

# **Kolegji UBT - Studimet bachelor**

## **Rrjetet kompjuterike dhe komunikimi**

**Prof.Asoc.Dr. techn. Salem Lepaja**

**Nëntor 2019**

## **Kapitulli 3**

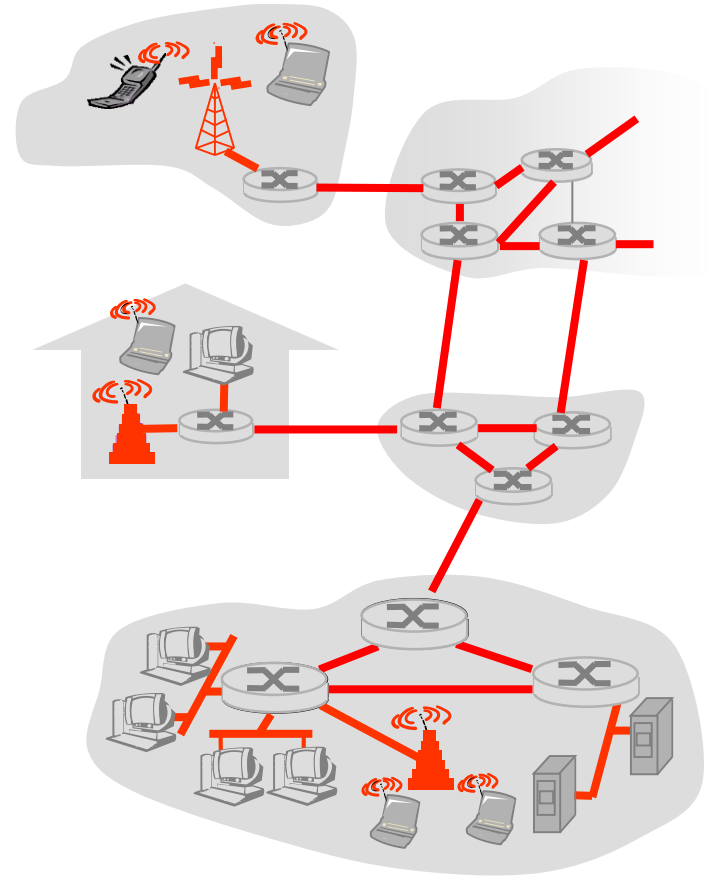
### **Shtresa e datalinkut dhe rrjeti ETHERNET**

# Shtresa e datalinkut

## Terminologji:

- Hostat dhe ruterat janë **nyja**
- Nyjat fqinje lidhen përmes **linjave**
  - linjat me tela
  - linjat pa tela
- Paketa e shtresës së dytë quhet **kornizë** ose **frejm**
- Enkapsulimi i datagramit (paketës së shtresës së tretë) brenda frejmit

**Shtresa e datalinkut** bën bartjen e datagrameve prej një nyje te një fqinje nëpër linjën lidhëse



# Shtresa e datalinkut

- Një datagram mund të bartet nëpër linja të ndryshme duke përdorur protokolle të ndryshme në shtresën e *datalinkut*:
  - P.sh., protokollin IEEE802.3 Ethernet në linjën e parë, frame relay në linjat e ndërmjeme, protokollin IEEE802.11 në linjën e fundit
- Protokollet e ndryshme të datalinkut ofrojnë shërbime të ndryshme
  - P.sh. mund të ofrojnë ose mos të ofrojnë shërbimin e transmetimit të sigurt (reliable data transfer)

# Shërbimet në shtresën e datalinkut

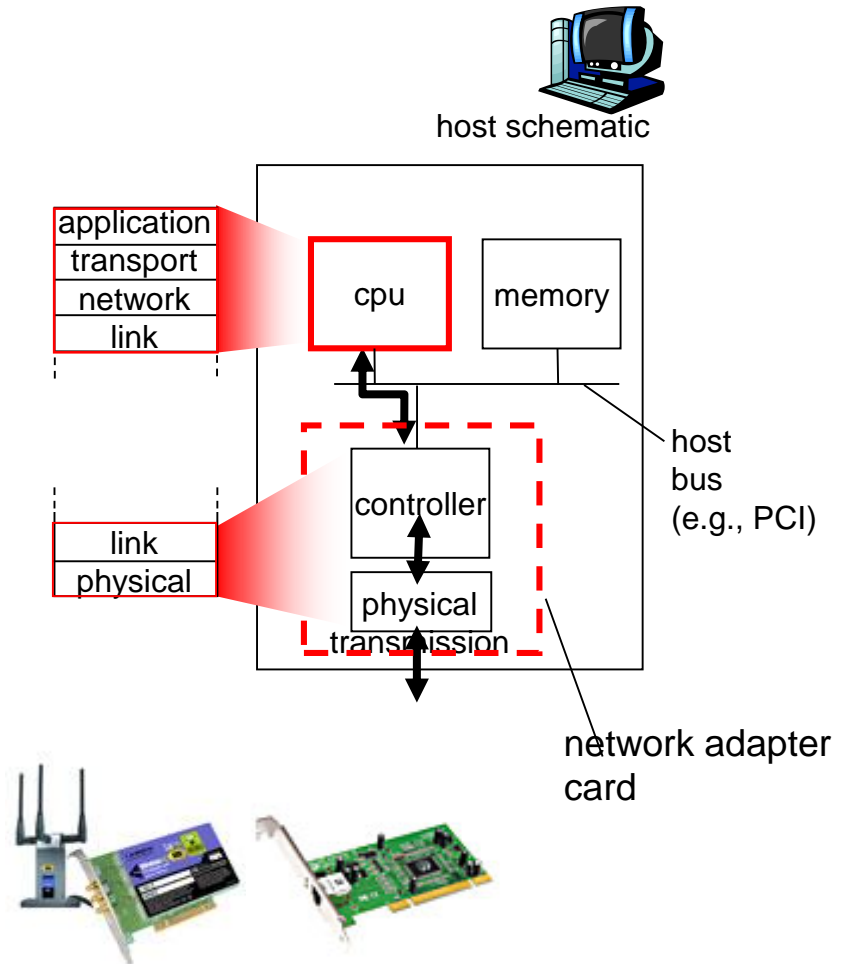
- **Krijimi i frejmit dhe qasja në linjë:**
  - Enkapsulimin e datagramit në frejm duke ia shtuar ballinen (hederin) dhe bishtin (trailer)
  - Qasje në kanal nëse mediumi transmeues është i përbashkët
- **Transmetimi i sigurt në mes të nyjave fqinje**
  - Ky shërbim përdoret shumë rrallë në linjat me shkallë të ulët të gabimeve (bit-error rate) si fija optike, kabloja koaksiale
  - Përsoret te linjat pa tela, sepse e kanë shkallën e lartë të gabimeve

# Shërbimet në shtresën e datalinkut

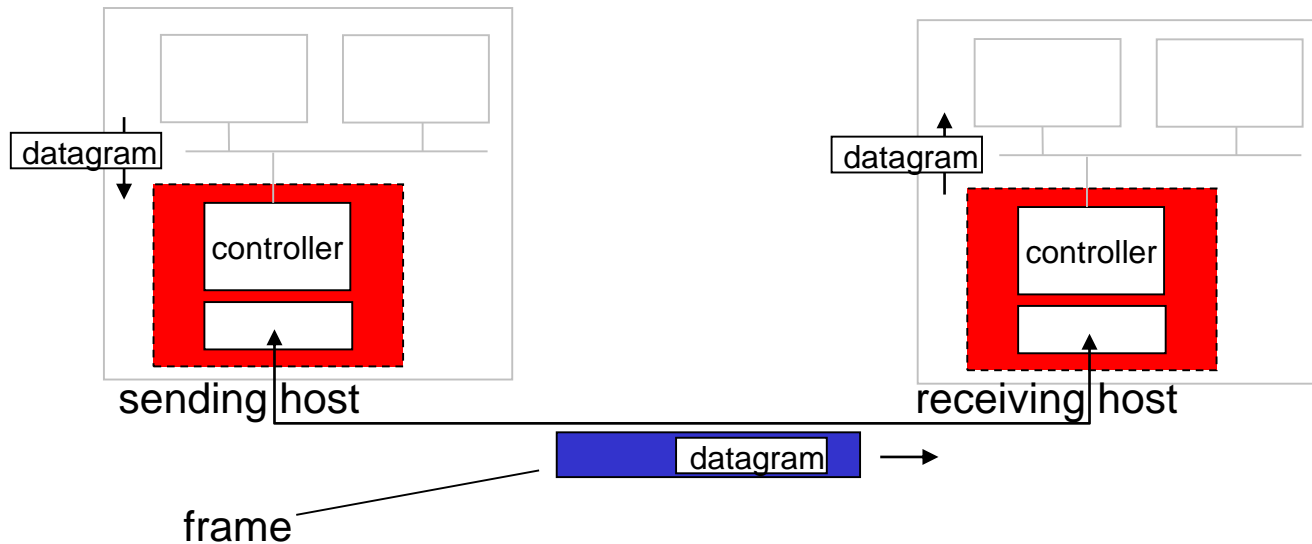
- **Kontrollimi i rrjedhës së paketave (flow control):**
  - Hosti destinues e kontrollon hostin burimor
- **Detektimi i gabimeve:**
  - Gabimet për shkak të dobësimit të sinjalit dhe zhurmës
  - Marrësi i detekton gabimet:
    - E dërgon kërkesën (sinjalin) për përsëritjen e transmetimit ose e hedh poshtë frejmin
- **Korrigjimi i gabimeve:**
  - Marrësi i detekton dhe i korrigjon gabimet, nuk ka ritransmetim
- **Transmetimi gjysmë-dupleks (half duplex) dhe dupleks i plotë (full-duplex)**
  - Te transmetimi **gjysmë-dupleks**, të dy nyjat në komunikim mund të transmetojnë por jo njëkohësisht
  - **Dupleks i plotë**, të dy nyjat në komunikim mund të transmetojnë njëkohësisht

# Implementimi i shtresës së datalinkut

- Shtresa e datalinkut implementohet në adapter (NIC - *network interface card*)
  - Kartela IEEE802.3 (Ethernet),
  - Kartela IEEE802.11 (adapteri për komunikim pa tela)
  - Shtresa e datalinkut dhe shtresa fizike
  - Lidhet në sistemin *bus* të hostit
  - Kombinim i harduerit, softuerit, firmuerit



# Komunikimi i adapterëve



- Ana transmetuese:
  - Bën enkapsulimin e datagramit në frejm
  - I shton bitët për kontrollim të gabimeve, për *rdt*, për *flow control*, etj.

- Ana marrëse
  - Shikon a ka gabime, *rdt*, *flow control*, etj
  - E nxjerr datagramin nga frejmi dhe e përcjell te shtresa e mësipërme

