

Računarske mreže

Računarska mreža je telekomunikacioni sistem za prenos podataka koji omogućava određenom broju nezavisnih uređaja da međusobno komuniciraju.

Računarski sistem je distribuiran (prostorno raspoređen) ukoliko se računarski resursi (*fizički*-memorija, procesori, diskovi i *logički*-procesori, datoteke) nalaze na više od jednog mesta. Distribuiranim upravljanjem povezuju se resursi i koordinira aktivnost u distribuiranom sistemu.

- Strategije distribuiranog upravljanja mogu biti:
 - Centralizovane
 - Hijerarhijske
 - Potpuno autonomne

Cilj distribuiranja računarskih resursa je povećanje performansi sistema i/ili povećanje pouzdanosti sistema.

Distribuirani sistemi mogu biti:

- Snažno spregnuti - multiprocesorski sistemi
- Umereno spregnuti – lokalna računarska mreža, klijent-server arhitektura
- Slabo spregnuti – potpuno autonomni sistemi u računarskoj mreži (LAN/WAN)

Računarsku mrežu čine: računarski resursi, komunikacioni kanali, komunikacioni softver (protokoli, mrežni operativni sistem, koji omogućava deljenje resursa sa drugim računarskim sistemima u mreži i mrežni klijenti, koji omogućavaju radnoj stanici da u mreži pristupaju deljenim resursima) i komunikacioni hardver.

Komunikacioni kanali su prenosni putevi između čvorova računarske mreže, sa različitim prenosnim karakteristikama i sa različitim fizičkim prenosnim medijima. Signali se mogu prenositi bežično (radioveza, satelitski link) ili putem kablova (UTP kablovi, koaksijalni kablovi (debeli i tanki) ili optički kablovi).

Režim prenosa može biti asinhroni (karakter po karakter) ili sinhroni (prenos paketa podataka).

Vrste računarskih mreža

Podela prema veličini pokrivanja:

- WAN (Wide Area Network): globalne, međunarodne, nacionalne, regionalne
- MAN (Metropolitan Area Network): gradske računarske mreže
- LAN (Local Area Network) : lokalne računarske mreže

Podela prema pravu pristupa:

- Javne mreže
- Privatne mreže

Podela prema načinu prenosa:

- Mreže sa komutacijom paketa
- Mreže sa komutacijom vodova

Podela prema topologiji:

- Mreže tipa zvezde
- Mreže tipa prstena (token ring)
- Mreže sa zajedničkom magistralom (bus)

Mrežne kartice

Mrežna kartica prihvata, sa komunikacionog kanala, one pakete podataka koji su upućeni datom čvoru u računarskoj mreži. Primljene pakete podataka prosleđuje na dalju obradu (procesoru, ako je čvor računarski sistem ili na štampu ukoliko se radi o mrežnom štampaču, na primer).

Osnovne funkcije mrežne kartice prilikom slanja podataka (prilikom prijema poruke redosled aktivnosti je obrnut) **su:**

1. **Prenos podataka** iz operativne memorije do mrežne kartice (DMA, programirani U/I, U/I upravljani prekidačima), u slučaju slanja, odnosno prenos od mrežne kartice do operativne memorije, u slučaju prijema poruke.
2. **Baferisanje**, čime se premošćava razlika u brzini mreže i brzine kojom računarski sistem obrađuje podatke.
3. **Izrada okvira** podrazumeva podelu poruke na obradive delove (pakete), kojima se dodaju zaglavlje i završetak (koji se enkapsuliraju zaglavljem i završetkom). Na taj način se formira *okvir sloja za protok podataka*. Veličina paketa je kod Ethernet mreže 1500 bajtova, dok Token Ring mreže koriste okvire od 4KB. Prilikom prijema poruke u ovom delu se vrši sastavljanje poruke od pristiglih okvira.
4. **Pristup mediju**. Mrežna kartica proverava da li postoje uslovi za slanje poruke (u Ethernet mreži se proverava da li postoji saobraćaj na liniji, a u Token Ring mreži čeka dolazak (dobijanje) tokena koji mu pripada).
5. **Pretvaranje iz paralelnog zapisa u serijski** (ili obrnuto kod prijema poruke)
6. **Šifrovanje/dešifrovanje** podataka koje mrežna kartica prima sa magistrale (slanje) ili mrežnog kabla (prijem).
7. **Slanje / prijem** signala.

