

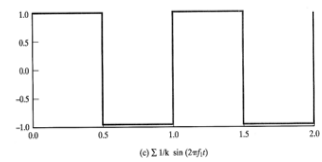
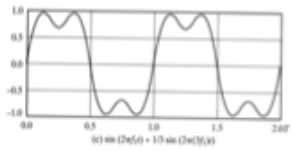
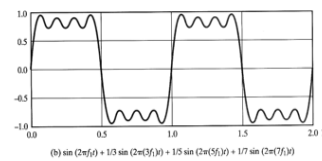
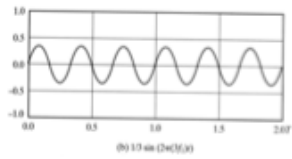
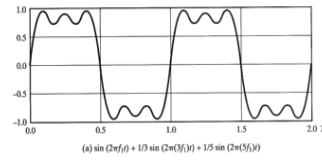
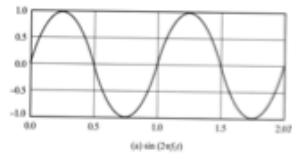
Fysisk Lag

Olav Lysne
med bidrag fra Kjell Åge Bringsrud, Pål
Spilling og Carsten Griwodz

Overføringskapasitet

- Faktorer som påvirker kvalitet og kapasitet:
 - Forvrengning av signal gjennom mediet
 - Samplingsrate hos mottaker
 - Støy

Dekomponering av et signal

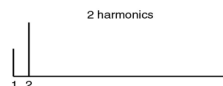
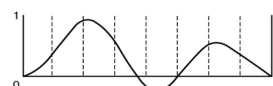
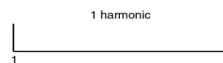
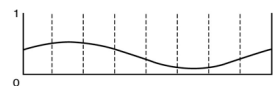
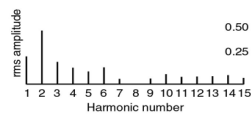
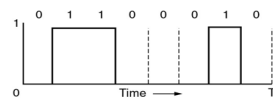


[simula . research laboratory]

Fysisk Lag 3

Fourieranalyse (1)

Et binært signal og dets Fourier Analyse

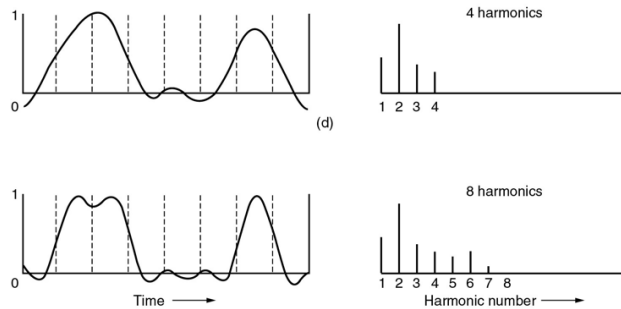


[simula . research laboratory]

Fysisk Lag 4

Fourieranalyse (2)

Ethvert signal kan skrives som en summen av en (muligens uendelig) rekke av "harmoniske signaler"



[simula . research laboratory]

Fysisk Lag 5

Hva har dette med data-kommunikasjon å gjøre?

- Alle media svekker signalstyrken.
- De forskjellige harmoniske signalene (frekvensene) svekkes forskjellig - høyere frekvenser har høyere svekkelse
- Den delen av spekteret som ikke svekkes vesentlig kalles mediets båndbredde.
 - Denne delen går typisk fra 0 og opp til en øvre grense.
 - Denne øvre grensen er ikke skarp.
- Jo flere bit du forsøker å sende i sekundet, jo færre harmoniske signaler får du plass til før du kommer utenom båndbreddespekteret .
- Dette betyr at jo flere bit du forsøker å sende, jo vanskeligere blir det å lese signalet hos mottaker.

