



Digitale Kommunikationssysteme

Klausur am 28.6.1999, 10.30 Uhr - 12.30 Uhr
Prof. Dr.-Ing. D. Wermser

Punkte:

Note:

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Anzahl der abgegebenen Blätter:

+ 8 Aufgabenblätter
(inkl. Anhang)

Für die Klausur sind außer einem Taschenrechner keine Unterlagen oder Hilfsmittel zugelassen. Bitte jedes Blatt mit Namen und Nummer der bearbeiteten Aufgabe kennzeichnen.

Blätter ohne Namensangabe können nicht gewertet werden !

Vorbemerkung zu allen Aufgaben:

Soweit in Aufgaben auf konkrete Kommunikationssysteme (wie z.B. ISDN, GSM, DQDB oder Ethernet) eingegangen wird, ist es nicht erforderlich exakt die spezifisch für diese Systeme definierten Begriffe zu verwenden. Andere von Ihnen gewählte Begriffe, die die entsprechenden Vorgänge, Mechanismen, Funktionen etc. eindeutig beschreiben, sind ebenso zulässig.

1. Was versteht man im Zusammenhang der digitalen Übertragung zu Mobilfunkendgeräten unter "Intersymbolinterferenz" ?
 - a.) Welches ist die Ursache dieses Effekts ?
 - b.) Wie ist das TDMA Kanalzugriffsverfahren im Vergleich zum FDMA-Verfahren im Hinblick auf die Intersymbolinterferenz zu bewerten ?
2. Duplexübertragung durch "Gleichlageverfahren mit Echokompensation"
 - a.) Erläutern Sie stichwortartig die Funktionsweise dieses Verfahrens zur Duplex-Übertragung auf einem Zweidrahtmedium.
 - b.) Warum ist dieses Verfahren zur Duplexübertragung nicht für die Nutzung auf dem Funkkanal eines Mobiltelefonsystems geeignet ?
3. Für welche Zwecke/Funktionen werden Zeichengabennachrichten zwischen einem Vermittlungssystem und andere Netzelementen ausgetauscht werden
 - a.) in einem leitungsvermittelten digitalen Festnetz (ISDN) ?
 - b.) in einem leitungsvermittelten digitalen Funktelefonsystem (GSM) ?

4. Durch welches Konzept ist es in auf dem DQDB (Distributed Queue Double Bus) Protokoll basierenden LANs möglich, gleichzeitig nicht-isochrone und isochrone Dienste anzubieten.
Bitte erläutern Sie Ihre Antwort stichwortartig, auch durch Vergleich mit aloha-basierten und token-basierten LANs.
5. Für einen neuen interaktiven Informationsdienst, der seinen Nutzern eine ähnliche Funktionalität wie das World Wide Web (www) bietet, soll ein Kommunikationsnetz konzipiert werden. Welche Vorteile bietet dafür
 - a.) eine verbindungslose Arbeitsweise ?
 - b.) eine verbindungsorientierte Arbeitsweise ?Begründen Sie ihre Antworten jeweils stichwortartig.
6. Was versteht man unter Leitweglenkung ?
 - a.) Durch welche Netzelemente wird die Leitweglenkung in digitalen leitungsvermittelten Telekommunikationsnetzen realisiert ?
 - b.) Welche Funktion haben die verschiedenen Komponenten dieser Netzelemente für die Leitweglenkung ?
7. Weshalb bzw. unter welchen Voraussetzungen / Annahmen ist es zulässig, bei der Durchführung der Simulationsrechnungen zur Funkversorgungsplanung für Funktelefonnetze nur die Verbindung Basisstation => Mobilstation ("Down-Link") zu berücksichtigen ?
8. "Collision Detection" in einem aloha-basierten LAN (unslotted Aloha; IEEE 802.3, Ethernet):
 - a.) Erläutern Sie den entsprechenden Mechanismus beim CSMA / CD gegenüber CSMA.
 - b.) Skizzieren Sie den prinzipiellen Ablauf bei der Wettbewerbsphase (Contention Interval) bei CSMA / CD im Vergleich zu CSMA.
 - c.) Welche Vor- und Nachteile hat CSMA / CD gegenüber CSMA ?
9. Was versteht man unter "Busy Hour Call Attempts" ? In welchen Zusammenhang ist diese Größe von Bedeutung ?
10. Was versteht man im Zusammenhang übertragungstechnischer Systeme unter Stopftechnik ?
 - a.) Welche Arten der Stopftechnik unterscheidet man ?
 - b.) Wodurch wird die in einem Übertragungssystem für die "Stopfinformation" vorzuhaltende Übertragungskapazität bestimmt ?

