

FIZIČKE KARAKTERISTIKE MREŽE

Predmet: Aktivni mrežni uređaji

Predavač: dr Dušan Stefanović

Informacije o predmetu

Студијски програм: MKT

Статус предмета: Obavezni

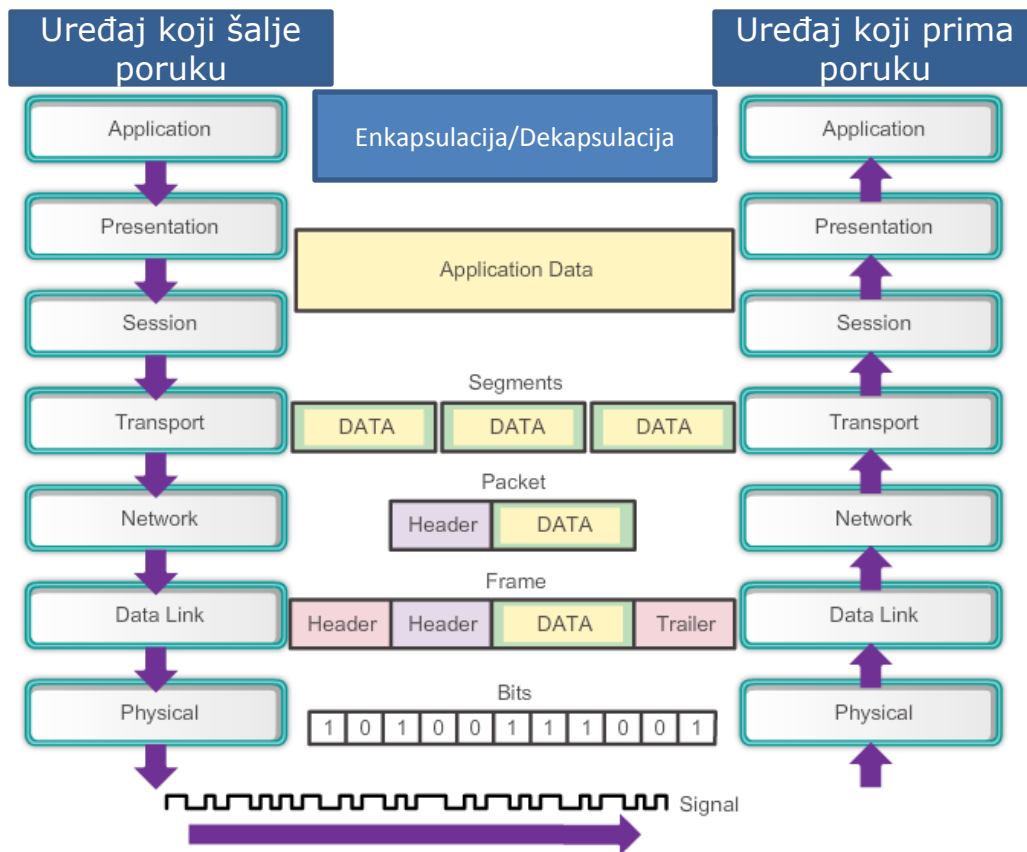
Семестар: I

Број часова: 3 + 2 + 0

Број ЕСПБ: 6

FIZIČKI SLOJ

- Fizički sloj obezbeđuje fizički prenos bita tj. definiše mehaničke i električne karakteristike prenosnog medijuma i interfejsa između mrežnog uređaja i prenosnog medijuma
- Na fizičkom sloju se definišu naponski nivou, tip modulacije, tip kabla,



Medijum	Fizičke komponente
Bakarni kabl	<ul style="list-style-type: none"> • UTP • Coaxial • Konektori • NIC • Port • Interfejsi
Optičko vlakno	<ul style="list-style-type: none"> • Jednomodna • Multimodna • Konektori • NIC • Interfejsi • Laser i LED diode • Foto dioda
Wireless medijum	<ul style="list-style-type: none"> • Access Points • NIC • Antene

PRENOSNI MEDIJUMI

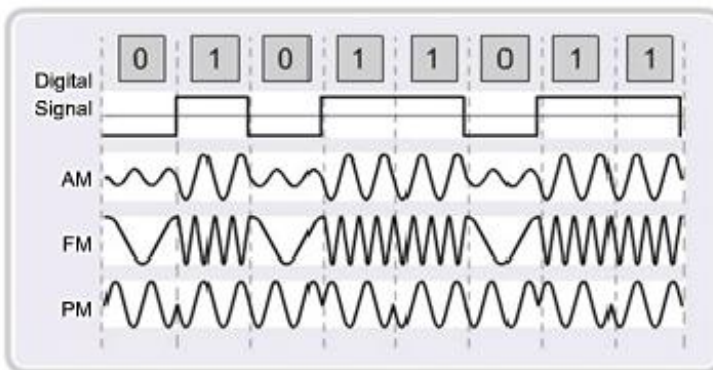
Fizički sloj ima zadatak da prilagodi prenos frejma koji je kreiran na data link sloju kroz odgovarajući prenosni medijum



Odmerak električnog signala koji se prosleđuje kroz bakarni medijum

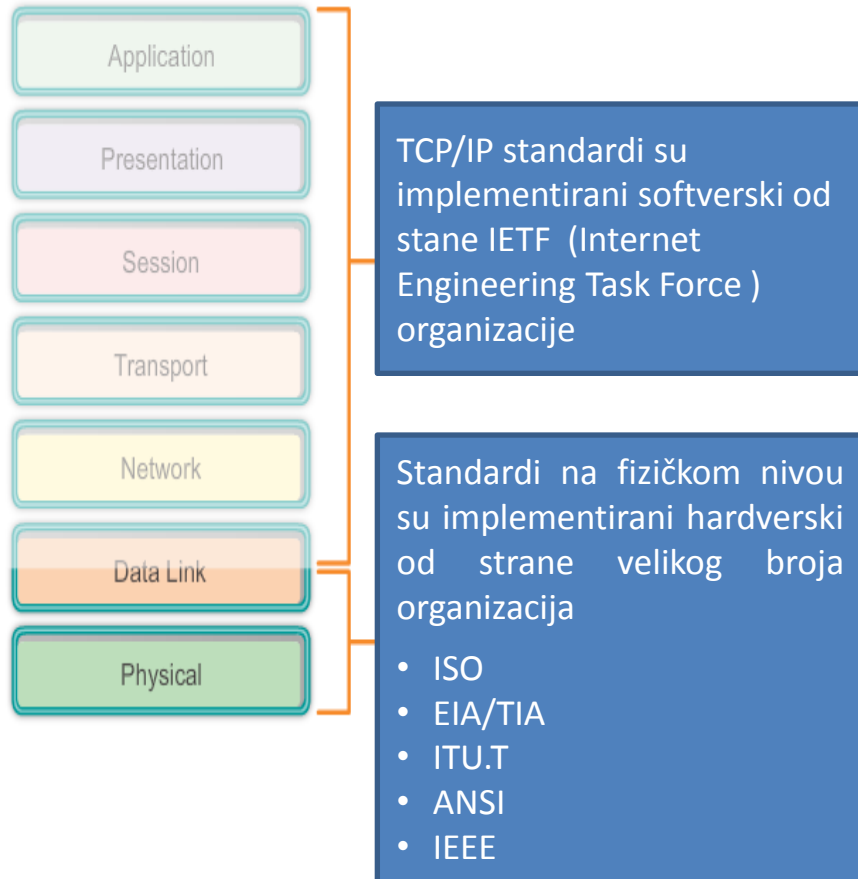


Prenos svetlosnog implusa kroz optički medijum



Prenos radio talasa kroz bežični medijum

STANDARDI NA FIZIČKOM SLOJU



Organizacije za Standardizaciju	Mrežni standardi
ISO	<ul style="list-style-type: none">• ISO 8877: Officially adopted the RJ connectors (e.g., RJ-11, RJ-45)• ISO 11801: Network cabling standard similar to EIA/TIA 568.
EIA/TIA	<ul style="list-style-type: none">• TIA-568-C: Telecommunications cabling standards, used by nearly all voice, video and data networks.• TIA-569-B: Commercial Building Standards for Telecommunications Pathways and Spaces• TIA-598-C: Fiber optic color coding• TIA-942: Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers
ANSI	<ul style="list-style-type: none">• 568-C: RJ-45 pinouts. Co-developed with EIA/TIA
ITU-T	<ul style="list-style-type: none">• G.992: ADSL
IEEE	<ul style="list-style-type: none">• 802.3: Ethernet• 802.11: Wireless LAN (WLAN) 802.15: Bluetooth

FIZIČKI SLOJ

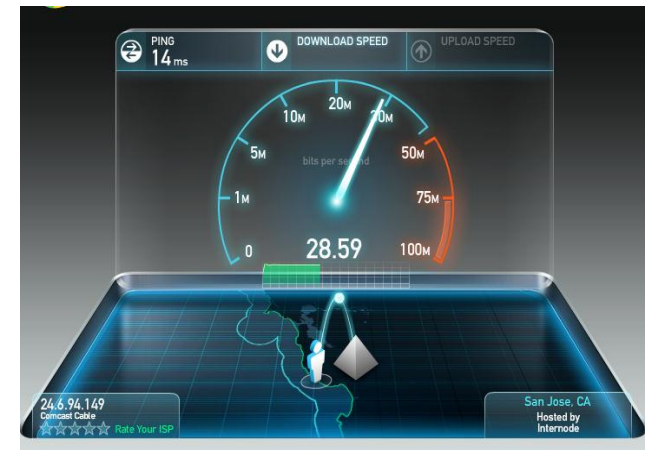
PARAMETRI MREŽE

Bandwidth je kapacitet prenosnog medijuma tj. maksimalan broj bitova koji se može preneti kroz prenosni medijum u jednoj sekundi (Kbps, Mbps)

Throughput je realni protok tj. količina prenesenih bitova kroz prenosni medijum u određenom vremenskom intervalu. Obično se dobija kao kombinacija kašnjenja(latency) i propusnog opsega (bandwidth)

Kašnjenje (latency) je vreme koje je potrebno paketu da pređe putanju od izvora do destinacije i meri se u sekundama

Unit of Bandwidth	Abbreviation	Equivalence
Bits per second	bps	1 bps = fundamental unit of bandwidth
Kilobits per second	kbps	1 kbps = 1,000 bps = 10^3 bps
Megabits per second	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = 10^6 bps
Gigabits per second	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = 10^9 bps
Terabits per second	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = 10^{12} bps



LATENCIJA (KAŠNJENE)

Round Trip Time (RTT) je vreme potrebno da se paket ili signal prenese do odredišta i nazad

RTT vreme možemo saznati uz pomoć alata PING

RTT ne može biti manje od brzine propagacije signala kroz medijum (za bakar je 2/3 brzine svetlosti – $3 * 10^8$ m/s dok za wireless je $2 * 10^8$ m/s)