Modemi

Modemi se koriste u slučaju kada se veza između računarskih sistema ostvaruje putem telefonskih linija. Modem je uređaj koji pretvara digitalne signale na izvoru (koje koristi računarski sistem) u analogne signale, koji su pogodni za prenos putem telefonskih linija. Na odredištu se vrši pretvaranje pristiglih analognih signala u digitalne, razumljive za računarski sistem kojem su upućeni.

Vrste modema: interni ili eksterni, sinhroni ili asinhroni, halfduplex ili fullduplex.

Osnovna karakteristika modema je *brzina prenosa* koja se meri brojem bita u sekundi (bits per second – bps), odnosno Kbps (kilobita u sekundi) (14.4 Kbps ili 14400bps, 28.8 Kbps, 56 Kbps)

Protokoli

Protokol je skup parvila i standarda koji omogućavaju komunikaciju među čvorovima računarske mreže. Protokoli su izuzetno kompleksni, s obzirom da omogućavaju uspostavljanje veze i između računarskih sistema baziranih na različitim softverskim i hardverskim platformama. Komunikacioni sistemi dele se na standardne nivoe sa potpuno definisanim funkcijama. Time je omogućeno da, sa jedne strane, protokoli na datom nivou budu manje kompleksni, a sa druge strane, izmene protokola na jednom nivou ne utiču na promene protokola na ostalim nivoima.

Nivoi (slojevi) ISO OSI referentnog modela i njihovi osnovni zadaci.

- **Sloj 7: Sloj Aplikacije**
 - prepoznavanje učesnika u komunikaciji,
 - razmatranje autentičnosti i privatnosti učesnika,
 - prepoznavanje ograničenja sintakse podataka.
 - Ovaj sloj *nije* sama aplikacija, iako neke aplikacije mogu izvršavati funkcije iz ovog sloja
- **Sloj 6: Prezentacioni Sloj** (obično deo operativnog sistema)
 - pretvara (konverzija) primljene i emitovane podatke iz jednog oblika predstavljanja u drugi
 - vrši kompersiju poruka
 - vrši enkripciju podataka
- **Sloj 5: Sloj Sesije**
 - uspostavljanje, koordiniranje i završetak saobraćanja,
 - dijalog između aplikacija na oba kraja veze
- **Sloj 4: Transportni Sloj**
 - upravljanje prenosom podataka od izvora do odredišta,
 - podela poruke u pakete (na izvoru), sastavljanje poruke od pristiglih paketa (na odredištu) i provera grešaka u prenosu,
 - ponovno emitovanje paketa koji nisu stigli na odredište,
 - baferisanje poruka i multipleksiranje
- **Sloj 3: Mrežni Sloj**
 - rutiranje i usmeravanjem podataka (nalaženjem najboljeg puta za prenos podataka)
 - ovaj sloj je odgovoran za celu putanju paketa od izvorišta do odredišta
- **Sloj 2: Sloj veze (sloj protoka podataka)**
 - kontrola grešaka u prenosu i njihovo ispravljanje
 - sinhronizacija rada prijemnika i predajnika
- **Sloj 1: Fizički Sloj**
 - prenos niz bitova na električnom i mehaničkom nivou
 - način predstavljanja 0 i 1
 - trajanje impulsa koji nosi 1 bit
 - definisanje vrste prenosa (simplex, duplex, halfduplex)
 - broj PIN-ova konektora i njihovo značenje.

