

## 1 Opgave 1.15 - Ekko

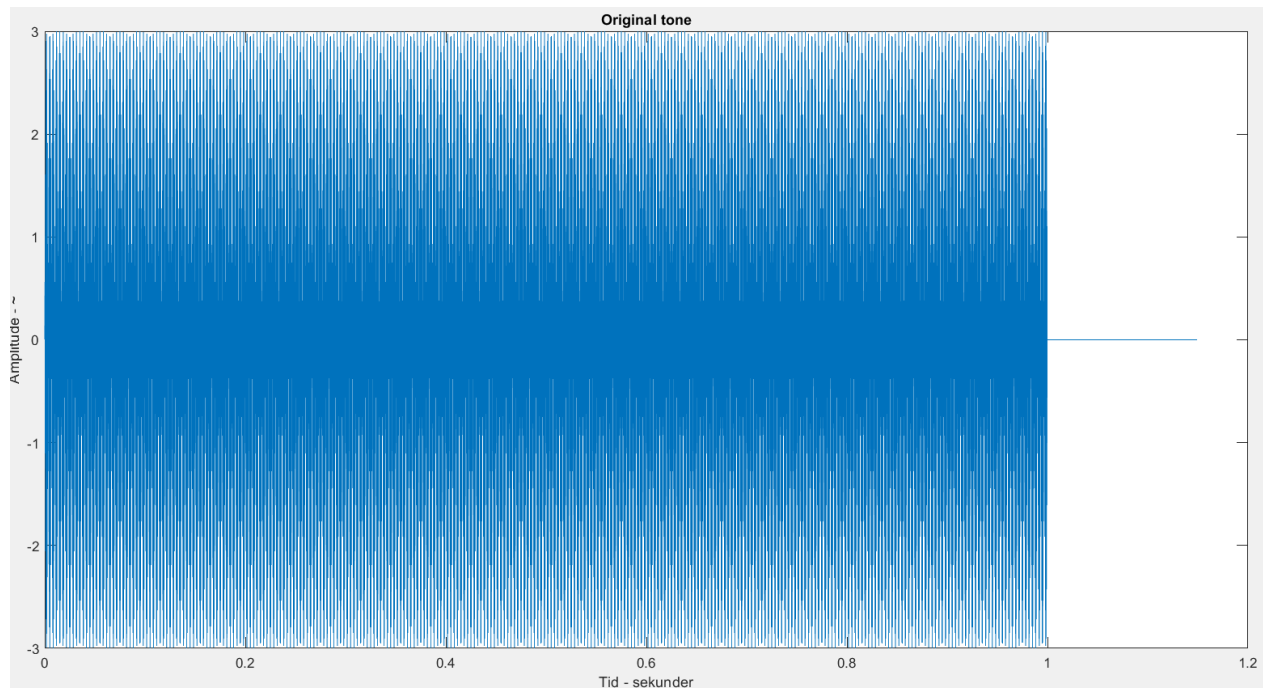
I denne sidste opgave handler det om, at skabe et ekko og se hvad der sker når man ligger et ekko oven i det originale ikke forskudte signal.

Først skal man lave et signal. På Listing 1 kan man se koden for at lave et signal med en frekvens på 2350 Hz og en amplitude på 3.

**Listing 1:** Oprettelse af ikke forskudt tone

```
1 Fs = 5000; %Samplingsfrekvens
2 Ts = 1/Fs; % Tid per sampling
3
4 length = 1; % Længde i sekunder
5 Ns = Fs*length; % Antallet af samples
6 t = [0:Ns-1]*Ts; % Tiden over samplingen
7
8 %Tone beskrivelse
9 f0 = 2350; %2350 Hz tone
10 A = 3; % Amplitude er 3
11 tone = A * sin(f0*2*pi*t); %Tonen som funktion
```

Denne del kode vil generere signalet som man kan se på Figure 1



**Figure 1:** Original tone

Efter den er blevet oprettet skal man oprette et ekko, som egentlig bare er den originale tone forskudt. Opgaven specificere, at ekkoet originalt skal forskydes med 150 ms.

### Listing 2: Oprettelse af ekko

```
1 e.delay = 150; %ekko med 150 ms forsinkelse
2 e.Ns = e.delay * (Fs/1000); %Antallet af samples i ekkoet
3
4 tone_ekko = [zeros(1,e.Ns), tone]; %Forsinker ved at smide 0'er ind foran
5 tone_ext = [tone, zeros(1,e.Ns)]; % Forlænger ved at smide 0'er ind bagved
```

I Listing 2 kan man se, hvordan vi tilpasser ekkoet og den originale tone så man nemt kan ligge dem oven i hinanden. På Figure 2 kan man se, at ved en frekvens på 2350 Hz med et ekko på 150 ms får et signal som går ud med sig selv i det tidsrum, hvor de krydser. Dette resulterer i, at man hører to korte bip med et mellemrum imellem. Herimod, hvis man ændrer ekkoet's forskydning får man en kontinuerlig lyd, som ændres i styrke alt efter om tidsrummet er efter ekkoet er startet og før det originale er slut. Dette skyldes, at der enten sker positiv interferens (ved 300ms ekko på Figure 3) eller negativ interferens (ved 150ms på Figure 2).

