

Dozent: Prof. Dr. Stefan Weinzierl  
 Tutor: Athanasios Lykartsis

### MATLAB Aufgabe 2 (Gesamtpunktzahl: 20)

Bei der zweiten Aufgabe geht es um die Themen *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.

**1.** Schreiben Sie eine Funktion, die nach Eingabe des Nutzers periodische digitale Signale unterschiedlicher Form erzeugen kann (Sinus, Sägezahn, Dreieckpuls, Rechteckpuls). Die Funktion soll als Eingabe die Amplitude (Maximalwert, dimensionslos), die Abtastrate (in Samples/Sekunde), die Grundperiode (in Samples) und die Länge des Signals (in Sekunden) erhalten. Für das Sinussignal benutzen Sie den MATLAB `sin()` Befehl um die Werte der Funktion zu erzeugen, für die andere Signale können Sie entsprechend die MATLAB Befehle `sawtooth()` und `square()` verwenden, oder die Signalwerte analytisch berechnen und dann in MATLAB umsetzen. Benutzen Sie die von Ihnen geschriebene Funktion um jeweils ein Signal jeder Art zu erzeugen, mit Amplitude gleich 1, eine Abtastrate von 8000 Hz, eine Länge von 2 Sekunden und eine Grundperiode von  $N = 20$  samples. **(5 Punkte)**

**2.** Gegeben seien folgende Blockschaltbilder zweier Systeme (FIR- und IIR-Filter):

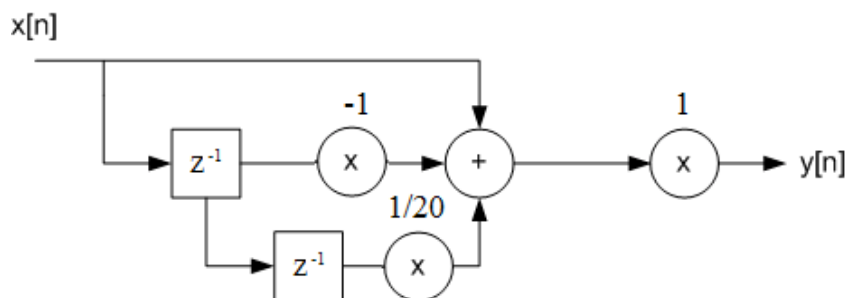


Abbildung 1: FIR-Filter

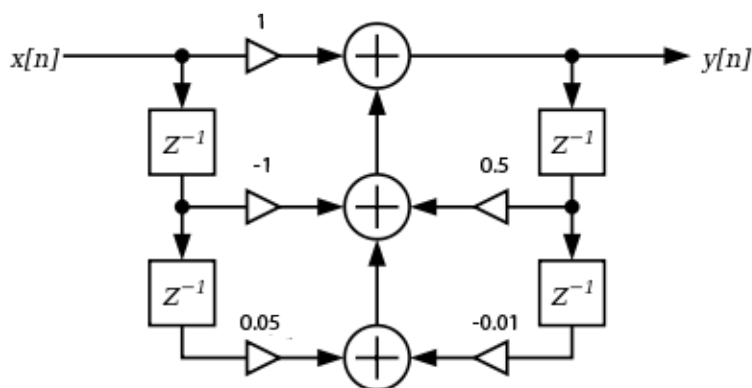


Abbildung 2: IIR-Filter

Leiten Sie aus den Blockschaltbildern die Differenzgleichungen und die Übertragungsfunktionen der Systeme ab. Was für eine Art Filterung findet bei jedem Fall statt? Benutzen Sie die Funktionen *freqz()* um den Amplitudengang und den Phasengang, und *zplane()* um die Null- und Polstellen der Systeme zu visualisieren. Alternativ können Sie die Funktion *fvtool()* verwenden um Beides zu erhalten, sowie andere Informationen wie die Impulsantwort und die Phasen- und Gruppenlaufzeit. Filtern Sie mit den Übertragungsfunktionkoeffizienten der zwei Filtern und der MATLAB Funktion *filter()* die vier Signale von **1.**, sowie auch die zwei Sounddateien, **ohne die Filterungsergebnisse zu normalisieren**. Anschließend ploten Sie in einer gemeinsamen Grafik die originale sowie auch die beiden gefilterten Versionen für jeweils ein Signal (also insgesamt 6 Grafiken mit 3 subplots für jede). Für die von Ihnen erzeugten Signale können Sie der Anschaulichkeit halber 4 Perioden in einem Plot haben, für die Sounddateien die ganze Signallänge. Hören Sie sich die Signale an und diskutieren Sie die Ergebnisse der Filterung mit Hinblick auf die erzeugten Diagramme, bezüglich Amplitude, Phase, Gruppen- und Phasenlaufzeit und hörbarer Artefakte. **(5 Punkte)**

**3.** Gegeben sei folgende z-Übertragungsfunktion:

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

Bestimmen und ploten Sie Amplituden- und Phasengang des Systems für (mindestens) drei unterschiedliche Kombinationspaare von  $m$  und  $n$ . Dazu können Sie zur Visualisierung die MATLAB-Funktionen *freqz()*, *zplane()* und *fvtool()* benutzen, und die verschiedenen Fallunterscheidungen für die Werte von  $m$  und  $n$  untersuchen ( $m > n$ ,  $n > m$ ,  $m = n$ ). Was merken Sie über diese Art von Filtern, bezüglich ihrem Betrag- und Phasengang, sowie auch ihrer Phasen- und Gruppenlaufzeit? **(5 Punkte)**

**4.** Benutzen Sie das Programm '*IIRBiquad\_ZPlaneInput.m*' um ein Pol- und ein Nullstellenpaar auf der z-Ebene (beiden **innerhalb** des Einheitskreises) zu platzieren. Benutzen Sie die Ergebnisse um ein Tiefpass-, ein Hochpass- und ein Bandpass-Filter zu generieren und speichern Sie die Konfiguration als Bilddatei. Berechnen Sie daraus die  $a$  und  $b$  Koeffizientsätze und filtern Sie mit diesen (mit Nutzung der *filter()* Funktion) die Signale aus **1.** und die Sounddateien und hören Sie sich das Ergebnis an. Achten Sie in jedem Fall darauf, dass sie im gegebenen Programm die Abtastrate  $f_s$  entsprechend einstellen (44.1 kHz für die Sounddateien, 8 kHz für die von Ihnen erstellten Signalen). Diskutieren Sie die Ergebnisse hinsichtlich der vom gegebenen Programm generierten Impulsantworten, Frequenz- und Phasengänge. **(5 Punkte)**

Abgabetermin ist der **Montag, 7. Januar 2013** (am Ende des Tages). Abgegeben werden müssen der Code (.m Dateien), alle generierten Grafiken und eine .pdf Datei mit einer kurzen Diskussion der Ergebnisse, in einer .zip Datei mit den Namen der Gruppenmitglieder (z. B. name1\_name2\_name3.zip). Die benötigten Funktionen für die Durchführung der Aufgabe sind: *wavread()*, *plot()*, *subplot()*, *axis()*, *input()*, *isempty()*, *sin()*, *sawtooth()*, *square()*, *length()*, *size()*, *linspace()*, *zeros()*, *ones()*, *sound()*, *soundsc()*, *max()*, *abs()*, *freqz()*, *zplane()*, *grpdelay()*, *fvtool()*, *filter()*.

**Viel Erfolg und schöne Ferienzeit!**