Lokalne mreže

Ethernet mreža je lokalna mreža tipa tipa stabla bazirana na CSMA/CD protokolu (Carrier Sence Multiple Access/Collision Detect). Ove mreže najčešće koriste zajednički prenosni medij (koaksijalni kabal, UTP), zvani "etar". (PRIMERI NA ČASU).

Svaka Ethernet mrežna kartica ima jedinstvenu 48 bitnu adresu (6 puta po osam bita), MAC adresa. Najčešće se ona zapisuje pomoću 6 dvocifrenih brojeva zapisanih u heksadekadnom brojnom sistemu (svaka cifra predstavlja heksadekadnu vrednost četvorobitnog binarnog broja), na primer 00:4f:49:01:1f:b3.

Princip rada CSMA/CD protokola je sledeći: predajnik "osluškuje" da li je etar slobodan. Ukoliko nije, tada predajnik privremeno odustaje od slanja poruke. Ukoliko je etar slobodan predajnik šalje poruku. Mrežna kartica detektuje eventualne kolizije (istovremeno emitovanje više poruka od strane različitih predajnika). U slučaju kolizija prekida se emitovanje svih poruka, računarski sistemi čekaju neko slučajno vreme, nakon koga ponovo pokušavaju da šalju poruku.

Paket tokom prenosa može biti izgubljen zbog kolizije sa nekim drugim paketom, zbog smetnji u prenosu ili zbog toga što je prijemna stanica isključena.

Token Ring mreža je lokalna mreža tipa prstena. Prilikom startovanja mreže u njoj se generiše određen broj jedinica prenosa «tokena», koje imaju zaglavlje, deo sa podacima i završnu labelu. U zaglavlju se nalazi indikator zauzetosti tokena, adresa korisničke stanice koja je poslala poruku i adresa stanice kojoj je poruka upućena. U završnoj labeli nalaze se polja sa kontrolnim sumama za otkrivanje grešaka u prenosu.

Korisnička stanica može da šalje poruku tek kada do nje dođe slobodan token. Kada token prispe do stanice kojoj je poruka upućena, sadržaj tokena se prenosi u OM primaoca, a u zaglavlje tokena se upisuje oznaka da je poruka preuzeta. Kada token ponovo stigne do korisničke stanice koja je poslala poruku, sadržaj tokena se briše i upisuje se oznaka da je token slobodan.

Koncepcija međusobnog povezivanja mreža

Mreža međusobno povezanih mreža je objedinjena, kooperativna mreža međusobno povezanih mreža, koja podržava univerzalni komunikacioni servis. Unutar svake mreže korisnici se služe komunikacionim instalacijama zavisnim od tehnologija koje su primenjene za izgradnju date lokalne mreže. Na taj način omogućena je primena jeftinijih lokalnih mreža, koje obezbeđuju komunikaciju velikim brzinama, na manjem rastojanju. (regionalne računarske mreže, koje se prostiru na većim rastojanjima, ne mogu da obezbede jeftine lokalne komunikacije). Pored toga, sve više se javlja potreba za takvim komunikacionim sistemom koji neće biti ograničen fizičkim mrežama i koji će omogućiti univerzalno međusobno povezivanje.

Osnovni zahtevi koji se postavljaju prilikom međusobnog povezivanja mreža (izgradnje Interneta):

1. Aplikacije i korisnici ne moraju da razumeju detalje međusobnih hardverskih veza kako bi mogli da koriste Internet.
2. Topologija međusobno povezanih mreža nije propisana unapred. Dodavanje nove mreže u Internet ne podrazumeva povezivanje sa nekom centralnom tačkom niti dodavanje novih fizičkih veza nove mreže i svih postojećih veza. Dodavanje novih mreža (i mrežnih tehnologija) omogućena je modifikacijom postojećih ili dodavanjem novih programa na najnižem nivou, dok aplikativni ostaje nepromenjen.
3. Podaci se mogu slati preko posredničkih mreža, iako one nisu direktno povezane sa izvornim ili odredišnim računarima. Posrednički računari upravljaju mrežnim saobraćajem, a da pri tome ne razumeju aplikacije koje podatke šalju ili primaju.
4. Svi računari u internetu dele univerzalni skup identifikatora računara (koji se smatraju *imenima* ili *adresama*)

Da bi ovakvo povezivanje bilo moguće, **komunikacioni sistem deli se na sledeće nivoe:**

1. Mrežni nivo (odgovara slojevima 1 i 2 OSI)
2. IP (**Internet protocol**) nivo
3. TCP (**Transmission Control Protocol**) nivo
4. Aplikativni nivo.

