Digitalni sistemi prenosa

Profesor dr Miroslav Lutovac

- Digitalni sistemi prenosa
- Amela Zeković, Lekcija 6-7:

Ethernet

Eternet

- Eternet (MEE 802.3 ili /50 80802-2)
  predstavlja najčešće korišćen protokol za lokalne računarske mreže
- To je standard kojim se definiše fizički sloj i
  MAS podsloj veze podataka
- Razvijen je od strane kompanija
  DEC, Xerox i Intel a kasnije je formalizoean od strane IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers, kao IEEE 802.3
- To je protokol koji je orijentisan na brojanje bajtova (sadrži polje ko|e određuje dužinu poruke frejma)
- Pristup medijumu se vrši na osnovu sadržaja

Ethernet

- Ethernet predstavlja najzastupljeniju tehnologiju u žičanim (kablovskim) lokalnim mrežama
- Od svog nastanka 70-ih godina,
  stalni rad na unapređenju brzina i velika zastupljenost u hardverskim rešenjima i njihova povljna cena
  dovela je do njegove neprikosnovenosti
  u ovom segmentu mreža podataka
- Orignalni Ethernet LAN iz 70-ih je koristila koaksijalnu magistralu koja je povezivala čvorove
- Prilikom slanja svi članovi povezani na magistralu su dobijali sve podatek i svi su ih procesirali

Eternet

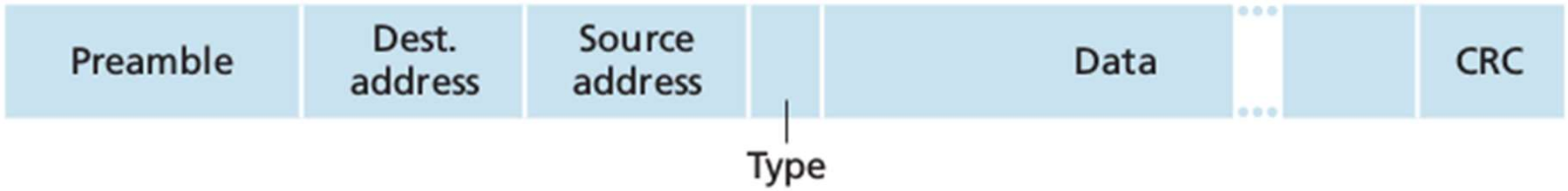
- Eternet je najpopularniji standard za umrežavanje računara u lokalne mreže
- Široko je prihvaćen od strane proizvođača računarske mrežne opreme
- Eternet standard je prvi put objavljen 1985. formalnim nazivom IEEE 802.3
  Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)
  Access Method and Physical Layer Specifications
- Ovim standardom se definiše višestruki pristup prenosnom medijumu proverom nosioca signala metodom detekcije sudara

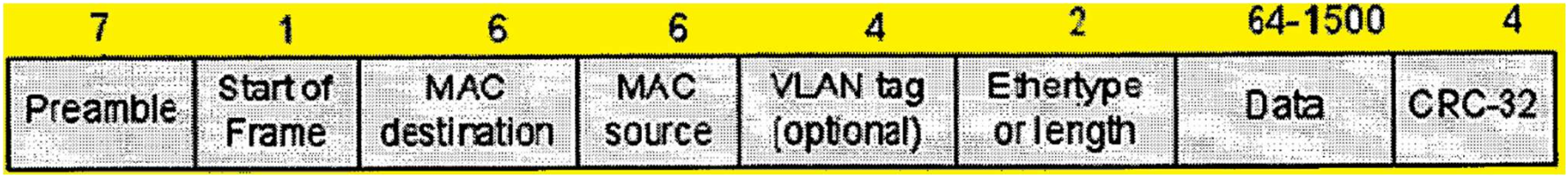
Eternet

- Hronološki se standard prvo odnosio na upotrebu koaksijalnih kablova (debeli i tanki) i za brzine prenosa od 10Mb/s, a zatim je proširivan da bi podržao nove medije za prenos podataka (UTP i optički kablovi), kao i novi skup specifikacija ko|e podržavaju 100Mb/s brzi Eternet (*Fast Ethernet*), a zatim i gigabitni Eternet
- Danas se standard 802.3 odnosi isključivo na fizički sloj i sloj veze podataka OSI modela

