

Aufgabe 4.1

Ein Sprachsignal mit einer Grenzfrequenz von $f_g = 4$ kHz soll mit Hilfe von PCM über einen AWGR-Kanal übertragen werden. Für die Quantisierung der Abtastwerte gelte: $n = 8$ bit, linear.

- Skizzieren Sie ein Modell der Übertragung, in dem das digitale Übertragungsverfahren als Block vorkommt.
- Welche Übertragungsrate $r_{\ddot{u}}$ in bit/s muss das digitale Übertragungsverfahren bereitstellen?

Als digitales Übertragungsverfahren werde nun 4 DPSK, Raised-Cosine mit $\alpha = \frac{1}{2}$ und Gray-Codierung vorausgesetzt.

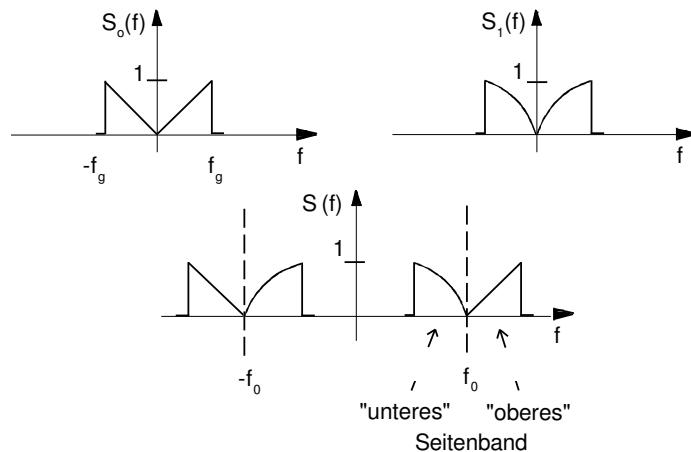
- Welche Mindestbandbreite f_{Δ} auf dem Übertragungskanal ist notwendig, wenn ein Elementarsignal ohne in der Form verändert zu werden (bei AWGR = 0) übertragen werden soll?
- Berechnen Sie den Bandbreitendehnfaktor $\beta = \frac{f_{\Delta}}{f_g}$.
- Skizzieren Sie den Zusammenhang zwischen dem Signal-/Rauschleistungsverhältnis $SNR_k = \frac{S_k}{2f_{\Delta}N_0}$ am Ausgang des Empfangs-BP (Empfängereingang) und dem Signal-/Störleistungsverhältnis SNR_q am Empfängerenausgang, das für das empfangene Sprachsignal gilt. Erklären Sie qualitativ den Unterschied zwischen SNR_k und SNR_q .

Aufgabe 4.2

Zwei analoge Sprachsignale (Tiefpass-Signale) $s_0(t)$ und $s_1(t)$ mit der Grenzfrequenz f_g sollen gleichzeitig über einen idealen BP-Übertragungskanal mit der Mittenfrequenz $f_0 \gg f_g$ übertragen werden.

Ausgenutzt werden soll zunächst die Eigenschaft der BP-TP-Transformation, dass zwei voneinander unabhängige reellwertige Signale als Real- und Imaginärteil („Quadraturkomponenten“) eines äquivalenten Tiefpass-Signals auftreten können.

- Skizzieren Sie zwei Modelle der Übertragung, eines mit reellwertigen und eines mit komplexwertigen Signalpfaden.
- Die empfangsseitig zur BP-TP-Transformation verwendete komplexe Exponentialfunktion sei gegenüber der auf der Senderseite verwendeten zum Zeitpunkt $t = 0$ um 90° phasenverschoben. Berechnen Sie die auf der Empfangsseite auftretenden Quadraturkomponenten und deren Zusammenhang mit den beiden Sprachsignalen $s_0(t)$ und $s_1(t)$. Beschreiben Sie qualitativ die Effekte bei beliebigen Phasenverschiebungen. Wie wirkt sich ein kleiner Frequenzoffset $\Delta f \ll f_0$ zwischen Sende- und Empfangsseite aus?



Zu Aufgabe 4.2: Spektren von Musterfunktionen

Die beiden Sprachsignale $s_0(t)$ und $s_1(t)$ werden nun mit Hilfe der analytischen Signale $s_{0+}(t)$ und $s_{1-}(t)$ zu einem anderen äquivalenten TP-Signal $s_T(t)$ zusammengefasst und als BP-Signal $s(t)$ übertragen. Zur Veranschaulichung dient obige Abbildung. Gezeigt sind Spektren von Musterfunktionen.

- c) Beschreiben Sie die Bildung des BP-Signals $s(t)$ aus den Signalen $s_0(t)$ und $s_1(t)$ durch ein Modellbild. Verwenden Sie reellwertige Signale und ein LTI-System mit der Stoßantwort $\frac{1}{\pi t}$ als Hilbert-Transformator.

Aufgabe 4.3

Beim Mittelwellen-Rundfunk (MW) wird das Frequenzband

$$535 \text{ kHz} \leq f_0 \leq 1605 \text{ kHz}$$

genutzt. Das Übertragungsverfahren ist ZSB-AM mit Träger und für die „Kanalbandbreite“ gilt $f_\Delta = 9 \text{ kHz}$. In dieser Aufgabe soll ein nicht-kohärenter, suboptimaler Hüllkurvenempfänger in der Überlagerungs-Version näher betrachtet werden.

- Skizzieren Sie das Blockbild des Empfängers.
- Welche Bandbreiten $f_{\Delta 0}$ und f_Δ sind für den Eingangs-BP und den ZF-BP vernünftig?
- Geben Sie den Zusammenhang zwischen der Mittenfrequenz f_0 eines Senders, der variablen Frequenz f_M und der Zwischenfrequenz f_{ZF} in allgemeiner Form an.

- d) Zeigen Sie, dass der Überlagerungs-Empfänger ohne den Eingangs-BP im allgemeinen Fall neben dem gewünschten Sender mit der Mittenfrequenz f_0 gleichzeitig einen zweiten mit der Mittenfrequenz f_{0S} („Spiegelfrequenz“) empfängt.
- e) Wie groß muss f_{ZF} mindestens sein, damit die Spiegelfrequenz f_{OS} außerhalb des MW-Bereichs liegt? Welche Zwischenfrequenz ergibt sich unter den gleichen Bedingungen für den UKW-Rundfunk (88 MHz bis 108 MHz)?
- f) In welchem Bereich muss der im Empfänger verwendete Oszillator in seiner Frequenz f_M variiert werden können (f_{ZF} aus e)?
- g) Welche Grenzfrequenz f_g darf das zu übertragende Quellensignal $q(t)$ maximal haben?