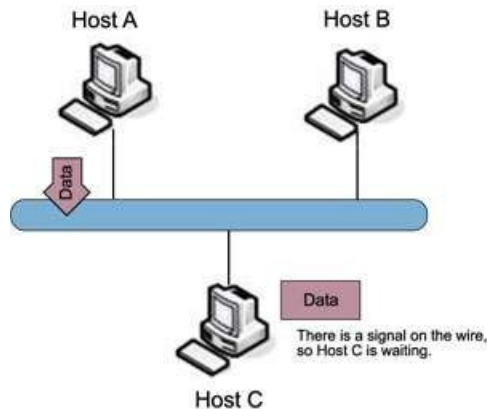


Vežba 2 – Ethernet i IPv4

Ethernet

Ethernet predstavlja najčešće korišćenu tehnologiju u žičnim lokalnim mrežama. Ova tehnologija opisana je 802.2 i 802.3 standardima, koji definišu protokole na nivou mreže i na fizičkom nivou. Za pristup deljenom medijumu koristi se tehnika CSMA/CD. Ova tehnika u svakodnevnom životu bi se mogla opisati rečenicom "Nije u redu istovremeno govoriti na glas".

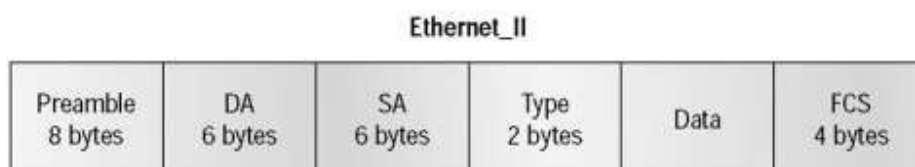


Slika 1. Ethernet mreža i CSMA/CD

Struktura ethernet frejma se sastoji iz sledećih polja:

- **Preamble** (8 bajta) - Preambula ima ulogu u sinhronizaciji između pošiljaoca i primaoca, omogućavajući prijemnom uređaju da bude spreman da primi novi frejm. Sastoji se od sekvence nula i jedinica, koje se naizmenično šalju. U heksadecimalnom formatu preambula je HEX 55, 55, 55, 55, 55, 55, 55, d5, gde se kreće od najnižeg bita prvog bajta, pa na dalje.
- **Destination address** (6 bajta) - Fizička (MAC) adresa primaoca.

- **Source address** (6 bajta) - Fizička (MAC) adresa pošiljaoca.
- **Type** (2 bajta) - Tip enkapsuliranih podataka (IP, ARP, VLAN...).
- **Data** (46-1500 bajta) - Enkapsulirani podaci viših nivoa, najčešće IP protokola. Frejmovi koji nisu propisane veličine se smatraju nevalidnim i odbacuju se. Ukoliko je enkapsulirana veličina podatka manja od 46 bajta, ona se dopunjuje dodatnim bitima (pad) kako bi se dobila minimalna veličina paketa. U slučaju da su enkapsulirani podaci veći od 1500 bajtova, datagram se fragmentira u više frejmova.
- **Frame Check Sequence** (4 bajta) - Sekvenca za proveru frejma omogućava prepoznavanje oštećenih frejmova pri fizičkom prenosu. Generiše se na osnovu zaglavlja i podataka. Na osnovu njene vrednosti prijemnik određuje da li se desila greška pri prenosu.



Slika 2. Struktura ethernet frejma

MAC adresa

MAC (fizička) adresa omogućava identifikaciju uređaja u lokalnoj mreži. Ova adresa pripada nivou veze ISO-OSI referentnog modela. Predstavlja se sa 6 bajta (48 bita), najčešće u heksadecimalnoj notaciji u kojoj su cifre grupisane po bajtima. MAC adresa je jedinstvena i upisuje se u ROM memoriju mrežnog interfejsa u toku proizvodnje. Prva tri bajta obeležavaju proizvođača, a poslednja tri serijski broj uređaja. Za distribuciju MAC adresa zadužena je IEEE organizacija.

