

INTERNET MREŽE

PREDMET: INTERNET MREŽE – AKADEMSKE STUDIJE

- **Canvas link:** <https://canvas.ftn.uns.ac.rs/>
- **Autori:** mr Milan Kerac, mr Ivan Nejgebauer, Zoran Vojinović
- **Režija, produkcija i glavne uloge poverene su kreativno stručnom timu:**
mr Milan Kerac, dr Željko Vuković, Milica Matijević, Jelena Popov, Lazar Nikolić i Balša Šarenac
- **Kanal za komunikaciju:** kursmreze@uns.ac.rs, odgovara se samo na potpisane poruke poslate sa naloga uns.ac.rs (potpis mora da sadrži ime, prezime i broj indeksa)

POLAGANJE PREDMETA

- **Odbranjene laboratorijske vežbe:** Podešavanje mrežne opreme u laboratoriji. Odbrana vežbi održava se tokom završnih termina vežbi u semestru. 20 poena
- **Domaći zadatak:** Dva zadatka. (10 poena + 10 poena = 20 poena)
- **Kolokvijum:** Test iz oblasti Strukturiranog kabliranja. 22 poena
- **Ispit:** Obavezno je izaći na ispit, bez obzira koliko se bodova osvoji tokom semestra. 30 poena

POREĐENJE KAKO SE MREŽE KORISTE ZA NEKE PRIVATNE I POSLOVNE POTREBE

- **Upotreba od strane:**
 - poslovnih korisnika **za poslovne potrebe**.
 - kućnih korisnika **za privatne potrebe**.
 - mobilnih korisnika **za poslovne i privatne potrebe putem mobilne tehnologije**.
- Da li postoji razlika između ovih grupa korisnika?
- **Za poslovne potrebe:**
 - **Deljeni resursi** (korišćenje mreže na lokalnom nivou):
 - Štampači, masovne memorije, rezervne kopije podataka ...
 - **Razmena informacija:**
 - Pristup bazama podataka, razmena fajlova (ftp), www ...
 - Svodi se na aplikativni model: klijent server model.
 - **Komunikacioni kanal u komunikaciji čovek-čovek:**
 - e-mail, IP telefonija - VoIP¹, video konferencije, alati za kolaboraciju
 - **e-commerce²**
 - **Automatika i upravljanje:**
 - Pametne zgrade, upravljanje proizvodnim procesima, ...
 - **IoT (Internet of Things)³**
- **Kritičan infrastrukturni resurs za poslovne subjekte** (tolerancija na prekid funkcionalnosti opada sa nekoliko sati, na nekoliko minuta pa do nekoliko sekundi). – “five nines” – 99.999%⁴

¹ VoIP (Voice over Internet Protocol) phone, IP phone - https://sh.wikipedia.org/wiki/IP_telefon

² Elektronska trgovina (e-trgovina), e-commerce - https://sr.wikipedia.org/sr-el/elektronska_trgovina

³ Internet stvari - https://bs.wikipedia.org/wiki/Internet_stvari

⁴ High availability – “five nines” – 99.999% - https://en.wikipedia.org/wiki/High_availability

- **Za privatne potrebe:**
 - **Pristup udaljenim informacijama:**
 - www, peer to peer, ftp, ...
 - **Komunikacioni kanal u komunikaciji čovek čovek:**
 - e mail, IP telefonija, VoIP, video konferencije (skype), chat, Twitter ...
 - **Preklapanjem pristupa udaljenim informacijama i upotrebe za komunikaciju čovek čovek razvijaju se Socijalne mreže:**
 - Facebook, MySpace, ...
 - **e-commerce:**
 - **Distribucija multimedijalnih sadržaja:**
 - IPTV⁵, digitalni radio, ...
 - **Automatika i upravljanje:**
 - Pametni kućni aparati, pametne kuće
 - **IoT (Internet of Things)**
- **Kritičan kućni resurs** (tolerancija na prekid funkcionalnosti opada sa nekoliko sati, na nekoliko minuta pa do nekoliko sekundi).
- **Upotreba mobilnih tehnologija:**
 - Tržište prenosnih računara (mobilnih uređaja) je danas jedno od tržišta sa najvećim rastom. Pokrivenost terena tehnologijama koje omogućavaju bežični pristup Internet servisima je sve veća i gotovo je nezamisliva urbana sredina koja nije pokrivena, a brzo raste i procenat pokrivenosti ruralnih sredina.
 - Razvoj **3G⁶, 4G⁷ mreža, rasprostranjenost WiFi 802.11⁸** (Wireless Local Area Networks), masovna proizvodnja "jeftinih" smart telefona sa ugrađenim GPS prijemnicima omogućavaju mobilnim korisnicima, pored upotreba servisa za poslovne i kućne korisnike, nove servise.
 - **m commerce⁹:**
 - plaćanje putem SMS a, upotreba NFC (Near Field Communication) omogućava upotrebu mobilnog uređaja kao RFID kartice, ...
 - **Senzorske mreže, IoT:**
 - akvizicija podataka i njihovo prosledjivanje u centre za obradu i dalju distribuciju (GPS mreža permanentnih stanica u RTK¹⁰ režimu rada, prikupljanje podataka o zagađenju u gradovima putem senzora na gradskim autobusima, prosleđivanje medicinskih parametara očitanih sa ručnog sata koji putem bežične mreže šalje podatke...)
- **Društveni uticaj:** Prednosti i mane ...
- **IT infrastruktura – Topologija:**
 - Kućna arhitektura – broj korisnika ∈ [1, 10)
 - IT infrastruktura objekta – broj korisnika ∈ [100, 900]
 - IT infrastruktura kampusa – broj korisnika ∈ [1000, 100.000]

⁵ IPTV – Internet Protocol television - <https://sr.wikipedia.org/wiki/IPTV>

⁶ 3G – third generation of wireless mobile telecommunications technology - <https://en.wikipedia.org/wiki/3G>

⁷ 4G – fourth generation of wireless mobile telecommunications technology - <https://en.wikipedia.org/wiki/4G>

⁸ Wi-Fi - <https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>

⁹ Mobile commerce - https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_commerce

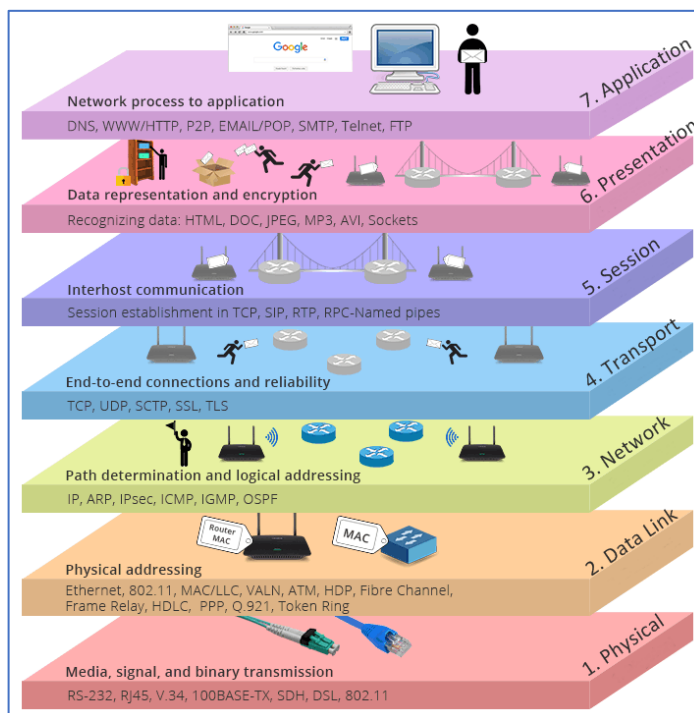
¹⁰ RTK – Real-time kinematic positioning - https://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_kinematic_positioning

KOMUNIKACIONI SISTEMI – PROTOKOL

- **Šta je zadatak komunikacionog sistema?**
- Omogućuje razmenu podataka, funkcionalnosti između nekih aplikacija koje se nalaze na udaljenim sistemima, računarima (aplikacije – računar – komunikacioni sistem).
- Složen sistem ima veliki broj različitih problema, te probleme moramo da dekomponujemo.
- Pojedinačni (atomični) problem rešavamo odabirom adekvatne aktivnosti i njenim izvršenjem.
- **Šta je zadatak protokola?**
- Zadatak konvencija¹¹ (konvencije = dogovori = protokoli) je obezbeđenje visokog nivoa koordinacije između svih elemenata komunikacionog sistema koji izvršavaju aktivnosti.
- Svaki protokol (konvencija) definisan je sa svojom sintaksom i semantikom:
 - **Sintaksa:** Definicija formata podataka, kontrolnih podataka i nivoa fizičkih veličina
 - **Semantika:** Definicija značenje podataka, kontrolnih podataka i novioa fizičkih veličina
 - **Vremensko usklađivanje:** Definisanje vremena početka signalizacije, iščitavanja signala i tranja signala
- Nije moguće definisati jedan protokol koji rešava sve probleme!
- Vrší se grupisanje srodnih problema i definiše/u se protokol/protokoli čijom implementacijom se oni rešavaju.
- Uspešna razmena podataka se ostvaruje implementacijom skupa protokola.
- **Skup protokola = familija protokola = protokol stek**¹² (npr. TCP/IP stack)

OSI I TCP/IP MODEL KOMUNIKACIONOG SISTEMA

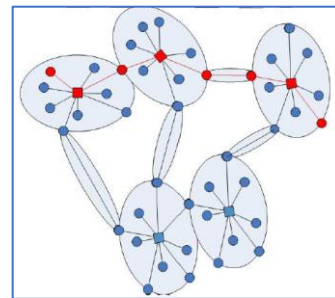
- **OSI model definiše sedam grupa** srodnih problema, koji se nazivaju nivoi:
 1. **Fizički**
 2. **Prenosni**
 3. **Mrežni**
 4. **Transportni**
 5. **Nivo sesije**
 6. **Nivo prezentacije**
 7. **Nivo aplikacije**
- Modelovanje komunikacionih sistema vrši se definisanjem protokola koji se implementiraju na svakom OSI nivou.
- Na ovom predmetu mi ćemo učiti protokole na transportnom, mrežnom, prenosnom i fizičkom nivou (1.-4.).



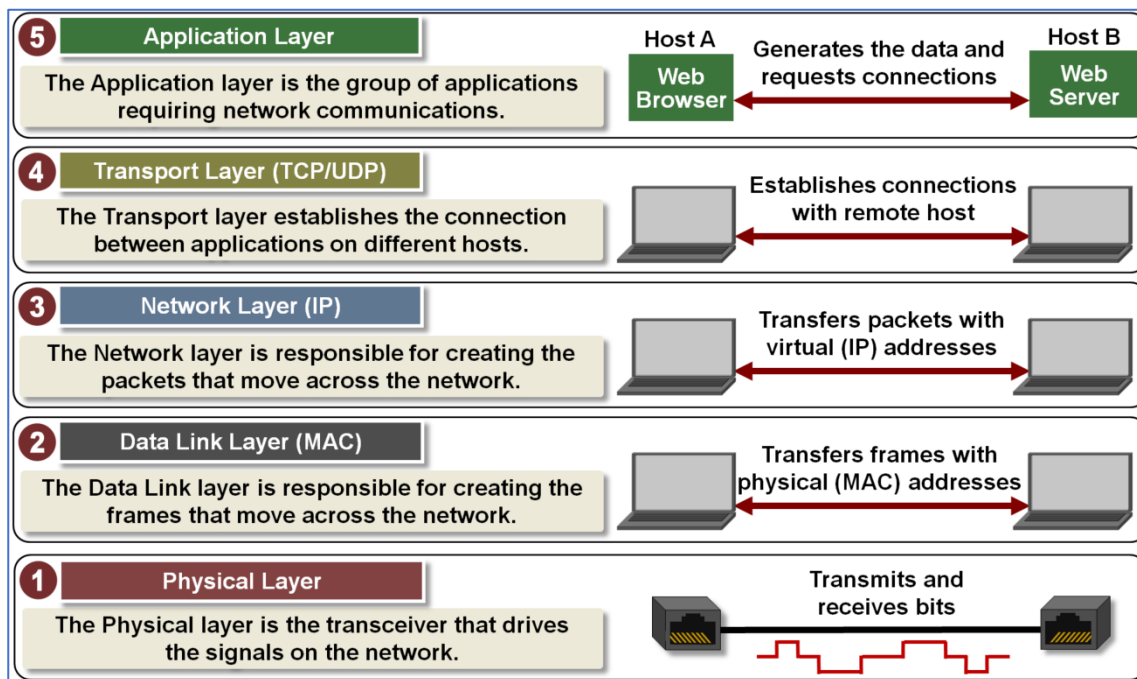
¹¹ Komunikacioni protokoli: https://en.wikipedia.org/wiki/Communication_protocol

