

Περιεχόμενα

Λίγα λόγια για τον συγγραφέα	20
Πρόλογος στην τρίτη αμερικανική έκδοση	21
1 Εισαγωγή	27
1.1 Ορισμός σημάτων και συστημάτων	27
1.2 Είδη σημάτων	29
1.3 Παραδείγματα συστημάτων	34
Ένα μηχανικό σύστημα	35
Ένα σύστημα ρευστού	35
Ένα σύστημα διακριτού χρόνου	37
Συστήματα ανατροφοδότησης	38
1.4 Παράδειγμα ενός οικείου σήματος και συστήματος	40
1.5 Χρήση του MATLAB®	44
2 Μαθηματική περιγραφή σημάτων συνεχούς χρόνου	45
2.1 Εισαγωγή και στόχοι	45
2.2 Σημειογραφία συναρτήσεων	46
2.3 Συναρτήσεις σήματος συνεχούς χρόνου	47
Μιγαδικές εκθετικές και ημιτονοειδείς συναρτήσεις	47
Συναρτήσεις με ασυνέχειες	49
Η συνάρτηση <i>signum</i>	50
Η μοναδιαία βηματική συνάρτηση	50
Η μοναδιαία συνάρτηση ράμπας	52
Η μοναδιαία κρουστική συνάρτηση	53
Η κρουστική συνάρτηση, η μοναδιαία βηματική συνάρτηση και οι γενικευμένες παράγωγοι	55
Η ιδιότητα ισοδυναμίας της κρουστικής συνάρτησης	57
Η ιδιότητα δειγματοληψίας της κρουστικής συνάρτησης	57
Η ιδιότητα κλιμάκωσης της κρουστικής συνάρτησης	57
Η μοναδιαία περιοδική κρουστική συνάρτηση ή ακολουθία κρουστικών συναρτήσεων	58
Ένας συντονισμένος συμβολισμός για τις ιδιάζουσες συναρτήσεις	59
Η μοναδιαία ορθογώνια συνάρτηση	59
2.4 Συνδυασμοί συναρτήσεων	60
2.5 Μετατόπιση και κλιμάκωση	62
Κλιμάκωση πλάτους	63
Χρονική μετατόπιση	63
Χρονική κλιμάκωση	65
Ταυτόχρονη μετατόπιση και κλιμάκωση	69
2.6 Παραγωγή και ολοκλήρωση	73
2.7 Άρτια και περιττά σήματα	75
Συνδυασμός άρτιων και περιττών σημάτων	77
Παράγωγοι και ολοκληρώματα άρτιων και περιττών σημάτων	79
2.8 Περιοδικά σήματα	79
2.9 Ενέργεια και ισχύς σήματος	82
Ενέργεια σήματος	82
Ισχύς σήματος	84
2.10 Σύνοψη σημαντικών σημείων	86

Ασκήσεις	87
Ασκήσεις με απαντήσεις	87
Συναρτήσεις σημάτων	87
Μετατόπιση και κλιμάκωση	88
Παράγωγοι και ολοκληρώματα συναρτήσεων	92
Γενικευμένη παράγωγος	93
Άρτιες και περιττές συναρτήσεις	93
Περιοδικά σήματα	95
Ενέργεια σήματος και ισχύς σημάτων	96
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	97
Συναρτήσεις σημάτων	97
Κλιμάκωση και μετατόπιση	97
Γενικευμένη παράγωγος	102
Παράγωγοι και ολοκληρώματα συναρτήσεων	102
Άρτιες και περιττές συναρτήσεις	102
Περιοδικές συναρτήσεις	103
Ενέργεια σήματος και ισχύς σημάτων	103
3 Περιγραφή σημάτων διακριτού χρόνου	105
3.1 Εισαγωγή και στόχοι	105
3.2 Δειγματοληψία και διακριτός χρόνος	106
3.3 Εκθετικές και ημιτονοειδείς συναρτήσεις	108
Ημιτονοειδείς συναρτήσεις	108
Εκθετικές συναρτήσεις	111
3.4 Ιδιάζουσες συναρτήσεις	112
Η μοναδιαία κρουστική συνάρτηση	112
Η βηματική συνάρτηση διακριτού χρόνου	113