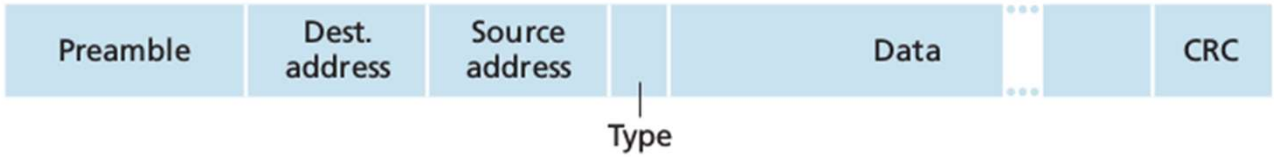
- Krajem 90-ih godina ovaj princip je zamenjen sa topologijom zvezde baziranje na habu
- Iz haba su se u obliku zvezde granali uređaji koji su bili povezani pomoću bakarnih upredenih parica, a sam hab je sve podatke koje dobije na fizičkom nivou (u obliku bita) prosledivao svima
- Oba navedena principa su koristila broadcast, odnosno slanje svim uređajima koji su povezani u strukturu
- Ranih godina 2000-te Ethernet je dožive krupunu promenu i ostavivši topologiju zvezde, umesto hab uređaja počeo da koristi svič (switch)
- Svič je uređaj koji radi na sloju 2, odnosno radi prenos po principu frejmova

Struktura Ethernet frejma



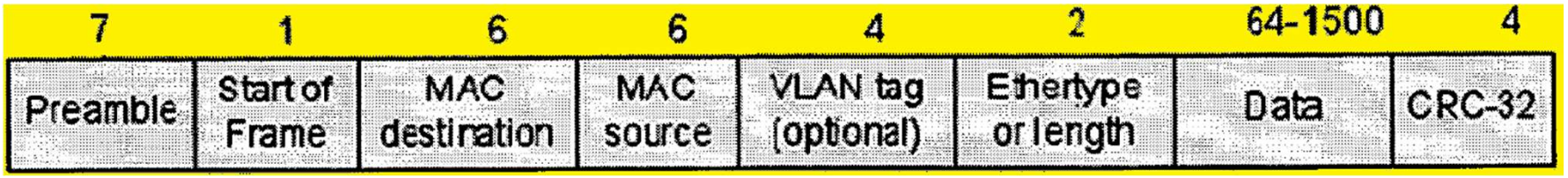


- Zamislimo situaciju da adapter A ima Medium Access Control MAC adresu AA-AA-AA-AA-AA-AA,
  dok prijemni adapter ima
  MAC adresu BB-BB-BB-BB-BB-BB
- MAC adrese sadrže 48 bita, predstavljaju fizičku adresu adaptera i obično se zapisuju heksadecimalno
- Adapter koji šalje podatke
  enkapsulira podatke koje je dobio od mrežnog sloja i kreira Ethernet frejm koji dalje šalje fizičkom sloju
- Na prijemnoj strani adapter preuzima podatke sa fizičkog sloja, izdvaja IP paket i šalje ga mrežnom sloju
- U skladu sa opisanim scenariom
  delovi Ethernet frejma dati su na slici



