

Složene mreže, umrežavanje i modeli složenih mreža (OSI i TCP/IP model)

Industrijski sistemi i protokoli -

Drugi deo – predavanje 4

04/2024

prof. Darko Marčetić

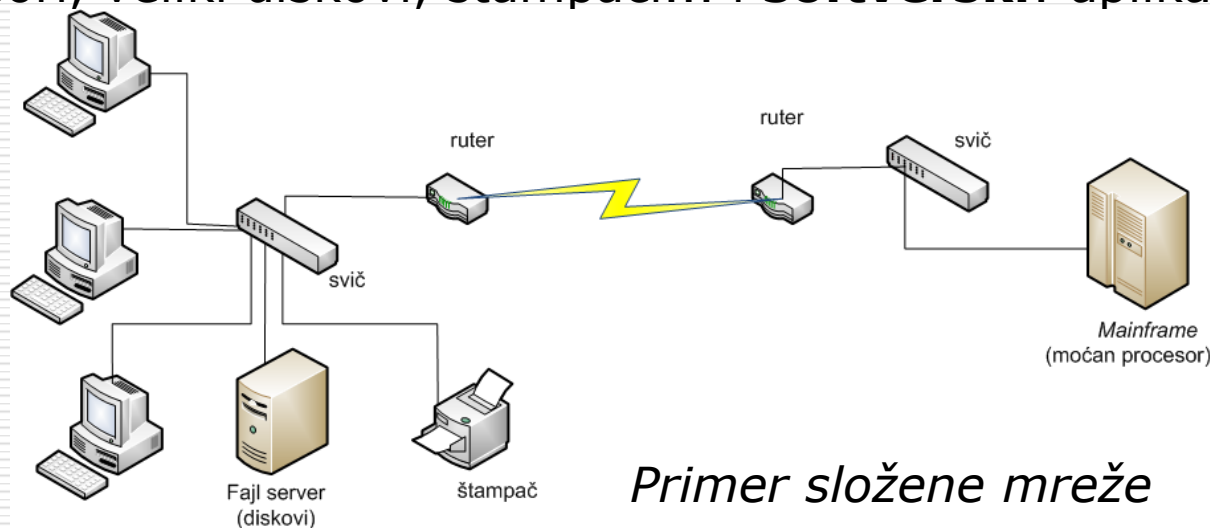
Dok smo mi inženjeri za nas pravili industrijske protokole paralelno smo razvijali i kancelarijske protokole koje mogu da koriste normalni ljudi.

Ovo predavanje se upravo bavi lokalnim mrežama (kancelarije, fakulteti, firme stanovi...), kao i Internetom (kao mrežom svih mreža) ali i protokolima koji važe u lokalnim mrežama, a i onima koji važe na internetu.

1. Složene mreže i mrežni uređaji

Računari povezani u mreže

- ❑ **Računarska mreža je kolekcija računarskih i računarsko komunikacionih uređaja povezanih na različite načine sa ciljem deljenja resursa i prenosa podataka.** Resursi mogu biti **hardverski**: moćni procesori, veliki diskovi, štampači... i **softverski**: aplikacije i podaci.



Primer složene mreže

Prednosti mreže:

- ❑ **Deljenje hardverskih resursa:** štampači, ploteri. Brzi diskovi velikih kapaciteta za arhiviranje podataka
- ❑ **Deljenje i razmenu podataka:** brza i pouzdana isporuka podataka različitih formata – elektronska pošta, HTTP, FTP itd (*Mail server, Web server, FTP server, Server baze podataka*)

- ❑ **Deljenje softverskih aplikacija**
- ❑ **Poboljšanu pouzdanost** ako više malih računara u mreži izvršavaju zajednički algoritam; otkaz jednog računara u mreži se lako prevazilazi
- ❑ **Poboljšanu skalabilnost:** cena super računara je viša od cene nekoliko računara opšte namene koji paralelno rade na istom problemu

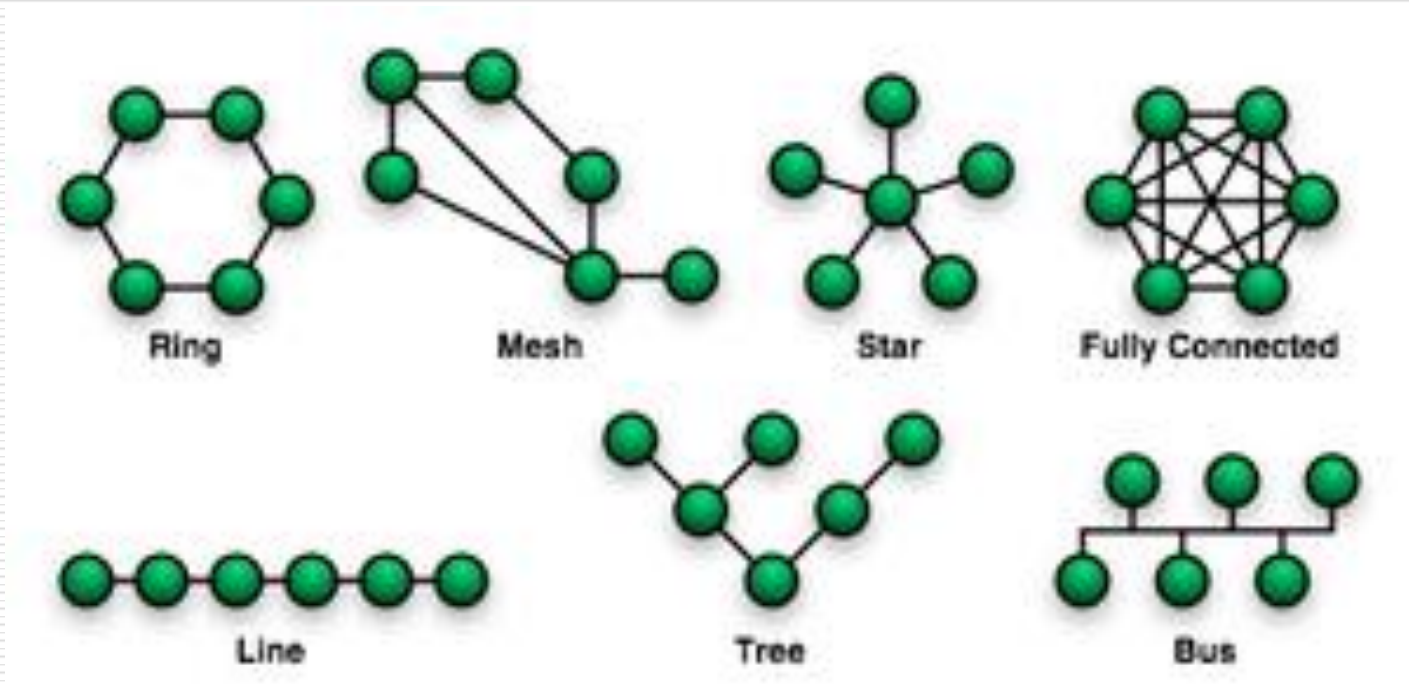
Kategorije računarskih mreža

□ Tip konekcija

- **žičane konekcije** (kolaksijalni kabl, upredene parice, optički kabl)
- **Bežične konekcije** (infracrveni, mikrotalasni, radio, satelitski signali)

□ Tip topologija mreža

- Magistrala (linija), zvezda, prsten, stablo, puna mreža



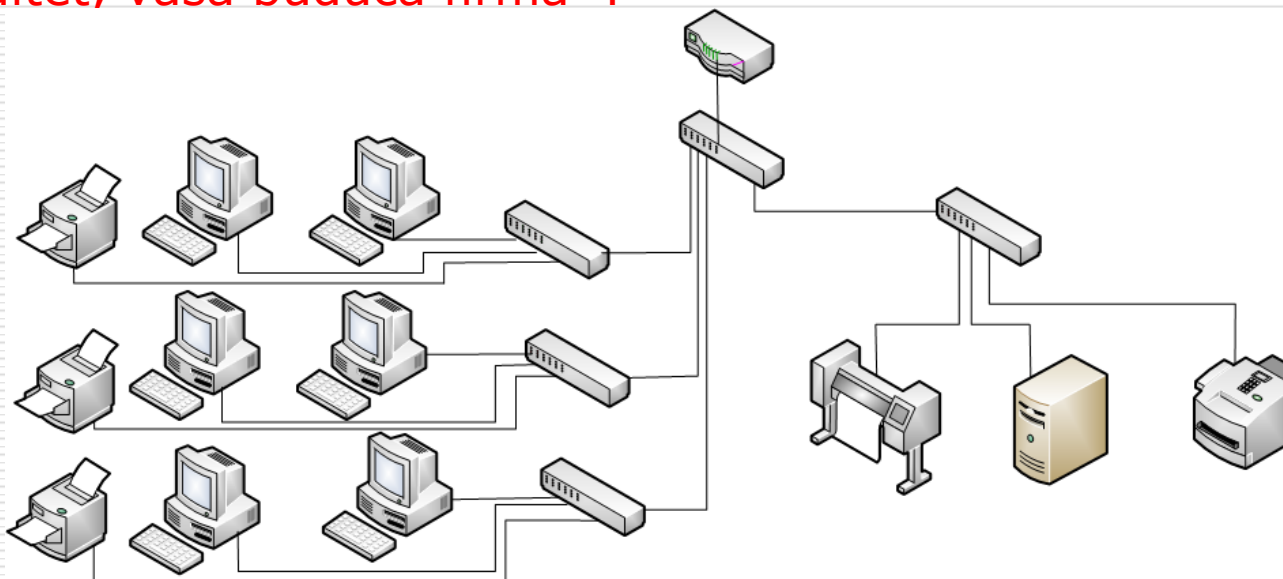
Područja prostiranja mreža

- ❑ **PAN** (Personal Area Network) – u bliskom okruženju korisnika
 - ❑ **LAN** (Local Area Network) – povezuje relativno mali broj računara na lokalnom geografskom području (spratu, zgradi, kompaniji, univerzitetu, itd.)
 - ❑ **MAN** (Metropolitan Area Network) – povezuje više LAN na gradskom području koristeći javnu telekomunikacionu strukturu.
 - ❑ **WAN** (Wide Area Network) - povezuje dve ili više LAN, MAN ili WAN na širokom geografskom području, Internet predstavlja primer WAN koji obuhvata celu zemlju
 - ❑ **Internet (Word Wide Web)** sveobuhvatna svetska mreža
-
- ❑ **PAN** (*Personal Area Network*)
Mreža u bliskom okruženju korisnika



Kategorije računarskih mreža – prostiranje

- ❑ **LAN (Local Area Network)** – povezuje relativno mali broj računara na lokalnom geografskom području (spratu, zgradi, kompaniji, univerzitetu, itd.) – **važan tip mreže, LAN ima naš fakultet, vaša buduća firma !**



Protokoli za LAN mreže

1. Ethernet

- Najčešći LAN protokol
- Topologija zvezda (ranije magistrale)
- Switch uređaji i RJ-45 konektori
- Brzine prenosa i do 10 Gbps



2. Token Ring (IBM)

- Slabije se koristi..
- Topologija zvezdastog prstena
- prosleđivanje tokena
- Brzine prenosa do 100 Mbps

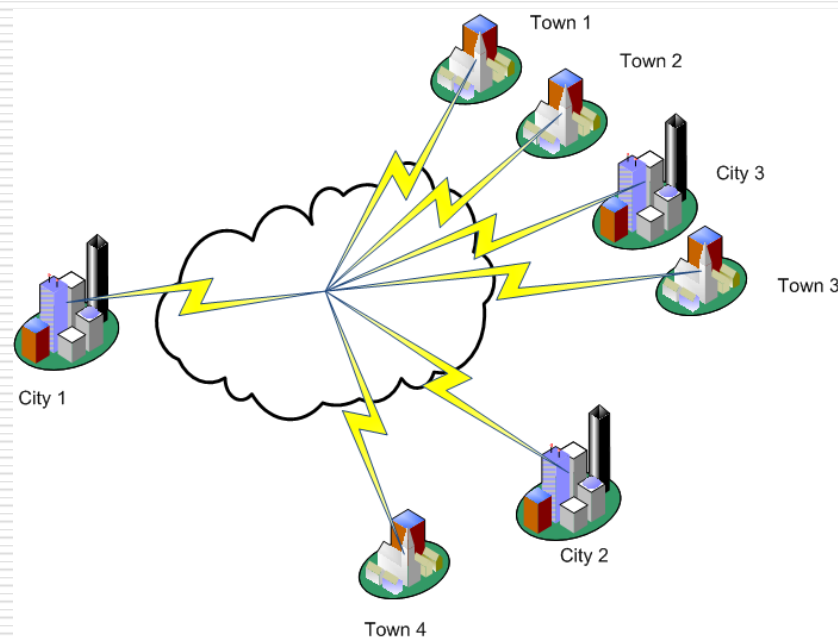
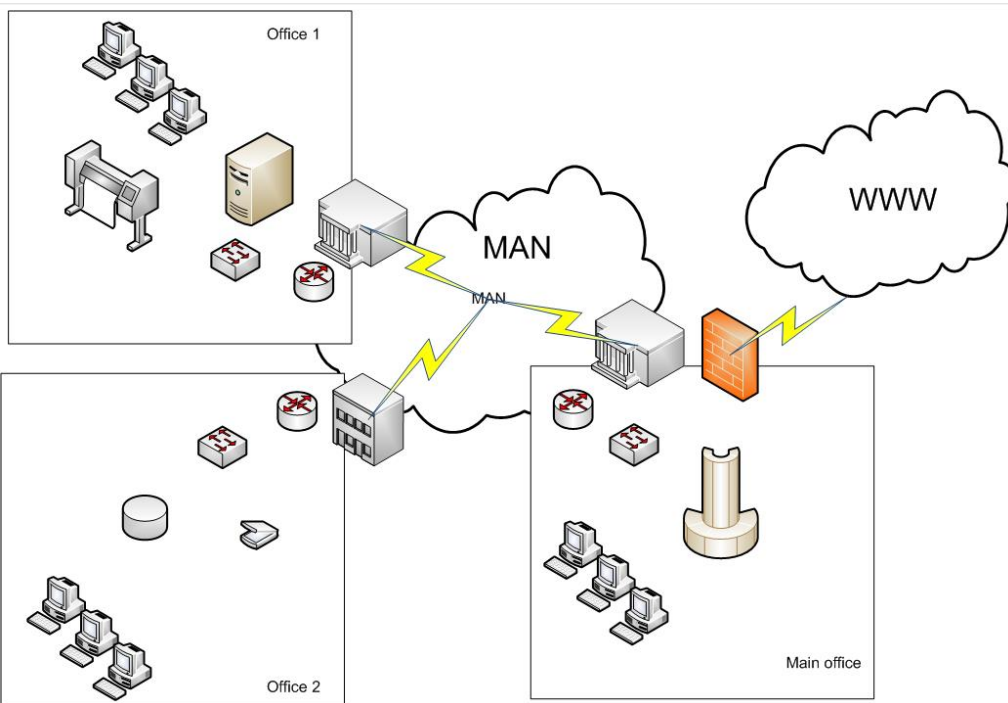


Kategorije računarskih mreža – prostiranje

□ **MAN** (*Metropolitan Area Network*) □ **WAN** (*Wide Area Network*)

- povezuje više gradski LAN koristeći javnu komunikacionu strukturu.

