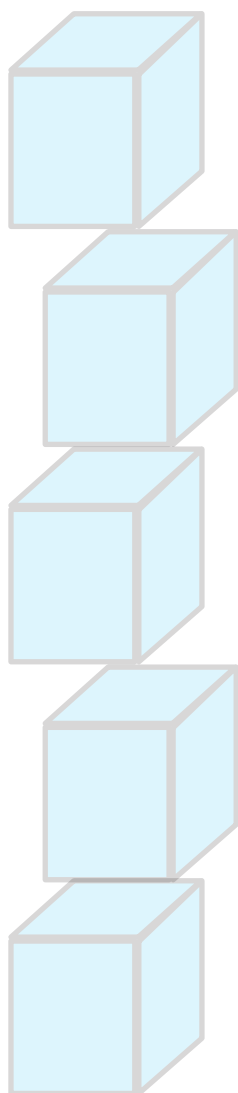


ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

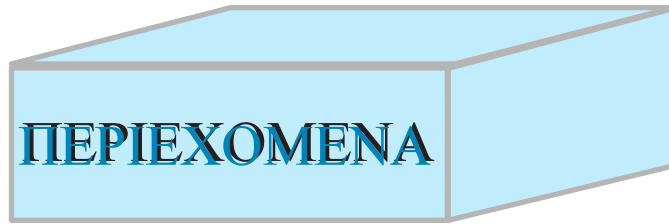
ΕΝΔΕΚΑΤΗ ΕΚΔΟΣΗ

RICHARD C. DORF
ROBERT H. BISHOP



Επιμέλεια Μετάφρασης:
Γεώργιος Α. Ροβιθάκης
Αναπληρωτής Καθηγητής Α.Π.Θ.
Μετάφραση:
Δρ. Κωφίδης Νικόλαος

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ: ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ-ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ	1
ΟΙ ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ: ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	18
1.2 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	21
1.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ	28
1.4 Η ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	37
1.5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ	39
1.6 ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	42
1.7 Η ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	47
1.8 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	49
1.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ.	54
1.10 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	56
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	56
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	59
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ).....	68
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	71
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	78
2.2 ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	79

2.3 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	85
2.4 Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ LAPLACE	88
2.5 ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	96
2.6 ΜΟΝΤΕΛΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	113
2.7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ ΣΗΜΑΤΟΣ	119
2.8 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	126
2.9 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	149
2.10 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩ- ΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ.	165
2.11 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	168
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	169
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	179
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ).....	199
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	201
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	203
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	207

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	212
3.2 ΟΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΝΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	213
3.3 ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	217
3.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ ΣΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕ- ΛΩΝ.....	222
3.5 ΜΟΝΤΕΛΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	234
3.6 ΠΩΣ ΣΥΝΑΓΕΤΑΙ Η ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΙΣΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑ- ΣΗΣ	240
3.7 ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ).....	241
3.8 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	246
3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΑ- ΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ.....	260
3.10 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩ- ΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	265
3.11 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	268
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	269
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	273
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ).....	287
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	290
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	292
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	294

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	298
4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ	300
4.3 ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕ- ΤΡΩΝ ΤΟΥ	302

4.4 ΣΗΜΑΤΑ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΑΝΑΔΡΑΣΗ.....	307
4.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ.....	312
4.6 ΣΦΑΛΜΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	316
4.7 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ	319
4.8 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	321
4.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	337
4.10 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	344
4.11 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	347
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	349
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	355
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ).....	366
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	370
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	374
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	378

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΑΝΑΔΡΑΣΗ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	382
5.2 ΣΗΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ	383
5.3 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΤΑΞΗΣ.....	385
5.4 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΤΡΙΤΟΥ ΠΟΛΟΥ ΚΑΙ ΕΝΟΣ ΜΗΔΕΝΙΚΟΥ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΤΑΞΗΣ.....	392
5.5 ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΡΙΖΩΝ ΣΤΟ ΜΙΓΑΔΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ 399	
5.6 ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΑΝΑΔΡΑΣΗ.....	401
5.7 ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	410
5.8 ΑΠΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	420
5.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	424
5.10 ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	439
5.11 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	444
5.12 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	447
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	448
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	455
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ).....	464
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	467
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ 470	
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	474

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ

6.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ	478
6.2 ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ RUTH-HURWITZ	484

6.3 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΑΝΑΔΡΑΣΗ	492
6.4 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΓΡΑΦΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ- ΤΑΒΛΗΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	494
6.5 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	498
6.6 ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ 508	
6.7 Δ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩ- ΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	517
6.8 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	521
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	521
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	525
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ)	533
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	535
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	539
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	541

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥ ΤΟΠΟΥ ΡΙΖΩΝ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	544
7.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥ ΤΟΠΟΥ ΡΙΖΩΝ	545
7.3 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥ ΤΟΠΟΥ ΡΙΖΩΝ	550
7.4 ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙ- ΚΟΥ ΤΟΠΟΥ ΡΙΖΩΝ	572
7.5 ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΤΟΠΟΣ ΡΙΖΩΝ	578
7.6 ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΤΡΙΩΝ ΟΡΩΝ (PID)	586
7.7 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	589
7.8 ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥ ΤΟΠΟΥ ΡΙΖΩΝ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑ- ΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ	601
7.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	608
7.10 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	610
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	613
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	620
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ)	636
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	641
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	649
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	652

