

Karakteristike računarskih mreža

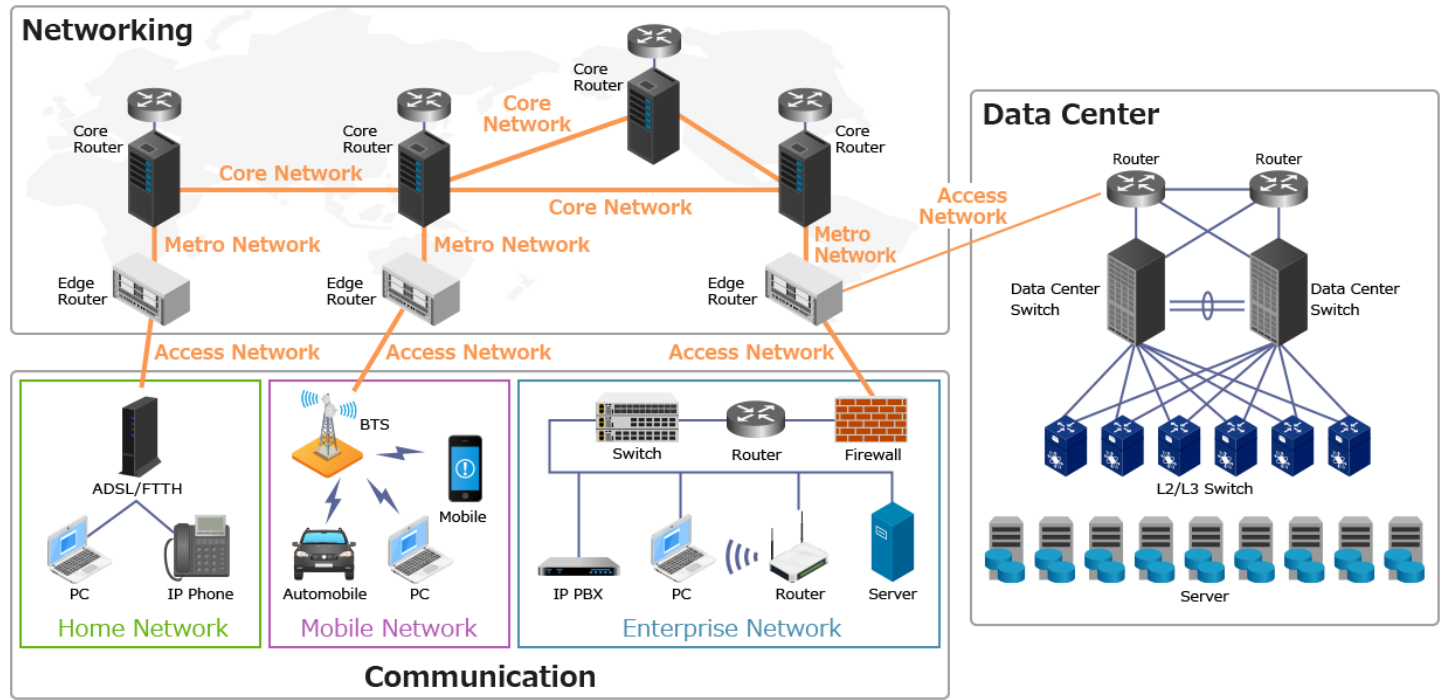
Predmet: Računarske mreže

Predavač: dr Dušan Stefanović

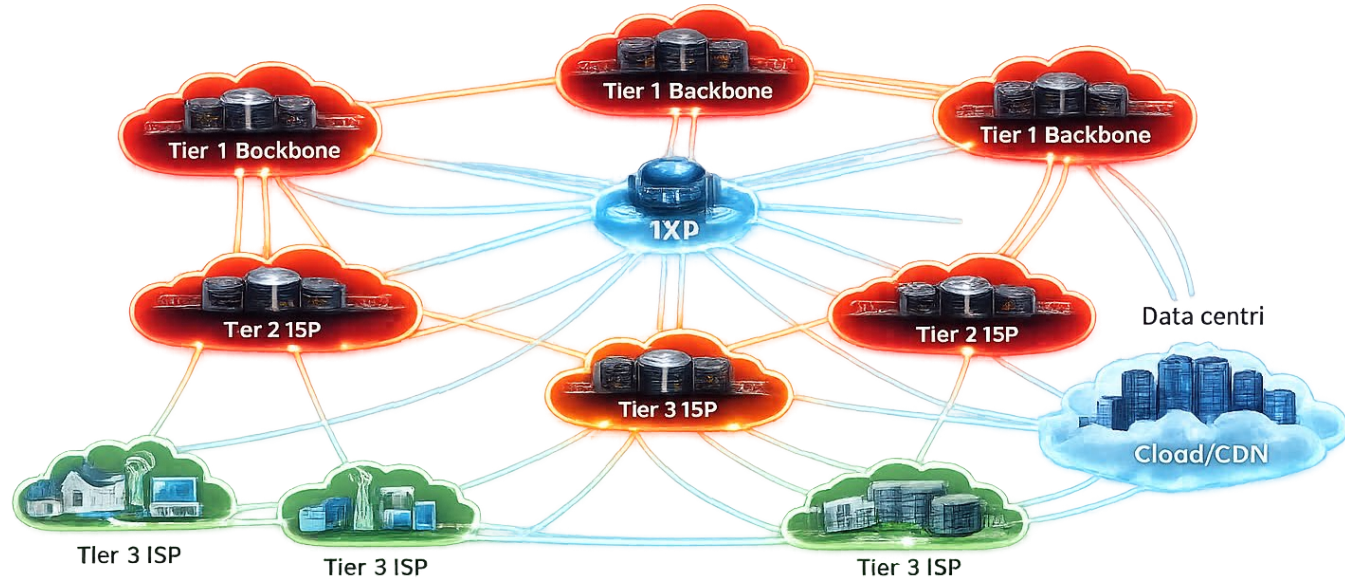
MREŽNA INFRASTRUKTURA

Mrežna infrastruktura sastoji se iz tri kategorije mrežnih komponentata:

- Uređaji
- Medijum
- Servisi



ARHITEKTURA INTERNETA



● Tier 1 – Globalni backbone

Tier 1 provajderi predstavljajo kičmu Interneta i međusobno su povezani. Oni omogućavaju globalnu razmenu saobraćaja između svih ostalih mreža.

● Tier 2 – Regionalni provajderi

Tier 2 provajderi kupuju tranzit od Tier 1 mreža, ali često imaju i peering veze sa drugim provajderima. Oni povezuju nacionalne i regionalne mreže sa globalnom infrastrukturom.

● Tier 3 – Lokalni provajderi (Access sloj)

Tier 3 provajderi obezbeđuju pristup krajnjim korisnicima putem (FTTH, xDSL, mobilne mreže).

