

2. Bewertetes Aufgabenblatt

Gesamtpunktzahl: 20 Punkte

In diesem Aufgabenblatt geht es um die Themenbereiche *Fourier-Transformation*, *z-Transformation*, *FIR-/IIR-Filter* und *LTI-Systeme*. Als Soundmaterial können die zwei Sounddateien ‘*Sprache.wav*’ und ‘*Musik.wav*’ aus der ersten Aufgabe benutzt werden.

Für die folgenden Aufgabenteile erstellen Sie bitte MATLAB Skripte, bzw. Funktionen.

1

Schreiben Sie eine Funktion `signalgenerator()`, die digitale Signale unterschiedlicher Form erzeugen kann (Sinus, Sägezahn, Dreieck, Rechteck). Die Funktion soll als Eingabeparameter die Amplitude, die Abtastrate (Samples pro Sekunde), die Grundperiode (in Samples) und die Länge des Signals (in Sekunden) erhalten.

Um die Signale zu erzeugen können Sie entweder Matlab-Befehle wie `sin()`, `sawtooth()` und `square()` benutzen oder die Signale analytisch bestimmen und in Matlab einpflegen.

Erzeugen Sie mit ihrem `signalgenerator()` jeweils ein Signal jeder Art mit einer Amplitude von 1, einer Abtastrate von 16000 Hz, einer Länge von 2 Sekunden und einer Grundperiode von 40 Samples. (5 Punkte)

2

Gegeben seien zwei Blockschaltbilder zweier Systeme (ein FIR und ein IIR-Filter), die in Abbildungen 1 und 2

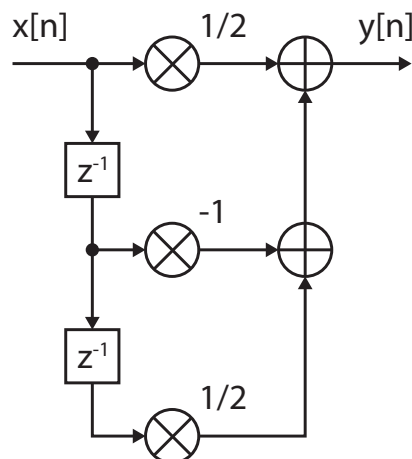


Abbildung 1: System 1

Leiten Sie aus den Blockschaltbildern die Differenzgleichungen und die Übertragungsfunktionen der System ab. Erstellen Sie ein Pol-Nullstellen-Diagramm und stellen Sie den Betrags- und Phasenfrequenzgang grafisch dar. Visualisieren sie ausserdem die Phasen- und Gruppenlaufzeit. Hierzu können Sie die Matlab-Funktionen `zplane()`, `freqz()`, `fvtool()` und `grpdelay()` benutzen.