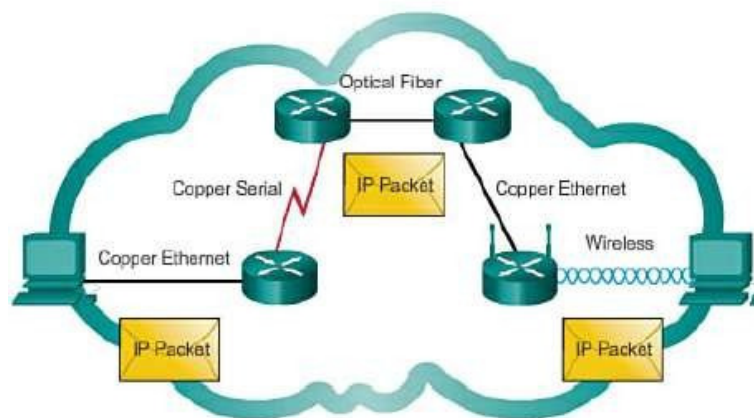
U odnosu na tip prenosa MAC adrese se mogu podeliti u tri grupe:

- 1) **Unicast MAC adresa** - Najčešći slučaj, kada komuniciraju dva uređaja u mreži. Na primer, 08-00-5A-XX-XX-XX adresa bi bila adresa nekog uređaja firme IBM.
- 2) **Multicast MAC adresa** - U slučaju kada uređaj šalje frejmove ka grupi uređaja u mreži. Za multicast prenos rezervisane su 01-00-5E-XX-XX-XX adrese. Ostatak bajtova se kreira konvertovanjem nižih 23 bita IP multicast adrese u 6 heksadecimalnih karaktera.
- 3) **Broadcast MAC adresa** - Koristi se u slučaju kada uređaj šalje frejmove svim uređajima u lokalnoj mreži. Broadcast frejm se prepoznaje po tome što sadrži FF:FF:FF:FF:FF:FF kao adresu primaoca. Gateway ne propušta broadcast frejmove.

MAC adresu nemoguće je promeniti u ROM memoriji mrežnog interfejsa, ali postoje tehnike (**MAC Spoofing**) pomoću kojih se ona može promeniti na nivou operativnog sistema.

Internet Protocol version 4 (IPv4)

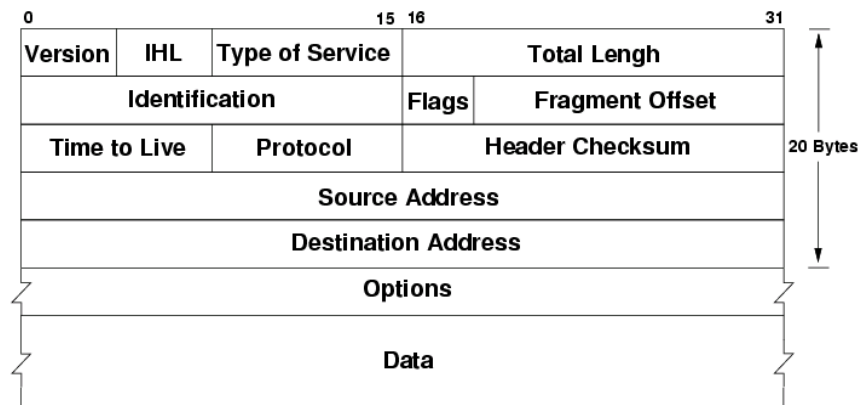
IPv4 protokol je najčešće korišćeni protokol mrežnog nivoa. On omogućava najbržu moguću isporuku paketa, nezavisnu od komunikacionog medijuma. Pošto ne koristi uspostavu veze, ne garantuje pouzdanu isporuku paketa, već se oslanja na protokole višeg nivoa.