KOMPONENTE MREŽNE INFRASTRUKTURE



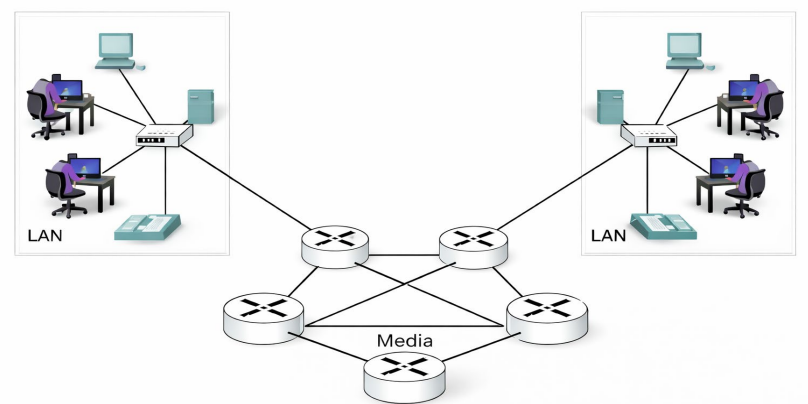
Network Media

Copper

Fiber Optics

Wireless

Krajnji uređaji (end devices) Prenosni medijumi (communication links)

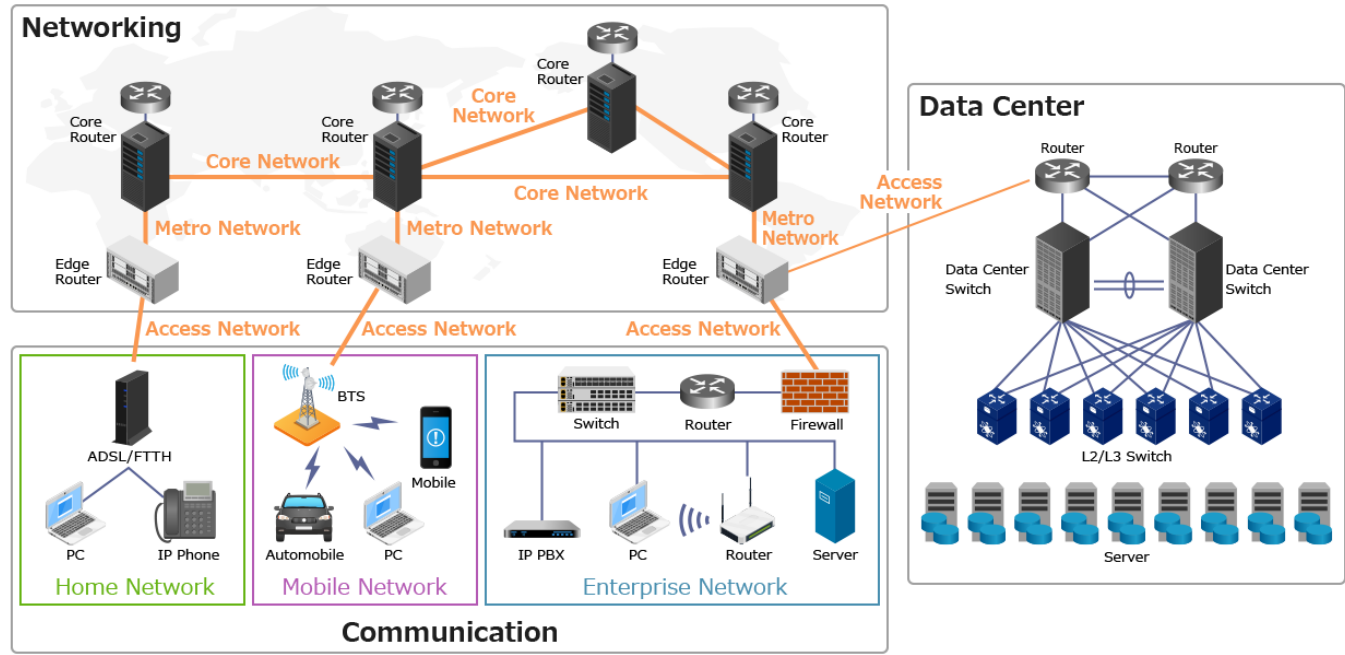


Aktivni mrežni uređaji (intermediary devices)

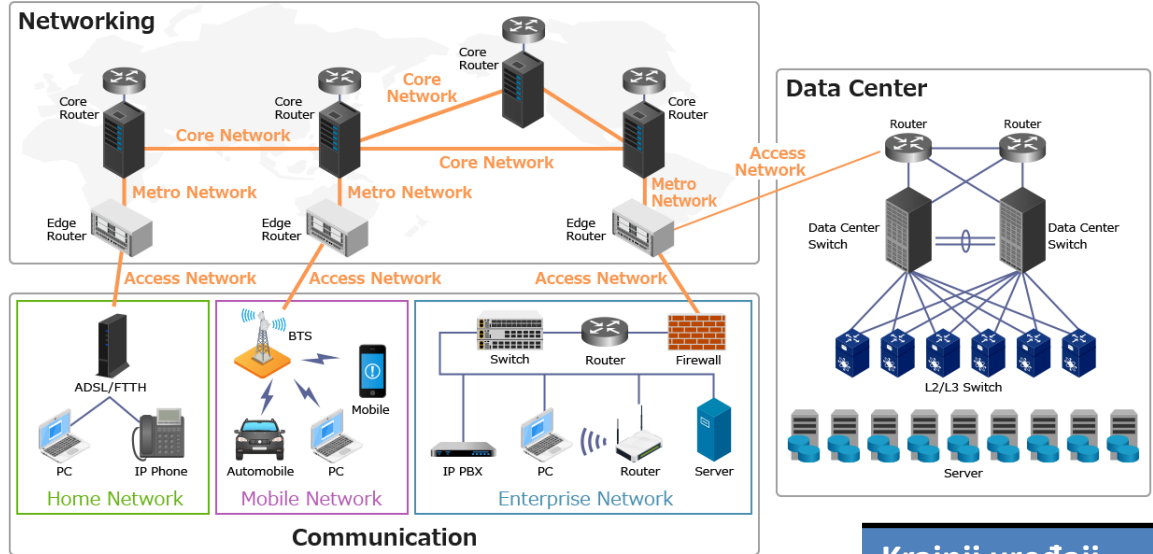
DEFINICIJA RAČUNARSKE MREŽE

Skup **čvorova** (end hosts) koji su povezani preko **komunikacionih linkova**:

- **Čvor** prima i šalje podatke prema drugom čvoru ili od drugog čvora
- **Komunikacioni link** koji je **žičani** (bakar ili optika) ili **bežični** (radio talasi) i obezbeđuje da se podaci razmenjuju između čvorova



ODREĐIVANJE KRAJNJIH ČVOROVA I POSREDNIČKIH ČVOROVA



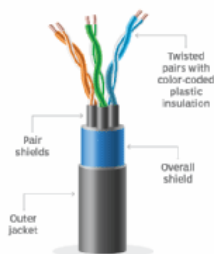
Krajnji uređaji	Posrednički uređaji
PC	Core Ruter
IP telefon	Edge Ruter
Mobilni telefon	L2/L3/ Data Centar Switch
Server	Adsl Modem
IoT (automobil)	Firewall
	Bazna stanica

PRENOSNI MEDIJUMI

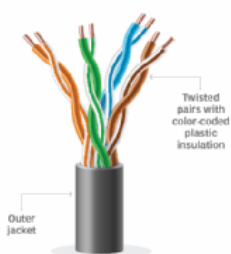
- Upredene parice (UTP)
- Koakcijalni kabl
- Optički kabl
- Infrared talasi (short range komunikacija)
- Radio talasi (Bluetooth, Wifi)
- Mikrotalasi (mobilna telefonija)
- Satelitski prenos (long range komunikacija GPS)

Žičani (wired)

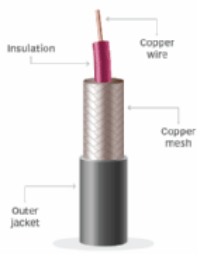
Bežični (wireless)



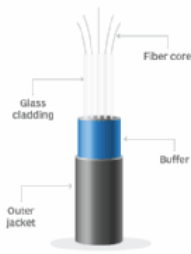
Shielded twisted pair



Unshielded twisted pair



Coaxial



Fiber



SIMBOLI U RAČUNARSKIM MREŽAMA

Simboli za krajnje uređaje

Simboli za aktivne mrežne uređaje

Simboli za prenosne medijume

End Devices

- Desktop Computer
- Laptop
- Printer
- IP Phone
- Wireless Tablet
- TelePresence Endpoint

