
Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος	xix
1 Εισαγωγή στα Συστήματα Ασύρματης Επικοινωνίας	1
1.1 Εξέλιξη των Κινητών Ραδιοεπικοινωνιών	1
1.2 Κινητή Ραδιοτηλεφωνία στις ΗΠΑ	4
1.3 Κινητά Συστήματα Ραδιοεπικοινωνιών στον Κόσμο	6
1.4 Παραδείγματα Συστημάτων Ασύρματης Επικοινωνίας	9
1.4.1 Συστήματα Τηλεειδοποίησης	11
1.4.2 Συστήματα Τηλεφωνίας Χωρίς Καλώδιο	12
1.4.3 Κυψελοειδή Τηλεφωνικά Συστήματα	13
1.4.3.1 Πώς Γίνεται μια Κλήση Κυψελοειδούς Τηλεφώνου	15
1.4.4 Σύγκριση Συνήθων Συστημάτων Ασύρματης Επικοινωνίας	18
1.5 Τάσεις στις Κυψελοειδείς Ραδιοεπικοινωνίες και στις Προσωπικές Επικοινωνίες	20
1.6 Ασκήσεις	22
2 Σύγχρονα Συστήματα Ασύρματης Επικοινωνίας	25
2.1 Κυψελοειδή Δίκτυα Δεύτερης Γενιάς (2G)	26
2.1.1 Εξέλιξη προς Κινητά Ραδιοδίκτυα 2.5 Γενιάς	29
2.1.2 Εξέλιξη για Πρότυπα 2.5G TDMA	30
2.1.2.1 HSCSD για 2.5G GSM	30
2.1.2.2 GPRS για 2.5G GSM και IS-136	31
2.1.2.3 EDGE για 2.5G GSM και IS-136	33
2.1.3 IS-95B για 2.5G CDMA	34
2.2 Ασύρματα Δίκτυα Τρίτης γενιάς (3G)	34
2.2.1 3G W-CDMA (UMTS)	37
2.2.2 3G cdma2000	38
2.2.3 3G TD-SCDMA	39
2.3 Ασύρματος Τοπικός Βρόχος (Wireless Local Loop - WLL) και LMDS	40
2.4 Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (WLANs)	46
2.5 Bluetooth και Προσωπικά Δίκτυα (Personal Area Networks - PANs)	52
2.6 Περίληψη	54
2.7 Ασκήσεις	55

3	Η Έννοια των Κυψελών – Βασικές Αρχές Σχεδίασης Συστημάτων	57
3.1	Εισαγωγή	57
3.2	Επαναχρησιμοποίηση Συχνοτήτων	58
3.3	Στρατηγικές Εκχώρησης Καναλιών	62
3.4	Στρατηγικές Μεταπομπής	62
3.4.1	Καθορισμός Προτεραιοτήτων Μεταπομπών	65
3.4.2	Πρακτικά Ζητήματα για την Μεταπομπή	66
3.5	Παρεμβολή και Χωρητικότητα Συστήματος	67
3.5.1	Ομοκαναλική Παρεμβολή και Χωρητικότητα Συστήματος	68
3.5.2	Σχεδιασμός Καναλιών για Ασύρματα Συστήματα	72
3.5.3	Παρεμβολή Παρακείμενων Καναλιών	74
3.5.4	Έλεγχος Ισχύος για Μείωση της Παρεμβολής	76
3.6	Ομαδοποίηση Καναλιών και Βαθμός Εξυπηρέτησης	77
3.7	Βελτίωση Κάλυψης και Χωρητικότητας σε Κυψελοειδή Συστήματα	86
3.7.1	Διαχωρισμός Κυψέλης	86
3.7.2	Δημιουργία Τομέων	90
3.7.3	Επαναλήπτες για Επέκταση Εμβέλειας	93
3.7.4	Ζωνική Μικροκυψέλη	93
3.8	Περίληψη	96
3.9	Ασκήσεις	97
4	Κινητή Ραδιοδιάδοση: Απώλεια Διαδρομής Μεγάλης Κλίμακας	105
4.1	Εισαγωγή στην Ραδιοκυματική Διάδοση	105
4.2	Μοντέλο Διάδοσης Ελεύθερου Χώρου	107
4.3	Σχετίζοντας την Ισχύ με το Ηλεκτρικό Πεδίο	110
4.4	Οι Τρεις Βασικοί Μηχανισμοί Διάδοσης	113
4.5	Ανάκλαση	114
4.5.1	Ανάκλαση από Διηλεκτρικά	114
4.5.2	Γωνία Brewster	119
4.5.3	Ανάκλαση από Τέλειους Αγωγούς	120
4.6	Μοντέλο Εδαφικής Ανάκλασης (Δύο Ακτινών)	120
4.7	Περίθλαση	126
4.7.1	Γεωμετρία Ζώνης Fresnel	126
4.7.2	Μοντέλο Περίθλασης Ακμής «Κόψης»	129
4.7.3	Περίθλαση Πολλαπλών Ακμών	134
4.8	Σκέδαση	135
4.8.1	Μοντέλο Εγκάρσιας Διατομής Ραντάρ	136
4.9	Πρακτική Σχεδίαση Προϋπολογισμού Ζεύξης με Χρήση Μοντέλων Απώλειας Διαδρομής	138
4.9.1	Μοντέλο Απωλειών Διαδρομής Λογαριθμικής Απόστασης	138
4.9.2	Λογαριθμοκανονική Σκίαση	139
4.9.3	Προσδιορισμός Ποσοστού Περιοχής Κάλυψης	141
4.10	Μοντέλα Υπαίθριας Διάδοσης	145
4.10.1	Μοντέλο Longley-Rice	145

