

Otvoreni operativni sistemi

Marko Dimitrijević

Linux u mrežnom okruženju

- OSI i TCP/IP modeli
- Fizički sloj
- Data link sloj
- Mrežni sloj, IP protokol
- Transportni sloj, TCP i UDP protokol
- Aplikativni sloj

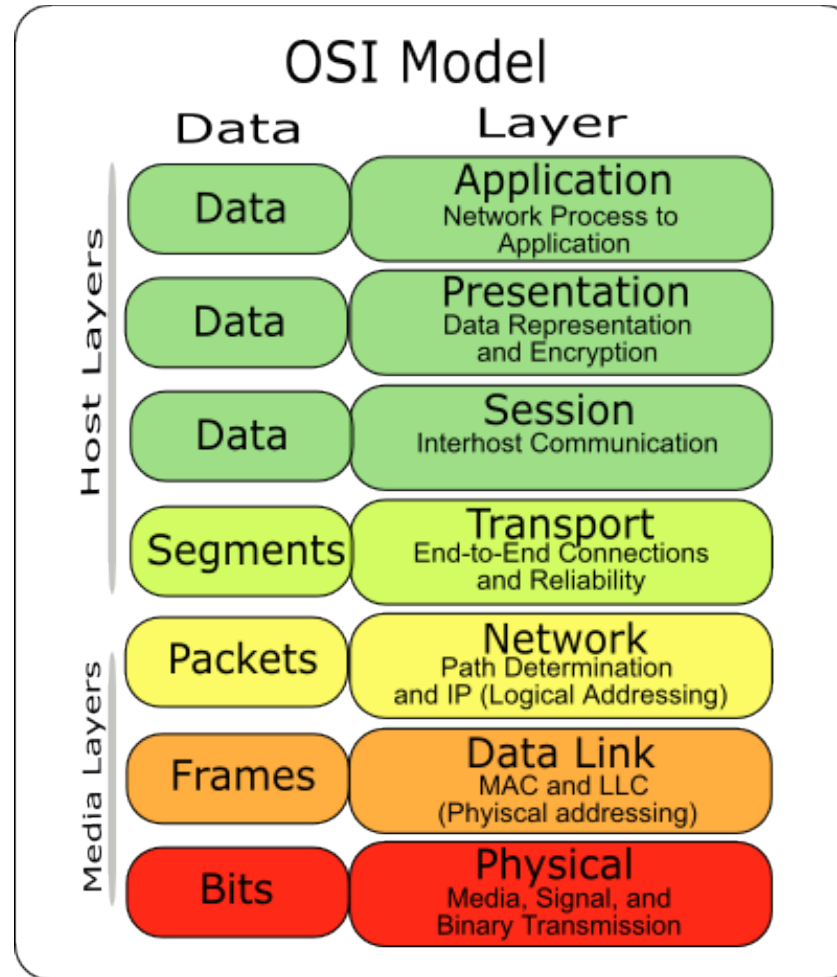
Uvod

- Prenos podataka u mreži je asinhron, putem paketa podataka, čime je premošćena razlika u brzinama prenosa, standardima komunikacije, hardveru i softveru sistema koji komuniciraju.
- Kako bi se omogućilo projektovanje računarskih mreža, uspostavljeni su modeli za paketnu komunikaciju.
- U upotrebi su dva modela komunikacije OSI i TCP/IP

