

---

# Εισαγωγή στα Ασύρματα Συστήματα

Bruce A. Black  
Philip S. DiPiazza  
Bruce A. Ferguson  
David R. Voltmer  
Frederick C. Berry

Απόδοση: **Μαίρη Γκλαβά**  
Μαθηματικός, MSc Computer Science

 **Εκδόσεις: Μ. Γκιούρδας**

Ζωοδόχου Πηγής 70-74 - Τηλ.: 210 3630219

106 81 Αθήνα, 2010

[www.mgiurdas.gr](http://www.mgiurdas.gr)

**Τίτλος Πρωτοτύπου:**

Introduction to Wireless Systems

ISBN 978-0-13-244789-8

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

Αποκλειστικότητα για την Ελληνική Γλώσσα

Εκδόσεις: **Μόσχος Γκιούρδας**



Ζωοδόχου Πηγής 70-74 - Τηλ.: 210 3630219

106 81 Αθήνα, 2010

[www.mgiurdas.gr](http://www.mgiurdas.gr)

**ISBN: 978-960-512-595-0**

Επιμέλεια κειμένων: Γιάννης Καρούζος

Desktop Publishing: Κ. Καλαϊτζής, τηλ.: 210 2811662

Εκτύπωση: ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΣ Γραφικές Τέχνες Α.Ε., τηλ.: 210 3300067

Βιβλιοδεσία: ΣΤΑΜΟΥ Γραφικές Τέχνες - Εκδόσεις

Αναδημοσίευση του βιβλίου σε οποιαδήποτε μορφή, ολόκληρου ή μέρους, καθώς και των περιεχομένων προγραμμάτων, δεν επιτρέπεται χωρίς την έγγραφη εξουσιοδότηση του εκδότη.

*Αυτό το βιβλίο αφιερώνεται στην Misty Baker, Ιδρύτρια και Διευθύντρια του Global Wireless Education Consortium (GWEC) και στην διάδοχό της, Susan Sloan, Εκτελεστική Διευθύντρια του GWEC, για τις ακούραστες προσπάθειές τους για προώθηση των ακαδημαϊκών ειδικοτήτων που είναι ο πυρήνας των ασύρματων επικοινωνιών. Η ενθάρρυνσή τους όχι μόνο έδωσε έμπνευση γι' αυτό το βιβλίο, αλλά καθιέρωσε επίσης και έναν τόπο συνάντησης στον οποίο θα μπορούν να ξεκινούν οι συγγραφείς τη δημιουργία τους και να κάνουν ειλικρινείς φιλίες.*

---

# Περιεχόμενα

	<i>Πρόλογος</i>	<i>xiii</i>
	<i>Ευχαριστίες</i>	<i>xv</i>
	<i>Λίγα Λόγια για τους Συγγραφείς</i>	<i>xvii</i>
<b>Κεφάλαιο 1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>1</b>
	Επισκόπηση	1
	Περιγραφή Συστήματος	4
	Τι Είναι Ένα Ασύρματο Σύστημα;	4
	Γενική Αρχιτεκτονική, Βασικές Έννοιες και Ορολογία	6
	Ιστορική Προοπτική	10
	Μηχανική Συστημάτων και ο Ρόλος του Μηχανικού Συστημάτων	12
	Δήλωση Προβλήματος	16
<b>Κεφάλαιο 2</b>	<b>Η Ραδιο Σύνδεση</b>	<b>17</b>
	Εισαγωγή	17
	Μετάδοση και Λήψη Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων	18
	Ισοτροπική Ακτινοβολία	20
	Μοτίβα Κεραιών Ακτινοβολίας	22
	Η Εξίσωση Εύρους	28
	Ανάλυση Θερμικού Θορύβου και Δέκτη	34
	Χαρακτηρισμός των Πηγών Θορύβου	35
	Χαρακτηρισμός Διπλής Θύρας	47
	Βελτιστοποίηση του Συστήματος Μετάδοσης Ενέργειας	61
	Σχεδίαση σε Επίπεδο Συστήματος	61
	Ευαισθησία Δέκτη	62
	Σχεδίαση Κορυφαίου Επιπέδου	63
	Ένα Παράδειγμα Ισοζυγίου Ισχύος	66
	Συμπεράσματα	70
	Προβλήματα	70