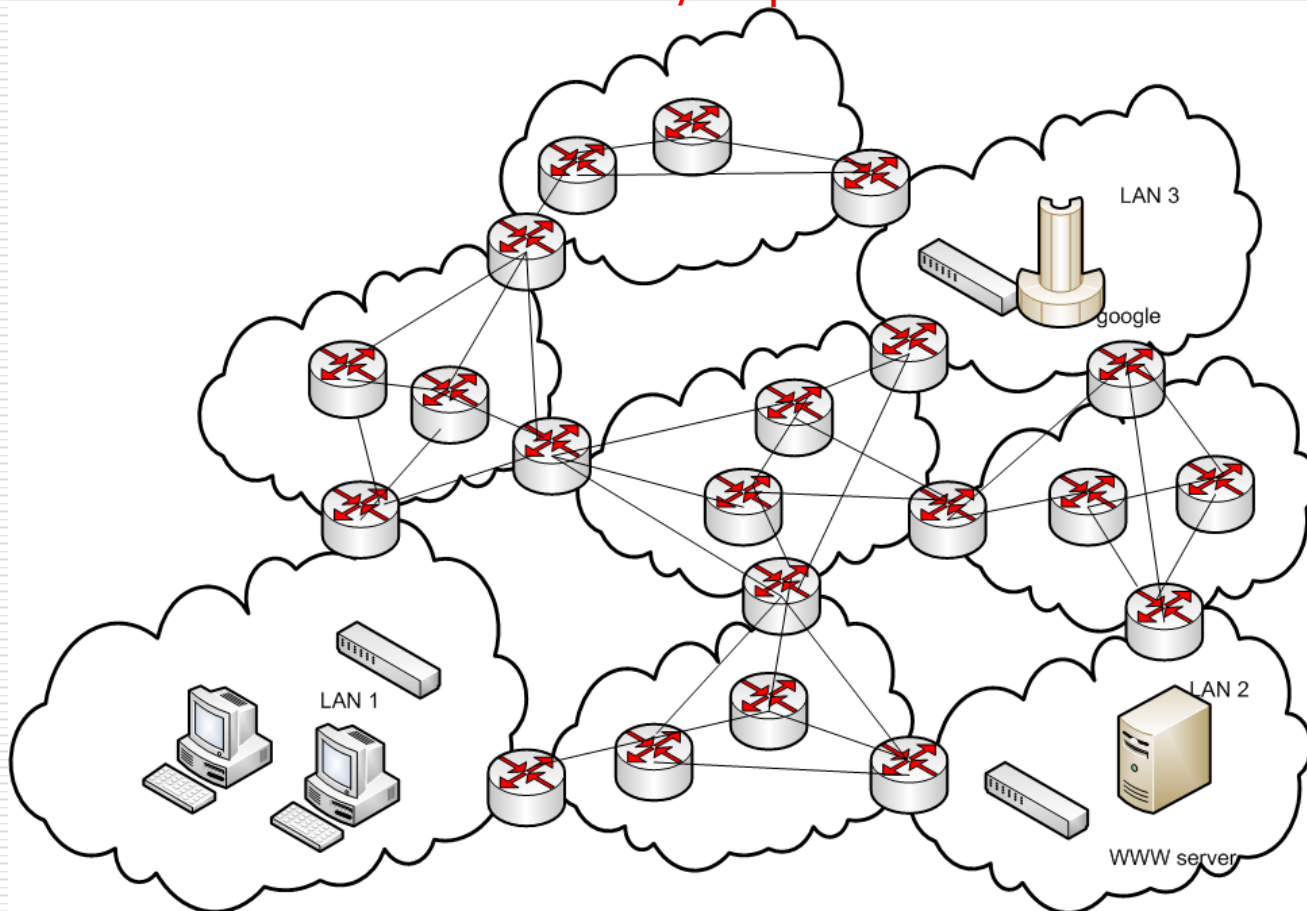
povezuje dve ili više LAN, MAN ili WAN na širokom geografskom području, Internet predstavlja primer WAN koji obuhvata celu planetu



Kategorije računarskih mreža – prostiranje

□ Internet

- Mreža svih mreža koja obuhvata celu planetu,
- Podaci se prenose pomoću skupa protokola (TCP/IP protokol stek),
- Svako ko ima ruter i koristi TCP/IP protokole može da se poveže



Mrežni komunikacioni uređaji

Svaki uređaj koji ima mrežni adapter postaje mrežni komunikacioni uređaj (na primer PC, PLC, IoT ...)

- ☐ **Mrežni adapter NIC** (Network Interface Card – NIC) povezuje uređaj na mrežu
- ☐ Na PC računaru je to kartica u slotu za proširenje matične ploče ili kontroler na matičnoj ploči računara; uključuje eksterni port za priključenje mrežnog kabla u
- ☐ Svaka NIC poseduje jedinstvenu 48-bitnu MAC adresu pa to postaje i adresa uređaja



MAC – Medium Access Control

Komponente za proširenje mreže

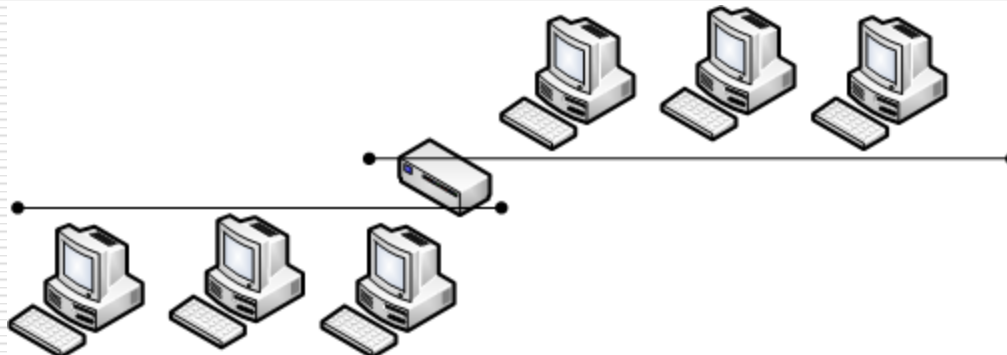
Uređaji koji služe za prenos podataka između dve tačke mreže

- ☐ Repetitor (Repeater)
- ☐ Hab (Hub – mrežno čvorište)
- ☐ Mrežni preklopnik (Switch)
- ☐ Mrežni most (Bridge)
- ☐ Ruter (Router – usmerivač, skretnica)
- ☐ Mrežni prolaz (Gateway)
- ☐ Modem

Mrežni komunikacioni uređaji

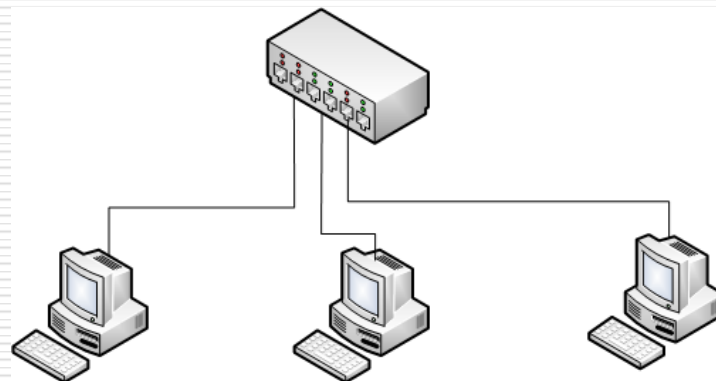
❑ Repetitor (*Repeater*)

Regeneriše i pojačava oslabljene komunikacione signale pri slanju ka drugim segmentima mreže



❑ Hab (Hub)

- Specijalni tip repetitora za **proširenje mreže u topologiji zvezde i prstena**, pri čemu **ima više ulaza i više izlaza**
- **Svaka poruka poslata sa jednog računara prosleđuje se do svih računara u mreži !**



Mrežni komunikacioni uređaji

Repetitor i hub nisu dobro rešenje za imalo veće mreže jer samo jedan uređaj u jednom trenutku može da priča, on svima zauzme liniju

□ Mrežni preklopnik (Switch)

Danas najvažniji uređaj u lokalnim mrežama, kralj LAN sa Ethernetom

- **Switch je mrežni uređaj koji omogućuje vezu više uređaja ali ih drži razdvojeno ako ne komuniciraju međusobno.**
- **Switch ispituje zaglavlje paketa** koji mu je došao na neki od ulaza **i formira konekciju samo prema izlazu** na koji paket treba da ode dalje. Switch to radi analizom adrese destinacije koja se nalazi u zaglavlju Ethernet paketa.
- **Switch dakle nije pasivan uređaj kao hub**, on aktivno ispituje zaglavlja svih pristiglih poruka i određuje na koji izlaz da ih šalje na osnovu adrese odredišnog računara a



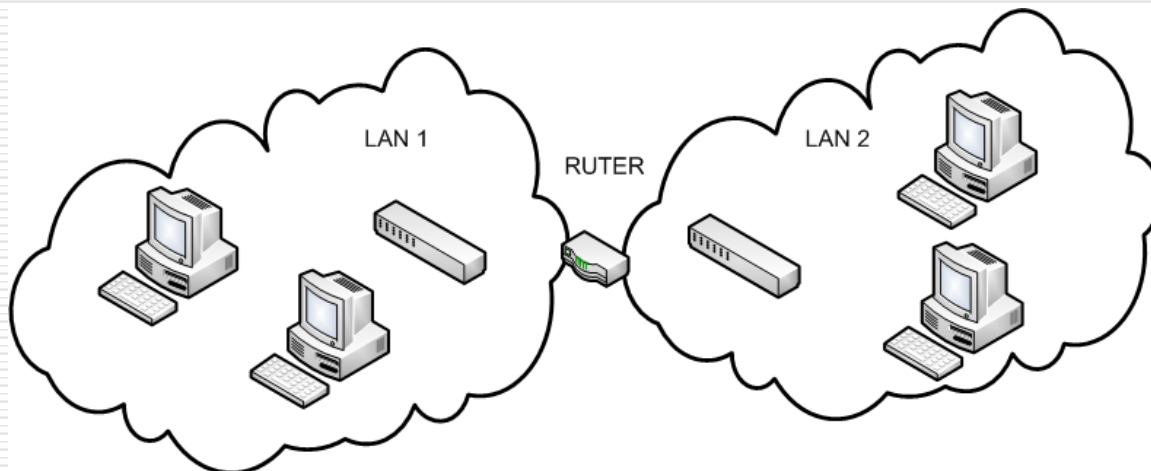
- Switch radi više veza paralelno, npr paket sa ulaza/izlaza 1 šalje na ulaz/izlaz 14, a paket sa ulaza/izlaza 6 na ulaz/izlaz 3

Mrežni komunikacioni uređaji

❑ Ruter (router)

Danas najvažniji internet uređaj

- U opštem slučaju povezuje dva segmenta mreže, ograničava nepotrební saobraćaj i administrativno odvaja dve mreže
- Na internetu ruter na osnovu informacije o odredišnoj IP adresi primljenog paketa i troškova i dostupnosti putanja **određuje najbolju putanju za slanje tog paketa do odredišta (vrši rutovanje tog paketa ka odredištu)**



Mrežni komunikacioni uređaji

□ Modem

Uređaj koji lokalne mreže preko nekog linka povezuje sa internet opremom internet provajdera (firme koja nam obezbeđuje internet)

Ti linkovi su obično realizovani preko telefonskih linija, ili kablovske veze, ili optički tako da se signal za preno mora modulirati i demodulirati

- Modem prilikom slanja podataka vrši konvertovanje digitalnih podataka u analogni signal radi prenosa preko analogne komunikacione linije, a na prijemu konvertovanje analognog signala u digitalne podatke kod prijema (MODulation i DEModulation)



