

Komunikim të dhënash dhe rrjetat kompjuterike

Kapitulli 9: Ethernet

Prof. Asoc. Dr. Ezmolda Barolli

Përmbajtja

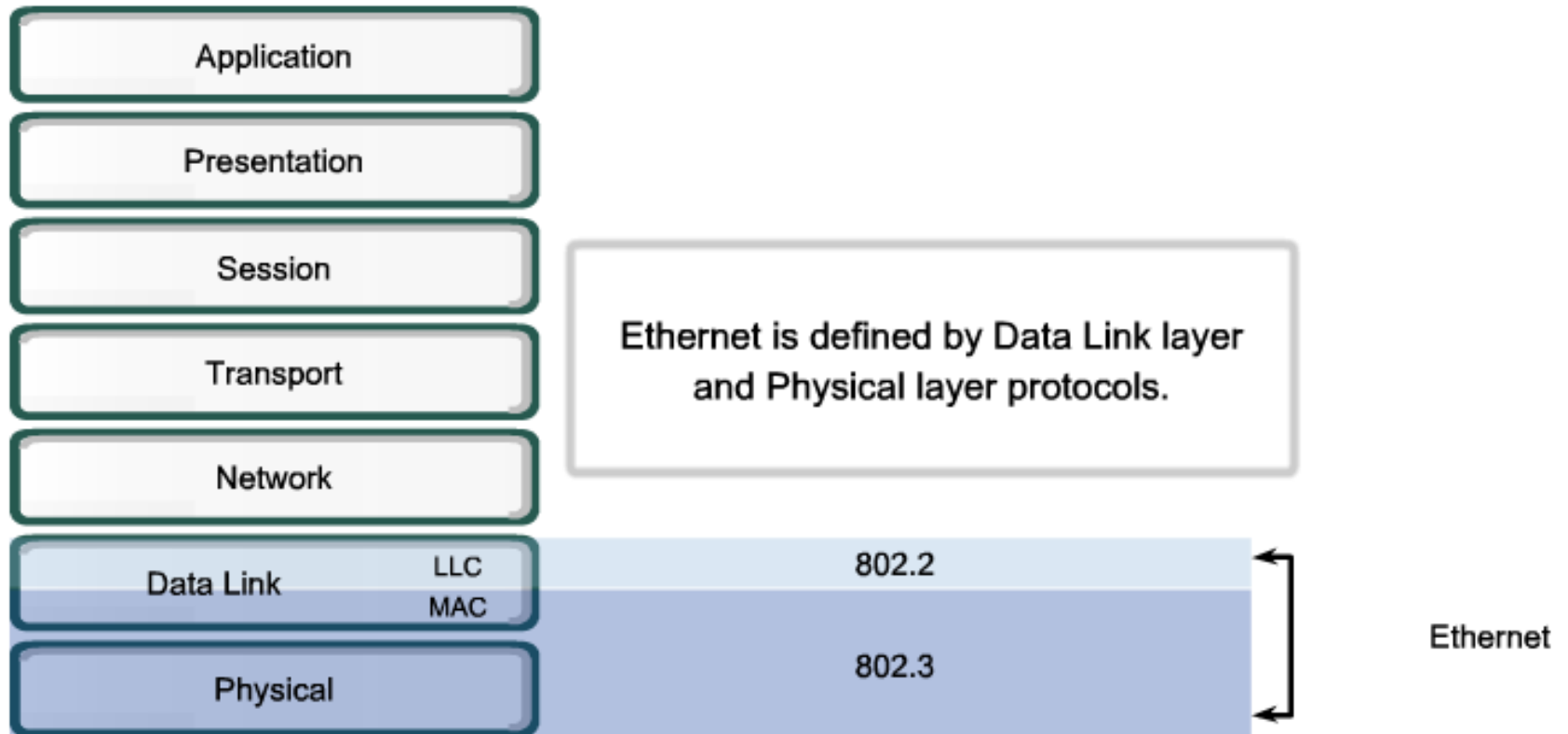
1. Hyrje
2. Vështrim i përgjithshëm mbi Ethernet
3. Ethernet – komunikimi në LAN
4. Frame në Ethernet
5. Ethernet Media Access Controll
6. Ethernet – shtresa fizike
7. Hub-et dhe switch-et
8. Address Resolution Protocol

1.1. Hyrje

- Ky kapitull ekzaminon **karakteristikat e operimit të Ethernetit** përgjatë evoluimit të tij deri në teknologjinë e sotme.
- Etherneti është sot **teknologjia mbizotëruese e LAN-eve** në botë.
- Ethernet përbëhet nga **standarde të shtresës Data Link dhe Physical**, si rrjedhim është më e thjeshtë për t'u kuptuar nëse i referohemi modelit OSI.
- Standardet e Ethernetit përkufizojnë si **protokollet e Shtresës 2** ashtu edhe **teknologjitë e Shtresës 1**.