Intermediary Devices

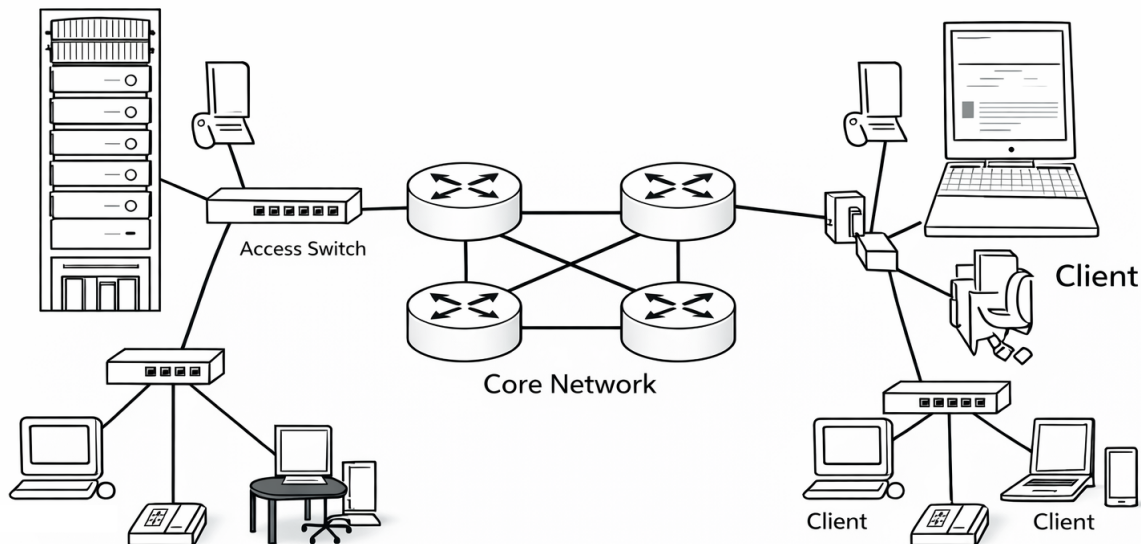
- Wireless Router
- LAN Switch
- Router
- Multilayer Switch
- Firewall Appliance

Network Media

- Wireless Media
- LAN Media
- WAN Media

SERVER – KLIJENT KOMUNIKACIJA

- Termin *HOST* odnosi se na: Client, Server ili oba.
- Softver određuje ulogu hosta.
- Server obezbeđuje uslugu klijentu: e-mail ili web stranicu
- Client zahteva informaciju od servera

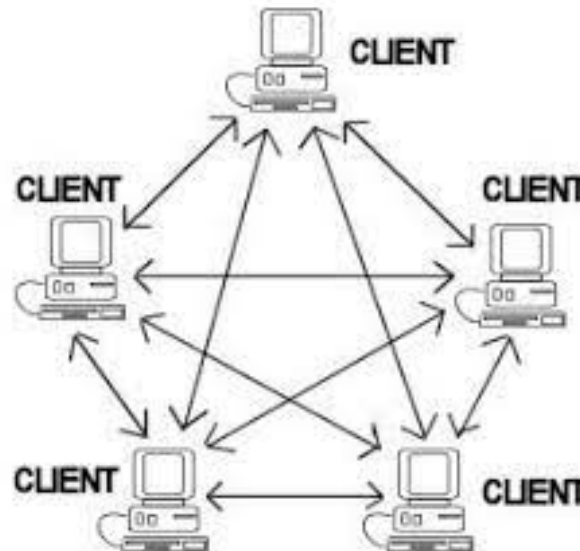


SERVER – KLIJENT KOMUNIKACIJA

- Centralizovano upravljanje
- Request-Response model
- Nedostatak je potencialno preopterećenje servera

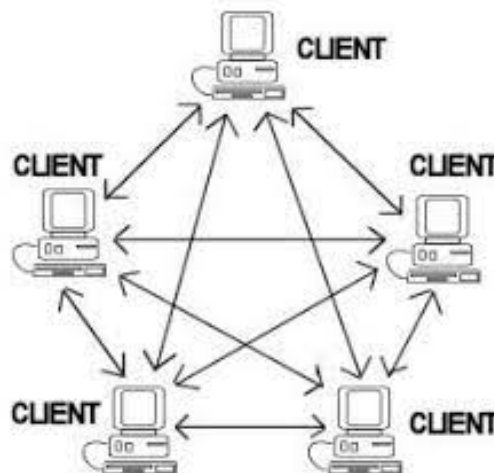
PEER TO PEER MODEL

- Nema hierarhije ili centralnog autoriteta
- Svi čvorovi su ravnopravni u komunikaciji
- P2P mreže su samoupravljajuće
- Uglavnom se koriste za deljenje podataka ali i za komunikaciju (npr. Skype, WhatsApp), distribuiranim app (blockchain) ...



PEER TO PEER MODEL

- P2P mreže su skalabilne jer se povećanje broja uređaja može postići jednostavno dodavanjem novih uređaja
- Zbog decentralizacije, P2P mreže su često otpornije na kvarove i napade jer nema jednog centralnog cilja koji bi mogao onesposobiti mrežu
- Izazovi kod P2P mreža uključuju upravljanje bezbednošću, povećanu složenost usmeravanja podataka i moguće probleme sa performansama u velikim mrežama.



PODELA RAČUNARSKIH MREŽA

Lokalna računarska mreža (LAN)

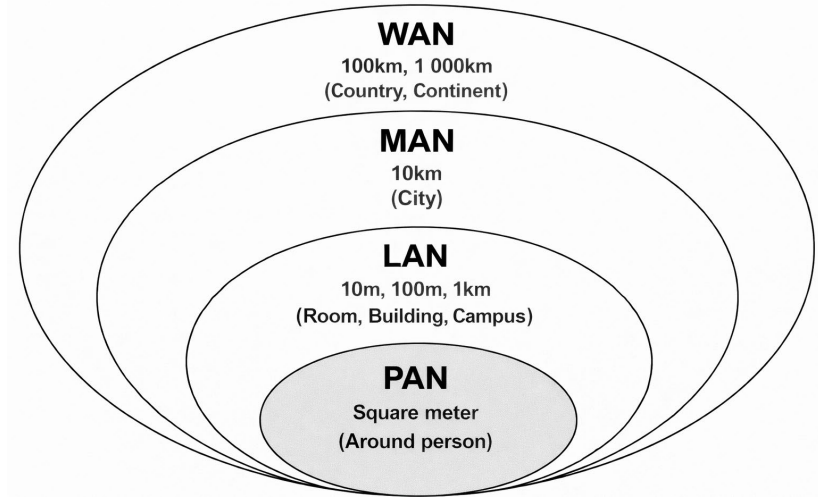
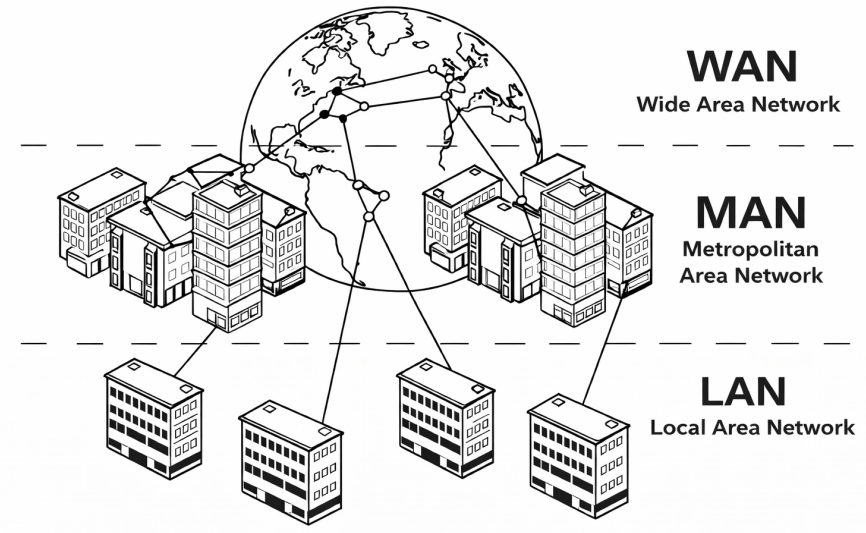
je skup računara koji su povezani na relativno malom prostoru kao što su kancelarija, više kancelarija ili zgrada.