2. Prenošnje složene poruke kroz složenu komunikacionu mrežu

- ❑ Poruke koje se šalju internetom su relativno velike i složene (npr. jedan slika ima 5MB)

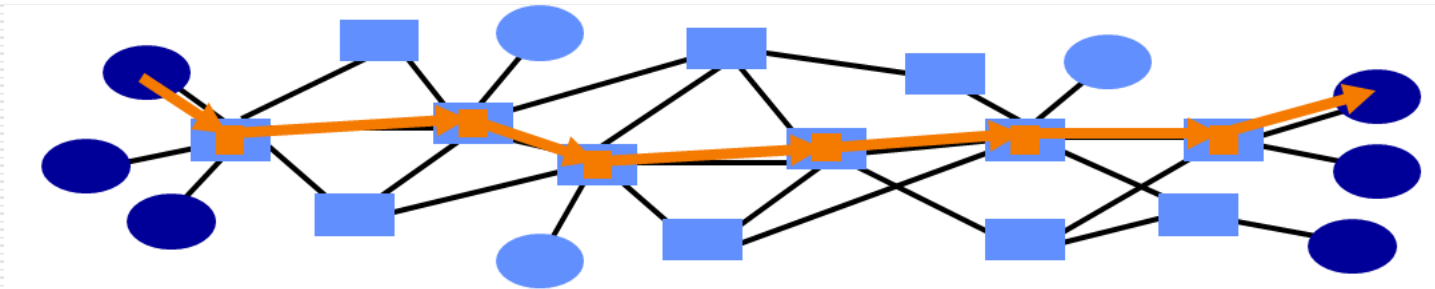


- ❑ Internet je složena mreža. Ima više čvorova, ima više mogućih linkova ka tim čvorevima.
- ❑ Kroz sve te internet čvorove mora da ide više poruka istovremeno

Kako urediti ovaj prenos da bude optimalan i pouzdan?
Prolaz više različitih podataka, koji dolaze sa više različitih adresa i idu ka više različitih adresa?

Kako preneti podatke kroz složenu mrežu?

- Hoćemo da poruku prenesemo sa jednog računara na drugi na udaljenom kraju složene mreže.
- Prenošenje podataka se očigledno mora vršiti preko više čvorova!



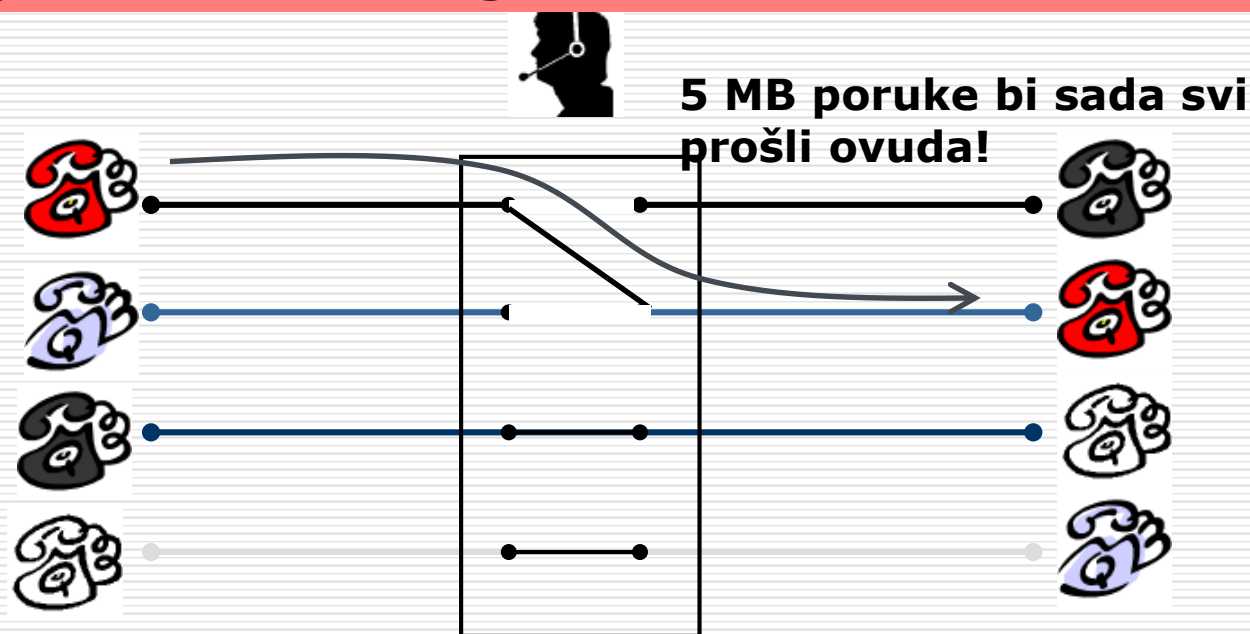
Imamo dve krajnje opcije:

- **Mreže sa komutacijom paketa (*Packet-Switched*)**
 - ❖ Poruku iseckamo na pakete (**datagram**) koji zatim nezavisno traže put do destinacije i prolaze kroz mrežu (**komutacija paketa**)
- **Mreže sa komutacijom kola (*Circuit-Switched*)**
 - ❖ Za svaku poruku dodelimo kanal, tj jednu putanju. Taj put ostaje otvoren i zatvoren (dodeljen) za druge dok poruka ne prođe (**komutacija kola**)

Prvi način - komutacija kola

- ❑ Komutacija kola je najstariji oblik komutacije, **razvijen za potrebe telefonske mreže**
- ❑ Pre slanja poruke između krajnjih tačaka veze se formira stalna putanja, npr. telefonska centrala spoji dva telefona
- ❑ U slučaju interneta putanja bi se sastojala od niza linkova između čvorova mreže, NS do Bg, Bg do Pariza, Pariz do NY...

Operator uspostavlja vezu. Jedna veza kada se uspostavi uzima za sebe jedan kanal i drži ga otvorenim i time zauzetim!!!!



Ali, šta radi taj kanal kada ćutimo???

Problem komutacije kola u slučaju interneta

Da je internet realizovan komutacijom kola ovo bi se dešavalo:

☐ Neko sa svoga računara želi da se uloguje na neki site (Facebook, X, Blic online, šta god..)

☐ Prvo bi se uspostavila veza, odredili bi se čvorovi mreže (switchevi, ruteri, etc..) kroz koje će podaci prolaziti

☐ Kao rezultat, između krajnjih tačaka veze nastaje stalna putanja koja bi bila namenjena tom prenosu, dakle zauzeta za bilo šta drugo dokle god smo ulogovani na neki site

☐ **Dobra stvar** Podaci koje želimo prolaze bez problema i uvek istom brzinom

☐ **Loša stvar** Ovu putanju niko drugi ne koristi osim nas, a mi skinemo HTML stranicu za sekund i onda pijemo kafu i čitamo..

☐ **Držimo taj kanal zatvorenim za druge i kada se svi kanali zatvore niko više ne može da dobije vezu.**

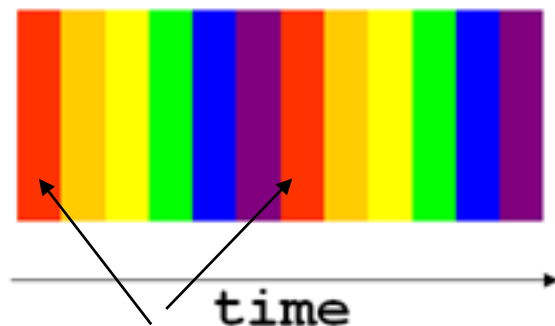
☐ **Ima još loših stvari ovde.. čvorovi moraju da pamte, ako jedan čvor pukne cela linija se ruši , itd...**

Problem komutacije kola u slučaju interneta

Nema neograničen broj veza na internetu, treba ih optimalno koristiti !

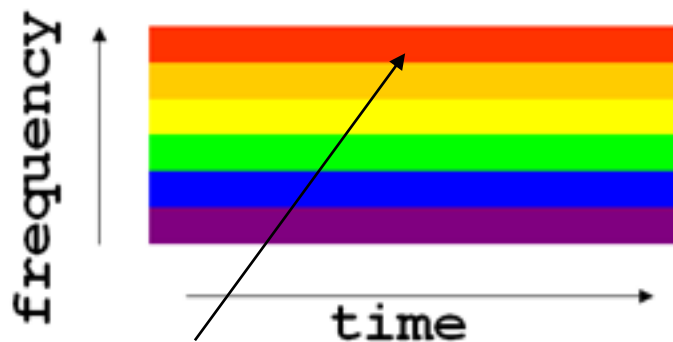
- Naravno, na internetu ima više linkova
- Takođe, kroz jedan link može prolaziti više signala.
- Kanali mogu da se dobiju multipleksiranjem u vremenu (vremenskim slot) ili po frekvenciji (frekvencijski opseg). Za jednu vezu se dodelju jedan kanal.

Vremenska raspodela
(svako kolo ima
vremenski slot)



Crveni kanal periodično
dobija prolaz.

Frekventna raspodela
(svako kolo ima svoj
opseg frekvencija)



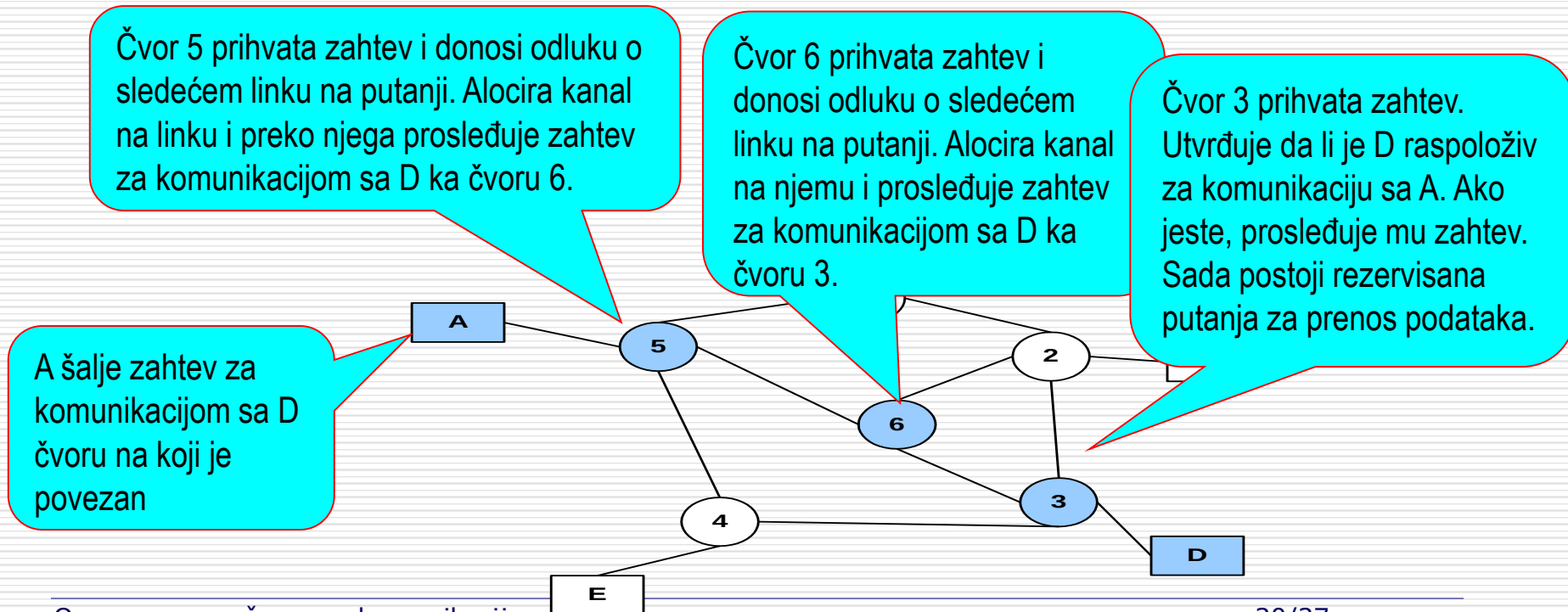
Crveni kanal ima svoj frek.
opseg, kao radio.

Ali, to je i dalje ograničen broj i kanale treba racionalno koristiti a komutacija kola to ne bi radila !!!