2.1. Ethernet

Ethernet



2.2. Standardet dhe implementimi

- **LAN-i i parë në botë ishte versioni original i Ethernet (tek Xerox).**
- **Standardi i parë u publikua në 1980 nga konsorciumi i Digital Equipment Corporation, Intel, dhe Xerox (DIX).**
- **U ofrua si një standard i hapur.**
- **IEEE publikoi standardet për LAN të cilat fillojnë me 802.**
- **Standardi për Ethernet është 802.3.**
- **Ethernet operon në shtresën e poshtme të shtresës 2 të modelit OSI: tek nënshtresa MAC e shtresës Data Link dhe tek shtresa Physical.**

2.3. Ethernet

Kufizimet e Shtresës 1	Funksionet e Shtresës 2
Nuk mund të komunikojë me shtresat e sipërme	Lidhet me shtresat e sipërme nëpërmjet Logical Link Control (LLC)
Nuk mund të identifikojë pajisjet	Përdor skemën e adresimit për të identifikuar pajisjet
Njih vetëm rrjedhën e bit-eve	Përdor frame-t për të organizuar bit-et në grupe
Nuk mund të përcaktojë burimin e një transmetimi kur shumë pajisje janë duke transmetuar	Përdor Media Access Control (MAC) për të identifikuar burimin e transmetimit

2.4. LLC

- Etherneti **veçon funksionet e shtresës Data Link** në dy nën-shtresa të dallueshme nga njëra tjetra: **Logical Link Control (LLC)** dhe **Media Access Control (MAC)**.
- Kjo gjë ndihmon **në kompatibilitetin midis pajisjeve** të ndryshme fundore.
- Standardi IEEE **802.2** përshkruan **funksionet e nën-shtresës LLC** dhe standardi **802.3** përshkruan **funksionet e nën-shtresës MAC** dhe **shtresës Fizike**.
- **LLC mundëson komunikimin midis shtresave** të sipërme dhe software-ve të rrjetave me shtresat e poshtme dhe hardware-t.
- **LLC është e implementuar në software**, dhe implementimi i saj është i pavaruar nga pajisjet. LLC mund të **konsiderohet si software** që shërben si driver për kartën e rrjetit.

2.5. Ethernet MAC

- **Nënshtresa MAC** e Ethernet e implementuar në hardware ka **dy përgjegjësi**:
 - **Enkapsulimin** e të Dhënave
 - **Media Access Control**
- **Enkapsulimi i të Dhënave** siguron **tre funksione** kryesore:
 - **Ndarjen e Frame-ve** nga njëra-tjetra: përdoret për të identifikuar një grup bitesh që përbëjnë një frame
 - **Adresimin**: i mundëson frame-t të dërgohet në një destination, duke përdorur adresën MAC
 - **Zbulimin e gabimeve**: kontrollon nëse frame është marrë me ose pa gabime

2.6. Ethernet MAC

- Përgjegjësia e dytë e nënshtresës MAC ishte **Media Access Control**, d.m.th. kontrolli i:
 - **Vendosjes dhe heqjes së frame-ve** nga media.
 - **Rikuperimin** gjatë dështimit të transmetimit për shkak të konflikteve (collisions).

2.7. Topologjia e Ethernet

- **Topologjia logjike** që gjendet nën Ethernet është **multi-access bus**.
- Duke qenë se **çdo nyje merr të gjitha frame-t** e transmetuara, është e nevojshme që **çdo nyje të përcaktojë nëse një frame** i marrë duhet **të pranohet** dhe procesohet me tej prej saj ose jo.
- Kjo kërkon **ekzaminimin e adresës** në frame e cila mundësohet nga adresa **MAC**.
- **Metoda e kontrollit të qasjes në median** e transmetimit për Ethernetin klasik është Carrier Sense Multiple Access me Collision Detection (**CSMA/CD**)

