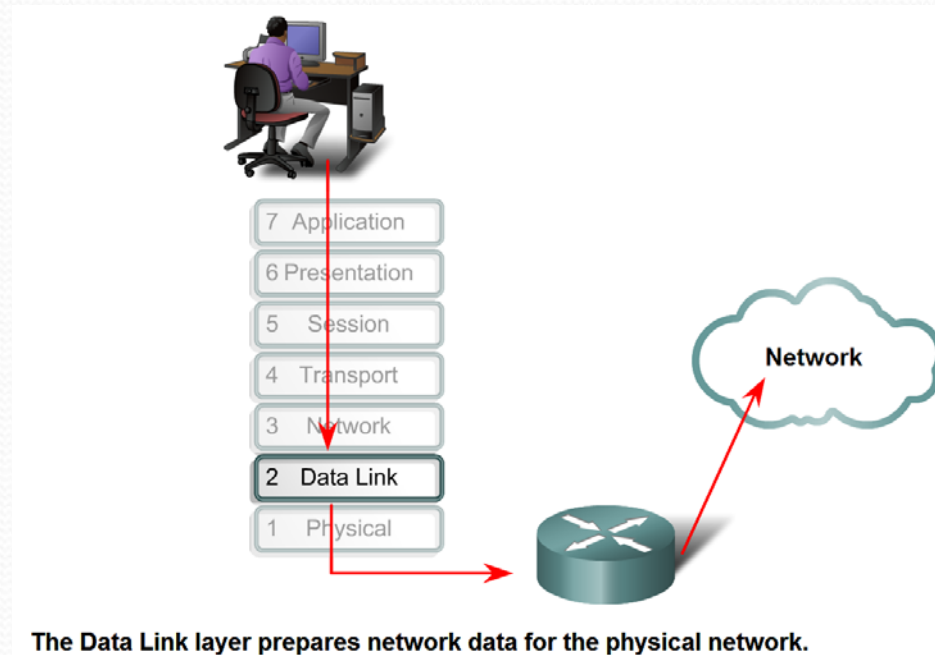


# RAČUNARSKE MREŽE

04 – Sloj veze podataka

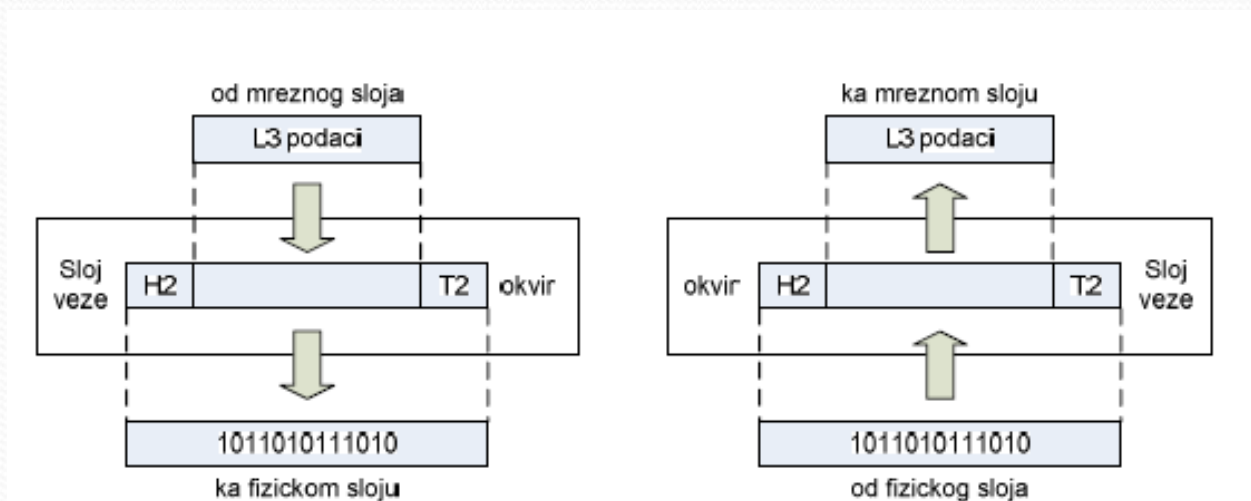
# Uvod



- Dvije glavne usluge:
  1. Omogućava višim slojevima pristup prenosnom medijumu (*framing*)
  2. Kontrolira kako se podaci smještaju na prenosni medijum i kako se preuzimaju sa njega (*Media Access Control, error detection*)

# Sloj veze podataka

- Transformiše fizički sloj u pouzdani link za isporuku podataka od čvora do čvora
- Detektuje i ako je to moguće koriguje greške u prenosu.
- Koordinira rad brzog predajnika i sporog prijemnika.
- Obezbjeđuje kontrolu djeljivog fizičkog medijuma (kod multipoint linkova)
- Okviri imaju strogo ograničenu veličinu, definisanu hardverom



