

6105 Windows Server og datanett

Leksjon 3 Grunnprinsipper i datakommunikasjon

- Punkt-til-punkt kommunikasjon
- Overføring av tegn og binære data
- Overføringsretning, simpleks, halv og full dupleks
- Seriell og parallell overføring
- Kommunikasjonsbusser, eksempel: USB
- Digitale og analoge signaler
- Signalering, single-ended og differensiell signalering
- Signalfrekvens, bitrate og overføringskapasitet
- Dempning, støy og forvrengning
- Pensum
 - [Kvisli: Datakommunikasjon og maskinvare, januar 2020, kapittel 1](#)

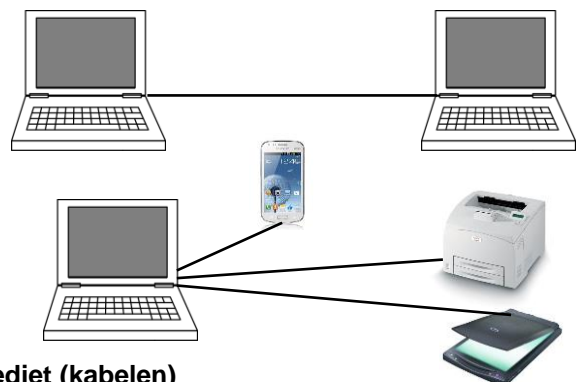
1

Punkt-til-punkt kommunikasjon

Sammenkobling skjer direkte mellom to kommunikasjonsparter

F.eks. mellom:

- to datamaskiner
- to komponenter internt i èn datamaskin
- datamaskin og annet periferiutstyr, f.eks:
 - skriver
 - skanner
 - fotoapparat
 - mus
 - tastatur
 - mobiltelefon



Bare disse to partene som kommuniserer via mediet (kabelen)

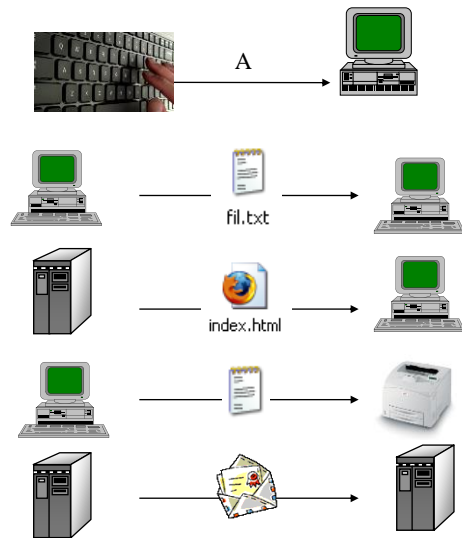
Hele kommunikasjonslinjens overføringskapasitet deles av de to partene

Obs! Punkt-til-punkt linjer er ikke nettverk, men kan inngå som del av et nettverk

2

Hva kan overføres ved datakommunikasjon?

- Et enkelt tegn
- Korte meldinger
 - SMS, MSN o.l.
- Filer
 - Tekstfiler
 - » bl.a. websider
 - Binære filer
 - » Programmer
 - » Bilder
 - » Lyd
 - » Video
 - » Utskrift
 - » E-post
 - » m.m.



6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 3

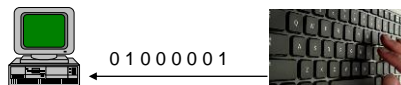
3

Overføring av tegn og tekst

- **Tekstfiler består av tegn**
 - F.eks. A, B, 1, 2, ...
- **Tegnsett: Samlingen av alle tegn som datamaskinen kan bruke**
 - ASCII tegnsett standardisert av ANSI og ISO med 7 eller 8 bits pr. tegn
 - Unicode moderne tegnsett med 8, 16 eller 32 bits pr. tegn
 - UTF-8 Unicode Transformation Format – tegnsett med 8 – 32 bits pr. tegn
- **Hvert tegn har en tallverdi i tegnsettet**

Eksempel:

Tegn	=	Tallverdi	=	Binær verdi (bitmønster)
A	=	65	=	0 1 0 0 0 0 0 1
B	=	66	=	0 1 0 0 0 0 1 0
- **Ved datakommunikasjon, overføres tegnets binære verdi som en sekvens av bits.**



Hvert tegn kan overføres som en sekvens av bits.

