

Περιεχόμενα

Πρόλογος του Επιστημονικού Επιμελητή	xxi
Πρόλογος στην Πρώτη Έκδοση	xxiii
Πρόλογος στη Δεύτερη Έκδοση	xxv

1	Εισαγωγή: Ο Ασύρματος Δίαυλος Επικοινωνιών	1
1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.2	Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΔΙΑΥΛΟΥ	2
1.3	ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ	5
1.4	ΙΣΤΟΡΙΚΟ	7
1.5	ΤΥΠΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	7
1.6	ΣΤΟΧΟΙ ΤΩΝ ΚΥΨΕΛΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	10
1.7	ΚΥΨΕΛΩΤΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	11
1.8	Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΚΥΨΕΛΗΣ	12
1.9	ΚΙΝΗΣΗ	17
1.10	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΜΦΙΔΡΟΜΗΣΗΣ	22
1.10.1	Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Συχνότητας (FDMA)	22
1.10.2	Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Χρόνου (TDMA)	23
1.10.3	Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Κώδικα (CDMA)	24
1.11	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΙ ΡΥΘΜΟΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	25
1.12	ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ	28
1.13	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	29
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	30
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	30
2	Ιδιότητες των Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων	33
2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	33
2.2	ΟΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΟΥ MAXWELL	33
2.3	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ	34
2.3.1	Σχέσεις Πεδίων	35
2.3.2	Χαρακτηριστική Αντίσταση Κύματος	36
2.3.3	Διάνυσμα Poynting	37
2.3.4	Ταχύτητα Φάσης	37
2.3.5	Μέσα με Απώλειες	38

2.4	ΠΟΛΩΣΗ	41
2.4.1	Καταστάσεις Πόλωσης	41
2.4.2	Μαθηματική Αναπαράσταση της Πόλωσης	43
2.4.3	Τυχαία Πόλωση	43
2.5	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	44
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	45
3	Μηχανισμοί Διάδοσης	47
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	47
3.2	ΑΝΑΚΛΑΣΗ, ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ	47
3.2.1	Μέσα χωρίς Απώλειες	47
3.2.2	Μέσα με Απώλειες	52
3.2.3	Τυπικοί Συντελεστές Ανάκλασης και Μετάδοσης	54
3.3	ΣΚΕΔΑΣΗ ΑΠΟ ΤΡΑΧΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	57
3.4	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΟΠΤΙΚΗ.....	60
3.4.1	Αρχές.....	60
3.4.2	Διατύπωση Μαθηματικού Τύπου.....	62
3.5	ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ	63
3.5.1	Αρχή της Περίθλασης.....	63
3.5.2	Περίθλαση από Μονή Ευθεία Ακμή.....	64
3.5.3	Άλλα Εμπόδια Περίθλασης: Γεωμετρική Θεωρία της Περίθλασης	69
3.6	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	74
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	74
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	74
4	Βασικές Αρχές Κεραίων	77
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	77
4.2	ΑΡΧΕΣ.....	77
4.2.1	Τι είναι η Κεραία;	77
4.2.2	Απαραίτητες Συνθήκες για Ακτινοβολία	78
4.2.3	Περιοχές Κοντινού και Μακρινού Πεδίου	78
4.2.4	Ακτινοβολία Μακρινού Πεδίου από Συρμάτινους Αγωγούς.....	80
4.3	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΕΡΑΙΩΝ	82
4.3.1	Διάγραμμα Ακτινοβολίας	82
4.3.2	Κατευθυντικότητα	85
4.3.3	Αντίσταση Ακτινοβολίας και Συντελεστής Απόδοσης	85
4.3.4	Κέρδος Ισχύος	87

