



3. Communication Networks **Komunikacijske mreže**

Doc.dr.sc. Jasmin Velagić, Ph.D.

Sadržaj poglavlja:

Tipovi komunikacijskih mreža

 LAN

 MAN

 WAN

Mrežni sklopovi

Mrežni softver

3. KOMUNIKACIJSKE MREŽE

- Komunikacije 60tih – značajan problem.
- Veze između računara isključivo direktnim spajanjem pomoću kabela.
- Moć računara na niskoj razini (mali kapacitet i procesorska moć).
- Računari trošili mnogo energije.
- Kumunikacija moguća da bi se povezali jednostavni terminali sa poslužiteljskim računarom (poruke).
- Ograničenje – poprilična osjetljivost na šum.
- Dva računara su mogla biti povezana sa najviše 100 m kabela.
- Propusni kanal uzak – 2400 bitova podataka.
- Za veće udaljenosti modemi, koji su tada bili vrlo spori i nisu bili imuni na smetnje u električnoj mreži.

Zašto komunikacijske mreže?

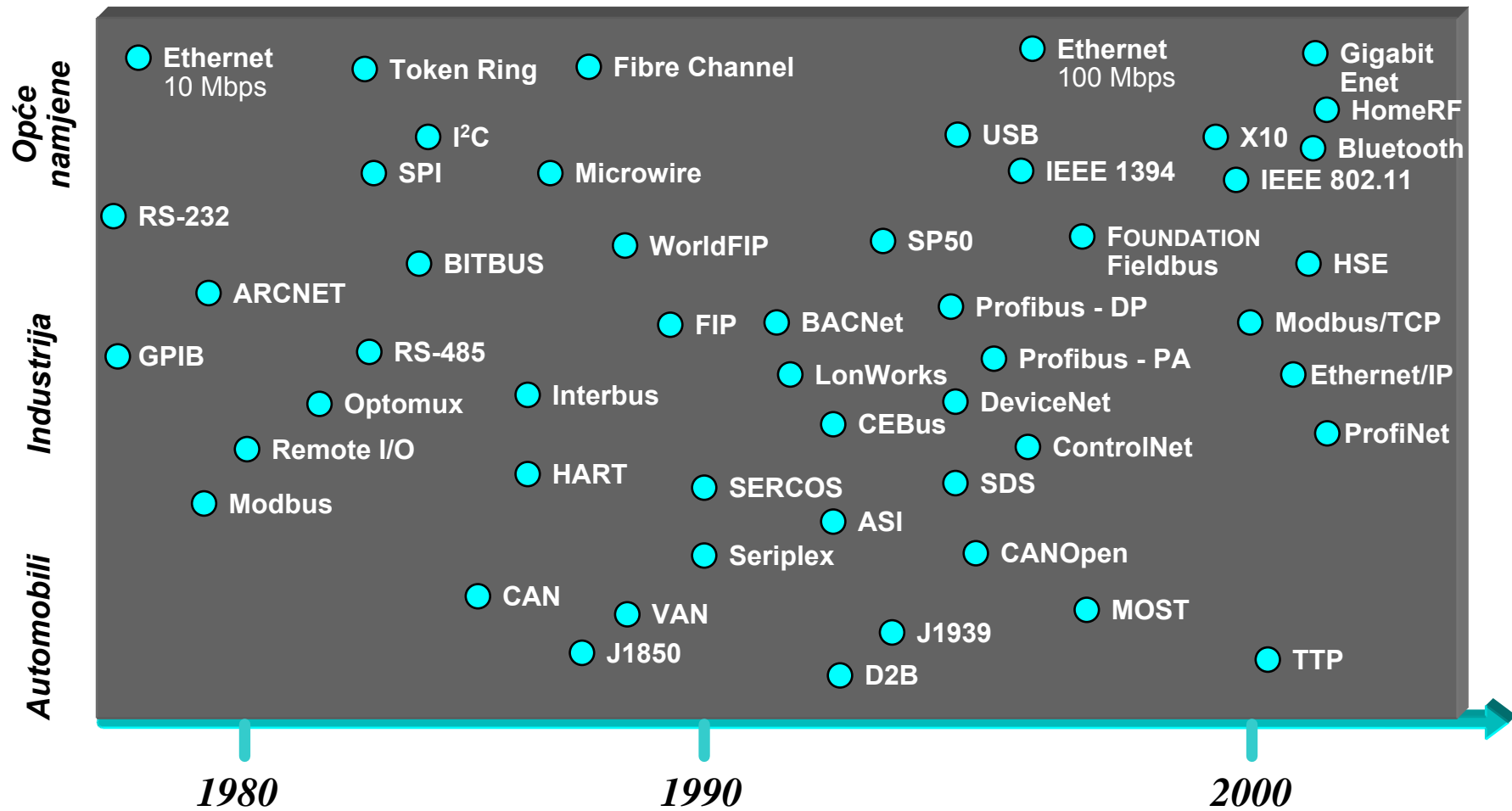
Motivacija:

- Dostup do informacija.
- Dijeljenje resursa.
- Pojednostavljenje komunikacije.

Zadaci:

- Osigurava komunikaciju koja je pouzdana, efikasna i od jedne aplikacije do druge.
- Automatski otkriva i ispravlja oštećenje podataka, gubitak podataka, dupliciranje podataka i promjenu redoslijeda isporuke podataka.
- Automatski pronalazi optimalan put od predajnika do prijemnika.

Pregled komunikacijskih mreža



Tipovi komunikacijskih mreža

Tipovi mreža

- LAN (Local Area Network)
- MAN (Metropolitan Area Network).
- WAN (Wide Area Network).
- Internet.

3.1. LAN mreže

LAN

- Lokalna mreža koju sačinjavaju svi računari povezani direktno, obično nekom vrstom kabela, ili preko nekog od mrežnih sklopova.
- Privatno vlasništvo.
- Duljine do nekoliko km.
- Ograničeno najveće vrijeme kašnjenja poruke.
- Brzine prijenosa 10,100 ili više Mb/s.
- Mala kašnjenja.
- Velika pouzdanost.
- Zahtijevaju algoritme pristupa prijenosnom mediju.

LAN mreže

Parametri mreže

- Širina pojasa
 - Kašnjenje
- } → određuju rad mreže
- **Širina pojasa** označava širinu frekvencijskog pojasa. Npr. širina pojasa analognog telefonskog kanala je 3000 Hz (od 300 do 3300) i mjeri se u Hz.
 - Kada se radi o prijenosu podataka tada se pod širinom pojasa podrazumijeva broj bitova prenesenih u sekundi preko linije, tj. **brzina prijenosa**.
 - Npr. 10 Mbps znači da se 10 milijuna bitova prenese svake sekunde tj. 0.1 μ s potrebno je za prijenos jednog bita.
 - Druga mjera je **kašnjenje** i označava koliko je vremena potrebno da poruka dođe sa jednog kraja mreže na drugi.
 - Npr. ako mreža ima kašnjenje od 12 ms to znači da je potrebno 12 ms da poruka dođe od izvora ka odredištu.
 - Često je važnije znati podatak koliko je vremena potrebno da se pošalje poruka na odredište i vrati ponovo nazad (*RTT-round-trip time*).

LAN mreže

LAN – Podjela LAN mreža se obavlja s obzirom na:

- **Topologiju.** Geometrijsko raspoređivanje uređaja na mreži.
- **Protokole.** Pravila i specifikacije za slanje podataka. Oni također određuju da li mreža koristi peer-to-peer ili klijent/server arhitekturu.
- **Medij.** Uređaji mogu biti povezani dvostruko uparenim (twister-pair wire), koaksijalnim (coaxial) i optičkim (fiber optic) kabelima. Neke mreže mogu međusobom komunicirati i bežično, npr. preko radio valova.

LAN mreže

Ciljevi pri projektiranju lokalne mreže

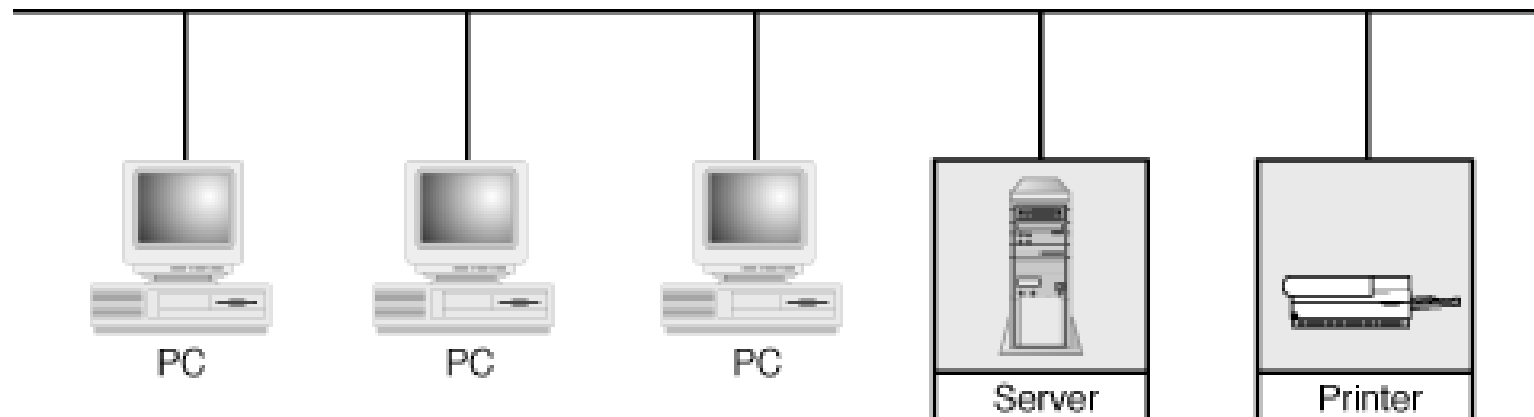
- **Velika brzina prijenosa i širina propusnog pojasa.** Brzina i kapacitet komunikacijskog kanala moraju biti usporedivi sa brzinom i kapacitetom sabirnice računara, da bi se zadovoljili zahtjevi korisnika za brzim prijenosom velikih količina informacija.
- **Pouzdanost i održavanje.** Komponente lokalne mreže moraju biti pouzdane, tako da su kvarovi rijetki. U slučaju kvara pojedine komponente u mreži to se ne smije odraziti na ostali dio mreže. Održavanje treba biti riješeno tako da izaziva minimalno prekidanje rada mreže.
- **Niska cijena.**
- **Kompatibilnost.** Kompatibilnost omogućuje nabavku uređaja od različitih proizvođača, s čim se dobiva bolji izbor u pogledu odnosa cijeni i performansa.
- **Fleksibilnost i proširivost.** Mreža mora omogućiti dodavanje i premještanje uređaja. Prijenosni medij mora biti postavljen tako da je lako dostupan radi priključivanja uređaja.
- **Jednostavnost.** Lokalna mreža mora biti jednostavna za konfiguriranje, priključivanje uređaja i upotrebu. Korisnici bi trebali moći iskoristiti sve mogućnosti mreže uz minimum stručne osposobljenosti.
- **Standardi.** Kako bi se postigla univerzalna razina komunikacije, proizvođači lokalnih mreža moraju svoje proizvode izrađivati prema važećim standardima. Standardi za lokalne mreže su serija standarda IEEE 802, tj. ISO 8802.

3.1.1. Topologije LAN mreže

Topologije LAN mreže (način povezivanja računara)

- Sabirnička (BUS) topologija.
- Prstenasta (RING) topologija.
- Zvezdasta (STAR) topologija.

Sabirnička mreža – sve umrežene tačke povezane “peer-to-peer” načinom (od tačke do tačke).



Topologije LAN mreže

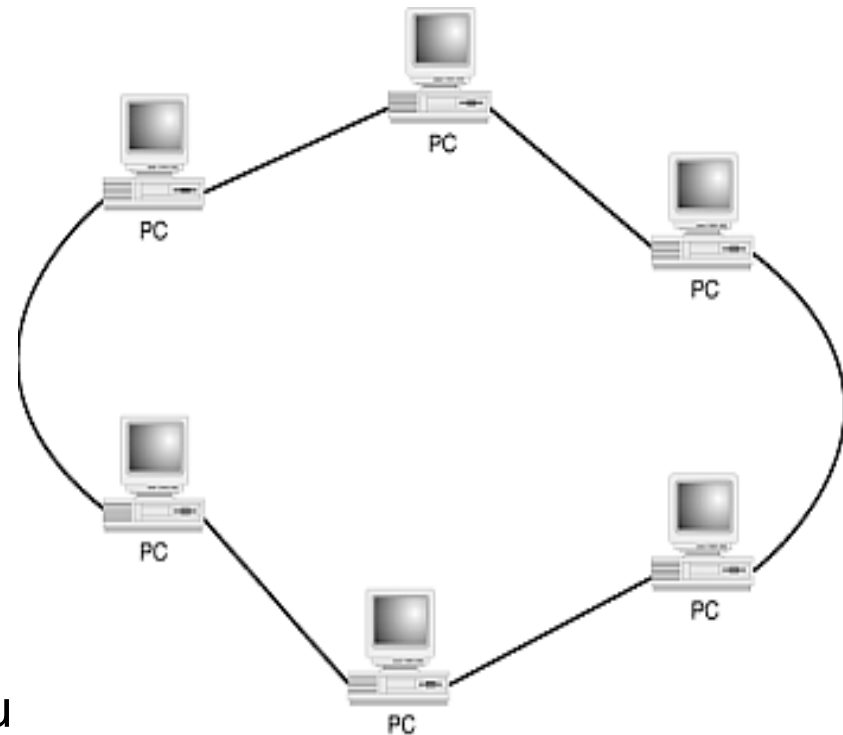
Sabirnička mreža

- Krajevi LAN mreže moraju biti terminirani omskim opterećenjem, odnosno terminirajućim otpornicima.
- Ovakav način povezivanja omogućuje samo jedan kanal između bilo koje dvije tačke na sabirnici u isto vrijeme.
- Tipična sabirnička topologija sastoji se od jednog kabela, bez dodatne vanjske elektronike, koji povezuje sve tačke jednu po jednu.
- Svi povezani uređaji “slušaju” sve podatke na sabirnici a prihvaćaju one pakete koji su im adresirani.
- Nepostojanje dodatne elektronike čini sabirnički LAN jednostavnim i jeftinim.
- Loša strana sabirničkog LANa – znatno ograničen doseg, funkcionalnost i proširivost.

