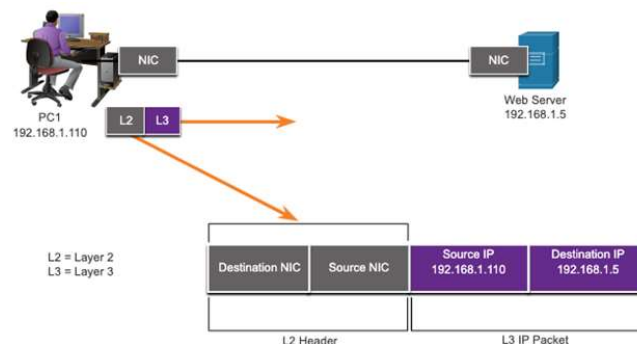


# Computer Networks - Hoofdstuk 6 - Data Link Layer

## Purpose of the Data Link Layer

- De Data Link Laag is verantwoordelijk voor de communicatie tussen end-devices en netwerk interface cards.
- Het staat hogere laag protocollen toe om het medium van de fysieke data laag te raadplegen en kapselt Laag 3 pakketten (IPv4 en IPv6) in naar Laag 2 frames.
- Verder voert het ook error detection uit en reject het corrupte frames.

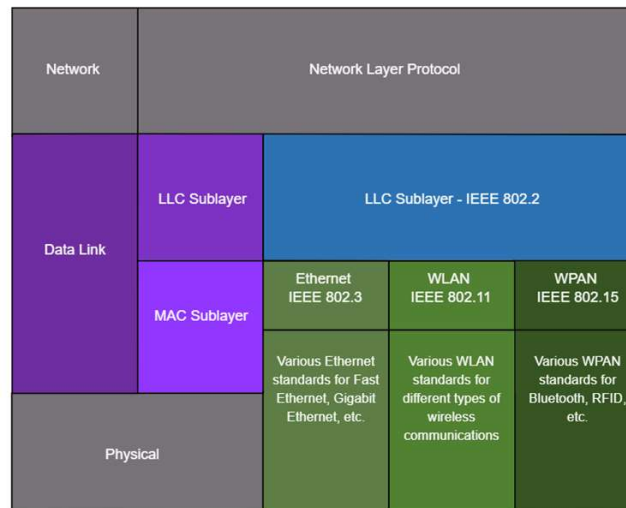


## IEEE 802 LAN/MAN Data Link Sublayers

IEEE 802 LAN/MAN normen zijn specifiek voor het type netwerk. (Ethernet, WLAN, WPAN,...)

De Data Link Laag bestaat uit 2 sublagen:

- **Logical Link Control (LLC):** communiceert tussen de netwerk software op de bovenste lagen en de hardware op de lagere lagen.
- **Media Access Control (MAC):** verantwoordelijk voor de data inkapseling en de toegangscontrole to de media



## Providing Access to Media

Pakketten die worden uitgewisseld tussen nodes kunnen verschillende datalinklagen en mediaovergangen meemaken.

Op elke hop langs het pad voert de router de volgende vier standaard Laag 2 functies uit:

- Aanvaard een frame van een netwerk medium
- De-encapsuleert het frame om het ingekapselde pakket bloot te leggen.
- Hercapsuleert het pakket in een nieuw frame.
- Stuurt het nieuw frame door op het medium van het nieuwe netwerk segment.

## Data Link Layer Standards

De protocollen van de Data Link Laag zijn opgesteld door volgende organisaties:

- Institute for Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
- International Telecommunications Union (ITU)
- International Organizations for Standardization (ISO)
- American National Standards Insitute (ANSI)

## Topologies

### Physical and Logical Topologies

De topologie van een netwerk is de rangschikking en relatie van de netwerkapparaten en de onderlinge verbindingen.

Er zijn twee verschillende topologiën die we gebruiken om netwerken te beschrijven:

- **Physical topology:** toont de fysieke connecties en hoe de toestellen onderling verbonden zijn
- **Logical topology:** identificeert de virtuele connecties tussen de toestellen die device interfaces en IP addressing schema's gebruiken.

## WAN Topologies

Er zijn drie verschillende WAN topologiën:

- **Point-to-point:** de eenvoudigste en meest gebruikte WAN topologie. Bestaat uit een permanente link tussen twee endpoints.
- **Hub and spoke:** gelijkaardig aan de stertopologie waar een centrale site takken onderling verbindt door point-to-point links
- **Mesh:** biedt een hoge beschikbaarheid, maar vereist dat elk end system verbonden is met elk ander end system.

### Point-to-Point WAN Topology

- Fysieke point-to-point topologiën die rechtstreeks twee nodes verbind.
- De nodes mogen niet de media delen met andere hosts
- Omdat alle frames op het medium enkel kunnen verplaatsen naar of van een van nodes. (point-to-point WAN protocollen kunnen heel eenvoudig zijn.)



