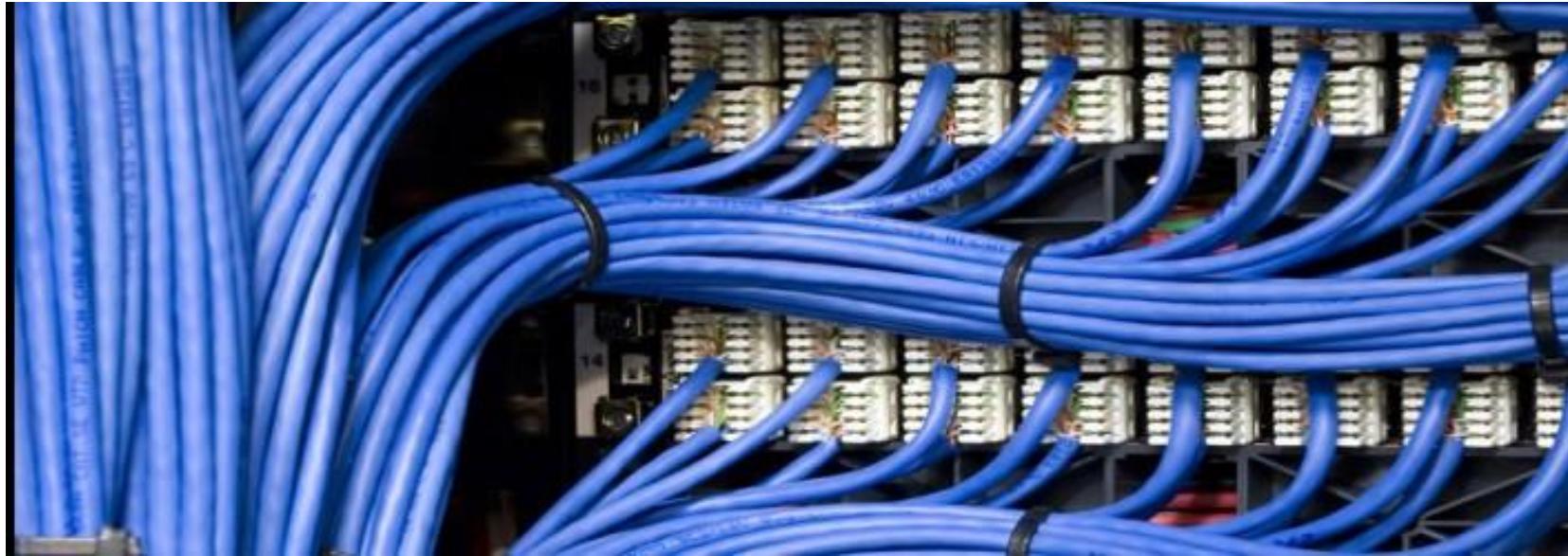
## 5. Telekomunikacioni ormani

Smeštaj pasivne opreme na kojoj se završavaju kablovi kampus, vertikalnog i horizontalnog kabliranja i vrše sva potrebna prespajanja. Definisan razmak između instalacionih šina iznosi 19”