¹² Protocol stack: https://en.wikipedia.org/wiki/Protocol_stack

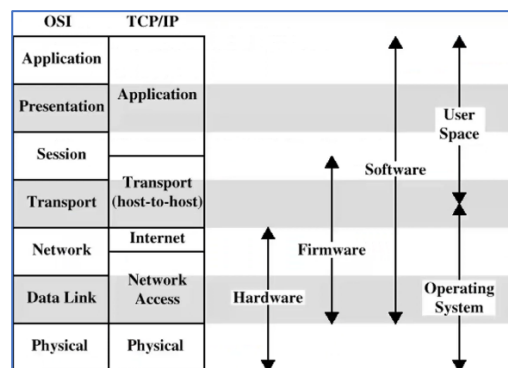
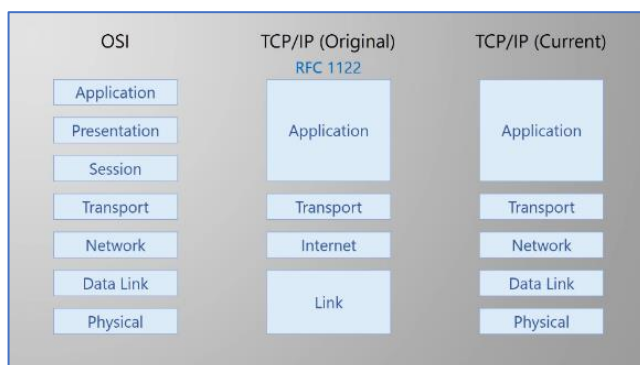
- **Komunikacioni sistem, kao sistem sa tačkama i skupovima :**
- Aplikacije/softer se izvršavaju na krajnjim tačkama (krajnim uređajima – End Devices).
- Tačke se direktno povezuju u skupove (mreže - Network).
- Mreže se povezuju u komunikacioni sistem!
- Modelovanje komunikacionih sistema vrši se definisanjem protokola koji se implementiraju na: transportnom, mrežnom, prenosnom i fizičkom nivou



- **TCP/IP model¹³ komunikacionog sistema:**



1. **Fizički nivo:** twisted pair, optical fiber, satellite, terrestrial microwave
2. **Prenosni nivo:** Ethernet, Wi-Fi, ATM, frame relay
3. **Mrežni nivo:** IP (IPv4, IPv6), ICMP, OSPF, RSV, ARP
4. **Transportni nivo:** TCP, UDP
5. **Nivo aplikacije:** DHCP, DNS, FTP, HTTP, HTTPS, NBNS, SMTP, SNTP, SSH, Telnet, TFTP



¹³ Prvobitni TCP/IP model imao 4 nivoa (Application, Transport, Internet, Link), a trenutni TCP/IP model ima 5 nivoa (Application, Transport, Network, Data Link, Physical) – detaljnije objašnjeno ovde: <https://youtu.be/HFRU01uS9nA>

OPŠTE - VRSTE VEZA

- Informacija – logička kategorija – skup logičkih povezanih podataka, obrađenih i oragnizovanih činjenica koje predstavljaju neko obaveštenje
- Podaci – logička kategorija – jednostavna neobrađena činjenica koja ima neko značenje
- Signal – fizička kategorija – reprezent podataka, pogodan za prenos, u suštini promena fizičke veličine u vremenu.
- **Osnovni elementi telekomunikacija :**
 - Predajnik (informacija → podaci → signal) – mesto na kome mi određenu informaciju koju želimo da prenesemo između dve tačke prvo reprezentujemo i opisujemo nekim podacima
 - (Prenosni) medijum – prenosi signale
 - Prijemnik (signal → podaci → informacija) – promene fizičke veličine u vremenu (signale) dekodira i predstavi nizom podataka – mi te podatke na kraju treba da istumačimo tako što ćemo predstaviti informaciju onako kako smo želeli da dobijamo
- **Vrste veza:**
 - Direktna veza – Point-to-Point Protocol (PPP)
 - Deljena veza – više prijemnika i predajnika dele medijum za prenos

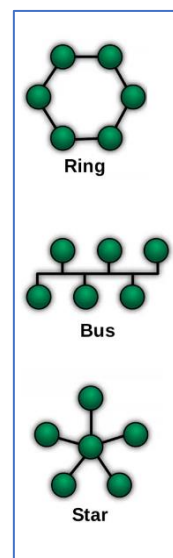
OPŠTE - TOPOLOGIJE

- **Tri topologije:**
 - Prsten (Ring)

Stanice su međusobno povezane direktnim vezama.
Podaci se prenose paketski – paketi putuju kroz prsten u jednom smeru.
Stanica koja želi da pošalje paket ubacuje ga u prsten.
Ista stanica čeka da se paket vrati i izbacuje ga iz cirkulacije.
 - Magistrala (Bus)

Sve stamoce si priključene na zajednički prenosni medijum.
Svaka stanica može da primi svaki poslati paket.
Generalizacija magistrale je stablo
Signali se reprodukuju u granama, analogno i digitalno.
Zajednički problem: upravljanje pristupom medijumu
 - Zvezda (Star)

Stanice su direktnim vezama povezane sa centralnim čvorištem.
Klasičan primer je telefonska centrala.
Mreža je fizički izvedena u obliku zvezde, a može se logički ponašati kao zvezda, magistrala ili prsten.



OPŠTE - STANDARDI

- **Organizacije za standardizaciju :**
 - Internet Society (ISOC) – Request for Comments (RFC) – standardi vezani za Internet protokole – besplatni – <https://www.ietf.org/rfc/html>
 - International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission (ISO/IEC) – razne vrste standarda, između ostalog i oni vezani za komunikacije – plaćaju se – <https://www.iso.org/>
 - International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) – telekomunikacioni standardi – plaćaju se <https://www.itu.int/>

- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) – serija 802 – standardi za lokalne računarske mreže – besplatni – <https://standards.ieee.org/>

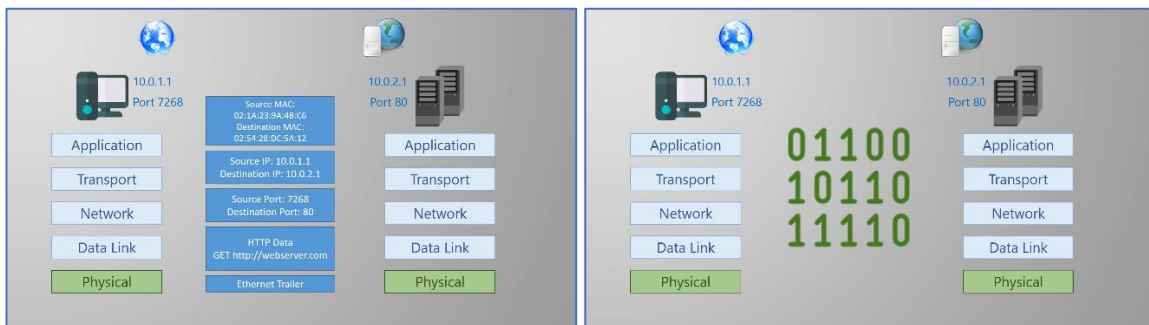
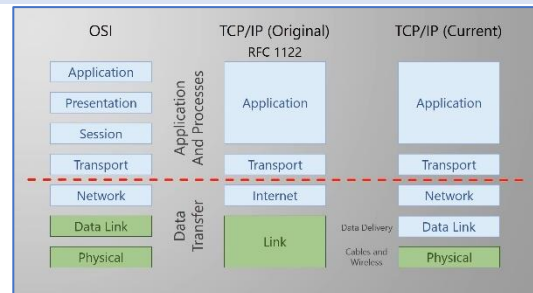
NIVO 1 – FIZIČKI NIVO

■ Fizički nivo – Ukratko:

je grupa problema koja se odnosi na fizičke karakteristike **signala** i prenosnih medijuma. Dakle, fizički nivo opisuje električne (optičke), mehaničke, funkcionalne i proceduralne karakteristike prenosnih medijuma.

Problemi vezani za ovaj nivo 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



■ Prenosni medijum – Ukratko :

■ Vrste prenosnih medijuma:

1. Žični:

- **Koaksijalni kabel** – Coaxial cable
- Upredanje parova – **Parice** – Twisted pair (okopljene i neokopljene)
- **Optičko vlakno** – Optical fiber

2. Bežični – za prenos radio signala

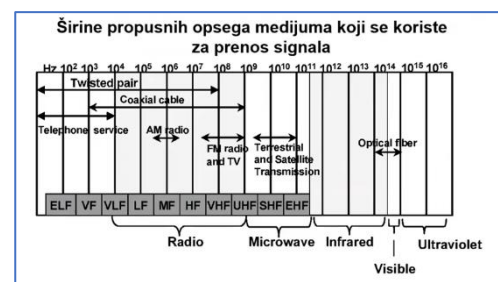
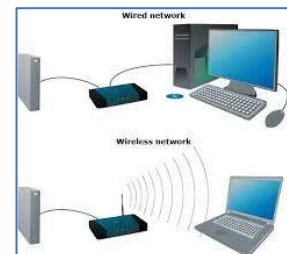
■ Signale – posmatramo u vremenskom domenu i u frekventnom domenu

1. Vremenski domen – ne možemo da saznamo šta se dešava b

- Analogni signali – u svakom vremenskom trenutku funkcija može da uzme vrednost iz neograničenog skupa vrednosti
- Digitalni signali – u određenim vremenskom trenucima može da uzme vrednosti iz ograničenog skupa vrednosti

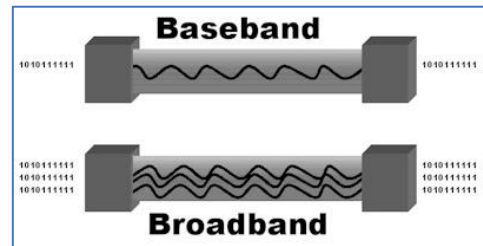
2. Frekventni domen

- Fourier – Svaki signal predstavlja kombinaciju komponenti različitih frekvencija gde komponente predstavljaju sinusoide
- Frekventni opseg – Širina spektra signala u kome se nalazi većina energije signala – gledamo kao određen filter signala, da saznamo na koji deo spektre optimizovan



- Uticaji različitih prenosnih medijuma na signal koji se prenosi, opisuju se i prikazuju u frekventom domenu

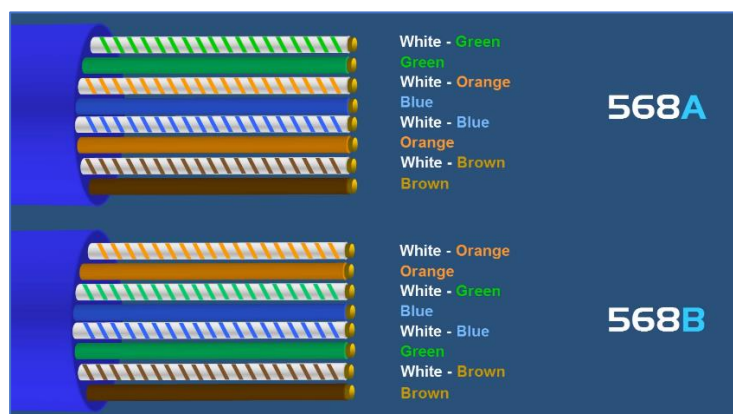
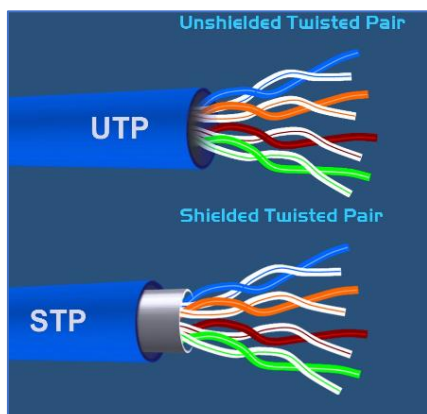
- **Prenos signala :**
- **Baseband** – digitalna signalizacija – ceo spektar se koristi za jedan komunikacioni kanal tako da deljenje nije moguće – (LAN)
- **Broadband** – analogna signalizacija – spektar se može podeliti (recimo frekvencijski) na više komunikacionih kanala – (PPP)

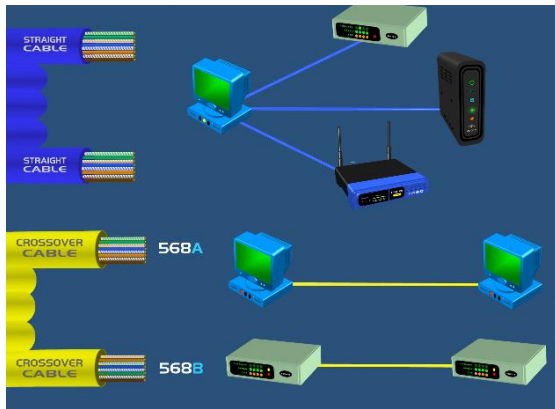


- **Standardi kabliranja – Način povezivanja:**
- Standardni **bakarni** konektori i utičnice
 - **RJ45** (*Registered Jack-45*)
- Standardni **optički** konektori:
 - **SC** (*Subscriber Connector*)
 - **LC** (*Lucent Connector*)
 - **MTRJ** (*Mechanical Transfer Registered Jack*)



- **Žični – Parice – Twisted Pairs :**
- Koristi se za prenos signala u:
 1. LAN (Local Area Network) – Lokalnim računarskim mrežama
 - Udaljenost prijemnika i predajnika do 100m
 - Prenos podataka na brzinama 10,100,1000Mbps
 2. Javnim telekomunikacionim mrežama
 - Udaljenost prijemnika i predajnika je <10km
 - Prenos podataka na brzinama 64 – n x 1000kbps, n<10



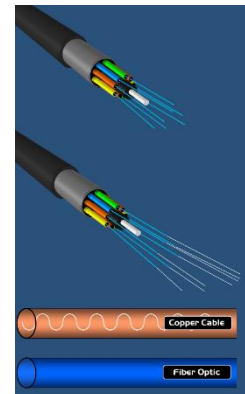
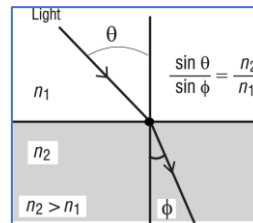


CATEGORY	SPEED
CATEGORY 3	10 Mbps
CATEGORY 5	100 Mbps
CATEGORY 5e	1 Gbps Enhanced
CATEGORY 6	1 Gbps 10 Gbps (cable length under 100 meters)
CATEGORY 6a	10 Gbps Augmented
CATEGORY 7	10 Gbps Added shielding to the wires.
CATEGORY 8	40 Gbps (Distance up to 30 meters.)