Ovakva vrsta povezivanja obezbeđuje mehanizam koji male pakete podataka prenosi od njihovog prvobitnog izvora do krajnjeg odredišta, bez korišćenja posredničkih aplikacija. Ovo međusobno povezivanje na *mrežnom nivou*, odvaja aktivnosti prenosa podataka od aplikacija, čime se obezbeđuje ispunjenje zahteva 3.

TCP/IP familija protokola (Transmission Control Protocol / Internet protocol)

TCP/IP familija protokola je projektovana za obezbeđivanje univerzalnog međusobnog povezivanja računara, nezavisno od konkretnih računarskih mreža na koju su priključeni. Korisnik treba da vidi internet kao jednu, virtuelnu mrežu u koju su uključeni svi računari, bez obzira na njihove fizičke veze.

TCP/IP protokoli ravnopravno postupaju sa svim mrežama. Svaka lokalna mreža (Ethernet, napr), regionalna mreža ili veza od čvora do čvora između dva računara, računa se kao jedna mreža.

Specijalni računari, koji se nazivaju IP usmerivači ili *IP mrežni prolazi*, obezbeđuju međusobno povezivanje fizičkih mreža. Prilikom prosleđivanja paketa, usmerivači koriste odredišnu mrežu, a ne odredišni računar.

Svakom računaru na TCP/IP internetu se dodeljuje jedinstvena **32-bitna internet adresa** (IP adresa), koja se koristi u svakoj komunikaciji sa tim računarom. Ona se često zapisuje kao 4 broja, koja predstavljaju dekadnu vrednost osmobicnog binarnog broja (128.6.4.7 na primer). IP adrese se dele u klase: A – klase mreža sa više od 2^{16} računara, B – klase mreža koje sadrže između 2^8 i 2^{16} računara, C – klase mreža koje sadrže manje od 2^8 računara.

Pošto IP adrese sadrže kod mreže i računara u mreži, one ne određuju samo pojedinačni računar nego i vezu sa mrežom.

Transmission Control Protocol (TCP)

Osnovni zadaci ovog protokola su:

- podjela poruke na datagram-e na strani predajnika,
- sastavljanje poruke na strani prijemnika,
- ponovno emitovanje onih izgubljenih datagram-a (datagram-i koji nisu pristigli, tokom odgovarajućeg vremenskog intervala, do odredišta).

Svaki datagram, između ostalog, čine i:

1. vezni broj pošiljaoca (izvorni port)
2. vezni broj primaoca (odredišni port),
3. redni broj datagrama,
4. potvrda prijema,
5. kontrolna suma,
6. podaci.

U trećem sloju protokola se, pored TCP protokola, mogu javiti i protokoli UDP i ICMP.

UDP (User Datagram Protocol) ne vrši podjelu poruke u datagram-e. On se koristi kada je poruka dovoljno mala da stane u jedan datagram. Pored toga, on ne reemituje datagram, ukoliko on nije stigao na odredište. Zaglavlje UDP protokola, slično je TCP zaglavlju, pri čemu ono ne sadrži redni broj datagram-a i potvrdu prijema. Koristi se, na primer, prilikom pronalazjenja IP adrese računara na osnovu njegovog imena.

ICMP (Internet Control Message Protocol) se koristi za prenos poruka o greškama ili drugih poruka namenjenih isključivo TCP/IP softveru. Ovaj protokol je jednostavniji čak i od UDP protokola i u njegovom zaglavlju se ne nalaze ni oznake izvornog i odredišnog porta (s obzirom da sam mrežni softver interpretira ICMP poruke).