- Osnovna karakteristika LAN mreža su velike brzine prenosa 10/100/1000 Mbps
- Najčešći vid povezivanja uređaja u LAN mreži je kablovima ili bežičnim putem

Regionalna računarska mreža (WAN)

je mreža koja pokriva široko područje regiona ili države

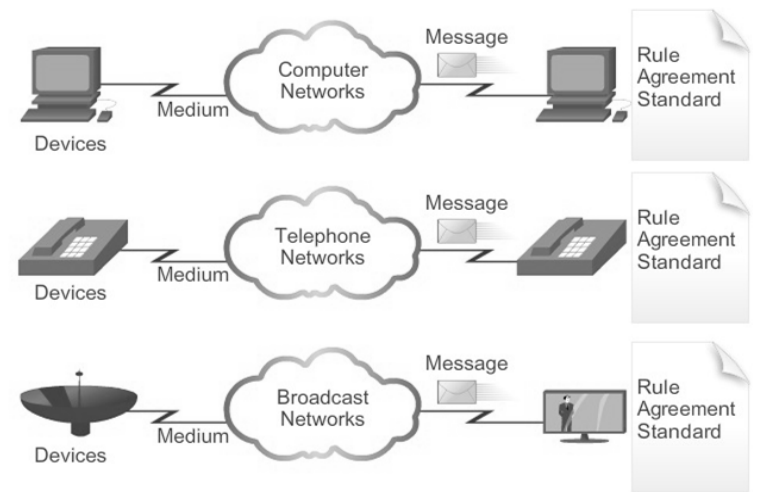
- Koristi se za povezivanje LAN mreža
- Protokoli kao što su MPLS, ATM, FRAME RELAY koriste se za prenos paketa
- Čini je infrastruktura provajdera, brzine od 1Mbps-150Mbps u vidu iznajmljenih linija



NEZAVISNE I RAZDVOJENE MREŽNE INFRASTRUKTURE

Prvobitni dizajn mreža podrazumevao je da svaki servis ima svoju zasebnu mrežnu infrastrukturu

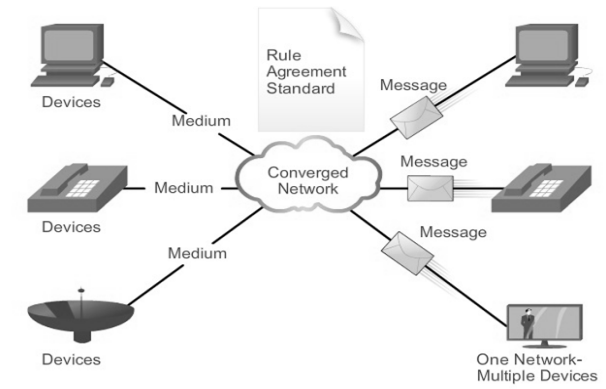
- infrastruktura za podatke
- infrastruktura za voice saobraćaj
- infrastruktura za video saobraćaj



KONVERGETNA MREŽNA INFRASTRUKTURA

Danas se mrežne infrastrukture projektuju da integrišu *data*, *video* i *voice* saobraćaj

Potreba za QoS



POUZDANA MREŽNA INFRASTRUKTURA

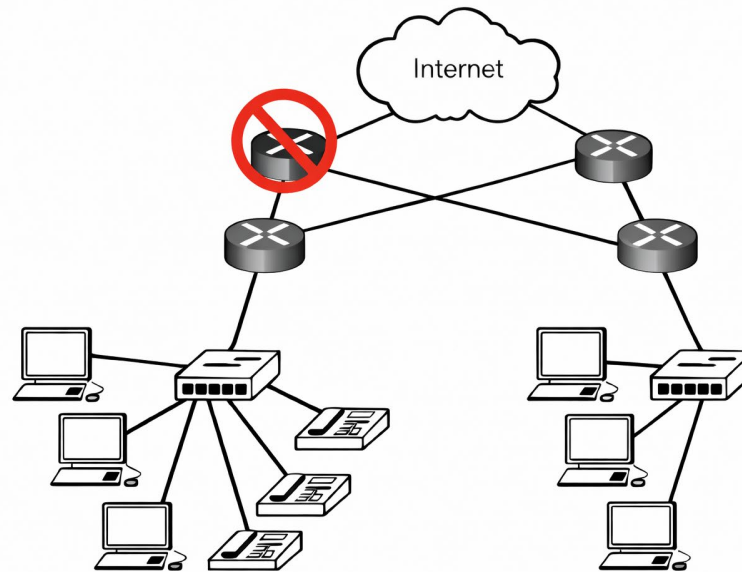
Mreža je potrebno da podržava široki spektar aplikacija i servisa preko različitih vrsta medijuma i uređaja

Četri osnovna elementa na osnovu kojih se ocenjuje kvalitet mreže su:

- **Otpornost na otkaze** (Fault Tolerance)
- **Skalabilnost** (Scalability)
- **Kvalitet usluga** (QoS)
- **Bezbednost** (Security)

OTPORNOST NA OTKAZE (FAULT TOLERANCE)

- Očekuje se da mreža uvek bude dostupna krajnjim korisnicima
- Redudatna konekcija obezbeđuje alternativnu putanju ako uređaj ili link otkažu.
- Korisnik ne primećuje promenu u komunikaciji.



Failover: Saobraćaj automatski preusmeren kroz alternativni put

VISOKA DOSTUPNOST I METRIKE POUZDANOSTI (HIGH AVAILABILITY)

High Availability (Visoka dostupnost) predstavlja sposobnost sistema da bude operativan i dostupan korisnicima tokom velikog procenta vremena.

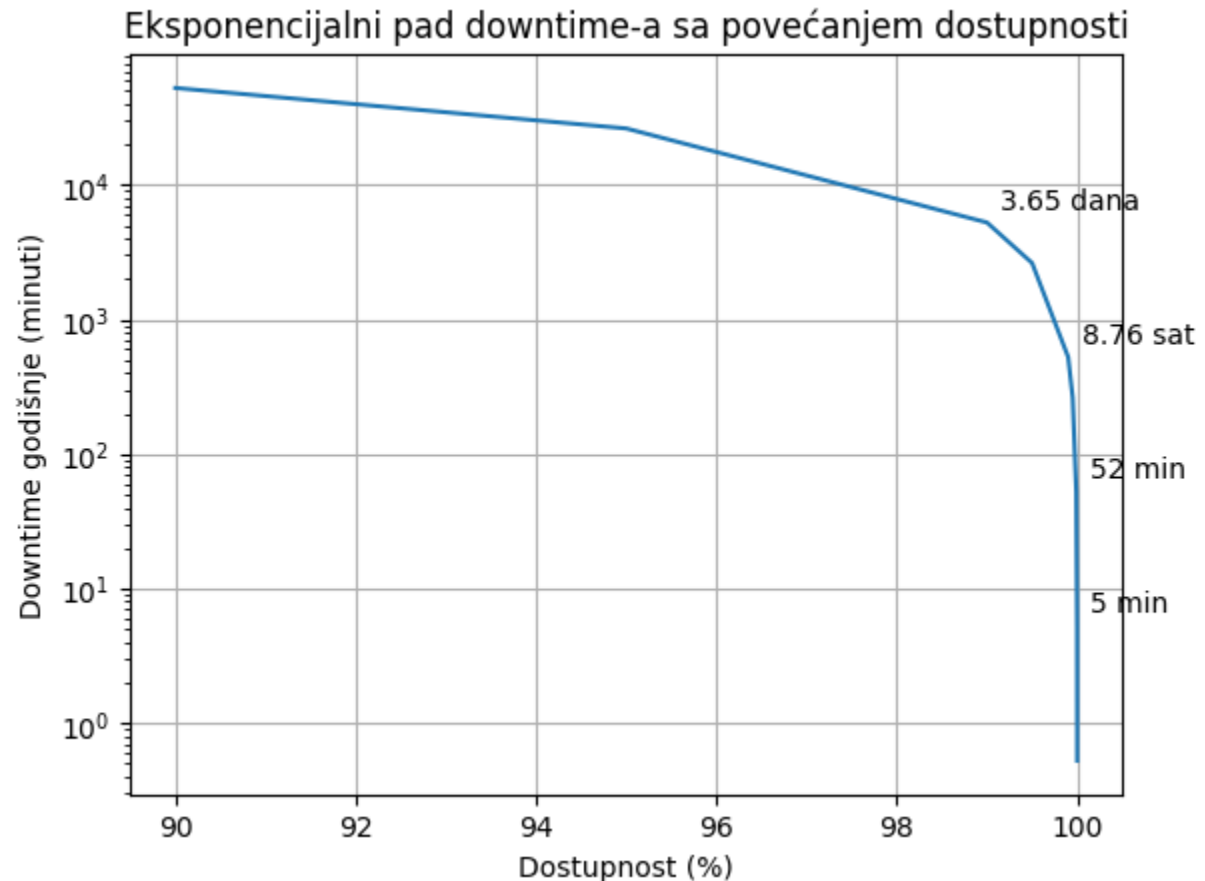
Izražava se procentom dostupnosti (npr. 99%, 99.9%, 99.99%)

