
Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στα Ψηφιακά Συστήματα

<i>1.1 Αναλογικά και ψηφιακά σήματα και συστήματα</i>	<i>1</i>
<i>1.2 Βασικά ψηφιακά κυκλώματα</i>	<i>3</i>
<i>1.3 Μικροηλεκτρονική</i>	<i>4</i>
1.3.1 Ολοκληρωμένα κυκλώματα.....	4
1.3.2 Τυπωμένα κυκλώματα.....	7
<i>1.4 Εργαλεία για ψηφιακή σχεδίαση</i>	<i>11</i>
<i>Ασκήσεις</i>	<i>14</i>

Κεφάλαιο 2

Αριθμητικά Συστήματα – Κώδικες

<i>2.1 Αριθμητικά συστήματα θέσεως</i>	<i>17</i>
2.1.1 Δυαδικό σύστημα.....	20
2.1.2 Οκταδικό σύστημα	21
2.1.3 Δεκαεξαδικό σύστημα	21
<i>2.2 Μετατροπή παραστάσεων μεταξύ αριθμητικών συστημάτων</i>	<i>22</i>
2.2.1 Μετατροπή αριθμού από το δεκαδικό στο δυαδικό σύστημα	22
2.2.2 Μετατροπή από το δυαδικό στο οκταδικό σύστημα και αντίστροφα ..	25
2.2.3 Μετατροπή από το δυαδικό στο δεκαεξαδικό σύστημα και αντί- στροφα	26
2.2.4 Μετατροπή από το δεκαδικό στο οκταδικό σύστημα	27
2.2.5 Μετατροπή από το δεκαδικό στο δεκαεξαδικό σύστημα.....	28
2.2.6 Μετατροπή από οποιοδήποτε σύστημα στο δεκαδικό	29
<i>2.3 Πράξεις στο δυαδικό σύστημα</i>	<i>30</i>
2.3.1 Πρόσθεση μη προσημασμένων δυαδικών αριθμών	30
2.3.2 Αφαίρεση μη προσημασμένων δυαδικών αριθμών.....	31
2.3.3 Πολλαπλασιασμός μη προσημασμένων δυαδικών αριθμών	32

2.3.4 Διαίρεση μη προσημασμένων δυαδικών αριθμών	34
2.4 Παράσταση προσημασμένων αριθμών στο δυαδικό σύστημα	35
2.4.1 Σύστημα προσημασμένου μέτρου	35
2.4.2 Αριθμητικά συστήματα συμπληρώματος.....	36
2.5 Πρόσθεση και αφαίρεση αριθμών στα συστήματα συμπληρώματος.....	42
2.6 Συμπληρώματα βάσης	46
2.7 Δυαδική κωδικοποίηση των δεκαδικών αριθμών.....	46
2.8.1 Κώδικας BCD (Binary Coded Decimal) ή 8421	47
2.8.2 Κώδικας 2421.....	48
2.8.3 Κώδικας XS3.....	49
2.8.4 Biquinary Code	50
2.8.5 Κώδικας 1-out-of-10	51
2.8 Κώδικας GRAY	52
2.9 Κώδικες Χαρακτήρων.....	54
2.9.1 Κώδικας ASCII	54
Ασκήσεις.....	57

Κεφάλαιο 3

Βασικές Αρχές Λογικής Σχεδίασης

3.1 Εισαγωγή	63
3.2 Άλγεβρα Boole	63
3.2.1 Δυισμός	64
3.2.2 Βασικά θεωρήματα της Άλγεβρας Boole.....	65
3.2.3 Θεωρήματα της Άλγεβρας Boole για πολλές μεταβλητές	61
3.2.4 Αποδείξεις των θεωρημάτων της Άλγεβρας Boole	66
3.2.5 Άλγεβρα Διακοπών.....	69
3.3 Λογικές Συναρτήσεις.....	70
3.3.1 Παραστάσεις Λογικών Συναρτήσεων	70
3.3.2 Λογικές Παραστάσεις και Λογικές Πύλες	73
3.3.3 Άθροισμα Γινομένων και Άθροισμα Ελαχίστων Όρων	74
3.3.4 Γινόμενο Αθροισμάτων και Γινόμενο Μεγίστων Όρων	77
3.3.5 Ισοδύναμες λογικές παραστάσεις.....	81
3.3.6 Μετατροπή λογικής παράστασης σε κανονική	81
3.3.7 Θεωρήματα για τις λογικές συναρτήσεις	84