<b>Κεφάλαιο 3</b>	<b>Χαρακτηριστικά Καναλιών</b>	<b>77</b>
	Εισαγωγή	77
	Μακροσκοπικά Μοντέλα 1: Αντανάκλαση από την Επιφάνεια της Γης	79
	Μακροσκοπικά Μοντέλα 2: Εμπειρικά Μοντέλα	86
	Το Μοντέλο Hata	87
	Το Μοντέλο Lee	90
	Μακροσκοπικά Μοντέλα 3: Λογαριθμική Κανονική Σκίαση	95
	Μικροσκοπικά Μοντέλα 1: Μετάδοση Πολλαπλών Διαδρομών και Εξασθένιση	100
	Εισαγωγή	100
	Ένα Μοντέλο Δύο-Ακτίνων για την Μετάδοση Πολλαπλών Διαδρομών: Στάσιμος Δέκτης	102
	Μικροσκοπικά Μοντέλα 2: Στατιστικά Μοντέλα για την Μετάδοση Πολλαπλών Διαδρομών	106
	Εξασθένιση Rayleigh	106
	Εύρος Ζώνης Συμφωνίας	115
	Μικροσκοπικά Μοντέλα 3: Ένα Μοντέλο Δύο Ακτίνων Με Έναν Κινούμενο Δέκτη	121
	Μικροσκοπικά Μοντέλα 4: Ένα Στατιστικό Μοντέλο με Έναν Κινούμενο Δέκτη	129
	Περιοχή Κάλυψης	132
	Ισοζύγιο Ισχύος	137
	Συμπεράσματα	139
	Προβλήματα	141
<b>Κεφάλαιο 4</b>	<b>Ραδιοσυχνότητες: Μηχανική και Σχεδίαση Συστημάτων</b>	<b>149</b>
	Κίνητρο	149
	Αξιολόγηση Απαιτήσεων και Αρχιτεκτονική Συστημάτων	150
	Κυψελοειδείς Έννοιες	153
	Εκτίμηση των Επιπέδων Παρεμβολής	167
	Παρεμβολή από Κανάλι Ίδιας Συχνότητας	167
	Παρεμβολή Γειτονικών Καναλιών	171
	Προγραμματισμός και Μηχανική Κυψελοειδών Συστημάτων	173
	Οι Κύριοι Συμβιβασμοί	173
	Χωρισμός σε Τομείς	175
	Διαίρεση Κυφελών	179

Λειτουργικά Θέματα	183
Το Κινητό Κέντρο Μεταγωγής	184
Δυναμική Εκχώρηση Καναλιών	184
Έννοιες και Θέματα Μεταφοράς Κλήσεων	185
Μηχανική Κίνησης, Κορμός και Βαθμός Εξυπηρέτησης	187
Συμπεράσματα	194
Προβλήματα	196
<b>Κεφάλαιο 5</b>	
<b>Αρχές Ψηφιακών Σημάτων</b>	<b>203</b>
Εισαγωγή	203
Ψηφιακά Σήματα Ζωνών Βάσης	204
Αρχιτεκτονική Ψηφιακών Επικοινωνιών	
Ζωνών Βάσης	204
Εντοπισμός Παλμού Ζωνών Βάσης	207
Το Αντίστοιχο Φίλτρο	212
Συσχετισμός	216
Δέκτης Συσχετισμού	220
Απόδοση του Δέκτη	222
Σηματοδοσία Βασισμένη σε Φέροντες	226
Επισκόπηση Διαμόρφωσης	226
Αρχιτεκτονική Διαμορφωμένης Επικοινωνίας	
Μεταφορέων	227
Αρχές Ψηφιακής Διαμόρφωσης	229
Διαδική Διαμόρφωση Μετατόπισης	
Φάσης (BPSK)	236
Διαφορική Διαδική Διαμόρφωση Μετατόπισης	
Φάσης (DPSK)	239
Διαμόρφωση Μετατόπισης Φάσης	
Τετραγωνισμού (QPSK)	243
Offset QPSK (OQPSK)	251
Διαμόρφωση Μετατόπισης Συχνότητας (FSK)	254
Gaussian Διαμόρφωση Μετατόπισης	
Συχνότητας (GFSK)	262
Διαμόρφωση Ελάχιστης Μετατόπισης (MSK)	264
Σήμα Διευρυμένου Φάσματος	267
Επισκόπηση	267
Φάσμα Διάχυσης Μεταπήδησης Συχνότητας	268
Άμεση Ακολουθία Διευρυμένου Φάσματος	271
Συμπεράσματα	278
Προβλήματα	280