Η συνάρτηση <i>Signum</i>	113
Η μοναδιαία συνάρτηση ράμπας	114
Η μοναδιαία περιοδική κρουστική συνάρτηση ή ακολουθία κρουστικών συναρτήσεων	114
3.5 Μετατόπιση και κλιμάκωση	115
Κλιμάκωση πλάτους	115
Μετατόπιση χρόνου	115
Κλιμάκωση χρόνου	116
Χρονική συστολή	116
Χρονική διαστολή	116
3.6 Πράξεις διαφοράς και συσσώρευσης	120
3.7 Άρτια και περιττά σήματα	124
Συνδυασμοί άρτιων και περιττών συναρτήσεων	125
Συμμετρική πεπερασμένη άθροιση άρτιων και περιττών σημάτων	126
3.8 Περιοδικά σήματα	127
3.9 Ενέργεια και ισχύς σήματος	128
Ενέργεια σήματος	128
Ισχύς σήματος	128
3.10 Σύνοψη σημαντικών σημείων	130
Ασκήσεις	131
Ασκήσεις με απαντήσεις	131
Συναρτήσεις	131
Κλιμάκωση και μετατόπιση συναρτήσεων	132
Πράξεις διαφοράς και συσσώρευσης	135
Άρτιες και περιττές συναρτήσεις	136
Περιοδικές συναρτήσεις	137
Ενέργεια και ισχύς σήματος	137

Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	139
Συναρτήσεις σημάτων	139
Κλιμάκωση και μετατόπιση συναρτήσεων	139
Πράξεις διαφοράς και συσσώρευσης	140
Άρτιες και περιττές συναρτήσεις	140
Ενέργεια και ισχύς σήματος	141
4 Περιγραφή των συστημάτων	143
4.1 Εισαγωγή και στόχοι	143
4.2 Συστήματα συνεχούς χρόνου	144
Μοντελοποίηση συστήματος	144
Διαφορικές εξισώσεις	145
Διαγράμματα δομής	149
Ιδιότητες συστήματος	152
Εισαγωγικό παράδειγμα	152
Ομογένεια	156
Χρονική αμεταβλητότητα	157
Προσθετικότητα	158
Γραμμικότητα και υπέρθεση	159
LTI συστήματα	159
Ευστάθεια	163
Αιτιότητα	164
Μνήμη	164
Στατική μη γραμμικότητα	165
Αντιστρεψιμότητα	167
Δυναμική συστημάτων δεύτερης τάξης	168
Μιγαδική ημιτονοειδής διέγερση	170
4.3 Συστήματα διακριτού χρόνου	170
Μοντελοποίηση συστήματος	170
Διαγράμματα δομής	170
Εξισώσεις διαφορών	171
Ιδιότητες συστήματος	177
4.4 Σύνοψη σημαντικών σημείων	180
Ασκήσεις	181
Ασκήσεις με απαντήσεις	181
Μοντέλα συστημάτων	181
Διαγράμματα δομής	182
Ιδιότητες συστήματος	183
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	185
Μοντέλα συστημάτων	185
Ιδιότητες συστήματος	187
5 Ανάλυση συστήματος στο πεδίο του χρόνου	189
5.1 Εισαγωγή και στόχοι	189
5.2 Συνεχής χρόνος	189
Κρουστική απόκριση	189
Συνέλιξη συνεχούς χρόνου	194
Εύρεση	194
Γραφικά και αναλυτικά παραδείγματα συνέλιξης	198
Ιδιότητες συνέλιξης	203
Συνδέσεις συστήματος	206
Βηματική απόκριση και κρουστική απόκριση	206
Ευστάθεια και κρουστική απόκριση	206

	<i>Μιγαδική εκθετική διέγερση και συνάρτηση μεταφοράς</i>	207
	<i>Απόκριση συχνότητας</i>	209
5.3	Διακριτός χρόνος	211
	<i>Κρουστική απόκριση</i>	211
	<i>Συνέλιξη διακριτού χρόνου</i>	214
	<i>Εύρεση</i>	214
