
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ.....	v
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Μικροεπεξεργαστές και Μικροελεγκτές.....	2
1.3 Δομικά στοιχεία μικροελεγκτή.....	7
1.4 Εφαρμογές μικροελεγκτών.....	10
1.5 Γνωστοί μικροελεγκτές.....	14
- Φύλλα ασκήσεων.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Γενικά χαρακτηριστικά των μικροελεγκτών AVR.....	19
2.1 Εισαγωγή.....	19
2.2 Αρχιτεκτονική.....	20
- Φύλλα ασκήσεων.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Το βασικό ρεπερτόριο εντολών Assembly του μικροελεγκτή.....	39
3.1 Εισαγωγή.....	39
3.2 Εντολές φόρτωσης δεδομένων.....	40
3.3 Αριθμητικές εντολές.....	56
3.4 Λογικές εντολές.....	68
3.5 Χειρισμός bit.....	79
3.6 Ανάπτυξη ολοκληρωμένων και λειτουργικών προγραμμάτων.....	88
3.6.1 Ενσωμάτωση αρχείων INC.....	88
3.6.2 Βασικές ντιρεκτίβες που υποστηρίζει ο Assembler.....	89
- Φύλλα ασκήσεων.....	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Υλοποίηση βασικών δομών και αλγορίθμων.....	103
4.1 Εισαγωγή.....	103
4.2 Εντολές σύγκρισης και διακλάδωσης.....	104
4.2.1 Βασικές δομές.....	104
4.2.2 Υλοποίηση απλών ελέγχων.....	105
4.3 Δομές επανάληψης.....	113
4.3.1 Δομή επανάληψης do-while.....	113
4.3.2 Δομή επανάληψης while-do.....	115
4.3.3 Εμφωλευμένος βρόχος.....	116
4.3.4 Υλοποίηση βρόχου χωρίς σύγκριση.....	118

4.3.5 Καθορίζοντας το πλήθος των επαναλήψεων πέρα από το όριο ενός καταχωρητή.....	119
4.3.6 "Μετατρέποντας" την εντολή BRLT σε "BRGT".....	121
4.4 Απόλυτο και σχετικό άλμα.....	121
4.5 Ο σωρός.....	125
4.6 Χρονικά χαρακτηριστικά εκτέλεσης και προγράμματα καθυστέρησης.....	129
4.7 Μακροεντολές.....	133
4.8 Κωδικοποίηση προγράμματος.....	135
- Φύλλα ασκήσεων.....	137

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Βασικός προγραμματισμός ψηφιακών θυρών Εισόδου/Εξόδου..145

5.1 Εισαγωγή.....	145
5.2 Στοιχειώδη ηλεκτρικά-ηλεκτρονικά κυκλώματα.....	145
5.2.1 Κύκλωμα με αντίσταση.....	145
5.2.2 Κύκλωμα με δίοδο.....	147
5.2.3 Η δίοδος LED.....	148
5.3 Βασική διαχείριση ψηφιακών θυρών.....	150
5.4 Διαχείριση LED μέσω των θυρών του μικροελεγκτή.....	156
5.5 Γενικά κυκλώματα διακοπών.....	157
5.5.1 Τρόπος λειτουργίας.....	157
5.5.2 Απλοποιημένο κύκλωμα διακόπτη.....	158
5.6 Πρόγραμμα χρονικής καθυστέρησης.....	159
- Εφαρμογή 5.1 - Ενεργοποίηση οκτώ LED.....	161
- Εφαρμογή 5.2 - Έλεγχος οκτώ LED με εναλλαγή και χρονική καθυστέρηση....	161
- Εφαρμογή 5.3 - Διαδοχική ενεργοποίηση LED με λογική ολίσθηση.....	163
- Εφαρμογή 5.4 - Έλεγχος φωτεινού σηματοδότη.....	165
- Εφαρμογή 5.5 - Έλεγχος LED με κουμπί.....	168
- Εφαρμογή 5.6 - Χρήση εσωτερικής Pull-Up αντίστασης για απλοποίηση κυκλώματος κουμπιού.....	171
- Εφαρμογή 5.7 - Άμεσος έλεγχος πολλών LED μέσω κουμπιών.....	173
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1, Βασικά ηλεκτρικά-ηλεκτρονικά κυκλώματα.....	175
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2, Χρονική καθυστέρηση.....	181
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 3, Κυκλώματα διακοπών.....	183

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Διαχείριση μονάδων απεικόνισης.....185

6.1 Διαχείριση μονάδων απεικόνισης επτά τμημάτων.....	185
- Εφαρμογή 6.1 - Έλεγχος λειτουργίας μονάδας απεικόνισης επτά τμημάτων....	187
- Εφαρμογή 6.2 - Απεικόνιση των αριθμών 0 έως 9.....	190
- Εφαρμογή 6.3 - Έλεγχος μονάδων επτά τμημάτων με πολυπλεξία.....	192
- Εφαρμογή 6.4 - Εμφάνιση τριών ψηφίων σε πολλαπλές μονάδες απεικόνισης....	195
- Εφαρμογή 6.5 - Αυτοματοποιημένη εμφάνιση τριψηφίου αριθμού.....	199
6.2 Οθόνη LCD.....	211
- Εφαρμογή 6.6 - Βασική διαχείριση LCD οθόνης 16x2.....	214

- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 4, Μονάδες απεικόνισης επτά τμημάτων.....	225
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 5, Χρήση οθόνης LCD 16x2 (1602).....	228
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Σύνθετες διατάξεις εισόδου.....	231
7.1 Εισαγωγή.....	231
7.2 Η διάταξη του πληκτρολογίου.....	231
- Εφαρμογή 7.1 - Ανάπτυξη πληκτρολογίου και εμφάνιση των ψηφίων 0 έως 7 σε μονάδες απεικόνισης επτά τμημάτων.....	234
- Εφαρμογή 7.2 - Εμφάνιση των ψηφίων 0 έως F σε μονάδες απεικόνισης επτά τμημάτων μέσω πληκτρολογίου.....	244
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 6, Ανάπτυξη πληκτρολογίου.....	252
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Το σύστημα διακοπών.....	255
8.1 Εισαγωγή.....	255
8.2 Τεχνικές διαχείρισης εξωτερικών γεγονότων.....	255
8.2.1 Τεχνική Polling.....	255
8.2.2 Πρόγραμμα χρήστη και έλεγχος συσκευών.....	258
8.2.3 Τεχνική διακοπών (interrupt).....	259
- Εφαρμογή 8.1 - Χειρισμός της διακοπής RESET.....	266
- Εφαρμογή 8.2 - Χειρισμός διακοπής Reset και διακοπής από ακροδέκτη.....	270
- Εφαρμογή 8.3 - Έλεγχος φωτεινού σηματοδότη και πεζοφάνου.....	273
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 7, Βασικός χειρισμός διακοπών.....	281
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Οι χρονιστές του μικροελεγκτή.....	285
9.1 Χρονιστές-μετρητές (Timers-Counters).....	285
9.1.1 Γενική φιλοσοφία λειτουργίας.....	285
9.1.2 Οι βασικοί καταχωρητές των χρονιστών 8bit	286
- Εφαρμογή 9.1 - Χρονική καθυστέρηση 1Sec με χρήση του χρονιστή 0 (Timer0).....	290
- Εφαρμογή 9.2 - Δημιουργία κυματομορφής με συγκεκριμένο Duty Cycle (Χρονιστής 0-Timer0).....	294
- Εφαρμογή 9.3- Δημιουργία ανεξάρτητου σήματος με χρήση διακοπής του χρονιστή 1 (Timer1).....	301
- Εφαρμογή 9.4 - Ο Χρονιστής 0 ως μετρητής με εξωτερικό σήμα.....	307
- Εφαρμογή 9.5 - Τυχαίοι αριθμοί με τον μετρητή 1 (χρονιστή 1).....	310
9.2 Χρονιστής επιτήρησης (WatchDog Timer).....	313
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 8, Αξιοποίηση διακοπών και χρονιστών.....	318
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 9, Έλεγχος χρονιστή 0.....	319
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 10, Δημιουργία κυματομορφών με τους χρονιστές 0 και 1.....	321
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 11, Αξιοποίηση χρονιστών ως μετρητών.....	324
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 12, Μετρητής 1 και χρονιστής επιτήρησης.....	325
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: Μέτρηση αναλογικών σημάτων.....	329
10.1 Εισαγωγή.....	329