4.3.5	Εύρος Ζώνης	87
4.3.6	Αμοιβαιότητα	89
4.3.7	Άνοιγμα Κεραίας Λήψης	90
4.3.8	Εύρος Δέσμης και Κατευθυντικότητα	90
4.3.9	Εξίσωση του Γκίις: Κεραίες στον Ελεύθερο Χώρο	91
4.3.10	Προσαρμογή Πόλωσης	91
4.4	ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΔΙΠΟΛΑ	92
4.4.1	Δομή Διπόλου	92
4.4.2	Κατανομή Ρεύματος	94
4.4.3	Διάγραμμα Ακτινοβολίας	94
4.4.4	Χαρακτηριστική Αντίσταση Εισόδου	97
4.5	ΣΤΟΙΧΕΙΟΚΕΡΑΙΕΣ	97
4.5.1	Εισαγωγή	97
4.5.2	Γραμμικές και Επίπεδες Στοιχειοκεραίες	98
4.5.3	Ομοιόμορφη Γραμμική Στοιχειοκεραία	99
4.5.4	Παρασιτικά Στοιχεία: Κεραίες Uda-Yagi	100
4.5.5	Κεραίες Ανακλαστήρα	101
4.5.6	Κεραίες Μονόπολα	101
4.5.7	Γωνιακοί Ανακλαστήρες	102
4.5.8	Κεραίες Παραβολικού Ανακλαστήρα	103
4.6	ΧΟΑΝΟΚΕΡΑΙΕΣ	104
4.7	ΒΡΟΧΟΕΙΔΕΙΣ ΚΕΡΑΙΕΣ	105
4.8	ΕΛΙΚΟΕΙΔΕΙΣ ΚΕΡΑΙΕΣ	106
4.9	ΤΥΠΩΜΕΝΕΣ ΚΕΡΑΙΕΣ	106
4.10	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	108
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	108
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	109
5	Κύρια Μοντέλα Διάδοσης	111
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	111
5.2	ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΔΙΑΔΟΣΗΣ	111
5.3	ΜΙΑ ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΝΤΕΣΙΜΠΕΛ	115
5.4	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΘΟΥΡΥΒΟΥ	116
5.5	ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΩΡΟΥ	121
5.6	ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΕΠΙΠΕΔΗΣ ΓΗΣ	123
5.7	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΖΕΥΞΗΣ	127
5.8	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	129
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	129
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	130

6	Σταθερές Επίγειες Ζεύξεις	133
6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	133
6.2	ΠΡΟΦΙΛ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ	133
6.3	ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗ	137
6.3.1	Βασικές Αρχές	137
6.3.2	Χρονική Μεταβλητότητα	141
6.3.3	Τροποσφαιρική Κυματοδήγηση και Πολυδιαδρομική Διάδοση	142
6.4	ΑΠΩΛΕΙΑ ΛΟΓΩ ΕΜΠΟΔΙΩΝ	143
6.5	ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ ΑΠΟ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΕΥΘΕΙΕΣ ΑΚΜΕΣ	145
6.5.1	Μέθοδος του Deygout	146
6.5.2	Διόρθωση του Causebrook	147
6.5.3	Μέθοδος του Giovanelli	148
6.5.4	Περιπτώσεις Δοκιμής	149
6.6	ΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΑΚΜΩΝ 153	
6.6.1	Μοντέλο Περιθλασης Κλίσης UTD Πολλαπλών Ακμών	155
6.6.2	Περίπτωση Δοκιμής: Σύγκριση Πολλαπλών Μοντέλων	159
6.7	ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ	161
6.8	ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	163
6.8.1	Μοντέλο Ολοκληρωματικής Εξίσωσης	163
6.8.2	Μέθοδος Παραβολικής Εξίσωσης	166
6.9	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ	169
6.10	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	171
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	172
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	174
7	Σταθερές Δορυφορικές Ζεύξεις	175
7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	175
7.2	ΤΡΟΠΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	176
7.2.1	Εξασθένηση	176
7.2.2	Εξασθένηση Βροχής	178
7.2.3	Απορρόφηση Αερίων	184
7.2.4	Τροποσφαιρική Διάθλαση	186
7.2.5	Τροποσφαιρικός Σπινθηρισμός	189
7.2.6	Αποπόλωση	191
7.2.7	Θόρυβος Ουρανού	194
7.3	ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	196

