

# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

- ❑ LAN- Local Area Networks
  - IEEE 802 standard
  - velike brzine prenosa podataka (100 Mb/s, a danas 10 Gb/s)
  - mala vjerovatnoća grešaka
  - čitav niz LAN aplikacija
  
- ❑ MAN (Metropolitan Area Networks),
- ❑ WAN (Wide Area Networks)

# LOKALNE RAČUNARSKE MREŽE

Interesovanje za LAN mreže datira još od 70-tih godina, pri čemu se osnovni razlozi tome mogu svesti na:

- ❑ obezbjeđivanje korisnicima pristupa raznim računarima;
- ❑ mogućnost upotrebe istih datoteka i fajlova od strane različitih korisnika;
- ❑ mogućnost upotrebe istih diskova i printera od strane više korisnika sa malim procesorima koji nisu u stanju da podrže samostalno takve periferije;
- ❑ mogućnost zajedničkog pristupa WAN mrežama i Internetu;
- ❑ ostvarivanje e-mail i ostalih telekomunikacionih servisa u kancelarijskim uslovima

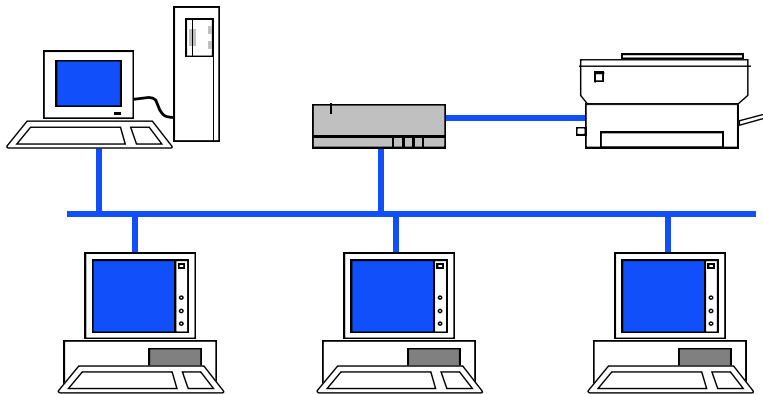
# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

Ključni elementi LAN mreže se svode na:

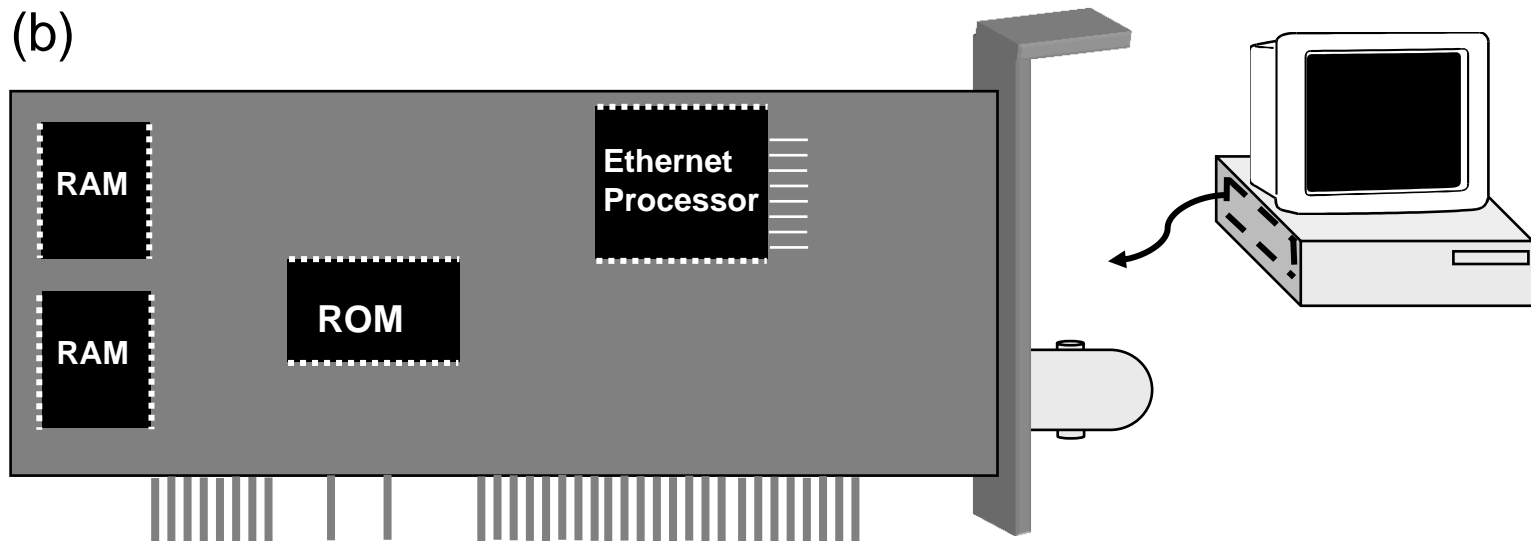
- ❑ topologiju mreže,
- ❑ prenosni medijum, zajednički za sve stanice u mreži,
- ❑ način kontrole pristupa zajedničkom medijumu od strane različitih stanica, koje imaju potrebu za komunikacijom.

# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

(a)



(b)



# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

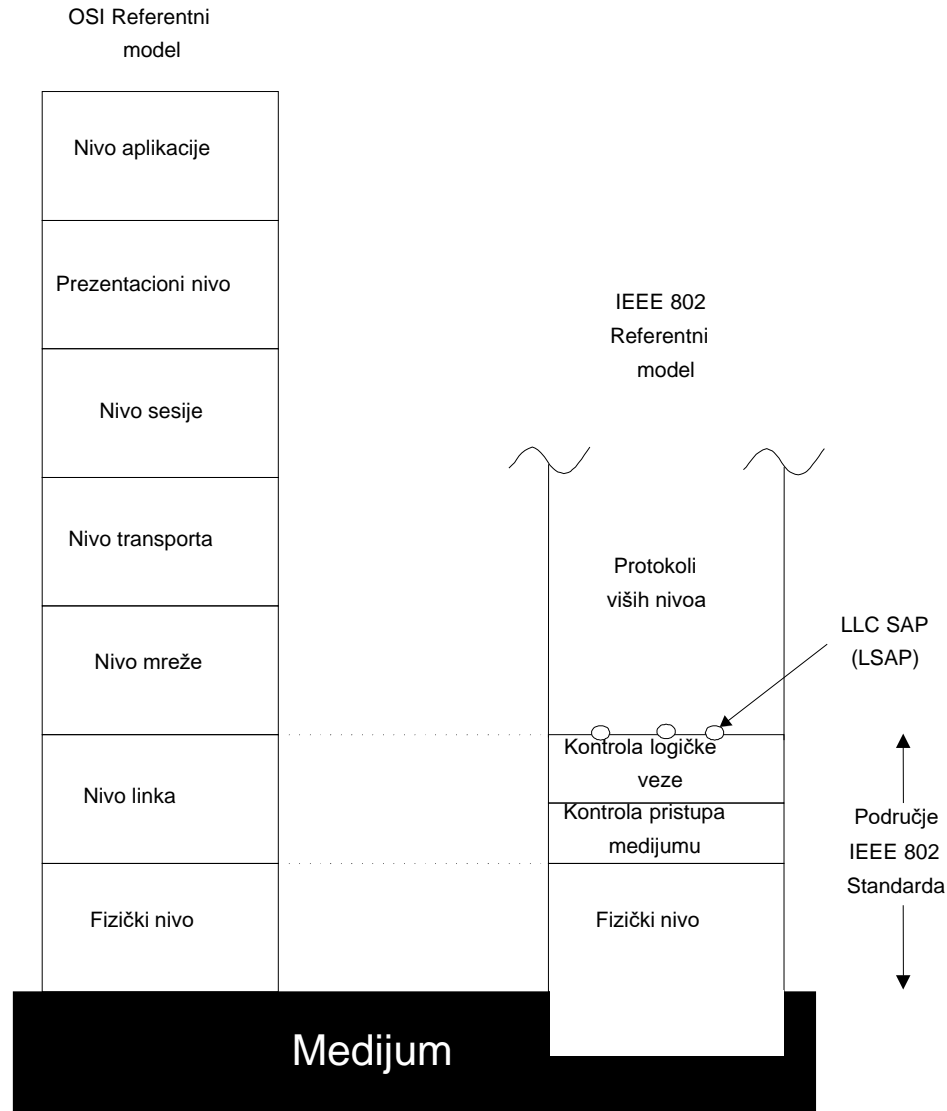
Protokolski nivoi na kojima se organizuju osnovne funkcije LAN (IEEE 802) mreža:

- ❑ fizički nivo,
- ❑ nivo linka
  - podnivo kontrole pristupa medijumu za prenos (*Medium Access Control - MAC*)
  - podnivo logičke kontrole linka (*Logical Link Control - LLC*).

Prenos blokova podataka koji se nazivaju frejmovi.

Protokoli višeg nivoa (nivo mreže i iznad) ne zavise od arhitekture LAN mreže.

