

FTN Internet mreže - strukovne studije

Predmet: Internet mreže - akademske studije

<https://nastava.arm.uns.ac.rs>

Izvodjači nastave: mr Milan Kerac, Željko Vuković

**Autori materijala: mr Milan Kerac, mr Ivan
Nejgebauer, Zoran Vojnović**

Zimski semestar 2018/2019

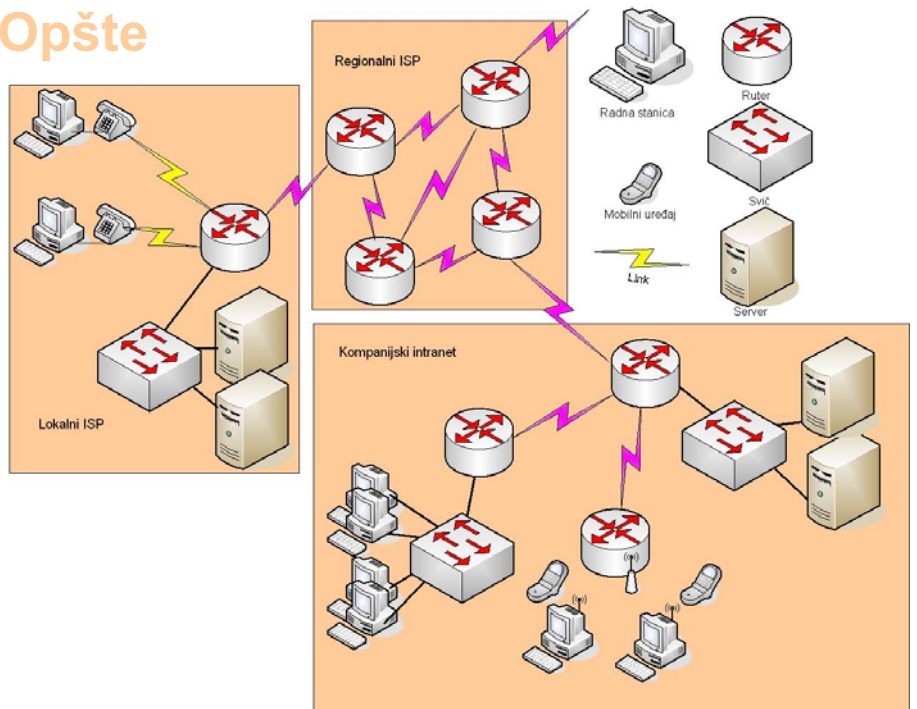
FTN Internet mreže - strukovne studije

Predmet: Internet mreže - akademske studije

Оцена знања (максимални број поена 100)				
Предиспитне обавезе		Обавезна	Поена	Завршни испит
				Поена
Одбрањене лабораторијске вежбе		Да	20.00	Теоријски део испита
Домћи задатак		Да	20.00	
Колоквијум		Да	22.00	
Присуство на лабораторијским вежбама		Да	5.00	
Присуство на предавањима		Да	3.00	

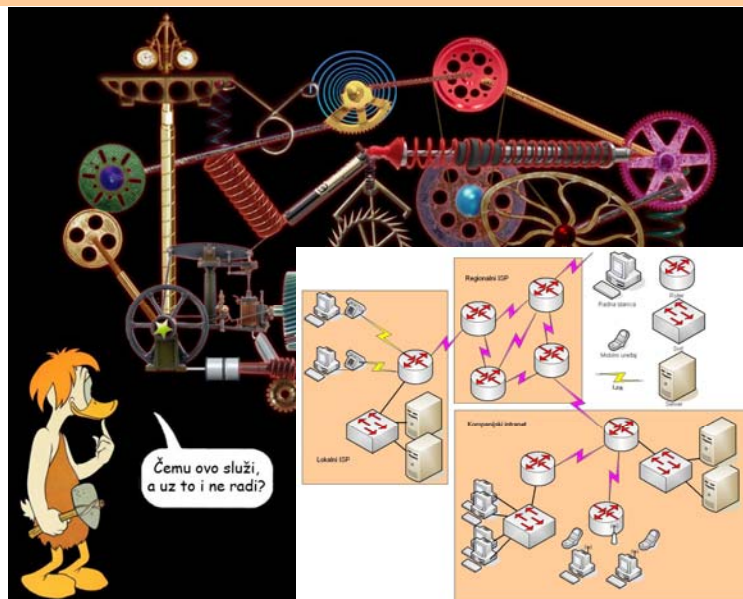
- Одбранјене лабораторијске вежбе = Поређавање мрежне опреме у лабораторији. Одбрана вежби одржава се током завршних термина вежби у семестру.
- Домћи задатак = Два домаћа задатка (10 + 10 = 20), тачно урађен домаћи задатак носи 10 бодова.
- Колоквијум = Тест из области Структурног каблiranja
- Испит - Обавезно је изаћи на испит, без обзира колико се бодова освоји током семестра

Opšte



Opšte

Mreža – Čemu ovo služi, a uz to i ne radi!



Opšte

Mreža – Čemu ovo služi, a uz to i ne radi!

- Upotreba od strane poslovnih korisnika
- Upotreba od strane kućnih korisnika
- Upotreba od strane mobilnih korisnika
- Društveni uticaj

Opšte

Mreža – Čemu ovo služi, a uz to i ne radi!

- Upotreba od strane poslovnih korisnika:
 - Deljeni resursi;
 - Štampači, masovne memorije, rezervne kopije podataka ...
 - Razmena informacija;
 - Aplikativni model: klijent-server model. Pristup bazama podataka, razmena fajlova (ftp), www ...
 - Komunikacioni kanal u komunikaciji čovek-čovek
 - e-mail, IP telefonija, VoIP, video konferencije, alati za kolaboraciju
 - e-commerce

Tag	Full name	Example
B2C	Business-to-consumer	Ordering books online
B2B	Business-to-business	Car manufacturer ordering tires from supplier
G2C	Government-to-consumer	Government distributing tax forms electronically
C2C	Consumer-to-consumer	Auctioning second-hand products online
- Automatika i upravljanje
 - Pametne zgrade, upravljanje proizvodnim procesima, ...
- Kritičan infrastrukturni resurs za poslovne subjekte (tolerancija na prekid funkcionalnosti opada sa nekoliko sati, na nekoliko minuta pa do nekoliko sekundi).

Opšte

Mreža – Čemu ovo služi, a uz to i ne radi!

- **Upotreba od strane kućnih korisnika:**
 - 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
 - IPTV, digitalni radio, ...
 - Automatika i upravljanje
 - Pametni kućni aparati, pametne kuće
- **Kritičan kućni resurs (tolerancija na prekid funkcionalnosti opada sa nekoliko sati, na nekoliko minuta pa do nekoliko sekundi).**

Opšte

Mreža – Čemu ovo služi, a uz to i ne radi!

- **Upotreba od strane mobilnih korisnika:**
 - Tržište prenosnih računara (mobilnih uređaja) je danas jedno od tržišta sa najvećim rastom
 - Pokrivenost terena tehnologijama koje omogućavaju bežični pristup Internet serveisima je sve veća i gotovo je nezamisliva urbana sredina koja nije pokrivena, a brzo raste i procenat pokrivenosti ruralnih sredina.
 - Razvoj 3G, 4G mreža, rasprostranjenost WiFi 802.11 (*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-commerce
 - plaćanje putem SMS-a, upotreba NFC (Near Field Communication) omogućava upotrebu mobilnog uređaja kao RFID kartice, ...
 - Senzorske mreže;
 - akvizicija podataka i njihovo prosledjivanje u centre za obradu i dalju distribuciju (GPS mreža permanentnih stanica u RTK režimu rada, prikupljanje podataka o zagađenju u gradovima putem senzora na gradskim autobusima, prosledjivanje medicinskih parametara očitanih sa ručnog sata koji putem bežične mreže šalje podatke...)

Opšte

Mreža – Čemu ovo služi, a uz to i ne radi!

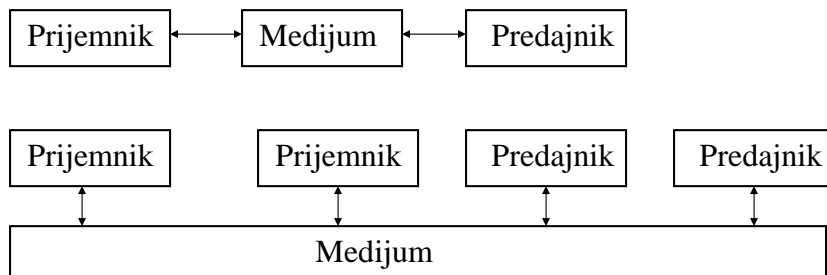
- **Društveni uticaj:**

- Prednosti
- Mane

Opšte

Vrste veza

- Point to point - direktna veza
- Deljene veze - više prijemnika i predajnika dele medijum za prenos



Opšte Vrste veza

- Predajnik - informacija --> podaci --> signal
- Prijemnik - signal --> podaci --> informacija
- Medijum – prenos signala
- Signal je reprezent podatka pogodan za prenos
- Signal je promena fizičke veličine u vremenu

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

Opšte Komunikacioni sistemi [1]

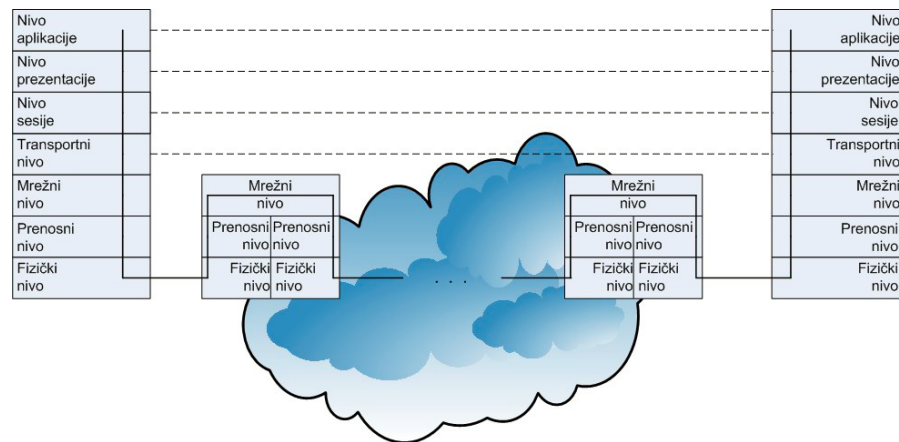
- Razmena podataka između aplikacija.
- Aplikacije - uređaji - kom. interfejs - komunikacioni sistem.
- Složen sistem - veliki broj problema.
- Pojedinačni problem rešavamo odabirom adekvatne aktivnosti i njenim izvršenjem.
- Zadatak konvencija je obezbeđenje visokog nivoa koordinacije između svih elemenata kom. sistema koji izvršavaju aktivnosti.
- Konvencije = protokoli

OpšteKomunikacioni sistemi [2]

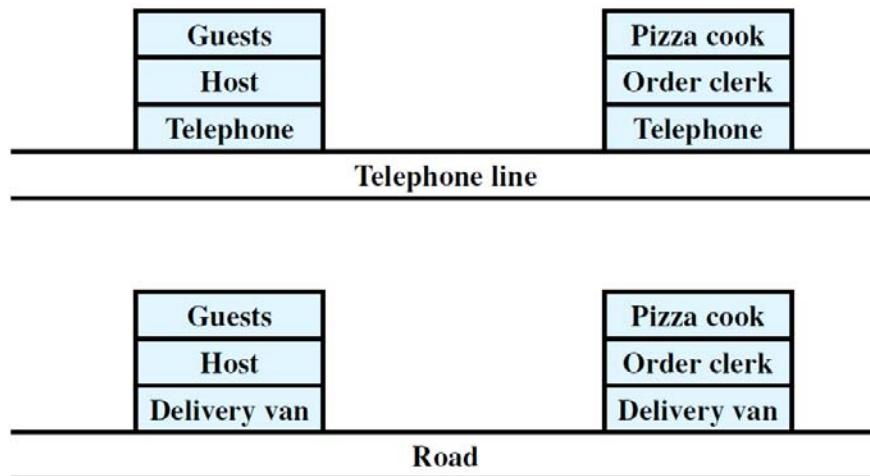
Osnovni elementi protokola su[2]:

- Sintaksa. Definicija formata podataka, kontrolnih podataka i nivoa fizičkih veličina;
 - Semantika. Definicija značenja podataka, kontrolnih podataka i nivoa fizičkih veličina;
 - Vremensko usklađivanje. Definisanje vremena početka signalizacije, iščitavanja signala i trajanja signala.
- **Nije moguće definisati jedan protokol koji rešava sve probleme!**
 - Vršiti 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**

OpšteKomunikacioni sistemi [3]

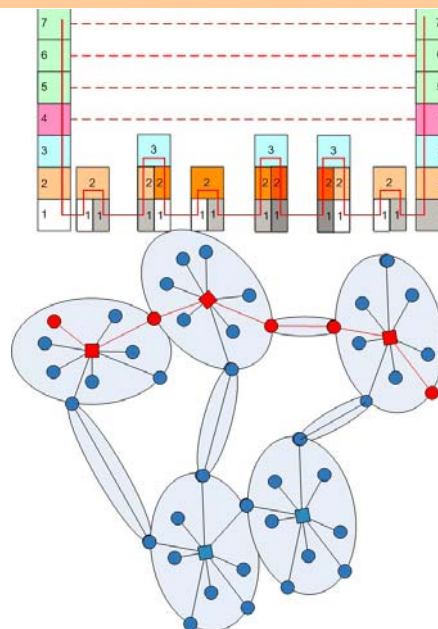


Opšte Komunikacioni sistemi [4]



Opšte Komunikacioni sistemi [5]

- Aplikacije se izvršavaju na tačkama.
- Tačke se direktno povezuju u skupove/mreže.
- Mreže se povezuju u komunikacioni sistem!
- Modelovanje komunikacionih sistema vrši se definisanjem protokola koji se implementiraju na:
 - transportnom,
 - mrežnom,
 - prenosnom i
 - fizičkom nivou



OpšteKomunikacioni sistemi [2]

Transportni nivo je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinice 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[2].