- **Žični – Koaksijalni kabel – Coaxial cable :**
- Širok propusni opseg
- Otporan na elektro-magnetne smetnje



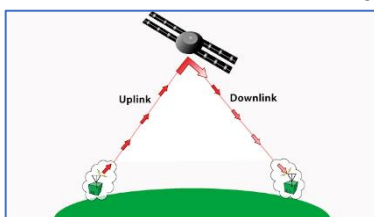
- **Žični – Optikalni kabel – Optical fiber :**
- Prenose se svetlosni signali
- Širok propusni opseg
- Otporan na uticaj okoline
- Pricipa rada na osnovu Snell-ovog zakona
- Vrste:



1. Multimodna vlakna – postoji promena indeksa prelamanja od ose jezgra vlakna ka obodu
 2. Monomodna vlakna – nema promena indeksa prelamanja od ose jezgra vlakna ka obodu
- Prenosna karakteristika: Optimizovan za prenos optičkog signala u sledećim delovima spektra: 850nm, 1300nm, 1550nm – prozori za prenos optičkog signala

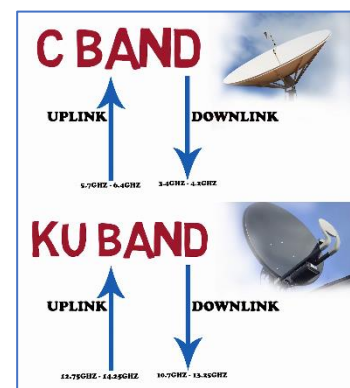
	Multimodno	Monomodno
Svetlosni izvor	LED/laser	Laser
Propusni opseg	>1 GHz/km	do 1000 GHz/km
Talasna dužina	850,1300	1300, 1500
jezgro-omotač	62,5/125	8/125
Upotreba	LAN, backbone	LAN, Javne mreže
Cena	Niska	Malo viša

- **Bežični prenosni medijumi :**
- Neusmerene – radio i televizija – (300kHz – 1GHz)
- Usmerene – Point-to-Point Protocol (PPP)
 1. Mikrotalasni opseg – (2 – 40 GHz)
 - Komunikacija: zemaljska stranica – zemaljska stranica
 - Domet oko 50 km
 - Zahteva optičku vidljivost
 - Komunikacija: zemaljska stranica – satelit – zemaljska stranica
 - Transporter služi za prijem i retransmisiju
 - Koriste se sledeći opsezi:

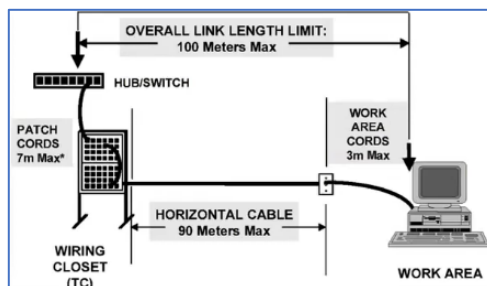


2. Infracrveni opseg: $3 \times 10^{11} - 2 \times 10^{14}$

- C band:
 - Uplink: 5,925 – 6,425 GHz
 - Downlink: 3,7 – 4,2 GHz
- KU band:
 - Uplink: 14 – 14,5 GHz
 - Downlink: 11,7 – 12,2 GHz



- **Strukturirano kabliranje :**
- **Šta želimo? :**
 - Punu fleksibilnost* prilikom priključivanje krajnje korisničke opreme.
 - Potpunu nezavisnost* od LAN tehnologija.
 - Mogućnost *prenosa različitih tipova* podataka (signala).
 - Garantovane karakteristike* u propusnom opsegu.
- **Standardi propisuju:** podsisteme, razdaljine, parametre, načine povezivanja, testiranje, obeležavanje
- **Nivoi kabliranja:**
 1. **Kampus kabliranje (Campus cabling) – primarni nivo:**
Spajamo komunikacioni panel (Patch Panel) kampus distributera sa komunikacionom panelom distributera zgrade. (kampus distributer (CD) – distributer zgrade (BD))
Obavezno se koriste *optički kablovi*, a bakarni kablovi opciono samo za prenos glasa. Kablovi se mogu sprovesti *vazdušno ili podzemno* (kroz posebno izgrađenu kablovsku kanalizaciju) – *podzemno kabliranje je bolje*.
 2. **Vertikalno kabliranje (Building cabling) – sekundarni nivo:**
Spajamo komunikacioni panel (Patch Panel) distributer zgrade sa komunikacionom panelom distributera sprata. (distributer zgrade (BD) – distributer sprata (FD))
Koriste se *optički kablovi*, a *bakarni* za prenos glasa ili kraće deonice za prenos podataka.
Kablovi u zidu/u plafonu/u patosu – postavljaju se u zaštitne rebraste cevi
Kablovi na zidu/ispod plafona/na patosu – postavljaju se u plastične zaštitne kanalnice
 3. **Horizontalno kabliranje (Horizontal cabling) – tercijalni nivo:**
Spajamo komunikacioni panel (Patch Panel) distributer sprata sa priključnom korisničkom kutijom. (distributer sprata (FD) – priključna korisnička kutija (TO))
Koriste se *UTP/STP¹⁴ kablovi* ili optički kablovi.
Maksimalno udaljenost je: **100m = 7m + 90m + 3m**.
Kablovi se provode kroz kanalnice (na zid, kroz specijalne prostore u zidu, kroz spuštenu plafon ili dupli pod) ili kroz bužire.



- **Podsystemi kablovskog sistema:**
 - **Kampus kabliranje – Campus cabling** – već je napisano
 - **Ulazak u objekte – Entrance Facilities (EF) :**
Mesto na kome se radi povezivanje spoljašnjeg kabliranja sa unutrašnjim kabliranjem.
Sadrže kablove, tačke razgraničenja mreže, povezujući hardver, zaštitne uređaje i druge opreme koje se povezuju sa dobavljačem internet pristupa (access provider – AP) ili kablovima privatne mreže.
Može da bude: podzemni i nadzemni
 - **Prostorije za opremu – Equipment Room (ER) :**
Prostor za smeštaj telekomunikacionih ormana i opreme.
Prostorija *ima posebne uslove i posebno je izgrađena* za ove namene (*mikroklima*).
Požarna zaštita – vatra se ne može širiti u sobu, ni iz sobe.
U njemu se obično nalazi glavna unakrsna veza (main cross-connect – MC), a može sadržati i međupoveznice (intermediate cross-connects – ICs), horizontalne unakrsne veze (horizontal cross-connects – HC), ili oboje.

¹⁴ Unshielded/Shielded Twister Pair

- **Vertikalno kabliranje – Backbone cabling** – već je napisano
- **Telekomunikacioni ormari – Telecommunications Room (TR) and Enclosure (TE)** :
Smeštaj pasivne (i aktivne) opreme na kojoj se završavaju kablovi kampus, vertikalnog i horizontalnog kabliranja, i vrše sva potrebna prespajanja (i ormari mogu da sadrže mikroklimu). *Definisan razmak između instalacionih šina iznosi 19"*.

Patch paneli – Razvodne table, na kojima sa:

- **zadnje strane** dovodimo instalacione kablove koji idu ili od priključnih kutija do horizontalnog čvorišta, ili koji spajaju horizontalni distributer sa distributerom objekta, ili koji spajaju distributer kampusa sa distributerom objekta – 4 UTP parice (8 žiča)

- **prednje strane** izgledaju kao standardizovane RJ45 utičnice – svaka utičnica predstavlja sliku priključnog mesta



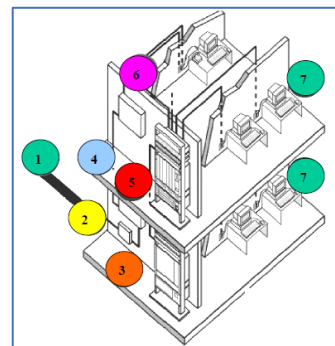
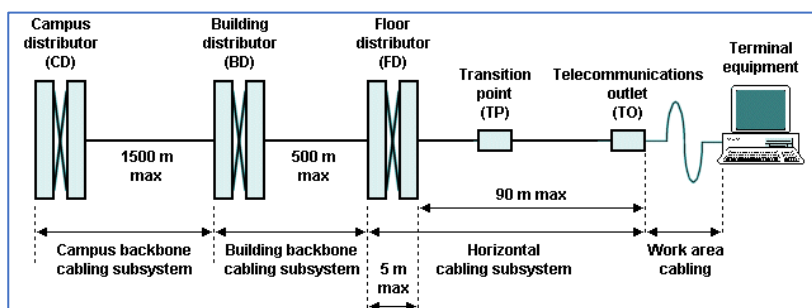
- **Horizontalno kabliranje – Horizontal Cabling** – već je napisano
- **Radni prostor (krajnjih korisnika) / Radni oblasti – Work Area (WA)** :
Korisnički uređaji (telefon, računar, terminal), Priključne kutije, Korisnički kablovi, Adapteri
Predstavlja jedan skup koji kreće od **priključne korisničke kutije**.

Korisnički kablovi omogućavaju spajanje korisničke opreme sa priključnom kutijom.

Broj priključnih mesta u prostoriji zavisi od broja radnih mesta.

Svako radno mesto oprema se sa minimalno 2 priključna mesta, optimalno sa 3 (ali bolje reći minimalno 3, *optimalno sa 4*)

Broj radnih mesta u radnom prostoru definiše namena prostora (*kancelarija ili soba za prezentacije*), površina radnog prostora (*jedno radno mesto je 10m², svako dodatno radno mesto je dodatnih 5m²*) i zatečenog stanja prostora (*uzećemo veću vrednost, ako ponovo računamo broj radnih mesta*)



- **Standardi kabliranja – Cabling Standards** :
- **TIA** – Telecommunication Industry Association – Cabling Standards:
- **CAT 3, CAT 4, CAT 5, CAT 6, CAT 6A, CAT 7, CAT 7A, SM¹⁵, MM¹⁶**
- **ISO** – International Organization for Standardization – Cabling Standards.
- **Class D, Class E, Class E-A, Class F, Class F-A**

¹⁵ SM – Single Mode Fiber

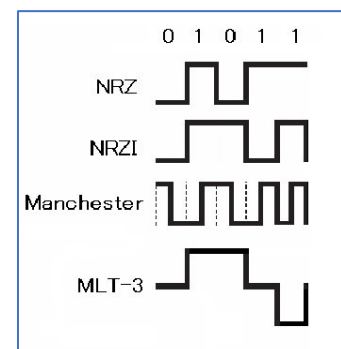
¹⁶ MM – Multimode Fiber

Frequency Bandwidth	TIA (Components)	TIA (Cabling)	ISO (Components)	ISO (Cabling)
1 - 100 MHz	Category 5e	Category 5e	Category 5e	Class D
1 - 250 MHz	Category 6	Category 6	Category 6	Class E
1 - 500 MHz	Category 6A	Category 6A	Category 6A	Class E _A
1 - 600 MHz	n/s	n/s	Category 7	Class F
1 - 1,000 MHz	n/s	n/s	Category 7 _A	Class F _A

- **Testiranje i obeležavanje :**
- Postoji uređaji koji su veoma praktični za rad.
- *Mora se ispitati svaka trasa.*
- Merni protokol mora i u najgorem slučaju sadržati sledeće podatke:
 - *Tip i proizvođač mernog uređaja*
 - *Tip i proizvođač kabla*
 - *Broj ili oznaka kabla*
 - *Početna i krajnja tačka kabla*
 - *Ožičenje za vezu* – oklop, kratak spoj, prekidi i ostale greške u ožičenju
 - *Otpornost bakra* – otpornost petlje
 - *Dužina – grafički TDR* – Time-domain reflectometer
 - *Slabljenje* u frekventnoj oblasti od 1 do 100MHz
 - *Slabljenje za preslušavanje – NEXT* – Near-end crosstalk – sa obe strane u frekventnoj oblasti 1-100MHz
 - *ACR – Attenuation-to-crosstalk ratio* – odnos slabljenja i preslušavanje – opisuje dozvoljeno rastojanje korisnog signala i signala smetnje u frekventnoj oblasti
 - *Šum* – preostali nivo šuma zbog spoljašnjih smetnju u kablju za prenos podataka
 - *Impulsni šum* – povremene smetnje koje potiču od npr. Paralelno postavljenih vodova za napajanje

NIVO 1-2 – KODIRANJE – (DIGITALNI PODACI → DIGITALNI SIGNAL)

- Cilj: Želimo da obezbedimo kvalitetan prenos
- Kodiranje je jedna od mogućnosti za obezbeđivanje kvalitetnog prenosa podataka.
- Oblik signala je potrebno prilagoditi fizičkim karakteristikama prenosnog sistema
 - NRZ – Non-return-to-zero
 - NRZI – Non-return-to-zero inverted
 - Manchester
 - 100Base-TX

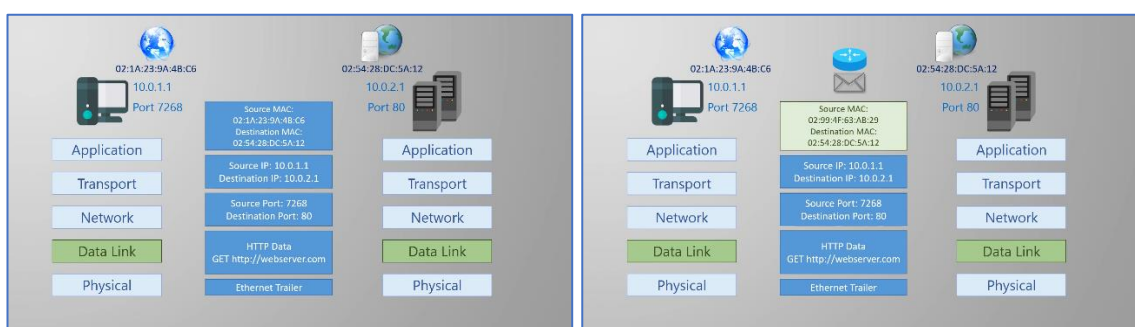
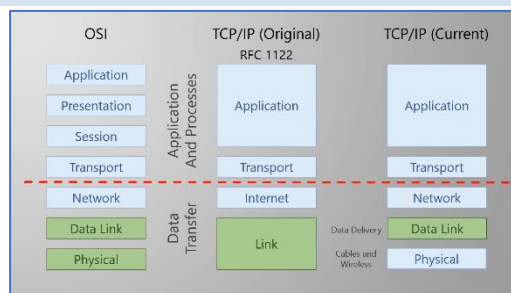


NIVO 2 – PRENOSNI NIVO

- **2. NIVO – Prenosni nivo – Ukratko :**
je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinica prenosa (**frejmova**) unutar jednog skupa tačaka. Dakle, prenosni nivo opisuje razmenu podataka između uređaja koji dele isti prenosni medijum.