# LOKALNE RAČUNARSKE MREŽE

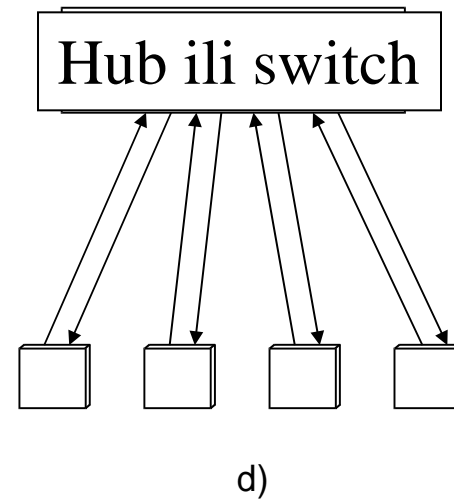
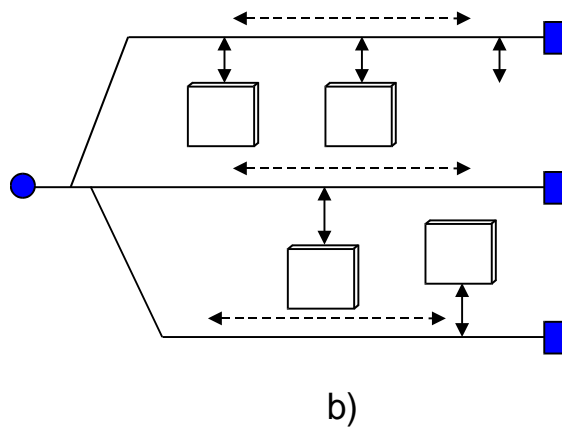
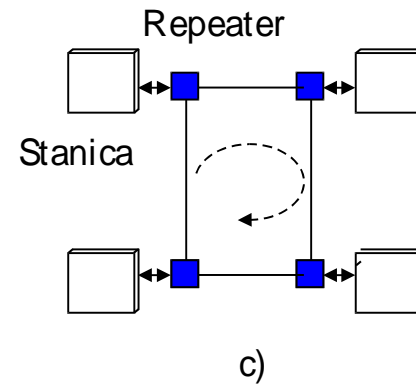
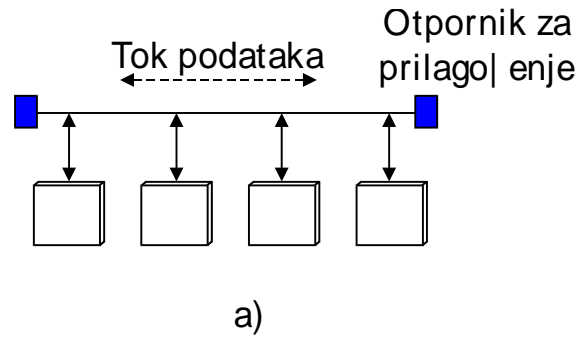


# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

Pored klasičnih funkcija fizički nivo IEEE 802 referentnog modela definiše:

- topologiju mrežne arhitekture
  - mreže sa zajedničkom magistralom (bus),
  - stablo mreža (tree),
  - prsten mreže (ring),
  - zvijezda mreže (star)
- Karakteristike i vrste medijuma za prenos
  - Električni kabal sastavljen od upredenih parica,
  - Koaksijalni kabal za prenos u osnovnom opsegu,
  - Širokopolasni koaksijalni kabal
  - Optički kabal za veće brzine
  - LAN mreže se mogu realizovati i sa bežičnim prenosnim putevima. U tom slučaju riječ je o bežičnim (wireless) LAN mrežama (WLAN).

# LOKALNE RAČUNARSKE MREŽE





# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

## Podnivo kontrole pristupa (MAC)

- ❑ Kontrola pristupa medijumu je tehnika kojom LAN mreža dobija pravo da prenosi poruke između stanica.
- ❑ Realizacija
  - **Centralizovana (polling)**
  - **Distribuirana**
    - Slučajna (CSMA)
    - Deterministička (token)
  - ....

# LOKALNE RAČUNARSKE MREŽE

## Algoritam funkcionisanja **CSMA/CD**

1. Stanica koja želi da emituje sluša da li se medijumom prenosi neki frejm. Ako je medijum slobodan, počinje sa emitovanjem; u suprotnom ide na korak 2.
2. Ako je medijum zauzet prenosom frejma, stanica nastavlja sa osluškivanjem sve dok medijum ne postane slobodan i tada odmah počinje sa slanjem frejma.
3. Ako se u toku prenosa frejma detektuje kolizija, emituje se jam signal u trajanju minimalnog frejma kojim se svim stanicama upućuje poruka da se desila kolizija. Inkrementira se brojač kolizija. Ako je brojač dosegao maksimum prekida se slanje.
4. Nakon emitovanja signala koji sadrži poruku o nastaloj koliziji, čeka se slučajan vremenski interval - **backoff interval** (od 0 do  $2^i - 1$  trajanja slotova, gdje je  $i$  broj retransmisija) i tada ponovo pokušava sa emitovanjem (ponovo od koraka 1).

# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

## Algoritam funkcionisanja CSMA/CA

- ❑ Stanica koja želi da emituje sluša da li se medijumom obavlja neki drugi prenos. Ako je medijum slobodan, počinje sa slanjem frejma; u suprotnom ide na korak 2.
- ❑ Ako je medijum zauzet, stanica nastavlja sa osluškivanjem dok ne postane slobodan i tada nakon slučajno odabranog vremena (**backoff interval**) počinje sa emitovanjem.
- ❑ Nakon uspješnog prijema destinacioni host šalje frejm koji sadrži potvrdu uspješnog prijema.
- ❑ Tek po prijemu potvrde uspješnog prijema stanica oslobađa kanal

# LOKALNE RAČUNARSKE MREŽE

## RTS/CTS

- Nedostatak prethodnog postupka je prije svega u njegovoj neefikasnosti za slučaj kolizije uslijed većeg broja stanica koje žele da šalju podatke.
- Za potrebe prenosa u realnom vremenu taj hendikep se rešava korišćenjem kombinacije ove kontrole pristupa i kontrole pristupa bazirane na pollingu. Naime, stanice koje žele da zauzmu medijum šalju odgovarajuće zahtjeve **RTS** (**Request to Send**), na koje specijalizovani uređaj kontrole pristupa zajedničkom medijumu (access point) daje dozvole **CTS** (**Clear To Send**).
- Ova metoda nije pogodna u sistemima sa niskom vjerovatnoćom kolizije i malom količinom podataka koje treba prenijeti.

# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

## Opšti format MAC okvira

MAC okvir	MAC kontrola	MAC adresa odredišta	MAC adresa izvora	LLC PDU	CRC
--------------	-----------------	-------------------------	----------------------	---------	-----

- ❑ MAC kontrola sadrži sve kontrolne informacije potrebne za funkcionisanje MAC protokola.
- ❑ MAC adresa odredišta definiše odredišnu fizičku adresu interfejsa povezanog u LAN mreži za dati frejm.
- ❑ MAC adresa izvorišta definiše izvorišnu fizičku adresu interfejsa povezanog u LAN mreži za dati frejm.
- ❑ LLC PDU sadrži LLC podatke.
- ❑ CRC polje služi za smještanje kodne kombinacije za detekciju grešaka.

# LOKALNE RAČUNARSKE MREŽE

Detekcija i korekcija grešaka

- ❑ **MAC protokol odgovoran za detekciju grešaka** i uklanjanje svih onih okvira poruke za koje se utvrdi prisustvo greške.
- ❑ **LLC sloj se više bavi korekcijom**, s obzirom da kontroliše ispravan prenos pojedinih okvira, kao i ponovni prenos onih kod kojih je detektovana greška.

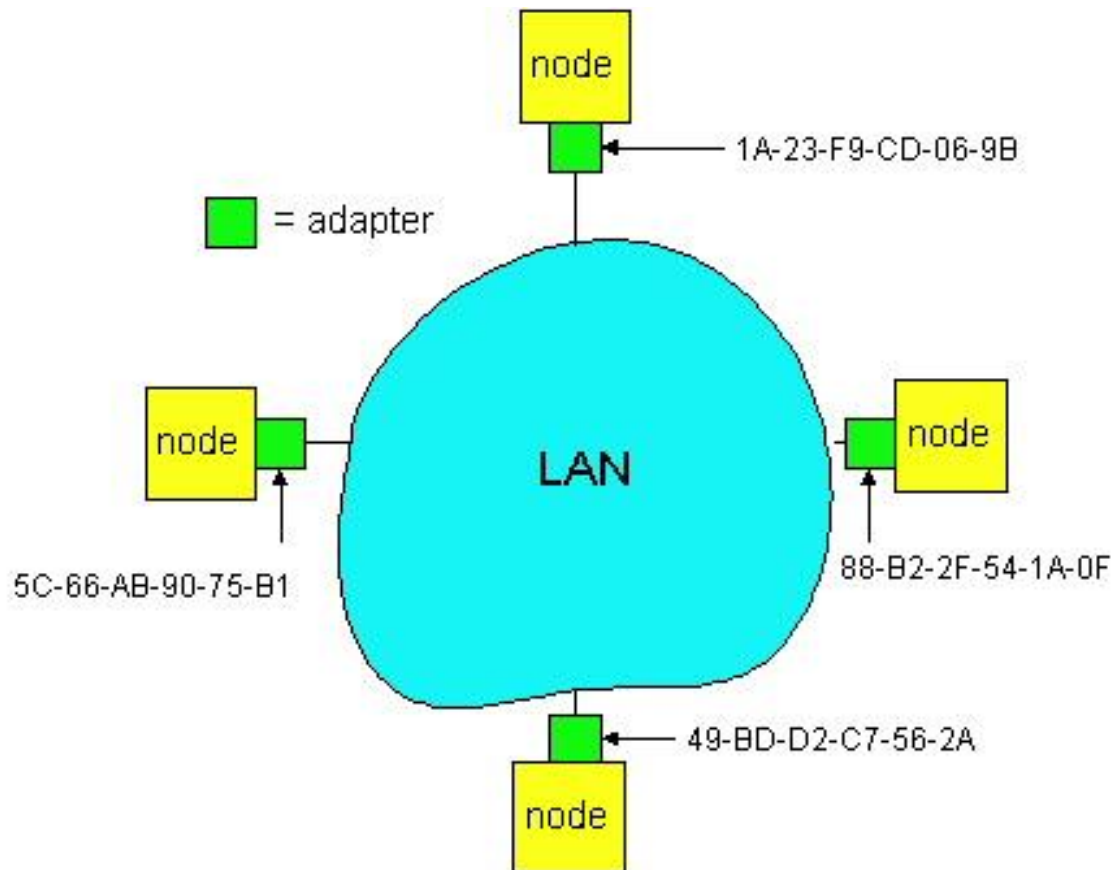
# LOKALNE RAČUNARSKE MREŽE

## MAC adresa

- ❑ fizička adresa predstavlja adresu mrežnog adaptera hosta veličine **6 bajta ili 48 bita**.
- ❑ Najčešće se izražava **heksadecimalnom notacijom** (88-B2-2F-54-1A-0F), gdje svaki bajt adrese predstavlja par heksadecimalnih brojeva.
- ❑ Fizička adresa bi trebala biti jedinstvena i permanentna. To znači da se prilikom proizvodnje mrežnog adaptera njena vrijednost upisuje u ROM, pri čemu se vodi računa da nijedan drugi adapter ne smije imati istu fizičku adresu.
- ❑ Adresnim prostorom fizičkih adresa administrira **IEEE** koji prva tri bajta dodjeljuje proizvođaču. Preostala tri bajta dodjeljuje proizvođač mrežnog adaptera prilikom proizvodnje.
- ❑ **Fizička broadcast adresa** je **FF-FF-FF-FF-FF-FF**.
- ❑ **ARP** (Address Resolution Protocol) služi za pronalaženje MAC adresa u LAN mreži

# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

Svaki LAN interfejs na LAN mreži ima jedinstvenu MAC adresu





# LOKALNE RAČUNARSKÉ MREŽE

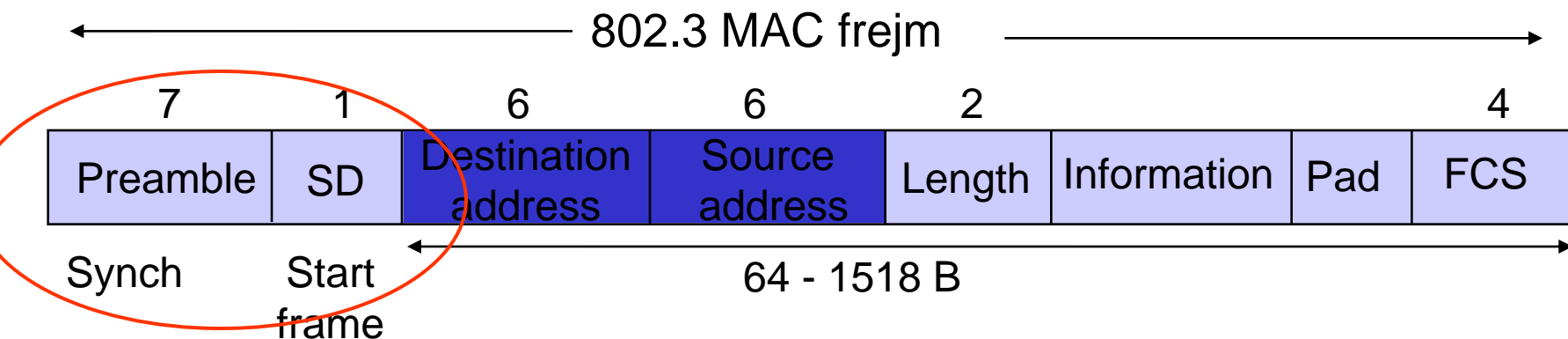
IEEE standardi za LAN mreže

- ❑ **IEEE 802.3. CSMA/CD;**
- ❑ IEEE 802.4. Token bus;
- ❑ IEEE 802.5. Token ring.
- ❑ IEEE 802.6. standarde za MAN mreže;
- ❑ IEEE 802.7. standarde za širokopojasne LAN mreže;
- ❑ IEEE 802.8. standarde za optičke mreže;
- ❑ IEEE 802.9. standard za integrisane mreže govora i podataka;
- ❑ IEEE 802.10. standard za sigurnost međusobnog povezivanja LAN mreža;
- ❑ **IEEE 802.11. standard za bežične LAN mreže;**
- ❑ IEEE 802.12. standard za 100 BASE-VG Anylan mreže.
- ❑ Itd.

# IEEE 802.3 Originalni parametri

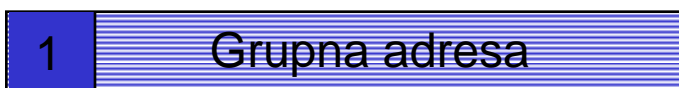
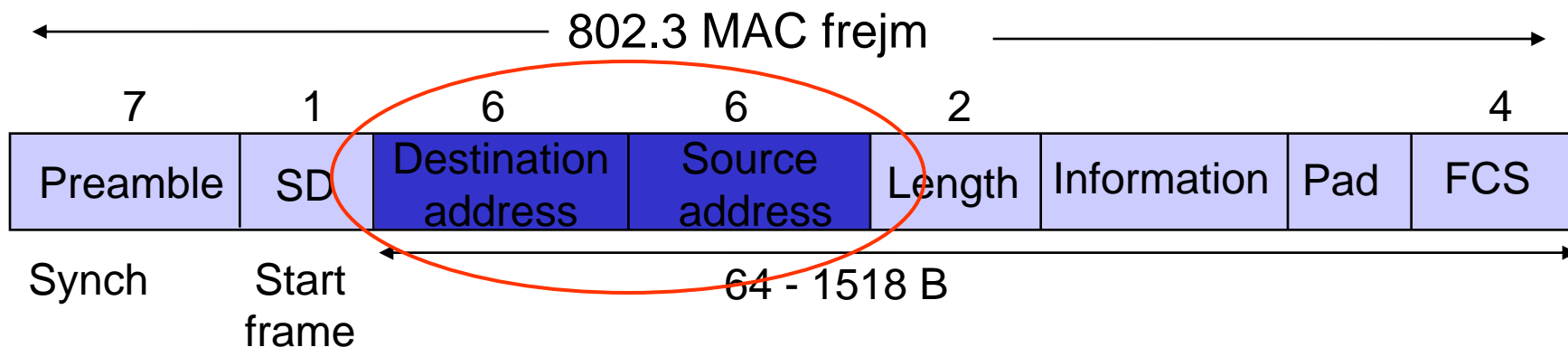
- ❑ Brzina prenosa: 10 Mb/s
- ❑ Minimalna veličina frejma: 512 b = 64B
- ❑ Trajanje slota:  $512 \text{ b} / 10 \text{ Mb/s} = 51.2 \mu\text{s}$ 
  - $51.2 \mu\text{s} \times 2 \times 10^5 \text{ km/s} = 10.24 \text{ km}$ , u jednom pravcu
- ❑ Maksimalna dužina: 2500 m + 4 ripitera
  
- ❑ *Svako povećanje brzine 10 puta, u principu znači smanjenje rastojanja 10 puta*

# IEEE 802.3 MAC frejm



- Preamble pomaže prijemniku da se sinhronizuje sa predajnikom
- 7 B podataka 10101010 generiše pravougaonu povorku impulsa
- Početni bajt frejma je promijenjen u 1010101**1**
- Prijemnik traži promjenu 10 sadržaja

# IEEE 802.3 MAC frejm

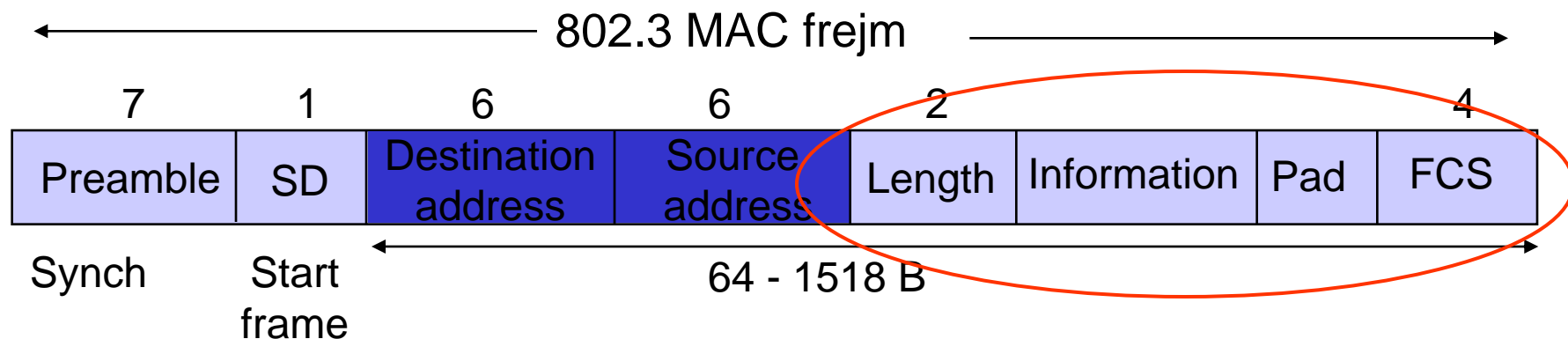


- Adresa destinacije
  - jednostruka adresa
  - grupna adresa
  - broadcast = 111...111

## Adrese

- lokalne ili globalne
- Globalne adrese
  - prva 24 bita se dodjeljuju proizvođaču
  - sledećih 24 bita dodjeljuje proizvođač
  - Cisco 00-00-0C
  - 3COM 02-60-8C

# IEEE 802.3 MAC frejm



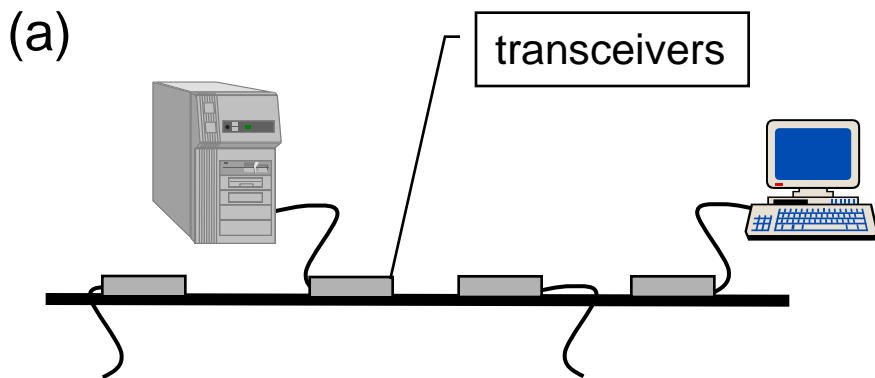
- Dužina: broj bajtova u informacionom polju
  - **Maksimalna veličina frejma je 1518 B, bez preamble i SD**
  - Maksimalna veličina informacije 1500 B
  - Pad: obezbeđuje minimalnu veličinu frejma od 64 B
- FCS: CCITT-32 CRC, pokriva adrese, dužinu, informaciju, pad polja
  - NIC odbacuje frejmove neodgovarajuće dužine i pogrešnog CRC