<b>Κεφάλαιο 6</b>	<b>Μέθοδοι Προσπέλασης</b>	<b>287</b>
	Εισαγωγή	287
	Πρόσβαση Καναλιών σε Κυψελοειδή Συστήματα	290
	Πολλαπλή Πρόσβαση Διαμοίρασης με Συχνότητα	295
	Η Ζώνη Ραδιοφωνικής Αναμετάδοσης AM	296
	Το Κυψελοειδές Τηλεφωνικό Σύστημα AMPS	297
	Επίδραση της Σχεδίασης του Μεταδοθέντος Σήματος	298
	Αμφίδρομη Εκπομπή-Λήψη με Διαμοίραση Συχνότητας	299
	Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαμοίραση Χρόνου	300
	Το Σύστημα U.S. Digital Cellular (USDC)	302
	Το Σύστημα GSM	304
	Αμφιδρόμηση Με Διαμοίραση Χρόνου	305
	Πολλαπλή Πρόσβαση Κατανομής Κωδικών	306
	Συστήματα Μεταπήδησης Συχνότητας CDMA	307
	Συστήματα Άμεσης Ακολουθίας CDMA	311
	Πολλαπλή Πρόσβαση Βασισμένη στον Ανταγωνισμό	325
	Το Πρωτόκολλο Πολλαπλής Πρόσβασης Aloha	326
	Το Πρωτόκολλο Aloha Με Υποδοχές	328
	Πολλαπλή Πρόσβαση με Ανίχνευση Φέροντος	330
	Συμπεράσματα	335
	Προβλήματα	337
<b>Κεφάλαιο 7</b>	<b>Πηγές Πληροφοριών</b>	<b>343</b>
	Εισαγωγή	343
	Πηγές Πληροφοριών και ο Χαρακτηρισμός τους	346
	Ομιλία	347
	Μουσική	348
	Εικόνες	349
	Βίντεο	350
	Δεδομένα	351
	Ποιότητα Υπηρεσιών (QoS)	352
	Ομαλό ως προς Κομματιαστό	354
	Ψηφιοποίηση των Σημάτων Ομιλίας	355
	Διαμόρφωση Κώδικα Παλμού	356
	Διαφορικό PCM	367
	Vocoder	371

---

	Κωδικοποίηση για Διόρθωση Λαθών	376
	Συνελικτικοί Κωδικοί	377
	Συμπεράσματα	389
	Προβλήματα	392
<b>Κεφάλαιο 8</b>	<b>Συγκεντρώνοντας Μαζί Όλα Όσα Μάθαμε</b>	<b>397</b>
	Εισαγωγή	397
	Κοιτάζοντας προς τα Πίσω	399
	Η Πρώτη Γενεά	399
	Η Δεύτερη Γενεά	400
	Προς μια Τρίτη Γενεά	405
	Γενιά 2.5	407
	Σύγχρονα Συστήματα και η Εξέλιξη του 3G	411
	Ευρείας Ζώνης CDMA (W-CDMA)	411
	Ραδιο Τεχνολογία Μετάδοσης cdma2000 (RTT)	420
	OFDM: Μια Αρχιτεκτονική για την Τέταρτη Γενιά	432
	Συμπεράσματα	442
<b>Παράρτημα Α</b>	<b>Στατιστικές Συναρτήσεις και Πίνακες</b>	<b>443</b>
	Η Κανονική Κατανομή	443
	Πίνακες Συναρτήσεων	446
<b>Παράρτημα Β</b>	<b>Μηχανική Κίνησης</b>	<b>453</b>
	Βαθμός Υπηρεσιών και η Κατάσταση του Διακόπτη	453
	Ένα Μοντέλο για Αφίξεις Κλήσεων	454
	Ένα Μοντέλο για το Χρόνο Αναμονής	456
	Οι Πιθανότητες Κατάστασης του Διακόπτη	457
	Πιθανότητα Μπλοκαρίσματος, Προσφερόμενο Φορτίο και Erlang B	460
	Υπολογιστικές Τεχνικές για τον Τύπο Erlang B	462
	Πίνακας Erlang B	465
	<i>Ακρωνύμια</i>	477
	<i>Ευρετήριο</i>	483