4.10.2	Μοντέλο Durkin — Ανάλυση Ειδικής Περίπτωσης	146
4.10.3	Μοντέλο Okumura	150
4.10.4	Μοντέλο Hata	153
4.10.5	Επέκταση για PCS στο Μοντέλο Hata	154
4.10.6	Μοντέλο Walfisch και Bertoni	155
4.10.7	Μοντέλο Μικροκυβελών PCS Ευρείας Ζώνης	155
4.11	Μοντέλα Ενδοκυτταρικής Διάδοσης	157
4.11.1	Απώλειες Διαμέρισης (ίδιος όροφος)	157
4.11.2	Απώλειες Διαμέρισης Ανάμεσα σε Ορόφους	160
4.11.3	Μοντέλο Απώλειας Διαδρομής Λογαριθμικής Απόστασης	161
4.11.4	Μοντέλο Πολλαπλών Σημείων Διακοπής της Ericsson	161
4.11.5	Μοντέλο Συντελεστή Εξασθένησης	163
4.12	Διείσδυση Σήματος σε Κτίρια	166
4.13	Ιχνηλάτηση Ακτίνας και Μοντελοποίηση Συγκεκριμένου Τύπου	167
4.14	Ασκήσεις	168

5 Κινητή Ραδιοδιάδοση: Διάλειαση Μικρής Κλίμακας και Πολλαπλή Διαδρομή

177

5.1	Διάδοση Πολλαπλής Διαδρομής Μικρής Κλίμακας	177
5.1.1	Παράγοντες Που Επιδρούν στην Διάλειαση Μικρής Κλίμακας	178
5.1.2	Μετατόπιση Doppler	179
5.2	Μοντέλο Κρουστικής Απόκρισης Καναλιού Πολλαπλής Διαδρομής	181
5.2.1	Σχέση Ανάμεσα σε Εύρος Ζώνης και Λαμβανόμενη Ισχύ	185
5.3	Μετρήσεις Πολλαπλής Διαδρομής Μικρής Κλίμακας	192
5.3.1	Άμεσο Παλμικό Σύστημα RF	192
5.3.2	Αντήχηση Καναλιού με Αναλογική Συσχέτιση Εξάπλωσης Φάσματος	193
5.3.3	Αντήχηση Καναλιού Πεδίου Συχνοτήτων	196
5.4	Παράμετροι Κινητών Καναλιών Πολλαπλής Διαδρομής	197
5.4.1	Παράμετροι Χρονικής Διασποράς	199
5.4.2	Σύμφωνο Εύρος Ζώνης	202
5.4.3	Εξάπλωση Doppler και Χρόνος Συμφωνίας	203
5.5	Τύποι Διάλειασης Μικρής Κλίμακας	205
5.5.1	Αποτελέσματα Διάλειασης Οφειλόμενης στην Εξάπλωση Χρονικής Καθυστερήσης Πολλαπλής Διαδρομής	205
5.5.1.1	Επίπεδη διάλειαση	205
5.5.1.2	Συχνοεπιλεκτική διάλειαση	207
5.5.2	Αποτελέσματα Διάλειασης Οφειλόμενα στην Εξάπλωση Doppler	208
5.5.2.1	Ταχεία Διάλειαση	208
5.5.2.2	Βραδεία Διάλειαση	209
5.6	Κατανομές Rayleigh και Ricean	210
5.6.1	Κατανομή Διάλειασης Rayleigh	210
5.6.2	Κατανομή Διάλειασης Ricean	212