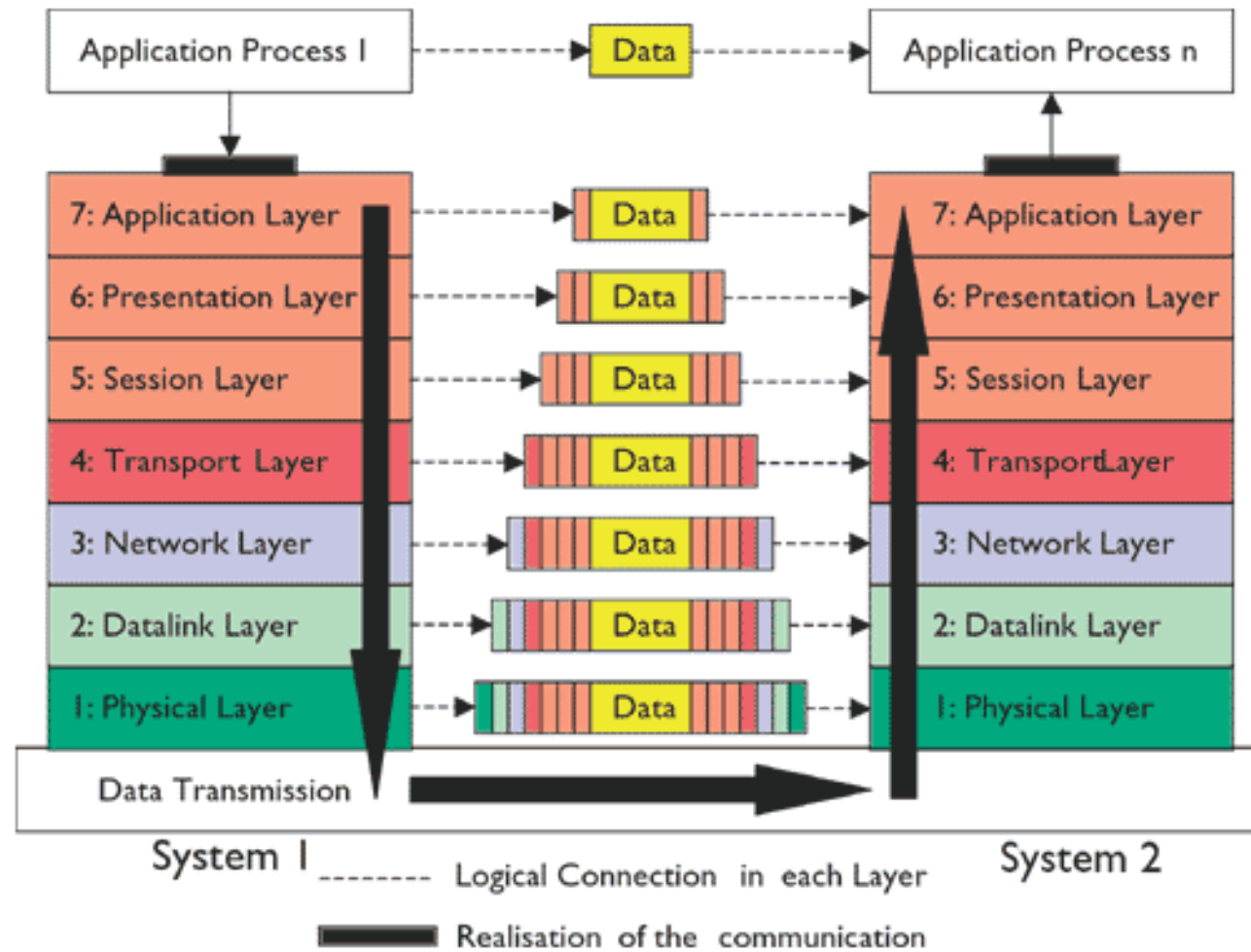
OSI referentni model

- OSI (Open System Interconnected), **OSI referentni model** ili **referentni model za otvoreno povezivanje sistema** je najkorišćeniji apstraktni opis arhitekture mreže
- Opisuje interakciju uređaja (hardware-a), programa, servisa (software-a) i protokola pri mrežnim komunikacijama.
- OSI model deli arhitekturu mreže u sedam logičkih nivoa, definiše spisak funkcija, servisa i protokola koji funkcionišu na svakom od nivoa.