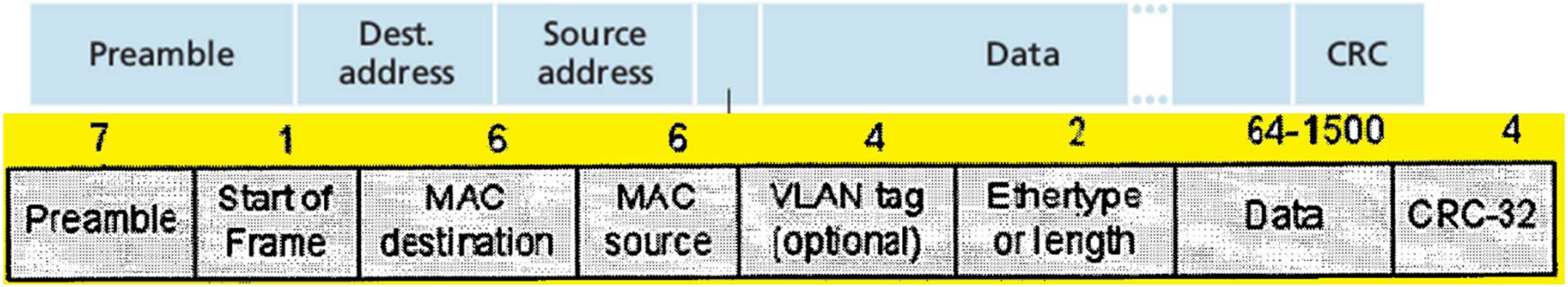
- Data polje sadrži 46 do 1500 bajtova
- Ovo polje sadrži IP paket
- Maksimalna veličina podataka (Maximum Transmission Unit, MTU) u Ethernet frejmu je 1500 B
- Ovo znači da je u slučaju većeg paketa potrebno raditi fragmentaciju, a u slučaju manjeg pakete potrebno raditi dopunjavanje do 46 B
- Kada se radi dopunjavanje u zaglavlju paketa se beleži dužina korisnih podataka

Data polje



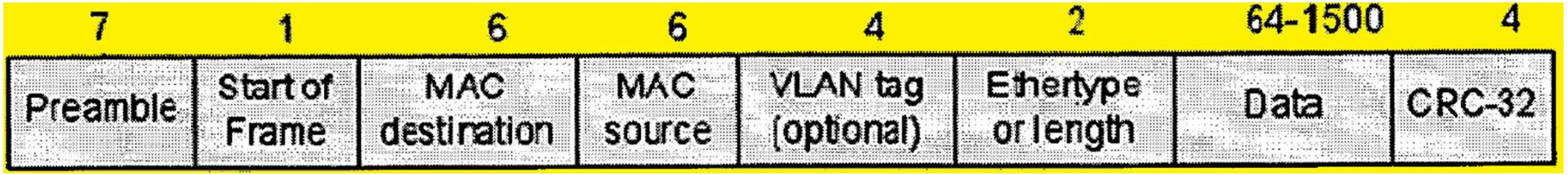
Adresa odredišta

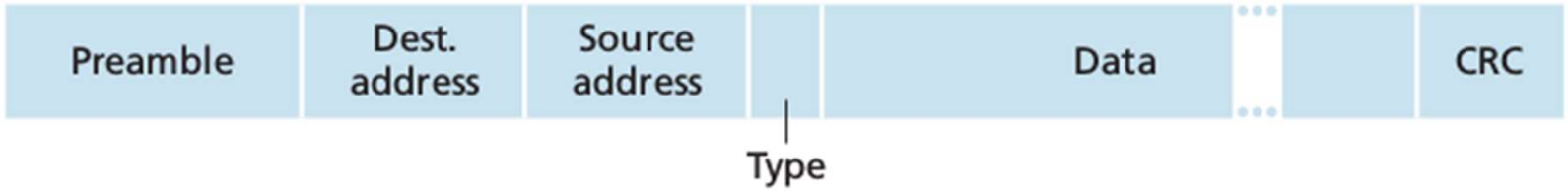
- Adresa odredišta - Destination Address
  je polje koje ima 6 bajtova i
  služi za smeštanje MAC adrese adaptera na odredištu
- U ovom primeru to je BB-BB-BB-BB-BB-BB
- Adapter B prihvata sve frejmove
  koji za odredišnu adresu imaju ovu vrednost, ili
  frejmove koji imaju broadcast
  MAC adresu FF-FF-FF-FF-FF-FF,
  dok ostale frejmove odbacuje



