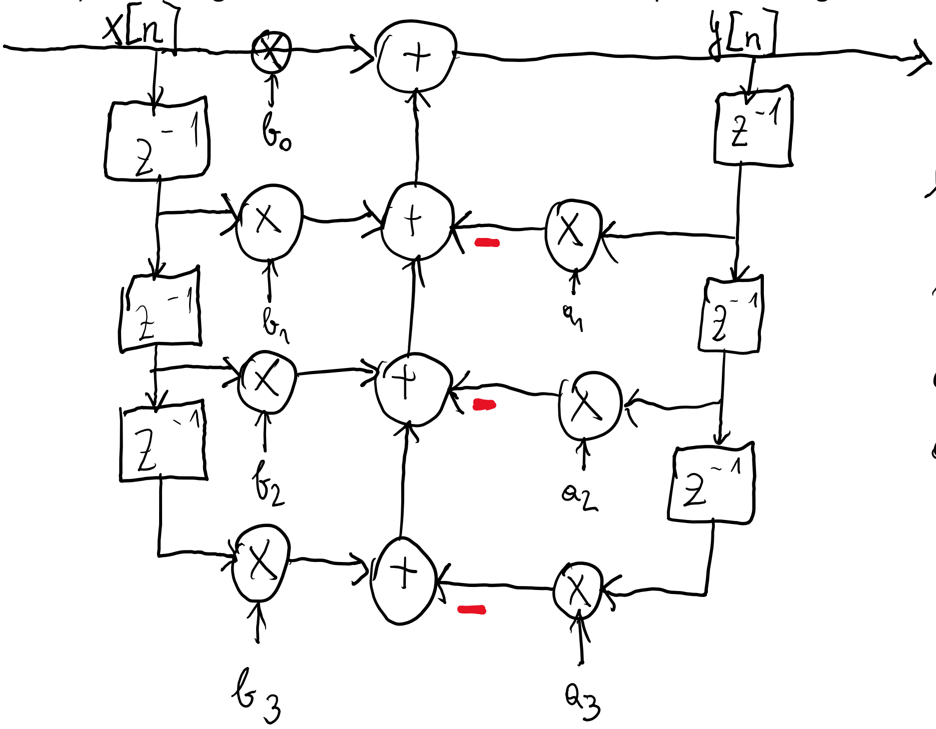
Digitale Signalverarbeitung WS 2021/22 – 4. Aufgabe

Assignment 4 – Zeitdiskrete LTI-Systeme

Gruppennummer 21
Simon Primetzhofer 11942035
Kaan Baylan 11910231

1. Aufgabe – Rekursives LTI-System

a) Blockdiagramm des Filters in Direkt Form I Implementierung



$b_0 = b_3 = 0{,}0691$

$b_1 = b_2 = 0{,}1346$

$a_0 = 1 \quad a_1 = -1{,}2676$

$a_2 = 0{,}8000 \quad a_3 = -0{,}2248$

b) Differenzengleichung des Filters

$$y[n] = -a_1\, y[n-1] - a_2\, y[n-2] - a_3\, y[n-3] + b_0\, x[n] + b_1\, x[n-1] + b_2\, x[n-2] + b_3\, x[n-3]$$

c) Länge der Impulsantwort

$N_h = N + 1 \qquad \left(h[n] = \{h_0, h_1, \dots, h_N\} = \{b_0, b_1, \dots, b_N\} \right)$

$N_h = 3 + 1 = \underline{\underline{4}} \qquad \Rightarrow N = 3$ in diesem Fall