Problemi vezani za ovaj nivo su:

- pristup deljenom prenosnom medijumu - **MAC (Medium Access Control)**
- adresiranje tačaka (uređaja povezanih na prenosni medijum) - **LLC (Logical Link Control)**
- kontrola protoka (toka prenosa frejmova) - LLC i detekcija
- sa eventualnom **korekcijom grešaka** – LLC



- **Podela – Grubo gledano :**
- LAN – Local Area Network – Mreža za prenos podataka, optimizovana za geografski mala područja, kao što su zgrada ili kampus. Obično se izvode sa deljenim vezama.

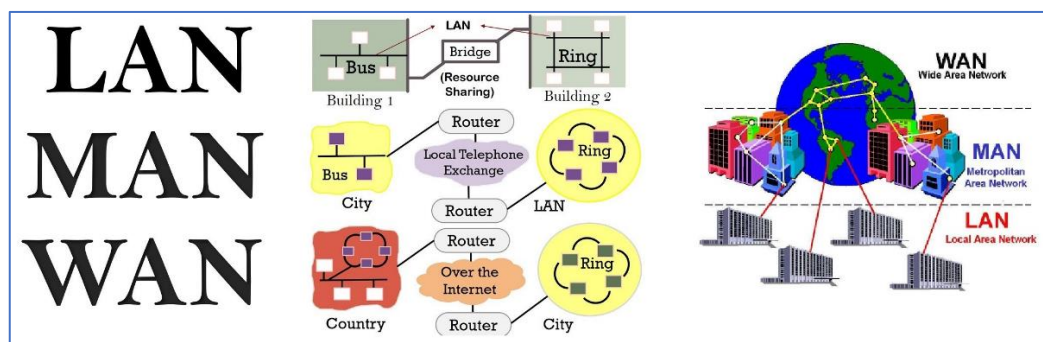
LAN standardi – 802 serija:

- 802.2 – LLC – Logical Link Control
- 802.3 – CSMA/CD – Carrier-sense multiple access with collision detection (jedna varijanta Ethernet)
- 802.5 – Token Ring
- 802.11 – Wi-Fi

- MAN – Metropolitan Area Network – Mreža koja spaja geografski veća područja
- WAN – Wide Area Network

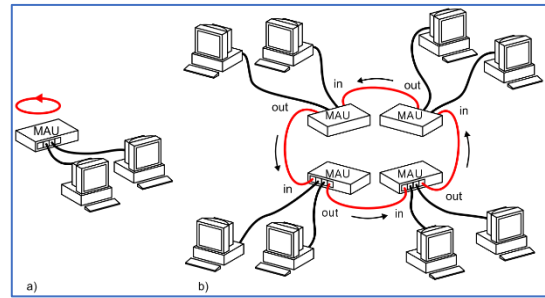
Tačka-tačka veze (Point-to-Point Protocol – PPP), SLIP – Serial Line Internet Protocol

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	
1 km	Campus	Local area network
10 km	City	
100 km	Country	Metropolitan area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	Wide area network
		The Internet



- **Token Ring :**

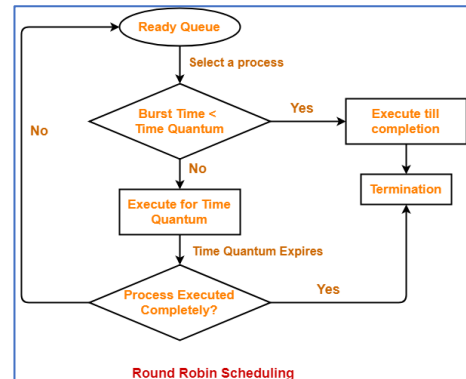
Dok je mreža slobodna za slanje, po njoj cirkuliše naročit kratak paket (token), koji to signalizira stanicama. Stanica koja želi da pošalje paket mora da sačeka slobodan token, modifikuje ga u zauzeti i odmah iza njega šalje podatke. Prsten oslobađa kad stanica završi sa slanjem paketa ili ponovo primi zauzeti token.



- **Upravljanje pristupom :**

- Tri načina za upravljanje pristupom:

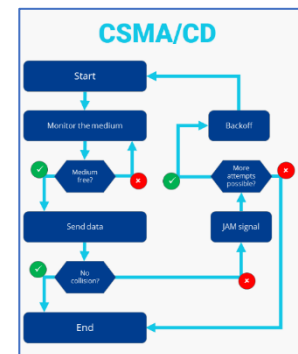
- Round Robin – svakoj stanici se dodeljuje period vremena unutar koga može da šalje podatke (nema kolizije, ali imamo neiskorišćeno vreme).
- Reservation – stanice rezervišu vremenske periode za slanje podataka (nema kolizije, ali imamo neiskorišćeno vreme).
- Contention – stanice su slobodne da pokušaju slanje u bilo kom trenutku (može da dođe do kolizije)



- **CSMA/CD – Carrier¹⁷-sense¹⁸ multiple access with collision detection :**

- Radi za žične veze.

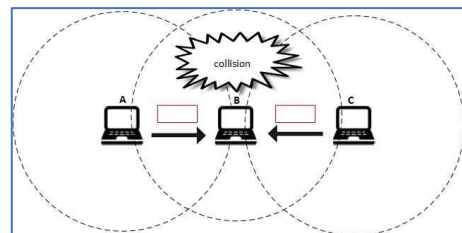
Algoritam je sledeći: Ako je medijum slobodan, šalji podatke. Ako medijum nije slobodan, prati stanje medijuma. Čim se oslobodi, pokušaj sa slanjem. Ako tokom slanja dođe do kolizije, prestani sa slanjem i emituj kratak signal (jamming). Čekaj nasumično odabrano vreme¹⁹, pa ponovo pokušaj sa slanjem.



- **CSMA/CA - Carrier-sense multiple access with collision avoidance :**

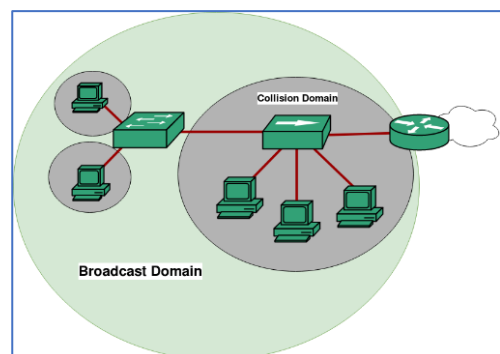
- Radi za bežične veze.

- Kod bežičnog prenosa, stanice ne mogu da detektuju koliziju – Umesto toga, pokušava se izbegavanje kolizije time što se „osluškuje“ da li je kanal slobodan pre početka slanja.
- Sistem je inherentno nepouzdan. – Hidden node problem



- **Kolizioni domen:**

- Kolizioni domen²⁰ (Collision domain) – Dve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu ako i samo ako prilikom istovremenog slanja frejma na deljeni medijum izazovu koliziju. Skup uređaja u kojima može doći do kolizija.



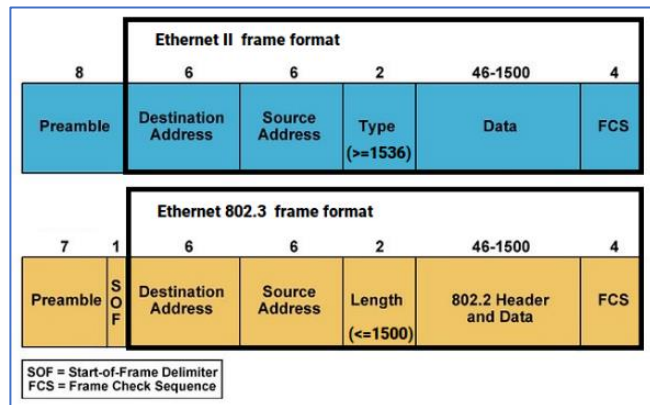
¹⁷ Carrier – poseban signal, koji je prisutan kada bilo ko koristi medijum za slanje

¹⁸ Carrier-sense – proverava da li neko koristi medijum za slanje – da li je medijum slobodan

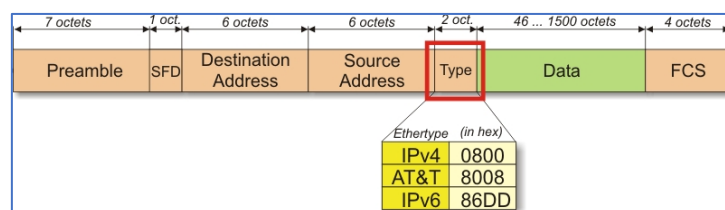
¹⁹ Možda već neko čeka, pa bolje da svaki korisnik čeka nasumično odabrano vreme

²⁰ U ovom slučaju domain je area u suštini.

- **Ethernet Protokol – najkorišćeniji protokol na drugom nivou :**
- Bavi se i sa prvom i sa drugom nivou – mi ćemo analizirati samo drugi nivo
- Osnovna jedinica prenosa: Frejm (Frame)
- Preamble (preambula) je niz bitova (7bytes/8bytes), koja služi da se interfejsi koju učestvuju u komunikaciju međusobno sinhronizuju, i dalje znak da dobili smo nešto (neko nam nešto šalje) – nije deo frejma
- Maksimalna dužina Ethernet frejma je 1518B²¹
- Minimalna dužina Ethernet frejma je 64B
- Postoji dva verzija Etherneta
 - u paralelno su u upotrebi:
 - Ethernet II (DIX Ethernet)²² – stariji standard
 - Ethernet IEEE 802.3 – noviji standard



- **Polja Ethernet frejma :**
- Start-of-Frame Delimiter – 1byte – 8bits
- Destination Address – 6 bytes – 48 bits
Fizička ili Ethernet ili MAC²³ adresa onoga kome je frejm namenjen.
Uređaj odmah će znati da li je frejm namenjen njemu, ili ne (onda će ignorisati)
- Source Address – 6 bytes – 48 bits
Fizička ili Ethernet ili MAC adresa onoga koje poslao frejm.
- Type (kod Ethernet II) – 2 bytes – 16 bits
Oznaka protokola koji je enkapsuliran u frejm.
Vrednost u polju Type – [1536,...] – Intertnet Protokol (IP) je 2048²⁴
- Length(kod Ethernet IEEE 802.3) – 2 bytes (16 bits)
Dužina frejma
Vrednost u polju Length – [0,1500]²⁵
- Data – Info –[46-1500] bytes
Korisnički podaci
- 802.2 Header sadrži sledeće stvari:
 - DSAP – Destination Service Access Point – 1byte za multipleksiranje
 - SSAP – Source Service Access Pint – 1 byte za multipleksiranje
 - Ctrl – Control – mogući formati²⁶:
U-format, I-format, S-format



²¹ Proširenja standarda – veći frejmovi – jumbo frejmovi

²² DIX Ethernet – DEC (Digital Equipment Corporation), Intel, Xerox kompanije

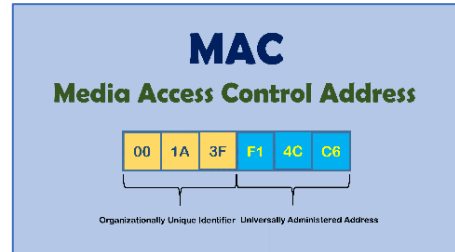
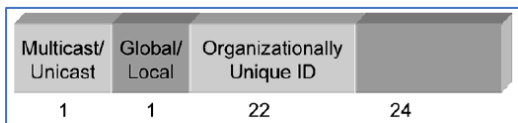
²³ MAC – Medium Access Control

