



Internet

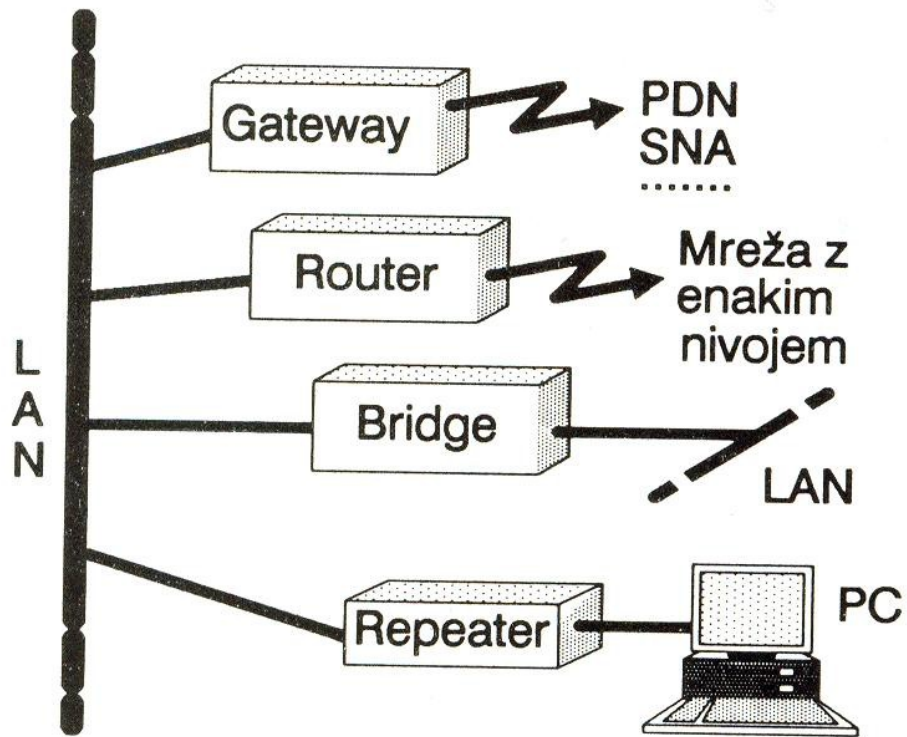


Dve ali več povezanih enot z namenom, da si delijo podatke ali resurse so postaje na omrežju.

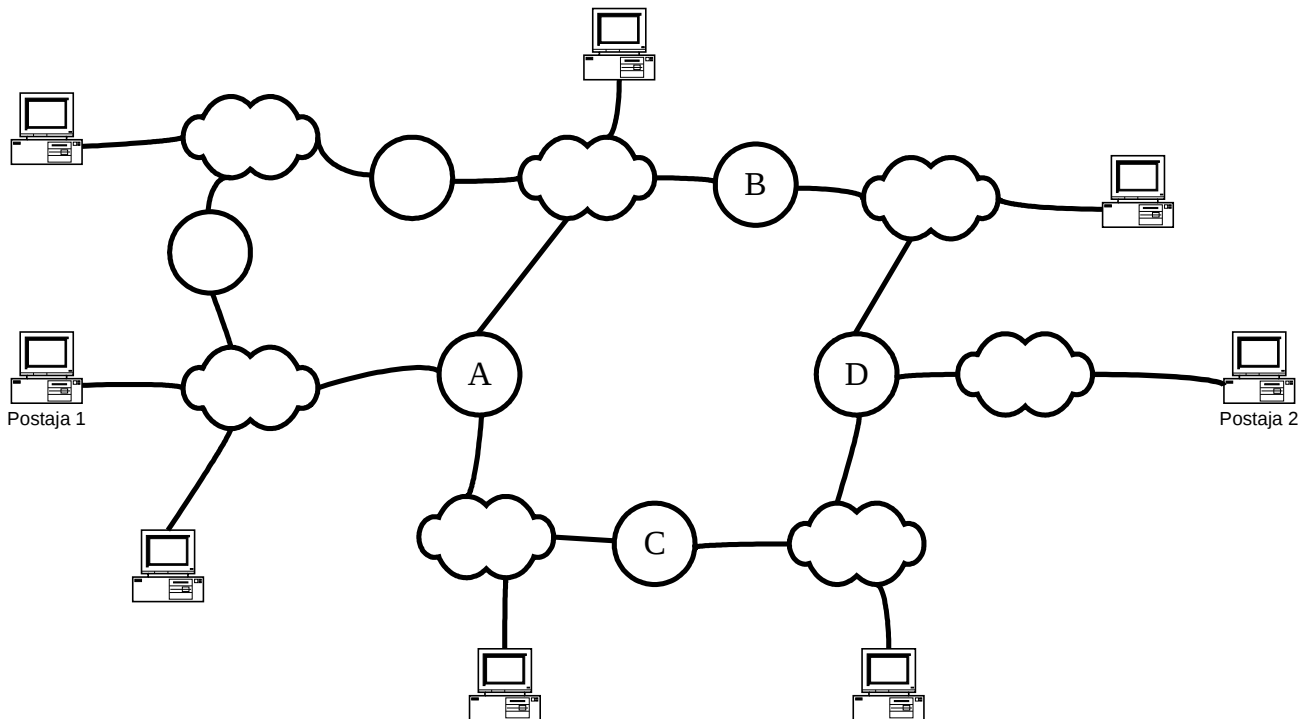
Sestavljanje omrežja je bolj zapleteno kot preprosto povezovanje s kablom:

- ✓ Lokalna mreža (LAN) lahko zajema večje razdalje kot jih omogoča sam povezovalni medij (kabel); rabimo *repeaterje* (regeneratorje).
- ✓ Število postaj je lahko preveliko za učinkovito pošiljanje blokov ali upravljanja mreže (management) - mreže je potrebno deliti; za urejanje prometa med razdeljenimi lokalnimi omrežji rabimo *bridge* (most).
- ✓ Povezava številnih lokalnih mrež v internet zahteva dodatni povezovalni enoti imenovani *router* (usmerjevalnik) in *gateway* (prehod).