H-Header  
T-Trailer

# Sloj veze podataka

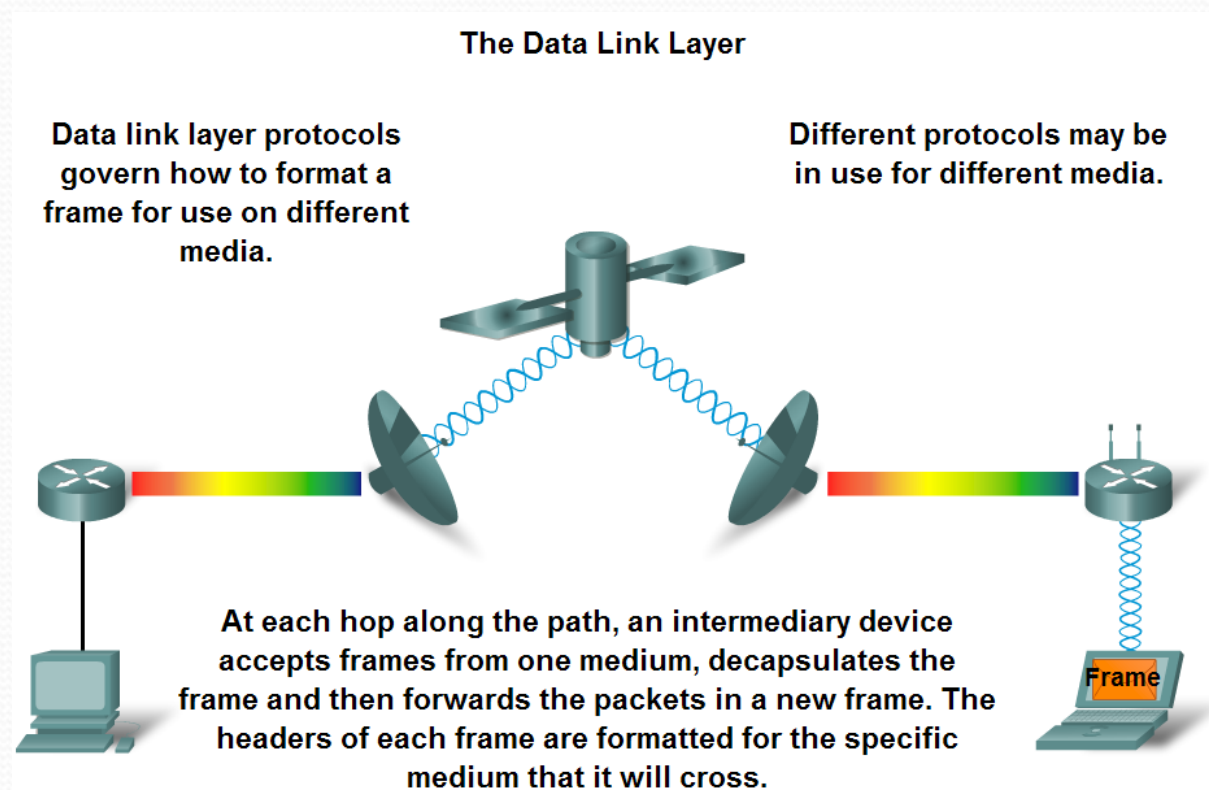
## Funkcije:

- A. Uokviravanje- šalje blokove podataka sa podacima potrebnim za sinhronizaciju. Podjela niza bitova na jedinice: okviri (ili frejmovi).
- B. Fizičko adresiranje (fizička adresa: jedinstveni identifikator čvora u broadcast mreži)
- C. Kontrola protoka (regulisanje intenziteta saobraćaja između dva čvora)
- D. Kontrola grešaka
- E. Kontrola pristupa medijumu



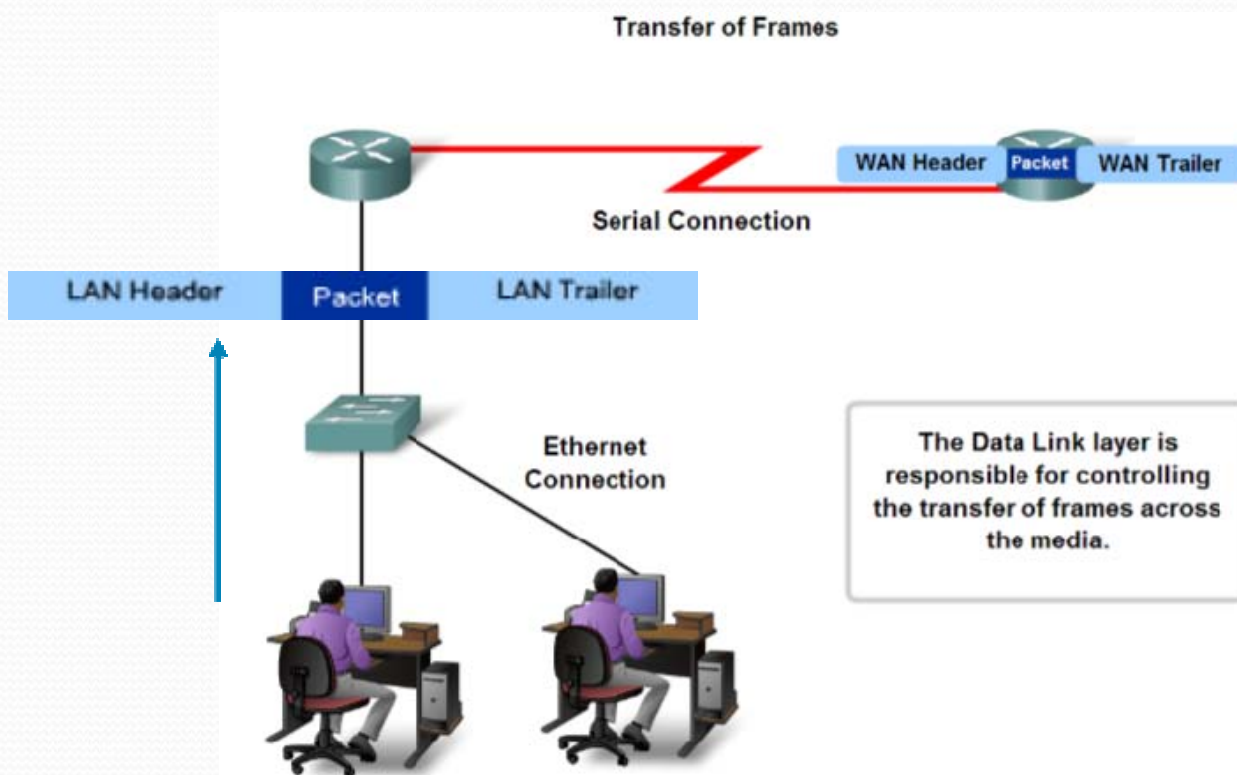
# Veza sa uslugama viših slojeva

- Ruteri rade enkapsulaciju i dekapulaciju frejmova
- Bez data link sloja IP protokol bi morao da zna preko kakvog medijuma se paketi šalju!