# IEEE 802.3 fizički nivo

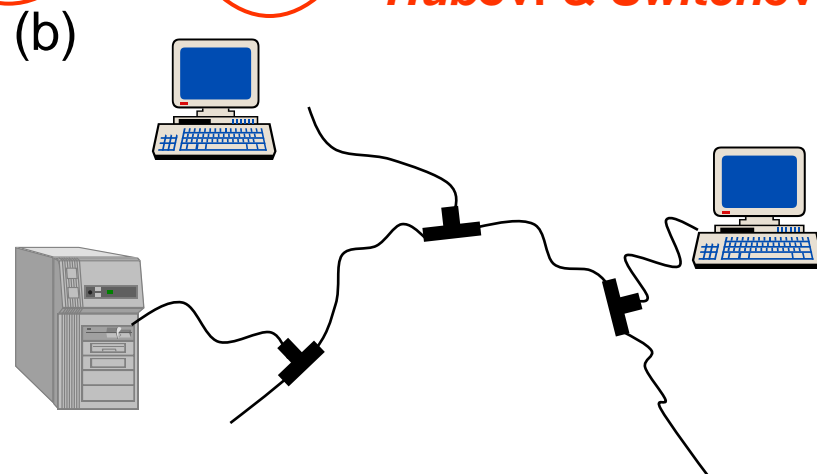
Tabela IEEE 802.3 10 Mb/s medium alternative

	<b>10base<u>5</u></b>	<b>10base<u>2</u></b>	<b>10base<u>T</u></b>	<b>10base<u>FX</u></b>
Medium	Debeli coax	Tanki coax	Upredena parica (Twisted Pair)	Optičko vlakno (Fiber)
Max. Veličina segmenta	<u>5</u> 00 m	<u>2</u> 00 m	100 m	2 km
Topologija	magistrala	magistrala	zvezda	Point-to-point link

**Hubovi & Switchevi!**



**Debeli Coax: težak za rad**



**T konektori**

# Fast Ethernet

*Tabela IEEE 802.3 100 Mb/s Ethernet medium alternative*

	100baseT4	100baseT	100baseFX
Medium	Upredena parica kategorije 3 UTP 4 parice	Upredena parica kategorije 5 UTP 2 parice	Optičko multimode vlakno Dva vlakna
Maksimalna veličina segmenta	100 m	100 m	2 km
Topologija	Zvijezda	Zvijezda	Zvijezda

Da bi se postigla kompatibilnost sa 10 Mb/s Ethernet-om:

- ❑ Isti format frejma, isti interfejs, isti protokoli
- ❑ Hub topologija samo sa upredenom paricom ili vlaknom
- ❑ Magistrala topologija & koaksijalac se ne koriste
- ❑ Kategorija 5 upredena parica zahtijeva 2 parice (najpopularnija)
- ❑ Najčešće korišćeni LAN danas

# Gigabit Ethernet

*Tabela IEEE 802.3 1 Gb/s Gigabit Ethernet medium alternative*

	1000baseSX	1000baseLX	1000baseCX	1000baseT
Medium	Optičko multimodno vlakno Dva vlakna	Optičko monomodno vlakno Dva vlakna	Oklopljena bakarna parica	Upredena parica kategorije 5 UTP
Maksimalna veličina segmenta	550 m	5 km	25 m	100 m
Topologija	Zvijezda	Zvijezda	Zvijezda	Zvijezda

- ❑ Minimalni frejm je povećan na 512 B
- ❑ Mali frejmovi moraju biti povećani na 512 B
- ❑ Grupisanje frejmova (do 8192B) kako bi se dozvolilo stanicama da prenose grupe kratkih frejmova
- ❑ Struktura frejma je zadržana ali je CSMA-CD izbjegnuto
- ❑ Intenzivno se primjenjuje na kičmama mreža i za povezivanje servera



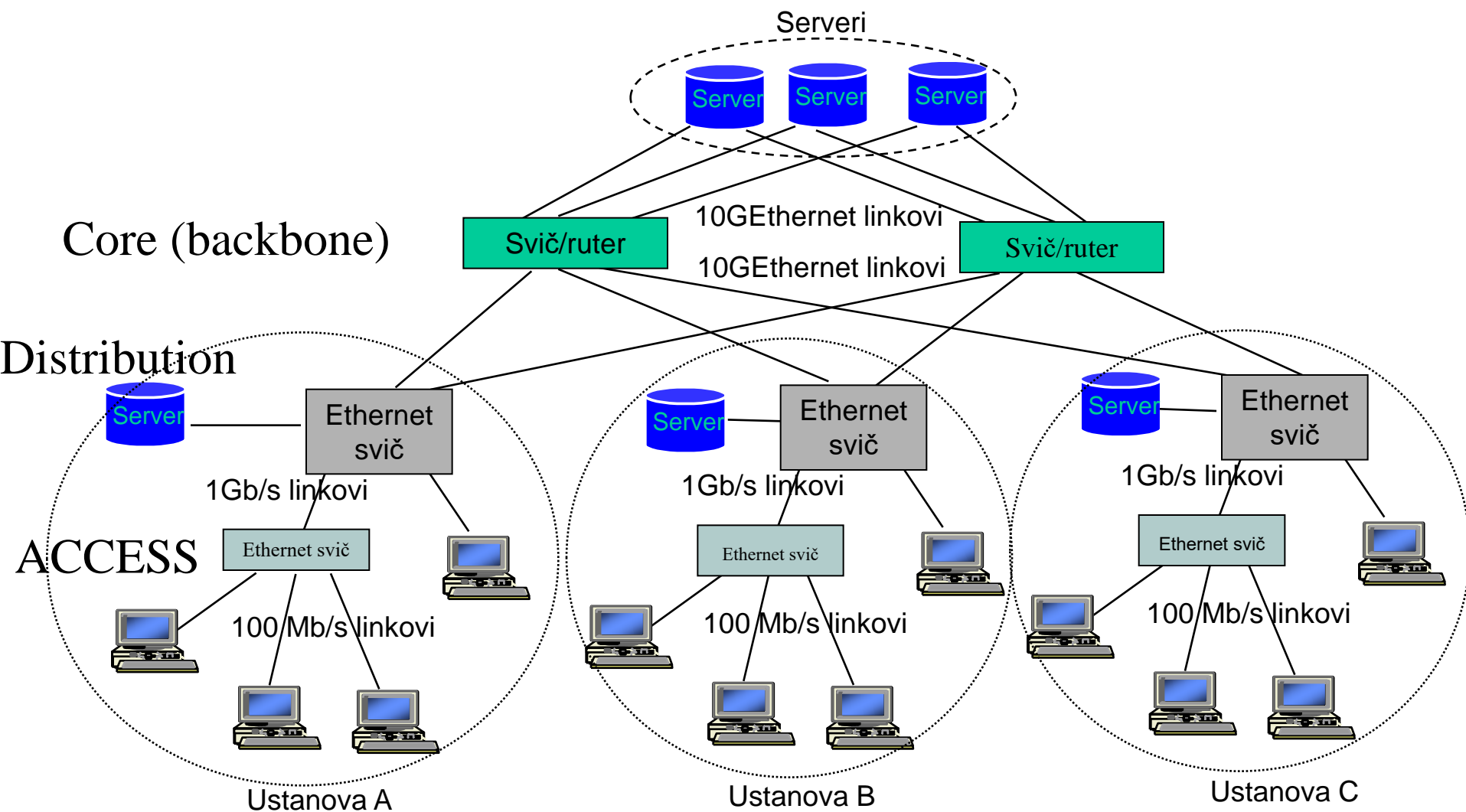
# 10 Gigabit Ethernet

*Tabela IEEE 802.3 10 Gb/s Ethernet medium alternative*

	10GbaseSR	10GBaseLR	10GbaseEW	10GbaseLX4
Medium	Dva optička vlakna Multimodna na 850 nm  64B66B kod	Dva optička vlakna  Monomodna na 1310 nm  64B66B	Dva optička vlakna  Monomodna na 1550 nm SONET kompatibilna	Dva optička vlakna multimodna/monomodna sa četiri talasne dužine na 1310 nm opsegu 8B10B kod
Maksimalna veličina segmenta	300 m	10 km	40 km	300 m - 10 km

- ❑ Zadržana struktura frejma
- ❑ CSMA-CD protokol zvanično napušten
- ❑ LAN fizički nivo za primjenu u lokalnim mrežama
- ❑ WAN fizički nivo za primjenu korišćenjem SONET OC-192c
- ❑ Intenzivna primjena u gradskim mrežama

# Tipična primjena Ethernet-a



# BROADCAST DOMEN I KOLIZIONI

## DOMEN

- ❑ **Broadcast domen** je dio računarske mreže unutar koga se broadcast poruka, poslata sa bilo koje od pripadajućih stanica, prosleđuje svim ostalim stanicama u domenu. Razdvajanjem broadcast domena (pravljenjem manjih broadcast domena), smanjuje se ukupni saobraćaj u računarskoj mreži. Time se vrši i rasterećivanje mreže.
- ❑ **Kolizioni domen** je dio računarske mreže unutar koga će se pojaviti kolizija ako dvije stanice istovremeno emituju poruke. Pojednostavljeno, kolizija se može shvatiti kao pojava „sudaranja“ paketa koji se prenose jednovremeno istim medijumom za prenos, što dovodi do gubitka informacija. Zato je cilj kreirati što manje kolizione domene