Povezovalne naprave na internetu

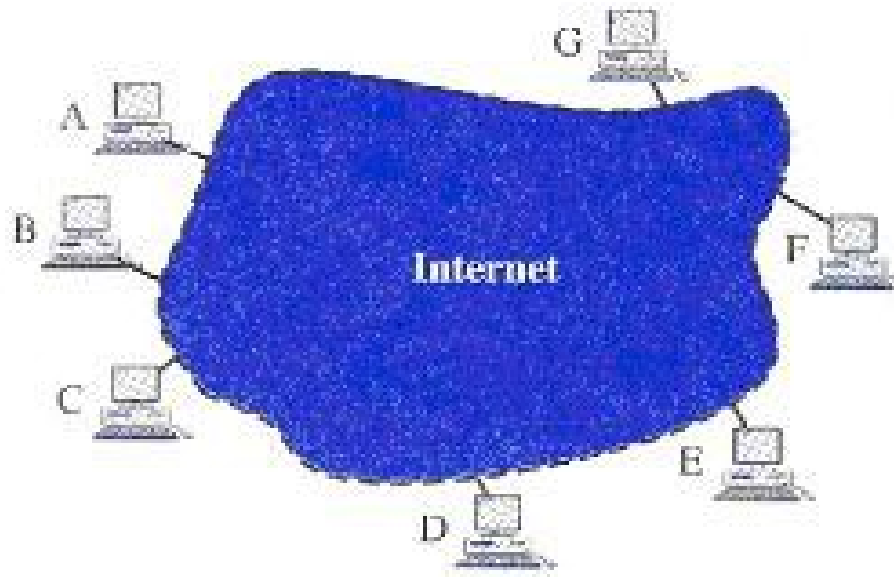


Internet (z malo začetnico) obsega povezavo množice omrežij (LAN, ATM omrežij ali samo povezave točka-točka) v eno veliko omrežje.



TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internetworking Protocol) je nabor protokolov, ki internet predstavi kot eno veliko omrežje.

Gostitelji (računalniki) so povezani na to veliko logično mrežo -*Internet* - namesto na njihova individualna fizična omrežja.





Internet

Mrežne povezovalne naprave

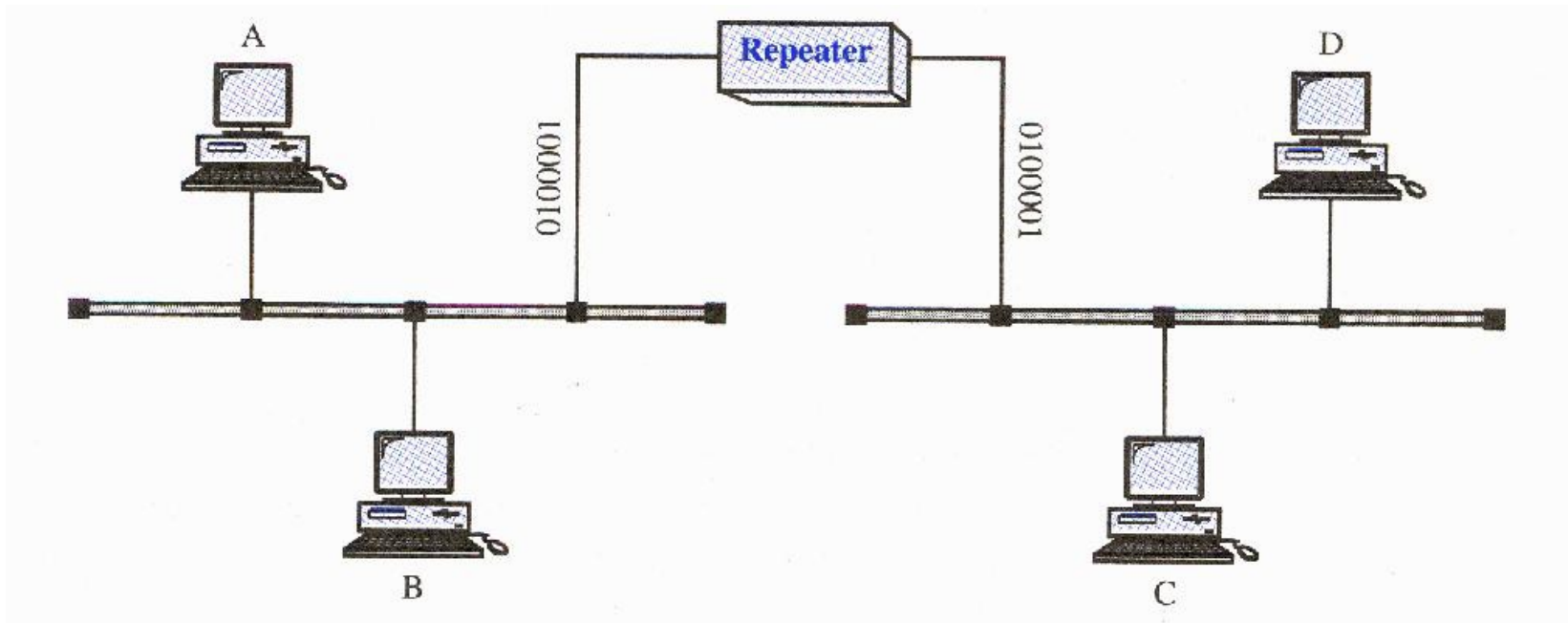


Repeater

Signal, ki prenaša informacijo znotraj mreže lahko premaga samo določeno fiksno razdaljo preden preveč oslabi ali je vpliv motenj (šum) prevelik za zanesljiv sprejem. Zato je na vsaki taki povezavi instaliran repeater, ki sprejme signal preden preveč oslabi, regenerira originalni bitni vzorec in le-tega posreduje naprej v linijo.

Pri tem je potrebno poudariti, da repeater ni ojačevalec temveč regeneratorski signal in da iz prejetega oslabljenega signala generira kopijo originala bit po bit. Za zanesljiv prenos morajo biti repeaterji nameščeni na liniji preden bi bil signal toliko spremenjen, da ga ne bi bilo možno zanesljivo razpoznati.

Repeater





Repeater

Lastnost repeaterja:

- ✓ Omogoča samo fizično podaljšanje povezav mreže in ne spreminja delovanja mreže na kakršenkoli način.
- ✓ Dve sekciji povezani z repeaterjem sta v realnosti še vedno ena mreža.
- ✓ Če postaja A pošlje podatkovni paket postaji B, bodo še vedno vse postaje (vključno z C in D) prejele paket kot pri direktni povezavi brez repeaterja.
- ✓ Repeater nima inteligence, da bi onemogočil prehod paketa k postajam na desnem segmentu, ki jim ni namenjen. Poskrbi samo, da tudi postaje na desni dobijo boljšo kopijo paketa (boljši signal), kot bi jo dobile pri direktni povezavi.