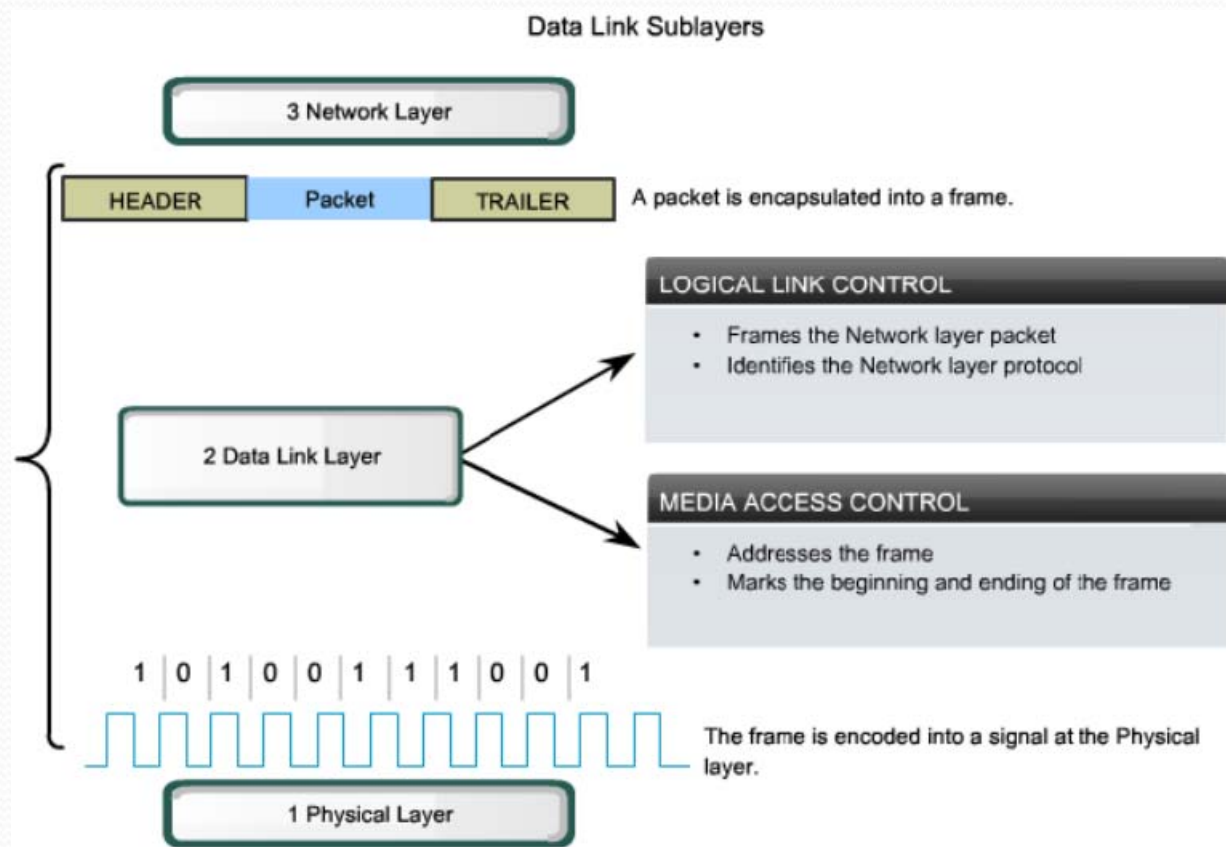
# Pristup medijumima

- MAC metode definišu procese pomoću kojih mrežni uređaji mogu da pristupe medijumu i šalju frejmove u različita mrežna okruženja