5.7	Στατιστικά Μοντέλα για Κανάλια Διάλειψης Πολλαπλής Διαδρομής	214
5.7.1	Μοντέλο του Clarke για Επίπεδη Διάλειψη	214
5.7.1.1	Φασματικό Σχήμα Οφειλόμενο στην Εξάπλωση Doppler στο Μοντέλο του Clarke	217
5.7.2	Προσομοίωση Μοντέλων Διάλειψης Clarke και Gans	220
5.7.3	Στατιστικά Διασταύρωσης Επιπέδων και Διάλειψης	223
5.7.4	Μοντέλο Διάλειψης Rayleigh Δύο Ακτινών	226
5.7.5	Εσωτερικά Στατιστικά Μοντέλα Saleh και Valenzuela	227
5.7.6	Εσωτερικά και Εξωτερικά Στατιστικά Μοντέλα SIRCIM και SMRCIM	227
5.8	Θεωρία Παραγόντων Μορφής Πολλαπλής Διαδρομής για Ασύρματα Κανάλια με Μικρής Κλίμακας Διάλειψη	229
5.8.1	Εισαγωγή στους Παράγοντες Μορφής	230
5.8.1.1	Παράγοντες Μορφής Πολλαπλής Διαδρομής	232
	Γωνιακή εξάπλωση, Λ	232
	Γωνιακή συμπίεση, γ	233
	Αξιμουθιακή Κατεύθυνση της Μέγιστης Διάλειψης, $\theta_{\max}$	233
5.8.1.2	Σχέσεις Διακυμάνσεων Ρυθμού Διάλειψης	233
	Σύνθετη Λαμβανόμενη Τάση, $\tilde{V}(r)$	233
	Λαμβανόμενη Ισχύς, $P(r)$	234
	Λαμβανόμενη Περιβάλλουσα, $R(r)$	234
5.8.1.3	Σύγκριση με Μη Κατευθυντική Διάδοση	234
5.8.2	Παραδείγματα Συμπεριφοράς Διάλειψης	236
5.8.2.1	Μοντέλο Καναλιού Τομέα	236
5.8.2.2	Μοντέλο Καναλιού Διπλού Τομέα	239
5.8.2.3	Μοντέλο Καναλιού Ricean	240
5.8.3	Δεύτερης Τάξης Στατιστικές Τιμές με Χρήση Παραγόντων Μορφής [Dur00]	240
5.8.3.1	Ρυθμοί Διασταύρωσης Επιπέδων και Μέση Διάρκεια Διάλειψης	242
5.8.3.2	Αυτόματη Απόκλιση Χώρου από τον Μέσο Όρο	242
5.8.3.3	Απόσταση Συνοχής	243
5.8.4	Εφαρμογή Παραγόντων Μορφής σε Ευρυζωνικά Κανάλια	243
5.8.5	Επανεξέταση των Κλασσικών Μοντέλων Καναλιών με Παράγοντες Μορφής	244
5.9	Περίληψη	247
5.10	Ασκήσεις	248
6	Τεχνικές Διαμόρφωσης για Κινητές Ραδιοεπικοινωνίες	255
6.1	Διαμόρφωση Συχνότητας και Διαμόρφωση Πλάτους	256
6.2	Διαμόρφωση Πλάτους	257
6.2.1	AM Μονής Πλευρικής Ζώνης	260
6.2.2	Πιλοτικός Τόνος SSB	261
6.2.3	Αποδιαμόρφωση Σήματος AM	262