7.3.1	Στροφή Faraday	199
7.3.2	Καθυστέρηση Ομάδας	200
7.3.3	Διασπορά	200
7.3.4	Ιονοσφαιρικός Σπινθηρισμός	201
7.3.5	Σύνοψη των Ιονοσφαιρικών Επιδράσεων	201
7.4	ΚΕΡΑΙΕΣ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	202
7.5	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	203
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	203
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	204
8	Μακροκυψέλες	207
8.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	207
8.2	ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	208
8.3	ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ	208
8.3.1	Μοντέλα με Συντελεστή Απωλειών Εδαφικών Εμποδίων ...	210
8.3.2	Μοντέλο Okumura-Hata	213
8.3.3	Μοντέλο COST 231-Hata	215
8.3.4	Μοντέλο Lee	215
8.3.5	Μοντέλο Ibrahim και Parsons	217
8.3.6	Κατηγορίες Περιβάλλοντος	218
8.4	ΦΥΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	219
8.4.1	Μοντέλο Allsebrook και Parsons	220
8.4.2	Μοντέλο Ikegami	221
8.4.3	Περίθλαση από Στέγες Κτιρίων	223
8.4.4	Μοντέλο Flat Edge	224
8.4.5	Μοντέλο Walfisch-Bertoni	228
8.4.6	Μοντέλο COST 231/Walfisch-Ikegami	230
8.5	ΜΟΝΤΕΛΑ ITU-R	231
8.5.1	Σύσταση ITU-R P.1411	232
8.5.2	Σύσταση ITU-R P.1546	232
8.6	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	233
8.7	ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	233
8.8	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	234
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	235
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	236
9	Σκίαση	239
9.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	239
9.2	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	240
9.3	ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΚΙΑΣΗΣ	241

9.4	ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ	242
9.4.1	Όριο Κυψέλης	242
9.4.2	Ολόκληρη Κυψέλη	247
9.5	ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ	249
9.6	ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΕΝΗ ΣΚΙΑΣΗ	250
9.6.1	Σειριακή Συσχέτιση	251
9.6.2	Συσχέτιση μεταξύ Θέσεων	254
9.7	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	261
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	262
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	263

10 Γρήγορες Διαλείψεις Στενής Ζώνης

10.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	265
10.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΥΛΟΥ ΒΑΣΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	265
10.3	ΔΙΑΥΛΟΣ AWGN	267
10.4	ΔΙΑΥΛΟΣ ΔΙΑΛΕΙΨΕΩΝ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ	270
10.5	ΠΟΤΕ ΣΥΜΒΑΙΝΟΥΝ ΟΙ ΔΙΑΛΕΙΨΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ;	272
10.6	ΚΑΤΑΝΟΜΗ RAYLEIGH	273
10.7	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ SNR ΓΙΑ ΔΙΑΥΛΟ RAYLEIGH	276
10.8	ΚΑΤΑΝΟΜΗ RICE	280
10.9	ΚΑΤΑΝΟΜΗ NAKAGAMI- <i>m</i>	286
10.10	ΑΛΛΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΔΙΑΛΕΙΨΕΩΝ	287
10.11	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΓΡΗΓΟΡΩΝ ΔΙΑΛΕΙΨΕΩΝ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΤΑΞΗΣ	288
10.11.1	Το Φαινόμενο Doppler	289
10.11.2	Το Κλασικό Φάσμα Doppler	291
10.12	ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	299
10.13	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΡΑΔΙΟΔΙΑΥΛΟΥ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ	302
10.14	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	303
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	303
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	304

11 Γρήγορες Διαλείψεις Ευρείας Ζώνης

11.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	307
11.2	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΛΕΙΨΕΩΝ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	308
11.3	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΥΛΟΥ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	312
11.4	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΔΙΑΥΛΟΥ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	314