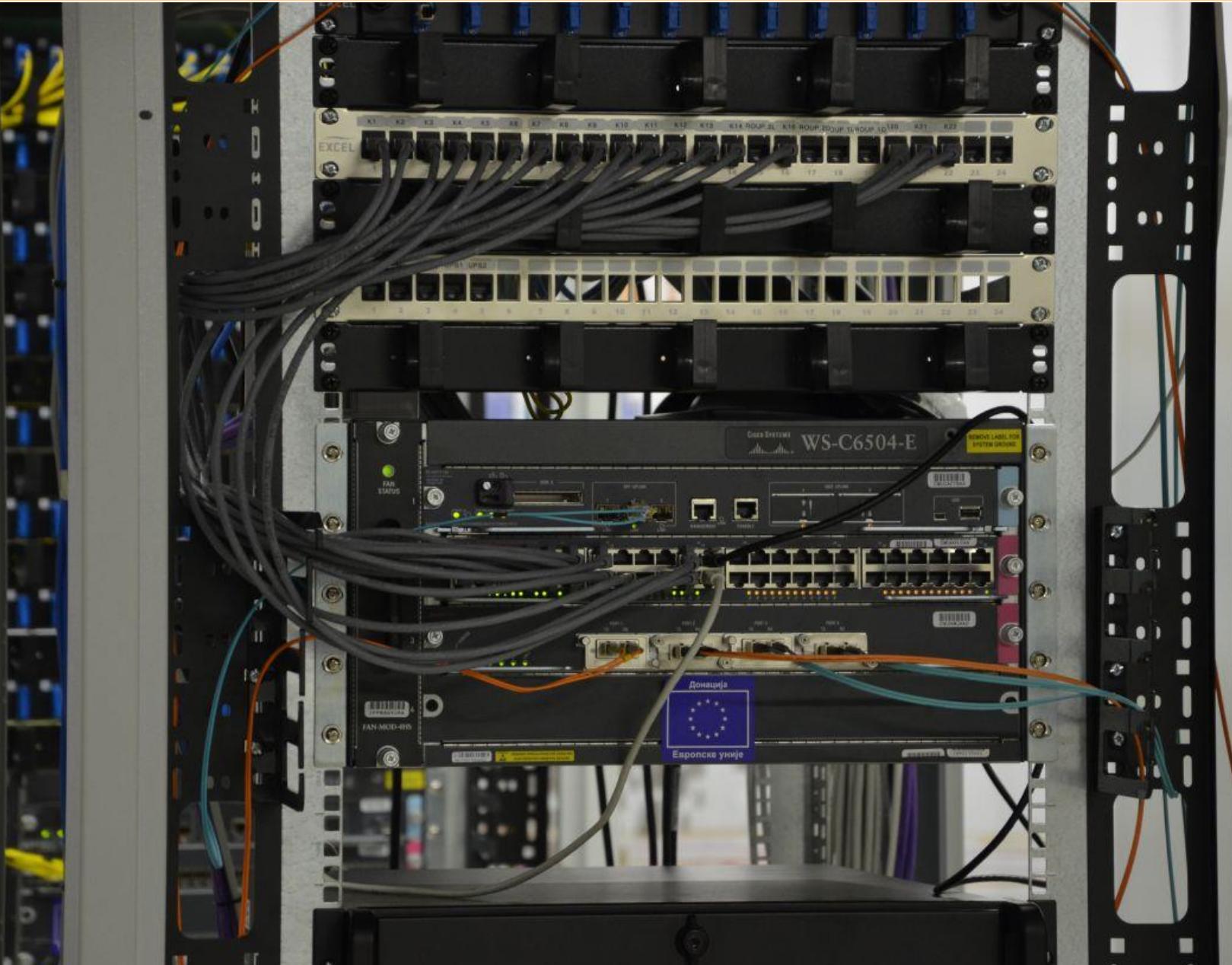


Patch Panel

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [6a]



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [7]



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [7a]



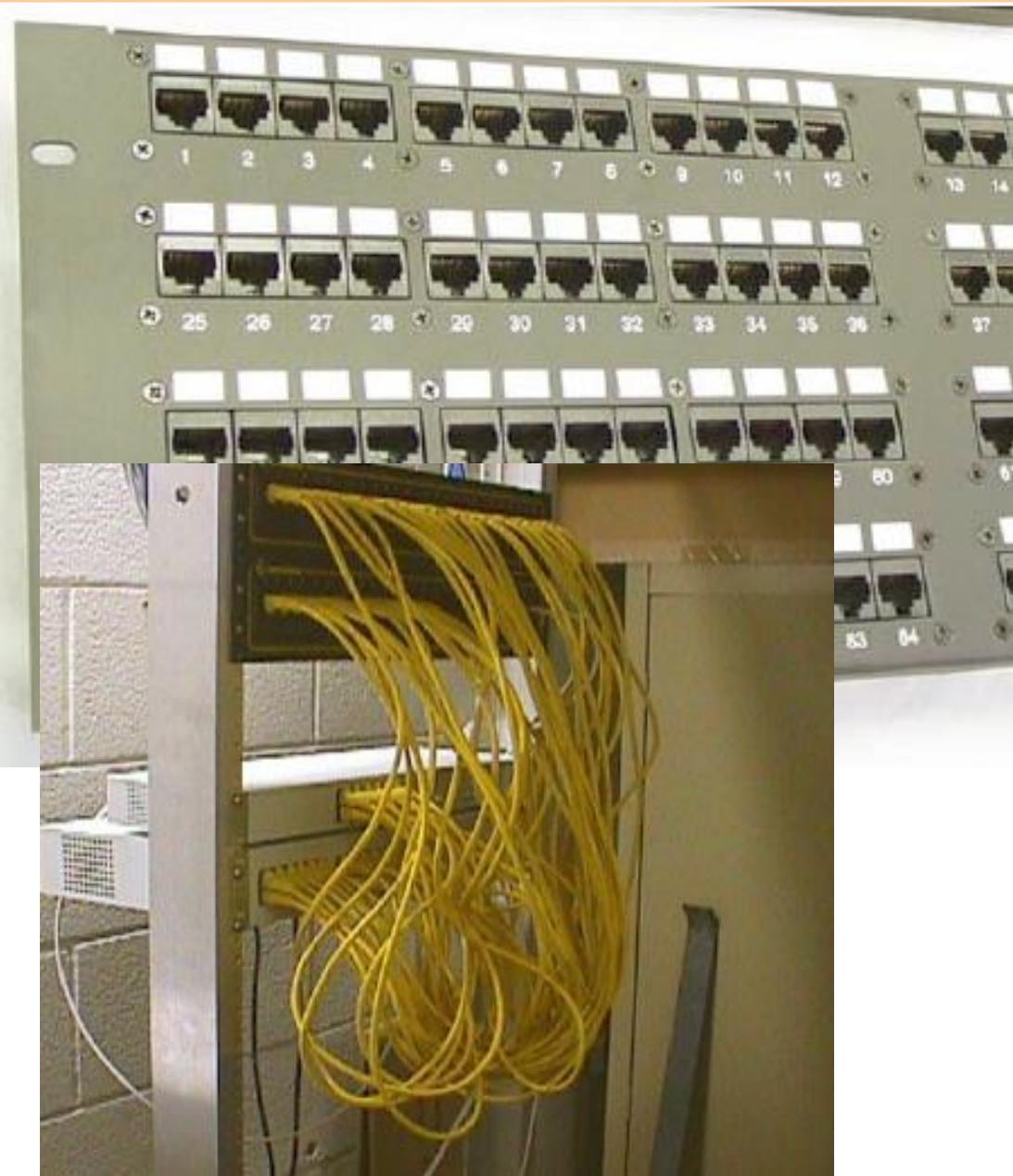
# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [7b]



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [7c]