Latencija ili kašnjenje zavisi od različitih faktora

- propusnog opsega linka
 - brzina prostiranja signala kroz medijum (propagacija)
 - fizičkog rastojanja između izvora i odredišta
 - broja čvorova (rutera) između izvora i odredišta
 - zagušenja u LAN-u u kome se nalazi odredište
 - od broja zahteva sa drugih uređaja koje prima odredište
- } konstatni parametri
- } varijabilni parametri

LATENCIJA (KAŠNJENE)

```
C:\Users\Korisnik>ping 8.8.8.8

Pinging 8.8.8.8 with 32 bytes of data:
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=54ms TTL=47
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=54ms TTL=47
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=56ms TTL=47
Reply from 8.8.8.8: bytes=32 time=54ms TTL=47

Ping statistics for 8.8.8.8:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 54ms, Maximum = 56ms, Average = 54ms
```

```
C:\Users\Korisnik>tracert -d 8.8.8.8

Tracing route to 8.8.8.8 over a maximum of 30 hops
  0  1 ms    1 ms    1 ms    192.168.1.1
  1  6 ms    6 ms    5 ms    109.92.112.1
  2  8 ms    6 ms    6 ms    212.200.15.181
  3  13 ms   11 ms   11 ms   212.200.6.222
  4  18 ms   11 ms   11 ms   212.200.6.209
  5  11 ms   11 ms   12 ms   212.200.6.238
  6  17 ms   18 ms   18 ms   79.101.106.2
  7  18 ms   19 ms   20 ms   209.85.243.119
  8  36 ms   40 ms   33 ms   209.85.241.212
  9  50 ms   52 ms   51 ms   209.85.246.40
 10  78 ms   64 ms   71 ms   216.239.48.133
 11  55 ms   55 ms   55 ms   216.239.49.38
 12  *      *      *      Request timed out.
 13  *      *      *      Request timed out.
 14  54 ms   54 ms   54 ms   8.8.8.8

Trace complete.
```

ruteri kroz koje paket prolazi do odredišta

General IP Information

IP: 8.8.8.8

Decimal: 134744072

Hostname: google-public-dns-a.google.com

ISP: Google

Organization: Google

Services: None detected

Type: [Corporate](#)

Assignment: [Static IP](#)

Blacklist: [Blacklist Check](#)

Geolocation Information

Country: [United States](#) 

State/Region: California

City: Mountain View

Latitude: 37.386 (37° 23' 9.60" N)

Longitude: -122.0838 (122° 5' 1.68" W)

Area Code: 650

LATENCIJA (KAŠNJENE)

```
C:\Users\Korisnik>ping elfak.ni.ac.rs

Pinging elfak.ni.ac.rs [160.99.32.201] with 32 bytes of data:
Reply from 160.99.32.201: bytes=32 time=14ms TTL=52
Reply from 160.99.32.201: bytes=32 time=14ms TTL=52
Reply from 160.99.32.201: bytes=32 time=14ms TTL=52
Reply from 160.99.32.201: bytes=32 time=14ms TTL=52

Ping statistics for 160.99.32.201:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 14ms, Maximum = 14ms, Average = 14ms
```

```
C:\Users\Korisnik>tracert -d elfak.ni.ac.rs

Tracing route to elfak.ni.ac.rs [160.99.32.201]
over a maximum of 30 hops:
  0  0 ms  0 ms  0 ms  160.99.32.1
  1  4 ms  1 ms  1 ms  192.168.1.1
  2  5 ms  6 ms  6 ms  109.92.112.1
  3  5 ms  28 ms  6 ms  212.200.15.181
  4  11 ms  10 ms  10 ms  212.200.6.217
  5  9 ms  9 ms  10 ms  212.200.6.186
  6  10 ms  9 ms  9 ms  193.105.163.16
  7  10 ms  10 ms  10 ms  147.91.6.189
  8  10 ms  10 ms  10 ms  147.91.6.85
  9  14 ms  13 ms  13 ms  147.91.6.254
 10  *  *  *  Request timed out.
 11  *  *  17 ms  160.99.34.100
 12  *  *  *  Request timed out.
 13  15 ms  15 ms  14 ms  160.99.32.201

Trace complete.
```

General IP Information

IP: 160.99.32.201

Decimal: 2690851017

Hostname: www.elfak.ni.ac.rs

ISP: Univerzitet u Nisu

Organization: University of Nis

Services: None detected

Type:

Assignment: [Static IP](#)

Blacklist:

Geolocation Information

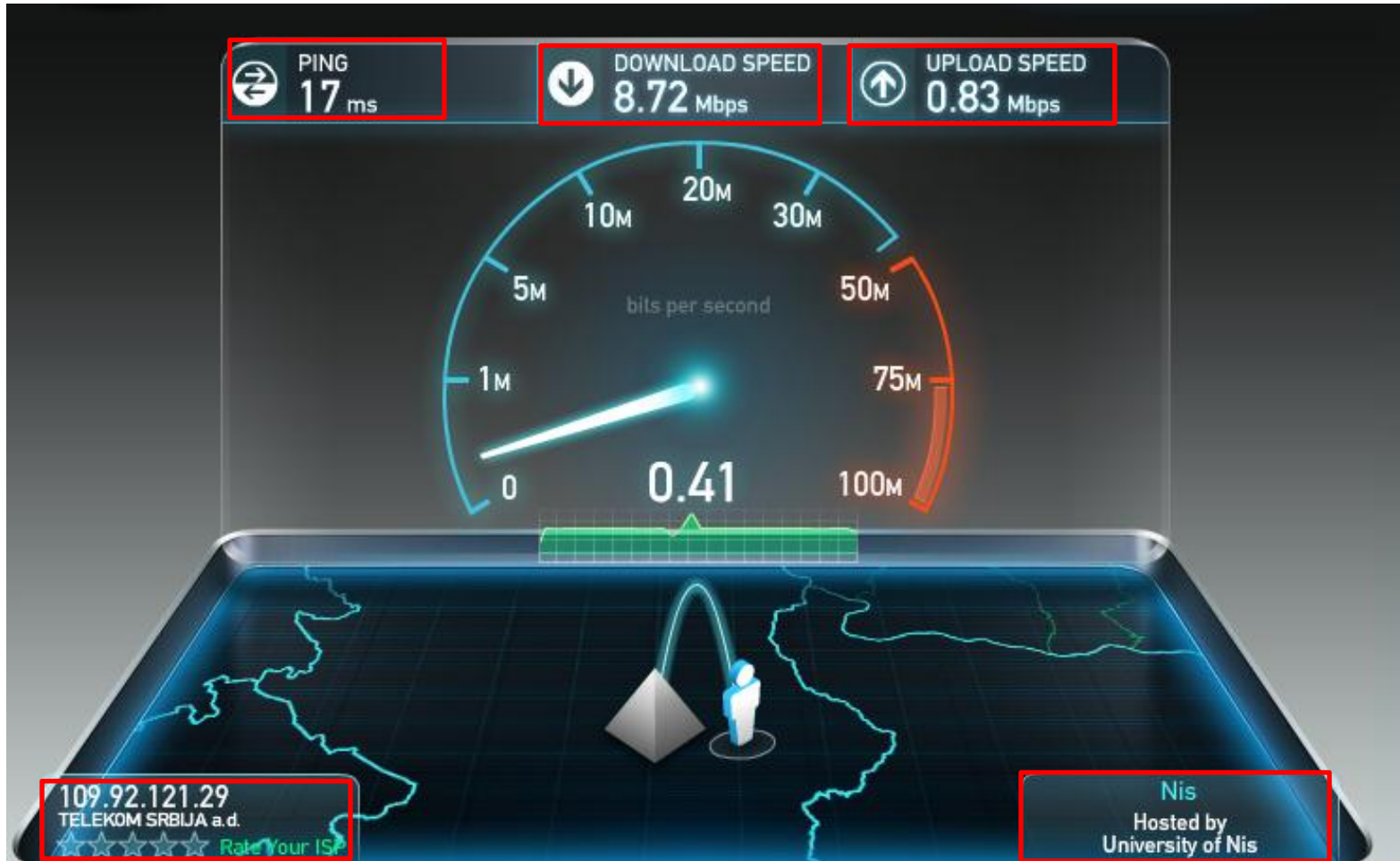
Country: Serbia 🇷🇸

City: Nis

Latitude: 43.3247 (43° 19' 28.92" N)

Longitude: 21.9033 (21° 54' 11.88" E)

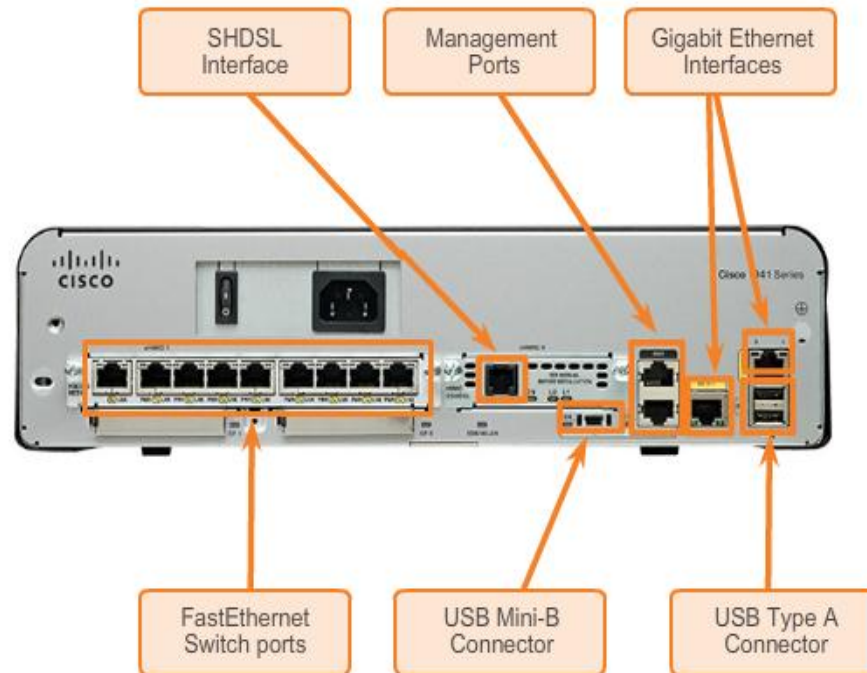
SPEED TEST



FIZIČKI SLOJ

VRSTE PRENOSNIH MEDIJUMA

- Različite vrste interfejsa i portova su dostupni na ruteru
- Ruter je medija gateway
- Služi da poveže različite prenosne medijume



FIZIČKI SLOJ

PRENOSNI MEDIJUMI

Prenosni medijum(pasiva) je fizički put između predajnika i prijemnika.

Prenosni medijumi se dele na:

- a) žičane
- b) bežične

žičani prenosni medijumi



bežični prenosni medijum



IZBOR PRENOSNOG MEDIJUMA

Prilikom izbora prenosnog medijuma ključne karakteristike su:

- a) cena
- b) brzina prenosa
- c) domet

Cena prenosnog medijuma direktno zavisi od količine informacija koje se mogu poslati u jedinici vremena (eng. bandwidth) i dometa.