6.3	Διαμόρφωση Γωνίας	264
6.3.1	Φάσματα και Εύρος Ζώνης Σημάτων FM	266
6.3.2	Μέθοδοι Διαμόρφωσης FM	267
6.3.3	Τεχνικές Ανίχνευσης FM	268
6.3.4	Αντιστάθμισμα Ανάμεσα στον SNR και το Εύρος Ζώνης σε Σήμα FM	276
6.4	Ψηφιακή Διαμόρφωση – Ανασκόπηση	277
6.4.1	Παράγοντες Που Επηρεάζουν την Επιλογή Ψηφιακής Διαμόρφωσης	278
6.4.2	Εύρος Ζώνης και Φασματική Πυκνότητα Ισχύος Ψηφιακών Σημάτων	281
6.5	Κωδικοποίηση Γραμμής	282
6.6	Τεχνικές Μορφοποίησης Παλμών	282
6.6.1	Κριτήριο Nyquist για Ακύρωση ISI	282
6.6.2	Φίλτρο Ανωψωμένου Συνημιτόνου Πτώσης	287
6.6.3	Φίλτρο Gaussian Μορφοποίησης Παλμού	290
6.7	Γεωμετρική Αναπαράσταση Σημάτων Διαμόρφωσης	291
6.8	Τεχνικές Γραμμικής Διαμόρφωσης	294
6.8.1	Δυαδική Διαμόρφωση Μετατόπισης Φάσης (BPSK)	295
6.8.2	Διαφορική Διαμόρφωση Μετατόπισης Φάσης (DPSK)	298
6.8.3	Διαμόρφωση Μετατόπισης Φάσης με Ορθογωνισμό (QPSK)	300
6.8.4	Τεχνικές Μετάδοσης και Ανίχνευσης QPSK	301
6.8.5	Μετατόπιση QPSK	303
6.8.6	$\pi/4$ QPSK	305
6.8.7	Τεχνικές Μετάδοσης $\pi/4$ QPSK	305
6.8.8	Τεχνικές Ανίχνευσης $\pi/4$ QPSK	308
6.9	Διαμόρφωση Σταθερής Περιβάλλουσας	311
6.9.1	Δυαδική Διαμόρφωση Μετατόπισης Συχνότητας	312
6.9.2	Διαμόρφωση Ελάχιστης Μετατόπισης (MSK)	314
6.9.3	Gaussian Διαμόρφωση Ελάχιστης Μετατόπισης (GMSK)	318
6.10	Συνδυασμένες Τεχνικές Γραμμικής Διαμόρφωσης και Διαμόρφωσης Σταθερής Περιβάλλουσας	322
6.10.1	Μ-αδική Διαμόρφωση Μετατόπισης Φάσης (MPSK)	323
6.10.2	Μ-αδική Διαμόρφωση Ορθογωνισμού Πλάτους (QAM)	325
6.10.3	Μ-αδική Διαμόρφωση Μετατόπισης Συχνότητας (MFSK) και OFDM	328
6.11	Τεχνικές Διαμόρφωσης Φασματικής Εξάπλωσης	329
6.11.1	Ακολουθίες Ψευδο-Θορύβου (PN)	330
6.11.2	Φασματική Εξάπλωση με Απευθείας Ακολουθία (DS-SS)	331
6.11.3	Φασματική Εξάπλωση με Μεταπήδηση Συχνότητας (FH-SS)	334
6.11.4	Επίδοση Φασματικής Εξάπλωσης με Απευθείας Ακολουθία	335
6.11.5	Επίδοση Φασματικής Εξάπλωσης με Μεταπήδηση Συχνότητας	338
6.12	Επίδοση Διαμόρφωσης σε Κανάλια Διάλειψης και Πολλαπλής Διαδρομής	339
6.12.1	Επίδοση Ψηφιακής Διαμόρφωσης σε Αργά Κανάλια Επίπεδης Διάλειψης	340