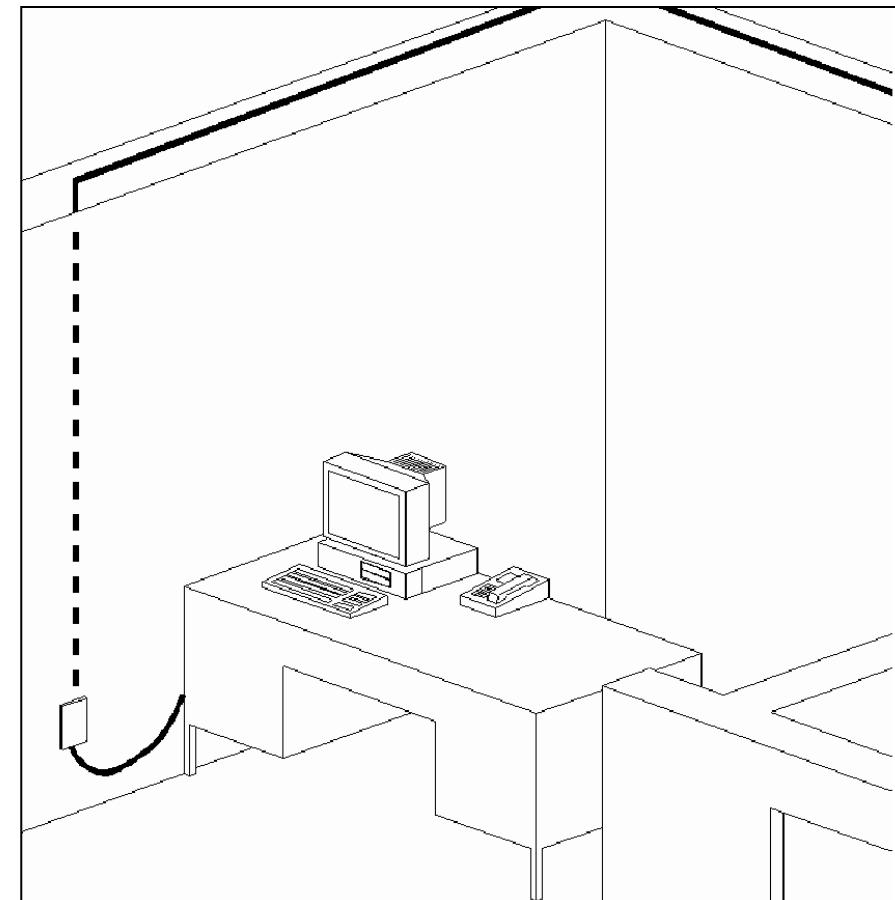
# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [8]



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [9]

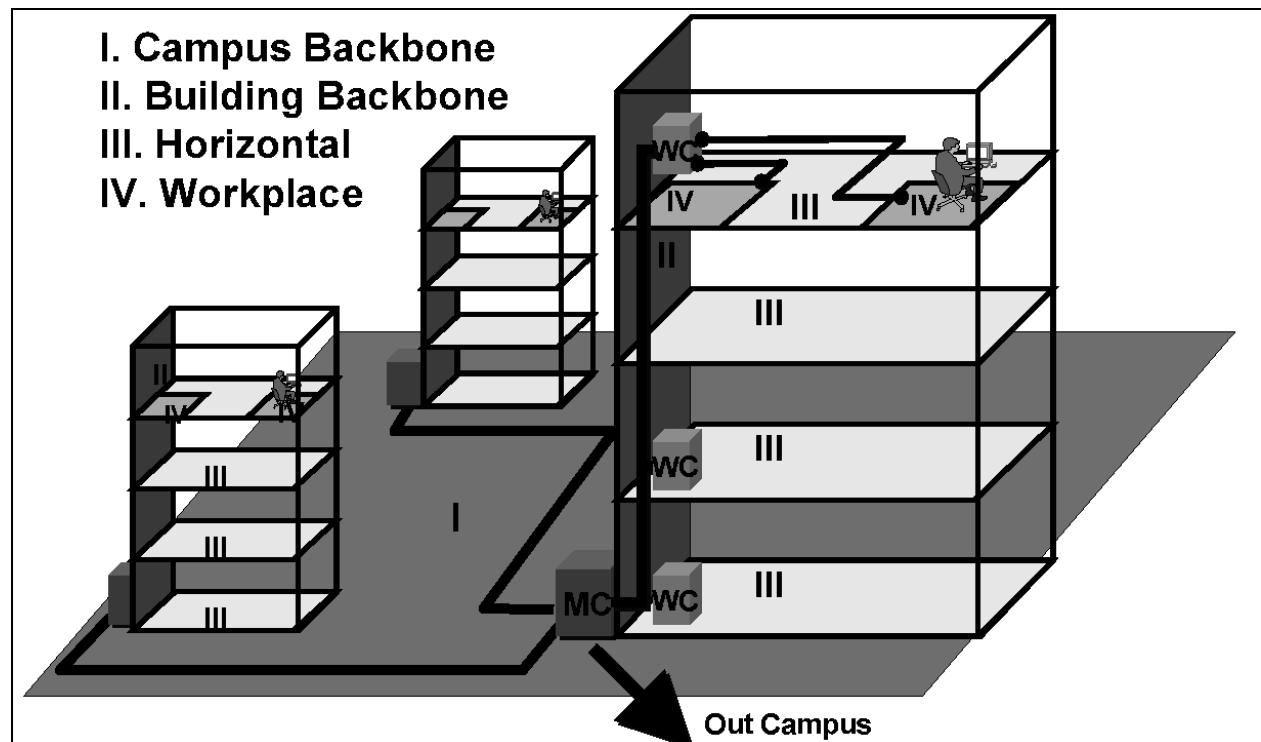
## 7. Radne oblasti - radni prostor krajnjih korisnika

