

### 3. Aufgabenblatt

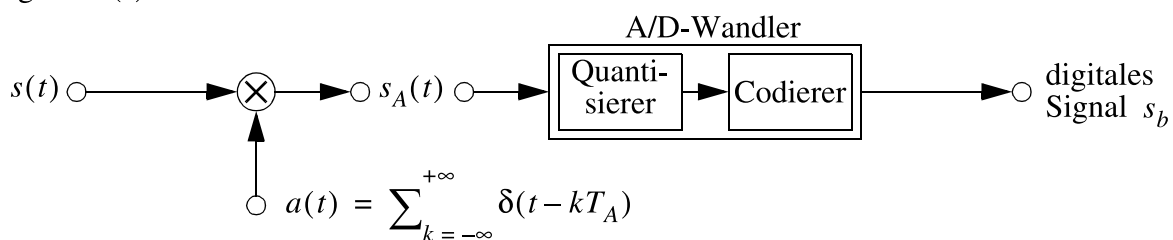
zur Vorlesung

## Nachrichtentechnik für Nichtvertiefer

**Stichworte:** Analog-Digital-Wandlung, PCM

#### 1. Aufgabe

Gegeben ist die dargestellte Prinzipschaltung zur Analog-Digital-Wandlung eines bandbegrenzten Signals  $s(t)$ .



Der Quantisierer hat  $M$  Amplitudenintervalle und einen Eingangsbereich von  $\pm \hat{s}$  mit  $\hat{s} = 5V$ . Ferner gilt für die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion  $f(s)$  des Signals  $s(t)$ :

$$f(s) = k \cdot e^{-|s|/s_0} \quad \text{mit } s_0 = 0,5V.$$

- a) Ermitteln Sie die Konstante  $k$  in  $f(s)$ !
- b) Berechnen Sie  $M$  so, dass für die Differenz zwischen zwei Quantisierungsstufen gilt:  
 $\Delta s \leq 40mV$
- c) Berechnen Sie die Mindestanzahl  $N$  der zur Codierung benötigten Bits und die Differenz der damit tatsächlich darstellbaren Quantisierungsstufen!
- d) Wie groß ist die Leistung  $P_s$  des Signals  $s(t)$ ?
- e) Wie groß ist die Leistung  $P_e$  des Quantisierungsrauschens, wenn der Quantisierungsfehler als gleichverteilt angenommen wird?
- f) Berechnen Sie den Signalstörabstand  $P_s/P_e$  in dezibel (dB)!

Das Signal  $s_b$  soll nun über einen Kanal der Bandbreite  $B_K$  übertragen werden.

- g) Bestimmen Sie die erforderliche Mindestbandbreite des Kanals!

## 2. Aufgabe

Ein Signal  $s(t)$  mit der Verteilungsdichtefunktion

$$f(s) = \text{rect}\left(s - \frac{1}{2}\right)$$

werde mit 8 bit PCM codiert übertragen. Der A/D-Wandler mit linearer Quantisierungskennlinie und einer Quantisierungsstufenbreite  $\Delta s$  ist auf den Amplitudenbereich 0 bis 1 begrenzt.

- a) Bestimmen Sie die Nutzsignalleistung  $P_s$  und die Leistung  $P_\epsilon$  des Quantisierungsrauschens, wenn vorausgesetzt werden darf, dass der Quantisierungsfehler gleichverteilt ist!

Der A/D-Wandler codiere gemäß Dualzahlinterpretation der Quantisierungsstufen nach folgender Tabelle:

Quantisierungsstufe	Binärzahl
0	00000000
1	00000001
2	00000010
3	00000011
⋮	⋮
254	11111110
255	11111111

↑  
niedrigwertigstes Bit

Durch eine Störung wird die niedrigwertigste Binärstelle ständig als binär „1“ übertragen.

- b) Wie groß ist der durch diese Störung verursachte maximale quadratische Amplitudenfehler eines Abtastwertes?
- c) Berechnen Sie die gesamte Störleistung  $P_N$  am Ausgang des PCM-Systems, wenn angenommen werden darf, dass der durch die Störung bedingte Fehler unabhängig vom Quantisierungsfehler ist!
- d) Geben Sie das Signalstörverhältnis  $P_s/P_N$  des PCM-Systems in dB an!
- e) Würde ein störungsfreies 7 bit PCM-System ein besseres Signalstörverhältnis liefern? (Rechnung!)

**Bemerkung:** Variablen ohne Einheitsangabe seien als normiert angenommen!