OSI referentni model - slojevi



OSI referentni model - inkapsulacija



TCP/IP

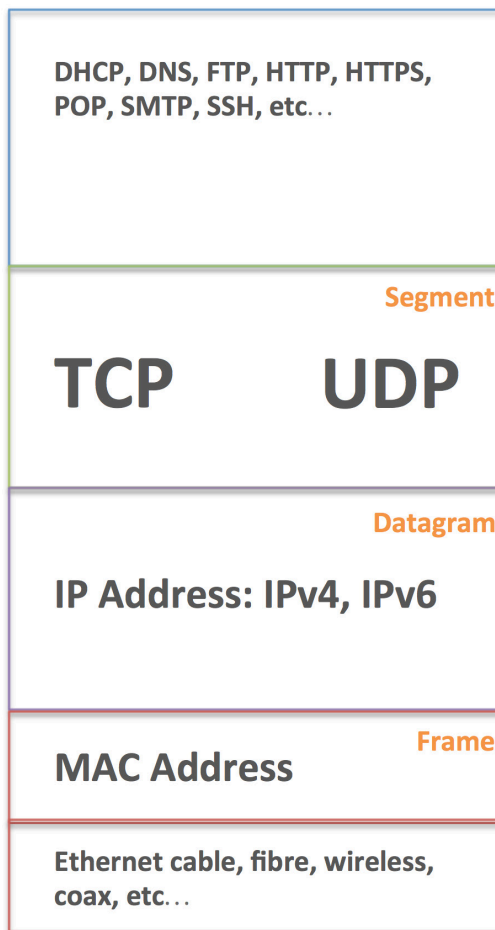
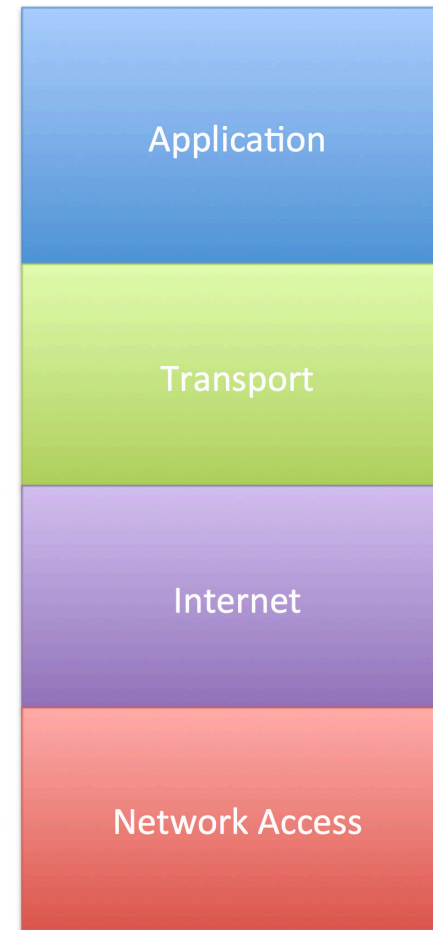
- **TCP/IP** model je skup protokola razvijen u cilju umrežavanja računara
- Razvijen je od strane agencije DARPA u okviru ARPANET mreže, sedamdesetih godina
- TCP/IP predstavlja praktičan model, na kome se zasniva Internet.
- TCP/IP se sastoji od desetina različitih protokola, koji se stalno razvijaju.
- TCP/IP ima četiri logičla sloja

TCP/IP

The OSI Model



The TCP/IP Model



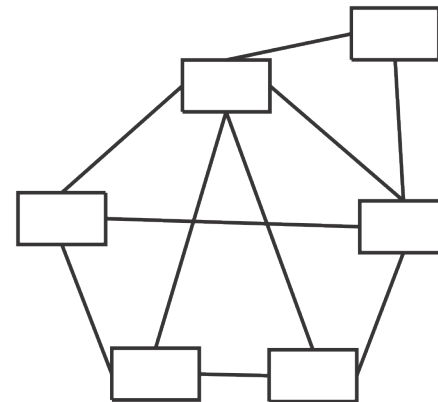
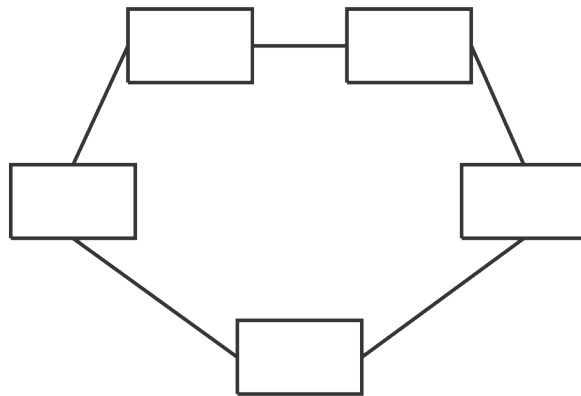
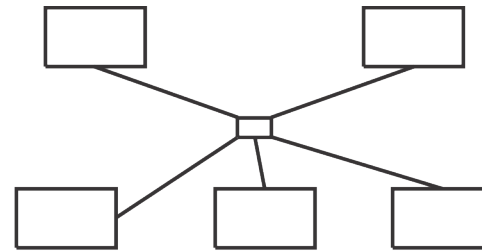
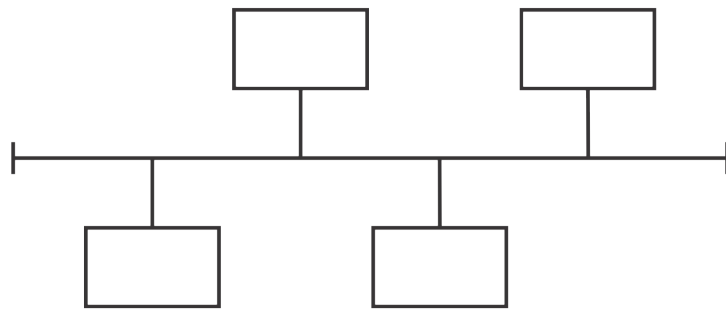
Fizički sloj