2.8. Implementimi fizik i Ethernet

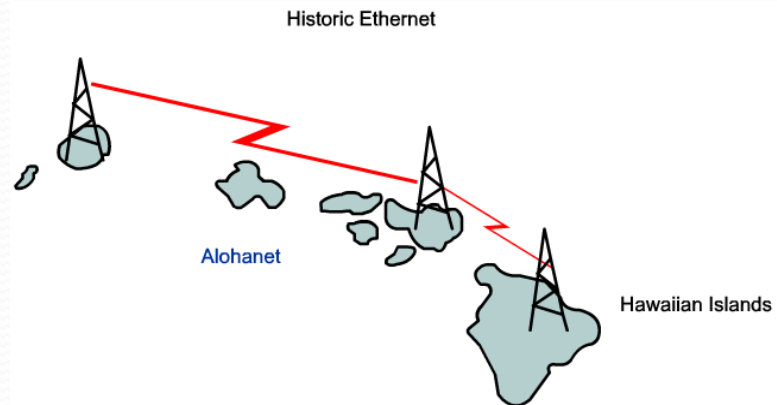
- **Etherneti ka evoluar** për të plotësuar kërkesën në rritje për LAN-e me shpejtësi të madhe.
- Sot, **i njëjti protokoll** që transportonte të dhëna me **3 Mbps** mund të transmetojë të dhëna në **10 Gbps**.
- **Suksesi i Ethernet-it** i dedikohet faktorëve të mëposhtëm:
 - **Thjeshtësia dhe lehtësia** e mirëmbajtjes
 - Aftësia për t'u **përshtatur teknologjive** të reja
 - **Siguria**
 - **Kosto të ulta** instalimi dhe përmirësimi
- Në rrjetet e sotme, Ethernet përdor kabllot e bakrit **UTP** dhe **fibrat optike** për të ndërlidhur pajisjet e rrjetit përmes pajisjeve të ndërmjetme si **hub-et** dhe **switch-et**.

2.9. Implementimi fizik i Ethernet

- Me gjithë shumëllojshërinë e mediave të transmetimit të cilat mbështeten nga Ethernet-i, **struktura e frame-it të Ethernet mbetet e pandryshueshme dhe e pavaruar nga implementi fizik.**
- Pikërisht për këtë arsye ai mund të **zhvillohet për të plotësuar kërkesat** e sotme për rrjetat.
- Futja e teknologjisë **Gigabit Ethernet (10Gbps)** e ka zgjeruar teknologjinë fillestare LAN në distanca të tilla të cilat e bëjnë **Ethernet-in një standard të MAN dhe WAN**

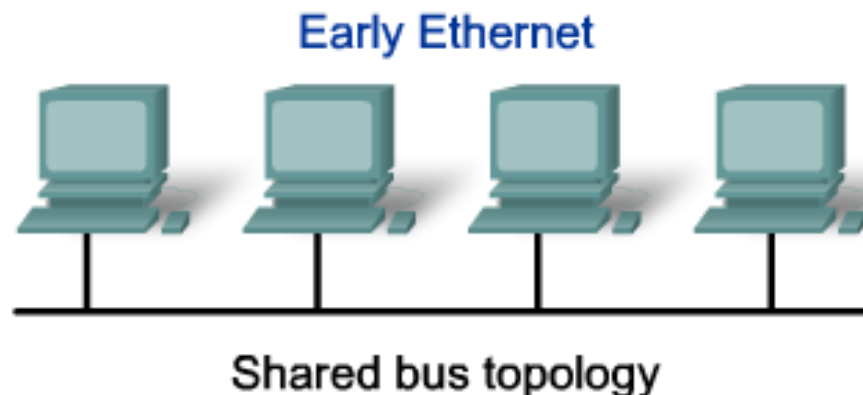
3.1. Historia e Ethernet

- **Krijimi i teknologjisë Ethernet** u realizua fillimisht në 1970, në kuadrin e një **programi të quajtur Alohanet**.
- Alohanet ishte një **rrjet dixhital radios**, të cilat **ndanin të njëjtën frekuencë radioje**, i dizenuar për të transmetuar informacion midis ishujve Havaianë.
- **Teknika** e përdorimit në këtë mënyrë të një mediumi trasmimi të përbashkët **u aplikua më vonë** në formën e **Ethernet-it**.



3.2. Historia e Ethernet

- **Versioni Fillestar** i Ethernetit përdorte **kabëll koaksial** për të lidhur kompjuterat në **topologjinë bus**.
- **Çdo kompjuter** ishte **i lidhur direkt** në kurrizore (backbone). Këto versione të hershme të Ethernet-it njiheshin si **Thicknet (10BASE5)** mundësonte lidhjen e pajisjeve deri në **500m** dhe **Thinnet (10BASE2)** mundësonte lidhjen e pajisjeve deri në **185m**.



