



Ethernet teori



- Hvad er Ethernet?
 - Asynkron rammebaseret protokol
 - Defineret i IEEE.802.3(2000)
 - Nuværende standard beskriver 3 hastigheder:
 - 10 Mbit/s
 - 100 Mbit/s
 - 1000 Mbit/s
 - 10 Giga/s(ikke standard endnu)

Betegnelser for interface

- 10BASE5 – Baseret på en tyk coax
- 10BASE2 - Thin Ethernet (Cheapernet)
- 10BASE-T – UTP (Unshielded Twisted Pair) (2 par)
- 100BASE-TX – 100 Mb/s 'fast' Ethernet
- 1000Base – T – 1000Mb/s på kobber
- 1000BASE-SX – 1000 Mb/s via MM fiber 850 nm
- 1000BASE-LX – Gigabit Ethernet single mode 1300 nm eller multi mode
- 1000BASE-ZX – Gigabit Ethernet singlemode 1550nm

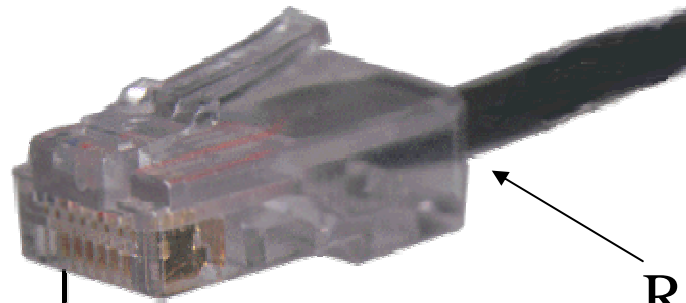
Angiver hastigheden på systemet



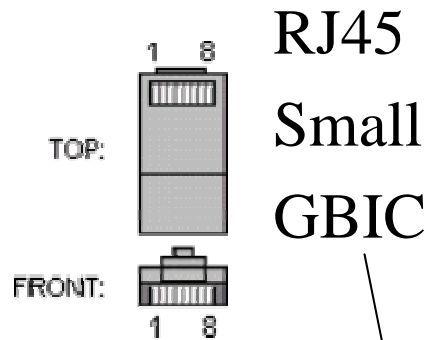
Angiver signaltypen BASE for Baseband
eller BROAD for Broadband

Fysiskemedie LX= long wavelength optisk
Før i tiden var det længden signalet kunne
transmitteres over: 5 = 500m.

Interface til Ethernet



Pin 1



RJ45

Small Form Pluggable (SFP)

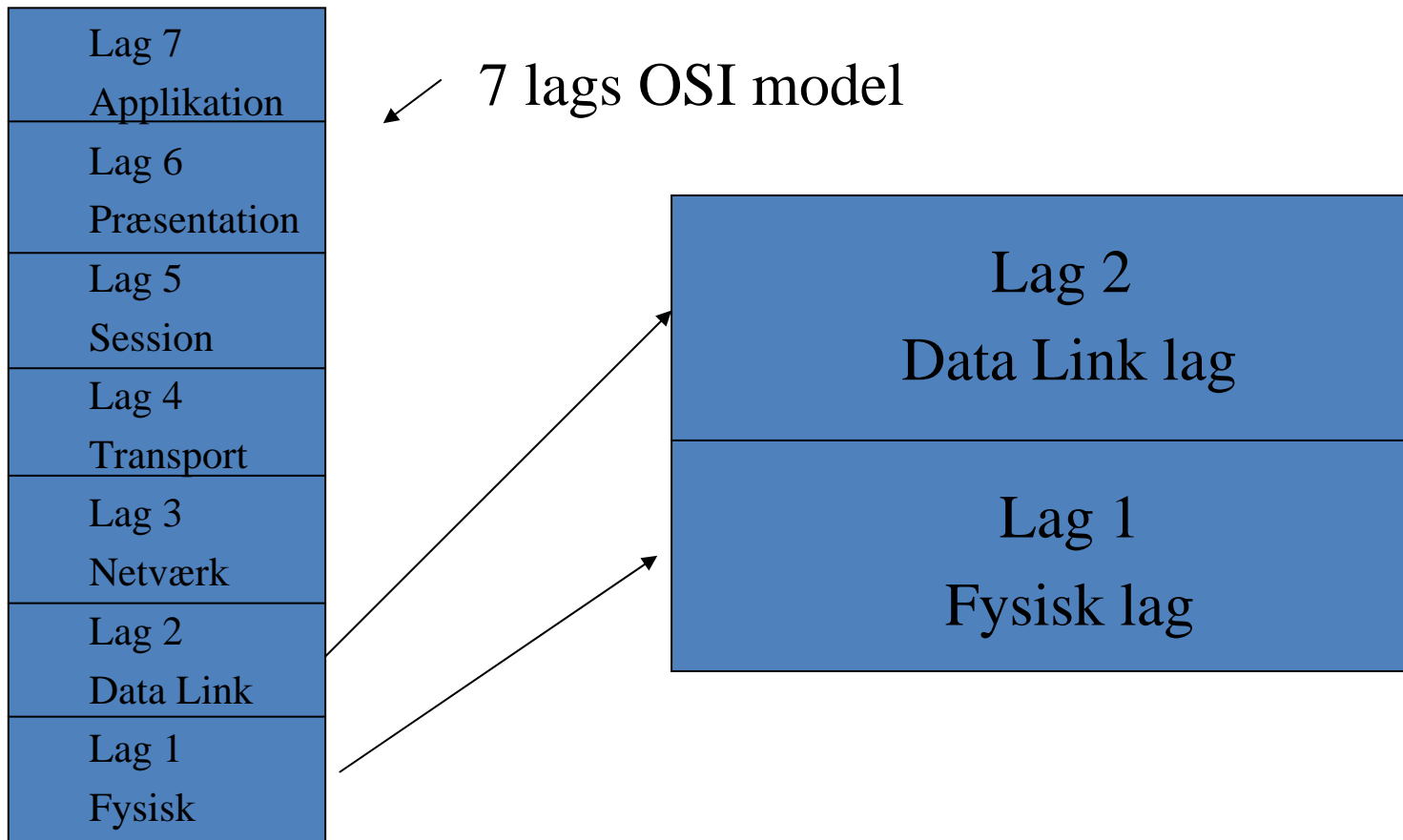
GBIC



Kabel typer

Kabel navn	Stik type	Type	Specifikation
Kategori 3-4-5	RJ45	Kobber par snoet	10 Mb
Kategori 5	RJ45	Kobber par snoet	10, 100 & 1000 Mb over 100 m
Thin Ethernet	BNC	Tynd Coax	10 Mb over 185m
Multi mode	LC-Duplex, SC	Fiber kabel	50 eller 62,5 μm
Single mode	LC-Duplex, SC	Fiber kabel	9 μm