Adresa izvora

- Adresa izvora - Source address
  sadrži 6 bajtova predvidenih za
  MAC adresu adaptera koji šalje informacije
- U ovom primeru to je AA-AA-AA-AA-AA-AA





Polje tip i CRC polje

- Polje tip (Type Field) ima veličinu 2 bajta
  Ethernet može da koristi više tipova protokola na mrežnom sloju
  Najzastupljeniji viši sloj koji koristi je IP,
  pa će Ethernet njemu prosleđivati dalje podatke
- Medutim, pored ovog tu mogu biti i protokoli AppleTalk ili Address Resolution Protocol (ARP)
  - Na primer ARP ima oznaku tipa 0806 u heksadecimalnom zapisu.
- CRC polje ima veličinu 4 bajta
- Cilj CRC polja je detekcija grešaka

Frejm se završava CRC-32 kodom za detekciju eventualnih grešaka na komunikacionom kanalu

Zaglavlje

- Zaglavlje (Preamble) ima veličinu od 8 bajtova
- Prvih 7 bajtova ima vrednost 10101010, dok je poslednji 10101011
- Njihov cilj je da sinhronizuju prijem i predaju

Ovakav početak pomaže prijemniku da se bolje pripremi za dolazak samog frejma, omogućava bolji rad ekstraktora takta u prijemniku i smanjuje eventuelne greške zbog nepreciznog očitavanja bita

Pored toga, prijemnik se obaveštava da iza toga sledi karakterističan bajt koji označava početak okvira

VLAN se koristi za virtualne VLANove,
ako nema VLAN-a, polje se izostavlja, a
ako se koristi prva 2 bajta imaju vredoost 24,832 (8100X)

Dužina, koja se određuje sa dva bajta, označava broj bajtova u frejmu ili se ovo polje koristi za razmenu kontrolnih informacija

- npr. tip protokola na mrežnom nivou (TSP/IR, IPX/SPX)

Maksimalna dužina polja za podatke je 1.500 bajtova

Da bi se lakše razlikovao Eternet frejm od
slučajnih podataka koji mogu da lutaju računarskom mrežom,
minimalna dužina podataka u frejmu je 64 bajtova

Ako su podaci iz gornjih slojeva, koji se enkapsuliraju u frejm, kraći od ove dužine, vrši se dopuna do minimalnih 64

Eternet mreža je lokalna računarska mreža
koja prenosi podatke između Eternet stanica
Adapter (interfejs) koji omogućava povezivanje računara ili nekog drugog uređaja na mrežu je mrežna kartica

Za mrežnu karticu postoji više naziva koji se u praksi ravnopravno koriste

- Eternet adapter
- mrežni adapter
- LAN adapter
- LAN kontroler
- komunikaciona kartica
- Network Interface Card NIC

- Rad mrežne kartice kontroliše upravljački softver - drajver {driver) koji se izvršava u računaru
- Svaki uređaj sa ugrađenim Eternet adapterom koji učestvuje u mrežnom saobraćaju zove se Eternet stanica
- Eternet stanice su povezane na zajednički (deljeni) komunikacionim medijumom
- Eternet signali se kroz medijum šalju **serijski, bit po bit**
- Svaka Eternet stanica učestvuje u mrežnom saobraćaju samostalno - nezavisno od ostalih stanica na mreži

- Prenos na Ethernetu se dogada sa briznom od 10 Mbps, 100 Mbps i 1 Gbps
- Međutim, to je ciljani protok i mala odstupanja su moguća, pa je potrebno dodatno usagalšavanje
- Poslednja dva bita u poslednjem bajtu su 11 da bi naglasili početak korisnih podataka u smislu informacija u komunikaciji