Slika 3. Heterogena komunikaciona mreža

Struktura frejma

- **Version** (4 bita) – Identifikuje verziju IP protokola.
- **Header length** (4 bita) – Dužina zaglavlja.
- **Type of service** (8 bita) – Definiše servis koji paket koristi i time omogućava prioritizaciju paketa prilikom njihovog rutiranja što je značajno za koncept QoS.
- **Total length** (16 bita) – Veličina IP paketa uključujući zaglavlje i podatke. Veličina paketa može iznositi od 20 do 65.535 bajta.
- **Identification, Flags, Fragment Offset** – Omogućavaju fragmentaciju paketa.
- **Time to Live (TTL)** (8 bita) – Omogućava ograničavanje životnog veka paketa, čime se obezbeđuje da paket ne cirkuliše po mreži večno. Vrednost ovog polja dekrementuje ruter prilikom procesiranja paketa (hop). Kada vrednost dostigne nulu, paket se odbacuje.
- **Protocol** (8 bita) – Specificira koji protokol narednog nivoa se koristi (6 - TCP, 17 – UDP, 1 – ICMP).
- **Header checksum** – Omogućava detekciju greške u zaglavlju paketa. Ruter odbacuje paket ukoliko ustanovi da se greška desila. Kako se zaglavlje menja pri rutiranju paketa potrebno je osvežavati i kontrolnu sumu zaglavlja.
- **Source address** (32 bita) – Logička (ip) adresa pošiljaoca.
- **Destination address** (32 bita) – Logička (ip) adresa primaoca.
- **Options** – Omogućava proširenje zaglavlja.
- **Data** – Enkapsulirani podaci. Pored segmenata transportnog nivoa, podaci mogu pripadati i drugim tipovima, kao što je na primer ICMP.



Slika 4. IPv4 paket

Fragmentacija paketa

Maximum transmission unit (MTU) predstavlja maksimalnu veličinu podataka koju može sadržati frejm. Na različitim putanjama moguće je koristiti različite vrednosti MTU. Ukoliko paket prelazi propisanu veličinu potrebno ga je fragmentirati na više manjih paketa (fragmenata). Za spajanje fragmenata zadužena je krajnja tačka komunikacije. Za fragmentaciju koriste se sledeća polja:

- **identification** (16 bita) – Omogućava identifikaciju originalnih paketa. Pošiljaoc uglavnom inkrementira vrednost identifikacije za svaki poslati paket.
- **flag** (3 bita) – Omogućava proveru da li je primljen poslednji fragment originalnog datagrama. Svi fragmenti sem poslednjeg imaju vrednost 1.
- **fragmentation offset** (13 bita) – Omogućava spajanje fragmenta na odredištu i proveru da li eventualno nedostaje neki fragment. Ova vrednost definiše mesto fragmenta u originalnom datagramu. Ukoliko neki fragment nedostaje, paket se odbacuje.
-

Fragment	Bytes	ID	Offset	Flag
1st fragment	1,480 bytes in the data field of the IP datagram	identification = 777	offset = 0 (meaning the data should be inserted beginning at byte 0)	flag = 1 (meaning there is more)
2nd fragment	1,480 bytes of data	identification = 777	offset = 185 (meaning the data should be inserted beginning at byte 1,480. Note that $185 \cdot 8 = 1,480$)	flag = 1 (meaning there is more)
3rd fragment	1,020 bytes (= 3,980–1,480–1,480) of data	identification = 777	offset = 370 (meaning the data should be inserted beginning at byte 2,960. Note that $370 \cdot 8 = 2,960$)	flag = 0 (meaning this is the last fragment)

Slika 5. Primer fragmentacije

IP adresa

Internet protokol (logička) adresa omogućava identifikaciju uređaja na nivou mreže. Svaka IP adresa sadrži 4 bajta (32 bita) i najčešće se predstavlja u decimalnoj notaciji sa tačkama, koje odvajaju oktete (bajte).

IP adresa ima hijerarhijsku strukturu i sastoji se iz dva dela:

- 1) dela koji opisuje mrežu
- 2) dela koji opisuje host (uređaj).

