
S A D R Ž A J

Predgovor.....	1
1. DRUGA GENERACIJA MOBILNIH KOMUNIKACIJA (2G)	5
1.1. Uvod	5
1.2. Globalni sistem mobilnih komunikacija (GSM)	7
1.2.1. Frekvencijski opseg.....	7
1.2.2. Ćeljski koncept mreže	9
1.2.2.1. Hijerarhijska struktura ćelija.....	9
1.2.2.2. Podćelije gornjeg i donjeg sloja.....	10
1.2.3. Mobilnost korisnika i hendover.....	10
1.2.4. Tehnike višestrukog pristupa.....	12
1.2.4.1. Višestruki pristup na bazi frekvencijske raspodele kanala (FDMA).....	12
1.2.4.2. Višestruki pristup na bazi vremenske raspodele kanala (TDMA)	12
1.2.4.3. Višestruki pristup sa kodiranjem kanala (CDMA)	12
1.2.4.4. Realizacija višestrukog pristupa u GSM-u	13
1.2.5. Frekvencijski plan i višestruko korišćenje frekvencija.....	15
1.2.5.1. Povećanje kapaciteta.....	19
1.2.6. Arhitektura GSM.....	20
1.2.6.1. Radio podsistem (RSS).....	21
1.2.6.2. Komutacioni podsistem (NSS)	23
1.2.6.3. Operacioni podsistem za upravljanje (OMS).....	25
1.2.7. GSM interfejsi.....	26
1.2.7.1. Um radio interfejs	26
1.2.7.2. Abis radio interfejs	27
1.2.7.3. A interfejs	28
1.2.8. GSM logički kanali	28
1.2.9. Geografska struktura GSM ćeljske mreže.....	31
1.2.10. GSM servisi.....	33

1.3.	Sistem za prenos podataka u GSM mreži – GPRS	36
1.3.1.	Razvoj sistema za prenos podataka u GSM.....	36
1.3.2.	Arhitektura GPRS	38
1.3.3.	GPRS kanali	43
1.3.4.	GPRS šeme kodiranja kanala	45
1.3.5.	Struktura GPRS radio rama	46
1.3.6.	GPRS aplikacije	48
2.	IMT-2000	51
2.1.	Uvod	51
2.2.	IMT-2000 radio interfejsi	52
2.3.	IMT-2000 jezgro mreže.....	56
2.4.	Alokacija spektra za IMT-2000.....	57
3.	UNAPREĐIVANJE PRENOSA PODATAKA U GSM/GPRS.....	59
3.1.	EDGE	59
3.2.	GERAN Rel-5	63
3.3.	EDGE servisi	65
4.	UNIVERZALNI SISTEM MOBILNIH TELEKOMUNIKACIJA (UMTS).....	69
4.1.	Uvod	69
4.2.	Standardizacija sistema treće generacije i pregled UMTS standarda	69
4.2.1.	3GPP	70
4.2.1.1.	Svrha 3GPP	70
4.2.1.2.	Struktura 3GPP	71
4.2.1.3.	Ciljevi 3GPP	73
4.2.2.	Pregled UMTS standard	73
4.3.	WCDMA	74
4.3.1.	Frekvencijski opseg.....	74
4.3.2.	Višestruko multipleksiranje.....	75
4.3.3.	RAKE prijemnik	77
4.3.4.	Problem blizu-daleko i kontrola snage	79
4.3.5.	Pokrivanje i fenomen disanja ćelija.....	80
4.3.6.	Hendover u UMTS mrežama	82
4.3.7.	Upravljanje radio resursima	85
4.3.7.1	Kontrola pristupa	86
4.3.7.2	Kontrola zagušenja	87
4.4.	Arhitektura UMTS	88
4.4.1.	Protokoli i kanali u UMTS-u.....	91
4.5.	UMTS servisi	95