Problem komutacije kola u slučaju interneta

Komutacija kola bi zahtevala uspostavljanje veze u tri faze

- **Izvor uspostavlja konekciju**
 - Čvorovi duž čitavog kola kreiraju konekcije između linkova
 - Rezervišu resurse i pamte parametre
- **Slanje podataka**
 - Po uspostavljanju konekcije izvor počinje slanje podataka kroz uspostavljeno kolo
- **Po završetku izvor prekida kolo**



Problem komutacije kola u slučaju interneta

□ **Garantovani propusni opseg**

- Predvidljive performanse: Važno za prenos glasa, slike, za prenos podataka i komandi tokom upravljanja u realnom vremenu

□ **Pouzdan i jasno definisan kanal**

□ **Jednostavno prosleđivanje**

- Svi podaci jedne poruke idu istim kanalom

Važna prednost,
ali mane su
prevagnula

□ **Neracionalno iskorišćenje resursa**

- Kratkotrajni naleti saobraćaja i dugotrajni mirni periodi

□ **Blokiranje konekcije**

- Zahtev za konekciju će biti odbijen u slučaju da se ne mogu rezervisati potrebni linkovi (resursi)
- Nemoguće je svima u svakom trenutku pružiti zahtevane servise

□ **Vreme uspostavljanja kola**

- Nema protoka informacija dok se kolo ne uspostavi
- Uspostavljanje kola čak i za minimalne količine informacija

□ **Prekid komunikacije u slučaju kvara jednog čvora !**

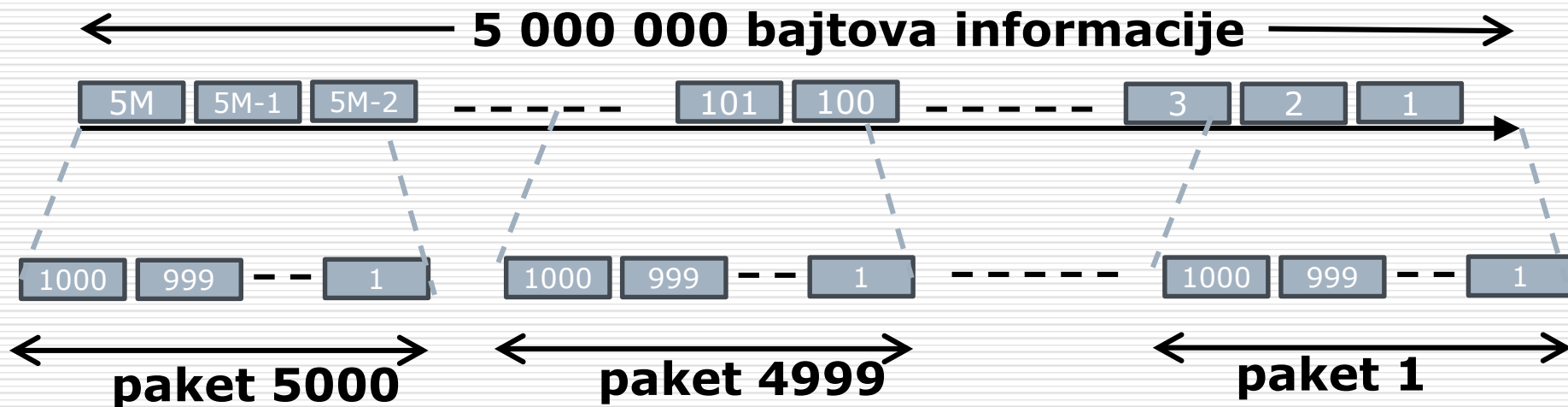
□ **Stanje mreže mora da se pamti, pametni(skupi) čvorovi**

- Svi mrežni čvorovi duž kola moraju pamtići podešavanja konekcija

Drugi način - komutacija paketa

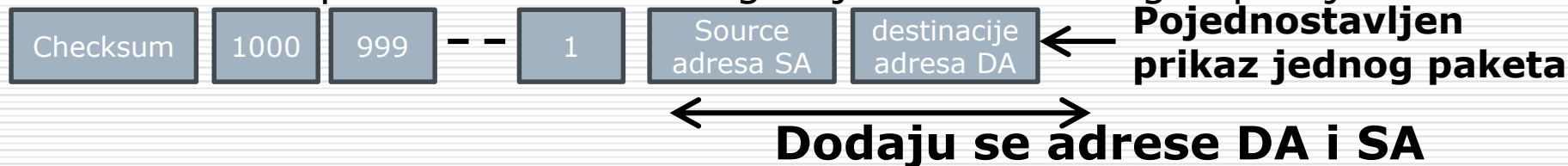
Komutacija paketa se koristi za prenos kroz internet !!!

- Podaci se nezavisno od svoje veličine i tipa dele u manje pakete** standardizovane veličine



- Manji paketi poruke zatim putuju mrežom nezavisno**

- Svaki paket mora imati zaglavlje sa adresom gde putuje

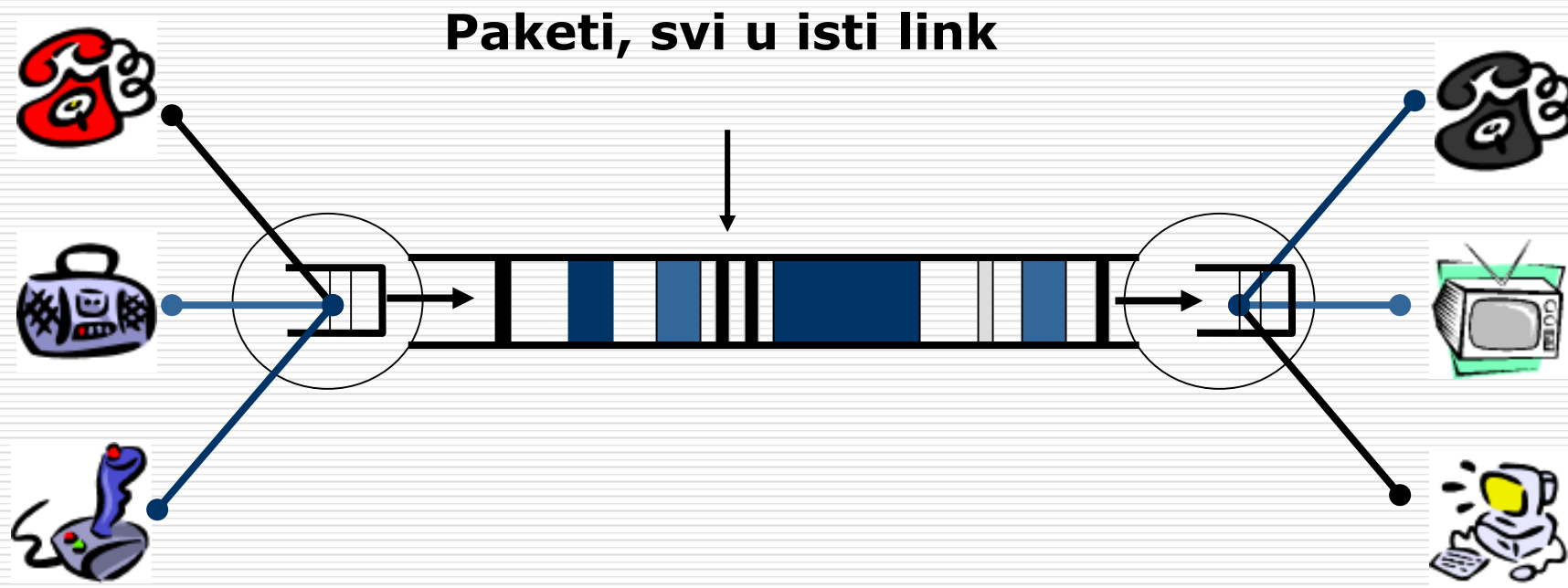


- Paketi se prosleđuju na osnovu adrese u zaglavlju

- Po dolasku na destinaciju poruka se rekonstruiše**

Komutacija paketa – dobro iskorišćenje veze

- ❑ Ko ima šta da kaže pošalje poruku razbijenu na pakete
- ❑ Paketi znaju svoju destinaciju i jednom poslati, prepušteni su da se ravnopravno guraju sa svima drugima



- ❑ Maksimalno iskorišćena veza, paketi ulaze na prazno mesto,
- ❑ Ako se link zaguši, sve se uspori, ali to je pošteno i ok,
- ❑ Tada svi patimo, internet je spor danas ...

Komutacija paketa – analogija sa poštom

- ❑ Poruka se razbija na PISMA (pakete)
- ❑ Ta PISMA (paketi) imaju destinaciju i ravnopravno se guraju kroz poštu



Svako pismo
ima adresu



- ❑ Ovako se maksimalno koristi veza, paketi idu dok ima praznih mesta u raspoloživim kamionima i/ili u poštarskim torbama (u slučaju interneta to su kanali veze)
- ❑ Ako se POŠTA zaguši, sve se uspori, ali to je ok sva pisma će na kraju stići do svoje destinacije

Komutacija paketa - internet

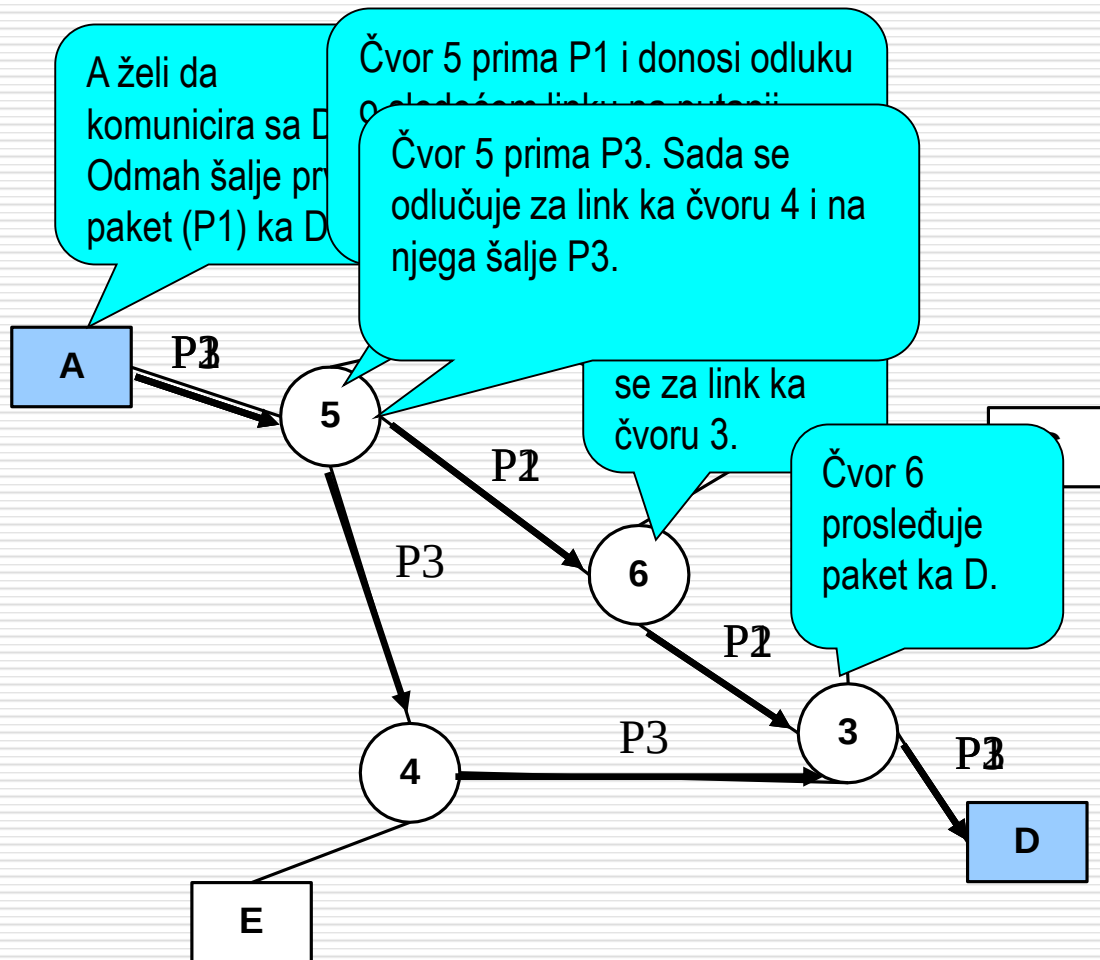
- prenos podataka započinje odmah
- ne postoji predefinisana putanja kojom će se paketi prenositi
- svaki paket se u svakom čvoru vrši prosleđivanje i komutacija nezavisno

Npr, čvor A želi da pošalje poruku od 3 paketa ka čvoru D.

□Odmah šalje P1, čvor 5 ga prihvata i šalje ka čvoru 6, zatim čvor 6 ka čvoru 3 a on ka destinaciji D.

□Zatim šalje P2 koji prođe istom putanjom

□Kada krene paket P3, čvor 5 odluči da ga pošalje ka čvoru 4 a ne čvoru 6, tako da on stigne do D drugom putanjom



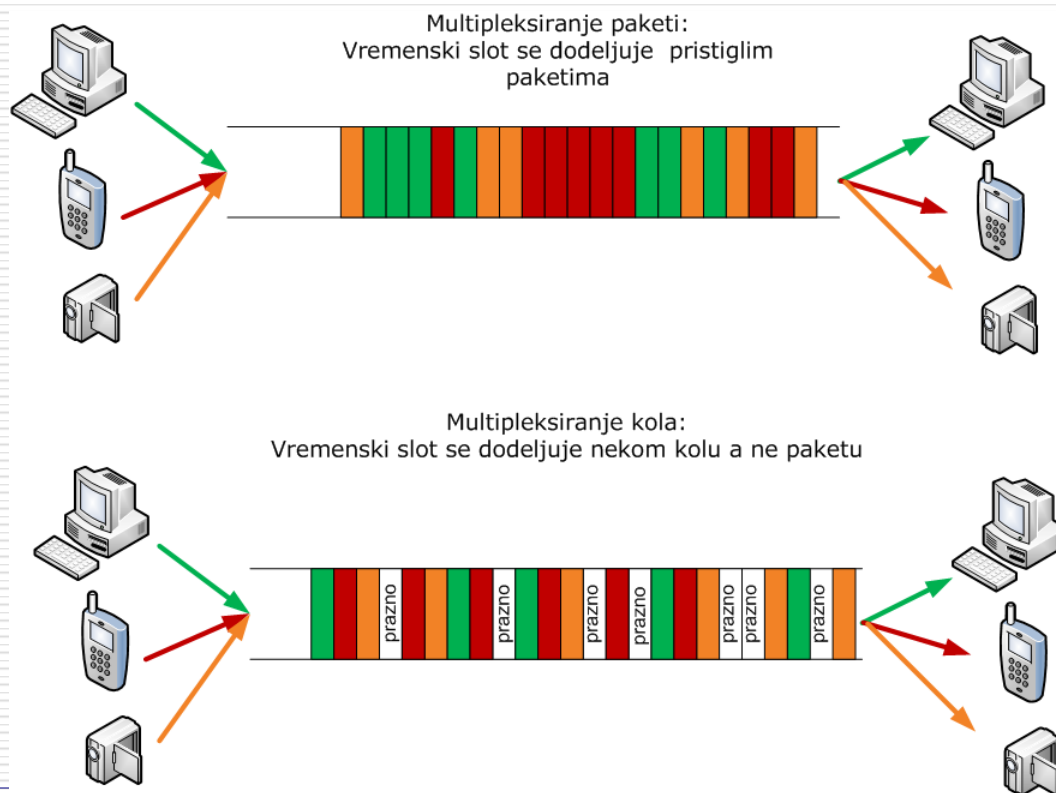
Zašto paketska komutacija bolje koristi resurse

□ Multipleksiranje paketa

- Slot se popunjava paketima po redosledu pristizanja bez obzira na njihovu krajnju destinaciju
- Više paketa koristi jedan slot ali i jedna poruka može više slotova

□ Multipleksiranje kola

- Slot se dodeljuje kolu i ukoliko postoji saobraćaj slot se popunjava, u protivnom slot ostaje neiskorišćen i imamo rasipanje resursa



IP protokol na internetu: Još više ZA pakete!