10.1.1 Από τον αναλογικό στον ψηφιακό κόσμο.....	329
10.1.2 Αναλογικά και ψηφιακά σήματα.....	330
10.2 Μετατροπή αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά.....	331
10.3 Προγραμματισμός της μονάδας μετατροπής ADC.....	335
- Εφαρμογή 10.1 - Αποτύπωση αναλογικών σημάτων με την τεχνική polling.....	340
- Εφαρμογή 10.2 - Αποτύπωση αναλογικών σημάτων με την τεχνική των διακοπών (interrupt).....	344
- Εφαρμογή 10.3 - Περιοδική μέτρηση και αποτύπωση αναλογικών σημάτων με αξιοποίηση χρονιστή.....	347
10.4 Παραγωγή αναλογικών σημάτων.....	350
- Εφαρμογή 10.4 - Παραγωγή αναλογικής τριγωνικής κυματομορφής.....	355
- Εφαρμογή 10.5 - Παραγωγή αναλογικής ημιτονικής κυματομορφής από πίνακα τιμών.....	357
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 13, Γνωριμία με τα αναλογικά σήματα και τη μετατροπή τους σε ψηφιακά.....	360
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 14, Διαχείριση και προγραμματισμός της μονάδας ADC.....	363
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 15, Δημιουργία αναλογικών σημάτων.....	365
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: Διαχείριση σειριακής επικοινωνίας.....	367
11.1 Εισαγωγή.....	367
11.2 Σύγχρονη σειριακή επικοινωνία SPI.....	367
- Εφαρμογή 11.1 - Ανταλλαγή δεδομένων με επικοινωνία SPI.....	374
11.3 Σειριακή επικοινωνία κοινού διαύλου (I ² C).....	381
- Εφαρμογή 11.2 - Αποστολή δεδομένων Master-Slave σε επικοινωνία I ² C.....	388
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 16, Βασικά χαρακτηριστικά επικοινωνίας SPI.....	396
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 17, Βασικά χαρακτηριστικά επικοινωνίας I ² C.....	398
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: Προγραμματισμός του μικροελεγκτή σε γλώσσα C.....	401
12.1 Εισαγωγή.....	401
12.2 Βασικά χαρακτηριστικά της γλώσσας AVR C.....	402
12.2.1 Τύποι δεδομένων.....	402
12.2.2 Συμβολική αντικατάσταση και σταθερές.....	403
12.2.3 Μεταβλητές.....	404
12.2.4 Πρόσβαση στους καταχωρητές.....	405
12.2.5 Λογικοί τελεστές.....	405
12.3 Υλοποίηση βασικών αλγοριθμικών δομών.....	406
12.3.1 Ακολουθία εντολών.....	407
12.3.2 Έλεγχος.....	407
12.3.3 Δομή Επανάληψης.....	413
12.3.4 Πίνακες.....	415
12.3.5 Δείκτες.....	417
12.3.6 Δημιουργία δομών.....	418
12.3.7 Συναρτήσεις.....	419
12.4 Εισαγωγικές εφαρμογές με τη γλώσσα C.....	420

- Εφαρμογή 12.1 - Διαχείριση μνήμης.....	421
- Εφαρμογή 12.2 - Απλός χειρισμός LED.....	429
- Εφαρμογή 12.3 - Εμφάνιση ακέραιων αριθμών.....	430
- Εφαρμογή 12.4 - Μηνύματα σε οθόνη LCD 16x2.....	434
- Εφαρμογή 12.5 - Χειρισμός διακοπών για αναλογικές μετρήσεις.....	435
- Εφαρμογή 12.6 - Εμφάνιση πραγματικών αριθμών σε μονάδες απεικόνισης επτά τμημάτων.....	437
- Εφαρμογή 12.7 - Έλεγχος μοτέρ servo.....	445
- Εφαρμογή 12.8 - Βασικός έλεγχος λειτουργίας DC μοτέρ με H-Bridge.....	449
- Εφαρμογή 12.9 - Αναλογικός έλεγχος παραγωγής PWM.....	452
- Εφαρμογή 12.10 - Ανάγνωση τριών αναλογικών καναλιών.....	456
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 18, Διαχείριση μνήμης.....	459
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 19, Διαχείριση μνήμης-Οπτική αποτύπωση δεδομένων.....	460
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 20, Μονάδες απεικόνισης επτά τμημάτων.....	462
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 21, Έλεγχος μοτέρ servo.....	463
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 22, Αυτόματη παραγωγή σήματος PWM.....	465

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: Μεθοδολογίες και εργαλεία ανάπτυξης πειραματικών εφαρμογών.....469

13.1 Εισαγωγή.....	469
13.2 Κύκλωμα αυτόνομης λειτουργίας.....	469
13.3 Προσομοίωση εφαρμογών.....	472
13.3.1 Γενικά.....	472
13.3.2 Προσομοίωση στο Atmel Studio.....	472
13.3.3 Προσομοίωση στο Proteus.....	477
13.4 Παραγωγή εκτελέσιμου κώδικα.....	482
13.4.1 Γενικά.....	482
13.4.2 Παραγωγή HEX αρχείου από κώδικα Assembly στη γραμμή εντολής.....	484
13.4.3 Παραγωγή HEX αρχείου από κώδικα C στο Linux.....	485
13.4.4 Παραγωγή HEX αρχείου από κώδικα C στο Atmel Studio.....	485
13.5 Φυσικός προγραμματισμός του μικροελεγκτή.....	487
13.5.1 Προγραμματιστής USBasp.....	487
13.5.2 Προγραμματισμός μέσω παράλληλης θύρας.....	489
13.5.3 Χρησιμοποιώντας το avrdude.....	489
13.5.4 Φυσικός Προγραμματισμός με το USBasp.....	494
13.6 Αναπτυξιακές πλακέτες (kit) της αγοράς.....	495
13.6.1 Atmel STK500.....	496
13.6.2 Mikroelektronika EeasyAVRv7.....	498
13.6.3 Διάφορα αναπτυξιακά kit.....	501
13.7 Σχεδίαση και ανάπτυξη πειραματικής πλακέτας.....	503
13.7.1 Γενικά.....	503
13.7.2 Επιλογή πλακέτας.....	504
13.7.3 Το πρώτο δοκιμαστικό κύκλωμα LED.....	506
13.7.4 Προσθήκη μικροελεγκτή στο κύκλωμα.....	508
13.7.5 Προσθήκη δεύτερου κυκλώματος LED.....	510