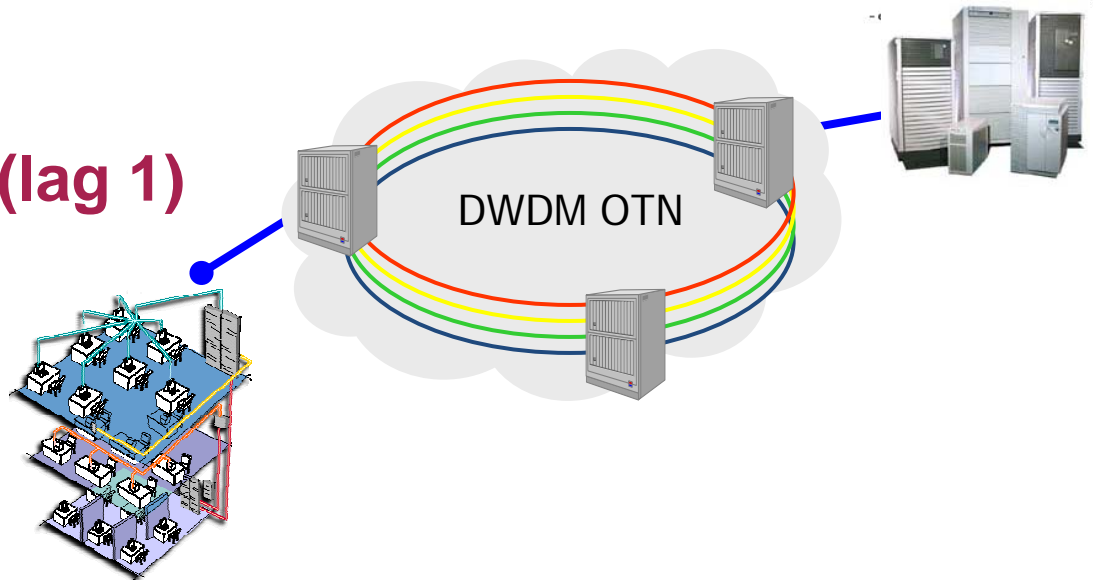
OSI lag 1 og 2



Lag 1 og 2

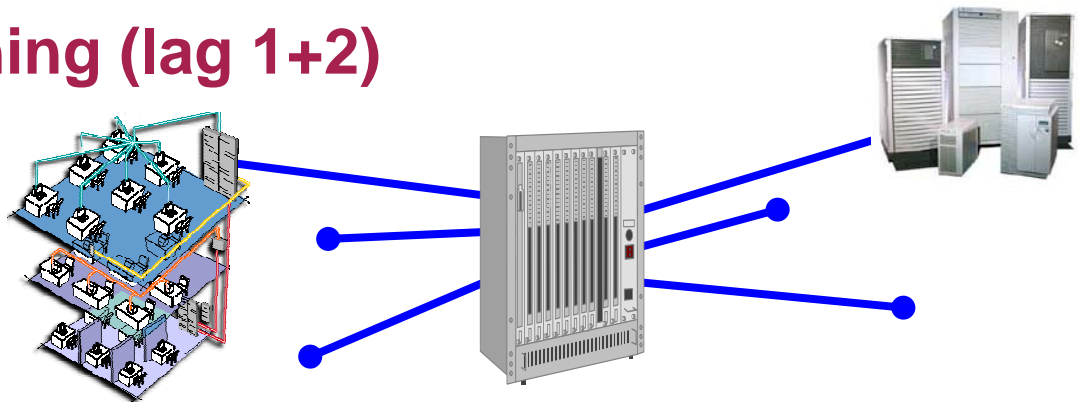
Transport kun (lag 1)

Rammerne bliver sendt af sted uden hensyntagen til MAC-adr.



Transport og switching (lag 1+2)

Rammerne bliver sendt af sted hvis der en modtager der matcher afsenderens modtager MAC-adr.

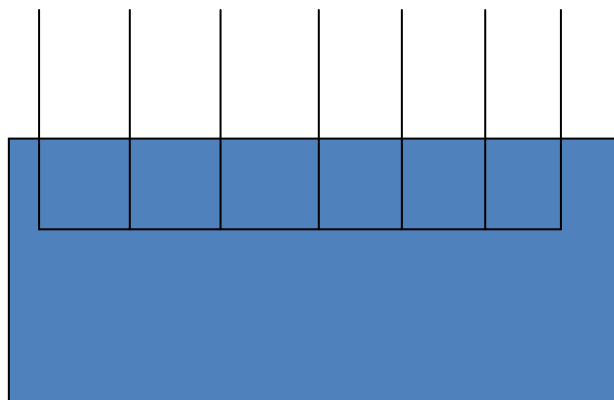


- Repeater
 - Forlænger transmissionsafstanden mellem 2 segmenter.

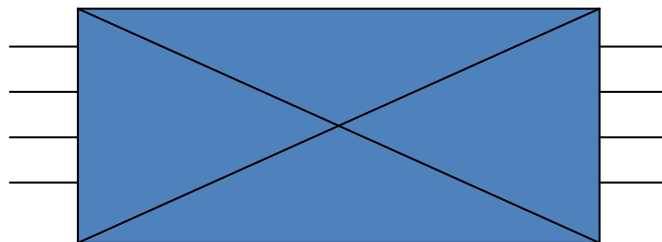


Netværks elementer

- Hub
 - Elektronisk krydsfelt halvdupleks

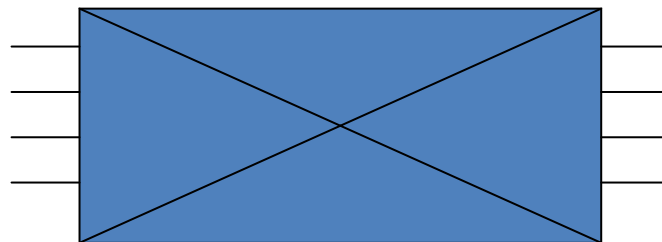


- Bridge
 - Forbinder forskellige typer af LAN's
 - Rammer filtrering
 - Separer kollisions domæner



- Switch

- Modtager rammer, gemmer dem midlertidigt og sender dem til den port hvor modtageren er forbundet til.
- Udvider et LAN's kollisions domæne.



Ethernet MAC (Media Access Control)

- MAC adressen er unik for hver enhed
 - MAC adressen består af 6 byte som for det meste er vist i HEX-decimaltal
 - De først 3 byte - definere fabrikanten (Tildelt af IEEE)
 - De sidste 3 byte – sættes af fabrikanten
- Destination adressen:
 - Unicast adresse (Adressen fra en station til en anden)
 - Multicast adresse (Adresse til flere stationer)
 - Broadcastadresse (FF:FF:FF:FF:FF:FF) til alle stationer



00:80:DA:3F:44:1A

The diagram shows the MAC address 00:80:DA:3F:44:1A enclosed in a blue oval. Two arrows originate from this oval: one points to the text 'IEEE' in the list item 'De først 3 byte - definere fabrikanten (Tildelt af IEEE)', and the other points to the text 'sættes af fabrikanten' in the list item 'De sidste 3 byte – sættes af fabrikanten'.