- ☐ **Računarski saobraćaj se dešava u naletima**
 - Kratka prijava na udaljenu mašinu, Slanje elektronske poruke ili pisma, download jednog file-a sa site-a, čitanje HTML stranice ..
- ☐ **Ne želimo da rasipamo dodeljene resurse**
 - Izbegavamo da nam resursi budu zauzeti iako trenutno nema saobraćaja
- ☐ **Omogućavamo deljenje resursa**
 - Različiti transferi mogu deliti iste resurse
- ☐ **Paketi se mogu prenositi preko raznovrsnih resursa**
- ☐ **WW3 rat, ako bi komunisti udarili, i uništili jedan čvor**
 - uspostavljeno kolo bi se prekinulo i prenos bi pukao
 - paketi bi se prilagodili i našli neki novi put
- ☐ **Ipak postoje i mane**
 - Svaki paket ima zaglavlje što zahteva prenos dodatnih bitova koji nisu sastavni deo transfera
 - Prenos u realnom vremenu nije osiguran , ovo postaje problem pri real time kontroli, pri prenosu glasa, itd...

3. Modeli prenosa složenih podataka kroz složene mreže

- ☐ **Kao što mi modelujemo motore, senzore, sisteme automatskog upravljanja, tako se u teoriji prenosa informacije modeluju mreže i nastaju modeli sa više nivoa prenosa podataka**
- ☐ **Prilikom prenosa podatak preko interneta pokreću se razni mehanizmi, koji su najbolje opisani u dva modela**
 - ☐ **OSI model**
 - ☐ **TCP/IP model**

OSI model prenosa podataka

- ❑ **OSI (Open Systems Interconnection)** model je načinila International Organization for Standardization (**ISO**) 1984
 - OSI model navodi **ŠTA** treba učiniti da se podaci pošalju sa jednog ka drugom računaru ali ne i **KAKO** to uraditi,
 - OSI takođe pokazuje kako se podaci pripremaju za prenos.
- ❑ OSI model pomaže da se definišu standardi i za hardware i za software, time se dobijaju međusobno kompatibilni proizvodi
- ❑ Zašto koristiti referentni model protokola ?
 - Model koristi da se definišu pravila koje protokoli moraju podržavati.
 - Svaki nivo modela (model layer) ima svoju funkciju koja je nezavisna alii podržava ostale nivoe.
- ❑ Jasno definisanje nivoa protokola pomaže pri standardizaciji.
- ❑ **OSI model poseduje sedam različitih nivoa koji međusobno komuniciraju i razmenjuju podatke.**
- ❑ Pored OSI postoji i TCP/IP referentni model.

Zašto OSI ima sedam slojeva (nivoa)

□ Jednoslojni model (primer prostih RS232 i RS485)

Jedan sloj modela je dovoljan npr za direktnu vezu dva uređaja, sa prostom jednobajtnom porukom kroz jednu žicu. Dovoljna je jedna specifikacija za sve aspekte komunikacije

Uređaj A HW & SW  HW & SW Uređaj B

□ Model protokola sa dva sloja

Šta ako protokol prenosi složenije poruke, više od jednog bajta ? Tada¹ su potrebna barem dva nivoa apstrakcije:

- **Nivo 2 (nivo podataka):** definiše strukturu poruke, koji bajt šta znači u poruci, da li su podaci 8b ili 16b ili , ko pokreće prenos, ko odgovara...
- **Nivo 1 (nivo fizičkog prenosa):** Definiše kako se šalje jedan bajt, kako se započinje /završava prenos jednog bajta, koji su naponski nivoi, koji konektori, koji kablovi ... sve to je npr RS232 ili RS485



Originalni MODBUS primer:

- Nivo podataka je uvek isti, definiše tipove poruka, adresa, pristup liniji ...
- Ali podržava dva tipa fizičkih nivoa: RS232 i RS485

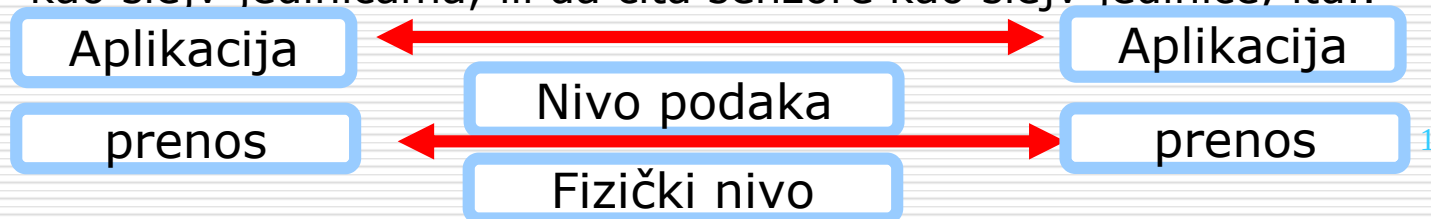
Nivoi su nezavisni: npr nivo podataka je uvek isti i ne menja se, nije mu bitno da li su pojedini bajtovi poruke išli RS232 ili RS485 standardom

Zašto OSI ima sedam slojeva (nivoa)

□ Model protokola sa tri sloja

Šta ako na više načina treba da koristimo pristigle podatke ?

- **Nivo 3 (aplikacija):** Potrebno je odvojiti aplikaciju koja koristi informaciju iz podataka od tehničkih aspekata koji definišu kako se podaci prenose. PROFIBUS npr definiše profile kojima master može da upravlja pogonima kao slejv jedinicama, ili da čita senzore kao slejv jedinice, itd.. 1

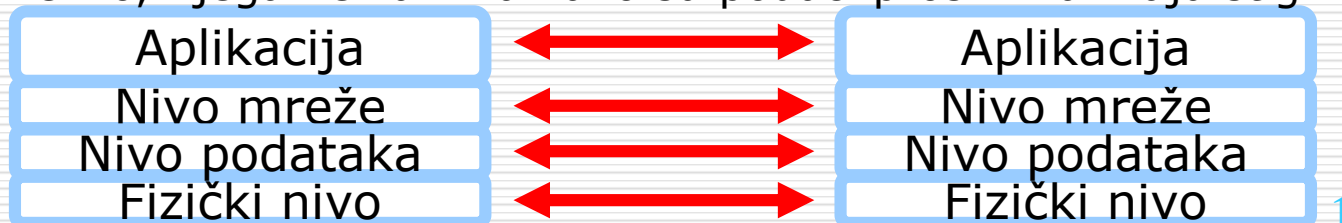


□ Model protokola sa četiri sloja (nivoa)

- **Problem:** šta ako je mreža komplikovana, sa više putanja do destinacije. Kako poruka da prođe kroz nju, kojim putem, kako do krajnjeg čvora?

Rešenje: Dodaje se mrežni (network) nivo koji to rešava!

- Prolazak od čvora do čvora na putanji (fizički i nivo podataka) ostaje isti.
- Nivo aplikacije ostaje isti ! Šta će da radi sa podacima na kraju, to se nije promenilo, njega ne zanima kako su podaci prošli i na kraju stigli.



OSI ima sedam slojeva (dodatna 3 nivoa)

❑ Transport nivo

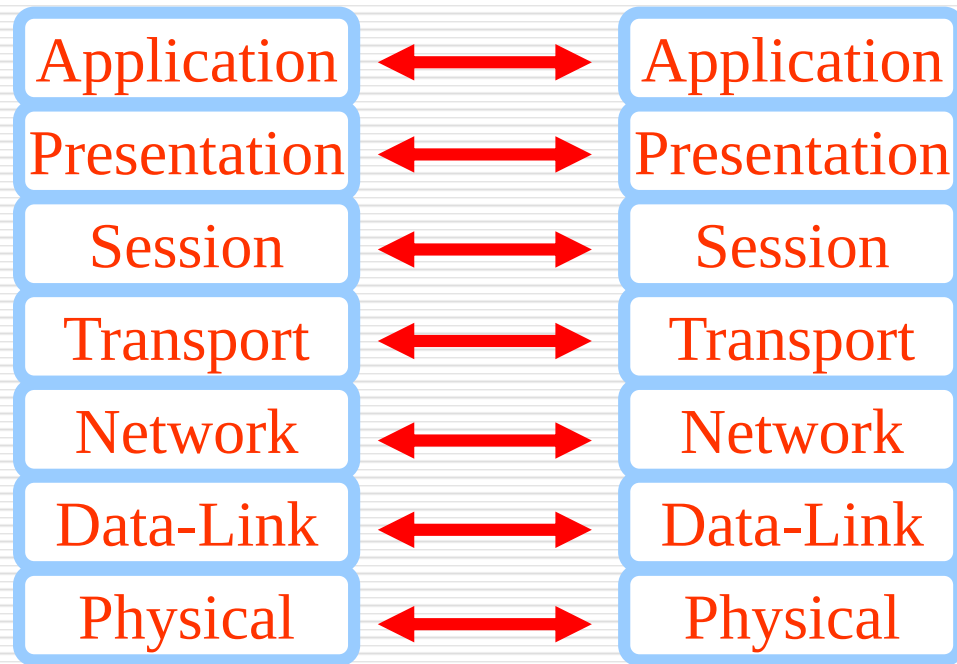
Uvećava kvalitet servisa kod komutacije paketa. Fizički i data nivo obezbeđuju da paketi idu od tačke do tačke, a mrežni nivo da nađu konačnu destinaciju u šumi tačaka. **Ali, da li su svi paketi poruke stigli na destinaciju?** Transportni nivo siguran prenos svih podataka (konekciju, proveru dolaska, retransmisiju po potrebi...)

❑ Nivo prezentacije

Donosi dodatni menadžment i sigurnost. Standardizuje sintakse aplikacionih poruka, donosi pravila za kodovanje podataka

❑ Nivo sesije

Otvora, održava i zatvara razne sesije. Time omogućuje npr da jedan PC računar istovremeno ima otvoreno više sesija, sa jednog sajta skida podatke, na drugom nešto konfiguriše .



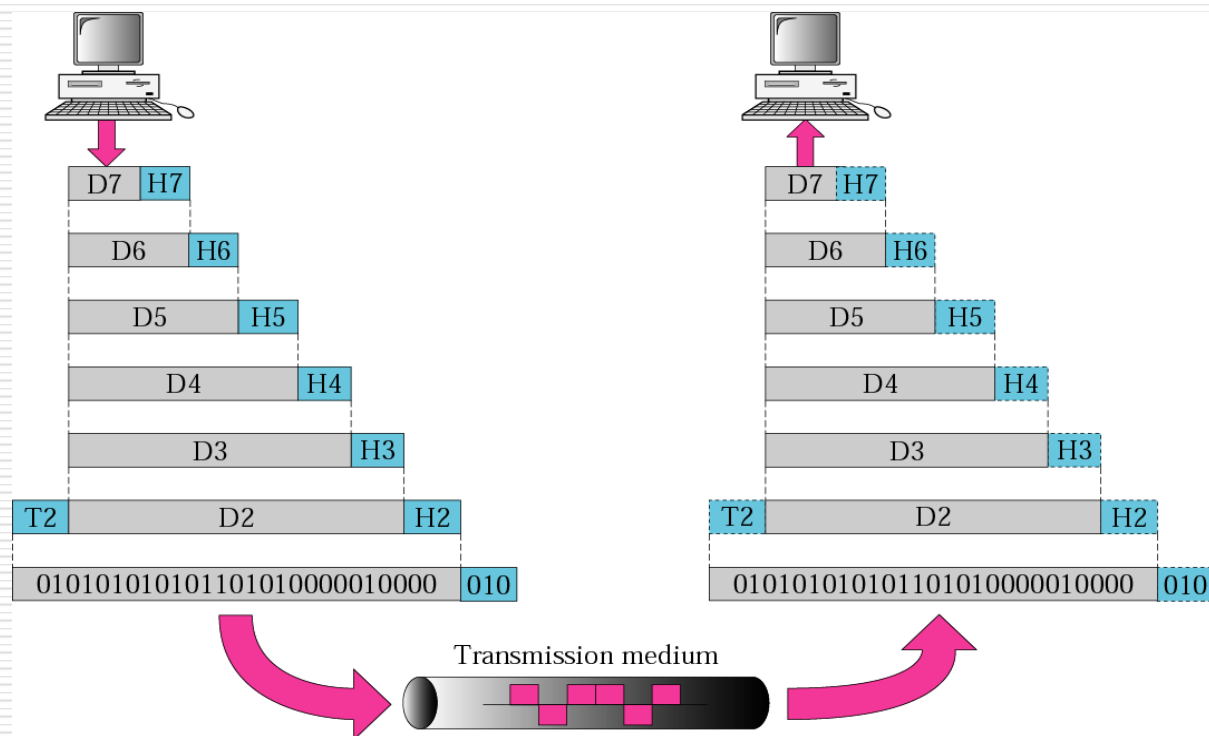
Konačno, protokol sa sedam slojeva –OSI

□ Prednosti sedmoslojnog OSI referentnog modela ?