Ethernet - uspostavljanje veze

- Ethernet ne koristi postupak za uspostavljanje veze
- U smislu A šalje podatke adapteru B bez prethodnog uspostavljanja i dogovora o konekciji
- Ovo je nepouzdaniji, ali brži pristup
- Takođe, u ovom sistemu ne šalju se potvrde od strane prijemnika da su podaci stigli niti u slučaju grešaka da je došlo do greške
- Pouzdana komunikacija: Na transportnom sloju moguće je izabrati TCP koji ima uspostavljanje konekcije, potvrde o prijemu i informacije o eventualno nastalim greškama
- Suprotno od ovoga koriste aplikacije koje koriste UDP transportni protokol

Ethernet - uspostavljanje veze

- Kada TCP zahteva ponovno slanje, ovi podaci će ponovo doći na Ethernet i on će uraditi njihovo ponovno slanje, ali bez znanja da ponovo šalje iste informacije
- Pod imenom Ethernet postoji više različitih tehnologija, kao što su 10BASE-T, 10BASE-2, 100BASE-T, 1000BASE-LX i 10GBASE-T
- Prvi deo oznake standarda predstavlja brzinu prenosa 10 je 10 Mbps, 100 oznaka za 100 Mbps, 1000 oznaka za 1000 Mbps, 10G oznaka za 10 Gbps
- Ovo i drugu Ethernet tehnologije su standardizovane sa oznakom IEEE 802.3 CSMA/CD
  (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection)

Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection

- Na sloju veze podataka OSI modela Eternet koristi metod CSMA/CD
- *Multiple Access* znači da su svi računari povezani na jedan zajednički medijum kome pristupa više računara
- Carrier Sense označava da pre emitovanja podataka računar proverava - osluškuje medijum da bi utvrdio da li neki drugi računar već emituje podatke
- Ako u medijumu vlada tišina (ne emituje neka druga stanica) tek tada računar počinje da šalje podatke
- Collision Detection znači da u slučajevima kada dve stanice počnu istovremeno da emituju podatke i dođe do sudara (kolizije) postoje mehanizmi za otpočinjanje ponovnog slanja istih podataka

Ethernet - uspostavljanje veze

- Oznaka BASE znači da se koristi prenos u osnovnom opsegu – baseband
- Poslednji deo oznake predstavlja fizički medijum za prenos koji se koristi
- Ethernet može dalje da koristi koaksijalni kabl, bakarne žice ili optičko vlakno
- Oznaka T označava Twisted-pair copper wires - upredene uparene bakarne žice
- Neki od Ethernet standarda preko optičkog vlakna su 100BASE-FX, 100BASE-SX, 100BASE-BX i 100BASE-LX.

- Eternet frejm je maksimalke dužine 1518 bajtova
- Eternet frejm sadrži fizičke adrese izvorišta i odredišta
- Svaka Eternet mrežna kartica ima fabrički određenu Eternet (MAS) adresu koja se nikada ne može ponoviti, ne postrje dve različite mrežne kartice sa istom MAS adresom
- Polje rezervisano za adresu odredišta sadrži adresu primaoca; koja može biti i takozvana *multicat* adresa kada se podaci šalju za grupu računara ili *broadcast* adresa koja se koristi kada je potrebno da se frejm prenese svim ostalim Eternet stanicama u lokalnoj mreži
- U normalnom radu Eternet adapter prima samo frejmove koji u polju adrese primaoca imaju njegovu vlastitu adresu ili adresu koja predstavlja *multicat* ili *broadcast* adresu

- Sve ostale Eternet frejmove, kartica osluškuje ali ih ne prima jer su namenjeni nekom drugom računaru koji se nalazi u istoj lokalnoj mreži
- Eternet adapter može biti setovan da prima sve frejmove koji se pojavljuju u medijumu
- Moguće je snimati saobraćaj u mreži i kasnije analizirati događaje sa ciljem da se utvrdi nepravilnost u radu neke kartice ili računara
- Ova osobina može da se koristi i za prisluškivanje saobraćaja na mreži što treba uzeti u obzir kada je važna sigurnost podataka koji se prenose kroz mrežu