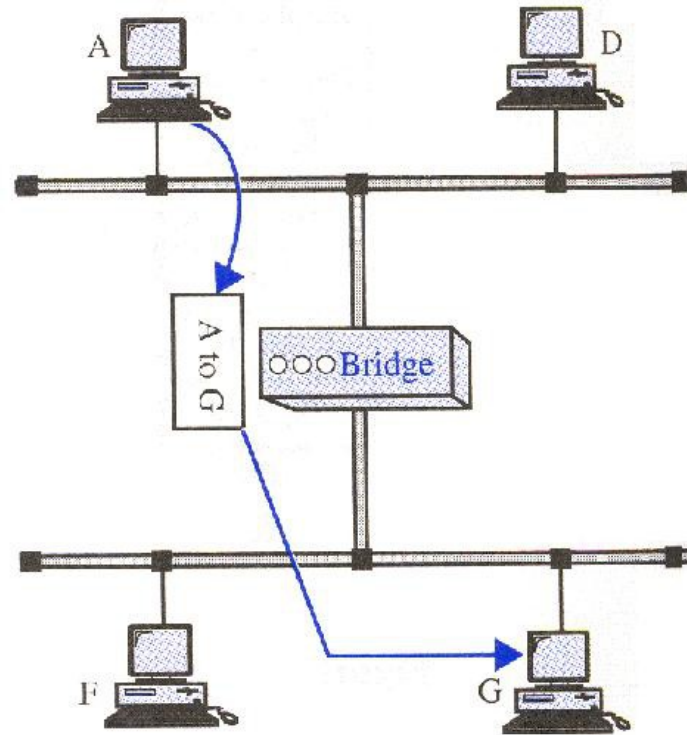
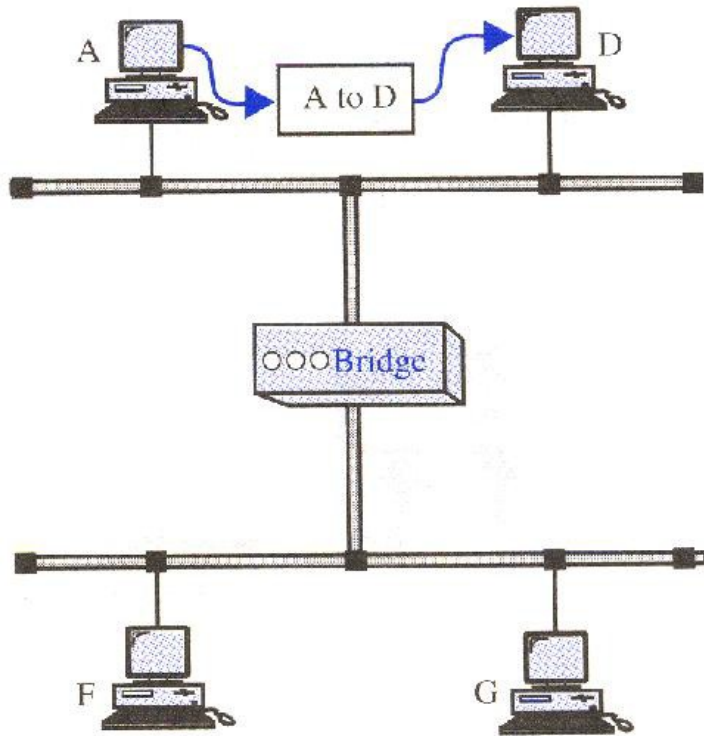


Most (bridge)

Mostovi delijo veliko mrežo na manjše segmente.

Njihova naloga je še vedno prenašanje podatkovnih paketov med segmenti istega tipa. Vendar za razliko od repeatorjev imajo logiko, ki jim omogoča, da ločijo promet za vsak segment. Mostovi so repeatorji, ki so dovolj pametni, da prenašajo podatkovni blok samo v segment, kjer je prejemnik. Na ta način reducirajo promet in so uporabni za kontrolo prenatrpanosti in izoliranje problematičnih povezav.

Most (bridge)





Most (bridge)

Lastnosti mostov:

- ✓ Mostovi ne modificirajo strukture ali vsebine paketa na kakršenkoli način in se lahko uporabljajo samo za povezavo segmentov, ki uporabljajo isti protokol.
- ✓ Ko most prejme paket, ne regenerira samo signala ampak testira tudi naslov destinacije in pošlje naprej novo kopijo samo segmentu, ki mu pripada naslov. Po prejemu bloka najprej prečita naslov in ga primerja s tabelo vseh postaj obeh segmentov. Ko najde naslov v tabeli, ugotovi kateremu segmentu pripada postaja in posreduje paket samo temu segmentu.