# MREŽNI UREĐAJI

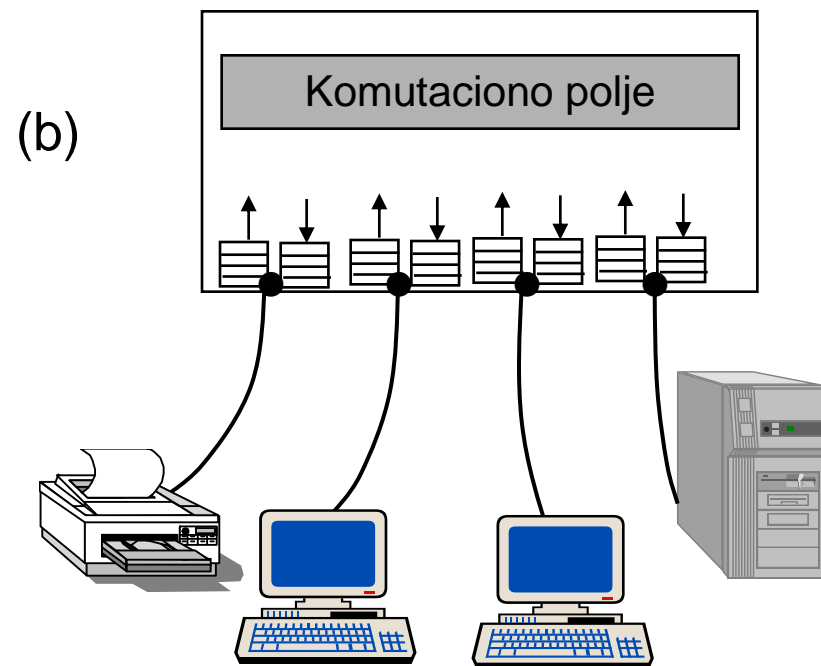
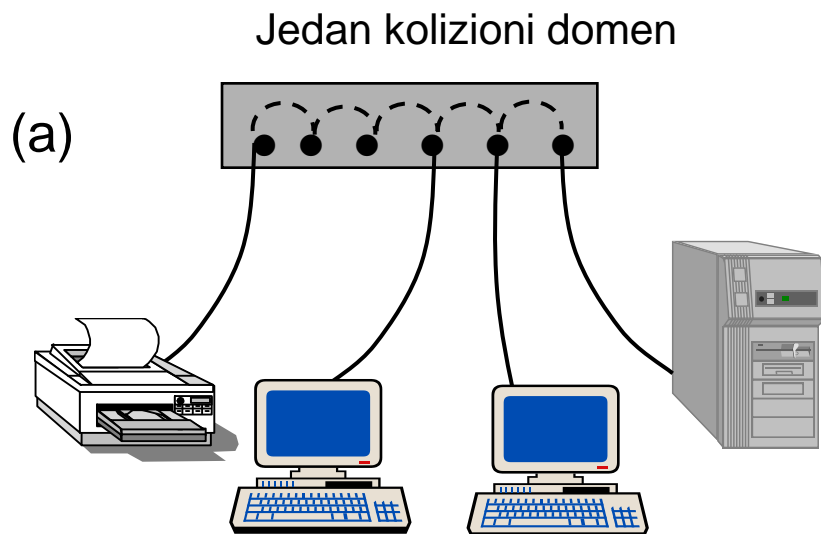
- Repeater (Layer 1)
- Hub (Layer 1)
- Bridge (Layer 2)
- Switch (Layer 2, Layer 3)
- Router (Layer 3)

## RIPITER (*Repeater*)

- ❑ Kako je slabljenje signala faktor koji određuje maksimalnu dužinu segmenta, ripiter se koristi za pojačanje signala da bi se povećao domet mreže
- ❑ Radi na sloju 1 (fizičkom sloju) OSI (ili TCP/IP) modela
- ❑ Povezuje dva mrežna segmenta i prosleđuje pakete između njih
- ❑ U Ethernet mrežama se ne može koristiti više od 4 ripitera za povezivanje segmenata, što je fizičko ograničenje koje omogućava da detekcija kolizije radi ispravno



# Ethernet Habovi i Svičevi

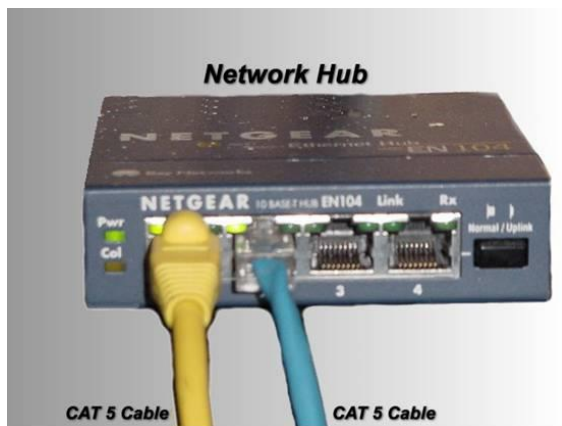


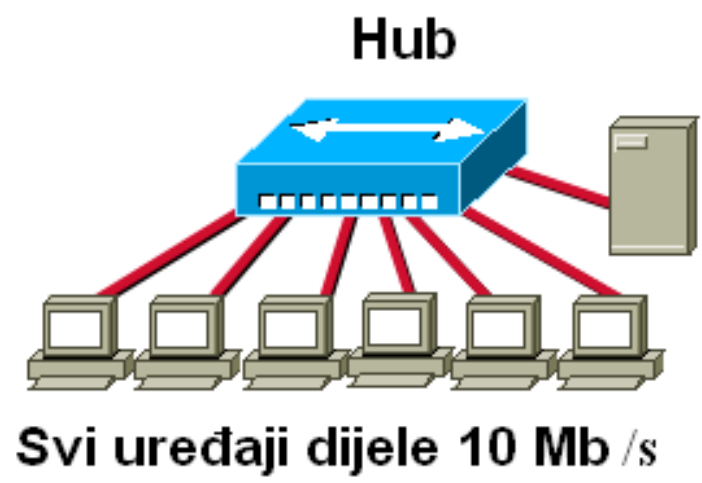
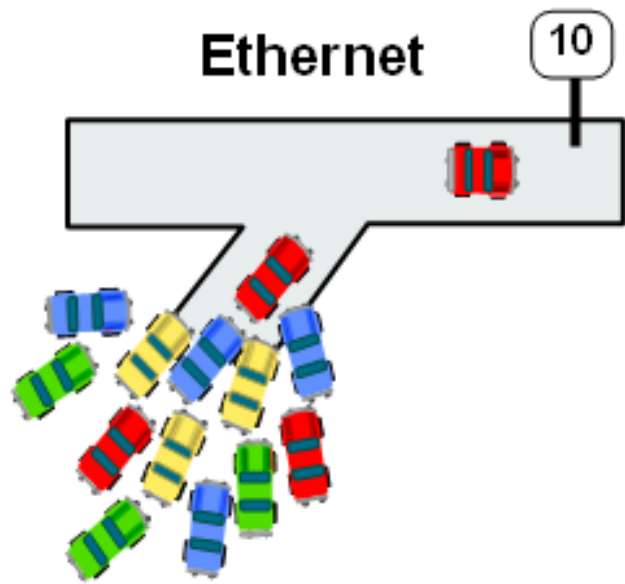
Niska cijena upredene  
parice  
Lak za rad  
Pouzdan  
Zvijezda topologija  
CSMA-CD

Niska cijena upredene parice  
Veća skalabilnost  
Odvojeni domeni kolizije  
Full duplex funkcionisanje

# HUB

- ❑ Signal primljen preko jednog od portova najprije pojačava, a zatim prosleđuje na sve ostale portove
- ❑ Hub je sličan ripiteru (radi na fizičkom sloju OSI referentnog modela), osim što prenosi podatke primljene bilo kojim portom na sve ostale portove
- ❑ Tri osnovne vrste hub-ova su: **pasivni, aktivni i inteligentni**
- ❑ Postoje hub-ovi koji imaju mogućnost provjere ispravnosti primljenih paketa
- ❑ Svi uređaji priključeni na hub čine jedan kolizijski domen





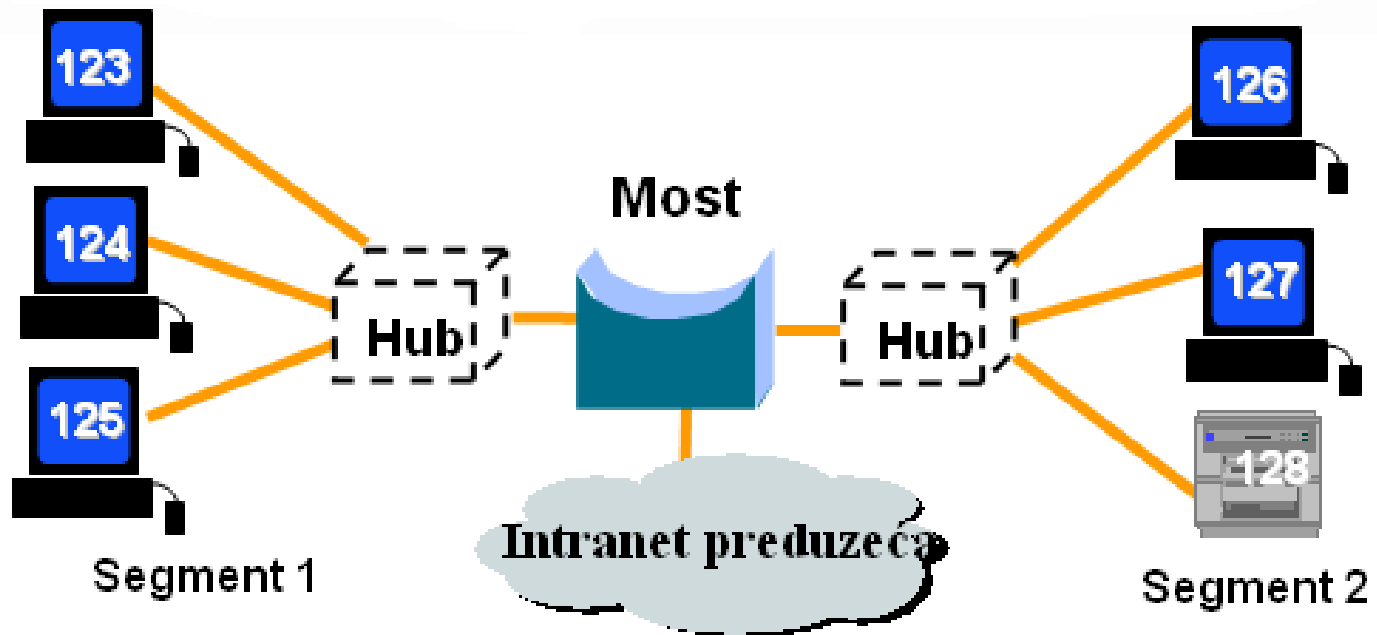
Hub i analogija sa autoputem



# BRIDGE (MREŽNI MOST)

- ❑ Bridge služi za segmentiranje većih mreža u manje grupe čvorova, čime se poboljšavaju performanse i omogućava razdvajanje saobraćaja (dijeli segmente na posebne kolizijske domene)
- Upravlja saobraćajem na osnovu layer 2 adresa
- Uči pozicije host-ova na portovima bez potrebe za ručnim konfigurisanjem (Plug and Play)
- Funkcioniše bez obzira na primijenjeni mrežni protokol
- Može da poveže Ethernet segmente različitih brzina
- Omogućava proces filtriranja na nivou MAC adrese