Što je više „devetki“, to je manji dozvoljeni downtime

Dostupnost	Godišnji prekid	Mesečni prekid	Dnevni prekid	Tipična primena
99%	~3.65 dana	~7.2 sati	~14.4 min	Manje web aplikacije
99.5%	~1.83 dana	~3.6 sati	~7.2 min	SMB servisi
99.9%	~8.76 sati	~43.8 min	~1.44 min	ISP, poslovne aplikacije
99.95%	~4.38 sati	~21.9 min	~43 sek	Cloud servisi
99.99%	~52.6 min	~4.38 min	~8.6 sek	Bankarski sistemi
99.999%	~5.26 min	~26 sek	~0.86 sek	Telekom, data centri Tier III/IV
99.9999%	~31.5 sek	~2.6 sek	~0.086 sek	Kritična infrastruktura

VISOKA DOSTUPNOST I METRIKE POUZDANOSTI (HIGH AVAILABILITY)

Dostupnost	Godišnji prekid
99%	~3.65 dana
99.5%	~1.83 dana
99.9%	~8.76 sati
99.95%	~4.38 sati
99.99%	~52.6 min
99.999%	~5.26 min
99.9999%	~31.5 sek



MTBF (Mean Time Between Failures)

Srednje vreme između otkaza

Predstavlja **prosečno vreme rada sistema** između **dva uzastopna otkaza**.

Meri pouzdanost sistema

Što je MTBF veći → sistem je pouzdaniji

Koristi se kod hardverskih komponenti (ruteri, diskovi, napajanja)

Primer:

Ako je MTBF rutera 50.000 sati → statistički se očekuje kvar nakon ~5.7 godina rada.

MTTR (Mean Time To Repair)

Srednje vreme potrebno za popravku

Predstavlja **prosečno vreme** potrebno da se **sistem vrati** u operativno stanje nakon kvara.

Uključuje:

Detekciju kvara, Dijagnostiku, Zamenu opreme

Što je MTTR manji → sistem se brže oporavlja → **veća dostupnost**.

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Primer 1:

MTBF = 10.000 sati

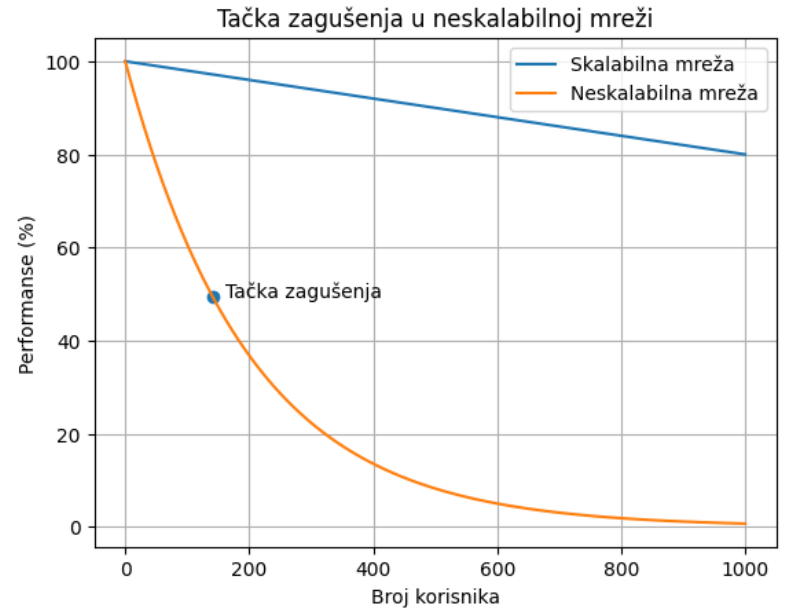
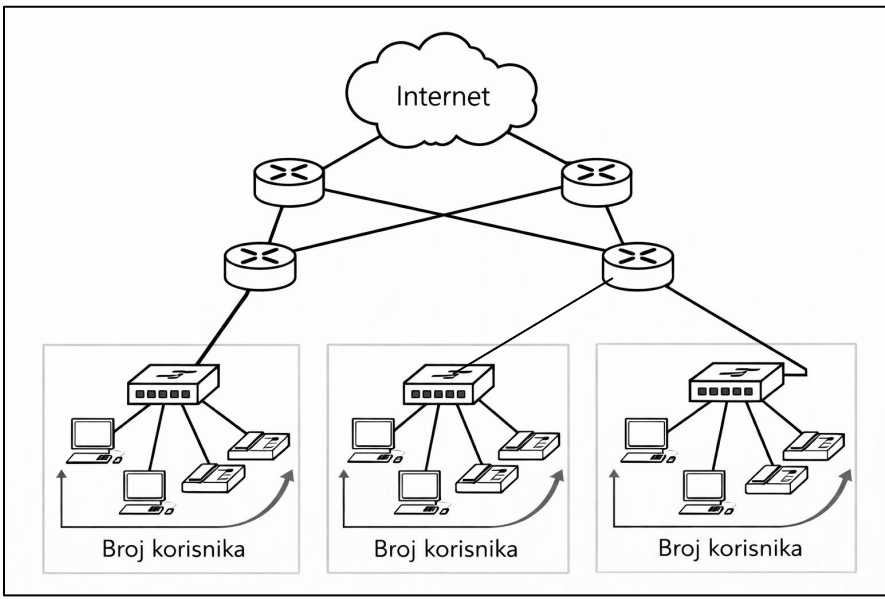
MTTR = 2 sata

Availability = 10.000 / 10.002 ≈ 99.98%

SKALABILNOST (SCALABILITY)

Mreža je skalabilna ukoliko može da se nadogradi novim korisnicima ili aplikacijama a da pritom ne degradira postojeće performanse

Internet koristi hijerarhijsku strukturu za adresiranje, imenovanje i povezivanje



KLJUČNE KARAKTERISTIKE SKALABILNOSTI

Modularna arhitektura

(access, distribution, core sloj)

