

Fachprüfung

Nachrichtencodierung

6. August 2009

Prüfer: Prof. Dr. P. Pogatzki

Bearbeitungszeit: 2 Stunden

Hilfsmittel:

Taschenrechner, Vorlesungsscript, Übungsaufgaben

Name: _____ Vorname: _____

Matr.-Nr.:

--	--	--	--	--	--

Unterschrift: _____

Viel Erfolg!!!



Punkte								
Aufgabe	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	Summe
1.								
2.								
3.								
4.								
							Punkte gesamt	

Note:

ECTS:

1. Prüfer:

2. Prüfer:

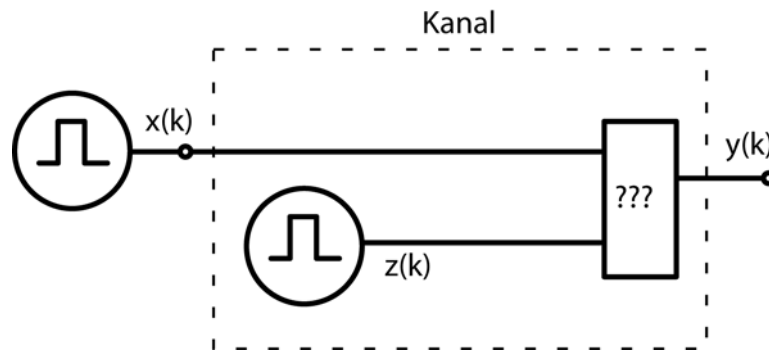
Eingesehen am:

Unterschrift:

Aufgabe 1 (26 Punkte)

Gegeben ist eine binäre, zeitdiskrete und gedächtnislose Quelle, die die Zeichen $x(k)$ generiert. Gegeben ist ferner ein gestörter binärer Kanal. Dessen Eingangsgröße sei X , die Ausgangsgröße sei Y . Die Störung kann mittels der Zufallsgröße Z beschrieben werden. Es gilt:

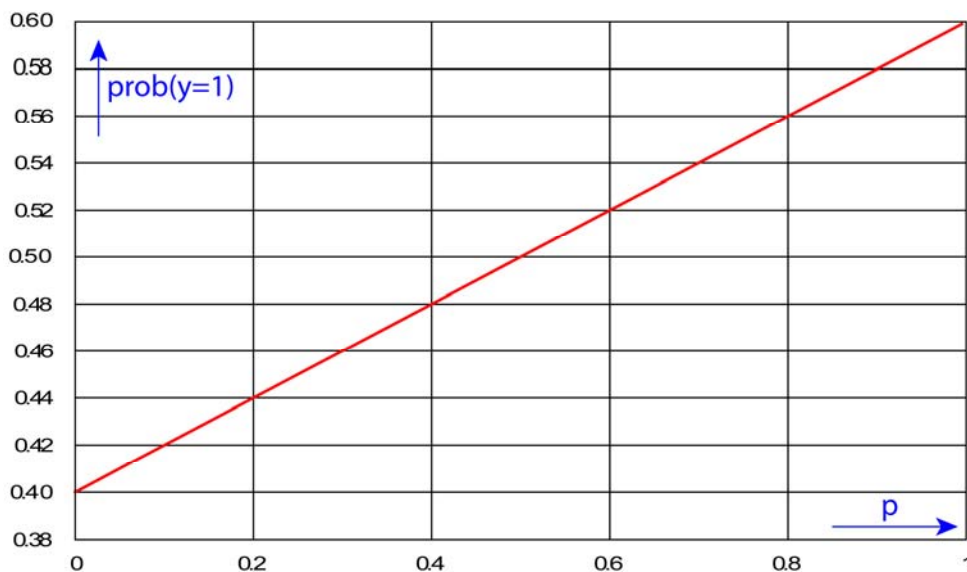
$$\text{prob}(x=1) = p \quad \text{prob}(z=1) = q$$



Es ist aufgrund der physikalischen Randbedingungen bekannt, daß der Kanal eine **logische** Operation von $x(k)$ mit $z(k)$ ausführt. Die Art der Verknüpfung sowie die Wahrscheinlichkeit q sind jedoch unbekannt.

Aufgabe 1.1 (8 Punkte)

Mit Hilfe eines einfachen Experimentes sollen sowohl die Art der Verknüpfung als auch der Parameter q bestimmt werden. Dazu wird die Statistik der Quelle X (Parameter p) gemäß Skizze variiert. Gemessen wird $\text{prob}(y=1)$.



Bestimmen Sie die Art der Verknüpfung (**Wertung nur mit richtiger Begründung**) und den Parameter q ! (Zur Auswahl stehen AND, OR und XOR).