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 4

4

Overføring av binære data

- **Binære filer**

- består av et antall bits, som representerer dataene.
- programmet som leser filen må vite hvordan bytene skal tolkes
 - » 2 og 2 bytes kan for eksempel tolkes som et binært tall
 - » alle bitene i hele filen kan f.eks. tolkes som punkter i et rasterbilde

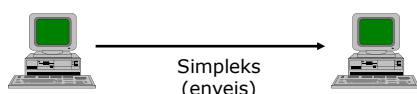


01101101000110101000011001000111....

- **Binære filer kan derfor også betraktes som en sekvens av bits!**

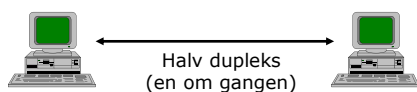
Både enkelt tegn og filer kan overføres som en sekvens av bits via et kommunikasjonsmedium

Overføringsretning



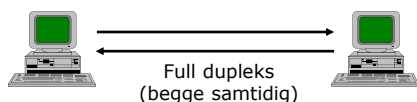
- **Simpleks = én-veis**

- Eks: Data fra tastatur til PC (ingen data tilbake fra PCen)



- **Halv dupleks = én vei om gangen**

- Avsender og mottaker må sende på samme linje (fysisk leder).
- Bruk av linjen må styres slik at ikke begge sender data samtidig



- **Full dupleks = begge veier samtidig**

- Krever vanligvis separate linjer (ledere) for mottatte og avsendte data

Nesten all praktisk datakommunikasjon i dag er dupleks (halv eller full).

- Halv dupleks kan oppleves som full dupleks av bruker, hvis bytte av retning går raskt nok

Seriell kommunikasjon

- **Egenskaper**

- Ett og ett bit sendes etter hverandre på én fysisk leder
- Full dupleks seriell dataoverføring krever da tre fysiske ledere
 - » en signalleder hver vei + jord



Seriell RS232 kabel



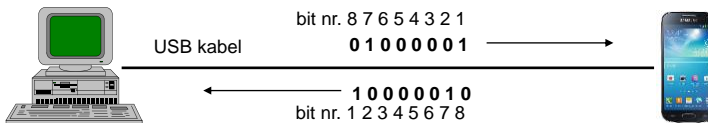
Seriell flatkabel

- **Seriell kommunikasjon benyttes bl.a.:**

- i USB-kabler, f.eks. mellom PC og mus, tastatur og mobil, skriver, scanner.
- i FireWire kabler f.eks. mellom PC og videokamera
- i eldre RS232 seriekabler, f.eks. mellom datamaskin og modem, digitaliseringsbrett eller digitalt måleutstyr



USB benytter også seriell overføring



6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 7

7

Parallell kommunikasjon

- **Egenskaper**

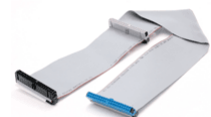
- Kabelen inneholder flere fysiske ledere
 - » Vanligvis 8, 16, 32 eller 64
 - » Gir tykke og lite fleksible kabler
- Flere bits kan overføres samtidig på hver sin fysiske leder.



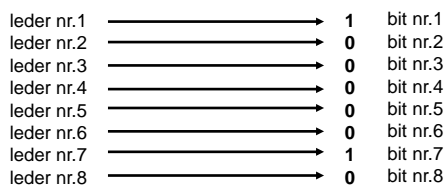
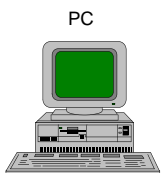
Parallell buss på hovedkort

- **Parallell kommunikasjon benyttes bl.a. :**

- I PCens prosessorsbuss/systembuss på hovedkortet
- I eldre IDE og SCSI kabler mellom harddisk og hovedkort på PC
- I eldre parallelle skriverkabler mellom datamaskin og skrivere/scannere