- Deli komunikaciju na manje, jednostavnije delove ili procese
- Time je te komunikacione procese lakše (nezavisno) definisati
- Ubrzava razvoj, promene jednog nivoa ne utiču na druge nivoui.
- Standardizacija među proizvođačima opreme na istom sloju ili nivou
- OSI svojom podelom dozvoljava da razni HW i SW rade zajedno
- Razbijanjem na delove se smanjuje kompleksnost sistema.

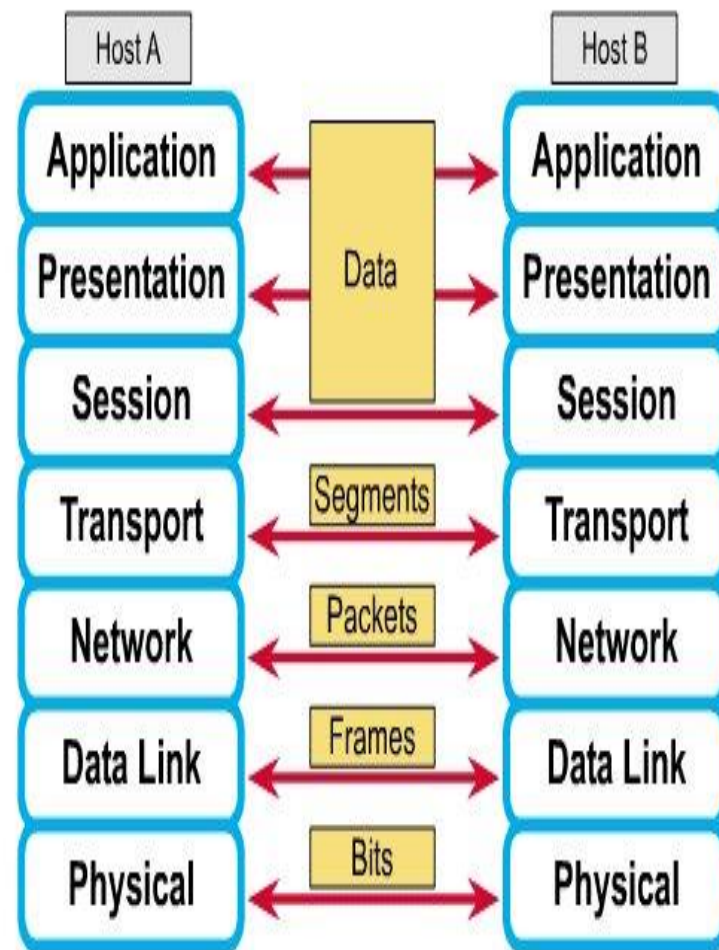
□ Kako nivoi rade ?

- Svaki nivo ima svoja zaglavlja u poruci
- Informacija u zaglavlju se koristi samo na datom nivou, ostale nivoe tuđa zaglavlja ne zanimaju (na primer, mrežni nivo u svoje zaglavlje postavlja IP adresu destinacije, i koristi je da nadje destinaciju



Kako to sve radi zajedno

- Svaki nivo ima svoje zaglavlje
 - koristi se za prenos od tačke do tačke sa odgovarajućim slojem
 - Ukupnu poruku koriste gornja tri sloja, tu nema podele poruke.
 - Transportni nivo deli poruku na segmente.
 - Mrežni nivo segmente postavlja u pakete
 - Nivo podataka priprema mrežne pakete tako što ih ubacuje u okvire pogodne za prenos.
 - Fizički nivo konvertuje pakete u bitove i prenosi ih preko medija
 - Na prijemu se dešava reverzni proces.



Analogija sa poštanskom službom

**Konekcija preko interneta nije napravljena po uzoru na telefonski saobraćaj!
Ona je iz više razloga napravljena po uzoru na poštu !**

Application

- ☐ **A-** Aplikacija napiše pismo od 20 strana da se pošalje u stranu zemlju.

Presentation

- ☐ **P-** Prevede pismo tako da ga primaoc može pročitati.

Session

- ☐ **S-** Osigura (proveri) da postoji neko na drugom kraju koji će pismo da primi.

Transport

- ☐ **T-** Podeli , numeriše stranice i stavi ih u 20 pisama. Za svako pismo vrši potvrdu prijema, prati dostavu i traži slanje novog pisma (paketa) ako je neko izgubljeno

Network

- ☐ **N-** Sortira pisma po poštanskom kodu i šalje ih (rutira) ka tački koja je najbliža konačnoj destinaciji.

Data-Link

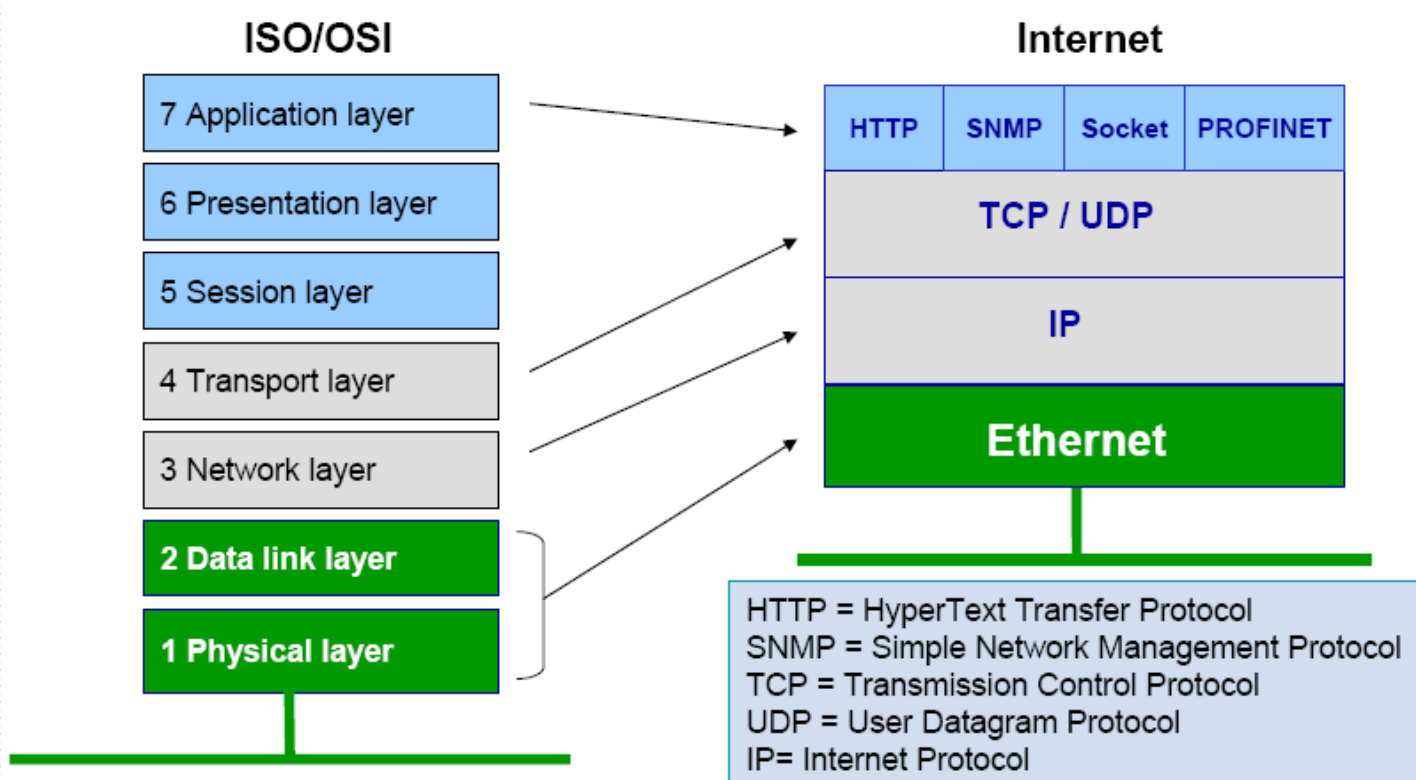
- ☐ **D-** Lokalna pošta odlučuje kojim vozilom će se pismo preneti na kućnu adresu.

Physical

- ☐ **P-** Fizičko vozilo, avioni, kamioni, vozovi koji nose pismo između dva čvora, dve stanice.

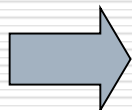
TCP/IP model

- ❑ Drugi popularni model je TCP/IP model
- ❑ To je skup protokola pa se često zove TCP/IP protokol stek.
- ❑ On nije standard **ali je pobedio jer je praktičniji i direktno opisuje kako stvarno internet radi**. Ko god hoće da se zakači na internet mora poštovati TCP/IP stek
- ❑ Poređenje TCP/IP i OSI:



TCP/IP Model (četiri sloja)

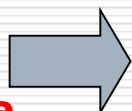
Treba nam jedan nivo koji radi sa aplikacijama



☐ **Aplikacijski sloj**

- Interface ka korisničkim procesima. On obuhvata i prevod (prezentaciju) i sinhronizaciju (sesiju)

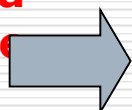
Treba nam nivo koji će proveriti da li je sve stiglo i definisati aplikaciju (port) kojoj je taj podatak namenjen



☐ **Transportni nivo (TCP ili UDP)**

- TCP garantuje da su svi paketi na predaji primljeni i da su tačni i pamti kojoj aplikaciji (portu) ti podaci pripadaju
- TCP protokol ima alternativu - UDP

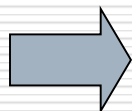
Treba nam jedan nivo koji će omogućiti paketima da pronađemo računar kome je podatak namenjen



☐ **Internet nivo (IP) - mrežni nivo**

- IP sprovodi paket kroz internet između mreža. On definiše jedinstvene IP adrese i načine rutiranja paketa kroz internet na osnovu tih adresa-

Treba nam nivo koji obuhvata protokole za prolazak od čvora do čvora



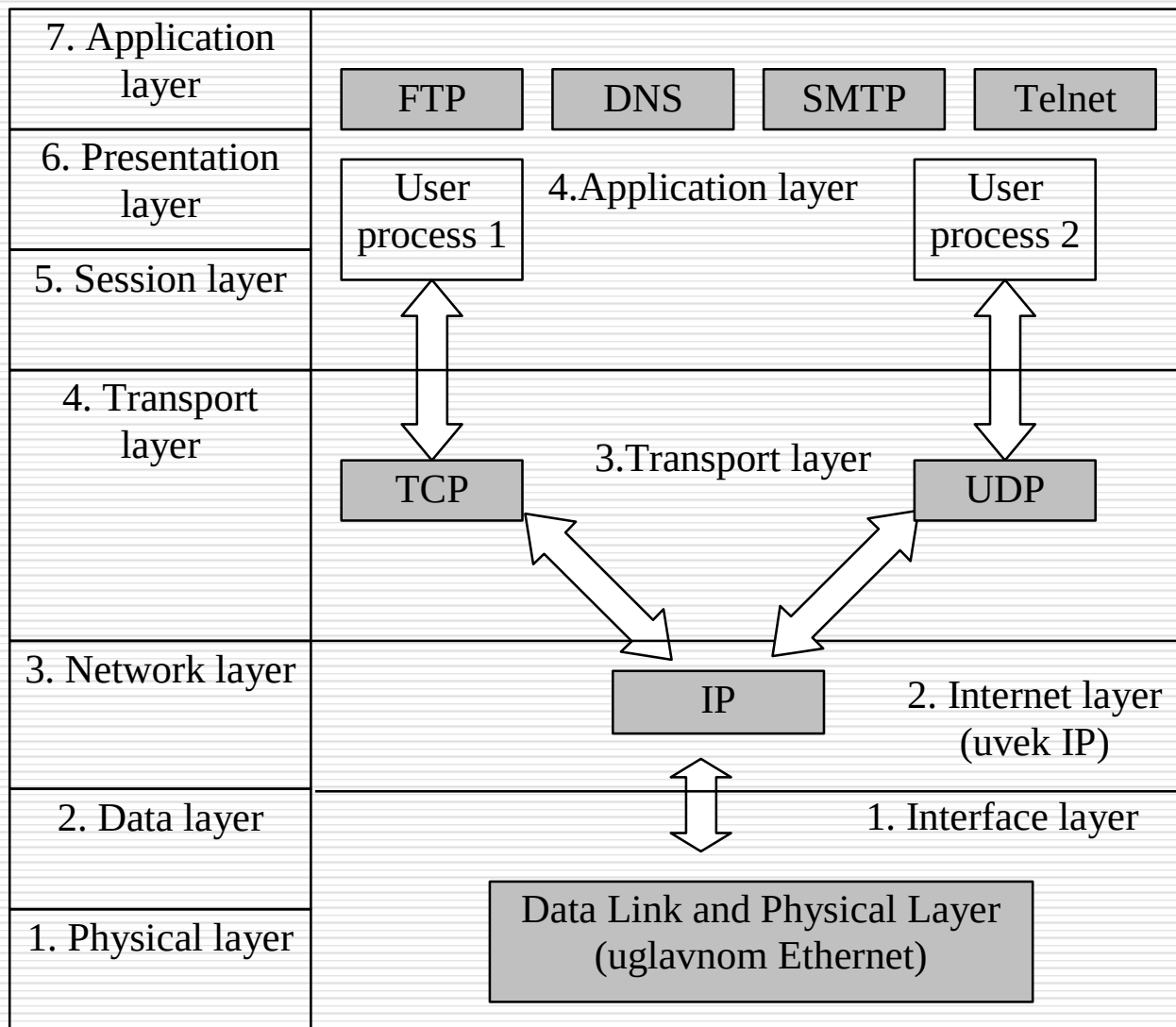
☐ **Nivo pristupa mreži**

- Obezbeđuje prolaz paketa od jednog do drugog čvora. Spaja nivo podataka i fizički nivo OSI modela u jedan protokol jer ni ne treba ih odvajati. Na ovom nivou se uglavnom koristi Ethernet protokol.