3.4 Απλοποίηση Λογικών Συναρτήσεων	85
3.4.1 Απλοποίηση Λογικών Συναρτήσεων με χάρτες Karnaugh	85
3.4.2 Γενική μέθοδος απλοποίησης λογικών συναρτήσεων.....	94
3.5 Υλοποίηση Λογικών Παραστάσεων με Λογικές Πύλες.....	95
3.5.1 Υλοποίηση με πύλες {AND, OR, NOT}	96
3.5.2 Υλοποίηση λογικών παραστάσεων με πύλες NAND.....	97
3.5.3 Υλοποίηση με πύλες NOR	98
3.5.4 Δομές AND-NOR, OR-NAND	98
3.6 Οι συναρτήσεις XOR (Exclusive-OR) και XNOR (Exclusive-NOR).....	99
3.6.1 Κυκλώματα βασισμένα στις πύλες XOR, XNOR	102
3.7 2→1 Πολυπλέκτης.....	104
3.7.1 Κυκλώματα με 2→1 πολυπλέκτες.....	105
3.8 Απομονωτές τριών καταστάσεων.....	108
Ασκήσεις.....	110

Κεφάλαιο 4

Τεχνολογίες Υλοποίησης Λογικών Κυκλωμάτων

4.1 Εισαγωγή	119
4.2 Αναπαράσταση δυαδικών τιμών στα ψηφιακά κυκλώματα.....	119
4.3 Τυπικά ολοκληρωμένα κυκλώματα λογικών πυλών	120
4.4 Εισαγωγή στην τεχνολογία CMOS	124
4.5 Τρανζίστορ MOS.....	124
4.6 Λογικές πύλες τεχνολογίας CMOS.....	125
4.6.1 Αντιστροφείας CMOS.....	125
4.6.2 Πύλες NAND και NOR.....	131
4.6.3 Μη αντιστρέφουσες πύλες	134
4.6.4 Σύνθετες λογικές πύλες τεχνολογίας CMOS	136
4.6.5 Πύλες μετάδοσης, πύλες XOR και 2→1 πολυπλέκτες.....	137
4.7 Επίπεδα λογικών σημάτων και περιθώρια θορύβου.....	139
4.8 Δυναμική λειτουργία των λογικών πυλών	140
4.8.1 Χρόνοι μετάπτωσης	140
4.8.2 Καθυστέρηση διάδοσης	141
4.9 Fanout.....	142
4.10 Κατανάλωση ισχύος	142

<i>4.11 Πολυπλοκότητα ψηφιακών κυκλωμάτων</i>	<i>142</i>
<i>Ασκήσεις</i>	<i>145</i>

Κεφάλαιο 5

Διαδεδομένα Συνδυαστικά Κυκλώματα

<i>5.1 Εισαγωγή</i>	<i>149</i>
<i>5.2 Ανάλυση Συνδυαστικών Κυκλωμάτων</i>	<i>150</i>
<i>5.3 Σύνθεση Συνδυαστικών Κυκλωμάτων</i>	<i>152</i>
<i>5.4 Αποκωδικοποιητές</i>	<i>154</i>
5.4.1 Δίκτυα αποκωδικοποιητών.....	157
5.4.2 Σχεδίαση συνδυαστικών κυκλωμάτων με αποκωδικοποιητές και πύλες OR.....	163
5.4.3 Αποκωδικοποιητές με πύλες NAND.....	164
5.4.4 Ολοκληρωμένα κυκλώματα αποκωδικοποιητών	165
<i>5.5 Κωδικοποιητές</i>	<i>167</i>
<i>5.6 Κωδικοποιητές προτεραιότητας</i>	<i>170</i>
<i>5.7 Πολυπλέκτες</i>	<i>174</i>
5.7.1 Δίκτυα πολυπλεκτών	180
5.7.2 Υλοποίηση λογικών συναρτήσεων με πολυπλέκτες	181
5.7.3 Υλοποίηση πολυπλεκτών με απομονωτές τριών καταστάσεων.....	183
5.7.4 Ολοκληρωμένα κυκλώματα με πολυπλέκτες	185
<i>5.8 Αποπολυπλέκτες</i>	<i>187</i>
<i>5.9 Κυκλώματα πρόσθεσης μη προσημασμένων δυαδικών αριθμών</i>	<i>189</i>
5.9.1 Προσθετές με διάδοση κρατουμένου	191
5.9.2 Πλήρης Αθροιστής.....	191
5.9.3 Ημιαθροιστής	195
<i>5.10 Κύκλωμα πρόσθεσης αριθμών σε σύστημα συμπληρώματος του 2</i>	<i>197</i>
<i>5.11 Κύκλωμα αφαίρεσης αριθμών σε σύστημα συμπληρώματος του 2</i> ..	<i>199</i>
<i>5.12 Συγκριτές μεγέθους</i>	<i>199</i>
<i>Ασκήσεις</i>	<i>203</i>