IDE parallell flatkabel



Parallell skriverkabel

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 8

8

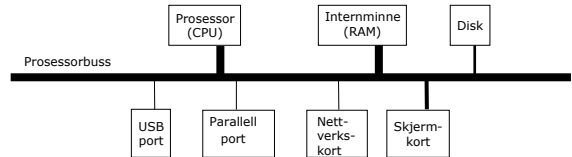
Kommunikasjonsbuss

- **Kommunikasjonskanal der flere enn to enheter kommuniserer**
 - I motsetning til punkt-til-punkt som forbinder to enheter
 - Flere enn to enheter sender data over samme fysiske leder(e)

- **Eksempel: Prosessorbussen på hovedkortet i en PC:**

- **Alle enheter deler bussens kapasitet**

- Bare én enhet kan sende data om gangen



- **Adressering**

- Alle enhetene tilkoblet bussen kan sende og motta data
- Hvordan skal enhetene vite hvem som er mottaker av dataene?
- Busskommunikasjon krever mekanismer for adressering!
 - » Hver enhet på bussen får en adresse (ofte et tall)
 - » Adressen må sendes på bussen
 - som en del av dataene, eller som et eget signal på en separat *adressebuss*

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 9

9

Parallele og serielle busser

- **Busser kan være enten serielle eller parallelle.**

- **Eksempler på parallelle busser:**

- IDE buss for tilkobling av 1-2 diskenheter
 - » Adressering: master eller slave
- SCSI buss for tilkobling av 1-6 diskenheter
 - » Adressering: SCSI-ID

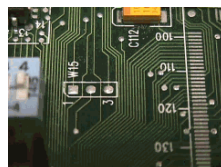
- **Eksempler på serielle busser:**

- SATA buss for tilkobling av diskenheter
- USB Universal Serial Bus

Kommer tilbake til detaljer om disse i leksjon om maskinvare



IDE-buss
tilkobling av harddisk



systembuss på kretskort
forbinder CPU, RAM og I/O enheter



SCSI-buss
sammenkobling av harddisker

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 10

10



Eksempel: USB



USB 1 & 2
4-pins kontakter



Standard A Standard B



USB = Universal Serial Bus

- Seriell kommunikasjonsbuss
- Har i stor grad erstattet gamle seriekabler og parallellkabler f.eks. til:
 - » Mus og tastatur
 - » Skrivere, scannere, kamera
 - » Eksterne lagringsenheter (harddisker / DVD o.l.)

Tre hovedversjoner:

• USB 1 og USB 2

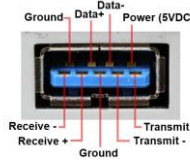
- Kontakter og plugger med 4 fysiske ledere
 - » Data overføres serielt på leder 2 og 3
 - » Leder 4 er signalfjord
 - » Leder 1 gir 5 V strømforsyning (max. 500 mA)
- Tre ulike overføringskapasiteter:
 - » Low speed → 1,5 Mbit/s USB 1.0 halv dupleks
 - » Full speed → 12 Mbit/s USB 1.1 halv dupleks
 - » Hi-speed → 480 Mbit/s USB 2 halv dupleks

• USB 3

- Kontakter og plugger med 9 fysiske ledere
 - » Fire av dem kan brukes som USB 2
- Tre nye overføringskapasiteter:
 - » SuperSpeed → 5 Gbit/s USB 3 full dupleks
 - » SuperSpeed+ → 10 Gbit/s USB 3.1 full dupleks
 - » SuperSpeed+ → 20 Gbit/s USB 3.2 full dupleks (bare på USB-C)

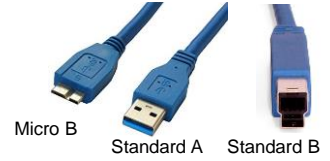
Pin	Function
1	V _{BUS} (4.75–5.25 volts)
2	D-
3	D+
4	GND
Shell	Shield