- Dva bajta nakon MAS adrese određuju dužinu podataka koji se prenose u Eternet frejmu ili to može biti tip protokola na višim slojevima
- Maksimalna dužina podataka koji se prenose u Eternet frejmu je 1500 bajtova a sam sadržaj je prepušten mrežnom sloju
- Na kraju Eternet frejma su kontrolni podaci
- Kontrolni podaci služe za detekciju greške koja može da se javi u toku prenosa Eternet frejma preko fizičkog sloja
- Princip detekcije greške zasnovan je na matematičkom algoritmu koja se izvodi nad celim Eternet frejmom, i na strani predajnika i na strani prijemnika
- Rezultat matematičke operacije predstavlja kontrolni podatak CRC
- Eternet stanica koja primi frejm i detektuje grešku u prenosu, odbacuje taj frejm, i nema postupka retransmisije pogrešno prenetih frejmova
- Problem izgubljenih podataka u mrežnom saobraćaju rešava transportni sloj (četvrti sloj po OSI modelu) ili sama aplikacija

- Originalni Eternet sistem radi na 10Mb/s i postoje četiri vrste medijuma za prenos signala definisanih Eternet standardom

1. 10Base5, 10 Mb/s, Koaksijalni debeli, 500 m
2. 10Base2, 10 Mb/s, Koaksijalni tanki, 185 m
3. 10Base-T, 10 Mb/s, UTP kategorije, 3/5, 100 m
4. 10Base-F, 10 Mb/s, Optičko vlakno, 100 m
5. 10Base-FL, 10 Mb/s, Optičko vlakno, 100 m
6. 100Base-T, 100 Mb/s, UTP kategorije 5, 100 m, ...
7. 1000Base-T, 1 Gb/s, UTP kategorije 5e, 100 m ...
8. 10GBase-CX4, 10 Gb/s, STP tvinaksijalni, 100 m, ...
9. 10GBASE-ER/W, 10 Gb/s, Jednorežimsko vlakno, 40 km

Osnovni principi Eterneta

- Osnovna logička topologija Eternet mreže jeste topologija magistrale (iako je fizička topologija najšeće u obliku zvezde) što znači da su svi čvorovi mreže povezani putem *half-duplex* veze i da podaci upućeni od jednog čvora stižu do svih ostalih čvorova
- Mrežni uređaj koji omogućava ovakvu logičku topologiju jeste hab (hub)
- Svi čvorovi prihvataju sve podatke sa mreže i utvrđuju da li su podaci njima namenjeni
- Ukoliko jesu nastavlja se sa njihovim procesiranjem, a ukoliko nisu, podaci se odbacuju
- Osim što ovakav način prosleđivanja podataka nepotrebno opterećuje članove kojima podaci nisu upućeni, on predstavlja i bezbednosnu pretnju s obzirom na to da omogućava jednostavno snimanje ukupnog saobraćaja u mreži

Komutirani Eternet

- Eternet mreže sa topologijom magistrale mogu imati loše performanse usled ograničenja broja konekcija u jednom trenutku, velikog broja kolizija i opterećiavanja svih članova mreže podacima upućenim samo jednom od njih
- Standardizovana je nova varijanta Eterneta - komutirani Eternet Switched Ethernet
- Komutirani eternet koristi iste principe osnovne specifikacije sa tom razlikom što se umesgo hab uređaja koriste svičevi
- Razlika između ova dva uređaja je u tome što hab primljeni frejm prosleđuje svim članovima mreže dok svič pravi logičku vezu samo između pošiljaoca i primaoca
- Moguće je istovremeno komuniciranje više parova, smanjuje se kolizija i povećava bezbednost