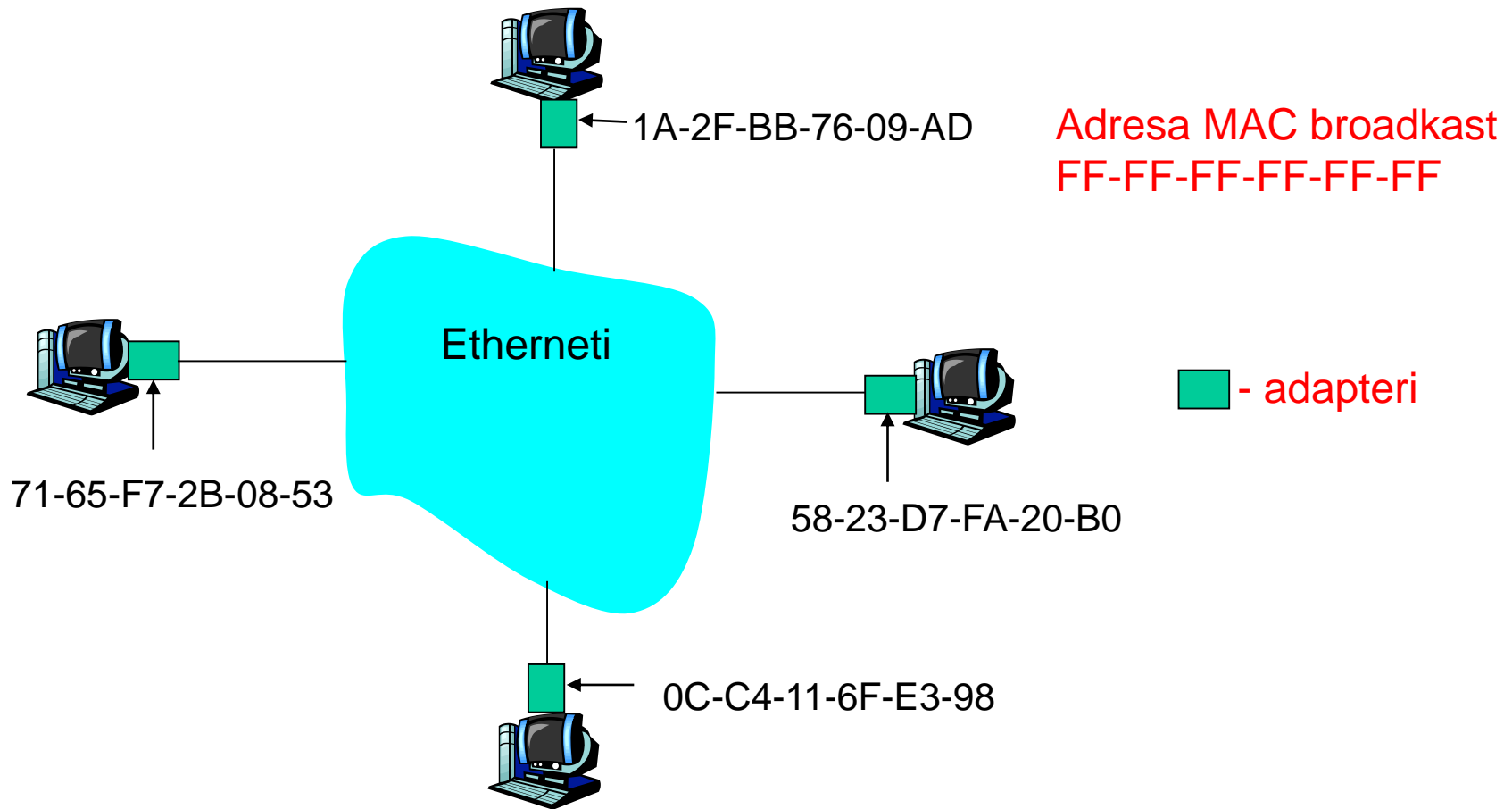


# Adresa MAC

- Adresa MAC (adresa fizike ose adresa Ethernet):
  - Është 48 bitshe (6 bajta) dhe shkruhet në kodin heksadecimal
    - P.sh. 1A-2F-BB-76-09-AD
  - Është e shkruar harduerikisht në ROM të karteles së rrjetit (NIC ROM)
    - Mund të ndërrohet softuerikisht në raste të veçanta
  - Përdoret për transmetimin e frejmit në mes të dy interfejsave të lidhur fizikisht (rrjeti i njëjtë)
  - Adresat MAC destinuese dhe burimore shkruhen në fushat përkatëse të frejmit (ETHERNET ose WLAN) për ta identifikuar destinimin dhe burimin e frejmit

# Adresa MAC

Çdo adapter në Ethernet e ka adresën e veçantë (unike) MAC



# Alokimi i adresës MAC

- Caktimi i adresave MAC administrohet nga IEEE
- Prodhuesit e kartelevë e blejnë një pjesë të adresës nga hapësira e adresave MAC (për të siguruar veçantinë)
- Analogji:
  - a) adresa MAC: e ngjashme me numrin personal (ose numrin e sigurimit social)
  - b) adresa IP: e ngjashme me adresën postare
- Adresimi MAC është i “rrafshtë” → portabil
  - Kartela Ethernet mund të lëvizë prej një rrjeti Ethernet në tjetrin, adresa MAC mbetet e njëjtë
- Adresimi IP është “hierarkik” → joportabil
  - Adresa IP varet nga nënrrjeti IP në të cilin është e lidhur nyja (hosti)

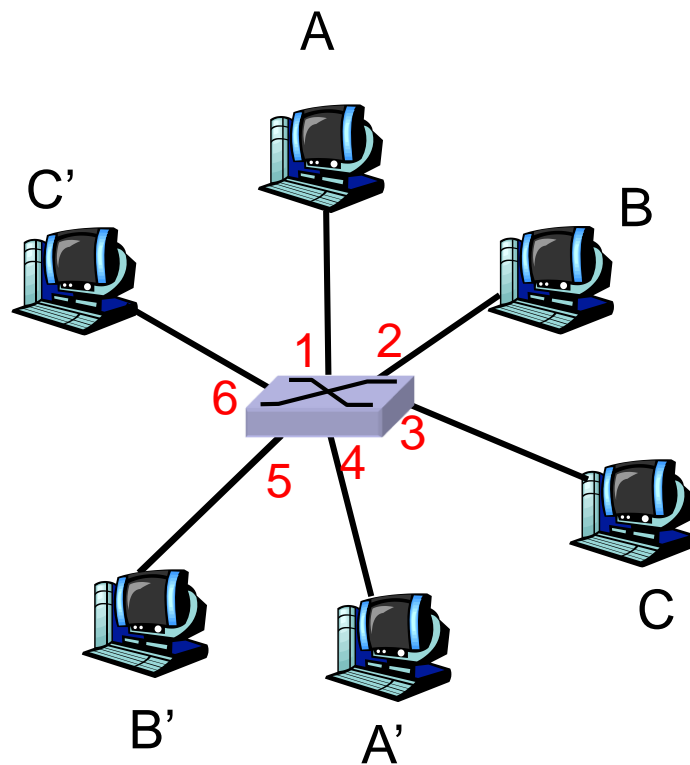
# Suiçi

- Pajisje e shtresës së dytë
  - I regjistron frejmat Ethernet
  - I shqyrton adresat MAC të frejmave dhe pastaj i forvardon në mënyrë selektive në një ose më shumë linja (interfejsë) dalës
- Është transparent
  - Hostat nuk e shohin praninë e suiçave
- Veçoritë “plug-and-play” dhe “self-learning”
  - Suiçat e thjeshtë nuk konfigurohen

# Suiçi

Suiçi: mundëson transmetime të shumëfishta njëkohësisht

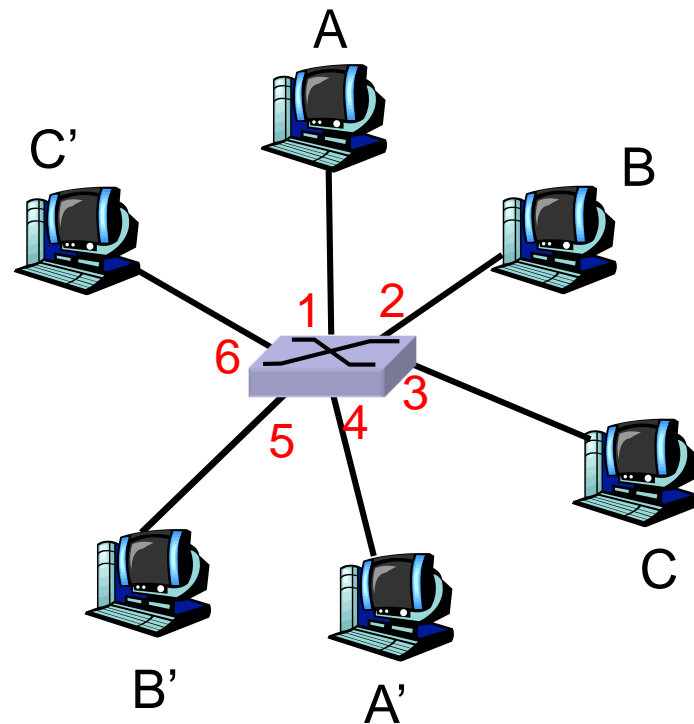
- Hostat kanë lidhje të drejtpërdrejt (dedikuar) me suiç
- Suiçat i vendosin frejmat në bufera
- Protokolli Ethernet IEEE802.3 përdoret në çdo linjë ardhëse, por nuk ka ndeshje sepse hostat kanë lidhje të drejtpërdrejt (dedikuar) me suiç; lidhja full-duplex
  - Çdo port (linjë) i suiçit paraqet një domen të pavarur të ndeshjeve
  - Sa domene të ndeshjeve janë në figuren e treguar?
- Komutimi: prej A-te-A' dhe prej B-te-B' njëkohësisht, nuk ka ndeshje



Suiçi me gjashtë interfejsa  
(1,2,3,4,5,6)

# Tabela e suiçit

- **Pyetje:** Si e din suiçi se A-ja është e arritshme nëpërmes interfejsit 1, B-ja përmes interfejsit 2?
- **Përgjigja:** Çdo suiç e përmban tabelën MAC (tabelën e komutimit), çdo rresht i tabelës MAC përmban:
  - Adresën MAC të hostit, interfejsin ku është i lidhur hosti, kohën e regjistrimit
- **Pyetje:** Si krijohet përmbajtja e tabelës?
  - Vetëmësimi (“self-learning”)



Suiçi me gjashtë interfejsa  
(1,2,3,4,5,6)

# Të vetëmësuarit – “self-learning”

- Suiçi mëson se nëpërmes cilit interfejs arrihet host i caktuar
  - Kur një frejm vjen në suiç, suiçi e mëson se në cilin interfejs është i lidhur dërguesit
  - Në tabelën e komutimit e regjistron çiftin: dërguesi-interfejsi

Adr. MAC	interfejsi	TTL
A	1	60

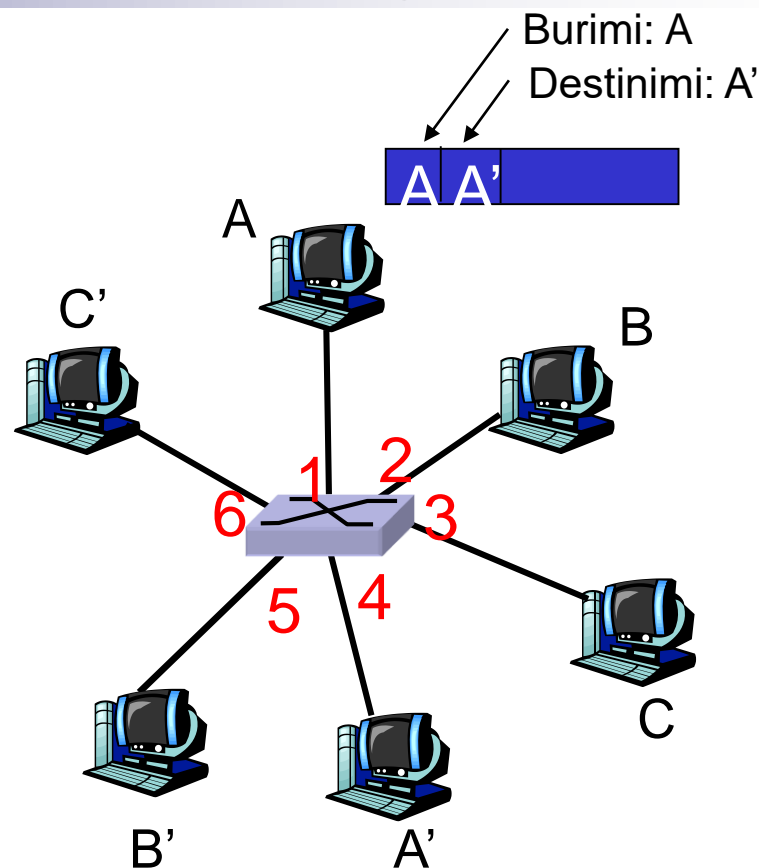
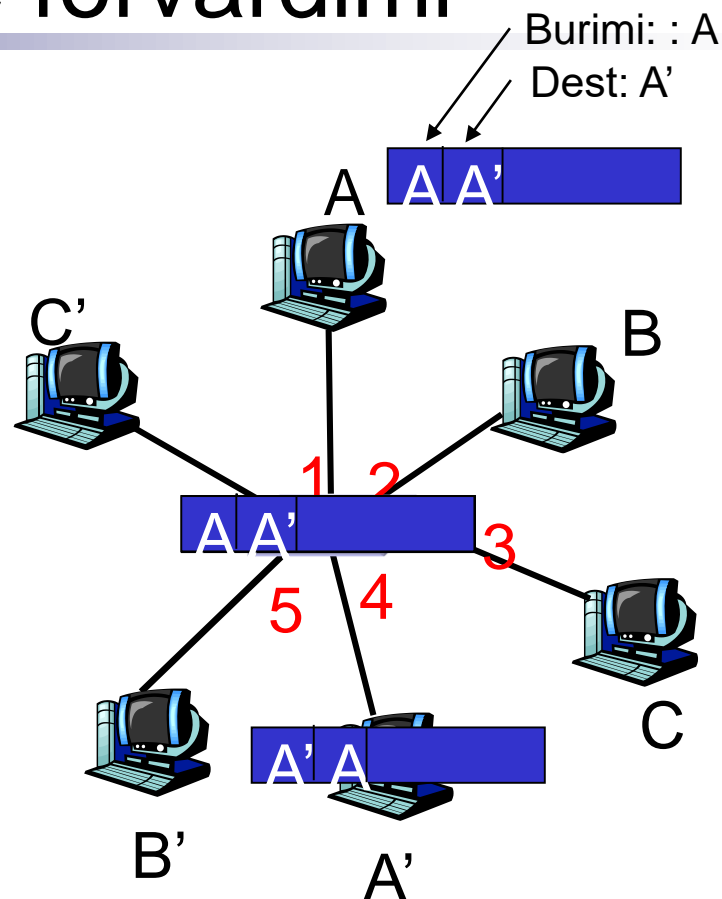