4 ledere i USB 1 & 2



9 ledere i USB 3

USB 3
9-pins kontakter



6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 11

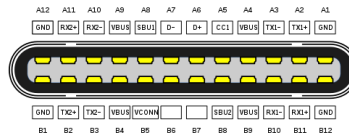
11



Eksempel: USB

• USB Type-C (USB-C) – fra 2014

- Ny symmetrisk 24-pins USB-kontakt
- Inkluderer ny USB 3.2 standard 20 Mbit/s
- Kan også brukes med USB 2 og 3.0 / 3.1
- Kan også brukes for HDMI, Displayport og Thunderbolt signaler



USB-C
24-pins
kontakter

• USB Hub

- "Boks" som kobler flere enheter til én USB utgang/buss
- Inntil 127 enheter på samme buss



USB Hub

Type-C plug and receptacle pinouts					
Pin	Name	Description	Pin	Name	Description
A1	GND	Ground return	B12	GND	Ground return
A2	SSTXp1	SuperSpeed differential pair #1, TX, positive	B11	SSRXp1	SuperSpeed differential pair #2, RX, positive
A3	SSTXn1	SuperSpeed differential pair #1, TX, negative	B10	SSRXn1	SuperSpeed differential pair #2, RX, negative
A4	Vbus	Bus power	B9	Vbus	Bus power
A5	CC1	Configuration channel	B8	SBU2	Sideband use (SBU)
A6	Dp1	Non-SuperSpeed differential pair, position 1, positive	B7	Dn2	Non-SuperSpeed differential pair, position 2, negative ^a
A7	Dn1	Non-SuperSpeed differential pair, position 1, negative	B6	Dp2	Non-SuperSpeed differential pair, position 2, positive ^a
A8	SBU1	Sideband use (SBU)	B5	CC2	Configuration channel
A9	Vbus	Bus power	B4	Vbus	Bus power
A10	SSRXn2	SuperSpeed differential pair #4, RX, negative	B3	SSTXn2	SuperSpeed differential pair #3, TX, negative
A11	SSRXp2	SuperSpeed differential pair #4, RX, positive	B2	SSTXp2	SuperSpeed differential pair #3, TX, positive
A12	GND	Ground return	B1	GND	Ground return

^a *** There is only a single non-SuperSpeed differential pair in the cable. This pin is not connected in the plug/cable.

• Flere detaljer på:

- en.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus
- www.usb.org/

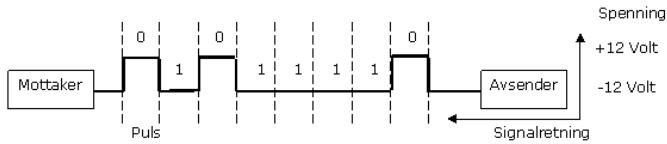
6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 12

12

Digitale signaler



Signal

- Måten data sendes på det fysiske kommunikasjonsmediet
- Eks: elektrisk strøm, lyssignal, lydsignal, radiosignal

Digitalt signal

- Et fysisk signal med et endelig antall signalverdier.

Binært digitalt signal

- Et fysisk signal med to signalverdier som representerer 0 og 1.
- Eksempler:
 - » Høy elektrisk spenning – lav spenning
 - » Lys – ikke lys
 - » Høy tone – lav tone

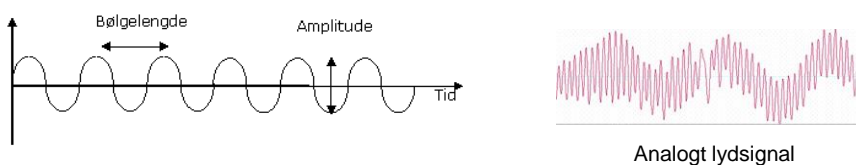
6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 13

13

Analoge signaler



Fysiske signaler som varierer med "uendelig" antall verdier

Eksempel

- Elektronisk analogt lydsignal

Egenskaper

- Frekvens = antall svingninger pr. sek (tilsvarer tonehøyde)
- Amplitude = signalstyrke (tilsvarer lydstyrke)

I datakommunikasjon

- Bruker i dag mest digitale signaler, men har brukt analoge signaler mer før
- Analoge signaler kan også brukes for å sende digitale data (modem)

6105 Windows Server og datanett

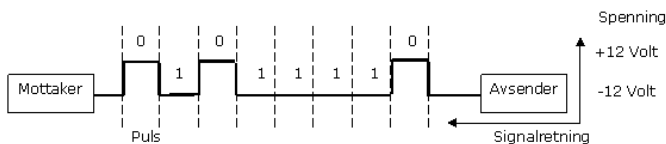
© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 14

14

Single-ended signalering

Signalering = Hvordan representeres bitverdiene (0 og 1) i signalet?