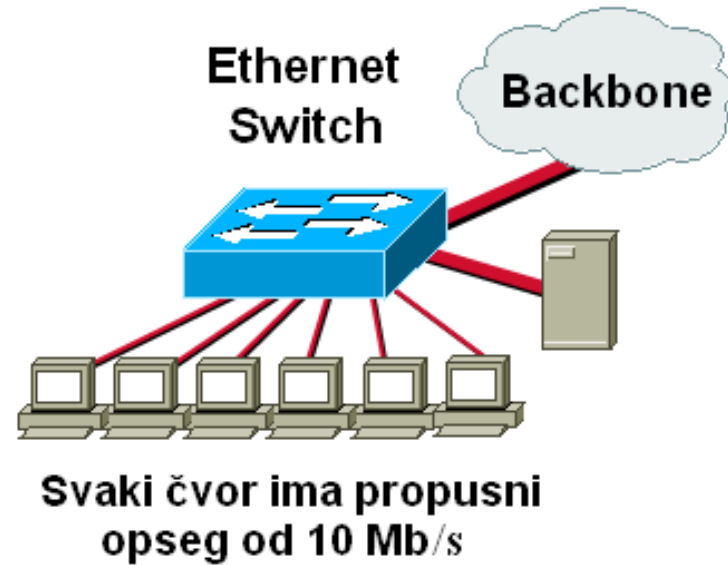
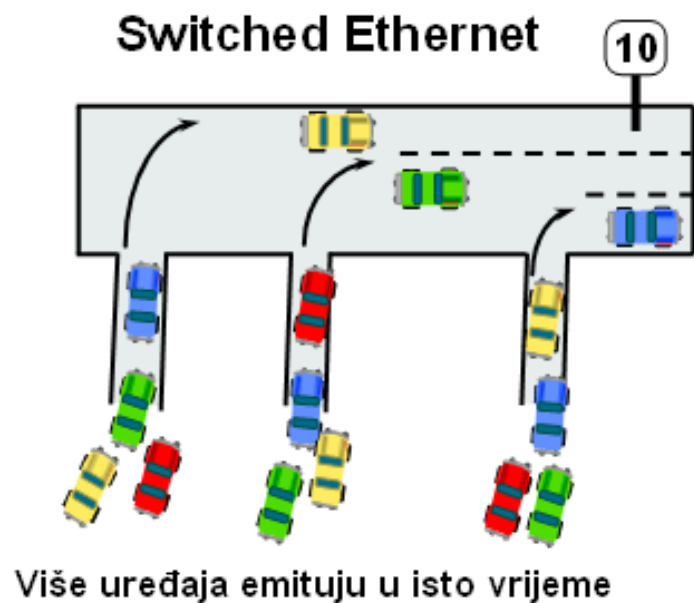


Pozicija mosta u mreži

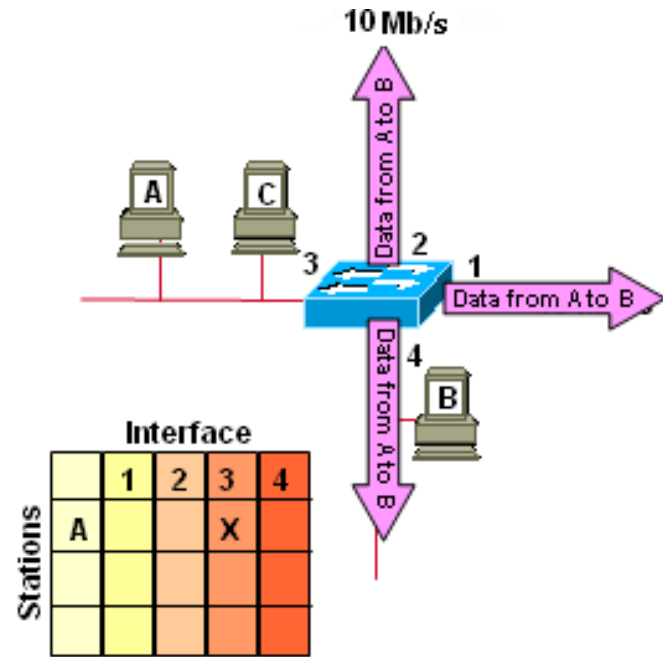
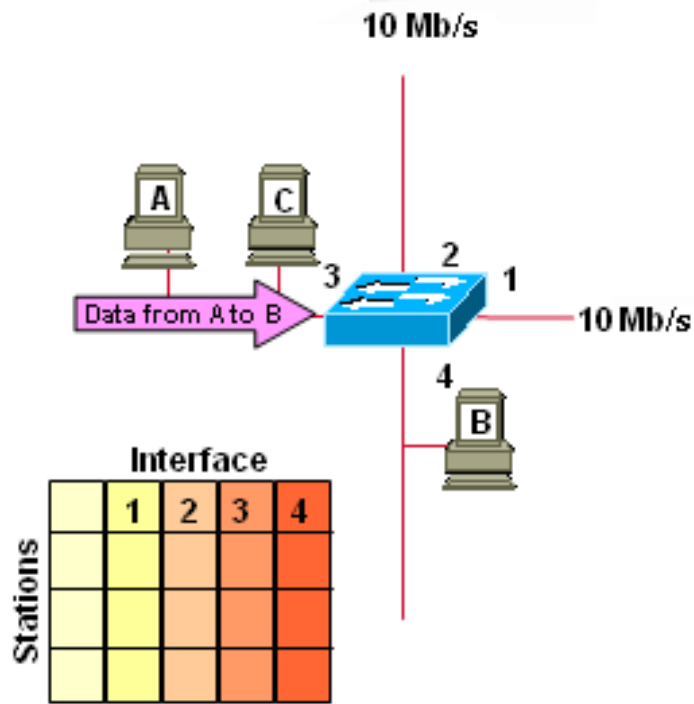
# SWITCH

- ❑ Kao i bridge, radi na drugom sloju OSI modela, ali ima znatno veći broj portova. Danas su sve češći switch-evi koji funkcionišu na drugom i na trećem (mrežnom) nivou
- ❑ Predstavljaju u stvari komutatore paketa, jer imaju mogućnost donošenja „pametnih“ odluka o prosleđivanju paketa podataka na osnovu izvorišnih i odredišnih MAC adresa
- ❑ Obično ima portove koji se automatski podešavaju na odgovarajuću brzinu (10 ili 100 Mb/s)
- ❑ Standardni (layer 2) switch-evi vrše razdvajanje kolizionih domena, dok svi portovi predstavljaju jedan broadcast domen. Kod naprednijih (layer 3) switch-eva, svaki port predstavlja zaseban broadcast domen

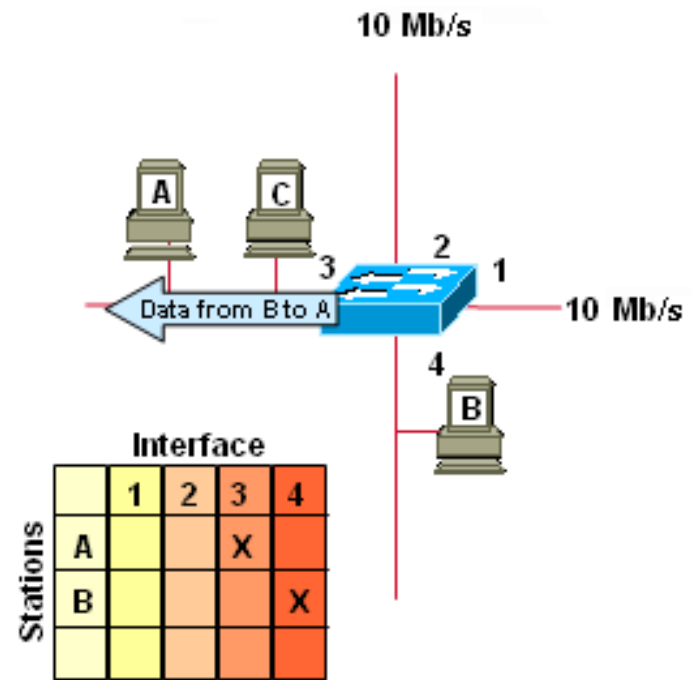
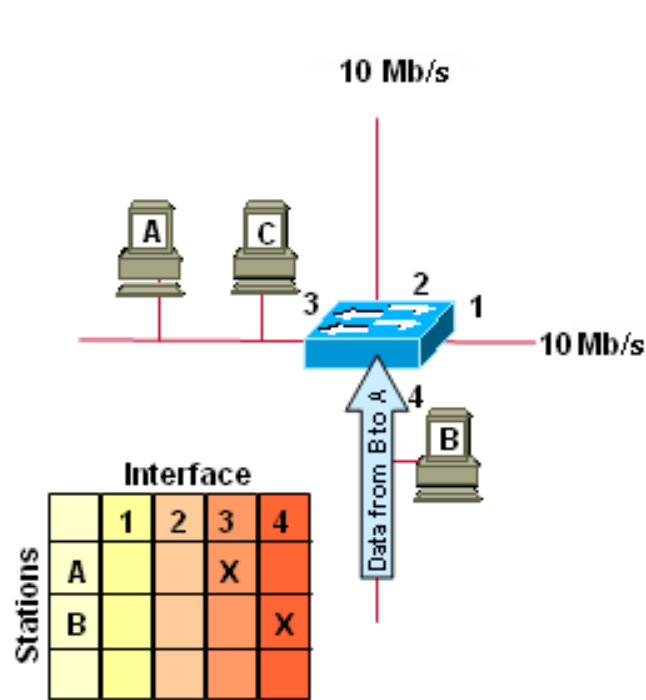