Ethernet rammen

Ethernet rammen



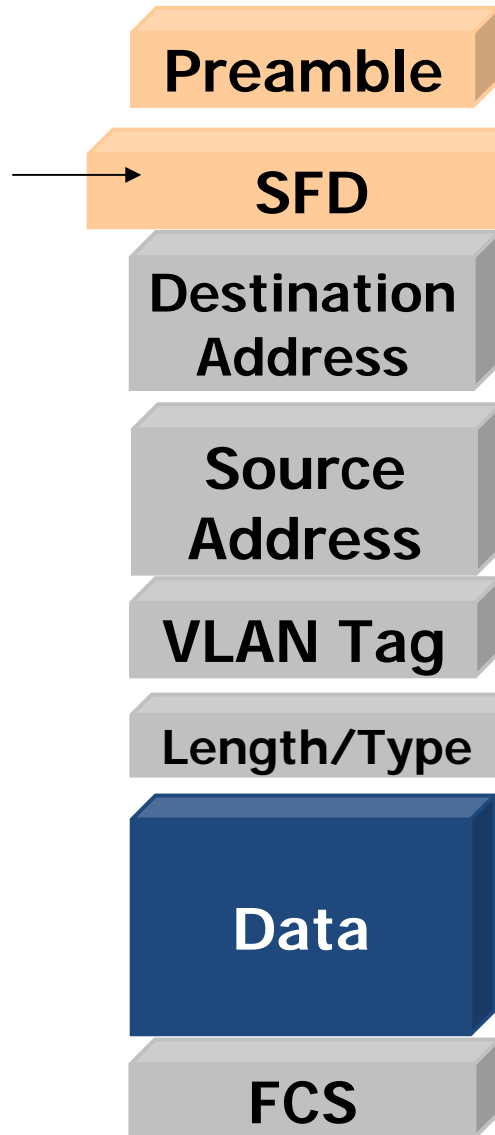
- Preamble Benyttes til at synkronisere netværks interfacet
- SFD Start of frame delimiter
- Destination Destinations adressens Address port i Ethernet rammen
- Source Porten der sendte Address rammen
- VLAN Tag: Virtual LAN identifikation
- Data Data felt
- FCS Field check sequence.

Preamble



- Benyttes til at synkroniser modtagernes clock med.
- Den består af 7 byte som indeholder følgende mønster 7 X (10101010)

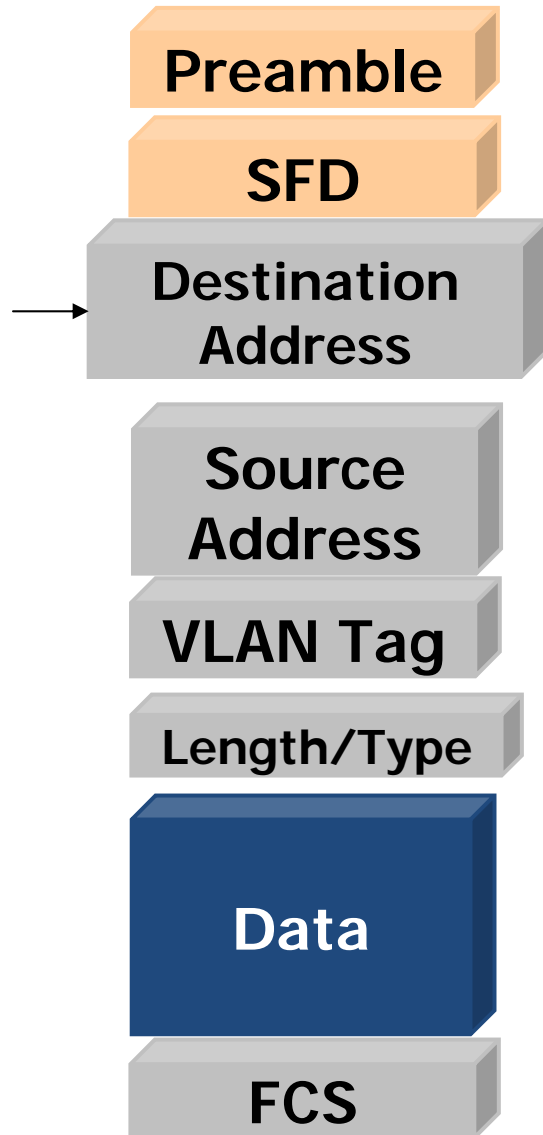
SFD



- **Start Frame Delimiter**

- SFD indikere hvor rammen starter og indeholde 1 byte med følgende mønster (10101011).

Destination adressen



- DA modtager adressen består af



- I/G er Individuel/Gruppe som indikere om rammen skal sendes til en enkel eller den skal multi broadcastes.
 - 0= Individuel 1= Gruppe
 - Ved en broadcast ser DA således ud FFFFFFFF
- U/L står for Universel/Lokal og giver mulighed for unikke adresser.
 - 0=Individuel eller 1= lokal adresse
- De 46 bit NIC-kort adressen som er hardware afhængig.

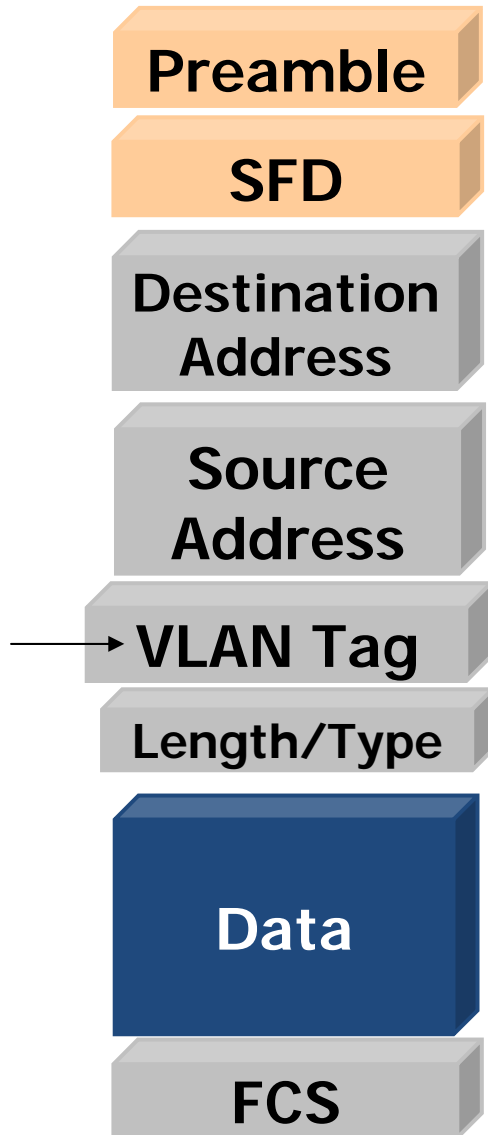
Destination adressen

- Unicast: 00-01-56-fd-ec-4a er kun til en bruger
- Broadcast: ff-ff-ff-ff-ff-ff til alle
- Multicast: 01-80-ff-2e-dd-34 til en gruppe af brugere