5.	PAKETSKI PRISTUP VELIKIH BRZINA – HSPA.....	97
5.1.	Uvod	97
5.2.	Paketski pristup velikih brzina u direktnom linku – HSDPA.....	98
5.2.1.	Prenos zajedničkim kanalom i TTI.....	98
5.2.2.	Modulacija višeg reda i kategorije HSDPA terminala	101
5.2.3.	Brza adaptacija linka sa kontrolom brzine prenosa podataka.....	102
5.2.4.	HARQ sa mekim kombajningom	104
5.2.5.	Kanalski zavisno raspoređivanje	105
5.2.6.	Arhitektura HSDPA	106
5.2.7.	MAC-hs protokol	108
5.3.	Paketski pristup velikih brzina u povratnom linku – HSUPA.....	109
5.3.1.	Prenos dodeljenim kanalom	110
5.3.2.	Arhitektura HSUPA	112
5.3.3.	MAC-e operacije i operacije fizičkog sloja.....	114
5.4.	Multimedijalni brodcast i multikast servisi – MBMS	115
5.5.	Antenske tehnike (Tehnike primene višestrukih antena)	118
5.5.1.	SISO	118
5.5.2.	Tehnike višestrukih antena	118
5.5.2.1.	MISO	119
5.5.2.2.	SIMO	119
5.5.2.3.	MIMO.....	119
5.5.2.3.1.	MIMO: Prostorno-vremensko kodiranje	120
5.5.2.3.2.	MIMO: Beamforming	121
5.5.2.3.3.	MIMO: Prostorno multipleksiranje	122
5.5.2.4.	Jednokorisnički, višekorisnički i kooperativni MIMO ..	122
5.6.	Unapređivanje HSPA	124
5.6.1.	Primena MIMO tehnike	125
5.6.2.	Primena naprednih prijemnika	126
5.6.3.	Primena modulacija višeg reda.....	127
6.	LTE	129
6.1.	Uvod	129
6.1.1.	Pregled zahteva i standardizacija LTE	132
6.1.2	Standardizacija LTE	134
6.2.	Tehnologije višestrukog pristupa kod LTE	136
6.2.1.	OFDM	136
6.2.1.1.	Principi OFDM	136
6.2.1.2.	Ciklični prefiks (CP).....	137
6.2.1.3.	Generisanje OFDM signala	138
6.2.1.4.	Prednosti i mane OFDM	139
6.2.1.5.	OFDM tehnologija za pristup (OFDMA)	141

6.2.2. SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access).....	141
6.2.2.1. Generisanje signala kod SC-FDMA	142
6.2.3. Poređenje OFDMA i SC-FDMA.....	144
6.3. LTE servisi	146
6.3.1. Push-to-talk Over Cellular (PoC)	148
6.3.2. Prisutnost.....	149
6.3.3. Napredni multimedijalni brodcast i multikast servisi – MBMS..	150
6.3.4. Internet inteligentnih uređaja – IoT (Internet of Things).....	151
7. ARHITEKTURA LTE	153
7.1 Uvod.....	153
7.2. Pregled arhitekture LTE	153
7.2.1. E-UTRAN	156
7.2.2. Unapređeno paketsko jezgro – EPC	158
7.3. Logički čvorovi LTE-a.....	165
7.3.1. Mrežni interfejsi	165
7.3.2. S1 interfejs	168
7.3.3. X2 interfejs.....	171
7.4. Korisnička i kontrolna ravan	174
7.4.1. Arhitektura korisničke ravni.....	174
7.4.2. Arhitektura kontrolne ravni	177
7.5. E-UTRAN slojevita arhitektura.....	178
7.5.1. Radio kanali	179
7.5.1.1. Tipovi kanala (direktni link).....	179
7.5.1.2. Mapiranje između kanala.....	181
7.5.2. PHY	181
7.5.3. MAC.....	182
7.5.4. RLC	183
7.5.5. RRC.....	183
7.5.6. PDCP.....	184
7.5.7. NAS protokoli	185
8. LTE RADIO INTERFEJS	187
8.1. Frekvencijski opsezi	187
8.2. FDD i TDD kod E-UTRAN	189
8.2.1. Osnovni fizički parametri kod E-UTRAN.....	190
8.3. Direktni link	191
8.3.1. Struktura slota i fizički resursi direktnog linka	191
8.3.2. Opšta struktura fizičkih kanala direktnog linka.....	194
8.3.3. Fizički resursi direktnog linka i mapiranje	195

8.3.4. Unapređeni MBMS koncepti (e-MBMS).....	197
8.3.5. Raspoređivanje paketa direktnog linka	198
8.3.6. Adaptacija direktnog linka	199
8.3.7. Traženje ćelije i akvizicija.....	200
8.3.8. Šeme višestrukih antenskih tehnologija za LTE direktni link	202
8.4. Povratni link	203
8.4.1. Struktura slota i fizički resursi povratnog linka.....	203
8.4.2. Opšta struktura fizičkih kanala povratnog linka.....	205
8.4.3. Fizički resursi povratnog linka i mapiranje	205
8.4.4. Multipleksiranje povratnog linka uključujući referentne signale	207
8.4.5. Kanali slučajnog pristupa	208
8.4.6. Raspoređivanje	208
8.4.7. Adaptacija povratnog linka	209
8.4.8. Šeme višestrukih antenskih za LTE povratni link	209
8.4.9. Modulacione šeme za direktni i povratni link	210
8.4.10.Hibridno automatsko ponavljanje zahteva – HARQ	210
8.4.11.Tehnike za smanjenje interferencije	212
8.4.11.1. Randomizacija interferencije	213
8.4.11.2. Poništavanje interferencije.....	213
8.4.11.3. Koordinacija/izbegavanje interferencije	213
8.4.12.Performanse povratnog i direktnog linka	214
Definicije i simboli.....	217
Rečnik pojmljiva	219
Spisak slika	257
Spisak tabela.....	261
Literatura	263
Beleška o autorima.....	267