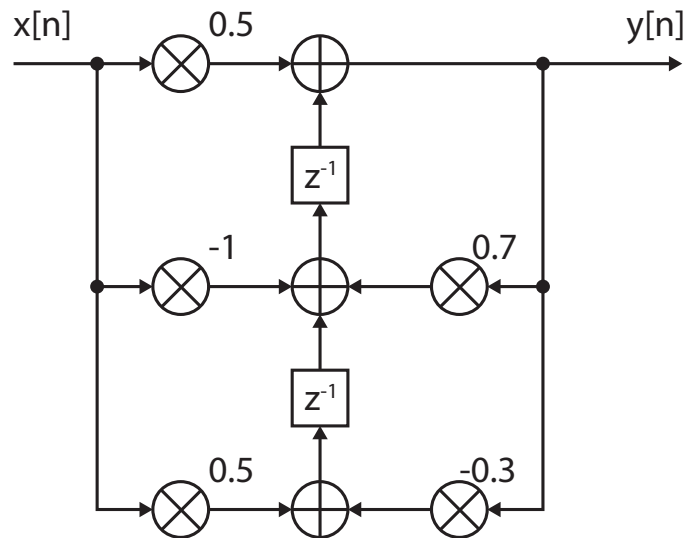


Abbildung 2: System 2

Erstellen Sie zusätzlich jeweils einen dreidimensionalen Plot, der den logarithmierten Betrag der Übertragungsfunktion in Abhängigkeit von z darstellen soll, wobei die x-Achse dem Realteil von z entspricht, die y-Achse dem Imaginärteil von z und die z-Achse soll der Betrag der Übertragungsfunktion sein (in dB). Erstellen Sie dafür mit `meshgrid()` ein Messgitter der Abmessungen $\Re(z) \in [-1.5, 1.5]$ und $\Im(z) \in [-1.5, 1.5]$ und einer Auflösung von 0.025. Benutzen Sie für die Darstellung die Befehle `surf()` oder `mesh()` und fügen Sie ebenfalls den Einheitskreis in der x-y-Ebene hinzu. Um diesen sehen zu können sollten Sie die dreidimensional geplottete Betragsübertragungsfunktion transparent machen. Fügen Sie zum Schluss noch eine `colorbar` ein, um den Farben des Plots auch Zahlenwerte zuordnen zu können. Ein Beispiel für einen solchen Plot finden Sie in Abbildung 3. Speichern Sie das Ergebnis als *.fig-Datei ab.

Filtern Sie mit den Übertragungskoeffizienten der zwei Filter die vier Signale aus **1** und die zwei Soundsignale mit dem Matlab-Befehl `filter()`. Plotten Sie anschließend jeweils die Originalsignale und die beiden gefilterten Varianten in ein gemeinsames Fenster in 3 Subplots. Für die Signale aus **1** reicht es 4 Perioden zu plotten, die Sounddateien können ganz geplottet werden. Das heißt am Ende sollten Sie 6 Plotfenster mit jeweils 3 Subplots haben. Hören Sie sich die Signale an und diskutieren Sie Unterschiede der beiden Filterungen bezüglich Amplitude, Phase, Gruppen und Phasenlaufzeit und hörbarer Artefakte. **(6 Punkte)**

3

Benutzen Sie das Matlab-Skript `'IIRBiquad_ZPlaneInput.m'` um ein Pol- und Nullstellenpaar auf der z -Ebene (beide innerhalb des Einheitskreises) zu platzieren. Erzeugen Sie einen Tief-, Hoch- und einen Bandpass und speichern Sie die Konfiguration als Bilddatei. Berechnen Sie aus ihren erstellten Pol- und Nullstellen für jede Filterart die korrespondierenden a und b Koeffizienten des jeweiligen IIR-Filters und filtern Sie die Signale aus **1** und die Sounddateien mit dem `filter()`-Befehl. Hören Sie sich die gefilterten Signale im Vergleich zu den Originalsignalen an (Achtung: unterschiedliche Sampling-Frequenzen!) und diskutieren Sie die vom Programm ausgegebenen Impulsantworten, Betrags- und Phasengänge. **(4 Punkte)**