11. Funkübertragung zu Mobiltelefonen:

- a.) Welche (physikalischen) Effekte sind Ihnen bekannt, die Auswirkungen auf die Funkübertragung zu Mobiltelefonen haben ?
- b.) Wie wirken sich diese auf das empfangene Signal aus ?
- c.) Was muß speziell beim Empfang digitaler Signale berücksichtigt werden ?

12. Bitte vergleichen Sie die Systeme DQDB und ATM:

- a.) Welches sind die wesentlichen gemeinsamen Eigenschaften dieser Systeme ?
- b.) Welches sind die prinzipiellen / konzeptionellen Unterschiede dieser beiden Systeme ?

13. Die erstmals von Shannon hergeleitete Formel zur Berechnung der Kanalkapazität (maximal übertragbare Bitrate) analoger Kanäle lautet:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

mit

C Kanalkapazität (bit / s)

B Bandbreite (Hz)

S/N Leistung des Nutzsignals S (Signal) im Verhältnis zur Leistung des Rauschens N (Noise)

- a.) In welchem Wertebereich des Signal / Rauschverhältnisses S/N arbeiten Spread Spectrum / CDMA Systeme typisch ?
- b.) Wie kann die für Spread Spectrum / CDMA notwendige Bandspreizung erreicht werden ?

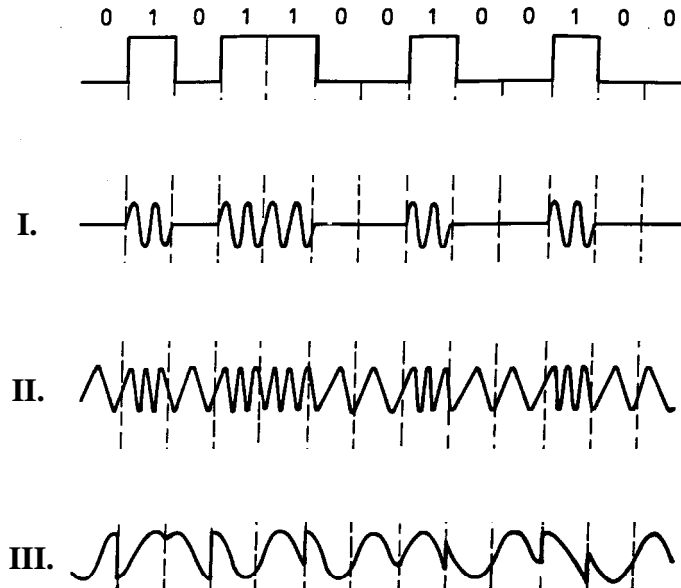
14. Vermittlungssysteme für leitungsvermittelte Kommunikationsnetze

- a.) Skizzieren Sie den prinzipiellen Aufbau eines Vermittlungssystems im ISDN (DIVF).
- b.) Welches sind die wesentlichen Aufgaben / Funktionen der von Ihnen unter a.) genannten (funktionalen) Module einer VSt (DIVF) ?