Topologije LAN mreže

Prstenasta topologija

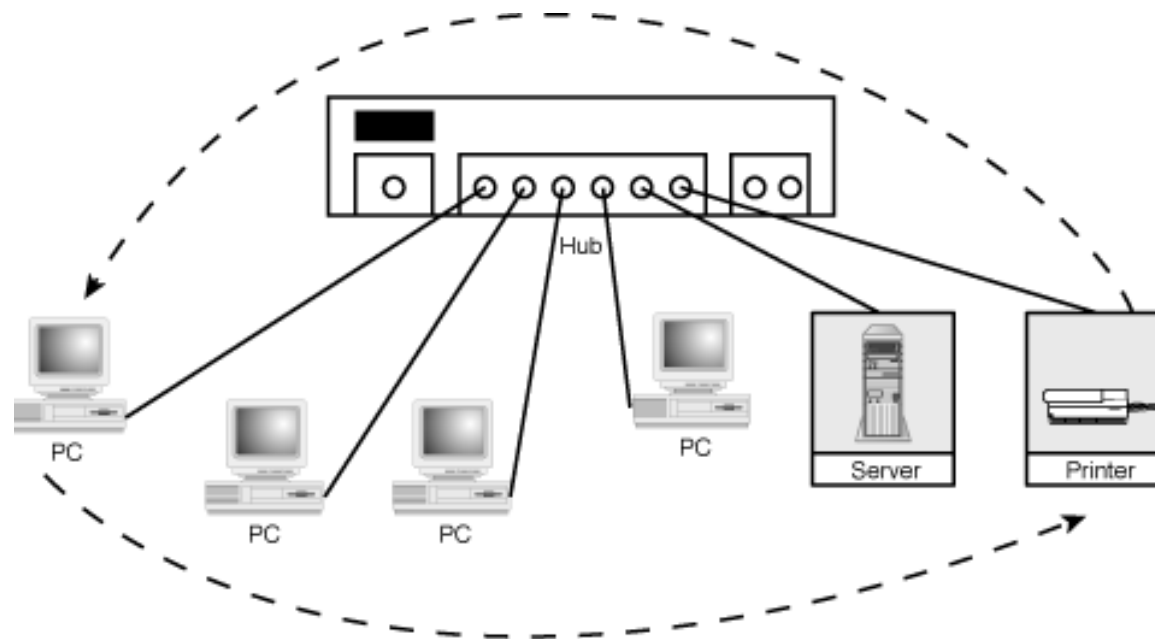
- U početku je bila tačka-tačka topologija.
- Svaka priključena radna stanica je imala po dvije veze.
- Svaki računar se ponašao kao obnavljač (repeater).
- Međuveza je morala zatvoriti fizičku petlju - prsten.
- Podaci su se slali u jednom pravcu oko prstena.
- Računar je primao pakete koji su mu adresirani, a ostale je prosljeđivao slijedećem računaru u nizu.



Topologije LAN mreže

Prstenasta topologija

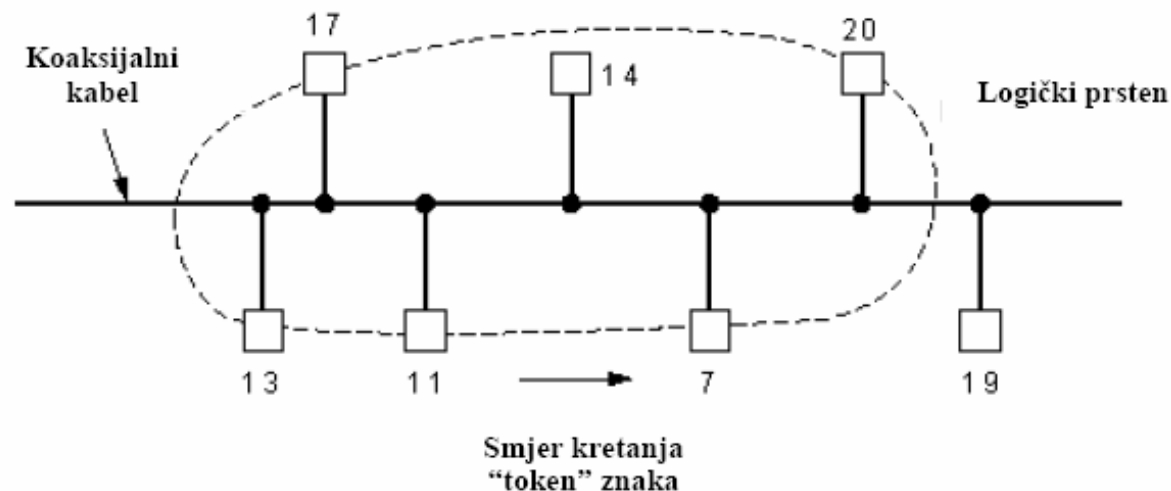
- Loša strana ove topologije – povećanjem broja radnih stanica povećavalo se vrijeme potrebno da paketi dođu do odredišta.
- Ova verzija je proglašena zastarjelom dolaskom IBM-ovog Token Ringa, koji je kasnije standardizirala IEEE.
- Umjesto tačka-tačka, IBM-ova mreža je koristila hub (koncentrator) koji je služio kao obnavljač (repeater).



Topologije LAN mreže

Prstenasta topologija

- **Token bus** (IEEE 802.4) – stanice formiraju logički prsten (nakon posljednje stanice slijedi prva), a fizički se radi o linearnom kableu tj. sabirnici.
- Svaka stanica ima svoj broj i poznaje prethodnu i slijedeću stanicu u nizu, a logički redoslijed stanica je neovisan o fizičkom rasporedu.
- Zalog se kreće kroz logički prsten i samo stanica koja drži “zalog” ima pravo prenositi okvire – **nema kolizije**.
- Kad se logički prsten inicijalizira, stanica sa najvećim brojem (najvećom adresom) može poslati prvi okvir.
- Nakon toga prepušta dozvolu, tj. propusti zalog, svom neposrednom logičkom susjedu, bez obzira na fizički raspored, tako da mu pošalje poseban upravljački okvir tzv. “token”.



Topologije LAN mreže

Prstenasta topologija

Token bus

- Dodavanje i brisanje stanica iz logičkog prstena vrši MAC protokol, što ga čini kompleksnim.

Format MAC okvira

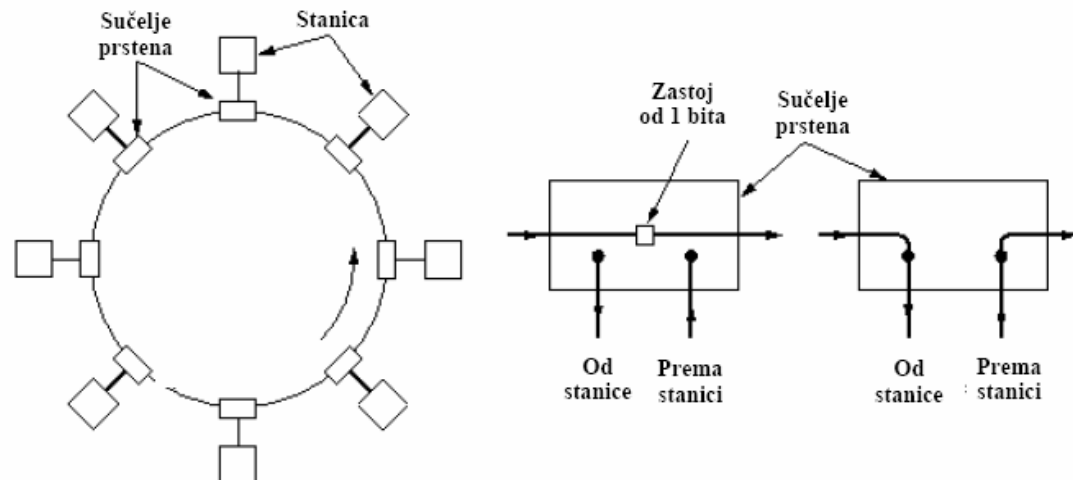
PRE AMBULA	SD	FC	ADRESA ODREDIŠTA	ADRESA IZVORA	PODACI	FCS	ED
byta ≥ 1	1	1	2 ili 6	2 ili 6	0 do 8182	4	1

- Preambula se koristi za sinhronizaciju sa prijemnom stranom.
- **SD i ED (Start i End Delimiters) označavaju granice okvira.**
- **FC (Frame Control)** predstavlja upravljačko polje i služi za razlikovanje okvira sa podacima od upravljačkih okvira.
- FCS polje služi za detekciju pogrešaka pri prijenosu.

Topologije LAN mreže

Prstenasta topologija

- **Token Ring** ili prsten s putujućim zalogom (IEEE 802.5) je prstenasta difuzijska mreža s arbitriranjem zaloga – stanice predaju zalog koji kruži fizičkim i logičkim prstenom.
- Difuzijske mreže (Broadcast Networks) – na jedan komunikacijski kanal spojeno više čvorova (stanica).
- Fizički prsten se sastoji od niza veza tačka-tačka, a sama izvedba može biti parica, koaksijalni kabel ili optičko vlakno.
- Micanje "tokena" sa prstena vrši se tako da stanica koja želi prijenos promijeni jedan bit u "tokenu" veličine 3 bajta. Nakon toga ta 3 bajta postaju prva 3 bajta u okviru koji prenosi podatke.
- Svaki okvir koji dolazi na sučelje kopira se u spremnik (buffer), gdje se bit pregleda, možda i izmijeni prije ponovnog slanja na prsten. Ovaj način uzrokuje zastoje od 1 bita po stanici, kao i zastoj zbog propagacije samog signala.



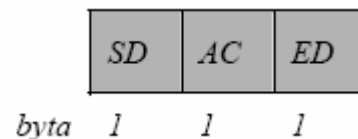
Topologije LAN mreže

Prstenasta topologija

Token Ring

- Sučelje ima dva načina rada: **oslušivanje** (engl. *listen mode*) i **prijenos** (engl. *transmit mode*).
- Kod oslušivanja, ulazni bitovi se kopiraju na izlaz. U načinu prijena, sučelje promijeni "token", prekine vezu između ulaza i izlaza i postavlja vlastite podatke na prsten.
- Brzina prijena je 4 ili 16 Mb/s.
- Glavna prednost prstena u odnosu na sabirnicu sa "tokenom" je prijenos na veće udaljenosti bez gubitaka snage signala (stanica koja primi signal pojača ga i nakon toga šalje dalje na mrežu).

Format token okvira



Format MAC okvira

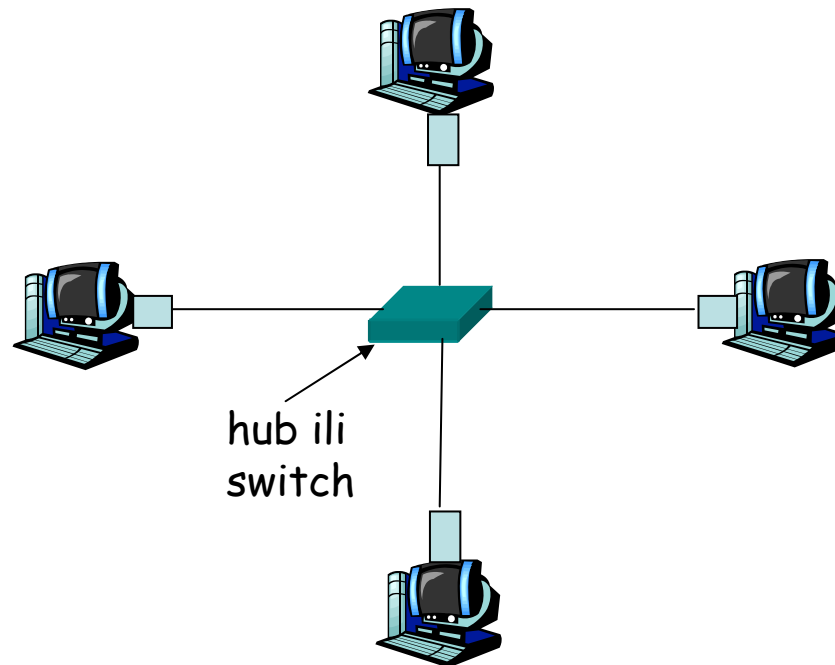


AC (Access Control) polje sadrži "token" bit, monitor bit, bit prioriteta i bit rezervacije. Pomoću FS (Frame Status) okvira prijemna strana označava svoju aktivnost tj. postojanje u prstenu i primitak okvira.

Topologije LAN mreže

Zvezdasta topologija

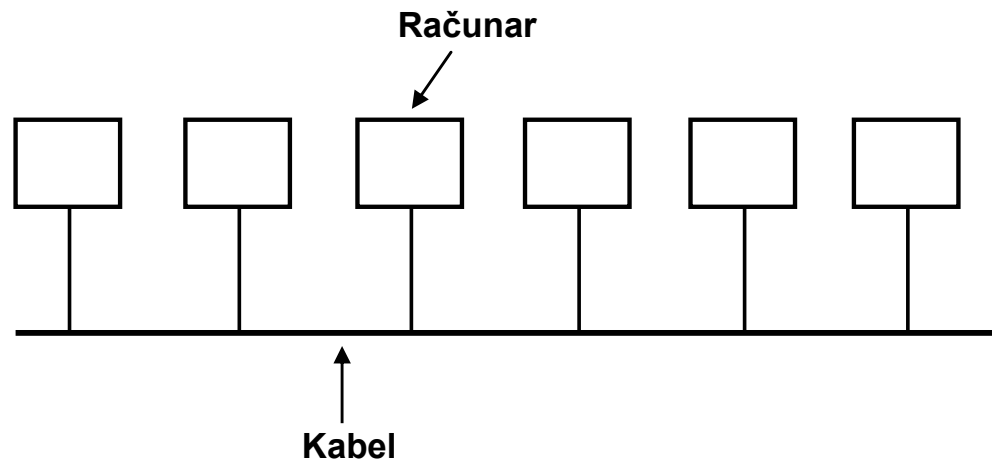
- Zvezdastu topologiju sačinjavaju umreženi uređaji koji se granaju iz zajedničke tačke, hub-a.
- Svaki umreženi uređaj pristupa svima ostalima neovisno i dijele komunikacijski kanal hub-a.
- Primjer za ovakvu topologiju je Ethernet.



Topologije LAN mreže

Zvezdasta topologija

Ethernet (IEEE 802.3) je sabirnička difuzijska mreža sa distribuiranim upravljanjem. Standardne brzine prijenosa 10 ili 100 Mb/s, danas već 10 Gbit/s.