	<i>Γραφικά και αναλυτικά παραδείγματα συνέλιξης</i>	217
	<i>Ιδιότητες συνέλιξης</i>	221
	<i>Αριθμητική συνέλιξη</i>	221
	<i>Αριθμητική συνέλιξη διακριτού χρόνου</i>	221
	<i>Αριθμητική συνέλιξη συνεχούς χρόνου</i>	223
	<i>Ευστάθεια και κρουστική απόκριση</i>	225
	<i>Συνδέσεις συστήματος</i>	225
	<i>Απόκριση μοναδιαίας βηματικής ακολουθίας και κρουστική απόκριση</i>	226
	<i>Μιγαδική εκθετική διέγερση και η συνάρτηση μεταφοράς</i>	228
	<i>Απόκριση συχνότητας</i>	229
5.4	Σύνοψη σημαντικών σημείων	232
	Ασκήσεις	232
	Ασκήσεις με απαντήσεις	232
	<i>Συνεχής χρόνος</i>	232
	<i>Συνέλιξη</i>	234
	<i>Ευστάθεια</i>	237
	<i>Απόκριση συχνότητας</i>	239
	<i>Διακριτός χρόνος</i>	239
	<i>Κρουστική απόκριση</i>	239
	<i>Συνέλιξη</i>	240
	<i>Ευστάθεια</i>	244
	Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	245
	<i>Συνεχής χρόνος</i>	245
	<i>Κρουστική απόκριση</i>	245
	<i>Συνέλιξη</i>	246
	<i>Ευστάθεια</i>	249
	<i>Διακριτός χρόνος</i>	249
	<i>Κρουστική απόκριση</i>	249
	<i>Συνέλιξη</i>	250
	<i>Ευστάθεια</i>	253
6	Μέθοδοι Fourier συνεχούς χρόνου	255
6.1	Εισαγωγή και στόχοι	255
6.2	Η σειρά Fourier συνεχούς χρόνου	256
	<i>Εννοιολογική θεμελίωση</i>	256
	<i>Ορθογωνιότητα και η αρμονική συνάρτηση</i>	261
	<i>Η συμπαγής τριγωνομετρική σειρά Fourier</i>	263
	<i>Σύγκλιση</i>	265
	<i>Συνεχή σήματα</i>	265
	<i>Ασυνεχή σήματα</i>	266
	<i>Ελάχιστο σφάλμα μερικού αθροίσματος σειρών Fourier</i>	268
	<i>Οι σειρές Fourier άρτιων και περιττών περιοδικών συναρτήσεων</i>	269
	<i>Πίνακες και ιδιότητες σειρών Fourier</i>	270
	<i>Αριθμητικός υπολογισμός της σειράς Fourier</i>	274
6.3	Μετασχηματισμός Fourier συνεχούς χρόνου	281
	<i>Επέκταση της σειράς Fourier σε απεριοδικά σήματα</i>	281
	<i>Ο γενικευμένος μετασχηματισμός Fourier</i>	286

Ιδιότητες μετασχηματισμού Fourier	291
Αριθμητικός υπολογισμός του μετασχηματισμού Fourier	299
6.4 Σύνοψη σημαντικών σημείων	307
Ασκήσεις	307
Ασκήσεις με απαντήσεις	307
Σειρά Fourier	307
Ορθογωνιότητα	308
Ευθύς και αντίστροφος μετασχηματισμός Fourier	312
Σχέση μεταξύ CTFS και CTFT	319
Αριθμητικός CTFT	320
Απόκριση συχνότητας	320
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	320
Σειρά Fourier	320
Ευθύς και αντίστροφος μετασχηματισμός Fourier	326
Απόκριση συστήματος	331
Σχέση της CTFS με τον CTFT	332
 7 Μέθοδοι Fourier διακριτού χρόνου	333
7.1 Εισαγωγή και στόχοι	333
7.2 Η σειρά Fourier διακριτού χρόνου και ο διακριτός μετασχηματισμός Fourier	333
Γραμμικότητα και μιγαδική-εκθετική διέγερση	333
Ορθογωνιότητα και η αρμονική συνάρτηση	337