Mrežni nivo je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinica prenosa (paketa) putem više povezanih skupova tačaka. Problemi vezani za ovaj nivo su: adresiranje skupa tačaka, adresiranje pojedinačne tačke unutar skupa i određivanje putanje prenosa paketa[2].

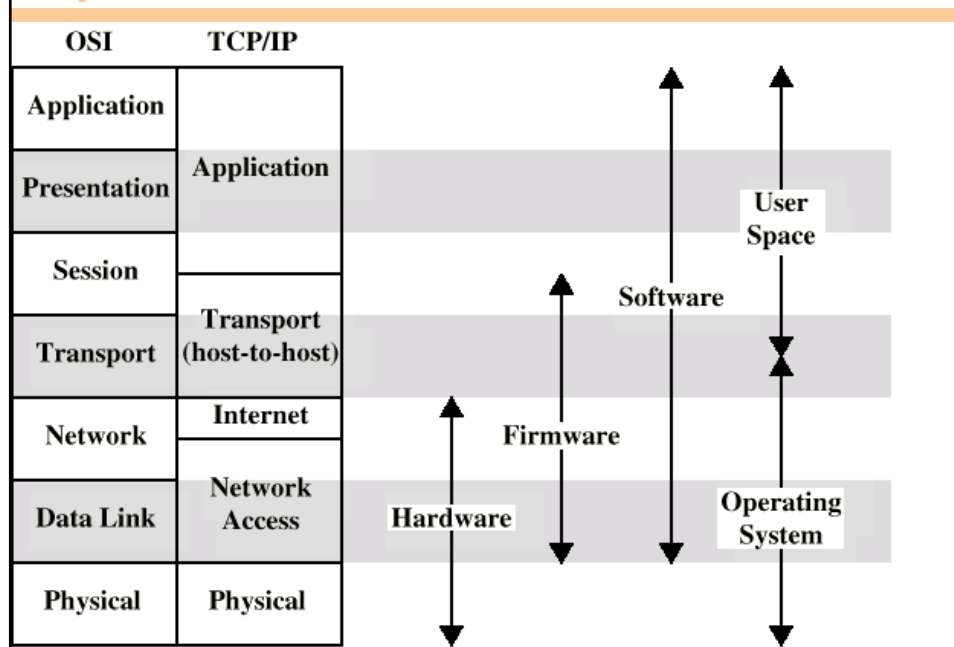
OpšteKomunikacioni sistemi [6]

Prenosni nivo je grupa problema koja se odnosi na razmenu osnovnih jedinica prenosa (frejmova) unutar jednog skupa tačaka. Problemi vezani za ovaj nivo su: pristup deljenom medijumu, adresiranje tačaka, kontrola toka prenosa frejmova i detekciju sa eventualnom korekcijom grešaka[2].

Fizički nivo je grupa problema koja se odnosi na fizičke karakteristike signala i prenosnih medijuma kao što 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[2].

Opšte

OSI – TCP/IP



Opšte

Standardi ^[1]

- U nedostatku standarda:
 - brzo se umnožava broj potrebnih implementacija za svaku vrstu komunikacije
 - korisnik se mora vezati za jednog proizvođača bez obzira na to što bi mu za neke potrebe više odgovarao drugi
 - promena proizvođača je skopčana sa velikim troškovima
- Standardi omogućavaju:
 - nezavisnost od jednog proizvođača
 - garanciju karakteristika

Opšte

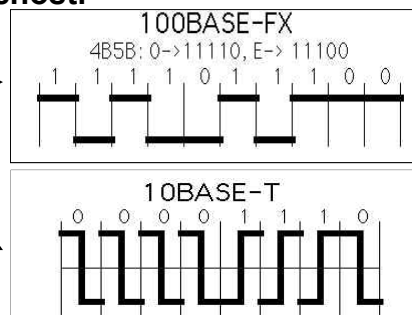
Standardi [2]

- Organizacije za standardizaciju
 - *Internet Society* – RFC, standardi vezani za Internet protokole – besplatni
<http://www.ietf.org/rfc.html>
 - ISO/IEC – razne vrste standarda, između ostalog i oni vezani za komunikacije – plaćaju se
<http://www.iso.org>
 - ITU-T (ranije CCITT) – telekomunikacioni standardi – plaćaju se
<http://www.itu.int>
 - IEEE (serija 802) – standardi za lokalne računarske mreže – besplatni
<http://standards.ieee.org>

Nivo 1 - 2

Kodiranje - Digitalni podaci --> digitalni signal

- Želimo da obezbedimo kvalitetan prenos
- Kodiranje jedna od mogućnosti
- NRZ - Nonreturn to zero
- NRZI
- Manchester

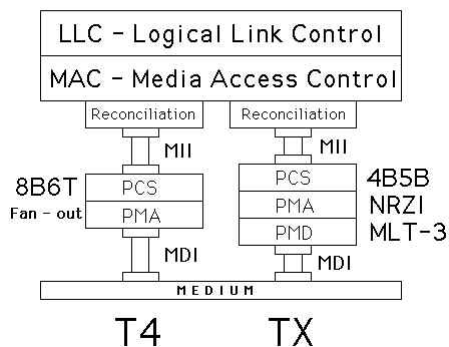


Nivo 1 - 2

Kodiranje - Digitalni podaci --> digitalni signal

• 100Base-TX

802.3 Layer Model



4B5B Encoding Table

Data (Hex) Data (Binary)
4B5B Code

0	0000	11110
1	0001	01001
2	0010	10100
...
D	1101	11011
E	1110	11100
F	1111	11101

Nivo 2

Nivo 2

Opisuje razmenu podataka između uređaja koji dele isti prenosni medijum.

Daje rešenje sledećih problema:

pristup prenosnom medijumu - MAC (*Medium Access Control*)

adresiranje uređaja povezanih na prenosni medijum
– LLC (*Logical Link Control*)

kontrola protoka – LLC

detekcija i korekcija grešaka - LLC

Nivo 2

Nivo 2

Grubo gledano

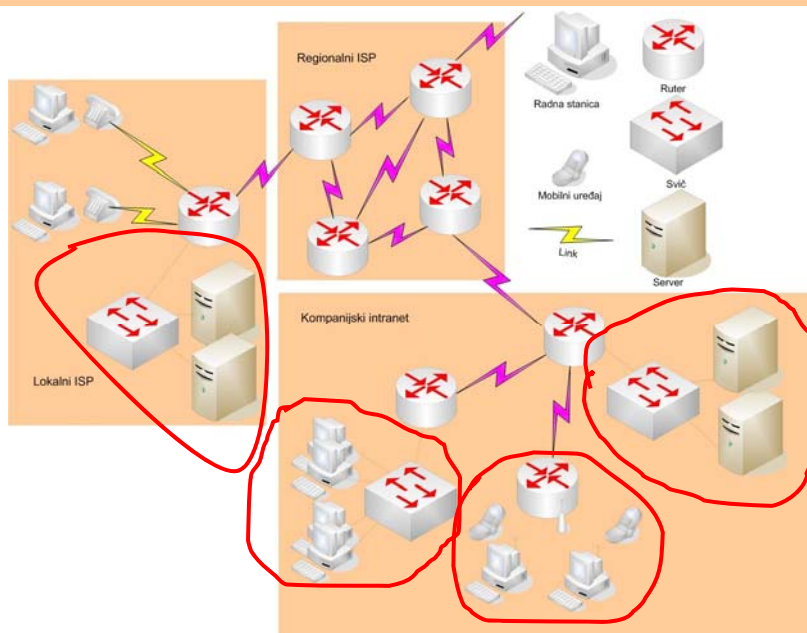
LAN – Deljeni medijum - Ethernet, Token Ring

WAN – Tačka-tačka veze – PPP i SLIP

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

Nivo 2

Deljeni medijum - Ethernet, Token Ring



Nivo 2

Lokalne mreže (LAN)

Definicija: mreža za prenos podataka, optimizovana za geografski mala područja, kao što su zgrada ili kampus. Obično se izvode sa deljenim vezama. Mreže koje spajaju geografski veća područja se ponekad nazivaju **MAN** (*Metropolitan Area Network*).

Nivo 2

LAN standardi

IEEE 802 serija:

802.2 (LLC)

802.3 (CSMA/CD)

802.5 (Token Ring)

IEEE standardi su prihvaćeni od strane ISO i važe na međunarodnom nivou.

Nivo 2

Ethernet

Sistem sa zajedničkim medijumom.

Fizička izvedba:

10BASE2

10BASE5

10BASE-T

100BASETX

100BASEFX

1000BASET

1000BASESX

1000BASELX

Kontrola pristupa medijumu: CSMA/CD (IEEE 802.3).

Nivo 2

Ethernet

Fizička izvedba:

10GBASE-SR multi-mode 850 nm 400 m

10GBASE-LR single-mode 1310 nm 10 km

10GBASE-ER single-mode 1550 nm 40 km

10GBASE-ZR single-mode 1550 nm 80 km

10GBASE-LX4 multi-mode or single-mode 1310 nm 300 m
(multi-mode)10 km (single-mode)

10GBASE-LRM multi-mode 1310 nm 220 m

10GBASE-CX4 copper twinaxial 8-pair - 15 m

10GBASE-T copper, twisted pair - 55 m (Class E cat 6), 100 m
(Class Ea cat 6a or 7)

Nivo 2

Upravljanje pristupom

Round Robin: svakoj stanici se dodeljuje period vremena unutar koga može da šalje podatke.

Reservation: stanice rezervišu vremenske periode za slanje podataka.

Contention: stanice su slobodne da pokušaju slanje u bilo kom trenutku.

Nivo 2

CSMA/CD

Algoritam koji koristi Ethernet (802.3):

- ako je medijum slobodan, šalji; inače pređi na korak 2;
- prati stanje medijuma; čim se oslobodi, pokušaj sa slanjem;

- ako tokom slanja dođe do kolizije, prestani sa slanjem i emituj kratak signal (*jamming*);

- čekaj izvesno vreme i vrati se na korak 1

Nivo 2

Kolizioni domen

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

Nivo 2

Ethernet frejm

Uvodni niz od 56 bita za sinhronizaciju.

SFD: *Start of Frame Delimiter*.

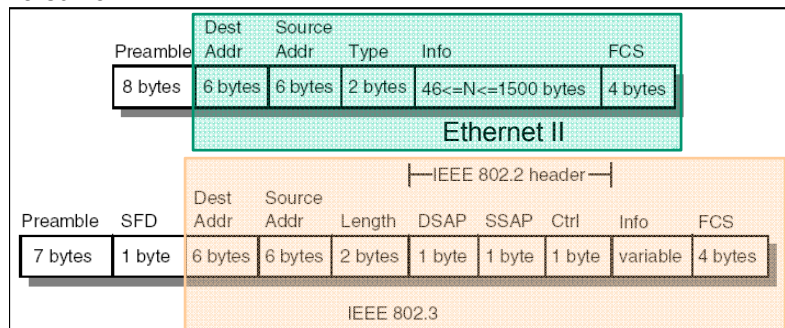
Frejm:

odredišna i polazna adresa

Tip/Dužina

Podaci

Kontrolna suma.