Domet predstavlja maksimalno dozvoljeno rastojanje između dve tačke bez prisustva pojačavača (eng. repeater), meri se u metrima ili kilometrima

Faktori koji određuju bitsku brzinu i domet prenosnog medijuma su:

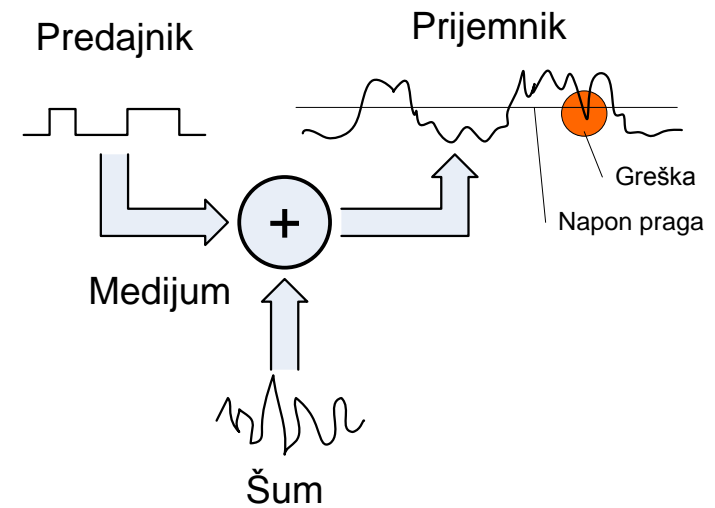
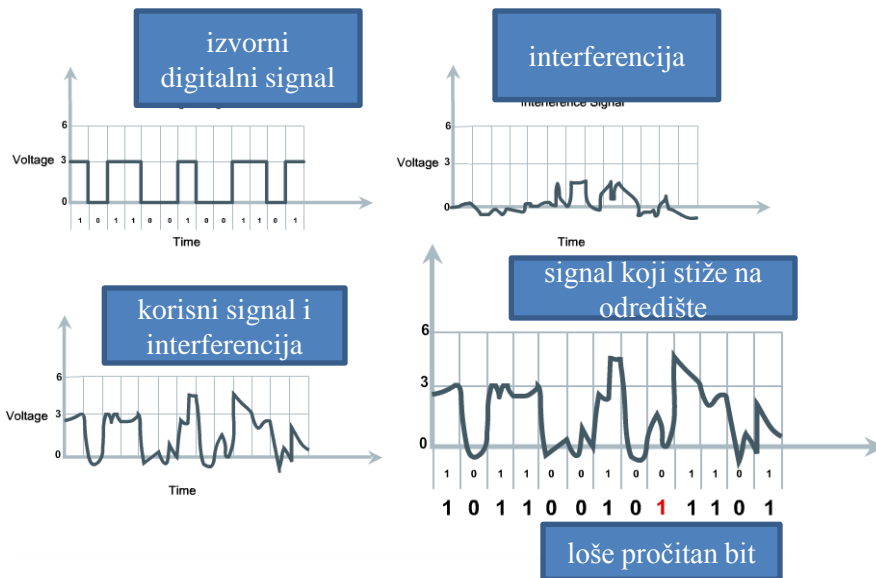
- a) opseg spektra
- b) slabljenje
- c) interferencija

FIZIČKI SLOJ

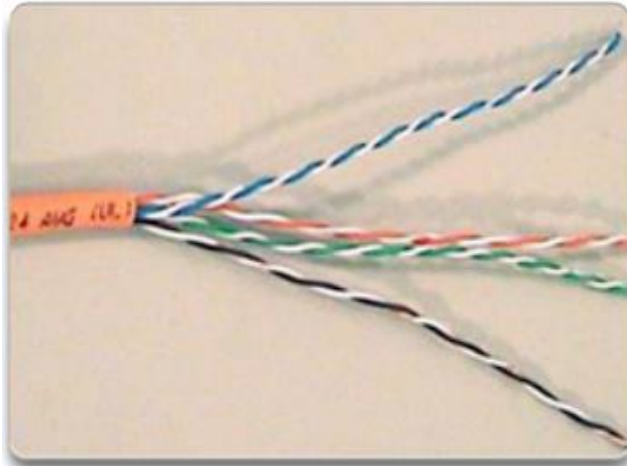
KARAKTERISTIKE BAKARNOG MEDIJUMA

Slabljenje signala – što signal duže putuje veće je slabljenje signala tj. dolazi do distorzije signala.

Preslušavanje (Crosstalk)
poremećaj uzrokovan električnim ili magnetnim poljem na signal od strane susedne parice



BAKARNI PRENOSNI MEDIJUM



Unshielded Twisted-Pair (UTP) cable



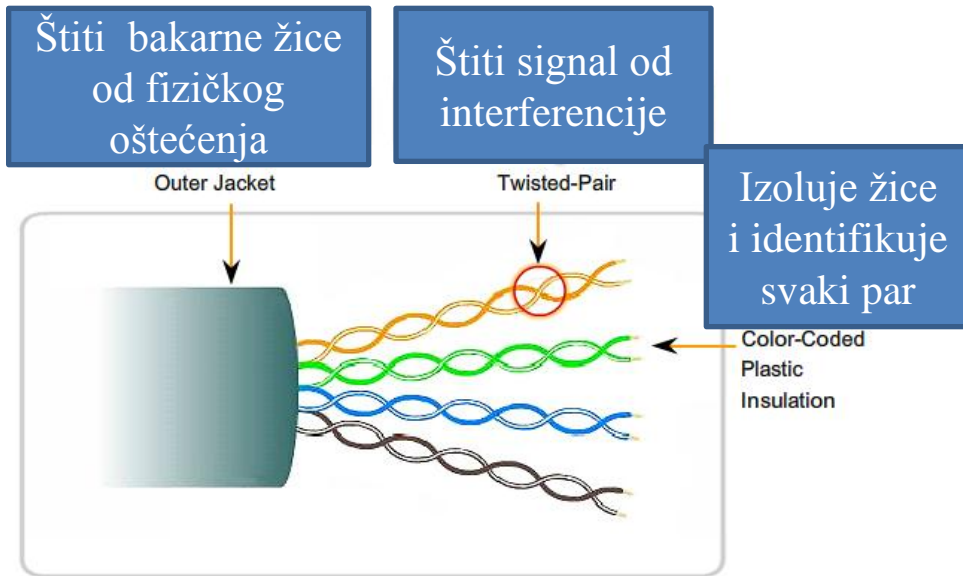
Shielded Twisted-Pair (STP) cable



Coaxial cable

UTP

(Unshielded Twisted Pairs)



FTP

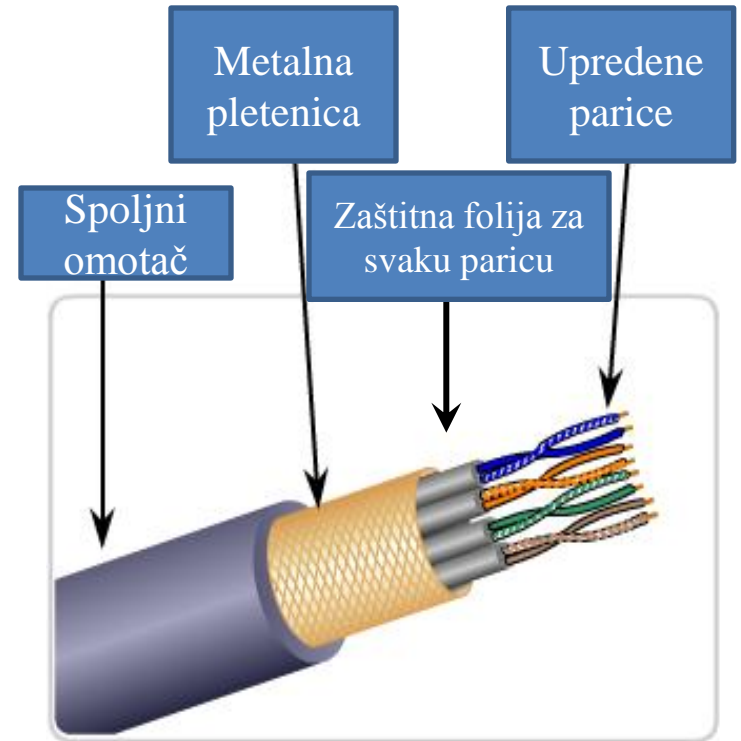
(Foiled Twisted Pairs)

Zaštitna folija koja obavija sve parice



STP

(Shielded Twisted Pairs)



Hronološki razvoj upredenih parica

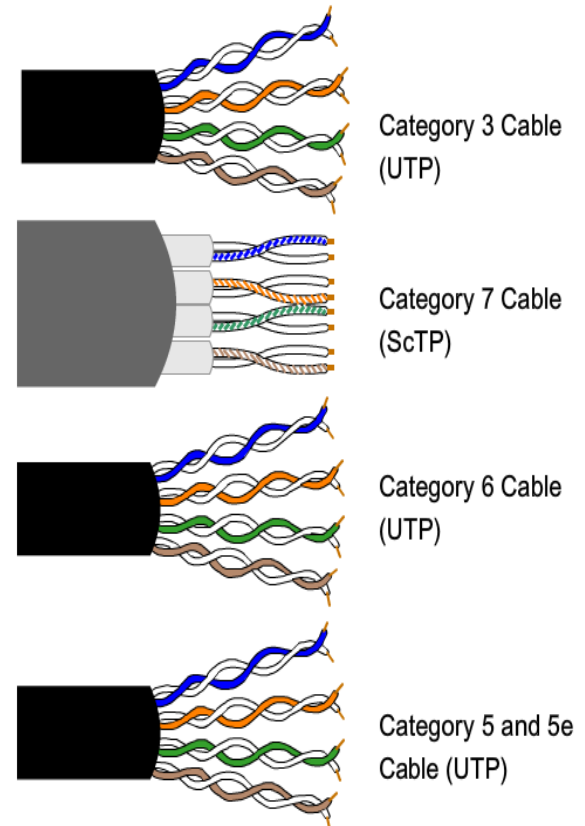
- Kablovi sa upredenim paricama se kategorizuju za različite brzine
- Razlikujemo sledeće kategorije kablova sa upredenim paricama.