Ιδιότητες διακριτού μετασχηματισμού Fourier	341
Ο ταχύς μετασχηματισμός Fourier	347
7.3 Ο μετασχηματισμός Fourier διακριτού χρόνου	349
Επέκταση του διακριτού μετασχηματισμού Fourier σε απεριοδικά σήματα	349
Εξαγωγή και ορισμός	350
Ο γενικευμένος DTFT	352
Σύγκλιση του μετασχηματισμού Fourier διακριτού χρόνου	353
Ιδιότητες DTFT	353
Αριθμητικός υπολογισμός του μετασχηματισμού Fourier διακριτού χρόνου	360
7.4 Συγκρίσεις μεθόδων Fourier	366
7.5 Σύνοψη σημαντικών σημείων	367
Ασκήσεις	368
Ασκήσεις με απαντήσεις	368
Ορθογωνιότητα	368
Διακριτός μετασχηματισμός Fourier	368
Ορισμός μετασχηματισμού Fourier διακριτού χρόνου	370
Ευθείς και αντίστροφοι μετασχηματισμοί Fourier διακριτού χρόνου	371
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	374
Διακριτός μετασχηματισμός Fourier	374
Ευθύς και αντίστροφος μετασχηματισμός Fourier διακριτού χρόνου	378
 8 Ο μετασχηματισμός Laplace	381
8.1 Εισαγωγή και στόχοι	381
8.2 Ανάπτυξη του μετασχηματισμού Laplace	382
Γενίκευση του μετασχηματισμού Fourier	382
Μιγαδική εκθετική διέγερση και απόκριση	384
8.3 Η συνάρτηση μεταφοράς	385
8.4 Συστήματα με σύνδεση σε σειρά	385
8.5 Υλοποίηση της άμεσης μορφής II	386
8.6 Ο αντίστροφος μετασχηματισμός Laplace	387
8.7 Ύπαρξη του μετασχηματισμού Laplace	387

Χρονοπερατά σήματα	388
Δεξιόπλευρα και αριστερόπλευρα σήματα	388
8.8 Ζεύγη μετασχηματισμών Laplace	389
8.9 Ανάπτυγμα σε μερικά κλάσματα	394
8.10 Ιδιότητες μετασχηματισμού Laplace	404
8.11 Ο μονόπλευρος μετασχηματισμός Laplace	407
Ορισμός	407
Ιδιότητες μοναδικές στον μονόπλευρο μετασχηματισμό Laplace	408
Επίλυση διαφορικών εξισώσεων με αρχικές συνθήκες	410
8.12 Διαγράμματα πόλων-μηδενικών και απόκριση συχνότητας	412
8.13 Αντικείμενα συστήματος MATLAB	420
8.14 Σύνοψη σημαντικών σημείων	422
Ασκήσεις	422
Ασκήσεις με απαντήσεις	422
Ορισμός μετασχηματισμού Laplace	422
Υλοποίηση συστημάτων άμεσης μορφής II	423
Ευθείς και αντίστροφοι μετασχηματισμοί Laplace	423
Ολοκλήρωμα μονόπλευρου μετασχηματισμού Laplace	426
Επίλυση διαφορικών εξισώσεων	426
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	427
Περιοχή σύγκλισης	427
Ύπαρξη του μετασχηματισμού Laplace	427
Υλοποίηση συστημάτων άμεσης μορφής II	427
Ευθείς και αντίστροφοι μετασχηματισμοί Laplace	428
Λύση διαφορικών εξισώσεων	430
Διαγράμματα πόλων-μηδενικών και απόκριση συχνότητας	431
 9 Ο μετασχηματισμός z	 433
9.1 Εισαγωγή και στόχοι	433
9.2 Γενίευση του μετασχηματισμού Fourier διακριτού χρόνου	434
9.3 Μιγαδική εκθετική διέγερση και απόκριση	435
9.4 Η συνάρτηση μεταφοράς	435
