Jeppe Skødt Benjaminsen 201500154

Søren Kruse Holm 201409556

Mikkel Poulsen 20112893

Mathias Vandel 201409554

DSB miniprojekt - Equalizer

# Indledning

Vores equalizer er lavet med 5 forskellige pasbånd ligeligt opdelt fra 0-20 kHz, og er implementeret med FIR-filtre.

Lavpasfilter = <4 kHz  
Båndpas1 = 4-8 kHz  
Båndpas2 = 8-12 kHz  
Båndpas3 = 12-16 kHz  
Højpasfilter = >16 kHz

Nedenfor i testen vil vi referere til parametrene med en 5 ciffer lang liste, hvor de angiver forstærkningen fra lavpas til højpas. Fx betyder (1,1,1,4,4) at de første 3 bånd er forstærket med 1 og de to sidste med 4 (svarende til 12 dB).

For at finde ud af hvor mange gange der skulle multipleres, brugte vi følgende ligning .

# Teori

I dette miniprojekt er der implementeret digitale filtre som FIR (Finite impulse response) og IIR (Infinite impulse response). Et FIR filter har definitionen:

Hvor y(n) er outputtet, M er filterets længde og bk er filterets koefficienter. I matlab er der en indbygget funktion, der hedder filter(b,a,x) hvor b er filterets koefficienter, a er filterets feedback koefficinter og x er det signal, der ønskes filtreret. Ved et FIR filter vil filterets feedback koefficienter a, altid være 1, da et FIR filter ingen feedback har. Dette er også forskellen fra et IIR filter, hvis vi ser på definitionen for IIR filteret:

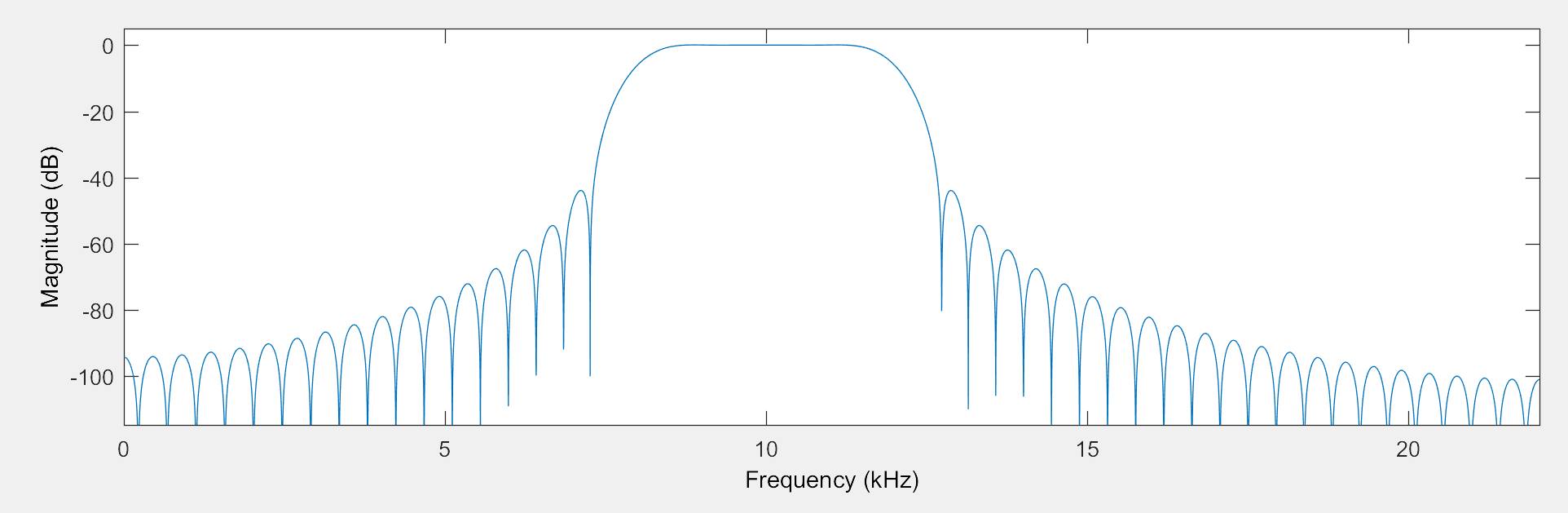
Som der ses er der kommet et led mere på, som er et feedback. I matlab kan samme funktion filter funktion bruges, men nu er filterets feedback koefficienter a, ikke længere 1 men en vector der bestemmer feedbacken.