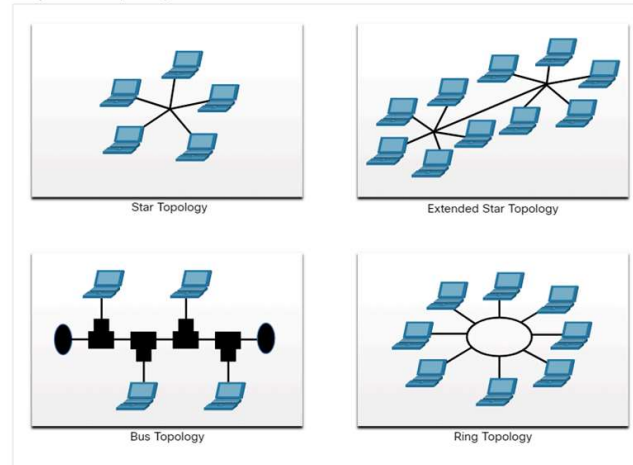
## LAN Topologies

End devices op LAN's zijn typisch verbonden via een ster-of uitgebreide stertopologie. Deze zijn zeer eenvoudig te installeren, zeer uitbreidbaar en gemakkelijk te troubleshooten.

Vroegere Ethernet en Legacy Token Ring technologies voorzagen nog de volgende topologiën:

- **Bus:** Alle end devices aan elkaar geketend en op het einde beëindigd.
- **Ring:** Elk end device is verbonden met zijn "buur" in een vorm van ring.

Physical Topologies



## Half and Full Duplex Communication

### Half-duplex communication

- Staat enkel één end device toe om te ontvangen of verzenden op een gedeeld medium
- Gebruikt op WLAN's and legacy bus topologiën met Ethernet hubs

### Full-duplex communication

- Hiermee kunnen beide toestellen simultaan transmitten en ontvangen op een gedeeld medium.
- Ethernet switches opereren in full-duplex modus

## Access Control Methods

### Contention-based access

Alle nodes werken in half-duplex, ze strijden voor het gebruik van het medium.

Voorbeelden:

- *Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD)* as used on legacy bus-topology Ethernet.
  - Gebruikt door legacy Ethernet LAN's
  - Werken in half-duplex mode waar enkel één toestel verzend of ontvangt
  - Gebruikt een **collision detection process** om te reguleren wanneer een toestel kan verzenden, en wat er gebeurt wanneer verschillende toestellen tegelijkertijd willen verzenden
    - Toestellen die simultaan verzenden zal resulteren in een signal collision op het gedeelde medium

Enkel in half-duplex

- Toestellen kunnen de collision detecteren
- Toestellen wachten een willekeurige periode waarna ze de data opnieuw kunnen versturen
- *Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA)* as used on Wireless LANs.
  - Gebruikt door IEEE 802.11 WLAN's
  - Werken in half-duplex mode waar enkel één toestel verzend of ontvangt
  - Gebruikt een **collision avoidance process** om te reguleren wanneer een toestel kan verzenden, en wat er gebeurt wanneer verschillende toestellen tegelijkertijd willen verzenden
    - Toestellen geven bij het verzenden ook de duurtijd van de transmissie mee
    - Andere toestellen krijgen die duurtijd en weten hoelang het medium onbeschikbaar is.

### Controlled access

- Deterministische toegang waarbij elke node zijn eigen tijd op het medium heeft.
- Wordt gebruikt op legacy netwerken, zoals Token Ring en ARCNET

## Data Link Frame

---

### The Frame

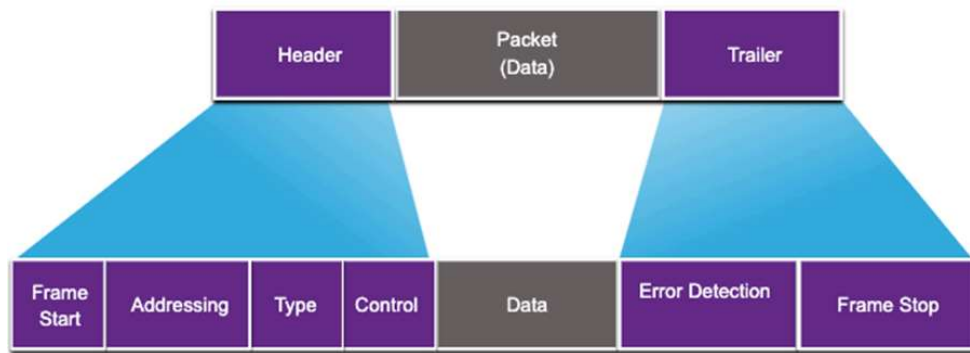
De gegevens zijn ingekapseld door de data link laag met een header en een trailer en vormen samen een frame.

Een **data link frame** heeft drie onderdelen:

- Header
- Data
- Trailer

De velden van de header en de trailer verschillen naargelang het data link laag protocol.

### Frame Fields



Field	Description
Frame Start and Stop	Identifies beginning and end of frame
Addressing	Indicates source and destination nodes
Type	Identifies encapsulated Layer 3 protocol
Control	Identifies flow control services
Data	Contains the frame payload
Error Detection	Used to determine transmission errors

## Layer 2 Addresses

- Ookwel physical address (fysiek adres)
- Vervat in de header
- Enkel gebruikt voor de locale levering van een frame op de link
- Geupdate door elk toestel dat het frame doorstuurd

## LAN and WAN Frames

De Logische topologie en de fysieke media bepalen het data link protocol dat gebruikt wordt:

- Ethernet
- 802.11 Wireless
- Point-to-Point (PPP)
- High-Level Data Link Control (HDLC)
- Frame-Relay