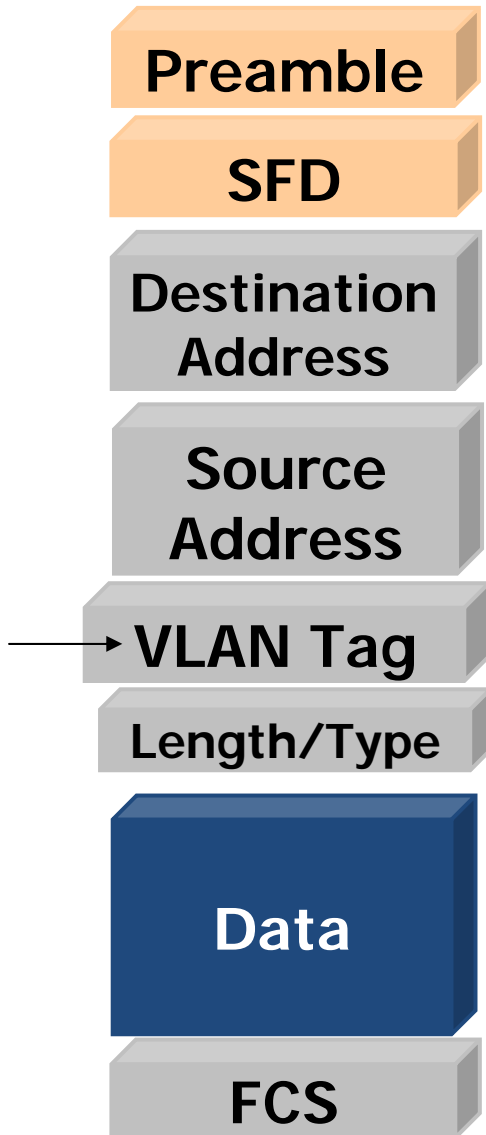
Afsende adressen



- Afsender adressen har samme format som DA, men I/G er altid lig 0.



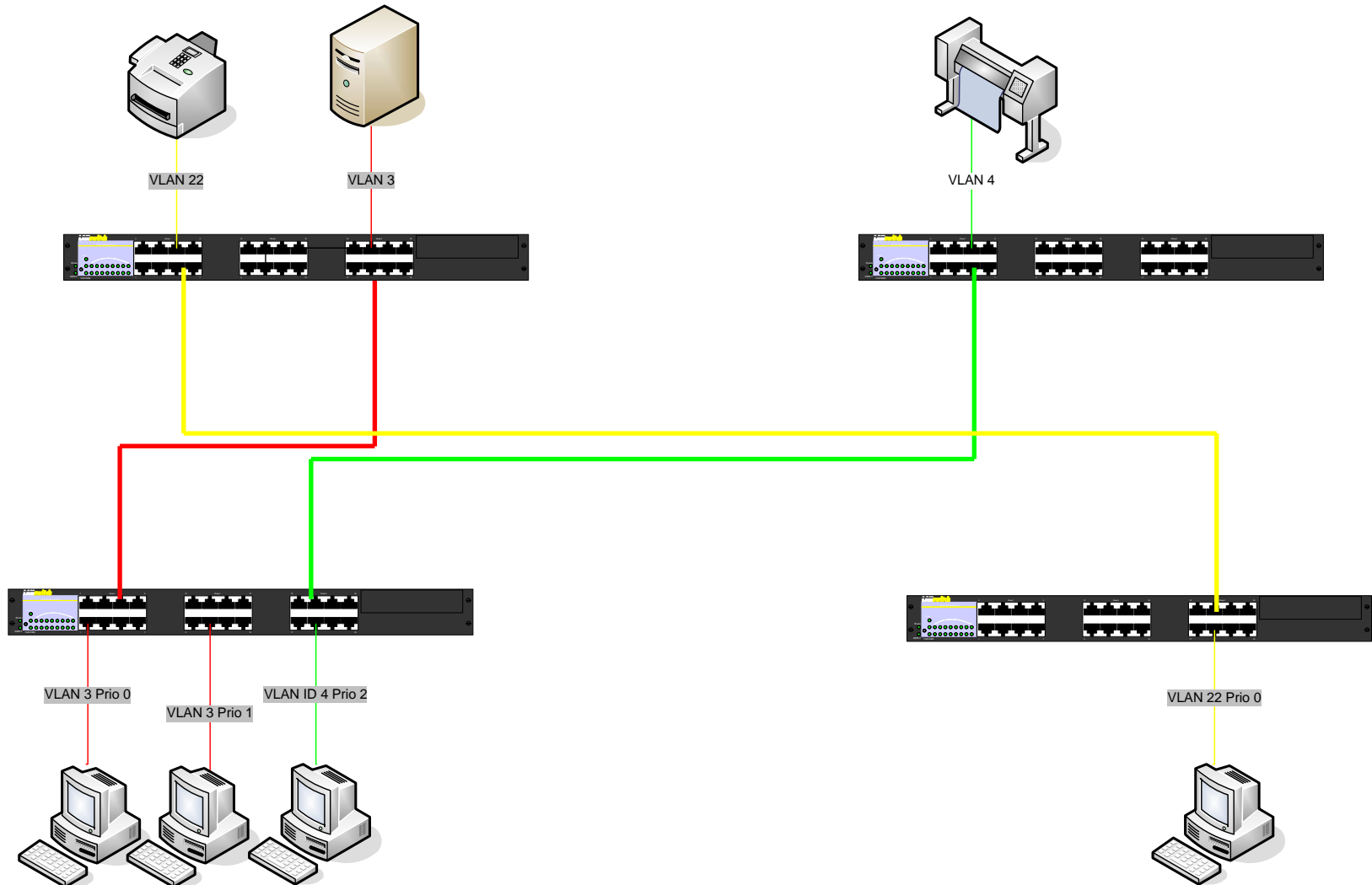
- Med VLAN er det muligt at differentiere Ethernet rammerne efter behov.
 - Det er muligt at opbygge virtuelle LAN
 - Det er også muligt at prioritere rammerne, så den laveste bliver droppet, hvis et system bliver overbebyrdet.
- Der bliver tilføjet 4 byte til Ethernet-rammen når VLAN benyttes
 - Rammen bliver så på 1522 i stedet for 1518.
 - Framescopet benytter 1518 også når der er VLAN i rammen. Mange switche dropper 1522 rammer.