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΣΥ- ΧΝΟΤΗΤΑΣ

8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	656
8.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	659
8.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	683
8.4 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	685
8.5 ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΕΤΡΟΥ ΚΑΙ ΦΑΣΗΣ	689
8.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	690

8.7 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	702
8.8 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	709
8.9 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	711
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	714
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	720
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ)	733
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	735
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	740
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	743

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	748
9.2 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΤΟ ΜΙΓΑΔΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	749
9.3 ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ NYQUIST	756
9.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ NYQUIST	769
9.5 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	776
9.6 ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	784
9.7 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΥΝ ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΕΙΣ	786
9.8 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	790
9.9 ΕΛΕΓΚΤΕΣ PID ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	806
9.10 ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	807
9.11 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	818
9.12 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	826
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	826
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	835
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ)	851
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	855
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	861
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	864

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ

10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	868
10.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	870
10.3 ΣΥΝΔΕΣΗ ΕΝ ΣΕΙΡΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ	872
10.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΠΡΟΗΓΗΣΗΣ ΦΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ BODE	877
10.5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΠΡΟΗΓΗΣΗΣ ΦΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥ ΤΟΠΟΥ ΡΙΖΩΝ	884
10.6 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΗ	893

10.7 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΦΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΓΕΩ-ΜΕΤΡΙΚΟΥ ΤΟΠΟΥ ΡΙΖΩΝ	896
10.8 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΦΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜ-ΜΑΤΩΝ BODE.....	901
10.9 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕΣΩ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ BODE ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟ-ΔΩΝ	907
10.10 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΦΙΛΤΡΟ ΠΡΟΗΓΗΣΗΣ.....	909
10.11 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΑΧΕΙΑΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΙΣΧΥΡΩΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕ-ΩΝ	912
10.12 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	915
10.13 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ.....	930
10.14 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩ-ΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	938
10.15 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	939
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	942
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	947
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ).....	967
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ 970	
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	979
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	983

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΜΟ-ΝΤΕΛΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	986
11.2 ΕΛΕΓΞΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	987
11.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΡΟΥΣ ΜΟΝΤΕ-ΛΟΥ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	993
11.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ	999
11.5 ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗ-ΤΗΣ	1004
11.6 ΕΙΣΟΔΟΙ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	1011
11.7 ΒΕΛΤΙΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	1014
11.8 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	1024
11.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	1028
11.10 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣ-ΜΙΚΟΥ	1039
11.11 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩ-ΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	1045
11.12 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	1047
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	1047
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	1051
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ).....	1058
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	1063
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	1068
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	1074

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ΕΥΡΩΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1078
12.2 ΕΥΡΩΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ	1079
12.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ	1084
12.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΑΣΑΦΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ	1087
12.5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΥΡΩΣΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ	1089
12.6 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΥΡΩΣΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΕΛΕΓΚΤΗ PID	1096
12.7 ΕΥΡΩΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	1103
12.8 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	1106
12.9 ΨΕΥΔΟ-ΠΟΣΟΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ	1126
12.10 ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	1129
12.11 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	1133
12.12 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	1135
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	1136
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	1139
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ)	1148
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	1154
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	1164
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	1168

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

13.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1172
13.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ 1173	
13.3 ΔΙΑΚΡΙΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	1175
13.4 Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ z	1179
13.5 ΔΙΑΚΡΙΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ ΜΕ ΑΝΑΔΡΑΣΗ 1184	
13.6 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ ΜΕ ΑΝΑΔΡΑΣΗ	1189
13.7 ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ ΜΕΣΩ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ	1192
13.8 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΤΟΠΟΣ ΡΙΖΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ	1195
13.9 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΛΕΓΚΤΩΝ	1199
13.10 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	1200
13.11 ΜΕΛΕΤΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	1210
13.12 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΔΙΣΚΟΥ	1216
13.13 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	1218
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	1218
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	1222
ΔΥΣΚΟΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ)	1226
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	1228

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΥΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ Η/Υ	1230
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ	1232

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ MATLAB

A.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1237
A.2 ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ.....	1238
A.3 ΠΙΝΑΚΕΣ.....	1244
A.4 ΓΡΑΦΙΚΑ.....	1248
A.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ (SCRIPS)	1252

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ MathScript

B.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1261
B.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ MATHSCRIPT;.....	1262
B.3 ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΟ MATHSCRIPT INTERACTIVE WINDOW.....	1262
B.4 ΒΟΗΘΕΙΑ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΗΣΤΗ ΤΟΥ MATHSCRIPT	1267
B.5 ΣΥΝΤΑΞΗ.....	1268
B.6 Ορισμός συναρτήσεων και δημιουργία προγραμματιστικών σεναρίων	1279
B.7 Φόρτωση και αποθήκευση αρχείων δεδομένων και σεναρίων.....	1282

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	1289
------------------------------	------

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1293
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	1297
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	1299
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	1302
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	1304
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	1305
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	1306
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	1308
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.....	1309
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10.....	1311
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11.....	1312
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12.....	1314
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13.....	1316
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	1317

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ.....	1319
----------------	------