

# Übungsblatt 2

## Übungsgruppe Metcalfe

Daniel Schubert  
Anton Lydike

Donnerstag 07.11.2019

### Aufgabe 1)

\_\_\_ /1p.

1

- a) Nein.
- b) Nein.
- c) Nein.

### Aufgabe 2)

\_\_\_ /1p.

1

- a)
  - Das Nyquist-Shannon-Abtasttheorem schreibt  $f_A = 2 \times 14\text{kHz} = 28\text{kHz}$  vor.
  - Es tritt der Alias-Effekt auf. Damit können nur Informationen bis 7kHz vollständig rekonstruiert werden. Ein Signal mit einer Frequenz von 14kHz wird z.B. als konstanter Wert gemessen und kann nicht vernünftig rekonstruiert werden.
  - Es sind insgesamt 8 Bit zur Amplitudendiskretisierung verfügbar, dies ermöglicht theoretisch die Darstellung von  $2^8 = 256$  Zuständen. Da es jedoch ein Vorzeichen-Bit gibt, haben wir die Werte  $-0$  und  $0$ , welche identisch behandelt werden. Somit erhalten wir effektiv 255 Zustände.
- b)
  - Die Coderate des (7,4)-Hamming-Codes beträgt  $\frac{4}{7} \approx 0.57$
  - $0011 \ 1111 \xrightarrow{(7,4)\text{-H}} 0011\textcolor{red}{0}\textcolor{blue}{1} \ 1111\textcolor{red}{0}\textcolor{blue}{0}\textcolor{green}{0}$ 
    - $p_1 = u_1 \oplus u_2 \oplus u_3$
    - $p_2 = u_2 \oplus u_3 \oplus u_4$
    - $p_3 = u_1 \oplus u_2 \oplus u_4$
  - Erkennt werden alle ein- und zwei-Bit Fehler. Korrigiert werden können nur ein-Bit Fehler.

### Aufgabe 3)

\_\_\_ /1p.

1

- a)
  - Nein
  - Ja
  - Nein, Frequenz wäre  $\frac{1}{2T}$
- b) Die *Bandbreite* des Übertragungskanales ist definiert als der vorgegebene Frequenzbereich
- c) *AWGN* wird modelliert mit  $r(t) = s(t) + n(t)$ . Es soll das Thermische Rauschen in elektronischen Bauteilen repräsentieren. Die einzelnen Terme sind folgendermaßen definiert:
  - $r(t)$  Das **empfangene** Signal
  - $s(t)$  Das **gesendete** Signal

$n(t)$  Sogenannte „Gaussian White Noise“, also ein **gaußverteiltes, allfrequentes** Rauschen. Dieser Term wird einfach auf das gesendete Signal addiert, wie der Name suggeriert.

d) *Ausbreitungsverzögerung (Propagation Delay)*  $t_p$  wird definiert als:

$$t_p := \frac{d}{v \cdot c} = \frac{\text{Leitungslänge in m}}{\text{Signalgeschwindigkeit in } \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Damit ist die physikalisch vorgeschriebene Verzögerung die zwischen dem Senden und dem Empfangen des Signales verstreicht gemeint, da die Signalgeschwindigkeit grundsätzlich auf Lichtgeschwindigkeit begrenzt ist.

e) Das *Nyquist-Shannon-Abtasttheorem* besagt, dass die Abtastfrequenz  $f_A$  mindestens doppelt so hoch sein muss, wie die höchste im Signal vorkommende Frequenz  $f_{max}$  um die verlustfreie rekonstruktion aus dem zeitdiskreten Signal zu garantieren ( $f_A \geq 2f_{max}$ ).

Falls dies nicht gegeben ist, treten Artefakte auf (der sog. Alias-Effekt).

**Gesamtpunkte:**

\_\_\_ /3p.