Nivo 2

Ethernet paket (frejm)

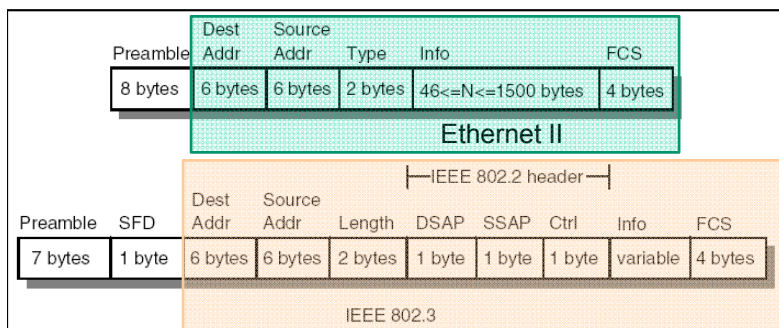
Maksimalna dužina Ethernet frejma 1518 B

Minimalna dužina Ethernet frejma 64 B

Moguće koristiti oba frejma na "na istoj žici"

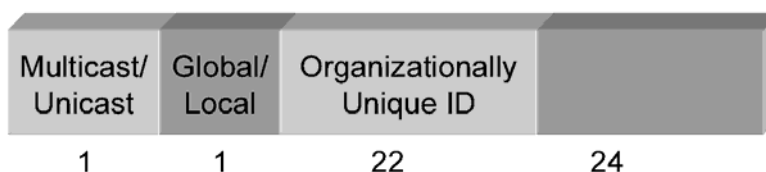
Vrednost u polju Type veća od 1500, (IP – 2048 (0800))

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



Nivo 2

Ethernet frejm (adresno polje)



- Multicast = "To a group of stations on this LAN"
 - Broadcast = "To all stations"
- = 111111....111 = FF:FF:FF:FF:FF:FF

Nivo 2

Broadcast domen

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.

Nivo 2

Habovi ^[1]

- Povezuju radne stanice i druge habove
- Portovi su RJ45 , standardni portovi za priključenje paričnih kablova na kojima realizujemo Ethernet
- Fizički zvezda, logički magistrala
- Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu
- Sve stanice pripadaju jednom *broadcast* domenu

Nivo 2

Habovi [2]

- Funkcija
 - Sve što dobije na jednom portu emituje na svim ostalim portovima
 - Ako detektuje koliziju šalje *jamming* na sve ostale portove



Nivo 2 Ethernet sa habovima (ripiterima)

- Nazivamo ga deljeni Ethernet
- Sve radne stanice dele isti propusni opseg
- Svi paketi se prostiru i pojavljuju svugde
- Svaki hab (ripiter) unosi kašnjenje prilikom propagacije signala i to dovodi do ograničenja u broju habova (ripitera) na Ethernet segmentu
- Sve stanice pripadaju jednom kolizionom domenu
- Sve stanice pripadaju jednom *broadcast* domenu

Nivo 2 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 je upotreba *svičeva*

Nivo 2 Svičevi [1]

- Povezuju radne stanice, habove, 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 odredišne 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) ili kada se ne zna port sa kojim je povezan sistem sa adresom kojoj je frejm namenjen (svič još nije formirao kompletnu tabelu).

Nivo 2 Svičevi [2]

Display Database Entries (100 at a time)

Unit	Port	VLAN	Mac Address	Status
Ageing Time = 1800 secs				
1	3	1	00:40:05:39:ab:00	Learned
1	2	1	00:40:95:03:f8:4a	Learned
1	1	1	00:40:95:1a:fa:68	Learned
1	1	1	00:4f:49:01:1f:5a	Learned
1	1	1	00:50:ba:a8:b5:c2	Learned
1	1	1	00:60:52:02:5b:4d	Learned
1	1	1	00:a0:00:0c:8e:02	Learned
1	1	1	00:c0:df:e0:59:69	Learned
1	1	1	00:e0:1e:ea:6b:b2	Learned
1	1	1	08:00:20:99:e9:c5	Learned
1	1	1	08:00:4e:fa:3a:d8	Learned
			Total = 11	Perm = 0

Port 3 - radna stanica
Port 2 - radna stanica
Port 1 - svič preko
koga je naš svič
povezan sa ostatkom
mreže

Nivo 2 Svičevi [3]



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 |
|--|---|

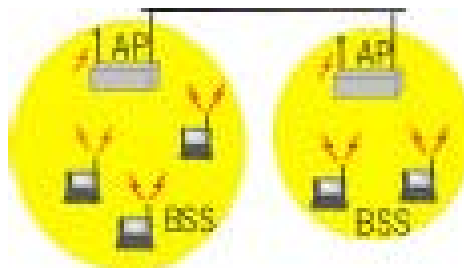
Nivo 2

Wireless LAN

Wireless LANs:

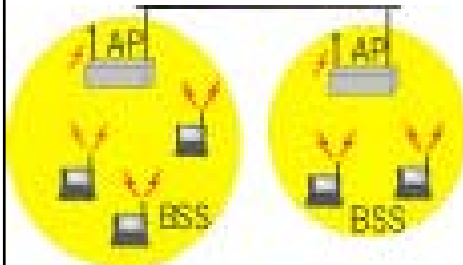
- IEEE 802.11 standard
- MAC protocol
- Slobodni opseg spektra: 900Mhz, 2.4Ghz

- **wireless hosts**
- **access point (AP)**

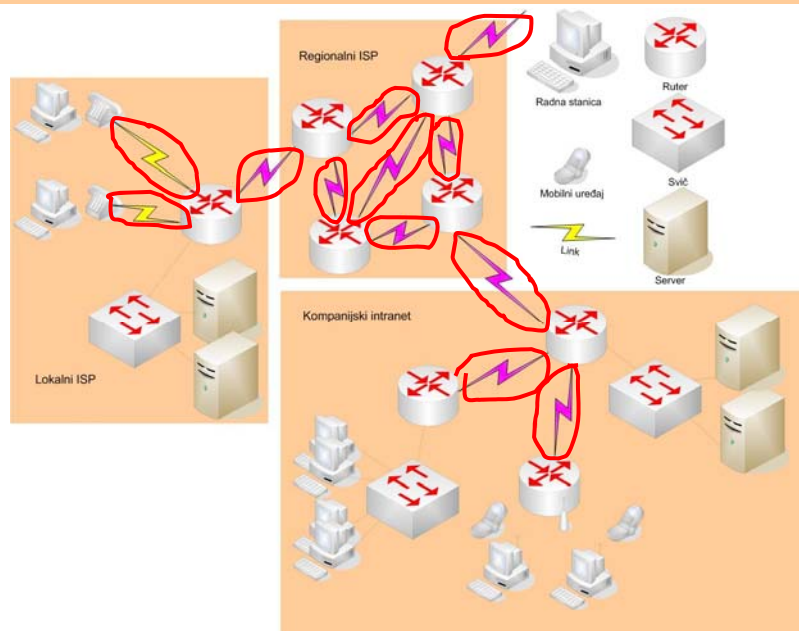


Nivo 2 Wireless LAN

IEEE 802.11a	54 Mbit/s	1999
IEEE 802.11b	11 Mbit/s	1999
IEEE 802.11g	54 Mbit/s	2003
IEEE 802.16 (WiMAX)	70 Mbit/s	2004
IEEE 802.11n	600 Mbit/s	2009
IEEE 802.11ac (maximum theoretical speed)	6.93 Gbit/s	2012



Nivo 2 Tačka-tačka veze – PPP i SLIP



Nivo 2 SLIP

***Serial Line IP*, RFC 1055.**

Enkapsulacija: sa početnim i završnim znakom za frejm.

Problemi:

- obe strane moraju unapred znati sve parametre**
- MTU se mora istovetno podesiti**
- podržava samo IP**
- nema proveru ispravnosti prenosa**

Nivo 2 PPP

Point-to-Point Protocol, RFC 1661.

Rešava probleme SLIP-a:

- parametri se dogovaraju prilikom uspostavljanja veze**
- postoji provera ispravnosti prenosa**
- podržava i protokole osim IP-a**
- moгуćnost autentifikacije**

Nivo 3

Nivo 3

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

Šta ukoliko imamo više ovakvih skupova uređaja koji su međusobno povezani?

Nivo 3 opisuje razmenu podataka između ovakvih skupova uređaja.

Daje rešenje sledećih problema:

- adresiranje skupova uređaja i samih uređaja (različita vrsta adresiranja u odnosu na nivo 2)
- rutiranje – određivanje putanje prenosa paketa

Nivo 3 Internet Protokol - IP

RFC 791

Protokol trećeg OSI nivoa

IP paketi imaju zaglavlje i sadržaj

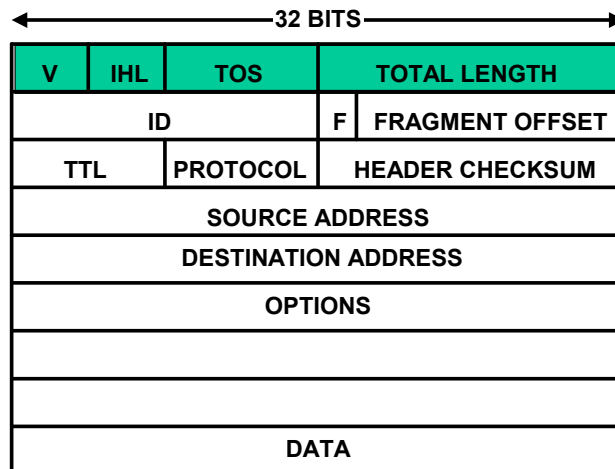
Ne garantuje isporuku

Paketi ne zavise jedan od drugog, prilikom prenosa

paketi mogu putovati različitim putanjama

Paketi na odredište stižu proizvoljnim redosledom

Nivo 3 Detaljan opis IP paketa [1]



Nivo 3 Detaljan opis IP paketa [2]

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

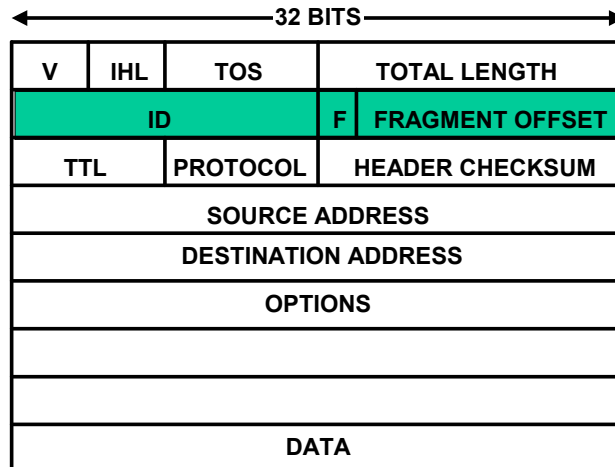
8 bita

TL - Total Length

totalna dužina IP paketa u bajtima

16 bita

Nivo 3 Detaljan opis IP paketa [3]



Nivo 3 Detaljan opis IP paketa [4]

ID - identification

16 bita

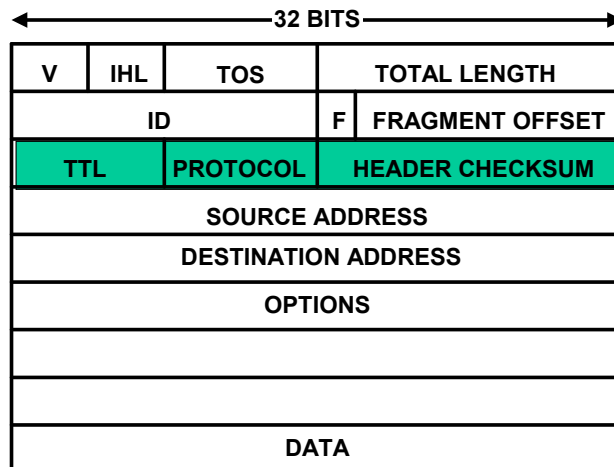
F - Flags

3 bita

FO - Fragment Offset

13 bita

Nivo 3 Detaljan opis IP paketa [5]



Nivo 3 Detaljan opis IP paketa [6]

TTL - Time to Live

postavlja gornju granicu postojanja paketa u tranzitu

8 bita

Protocol

oznaka protokola višeg nivoa

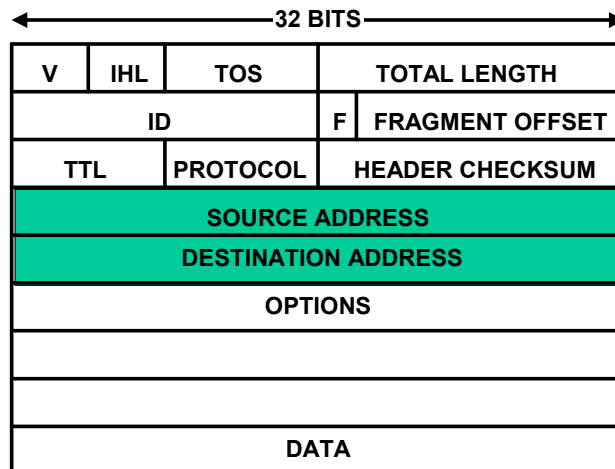
8 bita

Header checksum

kontrolna suma sadržaja zaglavlja

16 bita

Nivo 3 Detaljan opis IP paketa [7]



Nivo 3 Detaljan opis IP paketa [8]

SA - Source Address

polazna adresa

32 bita

DA - Destination Address

odredišna adresa

32 bita

Options

DATA

Nivo 3 IP adresa ^[1]

Neophodna za komunikaciju

32-bitni broj koji se prikazuje kao četiri decimalna broja razdvojena tačkom

Na primer: 192.168.21.23

11000000 10101000 00010101 00010111

Dva dela:

oznaka mreže (početni bitovi adrese), ID mreže
oznaka sistema u okviru mreže (ostatak adrese)

Nivo 3 IP adresa ^[2] - kako do ID mreže

Prvobitna podela je na pet klasa

Klasa A 1.0.0.0 - 127.255.255.255

Počinje sa 0, 7 bita za oznaku mreže, 24 bita za oznaku računara, podrazumevana maska širine 8

Klasa B 128.0.0.0 - 191.255.255.255

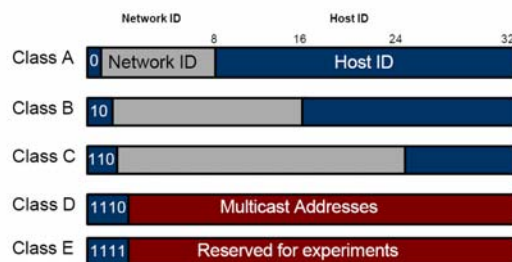
Počinje sa 10, 14 bita za oznaku mreže, 16 bita za oznaku računara, podrazumevana maska širine 16

Klasa C 192.0.0.0 - 223.255.255.255

Počinje sa 110, 21 bit za oznaku mreže, 8 bita za oznaku računara, podrazumevana maska širine 24

Klasa D 224.0.0.0 - 239.255.255.255

Klasa E 240.0.0.0 - 255.255.255.255



Nivo 3 IP adresa ^[3] - kako do ID mreže

IP Mrežu definišem sa ID i mrežnom maskom.