Digitale Signalverarbeitung WS 2021/22 – 4. Aufgabe

Assignment 4 – Zeitdiskrete LTI-Systeme

Gruppennummer 21

Simon Primetzhofer 11942035

Kaan Baylan 11910231

d) Zeichnen der ersten 16 Abtastwerte der Impulsantwort

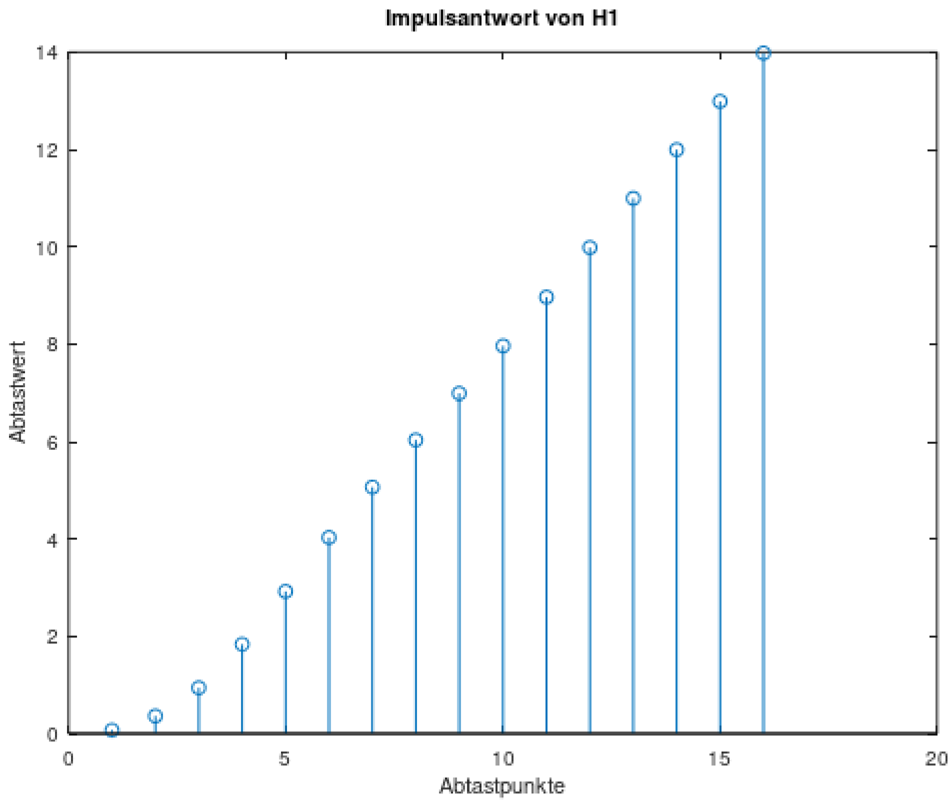


Abbildung 1 Impulsantwort von H1

e) Zeichnen des Betrags- und Phasengangs des Filters über Omega-Achse im Intervall]-pi;pi]