Switch i analogija sa autoputem



Prenos podataka preko switch-a od stanice A do stanice B

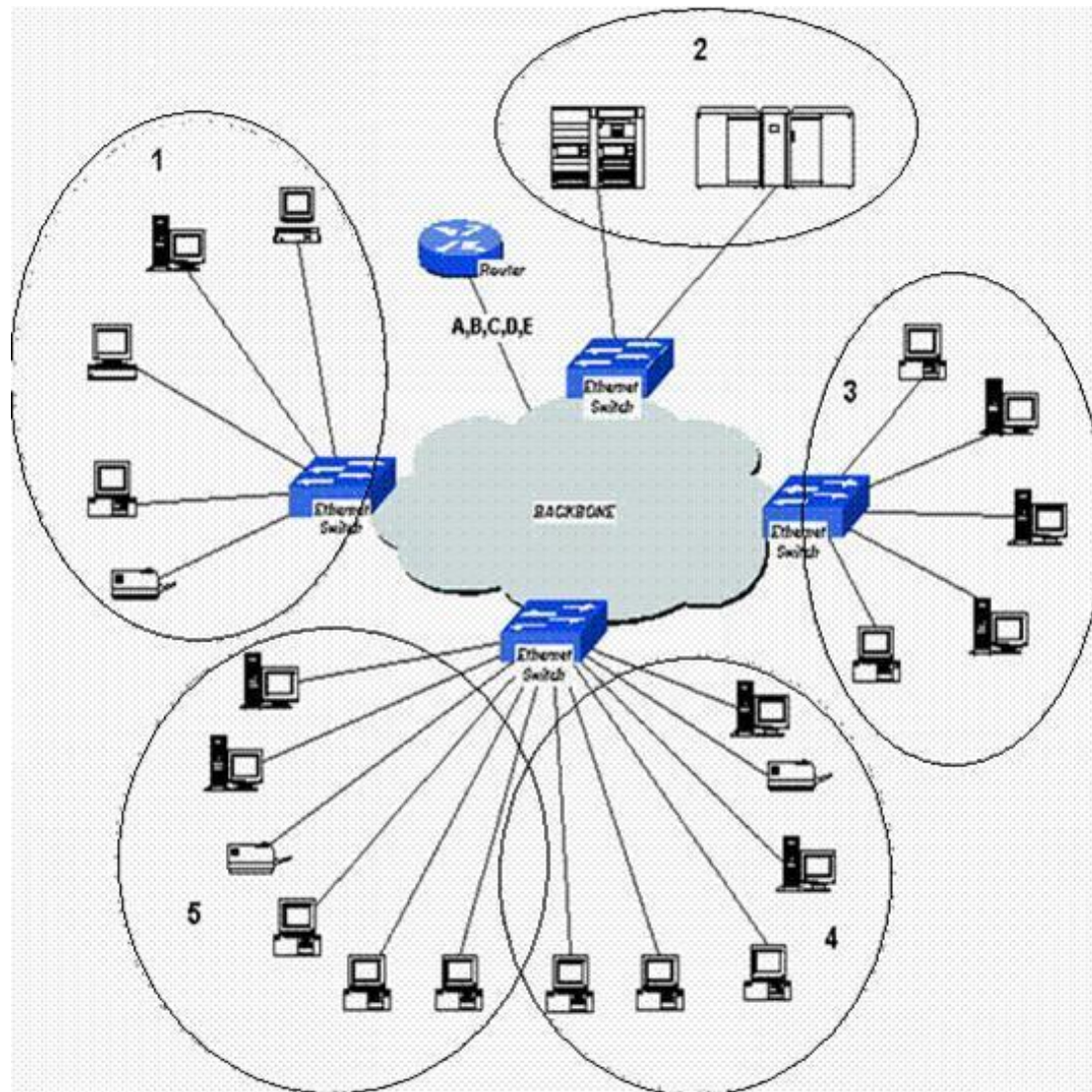


Odgovor od stanice B prema stanici A

□ Prednosti layer 3 switch-eva:

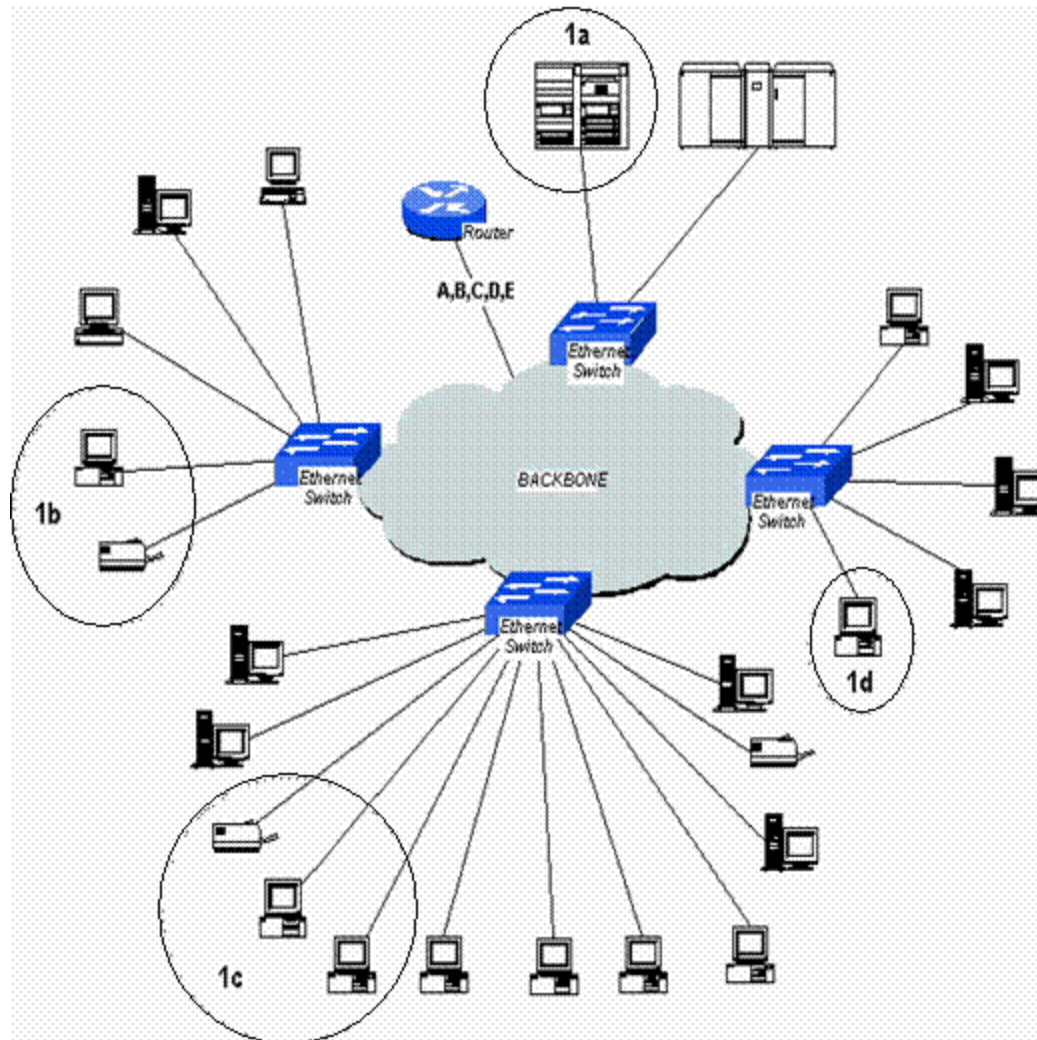
- Daje mogućnost logičkog grupisanja stanica (VLAN mreže – virtuelne lokalne mreže)
- Dije le broadcast domen isto kao ruteri ali unose manje kašnjenje od rutera
- Nezavisnost od fizičke topologije – npr. hostovi mogu da budu na različitim zvijezdama a u istom VLAN-u
- Veća moć upravljanja mrežom
- Povećana sigurnost (u jedan VLAN se mogu grupisati sigurnosno osjetljivi host-ovi i pratiti preko traffic analyzer-a)