- 1985. koaksijalni kablovi brzine 10 Mbps
- 1987. UTP kablovi koji podržavaju 10Base-T
- 1990. UTP kablovi kategorije 3 (16 Mbps), ubrzo zamenjeni kategorijom 4 (20 Mbps)
- 1995. 100Base-TX Ethernet brzine 100 Mbps, Kategorija 5
- 2000. Gigabitni Ethernet (1000Base-T standard) je otkrio neke ključne nedostatke u instalacijama kategorije 5
- 2001. Kategorija 5E zamenjuje kategorije 4 i 5, može da podrži 1 Gbps
- 2005. Kategorija 6 - Gigabitni Ethernet (može da podrži i 10Gbps do dužine 55m)
- 2006. Kategorija 7 - 10G Ethernet

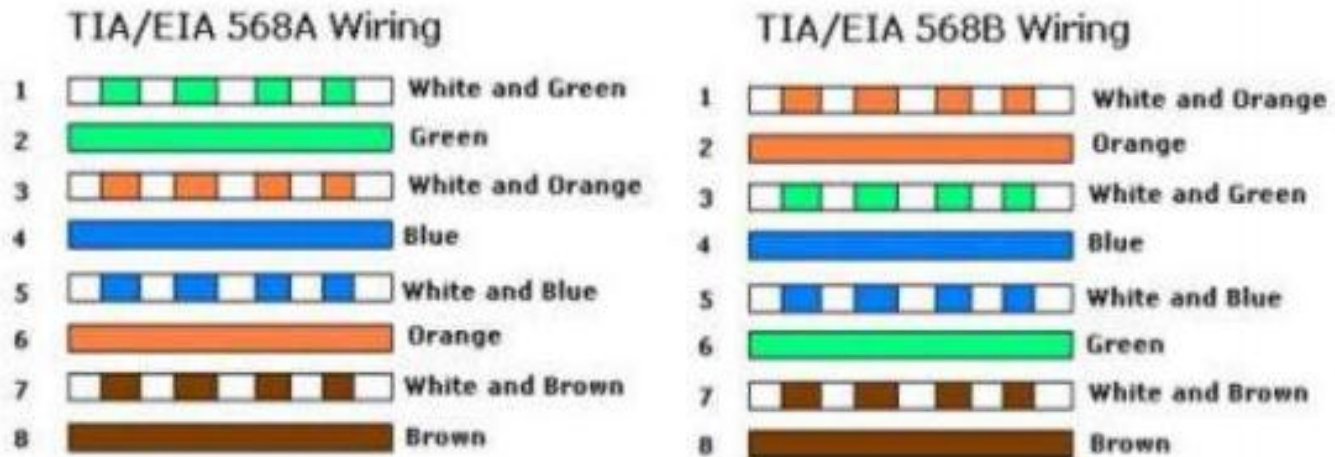
- Ukoliko bi kompanija želela da prati razvoj kabliranja, kablovi bi morali da se menjaju na otprilike svakih 5 godina
- Za 20 godina brzina prenosa podataka u LAN mrežama se povećala preko hiljadu puta

KATEGORIZACIJA UPREDENIH PARICA

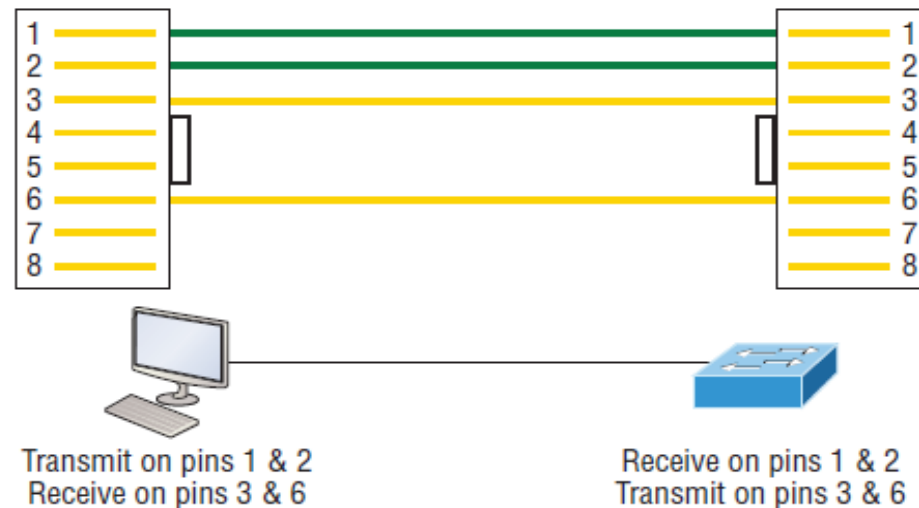
Kateg.	Godina	Brzina (Mb/s)	Frekvencija (MHz)	Upredanja na 1m	Upotreba
C1	<1983	< 1	1	0	telefonija i ISDN
C2	1983	4	10	2 - 3	telefonija i ISDN
C3	1993	100	16	3 - 4	ISDN, 4 Mbps TR, 10base-T, 100base-T4
C4	1994	100	20	15 - 17	ISDN, 16 Mbps TR, 10base-T, 100base-T4
C5	1998	100	100	24 - 25	ATM, TR, 10base-T do 100base-T
C5e	1999	1000	350	24 - 25	ATM, TR, 10base-T do 1000base-T
C6	2004	10000	200 - 550	> 25	ATM, TR, 10base-T do 10000base-T
C7	2010	10000	600 - 1000	> 25	STP - 10base-T do 10Gbase-T (non RJ-style)



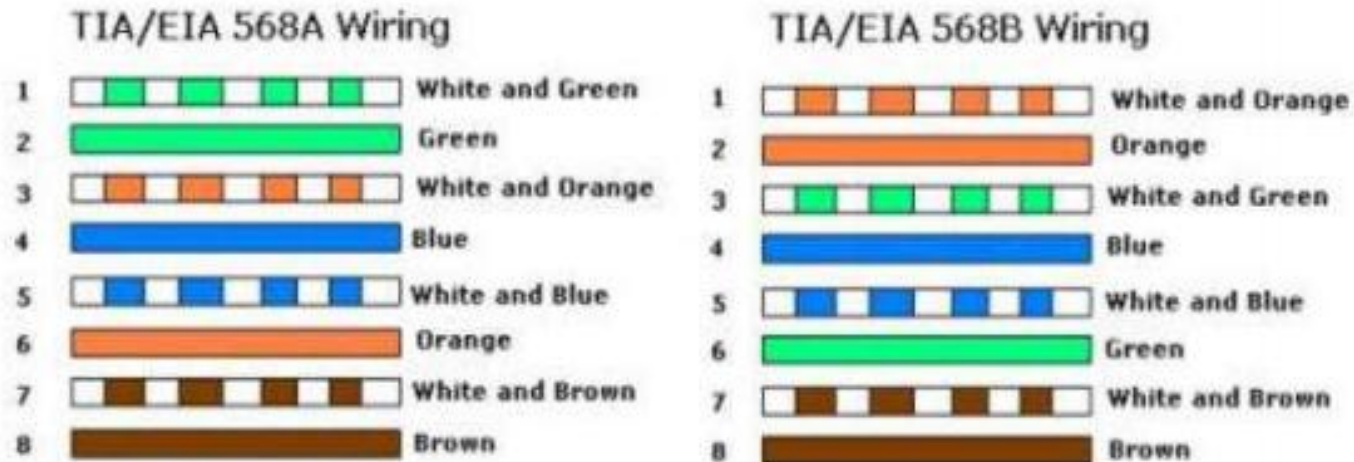
RASPORED PARICA ZA RAVAN (STRAIGHT KABL)



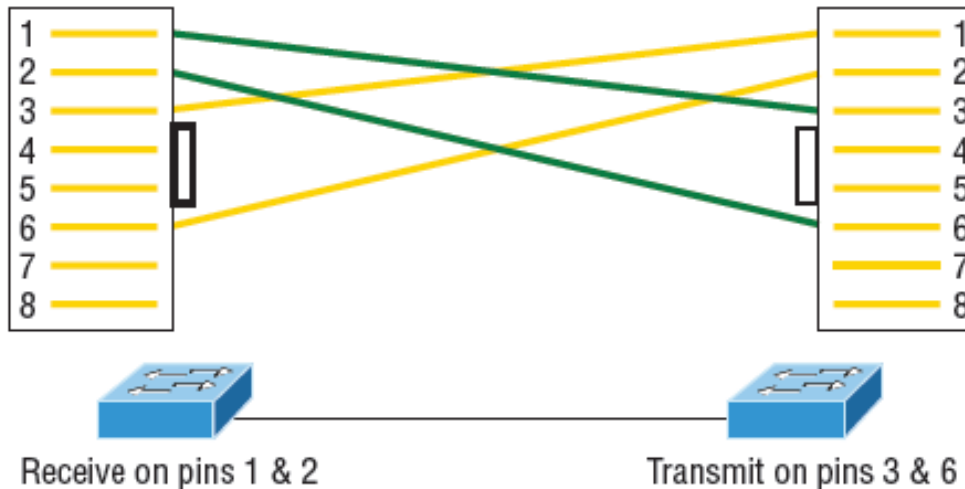
PRIMER



RASPORED PARICA ZA UKRŠTEN (CROSS KABL)



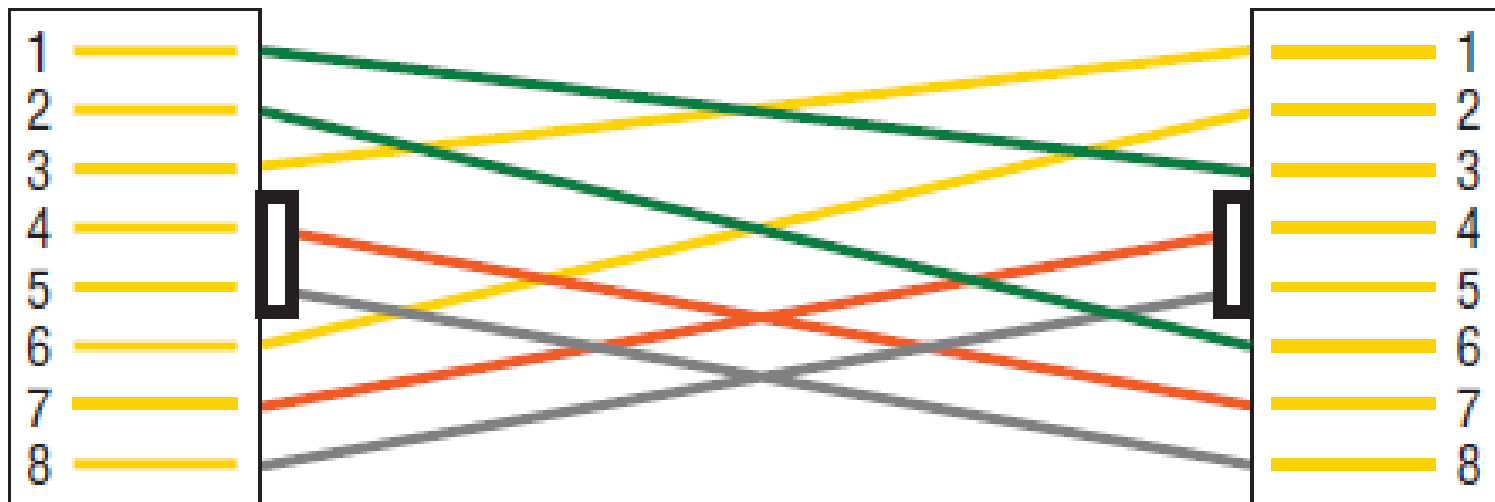
PRIMER



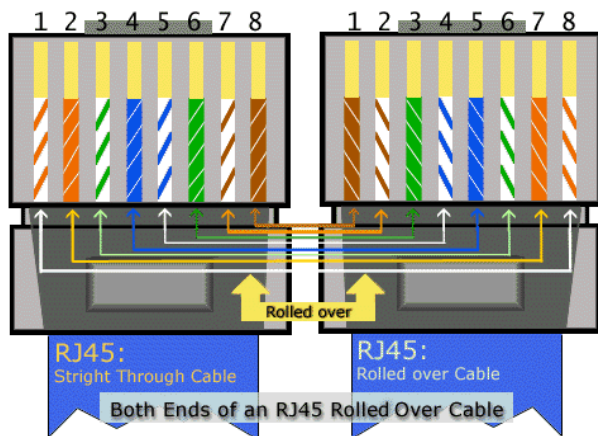
UTP GIGABIT POVEZIVANJE (1000BASE-T)