15. Zur Sicherung gegen Übertragungsfehler wird jedes Nutzbit 10 mal nacheinander übertragen (Kanalcodierung).

- a.) Wieviele Bitfehler können in einem solchen Übertragungsblock von 10 Bit richtig korrigiert werden ?
- b.) Wie kann man bei einer solchen Kanalcodierung durch Bitwiederholung die Sicherung gegen Übertragungsfehler bei Kanälen verbessern, die eine hohe Bündelfehlerwahrscheinlichkeit (Burst-Fehler) haben ?

16. Unten ist eine Prinzipdarstellung zu verschiedenen digitalen Modulationsverfahren gegeben.



- a.) Bei welchem der Diagramme ist
- PSK
 - ASK
 - FSK
- dargestellt ?
- (Bitte jeweils stichwortartige Begründung)
- b.) Welche Maßnahme(n) sind bei digitaler Modulation notwendig, um im Falle der ASK eine Bandbegrenzung des modulierten Signals zu erreichen ?

17. Eine gedächtnislose Quelle erzeuge nur die Symbole "0" und "1" (binäre Quelle).

- a.) Skizzieren Sie die Abhängigkeit des mittleren Informationsgehalts (Entropie) von der Wahrscheinlichkeit $p(1)$ in einem Diagramm (bitte die Achsen beschriften).

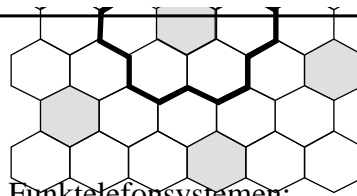
Für den Rest der Aufgabe gelte $p(1) = 0,9$.

- b.) Am Ausgang der Quelle werden nun jeweils drei nacheinander von der Quelle erzeugte Symbole zu einem Codewort (mit 3 Bit Länge) zusammengefaßt. Wieviele verschiedene Codewörter (der Länge 3 Bit) können nach dieser Zusammenfassung auftreten ? Mit welchen Wahrscheinlichkeiten treten diese Codewörter auf ?
- c.) Ist die Zusammenfassung von jeweils drei von der Quelle erzeugten Symbolen zu einem Codewort im Hinblick auf die Redundanzreduktion durch eine nachfolgende Huffman Codierung vorteilhaft oder nicht ? (Bitte stichwortartige Begründung)

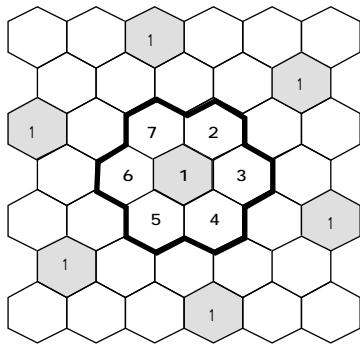
18. Eine gedächtnislose Nachrichtenquelle erzeuge die nachfolgenden Symbole mit den angegebenen Symbolwahrscheinlichkeiten:

Symbol	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8
Symbol-wahrscheinlichkeit	0,01	0,4	0,01	0,05	0,04	0,25	0,12	0,04	0,08
Codewörter (Huffman-Code)									

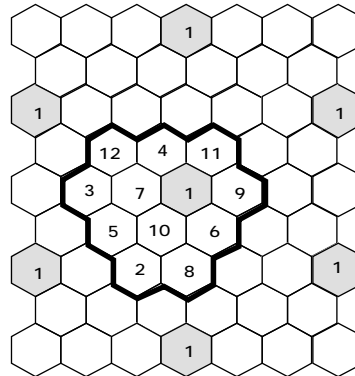
- a.) Bestimmen Sie einen Huffman-Code für diese Quelle.
 - b.) Bestimmen Sie die mittlere Codewortlänge, die sich nach Anwendung des von Ihnen bestimmten Huffman-Codes auf die Quelle ergibt.
19. Welches sind die prinzipiellen Funktionsblöcke eines digitalen Nachrichtenübertragungssystems (ohne Vermittlungsfunktionen) ?
- Geben Sie jeweils mit einigen Stichworten die Aufgabe / Funktion der von Ihnen aufgeführten Funktionsblöcke an.
20. Erläutern Sie die Begriffe "Teledienst" und "Übermittlungsdienst":
- a.) Welche OSI-Schichten sind durch das Netz definiert
 - I. bei einem Teledienst ?
 - II. bei einem Übermittlungsdienst ?
 - b.) Nennen Sie Beispiele für Teledienste und Übermittlungsdienste aus den Bereichen ISDN und Mobiltelefonie (GSM).