- Korisnički uređaji (telefon, računar, terminal)
- Priključne kutije
- Korisnički kablovi
- Adapteri
- Broj priključnih mesta u prostoriji zavisi od broja radnih mesta. Svako radno mesto oprema se sa minimalno dva priključna mesta, optimalno sa tri.
- Broj radnih mesta u radnom prostoru definiše namena prostora i površina radnog prostora



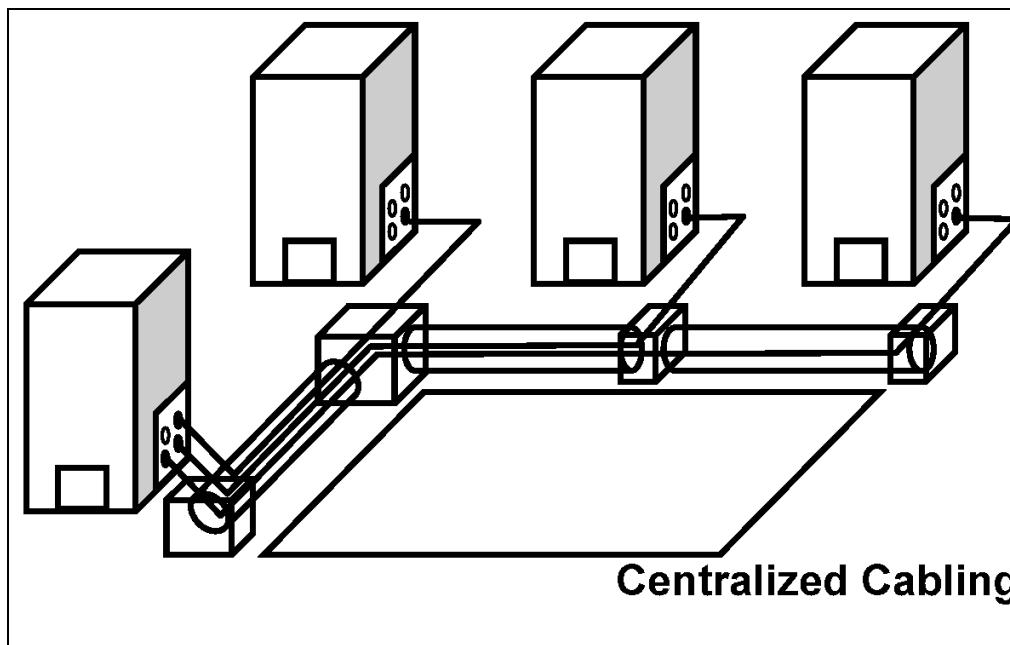
# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [10]

- Kampus kabliranje – kampus distributer – distributer zgrade
- Vertikalno kabliranje – distributer zgrade – distributer sprata
- Horizontalno kabliranje – distributer sprata – priključna kutija



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [11]

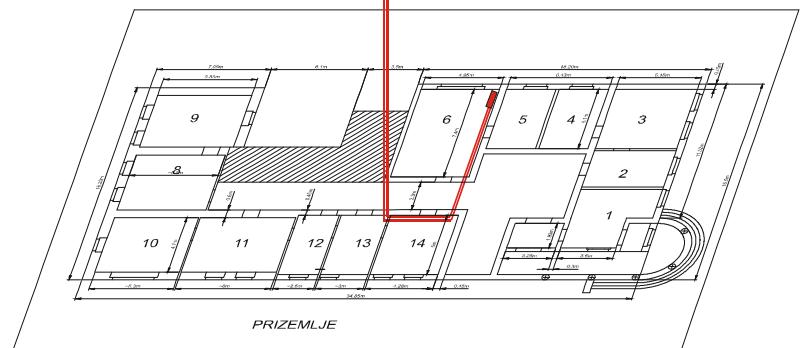
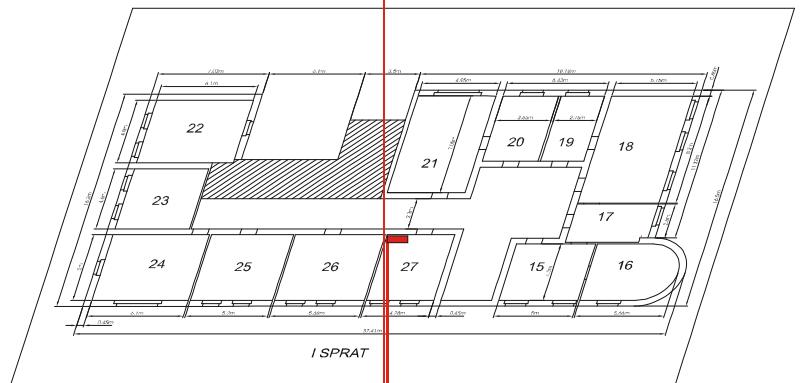
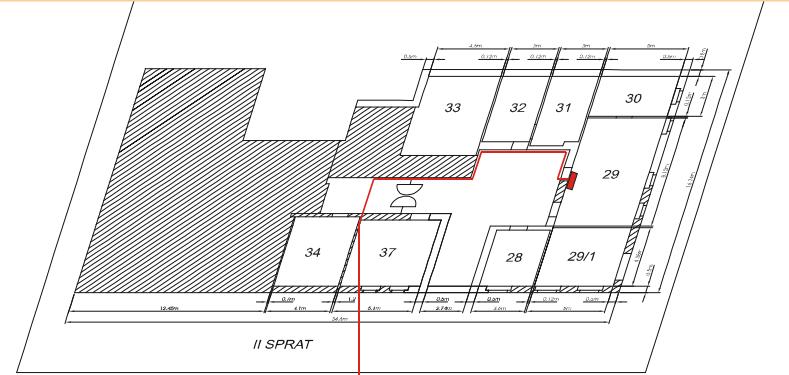
- Kampus kabliranje – Optički kablovi obavezno, bakarni kablovi (opciono samo za prenos glasa)
- Vazdušni kablovi (specijalne konstrukcije)
- Podzemni – kroz posebno izgrađenu kablovsku kanalizaciju (građevinski radovi)



