

# Case projekt 1 – FSK transmission

## Baggrund

FSK er forkortelse for "Frequency-Shift Keying" og er en metode til transmission af digital information over en analog kanal. Som oftest, vil man have en *carrier frequency* (bærebølge), som man ændrer i, når man skal sende information – man kan f.eks. ændre amplitude, frekvens eller fasen. Man kalder det også *modulation*, og for FSKs tilfælde, digital frekvens modulation (i modsætning til analog frekvens modulation, som kendes fra f.eks. FM-radio). Når der sendes digital information, ændres imellem et fast antal diskrete værdier – f.eks. ændres der imellem to forskellige frekvenser, hvis det er såkaldt binær FSK. FSK bruges f.eks. i GSM standarden.

I dette projekt, skal I arbejde med audio FSK – dvs. istf. en RF bærebølge, benyttes hørbar lyd og man har reelt set ikke en bærebølge. En kendt applikation af audio FSK er DTMF-signaler (Dual Tone Multi-Frequency).

## Opgaven

I skal lave et kommunikations-system imellem to grupper, hvor hver gruppe har en mikrofon og højttaler sat til deres PC. På den måde skal I sende beskeder til hinanden vha. audio FSK. I skal undersøge aspekter af jeres system, såsom bit rate, båndbredde og betydning af signal-støj-forhold.

## Kom-godt-igang software

I kan benytte "FSKgenerator" funktionen (i filen "FSKgenerator.m" på BB) til at omsætte et karakter-array (f.eks. 'abc') til et lydsignal-array, som indeholder en sinus-tone af en vis længde og med en bestemt frekvens, for hver karakter i arrayet.

### Opgave 1 – Signal generation / kodning

Generer et lydsignal-array med "FSKgenerator" funktionen.

Analyser signalet for at finde ud af, hvilke karakterer, som svarer til hvilke frekvenser. I skal se på signalet i både tids- og frekvens-domænet.

Analyser signalet vha. Short-Time Fourier Transform – dvs. med spektrogram-plot. Forklar trade-off imellem opløsningen i tid og frekvens.

Eksperimenter med "FSKgenerator" funktionen for at få en forståelse af input-parametrene.

### Opgave 2 – Dekodning

Send en besked til en anden gruppe, dvs. fra jeres Matlab script via jeres højttalere til deres mikrofon. I må gerne optage lyden med et optage program såsom Audacity (Matlab kan dog også). Den anden gruppe sender ligeledes en besked til jer. Begge grupper dekoder beskederne *med et Matlab script*.

OBS: I må gerne snyde lidt, f.eks. manuelt finde start-tidspunkt af tone-sekvensen, indbyrdes aftale længde af sinus-tonerne, etc..

Beskriv jeres detektions-algoritme og især DFT-/FFT-algoritmen. (OBS: I må ikke benytte Matlabs indbyggede FFT algoritme)

Overvej antallet af beregninger, som I bruger i DFT-algoritmen – er det nødvendigt at beregne  $|X(m)|$  for alle  $m$  ?

### Opgave 3 – Signal-støj-forhold

Beregn signal-støj-forholdet (SNR) i signalet, som I optog i Opgave 2. OBS : Her skal I jo måle SNR i frekvens-domænet og med fordel kun benytte et enkelt tone-segment.

Prøv at ændre afstanden imellem højttaler/mikrofon, gensend beskeden fra Opgave 2 og se ændringen i SNR – er det signalet og/eller støjens effekt, som ændres ?

Lav en kurve med afstand på den ene akse og SNR på den anden.

### Opgave 4 – Bit rate

Eksperimenter med bit raten ved at sænke længden af hver sinus-tone (i telekommunikation kaldes det for symbolraten og gives enheden Baud – det er ikke det samme som bits/s, da hver symbol/tone jo indeholder mere end 1 bit information). Prøv at se, hvor høj bit rate, som I kan opnå uden at sende fejlagtige symboler/karakterer.

Hvad er betydningen af vindueslængde (=antal samples  $N$ ) for amplitude-spektret af en sinus-tone?

Hvad er betydningen af støjens effekt for jeres detektions-system (og dermed SNR) ? Hvad sker der f.eks. hvis den bliver stor i forhold til signalet ?

Hvis vi ville øge bit raten, kunne vi også vælge at bruge flere forskellige frekvenser samtidigt – vi kan se det som, at hver frekvens kan være tændt/slukket svarende til en bit-værdi. Er der en grænse for, hvor mange forskellige frekvenser, som vi kan benytte ?

Prøv at beskrive trade-off imellem antal forskellige frekvenser, symbol rate og SNR.