- Za 10Base-T i 100Base-T UTP, dovoljne su bile dve parice
- **1000Base-T UTP** zahteva upotrebu svih žica (4 parica) i zahtevniju elektroniku

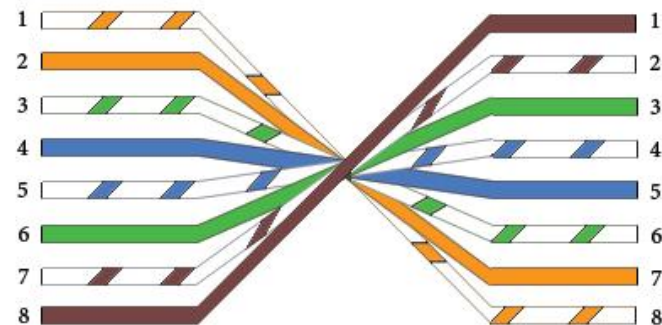
GIGABITNI CROSSOVER KABL



ROLLOVER KABL



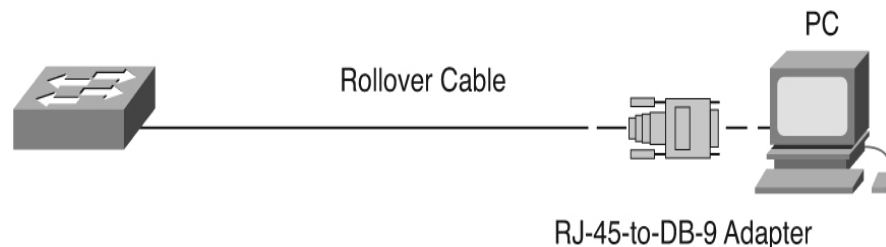
Rollover Wiring Guide
568-B



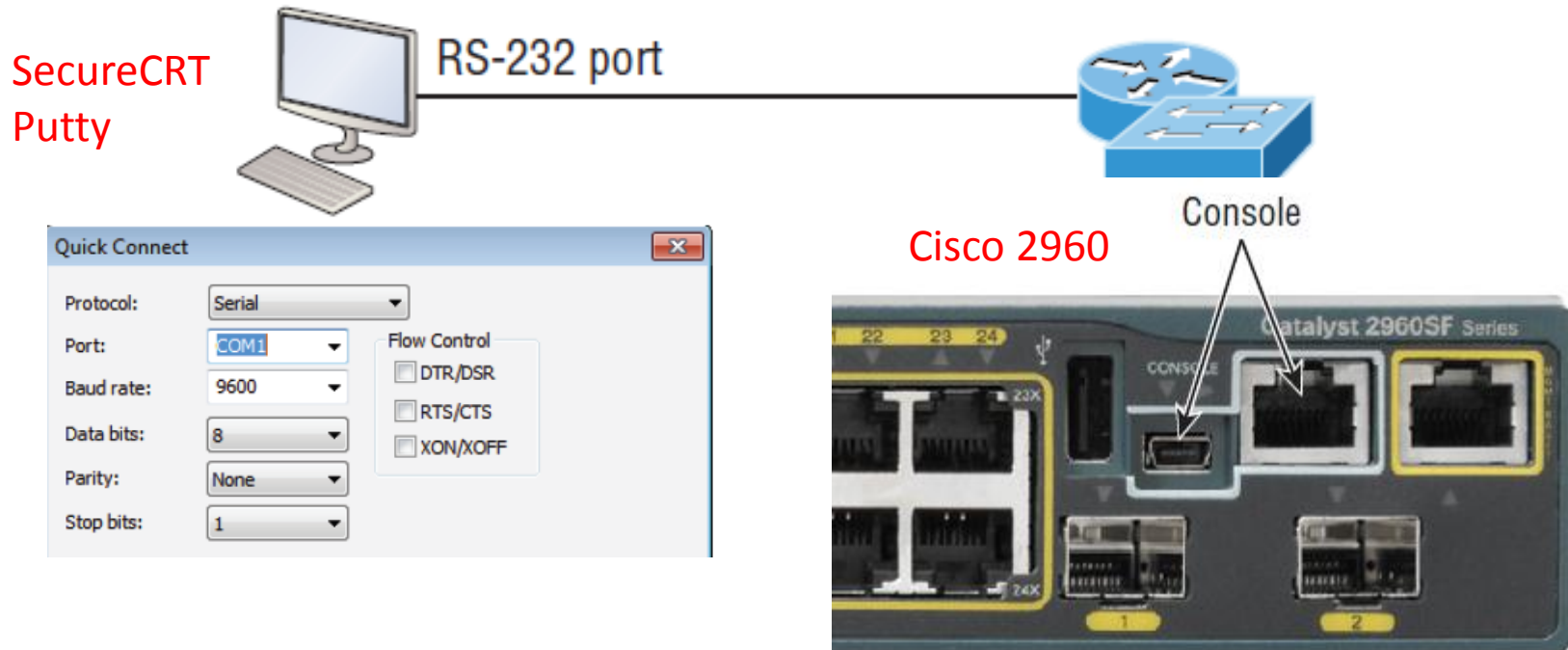
POVEZIVANJE NA KONZOLNI KOMUNIKACIONI SERIJSKI PORT



Device with Console



PROGRAM ZA EMULACIJU KONZOLE



- Novi svičevi mogu da imaju dve konzolne konekcije, tipični RJ-45 i novu mini type-B USB
- Ukoliko smo povezani preko oba porta, prednost ima USB port
- USB port može ostvariti brzine od **115,200** Kbps za razliku od RJ-45 koji ostvaruje brzinu od **9,6** Kbps

ZADATAK BROJ 1

Na osnovu prikazanih uređaja zaokružiti tačan tip kabla sa upredenim paricama.