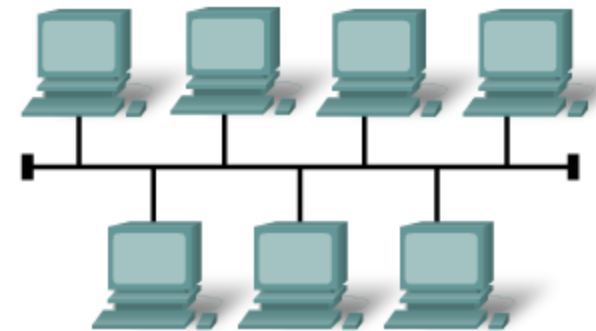
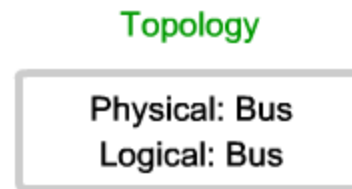
3.3. Historia e Ethernet

- Kabllot koaksialë u zëvendësuan me kategoritë fillestare të kabllave UTP.
- Kabllot UTP ishin më të lehtë, më të thjeshtë për të punuar me ta dhe më pak të kushtueshëm.
- Topologjia fizike bus u zëvendësua me topologjinë star duke përdorur hub-et për të përqëndruar lidhjet. Kur një frame arrin në një një portë të hub-it ajo kopjohet në të gjitha portat e tjera të tij duke u mundësuar të gjithë segmenteve të LAN marrjen e frame-it. .
- Përdorimi i hub-eve në topologjinë bus rriti sigurinë e rrjetave duke mundësuar funksionimin e rrjetit në tërësi edhe në rast të mosfunksionimit të ndonjë segmenti.

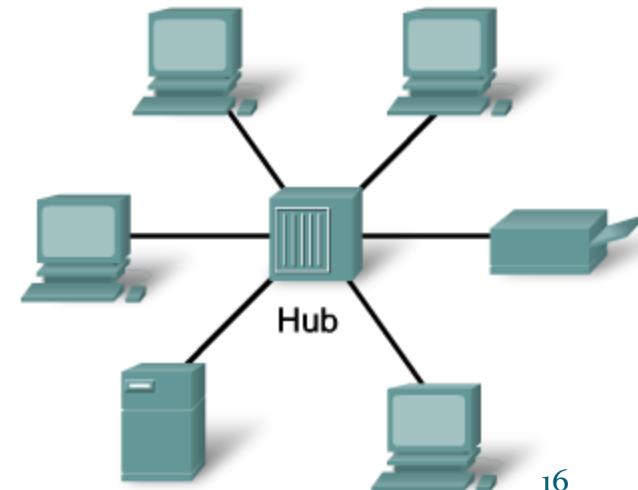
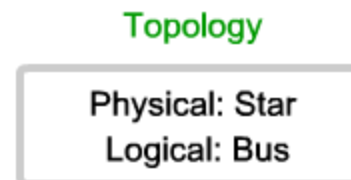
3.4. Historia e Ethernet

- Megjithatë **kopjimi i frame-ve** në të gjitha portat **nuk e zgjidhi problemin e konflikteve** (collisions).
- Këto probleme **menaxhohen** **nëpërmjet futjes së switcheve** në rrjeta.

