

### 3. Übung

Ein analoges Multisinus-Signal setzt sich aus der Überlagerung von 6 sinusförmigen Signalen unterschiedlicher Frequenz und Amplitude zusammen:

$$u(t) = u_1 + u_2 + u_3 + u_4 + u_5 + u_6$$

Wobei:

$$u_1 = \hat{u}_1 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot t)$$

$$u_2 = \hat{u}_2 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_2 \cdot t)$$

$$u_3 = \hat{u}_3 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_3 \cdot t)$$

$$u_4 = \hat{u}_4 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_4 \cdot t)$$

$$u_5 = \hat{u}_5 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_5 \cdot t)$$

$$u_6 = \hat{u}_6 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_6 \cdot t)$$

mit den Parametern:

Nr.	Amplitude V	Frequenz kHz
1	2,50	0,59
2	0,63	1,09
3	1,64	1,74
4	1,88	2,56
5	1,40	3,21
6	2,90	4,11

Dimensioniere ein equalripple FIR-Bandpaßfilter, das aus dem Signalgemisch die Komponente:

herausfiltert. Das Filter muß so dimensioniert sein, daß die gewünschte Komponente mit höchstens 2dB und die übrigen Signale mit mindestens 50dB gedämpft werden.

## 1. Vorbereitungen

- a) Entwerfe das Toleranzschema zu dem Bandpaßfilter und lege die Abtastfrequenz fest.
- b) Berechne den Effektivwert der Spannung  $u(t)$ .
- c) Berechne den Effektivwert des ADC-Quantisierungsrauschens.
- d) Berechne das Nutzsignal/Störsignal-erhältnis (in dB) bezogen auf die angegebene Nutzkomponente vor und nach der Filterung.

Hinweis: Setze für das Quantisierungsrauschen eine gleichmäßige spektrale Leistungs-dichte voraus (weißes Rauschen).

## 2. Durchführung

- a) Dimensioniere mit dem Filter-Entwicklungstool „Digfilt“ das Bandpaßfilter. Dabei sind die Filterkoeffizienten als Hex-Datei anzulegen und mittels Init-Anweisung in das HR-Programm einzubinden.
- b) Erstelle das lauffähige Assembler-Programm für das Evaluation-Board. Hierbei ist die FIR-Routine als Unterprogramm in einem separaten File „fir\_sub.dsp“ anzulegen, das dann nach der Assemblierung als External-File eingelinkt wird.
- c) Bestimme mittels FFT-Analysator den:
  - Amplitudengang
  - Phasengangdes Filters.
- d) Messe mit dem FFT-Analysator das Spektrum des Ein- und des Ausgangssignals.
- e) Bestimme mittels Oszilloskop und Sinusgenerator:
  - untere und obere 2-dB-Grenzfrequenz
  - untere und obere 50-dB-Dämpfungsfrequenz.
- f) Visualisiere mittels Oszilloskop die Impulsantwortfolge des Filters.
- g) Bestimme mittels Oszilloskop die Programmlaufzeit der FIR-Routine.

Hinweis: Ergänze hierzu das Programm durch eine Ausgabe zur Markierung von Anfang und Ende der FIR-Routine.

### 3. Auswertung

a) Stelle die z-Übertragungsfunktion des Filters auf.

b) Berechne mittels MATLAB:

- Amplitudengang
- Phasengang
- untere und obere 2-dB-Grenzfrequenz
- untere und obere 50-dB-Grenzfrequenz.

Setze dabei die DIGFILT-Filterkoeffizienten ein.

c) Bestimme mittels MATLAB den Amplitudengang mit den implementierten Filterkoeffizienten als 16-Bit-Werte (1.15-Format). Benutze hierzu das im Anhang dargestellte MATLAB-Programm.

d) Bestimme die minimal erforderliche Bitlänge der Filterkoeffizienten, um das vorliegende Bandpaßfilter zu realisieren. Benutze hierzu wiederum das im Anhang dargestellte MATLAB-Programm.

### Anhang

```
% Darstellung von Amplituden- und Phasengang eines FIR-Filters.
% Die Filterkoeffizienten werden aus einer DIGFILT-Datei *.fir
% entnommen.
% File: frequenzgang.m

clear;
fn = 'a:\bp_175.fir';           % Koeff-Datei von DIGFILT
fid = fopen(fn, 'r');
X = dlmread(fn);               % Lesen der Koeff-Datei
status = fclose('all');
N = length(X);
for k = 1:N
    A(k) = round(X(k)*2^7)/2^7; % Koeff auf 8-Bit begrenzen
end
fa = 32000;                     % Abtastfrequenz
[hx,f]=freqz(X,1,1024,fa);      % Frequenzgang zu der Originaldatei
[ha,f]=freqz(A,1,1024,fa);      % Frequenzgang zu der 8-Bit-Datei
plot(f,20*log10(abs(hx)),f,20*log10(abs(ha)),'--'),
axis([0 4000 -100 10]),xlabel('Hz'),ylabel('Amplitudengang'),
title('FIR-Bandpaßfilter mit 175 Taps, fa = 32 kHz'),grid
```