11.5	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΥΛΟΥ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	320
11.6	ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ BELLO	322
11.7	ΔΙΑΛΕΙΨΕΙΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΣΕ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΖΕΥΞΕΙΣ	324
11.8	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΕΞΑΣΘΕΝΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΥ ΔΙΑΥΛΟΥ	324
11.9	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	325
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	325
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	326
12	Μικροκυψέλες	329
12.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	329
12.2	ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	330
	12.2.1 Μοντέλο Διπλής Κλίσης	330
	12.2.2 Μοντέλο Μικροκυψέλης του Lee	332
	12.2.3 Μοντέλο Har-Xia-Bertoni	334
12.3	ΦΥΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	336
12.4	ΜΟΝΤΕΛΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΕΠΑΦΗΣ	338
	12.4.1 Μοντέλο Δύο Ακτίνων	338
	12.4.2 Μοντέλο Street Canyon	340
	12.4.3 Μοντέλο ITU-R P.1411 Street Canyon	343
	12.4.4 Μοντέλο Τυχαίας Κυματοδήγησης	344
12.5	ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΗ ΟΠΤΙΚΗΣ ΕΠΑΦΗΣ	346
	12.5.1 Μηχανισμοί Διάδοσης και Ζητήματα Σχεδιασμού Κυψελωτών Συστημάτων	346
	12.5.2 Αναδρομικό Μοντέλο	350
	12.5.3 Μοντέλο μη Οπτικής Επαφής ITU-R P.1411	351
	12.5.4 Μοντέλα Ακτίνων ανάλογα με τον Χώρο	353
12.6	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	354
12.7	ΣΚΙΑΣΗ ΜΙΚΡΟΚΥΨΕΛΩΝ	355
12.8	ΔΙΑΛΕΙΨΕΙΣ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ	355
12.9	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	356
12.10	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	358
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	358
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	360
13	Πικοκυψέλες	363
13.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	363
13.2	ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ...	364
	13.2.1 Μοντέλα με Παράγοντα Απωλειών από Τοίχους και Ορόφους	364

13.2.2	Μοντέλο COST231 Πολλαπλών Τοίχων	366
13.2.3	Μοντέλο Ericsson	367
13.2.4	Εμπειρικά Μοντέλα για Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο (WLAN)	368
13.2.5	Προβλέψεις Βασιζόμενες σε Μετρήσεις	369
13.3	ΦΥΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	
	ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ	370
13.3.1	Μοντέλα Ιχνηλάτησης Ακτίνων για Πικοκυψέλες	371
13.3.2	Μοντέλο UTD Εσωτερικού Χώρου Μειωμένης Πολυπλοκότητας	372
13.3.3	Διάδοση μεταξύ Ορόφων	373
13.3.4	Διάδοση στον Ίδιο Όροφο	376
13.4	ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ	377
13.4.1	Εισαγωγή	377
13.4.2	Μετρηθείσα Συμπεριφορά	377
13.4.3	Μοντέλο Οπτικής Επαφής COST231	379
13.4.4	Μοντέλα Κέρδους Ορόφου	380
13.4.5	Μοντέλο μη Οπτικής Επαφής COST231	381
13.4.6	Μηχανισμοί Διάδοσης	382
13.5	ΣΥΣΤΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΦΥΣΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	384
13.6	ΣΚΙΑΣΗ	385
13.7	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΔΙΑΔΡΟΜΙΚΗΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ	386
13.8	ΔΙΑΔΟΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΠΕΡΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	388
13.9	ΔΙΑΔΟΣΗ ΣΕ ΤΟΥΝΕΛ ΚΑΙ ΣΕ ΑΛΛΟΥΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	390
13.9.1	Μετρηθείσα Συμπεριφορά	390
13.9.2	Μοντέλα Διάδοσης σε Τούνελ	392
13.10	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	397
13.11	ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΧΩΡΩΝ	398
13.11.1	Κατανεμημένα Κεραιοσυστήματα – Γενικές Θεωρήσεις	398
13.11.2	Παθητικά Κατανεμημένα Κεραιοσυστήματα	400
13.11.3	Ενεργητικά Κατανεμημένα Κεραιοσυστήματα	402
13.11.4	Υβριδικά Συστήματα	405
13.11.5	Ακτινοβόλα Ομοαξονικά Καλώδια	405
13.11.6	Επαναλήπτες	411
13.11.7	Ψηφιακή Κατανομή	412
13.11.8	Επιλέγοντας το Καταλληλότερο Σύστημα Κατανομής	413
13.12	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΖΕΥΞΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	414