Early Ethernet Media and Topology

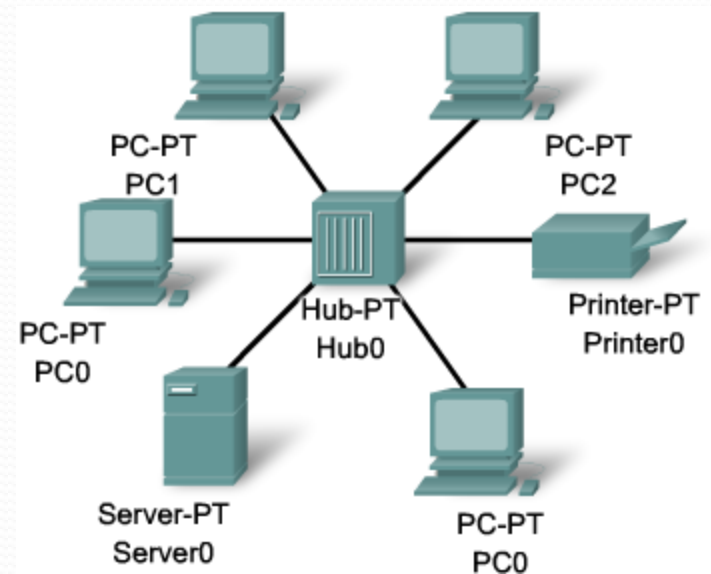


Migration to



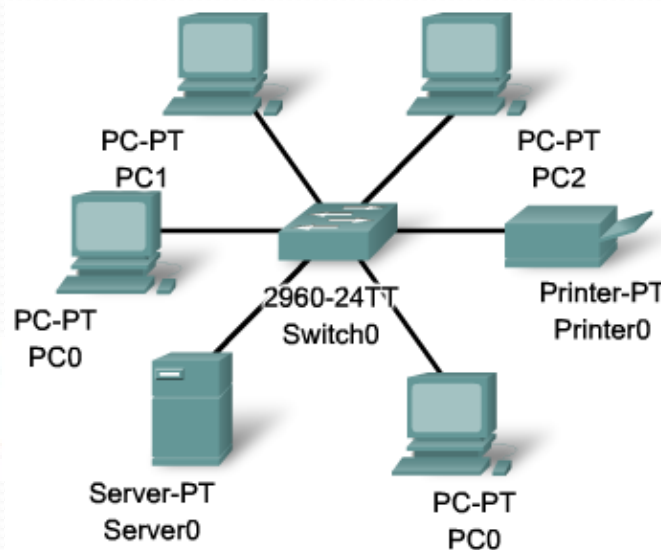
3.5. Etherneti i hershëm

- Në rrjetat **10BASE-T**, pika qëndrore e rrjetit ishte një **hub**.
- Duke qenë se **media është e përbashkët**, vetëm **një stacion** mund të **transmentonte** në një moment të kohës. Kjo lloj lidhje quhet komunikim **half-duplex**.
- Me shtimin e pajisjeve në rrjetet Ethernet, sasia e **konflikteteve** të frame-ve **u rrit** ndjeshëm.



3.6. Etherneti sot

- **100Base-TX Ethernet.**
- Një zhvillim i rëndësishëm që **përmirësoi performancën e LAN-eve** ishte futja e **switcheve** për të zëvendësuar hub-et në rrjetat e bazuara në Ethernet.
- **Switch-et** kontrollojnë trafikun e të dhënave duke izoluar çdo portë dhe duke i **dërguar frame-et në destinacionin përkatës** (nëse është i njohur) në vend që të dërgojnë çdo frame tek çdo pajisje.



3.7. Kalimi në Ethernetin 1Gbps dhe përtej

- Përhapja e komunikimit **full-duplex** mundësoi zhvillimin e **1 Gbps Ethernet** dhe përtej duke përdorur kablllo **UTP** dhe **fibra optike**.
- Fillimisht **Ethernet** ishte i limituar vetëm për sistemet **LAN** me kabëll brenda një godine dhe më vonë u zgjerua në lidhjet midis godinave.
- Duke përdorur **fibër optike**, sot ai mund të aplikohet në të gjithë qytetin në atë që njihet si **Metropolitan Area Network (MAN)**.



4.1. Ethernet Frame

- Ka dy stile të Ethernet frame:
 - Standardi **IEEE 802.3** (origjinali) i cili është përditësuar disa herë për të përfshirë teknologjitë e reja
 - Standardi **Ethernet**, Ethernet DIX, i cili tani është Ethernet II
- Diferencat midis të dy stileve janë **minimale**.

Comparison of 802.3 and Ethernet Frame Structures and Field Size

Field size in bytes

IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	46 to 1500	4
Preamble	Start of Frame delimiter	Destination Address	Source Address	Length	802.2 Header and Data	Frame Check Sequence

Ethernet					
8	6	6	2	46	4
Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Frame Check Sequence



4.2. Ethernet Frame

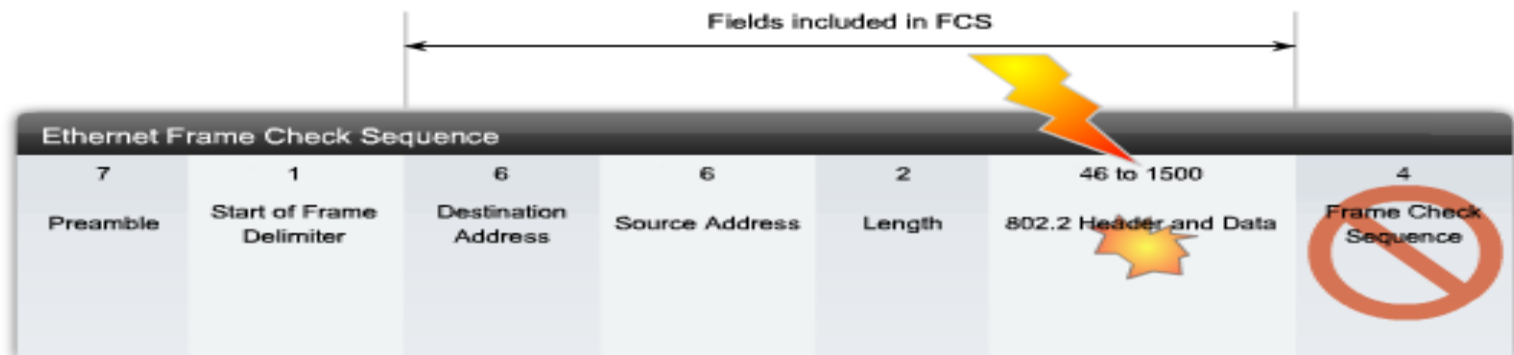
- Ethernet II dhe IEEE 802.3 përcaktojnë **64 byte** si minimum dhe **1518 byte** si maksimum të madhësisë së frame.
- Fushat **Preamble** dhe **Start Frame Delimiter** nuk përfshihen kur përshkruhet madhësia e frame.
- **IEEE 802.3ac** standard: madhësia maksimale e lejuar e frame është **1522 byte** për të mundësuar teknologjinë Virtual LAN (VLAN).
- N.q.s. **madhësia e frame-it** të transmetuar është **më e madhe** se maksimumi ose **më e vogël** se minimumi, pajisja marrëse e lëshon frame-in.