Fordelen ved et IIR filter fremfor et FIR filter er at der er færre koefficienter og dermed færre beregninger, altså kræver filteret ikke så meget. Til gengæld er et FIR filter mere effektivt, og også nemmere at implementere.

# Design af filter

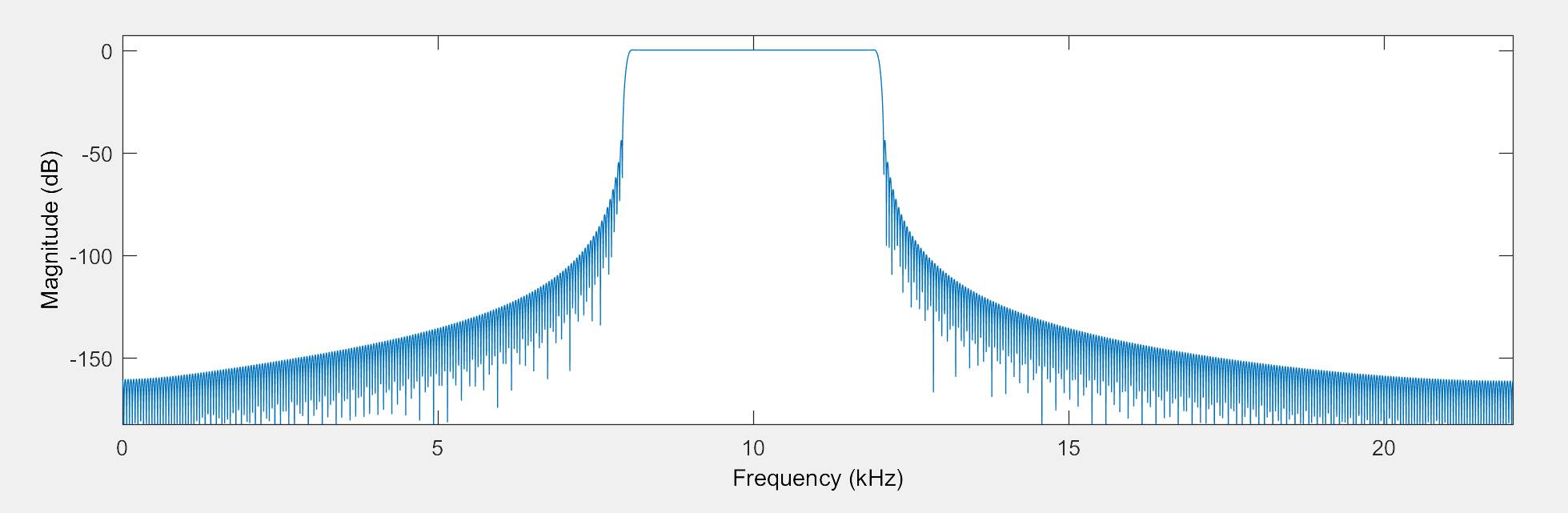
I opgaven blev der eksperimenteret med filterorden. Ved lav filterorden dæmpes dB’en betydeligt langsommere og har færre ripples.

Figur 1 viser et båndpassfilter fra 8-12 kHz, med en filterorden på 100.



Figur

Figur 2 viser et filter med en filterorden på 1000. Her dæmpes med 50db, før der begynder at komme ripples, hvilken resulterer i et bedre filter.