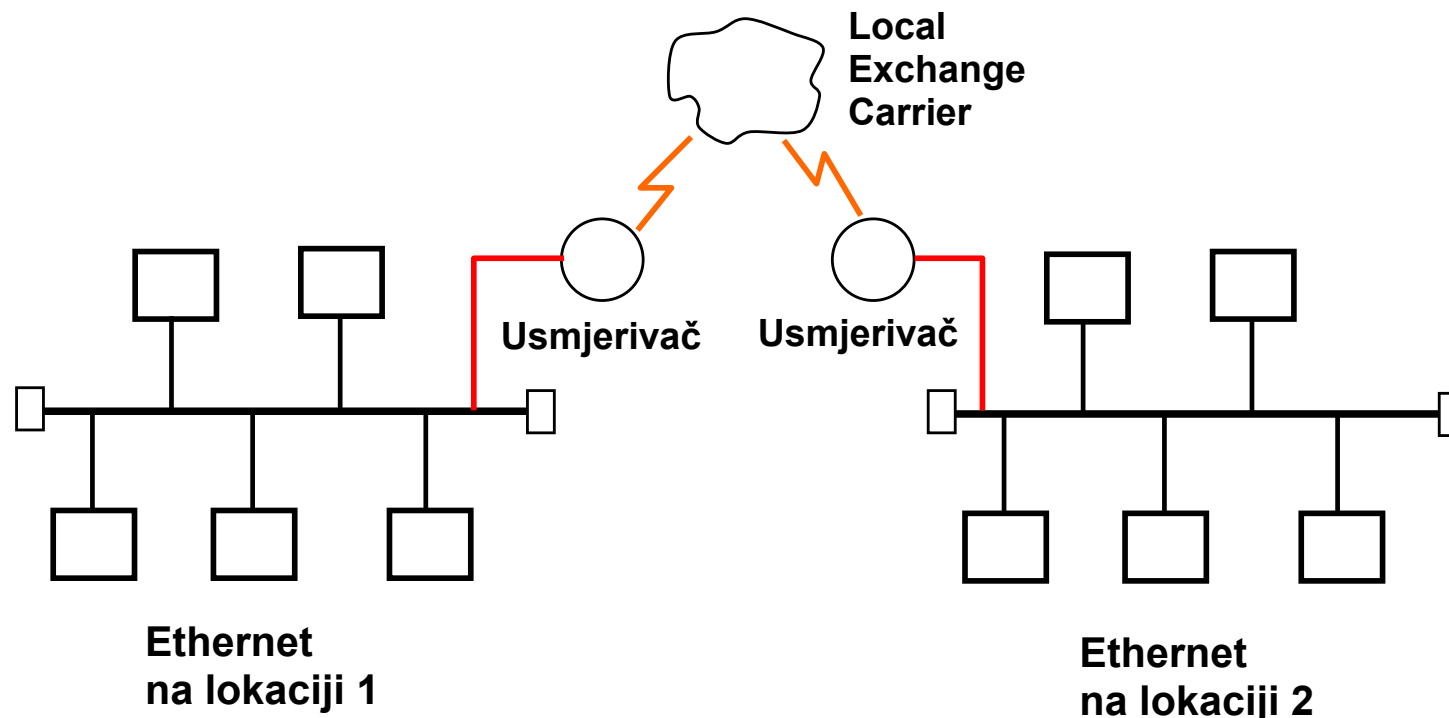


- Ova topologija je danas dominantna u klasičnim LAN-ovima.
- Fleksibilna je i proširiva.
- Relativno jeftina u usporedbi sa sofisticiranijim LAN-ovima sa striktno reguliranim metodama pristupa.
- Pouzdanost u radu i lako rukovanje.
- Mala cijena instalacije sistema i nadogradnje sistema.

3.2. MAN mreže

MAN

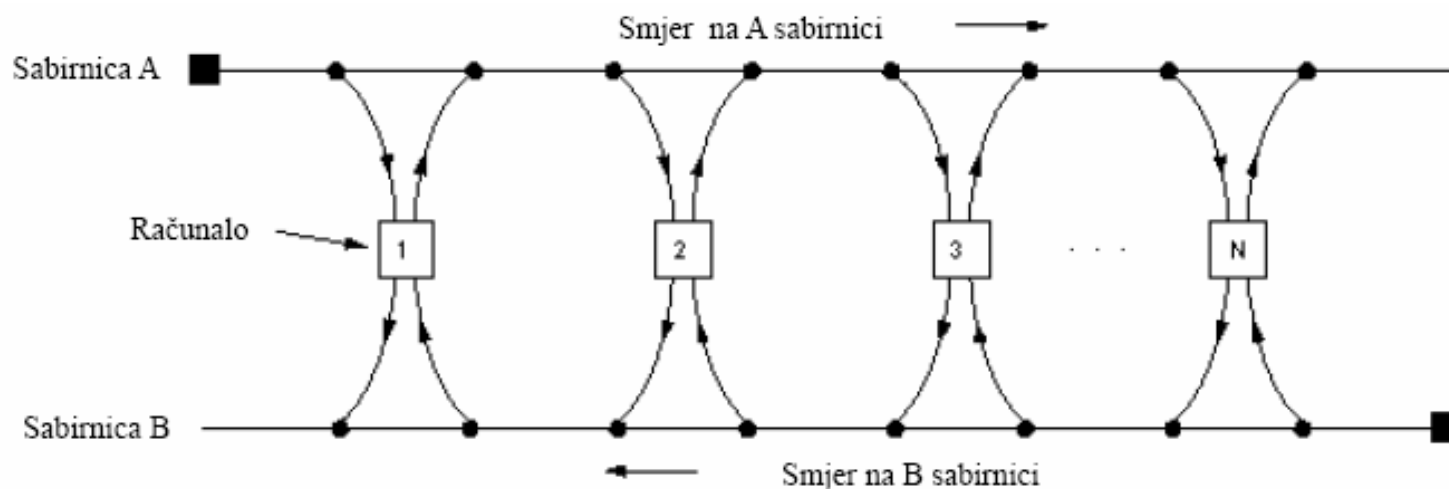
- Veća inačica LAN-a (gradska mreža, do 160 km sa brzinama od 44,736 Mbps).
- Javne ili privatne/podaci ili govor.
- Difuzijske – bez prespojenih čvorova.
- Mogu se razlikovati od LAN-ova po načinu ožičenja.
- Standard: IEEE 802.6 – DQDB (Distributed Queue Dual Bus).



MAN mreže

MAN

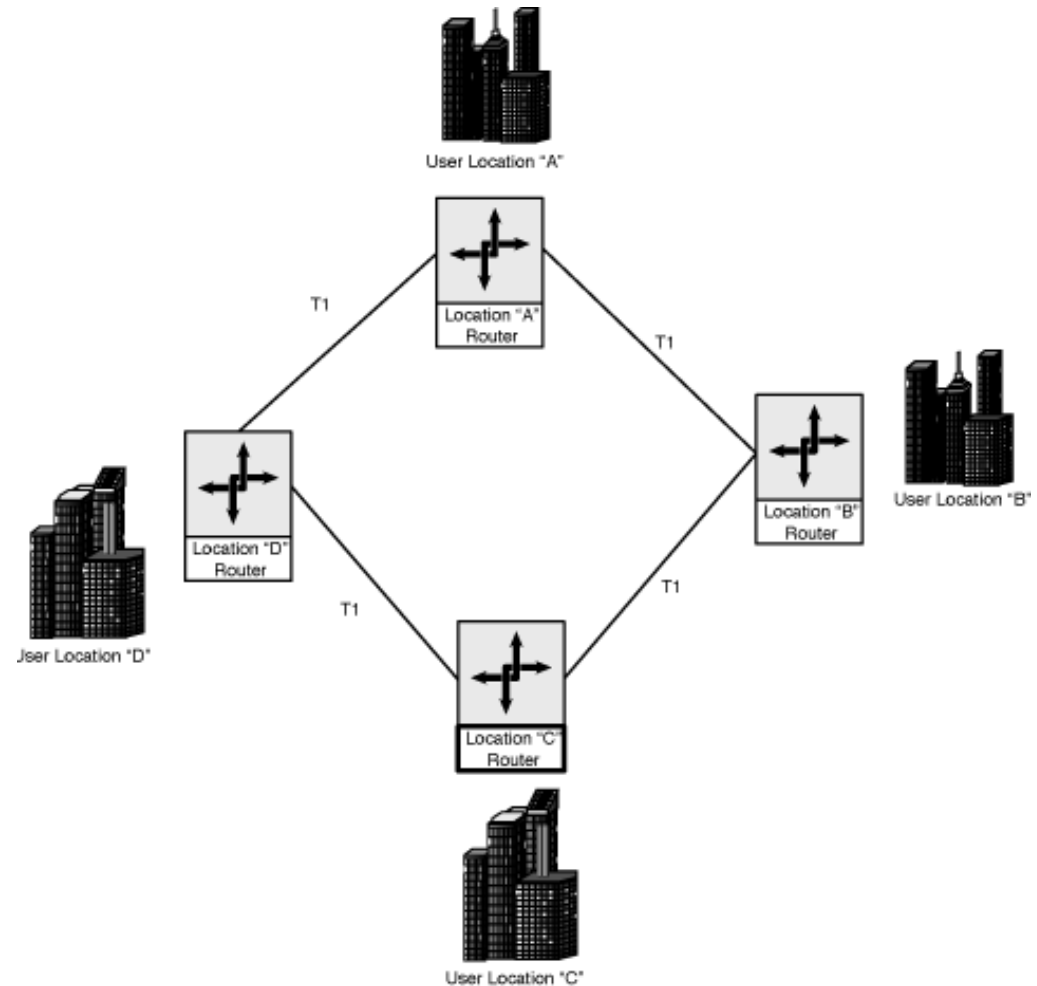
- Nijedan od standarda za LAN nije pogodan za upotrebu kod MAN mreža.
- Standard: IEEE 802.6 – DQDB (Distributed Queue Dual Bus).
- Mreža se sastoji od dvije jednosmjerne sabirnice na koju su svi računari povezani.
- Svaka stanica mora znati da li je određite desno ili lijevo kako bi poslala podatke sabirnicom A ili B. Stanice podatke slažu u red tj. po FIFO principu.



3.3. WAN mreže

WAN

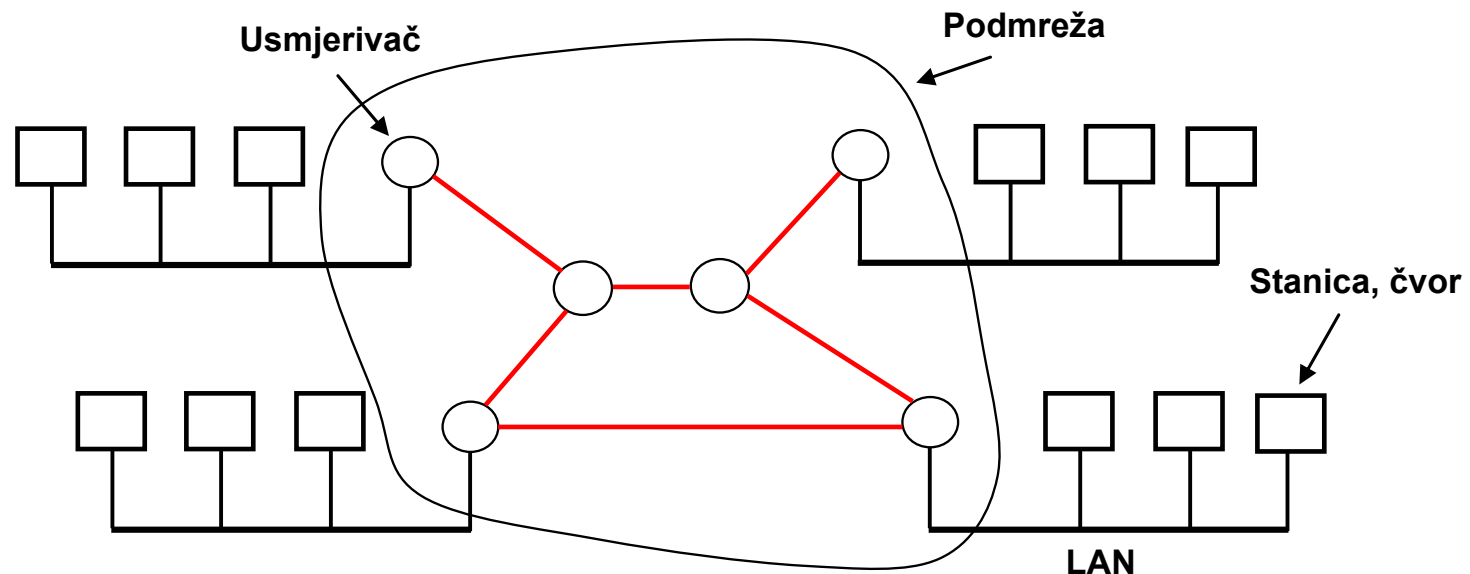
- LAN mreža sve do routera.
- Više povezanih rutera čini WAN - mrežu širokog područja, koja može biti raširena na polju jedne države ili kontinenta (100 do 1000 km).
- Što se tiče topologija, one su gotovo iste, samo su osnovne jedinice umjesto računala LAN-ovi.
- Dakle, WAN je sistem povezanih LAN-ova.



WAN mreže

Osnovni elementi WAN mreže

- **Stanice ili čvorovi** (Hosts) – računari u lokalnoj mreži koji izvode korisničke aplikacije (korisnički aspekt).
- **Podmreža** (Subnet) – umreženje stanica = prijenosne linije + prospojni čvorovi. Prenosi poruke od stanice jednog LAN-a do stanice drugog LAN-a (komunikacijski aspekt).
- **Prijenosne linije** (Transmission lines) prenose bitove između stanica.
- **Usmjerivači** (Routers, switching elements) specijalizirani računari koji povezuju prijenosne kanale i odlučuju po kojom će izlaznom kanalu poslati podatak koji stigne s ulaza.



3.4. INTERNET

INTERNET

- “Mreža svih mreža”, “globalna mreža”.
- **Internet je globalna mreža računara svih vrsta koja objedinjuje hiljade različitih računarskih mreža širom svijeta koje koriste iste tehničke standarde kako bi se ostvarila međusobna komunikacija.**
- Preteča Interneta je ARPANET (Advanced Research Projects Agency NETwork) - projekt mreže Ministarstva odbrane USA-a iz 60-tih godina za vojne potrebe.
- 1991.godine uveden je Gopher servis razvijen u laboratorijima University of Minnesota (USA) koji je uveliko olakšao upotrebu Interneta.
- Prema zamislima Tim Berners-Lee 1993.godine osmišljena je prva inačica današnjeg WWW u The European Laboratory for Particle Physics in Switzerland (CERN) i prvi grafički orijentiran preglednik - MOSAIC.
- Predstavljanjem NETSCAPE-a 1994.godine i INTERNET EXPLORERA-a 1995.godine, te nove brze mrežne arhitekture nastaju temelji Interneta kakvog danas poznajemo.

INTERNET

Razumijevanje pojmova Internet, internet i Ethernet.