[simula . research laboratory]

Fysisk Lag 6

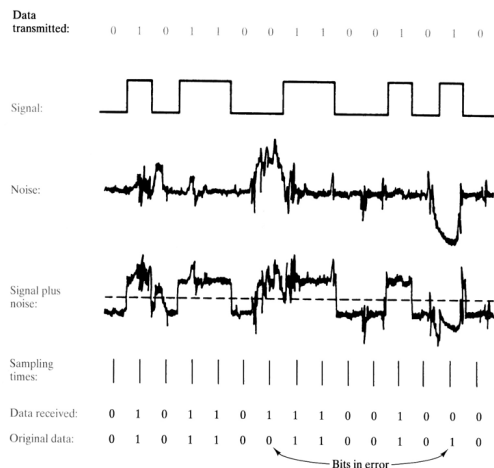
Nyquists teorem (1)

- Nyquist studerte hvordan du kunne lese signalet når det kom frem:
- “Dersom øvre grense i båndbredden er H , holder det å lese av (“sample”) med frekvens $2H$ for å avlese det innkommende signalet feilfritt hos mottaker”.
- Av dette kan man avlede at dersom kanalen er “perfekt” fra frekvensen H og nedover, kan man maksimalt overføre $2H \cdot \log_2 V$ bit per sekund over kanalen.
 - V er her antall diskrete nivåer i signalet.
 - Husk at selv om det er bits som overføres, kan det være flere en to nivåer som avleses. Ved fire nivåer avleses ved hvert sampel et tall mellom 0 og 3, som så kan oversettes til to bit.

Nyquists teorem (2)

- Nyquists satte en øvre grense på $2H \cdot \log_2 V$ bit per sekund i en perfekt kanal.
- Med andre ord, en binær kanal (hvor $V= 2$) på 3000 Hz kunne maksimalt overføre 6000 bit per sekund.
- ...men bare ved å sette V høyt nok, synes det som om vi kan overføre så mange bps man vil...?

Effekten av støy - Shannons teorem



Fra
 $2H \cdot \log_2 V$ bps

til
 $H \cdot \log_2 [1 + S/N]$ bps

Hvor S/N er
signal/støyforholdet

Oppsummering (1)

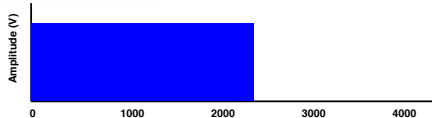
- Fourier: Det er bare et visst antall frekvenser som kommer "relativt uhindret" gjennom kanalen, og det beskriver forvrengningen gjennom kanalen
- Nyquist: Joda, Fourier, men du kan likevel få igjennom veldig mye data ved å avlese mange nivåer dersom kanalen er perfekt innenfor de frekvensene som faktisk virker.
- Shannon: Riktig det, Nyquist, men det vil alltid være et signal/støyforhold, som i siste instans setter grenser for hvor mye data som kommer feilfritt frem.

Oppsummering (2)

- Fourier, Nyquist og Shannon har relevans for alle kjente transmisjonsteknikker:
 - Magnetiske media
 - Kobberkabler
 - Optiske kabler
 - Infrarøde signaler
 - Radiosignaler
- For enhver teknologi vil slike ting som rekkevidde, maks kabellengde, og maks bitrate henge sammen på en måte som i siste instans er bestemt av deres lover.

Båndbredde

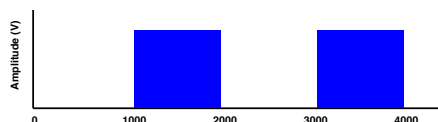
Baseband



Inkluderer frekvenser svært nær 0

Typisk for elektriske signaler over kabel

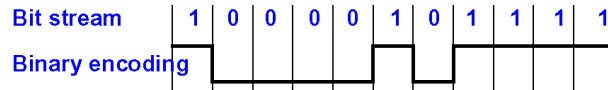
Passband



Frekvensintervall som er isolert for en spesifikt formål

Nødvendig for trådløs kommunikasjon og vanlig for optiske kabler.

Binær Koding



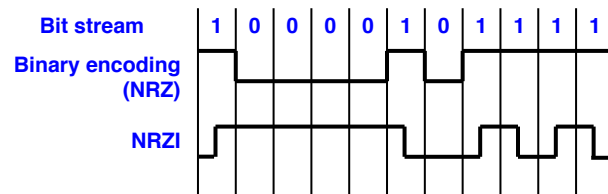
Binær koding (NRZ, Non-return-to-zero):

- "1": høy spenning
- "0": lav spenning

i.e.