6.12.2	Ψηφιακή Διαμόρφωση σε Συχνοεπιλεκτικά Κινητά Κανάλια	344
6.12.3	Επίδοση της $\pi/4$ DQPSK σε Διάλειψη και Παρεμβολή	346
6.13	Ασκήσεις	350
7	Ισοστάθμιση, Ποικιλότητα και Κωδικοποίηση Καναλιού	355
7.1	Εισαγωγή	355
7.2	Τα Βασικά της Ισοστάθμισης	356
7.3	Κατάρτιση Γενικού Προσαρμοσίμου Ισοσταθμιστή	359
7.4	Ισοσταθμιστές σε Δέκτη Επικοινωνιών	363
7.5	Αξιολόγηση των Τεχνικών Ισοστάθμισης	364
7.6	Γραμμικοί Ισοσταθμιστές	366
7.7	Μη Γραμμική Ισοστάθμιση	368
7.7.1	Ισοστάθμιση Ανάδρασης Αποφάσεων (DFE)	369
7.7.2	Ισοσταθμιστής Εκτίμησης Ακολουθίας Μέγιστης Πιθανότητας (MLSE)	370
7.8	Αλγόριθμοι για Προσαρμοστική Ισοστάθμιση	372
7.8.1	Αλγόριθμος Εξαναγκασμού σε Μηδέν	374
7.8.2	Αλγόριθμος Ελαχίστου Μέσου Τετραγώνου	374
7.8.3	Επαναληπτικός Αλγόριθμος Ελαχίστων Τετραγώνων	376
7.8.4	Σύνοψη των Αλγορίθμων	379
7.9	Κλασματικά Τοποθετημένοι Ισοσταθμιστές	380
7.10	Τεχνικές Ποικιλότητας	380
7.10.1	Εξαγωγή της Βελτίωσης Ποικιλότητας Επιλογής	381
7.10.2	Εξαγωγή της Βελτίωσης Συνδυασμού Μέγιστου Λόγου	384
7.10.3	Πρακτικά Ζητήματα Ποικιλότητας Χώρου	385
7.10.3.1	Ποικιλότητα Επιλογής	386
7.10.3.2	Ποικιλότητα Ανάδρασης ή Σάρωσης	386
7.10.3.3	Συνδυασμός Μέγιστου Λόγου	387
7.10.3.4	Συνδυασμός Ίσης Απολαβής	387
7.10.4	Ποικιλότητα Πόλωσης	387
7.10.5	Ποικιλότητα Συχνότητας	390
7.10.6	Ποικιλότητα Χρόνου	390
7.11	Δέκτης RAKE	391
7.12	Διεμπλοκή (Interleaving)	393
7.13	Τα Βασικά της Κωδικοποίησης Καναλιού	394
7.14	Κώδικες Μπλοκ και Πεπερασμένα Πεδία	395
7.14.1	Παραδείγματα Κωδίκων Μπλοκ	399
7.14.2	Ανάλυση Υπόθεσης: Κώδικες Reed–Solomon για CDPD	400
7.14.2.1	Κωδικοποίηση Reed–Solomon	401
7.14.2.2	Αποκωδικοποίηση Reed–Solomon	404
7.15	Συνελικτικοί Κώδικες	407
7.15.1	Αποκωδικοποίηση Συνελικτικών Κωδίκων	409
7.15.1.1	Ο Αλγόριθμος Viterbi	409
7.15.1.2	Άλλοι Αλγόριθμοι Αποκωδικοποίησης για Συνελικτικούς Κώδικες	410