# Podslojevi

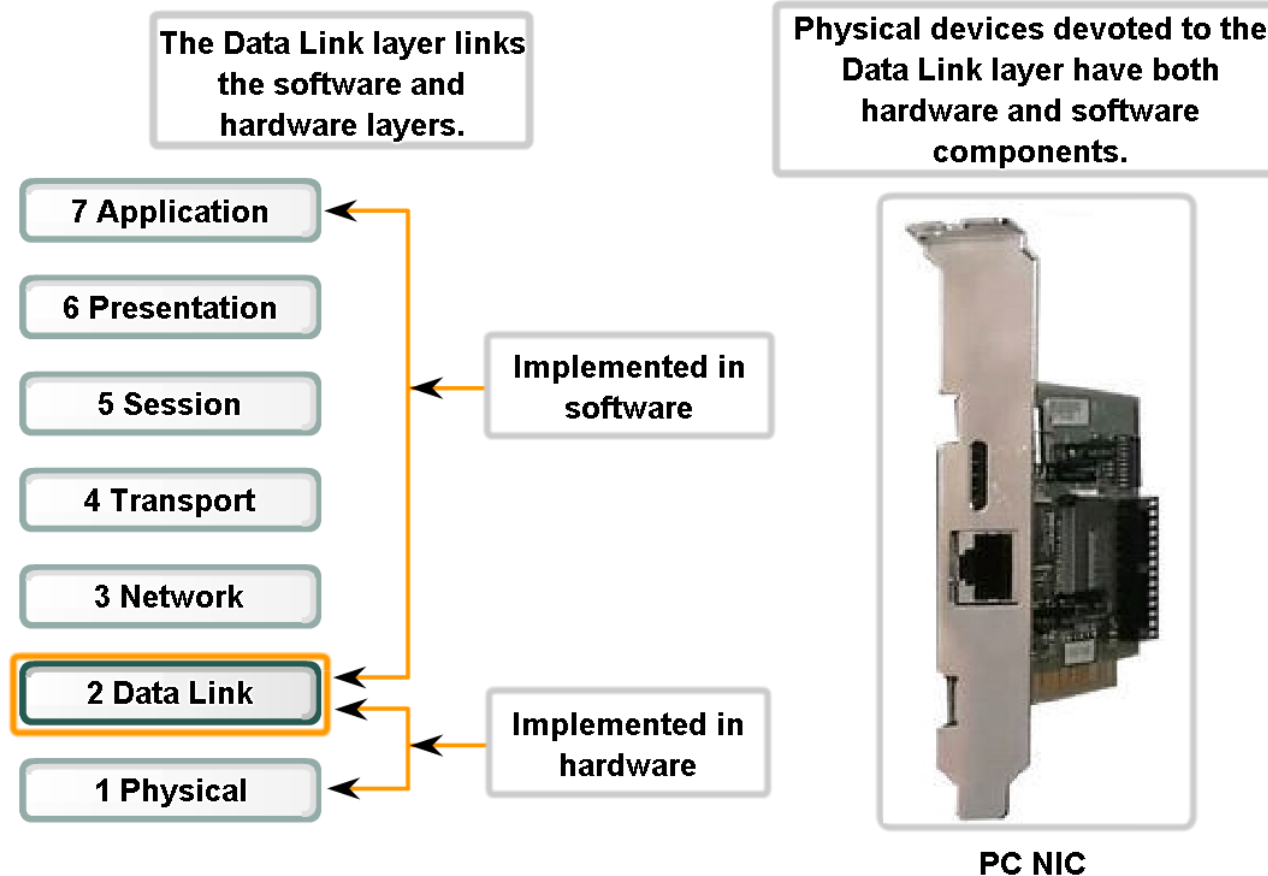
- LLC (*Logical Link Control*) – SW
- MAC (*Media Access Control*) – HW





# Veza viših slojeva i prenosnog medijuma

## Connecting Upper Layer Services to the Media





# Standardi

Data Link Layer	LLC Sublayer	Ethernet	IEEE 802.2				
	MAC Sublayer		IEEE 802.3 (Ethernet)	IEEE 802.3u (FastEthernet)	IEEE 802.3z (GigabitEthernet)	IEEE 802.3ab (GigabitEthernet over Copper)	Token Ring/iEEE 802.6
Physical Layer	Physical Layer		FDDI				

OSI Layers

LAN Specification

# Standardi

**Standards for the Data Link Layer**

<b>ISO:</b>	<b>HDLC (High Level Data Link Control)</b>
<b>IEEE:</b>	<b>802.2 (LLC), 802.3 (Ethernet) 802.5 (Token Ring) 802.11(Wireless LAN)</b>
<b>ITU:</b>	<b>Q.922 (Frame Relay Standard) Q.921 (ISDN Data Link Standard) HDLC (High Level Data Link Control)</b>
<b>ANSI:</b>	<b>3T9.5 ADCCP (Advanced Data Communications Control Protocol)</b>

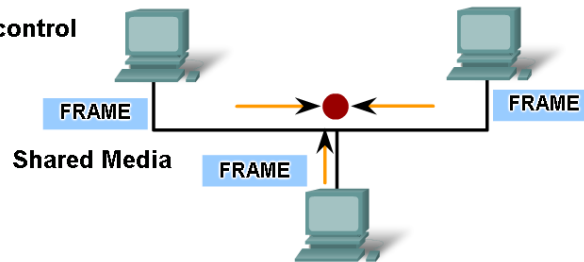
# MAC metode

- *Media Access Control* = regulisanje smještanja *frame*-ova na medijum (analogija - regulisanje saobraćaja na autoputu)
- Metoda koja se koristi za MAC zavisi od dijeljenja medijuma i topologije

Media Access Control Methods

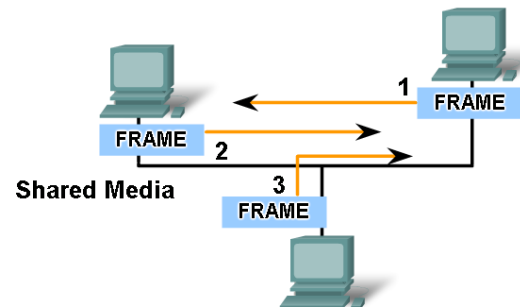
No control at all would result in many collisions. Collisions cause corrupted frames that must be resent.

No control



Methods that enforce a high degree of control prevent collisions, but the process has high overhead.