# Primjeri VLAN mreža





# Primjeri VLAN mreža

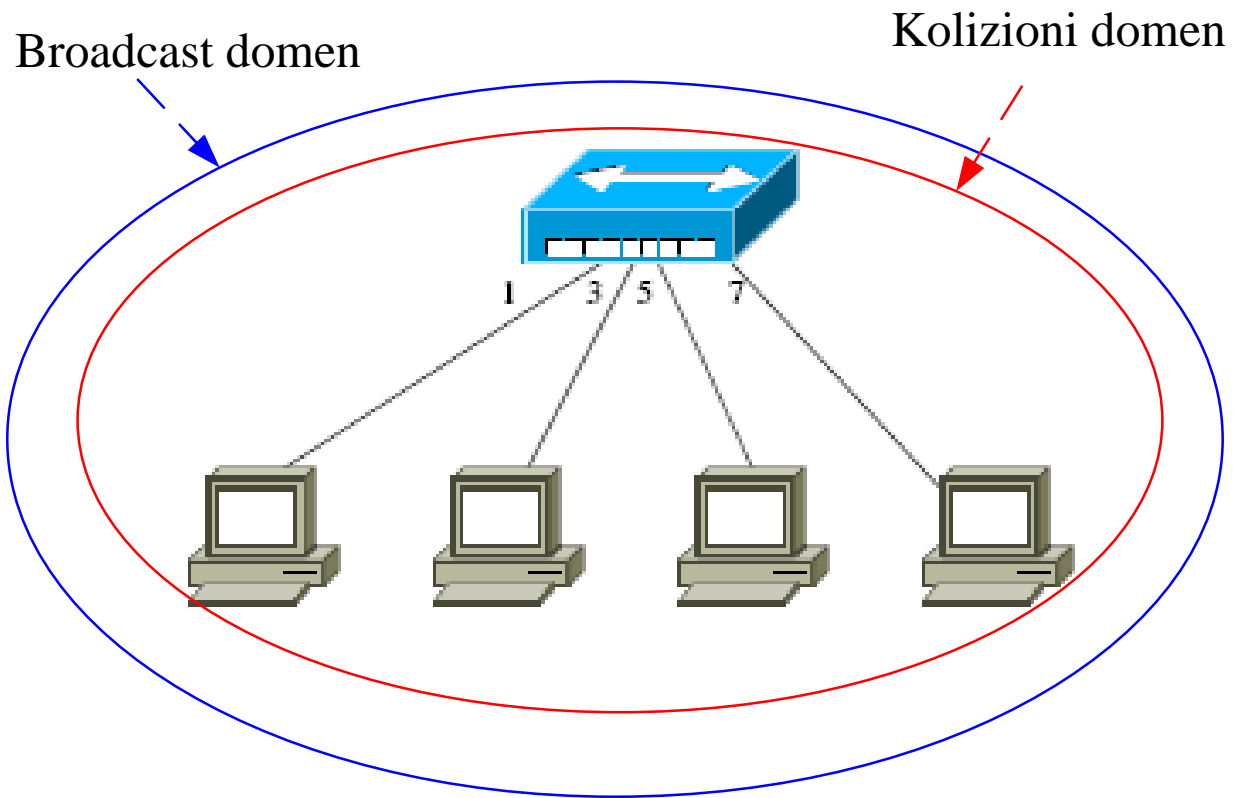


# ROUTER

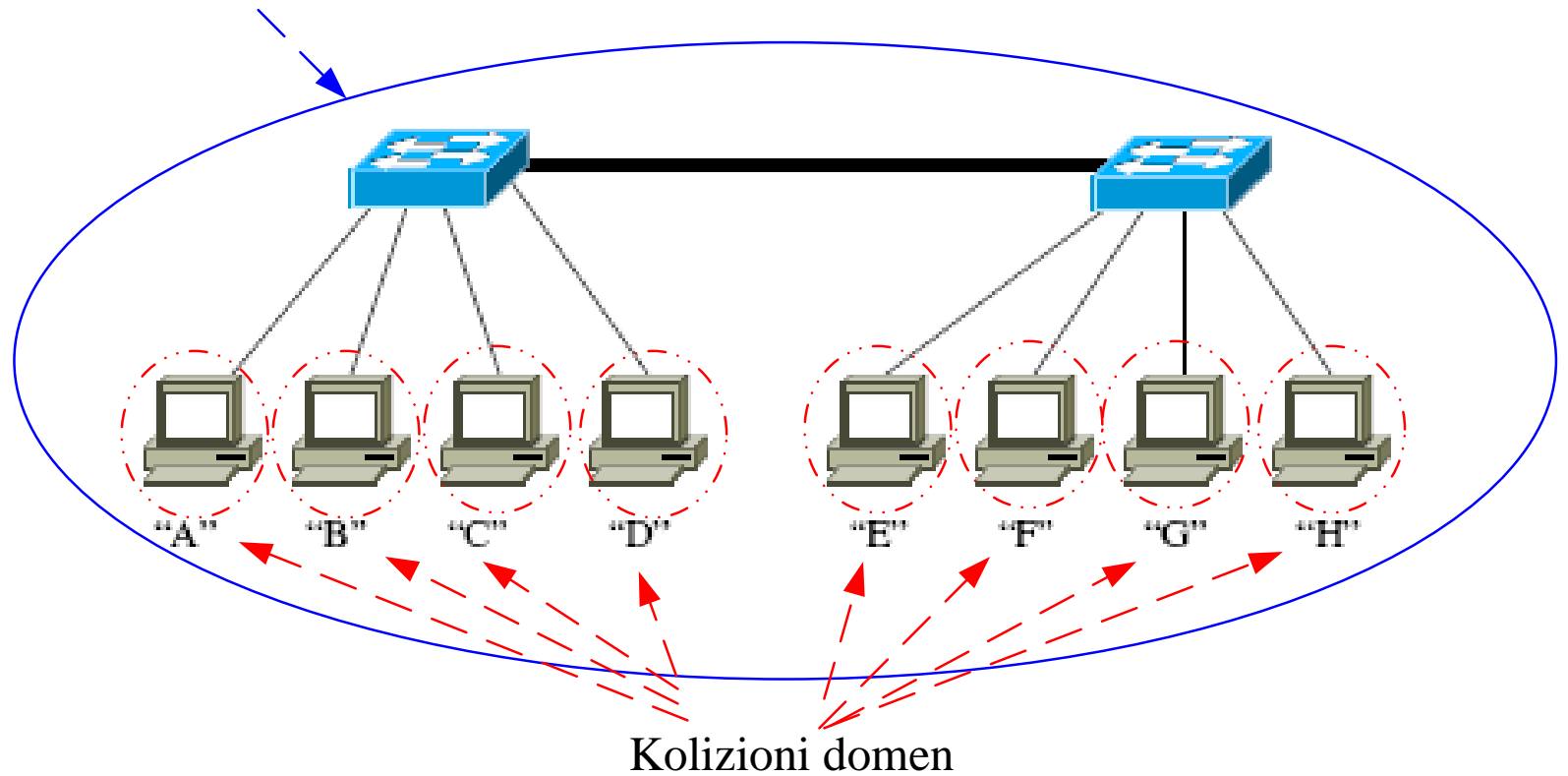
- ❑ Odluke donosi na osnovu mrežne (layer 3) adrese
- ❑ Broj sistema koji mogu da komuniciraju preko rutera je beskonačan
- ❑ Pruža veliku moć administracije nad mrežom
- ❑ Može povezati mreže različitog tipa i medija
- ❑ Dinamički održava svoju tabelu – bazu podataka
- ❑ Obično radi sa jednom vrstom protokola, mada je ovo ograničenje danas već prevaziđeno

# ROUTER



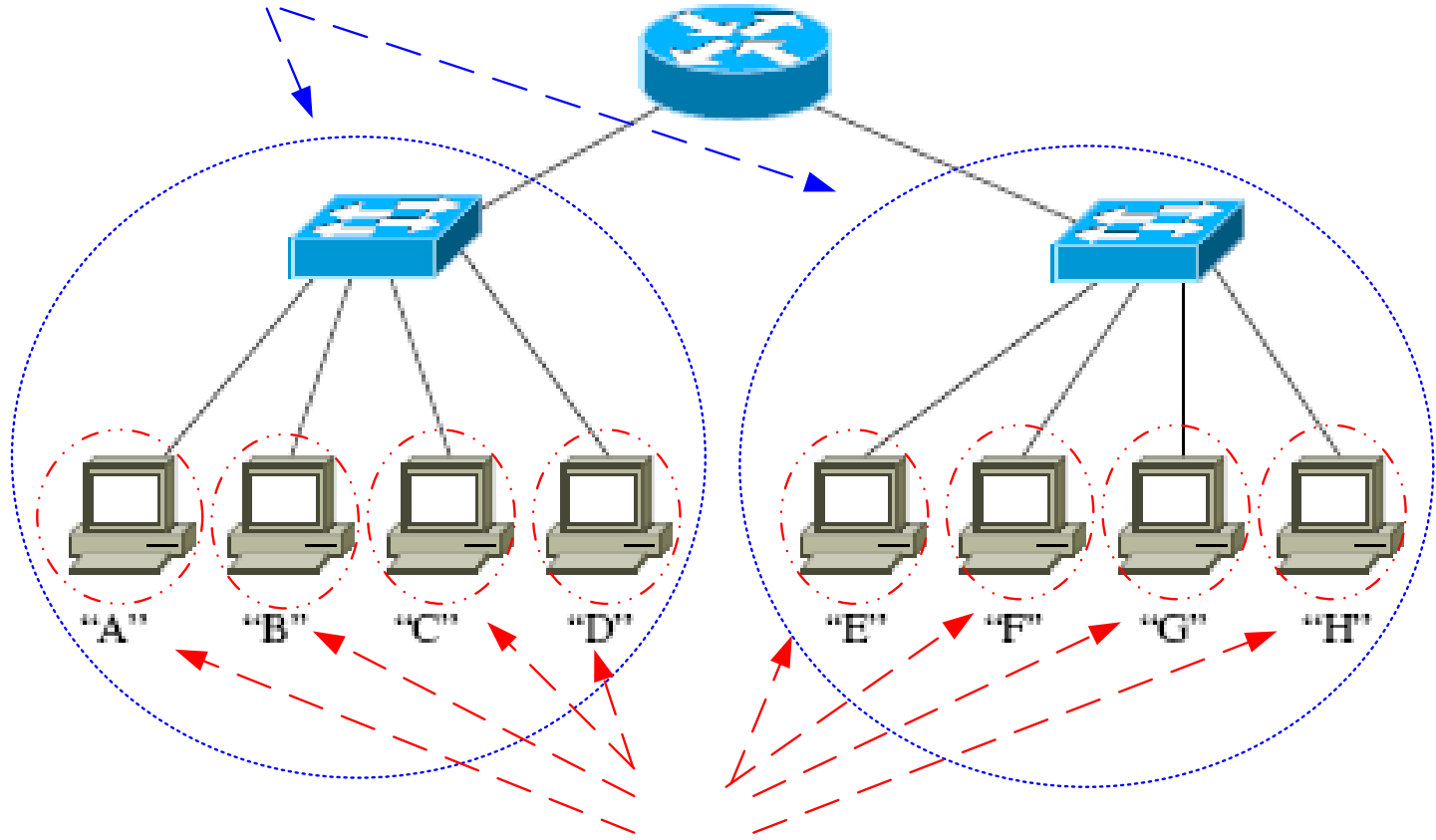


Broadcast domen



Kolizioni domen

Broadcast domen



Kolizioni domen