Κεφάλαιο 6

Βασικά Ακολουθιακά Κυκλώματα

6.1 Εισαγωγή	213
6.2 Συστήματα πεπερασμένων καταστάσεων	213
6.3 Δομή των ακολουθιακών κυκλωμάτων	214
6.4 Μανδαλωτές και φλιπ-φλοπ	217
6.4.1 Βασικός μανδαλωτής	217
6.4.2 SR φλιπ-φλοπ	220
6.4.3 D φλιπ-φλοπ	222
6.4.4 JK φλιπ-φλοπ	224
6.4.5 T φλιπ-φλοπ	227
6.5 Ακμοπυροδοτούμενα φλιπ-φλοπ	228
6.5.1 Ακμοπυροδοτούμενα D φλιπ-φλοπ.....	230
6.5.2 Ακμοπυροδοτούμενα JK και T φλιπ-φλοπ	232
6.5.3 Χρόνοι Setup και Hold.....	235
6.6 Ασύγχρονοι είσοδοι των φλιπ-φλοπ	236
6.7 Ολοκληρωμένα κυκλώματα με φλιπ-φλοπ	240
6.8 Σχεδιασμός με MOS τρανζίστορ του D φλιπ-φλοπ	241
6.9 Σχεδιασμός με MOS τρανζίστορ ακμοπυροδοτούμενων D φλιπ-φλοπ ... 243	
Ασκήσεις	246

Κεφάλαιο 7

Σύγχρονα Ακολουθιακά Κυκλώματα

7.1. Εισαγωγή	251
7.2. Ανάλυση σύγχρονων ακολουθιακών κυκλωμάτων	253
7.2.1. Σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα χωρίς εξωτερικές εισόδους και με εξόδους της εξόδους των φλιπ-φλοπ.....	254
7.2.2. Σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα με εξωτερικές εισόδους.....	259
7.2.3. Σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα με εξωτερικές εισόδους και εξόδους.....	261

7.3. Σύνθεση σύγχρονων ακολουθιακών κυκλωμάτων.....	263
7.3.1. Σχεδίαση σύγχρονων ακολουθιακών κυκλωμάτων με αδιάφορες καταστάσεις	274
Ασκήσεις.....	288

Κεφάλαιο 8

Καταχωρητές – Απαριθμητές

8.1 Καταχωρητές.....	291
8.1.1 Ολοκληρωμένα κυκλώματα καταχωρητών	293
8.2 Καταχωρητές ολίσθησης.....	295
8.2.1. Καταχωρητές ολίσθησης σειριακής-εισόδου-σειριακής-εξόδου	296
8.2.2. Καταχωρητές σειριακής-εισόδου-παράλληλης-εξόδου	298
8.2.3 Καταχωρητές ολίσθησης παράλληλη εισόδου-σειριακής εξόδου.....	298
8.2.4 Καταχωρητής ολίσθησης δύο κατευθύνσεων με παράλληλη είσοδο-έξοδο	299
8.2.5 Δίκτυα ολισθητών	301
8.2.6 Ολοκληρωμένα κυκλώματα ολισθητών	302
8.3 Απαριθμητές.....	303
8.3.1 Ασύγχρονοι απαριθμητές	305
8.3.2 Σύγχρονοι απαριθμητές.....	309
8.3.3 Διαιρέτες συχνότητας.....	319
8.3.4 Δίκτυα απαριθμητών	319
8.3.5 Απαριθμητές με παράλληλη φόρτωση	321
8.3.6 Ολοκληρωμένα κυκλώματα απαριθμητών.....	323
8.3.7 Εναλλακτική σχεδίαση σύγχρονων μη-δυναδικών απαριθμητών.....	324
8.4 Κυκλικοί καταχωρητές.....	327
8.4.1 Απαριθμητές δακτυλίου	327
8.4.2 Απαριθμητές Johnson.....	328
Ασκήσεις.....	332