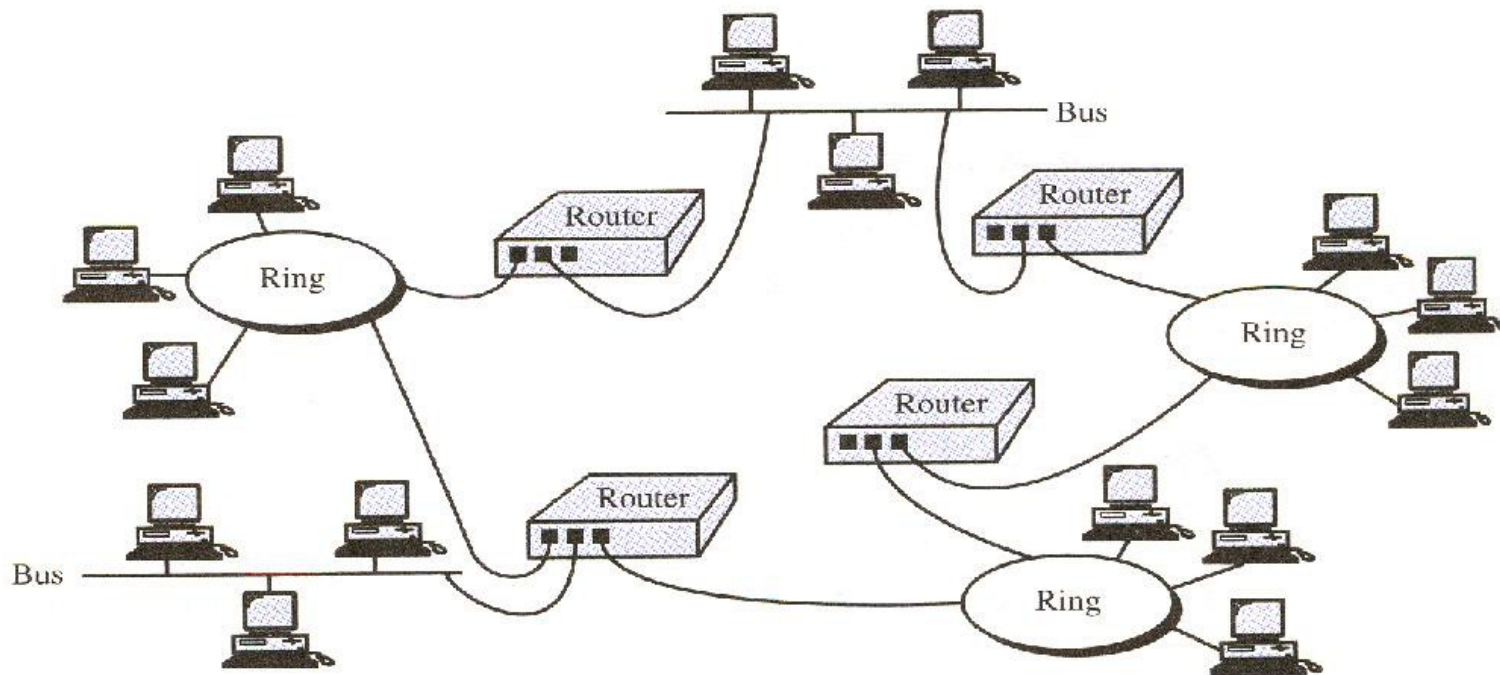


Usmerjevalnik (Router)

Usmerjevalnik je precej bolj zapletena naprava od repeaterja in mosta. Vsebuje programsko opremo, ki mu omogoča, da se odloči katera od možnih poti do naslova destinacije je najprimernejša.

Usmerjevalniki prenašajo pakete s pomočjo sosednjih usmerjevalnikov preko mnogih povezanih omrežij. Usmerjajo pakete od ene mreže do katerekoli ciljne mreže na intranetu. Paket, ki je poslan iz neke postaje na mreži do postaje na sosednji mreži potuje najprej na povezovalni usmerjevalnik, ki ga priključi na ciljno mrežo. Če **nobeden** usmerjevalnik ne povezuje obeh omenjenih mrež, posredovalni usmerjevalnik pošlje paket preko ene od priključenih mrež do naslednjega usmerjevalnika v smeri končne destinacije. Tudi tale usmerjevalnik pošlje paket po istem principu naprej do naslednjega usmerjevalnika in tako naprej dokler ne doseže destinacije.

Usmerjevalnik (Router)





Usmerjevalnik (Router)

Ko usmerjevalnik prejme podatkovni paket, ima običajno več opcij za izbiro poti do destinacijske mreže. Pri konceptu usmerjanja paketa je treba upoštevati:

- ✓ Najmanjšo ceno poti
- ✓ Porazdeljeno usmerjanje
- ✓ Življenjski cikel paketa



Usmerjevalnik (Router)

- **Najmanjša cena poti.** Odločitev o izbiri poti bazira na učinkovitosti, kar pomeni katera od možnih poti je cenejša ali povedano v mrežni terminologiji *najkrajša*. V usmerjanju pojem najkrajša lahko zajema mnogo faktorjev vključno z najkrajša, najcenejša, najhitrejša, najzanesljivejša itd.
- **Porazdeljeno usmerjanje.** V nekaterih usmerjevalnih protokolih pošlje usmerjevalnik vse pakete do destinacije po isti poti. Preostali usmerjevalni protokoli pa uporabljajo tehniko porazdeljenega usmerjanja, kjer lahko usmerjevalnik izbere novo pot za vsak paket (četudi pripadajo istemu prenosu) kot odziv na spremenjeno stanje na mreži (relativna dolžina).

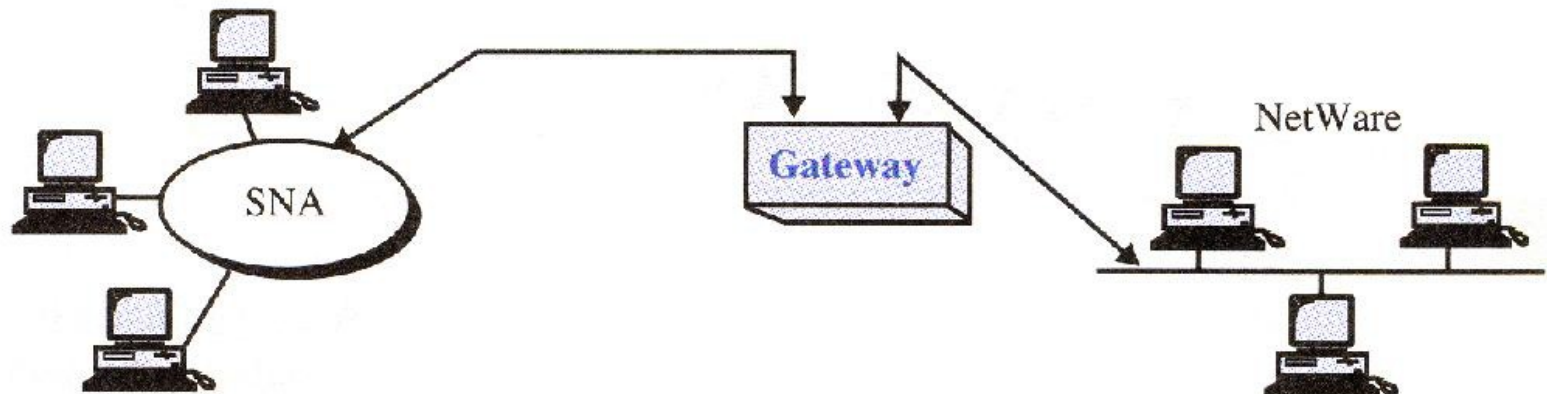


Usmerjevalnik (Router)