13.13	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	420
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	420
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	423
14	Μεγακουψέλες	425
14.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	425
14.2	ΣΚΙΑΣΗ ΚΑΙ ΓΡΗΓΟΡΕΣ ΔΙΑΛΕΙΨΕΙΣ	428
14.2.1	Εισαγωγή	428
14.2.2	Τοπική Επίδραση της Σκίασης	429
14.2.3	Τοπική Επίδραση της Πολυδιαδρομικής Διάδοσης	430
14.3	ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ	431
14.4	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	434
14.4.1	Μοντέλο Loo	436
14.4.2	Μοντέλο Corazza	437
14.4.3	Μοντέλο Lutz	438
14.5	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΙΑΣΗΣ	444
14.6	ΦΥΣΙΚΑ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	444
14.6.1	Κατανομή βάσει Ύψους Κτιρίου	446
14.6.2	Χρονομερισμός της Σκίασης	448
14.6.3	Μοντέλο Χρονοσειρών	449
14.7	ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	452
14.8	ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΙ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ	454
14.9	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΙΝΗΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΔΙΑΥΛΟΥ	456
14.10	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	457
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	458
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	460
15	Κεραίες για Κινητά Συστήματα	461
15.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	461
15.2	ΚΕΡΑΙΕΣ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ	461
15.2.1	Απαιτήσεις Απόδοσης	461
15.2.2	Βασικές Αρχές Μικρών Κεραίων	462
15.2.3	Δίπολα	463
15.2.4	Ελικοειδείς Κεραίες	468
15.2.5	Κεραίες Τύπου Ανεστραμμένου-F	468
15.2.6	Τυπωμένες Κεραίες	470
15.2.7	Μέσο Ενεργό Κέρδος	470

15.2.8	Αλληλεπιδράσεις Ανθρώπινου Σώματος και Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης (SAR)	474
15.2.9	Κεραίες Κινητών Δορυφορικών Τερματικών	479
15.3	ΚΕΡΑΙΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΒΑΣΗΣ	481
15.3.1	Απαιτήσεις Απόδοσης Μακροκυψελών	481
15.3.2	Σχεδιασμός Κεραίων Μακροκυψέλης	484
15.3.3	Διαφορισμός Κεραίων Μακροκυψέλης	487
15.3.4	Κεραίες Μικροκυψέλης	487
15.3.5	Κεραίες Πικοκυψέλης	490
15.3.6	Κεραίες για Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο (WLAN)	492
15.4	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	493
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	494
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	496

