

2. Übung: Bitübertragungsschicht

1. Nyquist/ Shannon-Theorem

- a. Über einen digitalen Übertragungskanal soll eine Datenrate von 9600 bit/s übertragen werden.

Wie groß sind Schrittgeschwindigkeit und minimale Bandbreite des (rauschfreien) Übertragungskanals, wenn pro Signalschritt 4 bit codiert werden können?

Auf welchen Wert erhöht sich die minimal erforderliche Bandbreite bei einem Signal-Rausch-Verhältnis auf dem Übertragungskanal von $\text{SNR} = 15$?

- b. Wie hoch ist die maximal zu erreichende Datenrate, wenn ein binäres Signal über einen 3-kHz Kanal mit einem Signal-Rausch Abstand von 20 dB übertragen wird?

2. Multiplex

- a. Erklären sie die Bedeutung von Multiplexing und nennen Sie die verschiedenen Arten. Geben Sie jeweils ein praktisches Beispiel pro Multiplex-Art an!
- b. Die Kanalbandbreite eines analogen Übertragungskanals beträgt 4 kHz. Wie viele Trägerfrequenzen könnten durch einen xDSL-Zugang im Frequenzmultiplex angeboten werden, wenn ein Frequenzband von 138 - 1103,6875 KHz nutzbar ist und zwischen den Kanälen ein Sicherheitsabstand von 312,5 Hz einzuhalten ist?

Welche Gesamtdatenrate wäre für den Downstream-Bereich möglich, wenn dieser 192 Kanäle umfassen würde und mit 32 QAM moduliert würde (32-stufiges Signal)?

- c. In UMTS wird das Codemultiplexing für den gemeinsamen Zugriff auf das Medium verwendet. Angenommen folgende Chip-Sequenzen (orthogonale Codes) seien gegeben:

A: (-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1), B: (-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1),
C: (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1), D: (-1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1) .

1. Die einzelnen Stationen wollen folgende Bits senden: A: 1, B: 0, C: 0, D: -

Wie lautet die übertragene Sequenz?

2. Angenommen eine Station empfängt die Sequenz: (-1 -3 -1 +1 +3 -1 +1 +1) .

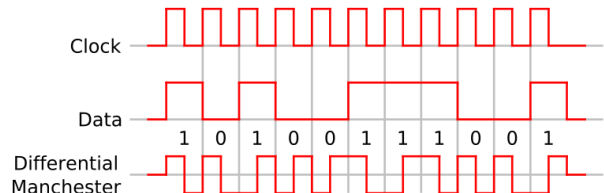
Von welchen Stationen hat sie welche Daten empfangen?

3. Leitungscodierung

3.1. Manchestercodierung

- a. Geben Sie die Bitfolge "1010010011100011" nach der Manchestercodierung an! Was können Sie über das Verhältnis von Signal- und Übertragungsrate sagen?

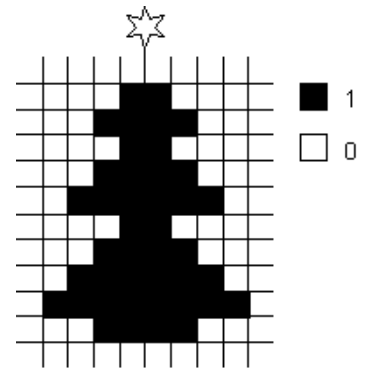
- b. Welchen Vorteil der differentiellen Manchestercodierung sehen Sie?



3.2. 4B3T Codierung

- a. Codieren Sie das folgende 8x10 Bitmuster nach 4B3T(Skizze). Verwenden Sie dazu die gegebene Codetabelle.

Hinweis: Beginnen Sie mit der Codierung in der obersten Zeile, d.h. das erste zu codierende Byte hat die Form: 0001 1000!



4B3T-Codierungstabelle

- Gleichstromneutrale Codesymbole:

0001	0010	0100	0111	1011	1110
0 - +	+ - 0	- + 0	- 0 +	+ 0 -	0 + -

- Nicht gleichstromneutrale Codesymbole:

	alte Summe < 0	alte Summe ≥ 0
0000	+ 0 +	0 - 0
0011	0 0 +	- - 0
0101	0 + +	- 0 0
0110	- + +	- - +
1000	+ 0 0	0 - -
1001	+ - +	- - -
1010	+ + -	+ - -
1100	+ + +	- + -
1101	0 + 0	- 0 -
1111	+ + 0	0 0 -

- b. Welche Auswirkungen hat die ternäre Darstellung auf die Schrittgeschwindigkeit ?

4. Modulation

4.1

- a. Stellen Sie die Übertragung der Bitfolge "011010" dar mit Amplitudentastung, Frequenzastung und Phasentastung!

- b. Bewerten Sie die Trägerfrequenzverfahren hinsichtlich Realisierungsaufwand und Störsicherheit!
- c. Was sind die Unterschiede zwischen Basisband- und Breitbandübertragung? Welche Vorteile hat die Breitbandübertragung?

4.2 QAM

- a. Erstellen Sie die Übertragung von digitalen Daten mittels 8-QAM eine Konstellationsdiagramm, das die Codierung für die verschiedenen Werte aufweist (Achtung: nutzen Sie für das Diagramm als Träger zwei sinusförmige Signale derselben Frequenz, von denen eines das phasenverschobene (Kosinussignal) ist).
- b. Zeichnen Sie ein Amplituden-Zeit-Diagramm für die Übertragung folgenden Binärsignals: 101 001 010 111 100 011 110 000 auf der Basis Ihres Konstellationsdiagramms.

5. Pulscodemodulation

Ein analoges Audio-Signal soll mittels PCM digitalisiert und binär codiert werden. Zur Amplitudendiskretisierung dient eine lineare Quantisierungskennlinie mit 1023 Intervallen.

- a. Auf welche obere Grenzfrequenz ist das analoge Signal zu begrenzen, wenn zur Übertragung des digitalen Signals nur eine Kanalbandbreite von 60 kHz zur Verfügung steht? Ist in diesem Falle mit einer Qualitätseinbuße beim Empfänger zu rechnen, wenn das analoge Signal die Tonspur eines Videofilmes repräsentiert?
- b. Wie groß ist (näherungsweise) der maximale (absolute) Quantisierungsfehler, wenn die maximale Signalamplitude 5 V beträgt?
- c. Wie kann der relative (auf den Signalwert bezogene) Quantisierungsfehler reduziert werden?

6. Beispielnetze - Zellulare Mobilfunknetzwerke

- a. Nennen Sie die wesentlichen Komponenten der GSM-Architektur und beschreiben Sie deren Funktion!
- b. Durch so genanntes Clustering werden geographische Bereiche in zellularen Funknetzen in Funkzellen mit unterschiedlichen Frequenzbändern strukturiert. Bezeichnet D den Abstand zweier Basisstationen mit derselben Sendefrequenz, R den Zellradius und k die Clustergröße, gilt folg. Zusammenhang: $D = R \cdot \sqrt{3k}$

- c. Wie sieht ein Cluster aus, das für Zellen gleicher Frequenzen einen Abstand ermöglicht? $D = 6 \cdot R$
- d. Wie werden die Teilnehmerlokalisierung, die Aktualisierung des Aufenthaltsortes und das Roaming in GSM durchgeführt? Beschreiben Sie jeweils das Zusammenwirken der beteiligten Komponenten!
- e. Was sind die Hauptunterschiede von GSM und UMTS und wie werden die höheren Datenraten erzielt?