- ✓ **Življenjski cikel paketa.** Ko se je usmerjevalnik odločil za pot, pošlje paket po izbrani poti do sosednjega usmerjevalnika in pozabi vse o njemu. Izbrani usmerjevalnik pa lahko izbere isto pot ali pa odloči, da je neka druga pot krajša in posreduje paket po tej poti. Takšen način usmerjanja poenostavi logiko v usmerjevalnikih in zmanjša količino potrebnih kontrolnih informacij v paketu na minimum, hkrati pa omogoča nastavitvev poti na osnovi trenutne ocenitve vsakega linka. Zaradi tega pa se lahko paket zaplete v *neskončno zanko* ali pa se *odbija*. Do odboja pride v primeru ko router A določi, da je pri pošiljanju paketa od postaje 1 do postaje 2 najkrajša pot preko usmerjevalnika B; B pa na osnovi drugih podatkov določi, da je najkrajša pot preko usmerjevalnika A. Če nimata oba usmerjevalnika v svoji tabeli najnovejših enakih podatkov se potem paket prenaša (odbija) med obema usmerjevalnikoma. Odbijajoči in krožni paketi bi povzročili sčasoma takšen promet, da bi prišlo do preobremenitve mreže, zato morajo biti identificirani in uničeni. Rešitev problema je dodatno polje v paketu, ki se imenuje življenjski cikel paketa. To je neko število, ki ga ob prehodu paketa usmerjevalnik zmanjša za vrednost 1. Ko doseže vrednost 0 je paket uničen.

Prehod (Gateway)

Usmerjevalnik sam po sebi pošilja, sprejema in posreduje pakete samo preko mrež, ki imajo podobne protokole. Prehod pa lahko sprejme paket formatiran v enem protokolu (npr. AppleTalk) in ga konvertira v paket formatiran za drug protokol (npr. TCP/IP) predno ga posreduje.





Prehod (Gateway)

V splošnem je prehod program nameščen v usmerjevalniku. Prehod pozna vse protokole, ki jih uporabljajo mrežne povezave v usmerjevalnik in je sposoben prevoda iz enega v drugega. V nekaterih primerih je potrebna samo modifikacija glave in repa paketa. V drugih primerih mora prehod nastaviti tudi podatkovno hitrost, dolžino in format. Slika prikazuje povezavo SNA mreže (IBM) in NetWare mreže (Novell).



Internet

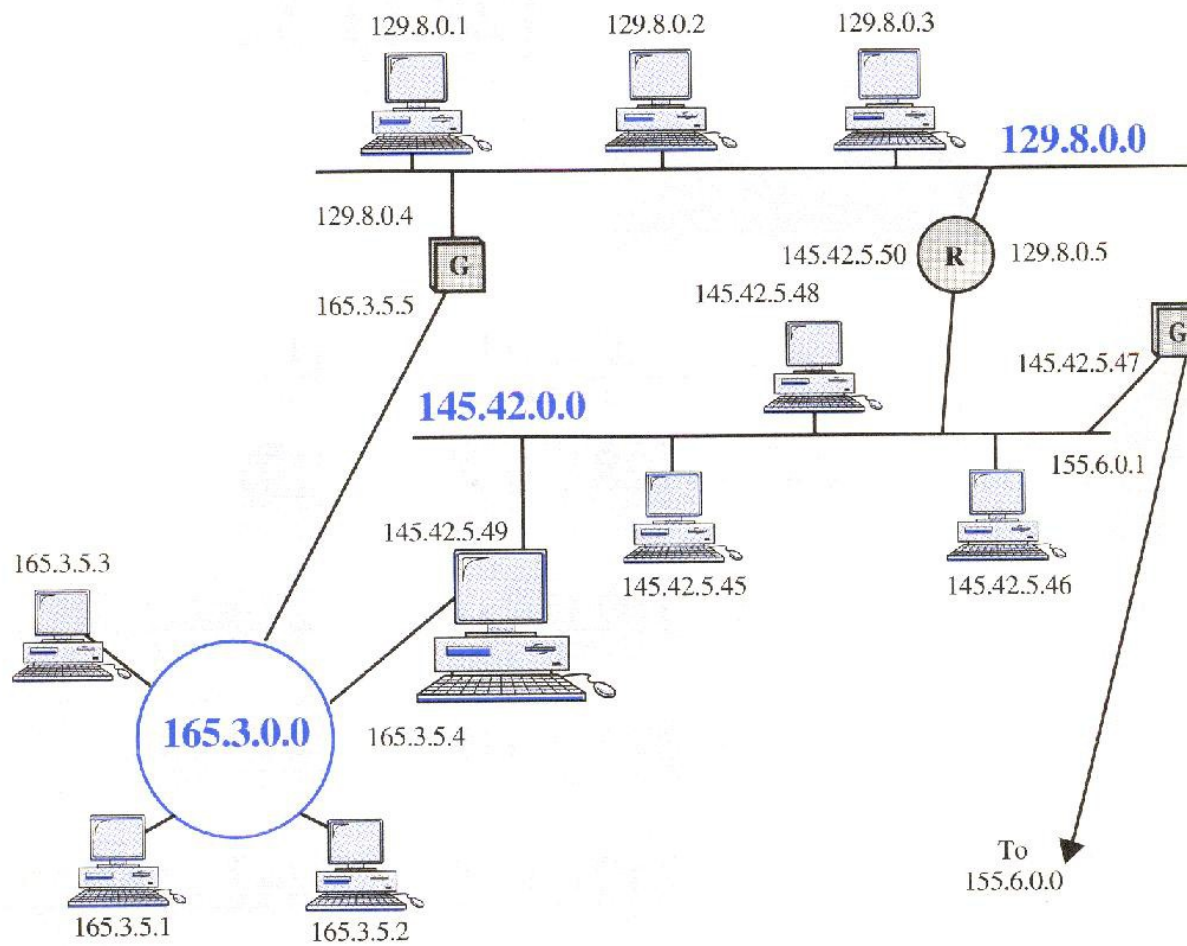
TCP/IP

Transmission Control Protocol

Internetwork Protocol

IP (Internetnetwork Protokol) je prenosni mehanizem, ki ga uporabljajo TCP/IP protokoli. Njegova naloga je pošiljanje *paketov* preko omrežja. V IP so posamezna omrežja med seboj povezana s posebnimi paketnimi stikali *prehodi (gateways) ali usmerjevalniki (routers)*. Usmerjevalniki so specializirani računalniki, ki pošiljajo sporočila vsakega Internetnega uporabnika na destinacijo preko tisoče povezav. Usmerjevalnik zagotovi, da informacija ne potuje kamor ni namenjena in da jo prejme naslovník. Vsak gostitelj na Internetu ima svojo edinstveno identifikacijsko številko, ki se imenuje *IP naslov*.