Take turns

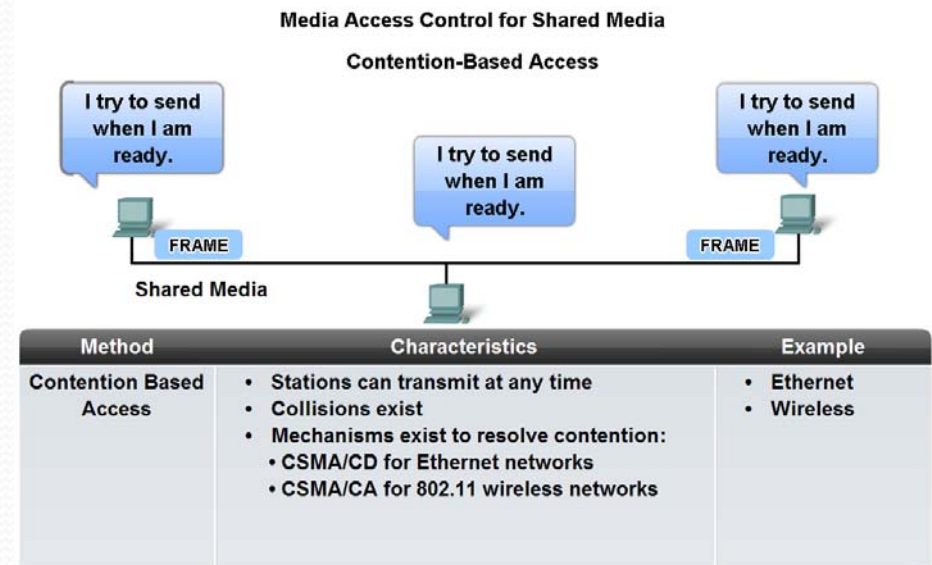
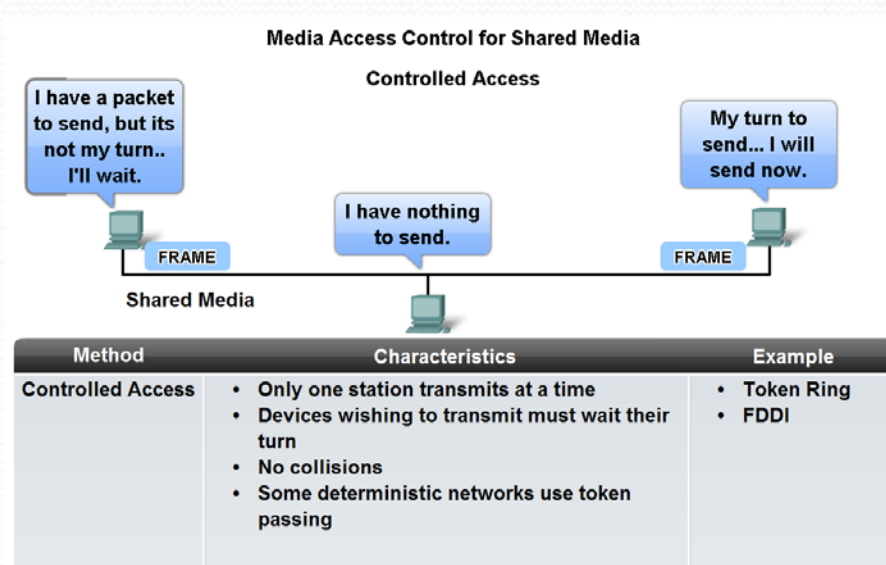


Methods that enforce a low degree of control have low overhead, but there are more frequent collisions.



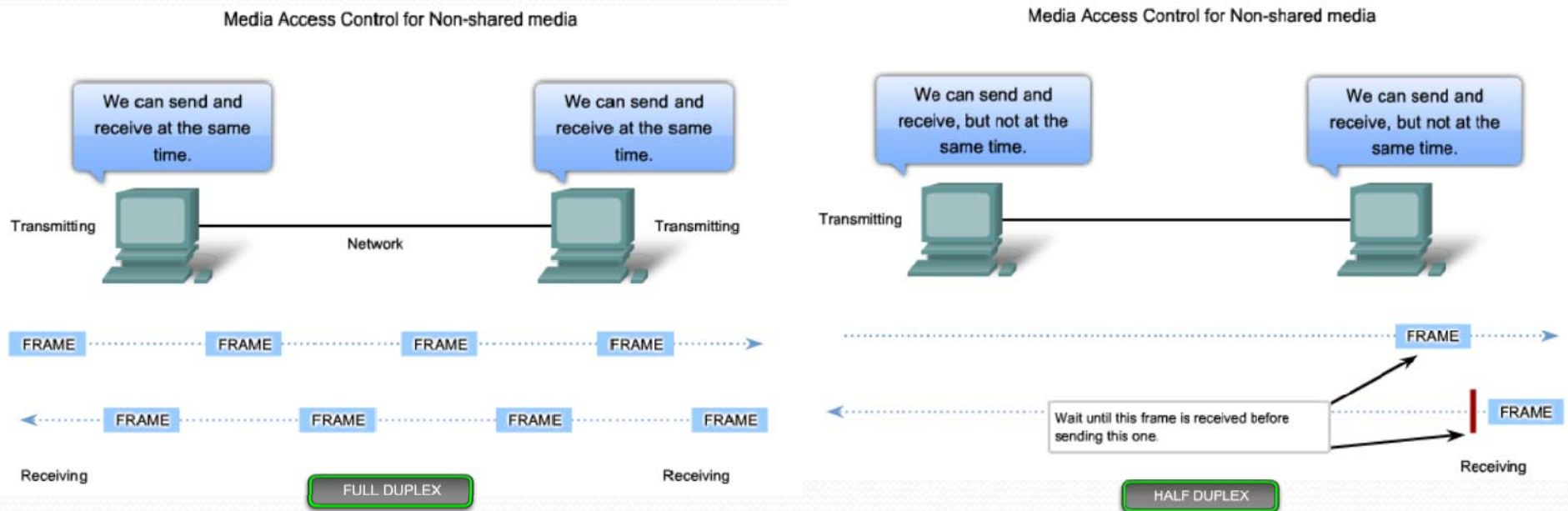
# MAC za dijeljeni medijum

- Dvije osnovne metode:
  1. *Controlled* – svaki čvor ima definisano vrijeme kada šalje (deterministička metoda)
  2. *Contention-based* – svi čvorovi konkurišu za medijum (nederministička metoda); kolizija - CSMA/CD, CSMA/CA



