

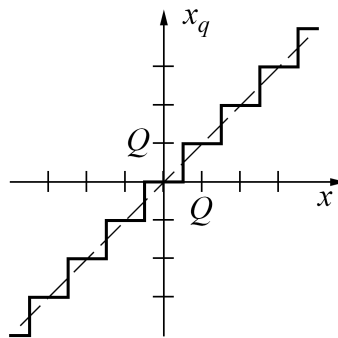
Kommunikationstechnik II – Wintersemester 07/08

Prof. Dr. Stefan Weinzierl

Probeklausur

1. Quantisierung und Dither (14 P)

Gegeben sei ein A/D-Wandler mit linearer Quantisierungskennlinie und der Stufenbreite Q :



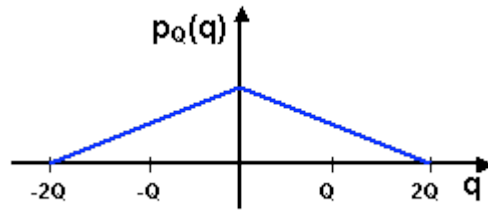
Zur Festlegung der erforderlichen Wortlänge z.B. eines PCM-Sprachübertragungssystems mit dieser Quantisierung gelte für die Quantisierungsrauschleistung

$$W_Q = E\{q^2[n]\} = \frac{Q^2}{12}$$

- 1.1 Wie ist unter dieser Voraussetzung die Wortbreite w zu wählen, damit für ein Sinussignal bei Vollaussteuerung ein Signal-Rauschabstand von $\text{SNR} > 45 \text{ dB}$ erreicht wird?

Bestimmen Sie zunächst die Leistung eines vollausgesteuerten Sinussignals in Abhängigkeit von der Wortbreite w und der Stufenbreite Q , geben Sie einen Ausdruck für den resultierenden SNR an und bestimmen Sie w so, dass der geforderte SNR erreicht wird.

- 1.2 Welcher Signal-Rauschabstand ergibt sich für $w = 5$?
- 1.3 Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit sich ein Quantisierungsfehler als Rauschsignal (wie in 1.1) modellieren lässt ?
- 1.4 Was ist ein Dither-Signal ? Wie wirkt es sich auf das Leistungsdichtespektrum (LDS) des Quantisierungsfehlers aus ?
- 1.5 Gegeben sei ein Dither-Signal mit folgender Amplitudendichteverteilung (ADV)



Skalieren Sie die Verteilungsdichte (y-Achse) so, dass die Normierung für die ADV

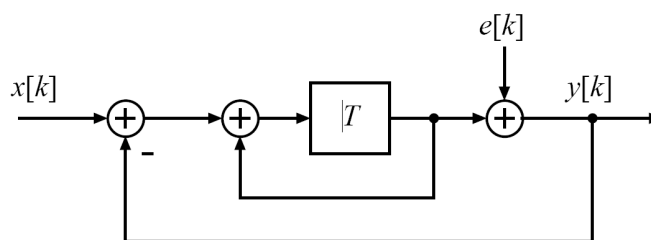
$$\int_{-\infty}^{\infty} p_Q(q) dq = 1$$

erfüllt ist.

- 1.6 Berechnen Sie die Leistung des Dithersignals als Varianz der Rauschamplitude q . Geben sie hierfür einen abschnittswisen Verlauf von $p_Q(q)$ an und berechnen Sie den quadratischen Mittelwert $E\{q^2\}$
- 1.7 Bestimmen Sie den Signal-Rauschabstand zu einem vollausgesteuerten Sinussignal in Anwesenheit des Dither-Signals.
- 1.8 Welchen Vorzug hat dreieckverteilter Dither wie in 1.5 gegenüber rechteckverteiltem Dither ?

2. Delta-Sigma-Modulation (7 P)

Gegeben sei ein Delta-Sigma-A/D-Wandler mit folgendem zeitdiskreten Ersatzschaltbild:



- 2.1 Bestimmen Sie die Differenzgleichung des Systems
- 2.2 Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion des Nutzsignals

$$H_{STF}(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$$

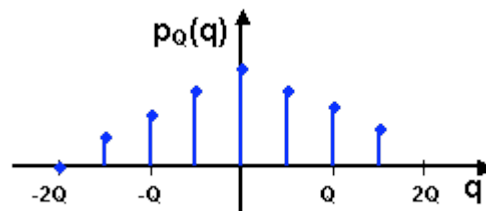
und die des Quantisierungsfehlers

$$H_{NTF}(z) = \frac{Y(z)}{E(z)}$$

- 2.3 Skizzieren Sie den Betragsfrequenzgang $|H_e(j\Omega)|$ mit den Werten für $\Omega = 0$, $\Omega = \pi$ und $\Omega = 2\pi$. Um welche Art von Filter handelt es sich?

3. Kodierung (11P)

Bei einer digitalen Requantisierung von 18 bit auf 16 bit werde das dreiecksverteilte Dithersignal aus Aufgabe 1.5 als digitale Zufallszahlenfolge mit einer Wortbreite von 3 bit und folgender diskreten WDF erzeugt:



- 3.1 Skalieren Sie die Auftretenshäufigkeit p_Q der 8 Amplitudenstufen auf der y-Achse so, dass die Normierung für die WDV

$$\sum_i p_i = 1$$

erfüllt ist.

- 3.2 Weisen Sie durch Beschriften der Abszisse den 8 Amplitudenstufen einen Quellcode in 2er-Komplement-Darstellung mit 3 bit Wortbreite zu.
- 3.3 Skizzieren Sie für die Amplitudenfolge $[-Q ; 0 ; Q]$ in 2er-Komplement-Darstellung den elektrischen Signalverlauf für eine NRZI-Kanalkodierung.
- 3.4 Wie groß ist die Entropie der Quelle? Wie groß ist die Koderedundanz des gleichmäßigen 3 bit-Quellcodes? [Merke: $\log_2(x) = \log_{10}(x) / \log_{10}(2)$]
- 3.5 Konstruieren Sie eine Huffman-Kodetabelle für diesen Quellcode und berechnen Sie die Koderedundanz für diesen Fall.
- 3.6 Um welchen Kompressionsfaktor lässt sich die Bitrate des Tri-Dither durch Huffman-Kodierung reduzieren ?