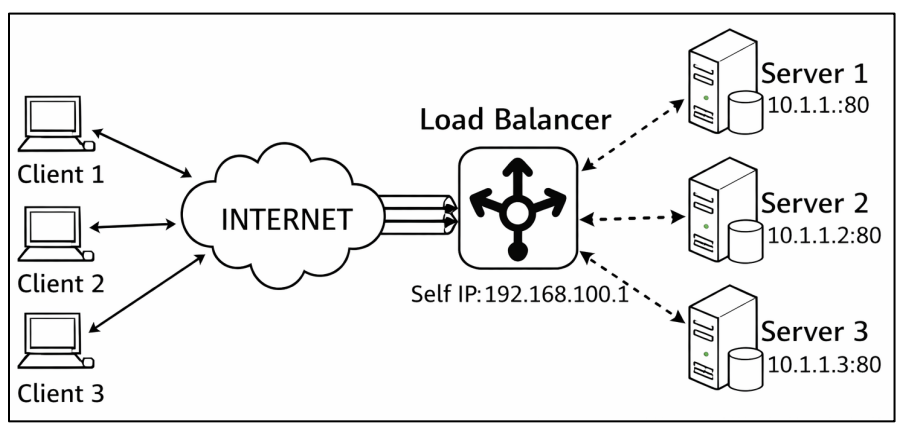
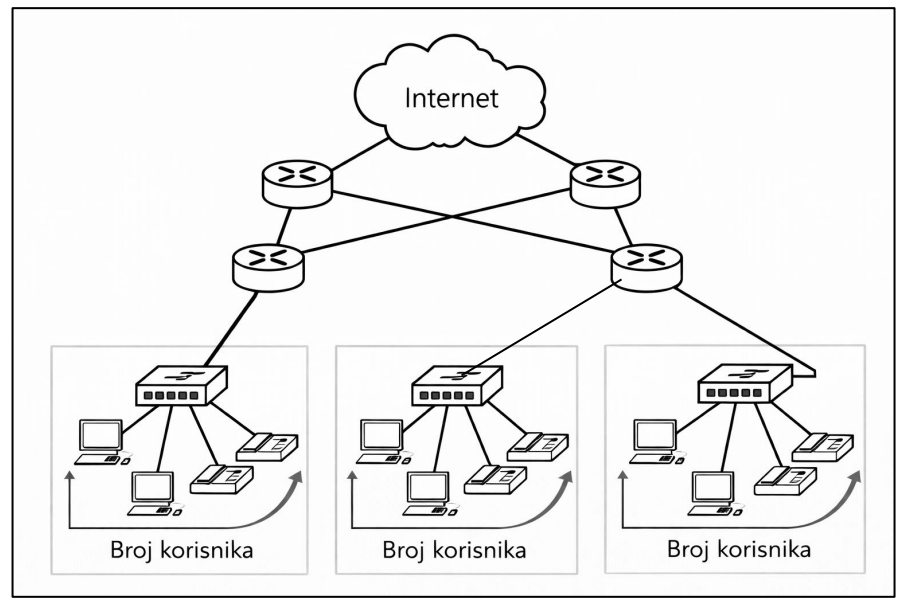
Hijerarhijski dizajn mreže

Agregacija saobraćaja

Logička segmentacija (VLAN, subnetting)

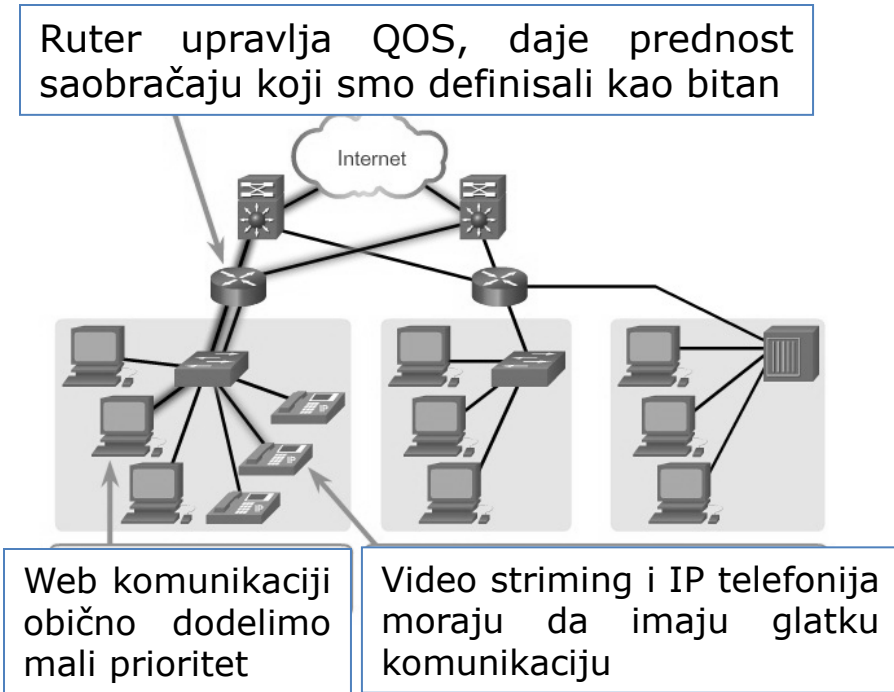
Dinamički ruting protokoli

Horizontalno i vertikalno skaliranje



KVALITET USLUGA (QOS)

- QoS je sposobnost mreže da obezbedi dodatne usluge izabranom saobraćaju
- Ruter upravlja QOS, daje prednost saobraćaju koji smo definisali kao bitan
- Web komunikaciji obično dodelimo mali prioritet
- Video striming i IP telefonija moraju da imaju glatku komunikaciju



Mrežni saobraćaj možemo podeliti:

Saobraćaj u realnom vremenu

- Voice saobraćaj
- Video-konferencijski saobraćaj

Stream saobraćaj










- Video po zahtevu
- Filmovi

Transakcioni saobraćaj

- komunikacija sa bazom podataka

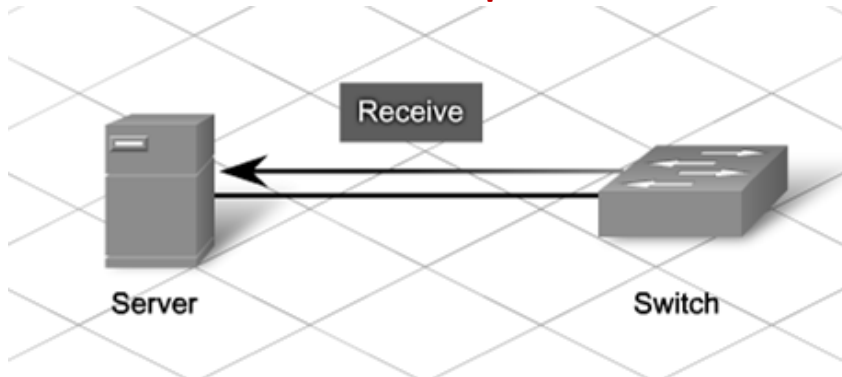
Obiman saobraćaj (Bulk traffic)

- Web
- Email
- Backup

Tip komunikacije	Bez QoS-a	Sa QoS-om
 Video ili audio strimovanje	<input checked="" type="checkbox"/> Video ili audio strimovanje  Slika secka i prekida se.	<input checked="" type="checkbox"/> Jasna i kontinuirana usluga  Jasna i kontinuirana usluga
 Kritične transakcije	Vreme : Cena 02:14:05 : \$1.54 Samo jednu sekundu ranije...	 Kritične transakcije 02:14:04 : \$1.52 Cena može biti povoljnija.
 Preuzimanje web stranica (obično niži prioritet)	Web stranice stižu nešto kasnije...  Web stranice stižu nešto kasnije...	 Preuzimanje web stranica  Ali krajnji rezultat je isti.