# MAC za nedijeljeni medijum

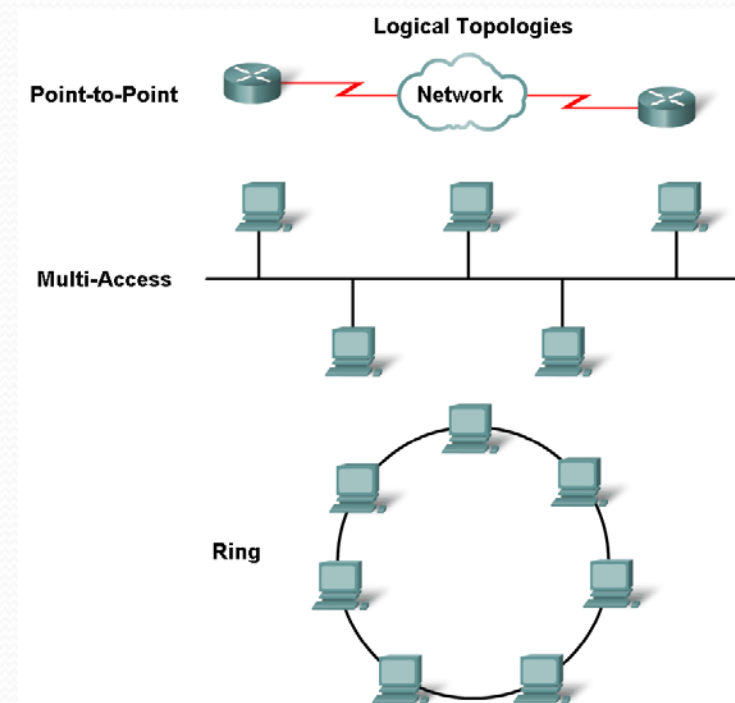
- *Point-to-point* link, kanal nema između koga da se dijeli
- Dvije opcije:
  - *full duplex* – oba uređaja istovremeno šalju i primaju
  - *half duplex* – uređaji mogu da šalju i primaju, ali ne istovremeno



# Logička vs. fizička topologija

- Fizička topologija – predstava uređaja i veza između njih kako ih vidimo
- Logička topologija – predstava kako se podaci zapravo šalju
- Mogu se razlikovati za istu topologiju (npr. hub)
- Logičke topologije:

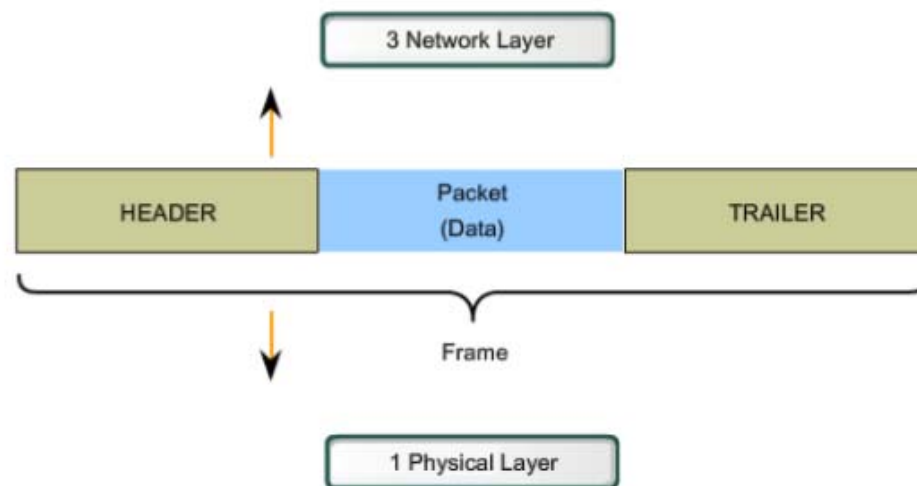
- *point-to-point*
- *multi-access* (CSMA/CD(A))
- *ring* (token)





# Frame – kreiranje

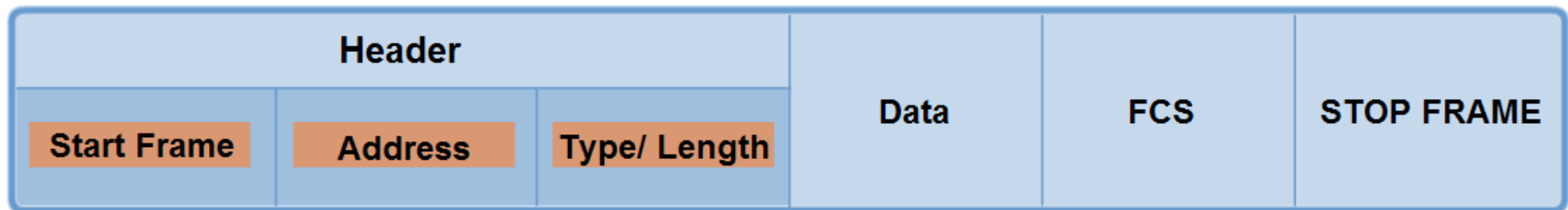
- Protokoli *data link* sloja zahtjevaju kontrolne informacije da bi funkcionisali:
  - koji čvorovi komuniciraju
  - kada komunikacija počinje, a kada završava
  - koje su se greške desile prilikom komunikacije
  - koji čvorovi sljedeći komuniciraju
- Struktura *frame*-a