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [12]

Vertikalno kabliranje –  
**Optički kablovi, bakarni  
kablovi (samo za prenos  
glasa ili kraće deonice za  
prenos podataka)**

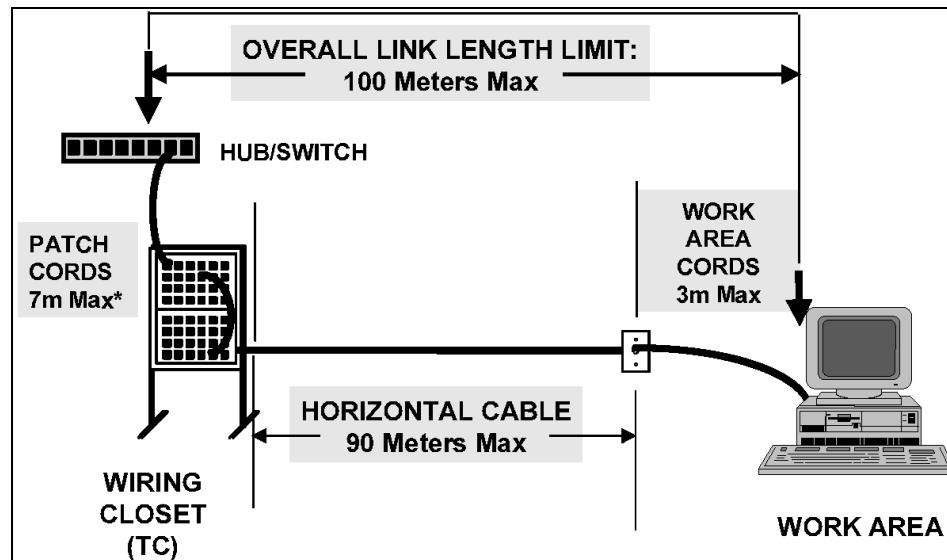
- kroz kanalnice – na zid, kroz specijalne prostore u zidu
- bužir – ukpane u zid



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [13]

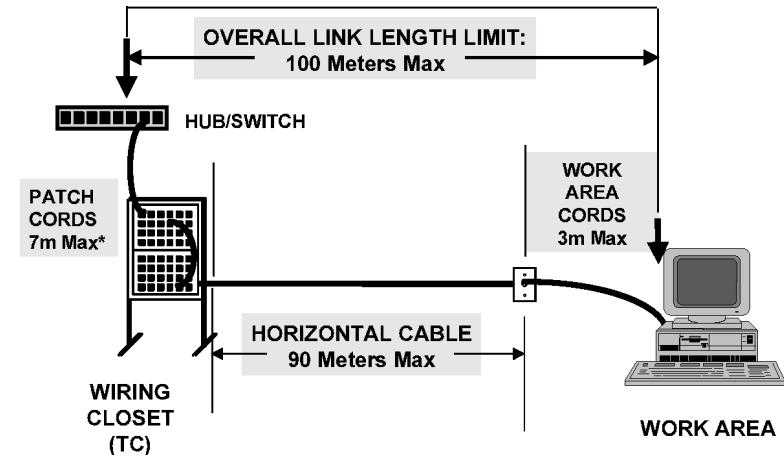
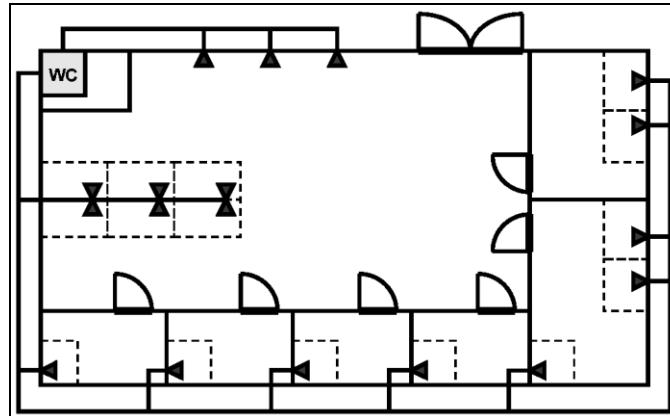
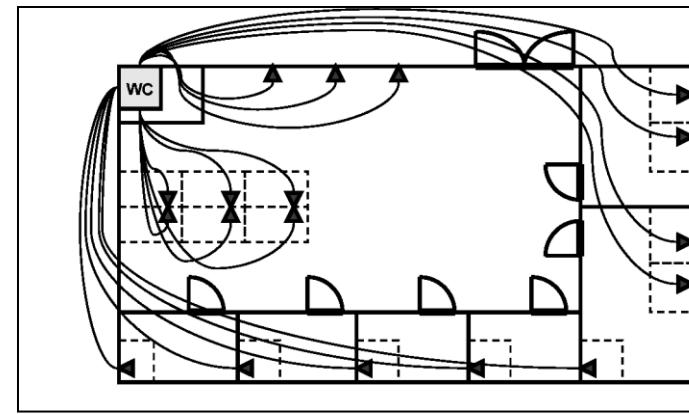
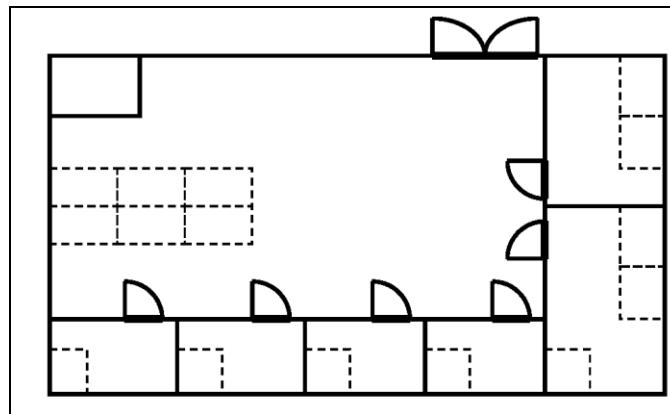
Horizontalno kabliranje – UPT/STP kablovi (do 100m zajedno sa patch kablovima i korisničkim kablovima), optički kablovi