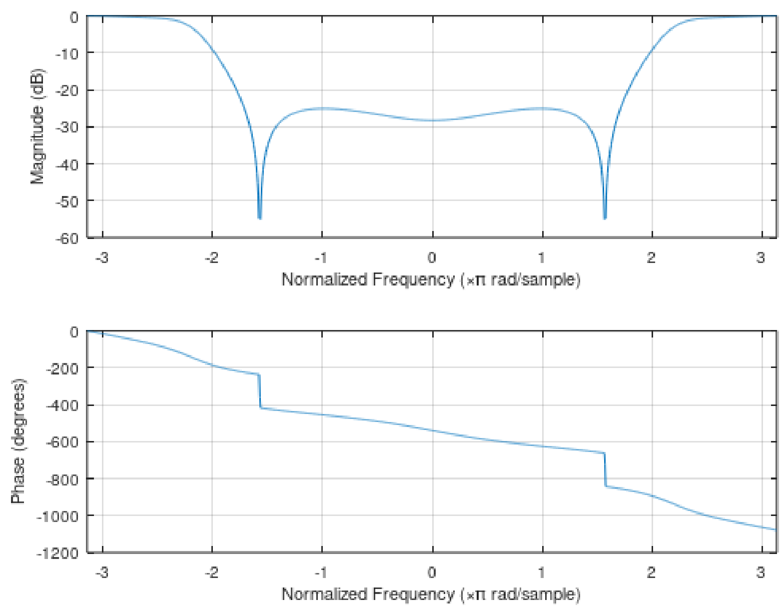


Abbildung 2 Betrags und Phasengang visualisiert

Digitale Signalverarbeitung WS 2021/22 – 4. Aufgabe

Assignment 4 – Zeitdiskrete LTI-Systeme

Gruppennummer 21

Simon Primetzhofer 11942035

Kaan Baylan 11910231

f) Vergleich der Koeffizienten von H1 und H2

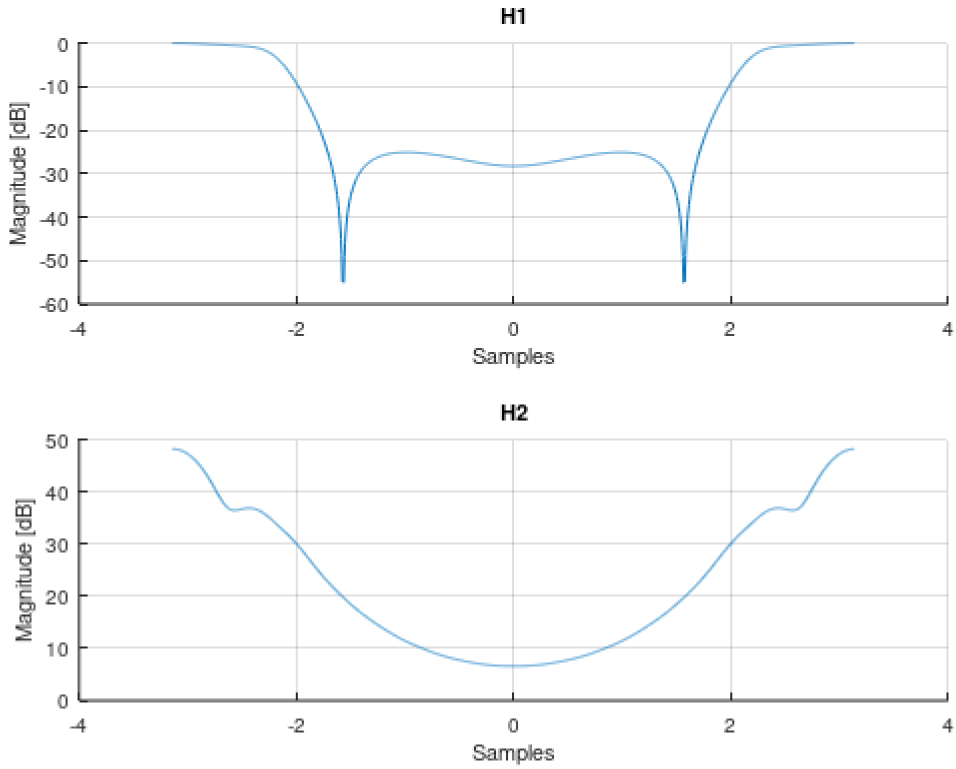


Abbildung 3 Betragsgänge im Vergleich

Digitale Signalverarbeitung WS 2021/22 – 4. Aufgabe

Assignment 4 – Zeitdiskrete LTI-Systeme

Gruppennummer 21

Simon Primetzhofer 11942035

Kaan Baylan 11910231

g) Vergleich der Impulsantworten aus d) mit jener unter Verwendung der Partialbruchzerlegung mittels residuez(…)