²⁴ IP – decimalno: 2048 – heksadecimalno: 0800

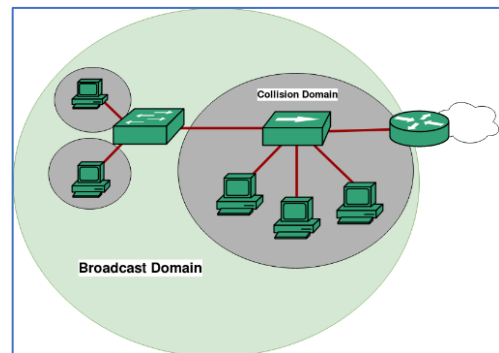
²⁵ Polje nije definisano ako je vrednost između [1501-1535]

²⁶ Unnumbered format, Information transfer format, Supervisory format

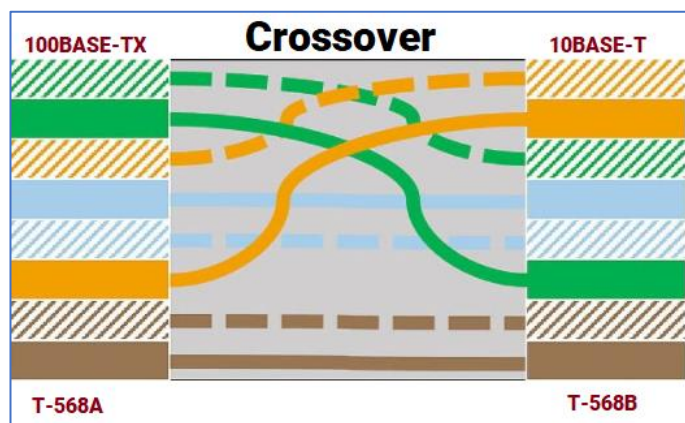
- **Adresno polje – MAC adresa :**
- Fizička ili Ethernet ili MAC adresa – 6 bytes – 48bits:
- Ne možemo da menjamo – prva polovina je oznaka proizvođača
 - 6 dvocifrenih heksadecimalnih brojeva razvojenih crtom: 3A-34-52-C4-69-B8
 - 6 dvocifrenih heksadecimalnih brojeva odvojenih dvotačkom: 00:1A:3F:F1:4C:C6
 - 3 četvorocifrena heksadecimalna broja odvojena sa tačkom: 0123.4567.89AB
- Multi-cast adrese – MAC adrese kojima je prvi bit jedinica za specijalne aplikacije koje šalju informacije na više od jedne destinacije
- Broadcast MAC adresa: FF:FF:FF:FF:FF:FF (48 jedinica) mrežna adresa koja se koristi za prenos na sve urađea povezane na komunikacionu mrežu



- **Broadcast domen :**
- Broadcast domen (Broadcast domain) – Dve stanice pripadaju jednom broadcast domenu ako i samo ako jedna stanica može da primi frejm poslat na broadcast adresu od strane druge stanice i obrnuto. Logički skup dostupnih računarskih sistema bez upotrebe rutera.

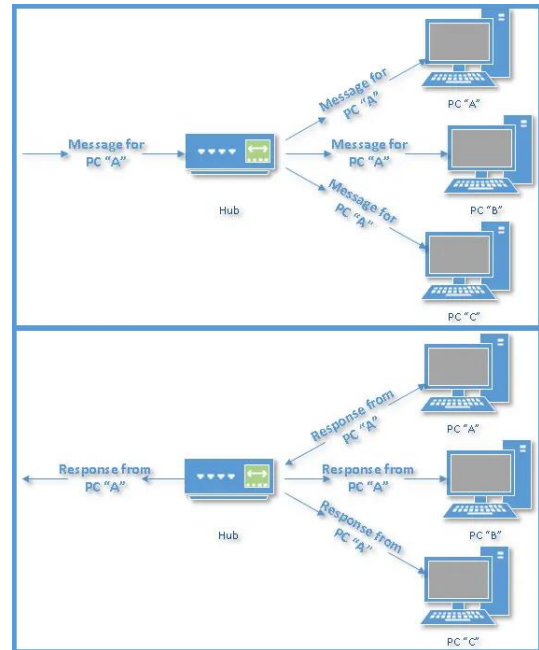
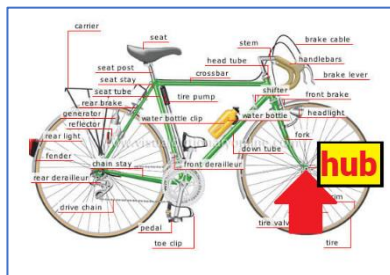


- **Ethernet – Fizička izvedba :**
- Sistem sa zajedničkim medijumom.
- Standardi:
 - 10Base2, 10Base5, 10Base-T,
 - 100Base-TX, 100-Base-FX,
 - 1000-Base-T, 1000-Base-SX, 1000-Base-LX
- Broj 10/100/1000 – označava standardnu brzinu prenosa podataka preko ovih medija (Mbps²⁷)
- Reč Base – Baseband – označava tip mreže koja koristi samo jednu noseću frekvenciju za signalizaciju i zahteva da sve mrežne stanice dele njenu upotrebu
- Slovo T – Twisted Pair – Parice
- Slovo F – Fiber optic – Optičko vlakno
- Slovo S – short-range
- Slovo L – long-range
- Slovo X – Placeholder – Rezervisano mesto za bilo koji medijum
- Cifra – označava dužinu segmenta (npr.: 5 – segment ne može biti duži od 5x100 metara)

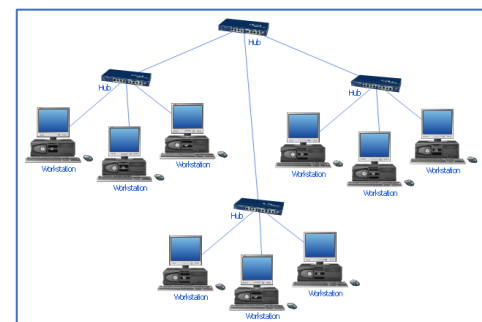
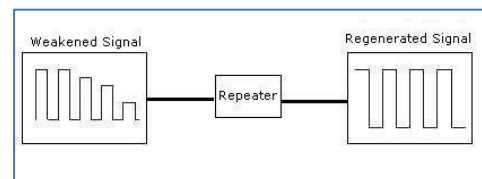


²⁷ Mbps – Megabit u sekundi

- **Habovi – Internet Hubs :**
- Povezuju radne stanice i druge habove.
- Sve što dobije na jednom portu emituje na svim ostalim portovima.
- Ako detektuje koliziju šalje jamming na sve ostale portove.
- RJ45 portovi – standardni portovi za priključenje paričnih kalbova (Twister Pairs) na kojima realizujemo Ethernet.
- Struktura: Fizički zvezda, logički magistrala
- Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu i jednom broadcast domenu.



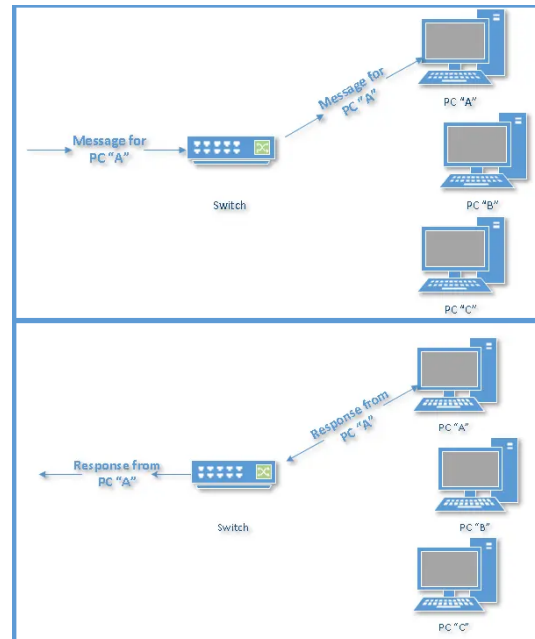
- **Ripiter – Repeater²⁸ – Ethernet habovima :**
- Nazivamo ga deljeni Ethernet
- Shared Ethernet – Collision Domain
- Sve radne stanice dele isti propusni opseg
- Svi paketi se prostiru i pojavljuju svugde
- Svaki hab (ripiter) unosi kašnjenje prilikom propagacije signala i to dovodi do ograničenja u broju habova (ripitera) na Ethernet segmentu.
- Sve stranice pripadaju jednom kolizionom domenu i jednom broadcast domenu.
- Problem – 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 – upotreba sviča (Switch)



²⁸ Ripiter ima dva porta – jedan za dolazni signal i drugi za „pojačani“ odlazni signal. Hab može da se pridruži više od dva signala. Hab uzima signal, „pojačava“ ga i prenosi na sve njegove portove. Tipičan hab može povezivati od 8 do 24 veze zajedno.

▪ **Svičevi – Switchers :**

- Povezuju radne stanice, habove i svičeve
- Princip rada: Paket primljen sa jednog porta, emituje na drugi port
- Kako svič zna gde da uputi paket?
Svič analizira sve frejmove 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 frejma i tabele svič zna na koji port treba da uputi paket.
- Ima slučajeva kad se frejmovi šalju na sve portove:
Kada je frejm namenjen svima – broadcast
Kada se ne zna port sa kojim je povezan sistem sa adresom kojoj je frejm namenjen (svič još nije formirao kompletnu tabelu).



▪ **Hab – Svič :**

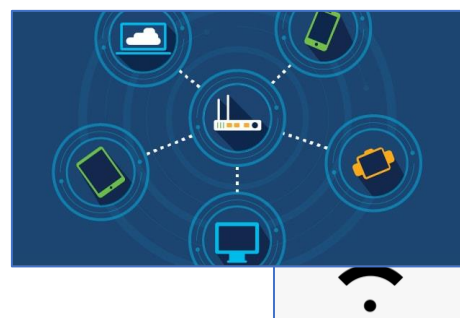
- Hab – Sve tačke priključene dele isti propusni opseg
- Svič – Svaka tačka koristi svoj propusni opseg
- Hab – Paket koji se pojavi na jednom portu prosleđuje se na ostale portove
- Svič – Paket koji se primi na jednom portu prosleđuje se na tačno određeni port
- Hab – Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu
- Svič – Port sviča definiše poseban kolizioni domen
- Hab i Svič – Sve stanice pripadaju jednom broadcast domenu



Port	Ethernet adresa
1	Ef
2	Eb
3	Ed
4	Ec
5	Eg
6	Ea
7	Ed
8	Ei
8	Ej
8	Ek
8	El
8	Em
8	Et
8	En

▪ **Ethernet sa bežičnim mrežom – Wireless LAN :**

- Standardi: IEEE 802.11
IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.16, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac
- Upotrebljavaju slobodne opsege (ISM²⁹) spektra: 900MHz, 2.4GHz, ~5GHz



▪ **Tačka-tačka veze – P2P i SLIP :**

- SLIP – Serial Line Internet Protocol:
Problemi: Podržava samo IP, nema proveru ispravnosti podataka.
Obe strane moraju unapred znati sve parametre, MTU³⁰ mora istovetno podesiti.
- PPP – Point-to-Point Protocol:
Rešava SLIP probleme: Parametri se dogovaraju prilikom uspostavljanja veze. Postoji provera ispravnosti prenosa. Podržava i protokole osim IP-a. Omogućava autentifikaciju.

²⁹ ISM – industrial, scientific, medical networks

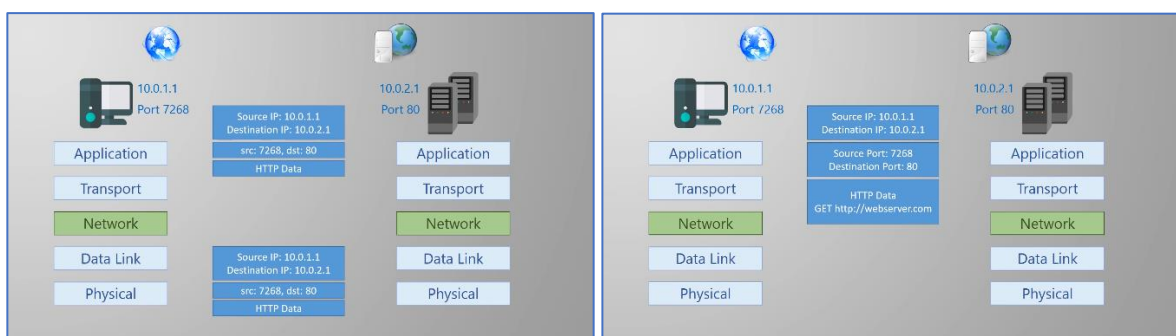
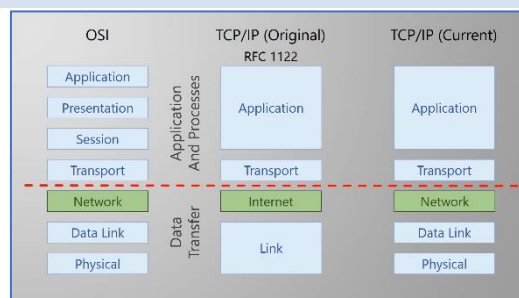
³⁰ MTU – Maximum Transmission Unit – maksimalna veličina IP paketa koji se može preneti u okviru osnovne jedinice prenosa protokola u koji se IP paket enkapsulira.

NIVO 3 – MREŽNI NIVO

- **3. NIVO – Mrežni nivo – Ukratko :**
je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinica prenosa (**paketa**) putem više povezanih skupova tačaka.