Single-ended signalering

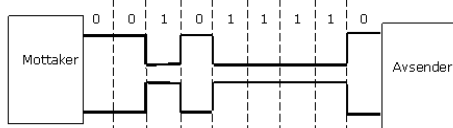
- Benytter én fysisk leder for å sende signalet (+ én leder for jordspenning - 0V)
- 0 og 1 representeres som to ulike elektriske spenningsnivåer på signallederen i forhold til jordspenning.
- Lederen kan ha en av to tilstander:

Bit	=	Tilstand	Spenning på ledere
0	=	HØY	+ 12 V
1	=	LAV	- 12 V

Brukes bl.a. i eldre RS-232 seriekabler og IDE/PATA busen

15

Differensiell signalering



Bitverdi	L1	L2	L1 - L2
0	+3V	0V	+3V
1	0V	+3V	-3V

Spenningsforskjellen mellom 0 og 1 er $3V - (-3V) = 6V$

Differensiell signalering

- Bruker to ledere (+ jord) for hvert signal som skal sendes
- Signalene benytter "motsatt" spenningsnivå, f.eks.
 - » 0 = +3 V på den ene ledere og 0 V på den andre
 - » 1 = 0 V på den ene ledere og +3 V på den andre
- Mottaker leser signalet som differansen i spenning mellom lederne (L1 - L2)
 - » Dette gir større spenningsdifferanse enn single-ended, med lavere maksimal spenning
- Fordeler:
 - » Mindre følsom for elektromagnetisk støy og variasjon i jordspenning
 - » Krever mindre spenningsnivå og strømstyrke

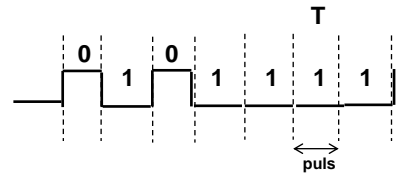
• Brukes bl.a. i USB, Firewire, SATA, PCI Express, Ethernet, HDMI

16

Signalfrekvens

- **Puls**

- Hvert spenningsnivå må holdes en viss tid **T** for å oppfattes
- Den delen av signalet som sendes i tiden T, kalles en **puls**



- **Signalfrekvens f**

- Angir antall ganger spenningsnivået i kabelen kan endres **pr. sekund**
 - » Bestemmer "lengden" på hver signalverdi (hvert bit)
 - » Alle bit må være like "lange"!
 - » Styres av en klokke i senderutstyret
- Høyere signalfrekvens gir flere bits pr. sekund gjennom kabelen
- Måleenhet: **Hz (Hertz)**
 - » I praksis benyttes kHz (kilohertz), MHz (megahertz) eller GHz (gigahertz)
 - » 1 MHz = 1 000 kHz = 1 000 000 Hz dvs. 1 million spenningsendringer pr. sekund!
 - » 1 GHz = 1 000 MHz = 1 000 000 kHz dvs. 1 milliard spenningsendringer pr. sekund!