9.5 Συστήματα με σύνδεση σε σειρά	435
9.6 Υλοποίηση συστήματος άμεσης μορφής II	436
9.7 Ο αντίστροφος μετασχηματισμός z	437
9.8 Ύπαρξη του μετασχηματισμού z	437
Χρονοπερατά σήματα	437
Αριστερόπλευρα και δεξιόπλευρα σήματα	438
9.9 Ζεύγη μετασχηματισμών z	440
9.10 Ιδιότητες μετασχηματισμού z	443
9.11 Μέθοδοι αντίστροφου μετασχηματισμού z	444
Συνεχής διαίρεση	444
Ανάπτυγμα μερικών κλασμάτων	445
Παραδείγματα ευθέων και αντίστροφων μετασχηματισμών z	445
9.12 Ο μονόπλευρος μετασχηματισμός z	450
Ιδιότητες μοναδικές για τον μονόπλευρο μετασχηματισμό z	450
Επίλυση εξισώσεων διαφορών	451
9.13 Διαγράμματα πόλων-μηδενικών και απόκριση συχνότητας	452
9.14 Αντικείμενα συστήματος MATLAB	455
9.15 Συγκρίσεις μεθόδων μετασχηματισμού	457
9.16 Σύνοψη σημαντικών σημείων	461
Ασκήσεις	462
Ασκήσεις με απαντήσεις	462

Υλοποίηση συστήματος άμεσης μορφής II	462
Ύπαρξη του μετασχηματισμού z	462
Ευθείς και αντίστροφοι μετασχηματισμοί z	462
Ιδιότητες μονόπλευρου μετασχηματισμού z	465
Λύση εξισώσεων διαφορών	465
Διαγράμματα πόλων-μηδενικών και απόκριση συχνότητας	466
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	468
Υλοποίηση συστήματος άμεσης μορφής II	468
Ύπαρξη του μετασχηματισμού z	468
Ευθείς και αντίστροφοι μετασχηματισμοί z	468
Διαγράμματα πόλων-μηδενικών και απόκριση συχνότητας	470
10 Δειγματοληψία και επεξεργασία σήματος	473
10.1 Εισαγωγή και στόχοι	473
10.2 Δειγματοληψία συνεχούς χρόνου	474
Μέθοδοι δειγματοληψίας	474
Το θεώρημα της δειγματοληψίας	476
Ποιοτικές έννοιες	476
Εξαγωγή θεωρήματος δειγματοληψίας	478
Παραμόρφωση λόγω αναδίπλωσης/επικάλυψης (aliasing)	481
Χρονοπερατά σήματα και ζωνοπερατά σήματα	484
Παρεμβολή (interpolation)	485
Ιδανική παρεμβολή	485
Πρακτική παρεμβολή	486
Συγκράτηση μηδενικής τάξης	487
Συγκράτηση πρώτης τάξης	487
Δειγματοληψία ζωνοπερατών σημάτων	488
Δειγματοληψία ενός ημιτονοειδούς	491
Ζωνοπερατά περιοδικά σήματα	494
Επεξεργασία σήματος με χρήση του DFT	497
Σχέση CTFT-DFT	497
Σχέση CTFT-DTFT	498
Σχέση δειγματοληψίας και περιοδικής επανάληψης	501
Υπολογισμός της αρμονικής συνάρτησης CTFS με τον DFT	505
Προσέγγιση του CTFT με τον DFT	505
Ευθύς CTFT	505
Αντίστροφος CTFT	506
Προσέγγιση του DTFT με τον DFT	506
Προσέγγιση της συνέλιξης συνεχούς χρόνου με τον DFT	506
Απεριοδική συνέλιξη	506
Περιοδική συνέλιξη	506
Συνέλιξη διακριτού χρόνου με τον DFT	506
Απεριοδική συνέλιξη	506
Περιοδική συνέλιξη	506
10.3 Δειγματοληψία διακριτού χρόνου	508
Δειγματοληψία με περιοδικούς κρουστικούς παλμούς	508
Παρεμβολή	510
10.4 Σύνοψη σημαντικών σημείων	513
Ασκήσεις	514