Internet Protocol (IP)

Zadatak IP protokola je da pronađe put od izvornog do odredišnog računara. On ne vodi računa o tome da li je prenos bio uspešan, odnosno da li su svi poslani datagrami pristigli na odredište.

Najznačajniji elementi IP zaglavlja, koje se dodaje na svaki datagram, dobijen od protokola sa prethodnog nivoa (TCP, UDP, ICMP), su:

1. IP adresa izvornog računara,
2. IP adresa odredišnog računara,
3. oznaka protokola od kojeg je dobijen datagram,
4. životni vek,
5. kontrolna suma.

Domain Name Systems (DNS).

Korisnicima nisu poznate IP adrese računara, već oni poznaju samo **imena** računara. U posebnim tabelama nalaze se informacije o imenima računara i njihovim IP adresama. Do sredine osamdesetih godina, imena i IP adrese računara bile su čuvane u jednoj datoteci, koja je ručno menjana, a zatim distribuirana na sve računare u Internet mreži. Centralizovano održavanje i distribucija ove datoteke postala je nemoguća, pa su razvijeni novi protokoli i sistem imenovanja računara, koji su svakom korisniku omogućili da automatski razreši ime udaljenog računara. Ovaj mehanizam se naziva

sistemom imena datoteka (DNS), a oslanja se na računare poznate kao *serveri imena*. Ovi računari odgovaraju na upite vezane za nazive računara. Nijedan pojedinačni računar ne sadrži celu bazu podataka sa imenima datoteka. Podaci su podeljeni na različite računare koji koriste TCP/IP protokole za međusobno komuniciranje prilikom odgovaranja na upite.

Ethernet enkapsulacija

IP protokol upućuje datagram-e sloju protoka podataka, koji odgovara nekoj lokalno računarskoj mreži. U slučaju kada se radi o Ethernet mreži, svaki računar u lokalnoj mreži jednoznačno je određen adresom mrežne kartice (Ethernet adresa). Protokol koji omogućava pretvaranje IP adrese u Ethernet adresu naziva se se Address Resolution Protocol (ARP protokol).

Protokoli aplikativnog nivoa

TELNET protokol za udaljene terminale, koji omogućava:

- uspostavljanje TCP veze,
- prenos otkucanja tastera sa korisnikove tastature na udaljeni računar, kao da su otkucani na udaljenom računaru,
- prenos rezultata sa udaljene mašine na korisnikov računar.

FTP (File Transfer Protocol) je glavni protokol za prenos datoteka u okviru TCP/IP familije protokola. On koristi metod kopiranja cele datoke i omogućava korisnicima da pregledaju direktorijume udaljenih mašina i da prenose datoteke u bilo kom smeru.

NFS (Network File System) obezbeđuje online pristup deljenim datotekama.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) standardni protokol za prenos pošte, koji definiše način na koji sistem za poštu na jednoj mašini prenos poštu serveru, na drugoj mašini. **POP3 (Post Office Protocol 3)** određuje kako korisnik preuzima sadržaj "poštanskog sandučeta". On omogućava korisniku da ima stalno "poštansko sanduče" na računaru koji je trajno povezan sa Internetom i da pristupa njegovom sadržaju sa računara koji se povezuje povremeno.

WWW (World Wide Web). Web se sastoji od velikog broja hipermedijalnih dokumenata, *Web stranica*, koje su dostupne preko interneta. One se čuvaju na skupu Web servera, a pristupa ime se putem *pretraživača*. Svakom dokumentu pridružena je **URL adresa (Uniform Resource Locator)**, koja ga identifikuje na jedinstveni način. Svaka URL adresa sadrži: protokol kojim se pristupa dokumentu, lokacija servera i naziv dokumenta na serveru.

Komunikacioni uređaji

Uređaji I nivoa OSI

RIPITERI

- Povezuju Ethernet segmente.
- Mogu biti sa dva ili više portova.
- Portovi su BNC, standardni portovi za priključenje koaksijalnog Ethernet kabla.