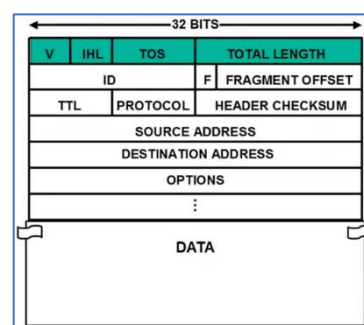
Problemi vezani za ovaj nivo su:

- **adresiranje skupova tačaka** (skupova uređaja),
- **adresiranje pojedinačne tačke** (urežaja) **unutar skupa** i
- određivanje putanje prenosa paketa od izvora do odredišta (**rutiranje**)



- **Internet Protokol – IP :**
- Internet protokol je protokol trećeg OSI (i TCP/IP) nivoa.
- Osnovna jedinica prenosa je paket.
- IP paketi imaju zaglavlje i sadržaj.
IP protokol ne garantuje isporuku.
Fragmentacija – veće poruke → manje poruke (MTU određuje fragmentaciju)³¹
Paketi ne zavise jedan od drugog; prilikom prenosa paketi mogu putovati različitim putanjama.
Paketi na odredište stižu proizvoljnim redosledom.

- **Detaljan opis IP paketa :**
- V – Verzija – 4 bita – IPv4 (4), IPv6
- IHL – Internet Header Length – 4bita – broj 32-bitnih reči u zaglavlju
- TOS – Type of Service – 8 bita – tretman³² IP paketa u transportu putanja)
- TL – Total Length – 16 bita – totalna dužina IP paketa u bajtima
- ID – Identification – 16 bita – važno za fragmentaciju
- F – Flags – 3 bita – važno za fragmentaciju (npr.: do not fragment flag)
- FO – Fragment Offset – 13 bita – važno za fragmentaciju
- TTL – Time to Live – 8bita – postavlja gornju granicu postojanja paketa u tranzitu³³
- PROTOCOL – 8 bita – oznaka protokola višeg nivoa
- HEADER CHECKSUM – 16 bita – kontrolna suma sadržaja zaglavlja
- SOURCE ADDRESS – 32 bita – polazna IP adresa
- DESTINATION ADDRESS – 32 bita – odredišna IP adresa
- OPTIONS – promenljiva veličina
- DATA – podaci koji se prenosi



³¹ MTU podrazumevana vrednost: 1500bytes

³² TOS – u praksi: pouzdanija ili brža putanja

³³ TTL – nije u sekundama, nego njegova vrednost je dekrementirana

- **IP adresa :**
- Neophodna za komunikaciju
- Format: 32-bitni broj – prikazuje se kao četiri decimalna broja razdvojena tačkom (192.168.21.23)
- Ima dva dela:
 1. Oznaka mreže – ID mreže – N početnih bitova adrese
 2. Oznaka sistema u okviru mreže – ostatak adrese
- Pitanje: Kako se određuje N?
 1. Prvobitno rešenje:

Prvih 8 bita – oznaka mreže

Ostatak – oznaka sistema

Rezultat: 256 mreža fiksne dužine, u svakoj najviše 2^{24} računara
 2. Drugo rešenje:

Podale je na pet klasa:

 - Klasa A – 7 bita za oznaku mreže, 24 bita za oznaku računara, maska: 8
 - Klasa B – 14 bita za oznaku mreže, 16 bita za oznaku računara, maska: 16
 - Klasa C – 21 bita za oznaku mreže, 8 bita za oznaku računara, maska: 24
 - Klasa D – Multiklasne adrese
 - Klasa E – Rezervisane za eksperimente
 3. Treće rešenje:

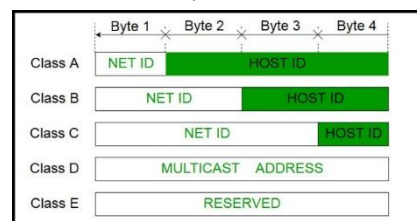
IP mrežu definišemo sa ID i mrežnom maskom.

Broj bita za oznaku mreže određujemo pomoću mrežne maske (od 1 do 30 bita).

Specifičnost mrežne maske – dužine maske – broj jedinica

Mrežna maska se može zapisati u istom obliku kao i IP adresa

Format: 192.168.21.0 – 255.255.255.0 ili 192.168.21.0/24

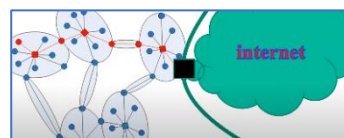


- **Javni opseg IP adresa :**
- Javna IP adresa je jedinstvena na internetu i jednoznačno određuje tačku koja učestvuje u komunikaciji. IANA (Internet Assigned Numbers Authority) je organizacija zadužena da obezbedi centralnu koordinaciju osnovnih mehanizama na kojima se zasniva funkcionalnost interneta.
- **Privatni opseg IP adresa :**
- Pretpostavka: Tačke koje se adresiraju pripadaju složenoj računarskoj mreži koja funkcioniše primenom TCP/IP familije protokola.
- Podela:
 1. Privatne tačke su tačke koje direktno komuniciraju sa tačkama unutar složene računarske mreže kojoj pripadaju. Pristup javnim servisima ili servisima drugih računarskih mreža ostvaruje se preko posrednika (Proxy, NAT³⁴, Aplikativni serveri,...).
 2. Javne tačke su 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 tačke 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.

10.0.0.0 – 10.255.255.255 (10/8),

172.16.0.0 – 172.31.255.255 (172.16/12),

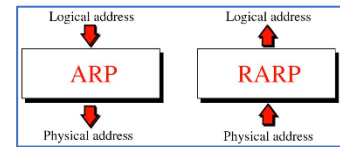
192.168.0.0 – 192.168.255.255 (192.168/16)
- Šta se dobija?: Racionalnija upotreba javnih IP adresa, definisanje logičke arhitekture složene računarske mreže u cilju bolje kontrole tokova saobraćaja, povećan stepen bezbednosti u računarskoj mreži.



³⁴ NAT – Network address translation

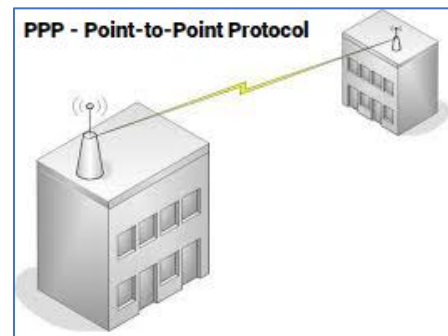
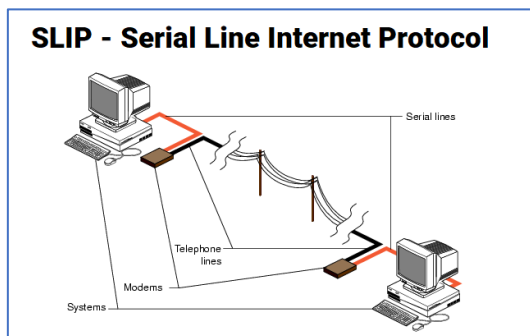
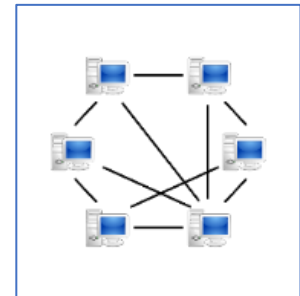
- **IP na lokalnoj mreži :**

- Enkapsulacija – Ethernet II (MTU je 1500), 802.3
- IP/logička adresa ima 32 bita – Ethernet/MAC/fizička ima 48 bita.
- ARP (Address resolution protocol): mapiranje za IP → Ethernet
Paket sa ARP upitom se šalje na specijalnu MAC adresu: FF:FF:FF:FF:FF:FF (Broadcast adresa).
Paket sa odgovorom se šalje na MAC adresu (ko je poslao upit, dobiće odgovor)
- RARP (Reverse ARP): za obrnuto mapiranje (Ethernet → IP)
Primer upotrebe: stanica koja učitava sistemski softver preko mreže
Danas se više koristi moderniji protokoli – BOOTP, DHCP



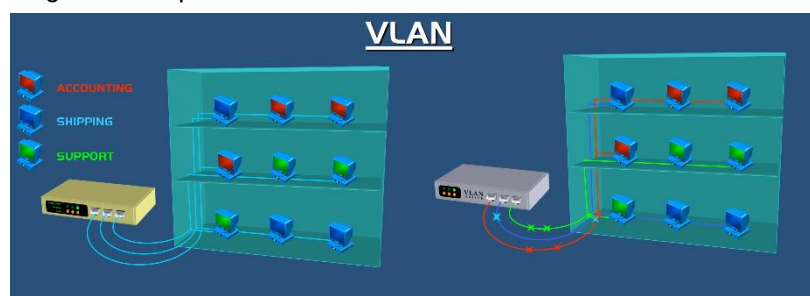
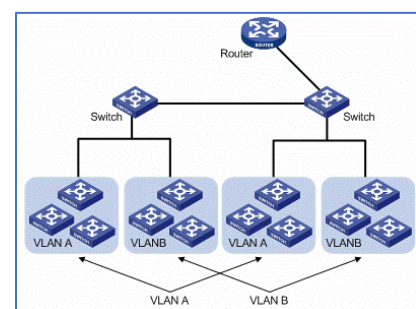
- **IP na Peer-to-Peer vezama :**

- Na OSI 2 nivou ne postoje adrese.
- Na OSI 1 nivou može se koristiti: asinhorni ili sinhroni prenos.
- Dva metoda za IP enkapsulaciju na Peer-to-Peer vezama:
 1. SLIP – Serial Line IP – jednostavan metod koji se danas relativno retko koristi
 2. PPP – Point-to-Point Protocol – može da posluži i za enkapsulaciju drugih protokola

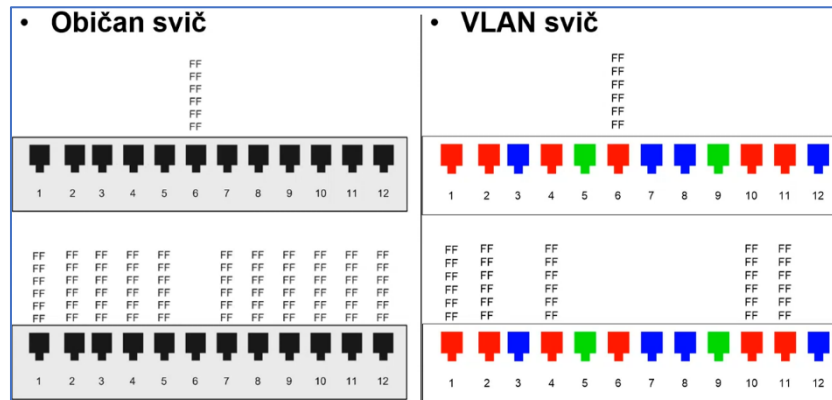


- **VLAN – Virtual Local Area Network:**

- Činjenice:
 1. Korporativne mreže povezuju velik broj radnih stanica
 2. Upotreba Ethernet protokola u WAN delu, za posledicu ima povezivanje velikog broja radnih stanica
- Prethodne činjenice dovode do dva problema:
 1. Kontrola saobraćaja na nivou 2 gotovo nije moguća, narušena bezbednost i funkcionalnost mreže
 2. Veliki broadcast domen stvara tehničke probleme koji mogu izazvati prekide funkcionalnosti mreže.



- Rešenje je mehanizam za podelu broadcast domena, njihovo povezivanje preko nivoa 3.
- Običan svič: Frejm adresiran na broadcast adresu prosleđuje na sve portove.
- Ideja: Frejm primljen sa jednog porta može da se prosledi samo na portove koji pripadaju istoj grupi kao i port sa kog je primljen frejm.



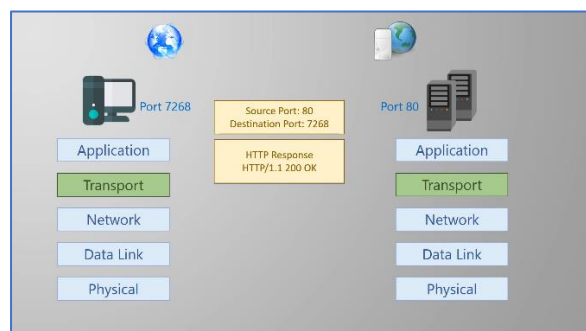
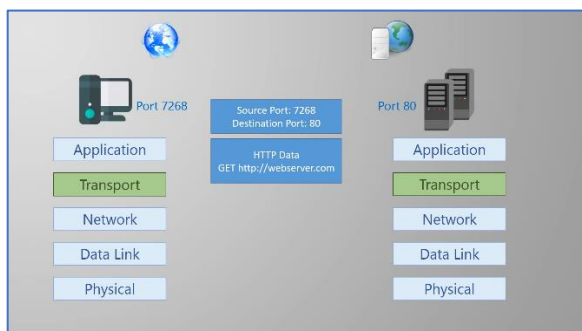
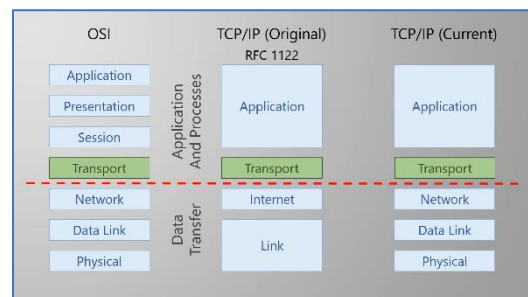
- Komunikacija između VLAN-ova obavlja se samo preko nivoa 3.
- Potrebna je veza preko 802.1Q linka sa ruterom ili upotreba svičeva sa implementiranom podrškom za rad sa protokolima nivoa 3 (rutiranjem). IP subnet se poklapa sa VLAN-om. Otvaraju se velike mogućnosti za kreiranje različitih logičkih arhitektura.