Aufgabe 1.2 (6 Punkte)

Aufgrund einer weiteren Untersuchung wird nun die logische Verknüpfung des Kanals zu NAND bestimmt. Die in **UP1.1** bestimmte Wahrscheinlichkeit ist **weiter gültig** (Falls Sie **UP1.1 nicht lösen konnten**, so setzen Sie $q=0,6$)!

Geben Sie nun die Bedingten Wahrscheinlichkeiten $P(y|x)$ und $P(x|y)$ an! Die Quelle X hat die maximal mögliche Entropie.

Aufgabe 1.3 (6 Punkte)

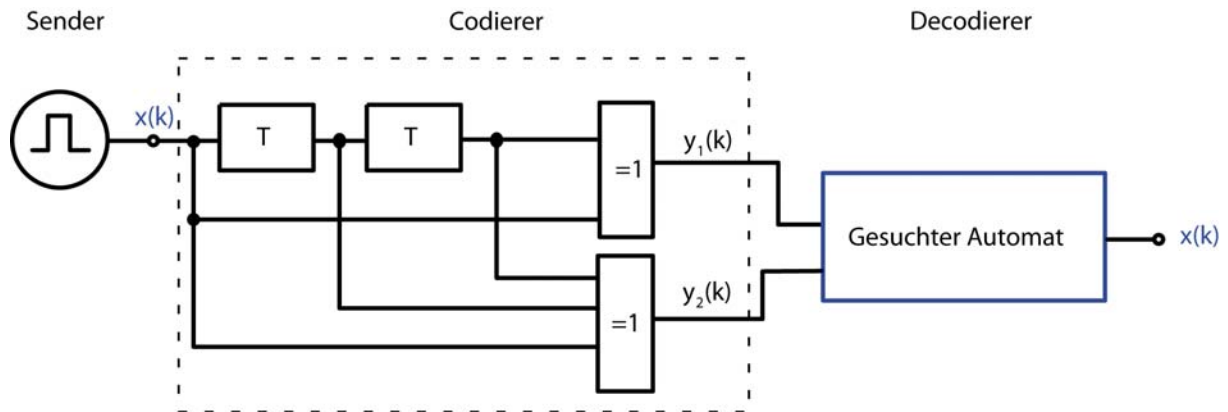
Berechnen Sie nun $H(Y|X)$ und $H(X|Y)$! Die in **UP1.1** bestimmte Wahrscheinlichkeit ist **weiter gültig** (Falls Sie **UP1.1 nicht lösen konnten**, so setzen Sie $q=0,6$)!

Aufgabe 1.4 (6 Punkte)

Berechnen Sie die Bitfehlerwahrscheinlichkeit P_e ! Wie hängt diese von der Statistik p der Quelle X ab? Kann P_e durch geeignete Wahl von p zu Null werden und ist dieses sinnvoll? (Wertung nur mit richtiger Begründung)

Aufgabe 2 (26 Punkte)

Gegeben ist eine binäre, zeitdiskrete und gedächtnislose Quelle, die die Zeichen $x(k)$ generiert. Diese Zeichen werden kanalcodiert und als Zeichenpaare $(y_1(k), y_2(k))$ übertragen. Der Systemtakt hat die Dauer T .



Das ursprüngliche Sendesignal $x(k)$ soll mittels eines Decodierers aus dem Empfangssignal $(y_1(k), y_2(k))$ fehlerfrei rekonstruiert werden.

Aufgabe 2.1 (8 Punkte)

Zeichnen Sie das zugehörige Zustandsfolgediagramm für den **Empfänger!**

Aufgabe 2.2 (4 Punkte)

Stellen Sie die Automatentafel auf!

Aufgabe 2.3 (3 Punkte)

Ermitteln Sie das Netzwerk für das Ausgangssignal und die Beschaltungen der Flip-Flops, wenn diese als D-FF realisiert werden. Skizze und Vereinfachung der Schaltung sind **NICHT** erforderlich!

Aufgabe 2.4 (2 Punkte)

Durch einen Fehler sind zu Beginn der Übertragung nicht alle **Speicher des Codierers** im Zustand „0“. Mit welcher geeigneten und möglichst kurzen Sequenz $x(k)$ kann der Codierer in den gewünschten Zustand versetzt werden?