- **Fizički sloj** je hardverski sloj, obuhvata fizičke aspekte prenosa podataka: kodiranje/dekodiranje, modulacija/demodulacija, topologija, fizičke karakteristike kanala, fizičke karakteristike signala, uticaj šuma, izobličenje signala,...
- Prema medijumu koji se koristi za prenos podataka, mreže se mogu podeliti na bežične (wireless), žičane (wired) i optičke (fiberoptic).

Fizički sloj - podela mreža po veličini

- **LAN** – Local Area Network
- **CAN** – Campus Area Network
- **MAN** – Metropolitan Area Network
- **WAN** – Wide Area Network (Internet)
- **PAN** – Personal Area Network (Bluetooth)
- Dedicated networks (**SAN** – Storage Area Network)

Fizički sloj - podela mreža po topologiji

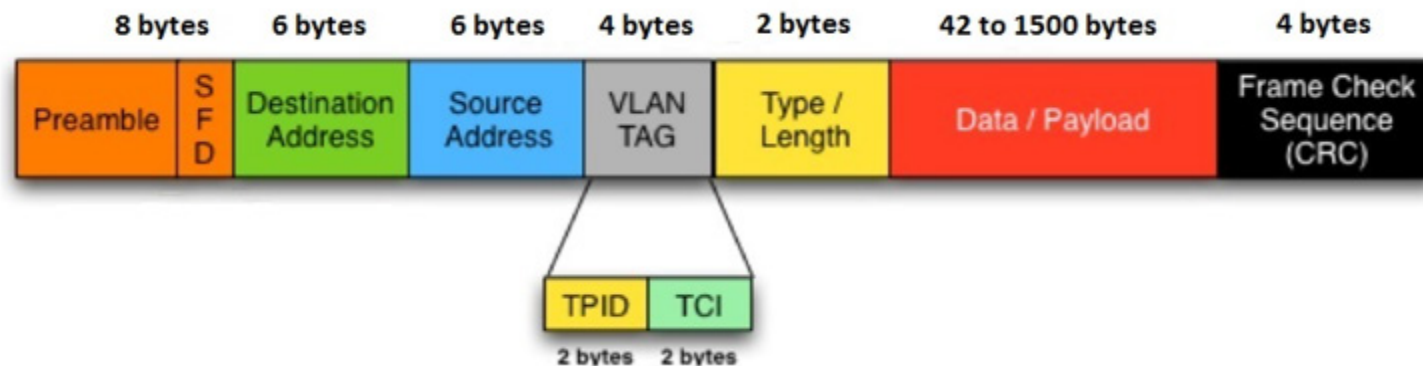


Data Link

- **Sloj veze** (Data Link) je drugi nivo OSI referentnog modela, čija je funkcija prosleđivanje, prijem i prenos paketa putem medijuma.
- TCP/IP ne tretira Data Link i fizički sloj kao jedinstven sloj
- Kontrola pristupa medijumu (**Media Access Control**) je tehnika prosleđivanja paketa medijumu za prenos.
- Tokom komunikacije paket može da se prenosi putem više različitih fizičkih medijuma, tako da postoje različiti protokoli koji implementiraju različite metode inkapsulacije paketa formiranih na višim OSI slojevima u frejmove, kao i pristupa medijumu.
- Postoji veliki broj standarda, na nivou LAN mreža dominantan je Ethernet.

Data Link - Ethernet

- Svaki interfejs u Ethernet mreži ima jedinstvenu 48-bitnu adresu (MAC adresu), određenu od strane proizvođača
- Ethernet koristi CSMA/CD sistem (Carrier Sense with Multiple Access with Collision Detection)
- Prva topologija koja se koristila je topologija magistrale



Ethernet

- Ethernet je evoluirao, postoji mnogo modifikacija standarda:
 - 10BASE-2
 - 10BASE-5
 - 10BASE-T
 - 10BASE-F
 - 100BASE-T
 - 1000Base-T
 - 2.5GBASE-T, 5GBASE-T
 - WLAN

Network layer – mrežni sloj

- Sloj mreže (**Network Layer**) je treći nivo OSI referentnog modela.
- Opisuje protokole i servise koji obezbeđuju identifikaciju krajnjih korisnika mreže, kao i putanje (rute) između njih.
- Protokoli ovog sloja vrše funkcije kao što su: enkapsulacija, adresiranje, rutiranje i dekapulacija i zaduženi su za dostavljanje paketa informacija između identifikovanih korisnika.
- Najznačajniji mrežni protokol **IPv4/IPv6** internet protokol pripada ovom sloju.