Tabela e suiçit  
(fillimisht e zbrazët)

# Të vetëmësuarit dhe forvardimi

- Destinimi i frejmit i panjohur:  
**flood**

- Destinimi i frejmit i njohur:  
**dërgimi selektiv**




MAC addr	interface	TTL
A	1	60
A'	4	60

Tabela e suiçit  
(fillimisht e zbrazët)



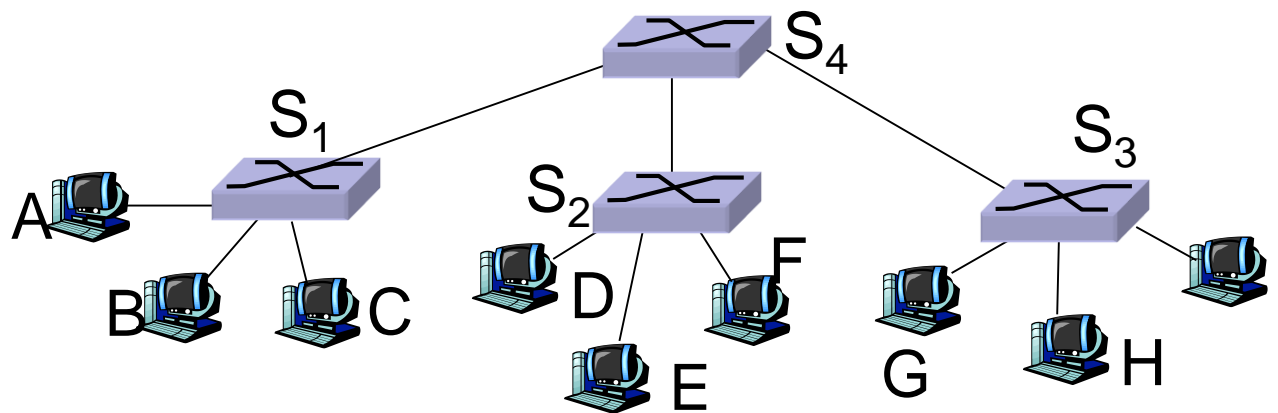
# Filtrimi dhe forvardimi

Kur një frejm vjen në suiç, suiçi i kryen këto veprime:

1. E regjistron linjën ku është i lidhur hosti që e ka dërguar frejmin
  2. E kërkon në tabelen e komutimit adresen destinuese MAC
  3. **if** entry found for destination  
    **then** {  
        **if** dest on segment from which frame arrived  
            **then** drop the frame  
            **else** forward the frame on interface indicated  
        }  
    **else** flood
- forward on all but the interface  
on which the frame arrived
- 

# Ndërlidhja e Suiçave (1)

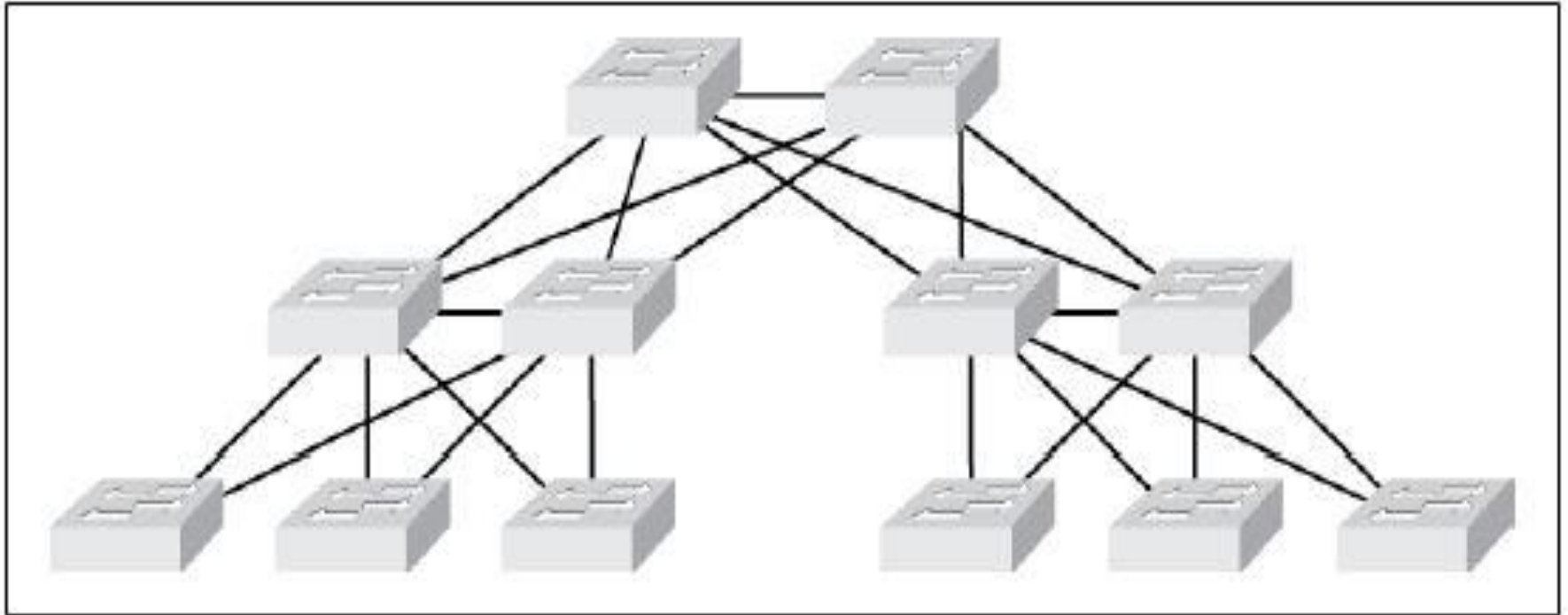
- Në praktikë suiçat rëndom lidhen në mes veti



**Pyetje:** Dërgimi i frejmit prej hostit A te hosti G, si e din  $S_1$  ta forvardojë frejmin e destinuar te G nëpërmes  $S_4$  dhe  $S_3$ ?

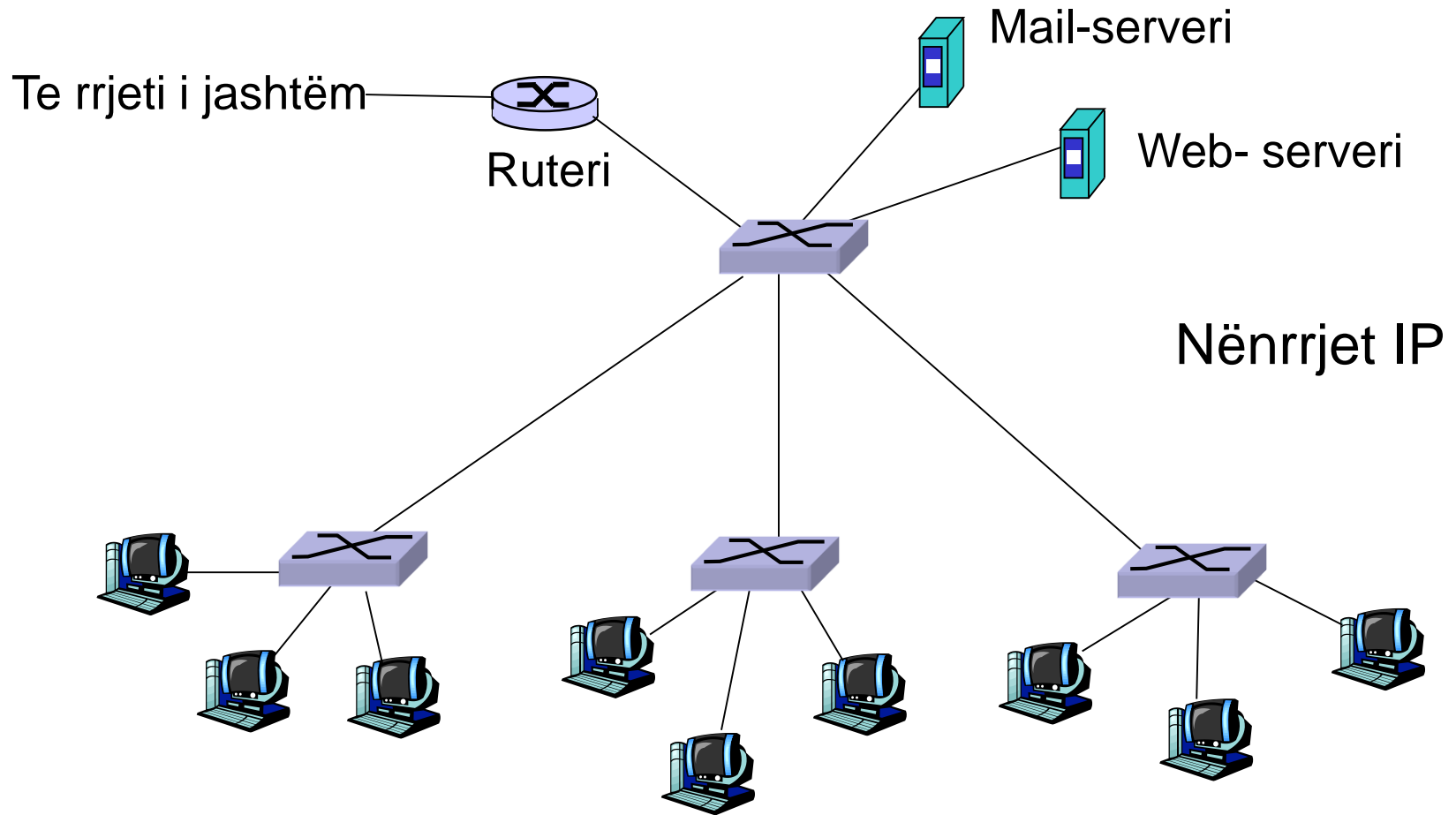
**Pergjigjja:** Vetëmësimi (funksionon plotësisht njësoj si në rastin kur e patëm vetëm një suiç)

# Ndërlidhja e Suiçave (2)



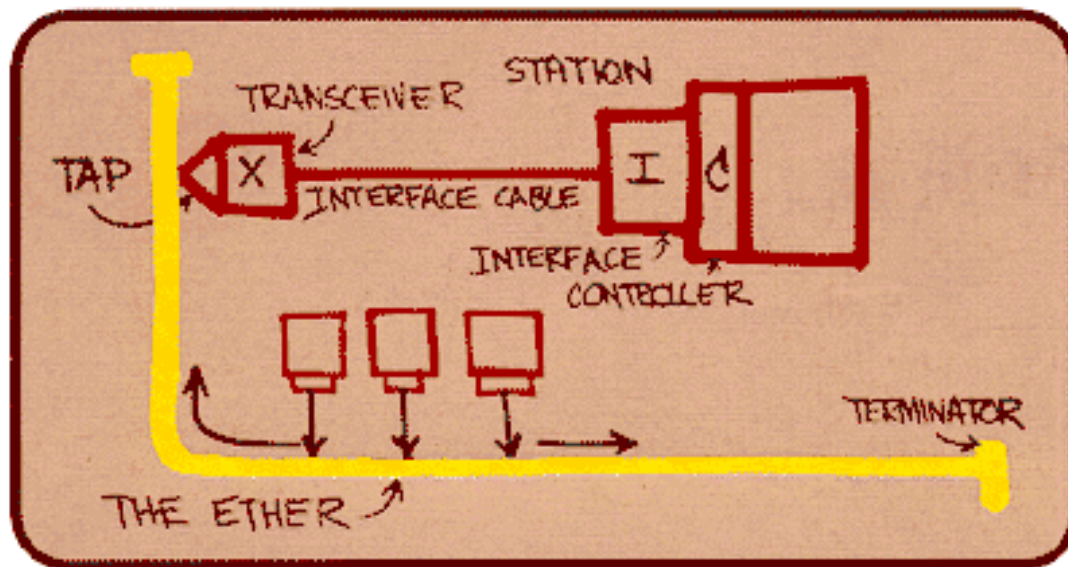
- Rrjeti i treguar është rrjet tipik me tre nivele (shtresa) i përbërë vetëm nga suiçat e shtresë së dytë
- Gjithsej 12 suiça: 2 në rrjetin qendror, 4 në shtresën e shpërndarjes (distribution layer) dhe 6 në shtresën e qasjes