Broj bita za oznaku mreže određuje je pomoću mrežne maske (od 1 do 30 bita)

Specifičnost mrežne maske (dužina maske) – broj jedinica

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

192.168.21.0, 255.255.255.0

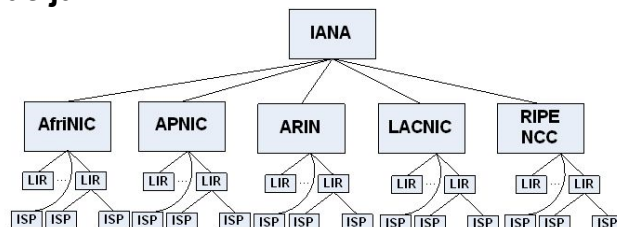
192.168.21.0/24

Nivo 3 IP adresa ^[4] – Javni opseg

Javni opseg IP adresa

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

IANA – *Internet Assigned Numbers Authority*, organizacija zadužena da obezbedi centralnu koordinaciju osnovnih mehanizama na kojima se zasniva funkcionalnost Interneta. Organizacija:



AfriNIC (African Network Information Centre) - Africa Region

APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) - Asia/Pacific Region

ARIN (American Registry for Internet Numbers) - North America Region

LACNIC (Latin-American and Caribbean IP Address Registry) – Latin America and some Caribbean Islands

RIPE NCC (Réseaux IP Européens) - Europe, the Middle East, and Central Asia

Nivo 3 IP adresa ^[5] – Privatni opseg

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

Podela:

- Privatne tačke su 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 su tačke koje direktno komuniciraju sa drugim javnim tačkama na Internetu

Nivo 3 IP adresa ^[6] – Privatni opseg

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. Privatni adresni opsezi definisani su dokumentom RFC 1918

10.0.0.0 - 10.255.255.255 (10/8 prefix)

172.16.0.0 - 172.31.255.255 (172.16/12 prefix)

192.168.0.0 - 192.168.255.255 (192.168/16 prefix)

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

Nivo 3 - 2 IP na lokalnoj mreži

Enkapsulacija:

Ethernet II (DIX, "Bluebook"), RFC 894
802.3, RFC 1042

MTU (*Maximum Transmission Unit*): maksimalna veličina IP paketa koji se može preneti u okviru osnovne jedinice prenosa protokola u koji se IP paket enkapsulira.

Za Ethernet sa Ethernet II enkapsulacijom MTU je 1500 bajtova.

Nivo 3 - 2 Razlika u formatu adresa

IP: 32 bita.

Ethernet: 48 bita.

Mora postojati mapiranje između ovih formata.

Za mapiranje IP – Ethernet koristi se ARP (*Address resolution protocol*), RFC 826.

Za obrnuto mapiranje koristi se RARP (*Reverse ARP*).

Nivo 3 - 2 ARP: mehanizam

Stanica A: 192.168.24.1, 0:40:99:3:15:6.

Pitanje: Ko ima IP adresu 192.168.24.2?

Paket sa ARP upitom se šalje na specijalnu Ethernet adresu ff:ff:ff:ff:ff:ff (tzv. *broadcast* adresa).

Stanica B: 192.168.24.2, 0:4f:37:1:1f:5a.

Odgovor: 192.168.24.2 je na 0:4f:37:1:1f:5a.

Paket sa odgovorom se šalje na Ethernet adresu 0:40:99:3:15:6.

Nivo 3 - 2 RARP

Primer upotrebe: stanica koja učitava sistemski softver preko mreže.

Danas se više koriste moderniji protokoli (BOOTP, DHCP).

Nivo 3 - 2 IP na p-t-p vezama

Adrese na OSI 2 nivou ne postoje.

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

Dva metoda za IP enkapsulaciju na p-t-p vezama:

SLIP (*Serial Line IP*), RFC 1055, jednostavan metod koji se danas relativno retko koristi.

PPP (*Point to Point Protocol*), RFC 1661, može da posluži i za enkapsulaciju drugih protokola.

Nivo 3 IP fragmentacija ^[1]

Dešava se kad IP paket treba proslediti preko veze koja ima manji MTU od veličine paketa.

IP paket se na odredištu rekonstruiše od fragmenata i onda prosleđuje protokolu višeg nivoa.

Fragmenti mogu stići na odredište u bilo kom redosledu.

Nivo 3 IP fragmentacija [2]

Flags: MF (*More Fragments*) i DF (*Don't Fragment*).
Fragment Offset: udaljenost fragmenta od početka originalnog paketa.
ID+Protocol.

Nivo 3 Rutiranje [1]

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

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

Ruter (gateway): sistem kome se šalje saobraćaj za odredišta van lokalnog segmenta.

Svrha rutiranja: sistem mora utvrditi kome i kuda da šalje IP pakete.

Svaki sistem prilikom konfigurisanja za rad u mreži dobija sledeće parametre:

- svoju IP adresu i mrežnu masku (na osnovu čega zna kojoj IP mreži pripada)
- IP adresu rutera (*default gateway*).

Nivo 3 Rutiranje [2]

Najjednostavniji slučaj: lokalni LAN segment.

Sistem zna kojoj IP mreži pripada, i zna IP adresu rutera.

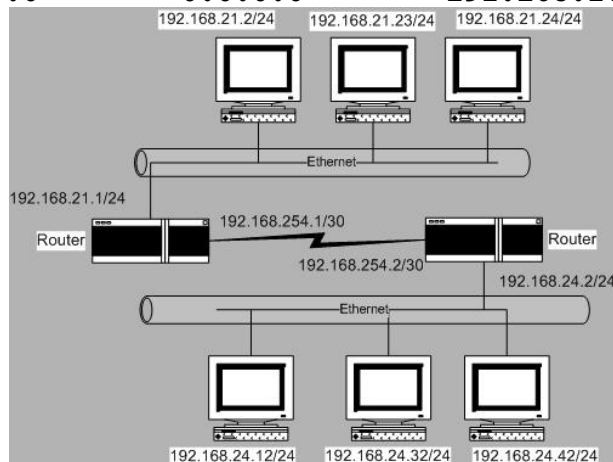
Sav saobraćaj sa odredištem van njegove IP mreže šalje se ruteru.

Nivo 3 Tabela za rutiranje [1]

Za svaku stavku: adresa, maska, adresa rutera, interfejs.

Primer: sistem na lokalnom segmentu koji nije ruter

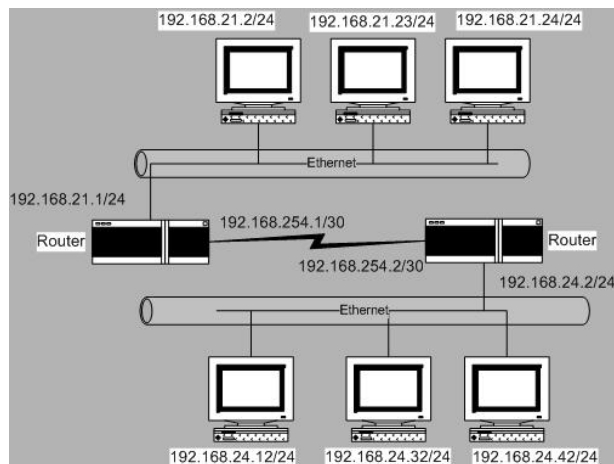
192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.24.2	eth0



Nivo 3 Tabela za rutiranje [2]

Ruter:

192.168.24.0	255.255.255.0	0.0.0.0	eth0
192.168.254.0	255.255.255.252	0.0.0.0	s10
192.168.21.0	255.255.255.0	192.168.254.1	s10



Nivo 3 Dinamičko rutiranje

Proširivanjem mreže i povezivanjem većeg broja IP mreža konfigurisanje rutera postaje složenije; ako se to radi ručno (statički) raste mogućnost greške.

Dinamičko rutiranje je način da se podaci o dostupnosti odredišta i adresama rutera za pojedina odredišta razmenjuju automatski.

I dalje je potrebna minimalna statička konfiguracija.

Nivo 3 Protokoli za rutiranje [1]

Vektor udaljenosti (distance-vector).

Predstavnik: RIP (*Routing Information Proto-col*), RFC 1058.

Metrika: mera udaljenosti odredišta. RIP smatra metriku 16 za beskonačnu.

Problem: spora konvergencija u slučaju prekida neke veze.

Nivo 3 Protokoli za rutiranje [2]

Stanje veza (link-state).

Predstavnik: OSPF (*Open Shortest Path First*), RFC 2328.

Ruteri razmenjuju podatke o stanju svojih veza (interfejsa) sa susednim ruterima.

Svaki ruter ima potpunu sliku topologije cele mreže.

Nivo 3 Ruteri [1]

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

Nivo 3 Ruteri [2]



Nivo 3

ICMP

Internet Control Message Protocol, RFC 792.

Protokol na istom nivou kao IP, enkapsulira se u IP pakete sa oznakom protokola 1 (jedan).

Služi za dijagnostiku, upravljanje, poruke o greškama.

Primer: program *ping*, koji služi za proveru dostupnosti sistema na mreži.

Nivo 2-3

VLAN [1]

- **Činjenica** - Korporativne mreže povezuju velik broj radnih stanica;
- **Činjenica** - Upotreba Ethernet protokola u WAN delu, za posledicu ima povezivanje velikog broja radnih stanica;
- **Problem** - Kontrola saobraćaja na nivou 2 gotovo da nije moguća, narušena bezbednost i funkcionalnost mreže;
- **Problem** - Veliki broadcast domen stvara tehničke probleme koji mogu izazvati prekide funkcionalnosti mreže;
- Rešenje – Mehanizam za podelu broadcast domena, njihovo povezivanje preko nivoa 3

Nivo 2-3

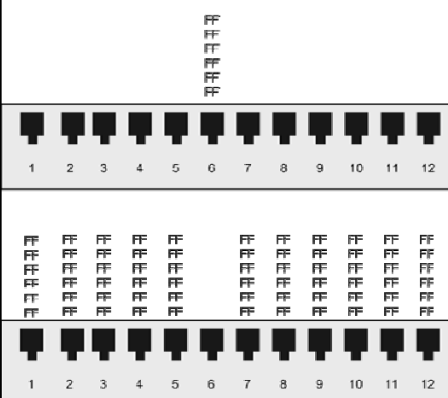
VLAN [2]

- **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;

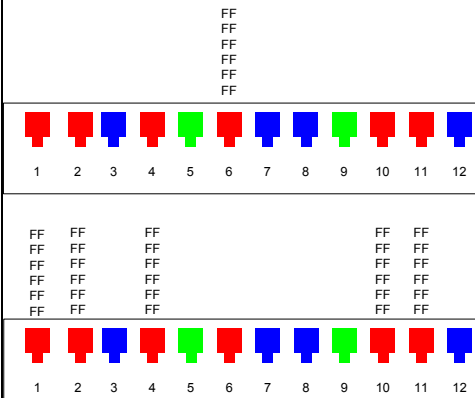
Nivo 2-3

VLAN [3]

• Običan svič



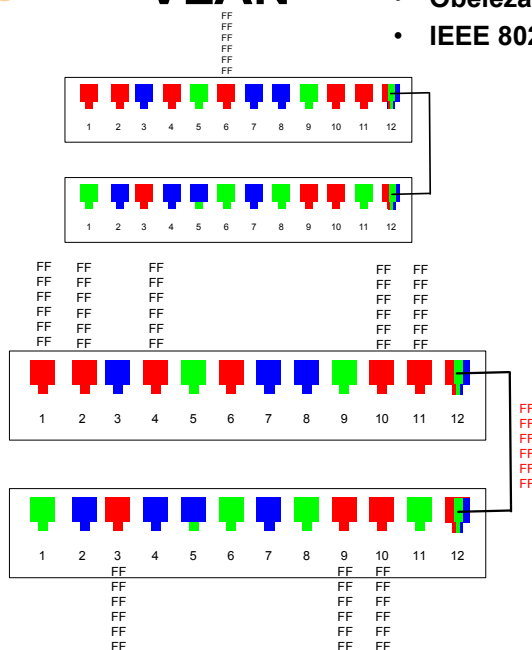
• VLAN svič



Nivo 2-3

VLAN [4]