4.3. Fushat e Frame

- **Preamble (7 byte) dhe Start Frame Delimiter (SFD, 1 byte):** për sinkronizim midis pajisjes dërguese dhe marrëse. I thonë pajisjes marrëse të bëhet gati për të marrë një frame të ri.
- **Destination MAC Address dhe Source MAC Address nga 6 byte** secila.
- **Fusha Length/Type (2 byte):** fusha Length përcakton **gjatësinë** ekzakte të fushës data të frame. Kjo është përdorur më vonë si pjesë e FCS .
 - N.q.s. **vlera e 2-okteteve është e barabartë ose më e madhe se 1536 decimal** (për ti mundësuar stacioneve Ethernet të **identifikojnë variantin** e përdorur të Ethernetit (DIX ose IEEE), atëherë përmbajtja e fushës **Data dekodohet sipas rregullave të protokollit EtherType**. Fusha **Type** përshkruan **cili protokoll** është implementuar.

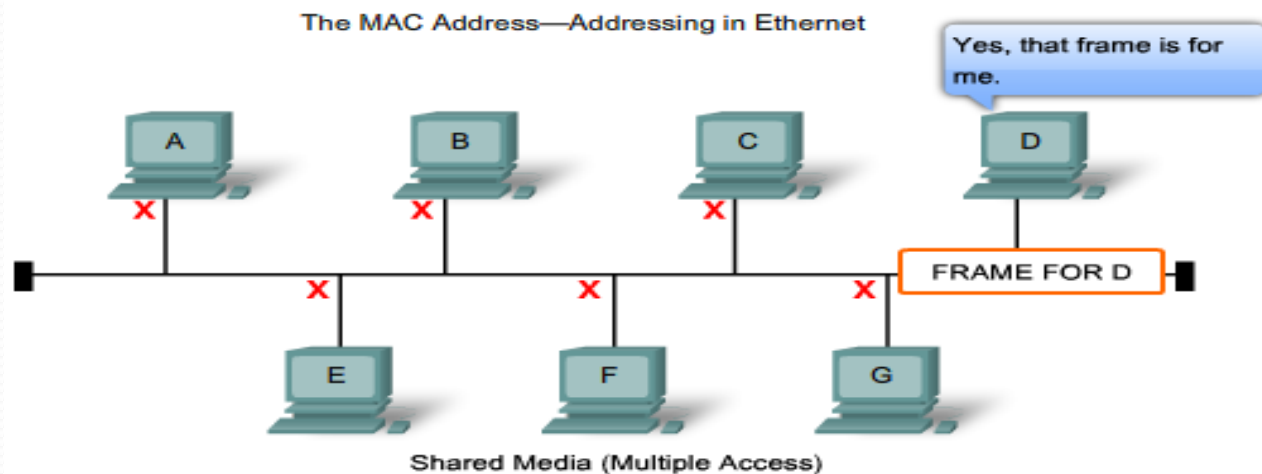
4.4. Fushat e Frame

- Fushat **Data dhe Pad (46 - 1500 byte)** : Përmbajnë të dhënat e enkapsuluara nga shtresat më sipër, **paketën IPv4**. Të gjitha frame-t duhet të jenë **të paktën 64 byte**. N.q.s. të dhënat e paketuara janë paketa më të vogla atëherë **përdoret Pad për të rritur madhësinë** e frame në atë minimale.
- Fusha **Frame Check Sequence (FCS) (4 bytes)**: Përdoret për të **zbuluar gabimet**. Ajo përdor një Cyclic Redundancy Check (**CRC**). Pajisja dërguese vendos rezultatin CRC në fushën FCS të frame. Pajisja marrëse pasi merr frame llogarit CRC dhe shikon për gabime. Nëse **ka gabime frame shkarkohet**.



4.5. Adresa MAC në Ethernet

- Për të zgjidhur problemin e indentifikimit u krijua një **identifikues unik** i quajtur **Media Access Control (MAC) address** për të ndihmuar në përcaktimin e adresës dërguese dhe marrëse brenda rrjetit Ethernet.
- **Adresa MAC** shtohet si **pjesë e Layer 2 PDU**. Adresa MAC në Ethernet është një vlerë binare **48 bit** e shprehur në **12 shifra hexdecimale**.

