

Einführung in die digitale Signalverarbeitung

Prof. Dr. Stefan Weinzierl

1. Verarbeitung von Audiofiles in Matlab

- Lesen Sie das Audiofile (caruso.wav) auf der Website zur Übung als Vektor x in Matlab ein.
- Plotten Sie die Wellenform des linken Kanals und spielen Sie das File über die Soundkarte Ihres Rechners aus.
- Wieviele Samples enthält das Audiofile ?
- Wieviel dB unter Volllaussteuerung (dBFS, dB full scale) liegt die (betragsmäßig) größte positive und die größte negative Amplitude des Signals ?
- Betrachten Sie den Signalverlauf für rechten und linken Kanal zwischen Sample Nr. 10000 und Sample Nr. 10250. Bestimmen Sie die Periodendauer des Signals und rechnen Sie sie in eine Frequenz in Hz um.

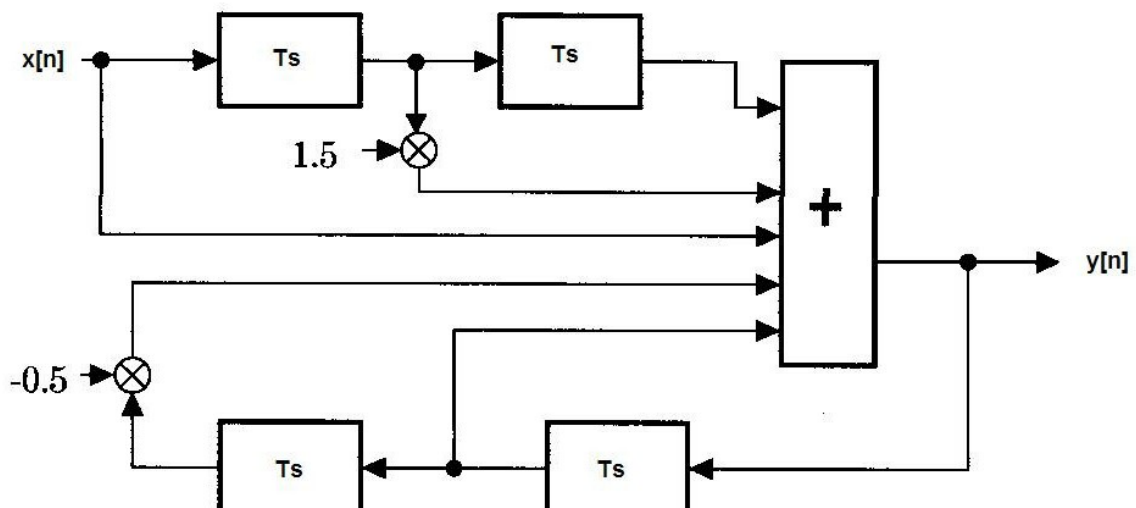
siehe Matlab-File „Uebung3_Aufgabe1.m“

2. Biquadratisches Filter

siehe Matlab-File „Uebung3_Aufgabe2.m“

3. Systemanalyse

Gegeben sei folgendes System:

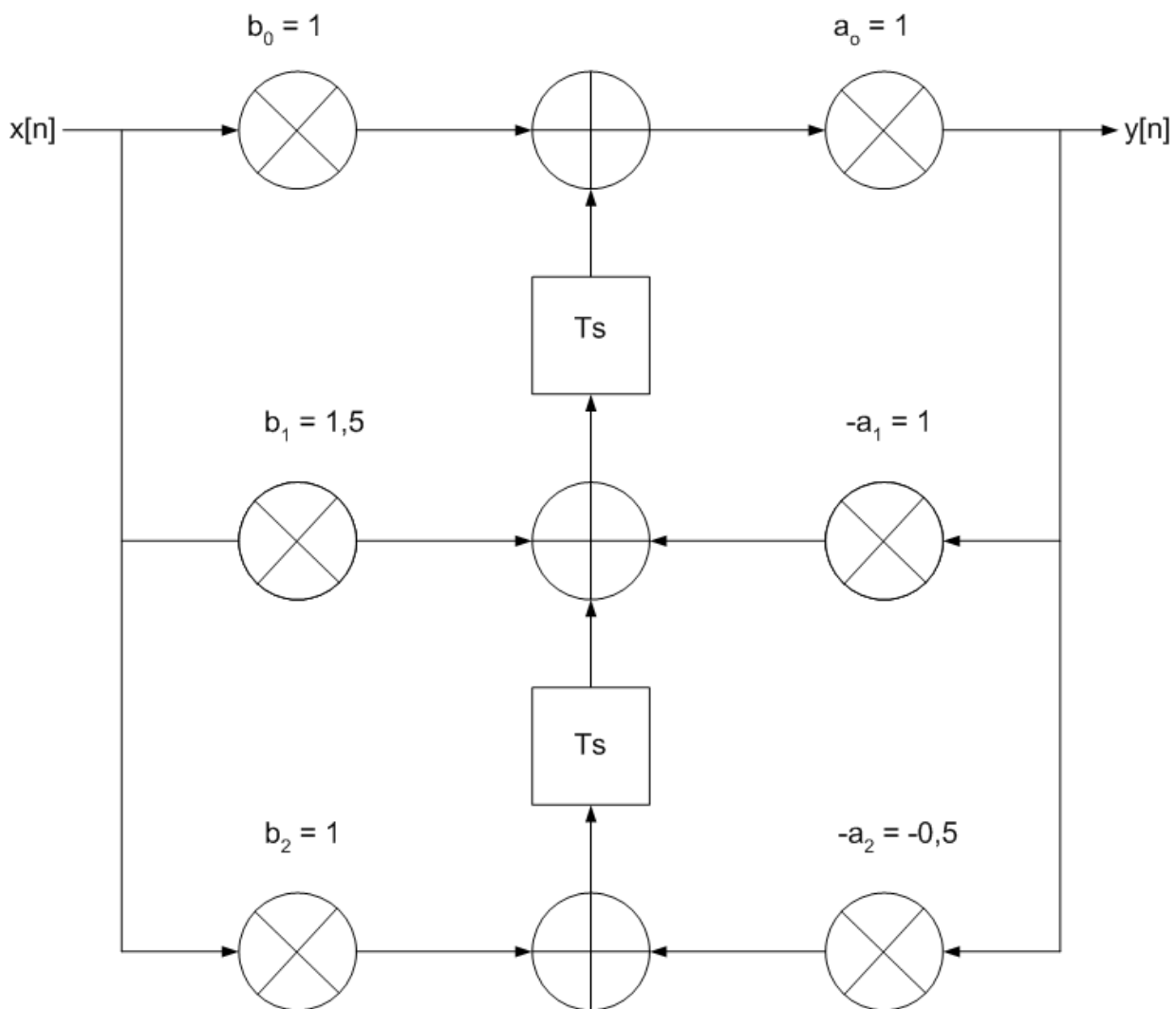


a. Bestimmen Sie die Differenzgleichung des Systems.

$$y[n] = x[n] + 1.5 \cdot x[n-1] + x[n-2] + y[n-1] - 0.5 \cdot y[n-2]$$

b. Zeichnen Sie das System neu, sodass das Blockschaltbild eine transponierte Direktform II aufweist.

Das Diagramm der transponierten Direktform II:



- c. Charakterisieren Sie das System (Linearität, Kausalität, Ordnung, rekursiv/nichtrekursiv, FIR/IIR).

Das System ist

- linear
- kausal
- ein System 2. Ordnung
- rekursiv
- hat eine unendlich ausgedehnte Impulsantwort (IIR)

- d. Bestimmen Sie mit Hilfe der Differenzgleichung die ersten 10 Werte der Impulsantwort des Systems. Zu Beginn sei das System im Ruhezustand.

$$\begin{aligned} y[0] &= x[0] + 1.5 \cdot x[-1] + x[-2] + y[-1] - 0.5 \cdot y[-2] \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y[1] &= x[1] + 1.5 \cdot x[0] + x[-1] + y[0] - 0.5 \cdot y[-1] \\ &= 0 + 1.5 \cdot 1 + 0 + 1 - 0.5 \cdot 0 \\ &= 2.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y[2] &= x[2] + 1.5 \cdot x[1] + x[0] + y[1] - 0.5 \cdot y[0] \\ &= 0 + 1.5 \cdot 0 + 1 + 2.5 - 0.5 \cdot 1 \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y[3] &= x[3] + 1.5 \cdot x[2] + x[1] + y[2] - 0.5 \cdot y[1] \\ &= 0 + 1.5 \cdot 0 + 0 + 3 - 0.5 \cdot 2.5 \\ &= 1.75 \end{aligned}$$

...

$$\begin{aligned} y[4] &= y[3] - 0.5 \cdot y[2] = 1.75 - 0.5 \cdot 3 = 0.25 \\ y[5] &= y[4] - 0.5 \cdot y[3] = 0.25 - 0.5 \cdot 1.75 = -0.625 \\ y[6] &= y[5] - 0.5 \cdot y[4] = -0.625 - 0.5 \cdot 0.25 = -0.75 \\ y[7] &= y[6] - 0.5 \cdot y[5] = -0.75 - 0.5 \cdot (-0.625) = -0.4375 \\ y[8] &= y[7] - 0.5 \cdot y[6] = -0.4375 - 0.5 \cdot (-0.75) = -0.0625 \\ y[9] &= y[8] - 0.5 \cdot y[7] = -0.0625 - 0.5 \cdot (-0.4375) = -0.15625 \end{aligned}$$

- e. Programmieren Sie das System und überprüfen Sie damit Ihre Ergebnisse aus Aufgabenteil c. Schreiben Sie dazu eine Matlab-Funktion, die einen Eingangsvektor x als Argument erhält und einen entsprechenden Ausgangsvektor y liefert. Verlängern Sie, um den anfänglichen Ruhezustand zu realisieren, Ein- und Ausgangsvektor um 2 Nullen, benutzen Sie zur Iteration eine FOR-Schleife und speichern Sie die Funktion als m-file mit einem selbstgewählten Namen ab.

→ siehe Matlab-Files „Uebung3_Aufgabe3.m“ und „system3.m“