# Shembull: Intraneti



# Etherneti

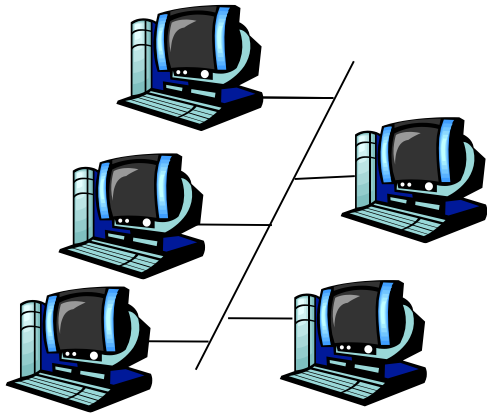
- Teknologjia e parë LAN me përdorim të gjerë
- Teknologjia dominuese LAN me tela
- Më e thjeshtë dhe më e lirë se sa teknologjitë *token LAN* dhe *ATM*
- Shpejtësia e transmetimit: 10 Mbps – 10 Gbps



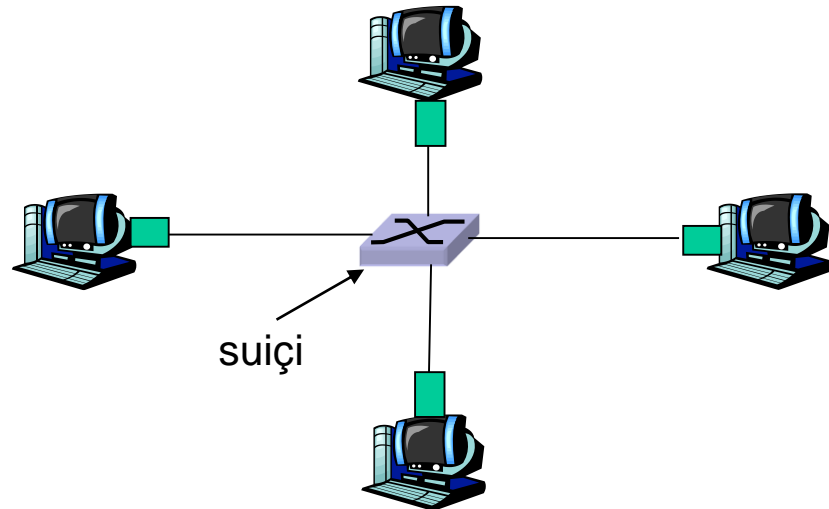
Skica e Ethernetit  
nga projektuesi  
Metcalf

# Topologjia

- Topologjia *bus*
  - Mediumi transmetues i përbashkët
  - Të gjitha nyjat janë në domenin e njëjtë të ndeshjeve (collision domain) d.m.th. frejmat mund të ndeshen në mes vete
  - Kjo topologji ka qenë e popullarizuar kah gjysma e viteve të 90-ta
- Topologjia yll (star)
  - Mediumi transmetues i dedikuar
  - Çdo kompjuter (nyjë) lidhet në suiç drejtpërdrejt (frejmat nuk ndeshen në mes vete)
  - Kjo topologji përdoret sot



Topologjia bus: kabloja koaksiale



Topologjia yll

# Struktura e frejmit të Ethernetit (1)

Kartela ose adapteri NIC (Network Interface Card) i stacionit burimor bën enkapsulimin e datagramit IP (ose të ndonjë protokolli tjetër të shtresës së rrjetit) në frejmin Ethernet.

- Ekzistojnë 5 lloje të frejmave Ethernet
- DIX (DEC, Intel, dhe Xerox) ose ETHERNET II, më i rëndomti



## Struktura e frejmit DIX ose Ethernetit II

### Fusha Type

0x0800 – IPv4; 0x8100 – 802.1Q tagged frame; 0x0806 – ARP; 0x86DD – IPv6

# Struktura e frejmit të Ethernetit (2)

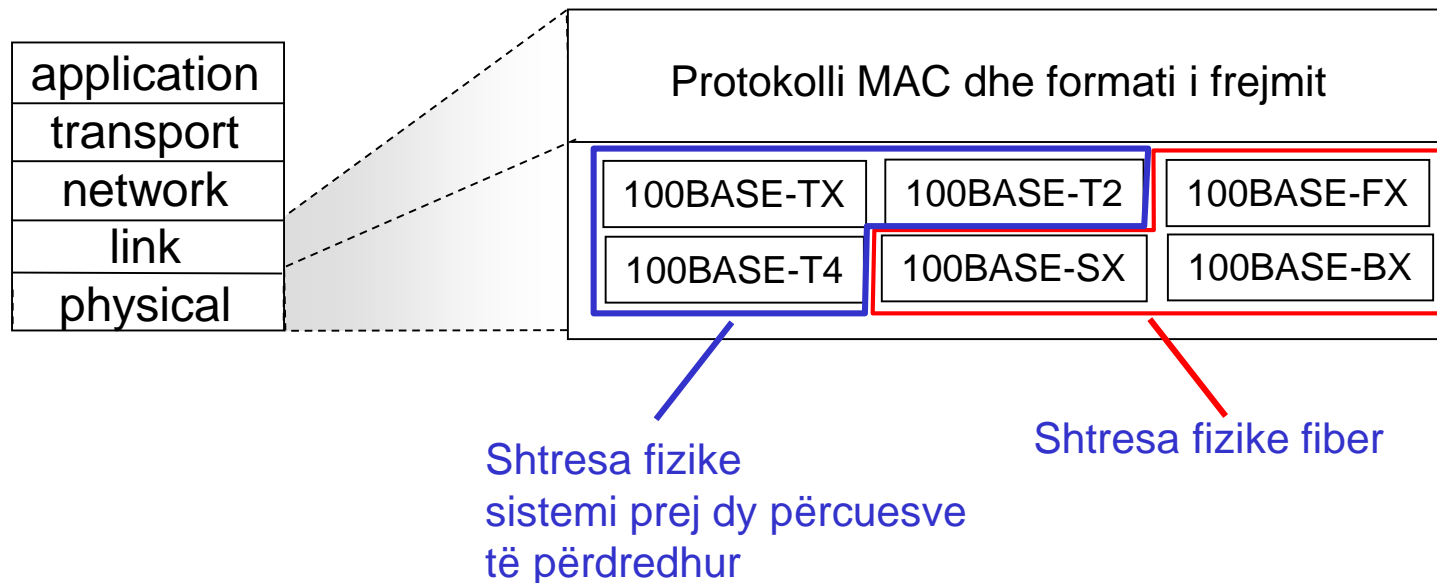
## Fushat e frejmit

- **Preamble:**
  - 7 bajta me përmbajtje 10101010 të pasuar me një bajt me përmbajtje 10101011
  - përdoret për sinkronizim të shpejtësive (clock rates) të dhënësit dhe marrësit.
- **Address:** 6 bajta
  - Nëse adapteri e merr frejmin me adresë destinuese të tij ose me adresë broadcast (p.sh. paketa ARP), të dhënat (payloadin) në frejm i percjell te shtresa e rrjetit.
  - Nëse adresa destinuese në frejm nuk përputhet me adresën e adapterit, atëherë adapteri e hedh frejmin
- **Type:** 2 bajta
  - Tregon llojin e protokollit të shtresës së sipërme (kryesisht protokoli IP, mirëpo edhe protokollet e tjera janë të mundshme, p.sh. Novell IPX, AppleTalk, ose ARP).
  - 0x0800 – IP; 0x8100 – 802.1Q tagged frame; 0x0806 – ARP; 0x86DD – IPv6
- **FCS:** 4 bajta
  - Përdoret në marrës, nëse detektohet ndonjë gabim frejmi hedhet poshtë

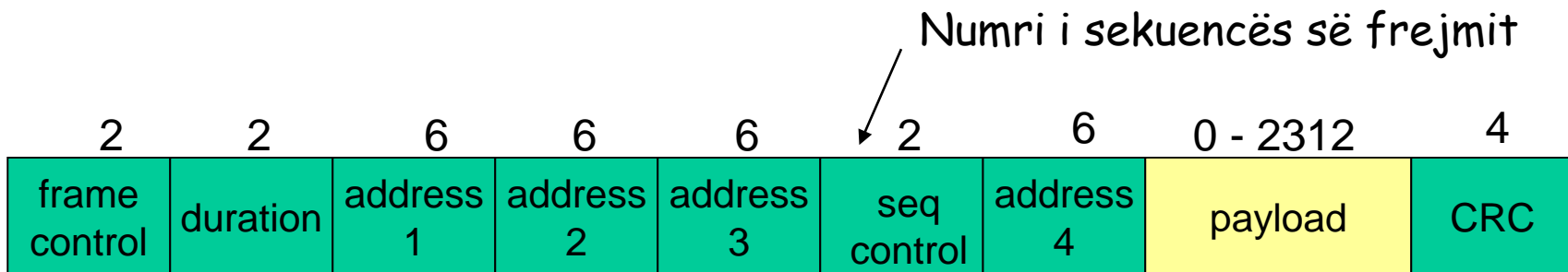


# Standardized 802.3: Shtresa fizike dhe e datalinkut

- Ekzistojnë shumë standarde të Ethernetit në shtresën fizike
  - Protokoli MAC dhe formati i frejmit është i njëjtë
  - Mediumet transmetuese të ndryshme: çiftorja e përcuesve të përdredhur, fiber
  - Shpejtësi (kapacitet) të ndryshme: 10Mb/s, 100Mb/s, 1Gb/s, 10Gb/s



# Struktura e frejmit IEEE 802.11 (1)



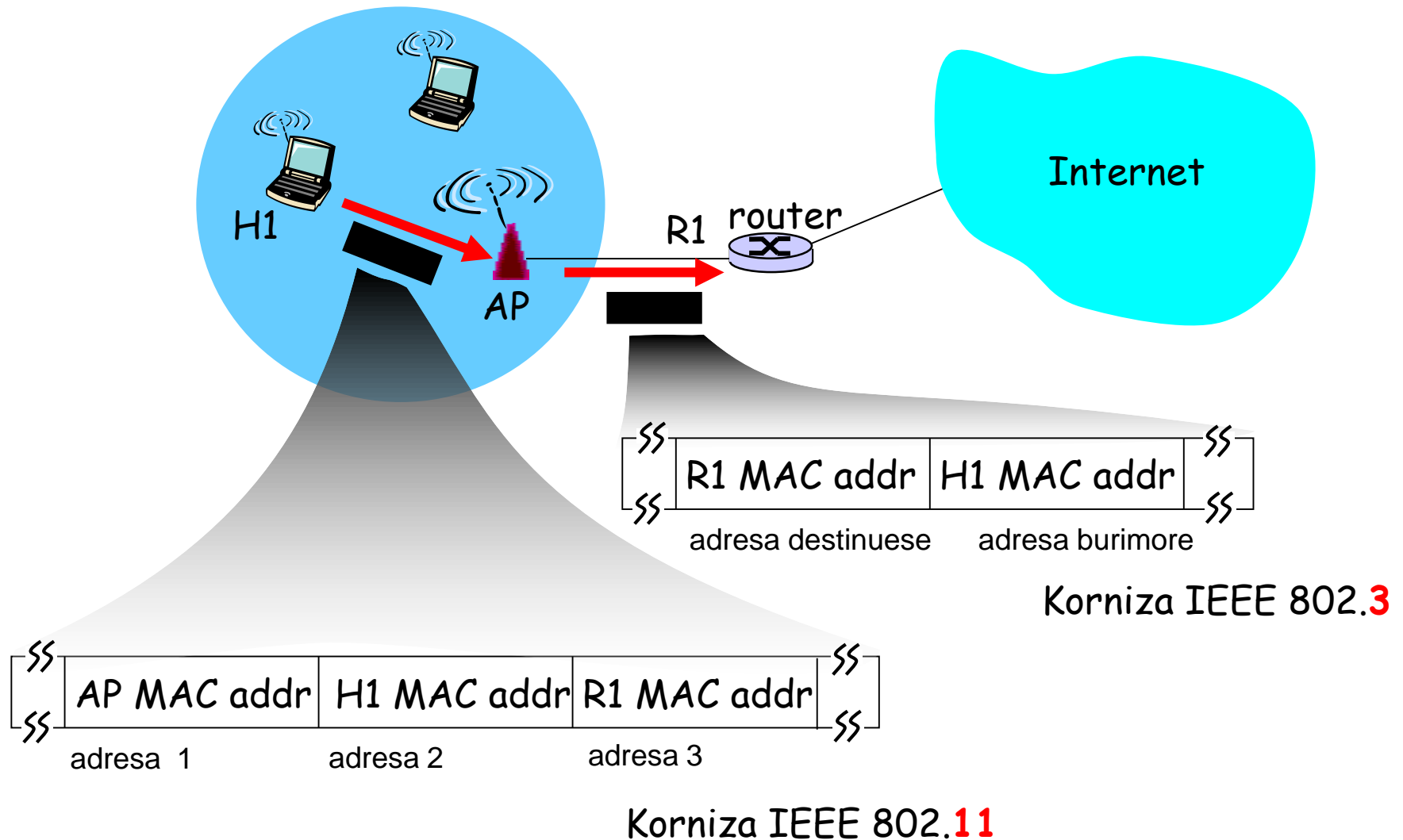
**Address 1:** fusha për adresën destinuese MAC, të hostit pa tela ose AP-ës që i dedikohet frejmi