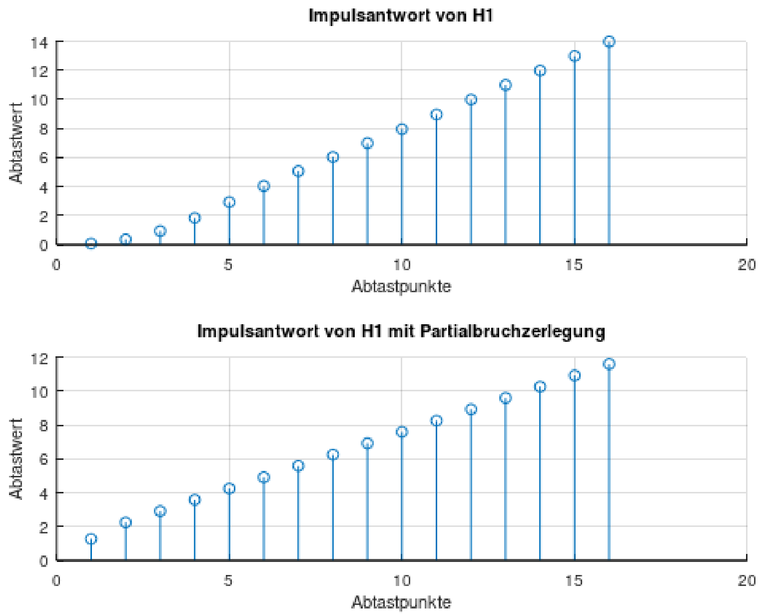


Abbildung 4 Vergleich der Impulsantworten

Man sieht, dass die Impulsantwort unter Verwendung der Partialbruchzerlegung zwar höher beginnt bei x = 1, dafür aber nur bis zum Funktionswert 12 geht bei x = 16. Somit ist die Steigung der Funktion nicht so hoch, wie beim oberen Plot.