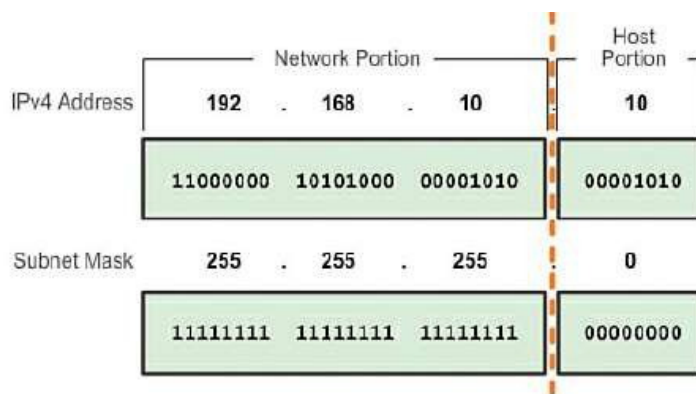
Za dodelu IP adresa zadužena je organizacija *Internet Assigned Numbers Authority (IANA)*. U zavisnosti od toga koliko početnih bajtova je rezervisano za identifikaciju mreže, IPv4 adresiranje je podeljeno po klasama.

Klasa	Mreža	Uređaj
A	1 bajt	3 bajta
B	2 bajta	2 bajta
C	3 bajta	1 bajt

Tabela 1. Klase IPv4 adresa

Postoje još dve klase D i E i one se ređe koriste. Klasa D služi za multicast adrese a klasa E je rezervisana.

Za identifikaciju dela IP adrese koji pripada mreži, a koji hostu, koriste se **subnet maske**. Jedinice u masci predstavljaju mrežni deo, a nule identifikator uređaja u okviru mreže.

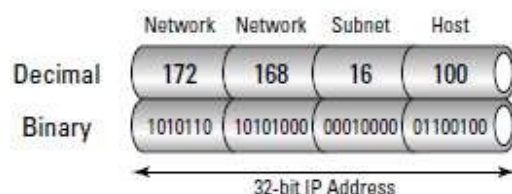


Slika 6. Subnet maska

Subnet maska može se predstaviti i preko **mrežnog prefiksa**, koji na jednostavan način ukazuje koliko bita sa leve strane čini adresu podmreže. Na primeru sa prethodne slike, mrežni prefiks bi bio 192.168.10.0/24.

Mreže je moguće podeliti na manje logičke celine - podmreže. U tom slučaju za

identifikaciju podmreže pozajmljuje se određeni broj bita od dela za identifikaciju hosta. Svi hostovi u okviru podmreže moraju imati istu subnet masku.



Slika 7. Podela mreže na podmreže

Unicast, multicast i broadcast adrese

Unicast adrese

Unicast prenos se koristi za standardnu komunikaciju između dva hosta. Svakom hostu u mreži dodeljuje se unicast adresa iz opsega 0.0.0.0 to 223.255.255.255. Međutim, mnoge adrese iz ovog opsega su unapred rezervisane za neke posebne namene.

****Za komunikaciju između procesa unutar računara koristi se adresa 127.0.0.1, poznata pod imenom *loopback* adresa.**

Multicast adrese

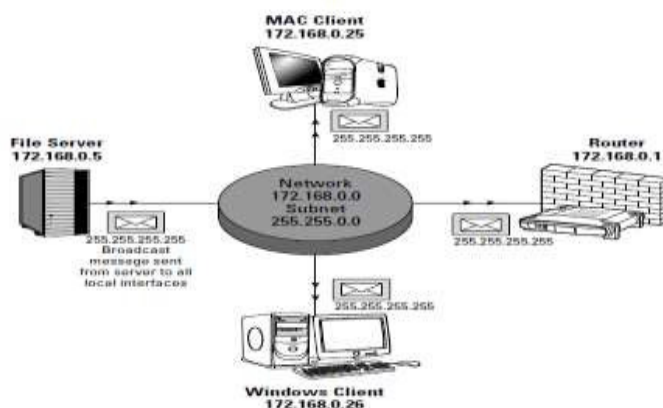
Korišćenjem multicast tipa prenosa paketa omogućava se veća propusnost mreže, omogućavajući pošiljaocu da pošalje isti paket određenoj grupi primaoca, koji su se prethodno pretplatili u istu multicast grupu. Za multicast prenos rezervisan je blok adresa od 224.0.0.0 do 239.255.255.255:

- 224.0.0.0 - 224.0.0.255 - za multicast grupe u okviru lokalne mreže
- 224.0.1.0 - 238.255.255.255 - za globalne multicast grupe.