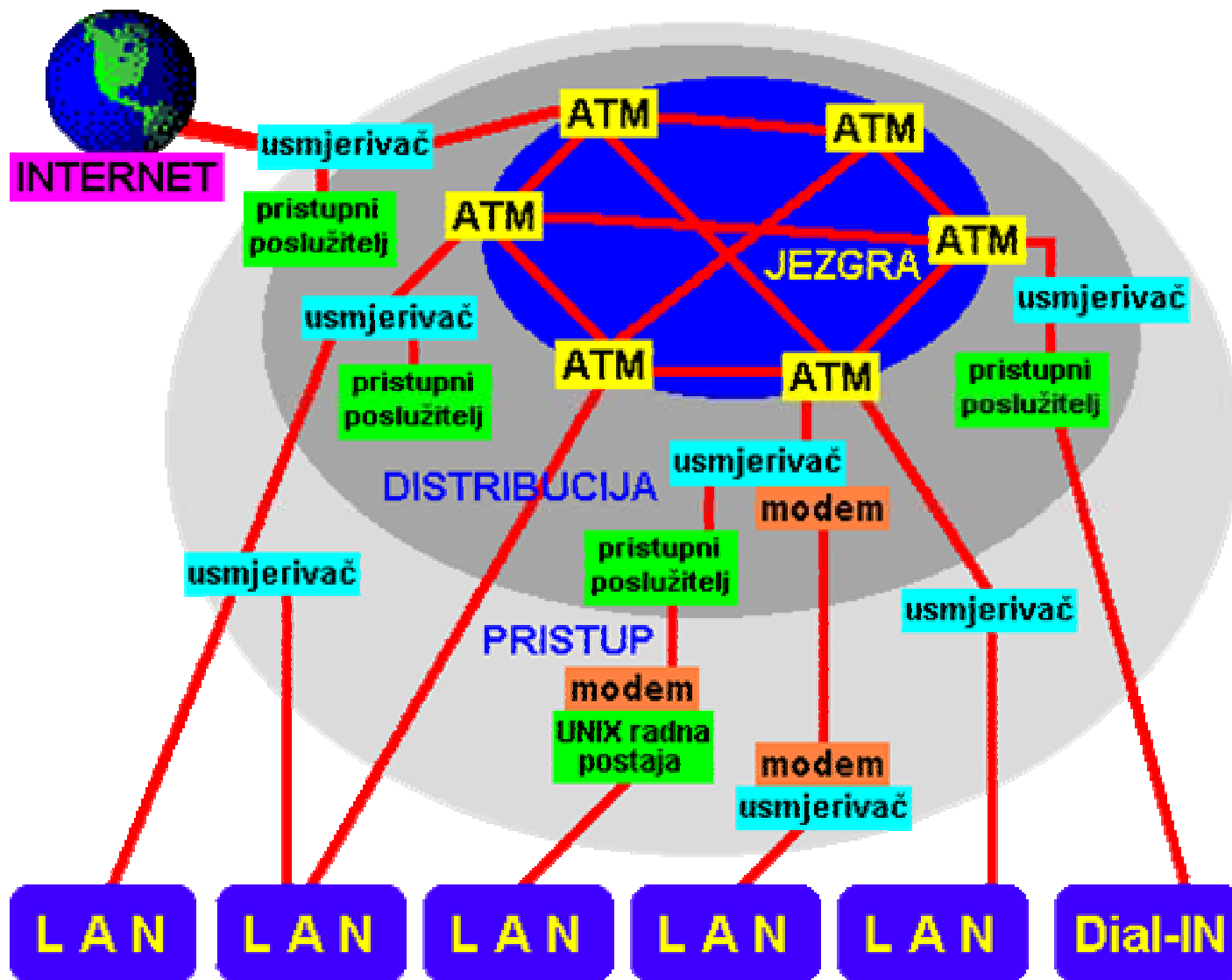
- **internet** – mrežnom opremom povezani računari ili mreže.
- **Internet** - između računara u internetu vrši se razmjena podataka i pružaju usluge (servisi).
- **Ethernet** - fizički prijenos podataka (bit-ova) između računara po standardu koji nosi ovo ime (ima i drugih načina).

INTERNET

Faktori koji utječu na brz rast korisnika Interneta

- Prijateljski raspoložena programska potpora za korištenje Interneta. Razvoj tehnologije omogućio je da se umjesto dosadnih komandi znanih samo računarskim ekspertima koristi grafičko sučelje s malim slikama (ikonama) pomoću kojih je rad s računarom postao razumljivim prosječnom čovjeku pa i djetetu.
- Jednostavan pristup omogućen preko bilo koje lokacije gdje postoji telefonska linija.
- Stalno smanjivanje troškova pristupa Internetu, mada za nas još uvijek skupo.
- Sve je veći broj korisnih (i nekorisnih) informacija dostupnih putem Interneta.
- Smanjeni troškovi firmama za obavljanje poslovnih transakcija zbog brzine razmjene podataka.
- Strah firmi od tehnološkog zaostajanja u odnosu na konkurenciju te se moraju pojaviti na Internetu.

REALIZACIJA INTERNETA

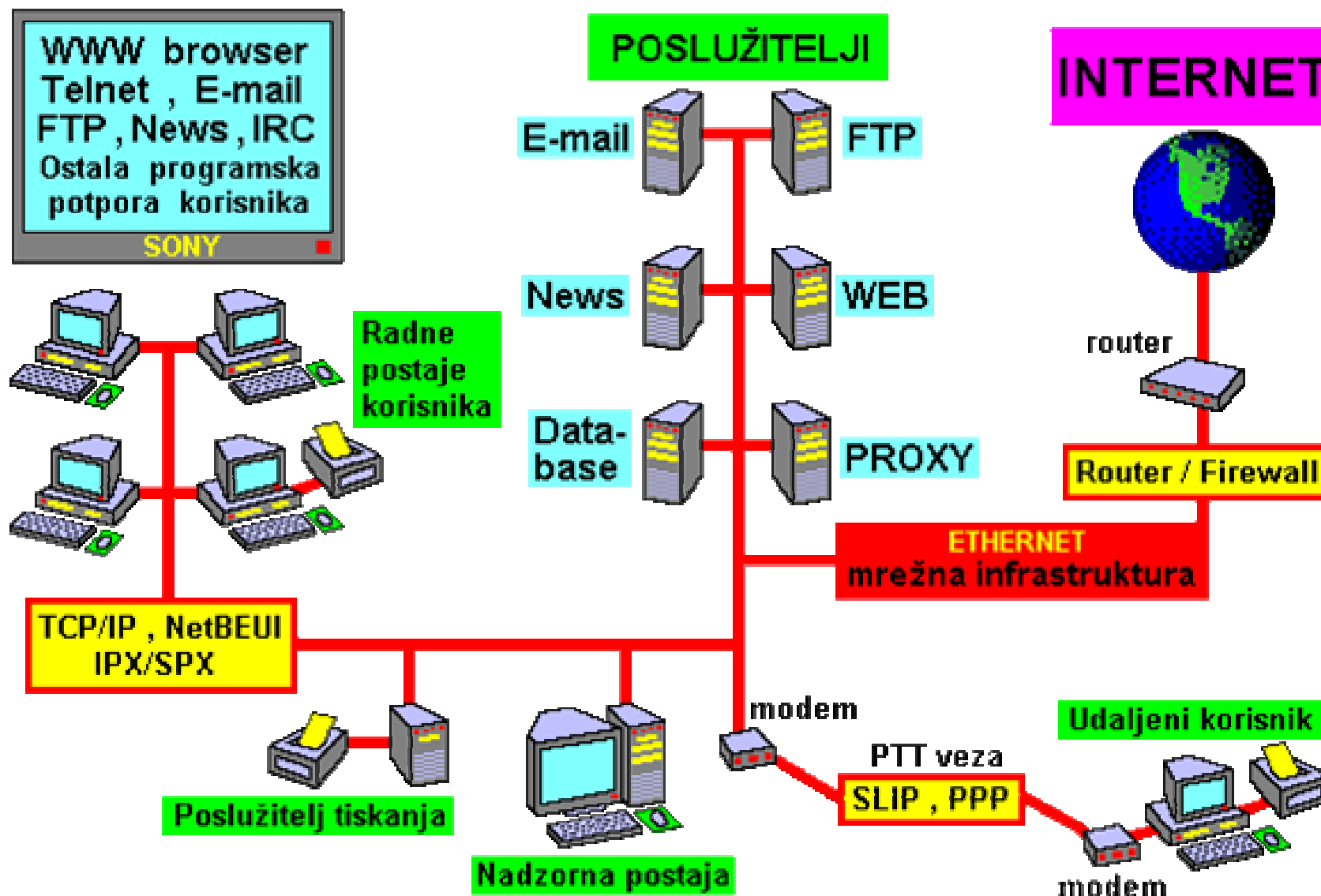


Značaj komunikacijskih mreža

Mreža je omogućila slijedeće:

- **Dijeljenje resursa** - podaci, programi, oprema dostupni svima na mreži bez obzira na fizičku udaljenost.
- **Pouzdanost** - podaci smješteni na više strojeva zbog mogućeg kvara.
- **Uštedu** - umjesto brzog ali skupog velikog računara više PC-a, skalabilnost: client-server model.
- **Komunikacija među razdvojenim djelatnicima.**
- **Dostup do udaljenih informacija** - financije, kupovina, on-line novine, WWW.
- **Komuniciranje** - email, discussison groups, video konferencije.
- **Zabavu** - video na zahtjev, interaktivni video i TV, igre.

Primjer: Lokalna mreža povezana za Internet



3.5. Mrežni uređaji (sklopovi)

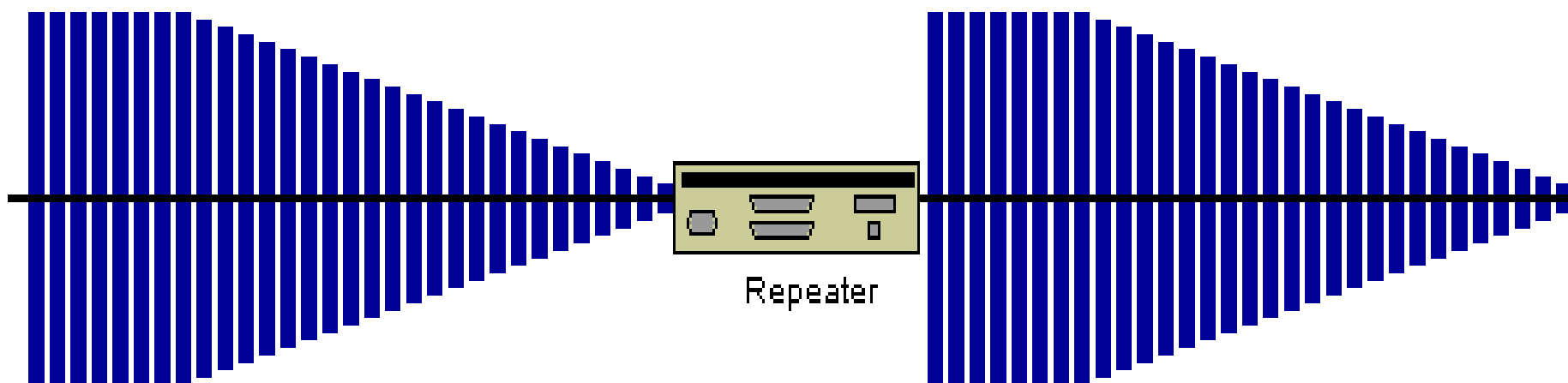
- **Internet je velika mreža internih mreža, povezanih za tu svrhu dizajniranim uređajima, na rubovima koji su krajnji korisnici.**
- Zahtjevi za povezivanje korisnikovog računara s Internetom su:
 - **Fizička povezanost** - mrežna kartica, mrežni uređaji (sabitnica, zvijezda ...)
 - **Logička povezanost** - protokoli (najčešće broadcast i token-passing)
 - **Aplikacije** - prikazuju informacije (Internet explorer, outlook ...)

Komponente mrežnog sistema dijele se u tri grupe:

- **Uređaji krajnjeg korisnika** (End-user devices) - računar, štampač, poslužitelj ...
- **Mrežni uređaji** (Networking devices) - router, switch, hub, bridge ...
- **Spojni vodovi** (Cabling) - bakreni, optički, bežični ...

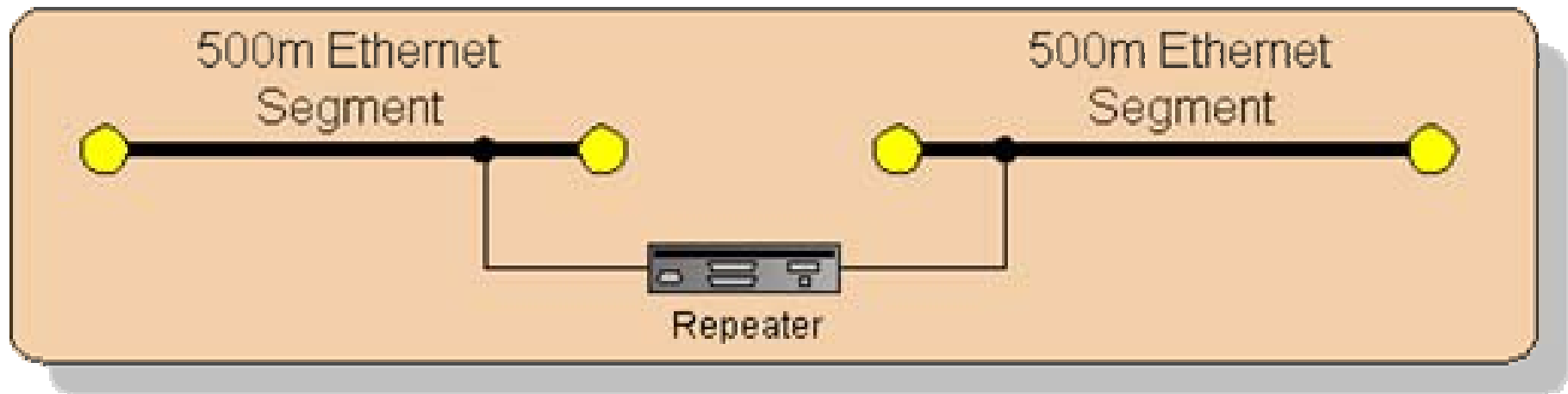
Repeater (obnavljač signala)

- Veliki problem u mrežama je pojava slabljenja signala nosioca podatka uslijed utjecaja raznih smetnji. Električni signali se gube/mijenjaju i zbog otpora žice. Ova pojava ograničava duljine kabela koji se mogu koristiti.
- Obnavljač signala je uređaj/sklop koji uklanja ovu poteškoću. On se veže između dva kabela segmenta mreže.
- Bilo koji signal koji dolazi u obnavljač sa jednog segmenta, biti će pojačan i ponovo emitiran u drugi segment.



Repeater (obnavljač signala)

- Broj obnavljača koji se mogu povezati u lanac je ograničen. To je zato jer mreža pretpostavlja maksimalnu duljinu kablenskog segmenta i vrijeme propagacije (odnosno, puta paketa kroz mrežu). Na primjer, svaka Ethernet mreža postavlja maksimalno vremensko ograničenje za svaki električni signal da prođe kroz cijelu mrežu. Korištenje obnavljača usporava brzinu signala.
- Dobra strana obnavljača je da su jednostavni za proizvesti i time jeftini.