16	Αντιμετωπίζοντας τις Διαλείψεις Στενής Ζώνης μέσω Διαφορισμού	499
16.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	499
16.2	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΩΦΕΛΙΜΩΝ ΚΛΑΔΩΝ ΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΥ	501
16.3	ΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΣ ΧΩΡΟΥ	502
16.3.1	Γενικό Μοντέλο	502
16.3.2	Διαφορισμός Χώρου Κινητού Σταθμού	504
16.3.3	Κεραίες Διαφορισμού Χειροσυσκευής	506
16.3.4	Διαφορισμός Χώρου Σταθμού Βάσης	507
16.4	ΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΛΩΣΗΣ	509
16.4.1	Διαφορισμός Πόλωσης Σταθμού Βάσης	510
16.4.2	Διαφορισμός Πόλωσης Κινητού Σταθμού	511
16.5	ΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ	514
16.6	ΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	515
16.7	ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	515
16.7.1	Επιλεκτικός Συνδυασμός	515
16.7.2	Συνδυαστική Μεταγωγή	518
16.7.3	Συνδυαστική Σταθερού Κέρδους	518
16.7.4	Συνδυαστική Μέγιστου Λόγου	520
16.7.5	Σύγκριση των Συνδυαστικών Μεθόδων	522
16.8	ΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΖΕΥΞΕΙΣ	524
16.9	ΜΑΚΡΟΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΣ	524
16.10	ΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ	524
16.11	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	525
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	525
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	526

17	Αντιμετωπίζοντας τις Διαλείψεις Ευρείας Ζώνης	527
17.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	527
17.2	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	528
17.2.1	Μοντέλο Συστήματος Συνεχούς Χρόνου	528
17.2.2	Μοντέλο Συστήματος Διακριτού Χρόνου	529
17.2.3	Πρώτο Κριτήριο του Nyquist	529
17.3	ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΤΕΣ	531
17.3.1	Δομή Γραμμικού Ισοσταθμιστή	531
17.3.2	Ισοσταθμιστής Zero-Forcing	532
17.3.3	Ισοσταθμιστής Ελαχίστων Μέσων Τετραγώνων (LMS)	534
17.4	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΙ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΤΕΣ	534
17.4.1	Πίνακας Άμεσης Αντιστροφής	536
17.4.2	Αλγόριθμος LMS	537
17.4.3	Άλλοι Αλγόριθμοι Σύγκλισης	538
17.5	ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΣΤΕΣ	539
17.5.1	Ανάδραση Απόφασης	539
17.5.2	Εκτίμηση Ακολουθίας Μέγιστης Πιθανοφάνειας	540
17.5.3	Ισοστάθμιση Viterbi	541
17.6	ΔΕΚΤΕΣ RAKE	545
17.7	ΔΕΚΤΕΣ OFDM	550
17.8	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	555
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	556
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	557
18	Προσαρμοστικές Κεραίες	559
18.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	559
18.2	ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	559
18.3	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ	561
18.3.1	Παράδειγμα Επεξεργασίας μιας Προσαρμοστικής Κεραίας	561
18.3.2	Χωρικό Φιλτράρισμα για τη Μείωση των Παρεμβολών	563
18.3.3	Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Χώρου	565
18.3.4	Συστήματα Πολλαπλής Εισόδου Πολλαπλής Εξόδου	566
18.4	ΒΕΛΤΙΣΤΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ	567
18.4.1	Μαθηματική Διατύπωση	567
18.4.2	Διάνυσμα Καθοδήγησης για Ομοιόμορφη Γραμμική Στοιχειοκεραία	570
18.4.3	Διάνυσμα Καθοδήγησης για Τυχαίες Θέσεις Κεραιοστοιχείων	571
18.4.4	Βέλτιστος Συνδυαστής σε Περιβάλλον Ελεθεύρου Χώρου	572

18.4.5	Βέλτιστος Συνδυαστής σε Περιβάλλον Διαλείψεων	574
18.4.6	Υλοποίηση Προσαρμοστικών Κεραίων	576
18.4.7	Παράμετροι Διαύλου Προσαρμοστικών Κεραίων	576
18.5	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΞΟΔΟΥ (ΜΙΜΟ)	580
18.5.1	Μοντέλο Σήματος ΜΙΜΟ	580
18.5.2	Χωρητικότητα Διαύλου ΜΙΜΟ	583
18.5.3	Αντιστάθμιση μεταξύ Διαφορισμού και Χωρητικότητας για ΜΙΜΟ	586
18.5.4	Συγκεκριμένα Σχήματα STC	587
18.5.5	Μοντελοποίηση Διαύλου ΜΙΜΟ	589
18.5.6	Μοντέλα Διαύλου ΜΙΜΟ για Συγκεκριμένα Συστήματα	591
18.5.7	Επίδραση των Κεραίων στην Απόδοση ΜΙΜΟ	594
18.6	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΕΣ ΚΕΡΑΙΕΣ ΣΕ ΕΝΑ ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	595
18.7	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	597
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	597
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	600