**Address 4:** përdoret vetëm në modin ad hoc

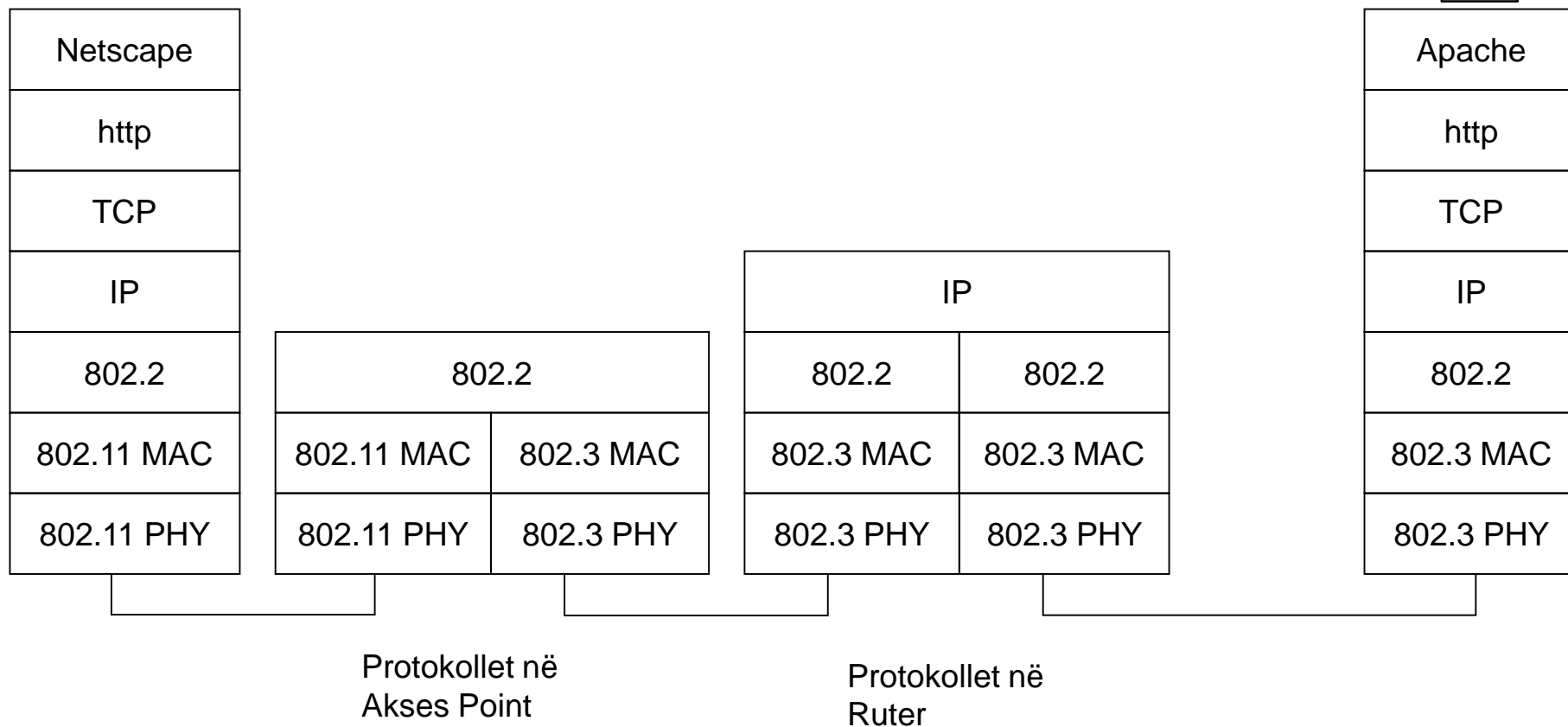
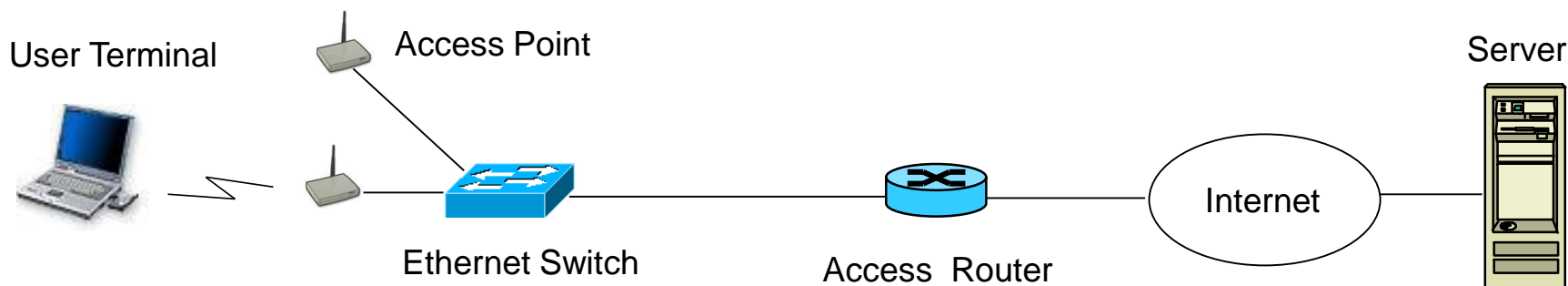
**Address 3:** fusha për adresën MAC të interfejsit të routerit në të cilin është i lidhur AP

**Address 2:** fusha e adresës burimore MAC, e hostit pa tela ose AP-ës që e transmeton frejmin

# Struktura e frejmit IEEE 802.11 (2)



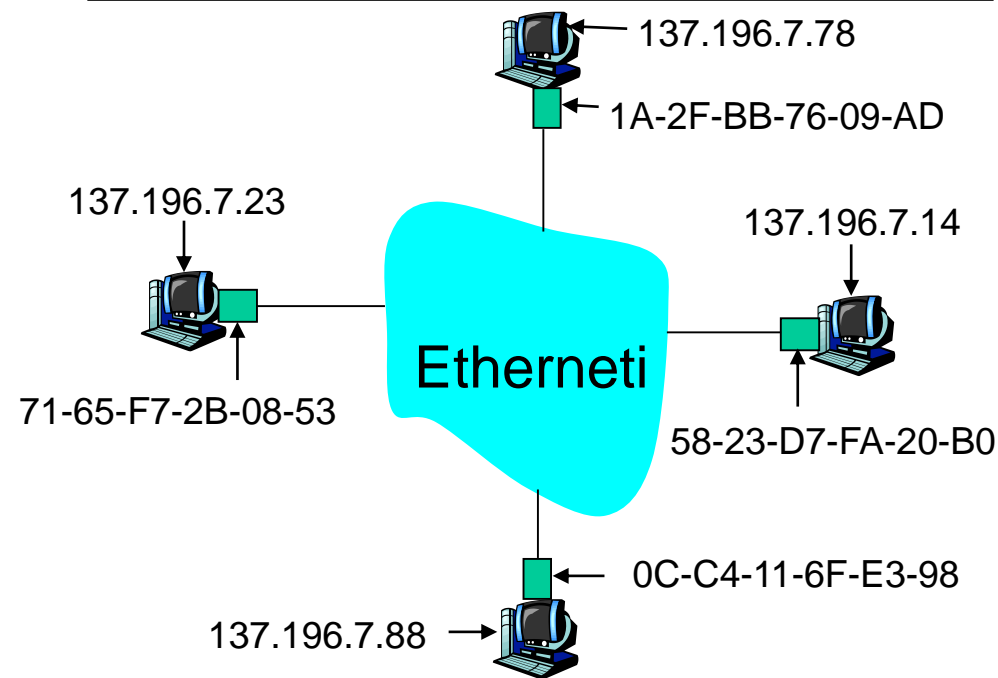
# Lidhja end-to-end Laptop - server web



# Protokoli ARP (1)

## ARP – Address Resolution Protocol

Si të caktohet adresa MAC e hostit B kur i dihet adresa IP?



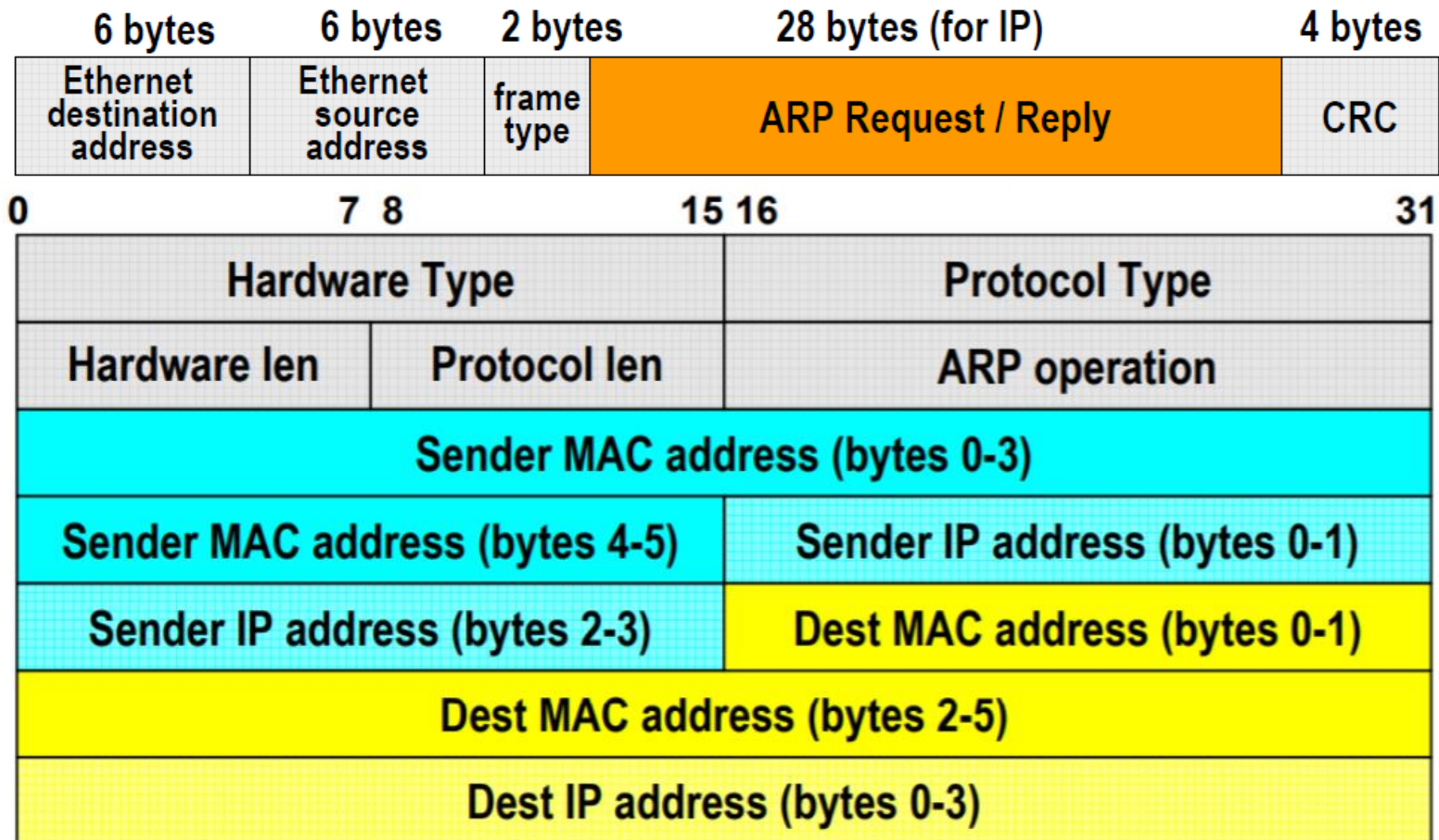
- Çdo host dhe ruter i lidhur në Ethernet e ka një tabelë **ARP**
- Tabela ARP përmban çiftin e adresave IP-MAC për nyjat e lidhura në Ethernet  
< **adresa IP**; **adresa MAC**; **TTL** >
  - TTL (Time To Live): koha e validitetit të çiftit të adresave IP-MAC (vlera tipike është 20 min)