ARP - protokol za razrešavanje adrese

- Jedan od glavnih zadataka mrežnog sloja jeste logičko adresiranje računara dok je sloj veze zadužen za prenos podataka
- Adresiranjue mrežnog sloja putem IP adresa nije moguće upotrebiti na nivou sloja veze
- Pored toga, i na ovom sloju je u nekim situacijama neophodno obezbediti sistem adresiranja da bi se ostvarila veza sa određenim članom mreže
  - pri korišćenju Eternet tehnologije za direktno povezivanje dva računara ili za povezivanje više računara putem hab uređaja, adresiranje na sloju veze nije neophodno jer
    u prvom slučaju ne postoje opcije,
    a u drugom svi članovi mreže dobijaju sve poruke a zatim ih prihvataju ili odbacuju u zavisnosti od adrese mrežnog sloja

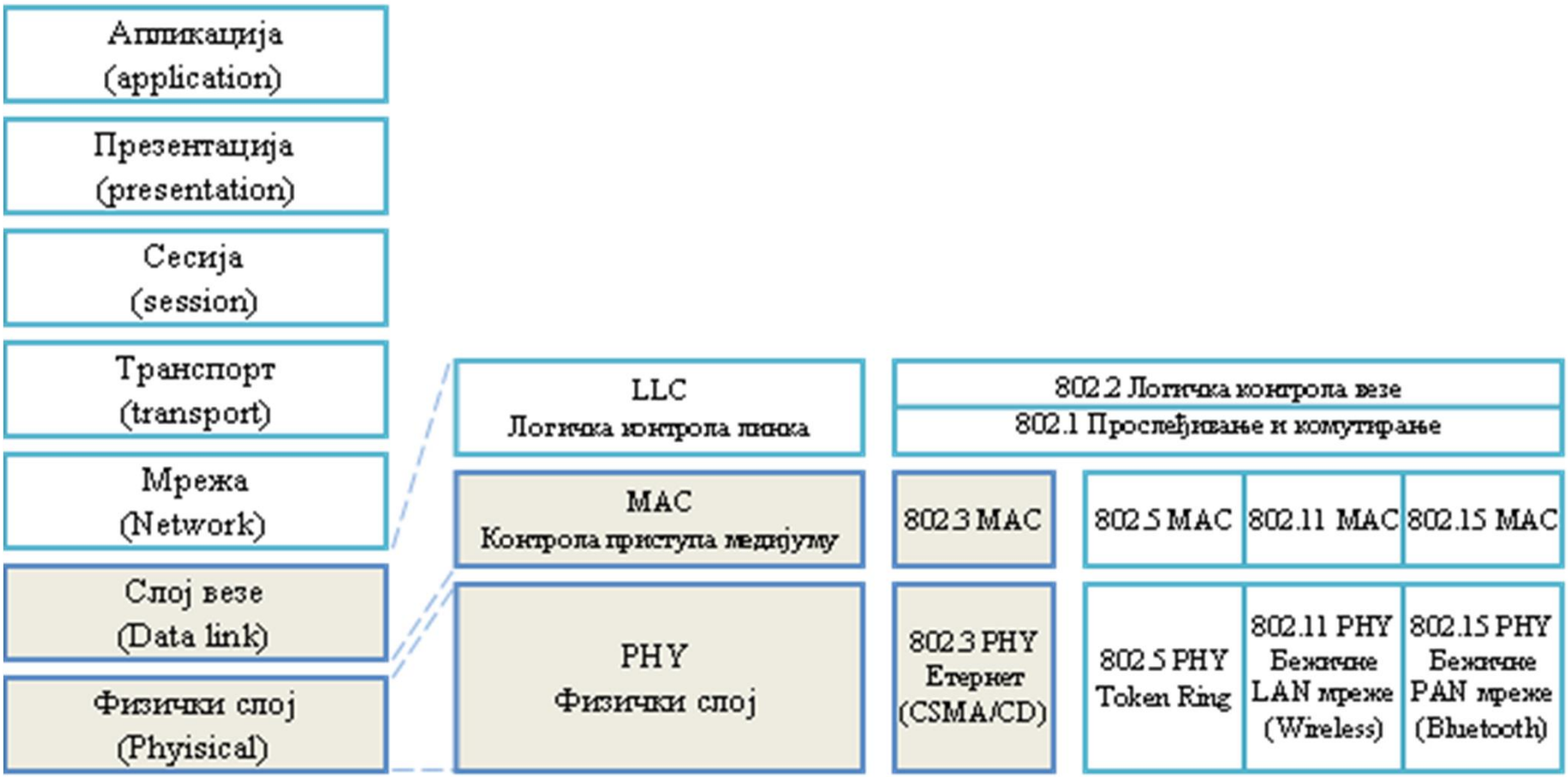
Xxx

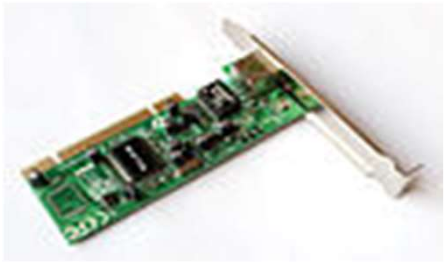
- U većim računarskim mrežama, koje se baziraju na svičevima, potrebno je odrediti i adresirati na sloju veze da bi se utvrdilo sa kojim uređajem u mreži treba uspostaviti vezu i dostaviti mu podatke
- Određivanje uređaja se vrši u skladu sa adresom mrežnog sloja
- Za adresiranje na sloju veze zadužen je Address Resolution Protocol (ARP) koji je opisan u RFC826

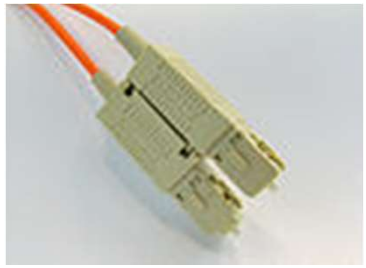
- Protokol za razrešavanje adrese Address Resolution Protocol (ARP) je protokol zadužen za pronalaženje hardverske adrese odredišta putem njegove IP adrese
- Rezultat se zapisuje u privremenu memoriju koja se naziva ARP keš tabela
- U slučaju Eternet mreža, ARP protokol se korisgi za utvrđivanje MAC adrese putem IP adrese