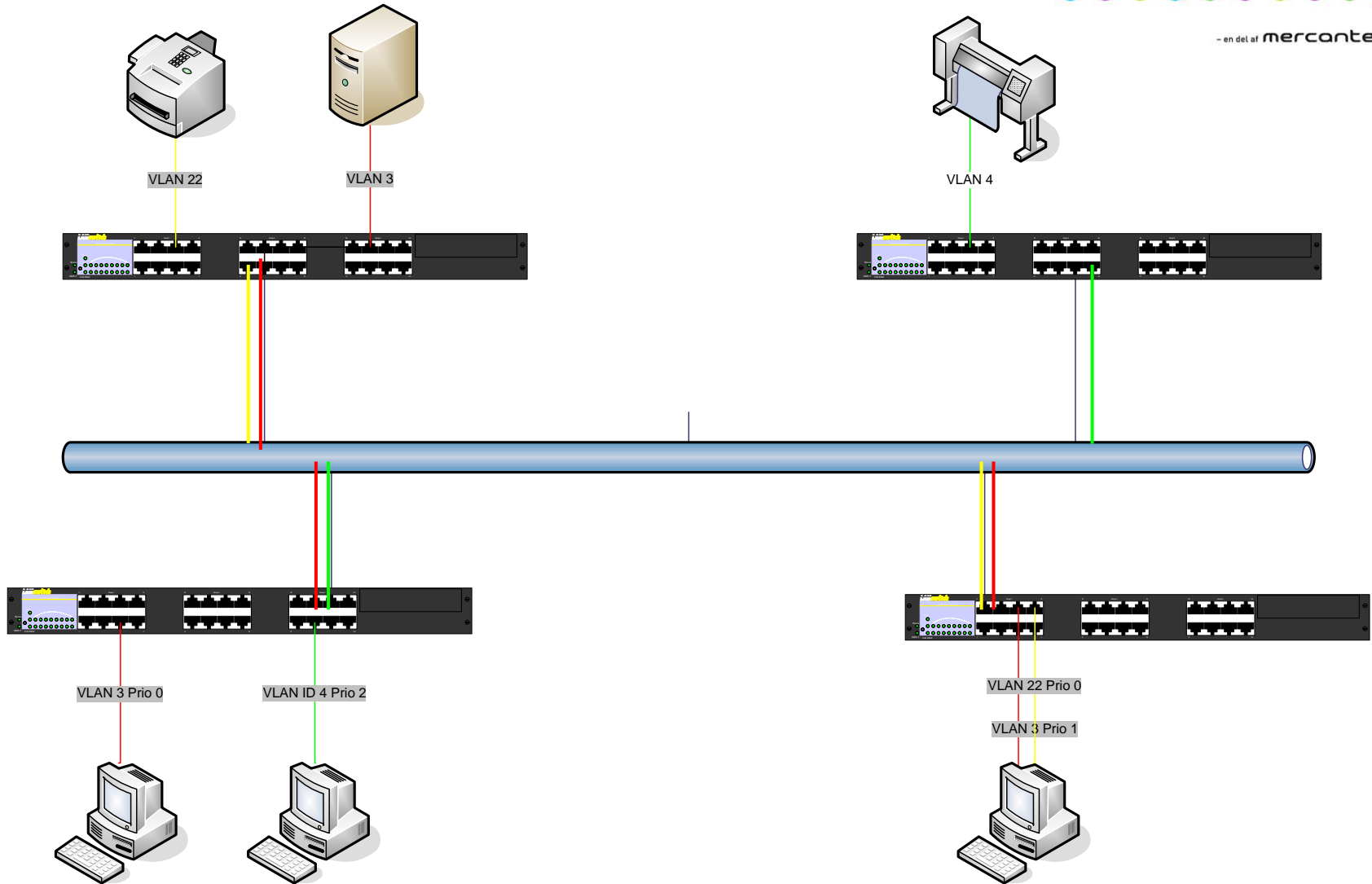
- TPID: 2 oktetter med værdi af Tag-typen.
 - Den indeholder 8100, når der er tale om Ethernet VLAN
- TCI (Tag Control Information)
 - User Priority består af 3 bit, hvilket giver 8 prioriter at vælge imellem.
 - CFI (Canonical Format Indicator) er en bit der indikere at MAC adressen er i Canonical format.
 - VID (VLAN Identifier) er på 12 bit og der på nuværende defineret 2 værdier:
 - 0=indikerer at TAG hoved kun indeholder prioritet information der er ikke nogen VLAN ID i rammen.
 - 1= default værdi til klassificering af rammen.

TPID	TCI		
Tag protokol ID	User Priority	CFI	VLAN ID

Ethernet VLAN IEEE 802.1Q

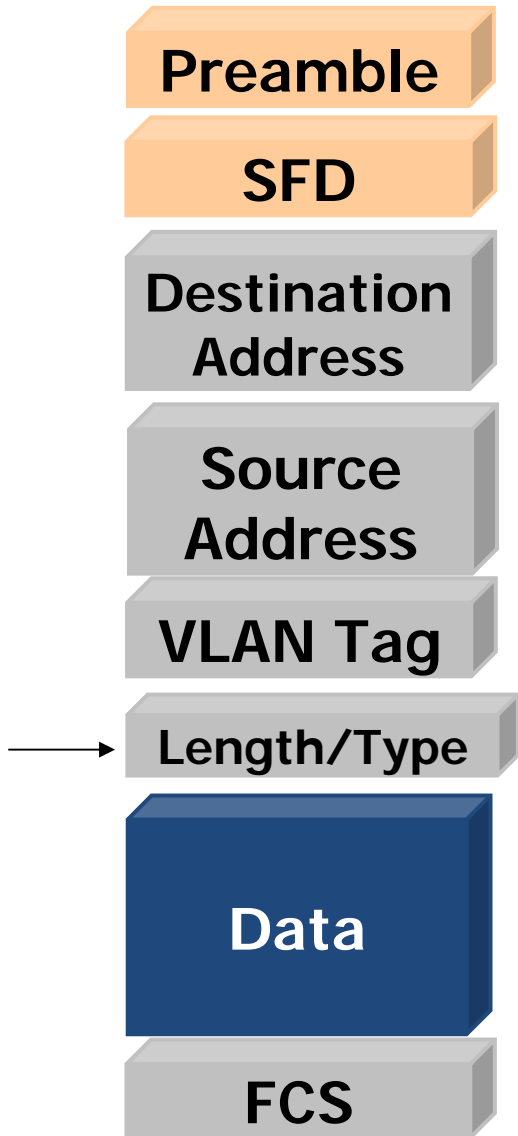


Ethernet VLAN IEEE 802.1Q



- Fordele ved brug af VLAN
 - Begrænser Broadcast
 - Afgrænse netværket til f.eks. Bestemte afdelinger
 - Flere kan dele en båndbrede v.h.a. prioritering
- Ulemper ved VLAN
 - Administration af MAC adresser

Length/Type



- Length/Type beskriver protokoltypen eller mængden af data i datafeltet.
- Hvis den er større end 1536 beskriver typen af den protokol den bære i datafeltet. F.eks. 2048 (HEX 0800) er IP.
- Hvis den er mindre end 1518, så er det antallet af LLC (Logical Link Control) oktetter i data feltet.