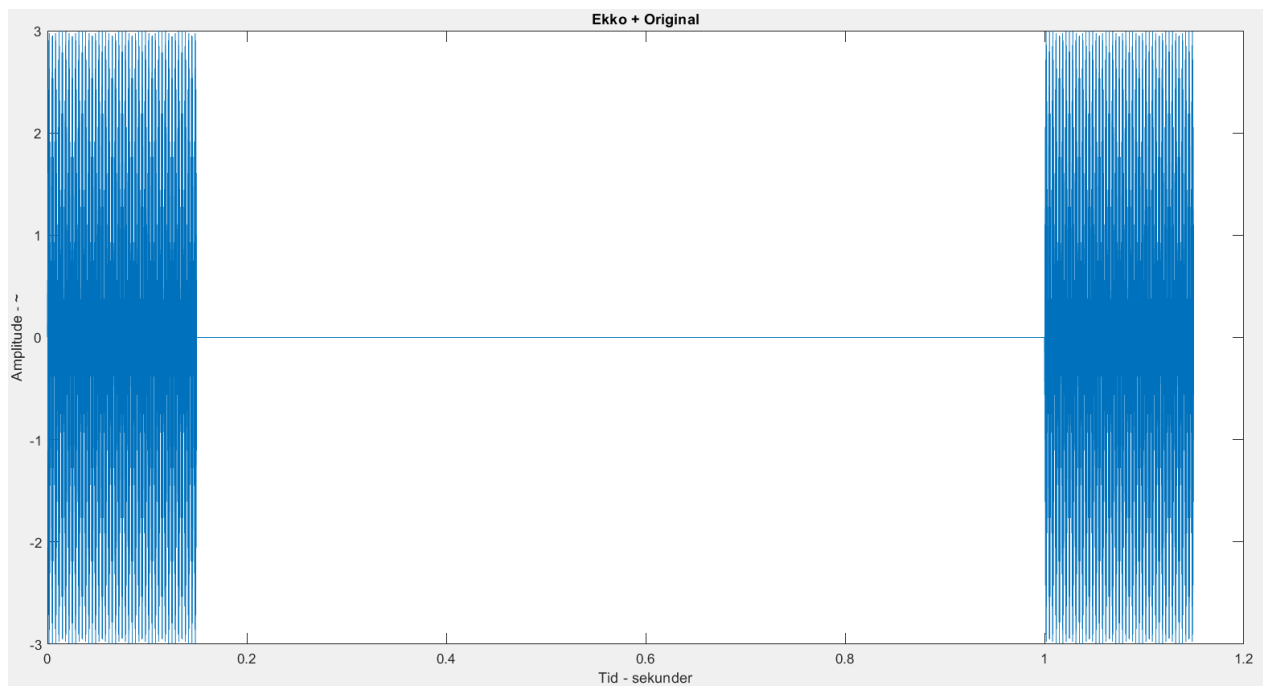
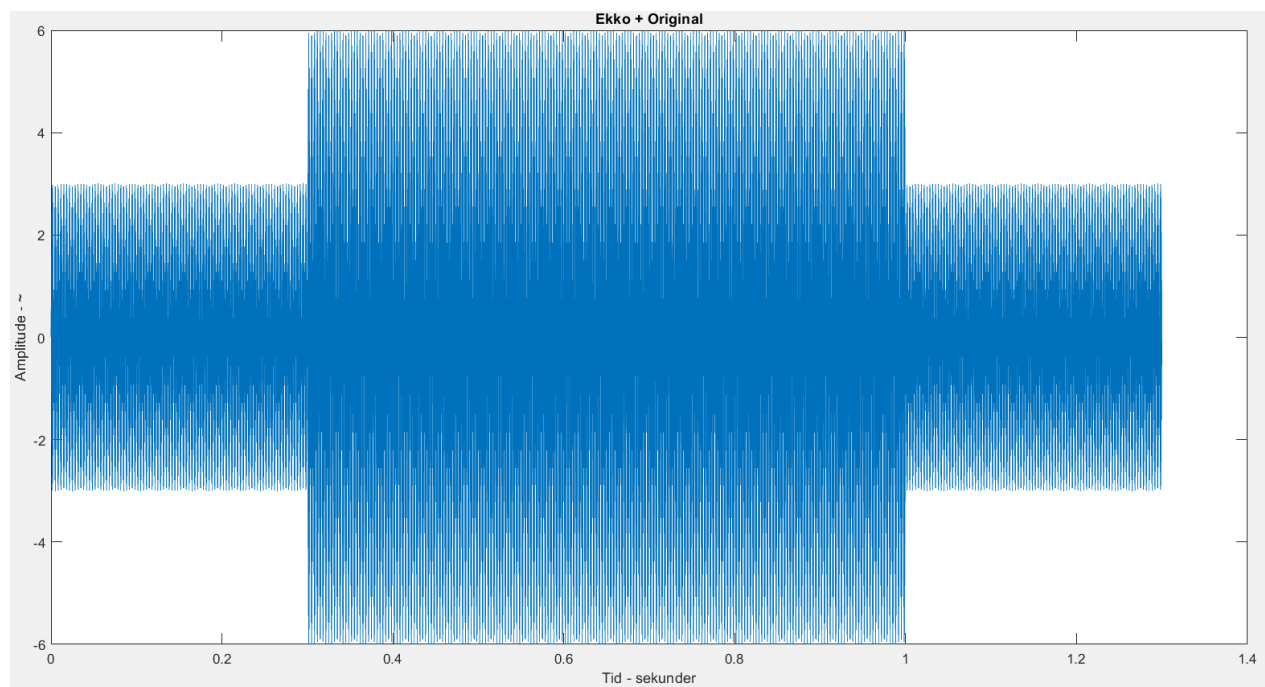


Figure 2: Ekko og original tone lagt sammen



**Figure 3:** Ekko på 300ms