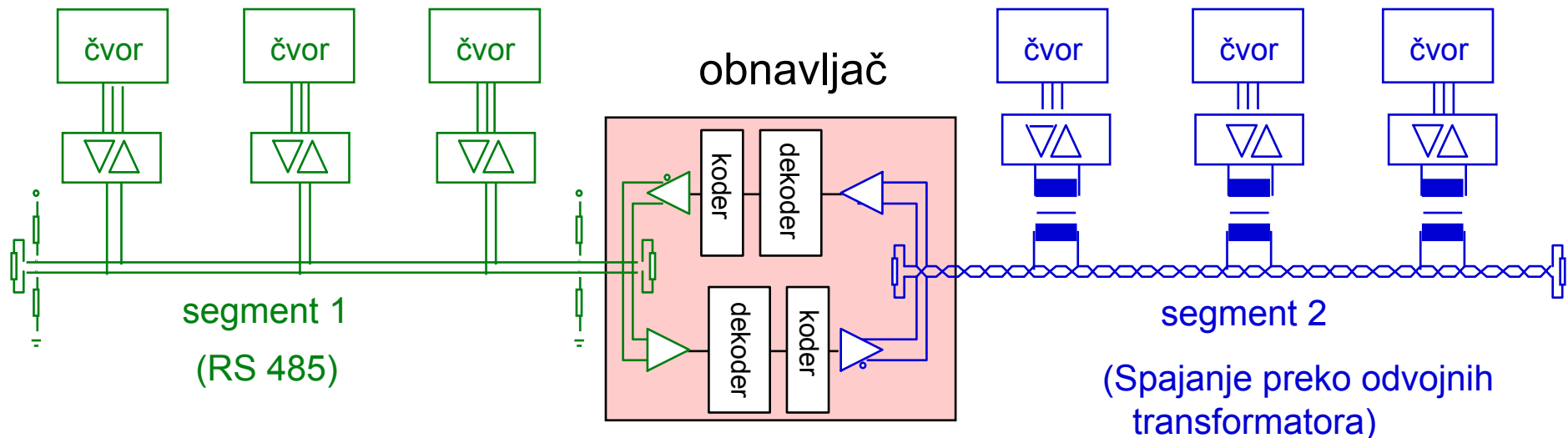


Repeater (obnavljač signala)

- Loša strana obnavljača signala, koji su u osnovi primitivni uređaji, je što "ne razumiju" prirodu signala koji pojačavaju.
- Mogu se suočiti sa 3 vrste ulaznih signala:
 - Pravilno formatirani podatak koji se treba repetirati (kada je određite podatka u repeatorovom segmentu mreže)
 - Pravilno formatirani podatak koji se ne treba repetirati (kada određite podatka nije u repeaterovom segmentu mreže)
 - Nepravilno formatirani podatak ili šum, koji se naravno, ne treba repetirati.
- Obnavljač će repetirati (retransmitirati) sva 3 tipa signala iako bi trebao repetirati samo prvi. Ovo nepotrebno povećava mrežni promet.

Repeater (obnavljač signala)

Obnavljač se može koristiti i za prijelaz s jednog medija na drugi unutar iste mreže.

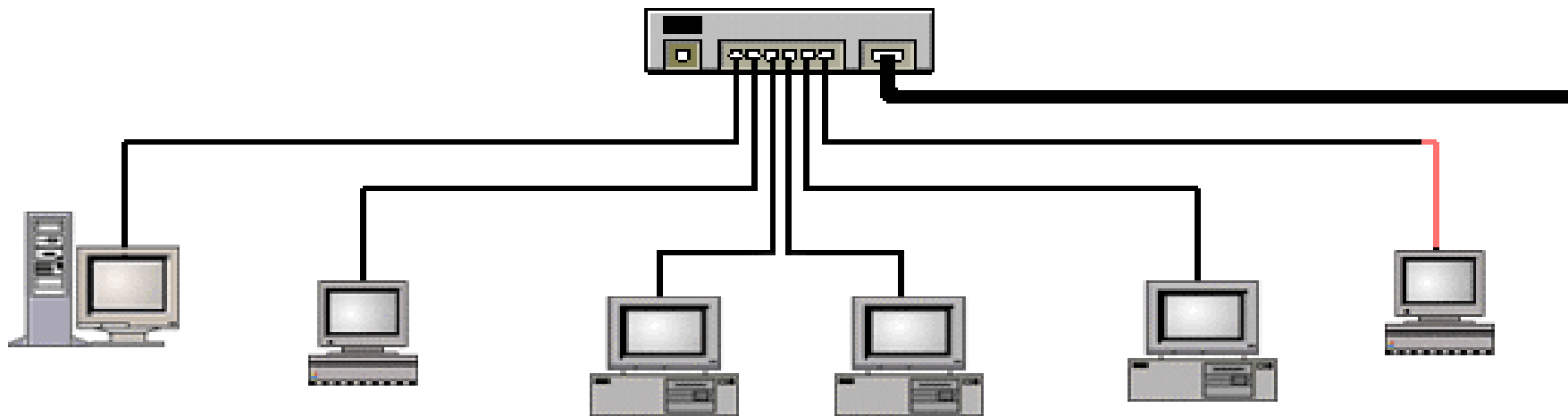


Obnavljač:

- dekodira i preoblikuje signal (poznajući njegov oblik),
- prepoznaje smjer prijelaza i prosljeđuje okvir,
- otkriva i prosljeđuje kolizije,
- unosi nepredvidljiva kašnjenja koja nastaju zbog sinhronizacije signala i prevladavanja kolizije.

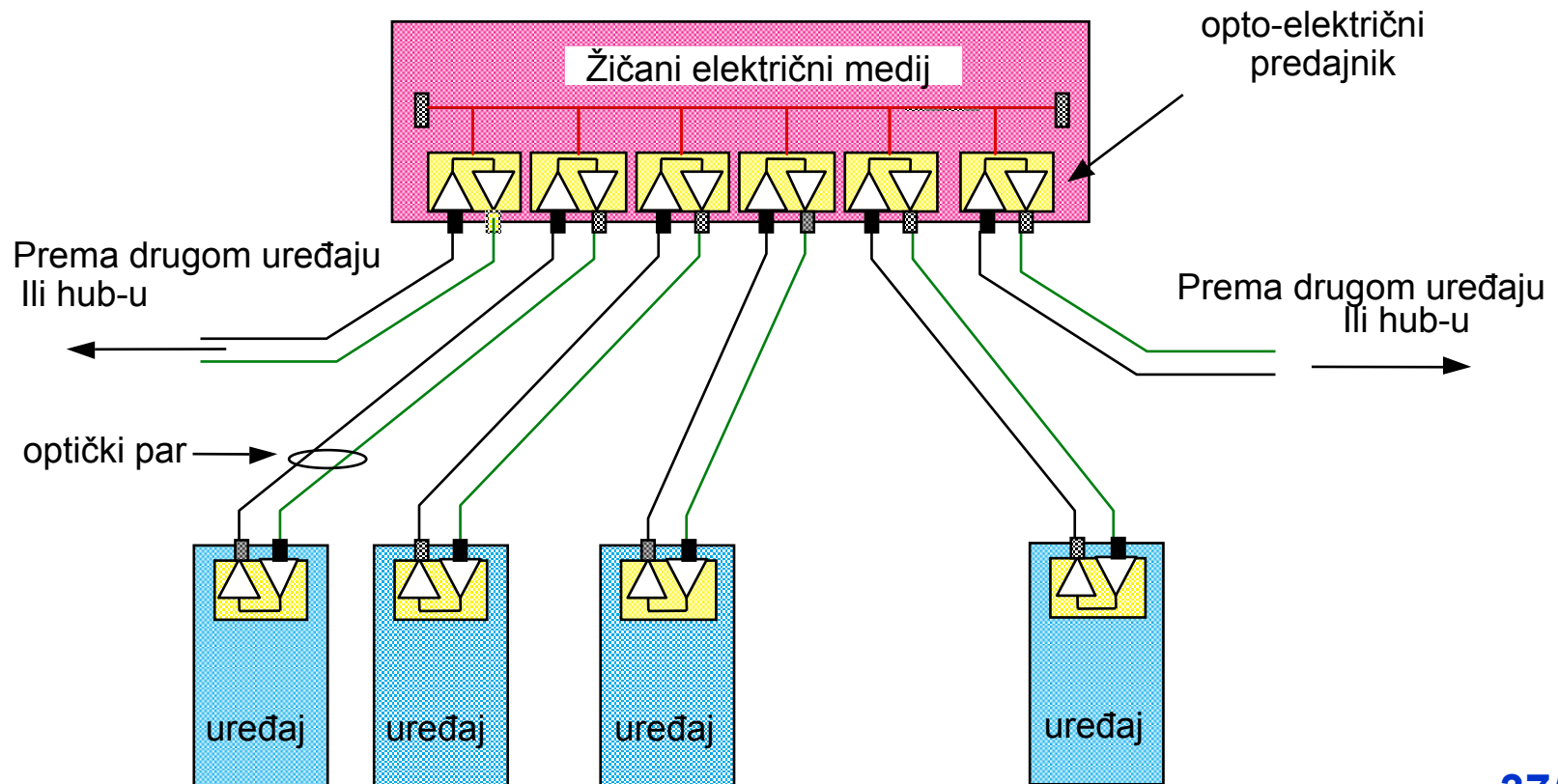
Hub (koncentrator)

- Glavna funkcija koncentratora je da replicira podatke koje prima sa jednog uređaja na sve ostale koji su na njega priključeni.
- Dolaze u mnogim oblicima i veličinama.
- Razlikuju se po broju uređaja koje mogu povezivati, dužini žica s kojima mogu raditi, i tipu medija koji podržavaju. Obično ne povezuju velik broj uređaja.



Hub

- Koncentrator je kolekcija obnavljača koji povezuju pojedinačne (point-to-point) linije u sabirnicu (npr. za optičke kabele).
- Koristi se naziv "hub" u Ethernet standardu.
- Posjeduje zvijezdastu topologiju, ali sabirničku strukturu.

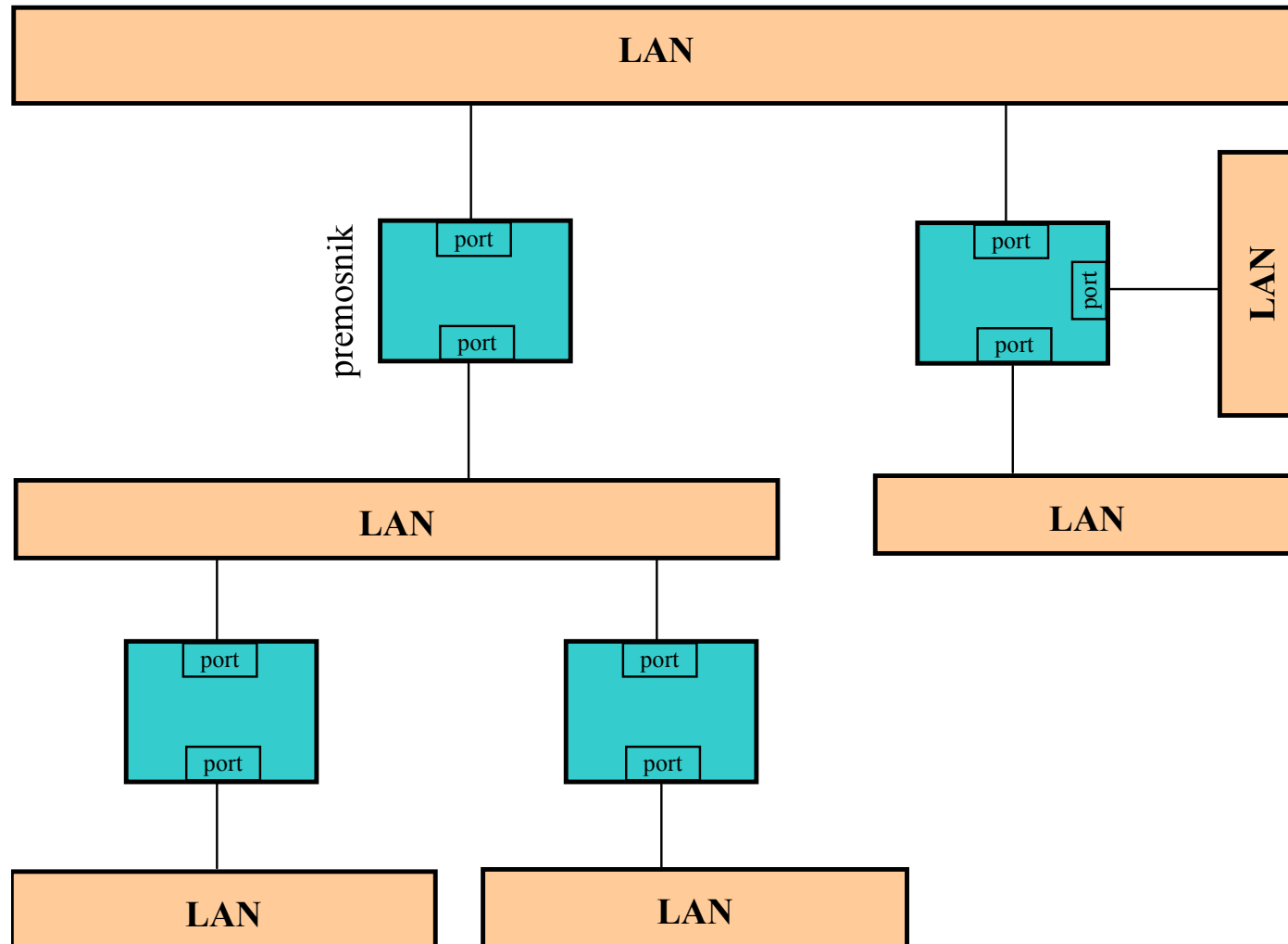


Bridge (premosnik)

- Premosnici operiraju na podatkovnom sloju prema OSI specifikaciji.
- Povezuju dva LAN-a jednog s drugim i prosljeđuju podatke prema njihovoj MAC (media access control = kontrola pristupa mediju) adresi.
- Često je koncept router-a poznatiji od bridge-a.
- Mogli bismo premosnika promatrati i kao "low-level" usmjerivača (routera - koji funkcionira na network OSI sloju, prosljeđujući prema IP adresama).
- Postoje lokalni i udaljeni premosnici.
- Udaljeni povezuju dva udaljena LAN-a preko veze koja je često spora (na primjer, telefonska linija).
- Lokalni povezuje dva LAN-a koji su relativno blizu (isti kat ili zgrada). Sa lokalnim premosnikom brzina nije problem.