IP naslavljanje





IP naslavljanje

- Vsakemu gostitelju na Internetu pripada IP naslov s katerim ga lahko identificiramo. Dejansko IP naslov identificira gostiteljev mrežni vmesnik namesto gostitelja samega.
- Usmerjevalnik (ali prehod) povezuje dve ali več mrež, kjer je vsakemu mrežnemu vmesniku dodeljen edinstven IP naslov.
- IP naslov ima dva dela hierarhije: *mrežni ID* in *gostiteljev ID*.
 - ✓ Mrežni ID identificira mrežo na katero je priključen gostitelj. Posledično imajo vsi gostitelji na isti mreži enako mrežno identifikacijo. Gostiteljev ID pa identificira mrežno povezavo do gostitelja namesto dejanskega gostitelja.



IP naslavljanje

- IP naslov je običajno zapisani v decimalni notaciji s pikami. Razdeljen je na štiri byte in vsak je podan z decimalnim številom, ki so med seboj ločena s pikami. Primer naslova je

10000000 10000111 01000100 00000101

kar zapišemo kot

128.135.68.5



Internet protokol

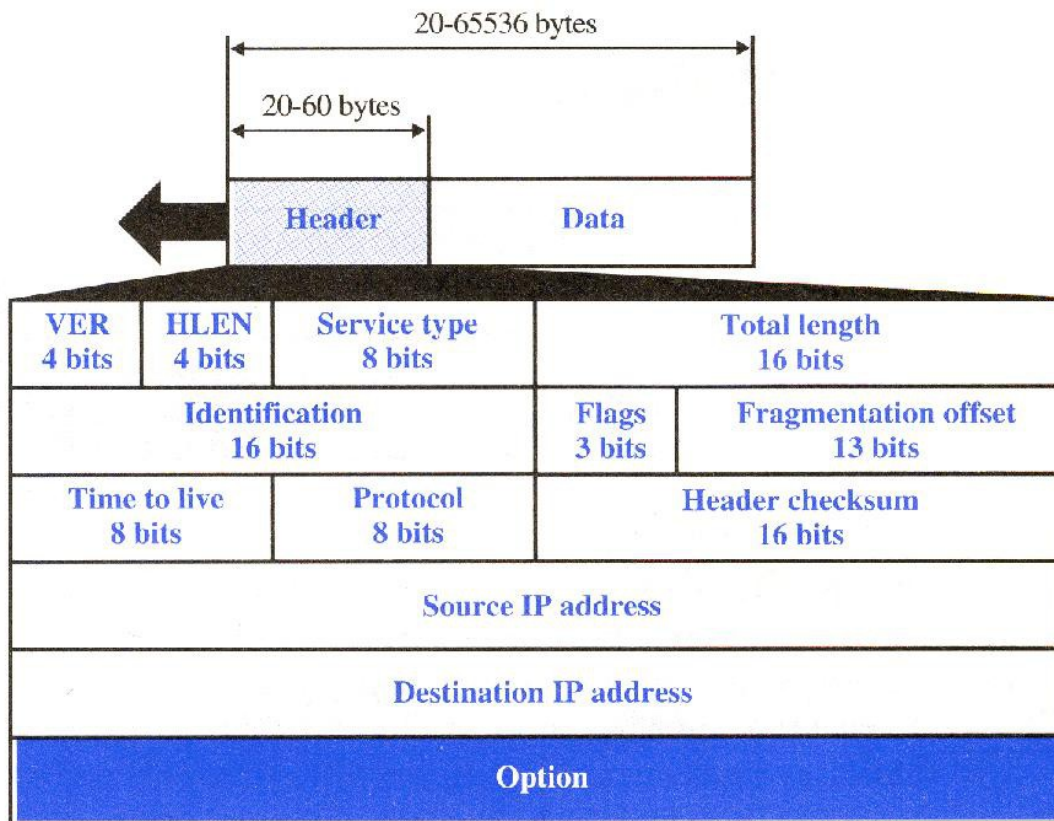
Internet protokol (IP) zagotavlja *najboljši možni servis*.

Kar pomeni, da po najboljših močeh dostavi pakete, ne povzame pa nobenih dodatnih akcij, ko so paketi zgubljeni, pokvarjeni, niso v redu dostavljeni ali celo napačno dostavljeni. V tem smislu je servis, ki ga zagotavlja IP, nezanesljiv. Zastavlja se vprašanje zakaj bi nekdo želel zgraditi medmrežje in ga oskrbeti z nezanesljivim servisom. Razlog je v dejstvu, da bi zagotavljanje zanesljivosti znotraj medmrežja zahtevalo veliko kompleksnost usmerjevalnikov.

IP transportira podatke v paketih, ki se imenujejo *datagrami*, in jih transportira posamezno.

Internet protokol

IP datagram





Internet protokol

➤ IP protokol je *nepovezovalen*

To pomeni, da usmerjevalniki ne rabijo obdržati kakršnekoli informacije o specifičnih uporabnikih ali njihovih paketnih potekih (packet flow).

➤ Datagrami lahko potujejo preko različnih poti in lahko prispejo v napačnem vrstnem redu ali pa so lahko tudi podvojeni.

IP ne sledi potem in nima možnosti na novo razporediti datagramov potem ko so prispeli.

➤ Ko je internet od znotraj prenatrpan, so paketi zavrženi.

Za reševanje izgubljenih paketov in za prilagoditev na povečan promet so odgovorni mehanizmi na izhodih omrežja.



TCP

Prenos posameznih blokov informacij z uporabo datagramov lahko podpira mnogo aplikacij. Vendar mnogo aplikacij zahteva tudi zanesljiv transfer toka informacij v pravilni sekvenci ali vrstnem redu. Za zagotavljanje zanesljivega prenosa podatkovnega toka informacij preko nepovezovalnega IP je bil razvit TCP (Transmission Control Protocol).

➤ TCP je *povezovalno* orientiran protokol

To pomeni, da mora biti vzpostavljena povezava med obema koncema prenosa preden se lahko pošiljajo podatki. Povezava med pošiljateljem in prejemnikom je aktivna celoten čas prenosa. TCP prične vsak prenos z javljanjem prejemniku, da je na poti več datagramov in konča prenos z zaključkom povezave. Tako je prejemnik pripravljen na celoten prenos namesto na posamezen paket.