Ασκήσεις με απαντήσεις	514
Διαμόρφωση πλάτους παλμού	514
Δειγματοληψία	514
Ιδανική δειγματοληψία	516

Ρυθμοί Nyquist	518
Χρονοπερατά και ζωνοπερατά σήματα	519
Παρεμβολή	520
Παραμόρφωση λόγω αναδίπλωσης/επικάλυψης	522
Ζωνοπερατά περιοδικά σήματα	522
Σχέσεις CTFT-CTFS-DFT	522
Παράθυρα	524
DFT	524
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	527
Δειγματοληψία	527
Ιδανική δειγματοληψία	529
Ρυθμοί Nyquist	531
Παραμόρφωση λόγω αναδίπλωσης/επικάλυψης	532
Πρακτική δειγματοληψία	532
Ζωνοπερατά περιοδικά σήματα	532
DFT	533
Δειγματοληψία διακριτού χρόνου	535
11 Ανάλυση απόκρισης συχνότητας	537
11.1 Εισαγωγή και στόχοι	537
11.2 Απόκριση συχνότητας	537
11.3 Φίλτρα συνεχούς χρόνου	538
Παραδείγματα φίλτρων	538
Ιδανικά φίλτρα	543
Παραμόρφωση	543
Ταξινόμηση φίλτρων	544
Αποκρίσεις συχνότητας ιδανικών φίλτρων	544
Κρουστικές αποκρίσεις και αιτιότητα	545
Το φάσμα ισχύος	548
Αφαίρεση θορύβου	548
Διαγράμματα Bode	549
Το ντεσιμπέλ	549
Το σύστημα ενός πραγματικού πόλου	553
Το σύστημα ενός πραγματικού μηδενικού	554
Ολοκληρωτές και διαφοριστές	555
Ενίσχυση ανεξάρτητη από τη συχνότητα	555
Μιγαδικά ζεύγη πόλων και μηδενικών	558
Πρακτικά φίλτρα	560
Παθητικά φίλτρα	560
Το βαθυπερατό φίλτρο	560
Το ζωνοπερατό φίλτρο	563
Ενεργά φίλτρα	564
Τελεστικοί ενισχυτές	565
Ο ολοκληρωτής	566
Το βαθυπερατό φίλτρο	566
11.4 Φίλτρα διακριτού χρόνου	574
Σημειογραφία	574
Ιδανικά φίλτρα	575
Παραμόρφωση	575
Ταξινόμηση φίλτρων	576
Αποκρίσεις συχνότητας	576
Κρουστικές αποκρίσεις και αιτιότητα	576
Φιλτράρισμα εικόνων	577

Πρακτικά φίλτρα	582
Σύγκριση με φίλτρα συνεχούς χρόνου	582
Υψιπερατά, ζωνοπερατά και ζωνοφρακτικά φίλτρα	584
Το φίλτρο κυλιόμενου μέσου όρου	588
Το σχεδόν ιδανικό βαθυπερατό φίλτρο	592
Πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα φίλτρα συνεχούς χρόνου	594
11.5 Σύνοψη σημαντικών σημείων	594
Ασκήσεις	595
Ασκήσεις με απαντήσεις	595
Απόκριση συχνότητας συνεχούς χρόνου	595
Ιδανικά φίλτρα συνεχούς χρόνου	595
Αιτιότητα συνεχούς χρόνου	595
Λογαριθμικά γραφήματα, διαγράμματα Bode και ντεσιμπέλ	596
Πρακτικά παθητικά φίλτρα συνεχούς χρόνου	598
Πρακτικά ενεργά φίλτρα συνεχούς χρόνου	602
Απόκριση συχνότητας διακριτού χρόνου	603
Ιδανικά φίλτρα διακριτού χρόνου	604
Αιτιότητα διακριτού χρόνου	604
Πρακτικά φίλτρα διακριτού χρόνου	605
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	607
Απόκριση συχνότητας συνεχούς χρόνου	607
Ιδανικά φίλτρα συνεχούς χρόνου	607
Αιτιότητα συνεχούς χρόνου	607
Διαγράμματα Bode	608
Πρακτικά παθητικά φίλτρα συνεχούς χρόνου	608
Φίλτρα συνεχούς χρόνου	610