Bridge (premosnik)

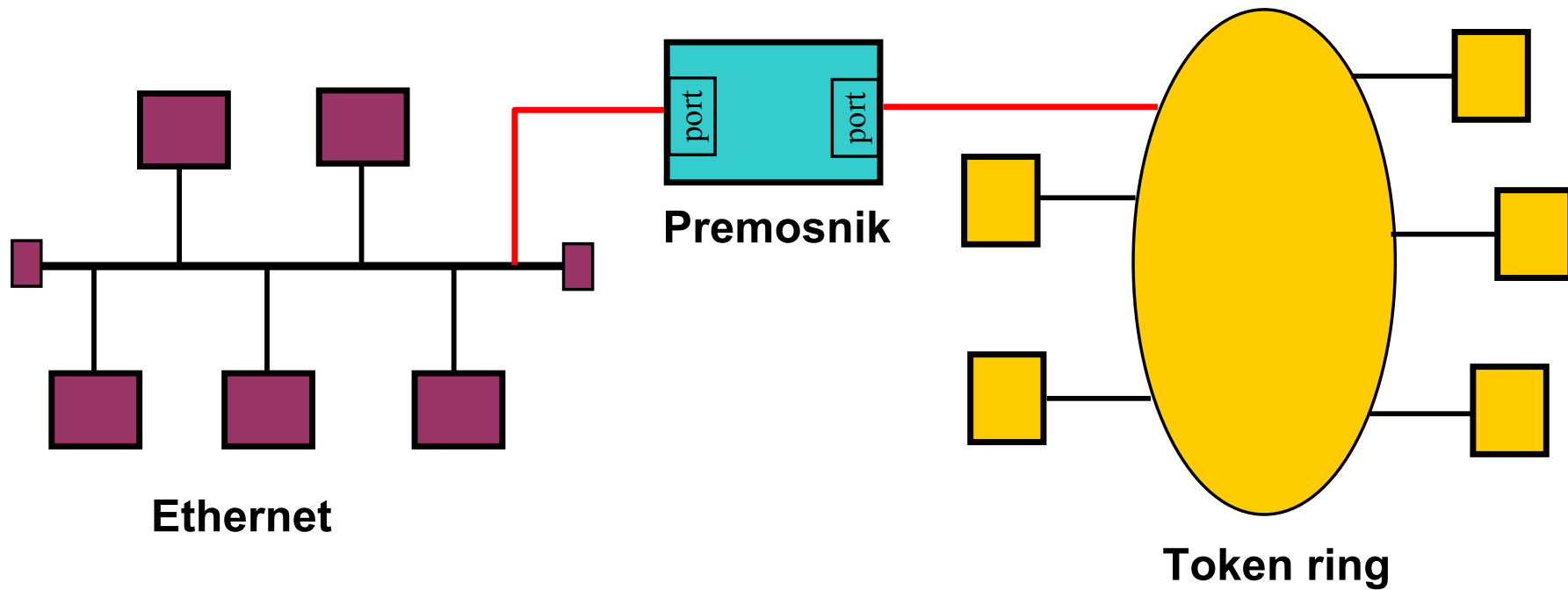
Primjer 1. Umrežavanje sa premosnicima (lokalne mreže).
Algoritmom premoštavanja izbjegavaju se petlje i postiže se redundancija.



Bridge (premosnik)

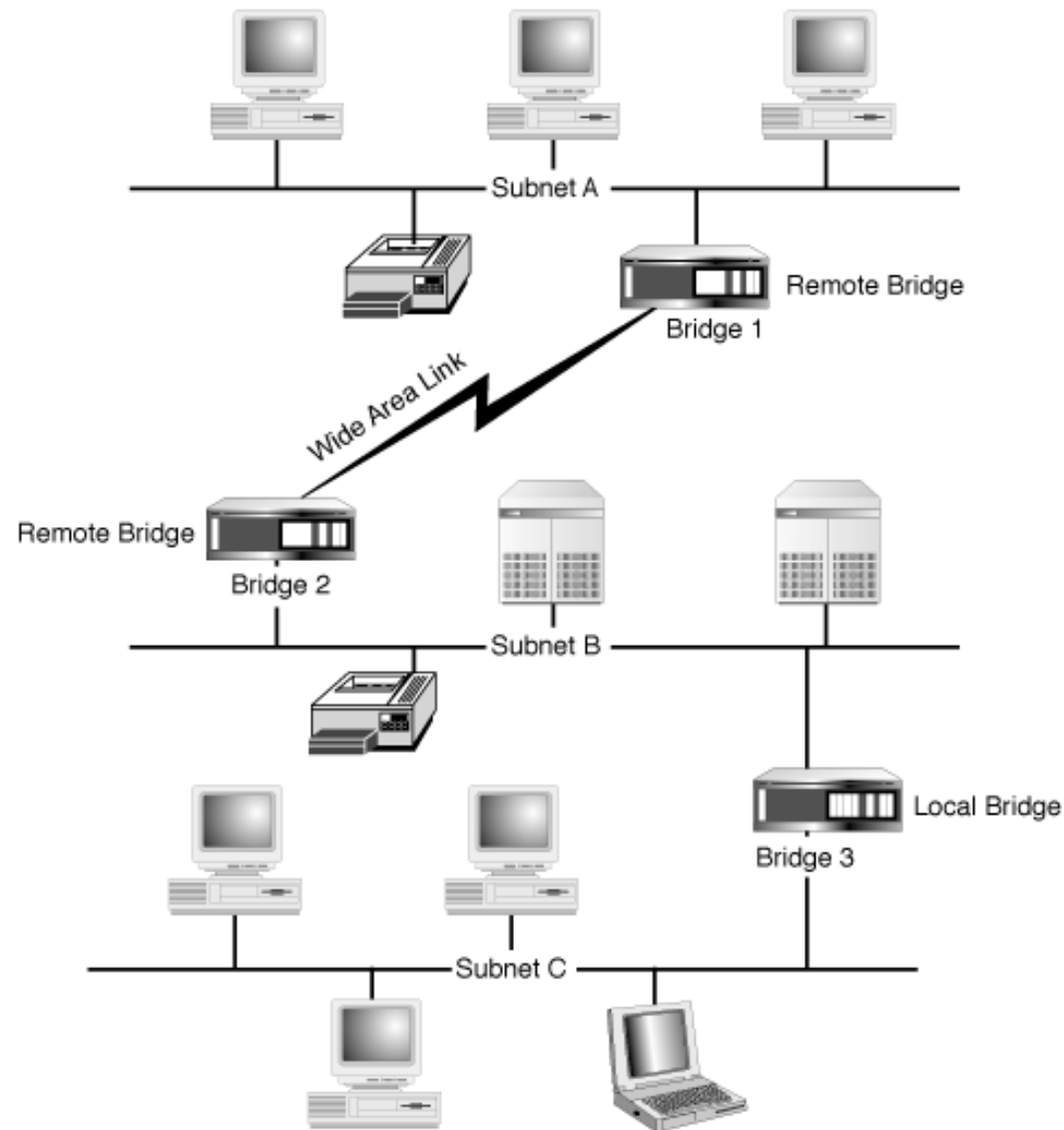
Primjer 2. Umrežavanje sa premosnicima (različite mreže).

Povezivanje Ethernet i Token ring mreža.



Bridge (premosnik)

Primjer 3. Umrežavanje s premosnicima (globalna mreža).

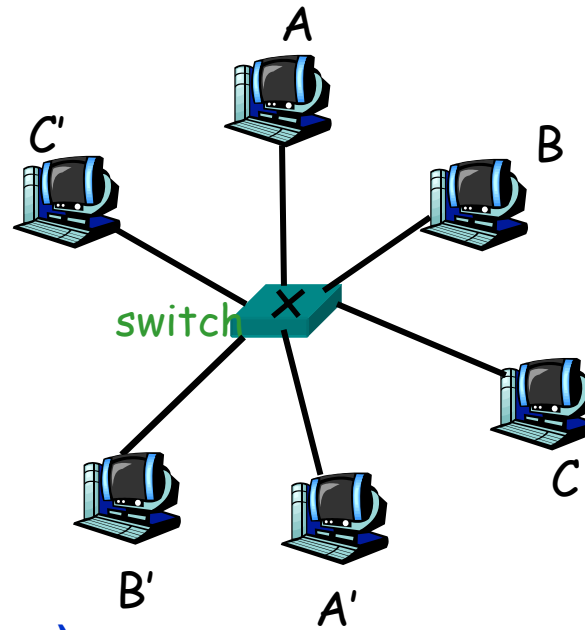


Switch (preklopnik)

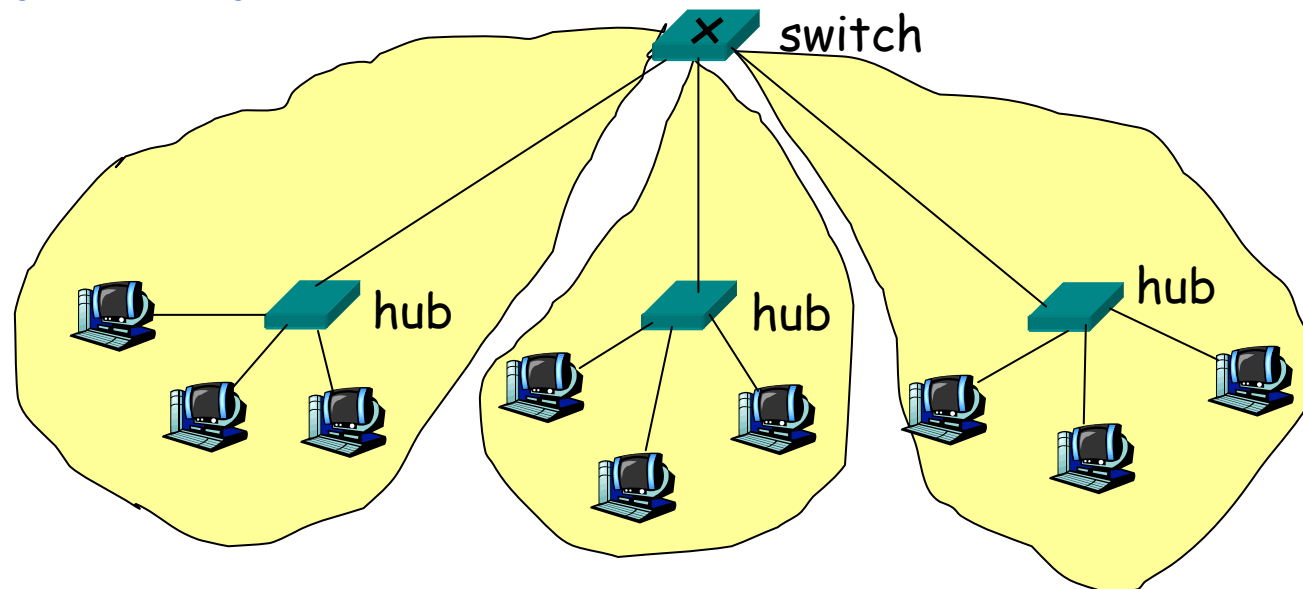
- Preklopnici funkcioniraju na način da "razbijaju" velike mreže sa gustim prometom u manje podmreže koje je lakše kontrolirati.
- Preklopnici dopuštaju pojedinim uređajima (ili grupama uređaja) da "posjeduju" vlastite segmente komunikacijskog kanala spojenih na preklopnik visoke brzine, koji se brine za komunikaciju među segmentima.
- Switchevi se hardverski ne razlikuju mnogo od usmjerivača, koncentratora i premosnika.
- Međutim, 3 ključna faktora izdvajaju preklopnike od mrežne "braće": brzina (switchevi su puno brži), metodologija prosljeđivanja (razvijenija) i veći broj portova.
- Preklopnici usmjeravaju podatke kroz razne segmente mreže koristeći integriranu logiku, kroz tzv. Application-Specific Integrated Circuits (ASICs).
- Poput bridge-a, switchevi dijele velike mreže i sprečavaju nepotreban tok mrežnog prometa od jednog segmenta do drugog.

Switch (preklopnik)

Povezivanje stanica



Odvajanje područja (domena)

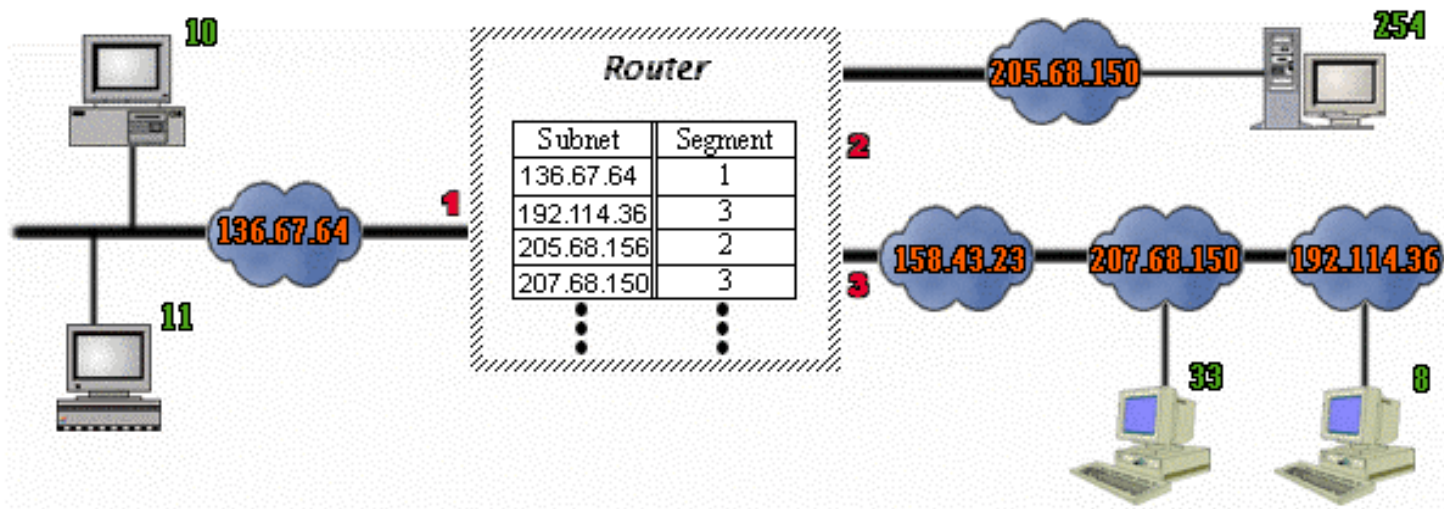


Switch (preklopnik)

- U slučaju međusegmentnog prometa, usmjeravaju podatke samo preko segmenata koji sadrže izvorišnu i odredišnu tačku.
- Preklopnici osiguravaju dodatne mogućnosti mrežnog pristupa (povećavajući brzinu i smanjujući latenciju (vrijeme čekanja) sustava) ograničavajući protok podataka u lokalne segmente osim ako podaci nisu adresirani na točku u nekom drugom segmentu.
- U tom slučaju, switch pregledava odredišnu adresu i prosljeđuje podatke samo preko odredišnog segmenta, ostavljajući druge priključene segmente slobodne od zastoja, sa (teoretskom) mogućnošću unutar-segmentnog prometa.
- Umjesto pasivne veze između segmenata, switch osigurava da mrežni promet opterećuje najmanji mogući broj segmenata.

