# Modul 5033 Digitale Signalverarbeitung Dozent: Rolf Vetter

### *Praktische Übung No8*

# Entwurf digitaler Filter

### Lernziele

* Nach dem Bearbeiten dieser praktischen Übung können Sie
  + Entwurfsvorschriften für digitale Filter im Frequenzbereich mittels Toleranzschemas erläutern
  + die Fenstermethode zum Filterentwurf von FIR Filtern erklären und programmieren
  + die IIR-Filter mittels Bilinear Transformation entwerfen
  + mit dem MATLAB Programm fdatool oder Linienbefehlen Filter entwerfen
  + den Unterschied zwischen Butterworth-, Chebyshev- und Cauer (elliptischen)-Tiefpassfilter erklären

### Übung

Interessierte Studierende können den Filterentwurf selber programmieren, d.h. die Aufgaben 1) und 2) Schritt per Schritt ausführen. Die anderen können diese Aufgaben mit dem fdatool und den Linienbefehlen fir1 und butter von MATLAB lösen (siehe Aufgabe 3).

1. **IIR-Filterentwurf Entwurf FIR Filter mittels Fenstermethode**

Schreiben Sie ein MATLAB Skript FIR\_Entwurf\_IFFT\_Fensterung für den Entwurf eines FIR-Filters mittels Abtastung des idealen Frequenzgangs, der inversen FFT und anschliessender Kaiser-Fensterung mit dem Parameter β und einer Länge N für das folgende Toleranzschema:

Durchlassbereich

* + Normierte Grenzfrequenz 0.1
  + Rippel 6dB
* Sperrbereich
  + Normierte Grenzfrequenz 0.2
  + Abschwächung 60dB

Überprüfen Sie den Frequenzgang des entworfenen Filters mit der Funktion freqz().

*Frequenzgang und Impulsantwort Ihres Filters. Ist das Toleranzschema erreicht?*

Wie kann man mit dieser Entwurfsmethode ein Filter mit einem Rippel im Durchlassbereich von 3dB erzeugen?

*Antwort in einem Satz.*

1. **IIR-Filterentwurf mit Bilinear-Transformation**

Schreiben Sie ein MATLAB Skript IIR\_Entwurf\_Bilinear für den Entwurf eines digitalen IIR-Tiefpassfilter der 2. Ordnung mit einer normierten Grenzfrequenz von 0.25.

1. Berechnen Sie die Grenzfrequenz fc,a des zu transformierenden analogen Filters bei einer Abtastfrequenz 8000Hz.

*Berechnung der korrigierten analogen Grenzfrequenz.*

1. Entwerfen Sie ein kontinuierliches Butterworth Filter der 2. Ordnung mit Grenzfrequenz fc,a.

*Geben Sie H(s) an*

1. Transformieren Sie das kontinuierliche Filter in ein digitales Filter mit Hilfe der Bilinear-Transformation bilinear()und überprüfen Sie die Grenzfrequenz.

*Frequenzgang Ihres Filters. Ist die Grenzfrequenz korrekt?*

1. Entwerfen Sie direkt ein digitales Butterworth Filter mit dem Befehl butter().
2. Berechnen Sie die Bilinear-Transformation eines analogen Filters der 1. Ordnung mit Grenzfrequenz fc,a und einer Abtastfrequenz fa analytisch. Überprüfen Sie Ihr Resultat für fc,a=3Hz und fa=21Hz mit dem der MATLAB Funktion bilinear().

1. **IIR-Filterentwurf mit fdatool**

Führen Sie den Filterentwurf der Aufgaben 1 und 2 mit dem fdatool und den Linienbefehlen fir1 und butter von MATLAB lösen aus. Erzeugen Sie ein gaussverteiltes weisses Rauschsignal x(n), wenden Sie die Filter auf x(n) und beobachten Sie die spektrale Leistungsdichte des Ausgangssignals.

*Darstellung der Leistungsdichte des gefilterten Signals und Erklärung*