Πρακτικά ενεργά φίλτρα συνεχούς χρόνου	610
Αιτιότητα διακριτού χρόνου	614
Φίλτρα διακριτού χρόνου	615
12 Ανάλυση συστήματος Laplace	621
12.1 Εισαγωγή και στόχοι	621
12.2 Αναπαραστάσεις συστημάτων	621
12.3 Ευστάθεια του συστήματος	625
12.4 Συνδέσεις συστήματος	628
Συνδέσεις σε σειρά και παράλληλα	628
Η σύνδεση ανάδρασης	628
Ορολογία και βασικές σχέσεις	628
Επιδράσεις της ανατροφοδότησης στην ευστάθεια	629
Ευεργετικές επιδράσεις της ανατροφοδότησης	630
Αστάθεια που προκαλείται από ανατροφοδότηση	633
Ευσταθής ταλάντωση με ανατροφοδότηση	637
Η μέθοδος τόπου ριζών	641
Παρακολούθηση σφάλματος σε συστήματα ανατροφοδότησης μοναδιαίου κέρδους	647
12.5 Ανάλυση συστήματος με χρήση MATLAB	651
12.6 Αποκρίσεις συστημάτων σε βασικά σήματα	652
Απόκριση σε μοναδιαία βηματική συνάρτηση	653
Απόκριση σε ημιτονοειδή	656
12.7 Βασικές υλοποιήσεις συστημάτων	659
Υλοποίηση σε σειρά	659
Παράλληλη υλοποίηση	661
12.8 Σύνοψη σημαντικών σημείων	661
Ασκήσεις	662

Ασκήσεις με απαντήσεις	662
Συναρτήσεις μεταφοράς	662
Ευστάθεια	663
Συνδέσεις παράλληλες, σε σειρά και με ανατροφοδότηση	664
Τόπος ριζών	666
Σφάλματα παρακολούθησης σε συστήματα με ανατροφοδότηση μοναδιαίου κέρδους	668
Αποκρίσεις συστημάτων σε βασικά σήματα	669
Υλοποίηση συστήματος	670
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	671
Ευστάθεια	671
Συναρτήσεις μεταφοράς	671
Ευστάθεια	672
Συνδέσεις παράλληλες, σε σειρά και με ανατροφοδότηση	672
Τόπος ριζών	675
Σφάλματα παρακολούθησης σε συστήματα ανατροφοδότησης μοναδιαίου κέρδους	676
Απόκριση σε βασικά σήματα	676
Υλοποίηση συστήματος	678
13 Ανάλυση συστήματος με μετασχηματισμό z	679
13.1 Εισαγωγή και στόχοι	679
13.2 Μοντέλα συστήματος	679
Εξισώσεις διαφορών	679
Διαγράμματα δομής	680
13.3 Ευστάθεια του συστήματος	680
13.4 Συνδέσεις συστημάτων	681
13.5 Αποκρίσεις του συστήματος σε βασικά σήματα	683
Απόκριση σε μοναδιαία βηματική ακολουθία	683
Απόκριση σε ένα αιτιατό ημιτονοειδές	686
13.6 Προσομοίωση συστημάτων συνεχούς χρόνου με συστήματα διακριτού χρόνου	689
Σχέσεις μετασχηματισμού z-μετασχηματισμού Laplace	689
Κρουστική αμεταβλητότητα	691
Συστήματα δειγματοληπτούμενων δεδομένων	693
13.7 Βασικές υλοποιήσεις συστημάτων	699
Σειριακή υλοποίηση	699
Παράλληλη υλοποίηση	699
13.8 Σύνοψη σημαντικών σημείων	700
Ασκήσεις	701
Ασκήσεις με απαντήσεις	701
Ευστάθεια	701
Παράλληλες, σειριακές συνδέσεις και συνδέσεις με ανατροφοδότηση	701
Απόκριση σε βασικά σήματα	702
Τόπος ριζών	703
Σχέση μετασχηματισμού Laplace-Μετασχηματισμού z	704
Συστήματα δειγματοληπτούμενων δεδομένων	704