Length/Type



- Hvis Length/Type indeholder '0800' Hex, så indeholder datafeltet IP pakker eller 0806 Hex er det ARP forespørgelses.
- Hvis feltet er lig eller mindre end 05EE Hex så indikere det antallet af byte i LLC data feltet.

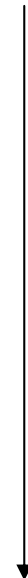
Data



- PAD adderes til Data feltet for at det har minimums størrelsen på 46 byte.

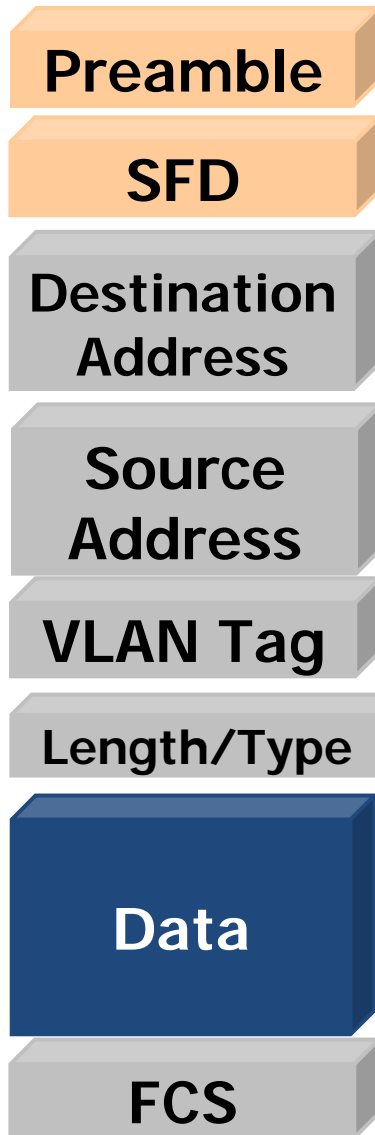
Ramme størrelsen (Byte)

	Mindste	Største	Største med VLAN
Preamble			
SFD	7	7	7
Destination Address	1	1	1
Source Address	6	6	6
VLAN Tag			4
Length/Type	2	2	2
Data	46	1500	1500
FCS	4	4	4
I alt	64	1518	1522



Ethernet rammen

Jumbo rammer



- Jumbo rammer:
 - Kan bliver op til 9000 byte i størrelsen
 - Kan hæver Throughput effektiviteten
 - Sænker CPU aktiviteten
 - Er ikke standardiseret endnu!

FCS



- Frame Check Sequence benyttes til fejlundersøgelses på bit niveau.
- Den baseret på 32 bit CRC og består af $4 \times 8 = 32$ bits.
- FCS beregnes ud fra indholdet i DA, SA, Data og Pad feltet.

Auto-forhandling

- Forhandler sig frem til den bedste performance mellem udstyr.
- 10/100 Mb benytter FLP (Fast Link Pulses) til at forhandle hastighed og flow control på plads.
- Gigabit bruger en speciel line kode til at forhandle flow control på plads. Hastigheden er fast.
- Hvis noget udstyr ikke understøtter auto-forhandling skal paramenterne sættes op manualet.
- !!!nogle gange kan en forhandling mellem to typer udstyr ende med at de

- GbE benytter PAUSE kontrol rammer til at fortæller fjern ende udstyret at det skal stoppe med tilfældigt (random generator) tidsrum.
- PAUSE sendes til en specifik adresse 01:80:C2:00:00:01.
- GbE anvender kun Fuld-duplex, og skal derfor ikke forhandles på plads. Undtagen Cisco 2950 som kan sættes til halvduplex!!!!

Inter Frame Gab

- Ethernet rammerne adskilles med en IFG (96ns) (92 bit)
- IFG benyttes til at andre kan få lov til at sende

QoS?

Quality of Service

- ToS (Type of Service) (in-service)
- DSCP (Differentiated Service Code Point) (In-service)
- RFC 2544 (out of service)

Internet Header Format

VERSION	ToS	LENGTH
IDENT	FLAGS	FRAGMENT
TIME TO LIVE	PROTOCOL	CHECKSUM
SOURCE	ADRESS	ADRESS
DESTINATI O	ADRESS	ADRESS
OPTIONS	OPTIONS	PADDING

ToS (Type of Service)

- 8 bit felt i IP-headeren
- Routers håndtere IP-pakkerne efter de kriterier der stilles i de 8 bit

QoS TOS Precedence

ToS	P2	P1	P0	T2	T1	T0	CU 1	CU 0
-----	----	----	----	----	----	----	---------	---------

- Precedence (P0-P2 bit)
 - 111 – Network control
 - 110 – Internetwork control
 - 101 – CRITIC/ECP
 - 100 – Flash override
 - 011 – Flash
 - 010 – Immediate
 - 001 – Priority
 - 000 - Routine

QoS TOS

ToS	P2-P1	P0	T2	T1	T0	CU	CU
	Precedence						
	s T2: 0 = Normal delay			1 = Low Delay		1	0
	s T1: 0 = Normal Throughput			1 = High Throughput			

- Bits T0: 0 = Normal Reliability 1 = High Reliability
- Bits CU0-1: Reserveret til fremtidig brug

QoS TOS

TOS	Bruger Mulighed
Minimum delay	ftp, telnet: Undgå satellit forbindelser
Maksimum Throughput	ftp-data, www, RTS: Store data mængder (TV)
Maksimum Reliability	SNMP, DNS
Minimum Cost	nntp, smtp: Dyre satellit forbindelser undgås

QoS DSCP

- DSCP (Differentiated Services Code Points)
- Benytter også ToS bittene i IP overheaderen

ToS	P2	P1	P0	T2	T1	T0	CU 1	CU 0
DSCP	DS 5	DS 4	DS 3	DS 2	DS 1	DS 0	EC N	EC N

- Med DSCP er det muligt at få flere kvalitets niveauer
- DS (Diffserv) erstatter ToS feltet med en per-hop behavior (PHB)
- En service klasse kan behandles forskelligt af hver Hop (Router)
- Hvert PHB er leverandør og operatør afhængig

QoS DSCP

DSCP	Predence	Purpose
0	0	Best effort
8	1	Class 1
16	2	Class 2
24	3	Class 3
32	4	Class 4
40	5	Expres forwarding
48	6	Control
56	7	Control

QoS DSCP

- Assured forwarding service
 - Inddeler DSCP i bronze , sølv og guld klasser
- Expedite forwarding service
 - Benytter de samme attributter som til Leased line tjenester.