- a) crossover
- b) straight



- a) crossover
- b) straight



- a) crossover
- b) straight



- a) crossover
- b) straight



- a) crossover
- b) straight



- a) crossover
- b) straight



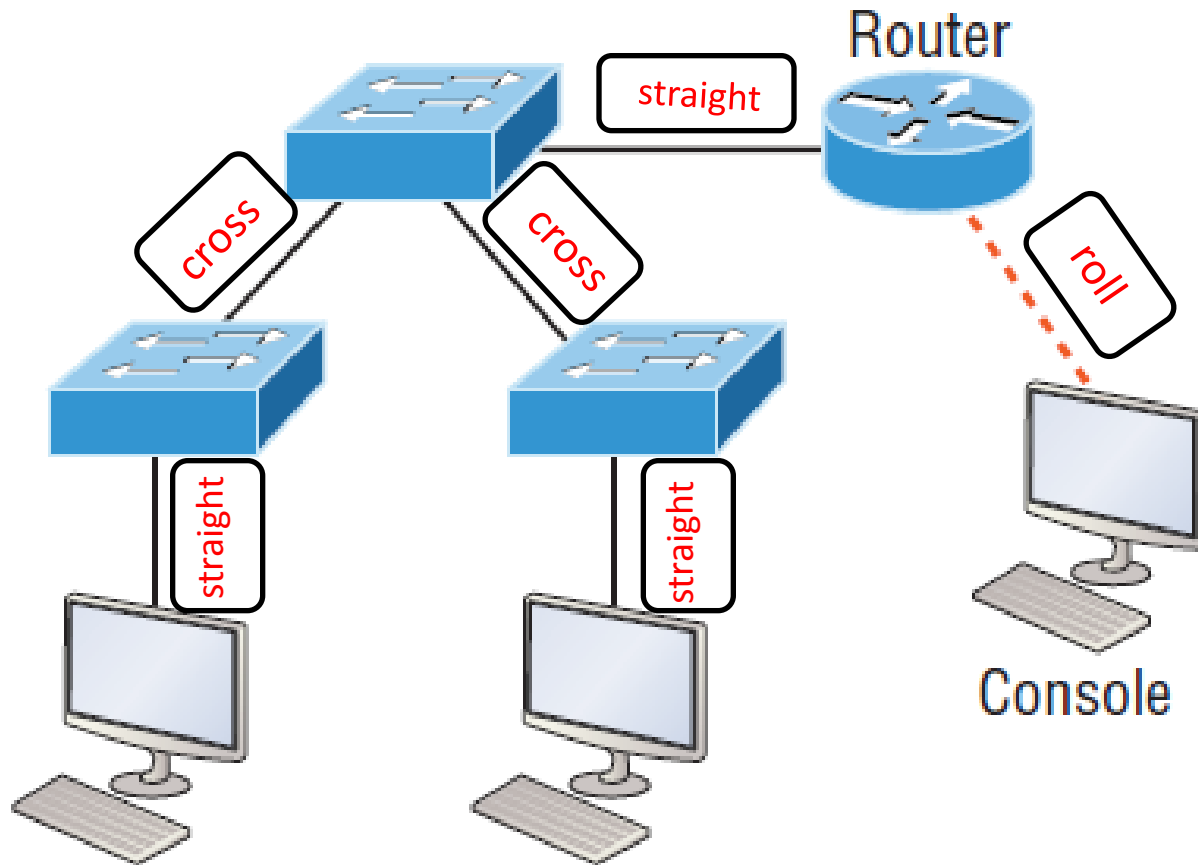
- a) crossover
- b) straight



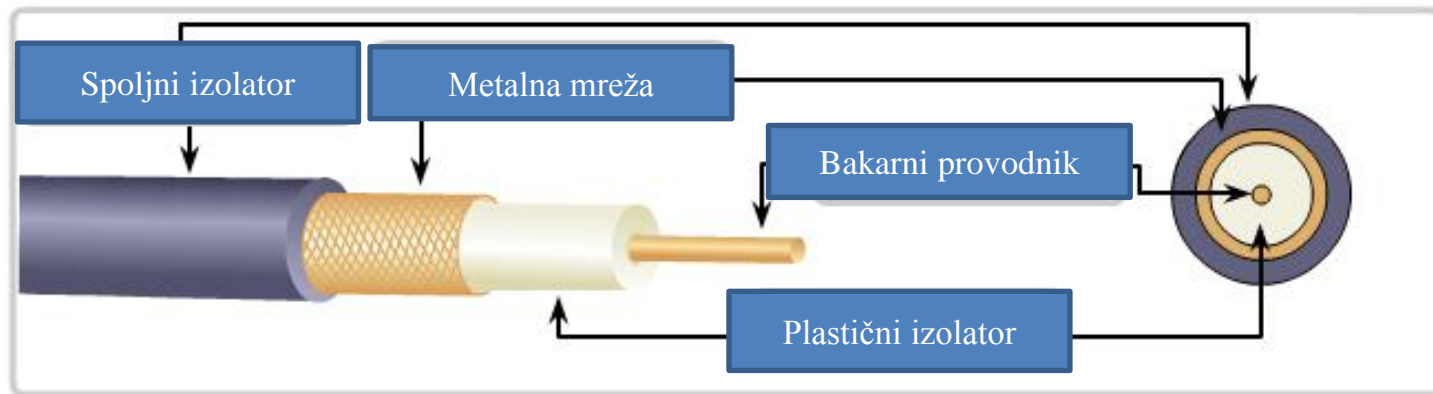
- a) crossover
- b) straight



ZADATAK BROJ 2



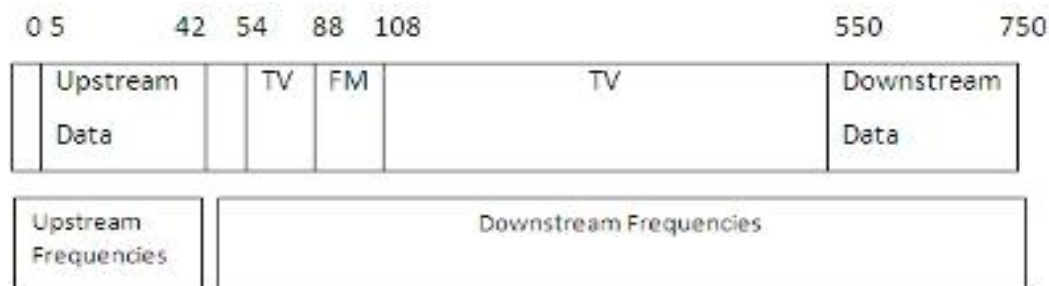
KOAKSIJALNI KABL



OSNOVNI / ŠIROKOPOJASNI OPSEG

- Koaksijalni kabl prenosi informacije u osnovnom ili u širokopojasnom opsegu.
- U osnovnom opsegu (baseband) prenosi se u jedinici vremena samo jedan niz podataka
- Prenos u osnovnom opsegu tipičan je za lokalne računarske mreže.
- Veće brzine postižu se širokopojasnim prenosom gde se prenosni kanal podeli u više podkanala
- U svakom opsegu(kanalu) se prenosi zaseban niz informacija.
- Širokopojasni prenos nam omogućava istovremeni prenos više nizova podataka preko istog kabela.
- Tim načinom bolje se iskorišćava širina propusnog opsega kabela, ali su sklopovi za transportovanje frekvencija (modulatori i demodulatori), potrebni filtri previše složeni i skupi da bi njihova upotreba u lokalnim računarskim mrežama bila opravdana.

Podela frekvetnog opsega (kanala) u tipičnom kablovskom TV sistemu



NIC ADAPTER SA KOAKSIJALNIM KABLOM

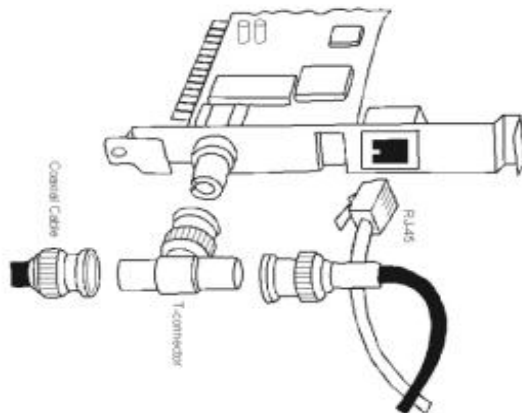


Mrežna kartica sa BNC konektorom

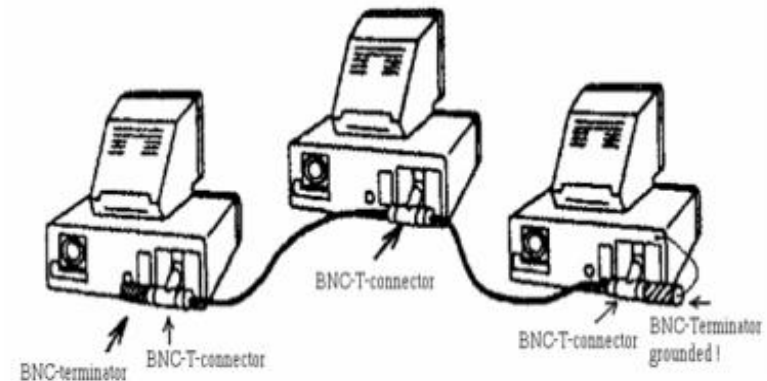


T konektor povezuje radnu stanicu sa kokasijalnim kablom

POVEZIVANJE RAČUNARA KOAKSIJALNIM KABLOM U LAN-U



Šematski prikaz povezivanja mrežne kartice sa BNC konektorom i koaksijalnog kabla posredstvom T konektora



Šematski prikaz povezivanja radnih stanica na koaksijalni kabl

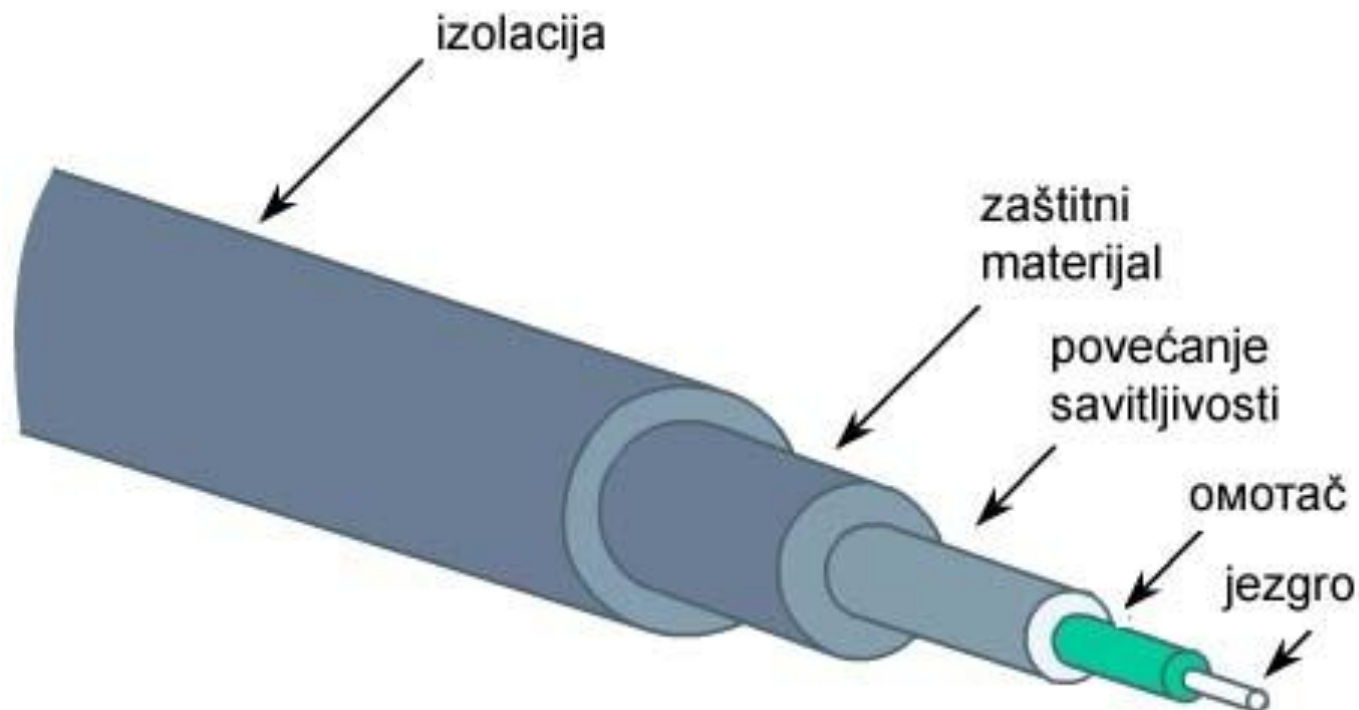
OPTIČKA VLAKNA

- Nekoliko ograničenja prati prenos podataka putem bakra.
- Jedan od problema je taj što su električni signali osetljivi na smetnje spoljašnjih izvora kao što su udari groma, elektromotori,...
- Nezgrapni su što dodatno otežava njihovu instalaciju
- Priroda električnih signala i materijala (otpornost provodnog materijala) postavlja ograničenja kako u pogledu rastojanja koje signali mogu da pređu bez izobličenja tako i u količini informacije koje je moguće preneti u jedinici vremena.



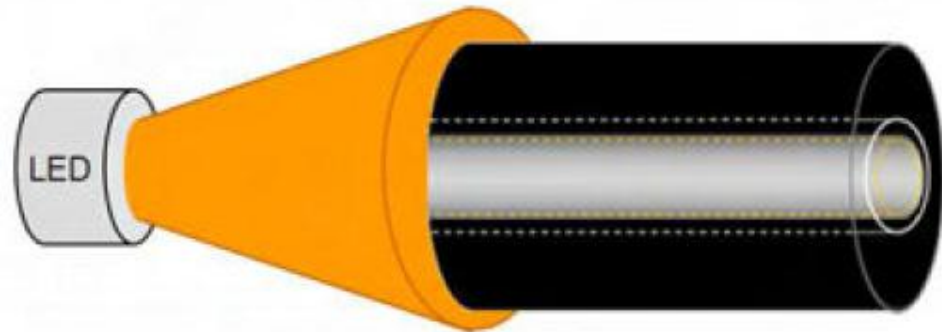
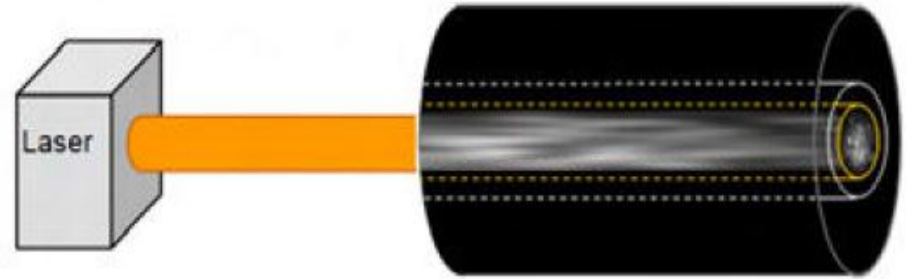
STRUKTURA OPTIČKOG VLANA

- Optičko vlakno za prenos informacije koristi svetlost a ne elektricitet.
- Otklonjene su mogućnosti za javljanje električnog šuma, postižu velika rastojanja i dozvoljavaju prenos velike količine informacija.