---

# Πρόλογος

Αυτό το κείμενο έχει στόχο να παρέχει σε έναν τελειόφοιτο σπουδαστή στις ειδικότητες των ηλεκτρολόγων μηχανολόγων ή μηχανικών υπολογιστών την οπτική της σχεδίασης και ανάλυσης ενός ασύρματου συστήματος επικοινωνιών. Η εστίαση του κειμένου είναι στα κυψελοειδή τηλεφωνικά συστήματα, καθώς αυτά τα συστήματα είναι γνωστά στους σπουδαστές, είναι αρκετά πλούσια ώστε να περικλείουν διάφορα προβλήματα μετάδοσης, τεχνικές διαμόρφωσης και σχήματα πρόσβασης και αρκετά στενά ώστε να μπορούν να συμπεριληφθούν σε ένα κείμενο που υποστηρίζει ένα μόνο μάθημα. Η παρουσίαση περιορίζεται σε αυτό που οι μηχανικοί κυψελοειδών συστημάτων ονομάζουν "εναέρια διασύνδεση" και αυτό που οι μηχανικοί δικτύων ονομάζουν "φυσικό επίπεδο".

Η παρουσίαση είναι μοναδική με διάφορους τρόπους. Κατ' αρχάς, στοχεύει σε προπτυχιακούς σπουδαστές, ενώ τα περισσότερα άλλα εγχειρίδια που έχουν γραφτεί για τα ασύρματα συστήματα προορίζονται είτε για μεταπτυχιακούς σπουδαστές είτε για το στοιχειώδες επίπεδο των κολλεγίων. Ειδικότερα, η παρουσίαση συνδυάζει μια καθαρή αφήγηση με παραδείγματα που δείχνουν πώς εφαρμόζονται οι θεωρητικές αρχές στην σχεδίαση συστημάτων. Το κείμενο βασίζεται στην δεκαετή εμπειρία διδασκαλίας ασύρματων συστημάτων σε τελειόφοιτους σπουδαστές στις ειδικότητες των ηλεκτρολόγων μηχανολόγων ή μηχανικών υπολογιστών. Τα μαθήματα που μάθαμε από τις ερωτήσεις και απαντήσεις τους μας έχουν καθοδηγήσει στην ανάπτυξη αυτού του βιβλίου. Το κείμενο, όχι μόνο παρουσιάζει τη βασική θεωρία αλλά αναπτύσσει επίσης μια συνεπή, ολοκληρωμένη άποψη για τα κυψελοειδή συστήματα που θα παρακινήσει τον προπτυχιακό σπουδαστή να συνεχίσει να διαβάζει και να μάθει περισσότερα.