# Frame – header

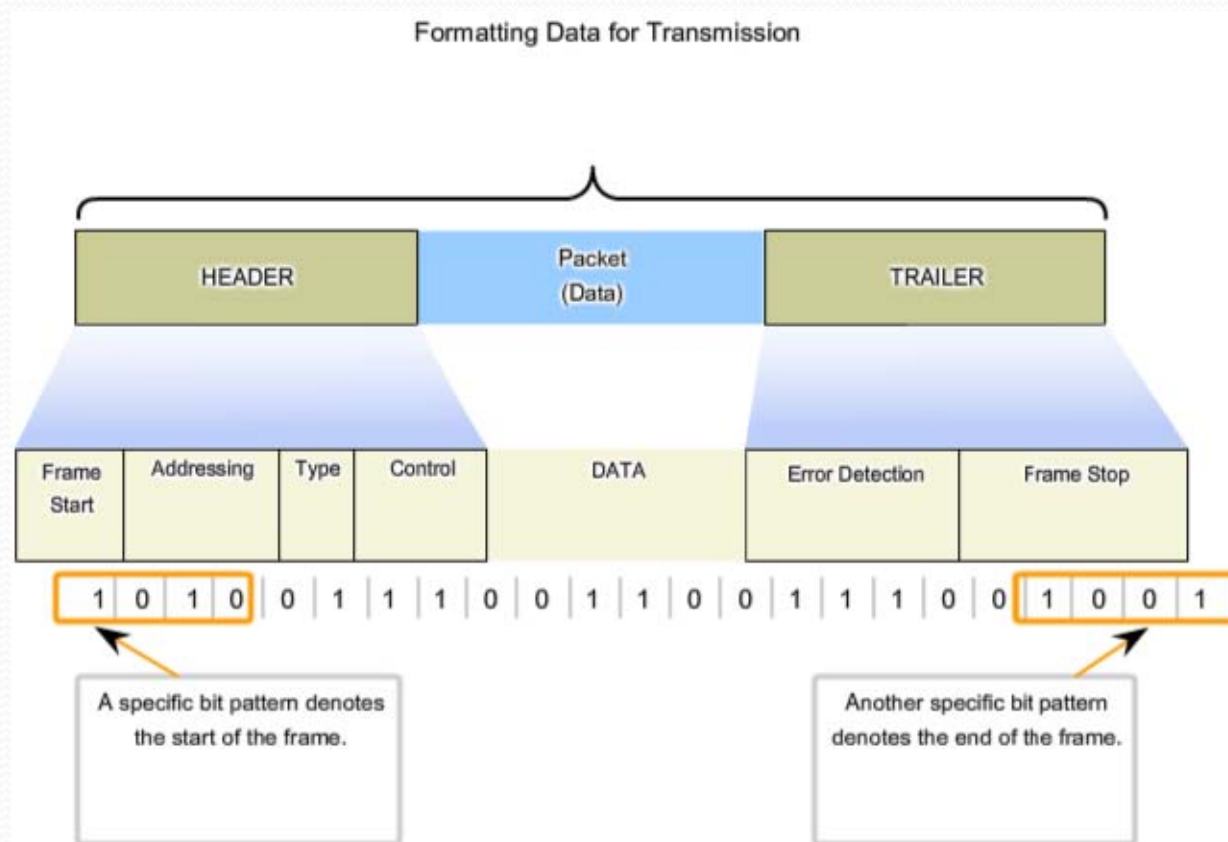
- *Start frame* – obavještava druge uređaje da *frame* počinje
- *Adresa* – *source i destination Data Link* adrese
- *Type* – tip protokola trećeg sloja
- *Length* – veličina *frame*-a

## The Role of the Header



# Frame – tipična polja

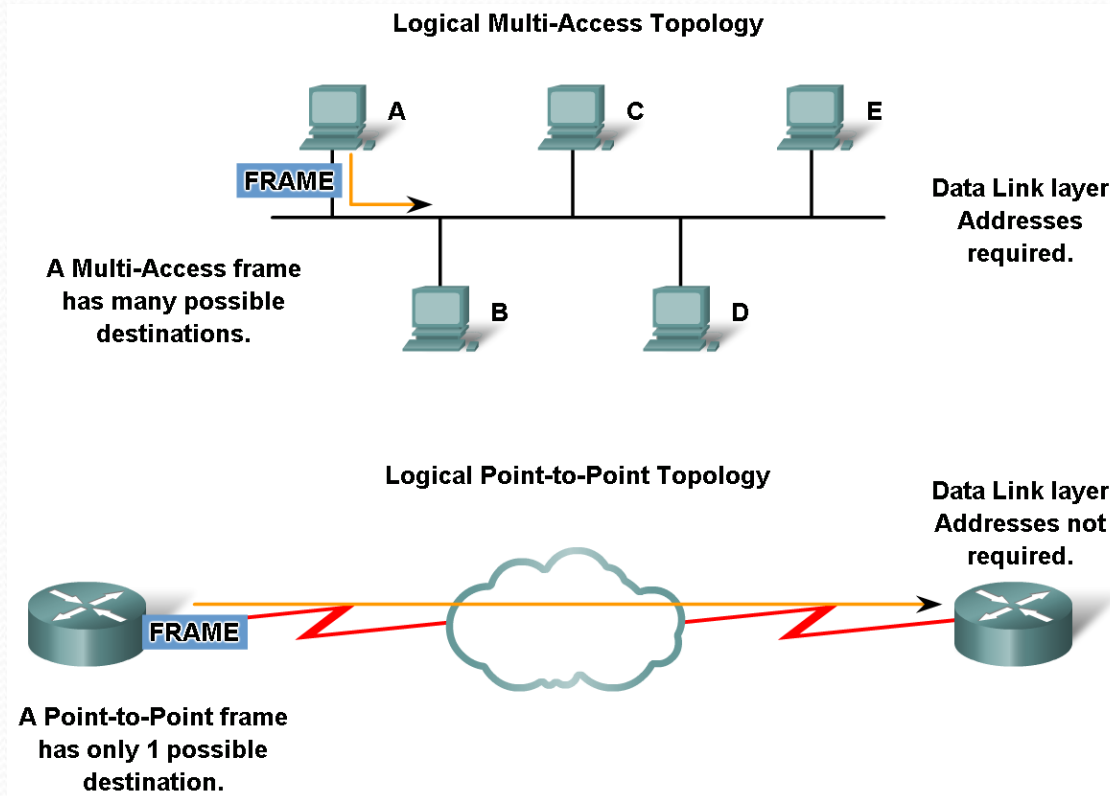
- konverzija podataka u niz nula i jedinica
- gdje *frame* počinje, a gdje završava?