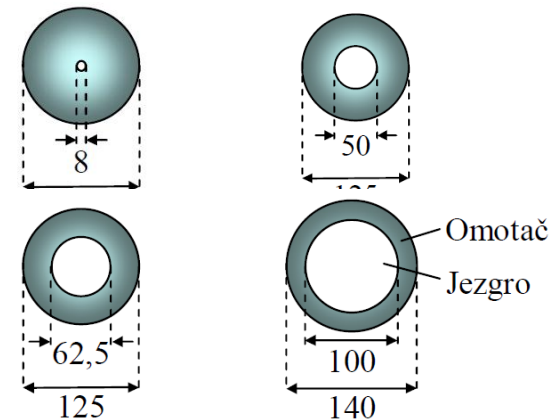
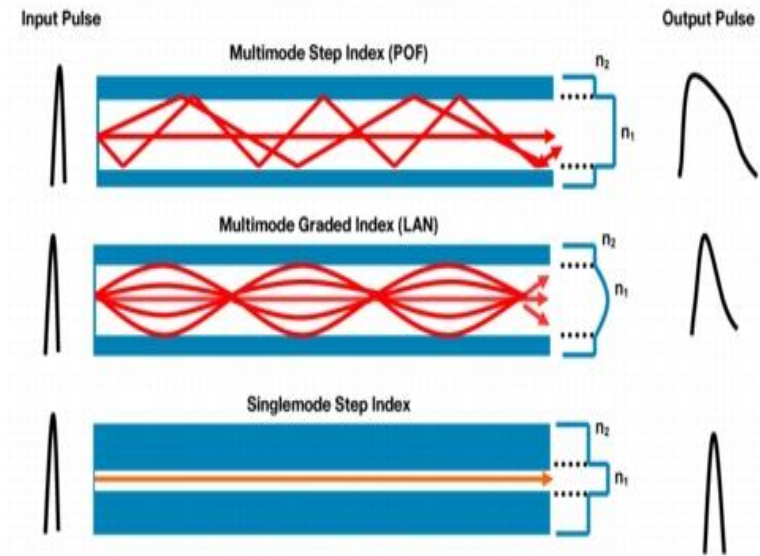
IZVORI SVETLOSTI

- Laser za razliku od LED diode stvara čist i uzak mlaz koji omogućava prenos svetlosnog impulsa na veća rastojanja.
- LED diode proizvode manje koncentrisanu svetlost sa širim spektrom talasnih dužina.
- LED diode su jeftinije rešenje i traju duže ali sa razliku od lasera nemogu da pokriju velika rastojanja

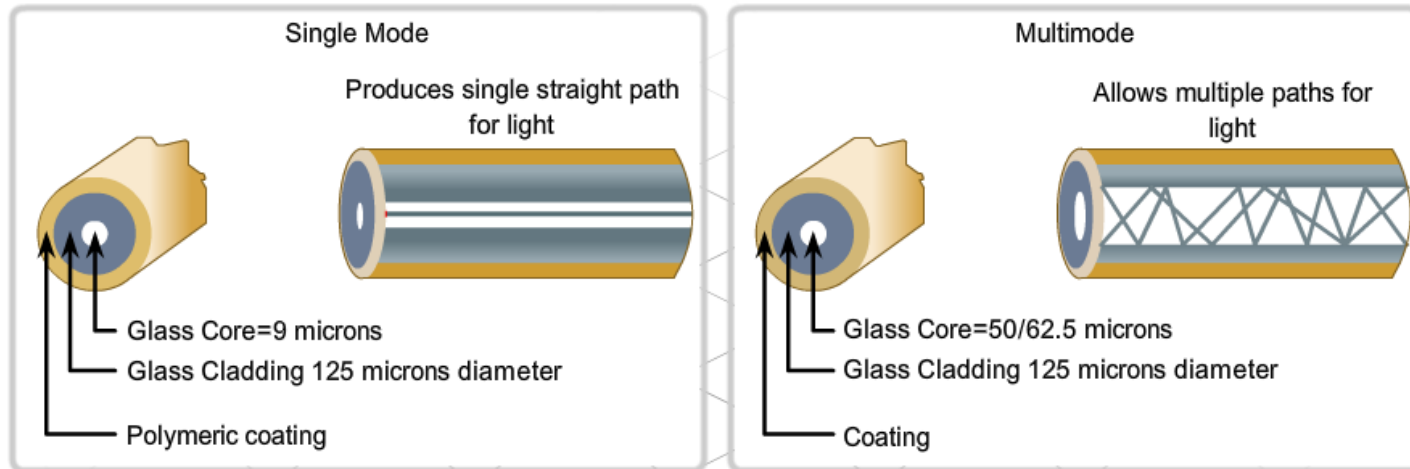


JEDNOMODNA/VIŠEMODNA VLAKNA

- Razlikujemo dve vrste optičkih vlakna
 - a) jednomodna (singlemode)
 - b) višemodna (multimode)
- Kod jednomodnih optičkih vlakana svetlost ulazi u vlakno pod određenim uglom jer se kao izvor svetlosti koristi laser dok kod višemodnih optičkih vlakana svetlosni impulsi u optičko vlakno ulaze u različitim uglovima jer se kao izvor svetlosti koristi LED dioda što izaziva prostiranje svetlosti po više puteva (modova) i neravnomerni dolazak svetlosnih impulsa na drugi kraj vlakna.
- Jednomodna optička vlakna nude veće brzine i rastojanja u odnosu na višemodna optička vlakna što uzrokuje njihovu veću cenu na tržištu.



JEDNOMODNA/VIŠEMODNA VLAKNA



- prečnik jezgra mali
- mala disperzija
- koristi se na većim rastojanjima
- koristi LASER kao izvor svetlosti
- koristi se za povezivanje Campus Backbone infrastrukture na rastojanjima od nekoliko km

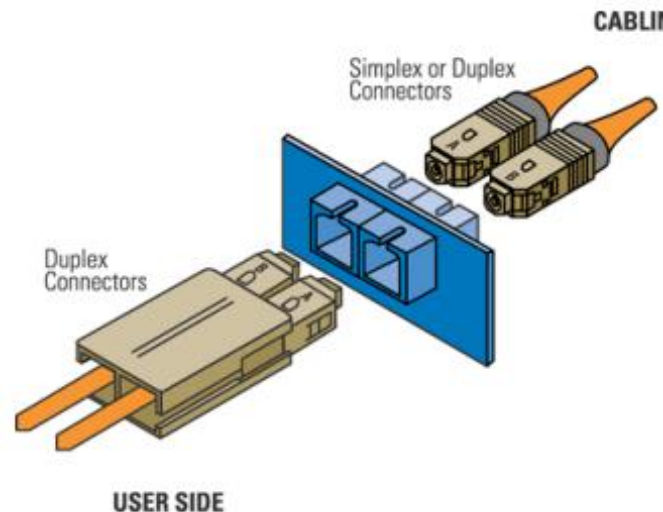
- prečnik jezgra je veći
- veća disperzija utiče na slabljenje
- koristi se na manjim rastojanjima
- koristi LED kao izvor svetlosti
- koristi se za povezivanje LAN segmenata na rastojanjima od nekoliko stotina metara

KARAKTERISTIKE OPTIKE

Prednosti primene kabla sa optičkim vlaknima su:

- velike brzine prenosa signala (reda 50 000 Gbit/s),
- vrlo mala verovatnoća pojave greške,
- optičko vlakno ne emituje smetnje u okolinu, tanko je i lagano.

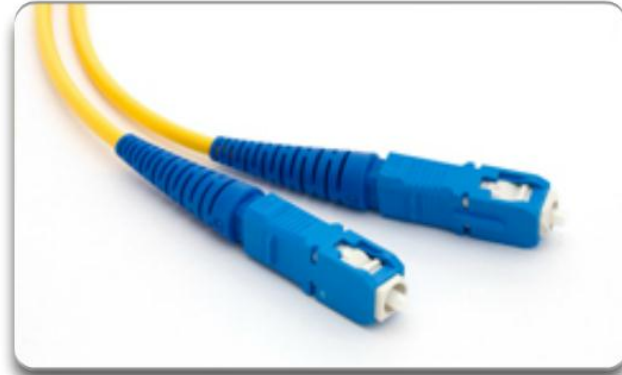
- Zbog toga što optičko vlakno prenosi signale samo u jednom pravcu, kabl se uvek sastoji od dva vlakna u odvojenim omotačima – jedno vlakno šalje signale, a drugo ih prima.



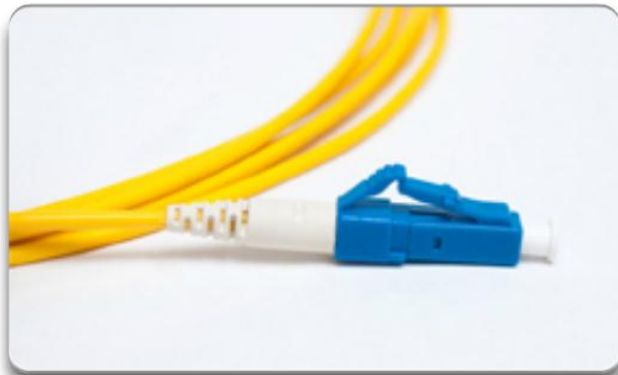
OPTIČKI KONEKTORI



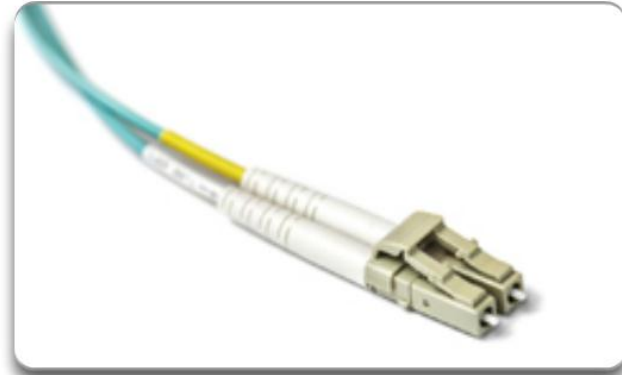
ST Connectors



SC Connectors



LC Connector



Duplex Multimode LC Connectors

OPTIČKI KONEKTORI

- U računarskim mreža najčešće se koriste:
 - ST konektor (*Straight Tip*)
 - SC konektro (*Subscriber Connector*)
- Različiti za monomodna i multimodna vlakna
- Optičke utičnice:
 - pasivni elementi koji omogućavaju čvrsto spajanje dva konektora sa prednje i zadnje strane