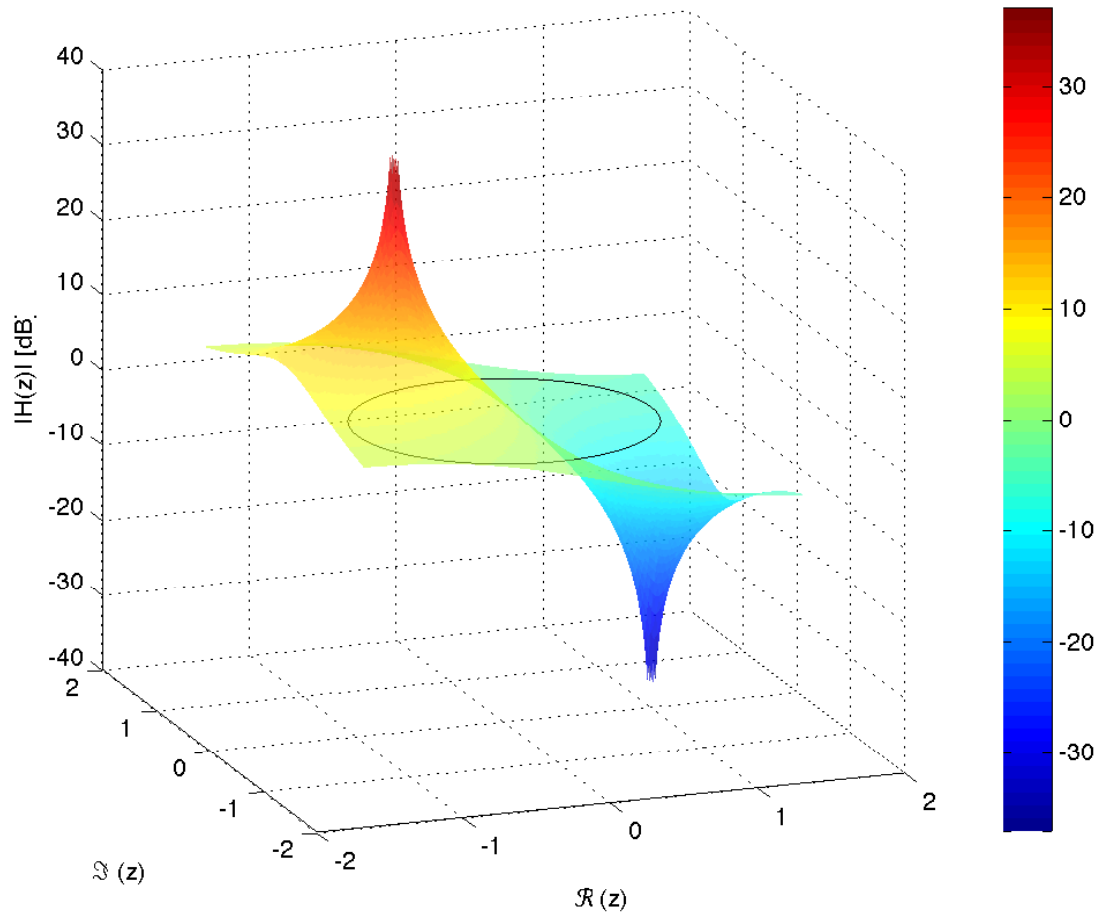


Abbildung 3: Beispielplot

4

Gegeben sei folgende z -Übertragungsfunktion:

$$H(z) = \frac{1 - z^{-m}}{1 - z^{-n}}, \text{ mit } m, n \in \mathbb{Z}_+$$

Bestimmen Sie Betrags- und Phasengang des Systems für (mindestens) drei unterschiedliche Kombinationspaare von m und n und stellen Sie diese grafisch dar. Hierzu können Sie die Matlab-Funktionen `freqz()`, `zplane()` und `fvtool()` benutzen. Die unterschiedlichen Fälle sollten die Szenarios $m = n$, $m > n$ und $m < n$ abdecken. Was lässt sich für die Betrags- und Phasengänge, sowie Phasen- und Gruppenlaufzeiten dieser Filter feststellen? **(5 Punkte)**

5 Form der Abgabe

Abgabetermin ist **Sonntag, der 12. Januar 2013**. Die Abgabe umfasst:

- den geschriebenen Matlab-Code (.m-Dateien),
- alle generierten Grafiken,

- eine PDF-Datei mit einer Diskussion der Ergebnisse, sowie den Namen der Autoren mit Matrikelnummer,

verpackt in einer ZIP-Datei mit den Namen der Gruppenmitglieder (z.B.: Name1_Name2.zip). Die Abgabe erfolgt per email an die Adresse `vitali.rotteker AT campus.tu-berlin.de`. Hilfreiche Funktionen zur Durchführung dieses Aufgabenblatts sind: `audioread()` bzw. `wavread()`, `plot()`, `stem()` `subplot()`, `axis()`, `sound()`, `soundsc()`, `sin()`, `colorbar`, `meshgrid()`, `alpha()`, `size()`, `zeros`, `ones`, `view()`, `abs()`, `filter()`, `grpdelay()`, `input()`, `freqz()`, `zplane()`, `fvtool()`, `isempty()`.

Achten Sie bei allen Plots bitte auf eine sinnvolle Darstellung (Achseneinteilung und -beschriftung, Plotbereich).