NIVO 4 – TRANSPORTNI NIVO

- **4. NIVO – Transportni nivo – Ukratko :**
je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinica prenosa (**segmenta**) između krajnjih tačaka koje se povezuju komunikacionim sistemom, odnosno uspostavu, održavanje i raskidanje logičke veze između krajnjih tačaka.

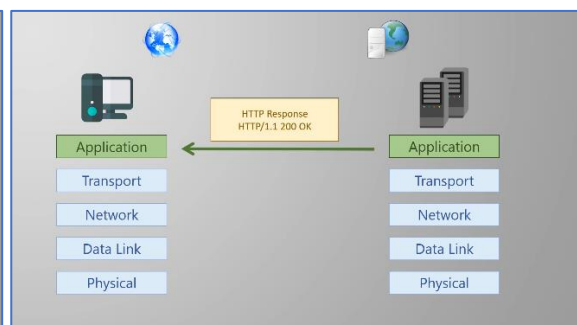
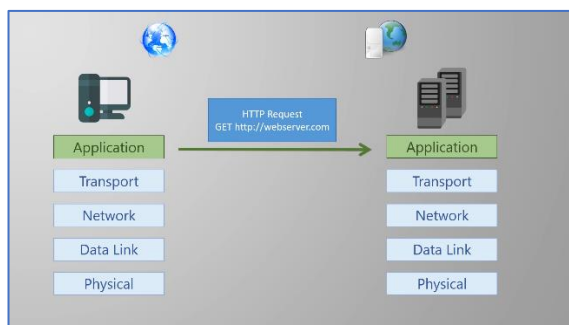
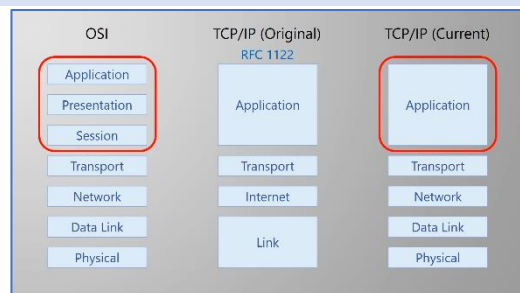
Problemi vezani za ovaj nivo su:

- **adresiranje aplikacija**,
- **multipleksiranje** logičkih veza,
- **segmentacija** niza bita koji predstavlja aplikativne podatke koji se razmenjuju
- **kontrola toka podataka i eventualna garancija** isporuke na nivou krajnjih tačaka,
- **detekcija i korekcija grešaka** na nivou krajnjih tačaka i
- **rekonstrukcija niza bita kao aplikativnih podataka** na prijemnoj strani

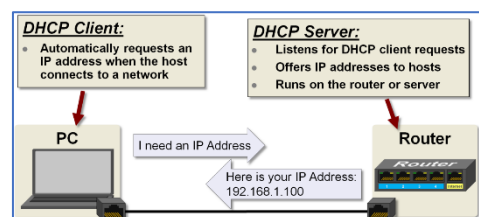


NIVO 5 – NIVO APLIKACIJE

- **5. NIVO - Nivo aplikacije - Ukratko**
(nivo sesije, prezentacije i aplikacije):
Zajednički predstavljaju **aplikacije** za čije potrebe se vrši razmena podataka, odnosno predstavljaju **krajnje tačke** koje se povezuju komunikacionim sistemom. Analizom ovih nivoa postavljaju se zahtevi koji omogućavaju definisanje protokola koji se implementiraju na transportnom, mrežnom, prenosnom i fizičkom nivou.

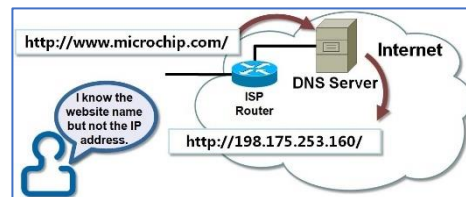


- **DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol – Ukratko:**
- **Def:** Aplikacija koja je odgovorna za traženje i nuđenje IP adresa. DHCP klijent automatski traži IP adresu od DHCP servera kada se detektuje mreža (DHCP server obično radi u ruteru).
- **Portovi:**
67 (DHCP server port) – 68 (DHCP client port)

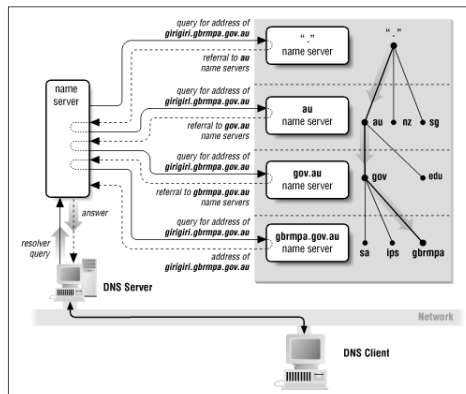


- **DNS – Domain Name System – Ukratko:**

- **Def-1:** Aplikacija koja omogućava pretraživanje veb-stranica pružajući veb-stranice ili ime domena umesto IP adrese veb-stranice. Imena domena preslikava na IP adrese. Mrežnom hostu je potrebna je IP adresa (a ne ime domena ili hosta) web servera da bi generacio Paket.



- **Def-2:** Distribuirana baza podataka za opis hijerarhijski organizovanih skupova imena i pridruživanje različitih vrsta podataka tim imenima (primer: Google – 8.8.8.8.)
- **Istorija:** Mapiranje imena u adrese radilo se centralizovano, i distribuiralo u obliku ASCII fajla HOST.TXT. Kada je broj sistema vezanih na Internet počeli naglo da raste, ovaj postupak je postao nepraktičan ($O(n^2)$ – quadratic time). Zbog toga centralizovani sistem zamenjen je distribuiranim. Fajl (obično sa nazivom hosts) se i dalje može naći na većini operativnih sistema i može se koristiti za lokalno mapiranje.



- **Pretpostavke:** Dostupnost podataka je bitnija od njihove ažurnosti, jer podaci se većinom sporo menjaju. U sistemu je obezbeđena redundantnost. Granice administrativne odgovornosti za podatke uglavnom se poklapaju sa organizacionom strukturom institucija koje podatke održavaju. Prvobitni sistem nije razmatrao pitanja bezbednosti (kasnije: DNSSEC - DNS Security Extensions).

- **Portovi:**

Server – Klijent, za UDP i TCP aktivnosti: 53 (DNS server port) – >1023 (DNS client port)

Server – Server, za UDP aktivnosti: 53 (DNS server port) – 53 (DNS client port)

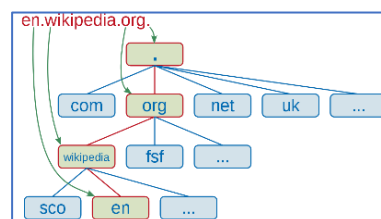
Server – Server, za TCP aktivnosti: >1023 (DNS server port) – >1023 (DNS client port)

- **DNS – Domain Name System – Struktura:**

- Klijent obično šalje upite (request) serverima na UDP port (53), a za međusobnu razmenu podataka dva servera (često veća količina podataka) takođe se može koristiti TCP (port >1023).
- Upit (request) i odgovor (response) imaju istu strukturu, po prvobitnom standardu, dužina ovih poruka je ograničena na 512 bajta.

- **Konfiguracija:**

- Moguće je konfigurisati DNS tako da se više imena mapira na istu IP adresu – virtualni hosting. Moguće je konfigurisati DNS tako da se jedno ime mapira na više adresa – redundantnost.
- FQDN – Fully Qualified Domain Name – je kompletna adresa veb-stranice, računara, servera, ili sličnog entiteta koji postoji na internetu. Puna imena se dobijaju zapisivanjem oznaka s leva na desno, od najspecifičnije (na najnižem nivou) ka najmanje specifičnom. Oznake se razdvajaju tačkama. Vrh hijerarhije ima prazno ime. Sistem ima mogućnost delegiranja nadležnosti za niži nivo hijerarhije od strane onoga ko upravlja višim nivoom hijerarhije.



- TLD - Top-Level Internet Domains – Najviša internet domena je internet domena na najvišem nivou hijerarškog imenskog sistema za domene na internetu. Označena je slovima posle zadnje tačke u imenu domene (npr.: wikipedia.org – najviša domena je .org).

Može da bude:

- državni najviši domen (country-code top-level domain – ccTLD) – .no, .us, .uk, .il, .au, .de, .fi, .rs
- generički najviši domen (generic top-level domain – gTLD) – .com, .org, .net, .edu, .gov, .mil
- infrastrukturni najviši domeni (infrastructure top-level domain – ARPA) – .arpa (1.TLD)

- **DNS – Domain Name System – Organizacija:**

- Zona – je područje odgovornosti nekog servera. Podaci o zonama (tekstualna datoteka) zapisani su lokalno za primarne servere, i sekundarni serveri preuzimaju podatke od primarnih. Server može da proveriti (delegira) odgovornost za deo neke zone drugim serverima.
- @ - red/unos/stavka u konfiguracionom fajlu se odnosi na trenutnu zonu (origin).
- RR – Resource Record – se zove svaka stavka koje se čuva u DNS-u kao baze podataka, i svaki red u konfiguracionom fajlu definiše jedan RR. RR se sastoji od:
 - imena – ime za koje konfiguriramo mapiranje (example.org)
 - klase – odnosi se na namespace/mrežu za koju konfiguriramo DNS (najčešće: IN – internet)
 - tipa – npr. SOA, NS, A, AAAA, CNAME, MX
 - SOA (Start of Authority) – početak zone.

Podaci za SOA:

- ime name servera
- mail adresa koji specificira mailbox odgovornog za zonu (@ će biti .)
- serijski broj – broj verzije zone (serial)
- vreme u sekundama za proveru ažurnosti zone sekundarnog servera (reload/refresh)
- vreme u sekundama za ponovni pokušaj ako pokušaj provere ažurnosti nije uspeo (retry)
- vreme u sekundama posle kog podaci o zoni na sekundarnom serveru više nisu autoritativni (expire)
- vreme u sekundama koje označava dužinu validnosti odgovora za ovu zonu (minimum TTL)

name	doc.com.
class	IN
type	SOA
origin	dnsmaster.doc.com.
person-in-charge	root.nismaster.doc.com.
serial	101
refresh	7200
retry	3600
expire	432000
minimum TTL	86400

- NS (Name Server)

Podaci za NS:

- ns – ime name servera – specifikacija odgovornog sistema za zonu (jedna zona može da ima više servera koji su zaduženi za nju)

domainname	doc.com.
[TTL]	90000
class	IN
type	NS
nameserver	sirius.doc.com

- A/AAAA (Address) – koristi se da neko ime mapiramo na neku IPv4/IPv6 adresu.

Podaci za A:

- IPv4/IPv6 adresa – za mapiranje

machinename	sirius
class	IN
type	A
nameserver	123.45.6.1

- CNAME (Canonical Name) – način da dodelimo alias imenu koje je sa A tipom RR dodeljeno IP adresi (primer: www.mydomain.com, ftp.mydomain.com, mail.mydomain.com svi pokazuju na mydomain.com)

Podaci za CNAME:

- Originalno ime sistema (kome želimo da dodamo alias)

nickname	mailhost
class	IN
type	CNAME
canonical-name	antares.doc.com

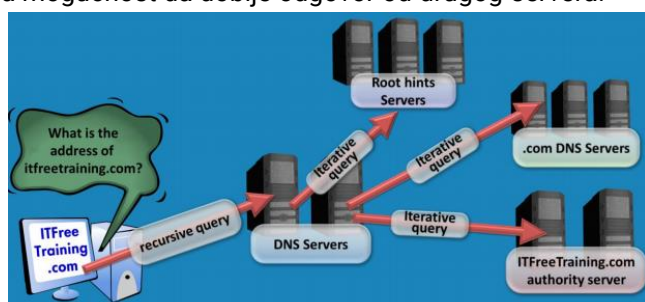
- MX (Mail Exchanger) – sistem koji je zadužen za razmenu pošte za određenu zonu

name	Munnari.OZ.AU.	foo.com.	*.foo.com
class	IN	IN	IN
type	MX	MX	MX
preference	0	10	20
mailer-exchanger	Seismo.CSS.GOV.	RELAY.CS.NET.	RELAY.CS.NET.