QoS DSCP

Assured forwarding service

DSCP	Service	DSCP	Service	DSCP	Service
0	Best effort	20	Class 2, silver (AF22)	34	Class 4, gold (AF41)
8	Class 1	22	Class 2, bronze (AF23)	36	Class 4, silver (AF42)
10	Class 1, gold (AF11)	24	Class 3	38	Class 4, bronze (AF43)
12	Class 1, silver (AF12)	26	Class 3, gold (AF31)	40	Express forwarding
14	Class 1, bronze (AF13)	28	Class 3, silver (AF32)	48	Control

QoS DSCP

Expedite forwarding service

DSCP	Service	DSCP	Service	DSCP	Service
0	Best effort	20	Class 2, silver (AF22)	34	Class 4, gold (AF41)
8	Class 1	22	Class 2, bronze (AF23)	36	Class 4, silver (AF42)
10	Class 1, gold (AF11)	24	Class 3	38	Class 4, bronze (AF43)
12	Class 1, silver (AF12)	26	Class 3, gold (AF31)	40	Express forwarding
14	Class 1, bronze (AF13)	28	Class 3, silver (AF32)	46	Expedited forwarding (EF)
16	Class 2	30	Class 3, bronze (AF33)	48	Control

QoS DSCP

Cisco systems auto QoS

802 CoS	DSCP	Purpose
0	0	Best effort
3	26	Voice control (SIP, H.323)
5	46	Voice data (RTP, RTSP)
2	18	Better effort data
2	18	Better effort
1	10	Streaming video
6	48	Network-layer control (OSPF, RIP, EIGRP)
7	-	Link-layer control (STP, DP, UDLD)

- Address Resolution Protocol
- ARP benytte til oversætte en protokol adresse (IP) til en hardware interface adresse
- ARP tabellen slettes hver ½ time, for ikke at blive for stor og langsom

1. For at to IP adr. kan udveksle datagrammer slår den en op i ARP-tabellen for a finde MAC-adr. på modtageren
2. Hvis adr. ikke findes i tabellen udsendes en ARP-broadcast. Hvem har IP adr xyz.
3. Udstyret med IP adr. xyz svare tilbage mit MAC. Nr er. Zxc

RARP

- Reverse ARP
- Finder IP adr. Når MAC-adr kendes

- DUT kan håndtere fejl forskelligt.
 - Lag 2 udstyr smider normalt fejlbehæftede rammer væk.
 - Ses som ramme tab (Frame loss) under måling.
- En lag 1 og nogle lag 2 enheder kan sende den fejlbehæftede ramme videre.
 - Hvis de fejlbehæftede ramme blev sendt retur kunne der beregnes en ramme BER.

- De fundamentale målemetoder på Ethernet
 - Frame loss
 - Throughput
 - Latency
 - Back to Back
- Andre mulige målemetoder:
 - Error frames – FCS
 - Jabber frames - opstår når udstyr begynder at generere store ramme med fejlbehæftede FCS
 - Jumbo frames – rammer der er større end max med valid FCS
 - Short frames – rammer der mindre end 64 byte med valid FCS
 - Control frames – PAUSE rammer modtages
 - VLAN frames – Rammer med VLAN tags.

Fejl typer

- Manglende VC-X => begrænset båndbredde
- Overbelastet Switch => Frameloss
- Stor forsinkelses i netværksforbindelsen => begrænset båndbredde , pakke størrelsen skal øges for modvirke forsinkelsen.

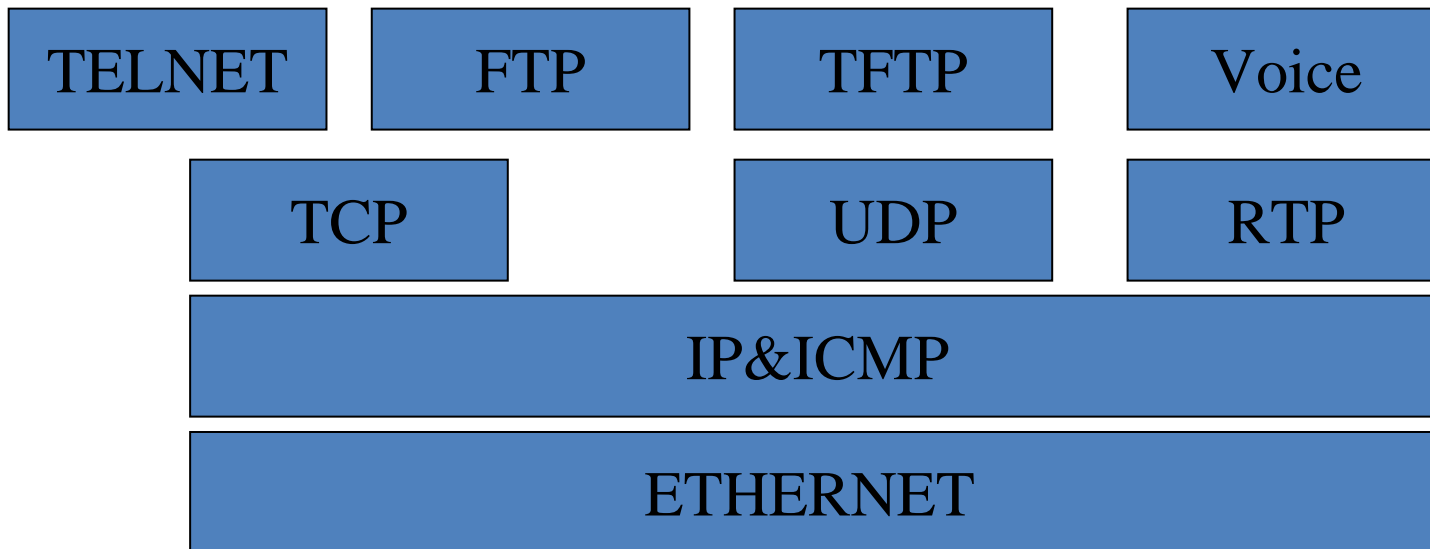
Fejltyper

Forsinkelse (Latency på en 10Mb/s)

Antal rammer	byte	bit	I alt data - preamp ipg	Ramme tid (1/data)	forsinke lse	rammetid i alt	Antal rammer (1/rammet id)
14880	64	8	7618560	6,72043E-05	2,70E-05	9,42E-05	10615
10615	64	8	5434996				
		Dif	2183564				
812	1518	8	9860928	0,001231527	2,70E-05	1,26E-03	795
795	1518	8	9649375				
		Dif	211553				