21. Berechnung des Frequenzbedarfs von Funktelefonsystemen:



Fall A



Fall B

Oben sind zwei unterschiedliche Wiedernutzungsmuster für die Frequenzen in einem Funktelefonsystem dargestellt. Die Fläche einer Zelle im Fall A beträgt 3 km^2 , im Fall B 2 km^2 . Es wird ein GSM-System genutzt, wobei vereinfachend angenommen wird, daß alle 8 TDMA-Zeitschlitz auf jedem Duplex-Kanal uneingeschränkt für Nutzverkehr zur Verfügung stehen.

Wieviele Duplex-Kanalpaare (Frequenzen) muß ein Betreiber bei diesen Wiedernutzungsmustern und Zellgrößen stets zur Verfügung haben, um 300 Teilnehmer / km^2 bedienen zu können, wenn

- das Verkehrsaufkommen (gehend und kommend) pro Teilnehmer in der Hauptverkehrsstunde 30 mE beträgt,
- die Teilnehmer als räumlich gleichverteilt angenommen werden und
- eine Besetzungswahrscheinlichkeit 2 % zu jeder Tageszeit eingehalten werden soll (Alle anderen Elemente des Funktelefonsystems außer der Funkübertragung werden dabei als blockierungsfrei angenommen.).

TABLE Trunk-Loading Capacity, Based on Erlang B Formula, Full Availability

Trunks	Grade of Service 1 in 1000		Grade of Service 1 in 500		Grade of Service 1 in 200		Grade of Service 1 in 100		Grade of Service 1 in 50		Grade of Service 1 in 20	
	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU
1	0.04	0.001	0.07	0.002	0.2	0.005	0.4	0.01	0.7	0.02	1.8	0.05
2	1.8	0.05	2.5	0.07	4	0.11	5.4	0.15	7.9	0.22	14	0.38
3	6.8	0.19	9	0.25	13	0.35	17	0.46	22	0.60	32	0.90
4	16	0.44	19	0.53	25	0.70	31	0.87	39	1.09	55	1.52
5	27	0.76	32	0.90	41	1.13	49	1.36	60	1.66	80	2.22
6	41	1.15	48	1.33	58	1.62	69	1.91	82	2.28	107	2.96
7	57	1.58	65	1.80	78	2.16	90	2.50	106	2.94	135	3.74
8	74	2.05	83	2.31	98	2.73	113	3.13	131	3.63	163	4.54
9	92	2.56	103	2.85	120	3.33	136	3.78	156	4.34	193	5.37
10	111	3.09	123	3.43	143	3.96	161	4.46	183	5.08	224	6.22
11	131	3.65	145	4.02	166	4.61	186	5.16	210	5.84	255	7.08
12	152	4.23	167	4.64	190	5.28	212	5.88	238	6.62	286	7.95
13	174	4.83	190	5.27	215	5.96	238	6.61	267	7.41	318	8.83
14	196	5.45	213	5.92	240	6.66	265	7.35	295	8.20	350	9.73
15	219	6.08	237	6.58	266	7.38	292	8.11	324	9.01	383	10.63
16	242	6.72	261	7.26	292	8.10	319	8.87	354	9.83	415	11.54
17	266	7.38	286	7.95	318	8.83	347	9.65	384	10.66	449	12.46
18	290	8.05	311	8.64	345	9.58	376	10.44	414	11.49	482	13.38
19	314	8.72	337	9.35	372	10.33	404	11.23	444	12.33	515	14.31
20	339	9.41	363	10.07	399	11.09	433	12.03	474	13.18	549	15.25
21	364	10.11	388	10.79	427	11.86	462	12.84	505	14.04	583	16.19
22	389	10.81	415	11.53	455	12.63	491	13.65	536	14.90	617	17.13
23	415	11.52	442	12.27	483	13.42	521	14.47	567	15.76	651	18.08
24	441	12.24	468	13.01	511	14.20	550	15.29	599	16.63	685	19.03
25	467	12.97	495	13.76	540	15.00	580	16.12	630	17.50	720	19.99
26	493	13.70	523	14.52	569	15.80	611	16.96	662	18.38	754	20.94
27	520	14.44	550	15.28	598	16.60	641	17.80	693	19.26	788	21.90