- podataka – podaci za konkretan tip RR

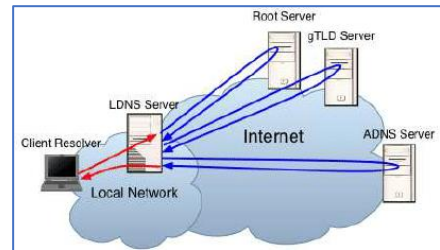
▪ DNS – Domain Name System – Dobijanje odgovora:

- U svakom distribuiranom sistemu može se desiti da pojedinačni server ne može da vrati direktan odgovor klijentu, tako da klijent mora da ima mogućnost da dobije odgovor od drugog servera.
- Postoji dva načina dobijanje odgovora:
 1. Rekurzivan način – server sam prosleđuje upit dalje – povoljnije klijentu, zahtevnije serveru
 2. Iterativan način – server vraća klijentu poruku sa indikacijom kome

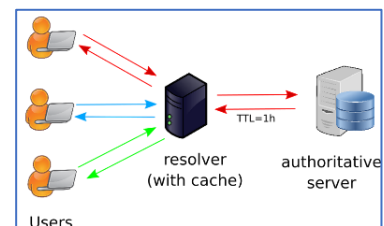


se sledećem treba obratiti – zahtevnije klijentu, povoljnije serveru

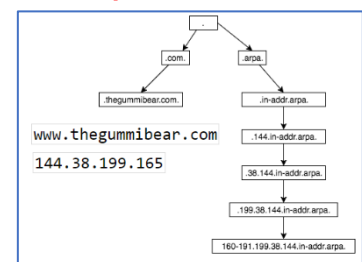
- Najčešće se koristi kombinacija.
- Resolver – komponent – svaki korisnički sistem ima Zadužen za slanje (DNS) upita za aplikacije i prosleđivanje dobijenih odgovora aplikacijama.
- Lokalni Name Server – obično svaki internet provider ima Zadužen za prosleđivanje upita i vraćanje dobijenih odgovora (olakšava posao resolver-ima)
- Root Name Servers – Serveri zaduženi za „root” zonu na vrhu hijerarhije. (serveri i IP adrese su unapred poznati)
- Koraci:
 - 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
 - ... iterativno nekoliko puta ...
 - 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 pripada ime za koje šalje upit odgovara sa IP adresom kojoj je dodeljeno ime iz upita, odgovor se šalje Lokalnom Name serveru, koji dalje prosleđuje Klijentu (njegovom Resolver-u)



- **DNS – Domain Name System – Keširanje odgovora:**
- Da bi smanjila količina i učestalost komunikacije, svaki od delova sistema (aplikacija, resolver, lokalni name server) može imati svoj keš (cache). Za svaki RR može se definisati TTL koji određuje koliko je podatak validan, i keš za neko ime bi trebalo invalidirati nakon TTL sekundi (neki sistem ne poštuju ovo pravilo).

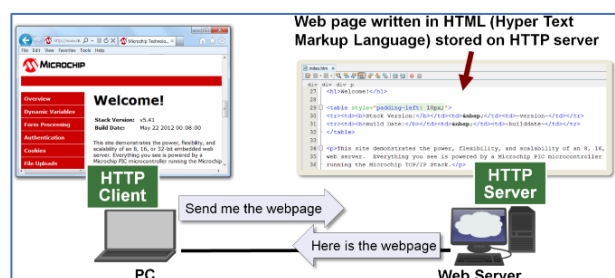


- Negativno keširanje – čuvanje informacije o tome da neko ime ne postoji
- **DNS – Domain Name System – Mapiranje adresa u imena – Reverzni DNS upiti:**
- Reverse DNS lookup – oktetne moramo da zapišemo u obrnutom redosledu, i koristimo i pseudo-domen in-addr.arpa. za inverzno mapiranje.
- Ukoliko izvršimo reverzni upit za svoje IP adrese, obično dobićemo ime koje vezano za našeg internet providera (obično IP adresa je nešto čime raspolažu naši provideri).



- **HTTP – Hypertext Transfer Protocol – Ukratko :**

- Protokol za prenos hiperteksta (HTTP) je najčešće korišćenja TCP/IP aplikacija, jer ovaj protokol prenosi veb-stranice sa webservera na webbrowser.
- Veb-stranice se pišu pomoću HTML-a (Hypertext Markup Language), drugim rečima, HTTP se koristi za prenos HTML datoteka.

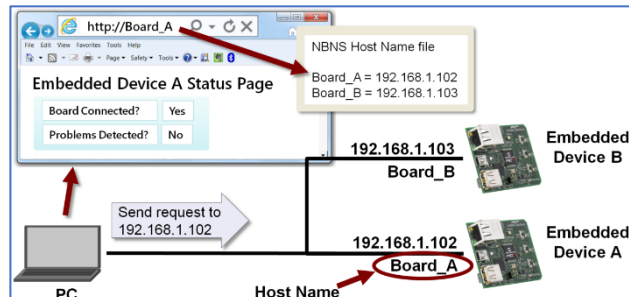


- **Portovi:**

- Server port – za UDP i TCP aktivnosti: **80** (alternativni portovi: **8008, 8080**) – HTTPS: **443**
- Klijent port – za UDP i TCP aktivnosti: **[49152,65535]**

- **NBNS – NetBIOS Name Service – Network Basic Input/Output System Name Service – Ukratko :**

- Koristi se za prevođenje imena hostova u lokalnoj mreži u lokalne IP adrese. Ovo je slično onome što DNS radi na Internetu. Mapira imena hostova u IP adrese.
- U ovom primeru je mrežnom računaru dodeljeno ime „Board_A”. NBNS nam omogućava pristup ovom hostu tako što ćemo uneti njegovo ime u browser, umesto da ukucamo njegovu IP adresu.



- **Portovi:**

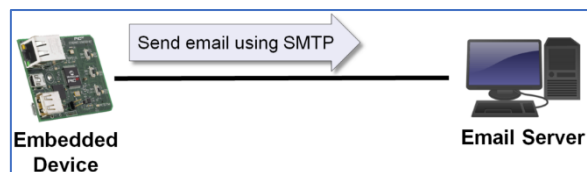
- Server port – za UDP i TCP aktivnosti: **137, 138, 13**

- **SMTP – Simple Mail Transfer Protocol – Ukratko:**

- Koristi se za slanje i prenos e-mail poruka. Za preuzimanje poruka namenjenih nama obično koristimo druge protokole (POP3³⁵, IMAP³⁶).
- Koristi se za ugrađene uređaje, jer ugrađeni uređaj može se konfigurisati za slanje e-pošte.
- Opisuje slanje poruke serveru. Klijent šalje ASCII komande serveru, na koje server odgovara numerički kodiranim odgovorima. Čitava komunikacija je tekstualna.

- Komande klijenta:

- HELO – Identifikacija
- MAIL FROM – Ko šalje
- RCPT TO – Kome šalje
- DATA – Podaci
- QUIT – Završava sesiju



- Odgovori servera:

- 2xx – Potvrdni odgovori
- 3xx – Potrebno još podataka
- 4xx – Privremene greške
- 5xx – Permanentne greške

- E-mail adresa – Sastoji se od dva dela: lokalne adrese i domena (odvojeni su sa znakom @). Na osnovu domena šalju se odgovarajući DNS upiti koji daju odredišnu adresu za TCP konekciju.
- Relay – E-mail, od tačke sa koje se šalje do tačke na koju se šalje, može da dođe preko više tačaka. Sistemi se konfiguriraju tako da svu odlazeću poštu, koja nije lokalna, šalju hostu koji je konfigurisan za Relay. Konfiguracija se pojednostavljuje.
- Format poruke – Sastoji se od Koverta (Envelope), Zaglavlje (Header) i Tela (Body)
 - Koverta – formira server (pomoću zadate MAIL FROM, RCPT TO komandi)
 - Zaglavlje – sadrži podatke o tome preko kojih sve servera je isporučena ta poruka
 - Telo – sadržaj koji zapravo vide i sami korisnici

- **Portovi:**

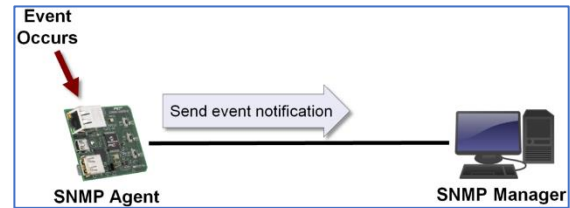
- za UDP i TCP aktivnosti – nezaštićena komunikacija – plaintext: **25**
- za UDP i TCP aktivnosti – zaštićena komunikacija – kriptovana komunikacija: **587**

³⁵ POP3 – Post Office Protocol 3 – <https://sr.wikipedia.org/wiki/POP3>

³⁶ IMAP – Internet Message Access Protocol – <https://sr.wikipedia.org/wiki/IMAP>

- **SNMP – Simple Network Management Protocol – Ukratko:**

- Koristi se za nadgledanje mrežnih uređaja u uslovima koji mogu zahtevati. Služi za nadzor i dijagnostiku opreme na mreži.
- Agent – uređaj na kojim se upravlja SNMP modul/server. Klijent konstruiše i šalje paket sa upitima (request PDU³⁷) i od agenta dobija paket sa odgovorima (response PDU). Agent takođe može slati pakete koji nisu odgovor na upite, već obaveštenja o nekim događajima



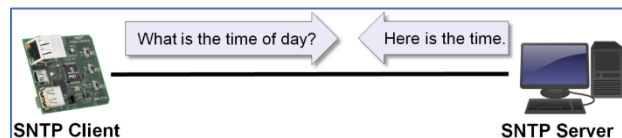
- Verzije: Postoji više verzija protokola (1-3), ovde se govori o SNMPv1. Kasnije verzije protokola imaju poboljšane mehanizme zaštite i operacije za efikasniji prenos većih količina podataka.

- **Portovi:**

- za UDP i TCP aktivnosti – 161, 162

- **SNTP/NTP – (Simple) Network Time Protocol – Ukratko:**

- Usluga koja mrežnim uređajima pruža doba dana. Tipična tačnost u rasponu od stotina milisekundi.



- **Portovi:**

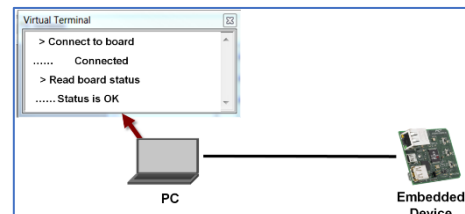
- za UDP i TCP aktivnosti – 123

- **Telnet – Bi-directional serial text communication – Ukratko:**

- Aplikacija koja omogućava dvosmernu komunikaciju tekstem putem terminalne aplikacije (HyperTerm, TeraTerm)

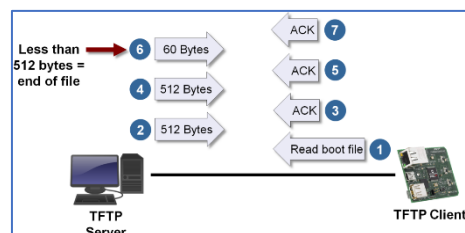
- **Portovi:**

- za UDP i TCP aktivnosti – 23



- **TFTP – Trivial File Transfer Protocol – Ukratko:**

- Koristi se za prenos datoteka na lokalnoj mreži. Može se koristiti za ažuriranje firmvera na ugrađenom uređaju pomoću pokretačkog programa (boot loader).
- TFTP je uklonjena verzija FTP-a. TFTP nema odredbe o sigurnosti, poa se koristi samo na lokalnim mrežama. Datoteke se prenose u blokovima od 512 bajtova sa maksimalnom veličinom prenosa datoteka od 4 GB.



- **Portovi:**

- za UDP i TCP aktivnosti – 69 – FTP: 20

³⁷ PDU – Protocol Data Units

SADRŽAJ

Predmet: Internet mreže – akademske studije	1
Polaganje predmeta	1
Poređenje kako se mreže koriste za neke privatne i poslovne potrebe	1
☐ Upotreba od strane	1
☐ Za poslovne potrebe	1
☐ Za privatne potrebe	2
☐ Upotreba mobilnih tehnologija	2
☐ Društveni uticaj	2
☐ IT infrastruktura – Topologija	2
Komunikacioni sistemi – Protokol	3
☐ Šta je zadatak komunikacionog sistema?	3
☐ Šta je zadatak protokola?	3
Osi i TCP/IP model komunikacionog sistema	3
☐ OSI model definiše sedam grupa	3
☐ Komunikacioni sistem, kao sistem sa tačkama i skupovima	4
☐ TCP/IP model komunikacionog sistema	4
OPŠTE - VRSTE VEZA	5
☐ Osnovni elementi telekomunikacija	5
☐ Vrste veza	5
opšte - Topologije	5
☐ Tri topologije	5
NIVO 1 – FIZIČKI NIVO	6
☐ Fizički nivo – Ukratko	6
☐ Prenosni medijum – Ukratko	6
☐ Prenos signala	7

☒ Standardi kabliranja – Način povezivanja:.....	7
☒ Žični – Parice – Twisted Pairs	7
☒ Žični – Koaksijalni kabel – Coaxial cable	8
☒ Žični – Optikalni kabel – Optical fiber.....	8
☒ Bežični prenosni medijumi	8
☒ Strukturirano kabliranje.....	9
☒ Nivoi kabliranja.....	9
☒ Podsystemi kablovskog sistema	9
☒ Standardi kabliranja – Cabling Standards	10
☒ Testiranje i obeležavanje	11
nivo 2 – pRENOSNI NIVO	12
nivo 3 – mREŽNI NIVO	18
NIVO 4 – TRANSPORTNI NIVO	21
Nivo 5 – nivo aplikacije.....	22
☒ 5. NIVO - Nivo aplikacije - Ukratko.....	22
☒ DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol – Ukratko.....	22
☒ DNS – Domain Name System – Ukratko	23
☒ DNS – Domain Name System – Struktura.....	23
☒ DNS – Domain Name System – Organizacija	23
☒ DNS – Domain Name System – Dobijanje odgovora:.....	24
☒ DNS – Domain Name System – Keširanje odgovora:.....	25
☒ DNS – Domain Name System – Mapiranje adresa u imena – Reverzni DNS upiti:.....	25
☒ HTTP – Hypertext Transfer Protocol – Ukratko.....	25
☒ NBNS – NetBIOS Name Service – Network Basic Input/Output System Name Service – Ukratko.....	26
☒ SMTP – Simple Mail Transder Protocol – Ukratko:	26
☒ SNMP – Simple Network Management Protocol – Ukratko.....	27
☒ SNTP/NTP – (Simple) Network Time Protocol – Ukratko	27
☒ Telnet – Bi-directional serial text communication – Ukratko	27
☒ TFTP – Trivial File Transfer Protocol – Ukratko.....	27