ST Connector



Straight Tip (ST) connector is used with single-mode fiber

SC Connector



Subscriber Connector (SC) is used with multimode fiber

100BASE-FX

- Realizacija fast-Ethernet veza
 - 100BASE-FX portovi na komunikacionim uređajima – obično do dva optička porta (uplink) na uređaju sa 12 ili 24 RJ45 porta
 - **Konvertor** između 100BASE-TX i 100BASE-FX (**transiver**)
- Funkcija ripitera
 - Mali uređaj, sa DC napajanjem, koji pretvara električne u optičke signale i obrnuto
- Zbog brzog uvođenja Gigabitskog Etherneta nakon usvajanja 100BaseFX standarda, 100BaseFX nema veliku rasprostranjenost u današnjim mrežama



1000BASE-SX i LX

- 1000BASE-SX

- multimodena vlakna
- lasere ili LED diode na 850nm

- 1000BASE-LX

- multimodna ili monomodna vlakana
- laseri koji rade na 1310nm i više

- Prednosti

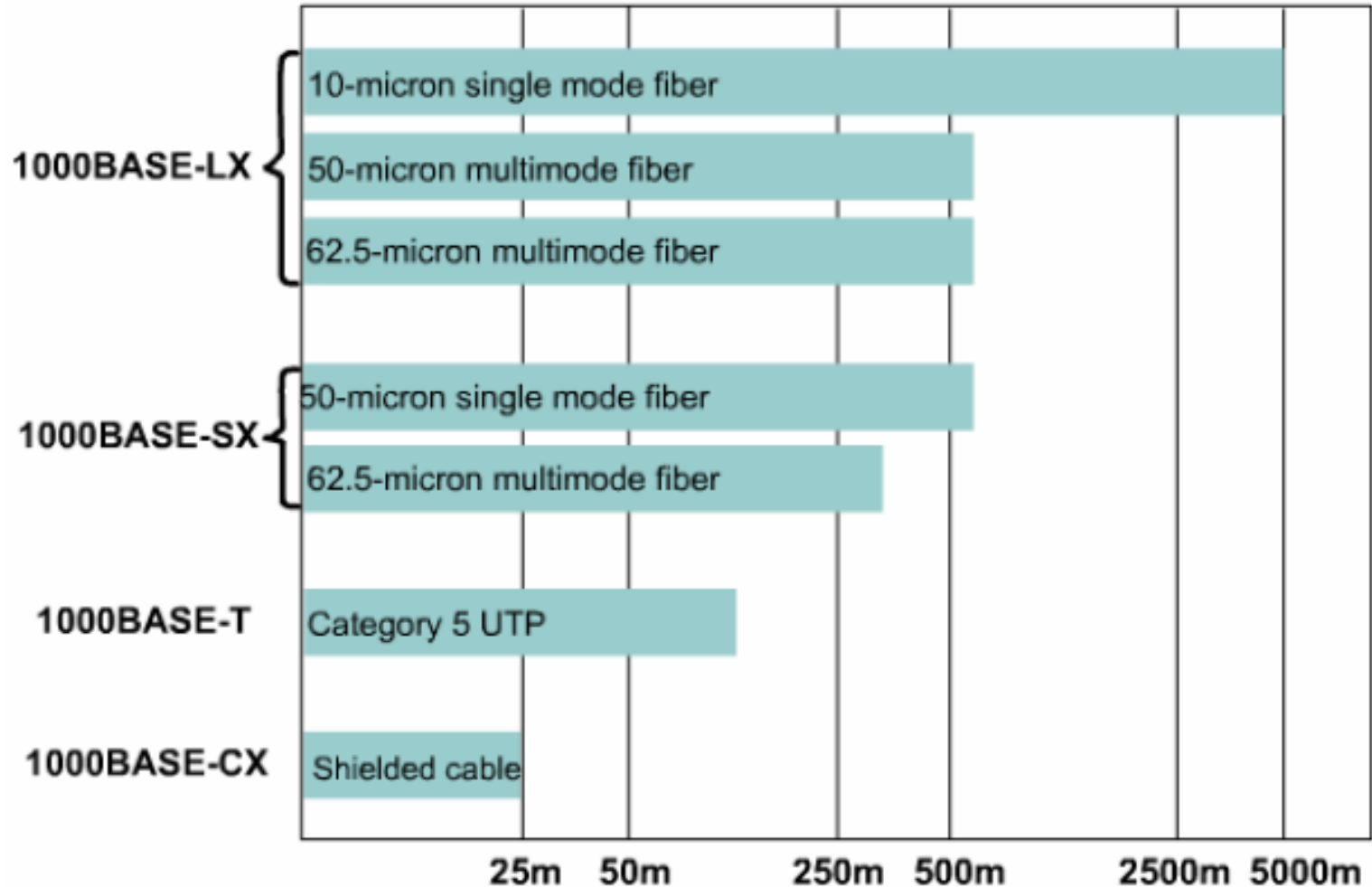
- imun na spoljne elektromagnetne smetnje
- nema problema sa uzemljenjem – povezivanje različitih objekata

TESTIRANJE OPTIČKIH KABLOVA

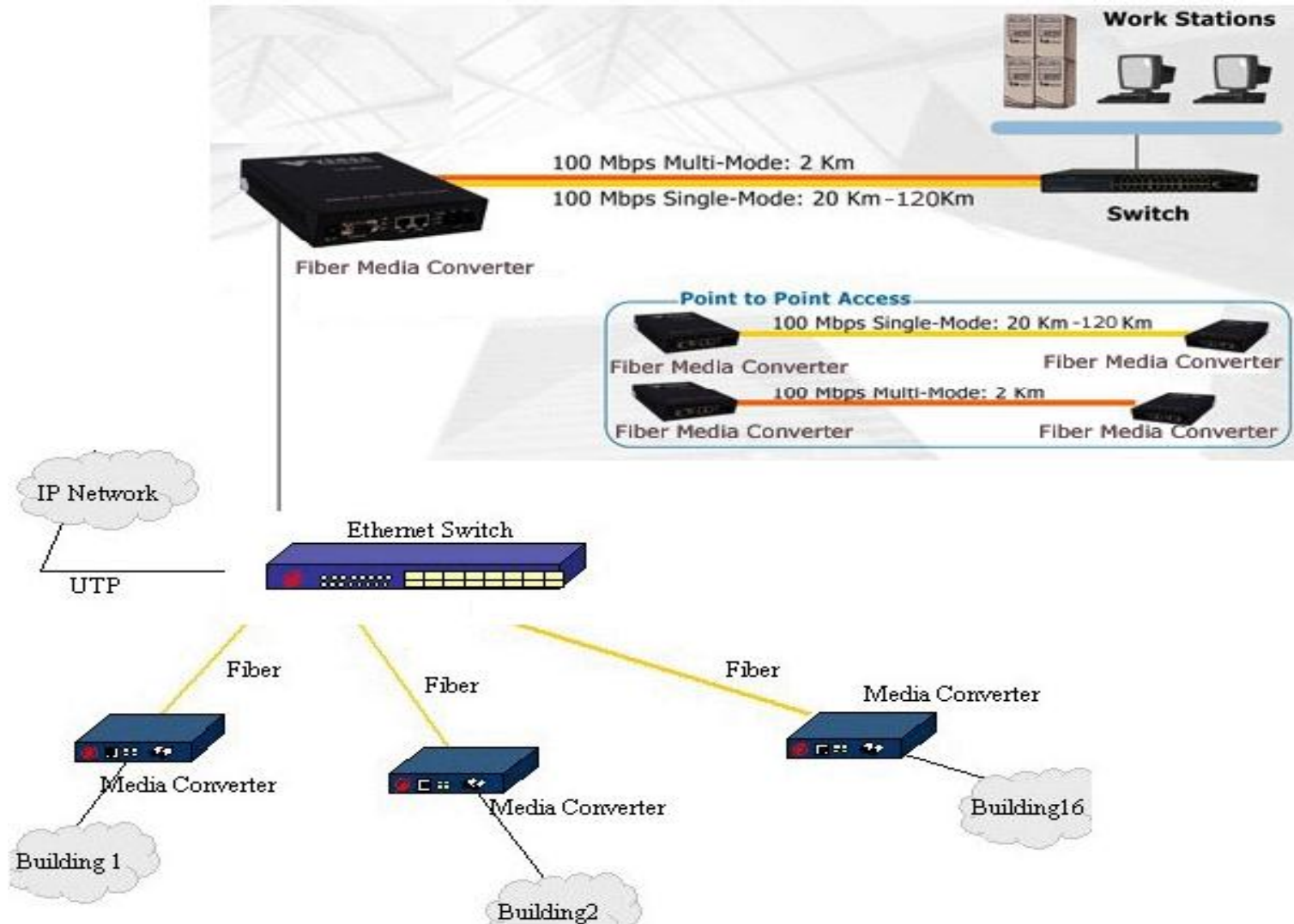


Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)

GIGABITNE ETHERNET TEHNOLOGIJE



PRIMENA OPTIKE U LOKALNOJ RAČUNARSKOJ MREŽI



POREĐENJE OPTIČKOG VLAKNA I UPREDENIH PARICA

Karakteristike	Bakarni medijum	Optičko vlakno
Propusni opseg	10 Mbps – 10 Gbps	10 Mbps – 100 Gbps
Rastojanje	Relativno kratko (1 – 100 metra)	Relativno veliko (1 – 100,000 metra)
Otpornost na EMI i RFI	Mala	Velika (Potpuno imun)
Otpornost na električna pražnjenja	Mala	Velika (Potpuno imun)
Cena medijuma i konektora	Niska	Visoka
Instalacione veštine	Male	Zahtevne
Mere predostrožnosti	Male	Zahtevne

VRSTE BEŽIČNIH MEDIJUMA



- IEEE 802.11 standardi
- Poznatiji kao Wi-Fi.
- Koriste CSMA/CA algoritam
- Koriste se sledeće varijante:
 - 802.11a: 54 Mbps, 5 GHz
 - 802.11b: 11 Mbps, 2.4 GHz
 - 802.11g: 54 Mbps, 2.4 GHz
 - 802.11n: 600 Mbps, 2.4 and 5 GHz
 - 802.11ac: 1 Gbps, 5 GHz
 - 802.11ad: 7 Gbps, 2.4 GHz, 5 GHz, and 60 GHz



- IEEE 802.15 standard
- Podržava brzine do 3 Mbps
- Podržana rastojanja od 1 do 100 metara



- IEEE 802.16 standard
- Podržava brzine do 1 Gbps
- Koristi point-to-multipoint topologiju

802.11 Wi-Fi STANDARDI

Standard	Maksimalna Brzina	Frekvencija	Kompatibilnost
802.11a	54 Mbps	5 GHz	No
802.11b	11 Mbps	2.4 GHz	No
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mbps	2.4 GHz or 5 GHz	802.11b/g
802.11ac	1.3 Gbps (1300 Mbps)	2.4 GHz and 5.5 GHz	802.11b/g/n
802.11ad	7 Gbps (7000 Mbps)	2.4 GHz, 5 GHz and 60 GHz	802.11b/g/n/ac