Δεύτερον, το κείμενο είναι γραμμένο από την προοπτική κατασκευής ενός συστήματος. Σε αυτό το πλαίσιο, ένα "σύστημα" περιλαμβάνει πολλά μέρη, των οποίων οι ιδιότητες μπορούν να αλλάξουν έτσι ώστε να παρέχουν την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση σε ένα αποδεκτό κόστος. Ένα σύστημα με την πολυπλοκότητα ενός κυψελοειδούς δικτύου μπορεί να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί μόνο από μια ομάδα ειδικών των οποίων οι δεξιότητες συμπληρώνουν η μια την άλλη. Η σχεδίαση κορυφαίου επιπέδου είναι ευθύνη των μηχανικών συστημάτων που μπορούν να μεταφράσουν τις απαιτήσεις της αγοράς σε τεχνικές προδιαγραφές, που μπορούν να προσδιορίσουν και να επιλύσουν θέματα συμβιβασμού της απόδοσης και που μπορούν να ορίσουν τις απαιτήσεις του υποσυστήματος που να "πηγαίνουν προς τα κάτω" προς τους σχεδιαστές υποσυστημάτων. Το κείμενο δίνει στους σπουδαστές την έννοια ότι ενώνονται ειδικοί από ένα μεγάλο φάσμα μηχανικών ειδικοτήτων για να αναπτύξουν ένα σύνθετο σύστημα. Η θεωρία και η σύγχρονη πρακτική αναπτύσσονται στα πλαίσια μιας ειδικότητας επίλυσης προβλημάτων στην οποία χρησιμοποιείται μια προσέγγιση "διαίρει και βασίλευε" για να δεσμεύσει τις λειτουργικές απαιτήσεις κορυφαίου επιπέδου του συστήματος σε χαμηλότερα υποσυστήματα. Τα τυπικά αποτελέσματα της ανάλυσης αναπτύσσονται και παρουσιάζονται στους σπουδαστές με έναν τρόπο που να δείχνει πώς μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας μηχανικός συστημάτων αυτά τα αποτελέσματα ως αφετηρία για το σχεδιασμό ενός βελτιστοποιημένου συστήματος. Κατά συνέπεια, η κάλυψη ενός θέματος κατασκευής ενός συστήματος συνδέει μαζί μια μεγάλη ποικιλία τεχνικών αρχών και αναλυτικών τεχνικών.

Αυτό το κείμενο περιλαμβάνει οκτώ κεφάλαια. Ένα εισαγωγικό κεφάλαιο ορίζει την ιστορία της μηχανικής συστημάτων. Τα Κεφάλαια 2 και 3 παρουσιάζουν την εναέρια διασύνδεση εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο θα παρέχεται αρκετή ισχύς μέσω μιας αρκετά μεγάλης περιοχής που θα υποστηρίζει αξιόπιστη επικοινωνία. Το Κεφάλαιο 2 παρουσιάζει την εξίσωση εύρους ελεύθερου χώρου και τον θερμικό θόρυβο. Κατά την ολοκλήρωση αυτού του

κεφαλαίου, οι σπουδαστές θα πρέπει να ξέρουν για την εξάρτηση της ληφθείσας ισχύος από το εύρος και το ρόλο του θορύβου στον προσδιορισμό της ποσότητας της ισχύος που είναι αρκετή για ποιοτική λήψη. Το Κεφάλαιο 3 παρουσιάζει το επίγειο κανάλι και τις εξασθενήσεις του, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων της σκίασης και της λήψης πολλαπλών διαδρομών. Στην συνέχεια, το Κεφάλαιο 4 παρουσιάζει την αρχή της επαναχρησιμοποίησης της συχνότητας και την προκύπτουσα κυψελοειδή δομή των συστημάτων. Ο στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να δείξει πώς μπορεί να επεκταθεί ένα σύστημα επικοινωνιών ώστε να παρέχει εξυπηρέτηση μέσω μιας ουσιαστικά απεριόριστης περιοχής σε έναν θεωρητικά απερίριστο αριθμό συνδρομητών.

Μόλις καθιερωθεί μια σύνδεση ισχύος, οι πληροφορίες πρέπει να κωδικοποιηθούν για να διαδοθούν αποτελεσματικά μέσω αυτής της σύνδεσης. Το Κεφάλαιο 5 παρουσιάζει τη διαμόρφωση. Η έμφαση είναι στις ψηφιακές τεχνικές που είναι κοινές στα κυψελοειδή συστήματα. Ιδιαίτερο ενδιαφέροντος είναι η αποτελεσματικότητα συχνότητας, η αποτελεσματικότητα ισχύος και ο ρυθμός λαθών bit, το εύρος ζώνης και η παρεμβολή γειτονικών καναλιών. Το Κεφάλαιο 5 παρουσιάζει επίσης τη διαμόρφωση διευρυμένου φάσματος, τονίζοντας την δυνατότητα συστημάτων διευρυμένου φάσματος να παρέχουν δυνατή επικοινωνία όταν υπάρχει παρεμβολή περιορισμένης ζώνης και εξασθένιση επιλεκτικής συχνότητας.