# Protokoli ARP (2)

Hostat **A** dhe **B** janë të lidhur në Ethernetin e njëjtë

- Hosti **A** dëshiron t'i dërgojë datagramë **B**-së, në tabelën ARP të **A**-së nuk ekziston adresa MAC e **B**-së
- **A**-ja transmeton me adresë **broadcast** frejmin, i cili në fushën data e përmban paketen *ARP query*
  - Adresa destinuese MAC e frejmit = FF-FF-FF-FF-FF-FF
- Paketa *ARP query* e përmban adresën IP të **A**-së, të **B**-së, adresën MAC të **A**-së dhe fushën e adreses destinuese MAC me përmbajtje 00-00-00-00-00-00
  - Të gjitha nyjat e lidhura në Ethernet e marrin paketen *ARP query*
  - **B**-ja e sheh adresën e vet IP dhe i përgjigjet **A**-së me adresën e vet MAC (adresën MAC të **B**-së)
  - Frejmi dërgohet në adresën MAC të **A**-së (unikast)
- **A**-ja e regjistron çiftin e adresave IP-MAC në tabelën ARP dhe kohën e validitetit të lidhjes së adresave IP-MAC
  - *Soft state*: me kalimin e kohës së validitetit të lidhjes IP-MAC, ky informacion humb, nëse nuk vazhdohet para kalimit të kohës së validitetit
- ARP bazohet në veçorinë “plug-and-play”:
  - Hostat (edhe ruterat) i krijojnë tabelat e veta ARP pa intervenimin e administratorit të rrjetit

# Protokoli ARP (3)



Hardware type: 1 për Ethernet

Protocol type: 0x0800 për IP

Hardware len: gjatësis në bajta e adresës harduerike (6 bajt për Ethernet)

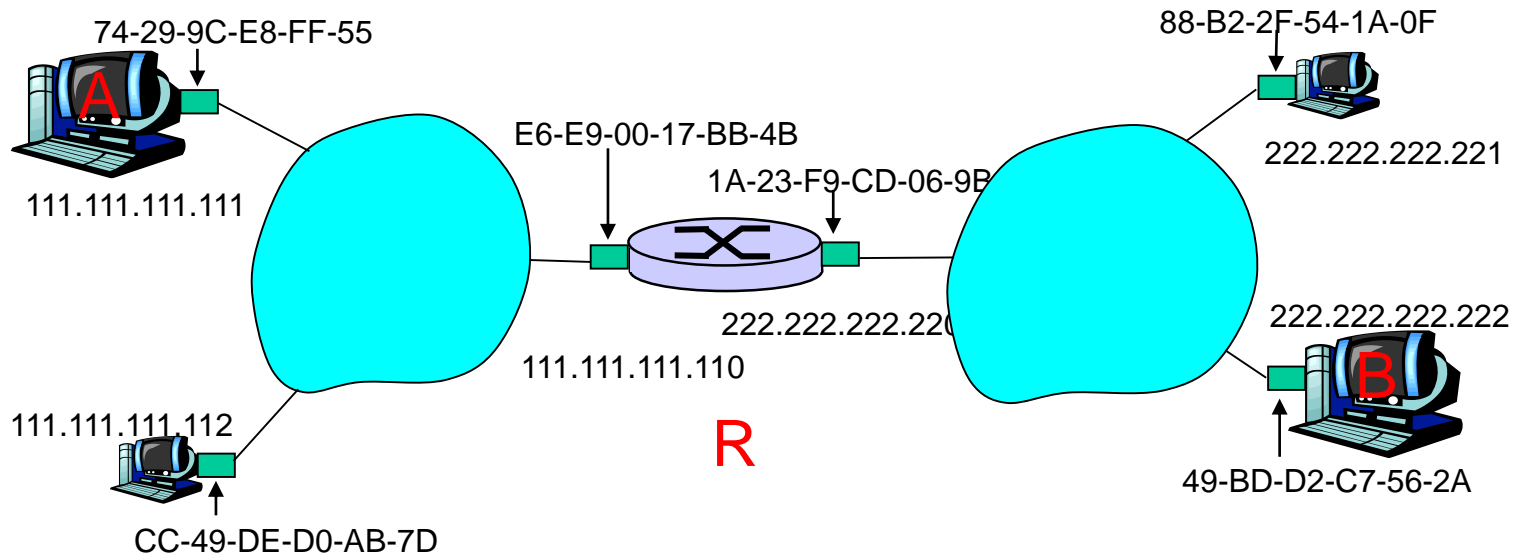
Protocol len: gjatësia në bajta e adresës logjike (4 bajt për IPv4)

ARP operation: 1 = request; 2 = reply;  $\frac{3}{4}$  RARP req/reply

# Protokoli ARP (4)

Hostat **A** dhe **B** janë të lidhur në Ethernete të ndryshme

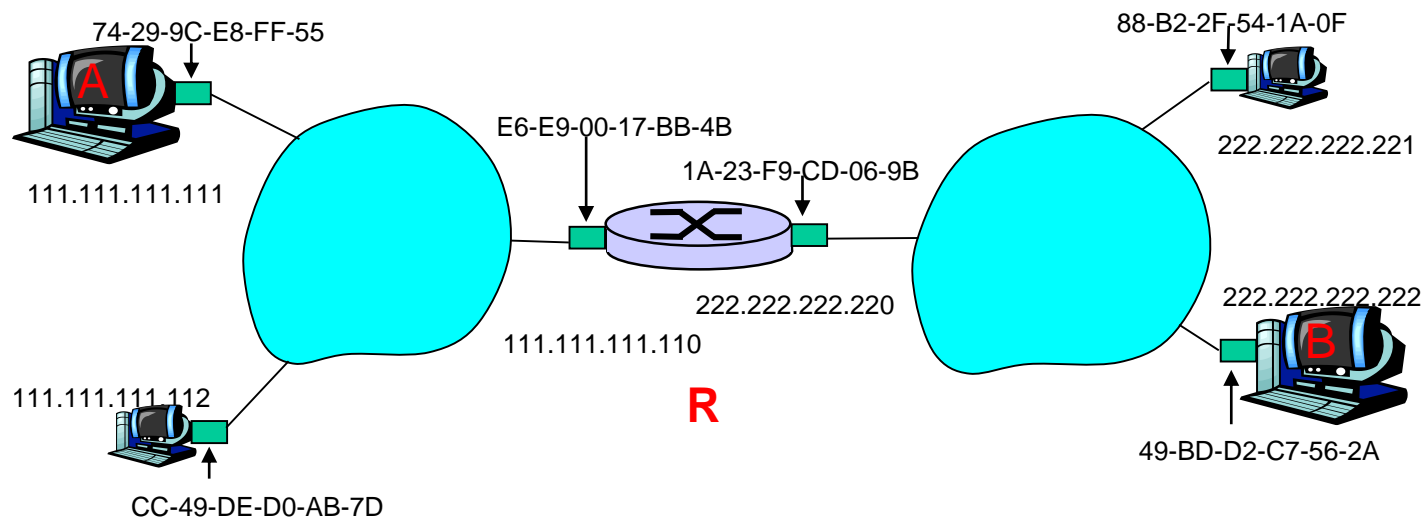
- Dërgimi i datagramit prej hostit **A** te hosti **B** nëpërmes ruterit **R**
  - Të supozojmë se hosti **A** e din adresën IP të hostit **B**





# Protokoli ARP (5)

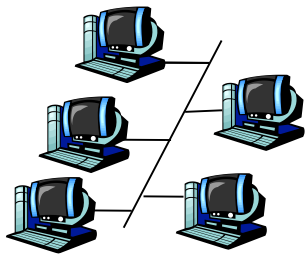
- Hosti **A** e krijon datagramin IP me adresë burimore A dhe adresë destinuese B
- Hosti **A** e përdor ARP-në për ta gjetur adresën MAC të ruterit **R** me adresën IP 111.111.111.110
- Hosti **A** e krijon frejmin në të cilin në fushën e adresës destinuese e vendos adresën MAC të ruterit, ndërsa në fushën data vendoset datagrami IP prej **A-te-B**
- Kartela NIC e hostit **A** e dërgon frejmin
- Kartela NIC e ruterit **R** e pranon frejmin
- **R**-ja e nxjerr datagramin prej frejmit dhe e sheh se është i destinuar për hostin **B**
- **R**-ja e përdor ARP-në për ta gjetur adresën MAC të hostit **B**
- **R**-ja e krijon frejmin që e përmban datagramin IP prej **A-te-B**, dhe e dërgon te **B**



# Protokollet MAC (1)

Dy lloje te linjave:

- Point-to-point (prej pike në pikë d.m.th. drejtpërdrejt)
  - PPP për qasje dial-up
  - Linja point-to-point në mes të suiçit Ethernet dhe hostit
- Broadcast (mediumi transmetues i përbashkët)
  - Etherneti klasik
  - WLAN 802.11



Kabloja e përbashkët  
Ethernet



Frekuencat  
e përbashkëta  
(e.g., 802.11 WiFi)



Frekuencat  
e përbashkëta  
(satelitet)



Njerëzit në ndeje  
(ambienti i përbashkët)

# Protokollet MAC (2)

- Kanali i përbashkët - brodkast
- Transmetimi i njëkohësishëm i dy e më shumë nyjave:
  - Nëse nyja pranon dy e më shumë frejma njëkohësisht d.m.th. ndeshje e frejmave

## Multiple access protocol – MAC protocols

- Algoritma të distribuar ose të centralizuar që përcaktojnë sesi nyjet e shfrytëzojnë mediumin (kanalin) e përbashkët transmetues d.m.th. kur munden nyjet të transmetojnë
- Komunikimi për shfrytëzimin e kanalit të përbashkët kryhet nëpër të njëjtin kanal

# Protokollet MAC (3)

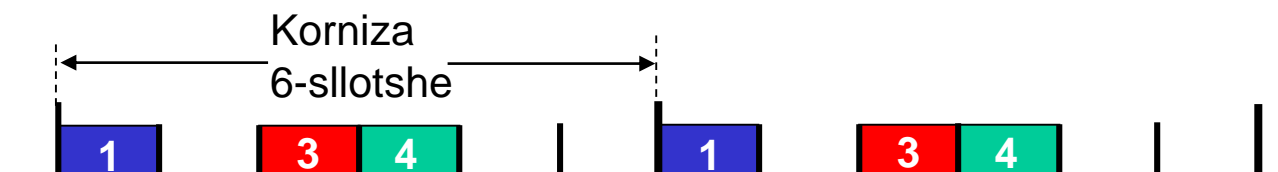
Tri klasa të gjera të shfrytëzimit të përbashkët të mediumit transmetues (kanaleve):

- Ndarja e kanaleve - multipleksimi
  - Kapaciteti i mediumit transmetues ndahet në njësi më të vogla (intervale kohore, segmente frekuencore ose kode)
  - Një njësi e tillë i ndahet në mënyrë të dedikuar secilës nyje
  - Nuk ka ndeshje
- Qasja e rastësishme
  - Nuk ka ndarje të kanaleve, lejohen ndeshjet
  - Nevojitet rimëkambja nga ndeshjet
- Shfrytëzimi i radhës (taking turns)
  - Nyjat transmetojnë me radhë