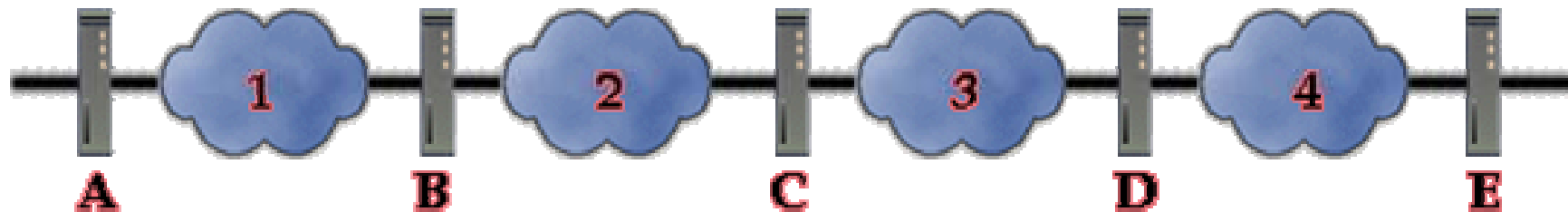
Router (usmjerivač)

- Usmjerivač povezuje dvije ili više mreže i prosljeđuje pakete podataka između njih.
- On uzima dolazeće pakete sa jedne linije i prosljeđuje ih na drugu i pri tom te linije mogu pripadati mrežama sa različitim protokolima (npr. IPX, IP, OSI paketni protokol bez spajanja, itd.).
- Kada podaci stignu iz jednog od segmenata, router odlučuje, prema tablici rutiranja, u koji segment treba proslijediti podatke. Iako je svaka od veza u odvojenoj fizičkoj mreži, onda se može povezati s drugim mrežama kroz usmjerivač. Na taj način se može povezati virtualno neograničen broj mreža.

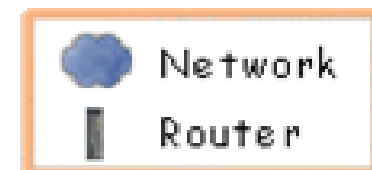


Router (usmjerivač)

- Usmjerivač je zapravo računar specijaliziran za zadatke međupovezivanja mreža. On premješta podatke od izvora do odredišta neovisno o mrežnim sklopovima koji su između.
- U donjoj konfiguraciji, tablica rutiranja usmjerivača B bi usmjerivaču A poručila da podaci koji putuju u mrežu 4 trebaju poći u usmjerivač C. Paketi koji kreću iz mreže 1 u mrežu 4 putovali bi kroz usmjerivač B u mrežu 2, itd., dok ne bi stigli do svog odredišta.
- Usmjerivač je sličan prenosniku (oboje imaju procesor, memoriju i nekoliko različitih I/O sučelja, svaki za drugačiji tip mreže koji povezuje), ali dok su prenosnici u OSI modelu nalaze na podatkovnom sloju, usmjerivači se u OSI modelu nalazi u mrežnom sloju. Dakle, usmjerivač koristi podatke koji su za stupanj više od onih u prenosniku



A very simple network configuration



Router (usmjerivač)

Zadaci usmjerivača:

- **Optimiranje puteva rutiranja.** Usmjerivač koristi algoritme rutiranja koji određuju optimalni put do odredišta. Ovi algoritmi održavaju tablice rutiranja koje sadržavaju informacije o putu podatka, poput slijedećih koraka do odredišta.
- **Preklapanje - transport paketa preko mreže.** Kada računar želi poslati podatke preko mreže, on mora formirati paket (koga još nazivamo i okvir), koji sadrži usmjerivačevu fizičku adresu i odredišnu adresu ciljnog računara. Usmjerivač pretražuje svoju tablicu dok ne nađe odredišni računar. Ako nema podataka za put do cilja usmjerivač obično poništi paket, a ako postoje podaci, fizičku adresu u paketu zamjenjuje sa adresom slijedećeg skoka i ponovo šalje paket.

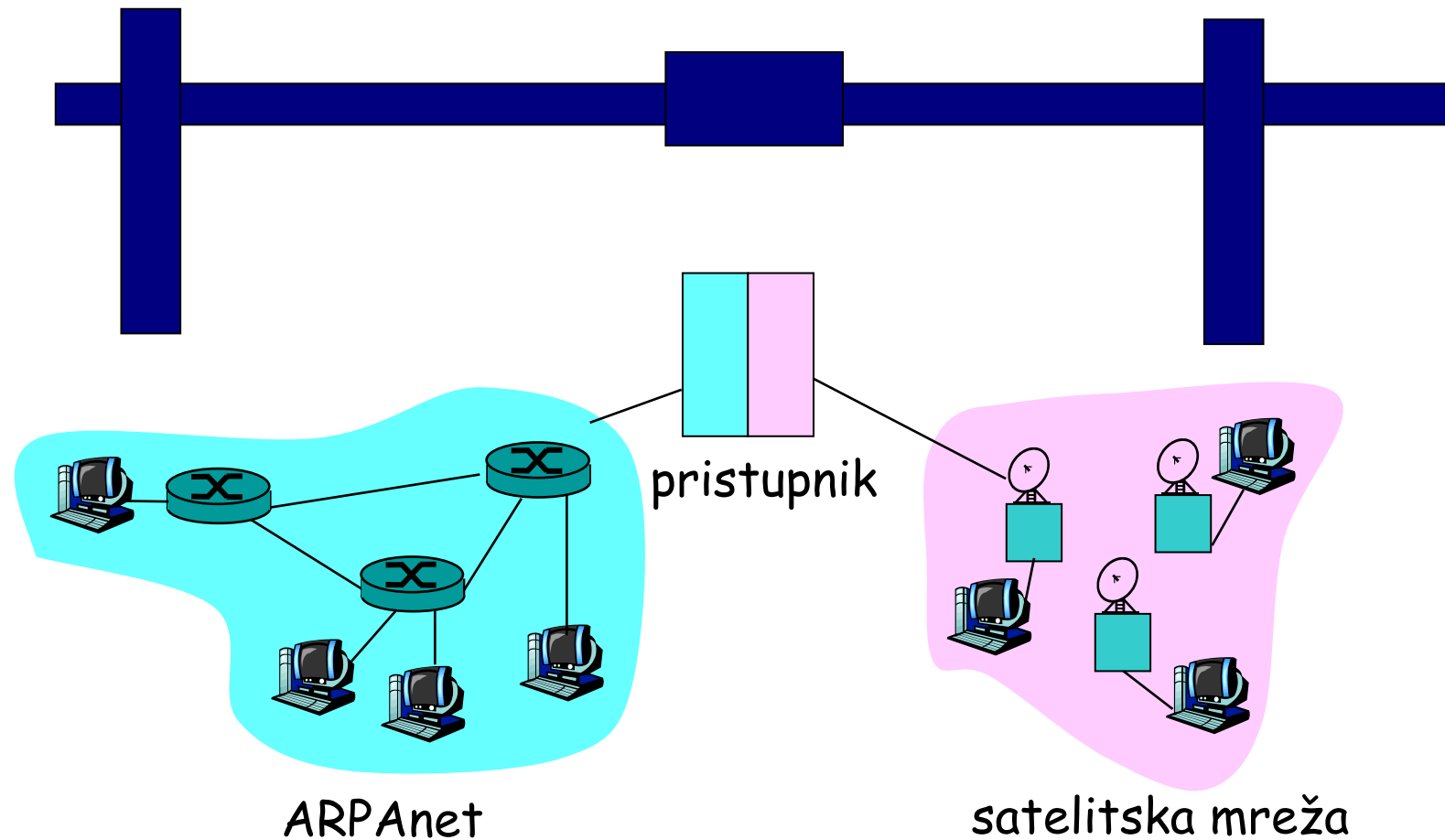
Skok ne mora nužno biti odmah na odredišni računar, može biti i na drugi usmjerivač koji potom ponavlja proces. Paket može proći kroz više usmjerivača na svom putu, i svaki put se mijenja fizička adresa odredišta paketa.

Gateway (poveznik, pristupnik)

- Nije ništa drugo do usmjerivač uz još neke dodatne module. Usmjerivač je nasloženiji uređaj jer omogućuje regeneraciju signala, koncentraciju više priključaka, konverziju podataka i upravljanje protokom podataka. Kada je priključen kao izlazni uređaj lokalne mreže mora znati pretvoriti brzu **Ethernet** komunikaciju u relativno sporu **serijsku** komunikaciju (ovisno o vrsti).
- Na Ethernet strani koristi se MAC adresa a na izlaznoj strani IP adresa. Upravo MAC adresa njegovog Ethernet porta je podrazumna izlazna adresa za računare te se naziva DEFAULT GATEWAY (Windows-XP). Ako se vrši konverzija mrežnog protokola onda je ovo uređaj četvrtog sloja OSI modela.
- Moderni usmjerivači i preklopnici i njihovi protokoli omogućuju da se jedna jedinstvena mrežna adresa može podijeliti u više podmreža, koje se opet prema svijetu vide kao jedna. Mreža se dijeli na Virtualne Lan-ove (VLAN - 802.1Q protokol), te se pojedine vrste prometa mogu zabraniti za pojedina VLAN-ove kao i komunikacija između njih što doprinosi sigurnosti lokalne mreže.

Gateway (poveznik, pristupnik)

Pristupnik – primjer povezivanja različitih mreža

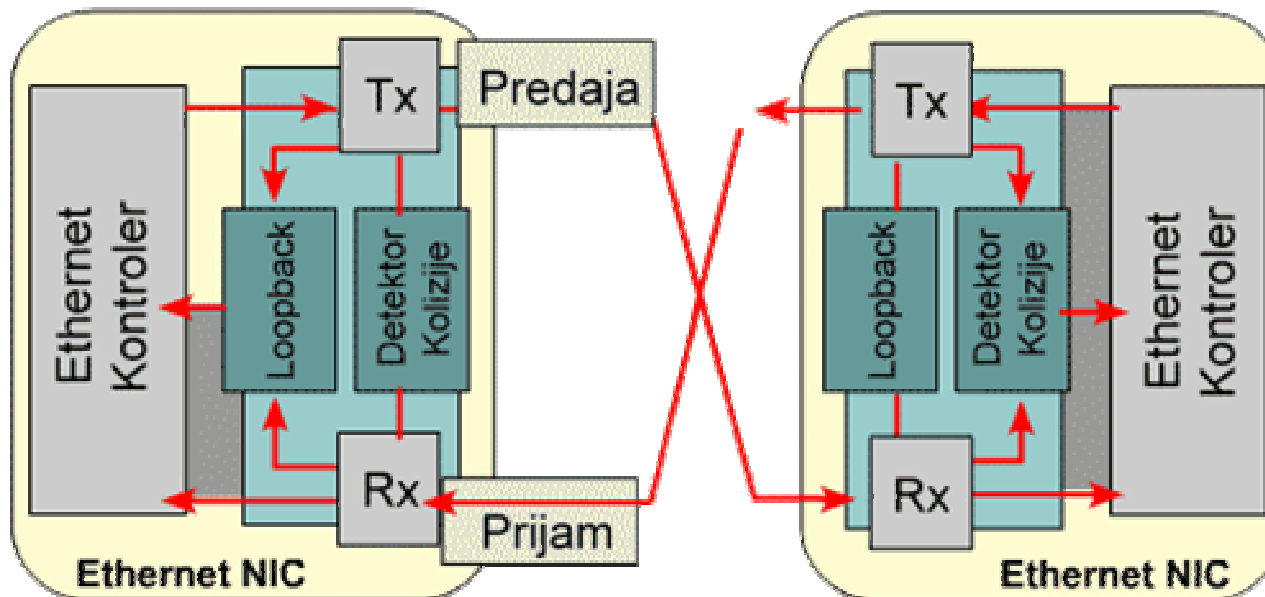


Mrežna kartica

- Network interface card (NIC) - u prijevodu kartica mrežnog sučelja ili mrežna kartica je dodatna kartica koja se smješta u slot na matičnoj ploči računala, ili u PCMCIA slot na laptopu, ili čak preko paralelnog porta.
- Zovu je još i LAN-adapter i predstavlja početnu tačku svake mrežne komunikacije.
- NIC uzima podatke koji trebaju biti poslani sa računara, razbija ih u pakete, šalje do odredišta i ponovo ih spaja u originalne podatke iz paketa.
- Tokom procesa, firmware (hardverske instrukcije u samoj kartici) provodi provjeru grešaka da bi prepoznao eventualni gubitak podataka tokom prijenosa, a sve kako bi se zagarantirao dolazak prave informacije na pravo mjesto.
- Pri odabiru kartice treba poštovati protokole (Ethernet / Token-passing / FDDI) i tip medija (Twisted Pair / Coacs / wireless / fiber-optic).

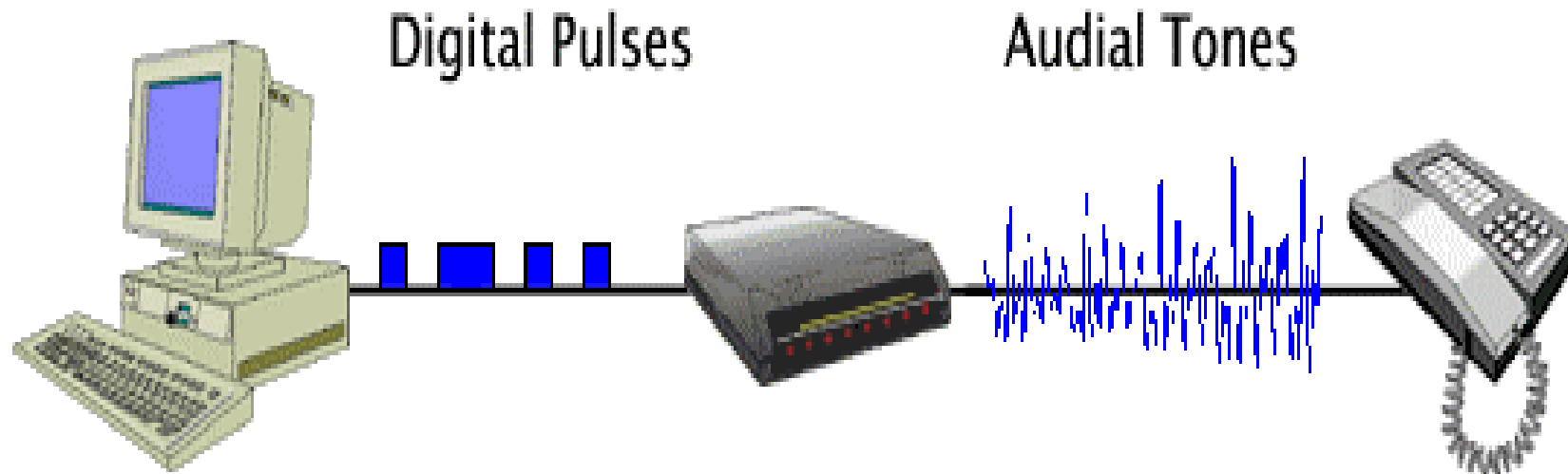
Mrežna kartica

- Ima jedinstveni kod nazvan MAC (Media Access Control). To je binarni broj od 48 bit-a, koji se često prezentira u heksadekadnoj formi u obliku PP-PP-PP-SS-SS-SS. Pvih 24 bit-a (PP...) oznaka su proizvođača, a narednih 24 bit-a (SS...) pripadaju serijskom broju kartice.
- Po naputcima ISO ne može postojati više kartica s istim serijskim brojem, što znači da je MAC adresa jedinstvena. Ima je PC, printer, Ethernet port usmjernika.
- Blok shema komunikacije dvije mrežne kartice.