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

Eksempel:

$$f = 1\text{kHz}$$

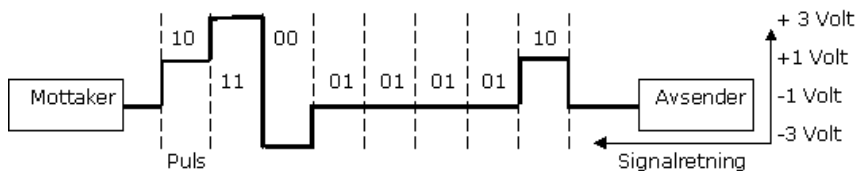
$$T = \frac{1}{1\text{kHz}}$$

$$= \frac{1}{1000\text{Hz}}$$

$$= 0,001\text{sek}$$

- **Alle kommunikasjonsparter på samme medium må benytte samme signalfrekvens**

Digitale signaler med flere bit pr. puls



- **Digitalt signal = signal med et endelig antall forskjellige verdier**
- **Binært signal = to ulike verdier (slik vi har sett til nå)**
- **Digitale signaler kan også ha mer enn to spenningsnivåer**
 - 4 spenningsnivåer kan sende 2 bit for hver signalendring (puls)
 - 8 spenningsnivåer gir 3 bit pr. puls
 - Dette øker bitraten uten å øke signalfrekvensen

Spennning	Verdi
+3V	= 11
+1V	= 10
-1V	= 01
-3V	= 00

Bitrate

- **Bitrate = overføringskapasitet**
 - Bestemmer hvor mange bit som kan overføres pr. tidsenhet (sekund).
 - Kalles ofte båndbredde (som egentlig ikke er helt faglig korrekt)
 - Styres bl.a. av signalfrekvensen: 1MHz = 1Mbit/sek

Seriell: $\text{bitrate} = \text{signalfrekvens} * \text{antall bits pr. puls}$
Parallell: $\text{bitrate} = \text{signalfrekvens} * \text{antall bits pr. puls} * \text{bussbredde}$

- **Måleenhet: antall bit pr. sekund**
 - Korrekt forkortelse: **bit/s**
 - Uformelt brukes også b/s, bps, eller bit/sek
- **Større enheter angis med standard SI desimalprefix:**
 - 1 kbit/s = 1 kilobit pr. sek = 1000 bit/s
 - 1 Mbit/s = 1 megabit pr. sek = 1000 kbit/s = 10^6 bit/s
 - 1 Gbit/s = 1 gigabit pr. sek = 1000 Mbit/s = 10^9 bit/s
 - 1 Tbit/s = 1 terrabit pr. sek = 1000 Gbit/s = 10^{12} bit/s

6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 19

Prefixes for multiples of bits (b) or bytes (B)			
Decimal		Binary	
Value	Metric	Value	JEDEC IEC
1000	k kilo	1024	K kilo Ki kibi
1000 ²	M mega	1024 ²	M mega Mi mebi
1000 ³	G giga	1024 ³	G giga Gi gibi
1000 ⁴	T tera	1024 ⁴	– – Ti tebi
1000 ⁵	P peta	1024 ⁵	– – Pi pebi
1000 ⁶	E exa	1024 ⁶	– – Ei exbi
1000 ⁷	Z zetta	1024 ⁷	– – Zi zebi
1000 ⁸	Y yotta	1024 ⁸	– – Yi yobi

desimale og binære prefix

Bit rates			
Decimal prefixes (SI)			
Name	Symbol	Multiple	
kilobit per second	kbit/s	10^3	
megabit per second	Mbit/s	10^6	
gigabit per second	Gbit/s	10^9	
terabit per second	Tbit/s	10^{12}	
Binary prefixes (IEC 60027-2)			
kibibit per second	Kibit/s	2^{10}	
mebibit per second	Mibit/s	2^{20}	
gibibit per second	Gibit/s	2^{30}	
tebibit per second	Tibit/s	2^{40}	

19

Bitrater og overføringskapasitet

- **Eksempler på bitrater**
 - RS-232 seriekabler: 1200, 2400, 9600, 19200 bit/s, opp til 115 kbit/s
 - USB kabler: USB1: 1,5 & 12 Mbit/s USB2: 480 Mbit/s, USB3: 600 Gb/sek
 - 4G mobilnett (Telenor): 6 – 40 Mbit/s
 - ADSL/VDSL (Telenor): 5 – 50 Mbit/s
 - Ethernet: 10 Mbit/s, 100 Mbit/s, 1 Gbit/s, 10 Gbit/s, 100 Gbit/s
 - Trådløse nett (WiFi): 11, 22, 54, 248 Mbit/s