- kroz kanalnice – na zid, kroz specijalne prostore u zidu, kroz spušteni plafon ili dupli pod
- bužir – ukpane u zid



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [14]

Horizontalno kabliranje – polazimo od tlocrta sa naznačenim radnim mestima, određujemo mesto telekomunikacionog ormana i priključnih kutija, definišemo trase kablova.



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [15]

TIA Cabling Standards	
<b>Category 5e</b>	ANSI/TIA-568-C.2, Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard, 2009
<b>Category 6</b>	ANSI/TIA-568-C.2, Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard, 2009
<b>Category 6A</b>	ANSI/TIA-568-C.2, Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard, 2009
ISO Cabling Standards	
<b>Class D</b>	ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2002
<b>Class E</b>	ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2002
<b>Class E<sub>A</sub></b>	Amendment 1 to ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2008
<b>Class F</b>	ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2002
<b>Class F<sub>A</sub></b>	Amendment 1 to ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2008

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [16]

Razdaljine – maksimalne dužine kablova:

- 100 ohm UTP (0,51 ili 0,6) – do 100m
- MM do 2000m
- SM do 3000m

Parametri za celokupni prenosni medijum (konektore, utičnice, kablove ...)

- CAT 3 od 5-16 MHz
- CAT 4 od 10-20 MHz
- CAT 5 od 20-100 MHz
- CAT 5e
- CAT 6 do 250 MHz
- MM 62,5/125 µm
- SM 8,3/125 µm

Garancija da će slabljenje, kašnjenje, preslušavanje biti u dozvoljenim granicama u datom propusnom opsegu

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [17]

Table 1: TIA and ISO Equivalent Classifications

<b>Frequency Bandwidth</b>	<b>TIA (Components)</b>	<b>TIA (Cabling)</b>	<b>ISO (Components)</b>	<b>ISO (Cabling)</b>
1 - 100 MHz	Category 5e	Category 5e	Category 5e	Class D
1 - 250 MHz	Category 6	Category 6	Category 6	Class E
1 - 500 MHz	Category 6A	Category 6A	Category 6A	Class E <sub>A</sub>
1 - 600 MHz	n/s	n/s	Category 7	Class F
1 - 1,000 MHz	n/s	n/s	Category 7 <sub>A</sub>	Class F <sub>A</sub>

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [18]

Table 3: Applications Chart

	Category 5e Class D	Category 6 Class E	Category 6A Class E <sub>A</sub>	Class F	Class F <sub>A</sub>
4/16 MBPS Token Ring	x	x	x	x	x
10BASE-T	x	x	x	x	x
100BASE-T4	x	x	x	x	x
155 MBPS ATM	x	x	x	x	x
1000BASE-T	x	x	x	x	x
TIA/EIA-854		x	x	x	x
10GBASE-T			x	x	x
ISO/IEC 14165-144				x	x
Broadband CATV					x

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [19]

**Način povezivanja:**

- standardni bakarni konektori i utičnice - RJ45,
- standardni optički konektori - SC ili LC ili MTRJ

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [19]



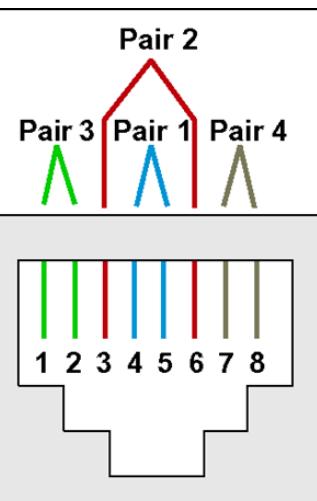
Category 5e RJ45 Keyjack 110-Type 90° Punch Down