- ARP protokol obezbeđuje dinamičko prevođenje prevođenje se odvija automatski bez potrebe za dodelom hardverskih adresa od strane korisnika
- Kada se u frejm podataka na sloju veze podataka enkapsulira IP paket, u njemu je definisana IP odredišna adresa

Tip i Protokol

- 0x0800, Интернет протокол верзије 4
- 0x0806, ARP (Address Resolution Protocol)
- 0x8035, RARP (Reverse Address Resolution Protocol)
- 0x809B, AppleTalk (EtherTalk)
- 0x80F3, AARP (Appletalk Address Resolution Protocol)
- 0x8100, VLAN
- 0x8137, IPX Novell - Internetwork Packet Exchange
- 0x8138, Novell
- 0x86DD, Internet protokol verzije 6


Апликација
(application)
Презентација
(presentation)
Сесија
(session)
Транспорт
(transport)
Мрежа
(Network)
Слој везе
(Data link)
Физички слој
(Phyisical)
LLC
Логичка контрола линка
MAC
Контрола приступа медијуму
PHY
Физички слој
802.2 Логичка контрола везе
802.1 Прослеђивање и комутирање
802.3 MAC
802.5 MAC
802.11 MAC
802.15 MAC
802.3 PHY
Етернет
(CSMA/CD)
802.5 PHY
Token Ring
802.11 PHY
Бежичне
LAN мреже
(Wireless)
802.15 PHY
Бежичне
PAN мреже
(Bluetooth)





Profesor dr Miroslav Lutovac
mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.
Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.
Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –
Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:
(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;
- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA ("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)