

# 1 Theorie, notwendiges Vorwissen

Vorlesungsstoff: NT I/Buch: Kap. 2; insbesondere Abschnitt 2.3: Binäre Übertragung

## 2 Was ist zu sehen?

Für eine bipolare Übertragung sind die Signale  $y(t)$  am Ausgang des Matched Filters (MF) im Empfänger zu sehen. Zwei Elementarsignale können dabei alternativ verwendet werden:

$$\begin{aligned} \text{a) } e(t) &= \text{rect}\left(\frac{t}{T_s}\right) \\ \text{b) } e(t) &= \sum_{i=1}^7 c(i) \text{rect}\left(\frac{t - iT}{T}\right); \quad T = \frac{T_s}{7}, \quad c(i) \in \{-1, 1\} \end{aligned}$$

Die Folge der 7 Gewichtungsfaktoren  $c(i)$  beim zweiten Elementarsignal heißt *Barker-Code* (der Länge 7). Die AKF dieses Elementarsignals besitzt – wenn man von den *Nebenwerten* -1 absieht – eine Breite, die dem 2-fachen der Breite eines kurzen rect-Impulses entspricht ( $2T$ ). Die zu sendenden Binärsymbole werden durch einen Zufallsgenerator erzeugt, wobei aber nur Blöcke von 5 Bit mit Nullen dazwischen gesendet werden. Das Sendesignal  $s(t)$  besteht somit aus Blöcken von jeweils 5 mit +1 oder -1 gewichteten Elementarsignalen. Zwischen zwei Blöcken wird ein Nullsignal gesendet.

Die Darstellung von  $y(t)$  ist auf die sendeseitig verwendete Periode synchronisiert, womit sich – nach Drücken der Taste “Auge ein” – 5 Augen ergeben, von denen aber nur die 3 mittleren den Verlauf wiedergeben, der sich bei einer kontinuierlichen Übertragung einstellen würde.

Des weiteren ist es möglich, das Modell der Übertragung als Blockbild sichtbar zu machen, zusammen mit dem Sendesignal  $s(t)$  und dem MF-Ausgangssignal  $y(t)$ . Mit einer weiteren Einzel-Demo kann das Auge für ein Elementarsignal gezeigt werden, welches das 1. Nyquistkriterium nicht erfüllt. Es wurde in der Vorlesung als Beispiel verwendet.

Über die Demoplayer-Taste “Rauschen” kann zum Sendesignal Rauschen addiert werden. Das SNR kann dabei mit der Taste “SNR | Eb/N0” eingestellt werden (linke Maustaste SNR größer, rechte kleiner). Wenn Rauschen vorhanden ist, werden automatisch evtl. vorkommende Bitfehler gezählt und die resultierenden Bitfehlerhäufigkeiten werden unten angezeigt.

## 3 Was soll gezeigt werden?

Diese Demo soll das Thema *Augenmuster* veranschaulichen, das in Simulationen und Messungen gern genutzt wird, um zu sehen, ob das erste Nyquist-Kriterium erfüllt ist oder nicht. Intersymbol-Interferenz kann man einfach erkennen. Darüber hinaus kann ebenfalls verdeutlicht werden, dass gaußsches Rauschen in der kumulativen Einstellung (“Auge ein”) immer dazu führt, dass ein zuvor offenes Auge sich durch das Rauschen schließt. Nach genügend langer Zeit ergeben sich immer Rausch-Werte, die zu Abtastwerten (in der Augenmitte) führen, die auf der “falschen” Seite liegen. Das bedeutet, dass bei gaußschem Rauschen die Fehlerwahrscheinlichkeit generell nie exakt Null sein kann.