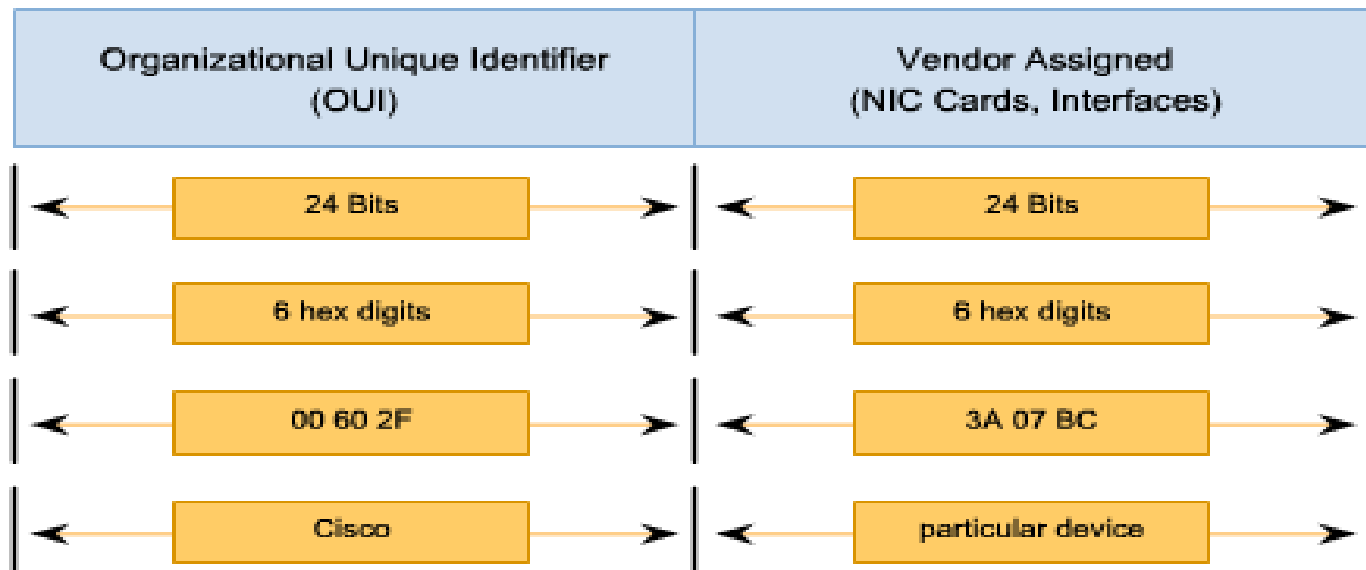


All Ethernet nodes share the media.
To receive the data sent to it, each node needs a unique address.

4.6. Struktura e adresës MAC

- Rregullat e përcaktuara nga IEEE kërkojnë që **çdo prodhues** që shet pajisje Ethernet **të rregjistrohet në IEEE**. IEEE i jep çdo prodhuesi një **kod 3 byte** i cili quhet Identifikues Unik i Organizatës - **Organizationally Unique Identifier (OUI)**.

The Ethernet MAC Address Structure



Different representations of MAC Addresses

00-60-2F-3A-07-BC
00:60:2F:3A:07:BC
0060.2F3A.07BC

4.5. Adresa MAC në Ethernet

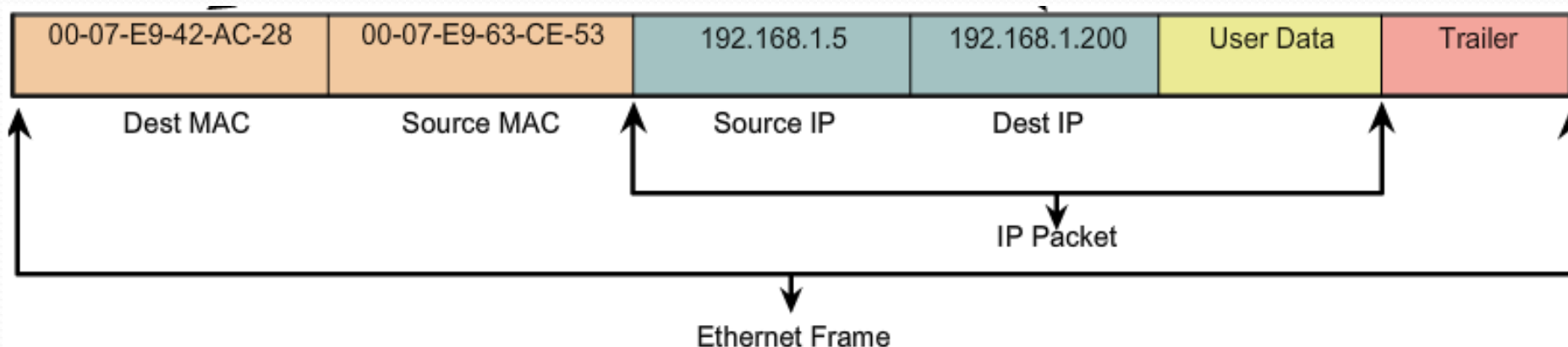
- Adresa MAC shpesh referohet edhe si **adresa e djegur - burned-in address (BIA)** – pasi ajo është e shkruar në ROM (Read-Only Memory) në NIC. Kjo do të thotë që adresa është e koduar në chip-in e ROM në mënyrë **permanente**.
- Ajo **nuk mund të ndryshohet** nëpërmjet softwarëve!!
- Megjithatë kur ndizet kompjuteri, **NIC e kopjon** adresën MAC në RAM. Kur analizon frame-t, është adresa në RAM ajo që përdoret për të krahasuar adresën e marrësit. Nëpërmjet saj **NIC përcakton nëse mesazhi duhet të përcillet** në shtresat e sipërme për procesim ose jo.