Με την ολοκλήρωση του Κεφαλαίου 5, οι σπουδαστές θα μπορούν να εκτιμούν τους παράγοντες που περιλαμβάνονται στο σχεδιασμό μιας σύνδεσης δεδομένων από σημείο σε σημείο μεταξύ ενός μόνο πομπού και ενός μόνο δέκτη. Το Κεφάλαιο 6 παρουσιάζει μεθόδους για πολλαπλή πρόσβαση, συμπεριλαμβανομένων των FDMA, TDMA και κάνει μια εισαγωγή στο CDMA. Υπογραμμίζεται η δυνατότητα των συστημάτων διευρυμένου φάσματος να υποστηρίξουν πολλαπλούς χρήστες μέσω ενός μόνο καναλιού.

Τα ασύρματα συστήματα μεταφέρουν πληροφορίες από μια μεγάλη ποικιλία πηγών, από ομιλία έως μουσική, βίντεο, σύντομα μηνύματα κειμένου και ιστοσελίδες. Όταν ψηφιοποιούνται οι πληροφορίες από διάφορες πηγές παράγουν ροές δεδομένων με διαφορετικές ιδιότητες. Επιπλέον, οι συνδρομητές εφαρμόζουν διαφορετικά κριτήρια για να αξιολογήσουν την ποιότητα των διαφορετικών ειδών πληροφοριών που λαμβάνουν. Το Κεφάλαιο 7 ξεχωρίζει τις ροές από τις ριπές πληροφοριών. Καθώς τα κυψελοειδή συστήματα της δεύτερης και της επόμενης γενιάς εξαρτώνται ιδιαίτερα από την αποτελεσματική χρήση της συμπίεσης της ομιλίας, δίνονται παραδείγματα που δείχνουν την παραδοσιακή ψηφιοποίηση της ομιλίας και μια συνοπτική εισαγωγή στη γραμμική κωδικοποίηση πρόβλεψης. Το Κεφάλαιο 7 ολοκληρώνεται με παρουσιάσεις της συνελκτικής κωδικοποίησης για έλεγχο λαθών και τον αλγόριθμο αποκωδικοποίησης Viterbi. Στο Κεφάλαιο 8 δίνεται η ιστορία της μηχανικής συστημάτων.

Αυτό το κείμενο έχει γραφτεί ώστε να υποστηρίξει ένα μάθημα του ενός εξαμήνου τελειοφοίτων σπουδαστών. Υποτίθεται ότι οι σπουδαστές που επιλέγουν το μάθημα θα έχουν ολοκληρώσει τα συμβατικά μαθήματα στα σήματα και τα συστήματα και θα έχουν κάνει μια εισαγωγή στα συστήματα επικοινωνιών. Το υπόβαθρο σε σήματα και συστήματα θα πρέπει να περιλαμβάνει μια λεπτομερή εισαγωγή στο μετασχηματισμό Fourier. Υποτίθεται επίσης ότι οι αναγνώστες του κειμένου θα έχουν ολοκληρώσει ένα εισαγωγικό μάθημα στις πιθανότητες, συμπεριλαμβανομένων των συναρτήσεων πυκνότητας πιθανότητας, των προσδοκιών και της έκθεσης σε διάφορες συμβατικές κατανομές πιθανοτήτων. Το υλικό που περιλαμβάνεται σε αυτό το κείμενο θα πρέπει να είναι παραπάνω από επαρκές για να υποστηρίξει ένα μάθημα ενός εξαμήνου. Στο Rose-Hulman Institute of Technology το βιβλίο χρησιμοποιείται για να υποστηρίξει ένα μάθημα ενός εξαμήνου που περιλαμβάνει τέσσερις εκπαιδευτικές συναντήσεις ανά εβδομάδα για δέκα εβδομάδες. Το μάθημα καλύπτει όλο το Κεφάλαιο 2, επιλογές από το Κεφάλαιο 3, όλο το Κεφάλαιο 4 και το μεγαλύτερο μέρος από το Κεφάλαιο 5. Αν το επιτρέπει ο χρόνος περιλαμβάνεται και το υλικό για το CDMA από το Κεφάλαιο 6.