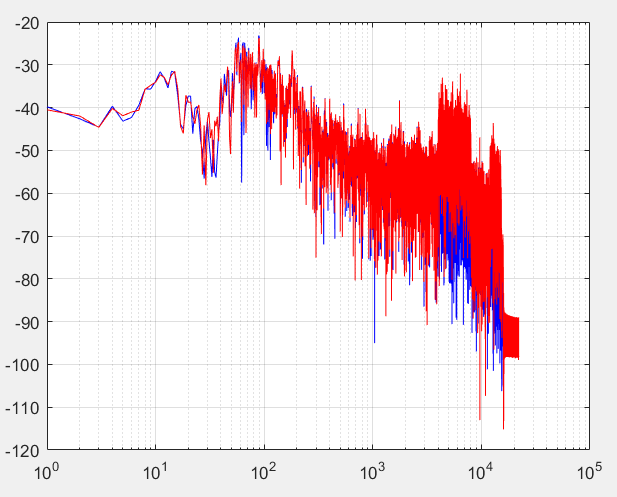
Figur

# Test af equalizer

Her kan det ses hvordan forstærkning/dæmpning af de forskellige bånd giver sig til udtryk i frekvensdomænet.

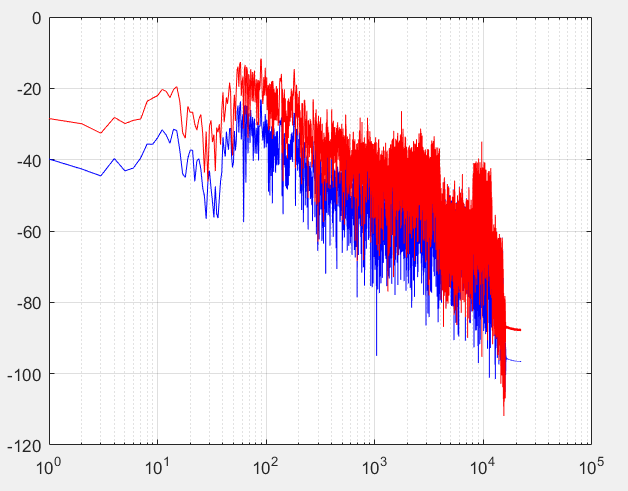
På y-aksen er amplitude i dB, på x-aksen er frekvens. Det blå signal er det originale signal, det røde er efter equalizeren er påført.

Her på Figur 3 er forstærkningerne i equalizeren angivet til (1,4,1,4,4).



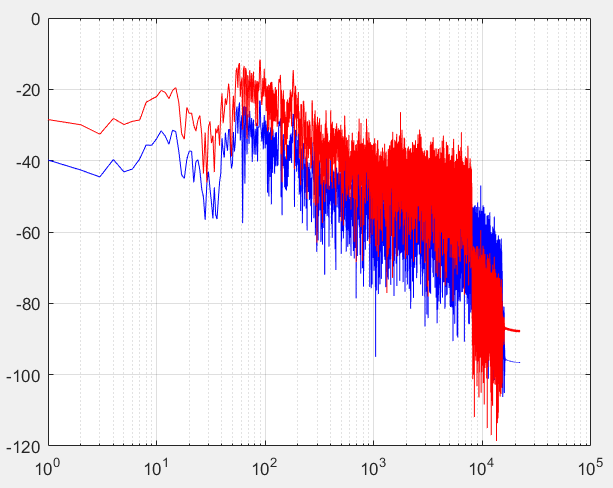
Figur

Figur 4 viser en equalizer hvor forstærkningen er angivet til (4, 4, 1 ,4 , 0.25)



Figur

På Figur 5 har vi prøvet at dæmpe det høje frekvenser. Equalizeren er sat til (4, 4, 0.25, 0.25, 0.25)



Figur

Dette resultede, et bass dominerende output.

# Matlab kode

## Båndpasfilter

Her ses koden fra ét af båndpasfiltrene. Koden fra de forskellige filtre er ens bortset fra knækfrekvenserne. De er fremstillet med FDA-tool. Filter-funktionerne returnerer filterkoefficienterne.

function b = BP\_8\_12

%BP\_8\_12 Returns a discrete-time filter object.