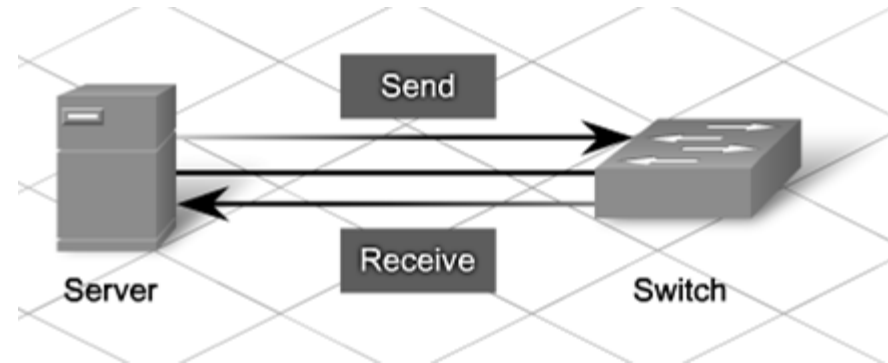
TOK PODATAKA (DATA FLOW)

Half-Duplex



- Dvosmerna ulica, ali se koristi samo jedan smer u jednom trenutku
- Ethernet hub i voki toki koriste half-duplex data flow

Full-Duplex



- Dvosmerna ulica
- Ethernet svičevi koriste full-duplex
- Većina serijskih linkova je full-duplex

Simplex

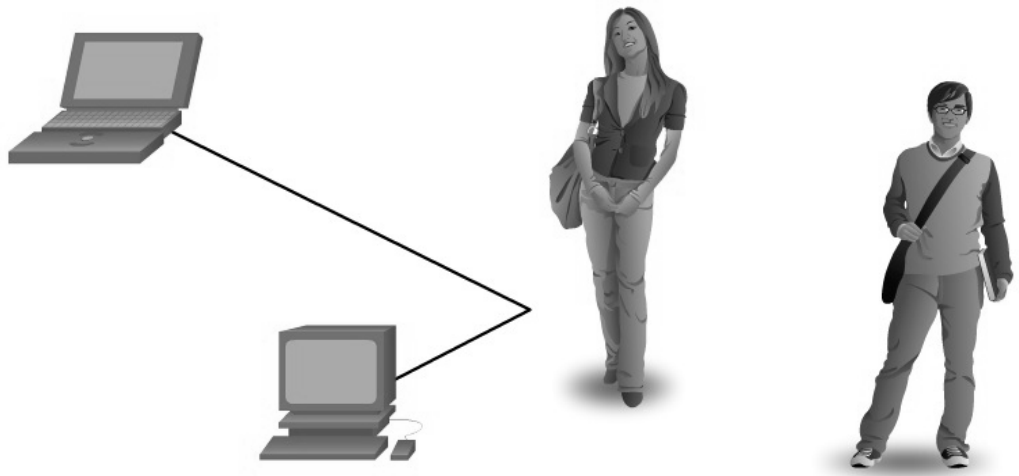


Jednosmerana ulica

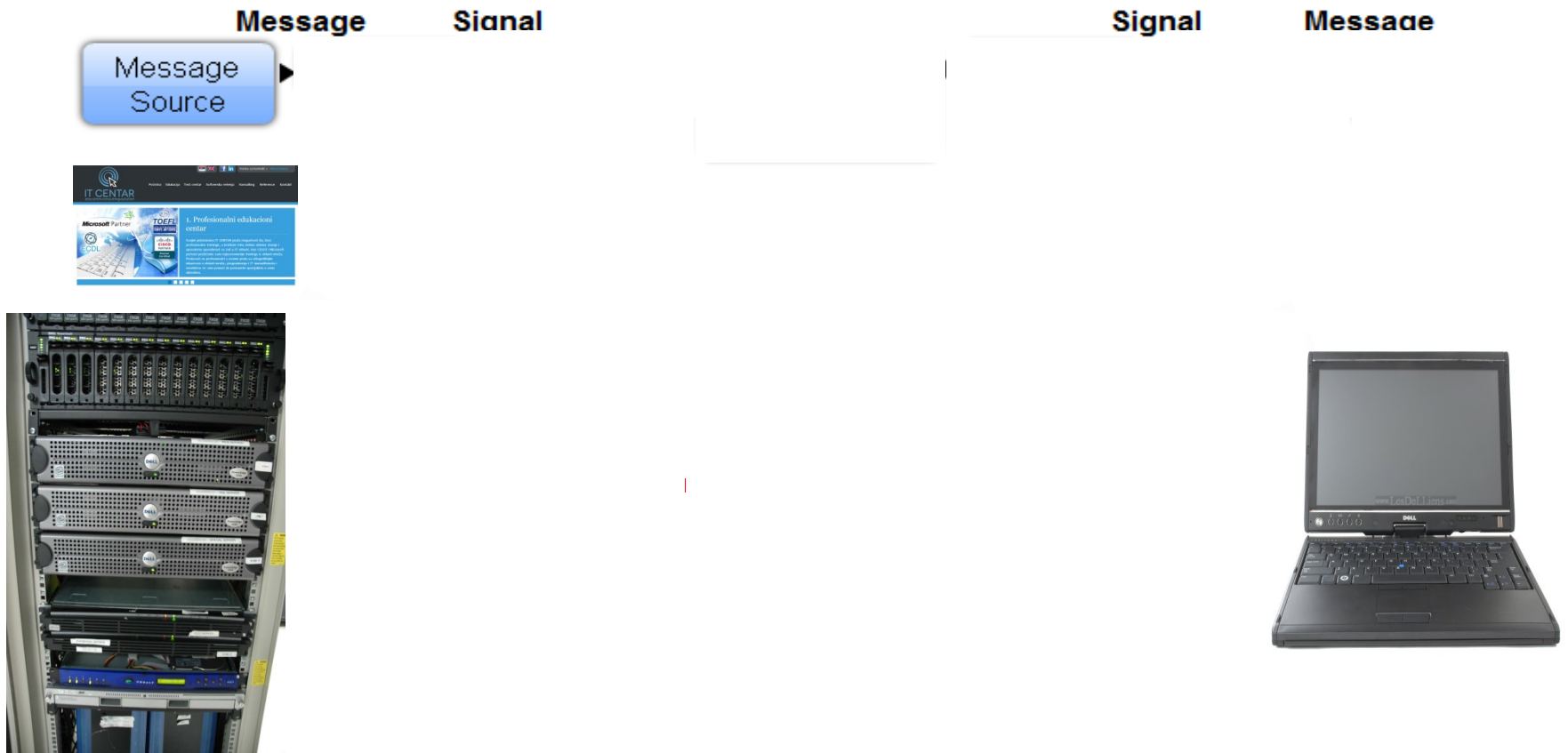
USPOSTAVLJANJE PRAVILA

Komunikacija zahteva:

- **Hardversku komponentu**
 - Mrežni adapter(NIC)
 - Prenosni medijim
- **Softversku komponentu**
 - Protokol
 - Protokolski stek



KODIRANJE PORUKE



PROTOKOLI (PRAVILA U KOMUNIKACIJI)

Message Timing

- Čovek koristi vreme kako bi odredio kada da priča, koliko brzo ili sporo i koliko dugo da čeka na odgovor

Access Method

- Određuje kada neko sme da pošalje poruku
- Ukoliko dve osobe pričaju u isto vreme desiće se koalizija
- Računarima u mreži neophodan je mehanizam pristupa koji određuje kada poruka može da se pošalje

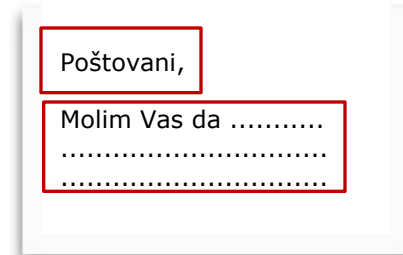
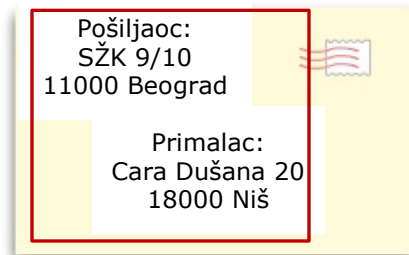
Flow Control