# Protokollet MAC me ndarje të kanaleve (1)

## TDMA: Time Division Multiple Access

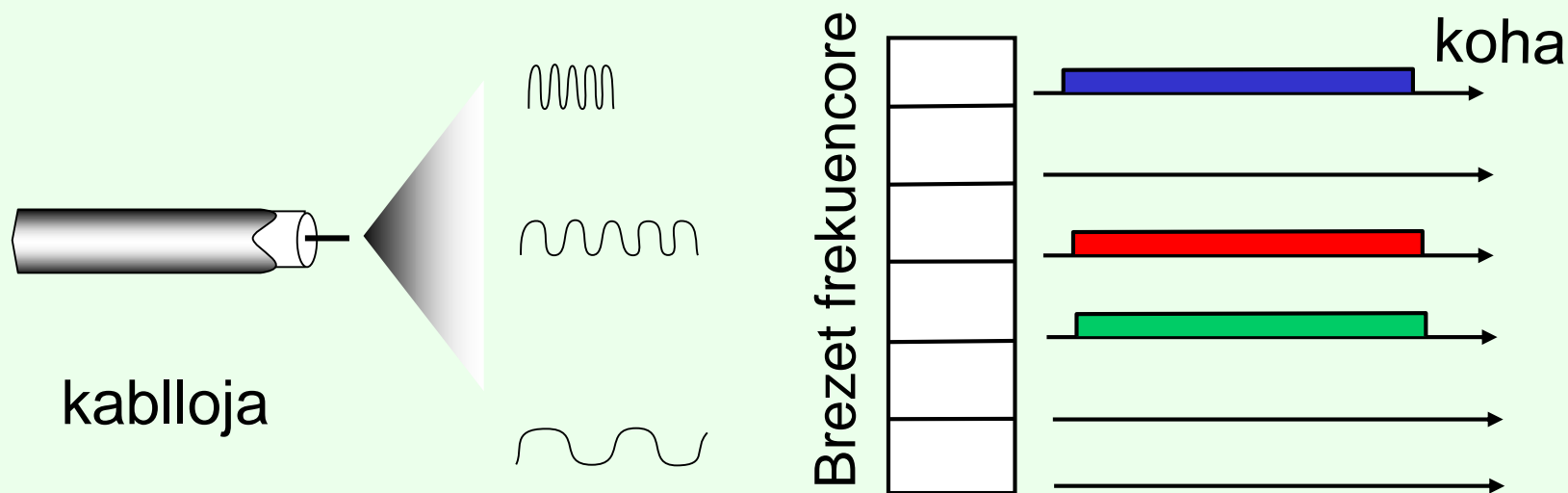
- Qasja në kanal në cikle
- Çdo stacioni i ndahet në mënyrë të dedikuar një interval kohor – sllot (me gjatësi sa gjatësia e paketes) në çdo cikël
- Një sllot paraqet një kanal të shfrytëzuesve
- Nëse stacioni (shfrytëzuesi) nuk e shfrytëzon sllotin e tij, slloti mbetet i zbrazët
- Shembull: LAN me 6-stacione; stacionet 1,3,4 kanë pakete për të transmetuar, sllotat 2,5,6 mbeten të zbrazët



# Protokollet MAC me ndarje të kanaleve (2)

## FDMA: Frequency Division Multiple Access

- Brezi frekuencor i kanalit ndahet në breze më të ngushta (nënbreze) - kanale të shfrytëzuesve (stacioneve)
- Çdo stacioni i ndahet një kanal frekuencor i caktuar
- Nëse stacioni nuk e shfrytëzon kanalin frekuencor që i është ndar, kanali mbetet i pashfrytëzuar
- Shembull: LAN me 6-stacione; stacionet 1, 3, 4 kanë pakete për tranmetim, kanalet frekuencore 2,5, 6 mbeten të pashfrytëzuara



# Protokolli CSMA (1)

CSMA (Carrier Sense Multiple Access) - Qasja e shumëfishtë me dëgjim të bartësit

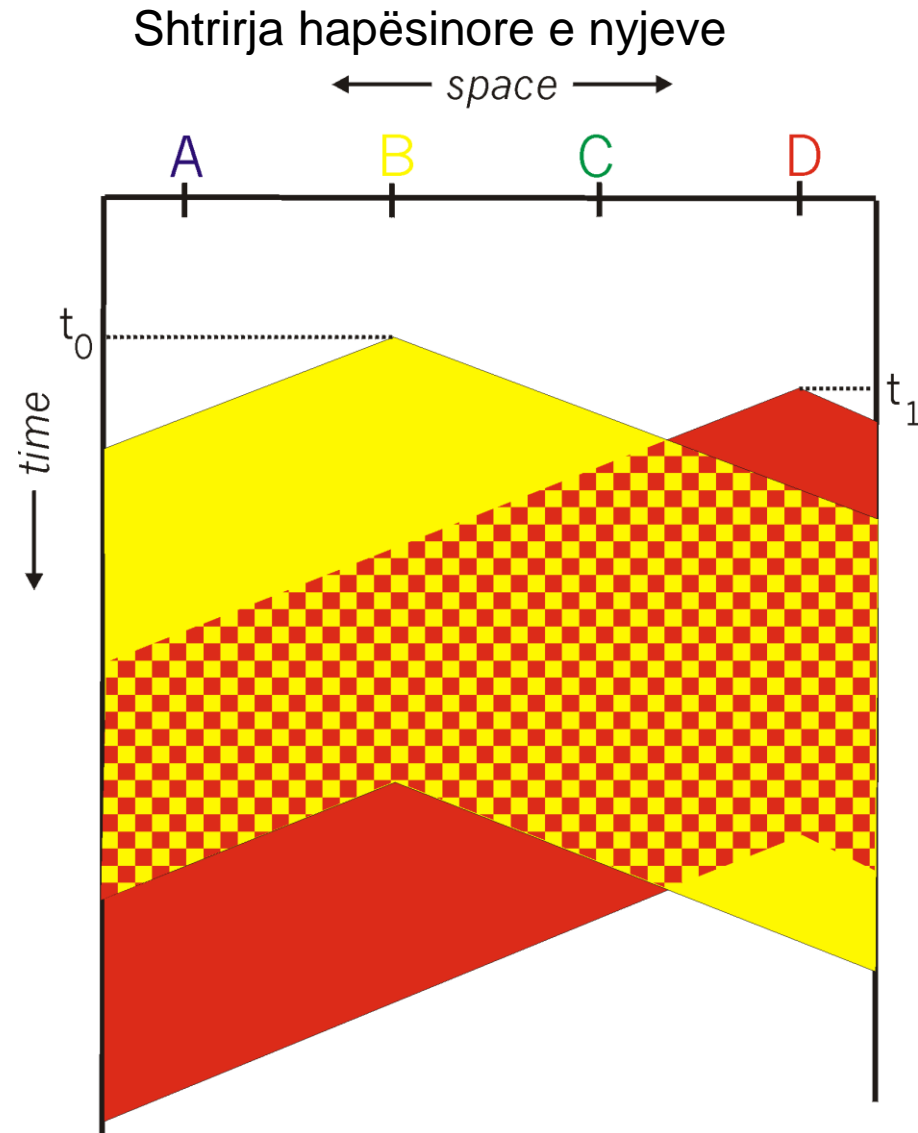
- NIC e merr datagramin nga shtresa e rrjetit dhe e krijon frejmin
- Dëgjon para se të transmetojë
- Nëse kanali është dëgjuar i lirë e transmeton tërë frejmin
- Nëse kanali është dëgjuar i zënë, stacioni e shtynë transmetimin për më vonë

Analogji me komunikimet në mes të njerëzve: mos i ndërprej të tjerët kur janë duke folur!

# Protokoli CSMA (2)

## Ndeshja (kolisioni) e frejmave

- Vonesat në udhëtimin e frejmave (përhapjen e sinjalit) mund të ndikojnë që dy nyje mos ta dëgjojnë transmetimin e njëra tjetrës
- Largësia dhe vonesa në përhapjen e sinjalit ndikojnë në gjasën e ndeshjeve
- E tërë koha e transmetimit të frejmit humb





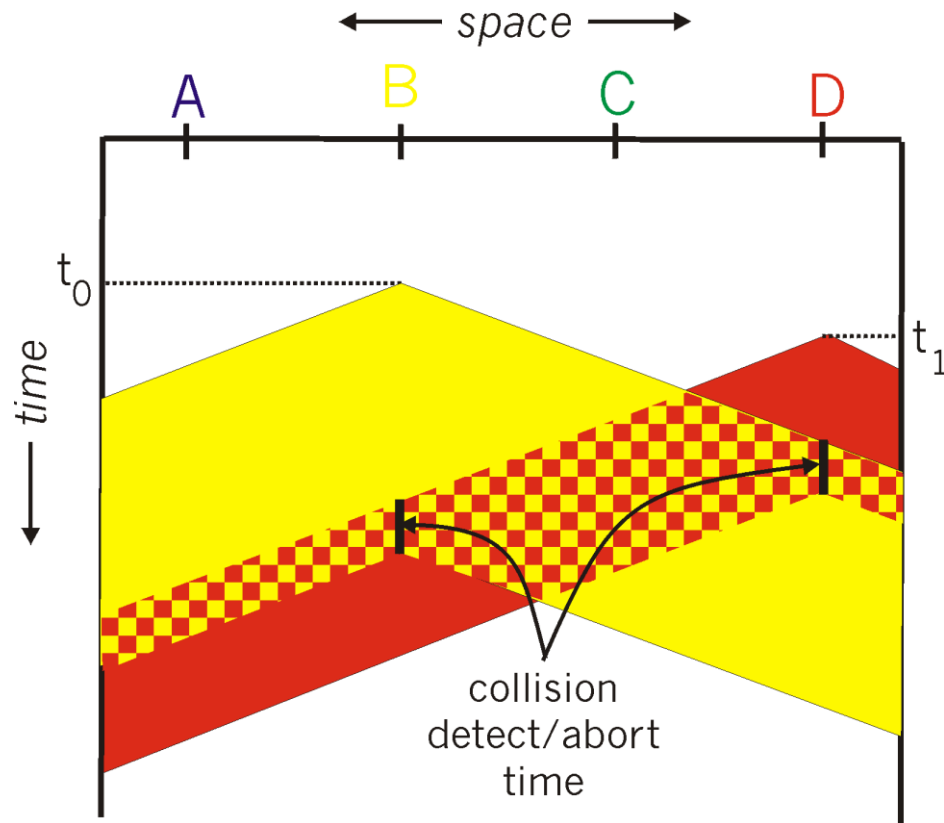
# Protokolli CSMA/CD (1)

CSMA/CD - CSMA me detektim të ndeshjeve

Dëgjimi i bartësit sikurse te CSMA

1. NIC e pranon datagramin prej shtresës së rrjetit dhe e krijon frejmin
2. Nëse NIC e detekton se kanali është i lirë, e fillon transmetimin e frejmit
3. Nëse NIC e detekton se kanali është i zënë, pret derisa kanali të lirohet, pastaj transmeton
3. Nëse NIC e transmeton krejt fejmin pa detektuar ndonjë transmetim tjetër, transmetimi përfundon me sukses
4. Nëse NIC gjatë transmetimit e detekton edhe ndonjë transmetim tjetër, e ndërpreu transmetimin dhe dërgon zhurmë (jam signal)
5. Pas ndërprerjes së transmetimit, NIC pret për transmetim të serishëm sipas ligjit eksponencial (**exponential backoff**):
  - Pas  $m$  ndeshjeve, NIC e zgjedh numrin  $K$  në mënyrë të rastësishme prej intervalit  $\{0, 1, 2, \dots, 2^m - 1\}$
  - NIC pret për kohën  $K \cdot 512$  herë kohëzgjatja e një biti dhe kthehet te hapi 2

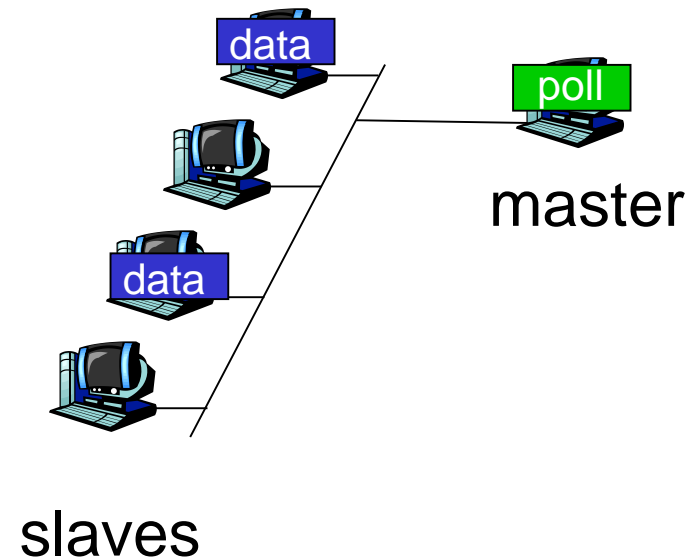
# Protokoli CSMA/CD (2)