% MATLAB Code

% Generated by MATLAB(R) 8.6 and the Signal Processing Toolbox 7.1.

% Generated on: 27-Apr-2016 11:08:10

% FIR Window Bandpass filter designed using the FIR1 function.

% All frequency values are in Hz.

Fs = 44100; % Sampling Frequency

N = 1000; % Order

Fc1 = 8000; % First Cutoff Frequency

Fc2 = 12000; % Second Cutoff Frequency

flag = 'scale'; % Sampling Flag

% Create the window vector for the design algorithm.

win = hann(N+1);

% Calculate the coefficients using the FIR1 function.

b = fir1(N, [Fc1 Fc2]/(Fs/2), 'bandpass', win, flag);

%Hd2 = dfilt.dffir(b);

% [EOF]

end

## Lavpasfilter (vinduesmetoden)

Denne implementering af lavpasfiltret virker i sig selv, men vi havde problemer med at få den til at virke som funktion, så den kunne være en del af den samlede equalizer. Vi ønskede alligevel at den skulle med i rapporten.

clear; clc

[x,f\_sample] = audioread('metallica.wav'); %load lyd

f\_cutoff = 4000;

M = 3000;

freq\_resolution = f\_sample / M;

k\_cutoff = f\_cutoff / freq\_resolution;

k\_cutoff\_int = round(k\_cutoff);

k\_cutoff\_int = round(k\_cutoff)

disp(['svarer til ' num2str(k\_cutoff\_int\*freq\_resolution) ' Hertz'])

H\_left = [1 ones(1,k\_cutoff\_int) zeros(1,(M/2)-k\_cutoff\_int) zeros(1,M/2)];

H\_right = [0 zeros(1,M/2) zeros(1,(M/2)-k\_cutoff\_int) ones(1,k\_cutoff\_int)];

H = H\_left + H\_right;

h = fftshift(real(ifft(H))); %filter uden hanning

w\_hanning = hanning(M+1)'; %definering af hanning vindue

h\_win = h.\*w\_hanning; %filter med hanning

w\_hanning = rot90(w\_hanning);

H\_with\_win = fft(h\_win,f\_sample);

x\_fft = fft(x,f\_sample);

Y1 = filter(h,1,x\_fft);

H\_with\_win = rot90(H\_with\_win);

Y2 = Y1.\*H\_with\_win;

N = length(Y2);

delta\_f = f\_sample/N;

f\_axis = [0:delta\_f:f\_sample-delta\_f];

figure(1)

semilogx(f\_axis(1:0.5\*end), 20\*log10(abs((2/N)\*Y2(1:0.5\*end))));

figure(2)

plot(abs(H\_with\_win(1:f\_sample/2)),'r','linewidth',2)

## Equalizer funktion

Her ses koden til selve vores equalizer funktion. Den tager 5 parametre, som angiver forstærkningen på de 5 forskellige bånd.

function output = equalizer(lp,bp1,bp2,bp3,hp)

[x f\_sample] = audioread('angerfist.wav');

h = @BandPass12\_16;

x1 = h();

Y = filter(x1,1,x);

h2 = @bandpass40008000;

x2 = h2();

Y2 = filter(x2,1,x);

h3 = @BP\_8\_12;

x3 = h3();

Y3 = filter(x3,1,x);

h4 = @hp\_filter;

x4 = h4();

Y4 = filter(x4,1,x);

h5 = @lp\_filter;

x5 = h5();

Y5 = filter(x5,1,x);

output = Y5\*(lp) + Y4\*(hp) + Y3\*(bp2) + Y2\*(bp1) + Y\*(bp3);

end

# Konklusion

I del 3 har vi lært at lave et filter med vinduesmetoden, samt skabt bekendtskab med FDA tool.

Fdatool er et indbygget redskab i matlab, til at designe filtre. Det giver en mulighed for at vælge orden, vindue og knækfrekvenser. På denne måde kan man hurtigt skabe et velfungerende filter og se det visuelt i toolet.

Vi har lavet en equalizer der kan forstærke og dæmpe dB i forskellige frekvensspektre.