- TCP skrbi za napako in kontrolo poteka (flow control)
 - ✓ Rešuje probleme izgubljenih, zakasnjenih ali narobe dostavljenih IP paketov.
 - ✓ Vsebuje tudi mehanizem za zmanjšanje hitrosti pošiljanja informacije v internet, ko je opažena prenatrpanost.
- TCP je odgovoren za zanesljivo dostavo celotnega toka bitov vsebovanih v podatkovni enoti, ki jo generira pošiljatelj.
 - ✓ Zanesljivost je zagotovljena z detekcijo napak in ponovnim pošiljanjem okvarjenih paketov: vsi segmenti morajo biti prejeti in potrjeni preden se predpostavi, da je prenos zaključen in je povezava prekinjena.



Tehnične zahteve prenosa pri Internetu

Pri prenosu podatkov v internetnih omrežjih moramo upoštevati značilnosti posameznih internetnih storitev. Te so v pretežni meri odvisne od narave prenašane informacije. Informacije posameznih storitev lahko razdelimo v naslednje osnovne značilne komponente:

- ✓ podatki,
- ✓ tekst,
- ✓ zvok,
- ✓ mirujoče slike,
- ✓ video.



Tehnične zahteve prenosa pri Internetu

- Glede na zveznost toka podatkov ločimo:
 - ✓ strujanje (angl. streaming) (tekoč prenos)
 - ✓ prenos v blokih
- Glede na pomen časovne dimenzije ločimo:
 - ✓ prenos v realnem času
 - ✓ prenos brez časovne odvisnosti
- Glede na razmerje množine prenešenih podatkov od uporabnika in proti uporabniku ločimo:
 - ✓ simetrični prenos
 - ✓ nesimetrični prenos

Strujanje

Prenos kot strujanje imamo pri zvokovnih in video storitvah. Pri strujanju sproti uporabljamo prenašano informacijo in ne čakamo na konec bloka, kot to velja pri standardnem prenosu blokov. Zaporednost informacije vsebuje časovno komponento, ki določa zaporednost pri predvajanju. Strujanje internetnega radia ali videa imamo lahko od enega izvora k enem ali več ponorov, kar predstavlja asimetrični prenos od ponudnika k uporabnikom storitve.

Pri internetni telefoniji imamo dvosmerno strujanje ali simetrični prenos med dvema uporabnikoma. Dvosmerni prenos s strujanjem imamo tudi pri interaktivnih igrah na spletu, ki vsebujejo animacijo.

Prenos v blokih

Namesto strujanja lahko informacijo razdelimo v bloke, pri čemer mora biti hitrost prenosa večja. Pred predvajanjem rabimo vmesni pomnilnik za uravnavo hitrosti pretoka k predvajalniku. Ker je vsak blok časovno določen, tako storitev štejemo za storitev v realnem času.

Prenos blokov v realnem času imamo v mnogih storitvah, kjer zahtevamo kratek čas zakasnitve odziva. Pri tem informacija sploh ni časovno odvisna. Med takšne storitve sodijo brkljanje po spletu, branje elektronske pošte in prevzemanje spletnega radia v blokih. Pri brkljanju želimo neposredno po zahtevi dobiti hiter odgovor v obliki spletne strani. Na primer tako hitro, kot da bi bila stran že lokalno shranjena.

Prenos datoteke

Prenos datotek večinoma štejemo med storitve, ki niso v realnem času. Ko datoteko odpošljemo, se začne prenos in čas prenosa je določen z obsegom datoteke in razpoložljivo prenosno hitrostjo zveze. Datoteka je naslovniku na razpolago šele tedaj, ko se izvrši prenos celotne datoteke. V tem je bistven razloček od strujanja. Kolikor dlje časa čaka naslovnik na zaključek prenosa, tem manj je zadovoljen s storitvijo.

Za vse storitve v realnem času, kakor tudi za prenos datotek lahko določimo potrebne hitrosti na osnovi sprejemljive zakasnitve zaradi prenosa in tipičnega obsega datotek.

Simetrija prenosa

Promet pri mnogih storitvah je izrazit le v eno smer in to od strežnika k uporabniku, kar je pomembno pri načrtovanju prenosnih poti dostopa na splet. Prav tako je izredno pomembno poznavanje porazdelitev dolžine prenašanih blokov. Na primer pri prenosu datotek s protokolom TCP rabimo potrjevanje prometa v nasprotni smeri.



Asinhroni prenosni način – ATM

ATM (Asynchronous Transfer Mode) je celični prenosni protokol, ki ga je oblikoval ATM forum. Zaenkrat so standardizirani samo nekateri aspekti standarda. Ko bo zaključen, bo omogočal zelo hitre povezave preko svetovne mreže. Zamišljen je kot »avtocesta« za informacijsko superavtocesto.



Problemi obstoječih sistemov

- Trenutno temeljijo podatkovne komunikacije na paketni komutaciji (switching) in paketnih mrežah.
 - ✓ Paket je kombinacija podatkovnih in dodanih (header) bitov, ki prehaja mrežo kot samostojna enota. Dodani biti v obliki glave in repa služijo kot »kuverta«, ki vsebuje identifikacijo in naslov kot podatke potrebne za usmerjanje, kontrolo poteka, kontrolo napake itd.



Problemi obstoječih sistemov

- Različni protokoli uporabljajo pakete različne dolžine in zapletenosti. Bolj je mreža kompleksna, več informacij je potrebno v glavi.
 - ✓ Rezultat je vedno večja glava gledano relativno glede dolžine podatkovnega dela. Za rešitev opisanega problema imajo nekateri protokoli povečan podatkovni del, da je glava uporabljena učinkoviteje (pošiljanje več podatkov z isto dolžino glave). Na žalost pa veliko podatkovno polje generira izgubo; če je podatkovno polje majhno, je velik del polja neuporabljen. Za izboljšanje mnogi protokoli uporabljajo spremenljivo dolžino paketa. Tako imamo pakete do dolžine 65 545 bytov, ki si delijo dolge transportne povezave s paketi, ki imajo komaj 200 bytov.