7.16	Απολαβή Κωδικοποίησης	411
7.17	Διαμόρφωση Πλεγματικής Κωδικοποίησης	412
7.18	Κώδικες Turbo	412
7.19	Ασκήσεις	412
8	Κωδικοποίηση Ομιλίας	415
8.1	Εισαγωγή	415
8.2	Χαρακτηριστικά Σημάτων Ομιλίας	417
8.3	Τεχνικές Κβαντισμού	418
8.3.1	Ομοιόμορφος Κβαντισμός	418
8.3.2	Ανομοιόμορφος Κβαντισμός	419
8.3.3	Προσαρμοστικός Κβαντισμός	421
8.3.4	Διανυσματικός Κβαντισμός	422
8.4	Προσαρμοστική Διαφορική Παλμοκωδική Διαμόρφωση (ADPCM)	423
8.5	Κωδικοποίηση Ομιλίας Τομέα Συχνότητας	425
8.5.1	Υποζωνική Κωδικοποίηση	425
8.5.2	Προσαρμοστική Κωδικοποίηση Μετασχηματισμού	428
8.6	Κωδικοποιητές Φωνής	429
8.6.1	Κωδικοποιητές Φωνής Καναλιού	429
8.6.2	Κωδικοποιητές Φωνής Formant	430
8.6.3	Κωδικοποιητές Φωνής Cepstrum	430
8.6.4	Κωδικοποιητής Διέγερσης Φωνής	431
8.7	Γραμμικοί Προβλεπτικοί Κωδικοποιητές	431
8.7.1	Κωδικοποιητές Φωνής LPC	431
8.7.2	LPC Διέγερσης Πολλαπλών Παλμών	434
8.7.3	LPC Διέγερσης Κώδικα	434
8.7.4	Παραμένουσας Διέγερσης LPC	436
8.8	Επιλογή Codecs Ομιλίας για Κινητή Επικοινωνία	436
8.9	Ο Codec GSM	440
8.10	Ο Codec USDC	442
8.11	Εκτίμηση Απόδοσης Κωδικοποιητών Ομιλίας	442
8.12	Ασκήσεις	445
9	Τεχνικές Πολλαπλής Πρόσβασης για Ασύρματες Επικοινωνίες	447
9.1	Εισαγωγή	447
9.1.1	Εισαγωγή στην Πολλαπλή Πρόσβαση	448
9.2	Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Συχνότητας (FDMA)	449
9.3	Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Χρόνου (TDMA)	453
9.4	Πολλαπλή Πρόσβαση Εξάπλωσης Φάσματος	456
9.4.1	Πολλαπλή Πρόσβαση Μεταπήδησης Συχνότητας (FHMA)	457
9.4.2	Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Κώδικα (CDMA)	458
9.4.3	Υβριδικές Τεχνικές Φασματικής Εξάπλωσης	459
9.5	Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Χώρου (SDMA)	461

9.6	Ραδιοπρόσβαση Πακέτου	462
9.6.1	Πρωτόκολλα Ραδιοπρόσβασης Πακέτου	463
9.6.1.1	Αμιγές ALOHA	464
9.6.1.2	Θυριδωτό ALOHA	465
9.6.2	Πρωτόκολλα Πολλαπλής Πρόσβασης με Επαίσθηση Φέρουσας (CSMA)	466
9.6.3	Πρωτόκολλα Δέσμησης	467
9.6.3.1	ALOHA Δέσμησης	467
9.6.3.2	Πολλαπλή Πρόσβαση Δέσμησης Πακέτου (PRMA)	468
9.6.4	Φαινόμενο Σύλληψης στην Ραδιοπρόσβαση Πακέτου	468
9.7	Χωρητικότητα Κυψελοειδών Συστημάτων	469
9.7.1	Χωρητικότητα Κυψελοειδούς CDMA	474
9.7.2	Χωρητικότητα CDMA με Πολλές Κυψέλες	477
9.7.3	Χωρητικότητα Πολλαπλής Πρόσβασης Χωροδιαίρεσης	484
9.8	Ασκήσεις	488

10 Ασυρματική Δικτύωση 491

10.1	Εισαγωγή στα Ασύρματα Δίκτυα	491
10.2	Διαφορές Ανάμεσα στα Ασύρματα και τα Σταθερά Τηλεφωνικά Δίκτυα	493
10.2.1	Το Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο Μεταγωγής (PSTN)	493
10.2.2	Περιορισμοί στην Ασύρματη Δικτύωση	495
10.2.3	Συνένωση Ασύρματων Δικτύων και του PSTN	496
10.3	Ανάπτυξη Ασύρματων Δικτύων	497
10.3.1	Ασύρματα Δίκτυα Πρώτης Γενιάς	497
10.3.2	Ασύρματα Δίκτυα Δεύτερης Γενιάς	499
10.3.3	Ασύρματα Δίκτυα Τρίτης Γενιάς	500
10.4	Ιεραρχία Μετάδοσης Σταθερού Δικτύου	501
10.5	Δρομολόγηση Κίνησης σε Ασύρματα Δίκτυα	502
10.5.1	Μεταγωγή Κυκλώματος	503
10.5.2	Μεταγωγή Πακέτου	504
10.5.3	Το Πρωτόκολλο X.25	505
10.6	Ασύρματες Υπηρεσίες Δεδομένων	506
10.6.1	Κυψελοειδές Ψηφιακό Πακέτο Δεδομένων (CDPD)	506
10.6.2	Προηγμένα Ραδιοσυστήματα Πληροφοριών Δεδομένων (ARDIS)	508
10.6.3	RAM Κινητά Δεδομένα (RMD)	508
10.7	Σηματοδότηση Κοινού Καναλιού (CCS)	510
10.7.1	Κατανομημένο Κεντρικό Γραφείο Μεταγωγής για CCS	510
10.8	Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών (ISDN)	512
10.8.1	Ευρυζωνικό ISDN και ATM	513
10.9	Σύστημα Σηματοδότησης Αρ. 7 (SS7)	514
10.9.1	Τμήμα Υπηρεσιών Δικτύου (NSP) του SS7	515
10.9.1.1	Τμήμα Μεταφοράς Μηνύματος (MTP) του SS7	516
10.9.1.2	Τμήμα Ελέγχου Σύνδεσης Σηματοδότησης (SCCP) του SS7	517