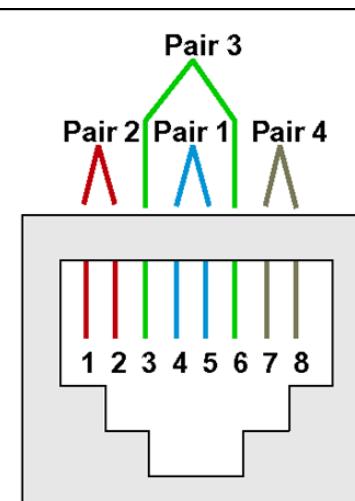
Blue

product color might be slightly differ from this picture

IDC	T568A		T568B	
Terminals	Pair	Wire Color	Pair	Wire Color
Pin-5	1	White / Blue	1	White / Blue
Pin-4		Blue		Blue
Pin-1	3	White / Green	2	White / Orange
Pin-2		Green		Orange
Pin-3	2	White / Orange	3	White / Green
Pin-6		Orange		Green
Pin-7	4	White / Brown	4	White / Brown
Pin-8		Brown		Brown

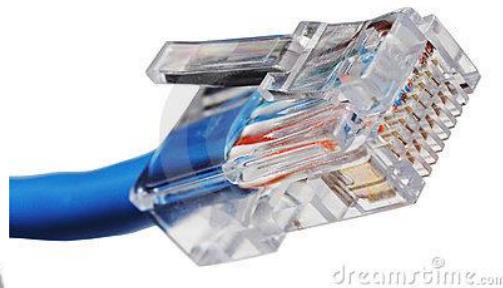
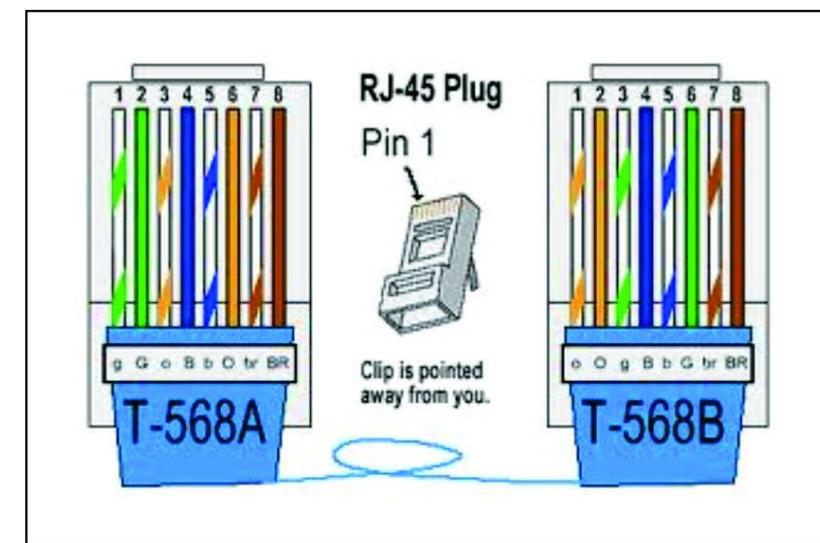
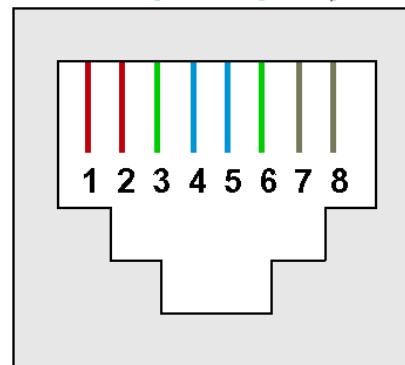
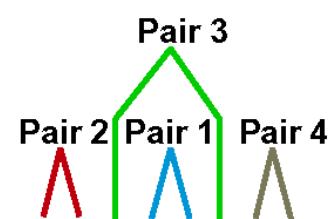
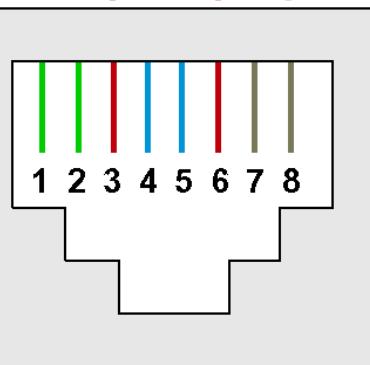
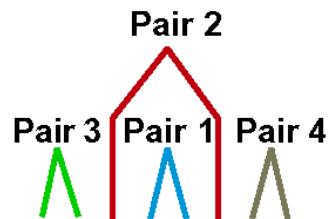


T568A

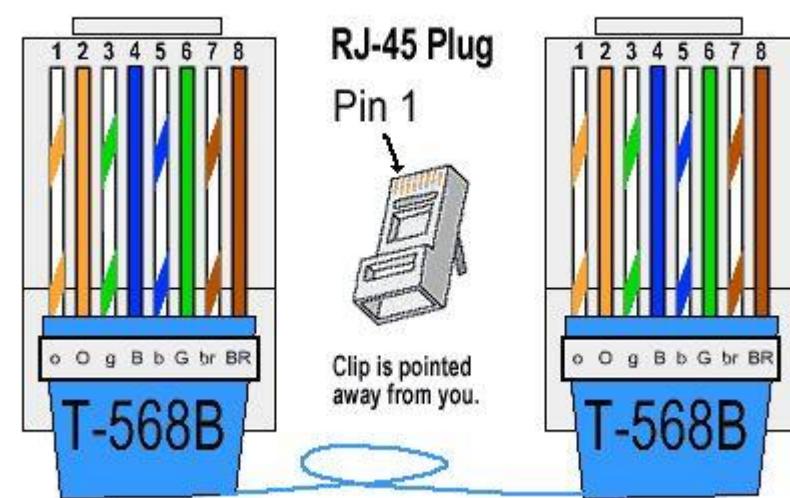


T568B

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [19]



dreamtime®.com



# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [19]