# Protokollet MAC me shfrytëzim të radhës (1)

## *Polling:*

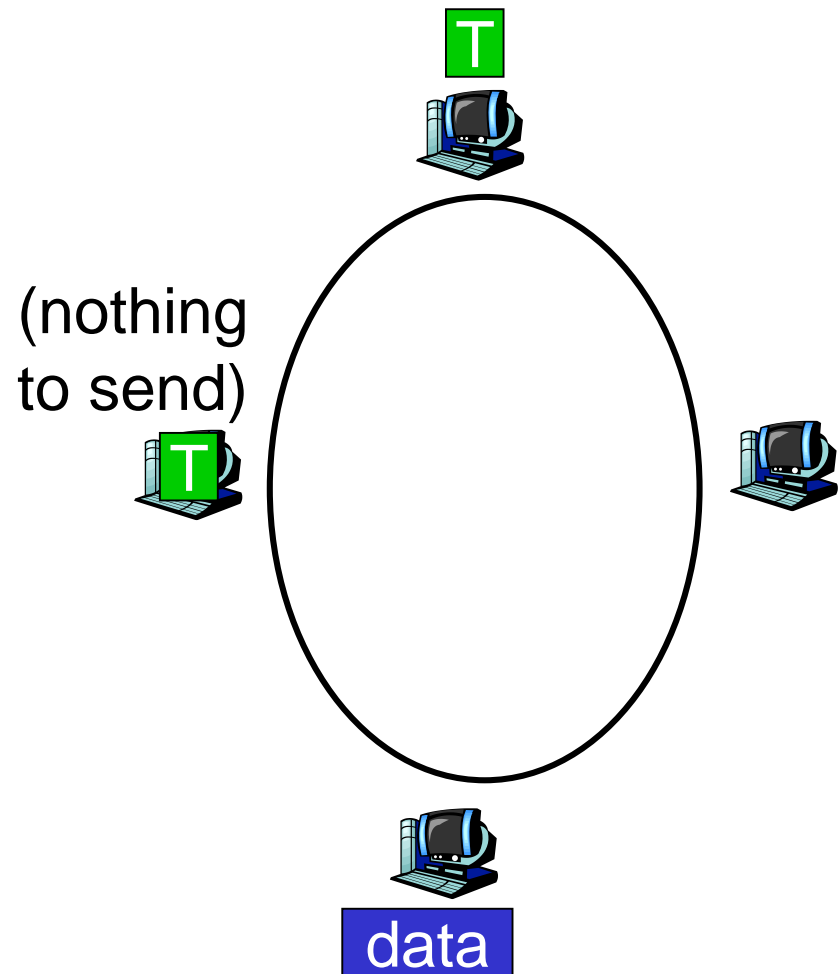
- Merren veçoritë pozitive të dy klasave të mësipërme të protokolleve MAC
- Nyja kryesore (master) i “fton” nyjet dytësore (slave) të transmetojnë me radhë
- Zbatimi tipik me pajisje dytësore jo inteligjente (rrjeti i terminaleve)
- Të metat:
  - Overhedi për shkak të ftesës
  - Vonesat
  - Nëse nyja kryesore dështon, bie rrjeti



# Protokollet MAC me shfrytëzim të radhës (2)

## *Token passing:*

- Paketa (informacioni) **token** përcjellet prej një nyje te nyja tjetër në mënyrë sekuenciale
- Nyja mund të transmetojë vetëm kur e posedon *token*
- Të metat:
  - Overhedi për shkak të *token*
  - Vonesat
  - Nëse *token* humbet, rrjeti del prej funksionit



# Përmbledhje e protokolleve MAC (1)

- Ndarja e kanaleve sipas kohës ose frekuencës
  - TDMA, FDMA
- Qasje të rastësishme
  - ALOHA, S-ALOHA, CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA
  - Dëgjimi i bartësit: i lehtë të teknologjitë me tela, i vështirë të teknologjitë pa tela
  - S-Aloha përdoret në GSM
  - CSMA/CD përdoret në Ethernet
  - CSMA/CA përdoret në WLAN (IEEE 802.11)
- Shfrytëzim të radhës
  - *Polling*, stacioni kryesor i fton me radhë stacionet dytësore për transmetim
  - *Token passing* (përcjellja e shifrës)
  - Bluetooth, FDDI, IBM Token Ring

# Përmbledhje e protokolleve MAC (2)

- Protokollet MAC me ndarje të kanaleve:
  - Kanali bashkëshfrytëzohet në mënyrë efikase dhe të barabartë kur ngarkesa me komunikacion është e madhe
  - Joefikase për ngarkesa të vogla: vonesa në qasjen e kanalit; alokohet vetëm  $1/N$  pjesë e brezit frekuencor edhe në rastet kur vetëm një nyje është aktive
- Protokollet MAC me qasje të rastësishme
  - Efikase për ngarkesa të vogëla: një nyje e vetme mund ta shfrytëzoi krejt kapacitetin e kanalit
  - Në rast të ngarkesave të mëdha: *overhed* për shkak të ndeshjeve
- Protokollet MAC me shfrytëzim të radhës
  - Të merren veçoritë pozitive të dy klasave të mësipërme të protokolleve MAC

# Pyetje

1. Cila nga pohimet e dhëna më poshtë për protokollin ARP është e saktë?
  - a. Përdoret për ta caktuar adresën IP të hostit kur i dihet adresa MAC
  - b. Mundëson që kur një host lidhet në rrjet në mënyrë automatike t'i jepet një adresë IP
  - c. Paketa ARP enkapsulohet në datagramin UDP
  - d. Çdo host e përmban një tabelë ARP
2. Cili nga pohimet e dhëna më poshtë për protokollin DHCP është i saktë?
  - a. Është protokoll i shtresës së rrjetit
  - b. Mundëson që t'i jepet në mënyrë automatike një adresë IP një hosti kur ai lidhet në rrjet
  - c. Është protokoll i shtresës së datalinkut.
  - d. Mundëson që t'i jepet në mënyrë manuale një adresë IP një hosti kur ai lidhet në rrjet

# Pyetje

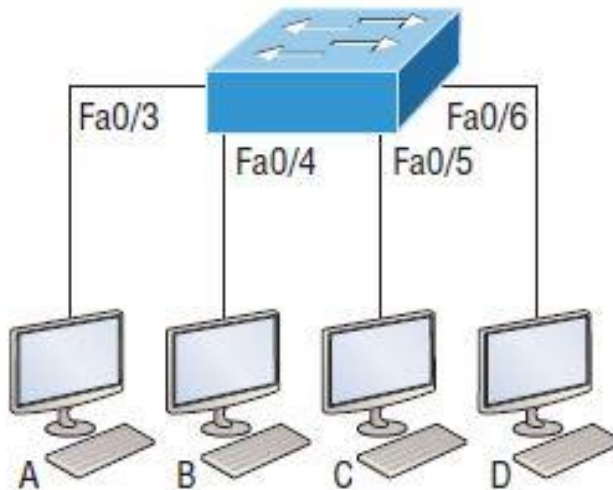
1. Protokollet e dhëna më poshtë hynë në klasën e protokolleve të rastësishm MAC, e saktë ose e pasaktë?
  - a. CSMA/CD
  - b. FDMA
  - c. Slotted ALOHA
  - d. CSMA/CA
  
2. Cilat nga pohimet e dhëna më poshtë janë të sakta ose të pasakta?
  - a. Protokoli ARP përdoret për ta caktuar adresen IP të hostit kur i dihet adresa MAC
  - b. Çdo host e përmban një tabelë ARP
  - c. Çdo suiç e përmban një tabelë ARP
  - d. Çdo ruter e përmban një tabelë ARP
  
3. Cilat nga pohimet e dhëna më poshtë janë të sakta ose të pasakta?
  - a. Protokoli DHCP është protokoll i shtresës së rrjetit
  - b. Protokoli ICMP përdoret për ta dërguar mesazhin (paketen) ping
  - c. Adresa IPv6 është 4 bajta
  - d. Protokoli DHCP mundëson që një hosti t'i jepet në mënyrë automatike një adresë IP kur ai lidhet në rrjet



# Pyetje

4. Në figurën e treguar më poshtë, në portin Fa0/3 të suiçit vjen frejmi me adresë destinuese MAC 000a.f467.63b1. Suiçi do të veproj si vijon, e saktë ose e pasaktë?

- a. E dërgon frejmin në interfejsin Fa0/3
- b. E dërgon frejmin në interfejsin Fa0/5
- c. E dërgon frejmin në interfejsin Fa0/6
- d. E hedhë poshtë frejmin.



Switch# **show mac address-table**

VLAN	Mac Address	Ports
1	0005.dccb.d74b	Fa0/4
1	000a.f467.9e80	Fa0/5
1	000a.f467.9e8b	Fa0/6

# Pyetje

5. Cilat nga pohimet e dhëna më poshtë janë të **sakta** ose të **pasakta**?
  - a. Suiçat janë pajisje të shtresës së datalinkut
  - b. Ruterat janë pajisje të shtresës së transportit
  - c. Adresa MAC është 64 bitshe e shënuar harduerikisht në kartelen e rrjetit (NIC)
  - d. Suiçat bëjnë forvardimin e datagrameve prej linjave (portave) hyrëse në linjat dalëse, në bazë të adresës burimore MAC të frejmit dhe tabelës së forvardimit
6. Cilat nga pohimet e dhëna më poshtë për adresat MAC janë të **sakta** ose të **pasakta**?
  - a. Kartelat NIC të prodhuesve të ndryshëm mund të kenë adresa MAC të njëjta
  - b. Çdo ruter ka aq adresa MAC sa ka interfejsa
  - c. Adresa MAC FF FF FF FF FF FF FF është adresë valide
  - d. Adresat MAC përdoren për komunikim në mes të dy aplikacioneve (end-to-end)
7. Cilat nga pohimet e dhëna më poshtë janë të **sakta** ose të **pasakta**?
  - a. Paketa ARP enkapsulohet në segmentin TCP
  - b. Paketa ARP enkapsulohet në datagramin IP
  - c. Paketa ARP enkapsulohet në frejmin
  - d. Paketa ARP enkapsulohet në shtresën e aplikacionit

# Pyetje

8. Cili nga pohimet e dhëna më poshtë janë të sakta ose të pasakta?
- a. Protokolli DHCP është protokoll i shtresës së rrjetit
  - b. Protokolli ICMP përdoret për ta dërguar mesazhin (paketen) ping
  - c. Protokolli ARP përdoret për ta dërguar mesazhin traceroute
  - d. Protokolli DHCP mundëson që një hosti t'i jepet në mënyrë automatike një adresë IP kur ai lidhet në rrjet



# Potokolli ICMP

## ICMP - Internet Control Message Protocol

- Përdoret nga hostat dhe ruterat për komunikim të informacioneve në shtresën e rrjetit
  - Raportimi i gabimeve: hosti, rrjeti, porti, ose protokolli janë të paarritshëm
  - Kërkesë/përgjigje për eho (përdoret urdhërin ping)
- Mesazhi ICMP bartet në datagramin IP
- Mesazhet ICMP përmbajnë:
  - tipin
  - kodin
  - 8 bajtat e parë të datagramit, i cili e ka shkaktuar gabimin

<u>Type</u>	<u>Code</u>	<u>description</u>
0	0	echo reply (ping)
3	0	dest. network unreachable
3	1	dest host unreachable
3	2	dest protocol unreachable
3	3	dest port unreachable
3	6	dest network unknown
3	7	dest host unknown
4	0	source quench (congestion control - not used)
8	0	echo request (ping)
9	0	route advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	bad IP header

# Traceroute

- Hosti burimor e dërgon një seri të paketave UDP (Cisco IOS, Linux, Mac OS X) ose ICMP (Windows) te destinimi
  - Segmentin e parë me TTL =1
  - Segmentin e dytë me TTL=2
  - Segmentin e tretë me TTL=3, etj.
  - Numër jo i rëndomtë (i papritur) i portit
- Kur datagrami i n-të arrin në ruterin e n-të:
  - Routeri e hedh poshtë datagramin
  - E dërgon te hosti mesazhin ICMP: koha TTL ka kaluar (TTL expired, tipi 11, kodi 0)
  - Mesazhi përmban emrin dhe adresën IP të ruterit

- Kur mesazhi ICMP (tipi 11, kodi 0) mbërrin te hosti burimor, hosti e llogaritë kohën RTT
- Traceroute e dërgon paketen e njëjtë UDP (ICMP) 3 herë

## Kriteri i përfundimit të segmenteve

- Paketa UDP (ICMP) ma në fund arrin te hosti destinues
- Hosti destinues e kthen mesazhin ICMP: porti i paarritshëm (port unreachable), tipi 3, kodi 3, për paketen UDP (Linux)
- Hosti destinues e kthen mesazhin ICMP: echo replay tipi 0, kodi 0, për paketen ICMP (Windows)
- Kur hosti burimor e merr këtë mesazh e ndal transmetimin e paketeve UDP (ICMP)

# Struktura e hederit IPv4 (1)

0	4	8	16	19	24	31
Vers	HLEN	Type of Service	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options					Padding	
Data						