10.9.2	Το Τμήμα Χρήστη SS7	517
10.9.2.1	Τμήμα Χρήστη Ψηφιακού Δικτύου Ενοποιημένων Υπηρεσιών (ISUP)	517
10.9.2.2	Τμήμα Εφαρμογής Δυνατοτήτων Συναλλαγής (TCAP)	518
10.9.2.3	Τμήμα Λειτουργιών Συντήρησης και Διαχείρισης (OMAP)	518
10.9.3	Κίνηση Σηματοδότησης στο SS7	518
10.9.4	Υπηρεσίες SS7	519
10.9.5	Απόδοση του SS7	519
10.10	Ένα Παράδειγμα του SS7 — Διαλειτουργικότητα Συνολικού Κυψελοειδούς Δικτύου	520
10.11	Υπηρεσίες/Δίκτυα Προσωπικών Επικοινωνιών (PCS/PCNs)	522
10.11.1	Μεταγωγή Πακέτου και Μεταγωγή Κυκλώματος για PCN	523
10.11.2	Κυψελοειδής Αρχιτεκτονική Μεταγωγής Πακέτου	523
10.11.2.1	Λειτουργικότητα Δικτύου σε Κυψελοειδή Αρχιτεκτονική Μεταγωγής Πακέτου	527
10.12	Πρωτόκολλα για Πρόσβαση Δικτύου	527
10.12.1	Πολλαπλή Πρόσβαση Δέσμευσης Πακέτου (PRMA)	528
10.13	Βάσεις Δεδομένων Δικτύου	529
10.13.1	Κατανεμημένη Βάση Δεδομένων για Διαχείριση Κινητότητας	529
10.14	Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών (UMTS)	530
10.15	Περίληψη	531

11 Ασύρματα Συστήματα και Πρότυπα 533

11.1	AMPS και ETACS	533
11.1.1	Ανασκόπηση Συστημάτων AMPS και ETACS	534
11.1.2	Χειρισμός Κλήσεων στα AMPS και ETACS	535
11.1.3	Ραδιοδιεπαφή AMPS και ETACS	537
11.1.4	N-AMPS	540
11.2	Ψηφιακά Κυψελοειδή των ΗΠΑ (IS-54 και IS-136)	541
11.2.1	Ραδιοδιεπαφή USDC	542
11.2.2	Παράγωγα Ψηφιακού Κυψελοειδούς των ΗΠΑ (IS-94 και IS-136)	548
11.3	Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM)	549
11.3.1	Υπηρεσίες και Χαρακτηριστικά του GSM	550
11.3.2	Αρχιτεκτονική Συστήματος GSM	551
11.3.3	Υποσύστημα Ραδιοεπικοινωνιών GSM	553
11.3.4	Τύποι Καναλιών GSM	555
11.3.4.1	Κανάλια Κίνησης GSM (TCHs)	555
11.3.4.2	Κανάλια Ελέγχου GSM (CCH)	557
11.3.5	Παράδειγμα Κλήσης GSM	560
11.3.6	Δομή Πλαισίου για GSM	561
11.3.7	Επεξεργασία Σήματος στο GSM	563
11.4	CDMA Ψηφιακό Κυψελοειδές Πρότυπο (IS-95)	567
11.4.1	Προδιαγραφές Συχνότητας και Καναλιού	567
11.4.2	Εμπροσθόδρομο Κανάλι CDMA	569