Rutirani protokoli (*Routed protocol*):

- **IPv4**, Internet protokol verzija 4
- **IPv6**, Internet protokol verzija 6
- **ICMP**, Internet Control Message Protocol
- **IGMP**, Internet Group Multicast Protocol
- **IPSec**, Internet Protocol Security
- **IPX/SPX**, Internetwork Packet Exchange/Sequential Packet Exchange

Protokoli rutiranja (*Routing protocol*)

- **RIP**, Routing Information Protocol
- **RIPv2**, Routing Information Protocol version 2
- **IGRP**, (Interior Gateway Routing Protocol)
- **EIGRP**, (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
- **OSPF**, (Open Shortest Path First)
- **IS-IS**, (Intermediate System to Intermediate System)
- **BGP**, (Border Gateway Protocol)

IP adresa

- Svaki host u TCP/IP mreži ima IP adresu (**IP Address**), mrežnu masku (**Subnet Mask**) i IP adresu rutera na mreži (**Default Gateway**)
- IP adresa je 32-bitna (IPv4), obično podeljena u četiri okteta (bajta), npr. **160.99.12.1**.
- Prilikom iniciranja komunikacije sa drugim hostom, host proverava da li se oba nalaze u istoj mreži – **subnetu**. Ovo se izvodi tako što host izračunava logičko “I” svakog bita svoje IP adrese i mrežne maske, zatim logičko “I” svakog bita IP adrese drugog hosta i mrežne maske i na kraju upoređuje rezultate (**ANDing**).
- Ukoliko su rezultati isti, hostovi pripadaju istom subnetu, paketi se prenose preko ARP mehanizma.

ANDing

	IP	Binarno
Source host	160.99.12.1	10100000.01100011.00001100.00000001
Subnet mask	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Source network	160.99.12.0	10100000.01100011.00001100.00000000
Destination host	160.99.12.10	10100000.01100011.00001100.00001010
Subnet mask	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Destination network	160.99.12.0	10100000.01100011.00001100.00000000

ANDing

	IP	Binarno
Source host	160.99.12.1	10100000.01100011.00001100.00000001
Subnet mask	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Source network	160.99.12.0	10100000.01100011.00001100.00000000
Destination host	192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001
Subnet mask	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Destination network	192.168.1.0	11000000.10101000.00000001.00000000

Prenos paketa

- Ukoliko su rezultati ANDing operacije isti, hostovi pripadaju istom subnetu, paketi se prenose preko ARP mehanizma.
- Ukoliko su rezultati ANDing operacije različiti, hostovi ne pripadaju istom subnetu, paketi se prosleđuju ruteru (default gateway) preko ARP mehanizma
- Ruter (default gateway) mora biti u istom subnetu kao host!

ARP

- ARP (**Address Resolution Protocol**) je protokol trećeg sloja OSI referentnog modela
- Definiše metode nalaženja fizičke adrese hosta (**MAC**) na osnovu poznate mrežne adrese (**IP**).
- Svaki host u mreži ažurira tabelu u kojoj su MAC adrese asocirane sa IP adresama hostova (**ARP cache**)
- Hostovi ažuriraju ARP cache tako što prate saobraćaj na segment mreže ili putem **broadcast** paketa.

Transportni sloj

- Transportni sloj (**Transport Layer**) je četvrti sloj OSI referentnog modela.
- Primarna funkcija ovog sloja je segmentaciju podataka sa viših nivoa, odnosno njihovo ponovno spajanje.
- Druge funkcije su identifikacija, praćenje i kontrola komunikacije između pojedinih aplikacija.
- Jedinice informacije na ovom sloju su „segmenti“. Protokoli ovog sloja segmentu dodaju zaglavlje sa specificiranim parametrima koji određuju osnovne funkcije.
- Najznačajniji protokoli su TCP i UDP.