Protokoll över Ethernet

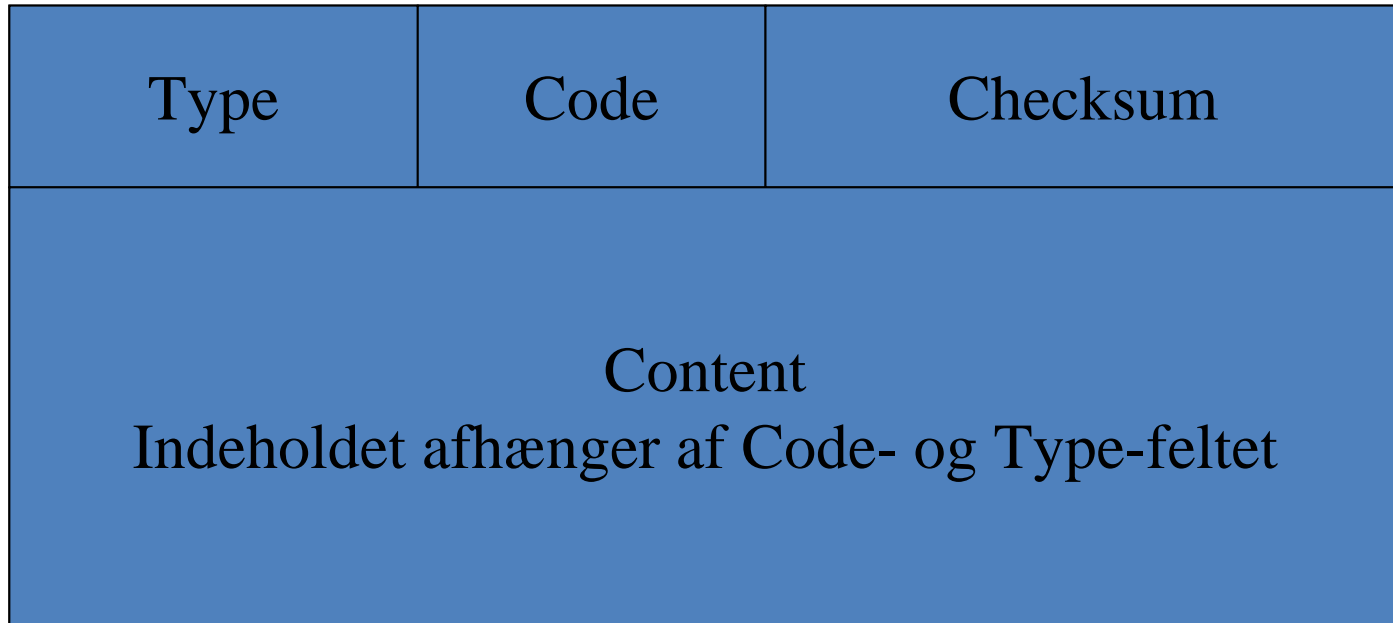
Lag 3



ICMP (Internet Control Message Protocol)

- RFC 792
- Fremskaffe statusinformationer.
 - Eksistere et net, en host, transmissionstid til en DTE, fremskaffe en IP-Subnet Mask.
- Router benytter ICMP til at rapportere fejl
 - DTE kan findes ikke
 - Levetid for en pakke er overskredet
- ICMP er pakket ind i IP-pakker

ICMP (Internet Control Message Protocol)



ICMP (Internet Control Message Protocol)

Type	Code	Beskrivelse	Query	Error
0	0	Echo Reply (Ping Reply)	*	
3		Destination Unreachable		
3	1	Network Unreachable		*
3	2	Protocol Unreachable		*
3	7	Destination host unknown		*
8	0	Echo Request (Ping Request)	*	
13	0	Timestamp Request	*	
14	0	Timestamp Reply	*	
17	0	Address Mask Request	*	
18	0	Address Mask Reply	*	

IP (Internet Protocol)

- RFC 791
- Sänder och tar emot paket "datagrams" end-end
- Adresserar sändare och mottagare med IP adresser med fix längd t.ex. 192.168.0.1
- Sätter samman flera små paket till längre för att kunna skicka över nät som bara stödjer små paket.
"Segmentation and Reassembly"

Felrättning och omsändning

- Det finns **INGEN** mekanism för att hantera

Flödeskontroll, sekvenshantering osv

- Detta sköts av överliggande protokoll t.ex. TCP.

Internet Header Format

VERSION	SERVICE	LENGTH
IDENT	FLAGS	FRAGMENT
TIME TO LIVE	PROTOCOL	CHECKSUM
SOURCE	ADDRESS	ADDRESS
DESTINATI O	ADDRESS	ADDRESS
OPTIONS	OPTIONS	PADDING

TCP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL)

- RFC 793
- TCP är ett förbindelse orienterat protokoll

Det binder samman IP paket och begär omsändingar om något packet inte skulle komma fram.

UDP (User Datagram Protocol)

- UDP är förbindelseöst och hanterar inte omsändningar osv
- Lämpar sig bäst för realtids tillämpningar som t.ex. streaming media.

TCP Services

- Basic Data Transfer
- Reliability
- Flow Control
- Multiplexing
- Connections
- Precedence and Security

Data Transfer

- The TCP is able to transfer a continuous stream of octets in each direction between its users by packaging some number of octets into segments for transmission through the internet system. In general, the TCPs decide when to block and forward data at their own convenience.

Reliability

- This is achieved by assigning a sequence number to each octet transmitted, and requiring a positive acknowledgment (ACK) from the receiving TCP. If the ACK is not received within a timeout interval, the data is retransmitted

Flow Control

- TCP provides a means for the receiver to govern the amount of data sent by the sender. This is achieved by returning a "window" with every ACK indicating a range of acceptable sequence numbers beyond the last segment successfully received. The window indicates an allowed number of octets that the sender may transmit before receiving further permission.

Multiplexing

- To allow for many processes within a single Host to use TCP communication facilities simultaneously, the TCP provides a set of addresses or ports within each host. Concatenated with the network and host addresses from the internet communication layer, this forms a socket. A pair of sockets uniquely identifies each connection. That is, a socket may be simultaneously used in multiple connections

Connections

- The reliability and flow control mechanisms described above require that TCPs initialize and maintain certain status information for each data stream. The combination of this information, including sockets, sequence numbers, and window sizes, is called a connection. Each connection is uniquely specified by a pair of sockets identifying its two sides

- The users of TCP may indicate the security and precedence of their communication. Provision is made for default values to be used when these features are not needed

- ARP: Address Resolution Protocol
- DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing
- Grooming: Håndtering af datastrømme
- GFP: Generic Framing Procedure
- LCAS: Link Capacity Adjustment Scheme
- MPLS: MultiProtocol Label Switching
- VLAN: Virtuel Local Area Network
- SAN: Storage Area Network