

**1. Aufgabe** *Fractional*

Vervollständigen Sie folgende Tabelle.

Wortlänge $B$	allgemein	8 Bits	16 Bits
kleinste positive Zahl (LSB)	$2^{-(B-1)}$	0,0078125	0,000030517578125
größte positive Zahl (1-LSB)	$1 - 2^{-(B-1)}$	0,9921875	0,999969482421875
betragsmäßig kleinste negative Zahl	$0 - 2^{-(B-1)}$	-0,0078125	-0,000030517578125
Dynamik	$(1 / (2^{-(B-1)})) - 1$	127	32767
Präzision	$2^{-B}$	0,00390625	0,0000152587890625

Tabelle 1: Fractional-Format.

**2. Aufgabe** *Quantisierung von Fractional mit Runden*

Vervollständigen Sie folgende Tabelle.

$x$	$x_Q$ binär	$x_Q$ dezimal	$x_Q$ hexadezimal
0.996	0111 1111	0.9921875	7Fh
0	0000 0000	0	00h
0.125	0001 0000	0,125	10h
-0.125	1111 0000	-0,125	F0h
0.004	0000 0001	0,0078125	01h
-1	1000 0000	-1	80h

Tabelle 2: Quantisierung im Fractional-Format mit  $B = 8$  Bits.

### 3. Aufgabe Zahlendarstellung IEEE 754-1985

Geben sie Dynamik und Präzision einer Gleitkommazahl nach IEEE 754-1985 theoretisch (als Formel) und konkret für *double* und *single precision* an.

(Unter der Präzision versteht man in diesem Fall den aussteuerungsunabhängigen Quantisierungsfehler beim Runden aufgrund der Wortlängenbeschränkung der Mantisse.)

Bestimmen Sie die MATLAB Variablen "eps", "realmax" und "realmin" und machen Sie sich ihre Bedeutung klar.

### 4. Aufgabe Quantisierungskennlinien

Machen Sie sich mit der Funktion *quant2c.m* vertraut. Nehmen Sie die Quantisierungskennlinien zur Zweierkomplementdarstellung mit  $B = 3$  Bit für Abschneiden bzw. Runden auf. Stellen Sie auch die Quantisierungsfehler dar. Vervollständigen Sie dazu das Programmgerüst *scd1\_4\_start.m*.

### 5. Aufgabe Quantisierung eines Sinussignals

Quantisieren Sie ein Sinussignal mit der Amplitude 1 mit den Quantisierungskennlinien aus der vorletzten Aufgabe für die Wortlänge von 4 Bits. Stellen Sie das Signal vor und nach der Quantisierung und den zugehörigen Quantisierungsfehler dar. (Erstellen sie auf dazu auf Basis von *scd1\_4\_start.m* ein neues Matlab Skript).

### 6. Aufgabe SNR-Messungen

an linearen Signalen, Sinussignalen und realen Sprachsignalen. Verwenden Sie hierfür das Programmgerüst *scd1\_6\_start.m*.

- Messen Sie das Signal-Quantisierungsrausch-Verhältnis SNR für ein lineares Signal (gleichverteilt im Aussteuerbereich), ein sinusförmiges Signal und für das Sprachsignal "dsplab\_speech.wav" in Abhängigkeit der Wortlänge (2 bis 16 Bits). Stellen Sie die Ergebnisse in dB in einem Bild dar. Vergleichen Sie die Ergebnisse des linearen Signals mit der Abschätzung  $\text{SNR}_{dB} \approx B \cdot 6\text{dB}$ .
- Um wieviel ist das SNR beim sinusförmigen Signal besser als beim linearen Signal?
- Um wieviel ist das SNR beim Sprachsignal schlechter als beim linearen Signal?
- Verringern Sie die Amplitude der drei Signalformen um den Faktor 2 und wiederholen Sie die Messung. Um wieviel sinkt das SNR jeweils?
- Stellen Sie beim Sinussignal (Sprachsignal) die Amplitude 1.02 ein (Übersteuerung) und wiederholen Sie die Messung. Um wieviel sinkt das SNR gegenüber Vollaussteuerung (in Abhängigkeit der Wortlänge)?

### 7. Aufgabe Hörtests

mit Sprachsignalen bei unterschiedlicher Auflösung des abgetasteten Signals.

- Untersuchen Sie den Einfluss der Quantisierung auf Audiosignale durch "Hörtests" (z.B. mit dem Sprachbeispiel "dsplab\_speech.wav"). Verwenden Sie dazu das Programm *scd1\_7.m*. Bis zu welcher Mindestwortlänge ist das Sprachsignal noch verständlich?
- In der Grundeinstellung des Programms ist das Signal so skaliert, dass keine Übersteuerung auftritt. Übersteuern Sie das Signal und wiederholen sie die Hörtests. Was stellen sie bei extrem starker Übersteuerung fest?