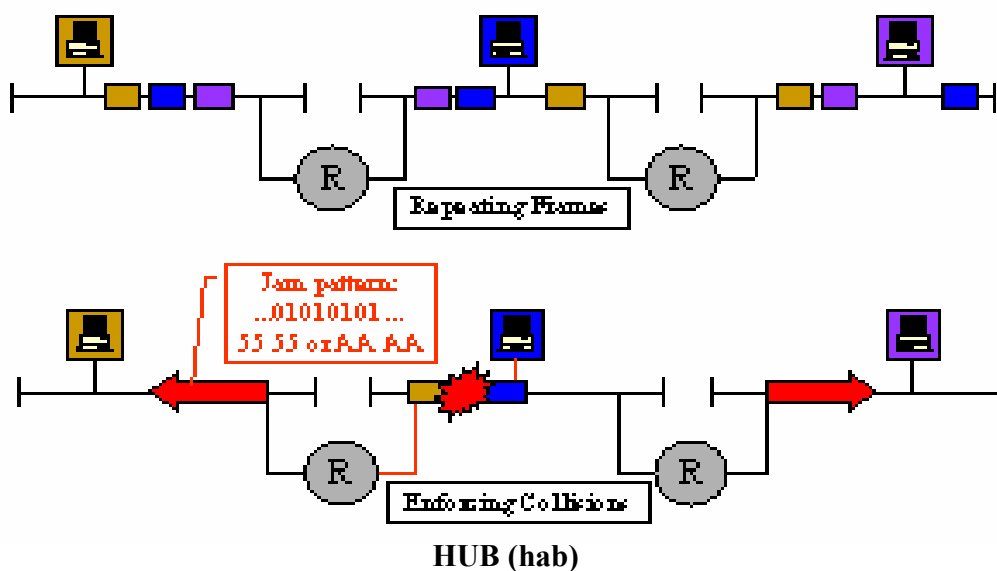
Funkcije:

- sve što dobije na jednom portu emituje na sve ostale portove,
- ako detektuje koliziju na jednom portu šalje poruku o koliziji na sve ostale portove.

SP200 Series : 10 Mbps Ethernet Repeater



Repeater Action



- Povezuju radne stanice i druge habove.
- Portovi su RJ45 , standardni portovi za priključenje paričnih kablova na kojima realizujemo Ethernet.
- Fizički zvezda, logički magistrala.

Funkcije:

- sve što dobije na jednom portu emituje na sve ostale portove,
- ako detektuje koliziju šalje poruku o koliziji na sve ostale portove.



Osobine Ethernet sa ripiterime i habovima.

- Naziva se deljeni Ethernet.
- Sve radne stanice dele isti propusni opseg.
- Svi paketi se prostiru i pojavljuju svugde.
- Svaki hab (ripiter) unosi kašnjenje prilikom propagacije signala i to dovodi do ograničenja u broju habova (ripitera) na Ethernet segmentu.

Problemi Ethernet sa ripiterime i habovima.

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

Uređaji II nivoa OSI SVIČ



- Povezuje radne stanice, habove, svičeve
- Princip rada
 - Paket primljen sa jednog porta emituje na drugi port
 - Primljeni paket se buferuje
 - Proveri stanje na medijumu, ako je medijum slobodan šalje paket
 - Ako dođe do kolizije, odustaje od slanja i radi retransmisiju
- Kako svič zna gde da uputi paket?

- Svič analizira sve okvire i na osnovu polaznih Ethernet adresa određuje koja je radna stanica priključena na određeni port.
- Tabelu sa adresom radne stanice i brojem porta na koji je priključena svič čuva u memoriji.
- Na osnovu određene adrese iz okvira i tabele svič zna na koji port treba da uputi paket.
- Postoje slučajevi kada se primljeni okvir sa jednog porta šalje na sve portove
 - Brodcast, paket upućen na brodcast adresu prosleđuje se na sve portove sviča
 - Paket upućen na adresu koju svič do tada nije "naučio" prosleđuje se na sve portove sviča.

Razlike habova i svičeva:

Habovi:

- sve tačke priključene na hab dele isti propusni opseg (10Mbps),
- paket koji se pojavi na jednom portu prosleđuje se na sve ostale portove.

Svičevi:

- svaka tačka priključena na svič koristi svoj propusni opseg (10Mbps),
- paket koji se primi na jednom portu prosleđuje se na tačno određeni port.

Uređaji III nivoa OSI

RUTERI

Ruteri nam omogućavaju da više lokalnih računarskih mreža spojimo u celinu, povezujući mreže koje imaju različite adresne prostore na mrežnom nivou OSI modela.

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

Ruteri su uređaji koji barataju sa adresama mreža, a ne adresama računara. Kada ruter primi paket na jedan od svojih portova, on ispita adresu na koju je taj paket poslat, izdvoji adresu mreže na kojoj se nalazi računar kojem je paket upućen i na osnovu te mrežne adrese odlučuje gde će dalje proslediti paket. Ako mreži, na kojoj se nalazi računar kojem je paket upućen, može da pristupi direktno, ruter šalje paket toj mreži. Ako ne može direktno da joj pristupi, ruter izabere drugi ruter koji se nalazi na putanji ka traženoj mreži i prosledi mu paket. Na osnovu svojih tabela za rutiranje, ruteri znaju koje se mreže nalaze na određenim portovima i preko kojih portova su putevi do onih mreža koje nisu direktno vezane za njih. Za razliku od radnih stanica, ruteri moraju da imaju informaciju o celoj arhitekturi mreže.

Tabele za rutiranje na osnovu kojih ruteri funkcionišu mogu da konfigurišu sami administratori i takve rute se nazivaju **statičke rute**, a tabele **statičke tabele za**

rutiranje. Ovakav pristup administriranju rutera ima ozbiljnih mana. Ako se ruteri koriste za povezivanje većeg broja mreža, tabele postaju velike i komplikovane tako da postoji velika poteškoća u njihovom održavanju. Ako se u konfiguraciji mreže dogodi neka promena potrebno je ručno izvršiti promene tabela za rutiranje na svim ruterima koji povezuju mreže što je takođe velik posao koji može da dovede do delimičnog prekida u radu mreže, uz neizbežne greške. Kao rešenje ovakvih problema nude nam se protokoli za rutiranje, odnosno **dinamičko rutiranje.**

Protokoli za rutiranje omogućuju ruterima da među sobom razmenjuju podatke na osnovu kojih mogu da kreiraju tabele za rutiranje i na taj način obezbede dostupnost od svakog računara do svakog dela mreže. Podaci koji se razmenjuju između rutera mogu da sadrže sledeće informacije:

- informacije o topologiji mreže,
- informacije o prekidima,
- informacije o meri “troška” linka, koja se utvrđuje na osnovu broja “koraka” između dve tačke ili na osnovu propusnog opsega linka ili vremenu kašnjenja na linku ili na osnovu kombinacije ovih parametara,
- informacije o pouzdanosti linkova.

Ruteri su vrlo korisni komunikacioni uređaji za kreiranje mreže i upravljanje mrežom koja je sastavljena od više mreža. Upotrebom rutera prevazilazimo razlike u tehnologijama kojima su izvedene različite lokalne računarske mreže. Dinamičkim protokolima za rutiranje poboljšavamo karakteristike mreža i dobijamo punu mogućnost za njihovo proširenje. Ruterima efikasno ograničavamo *broadcast* domene i izbegavamo probleme koje bi mogli nastupiti visokom količinom *broadcast* saobraćaja.

Upotreba rutera iziskuje obimno konfigurisanje i dobro poznavanje protokola koji se rutiraju. Takođe, ruteri kao kompleksni uređaji mogu znatno da povećaju cenu izgradnje računarske mreže.

