

Kommunikasjonsteknologi

Sender–kanal–mottaker, digital kommunikasjon og 5G

KM6

Fra morsetelegrafi til kvanteinternet

Samuel Morse sendte den første telegrafmeldingen i 1844: «What hath God wrought» – hva har Gud skapt. I 1858 la man den første transatlantiske kabelen. I 1962 sendte Telstar-satellitten det første TV-signalet over Atlanterhavet. I 2024 er det planlagt forsøk med kvante-kryptert kommunikasjon via satellitt – informasjon som er fysisk umulig å avlytte uten å ødelegge den.

- **Shannon-Weaver-modellen:** Sender → Koder → Kanal → Støy → Dekoder → Mottaker.
- **Analog vs. digital:** Analog: kontinuerlig signal. Digital: diskrete 0 og 1. Digitalt gir bedre støytoleranse og enklere lagring/kopiering.
- **Modulasjon:** AM (amplitudemodulasjon), FM (frekvensmodulasjon). FM gir bedre kvalitet fordi støy typisk påvirker amplitude, ikke frekvens.
- **Mobilnett:** 2G (tale+SMS) → 3G (data) → 4G/LTE (~100 Mbit/s) → 5G (10 Gbit/s, <1 ms latens). 5G: millimeter-bølger (24–100 GHz).
- **Fiberoptikk:** lys i glassfibere via totalrefleksjon. >10 Tbit/s kapasitet per fiber. ~0,2 dB/km tap.
- **GPS:** trilaterasjon fra ≥4 satellitter. Signaltid × lyshastighet = avstand. Nøyaktighet: 2–5 m.

■ Nøkkelsammendrag

Shannon-Weaver: Sender → kode → kanal → støy → dekode → mottaker

Analog: kontinuerlig. Digital: 0/1. Digital: bedre støytoleranse

AM: amplitude varierer. FM: frekvens varierer (bedre kvalitet)

Mobilnett: 2G → 3G → 4G (100 Mb/s) → 5G (10 Gb/s, <1 ms)

Fiber: lys via totalrefleksjon. >10 Tbit/s. 0,2 dB/km tap

GPS: trilaterasjon fra ≥4 satellitter. 2-5 m nøyaktighet

Morse 1844: første telegrafmelding. Telstar 1962: første trans-Atl. TV

Tenk og drøft

- 1 Forklar Shannon-Weaver-modellen med en konkret kommunikasjonssituasjon der støy påvirker signalet.
- 2 Hvorfor gir FM bedre lydkvalitet enn AM? Forklar med tanke på hva støy gjør med signal-egenskapene.
- 3 Forklar totalrefleksjon og hvorfor det gjør fiber-optikk mulig.

- 4 GPS bruker tidsforsinkelse for å beregne avstand. Beregn: lys bruker 66,7 ms fra satellitt til mottaker. Hva er avstanden?

- 5 5G bruker kortere bølgelengder enn 4G. Forklar fordeler (høyere datahastighet) og ulemper (kortere rekkevidde, nye antenner).

Praktiske forsøk

Forsøk 1: AM og FM-modulasjon med Audacity

Visualiser amplitudemodulasjon og frekvensmodulasjon med gratis audioprogramvare.

Utstyr

- Datamaskin med Audacity gratis
- Mikrofon
- Internett

Fremgangsmåte

1. Generer en bæreølge (1000 Hz) via Generate Tone.
2. Generer et lavfrekvent signal (100 Hz) som informasjon.
3. AM: varier amplituden til bæreølgen med informasjonssignalet.
4. FM: bruk frekvensmodulasjon. Observer frekvensvariasjon.
5. Spill begge av og noter hva du hører.
6. Legg til støy og sammenlign: hvilken er mest støytolerant?

Refleksjonsspørsmål

1. Hva er bæreølge og informasjonssignal?
2. Forklar: hvorfor gir FM bedre lydkvalitet enn AM?
3. Hva er digital modulering og hvorfor brukes det i 5G?

Forsøk 2: Bygg et lysdrevet kommunikasjonssystem

Demonstrer sender-kanal-mottaker med et lysdrevet signal-system.

Utstyr

- LED-lampe og motstand
- 9V batteri
- LDR lysavhengig motstand
- Høytaler og forsterker
- Mørkt rør som kanal

Fremgangsmåte

1. Koble LED i serie med motstand og batteri.
2. Koble LDR til forsterker-kretsen med høytaler.
3. Plasser LDR og LED i motsatte ender av røret.
4. Snakk inn og la LED-lysstyrken moduleres med stemmen.
5. Høytaleren skal gjengi stemmen.
6. Test med og uten røret: hva skjer med signalkvaliteten?

Refleksjonsspørsmål

1. Forklar Shannon-Weaver-modellen med dette forsøket.
2. Hva er støy i kanalterminologi?
3. Fiber-optikk bruker lys i glass. Hva er likheten?