Aufgabe 2.5 (3 Punkte)

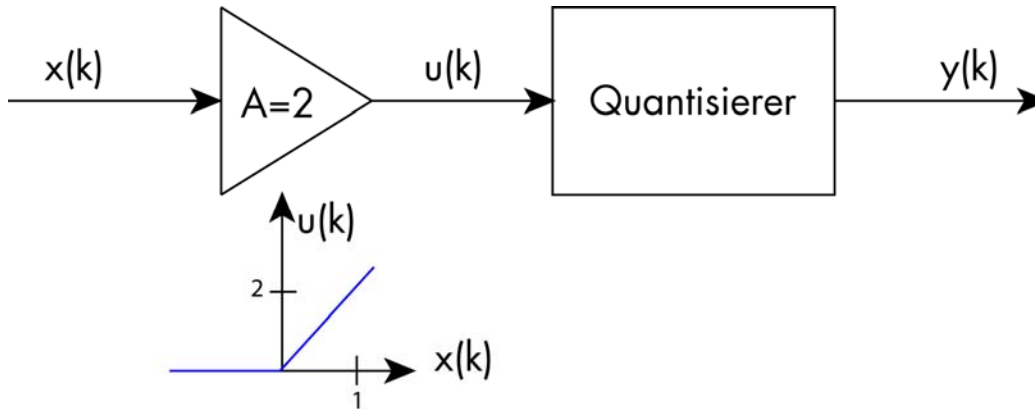
Kann mit einer (möglicherweise anderen) geeigneten Sequenz $x(k)$ auch der Empfänger für jede beliebige Initialisierung der Speicher zurückgesetzt werden (**Begründung**)? Wenn ja, wie lautet dann diese Sequenz?

Aufgabe 2.6 (6 Punkte)

Zeichnen Sie das Trellis-Diagramm des **Codierers** für $x(k)=(011010)$ unter Angabe der Ein- und Ausgaben!

Aufgabe 3 (28 Punkte)

Gegeben ist eine im Intervall $[-1,0 ; +1,0]$ gleichverteilte analoge Quelle X . Das Signal der Quelle soll für eine digitale Verarbeitung quantisiert werden. Zur besseren Aussteuerung des Quantisierers wird das Signal X zunächst um den Faktor 2 verstärkt.



Der verwendete Verstärker ist jedoch defekt und zeigt die in der Skizze dargestellte Kennlinie.

Aufgabe 3.1 (8 Punkte)

Berechnen und skizzieren Sie die PDF des Signals $u(k)$ unter **Angabe charakteristischer** Werte.

Aufgabe 3.2 (6 Punkte)

Aufgrund von Messungen wird der Defekt des Verstärkers bemerkt. Da der Verstärker nicht ausgetauscht werden kann, wird die Kennlinie des Quantisierers den neuen Randbedingungen entsprechend angepaßt. Es stehen 2 Bit zur Übertragung zur Verfügung. Es sollen **alle** Signalkomponenten von $u(k)$ erfaßt werden. Alle Intervalle sollen die gleiche Wahrscheinlichkeit haben. Ist dieses möglich? (**Begründung**)

Wäre in diesem Fall die Verwendung eines Huffman-Codes sinnvoll? (**Begründung**)

Aufgabe 3.3 (4 Punkte)

Alternativ zu UP3.2 werden nun gleichbreite Intervalle gewählt. Berechnen Sie deren Wahrscheinlichkeiten (**alle** Signalkomponenten von $u(k)$ werden erfaßt) und Grenzen!

Aufgabe 3.4 (6 Punkte)

Berechnen Sie das Quantisierungs-Rauschen des Signals Y . **Beachten Sie mögliche Pegelunterschiede!**

Aufgabe 3.5 (4 Punkte)

Skizzieren Sie die sich ergebende Kompressorkennlinie unter **Angabe charakteristischer Werte!**

Aufgabe 4 (20 Punkte)

Gegeben ist die **nichtsystematische** Generatormatrix

$$\vec{G} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Aufgabe 4.1 (6 Punkte)

Bestimmen Sie die systematische Generatormatrix \vec{G}_{sys} mittels geeigneter Zeilen und Spaltenoperationen. Die Matrix \vec{G}_{sys} soll die Form

$$\vec{G}_{\text{sys}} = \left[\vec{P} \quad | \quad \vec{E} \right]$$

haben!

Aufgabe 4.2 (4 Punkte)

Ermitteln Sie d_{\min} ! Welche Korrektoreigenschaften hat der Code?

Aufgabe 4.3 (3 Punkte)

Bestimmen Sie die Parity-Check-Matrix \tilde{H}_{sys} des systematischen Codes.
Handelt es sich um einen Hamming-Code? (**Begründung erforderlich!**)

Aufgabe 4.4 (3 Punkte)

Geben Sie die Syndromtabelle für alle Syndrome an, die zu korrigierbaren Fehlern gehören!

Aufgabe 4.5 (4 Punkte)

Decodieren Sie die Codewörter $\vec{c}_1 = (1111001)$ und $\vec{c}_2 = (0101010)$!

