



Mobilkommunikation

Klausur am 19.1.2000, 14.00 Uhr - 15.00 Uhr
Prof. Dr.-Ing. D. Wermser

Punkte:

Note:

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Anzahl der abgegebenen Blätter:

+ 6 Aufgabenblätter
(inkl. Anhang)

Für die Klausur sind außer einem Taschenrechner (der ausschließlich Rechenfunktionen bietet) 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. GSM, ERMES, DECT oder ISDN) 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. Funkübertragung auf der Basis des CDMA/ Spread-Spectrum Verfahrens
 - a.) Wie wird bei CDMA basierten Funktelefonsystemen die Trennung der Nutzkanäle (Channel-Access = Kanalzugriff) erreicht innerhalb des zugeteilten Frequenzbandes für das Netz insgesamt und innerhalb des jeweils von einer Basisstation versorgten Gebiets ?
 - b.) Welche prinzipiellen Alternativen zur Erreichung der nötigen Bandspreizung sind Ihnen bekannt ?
2. In modernen digitalen Funktelefonsystemen werden innerhalb der Rahmenstruktur sogenannte "Trainingssequenzen" übertragen. Dies sind feste Bitfolgen, deren Inhalt dem Empfänger bekannt ist. Wozu dienen diese "Trainingssequenzen" ?

3. 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 ?
4. Der Betreiber eines GSM Funktelefonnetzes habe ein Frequenzband von $2 * 12$ MHz zur Verfügung. Welche Größe dürfen die Funkzellen maximal haben, wenn in einem Gebiet eine Verkehrskapazität von 50 E / km² benötigt wird ?

Angaben / Annahmen / Vereinfachungen zur Berechnung:

- Es werden nur omnidirektionale (nicht-sektorierte) Funkstationen eingesetzt.
- Zur Sicherung eines ausreichenden Gleichkanalstörungsabstands soll ein 12-er Frequenzwiedernutzungsmuster eingesetzt werden.
- Jeder GSM-FDMA-Kanal hat eine Bandbreite von $2 * 200$ kHz .
- Vereinfachend wird angenommen, daß auf jedem GSM-FDMA Kanal 8 TDMA-Zeitschlitzze als Nutzkanäle voll zur Verfügung stehen.
- Für die Funkverbindung soll eine Besetztwahrscheinlichkeit 2 % eingehalten werden.
- Für Bestimmung der erzielbaren Verkehrswerte soll die Erlang B Formel eingesetzt werden (entsprechende Tabellen finden Sie in der Anlage).

5. Erreichbarkeit mobiler Endgeräte

- a.) Wie wird in modernen Funktelefonnetzen (z.B. GSM) die Leitweglenkung für Verbindungen zu den mobilen Endgeräten ("mobile-terminated") erreicht. Bitte erläutern Sie Ihre Antwort anhand einer Prinzipskizze der Architektur solcher Mobilfunknetze und geben Sie die für die Unterstützung der Mobilität wesentlichsten Funktionen dieser Netzelemente an.
- b.) Wie wird sichergestellt, daß die Erreichbarkeit auch bei mehreren Millionen bewegten Teilnehmern durch das Netz realisiert werden kann ?

6. Unten ist der prinzipielle Aufbau eines Gesprächsdatensatzes (Call-Record) dargestellt, wie er in einem digitalen Funktelefonsystem (GSM) für Nutzverbindungen aufgezeichnet wird.

Erläutern Sie die Bedeutung der Felder c), g), h), i), l) und n) für die Erstellung der Gebührenrechnung für den Kunden, soweit jeweils zutreffend auch im Hinblick auf die dem Mobilfunkbetreiber entstehenden externen Kosten (Weiterbelastung der von anderen Netzbetreibern in Rechnung gestellten Nutzungsgebühren).

	Mobile Originated Call Attempt	Mobile Terminated Call Attempt
a)	IMSI of calling party	calling number
b)	calling number	IMSI of called party
c)	called number	called number
d)	location identification: - MSC identification - Cell identification - etc.	location identification: - MS roaming number - MSC identification - Cell identification - etc.
e)	bearer services used	bearer services used
f)	teleservices used	teleservices used
g)	supplementary services used	supplementary services used
h)	call handling time stamps	call handling time stamps
i)	indicator for use of OACSU	indicator for use of OACSU
j)	full rate or half rate channel	full rate or half rate channel
k)	cause for termination	cause for termination
l)	data volume	data volume
m)	call type indicator	call type indicator
n)	call reference	call reference

Abkürzungen:

OACSU: Off Air Call Setup ; IMSI: International Mobile Subscriber Identity

7. Größe der Funkzellen in digitalen mit TDMA arbeitenden Funktelefonsystemen

- Wodurch wird in einem digitalen mit TDMA arbeitenden Funktelefonsystem die maximal mögliche Zellgröße bestimmt, wenn sie nicht durch die benötigte Verkehrskapazität beeinflusst wird ?
- Welche dieser Einflußgrößen können durch Standardisierung bzw. den Hersteller, welche durch den Betreiber festgelegt werden ?

-
8. Zeichengabe an der Funkschnittstelle eines digitalen (GSM-) Funktelefonsystems (U_m - Schnittstelle zwischen Basisstation und mobilen Endgeräten)
- a.) Welche zusätzlichen Funktionen müssen über die Zeichengabe- / Steuerkanäle eines digitalen Funktelefonsystems im Vergleich zu einem leitungsgebundenen digitalen Telekommunikationssystem (ISDN) abgewickelt werden ?
 - b.) Warum wird die Zeichengabe in modernen digitalen Funktelefonsystemen über mehrere logische Kanäle abgewickelt, die teilweise nur zeitweilig aufgebaut werden ?
9. Es soll ein Funkkommunikationssystem für die Übertragung von Sprachkommunikation mit Voll-duplex (Telefonie) entwickelt werden. Das System soll für einen Entfernungsbereich zwischen den ortsfesten Sende- / Empfangsstationen (Basisstationen) und den mobilen Sende- / Empfangsgeräten (Endgeräten) von bis zu 2 km ausgelegt werden.
- a.) Nennen und erläutern Sie die prinzipiellen Alternativen zur Realisierung einer entsprechenden Voll-Duplex Verbindung über das Funkmedium.
 - b.) Nennen Sie die Vor- und Nachteile der Alternativen für die in der Aufgabenstellung genannte Anwendung (qualitative Abschätzung, konkrete Berechnungen sind nicht gefordert.).
10. Welche Auswirkungen hat die Mehrwegeausbreitung auf die Eigenschaften des Nachrichtenkanals und damit auf das empfangene Signal bei Funkübertragung zu Mobilgeräten ?
- a.) bei analoger Übertragung ?
 - b.) bei digitaler Übertragung ?
11. Kapazität von Funkrufnetzen
- a.) Wodurch wird bei Funkrufnetzen die bedienbare Teilnehmerzahl bestimmt ?
 - b.) Welche Möglichkeiten haben Netzbetreiber von Funkrufnetzen (z.B. ERMES), um die Kapazitätsverteilung zwischen verschiedenen Rufzonen zu beeinflussen ?

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)