19	Μετρήσεις Διαύλου για Κινητά Συστήματα	601
19.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	601
19.2	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΙΑΥΛΟΥ	601
19.2.1	Προσαρμόζοντας τα Εμπειρικά Μοντέλα Απωλείων Διάδοσης	601
19.2.2	Δημιουργώντας Σύνθετα Μοντέλα Διαύλου	603
19.2.3	Υπάρχουσα Ραδιοκάλυψη	603
19.2.4	Επαλήθευση Σχεδιασμού βάσει Τοπογραφίσεων	604
19.3	ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΚΡΙΒΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	604
19.4	ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΣΗΜΑΤΟΣ	606
19.4.1	Μέθοδοι Εκτίμησης της Τοπικής Μέσης Τιμής	608
19.4.2	Ρυθμός Δειγματοληψίας	612
19.5	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	615
19.5.1	Ραδιοβόλιση Διαύλου Στενής Ζώνης	615
19.5.2	Τεχνικές Μέτρησης Διαύλου Ευρείας Ζώνης	616
19.5.3	Άλλες Μετρήσεις	618
19.6	ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ	618
19.6.1	Γενικά	618
19.6.2	Πομποί	619
19.6.3	Δέκτες	620
19.6.4	Παθητικά Στοιχεία	621

19.7	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	623
19.7.1	Γενικά	623
19.7.2	Σχεδιασμός Μετρήσεων	623
19.7.3	Πλοήγηση	624
19.7.4	Μέγεθος και Μορφολογία Περιοχής για Υπολογισμό Μέσης Τιμής	626
19.7.5	Κατευθυντήριες Γραμμές Δοκιμών Εξωτερικού Χώρου	627
19.8	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	629
19.8.1	Γενικά	629
19.8.2	Πλοήγηση	629
19.8.3	Επιλογή Διαδρομών	632
19.8.4	Εξοπλισμός	633
19.8.5	Τεκμηρίωση	634
19.9	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	635
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	635
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	636

20	Μελλοντικές Εξελίξεις του Ασύρματου Διαύλου Επικοινωνιών	639
20.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	639
20.2	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	639
20.3	ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΥΠΩΣΕΙΣ	640
20.4	ΦΥΣΙΚΗ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΥΛΟΥ	640
20.5	ΠΟΛΥΔΙΑΣΤΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΥΛΟΥ	641
20.6	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΔΙΑΥΛΟΥ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ	641
20.7	ΕΞΥΠΝΕΣ ΚΕΡΑΙΕΣ	642
20.8	ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΕΣ ΚΑΙ AD HOC ΚΥΨΕΛΩΤΕΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ	642
20.9	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	643
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	644

21	Στατιστική, Πιθανότητες, Πίνακες και Δεδομένα	645
21.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	645
21.2	ΜΟΝΕΣ ΤΥΧΑΙΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	645
21.3	ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΤΥΧΑΙΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	646
21.4	ΓΚΑΟΥΣΙΑΝΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΟΡΙΑΚΟ ΘΕΩΡΗΜΑ	647
21.5	ΤΥΧΑΙΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	648
21.6	ΚΑΝΟΝΙΚΗ (ΓΚΑΟΥΣΙΑΝΗ) ΚΑΤΑΝΟΜΗ	649
21.7	ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ	652

21.8 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΑ FRESNEL	652
21.9 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΓΑΜΜΑ	654
21.10 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ BESSEL	655
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	656
Γενική Βιβλιογραφία	657
Ευρετήριο	671