Ausschnitt aus Verkehrswerttabellen (Erlang B)

Teil I (1 bis 27 Kanäle im Bündel)

TABLE Trunk-Loading Capacity, Based on Erlang B Formula, Full Availability

Trunks	Grade of Service 1 in 1000		Grade of Service 1 in 500		Grade of Service 1 in 200		Grade of Service 1 in 100		Grade of Service 1 in 50		Grade of Service 1 in 20	
	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU	UC	TU
28	546	15.18	578	16.05	627	17.41	671	18.64	725	20.15	823	22.87
29	573	15.93	606	16.83	656	18.22	702	19.49	757	21.04	858	23.83
30	600	16.68	634	17.61	685	19.03	732	20.34	789	21.93	893	24.80
31	628	17.44	662	18.39	715	19.85	763	21.19	822	22.83	928	25.77
32	655	18.20	690	19.18	744	20.68	794	22.05	854	23.73	963	26.75
33	683	18.97	719	19.97	774	21.51	825	22.91	887	24.63	998	27.72
34	711	19.74	747	20.76	804	22.34	856	23.77	919	25.53	1033	28.70
35	739	20.52	776	21.56	834	23.17	887	24.64	951	26.43	1068	29.68
36	767	21.30	805	22.36	864	24.01	918	25.51	984	27.34	1104	30.66
37	795	22.03	834	23.17	895	24.85	950	26.38	1017	28.25	1139	31.64
38	823	22.86	863	23.97	925	25.69	981	27.25	1050	29.17	1175	32.63
39	851	23.65	892	24.78	955	26.53	1013	28.13	1083	30.08	1210	33.61
40	880	24.44	922	25.60	986	27.38	1044	29.01	1116	31.00	1246	34.60
41	909	25.24	951	26.42	1016	28.23	1076	29.89	1149	31.92	1281	35.59
42	937	26.04	981	27.24	1047	29.08	1108	30.77	1182	32.84	1317	36.58
43	966	26.84	1010	28.06	1078	29.94	1140	31.66	1215	33.76	1353	37.57
44	995	27.64	1040	28.88	1109	30.80	1171	32.54	1248	34.68	1388	38.56
45	1024	28.45	1070	29.71	1140	31.66	1203	33.43	1282	35.61	1424	39.55
46	1053	29.26	1099	30.54	1171	32.52	1236	34.32	1315	36.53	1459	40.54
47	1083	30.07	1129	31.37	1202	33.38	1268	35.21	1349	37.46	1495	41.54
48	1111	30.88	1159	32.20	1233	34.25	1300	36.11	1382	38.39	1531	42.54
49	1141	31.69	1189	33.04	1264	35.11	1332	37.00	1415	39.32	1567	43.54
50	1170	32.51	1220	33.88	1295	35.98	1364	37.90	1449	40.25	1603	44.53

Ausschnitt aus Verkehrswerttabellen (Erlang B)

Teil II (28 bis 50 Kanäle im Bündel)