TCP protokol

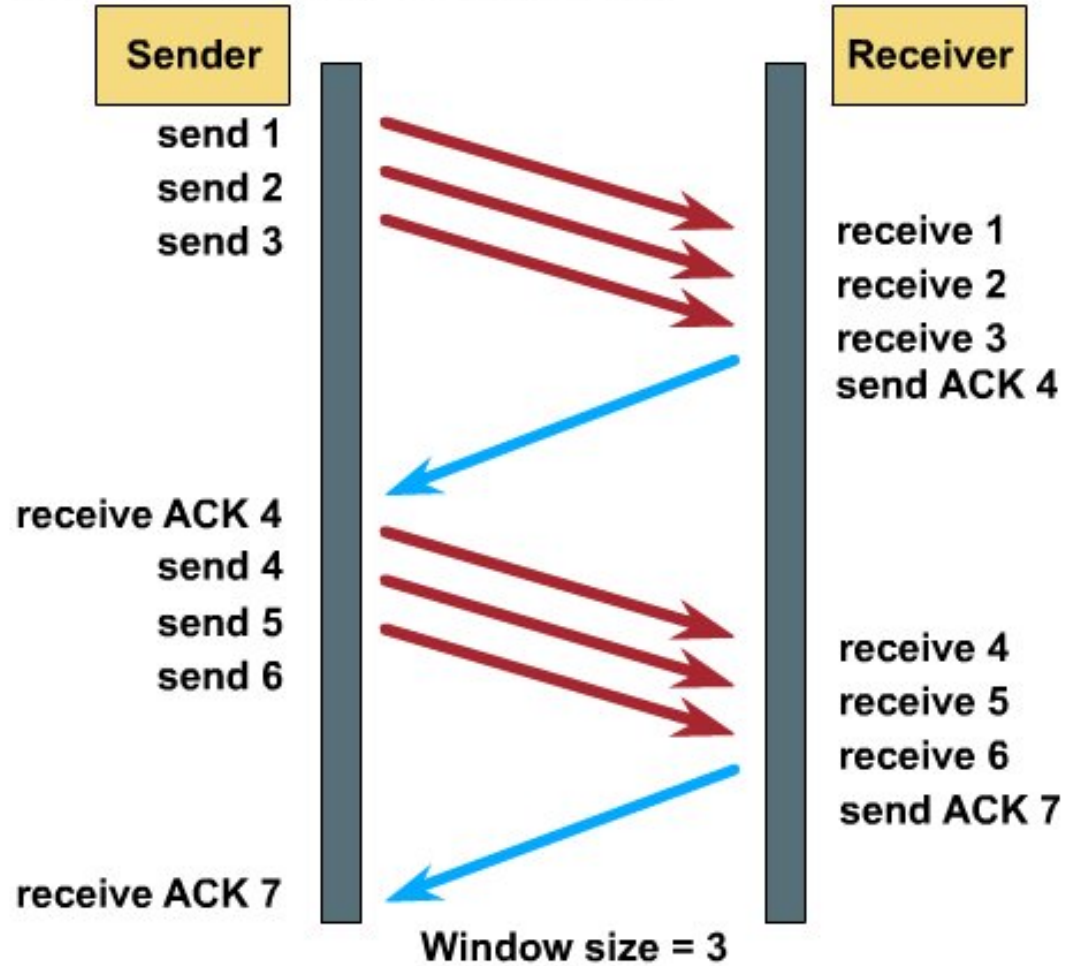
- Transmisioni kontrolni protokol (**TCP, Transmission control protocol**) je protokol koji pripada sloju 4 OSI referentnog modela, ima za ulogu da obezbedi pouzdan transfer podataka u IP okruženju.
- Pouzdanost, efikasna kontrola toka podataka, operisanje u ful-dupleksu (istovremeno slanje i primanje podataka) i multipleksiranje koje omogućava istovremen rad niza procesa sa viših slojeva putem jedne konekcije.
- TCP vrši transfer podataka kao nestrukturisan niz bajtova koji se identifikuju sekvencom. Ovaj protokol grupiše bajtove u segmente, dodeljuje im broj sekvence, aplikacijama dodeljuje broj porta i prosleđuje ih IP protokolu.

TCP protokol

- TCP obezbeđuje pouzdanost pokretanjem algoritama koji pre razmene podataka prvo uspostave konekciju između korisnika, a potom obezbeđuje i niz mehanizama kao što je slanje ACK (acknowledge) broja (**sliding window**).
- Strana koja prima podatke šalje broj sekvence segmenta koje je primio, u slučaju da destinacija ne pošalje ACK da je primio određenu sekvencu segmenata u određenom vremenskom intervalu ona biva naknadno ponovo poslata.
- Mehanizmi pouzdanosti TCP-a omogućuju hostovima da rešavaju probleme gubitaka, kašnjenja, dupliciranja ili pogrešnog iščitavanja segmenata.
- Timeout mehanizam omogućuje hostu da detektuje izgubljene pakete i da zahteva njihovu ponovnu transmisiju.