---

# Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς θα ήθελαν να αναγνωρίσουν τα πολλά άτομα και οργανισμούς που βοήθησαν κατά την προετοιμασία αυτού του κειμένου. Το National Science Foundation παρείχε χρηματοδότηση (DUE-0341209) για να υπάρχει χρόνος για την συγγραφή. Οι ειδικές ευχαριστίες επεκτείνονται στο Global Wireless Education Consortium (GWEC) και τους διαχειριστές του, Misty Baker και Susan Sloan, για την υποστήριξή τους προκειμένου να οριστεί η ιδέα για το βιβλίο και για τις συμβουλές τους. Ειδικές ευχαριστίες επίσης στους Gerald DiPiazza και Richard Frenkiel, δύο πρωτοπόρους που είναι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη των κυψελοειδών επικοινωνιών, για την συνεισφορά τους στο κείμενο και τα αξιωματικά σχόλιά τους. Ο Gerald παρείχε μια θερμική ανάλυση θορύβου για μια από τις πρώτες κυψελοειδείς φορητές μονάδες και ο Richard παρείχε τη θαυμάσια επισκόπηση της ιστορίας των ασύρματων επικοινωνιών στο Κεφάλαιο 1. Θέλουμε να εκφράσουμε την ειλικρινή εκτίμησή μας για την ενθουσιώδη υποστήριξη των φίλων στην Award Solutions, Inc. Ειδικότερα, ευχαριστούμε τους Russ Edwards, Hooman Razani, Chris Reece και Nishith Tripathi, για τις χρήσιμες συζητήσεις τους σχετικά με τα σύγχρονα συστήματα και την εξέλιξή τους και τους Satyajit Doctor και Ramki Rajagopalan, για την υποστήριξη τους στο GWEC και τη δημιουργία αυτού του βιβλίου. Ευχαριστούμε επίσης τους Andy Groome, της Groome Technologies, για τις χρήσιμες συζητήσεις του σχετικά με την τρέχουσα πρακτική για τη δημιουργία ισοζυγίου ισχύος και για την παροχή μερικών πραγματικών παραδειγμάτων.

---

# Λίγα Λόγια για τους Συγγραφείς

Ο **Bruce A. Black** ολοκλήρωσε τις πρώτες σπουδές του στο Πανεπιστήμιο Κολούμπια, πήρε το Master του από το Massachusetts Institute of Technology και το διδακτορικό του από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Μπέρκλεϋ, όλα στην ειδικότητα του ηλεκτρολόγου μηχανολόγου. Από το 1983 ανήκει στους καθηγητές του Department Electrical and Computer Engineering στο Rose-Hulman Institute of Technology στο Terre Haute της Ινδιάνας, όπου είναι εισηγητής στο Tau Beta Pi και εισηγητής στο Amateur Radio Club (W9NAA). Τα ενδιαφέροντά του είναι στις επικοινωνίες, τα ασύρματα συστήματα και την επεξεργασία σημάτων. Έχει αναπτύξει διάφορα μαθήματα και εργαστήρια στις περιοχές της επεξεργασίας σημάτων και επικοινωνιών, συμπεριλαμβανομένου ενός εργαστηρίου πρωτοετούς επιπέδου για συστήματα επικοινωνιών και ενός μαθήματος για τελειόφοιτους στα ασύρματα συστήματα. Το 2004 ονομάστηκε Wirelles Educator της Χρονιάς από το Global Wireless Education Consortium. Είναι μέλος του Tau Beta Pi, Eta Kappa Nu και Sigma Xi.