- Obeležavanje frejma
- IEEE 802.1Q



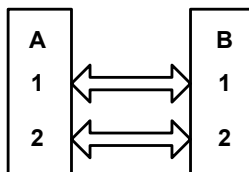
Nivo 2-3

VLAN [5]

- **Komunikacija između VLAN-ova** – Samo preko nivoa 3;
- Potrebna veza preko 802.1Q linka sa ruterom ili upotreba svičeva sa implementiranom podrškom za rad sa protokolima nivoa 3 (rutiranjem). (*Layer 3 Switch, L3 Switch*)
- IP subnet se poklapa sa VLAN-om;
- Velike mogućnosti za kreiranje različitih logičkih arhitektura

Nivo 4 Portovi

- Sistemi se identifikuju pomoću IP adrese
- Za potrebe aplikacija potrebno je više podataka



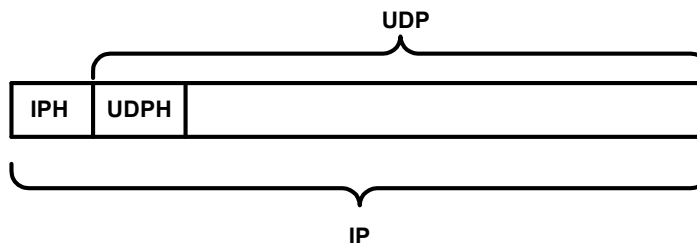
- Portovi - lokalno proširenje IP adrese (analogija lokali na TF centrali)
- 16 bita, neoznačeni, 0 - 65535
- Rezervisani portovi od 1 - 1023

Nivo 4 Klijent - Server

- Mrežne aplikacije se pišu tako da podrazumevaju da se sa jedne strane nalazi klijent, a sa druge strane server
- Server, po prijemu zahteva od klijenta, obradi klijentov zahtev i pošalje mu odgovor

Nivo 4 UDP

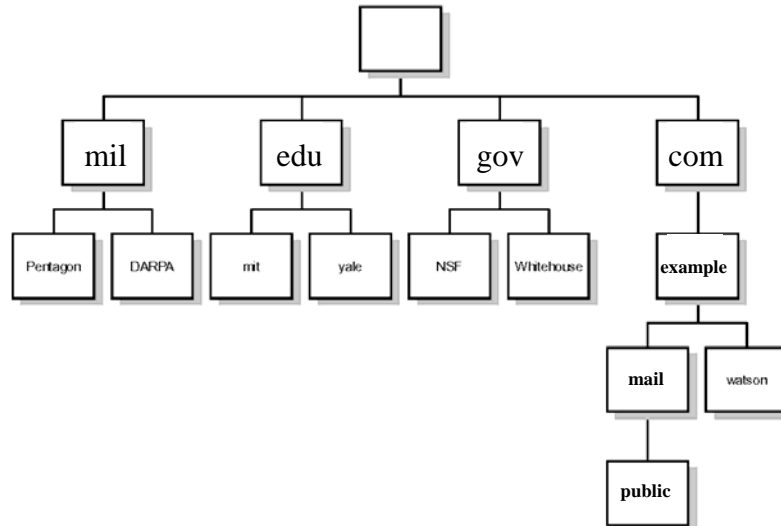
- *User Datagram Protocol*, RFC768
- Jednostavan protokol
- Za kratke poruke (do veličine MTU)
- Ne garantuje isporuku
- Enkapsulira se u IP paket sa oznakom protokola 17



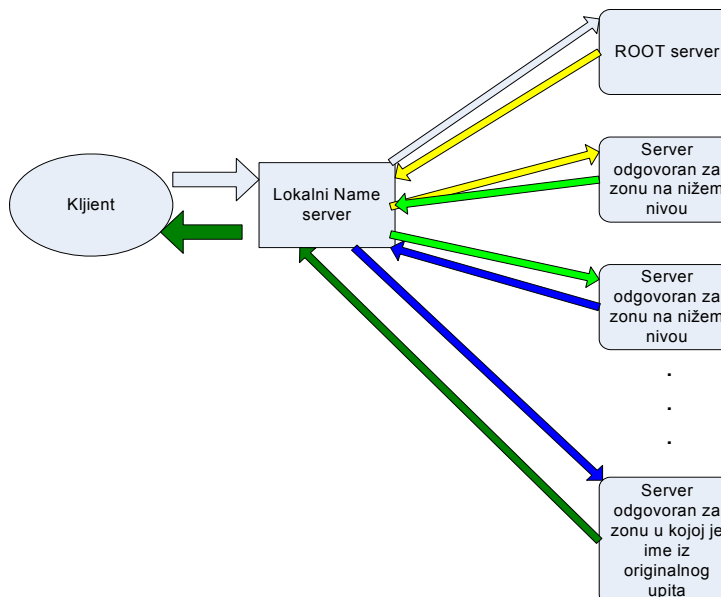
Nivo 5 DNS

- *Domain Name System*, RFC 1034, RFC 1035.
- Distribuirani sistem za opis hijerarhijski organizovanih skupova imena i pridruživanje različitih vrsta podataka tim imenima.
- Recimo: mail.example.org - 192.168.24.1
- Za upite koristi UDP sa rezervisanim portom 53.

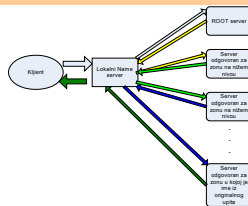
Nivo 5 DNS, hijerarhija [2]



Nivo 5 DNS, dobijanje odgovora



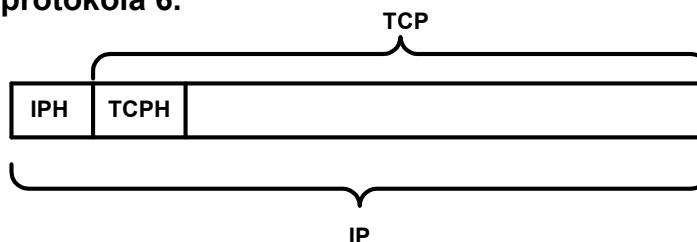
Nivo 5 DNS, dobijanje odgovora



- 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 pripada 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*)

Nivo 4 TCP [1]

- **Transmission Control Protocol, RFC 793.**
- Protokol koji ima garanciju isporuke (pod uslovom da funkcionišu protokoli nižeg nivoa), predviđen za prenos niza podataka željene dužine (po načinu na koji podatke posmatra aplikacija) — za razliku od UDP-a.
- Ima portove, kao i UDP.
- TCP segment enkapsulira se u IP paket sa oznakom protokola 6.



Nivo 4 TCP [2]

- U klijent/server modelu, na način koji se koristi kod TCP/IP mreža, serveri koji žele da im se klijenti obraćaju pomoću 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 odredišnom IP adresom servera i odredišnim portom 80;
 - server prima zahtev i šalje odgovor u paketima gde su zamenjene polazna i odredišna IP adresa i polazni i odredišni port.

Nivo 1 Medijum [1]

Vrste prenosnih medijuma:

Žični

koaksijalni kabel

parice (neoklopljene i oklopljene)

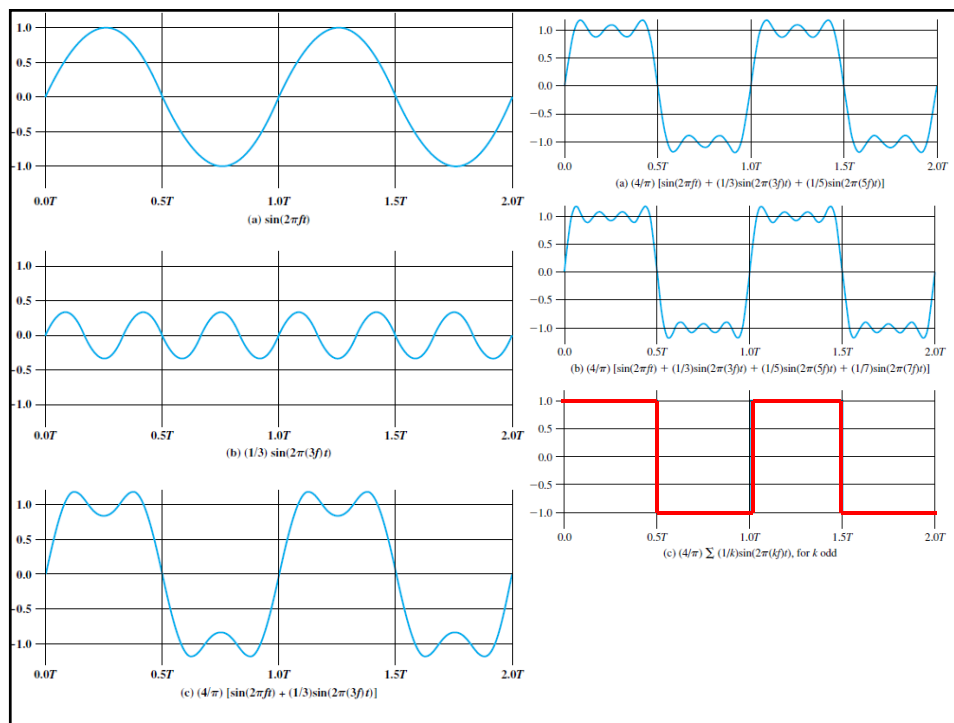
optičko vlakno

Bežični

Nivo 1

Medijum [2]

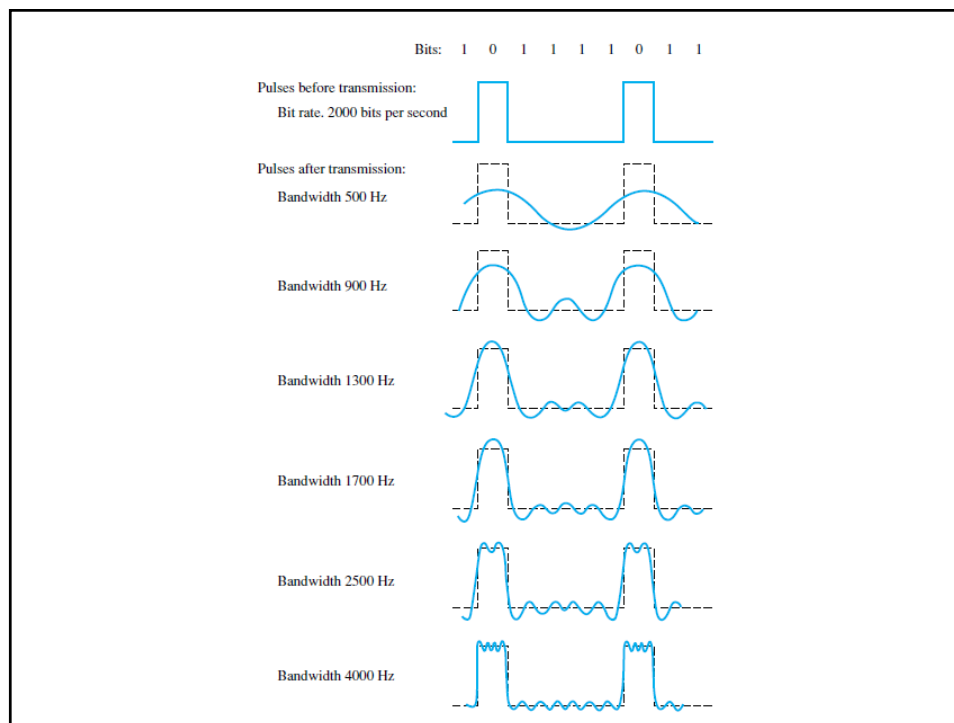
- Signale posmatramo u vremenskom i frekventnom domenu
- Vremenski domen
 - Analogni signali
 - Digitalni signali
- Frekventni domen
 - Fourier: Svaki signal predstavlja kombinaciju komponenti različitih frekvencija gde komponente predstavljaju sinusoide
 - Širina spektra signala predstavlja frekventni opseg u kome se nalazi većina energije signala
 - Uticaji različitih prenosnih medijma na signal koji se prenosi opisuju se i prikazuju u frekventnom domenu



Nivo 1

Medijum [3]