Κεφάλαιο 9

Ημιαγωγικές Μνήμες

9.1 Εισαγωγή	335
9.2 Μνήμες Ανάγνωσης/Εγγραφής	336
9.3 Στατικές RAM	337
9.3.1 Είσοδοι και έξοδοι των SRAM	337
9.3.2 Μνήμες SRAM με δίαυλο διπλής κατεύθυνσης.....	339
9.3.3 Εσωτερική δομή των SRAM	341
9.3.4 Κύτταρο αποθήκευσης των σύγχρονων SRAM.....	345
9.4 Δυναμικές RAM	347
9.4.1 Δομή των DRAM.....	349
9.5 Μνήμες ROM	351
9.5.1 Τύποι ROM	352
9.6. Επέκταση του μήκους λέξης μιας μνήμης	359
9.7 Επέκταση του αριθμού θέσεων μιας μνήμης	360
Ασκήσεις	362

Κεφάλαιο 10

Ασύγχρονα Ακολουθιακά Κυκλώματα

10.1 Εισαγωγή	377
10.2 Ανάλυση ασύγχρονων ακολουθιακών κυκλωμάτων	379
10.3 Σύνθεση ασύγχρονων ακολουθιακών κυκλωμάτων	381
10.4 Ευστάθεια ασύγχρονων ακολουθιακών κυκλωμάτων	384
10.5 Συνθήκες ανταγωνισμού στα ασύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα	385
10.6 Σπινθήρες	387
10.6.1 Σπινθήρες σε συνδυαστικά κυκλώματα	387
10.6.1 Σπινθήρες σε ασύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα	391
Ασκήσεις	392

Κεφάλαιο 11

Περιγραφή Ψηφιακών Κυκλωμάτων με την Γλώσσα VHDL

<i>11.1 Εισαγωγή</i>	393
<i>11.2 Εργαλεία σχεδίασης</i>	393
<i>11.3 Γλώσσες περιγραφής υλικού</i>	395
<i>11.4 Εισαγωγή στον σχεδιασμό κυκλωμάτων με την VHDL</i>	397
<i>11.5 Περιγραφή σημάτων πολλών bit και δυαδικών αριθμών με την VHDL</i>	400
<i>11.6 Εντολές αντιστοίχισης της VHDL</i>	401
<i>11.7 Περιγραφή συνδυαστικών κυκλωμάτων με την VHDL</i>	402
11.7.1 Περιγραφή με single statement assignment.	402
11.7.2 Περιγραφή με selected signal assignment	404
11.7.3 Περιγραφή με conditional signal assignment.....	407
<i>11.8. Structural σχεδίαση με την VHDL</i>	409
11.8.1 Structural σχεδίαση με την VHDL του $4 \rightarrow 1$ πολυπλέκτη με $2 \rightarrow 1$ πολυπλέκτες.....	409
<i>11.9 Σχεδίαση αθροιστών με την VHDL</i>	412
<i>11.10 Concurrent και sequential statements της VHDL</i>	420
<i>11.11 Εντολή Process</i>	421
<i>11.12 Περιγραφή συνδυαστικών κυκλωμάτων με χρήση της εντολής if then else</i>	421
<i>11.13 Περιγραφή συνδυαστικών κυκλωμάτων με χρήση της εντολής Case</i>	424
<i>11.14 Περιγραφή ακολουθιακών κυκλωμάτων με την VHDL</i>	426
11.14.1 Περιγραφή με την VHDL των φλιπ-φλοπ	427
11.14.2 Περιγραφή με την VHDL βασικών ακολουθιακών κυκλωμάτων	433
<i>Ασκήσεις</i>	442

Παράρτημα Α

Ανίχνευση και Διόρθωση Λαθών

<i>A.1 Εισαγωγή</i>	<i>443</i>
<i>A.2 Κώδικες ισοτιμίας</i>	<i>443</i>
A.2.1 Κώδικες ανίχνευσης απλών λαθών.....	<i>443</i>
A.2.2 Κώδικες διόρθωσης λαθών και ανίχνευσης πολλαπλών λαθών.....	<i>445</i>
<i>Ασκήσεις</i>	<i>451</i>

Παράρτημα Β

Το MOS τρανζίστορ

<i>B.1 Εισαγωγή</i>	<i>453</i>
<i>B.2 Κατασκευή και λειτουργία των MOS τρανζίστορ</i>	<i>454</i>
<i>Βιβλιογραφία</i>	<i>461</i>