4.7. Gjetja e adresës MAC

- **Ipconfig /all** (windows)
- **Getmac**
- **Disa të dhëna për MAC Address**
 - MAC addresses **nuk janë hierarkike**. Ato nuk kanë kuptim jashtë medias së rrjetit lokal.
 - Nevojitet adresa e rrjetit për të pasuar paketat deri në rrjetin destinacion.
 - MAC address përdoret **vetëm në rrjetin lokal**.
- Gjithashtu mund të kërkonte **OUI-në e adresës tuaj MAC** për të përcaktuar **prodhuesin e NIC-ut tuaj**
 - Wireshark OUI lookup tool

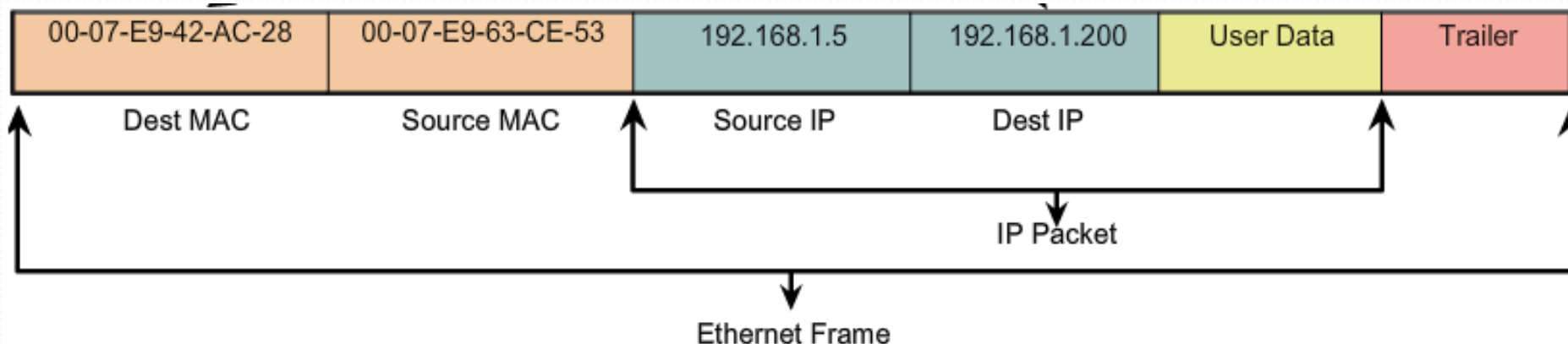
4.8. Ethernet Unicast, Multicast & Broadcast

- Në Ethernet përdoren **adresa të ndryshme MAC** për komunikimin **unicast**, **multicast** dhe **broadcast** të Shtresës 2.
- **Unicast**: Adresa unike e përdorur kur një frame dërgohet nga **një pajisje e vetme** drejt një pajisje të vetme.



4.9. Ethernet Unicast, Multicast & Broadcast

- **Broadcast:** Të gjitha hostet në rrjetin lokal broadcast domain) do ta marrin dhe do ta procesojnë paketën, p.sh. DHCP & ARP. Adresa MAC broadcast MAC është FF-FF-FF-FF-FF-FF.



4.10. Ethernet Unicast, Multicast & Broadcast

- **Multicast:** I lejon pajisjes burim ti dërgojë një paketë një grupi pajisjesh.
- Pajisjeve që i përkasin një grupi multicast iu caktohet një adresë IP multicast grupi. Rangu i adresave multicast është nga **224.0.0.0 deri në 239.255.255.255**.
- Adresa multicast MAC është një vlerë speciale që fillon me vlerën **01-00-5E** dhe vazhdon me **23 bitet e fundit** të adresës IP në hexadecimal dhe një bit 0.