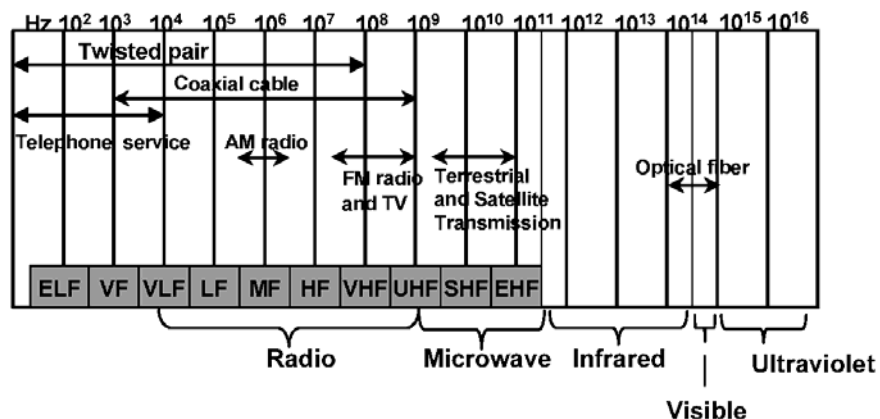
- **Karakteristike medijuma**
 - Slabljenje
 - Kašnjenje
 - Šum
 - termički
 - intermodulacijski
 - preslušavanje
 - impulsni
- **Ključni faktori za izbor medijuma (vezani za karakteristike medijuma)**
 - Cena
 - Data Rate
 - propusni opseg
 - Maksimalna udaljenost prijemnika i predajnika
 - gubici pri prenosu



Nivo 1

Medijum [4]

Širine propusnih opsega medijuma koji se koriste za prenos signala

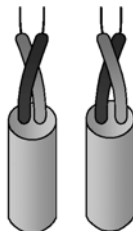


Nivo 1

Medijum [4]

Žični – Parice

- Koriste se za prenos signala u
 - LAN – Lokalnim računarskim mrežama
 - Udaljenosti prijemnika i predajnika do 100m
 - Prenos podataka na brzinama 10, 100, 1000 Mbps
 - Javnim telekomunikacionim mrežama
 - Udaljenost prijemnika i predajnika je $< 10\text{km}$
 - Prenos podataka na brzinama $64 - n \times 1000\text{kbps}$, $n < 10$

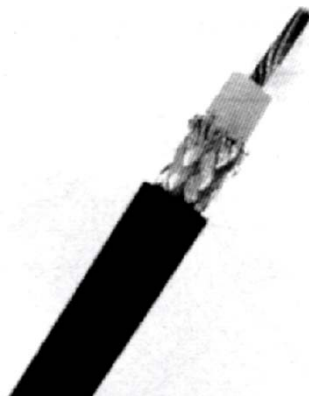


Nivo 1

Medijum [5]

Žični – Koaksijalni kabel

- Širok propusni opseg
- Otporan na elektro-magnetne smetnje

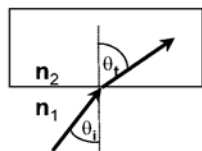


Nivo 1

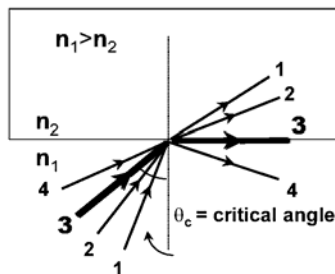
Medijum [6]

Žični – Optički kablovi

- Prenose se svetlosni signali
- Širok propusni opseg
- Otporan na uticaj okoline
- Princip rada na osnovu Snell-ovog zakona



$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$$
$$\theta_t = 90^\circ, \sin \theta_t = 1$$
$$\theta_i = \theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)$$



Nivo 1

Medijum [7]

Žični – Optički kablovi

- Multimodna vlakna:

Postoji promena indeksa prelamanja od ose jezgra vlakna ka obodu

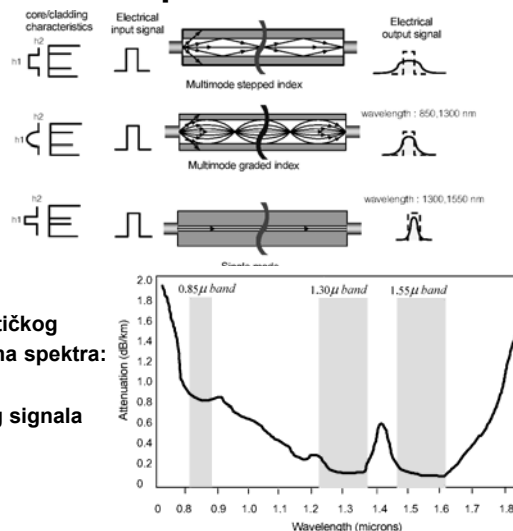
- Monomodna vlakna:

nema promena indeksa prelamanja od ose jezgra vlakna ka obodu

- Prenosna karakteristika

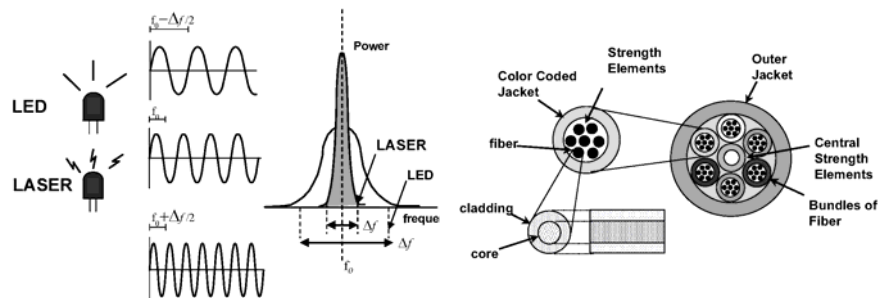
Optimizovan za prenos optičkog signala u sledećim delovima spektra: 850nm, 1300nm i 1550nm

Prozori za prenos optičkog signala



Nivo 1

Medijum [8]



Svetlosni izvor
Propusni opseg
Talasna dužina
jezgro-omotač
Upotreba
Cena

Multimodno
LED/laser
>1 GHz/km
850,1300
62,5/125
LAN, backbone
Niska

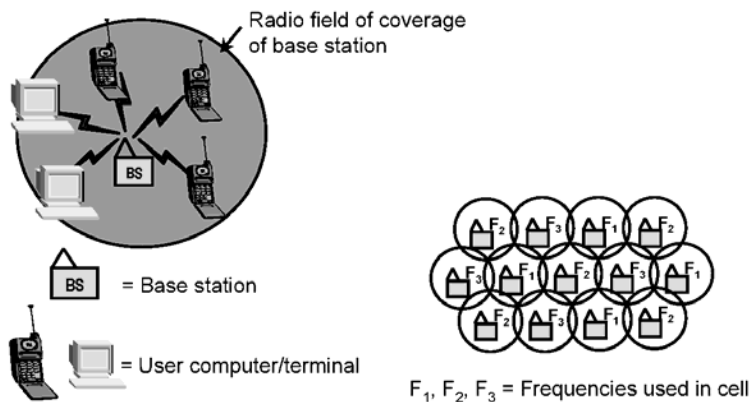
Monomodno
Laser
do 1000 GHz/km
1300, 1500
8/125
LAN, Javne mreže
Malo viša

Nivo 1 Medijum [9]

- Bežični
- Neusmerene
 - radio i televizija - 300kHz – 1 GHz
- Usmerene – point-to-point
 - Mikrotalasni opseg 2 – 40 GHz
 - komunikacija zemaljskih stanica
 - domet oko 50 km
 - zahteva optičku vidljivost
 - komunikacija zemaljska stanica – satelit - zemaljska stanica
 - Transponder služi za prijem i retransmisiju
 - koriste se sledeći opsezi
 - C band – 5,925 - 6,425 GHz uplink, 3,7 – 4,2 GHz downlink
 - KU band – 14 – 14,5 GHz uplink, 11,7 – 12,2 GHz downlink
 - Infracrveni opseg 3×10^{11} - 2×10^{14}

Nivo 1 Medijum [10]

- Radio talasima
- Bežična veza između fiksnih baznih stanica i terminala



Nivo 1

Medijum [11]

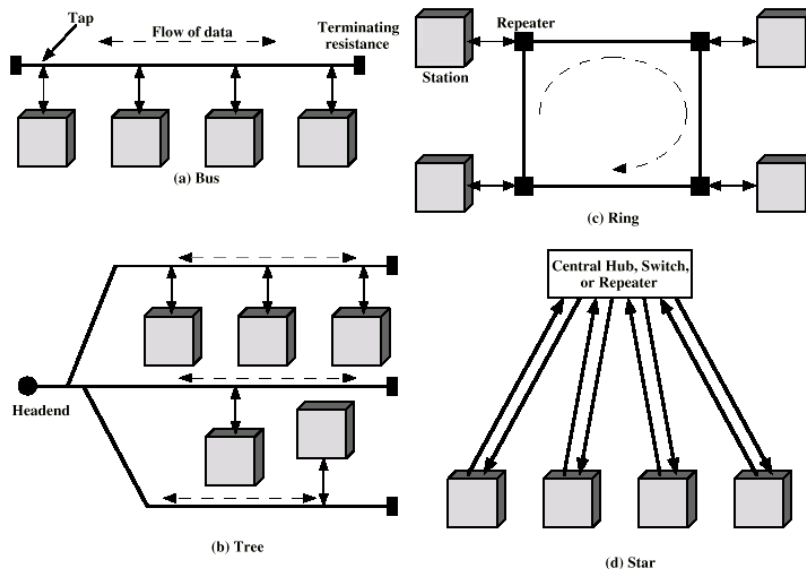
Prenos signala

Baseband: digitalna signalizacija, ceo spektar se koristi za jedan komunikacioni kanal tako da deljenje nije moguće.

Broadband: analogna signalizacija, spektar se može podeliti (recimo frekvencijski) na više komunikacionih kanala.

Nivo 1

Topologije



Nivo 1

Topologije: zvezda

Stanice su direktnim vezama povezane sa centralnim čvorištem.

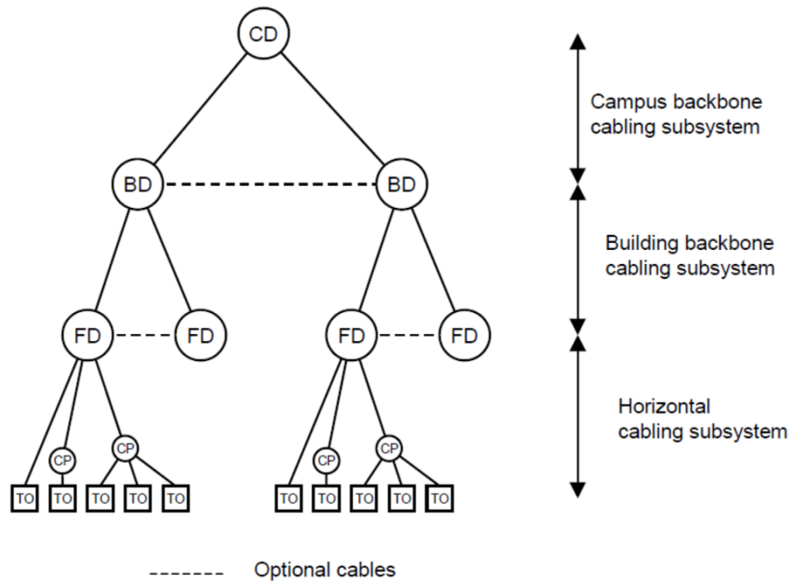
Klasičan primer: digitalna telefonska centrala.

Mreža fizički izvedena u obliku zvezde može se logički ponašati kao zvezda ili magistrala ili prsten.

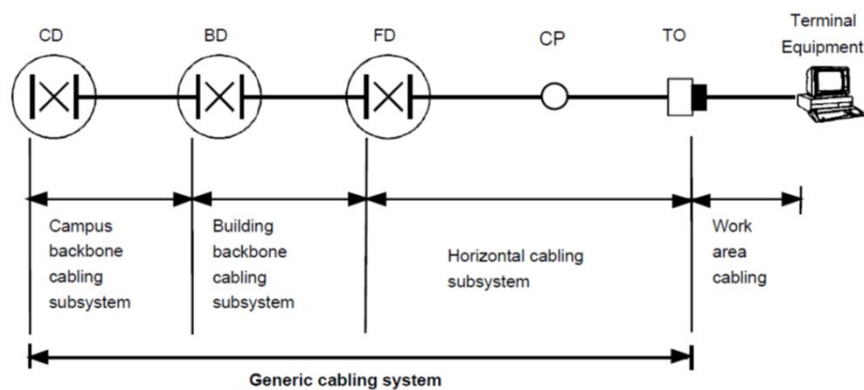
Nivo 1 Strukturirano kabliranje ^[1]

- Način kabliranja koji podržava komunikacione sisteme (prenos podataka i glasa)
- Šta želimo da dobijemo?
 - Punu fleksibilnost prilikom priključenja krajnje korisničke opreme
 - Potpunu nezavisnost od LAN tehnologija
 - Mogućnost prenosa različitih tipova podataka (signala)
 - Garantovane karakteristike u propusnom opsegu
- Regulisano standardima koji se odnose na kabliranje poslovnih objekata