# Frame – adresiranje

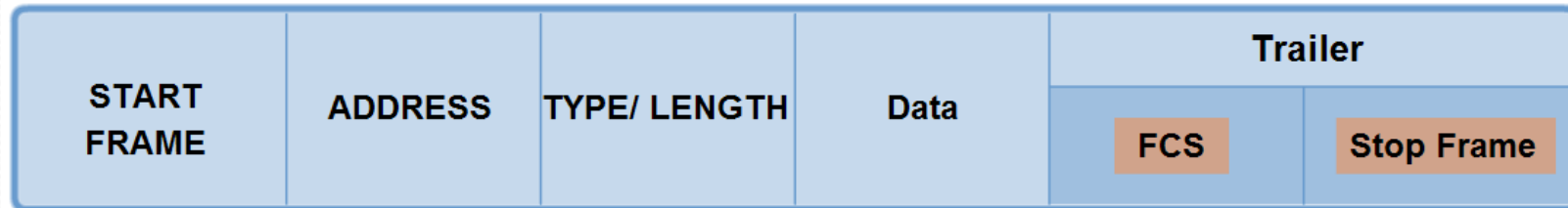
- ne postoji hijerarhijsko adresiranje, uređaj pri promjeni mreže zadržava istu *Data Link* adresu (lokalno značenje)
- potreba za *data link* adresiranjem zavisi od logičke topologije mreže!



# Frame – trailer

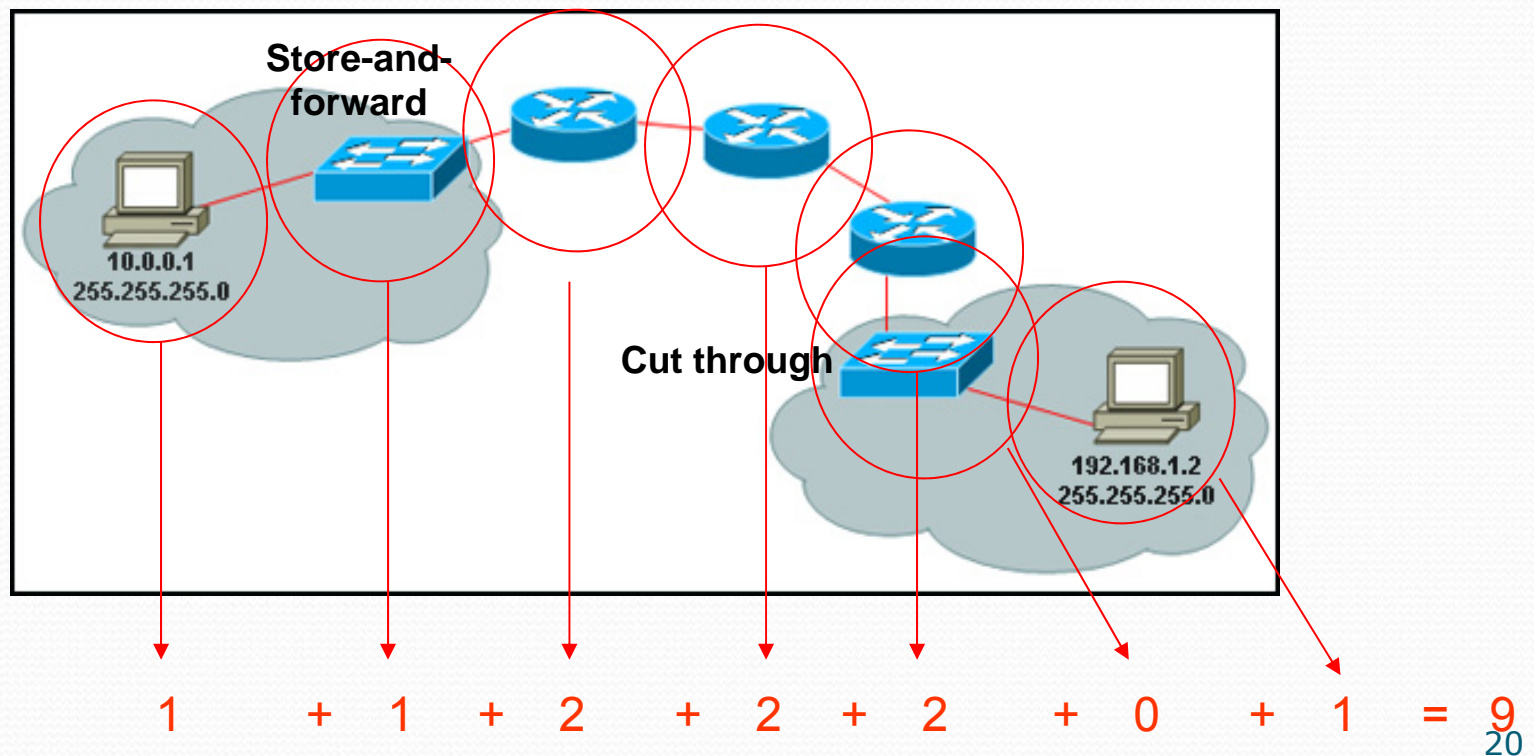
- glavna funkcija – otkrivanje grešaka
- *error detection vs. error correction*
- FCS (*Frame Check Sequence*) polje
- CRC (*Cyclic Redundancy Check*) vrijednost
- Ako se greška ne otkrije, to postaje zadatak viših slojeva

## The Role of the Trailer



# Primjer

- Koliko puta će se vršiti izračunavanje CRC-a u datoj topologiji na slici pri slanju paketa od jednog do drugog hosta? Jedan svič radi u *store-and-forward*, a drugi u *cut-through* režimu. Obrazložiti etape u računanju.





# Data Link protokoli

- *Ethernet*
- *Point-to-Point Protocol (PPP)*
- *High-level Data Link Control (HDLC)*
- *Frame Relay*
- *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*