Broadcast adrese

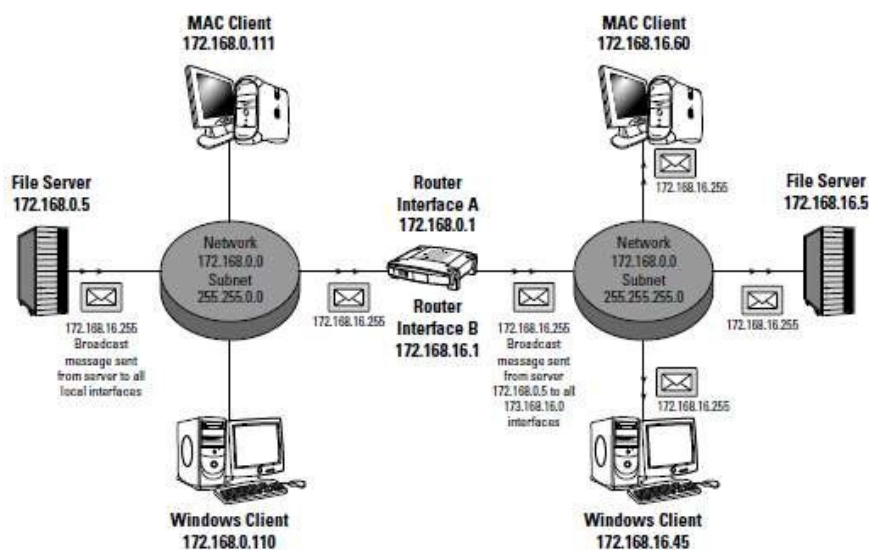
Broadcast adrese su specijalne adrese koje omogućavaju komuniciranje sa hostovima koji se nalaze u istoj mreži (kolizionom domenu). Postoje dve vrste broadcast paketa:

1. **Limitirani (flooded) broadcast** - kada se paket šalje svim uređajima u lokalnoj mreži. Za adresu primaoca postavlja se vrednost 255.255.255.255. Ruteri ne prosleđuju limitirani broadcast. To je upravo razlog zbog čega se IPv4 mreže nazivaju **broadcast domenima**.



Slika 8 - Limitirani broadcast

2. **Direktni broadcast** - šalje se svim hostovima u nekoj mreži. U ovom slučaju paket može proći kroz ruter kako bi stigao do svog odredišta. Direktni broadcast je uvek najveća adresa u datoj mreži. Na primer, za mrežu 172.16.0.0 koja ima subnet masku 255.255.0.0 odgovarajuća broadcast adresa bila bi 172.16.255.255.



Slika 9. Direktni broadcast

Javne i privatne ip adrese

Ograničen prostor javnih (eng. *public*) IP adresa bio je razlog uvođenja rezervisanog opsega adresa koje nisu globalno alocirane - **privatne adrese**. Time je otvorena mogućnost da različite mreže mogu koristiti iste privatne adrese. Međutim, u okviru privatne mreže svaki uređaj i dalje mora imati jedinstvenu IP adresu.

Blokovi privatnih adresa:

- 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (10.0.0.0/8)
- 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (172.16.0.0/12)
- 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (192.168.0.0/16)

Na primeru će biti prikazano na koji način se vrši raspodela adresa u okviru jedne mreže.

Mrežni prefiks	192.168.1.0/26
Mrežni opseg	192.168.1.0 - 192.168.1.63
Adresa mreže	192.168.1.0
Gateway	192.168.1.1
Broadcast adresa	192.168.1.63
Dostupne adrese za hostove	192.168.1.2 - 192.168.1.62

Tabela 2. Raspodela adresa u okviru jedne mreže