

# Kommunikationstechnik II – Wintersemester 07/08

---

Prof. Dr. Stefan Weinzierl

## 2. Aufgabenblatt

Lösung in der Rechenübung am 28.11.2007

### 1. Aufgabe: Abtastung

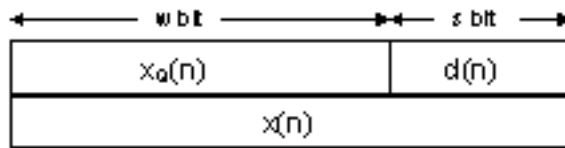
- a) Simulieren Sie mit Matlab zwei Cosinussignale der Länge 1 s mit den Frequenzen 1 kHz und 7 kHz. Tasten Sie die beiden Signale mit einer Abtastfrequenz von 8 kHz ab und vergleichen Sie die Abtastfolgen.
- b) Wiederholen Sie den Versuch für die Abtastfrequenzen 9 kHz und 44,1 kHz.
- c) Stellen Sie alle drei Signalpaare im Frequenzbereich dar mit  $0 \leq f \leq f_s$ . Diskutieren Sie die Ergebnisse.

### 2. Aufgabe: Quantisierung und Dither

- a) Erzeugen Sie ein Sinussignal mit  $f = 700$  Hz der Länge 1 s, tasten Sie es mit einer Abtastrate  $f_s = 44,1$  kHz ab, und quantisieren Sie es mit einer Wortbreite von 3 bit. Sorgen Sie dafür, dass die in der Audiosignalverarbeitung übliche midtread-Quantisierungskennlinie angewandt wird.
- b) Lassen Sie sich die Anzahl der Quantisierungsstufen und die Größe eines Quantisierungsintervalls ausgeben.
- c) Plotten Sie das Originalsignal und das quantisierte Signal im Zeit- und Frequenzbereich.
- d) Wie groß ist der maximale Quantisierungsfehler? Plotten Sie den Zeitverlauf und die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (siehe Aufgabenblatt 1). Begründen Sie das Ergebnis.
- e) Addieren Sie zum Originalsignal ein gleichverteiltes Dithersignal mit der Amplitude  $-0,5$  LSB bis  $0,5$  LSB und führen Sie die Schritte a) bis d) erneut aus. Vergleichen Sie die Ergebnisse und geben Sie die Signale über Ihre Soundkarte aus.

### 3. Aufgabe: Erwartungswert nach Requantisierung

Ein 20-bit-Sinussignal  $x(n)$  mit der Dauer 1 s wird mit  $w = 16$  bit requantisiert. Vor der Requantisierung wird ihm ein gleichverteiltes Dithersignal mit der Amplitude  $-0,5$  LSB bis  $0,5$  LSB beigemischt. Das Dithersignal wird mit  $s = 8$  bit quantisiert.



- Stellen Sie mit Hilfe von Matlab den Erwartungswert des requantisierten Ausgangssignals über der Eingangsamplitude innerhalb eines Quantisierungsintervalls dar. Skalieren Sie dazu das 20-bit-Signal auf die Amplitude eines Quantisierungsintervalls und addieren Sie das quantisierte Dithersignal dazu. Die Berechnungsvorschrift des Erwartungswerts findet sich im Abschnitt „Dither-Techniken“ bei Zölzer (2005).<sup>1</sup>
- Wiederholen Sie dies für die Dither-Aussteuerungen  $[-0,25 \ 0,25]$  LSB und  $[-0,6 \ 0,6]$  LSB sowie für eine Requantisierung ohne Dither.
- Wie interpretieren Sie die Ergebnisse?

Matlab-Funktionen: `stem`, `fft`, `plot`, `quant`, `max`, `rand`, `sound`, `hist`, `for`  
 Auf der Webseite zur Übung finden sie die nicht in Matlab bzw. der Signal-Processing-Toolbox enthaltene Funktionen `quant`. Kopieren Sie diese in Ihr Matlab-Work-Verzeichnis. Erläuterung zu den Funktionen erhalten Sie dann via `>> help funktionsname`.

---

<sup>1</sup> Zölzer U (2005) Digitale Audiosignalverarbeitung. 3. Auflage, Teubner, Stuttgart. Dieses Buch finden Sie online auf der Webseite zu dieser Lehrveranstaltung.