- **Omregning til bytes**
 - Overføringskapasitet kan også angis i byter pr. sekund (B/s)
 - 1 Byte = 8 bits
 - 8 bit/s = 1 B/s
 - Eksempel:
 - $10 \text{ Mbit/s} = 10 * 10^6 \text{ bit/s} = 10.000.000 \text{ bit/s}$
 - $= (10^7 / 8) \text{ B/s} = 1.250.000 \text{ B/s}$
 - $= 1.250 \text{ kB/s} = 1,25 \text{ MB/s}$ (megabytes pr. sekund)



6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 20

20

Regneeksempler

Skal overføre en bildefil med filstørrelse 2 MB (megabyte)

1 Byte = 8 bits

Antall bits i filen = 2 MB * 8 bit/B = 16 Mbit = 16 000 000 bit

Nedlasting via 16 Mbit/s ADSL linje:

Overføringstid = 16 Mbit / 16 Mbit/s = 1 s

Overføring via 100 Mbit/s lokalnett (Ethernet):

Overføringstid = 16 000 000 bit / 100 Mbit/s
= 16 000 000 bit / 100 000 000 bit/s
= 0,16 sek



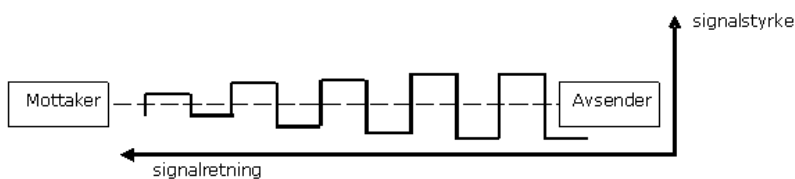
Obs! Dette er teoretiske verdier, i praksis tar overføringen lenger tid, fordi:

Flere andre kan belaste nettet samtidig

I enkelte nett (bl.a. ethernet) kan aldri den teoretiske hastigheten utnyttes fullt.

Det alltid må overføres noe ekstra informasjon (protokolldata) i tillegg til bitene i datafilen som sendes

Dempning

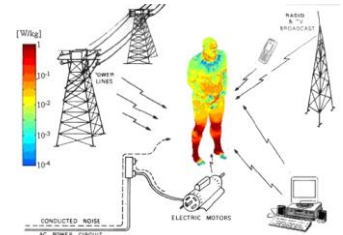


- **Et signal som sendes over avstand, vil svekkes etter hvert**
 - Elektrisk spenning blir svakere jo lengre kabelen er
 - Radiosignaler (mobilnett/WiFi) blir svakere jo lenger unna senderen du kommer
- **Ved sterk demping vil ikke mottaker kunne tolke signalet**
 - jfr. "uten dekning"
 - f.eks. fordi spenningsforskjellen mellom 0 og 1 blir for liten

Støy og forvrengning

- **Elektromagnetisk støy**

- Fysiske forhold som påvirker signalet
 - » Induksjon fra elektromagnetiske felt i omgivelsene
 - F.eks. fra magnetfelt, strømkabler, lyn, tennplugger, elektromotorer
 - » Påvirkning mellom ledere internt i kabelen
 - » Termisk støy forårsaket av elektronbevegelse i ledermaterialet

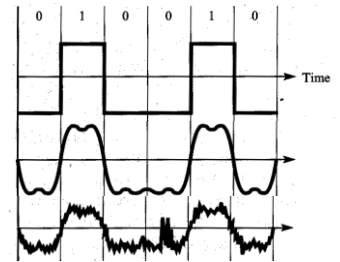


- **Forvrengning**

- Elektromagnetisk støy vil påvirke og ødelegge signalet

- **Både demping og forvrengning**

- Påvirkes bl.a. av mediets egenskaper:
 - » type, materiale og oppbygging
- Øker med lengden på kabelen
- Øker med signalfrekvensen
- Setter praktiske grenser på kabellengde og overføringskapasitet



6105 Windows Server og datanett

© Jon Kvisli, HSN

Grunnprinsipper i datakommunikasjon - 23