h) Polstellendiagramm in der komplexen z-Ebene

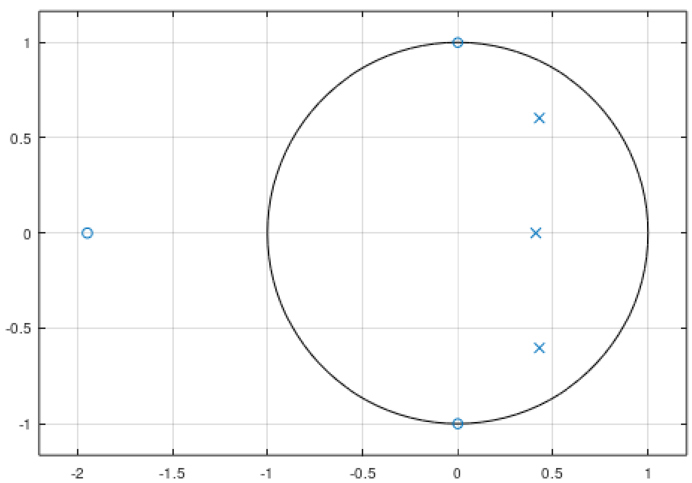


Abbildung 5 Polstellendiagramm

Digitale Signalverarbeitung WS 2021/22 – 4. Aufgabe

Assignment 4 – Zeitdiskrete LTI-Systeme

Gruppennummer 21

Simon Primetzhofer 11942035

Kaan Baylan 11910231

i) Betrag der Übertragungsfunktion in über der komplexen z-Ebene

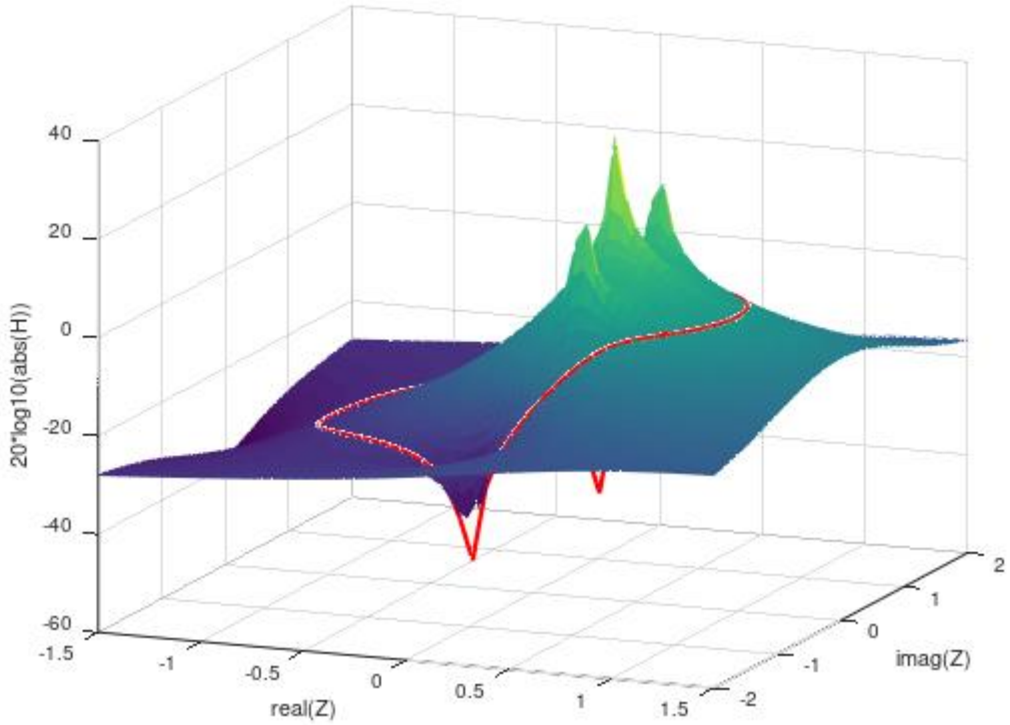


Abbildung 6 Betrag der Übertragungsfunktion in der komplexen z-Ebene

Digitale Signalverarbeitung WS 2021/22 – 4. Aufgabe

Assignment 4 – Zeitdiskrete LTI-Systeme

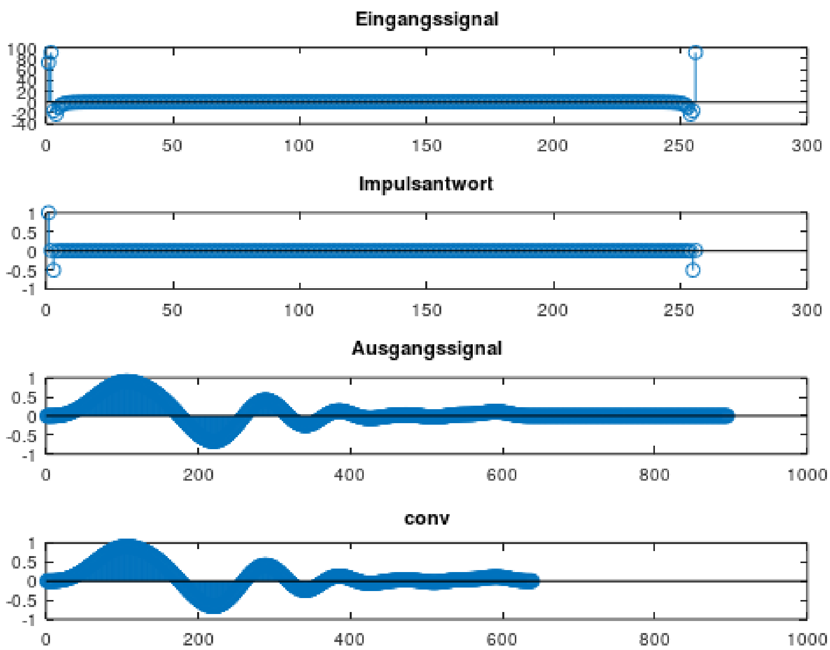
Gruppennummer 21

Simon Primetzhofer 11942035

Kaan Baylan 11910231

2. Aufgabe – Schnelle Faltung 1

```
x = chirp((0:511),0,511,0.02);
h = hanning(128)';
h = h/sum(h);
L = 256;

lh = length(h);
lx = length(x);

r = rem(lx,L);

% b) FFT Zero Padding von h
hb = [h zeros(1, L-1)];

H = fft(hb, L);

% c) FFT Zero Padding von x
xb = [x zeros(1, L-r)];

X = fft(xb, L);

% d) Faltung und die Ausgangssignale berechnen
nr = length(xb)/L;

for k = 1:nr
    % M1 = L samples werden aus xb genommen
    M1(k,:) = xb(((k-1) * L+1):k * L);
    % M2 = es werden noch Länge von H - 1 Nullen angehängt