TCP/IP i OSI Model

OSI model

TCP/IP



Svi servisi (programi) direktno pozivani sa korisnikom

Deljenje na pakete za slanje, prilagođenje podataka mrežnom nivou, kontrola prenosa paketa do konačne destinacije i reakcija na eventualne greške.

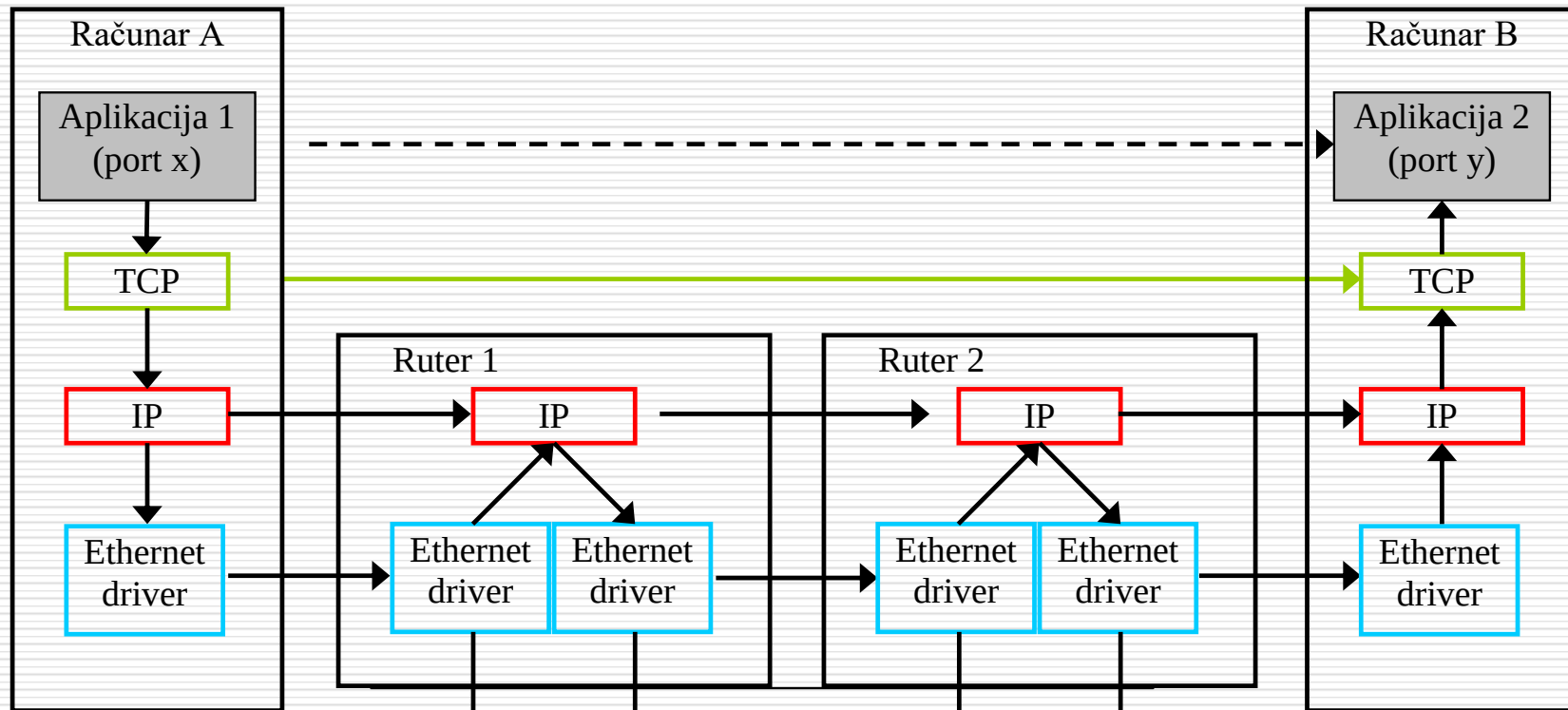
Pronalaženje ciljnog PC, račun optimalne rute za pojedine pakete (routing)

Kontrola prenosa i greške na nivou paketa i lokalne linije. Obezbeđuje da jedan paket prođe bez greške kroz lokalnu liniju i ništa više ga ne zanima. Definiše električne veze, koje medije koristiti, konektore, itd.

TCP/IP model – povezivanje mreža?

Grafički prikaz TCP/IP nivoa na dva krajnja računara, i dva rutera između

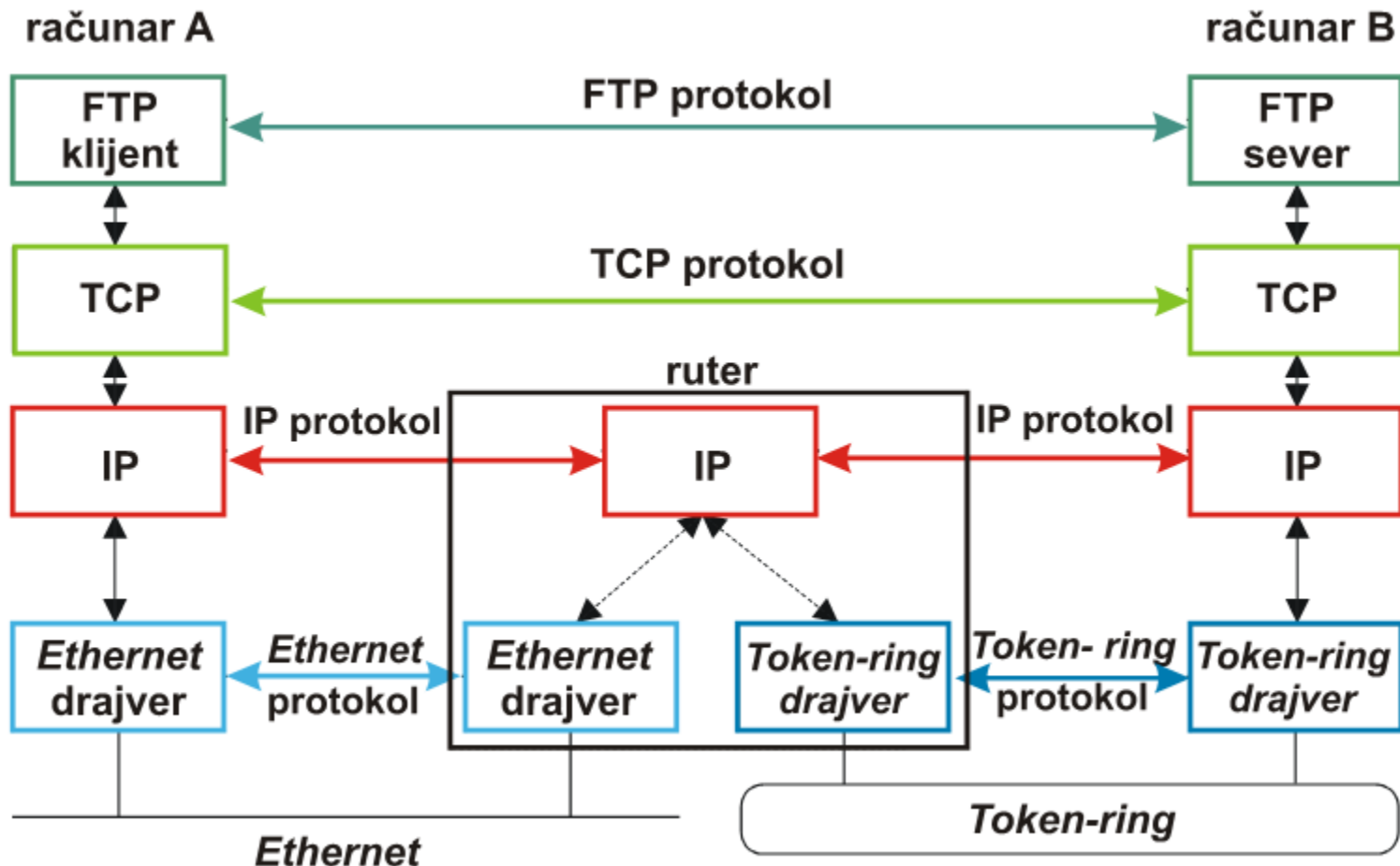
- Računar A pravi pakete (TCP i IP nivo) i spušta ih na Ethernet mrežu
- Paket putuje Ethernet mrežom 1 sa Ethernet protokolom do Ruter 1.
- Ruter 1 ga raspakuje, i na osnovu IP nivoa (IP adrese) zaključi da ga pošalje dalje na Ruter 2, jer je on najbolji put ka destinaciji,
- Ponovo ga pakuje u Ethernet paket, koji putuje Ethernet mrežom 2 to Ruter 2
- Ruter 2 ga raspakuje, i na osnovu IP adrese pošalje ka Računaru B
- Paket opet putuje Ethernetom i stiže do krajnjeg destinacionog računara B
- Tamo se paketi podižu na TCP nivo, on ih broji i kada svi stignu šalje aplikaciji 2



TCP/IP model – povezivanje mreža?

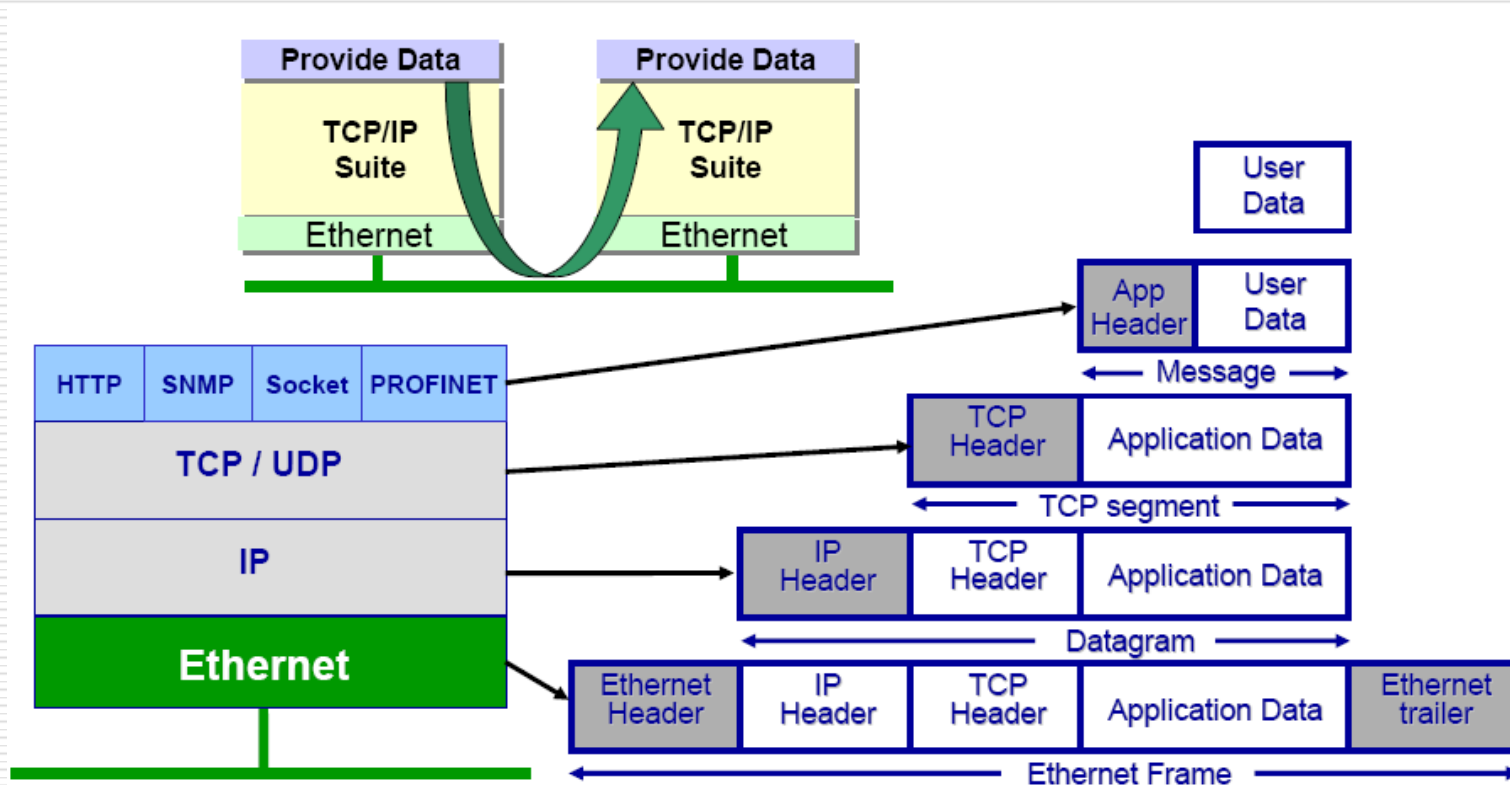
Više nivoa aplikativni, TCP i IP ne zanima kako paket putuje između lokalnih tačaka. U sledećem primeru ruter povezuje dve mreže, sa dva protokola