Problemi obstoječih sistemov

- Promet v mreži je zaradi različnih dolžin paketov nepredvidljiv.
 - ✓ Stikala, multipleksorji in usmerjevalniki imajo obsežno programsko opremo za upravljanje paketov različnih dolžin. Velik del informacij glave mora biti prebran in vsak bit je pomemben za integriteto paketa. Medmrežna povezava različnih paketnih mrež je v najboljšem primeru počasna in draga, v najslabšem primeru nemogoča.

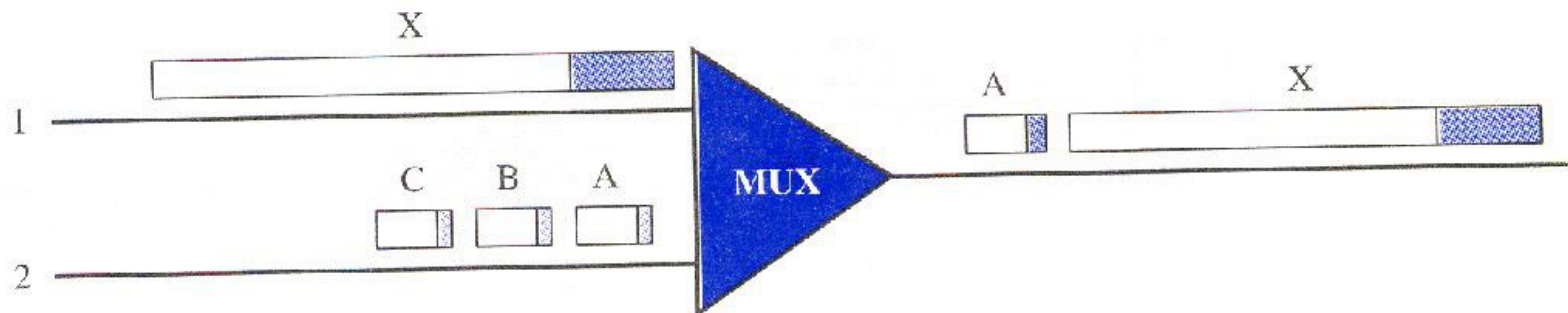


Problemi obstoječih sistemov

- Problem je tudi zagotavljanje konsistentne hitrosti podatkovnega prenosa, ko so dolžine paketov nepredvidljive in lahko zelo varirajo.
 - ✓ Za maksimalno izkoriščenost širokopasovne tehnologije, je promet po linijah časovno porazdeljen (TDM). Tako je rezultat multipleksiranja dveh različnih mrež z različnimi zahtevami in dolžinami paketov na eno linijo lahko zelo neugoden za uporabnika.

Problemi obstoječih sistemov

- ✓ Podan je primer, ko prihaja preko linije 1 zelo dolg paket, preko linije 2 pa zelo kratki paketi kot so avdio ali video informacije – strujanje. Avdio in video paketi so praviloma kratki in njihovo mešanje s podatkovnim prometom povzroča nepričakovane zakasnitve.





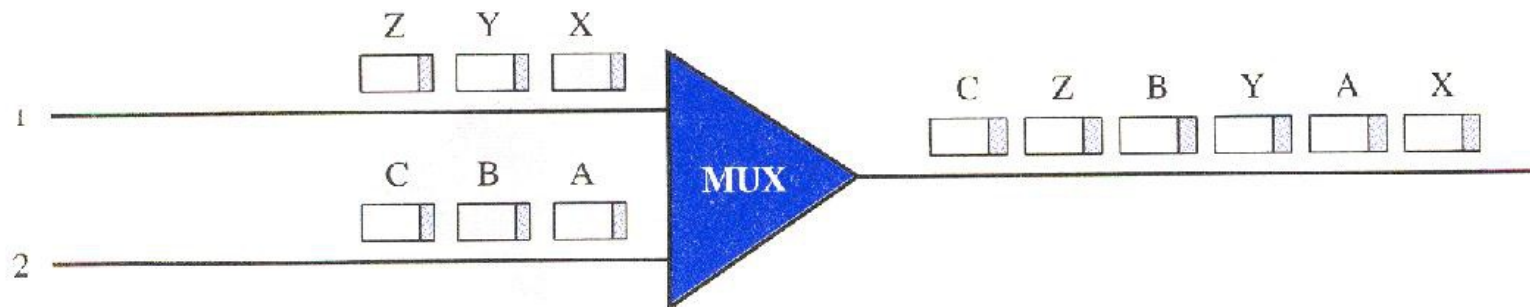
Celična mreža

- Mnogo opisanih problemov s paketnimi mrežami rešuje uporaba koncepta, ki se imenuje *celična mreža*.
 - ✓ Celica je majhna podatkovna enota fiksne dolžine. V celični mreži, ki uporablja celico kot osnovno enoto za izmenjavo podatkov, so vsi podatki naloženi v identične celice, ki se lahko pošiljajo s popolno predvidljivostjo in uniformiranostjo. V primeru da pritekajo v celično mrežo paketi različnih dolžin iz paketne mreže, se prav tako razdelijo v množico majhnih podatkovnih enot enake dolžine, ki se naložijo v celice. Celice se potem multipleksirajo z ostalimi celicami in usmerijo skozi celično mrežo. Ker so vse celice enakih dolžin in majhne, odpade problem multipleksiranja paketov različnih dolžin.

Celična mreža

➤ Prednosti celične mreže

- ✓ Ni problema z dolgimi zakasnitvami - primer multipleksiranja z uporabo celic





Celična mreža

- ✓ Druga prednost istega scenarija je, da kombinacija hitre linije in majhne dolžine celic kljub prelivanju zagotovi, da prihajajo celice na destinacijo v obliki zveznega strujanja. Ta lastnost omogoča uporabo celične mreže za uporabo v realnem času kot so npr. telefonski pogovori.
- ✓ Kot dodatno pa predvidljivost pogojena s fiksno dolžino celice omogoča stikalom in terminalom, da obravnavajo vsako celico kot enoto namesto bitov. Ali povedano drugače – v celični mreži je najmanjša enota celica in ne bit.
- ✓ Celične mreže bazirajo na navidezni vodovni povezavi. Vse celice, ki pripadajo istemu sporočilu sledijo isto pot in ostanejo v prvotnem vrstnem redu, dokler ne dosežejo destinacije. Razlog za takšno zahtevo je, ker bi celice pri uporabi različnih poti prišle na cilj v drugačnem vrstnem redu in bi imele nepredvidljivo zakasnitev.

Celična mreža