FC/PC



SC/PC



ST/PC



FC/APC



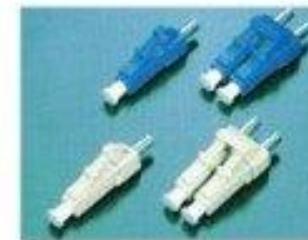
SC/APC



MTRJ



D4



LC/PC



FDDI



MU



DIN4



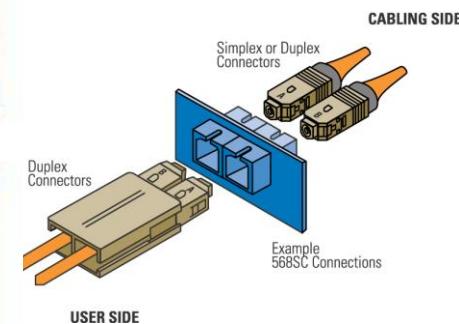
MPO



SMA



E2000



USER SIDE

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [20]

- **Testiranje.** Prenosni kanal, osnovna deonica.
- **Obeležavanje**

Merni protokol mora u najgorem slučaju sadržati sledeće podatke:

Tip i proizvođač mernog uređaja

Tip i proizvođač kabla

Broj ili oznaka kabla

Početna i krajnja tačka kabla

Ožičenje za vezu 1:1, oklop, kratak spoj, prekidi i ostale greške u ožičenju

Otpornost bakra (otpornost petlje)

Dužina, grafički TDR

Slabljenje u frekventnoj oblasti od 1 do 100 MHz

Slabljenje za preslušavanje (NEXT) sa obe strane u frekventnoj oblasti 1-100MHz

ACR (odnos slabljenja i preslušavanja - opisuje dozvoljeno rastojanje korisnog signala i signala smetnje u frekventnoj oblasti)

Šum (preostali nivo šuma zbog spoljašnjih smetnji u kablu za prenos podataka)

Impulsni šum (povremene smetnje koje potiču od npr. paralelno postavljenih vodova za napajanje)

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [21]

TABLE 4: Industry Standards Performance Comparison at 100 MHz for Channels

	<b>Category 5e Class D</b>	<b>Category 6 Class E</b>	<b>Category 6A Class E<sub>A</sub></b>	<b>Class F</b>	<b>Class F<sub>A</sub></b>
Frequency Range (MHz)	1 - 100	1 - 250	1 - 500	1 - 600	1 - 1,000
Insertion Loss (dB)	24.0	21.3/21.7	20.9	20.8	20.3
NEXT Loss (dB)	30.1	39.9	39.9 <sup>1</sup>	62.9	65.0
PSNEXT Loss (dB)	27.1	37.1	37.1 <sup>1</sup>	59.9	62.0
ACR (dB)	6.1	18.6	18.6	42.1	46.1
PSACR (dB)	3.1	15.8	15.8	39.1	41.7
ACRF <sup>1</sup> (dB)	17.4	23.3	23.3/25.5	44.4	47.4
PSACRF <sup>2</sup> (dB)	14.4	20.3	20.3/22.5	41.4	44.4
Return Loss (dB)	10.0	12.0	12.0	12.0	12.0
PSANEXT Loss (dB)	n/s	n/s	60.0	n/s	67.0
PSAACRF (dB)	n/s	n/s	37.0	n/s	52.0
TCL (dB)	n/s	n/s	20.3	20.3	20.3
ELTCTL <sup>3</sup> (dB)	n/s	n/s	0.5/0	0	0
Propagation Delay (ns)	548	548	548	548	548
Delay Skew (ns)	50	50	50	30	30

# Nivo 1 Struktuirano kabliranje [22]

IUPUI PENTASCANNER CABLE CERTIFICATION REPORT IUPUI 5 Autotest							
Circuit ID:	EII023B	Date:	10 Feb 93				
Test Result:	PASS	Cable Type:	Cat 5 UTP				
Owner:	I.T. NETWORKS	Gauge:					
Serial Number:	38S93LA1833	Manufacturer:					
SW Version:	1.20a	Connector:					
User:							
Building:		Floor:					
Closet:		Hub:					
Rack:		Port:					
Slot:							
Test	Expected Results		Actual Test Results				
Wire Map	Near:	3456	Near:	12345678			
	Far:	3456	Far:	3456			
			Pr 12	Pr 36	Pr 45	Pr 78	
Length ( ft )	10 - 328		262	260			
Impedance ( ohms )	80 - 125		106	105			
Resistance ( ohms )	0.0 - 18.8		8.7	8.7			
Capacitance ( pF )	50 - 5600		3691	3633			
Attenuation ( dB )			15.1	15.3			
@Freq ( MHz )			100.0	100.0			
Limit ( dB )			23.6	23.6			
NEXT Pair Combinations		12/36	12/45	12/78	36/45	36/78	45/78
NEXT Loss ( dB )					31.5		
Freq ( 0.7-100.0 ) ( MHz )					86.7		
NEXT Limit							
Cat 5 formula ( dB )				28.2			
Active ACR( 5 ) ( dB )				21.0			

Signature: Joe Tech

Date: 2/10/93

FIGURE 8