- ❑ Leva mreža je Ethernet, desna Token ring.
- ❑ Poruka putuje slično od Aplikacije 1 do Aplikacije 2 jer TCP/IP model omogućava povezivanja dve mreže koje ne rade na istim fizičkim nivoima
- ❑ Paketi prvo putuju Ethernet mrežom, a onda Token ring mrežom

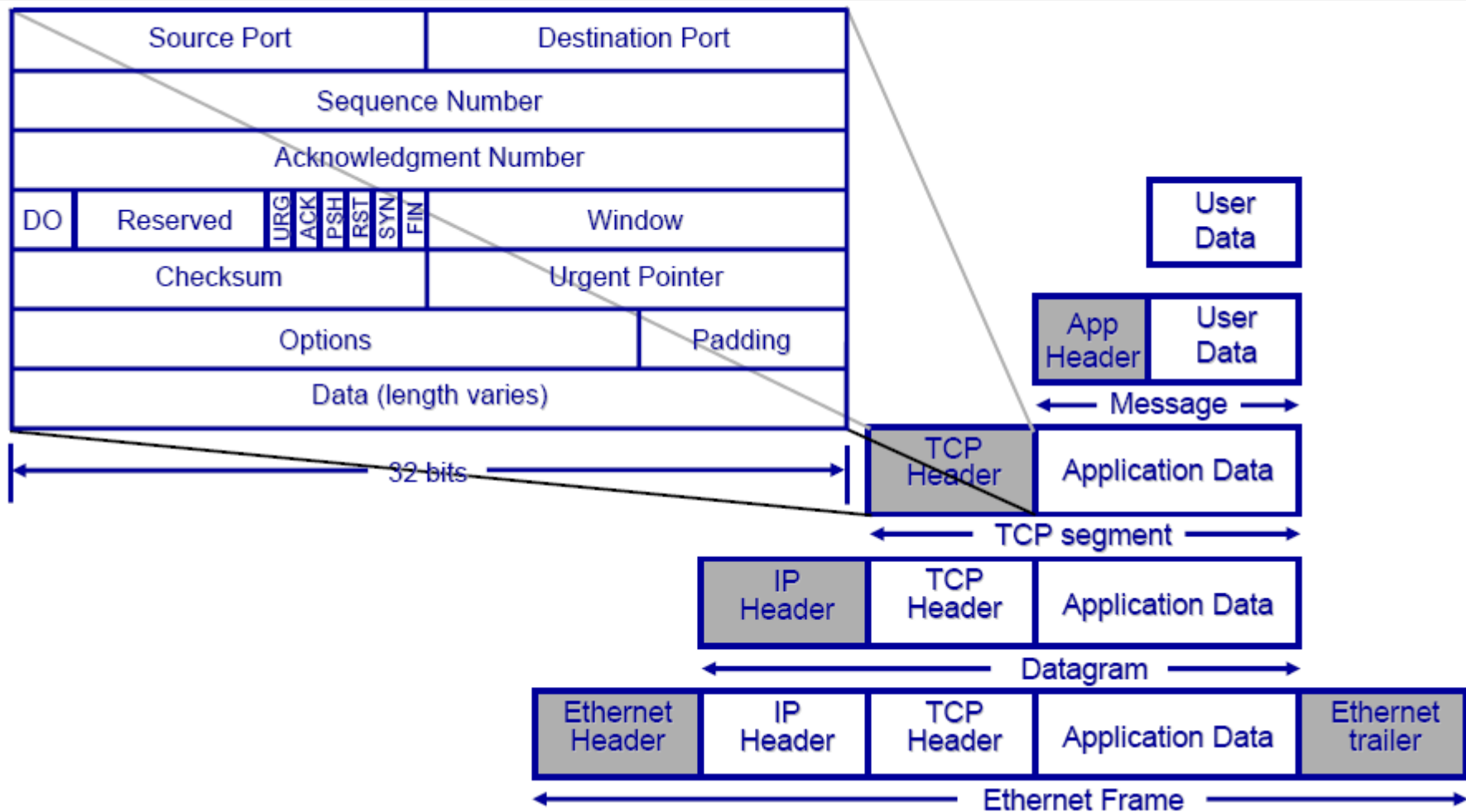


TCP/IP protokol stek– kako se paket pravi ?

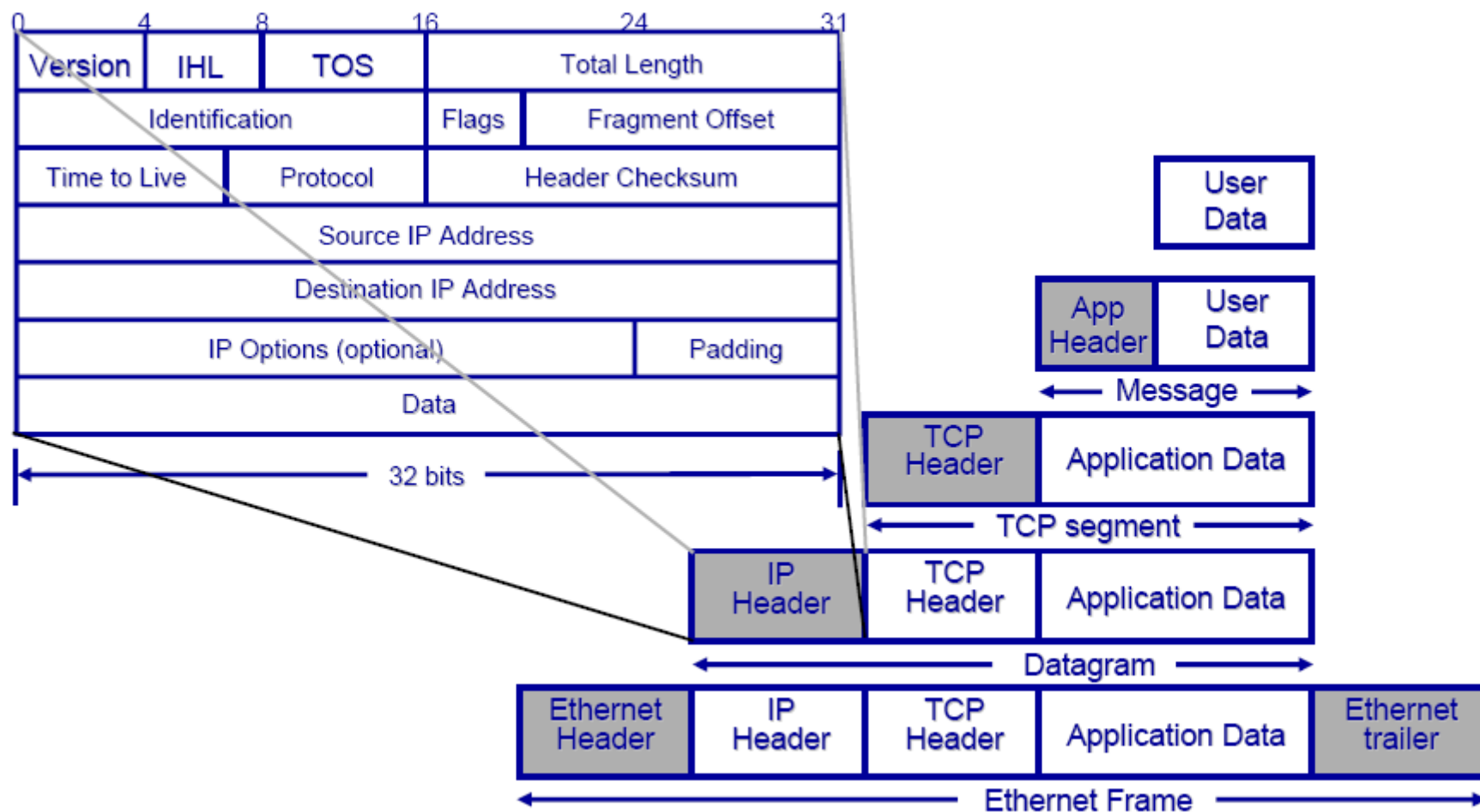
- ❑ Svi protokoli rade da bi celokupna poruka sa jednog došla na drugi računar.
- ❑ Niz korisničkih podataka (user data) se prvo razbija na delove, a zatim razni protokoli dodaju svoja zaglavlja (header) koja će im pomoći u njihovom poslu , da li je to da paket dodje do sledećeg čvora (posao Etherneta), ili je to da pronade konačnu destinaciju (posao IP nivoa).



TCP/IP - Ethernet okvir , TCP header

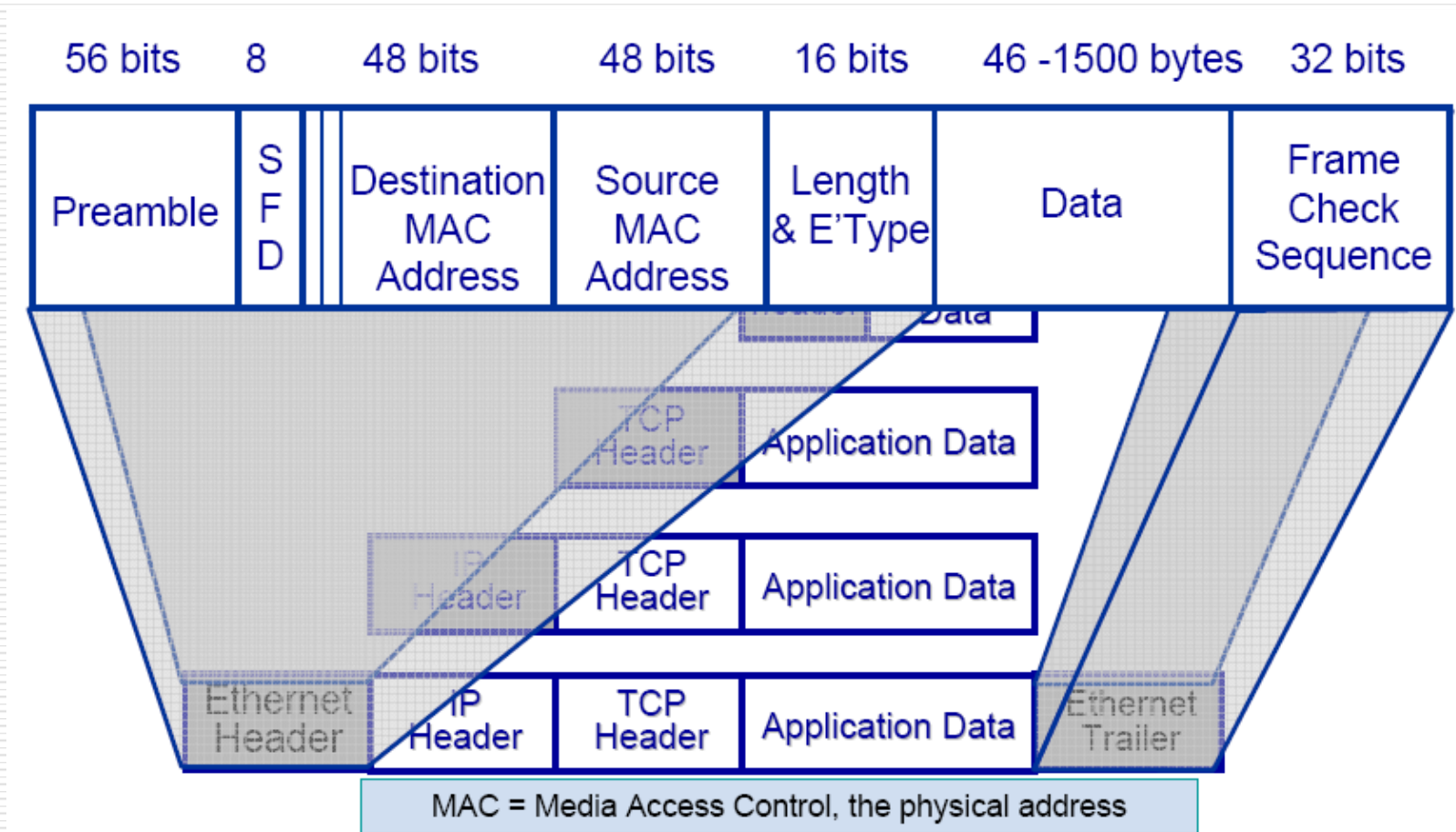


TCP/IP - Ethernet okvir , IP header



TCP/IP - Ethernet okvir , Ethernet header

Ethernet okvir definisan po IEEE 802.3 standardu nosi sve headere svih protokola u sebi.



Ovaj okvir nam je dosta da podaci prođu kroz lokalnu mrežu, ovo je Ethernet deo protokola koji služi za prolaz od čvora do čvora!