Datenkommunikation und Informationssysteme, Übung 1

Domenic Quirl 354437 | Julian Schakib 353889 | Daniel Schleiz 356092

Übungsgruppe 14

A1	A2	A3	A4	A5	Σ
/1	/3	/5	/1.5	/4.5	/ 15

Aufgabe 1

A1: / 1

Aufgabe 2

(a)

(b)

A2: / 3

Aufgabe 3

(a)

(b)

(c)

A3: / 5

Aufgabe 4

(a) Ja, die Übertragungsgeschwindigkeit kann kleiner als die Schrittgeschwindigkeit sein. Dies ist zum Beispiel dann sinnvoll, wenn die langsamere Übertragungsgeschwindigkeit daher stammt, dass durch Leitungscodes wünschenswerte Eigenschaften wie Selbsttaktung oder die Vermeidung von Gleichstrom erzielt werden, der Code dafür aber zusätzliche Schritte benötigt. Ein konkretes Beispiel hierfür wäre die Übertragung eines binären Signals (eigentlich Übertragungsgeschwindigkeit = Schrittgeschwindigkeit) mittels eines RZ-Codes. Dieser ist selbsttaktend, benötigt aber zwei Schritte für die Übertragung eines Bits. Insgesamt wird also nur die halbe Übertragungsgeschwindigkeit erreicht.

(b) Für den Datenaustausch müssen Sender und Empfänger synchronisiert sein. Deshalb muss ein Takt eingehalten werden, in dem in jedem Schritt ein Signal gesendet bzw. empfangen wird. Ein solches Signal kann zwar mehrwertig sein, also mehr als ein Bit codieren, jedoch sind die möglichen Signalwerte immer diskret, da sie ja eindeutig differenziert werden können müssen. Würde man unendlich viele Bits in einem solchen Signal codieren wollen, wären die diskreten Signalwerte unendlich nah beieinander und damit nicht mehr zu differenzieren.

(c) Die Schrittgeschwindigkeit kann deshalb nicht beliebig erhöht werden, weil auf einem gegebenen Trägermedium nur ein begrenztes Frequenzband genutzt werden kann, außerhalb dessen die Dämpfung durch das Medium eine Übertragung über eine gewisse Entfernung nicht mehr zulässt (Bandbreite).

A4: | /1.5 |

Aufgabe 5

(a)
- Kanal 1:
  - $B = 20kHz - 5kHz = 15kHz$
  - $S/N = 10^{3,1} \approx 1258,9$
  - $R_{ny} = 2 * B * ld(n) = 30.000 * ld(n)$, bei einem zweiwertigen Signal $R_{ny} = 30.000 Bit/s$
  - $R_{sh} = B * ld(1 + S/N) \approx 15.000 * ld(1 + 1258,9) \approx 154.486 Bit/s$
  - $R_{max} = min\{R_{ny}, R_{sh}\} \approx min\{30.000 * ld(n), 154.486\}$
- Kanal 2:
  - $B = 40kHz - 22kHz = 18kHz$
  - $S/N = 10^{2,5} \approx 316,23$
  - $R_{ny} = 2 * B * ld(n) = 36.000 * ld(n)$, bei einem zweiwertigen Signal $R_{ny} = 36.000 Bit/s$
  - $R_{sh} = B * ld(1 + S/N) \approx 18.000 * ld(1 + 316,23) \approx 149.569 Bit/s$
  - $R_{max} = min\{R_{ny}, R_{sh}\} \approx min\{36.000 * ld(n), 149.569\}$
- Kanal 3:
  - $B = 95kHz - 74kHz = 21kHz$
  - $S/N = 10^2 = 100$
  - $R_{ny} = 2 * B * ld(n) = 42.000 * ld(n)$, bei einem zweiwertigen Signal $R_{ny} = 42.000 Bit/s$
  - $R_{sh} = B * ld(1 + S/N) = 21.000 * ld(1 + 100) \approx 139.822 Bit/s$
  - $R_{max} = min\{R_{ny}, R_{sh}\} \approx min\{42.000 * ld(n), 139.822\}$

(b) Auf allen Kanälen liegt die durch 64-QAM theoretisch erreichbare Datenrate nach Nyquist oberhalb der maximalen Datenrate nach Shannon. Für Kanal 3 gilt dies zusätzlich auch für 16-QAM, da $42.000 * ld(16) = 168.000 > 139.822$. Kanal 3 kann also insgesamt maximal eine Datenrate von 139.822 Bit/s erreichen, mit 4-QAM sind es $42.000 * ld(4) = 84.000 Bit/s$. Kanal 2 kann hingegen 16-QAM in vollem Umfang nutzen, da $36.000 * ld(16) = 144.000 < 149.569$. Auf Kanal 2 kann also mittels 16-QAM eine Datenrate von 144.000 Bit/s erreicht werden. Kanal 1 erreicht aufgrund der geringeren Bandbreite nur $30.000 * ld(16) = 120.000 Bit/s$, was zwar ebenfalls unterhalb der 154.486 Bit/s nach Shannon liegt, aber langsamer ist als Kanal 2.
Die maximale Datenrate erzielt also Kanal 2 bei der Verwendung von 16-QAM. Sie liegt bei 144.000 Bit/s.

A5: | /4.5 |