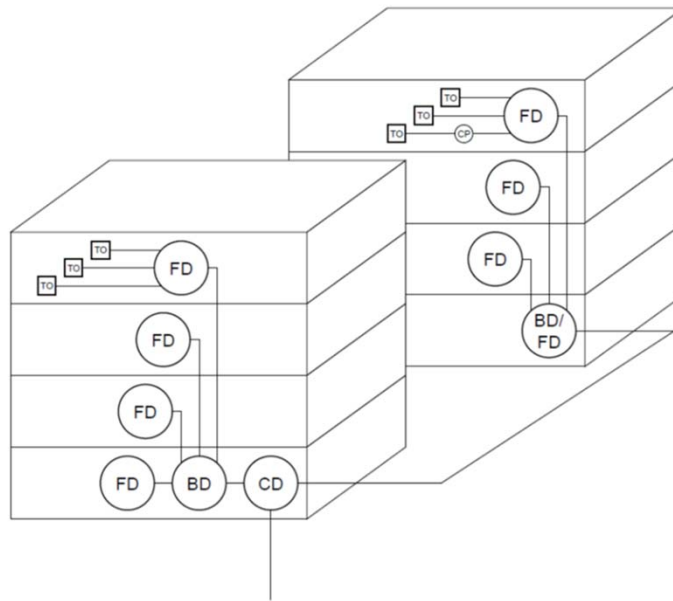
Nivo 1 Strukturirano kabliranje [1a]



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [1b]



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [1c]



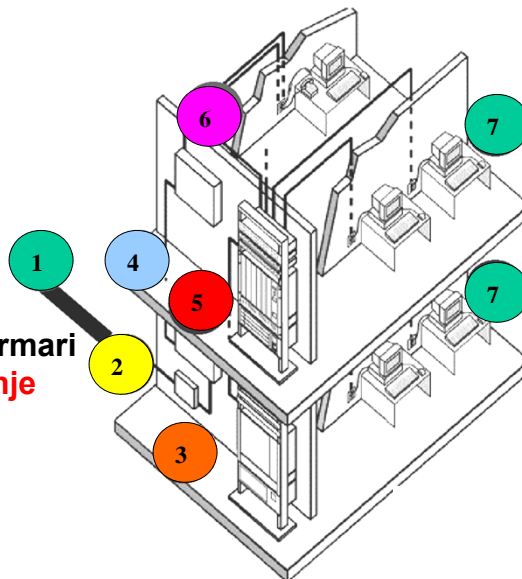
Nivo 1 Strukturirano kabliranje [2]

- Standardi EIA/TIA 568a, 568b, 569, 570, 606, 607, ISO 11801
- Standardi propisuju:
 - Podsysteme kablovskog sistema
 - Razdaljine
 - Parametre
 - Načine povezivanja medijuma
 - Testiranje
 - Obeležavanje

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [3]

Podsistemi kablovskog sistema

1. **Kampus kabliranje**
2. Ulazak u objekte
3. Prostorije za opremu
4. **Vertikalno kabliranje**
5. Telekomunikacioni ormari
6. **Horizontalno kabliranje**
7. Radni prostor

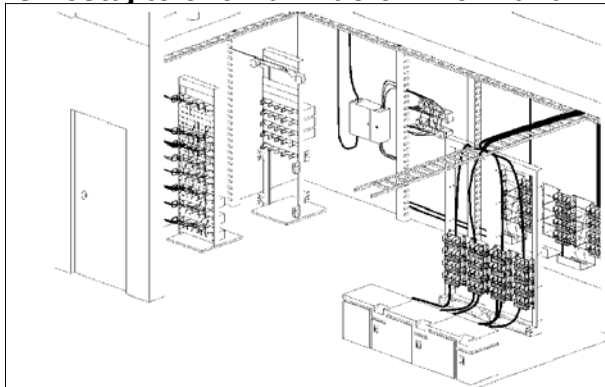


Nivo 1 Strukturirano kabliranje [4]

2. Ulazak u objekte

Mesto na kome se radi povezivanje spoljašnjeg kabliranja sa unutrašnjim kabliranjem

3. Prostor za smeštaj telekomunikacionih ormara i opreme



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [5]



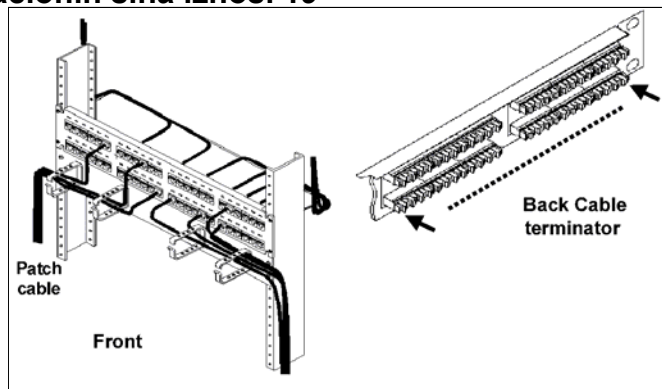
Nivo 1 Strukturirano kabliranje [5a]



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [6]

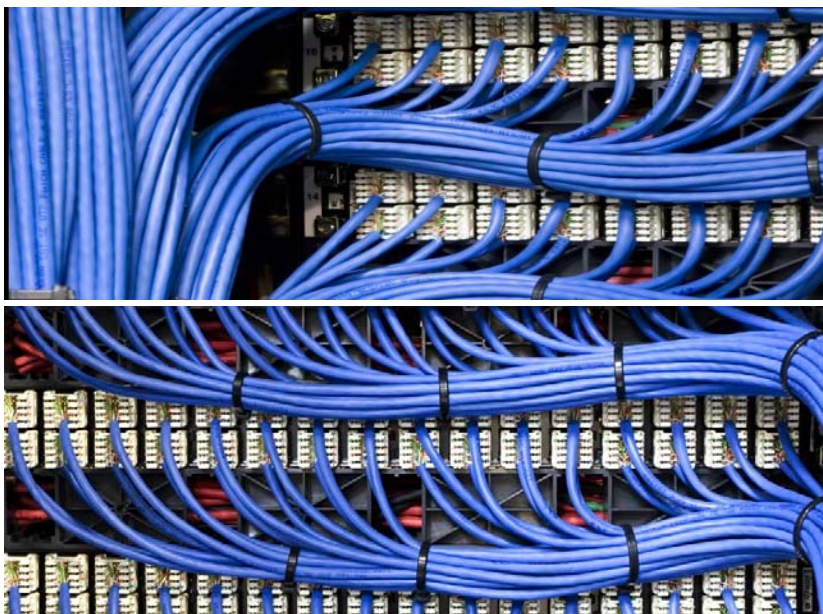
5. Telekomunikacioni ormani

Smeštaj pasivne opreme na kojoj se završavaju kablovi kampus, vertikalnog i horizontalnog kabliranja i vrše sva potrebna prespajanja. Definisan razmak između instalacionih šina iznosi 19"

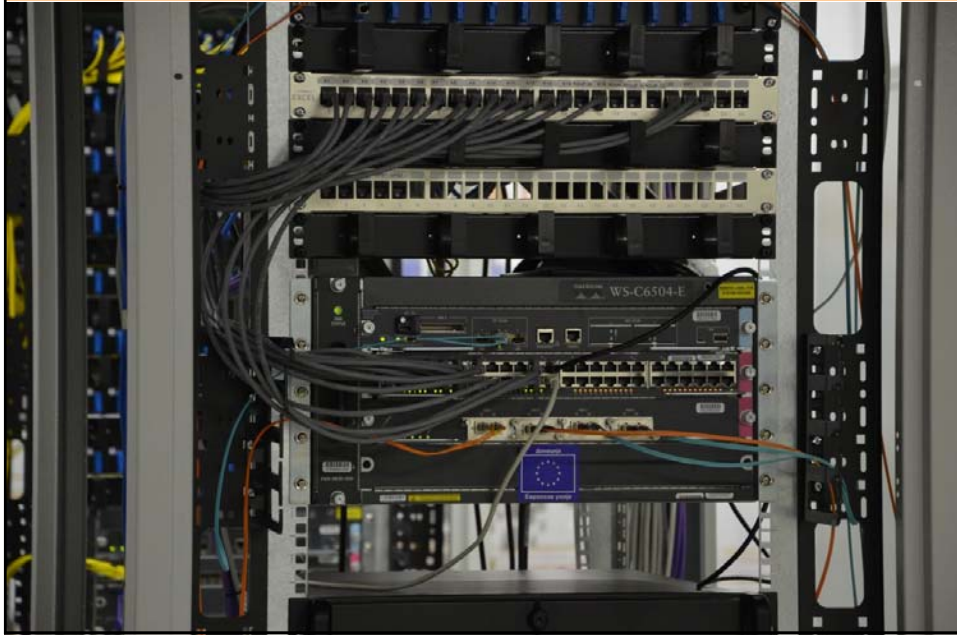


Patch Panel

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [6a]



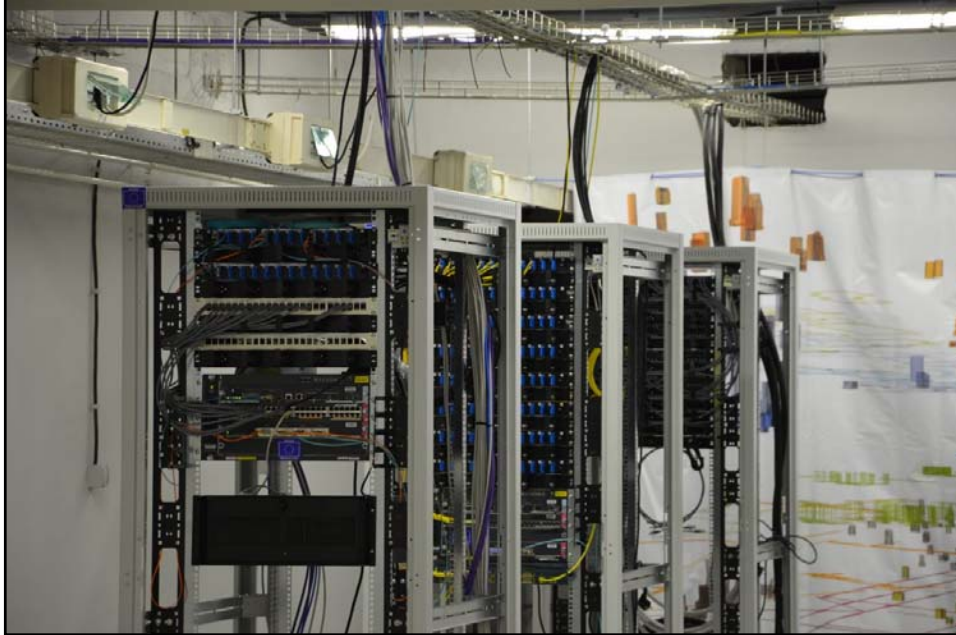
Nivo 1 Strukturirano kabliranje [7]



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [7a]



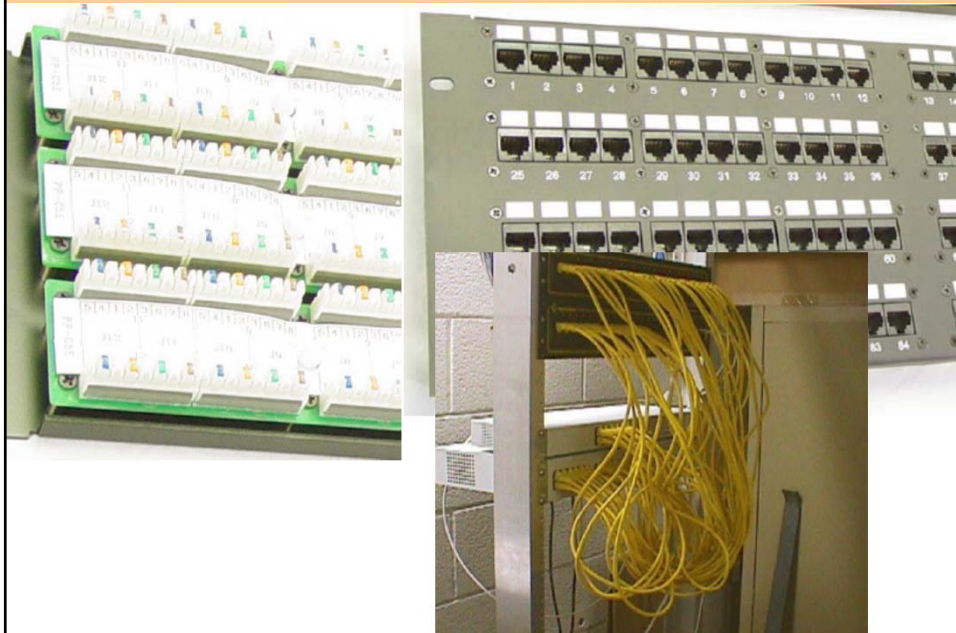
Nivo 1 Strukturirano kabliranje [7b]



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [7c]



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [8]



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [9]

7. Radne oblasti - radni prostor krajnjih korisnika

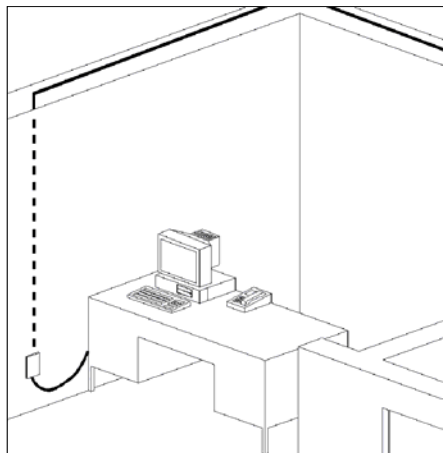
- Korisnički uređaji (telefon, računar, terminal)