Ο **Philip S. DiPiazza** έλαβε το πτυχίο B.E.E. από το Manhattan College το 1964, το Master σαν ηλεκτρολόγος μηχανικός από το Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης το 1965 και το διδακτορικό του (σαν ηλεκτρολόγος μηχανικός) από το Polytechnic Institute της Νέας Υόρκης το 1976. Η επαγγελματική του εμπειρία ξεπερνά τα σαράντα χρόνια στη βιομηχανία, σε διδασκαλία και σε ιδιωτική πρακτική. Κατά τη διάρκεια των πρώτων δέκα ετών της σταδιοδρομίας του, ήταν μηχανικός συστημάτων που ασχολείτο με την ανάπτυξη προχωρημένων αεροπορικών συστημάτων ραντάρ στο Norden Division of United Technologies. Πήγε στα Bell Laboratories (AT&T) το 1977, όπου, ως μηχανικός συστημάτων και τεχνικός διευθυντής, ασχολήθηκε με την ανάπτυξη κυψελοειδών κινητών τηλεφώνων (AMPS) και αργότερα με ασύρματα συστήματα PBX. Ο Δρ DiPiazza ήταν υπεύθυνος για την ενοποίηση συστημάτων και τον έλεγχο της πρώτης εγκατάστασης στην Βόρειο Αμερική του AMPS. Από τότε που πήρε σύνταξη από τα AT&T Labs το 1998, έχει υπηρετήσει ως σύμβουλος στην βιομηχανία, ως Διευθυντής στο Rutgers WINLAB και ως Αντιπρόεδρος και Γενικός Διευθυντής του τμήματος της Μελβούρνης της SAFCO Technologies, Inc. Σαν Καθηγητής-επισκέπτης στο Florida Institute of Technology, υπήρξε ιδρυτής και διευθυντής του Wireless Center of Excellence και ανέπτυξε μεταπτυχιακά προγράμματα για τα ασύρματα συστήματα. Αυτήν την στιγμή είναι Αναπληρωτής Καθηγητής στο Rose-Hulman Institute of Technology και Σύμβουλος στην Award Solutions, Inc. Ο Δρ. DiPiazza είναι εισηγητής και μέλος του Global Wireless Educational Consortium και μέλος του IEEE.

Ο **Bruce A. Ferguson** έλαβε τα πτυχία B.S., M.S. και Ph.D. σαν ηλεκτρολόγος μηχανολόγος από το Purdue University, West Lafayette, στην Ινδιάνα, το 1987, 1988 και 1992, αντίστοιχα. Είναι αυτήν την στιγμή Μηχανικός Συστημάτων Επικοινωνιών στην Northrop Grumman Space Technology. Έχει εργαστεί σε συστήματα επικοινωνιών τόσο διαστημικά όσο και επίγεια και σε φωτονικά συστήματα στο TRW Space and Electronics (που τώρα ονομάζεται NGST) και έχει διδάξει στο Rose-Hulman Institute of Technology και στο Πανεπιστήμιο του Πόρτλαντ στο Όρεγκον. Ο Δρ Ferguson είναι μέλος του Eta Kappa Nu και του IEEE.

Ο **David R. Voltmer** έλαβε τα πτυχία του από το Iowa State University (B.S.), από το University of Southern California (Master) και από το Ohio State University (διδακτορικό), όλα σαν ηλεκτρολόγος μηχανολόγος. Κατά τη διάρκεια των σχεδόν τεσσάρων δεκαετιών διδασκαλίας, ο Dr. Voltmer έχει διατηρήσει μια τεχνική εστίαση στον ηλεκτρομαγνητισμό, τα μικροκύματα και

τις κεραίες. Οι πιο πρόσφατες προσπάθειές του κατευθύνονται προς την διαδικασία σχεδίασης και έργων. Έχει υπηρετήσει σε πολλά γραφεία του τμήματος ERM του ASEE και στο FIE. Ο Δρ Voltmer είναι ένας ASEE Fellow και ένας Life Senior Member του IEEE.

Ο **Frederick C. Berry** έλαβε τα πτυχία του (B.S., M.S. και D.E.) από το Louisiana Tech University το 1981, 1983 και 1988 αντίστοιχα. Δίδαξε στο Electrical Engineering Department στην Louisiana Tech University από το 1982 έως το 1995. Αυτή την στιγμή ο Dr. Berry είναι Καθηγήτης και Επικεφαλής του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανολόγων και Υπολογιστών στο Rose-Hulman Institute of Technology. Το 2007 έγινε Executive Director του Global Wireless Education Consortium. Είναι μέλος των Tau Beta Pi, Eta Kappa Nu και Sigma Xi.