11.4.2.1	Συνελικτικός Κωδικοποιητής και Κύκλωμα Επανάληψης	569
11.4.2.2	Διεμπλοκές Μπλοκ	571
11.4.2.3	Μεγάλη Ακολουθία PN	571
11.4.2.4	Περίπλεξη Δεδομένων (Scrambling)	572
11.4.2.5	Υποκανάλι Ελέγχου Ισχύος	572
11.4.2.6	Κάλυψη Ορθογωνισμού	573
11.4.2.7	Διαμόρφωση με Ορθογωνισμό	574
11.4.3	Ανάστροφο Κανάλι CDMA	575
11.4.3.1	Συνελικτικός Κωδικοποιητής και Επανάληψη Συμβόλου	576
11.4.3.2	Διεμπλοκές Μπλοκ	576
11.4.3.3	Ορθογωνική Διαμόρφωση	576
11.4.3.4	Μετάδοση Μεταβλητού Ρυθμού Δεδομένων	576
11.4.3.5	Εξάπλωση Άμεσης Ακολουθίας	578
11.4.3.6	Διαμόρφωση με Ορθογωνισμό	580
11.4.4	IS-95 με Κωδικοποιητή Ομιλίας 14.4 kbps [ANS95]	580
11.5	Πρότυπο CT2 για Ασύρματα Τηλέφωνα	580
11.5.1	Υπηρεσίες και Χαρακτηριστικά CT2	580
11.5.2	Το Πρότυπο CT2	581
11.6	Ψηφιακή Ευρωπαϊκή Ασύρματη Τηλεφωνία (DECT)	582
11.6.1	Χαρακτηριστικά και Ιδιαιτερότητες	582
11.6.2	Αρχιτεκτονική του DECT	582
11.6.3	Η Λειτουργική Έννοια του DECT	584
11.6.4	ΡαδιοΖεύξη DECT	584
11.7	PACS — Συστήματα Πρόσβασης Προσωπικών Επικοινωνιών	587
11.7.1	Αρχιτεκτονική Συστήματος PACS	587
11.7.2	Ραδιοδιεπαφή PACS	587
11.8	Ψηφιακό Κυψελοειδές Ειρηνικού (PDC)	590
11.9	Σύστημα Προσωπικού Εύχρηστου Τηλεφώνου (PHS)	590
11.10	US PCS και Ζώνες ISM	591
11.11	Ασύρματη Τηλεόραση	593
11.12	Σύνοψη Προτύπων Στον Κόσμο	594
11.13	Ασκήσεις	597

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

A	Θεωρία Τηλεφωνικής Κίνησης	601
A.1	Erlang B	602
A.1.1	Εξαγωγή του Τύπου Erlang B	602
A.2	Erlang C	607
A.2.1	Εξαγωγή του Τύπου Erlang C	607
B	Υπολογισμοί Εικόνας Θορύβου για Προϋπολογισμούς Ζεύξης	611

Γ	Σχέσεις Διασποράς Ρυθμού για την Θεωρία Παράγοντα Μορφής	615
Γ.1	Διασπορά Ρυθμού για Σύνθετη Τάση	615
Γ.2	Διασπορά Ρυθμού για Ισχύ	617
Γ.3	Διασπορά Ρυθμού για Περιβάλλουσα	617
Δ	Προσεγγιστική Συνάρτηση Χωρικής Αυτοδιακύμανσης από Μέσο για την Θεωρία Παράγοντα Σχήματος	619
Ε	Προσεγγίσεις Gaussian για Φασματική Εξάπλωση CDMA	621
E.1	Η Gaussian Προσέγγιση	629
E.2	Η Βελτιωμένη Προσέγγιση Gaussian (IGA)	635
E.3	Μία Απλοποιημένη Έκφραση για την Βελτιωμένη Προσέγγιση Gaussian (SEIGA) [Lib95]	637
ΣΤ	Συναρτήσεις Q, erf & erfc	645
ΣΤ.1	Η Συνάρτηση Q	645
ΣΤ.2	Οι Συναρτήσεις erf και erfc	648
Ζ	Μαθηματικοί Πίνακες, Συναρτήσεις και Μετασχηματισμοί	651
Η	Συντμήσεις και Ακρωνύμια	661
Θ	Παραπομπές	675
	Ευρετήριο	693