- Priključne kutije

- Korisnički kablovi

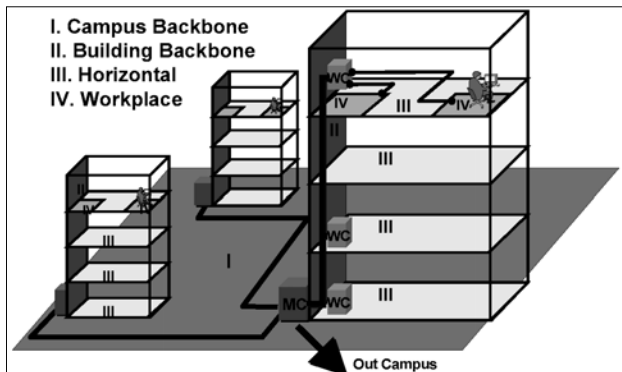
- Adapteri

- Broj priključnih mesta u prostoriji zavisi od broja radnih mesta. Svako radno mesto oprema se sa minimalno dva priključna mesta, optimalno sa tri.
- Broj radnih mesta u radnom prostoru definiše namena prostora i površina radnog prostora



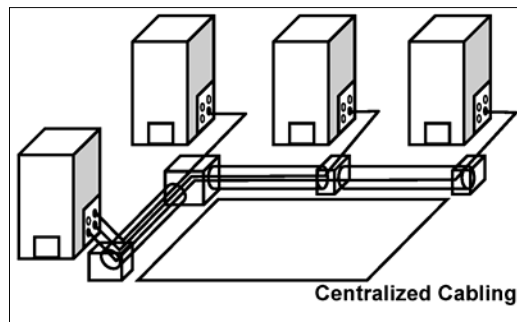
Nivo 1 Strukturirano kabliranje ^[10]

- Kampus kabliranje – kampus distributer – distributer zgrade
- Vertikalno kabliranje – distributer zgrade – distributer sprata
- Horizontalno kabliranje – distributer sprata – priključna kutija



Nivo 1 Strukturirano kabliranje ^[11]

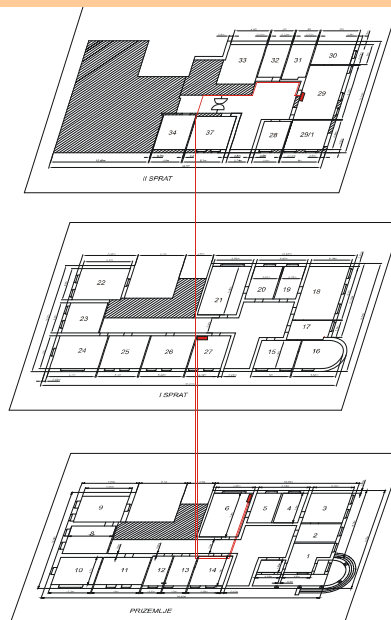
- Kampus kabliranje – Optički kablovi obavezno, bakarni kablovi (opciono samo za prenos glasa)
- Vazdušni kablovi (specijalne konstrukcije)
- Podzemni – kroz posebno izgrađenu kablovsku kanalizaciju (građevinski radovi)



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [12]

Vertikalno kabliranje –
Optički kablovi, bakarni kablovi (samo za prenos glasa ili kraće deonice za prenos podataka)

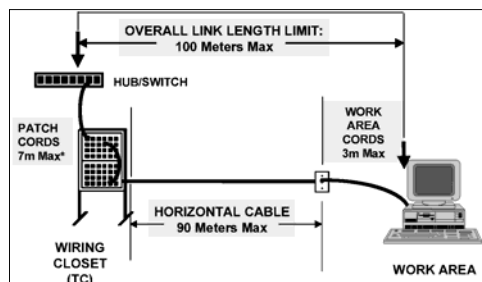
- kroz kanalnice – na zid, kroz specijalne prostore u zidu
- bužir – ukpane u zid



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [13]

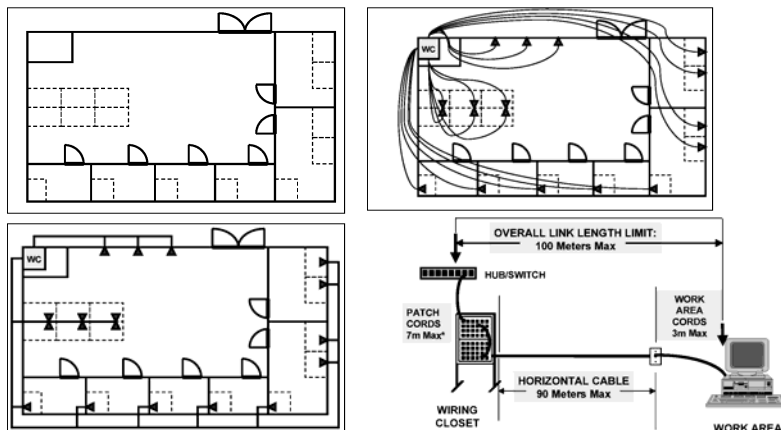
Horizontalno kabliranje – UPT/STP kablovi (do 100m zajedno sa patch kablovima i korisničkim kablovima), optički kablovi

- kroz kanalnice – na zid, kroz specijalne prostore u zidu, kroz spuštene plafon ili dupli pod
- bužir – ukpane u zid



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [14]

Horizontalno kabliranje – polazimo od tlocrta sa naznačenim radnim mestima, određujemo mesto telekomunikacionog ormana i priključnih kutija, definišemo trase kablova.



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [15]

TIA Cabling Standards	
Category 5e	ANSI/TIA-568-C.2, Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard, 2009
Category 6	ANSI/TIA-568-C.2, Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard, 2009
Category 6A	ANSI/TIA-568-C.2, Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard, 2009
ISO Cabling Standards	
Class D	ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2002
Class E	ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2002
Class E _A	Amendment 1 to ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2008
Class F	ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2002
Class F _A	Amendment 1 to ISO/IEC 11801, 2nd Ed., Information technology - Generic Cabling for Customer Premises, 2008

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [16]

Razdaljine – maksimalne dužine kablova:

- 100 ohm UTP (0,51 ili 0,6) – do 100m
- MM do 2000m
- SM do 3000m

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

Garancija da će slabljenje, kašnjenje, preslušavanje biti u dozvoljenim granicama u datom propusnom opsegu

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [17]

Table 1: TIA and ISO Equivalent Classifications

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

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [18]

Table 3: Applications Chart

	Category 5e Class D	Category 6 Class E	Category 6A Class E _A	Class F	Class F _A
4/16 MBPS Token Ring	x	x	x	x	x
10BASE-T	x	x	x	x	x
100BASE-T4	x	x	x	x	x
155 MBPS ATM	x	x	x	x	x
1000BASE-T	x	x	x	x	x
TIA/EIA-854		x	x	x	x
10GBASE-T			x	x	x
ISO/IEC 14165-144				x	x
Broadband CATV					x

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [19]


Način povezivanja:

- standardni bakarni konektori i utičnice - RJ45,
- standardni optički konektori - SC ili LC ili MTRJ

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [19]

Category 5e RJ45 Keyjack 110-Type 90° Punch Down


BL-Series UL 1863




Blue
product color might be slightly differ from this picture

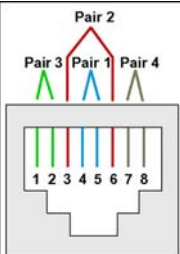
IDC	Pair	T568A Wire Color	Pair	T568B Wire Color
Pin-5	1	White / Blue	1	White / Blue
Pin-4		Blue		Blue
Pin-1	3	White / Green	2	White / Orange
Pin-2		Green		Orange
Pin-3	2	White / Orange	3	White / Green
Pin-6		Orange		Green
Pin-7	4	White / Brown	4	White / Brown
Pin-8		Brown		Brown

T568B Configuration

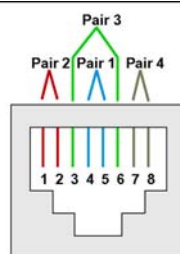


T568A Configuration



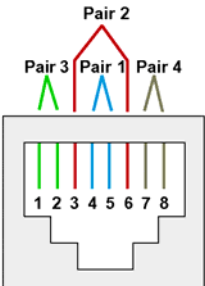


T568A

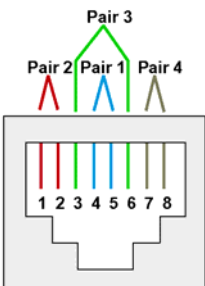


T568B

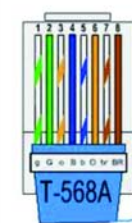
Nivo 1 Strukturirano kabliranje [19]



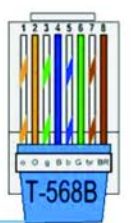
T568A



T568B



T-568A

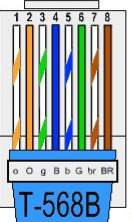


T-568B

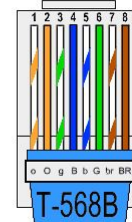
RJ-45 Plug Pin 1

Clip is pointed away from you.

T-568B Straight-Through Ethernet Cable




T-568B



T-568B

RJ-45 Plug Pin 1

Clip is pointed away from you.



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [19]



Nivo 1 Strukturirano kabliranje [20]

- **Testiranje.** Prenosni kanal, osnovna deonica.
- **Obeležavanje**
 Merni protokol mora 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 1:1, oklop, kratak spoj, prekidi i ostale greške u ožičenju
 Otpornost bakra (otpornost petlje)
 Dužina, grafički TDR
 Slabljenje u frekventnoj oblasti od 1 do 100 MHz
 Slabljenje za preslušavanje (NEXT) sa obe strane u frekventnoj oblasti 1-100MHz
 ACR (odnos slabljenja i preslušavanja - opisuje dozvoljeno rastojanje korisnog signala i signala smetnje u frekventnoj oblasti)
 Šum (preostali nivo šuma zbog spoljašnjih smetnji u kablu za prenos podataka)
 Impulsni šum (povremene smetnje koje potiču od npr. paralelno postavljenih vodova za napajanje)

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [21]

TABLE 4: Industry Standards Performance Comparison at 100 MHz for Channels

	Category 5e Class D	Category 6 Class E	Category 6A Class E _A	Class F	Class F _A
Frequency Range (MHz)	1 - 100	1 - 250	1 - 500	1 - 600	1 - 1,000
Insertion Loss (dB)	24.0	21.3/21.7	20.9	20.8	20.3
NEXT Loss (dB)	30.1	39.9	39.9 ¹	62.9	65.0
PSNEXT Loss (dB)	27.1	37.1	37.1 ¹	59.9	62.0
ACR (dB)	6.1	18.6	18.6	42.1	46.1
PSACR (dB)	3.1	15.8	15.8	39.1	41.7
ACRF ¹ (dB)	17.4	23.3	23.3/25.5	44.4	47.4
PSACRF ² (dB)	14.4	20.3	20.3/22.5	41.4	44.4
Return Loss (dB)	10.0	12.0	12.0	12.0	12.0
PSANEXT Loss (dB)	n/s	n/s	60.0	n/s	67.0
PSAACRF (dB)	n/s	n/s	37.0	n/s	52.0
TCL (dB)	n/s	n/s	20.3	20.3	20.3
ELTCTL ³ (dB)	n/s	n/s	0.5/0	0	0
Propagation Delay (ns)	548	548	548	548	548
Delay Skew (ns)	50	50	50	30	30

Nivo 1 Strukturirano kabliranje [22]

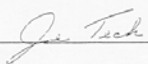
IUPUI PENTASCANNER CABLE IDENTIFICATION REPORT IUPUI 5 Autotest									
Circuit ID:	E11023B	Date:	10 Feb 93						
Test Result:	PASS	Cable Type:	Cat 5 UTP						
Owner:	I.T. NETWORKS	Gauge:							
Serial Number:	38893LA1833	Manufacturer:							
SW Version:	1.20a	Connector:							
		User:							
Building:		Floor:							
Closet:		Hub:							
Rack:		Port:							
Slot:									
Test	Expected Results		Actual Test Results						
Wire Map	Near: 3456	Far: 3456	Near: 12345678	Far: 3456					
					Pr 12	Pr 36	Pr 45	Pr 78	
Length (ft)	10 - 328				262	260			
Impedance (ohms)	80 - 125				106	105			
Resistance (ohms)	0.0 - 18.8				8.7	8.7			
Capacitance (pF)	50 - 3600				3691	3631			
Attenuation (dB)					15.1	15.3			
#Freq (MHz)					100.0	100.0			
Limit (dB)					23.6	23.6			
NEXT Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78	45/78			
NEXT Loss (dB)							21.5		
Freq (0.7-100.0) (MHz)							86.7		
NEXT Limit (dB)							28.2		
Cat 5 formula									
Active ACR(S) (dB)							21.0		
Signature:					Date:	2/10/93			

FIGURE 8