Υλοποίηση συστήματος	705
Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	706
Ευστάθεια	706
Τόπος ριζών	706
Παράλληλες, σειριακές συνδέσεις και συνδέσεις με ανατροφοδότηση	706
Απόκριση σε βασικά σήματα	706
Σχέση μετασχηματισμού Laplace-μετασχηματισμού z	708
Συστήματα δειγματοληπτούμενων δεδομένων	708
Υλοποίηση συστήματος	708
Γενικά	708

14	Ανάλυση και σχεδιασμός φίλτρων	709
14.1	Εισαγωγή και στόχοι	709
14.2	Αναλογικά φίλτρα	709
	Φίλτρα <i>Butterworth</i>	710
	Κανονικοποιημένα φίλτρα <i>Butterworth</i>	710
	Μετασχηματισμοί φίλτρων	711
	Εργαλεία σχεδιασμού του <i>MATLAB</i>	713
	Φίλτρα <i>Chebyshev</i> , ελλειπτικά και <i>Bessel</i>	715
14.3	Ψηφιακά φίλτρα	718
	Προσομοίωση αναλογικών φίλτρων	718
	Τεχνικές σχεδιασμού φίλτρων	718
	Σχεδιασμός φίλτρου <i>IIR</i>	718
	Μέθοδοι στο πεδίο του χρόνου	718
	Σχεδιασμός με κρουστική αμεταβλητότητα	718
	Σχεδιασμός με βηματική αμεταβλητότητα	725
	Σχεδιασμός με πεπερασμένες διαφορές	727
	Μέθοδοι στο πεδίο της συχνότητας	733
	Άμεση αντικατάσταση και ο προσαρμοσμένος μετασχηματισμός <i>z</i>	733
	Η διγραμμική μέθοδος	735
	Σχεδιασμός φίλτρου <i>FIR</i>	742
	Αποκομμένη ιδανική κρουστική απόκριση	742
	Βέλτιστη σχεδίαση φίλτρων <i>FIR</i>	752
	Εργαλεία σχεδίασης <i>MATLAB</i>	754
14.4	Σύνοψη σημαντικών σημείων	756
	Ασκήσεις	756
	Ασκήσεις με απαντήσεις	756
	Φίλτρα συνεχούς χρόνου	756
	Σχεδιασμός φίλτρων με πεπερασμένες διαφορές	757
	Σχεδιασμός φίλτρων με χρήση προσαρμοσμένου μετασχηματισμού <i>z</i> και άμεσης αντικατάστασης	758
	Σχεδιασμός φίλτρου με διγραμμικό μετασχηματισμό <i>z</i>	759
	Σχεδιασμός φίλτρου <i>FIR</i>	759
	Σύγκριση μεθόδων σχεδιασμού ψηφιακών φίλτρων	760
	Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις	760
	Σχεδιασμός αναλογικών φίλτρων	760
	Σχεδιασμός φίλτρων με κρουστική αμεταβλητότητα και βηματική αμεταβλητότητα	761
	Σχεδιασμός φίλτρων με πεπερασμένες διαφορές	762
	Σχεδιασμός φίλτρων προσαρμοσμένου μετασχηματισμού <i>z</i> και άμεσης αντικατάστασης	762
	Σχεδιασμός φίλτρου με διγραμμικό μετασχηματισμό <i>z</i>	762
	Σχεδιασμός φίλτρου <i>FIR</i>	762
	Σύγκριση μεθόδων σχεδιασμού ψηφιακών φίλτρων	763
Παράρτημα I	Χρήσιμες μαθηματικές ασκήσεις	765
II	Ζεύγη σειρών <i>Fourier</i> συνεχούς χρόνου	767
III	Ζεύγη διακριτού μετασχηματισμού <i>Fourier</i>	770
IV	Ζεύγη μετασχηματισμού <i>Fourier</i> συνεχούς χρόνου	773
V	Ζεύγη μετασχηματισμού <i>Fourier</i> διακριτού χρόνου	780
VI	Πίνακες ζευγών μετασχηματισμού <i>Laplace</i>	785
VII	Ζεύγη μετασχηματισμού <i>z</i>	787
	Βιβλιογραφία	789