    M2(k,:) = [M1(k,:) zeros(1, lh-1)];
    % M3 = Multiplikation + Ausgangssignal mit ifft holen
    M3(k,:) = ifft(fft(M2(k,:)) .* fft(hb));
    % M4 wird für die Spaltenweise Addierung generier
    M4(k,:) = [zeros(1, (k-1)*L) M3(k,:) zeros(1, (nr-k) * L)];
end

% Zusammenrechnen der Spalten
z = sum(M4);
% f)
con = conv(x,h);


subplot(4,1,1);
stem(X);
title("Eingangssignal");

subplot(4,1,2);
stem(H);
title("Impulsantwort");

subplot(4,1,3);
stem(z);
title("Ausgangssignal");
xlim([0 1000]);

subplot(4,1,4);
stem(con);
title("conv");
xlim([0 1000]);
```



Digitale Signalverarbeitung WS 2021/22 – 4. Aufgabe

Assignment 4 – Zeitdiskrete LTI-Systeme

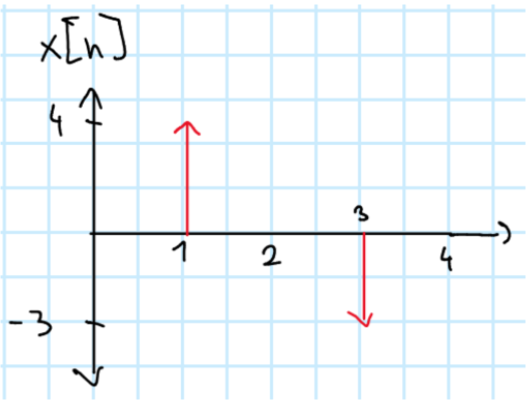
Gruppennummer 21

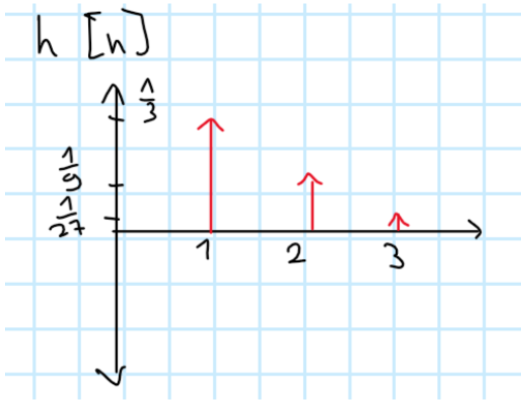
Simon Primetzhofer 11942035

Kaan Baylan 11910231

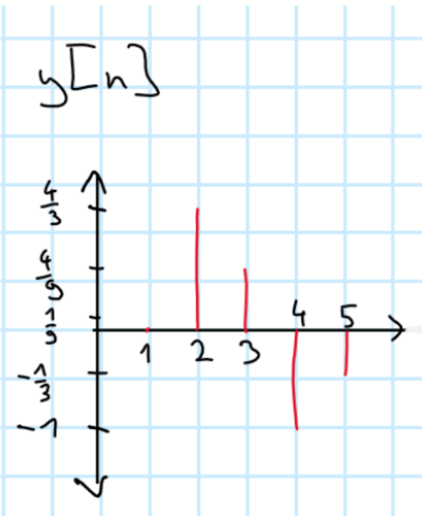
3. Aufgabe – Zeitdiskrete Faltung 2

a) Skizzieren von x[n] und h[n]





b) analytisch y[n] berechnen und skizzieren:



c) Matlab-Script:

```
x = [0 4 0 -3]
h = [0 1/3 1/9 1/27]

y = conv(x, h);

n = 0:3

subplot(3,1,1);
stem(n,x);
title("x[n]");

subplot(3,1,2);
stem(n, h);
title("h[n]");

subplot(3,1,3);
stem(y);
title("y[n]");
```