- + enkel og billig
- + god bruk av båndbredden (1 bit per symbol)
- Ingen enkel klokkesynkronisering

Non-return-to-zero, invertert



Non-return-to-zero, invertert:

- "1": endre spenning
 - "0": ingen endring i spenning
- + Enkel
 - + 1 bit per symbol
 - ingen klokkesynkronisering

USB bruker den motsatte konvensjonen:

- Endring på 0, ingen endring på 1

4B5B koding

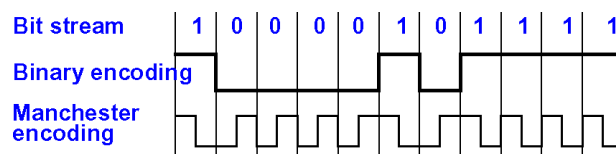
Koder 4 bit som 5 bit på en slik måte at det aldri er mer enn to 0-bit etter hverandre

Data (4B)	Codeword (5B)	Data (4B)	Codeword (5B)
0000	11110	1000	10010
0001	01001	1001	10011
0010	10100	1010	10110
0011	10101	1011	10111
0100	01010	1100	11010
0101	01011	1101	11011
0110	01110	1110	11100
0111	01111	1111	11101

[simula . research laboratory]

Fysisk Lag 15

Manchester Encoding



Bit-intervallet deles i to: I1, I2

■ "1":

I1: høy, I2: lav

■ "0":

I1: lav, I2: høy



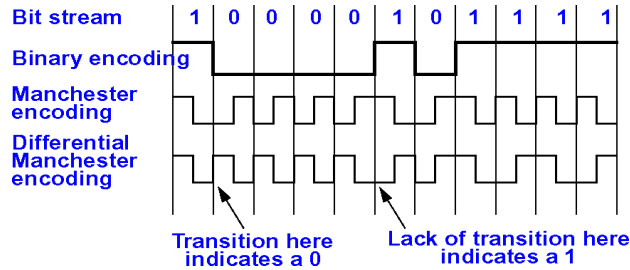
+ God klokkesynkronisering

– 0,5 bits per symbols

Brukes i eldre Ethernet

© Ralf Steinhilber, Technische Universität Darmstadt

Differential Manchester Encoding



© Rafi Sarimatz, Technische Universität Darmstadt

Differential Manchester Encoding:

- Samme ide som Manchester Enkoding, men
 - "1": ingen nivåendring ved starten av intervallet
 - "0": nivåendring ved starten av intervallet
- + God klokkesynkronisering
- + Robust mot støy, da bare eksistensen av faseskift er viktig
- 0,5 bit per symbol
- kompleks

Brukes bl.a i Token Ring, S/PDIF, noen magnetiske media

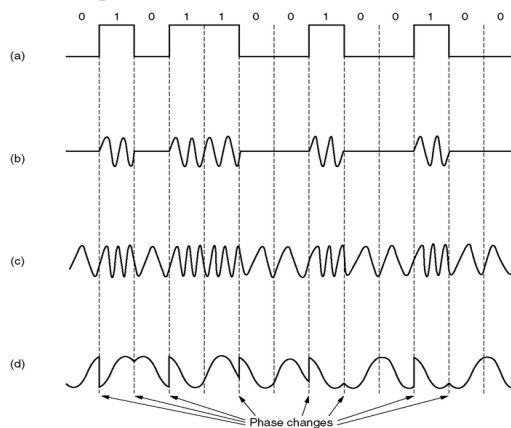


University of Oslo

INF3190 – Data Communication

[[simula](http://simula.uio.no) . research laboratory]

Passband/Frequency Division Multiplexing



- [a] Binært signal
- [b] Amplitude modulasjon
- [c] Frekvens modulasjon
- [d] Fase modulasjon

[[simula](http://simula.uio.no) . research laboratory]

Observasjoner

- ❑ NRZ gir problemer med klokkesynkronisering
- ❑ Manchester koding krever dobbel båndbredde (men ble brukt i eldre Ethernet).
- ❑ NRZI gjør at lange sekvenser med 1 ikke gir noe problem, men det gjør lange sekvenser med 0. Dette kan løses med 4B/5B koding.

- ❑ I Passband kan amplitudemodulasjon, frekvensmodulasjon og fasemodulasjon benyttes.