TCP sliding window

TCP Sliding Window



UDP protokol

- UDP(**User Datagram Protocol**) je jednostavan protokol koji obezbeđuje osnovne funkcije transportnog sloja OSI modela
- Nema mogućnost pouzdanog prenosa podataka, ukoliko dođe do greške ili timeout-a, viši slojevi moraju da razreše problem.
- Zbog manjeg overhead-a, brži je od TCP protokola.

Aplikativni sloj

- Sloj aplikacije (**Application layer**) je sedmi i najviši nivo OSI referentnog modela, odnosno najviši sloj TCP/IP protokolarnog modela.
- Ovaj sloj opisuje rad aplikacija u mreži i njihovu interakciju sa servisima i protokolima nižih slojeva.
- Protokoli sloja aplikacije imaju funkciju da razmene podatke između pokrenutih programa na prijemnoj i predajnoj strani. Upravo zbog toga (raznovrsnosti aplikacija) ovom sloju pripada najveći broj protokola, koji se i dalje razvijaju.

Aplikativni sloj

- Aplikacijski sloj najbliži je krajnjem korisniku. On dostavlja mrežne usluge aplikacijama krajnjeg korisnika.
- Aplikacijski sloj uspostavlja dostupnost između hostova te sinhronizuje i uspostavlja dogovore o procedurama oporavka u slučaju greški i kontrolira integritet podataka.
- Ovom sloju pripadaju svi protokoli za upravljanje bazama podataka, elektronsku poštu, prenos fajlova, kao i naredbe operativnih sistema
- DNS protokol je protokol aplikativnog sloja, značajan za funkcionisanje mreže

Aplikativni sloj – protokoli

- HTTP i HTTPS
- Telnet, SSH, RDP, Team Viewer
- E-mail: SMTP, POP, IMAP,...
- FTP, Torrent
- SMB/CIFS, NFS, WebDAV
- ...

DNS protokol

- DNS (**Domain name system**) je, u osnovi, sistem koji pretvara imena računara (**hostnames**) u IP adrese.
- DNS takođe obezbeđuje podatke i o serverima elektronske pošte na domenu (**MX**), autoritativnom DNS serveru (**SOA**) i druge.
- DNS je zasnovan na hiјerarхијском принципу и једна је од основних КОМПОНЕНТИ ИНТЕРНЕТА.
- Svaki host u mreži ima jedinstveno ime koje se sastoji od imena **hosta** i **domena**, na primer **grid03.elfak.ni.ac.rs**. Ovakvo ime se naziva i **FQDN** (Fully Qualified Domain Name).
- Da bi DNS funkcionisao, svaki host mora da ima DNS klijent (**resolver**) i informaciju o IP adresi bar jednog DNS servera (**/etc/resolv.conf**)

DNS protokol

- Najvažniji tipovi podataka koji se čuvaju u DNS-u jesu sledeći:
 - **A** – adresa - povezuje ime računara i njegovu adresu
 - **CNAME** – kanonsko ime (**Cannonical NAME**) - povezuje jedno ime računara (kanonsko ime) sa drugim imenom
 - **MX** – razmena pošte (**Mail eXchange**) - adresa servera zaduženog za elektronsku poštu
 - **SOA** – početni autoritet (**Start Of Authority**) - adresa DNS servera koji je nadležan za domen
 - **PTR** – (**Pointer**), na osnovu IP adrese daje ime računara
 - **NS** – (**Name Server**), podaci o DNS serverima za domen
- Postoje još i AAAA, SRV, TXT, NAPTR, LOC i drugi manje značajni tipovi podataka.

ifconfig

- ifconfig daje informacije o instaliranim mrežnim adapterima, služi i za konfiguraciju adaptera (IP adresa, subnet mask):

```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:30:48:D3:73:AC
          inet addr:160.99.12.34  Bcast:160.99.12.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::230:48ff:fed3:73ac/64  Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:344826247  errors:0  dropped:0  overruns:0  frame:0
          TX packets:338078697  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:40920377906 (38.1 GiB)  TX bytes:262565160070 (244.5 GiB)
          Interrupt:16  Memory:f8000000-f8020000
```

arp

- arp ispisuje ARP cache:

arp -n

Address	HWtype	HWaddress	Flags	Mask	Iface
160.99.12.40	ether	00:30:48:d4:79:60	CM		eth0
160.99.12.36	ether	00:30:48:d2:bb:d8	CM		eth0
160.99.12.33	ether	00:50:56:30:c8:cb	CM		eth0
160.99.12.12	ether	00:24:c4:4f:c7:cb	C		eth0

netstat

- Aktivne konekcije (saobraćaj) na mreži možemo da vidimo komandom netstat:

netstat -tanp

Active Internet connections (servers and established)