- Određuje koliko informacija može da se pošalje
- Računari koriste kontrolu toka da bi pregovarali o količini podataka koji šalju i primaju

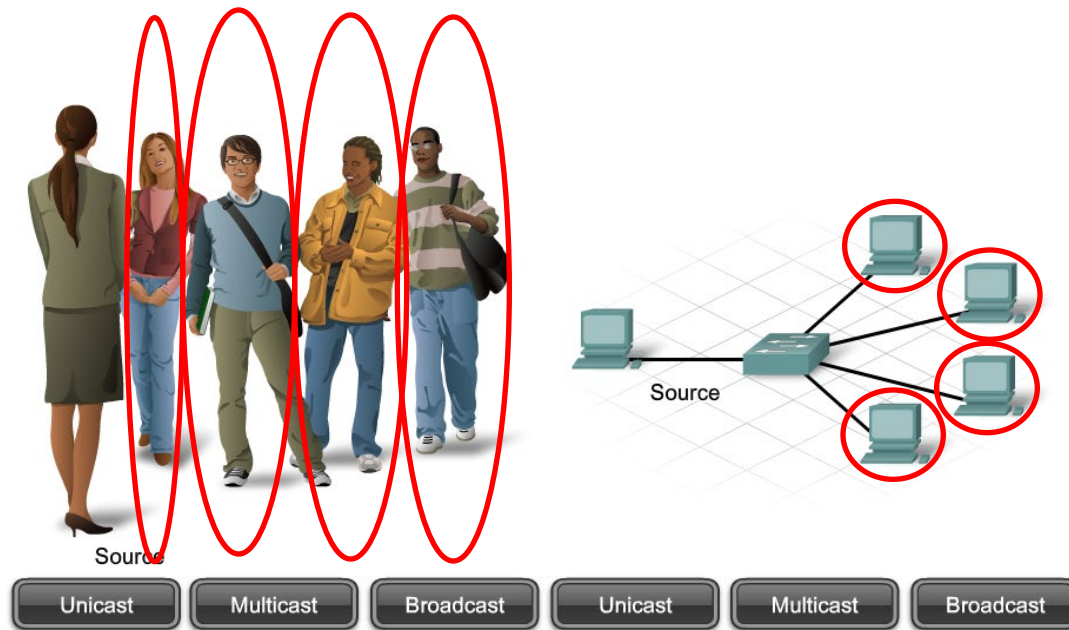
Response Timeout

- Računari koriste pravilo koje definiše koliko dugo da čekaju odgovor i koju akciju da preduzmu ukoliko odgovor ne prime u predviđenom vremenu

SLANJE PISMA



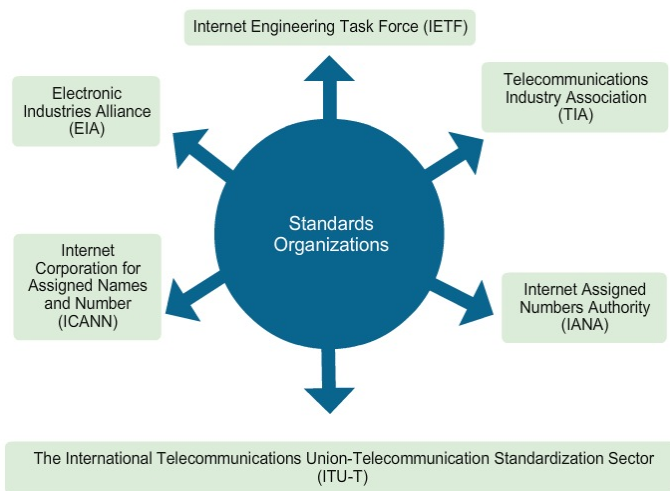
NAČINI ISPORUKE PORUKE



- Unicast: Jedan na Jedan
- Multicast: Jedan na Više
- Broadcast: Jedan ka Svima

ORGANIZACIJE ZA STANDARDIZACIJU

- Industrijski standard sprečava monopol jedne kompanije
- Ohrabruje i ubrzava razvoj tehnologije
- Organizacije za standardizaciju su:
 - The Internet Society (ISOC)
 - The Internet Architecture Board (IAB)
 - The Internet Engineering Task Force (IETF)
 - The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
 - The International Organization for Standardization (ISO)



PITANJE BR. 1

Koja kombinacija karakteristika mrežne infrastrukture najdirektnije doprinosi visokoj dostupnosti (High Availability) u realnim mrežnim sistemima?

- A) Redundantne veze, mali MTTR i veliki MTBF
- B) Veliki MTTR, mali MTBF i statički ruting
- C) Jedan centralni ruter i visoki QoS prioriteti
- D) Jedan backbone link i visoka brzina prenosa

PITANJE BR. 2

Koja od sledećih tvrdnji najbolje objašnjava razlog zašto je Internet skalabilan?

- A) Svi uređaji su povezani u jednoj ravnoj topologiji
- B) Internet koristi hijerarhijsku strukturu adresiranja i povezivanja
- C) Internet koristi isključivo optičke kablove
- D) Svi provajderi koriste istu tehnologiju pristupa

PITANJE BR. 3

U mreži koja koristi QoS, koji tip saobraćaja treba da ima najviši prioritet kako bi se obezbedio kvalitet komunikacije?

- A) Backup i email
- B) Web browsing
- C) Voice i video konferencijski saobraćaj
- D) FTP prenos velikih fajlova

PITANJE BR. 4

Koji od sledećih opisa najbolje karakteriše Tier 2 Internet provajdere?

A) Oni su krajnji provajderi koji obezbeđuju pristup korisnicima

B) Oni predstavljaju globalni backbone Interneta

C) Oni kupuju tranzit od Tier 1 mreža ali često imaju i peering veze sa drugim provajderima

D) Oni su isključivo privatne akademske mreže

PITANJE BR. 5

U kojoj situaciji bi korišćenje half-duplex komunikacije imalo najveće ograničenje u odnosu na full-duplex?

- A) Kada uređaji šalju podatke samo u jednom smeru
- B) Kada dva uređaja moraju istovremeno da šalju i primaju podatke
- C) Kada se koristi optički kabl
- D) Kada mreža koristi QoS

PITANJE BR. 6

Velika cloud kompanija projektuje mrežu sa **više redundantnih linkova između rutera**, tako da u slučaju kvara saobraćaj automatski ide alternativnim putem. Koja karakteristika mreže je time primarno ostvarena?

- A) Skalabilnost
- B) Fault tolerance
- C) QoS
- D) Segmentacija

PITANJE BR. 7

Mrežni administrator posmatra sledeće metrike za mrežni uređaj:

MTBF = 30.000 sati

MTTR = 3 sata

Koja tvrdnja je tačna?

- A) Uređaj ima nisku dostupnost jer je MTTR mali
- B) Dostupnost zavisi samo od MTBF
- C) Dostupnost zavisi od odnosa MTBF i MTTR
- D) MTBF ne utiče na dostupnost

PITANJE BR. 8

Mreža mora da podrži sledeće aplikacije:

VoIP telefoniju

Video streaming

Web browsing

Backup sistema

Ako dođe do zagušenja mreže, koji tip saobraćaja bi trebalo **poslednji da dobije prioritet?**

A) Voice

B) Video konferencije

C) Web browsing

D) Backup

PITANJE BR. 9

U jednom sistemu server šalje podatke klijentu dok klijent istovremeno šalje zahteve serveru preko iste veze bez čekanja. Koji tip komunikacije je u pitanju?

- A) Simplex
- B) Half-duplex
- C) Full-duplex
- D) Broadcast

PITANJE BR. 10

Administrator želi mrežo koja može da **poveća broj korisnika bez pada performansi**. Koji koncept najviše opisuje ovaj zahtev?

- A) Fault tolerance
- B) QoS
- C) Scalability
- D) Security