Modem

- Riječ "modem" je skraćenica od "MOdulator-DEModulator".
- Modem je uređaj koji pretvara digitalne podatke koji potiču sa terminala ili računala, u analogne signale koje koriste glasovne telekomunikacijske mreže poput javne telefonske mreže.
- Na jednom kraju, modem pretvara digitalne impulse u tonove u frekvencijskom području telefonske mreže, a na drugom te iste tonove pretvara u digitalne impulse.



Modem

- Modemi su dobavljeni u različitim brzinama prijenosa, koje se mjere u bitovima u sekundi (BPS), što se također naziva i BAUD. Standardne modemske brzine su 9600 bauda, 14400 bauda, 28800 bauda, 33600 bauda i 56800 bauda.
- Današnji modemi podržavaju napredne algoritme za detekciju i ispravljanje pogrešaka već na hardverskom nivou.

Postiže se korištenjem protokola poput:

- MNP (Microcom Networking Protocol) - protokol koji je tvrtka Microcom razvila za full-duplex (dvosmjerno u isto vrijeme), komunikaciju bez pogrešaka. MNP je razvijen da bi pronalazio i ispravljao greške prouzročene telefonskim linijama sa mnogo šuma i ima 5 varijanti.
- ITU-T (The International Telecommunication Union) je zajednički naziv za više protokola, a poznati su jer im imena počinju sa V (poznati pod imenom "V-dot" (V tačka) standardi. Primjerice:
 - V.42: Kontrola grešaka na modemima od 9600 buda. Standard podržava MNP-2 do MNP-4.
 - V.34: Kontrola grešaka za standardne 28800 baud modeme i 14400 baud faks uređaje.

3.6. Mrežni softver

Mrežni softver je funkcionalno organiziran u **slojeve**.

Sloj jednog čvora komunicira s istim slojem drugog čvora.

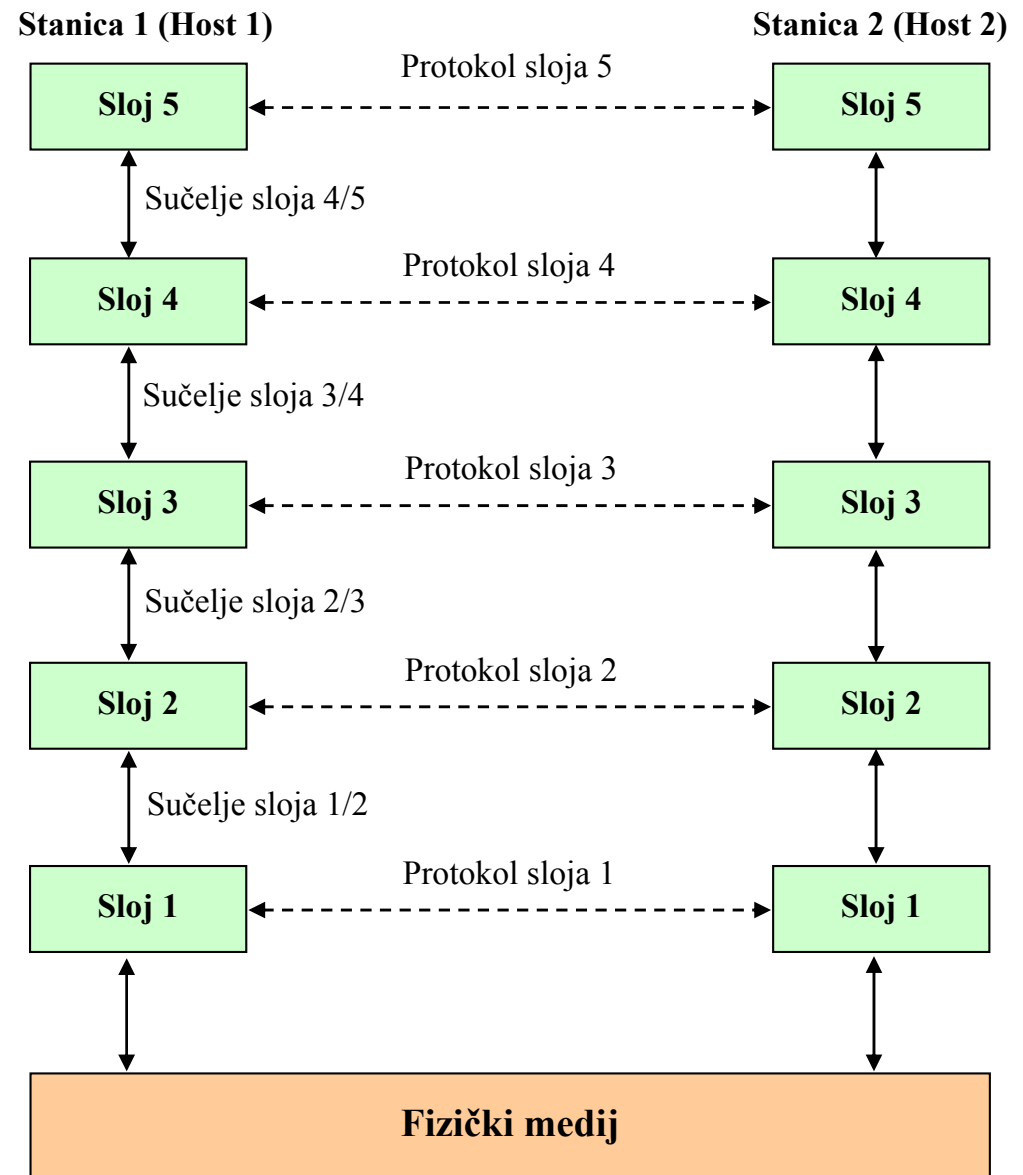
Protokol je skup pravila prema kojima se odvija komunikacija između partnerskih slojeva.

Fizički medij – bakreni ili optički kabel ili neki bežični prijenosni medij.

Sučelje – definira usluge koje jedan sloj pruža drugome.

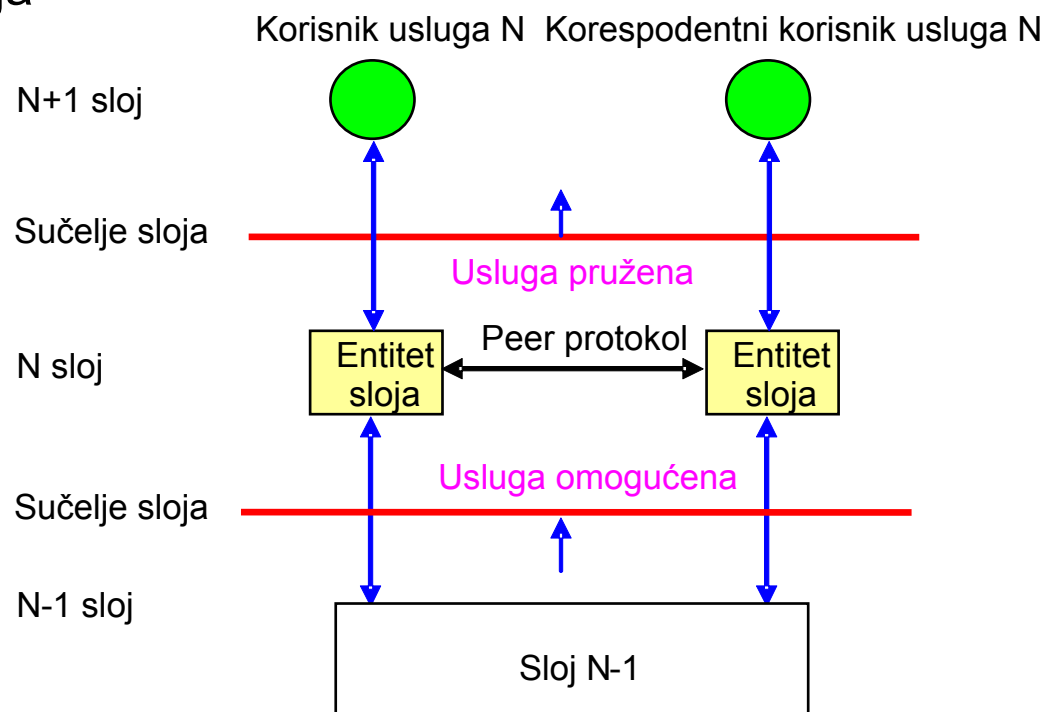
Treba voditi računa o:

- Očuvanje jednostavne i čiste strukture.
- Svaki sloj obavlja njemu specifične akcije.



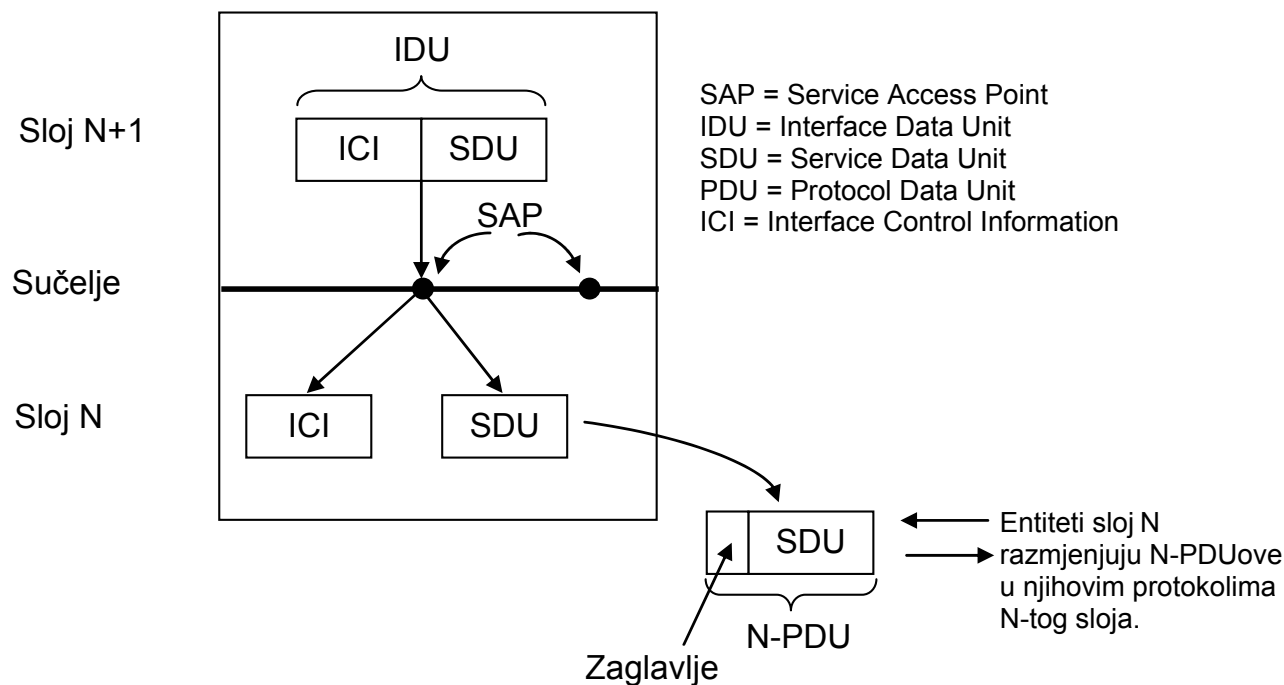
Slojevi i protokoli

- **Skup slojeva i protokola** formiraju mrežu.
- Protokoli sadrže informacije šta se događa u slojevima i kako partnerski slojevi komuniciraju.
- Svaki sloj pruža usluge susjednom nadređenom sloju.
- Skup komunikacijskih protokola čini **slog protokola** (Protocol stack), pri čemu se koristi jedan protokol po sloju.
- **Entiteti** su aktivni elementi sloja (process/IO chip).
Partnerski entiteti su entiteti različitih korisnika usluga na istoj razini sloja.
- Entitet N-tog sloja pruža usluge (N+1) sloju.
- **Pružatelji i korisnici usluga** (Service providers and users).
Sloj N je poslužitelj, a sloj N+1 korisnik usluga.



Sučelje (interface) slojeva

- **Tačke pristupa usluzi (SAP).** Ulazne tačke sloja N kojima sloj N+1 može pristupiti. SAP ima adresu koja ga jednoznačno identificira.
- **Podatkovna jedinica sučelja (IDU).** Informacija koju sloj N+1 šalje na SAP. IDU se sastoji od SDU-a i upravljačke informacije sučelja (ICI).
- **Podatkovna jedinica usluge (SDU).** Dio IDU-a koji se šalje partnerskom entitetu.
- **Podatkovna jedinica protokola (PDU).** SDU se razbija u više PDU-ova koji se kao paketi šalju dalje.



Vrste usluga

Dvije vrste usluga

1. **Spojno-orijentirane usluge** (connection oriented service).

Usluge slične uslugama telefonskog sistema. Sistem uspostavlja vezu, šalje podatke i razvrgava vezu. Podaci izlaze redosljedom kako su poslani.

- **Uspostavljanje veze** (Connection setup).
- **Prijenos podataka** (Data transfer).
- **Razvrgavanje veze** (Connection termination).

2. **Bespojne usluge** (connectionless service).

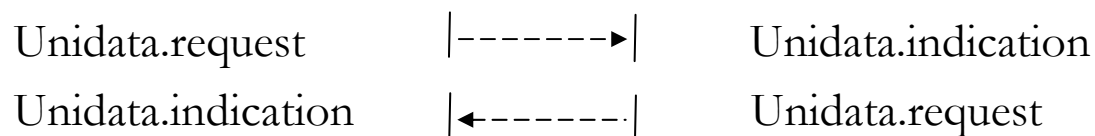
Kao kod pošte. Svaka poruka sadrži punu adresu odredišta. Svaka poruka može slijediti različitu putanju do odredišta. Redosljed isporuke ne odgovara nužno redosljedu slanja poruka.

- **Prijenos podataka** (Data transfer).

Uslužni primitivi

- **Specificiraju usluge. Predstavljaju operacije koje su na usluzi entitetu.**
- **Moguće klase primitiva:**
 - Zahtjev (Request)** – Entitet predajnik želi uraditi neki posao.
 - Nagovijest (Indication)** – Entitet prijemnik je obaviješten o nekom događaju.
 - Odgovor (Response)** – Entitet prijemnik odgovara entitetu predajniku.
 - Potvrda (Confirm)** – Entitet predajnik prima odgovor od entiteta prijemnika.

Primjer bespojnog protokola:



Primjer spojno-orijentiranog protokola:

