

INTERNET MREZE

Komunikacioni sistemi – razmena podataka izmedju aplikacija.

Slozen sistem – veliki broj problema.

Pojedinacni problem resava se odabirom adekvatne aktivnosti i njenim izvršenjem.

Zadatak konvencija → Obezbedjenje visokog nivoa koordinacije izmedju svih elemenata komunikacionog sistema koji izvrsavaju aktivnosti.

Konvencija = Protokol

Osnovni elementi protokola:

- **Sintaksa** – definicija formata podataka, kontrolnih podataka i nivoa fizickih velicina.
- **Semantika** – definicija znacenja podataka, kontrolnih podataka i nivoa fizickih velicina.
- **Vremensko uskladjivanje** – definisanje vremena pocetka signalizacije, iscitavanja signala i trajanja signala.

Nije moguće definisati jedan protokol koji resava sve probleme!

Vrsi se grupisanje srodnih problema i definise se protokol (ili vise njih) cijom implementacijom se ti problemi resavaju.

Uspesna razmena podataka se ostvaruje implementacijom skupa protokola.

Skup protokola = Familija protokola = Protokol stek

OSI model – predstavlja referentni model za razmenu podataka između aplikacija

Opisuje kako se prenose informacije od aplikacije na jednom racunaru preko mreze, do aplikacije na drugom racunaru – *apstraktni opis arhitekture mreze*.

OSI model se sastoji od 7 nivoa:

- 1) Fizicki nivo
- 2) Prenosni nivo
- 3) Mrezni nivo
- 4) Transportni nivo
- 5) Nivo sesije
- 6) Nivo prezentacije
- 7) Nivo aplikacije

Aplikacije se izvrsavaju na tackama. Tacke se direktno povezuju u skupove/mreze. Mreze se povezuju u komunikacioni sistem.

Modelovanje komunikacionih sistema vrši se definisanjem protokola koji se implementiraju na:

- Transportnom
- Mrežnom
- Prenosnom
- Fizickom nivou

- 1) **Transportni nivo** je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinica prenosa (segmenata) između krajnjih tacaka koje se povezuju komunikacionim sistemom, tj. uspostavu, održavanje i raskidanje logičke veze između krajnjih tacaka.

Problemi vezani za ovaj nivo:

- a. Adresiranje aplikacija
- b. Multipleksiranje logičkih veza
- c. Segmentacija niza bita koji predstavlja aplikativne podatke koji se razmenjuju
- d. Kontrola toka podataka
- e. Garancija isporuke na nivou krajnjih tacaka
- f. Detekcija i korekcija gresaka na nivou krajnjih tacaka
- g. Rekonstrukcija niza bita kao aplikativnih podataka na prijemnoj strani

TCP je primer protokola na transportnom nivou.

- 2) **Mrežni nivo** je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinica prenosa (paketa) putem više povezanih skupova tacaka.

Problemi vezani za ovaj nivo:

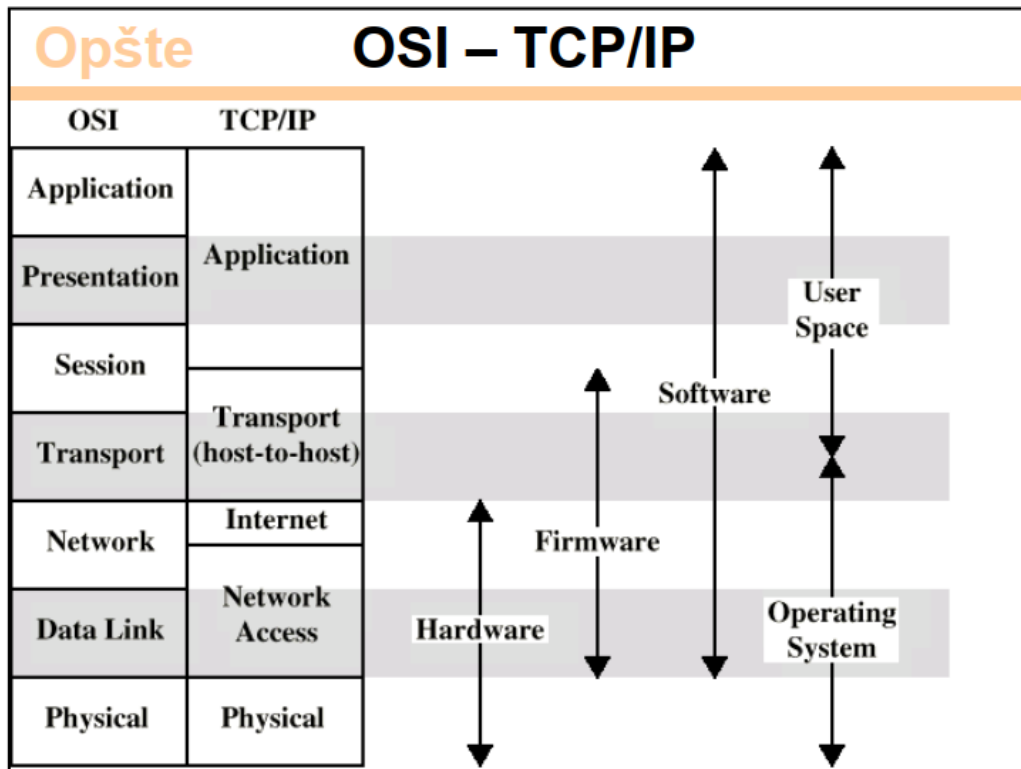
- a. Adresiranje skupa tacaka
- b. Adresiranje pojedinačne tačke unutar skupa
- c. Određivanje putanje prenosa paketa

- 3) **Prenosni nivo** je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinica prenosa (frejmova) unutar jednog skupa tacaka.

Problemi vezani za ovaj nivo:

- a. Pristup deljenom medijumu
- b. Adresiranje tacaka
- c. Kontrola toka prenosa frejmova
- d. Detekcija sa eventualnom korekcijom gresaka

- 4) **Fizicki nivo** je grupa problema koja se odnosi na fizicke karakteristike signala i prenosnih medijuma kao sto su:
- Generisanje signala koji je reprezent niza bita koji predstavlja frejm
 - Prenos signala putem medijuma
 - Prijem signala i generisanje niza bita na osnovu primljenog signala, na prijemnoj strani



Standardi

Zasto su potrebni?

- U nedostatku standarda:

- Brzo se umnozava broj potrebnih implementacija za svaku vrstu komunikacije
- Korisnik se mora vezati za jednog proizvođača, iako bi mu za neke potrebe više odgovarao drugi
- Promena proizvođača zahteva velike troškove

Sta omogućavaju?

- Nezavisnost od jednog proizvođača
- Garanciju karakteristika

Organizacije za standradizaciju:

- Internet Society – standardi vezani za internet protokole
- ISO/IEC – razni standardi, izmedju ostalog i za komunikaciju
- ITU-T – telekomunikacioni standardi
- IEEE – standardi za lokalne racunarske mreze

NIVO 1-2 (Fizicki nivo)

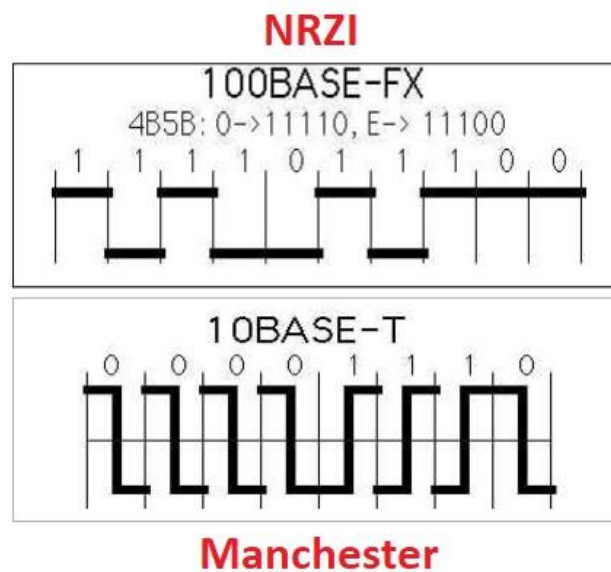
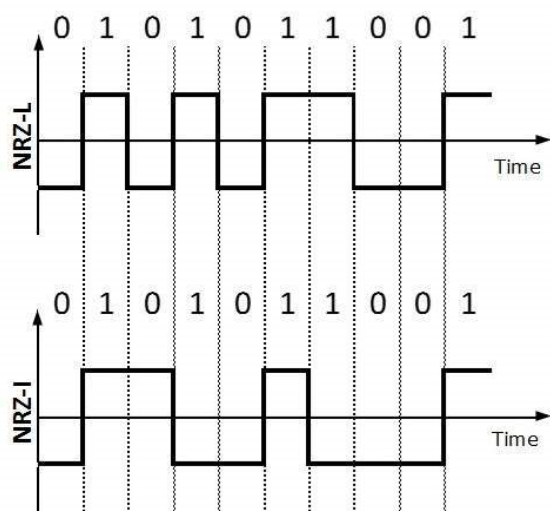
Vrsi se kodiranje: **Digitalni podaci** → **Digitalni signal**

Zasto?

- Radi poboljsanja kvaliteta prenosa.

Šeme digitalnog kodiranja:

- **NRZ** (Non-Return-to-Zero) – nivo napona ostaje konstantan dok se prenosi bit; npr. 0 se prenosi sa niskim, a 1 sa visokim naponom.
- **NRZI** (Non-Return-to-Zero-Inverted) – 1 se prenosi promenom vrednosti napona (u bilo kom smeru), dok se 0 prenosi tako sto se naponski nivo ne menja.
- **Manchester kodiranje** – 0 se predstavlja promenom napona sa visoke na nisku vrednost, a 1 sa niske na visoku. Signal nikada nema konstantnu vrednost duze od jednog bitskog intervala jer se on menja na sredini svakog intervala i tako se vrsi sinhronizacija dva uredjaja koja komuniciraju.



NIVO 2 (Prenosni nivo)

Opisuje razmenu podataka izmedju uredjaja koji dele isti prenosni medijum.

Daje resenje sledecih problema:

- Pristup prenosnom medijumu – MAC (*Medium Access Control*)
- Adresiranje uredjaja povezanih na prenosni medijum – LLC (*Logical Link Control*)
- Kontrola protoka – LLC
- Detekcija i korekcija gresaka – LLC

LAN i WAN mreze

- LAN – Deljeni medijum – Ethernet, Token Ring
- WAN – Tačka-tačka veze – PPP i SLIP

LAN (lokalna) mreza – mreza za prenos podataka, optimizovana za geografski mala podrucja (zgrada, kampus). Obicno se izvode sa deljenim vezama.

Mreze koje spajaju veca geografska podrucja ponekad se nazivaju MAN.

LAN standardi – IEEE 802 serija:

- 802.2 (LLC)
- 802.3 (CSMA/CD)
- 802.5 (Token Ring)

IEEE standardi su prihvaceni od strane ISO i vaze na medjunarodnom nivou.

Ethernet protokol definisan IEEE 802.3 standardom je najrasprostranjeniji standard za zicane lokalne mreze.

Ethernet frejm

Minimalna duzina: 64 B

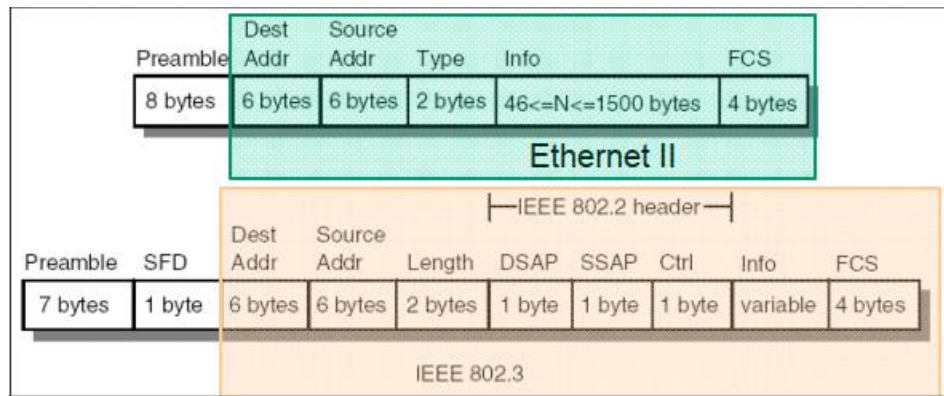
Maksimalna duzina: 1518 B

Postoje 2 tipa:

- **Ethernet II**
- **802.3**

Moguće je koristiti oba frejma “na istoj zici”.

Sa slike nauci strukturu oba tipa! To bude na testu!



- Uvodni niz od 56 bita (7B) za sinhronizaciju
- SFD - *Start of Frame Delimiter* (1B)
- Frejm:
 - Odredišna i polazna adresa – po 6B
 - Tip/Dužina – 2B
 - Podaci
 - Kontrolna suma – 4B

* DSAP i SSAP su polja u koja se upisuju oznake za *destination* i *source service Access Point*.

* Ctrl – kontrolno polje

Kako se određuje kog je frejm tipa?

- Prema vrednosti u Type/Length polju:

- Type/Length > 1500 → Ethernet II frejm
- Type/Length < 1500 → IEEE 802.3 frejm

Upravljanje pristupom – 3 nacina:

- **Round Robin** – svakoj stanici se dodeljuje period vremena unutar koga moze da salje podatke.
- **Reservation** – stanice rezervisu vremenske periode za slanje podataka.
- **Contention** – stanice su slobodne da pokusaju slanje u bilo kom trenutku.

CSMA/CD

Algoritam koji koristi Ethernet (802.3). Predstavlja kontrolu pristupa medijumu. Racunari u mrezi se u stvari takmice za prvenstvo slanja podataka:

1. Ako je medijum slobodan → salji.
Ako nije → korak 2
2. Prati stanje medijuma – cim se oslobodi, pokusaj sa slanjem
3. Ako tokom slanja dodje do kolizije, prestani sa slanjem i emituj kratak signal (*jamming*)
4. Cekaj izvesno vreme i vrati se na korak 1

Kolizioni domen

Dve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu ako i samo ako prilikom istovremenog slanja frejma na deljeni medijum izazovu koliziju.

Broadcast domen

Dve stanice pripadaju jednom broadcast domenu ako i samo ako jedna stranica moze da primi frejm poslat na broadcast adresu od strane druge stanice i obrnuto.

Topologija – prostorni raspored ili nacin povezivanja delova jedne celine.

- **Fizicka** – definise nacin na koji su cvorovi fizicki povezani
- **Logicka** – definise nacin funkcionisanja mreze

Habovi

Povezuju radne stanice i druge habove.

Princip rada: Dobijene poruke prosledjuju svim prikljucenim uredjajima.

Portovi su RJ45 – standardni portovi za prikljucenje paricnih kablova na kojima realizujemo Ethernet.

Ako su racunari, tj. radne stanice povezani preko haba:

- Fizicka topologija zvezde
- Logicka topologija magistrale

Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu.

Sve stanice pripadaju jednom broadcast domenu.

Funkcija haba:

- Sve sto dobije na jednom portu emituje na svim ostalim portovima.
- Ako detektuje koliziju, salje *jamming* na sve ostale portove.

Ethernet sa habovima (ripiterima) – Deljeni Ethernet

- Sve radne stanice dele isti propusni opseg
- Svi paketi se prostiru i pojavljuju svugde
- Svaki hab unosi kasnjenje prilikom propagacije signala i to dovodi do ogranicenja u broju habova na Ethernet segmentu
- Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu
- Sve stanice pripadaju jednom broadcast domenu

Problemi sa habom (u slucaju velikog broja radnih stanica):

- Veliki broj stanica deli isti propusni opseg
- Verovatnoca da ce se dogoditi kolizija raste sa porastom broja radnih stanica, i kolizije se cesto dogadjaju
- Vreme odziva mreze, sa porastom broja radnih stanica, postaje nedopustivo veliko

Resenje problema → Upotreba sviceva (Habovi se vise ne koriste!)

Svicevi

Povezuju radne stanice, habove i sviceve.

Princip rada: Paket primljen na jednom portu emituje na drugi port.

Kako svic zna gde da uputi paket?

- Svic analizira sve frejmove i na osnovu polaznih adresa odredjuje koja radna stanica je prikljucena na odredjeni port.
- Formira tabelu (tzv. **Switching tabela**) sa adresom radne stanice i brojem porta na koji je prikljucena i cuva je u memoriji.
- Na osnovu odredisne adrese iz frejma i tabele, svic zna na koji port treba da uputi paket.
- Specijalni slucaj - Frejmovi se salju na sve portove:
 - Kada je frejm namenjen svima (broadcast)
 - Ne zna se port sa kojim je povezana radna stanica sa adresom kojoj je frejm namenjen (svic jos nije formirao kompletnu tabelu)

Nivo 2 Hab - Svič	
<ul style="list-style-type: none">• Sve tačke priključene na hab dele isti propusni opseg• Paket koji se pojavi na jednom portu prosleđuje se na sve ostale portove• Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu• Sve stanice pripadaju jednom <i>broadcast</i> domenu	<ul style="list-style-type: none">• Svaka tačka priključena na svič koristi svoj propusni opseg• Paket koji se primi na jednom portu prosleđuje se na tačno određeni port• Port sviča definiše poseban kolizioni domen• Sve stanice pripadaju jednom <i>broadcast</i> domenu

WLAN – Wireless LAN

Bezicna lokalna mreza. Uredjaji su bezicno povezani u lokalnu mrezu (LAN), unutar ogranicenog prostora.

Za izradu WLAN-a je potrebno imati pristupnu tacku (AP - *access point*) i jednog ili vise klijenata. *Access point* povezuje vise klijenata u zajednicku grupu i sluzi za povezivanje sa zicanom mrezom ili sa drugim bezicnim mrezama.

- **IEEE 802.11 standard**
- MAC protokol
- Slobodni opseg spektra: 900 MHz – 2.4 GHz

WAN

Tehnologije koje se koriste za udaljeni pristup mrezi. Pristupa se vezama kojima putuju analogni signali, gde postoje dve metode:

1. **Serial Line Internet Protocol (SLIP)** – paketski protokol, razvijen za TCP/IP komunikaciju, formira point-to-point konekciju.
 - a. Oba racunara koji koriste SLIP moraju znati IP adrese zbog rutiranja.
 - b. Ne postoji mehanizam za automatsko upravljanje.
 - c. Napravljen je za upotrebu zajedno sa IP protokolom.
 - d. Ne postoji detekcija ili korekcija greske. Ovi zadaci se prepustaju transportnom protokolu, sto negativno utice na efikasnost.
 - e. Korisnicki nalog i lozinka se prenose u formatu obicnog teksta – LOSE!
2. **Point-to-Point Protocol (PPP)** – obavlja automatsko dodeljivanje IP adresa.

Resava probleme SLIP-a:

- a. Parametri se dogovaraju prilikom uspostavljanja veze.
- b. Postoji provera ispravnosti prenosa.
- c. Podrzava i druge protokole osim IP-a.
- d. Mogucnost autentifikacije.

NIVO 3 (Mrezní nivo)

Ako posmatramo skup uredjaja povezanih na isti prenosni medijum, za komunikaciju nam je dovoljan Nivo 2.

Sta ako imamo vise ovakvih skupova uredjaja koji su medjusobno povezani?

- Razmenu podataka izmedju ovakvih skupova uredjaja opisuje Nivo 3.

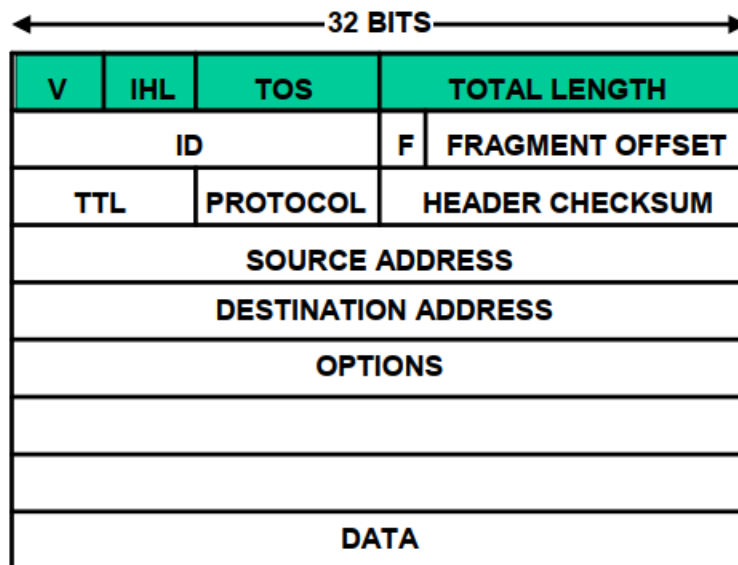
Daje resenje sledecih problema:

- Adresiranje skupova uredjaja i samih uredjaja
- Odredjivanje putanje prenosa paketa – **Rutiranje**

IP (Internet Protocol)

- Protokol OSI nivoa 3.
- Ne garantuje isporuku.
- IP paketi imaju zaglavlje i sadržaj.
- Paketi ne zavise jedan od drugog, prilikom prenosa mogu putovati razlicitim putanjama.
- Paketi na odrediste stizu proizvoljnim redosledom.

Detaljan opis IP paketa (osnovna jedinica prenosa 3. nivoa):



V - verzija
trenutno 4
4 bita

IHL - Internet Header Length
broj 32-bitnih reči u zaglavlju
4 bita

TOS - Type of service
tretman IP paketa u transportu
8 bita

TL - Total Length
totalna dužina IP paketa u bajtima
16 bita

ID - identification
16 bita

F - Flags
3 bita

FO - Fragment Offset
13 bita

TTL - Time to Live

postavlja gornju granicu postojanja paketa u tranzitu

8 bita

Protocol

oznaka protokola višeg nivoa

8 bita

Header checksum

kontrolna suma sadržaja zaglavlja

16 bita

SA - Source Address

polazna adresa

32 bita

DA - Destination Address

odredišna adresa

32 bita

Options

DATA

Minimalna dužina zaglavlja IP paketa → $5 * 32 = 160$ bita = 20 Bajta (bez Options)

Maksimalna dužina zaglavlja IP paketa → $15 * 32 = 480$ bita = 60 Bajta (sa Options)

IP Adresa

Neophodna za komunikaciju.

Dodeljuju se uređajima, tj. njihovim interfejsima, na OSI nivou 3.

32-bitni broj koji se prikazuje kao četiri decimalna broja razdvojena tackom (*dotted-decimal*).

Npr: 192.168.21.23 ⇔ 1100000 10101000 00010101 00010111

Sastoji se iz dva dela:

- Oznaka mreže (početni bitovi adrese), ID mreže
- Oznaka sistema (host-a) u okviru mreže (ostatak adrese)

Koji deo adrese je oznaka mreže, a koji oznaka host-a određuje se na osnovu **mrežne maske**.

Mrežna maska je takodje 32-bitni broj: Prvih n cifara su 1, ostatak su 0!

Nacini zapisivanja maske:

- 11111111 11111111 11111111 00000000
- 255.255.255.0
- IP_adresa / broj_jedinica → npr. 192.168.1.254 / 24 (24 označava dužinu maske odnosno broj jedinica mrežne maske)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
198.51.100.33	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
255.255.255.192	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	

198.51.100.33/26

Racunanje sa IP adresama, Sabnetovanje → vezbe prezentacija!!!

- **Adresa mreze** = IP_adresa AND maska (bitwise)
 - Rezultat: svi biti host dela postavljeni na 0
- **Broadcast adresa** = IP_adresa OR invertovana_maska (bitwise)
 - Rezultat: svi biti host dela postavljeni na 1

Adresa mreze i Broadcast adresa se ne smeju dodeliti ni jednom konkretnom uređaju.

Broj korisnih adresa (onih koje mogu da se dodele uređajima): $2^n - 2$

→ n – broj bita koji određuju host (broj 0 u mrežnoj maski)

- **Prva korisna adresa** = Adresa mreze + 1
- **Poslednja korisna adresa** = Broadcast adresa – 1

Sabnetovanje – deljenje jedne mreze na više mreza. → pogledaj primer sa vezbi!

Najmanja moguća mreža je sa mrežnom maskom /30 → tada na raspolaganju imamo dve adrese. Koriste se za point-to-point komunikaciju.

Agregacija – inverzni proces u odnosu na sabnetovanje. Mogu se spajati samo mreze koje su nastale deljenjem.

IP adresa – javni opseg

Javna IP adresa je jedinstvena na Internetu i jednoznačno određuje tačku koja učestvuje u komunikaciji.

IP adresa – privatni opseg

Pretpostavka: Tačke koje se adresiraju pripadaju složenoj računarskoj mreži koja funkcioniše primenom TCP/IP familije protokola.

Podela:

- Privatne tačke – tačke koje direktno komuniciraju isključivo sa tačkama unutar složene računarske mreže kojoj pripadaju. Pristup javnim servisima ili servisima drugih računarskih mreža ostvaruje se preko posrednika (Proxy, NAT, Aplikativni serveri...)
- Javne tačke – tačke koje direktno komuniciraju sa drugim javnim tačkama na Internetu.

Adresiranje: Privatne tačke mogu da koriste adrese koje su jedinstvene u složenoj računarskoj mreži kojoj pripadaju, ali ne moraju biti jedinstvene u odnosu na adrese tačaka koje pripadaju drugim računarskim mrežama. Za adresiranje privatnih tačaka koriste se IP adrese koje pripadaju privatnim IP adresnim opsezima.

Sta se ovim dobija?

- Racionalnija upotreba javnih IP adresa.
- Povecan stepen bezbednosti u racunarskoj mrezi.
- Definisanje logicke arhitekture slozene racunarske mreze u cilju bolje kontrole tokova saobracaja.

Enkapsulacija – postupak deljenja podataka u pakete i dodavanja odgovarajucih kontrolnih zaglavlja. Koriste se Ethernet II i 802.3 enkapsulacije.

MTU (*Maximum Transmission Unit*) – maksimalna velicina IP paketa koji se moze preneti u okviru osnovne jedinice prenosa protokola u koji se IP paket enkapsulira.

- Za Ethernet sa Ethernet II enkapsulacijom MTU je 1500 Bajtova.

Razlika u formatu adresa:

- IP adresa – 32 bita
- Ethernet adresa – 48 bita

Mora postojati mapiranje izmedju ovih formata.

ARP (*Address Resolution Protocol*) – mapiranje IP adrese u Ethernet adresu.

RARP (*Reverse ARP*) – obrnuto mapiranje (mapiranje Ethernet adrese u IP adresu). Danas se vise koriste BOOTP, DHCP.

IP na point-to-point vezama

Adrese na OSI 2 nivou ne postoje.

Na OSI 1 nivou moze se koristiti asinhroni ili sinhroni prenos.

Dva metoda za enkapsulaciju na point-to-point vezama:

- SLIP
- PPP

VLAN – virtualne lokalne mreze

Korporativne mreze povezuju veliki broj radnih stanica.

Upotreba Ethernet protokola u WAN delu, za posledicu ima povezivanje velikog broja radnih stanica.

Problemi:

1. Kontrola saobracaja na Nivou 2 gotovo da nije moguca → narušena bezbednost i funkcionalnost mreže.
2. Veliki broadcast domeni stvaraju tehnicke probleme koji mogu izazvati prekide funkcionalnosti mreže.

Resenje → Mehanizam za podelu broadcast domena, njihovo povezivanje preko Nivoa 3.

Obican svic – frejm adresiran na broadcast adresu prosledjuje na sve portove.

VLAN svic – frejm primljen sa jednog porta moze da se prosledi samo na portove koji pripadaju istoj grupi kao i port sa kog je primljen frejm.

Topologija VLAN mreza je definisana **IEEE 802.1Q** standardom.

Komunikacija izmedju VLAN-ova – samo preko Nivoa 3.

IP subnet se poklapa sa VLAN-om.

Rutiranje

Lokalni LAN segment – direktno su dostupni svi sistemi na istom segmentu.

Unutar lokalnog segmenta, uredjaj na osnovu podesene IP adrese i mrezne maske zna kako da posalje paket namenjen drugom uredjaju na istom lokalnom segmentu (unutar iste mreže).

Problem: Sta raditi sa saobraćajem za sisteme van lokalnog segmenta?

- Koristi se posrednik – **ruter** (gateway).

Ruter – uredjaj koji spaja dve ili vise mreza i kome se salje saobraćaj za odredista van lokalnog segmenta.

- Sluzi za prosledjivanje saobracaja iz jedne mreze u drugu.
- Sve sto uredjaj treba da zna je: Kome sledecem poslati paket.

Svrha rutiranja: Sistem mora utvrditi **kome** i **kuda** da salje IP pakete.

Uredjaji ne moraju znati detalje o udaljenim mrežama, vec samo **kome** se obratiti da bismo do njih dosli. Kao posledica toga, sistem je fleksibilniji i otporniji na otkaze.

Svaki sistem, prilikom konfigurisanja za rad u mrezi, dobija sledece parametre:

- Svoju IP adresu i mreznu masku (na osnovu cega zna kojoj mrezi pripada)
- IP adresu rutera (default gateway)

Najjednostavniji slucaj: lokalni LAN segment

- Sistem zna kojoj IP mrezi pripada i zna IP adresu rutera. Sav saobraćaj sa odredistem van njegove IP mreže salje se ruteru.

Tabela za rutiranje – sadrži informacije o tome kome sledecem treba proslediti paket.

Ruta – red u tabeli rutiranja.

Stavke tabele rutiranja:

- Adresa mreže
- Mrežna maska
- Adresa rutera (gateway)
- Interfejs

DO		IDI PREKO	
Adresa mreže	Mrežna maska	Gateway	Interfejs
192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	GigabitEthernet 0
192.168.254.0	255.255.255.252	0.0.0.0	Serial 0
192.168.21.0	255.255.255.0	192.168.254.1	Serial 0

Tabela rutiranja

Gateway – IP adresa na koju treba poslati paket da bi on otisao na odrediste definisano pomocu prva dva broja (adrese mreze i mrežne maske).

Vrednost 0.0.0.0 u koloni Gateway oznacava da je mreza direktno konektovana, tj. da uredjaj ima interfejs u toj mrezi.

- *Napomena:* I te rute moramo napisati u tabeli!

Za gateway stavljamo adresu sledeceg rutera kom se treba obratiti. Ako taj ruter ima vise od jedne IP adrese, za gateway biramo onu njegovu adresu koja je u mrezi u kojoj i mi imamo interfejs! Razlog za to je sto za tu adresu vec imamo (automatski dobijenu) direktno konektovanu rutu.

Adresa mreže	Mrežna maska	Gateway	Interfejs
192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	GigabitEthernet 0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.24.2	GigabitEthernet 0

Podrazumevana ruta

Ruta sa destinacijom 0.0.0.0 0.0.0.0 zove se podrazumevana ruta.

- Bice odabrana samo ako je jedini kandidat.
- Gateway podrazumevane rute zove se podrazumevani gateway.

Ako je mrežna maska 0, koliko adresa to obuhvata?

- Obuhvata sve adrese.

Koliko redova treba da ima minimalna tabela za rutiranje?

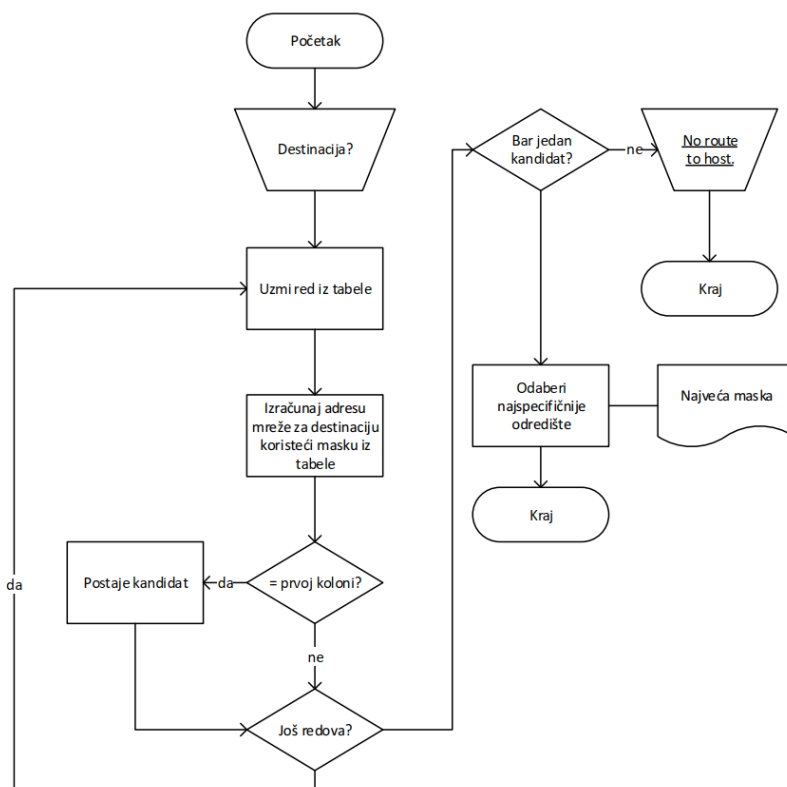
- Jedan red (za podrazumevanu rutu).

Da bi svaki uređaj mogao da komunicira sa svakim uređajem, neophodno je da svi uređaji imaju znanje o svim mrežama, uključujući i krajnje uređaje!

Algoritam odabira rute

192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	GE 0
192.168.254.0	255.255.255.252	0.0.0.0	Se 0
192.168.21.0	255.255.255.0	192.168.254.1	Se 0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.254.5	Se 0

- Primer 1
 - Destination=**192.168.21.33**
 - Kandidati: 192.168.254.1, 192.168.254.5
 - Odabrana: **192.168.254.1**
- Primer 2:
 - Destination=**8.8.8.8**
 - Kandidati: 192.168.254.5
 - Odabrana: **192.168.254.5**



Bira se najspecifičnija ruta – ona koja ima manji odredisni skup adresa, tj. ima najveću masku.

Podrazumevana ruta je uvek kandidat, a bira se samo ako je jedini kandidat.

POGLEDAJ SLIKU: zadatak_rutiranje_ispit.png

Vrste rutiranja:

- Staticko
- Dinamicko

Dinamicko rutiranje

Proširivanjem mreže i povezivanjem većeg broja IP mreža, konfigurisanje rutera postaje složenije. Ako se to radi ručno (statički), raste mogućnost greske.

Resenje → Dinamicko rutiranje – način da se podaci o dostupnosti odredista i adresama rutera za pojedina odredista razmenjuju automatski. I dalje je potrebna minimalna statička konfiguracija.

Protokoli rutiranja

- Vektor udaljenosti

Ruteri razmenjuju informacije kojima saznaju udaljenost (distanca) i pravac (interfejs ili ruter) ka nekoj od udaljenih mreza, pri cemu nemaju informaciju o samom putu do odredisne mreze. Razmenjivanje informacija se vrsi tako sto svaki od rutera periodicno prosledjuje celu tabelu rutiranja susednim ruterima.

Predstavnik: **RIP**

- Metrika: Mera udaljenosti odredista. RIP smatra metriku 16 za beskonacnu.
- Problem: Spora konvergencija u slucaju prekida neke veze.

- Stanje veza

Ruteri razmenjuju podatke o stanju svojih veza (interfejsa) sa susednim ruterima. Svaki ruter ima potpunu sliku topologije cele mreze.

Predstavnik: **OSPF**

Ruteri

Ruter – uređaj specijalizovan za rutiranje.

- Dodatne funkcije: Filtriranje saobracaja – bezbednost

Od pre: **Ruter** – uređaj koji spaja dve ili vise mreza. Sluzi za prosledjivanje saobracaja iz jedne mreze u drugu.

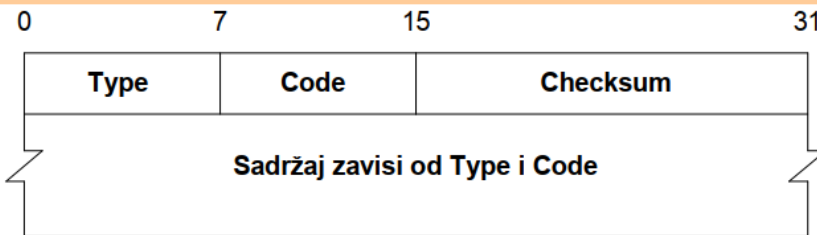
Razlicite tehnologije za povezivanje mreza:

- LAN Ethernet
- LAN Token Ring
- Serijske veze: sinhrona, asinhrona
- ISDN
- ATM

ICMP (*Internet Control Message Protocol*) – protokol na istom nivou kao IP, enkapsulira se u IP pakete sa oznakom protokola 1.

- Sluzi za dijagnostiku, upravljanje, poruke o greskama.
- Primer: program *ping*, koji sluzi za proveru dostupnosti host-a na mrezi.

Nivo 3 Format ICMP paketa



Type - 8 bita - identifikacija tipa ICMP poruke, koja može da se odnosi na više događaja

Code - 8 bita - tačno ukazuje na događaj

Checksum - 16 bita - kontrolna suma koja se odnosi na ceo ICMP paket

Ping - služi za proveru dostupnosti hosta na mreži

Type - 0 echo reply, 8 echo request

Code - 0

NIVO 4 (Transportni nivo)

Portovi

Sistemi se identifikuju pomocu IP adrese.

Za identifikaciju aplikacije potrebno je vise podataka.

Port – lokalno prosirenje IP adrese.

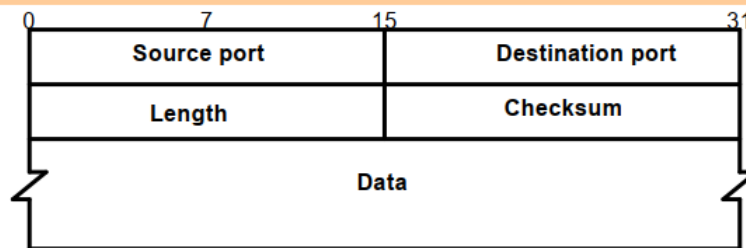
- Neoznaceni broj duzine 16 bita, u rasponu 0 – 65535
- Rezervisani portovi: 0 – 1023

UDP (*User Datagram Protocol*)

Namena: Prenos sa sto manjim vremenskim neslaganjima izmedju generisanja podataka na strani izvorista i prijema podataka na odredistu.

- Jednostavan
- Za kratke poruke (do velicine MTU)
- Ne garantuje isporuku
- Enkapsulira se u IP paket sa oznakom protokola 17

Nivo 4 Format UDP paketa



- **UDP paket ima svoje zaglavlje i podatke**
- **Source port - 16 bita - port aplikacije koja šalje podatke**
- **Destination port - 16 bita - port aplikacije kojoj su podaci poslani**
- **Length - 16 bita - dužina UDP paketa u bajtima**
- **Checksum - 16 bita - kontrolna suma koja se odnosi i na zaglavlje i na podatke**

TCP (*Transmission Control Protocol*)

- Protokol koji ima garanciju isporuke (pod uslovom da funkcionisu protkoli nizeg nivoa) – za razliku od UDP-a
- Predviđen za prenos niza podataka zeljene duzine (po nacinu na koji podatke posmatra aplikacija) – za razliku od UDP-a
- Ima portove – kao i UDP
- TCP segment se enkapsulira u IP paket sa oznakom protokola 6

U klijent/server modelu, na nacin koji se koristi kod TCP/IP mreza, serveri koji zele da im se klijenti obracaju pomocu TCP-a, uglavnom koriste rezervisane (poznate) portove:

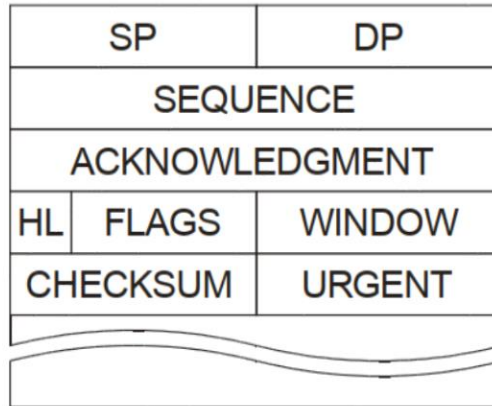
- TELNET: 23
- SMTP: 25
- HTTP: 80

Primer TCP veze: Zahtev za Web stranicom

- Klijent otvara IP konekciju ka serveru sa odredisnom IP adresom servera i odredisnim portom 80.
- Server prima zahtev i salje odgovor u paketima gde su zamenjene polazna i odredisna IP adresa i polazni i odredisni port.

Nivo 4 TCP, zaglavlje

- Enkapsulacija u IP, protokol ID=6.



SP – Source Port – 16 bita – izvorisni port

DP – Destination Port – 16 bita – odredisni port

SEQUENCE – 32 bita – redni broj dodeljen prvom Bajtu podataka sadrzanih u segmentu

ACKNOWLEDGMENT – 32 bita – broj potvrde

HL – 4 bita – broj 32-bitnih reci u TCP zaglavlju

FLAGS – 12 bita

WINDOW – 16 bita – broj porzora

CHECKSUM – 16 bita – kontrolna suma

URGENT – 16 bita – pointer na urgentne podatke

TCP – Uspostavljanje veze

tzv. *Three-way handshake*

Koliko je paketa potrebno poslati za uspostavljanje TCP veze?

- Bar 3 (*Three-way handshake*).

Za svaki smer veze se, prilikom pocetne razmene, nezavisno dogovaraju sekvence.

Takodje, dogovara se MSS (*Maximum Segment Size*) – obicno se racuna kao MTU izlaznog interfejsa umanjen za 40 (duzine IP i TCP zaglavlja). Za MSS se uzima manja od razmenjenih vrednosti.

Veza je dvosmerna. Svaki smer se moze nezavisno zatvoriti.

- Veza ciji je jedan smer zatvoren se naziva poluzatvorenom.

Path MTU Discovery

- Nacin, tehnika da se optimalno izabere vrednost MSS za neku vezu.
- Cilj je da se izbegne fragmentacija.

Salju se IP paketi sa postavljenim DF flegom, pa se velicina MSS smanjuje ako se dobije ICMP NEED_FRAG poruka.

NIVO 5 (Nivo sesije)

DNS (Domain Name System)

DNS – distribuirani sistem za opis hijerarhijski organizovanih skupova imena (hostnames) i pridruzivanje razlicitih vrsta podataka tim imenima (IP adrese).

- npr: **mail.example.com** ⇔ **192.168.24.2**

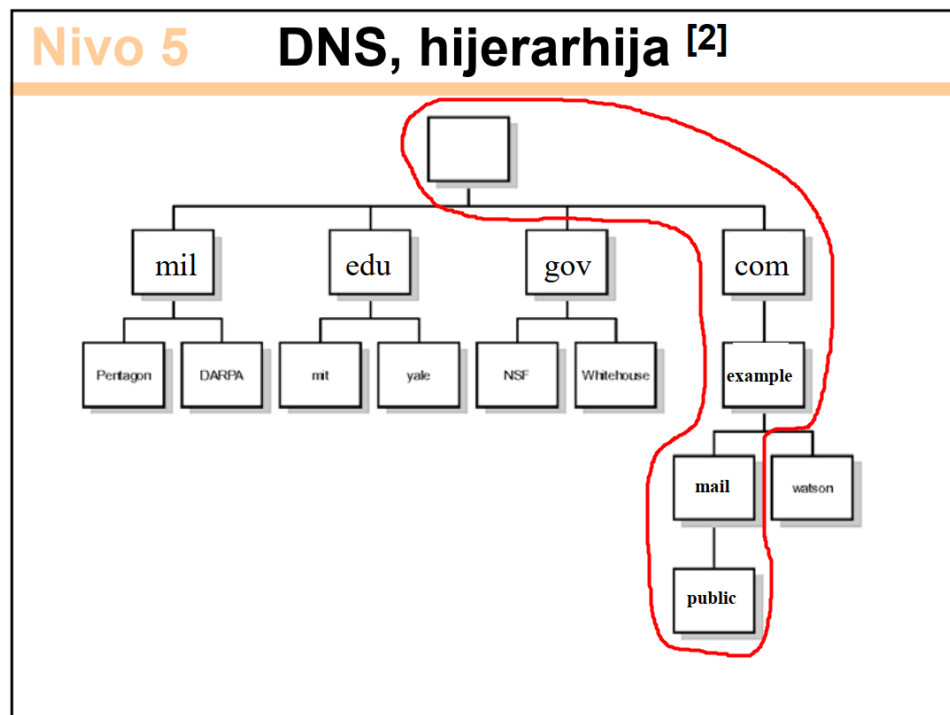
Za upite koristi UDP sa rezervisanim portom 53.

FQDN (Fully Qualified Domain Name):

- npr: **public.mail.example.com**

Puna imena se dobijaju zapisivanjem oznaka s leva na desno, od najspecifichije (na najnižem nivou) ka najmanje specifichnoj. Oznake se razdvajaju tackama.

Vrh hijerarhije ima prazno ime.



Mapiranje adresa u imena (Inverzno mapiranje)

Problem: Znajuci IP adresu nekog sistema, kako mu saznati ime?

Naročiti pseudo-domen: **in-addr.arpa**.

Komponente decimalnog zapisa IP adrese u obrnutom redosledu cine nivoe hijerarhije i razgranicavaju zone.

- npr: **2.24.168.192.in-addr.arpa**.

DNS – Dobijanje odgovora

U svakom distribuiranom sistemu moze se desiti da pojedinačni server ne moze da vrati direktan odgovor klijentu.

Tada se odgovor dobija:

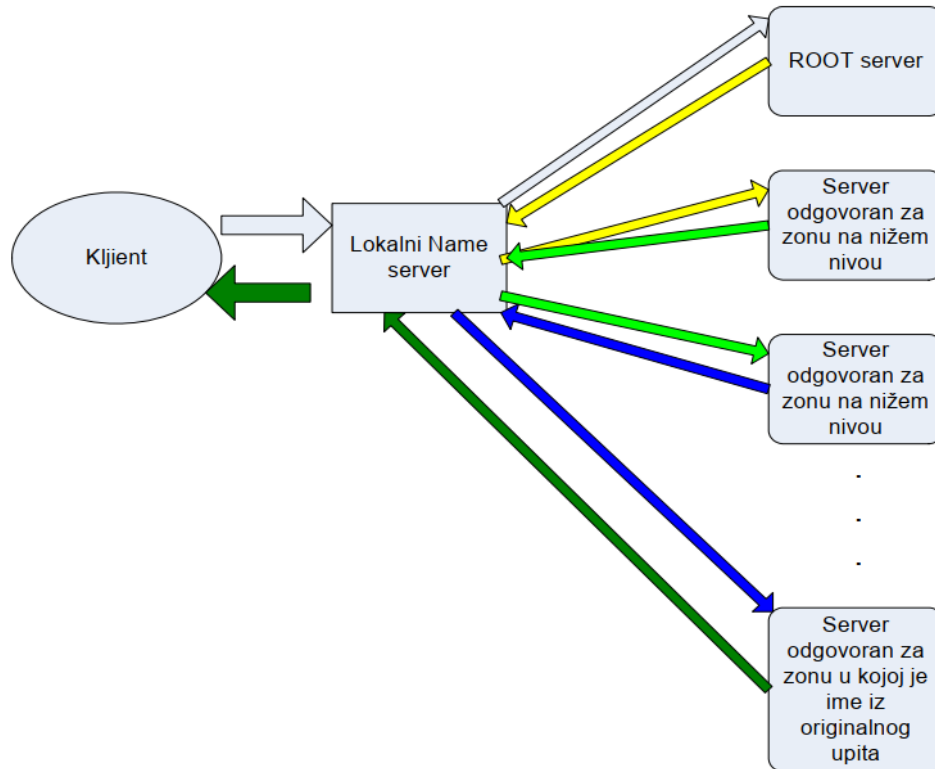
- **Rekurzivno** – server sam prosledjuje upit dalje (povoljnije klijentu, zahtevnije serveru)
- **Iterativno** – server vraca klijentu poruku sa indikacijom kome se sledecem treba obratiti (zahtevnije klijentu, povoljnije serveru)

Svaki korisnicki sistem ima resolver zaduzen za slanje upita za aplikacije i prosledjivanje dobijenih odgovora aplikacijama.

Konfiguracioni parametar korisnickog sistema je adresa Lokalnog Name servera, koji je zaduzen za prosedjivanje upita i vraćanje dobijenih odgovora.

Lokalni Name server je posrednik za grupu korisnickih sistema koji olaksava posao *resolver*-ima samih korisnickih sistema.

Root Name Servers – serveri zaduzeni za “root” zonu na vrhu hijerarhije.



- **Klijent (njegov *resolver*) šalje upit Lokalnom Name serveru.**
- **Lokalni Name server šalje upit root-serveru**
- **Root-server šalje odgovor Lokalnom Name serveru sa informacijom ko je odgovoran za zonu na nižem nivou hijerarhije.**
- **Lokalni Name server šalje upit sistemu koji je definisan odgovorom root-servera**
- ...
- **Lokalni Name server šalje upit sistemu koji je odgovoran za zonu kojoj pripada ime za koje se šalje upit.**
- **Sistem koji je odgovoran za zonu kojoj preipada ime za koje se šalje upit odgovara sa IP adresom kojoj je dodeljeno ime iz upita, odgovor se šalje Lokalnom Name serveru, koji dalje odgovor prosleđuje Klijentu (njegovom *resolver-u*)**

SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*)

- Rezervisani TCP port 25.
- Opisuje slanje poruke serveru.
- Klijent salje ASCII komande serveru, na koje server odgovara numericki kodiranim odgovorima.

Mehanizam isporuke

Problem: Kako klijent zna da treba ostvariti TCP konekciju sa npr. mail.example.com?

Dva dela:

- lokalni → npr: kerac
- domen → npr: example.com
- lokalni@domen

Na osnovu domena, salju se odgovarajuci DNS upiti koji daju odredisnu adresu za TCP konekciju.

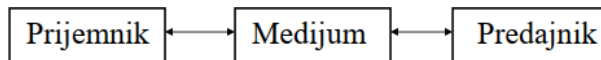
Relay – koristi se za slanje e-mail poruka kada su domeni koji ucestvuju u razmeni razliciti.

Format poruke:

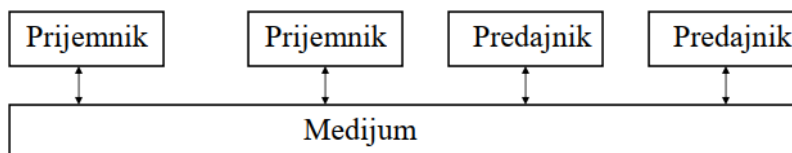
- Envelope
 - Header
 - Body
-

Vrste veza

- Point-to-Point – direktna veza:



- Deljene veze – vise prijemnika i predajnika dele medijum za prenos:



Predajnik: informacija → podaci → signal

Prijemnik: signal → podaci → informacija

Medijum – vrši prenos signala

Signal je reprezent podataka pogodan za prenos. Predstavlja promenu fizicke velicine u vremenu.

Medijumi – NIVO 1

Vrste prenosnih medijuma:

- Zicni
 - Elektricni
 - Koaksijalni
 - Parice (neoklopljene i oklopljene)
 - Opticki
- Bezicni

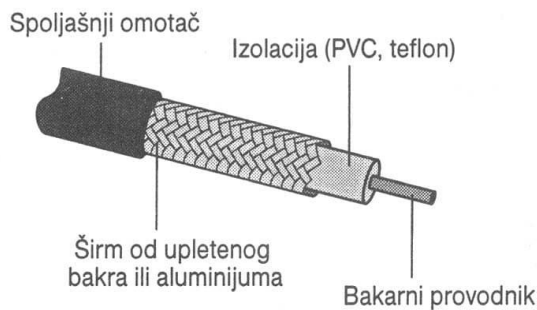
Prenos koriscenjem elektricnih signala

Na provodniku, koji se nadjje u promenljivom elektromagnetnom polju, indukovace se struja.

Indukovane struje (smetnje, sumovi) se nalaze na istom provodniku kao i nas signal i mogu da ga nadjacaju.

Potreban nam je nacin da umanjimo uticaj smetnji.

Koaksijalni kabl:



Prednosti:

- Sirok frekventni spektar
- Dobra otpornost na spoljasnje smetnje
- Jednostavno dodavanje jos jednog cvora

Mane:

- Koristi se topologija magistrale ili prstena
 - Pristup deljenom medijumu
 - Sa porastom broja povezanih uredjaja performanse opadaju, do potpunog prestanka funkcionisanja
- Ograniceeni smo na jedan par provodnika

Upredene parice

Parica – par provodnika

Smetnje su na susednim segmentima indukovane sa suprotnim znakom, pa se poništavaju.

Smetnje sa drugim provodnicima istog tipa – presližavanje.

Osnovni tip:

- **UTP** (*Unshielded Twisted Pair*) – neoklopljena upredena parica → obično ima 4 upredene parice tj. 8 provodnika

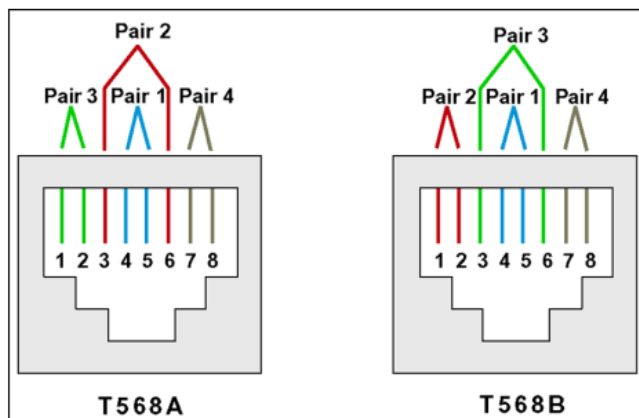
Po konstrukciji provodnika, dele se na:

- Punog preseka – *wall* → u i na zidovima i svuda gde se neće pomerati
- Licnaste – *patch, fly* → od uticnica na zidu do uređaja – fleksibilniji

Terminiranje:

- Kablovi punog preseka se terminiraju uticnicama.
- Licnasti kablovi se terminiraju konektorima.

Raspored provodnika pri terminiranju



- Ukoliko želimo da dobijemo **ravan (straight-through) kabl**, na oba kraja provodnika treba postaviti konektore ili prema standardu T568A ili prema standardu T568B (tj. na oba kraja prema istom standardu).
- Ukoliko želimo da dobijemo **ukrsteni (crossover) kabl**, na jednom kraju provodnika konektor treba postaviti prema standardu T568A, a na drugom prema standardu T568B.

Kategorije

Definisu garantovane karakteristike pri definisanim uslovima.

Razdaljine – maksimalne dužine kablova:

- 100 ohm UTP (0,51 ili 0,6) – do 100m

Parametri za celokupni prenosni medijum (konektore, utičnice, kablove ...)

- CAT 3 od 5-16 MHz
- CAT 4 od 10-20 MHz
- CAT 5 od 20-100 MHz
- CAT 5e
- CAT 6 do 250 MHz

STP (*Shielded Twisted Pair*) – oklopljene upredene parice:

- S/FTP
- F/UTP

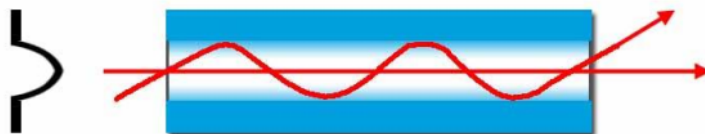
Opticki medijumi

Vrste optičkih vlakana

Multimodna sa koračnom promenom n



Multimodna sa gradijentom (postepenom promenom n)



Singlmodna/monomodna



Bezicni prenos

Za prenos se koriste elektromagnetni talasi.

Prednosti:

- Nije potrebna fiksna infrastruktura za krajnje korisnike

Mane:

- Licence za frekvencije su skupe, a slobodne frekvencije zakrcene
- Deljeni pristup medijumu
- Podložno smetnjama
- Tesko je garantovati karakteristike

Strukturirano kabliranje – NIVO 1

Nacin kabliranja koji podrzava komunikacione sisteme (prenos podataka i glasa).

Sta zelimo da dobijemo (postignemo)?

- Punu fleksibilnost prilikom prikljucenja krajnje korisnicke opreme.
- Potpunu nezavisnost od LAN tehnologija.
- Mogucnost prenosa razlicitih tipova podataka (signala).
- Garantovane karakteristike u propusnom opsegu.

Strukturirano kabliranje regulisano je standardima koji se odnose na kabliranje poslovnih objekata. Ti standardi propisuju:

- 1) Podsisteme kablovskog sistema
- 2) Razdaljine
- 3) Parametre
- 4) Nacine povezivanja medijuma
- 5) Testiranje
- 6) Obelezavanje

1) Podsistemi kablovskog sistema:

1. **Kampus kabliranje** – povezuje se kampus distributer sa distributerom zgrade.
2. **Ulazak u objekte** – mesto na kome se vrši povezivanje spoljasnog kabliranja sa unutrašnjim kabliranjem.
3. **Prostorije za opremu** – smestaju se telekomunikacioni ormari i ostala oprema.
4. **Vertikalno kabliranje** – povezuje se distributer zgrade sa distributerom sprata.

5. **Telekomunikacioni ormari** – vrši se smestanje pasivne opreme na kojoj se završavaju kablovi kampus, vertikalnog i horizontalnog kabliranja i vrše se sva potrebna prespajanja. Definisan razmak između instalacionih sinova iznosi 19".
6. **Horizontalno kabliranje** – povezuje se distributer sprata sa priključnom kutijom.
7. **Radni prostor** – radna oblast krajnjih korisnika:
 - a. Korisnički uređaji (telefon, računar, terminal)
 - b. Priključne kutije
 - c. Korisnički kablovi
 - d. Adapteri
 - e. Broj priključnih mesta u prostoriji – zavisi od broja radnih mesta.
 - Svako radno mesto oprema se sa minimalno 2, a optimalno 3 priključna mesta!
 - Broj radnih mesta u radnom prostoru definiše namena prostora, površina radnog prostora i zatečeno stanje.

Patch panel je uređaj ili jedinica koju karakterise niz konektora koji su obično istog ili sličnog tipa. Kablovi se dovode do patch panela i upečuju se u njega. Izlaz iz patch panela su obične RJ45 uticnice. Onda se iz patch panela, malim patch kablčićima, ti konektori spoje na switch. Služi za povezivanje i usmeravanje kola, za praćenje i slanje određene vrste signala, za testiranje kola na fleksibilan način.

Koji se kablovi koriste?

- Kampus kabliranje: optički kablovi obavezno, bakarni opciono (samo za prenos glasa)
 - Kao vazdušni i podzemni kablovi
- Vertikalno kabliranje: optički kablovi, bakarni kablovi (samo za prenos glasa ili krace deonice za prenos podataka)
 - Kroz kanalnice i bužir
- Horizontalno kabliranje: UTP/STP kablovi (do 100m zajedno sa patch kablovima i korisničkim kablovima), optički kablovi
 - Kroz kanalnice i bužir

Kod horizontalnog kabliranja, polazimo od tlocrta sa naznačenim radnim mestima, određujemo mesto telekomunikacionog ormara i priključnih kutija, definišemo trase kablova.

2) Razdaljine – maksimalne dužine kablova:

- UTP – do 100m
- MM – do 2000m
- SM – do 3000m

3) Parametri za celokupni prenosni medijum

Dati brojevi predstavljaju delove spektra za koje su definisani parametri i garancije, po kategorijama medijuma:

Parametri za celokupni prenosni medijum (konektore, utičnice, kablove ...)

- CAT 3 od 5-16 MHz
- CAT 4 od 10-20 MHz
- CAT 5 od 20-100 MHz
- CAT 5e
- CAT 6 do 250 MHz
- MM 62,5/125 μm
- SM 8,3/125 μm

RJ45 – bakarni konektori i uticnice koji se koriste u sistemima struktuiranog kabliranja.

4) Nacini povezivanja medijuma:

- Standardni bakarni konektori i uticnice – RJ45
- Standardni opticki konektori – SC, LC ili MTRJ

5) Testiranje

6) Obelezavanje:

Merni protokol u najgorem slucaju mora sadrzati sledece podatke:

- Tip i proizvođač mernog uredjaja
- Tip i proizvođač kabla
- Broj ili oznaka kabla
- Pocetna i krajnja tacka kabla
- Otpornost bakra
- Duzina, graficki TDR
- Slabljenje u frekventnoj oblasti 1-100 MHz
- itd.

Kako se odredjuje broj prikljucnih mesta na osnovu broja radnih mesta i kvadrature prostorije?

Prvo radno mesto zauzima 10m², a svako naredno po 5m². Na ovaj nacin se dobija optimalan broj radnih mesta za datu površinu.

Ako vazi da je:

- Broj trenutno postojećih radnih mesta > optimalnog, uzima se prvi broj
- Broj trenutno postojećih radnih mesta < optimalnog, uzima se drugi broj

U kancelariji, na 1 radno mesto optimalno ide 3 priključna mesta.

Posebno ide za sobu za prezentovanje.

Primer:

Na drugom spratu objekta, nakon renoviranja i proširenja poslovnog objekta, nalaze se sledeće prostorije:

- postojeća kancelarija površine 35 m^2 u kojoj je trenutno osam radnih mesta,
- postojeća kancelarija površine 20 m^2 u kojoj je trenutno dva radna mesta,
- tri nove kancelarije, svaka pojedinačne površine 25 m^2 i
- soba za prezentacije i obuku površine 35 m^2 .

Odrediti ukupan broj priključnih mesta mreže drugog sprata ako se za opremanje jednog radnog mesta koriste 4 priključna mesta.

Your Answer:

Predviđena kvadratura po radnom mestu: Prvo radno mesto zauzima 10 m^2 , a svako naredno po 5 m^2 . Na taj način se određuje predviđeni broj radnih mesta u kancelariji. Ukoliko u kancelariji trenutno postoji više od predviđenog broja radnih mesta, uzima se taj trenutni broj radnih mesta.

Postojeća kancelarija površine 35 m^2 : $4 \cdot 8 = 32$

Postojeća kancelarija površine 20 m^2 : $4 \cdot 3 = 12$

Tri kancelarije po 25 m^2 - $3 \cdot 4 \cdot 4 = 48$

Soba za prezentacije i obuku površine 35 m^2 : $4 + 2 = 6$ (4 priključna mesta za prezentera + 2 dodatna)

Ukupan broj priključnih mesta je: $32 + 12 + 48 + 6 = 98$