Proto	Recv-Q	Send-Q	Local Address	Foreign Address	State	PID/Program name
tcp	0	0	127.0.0.1:631	0.0.0.0:*	LISTEN	1907/cupsd
Tc						
tcp	0	432	160.99.12.34:22	178.220.74.178:59586	ESTABLISHED	20792/sshd
tcp	0	0	160.99.12.34:22	178.220.74.178:60112	ESTABLISHED	20794/sshd
tcp	0	0	160.99.12.34:60671	123.59.102.49:60000	ESTABLISHED	1847/rpc.statd
tcp	0	0	160.99.12.34:841	160.99.12.32:2049	ESTABLISHED	-
tcp	0	0	160.99.12.34:22	218.92.1.186:33408	ESTABLISHED	31267/sshd p

Provera konekcije - ping

- Dostupnost udaljenog hosta možemo proveriti komandom **ping**:

ping www.google.com

```
PING www.google.com (172.217.17.228) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from muc11s14-in-f4.1e100.net (172.217.17.228): icmp_seq=1 ttl=55 time=35.1 ms  
64 bytes from muc11s14-in-f4.1e100.net (172.217.17.228): icmp_seq=2 ttl=55 time=35.3 ms  
64 bytes from muc11s14-in-f4.1e100.net (172.217.17.228): icmp_seq=3 ttl=55 time=35.1 ms  
64 bytes from muc11s14-in-f4.1e100.net (172.217.17.228): icmp_seq=4 ttl=55 time=35.0 ms  
^C  
--- www.google.com ping statistics ---  
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3961ms  
rtt min/avg/max/mdev = 35.067/35.151/35.303/0.246 ms
```

Provera konekcije - traceroute

- Dostupnost udaljenog hosta možemo proveriti komandom **traceroute**:

traceroute www.google.com

```
traceroute to www.google.com (172.217.17.228), 30 hops max, 60 byte packets
 1  cisco-centar-12.elfak.ni.ac.rs (160.99.12.11)  0.337 ms  0.321 ms  0.300 ms
 2  160.99.34.97 (160.99.34.97)  1.222 ms  1.213 ms  1.336 ms
 3  160.99.34.101 (160.99.34.101)  21.241 ms  22.378 ms  23.356 ms
 4  160.99.8.1 (160.99.8.1)  2.275 ms * *
 5  cat6509.junis.ni.ac.rs (160.99.1.12)  1.880 ms  2.066 ms  2.302 ms
 6  google.sox.rs (185.1.27.60)  11.918 ms  10.778 ms  10.770 ms
 7  108.170.250.168 (108.170.250.168)  11.054 ms  17.434 ms  108.170.250.184
   (108.170.250.184)  10.982 ms
...
```

Provera DNS-a, nslookup

- Zapis u DNS serveru možemo proveriti pomoću komande **nslookup**. Nslookup može da radi kao interaktivna komanda, ili da joj se prosledi argument. U slučaju interaktivnog rada, moguće je odrediti tip zapisa, server kome se upit prosleđuje, timeout i druge parametre.

nslookup www.google.com

```
Server:          160.99.1.1
Address:         160.99.1.1#53
```

```
Non-authoritative answer:
```

```
Name:   www.google.com
Address: 172.217.17.228
```

Provera DNS-a, dig

- Zapis u DNS serveru možemo proveriti pomoću komande **dig**.

dig www.google.com

...

;; ANSWER SECTION:

www.google.com.	209	IN	A	172.217.18.100
-----------------	-----	----	---	----------------

;; AUTHORITY SECTION:

google.com.	42103	IN	NS	ns1.google.com.
-------------	-------	----	----	-----------------

google.com.	42103	IN	NS	ns4.google.com.
-------------	-------	----	----	-----------------

google.com.	42103	IN	NS	ns3.google.com.
-------------	-------	----	----	-----------------

google.com.	42103	IN	NS	ns2.google.com.
-------------	-------	----	----	-----------------

...