



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΚΡΗΤΗΣ

## Εργαστηριακή Άσκηση 2<sup>η</sup>

Εξοικειωση με την οικογένεια μικροελεγκτών

Atmel AVR

Μία απλή οθόνη 7-segment LED

Σωτήριος Μιχαήλ

2015030140

# ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ

Σκοπός του εργαστηρίου είναι η περαιτέρω εξοικείωση με το περιβάλλον ανάπτυξης για μικροελεγκτή AVR, με τη δημιουργία ενός απλού προγράμματος για οδήγηση με πολυπλεξία στο χρόνο μίας οθόνης 7-segment LED για (έως) οκτώ ψηφία. Η υλοποίηση αυτού του οδηγού έγινε σε Assembly. Τα LEDs της πλατφόρμας την οποία στοχεύει αυτός ο οδηγός οθόνης είναι κοινής ανόδου, επομένως το λογικό '0' σε ένα pin σημαίνει αναμμένο LED και το λογικό '1' σημαίνει σβηστό LED. Υπάρχουν 8 συνολικά οθόνες 7-segment, μία για κάθε ψηφίο του αριθμού που θέλουμε να απεικονίσουμε. Το κάθε 7-segment της οθόνης οδηγείται από το PORT A, με το PA0 να οδηγεί το A segment, το PA1 το B κ.ο.κ και το PA7 το DP segment. Το PORT C οδηγεί ένα σήμα το οποίο επιλέγει σε ποιό από τα 8 7-segment displays τη φορά θα εμφανίσει κάποιον αριθμό, έτσι ώστε να φαίνεται πως όλα τα ψηφία εμφανίζονται ταυτόχρονα στο ανθρώπινο μάτι. Το σήμα αυτό είναι η έξοδος ενός κυκλικού counter, όπου ένα '0' αλλάζει θέσεις προς τα αριστερά.

Ο αριθμός που θέλουμε να εμφανιστεί στην οθόνη είναι αποθηκευμένος στη μνήμη RAM του μικροελεγκτή, σε μορφή Binary-Coded Decimal (BCD).

Το PORT C αλλάζει την έξοδό του κάθε 4,2 ms, για το οποίο χρησιμοποιούμε ένα interrupt του timer0, το οποίο είχε υλοποιηθεί στη πρώτη εργαστηριακή άσκηση, απλά με άλλη τιμή.

Κάθε φορά που έρχεται interrupt και αλλάζουμε ψηφίο, αλλάζει και η έξοδος που δίνεται στο PORT A, έτσι ώστε να εμφανιστεί το αντίστοιχο ψηφίο του αριθμού που έχουμε στη RAM. Οι "κωδικοί" του 7-segment, αριθμοί τέτοιοι ώστε να εμφανίζεται ένα ψηφίο στην οθόνη, βρίσκονται σε ένα lookup-table, αποθηκευμένα σε αύξουσα σειρά, στη ROM του μικροελεγκτή. Κάθε 4,2 ms, ανακτάμε ένα ψηφίο του αριθμού από τη RAM, και, καθώς είναι τετραψήφιος αριθμός BCD, κάνουμε mask τα τέσσερα least significant bits, και τα προσθέτουμε στη διεύθυνση του lookup table των κωδικών, και έτσι ανακτάται η σωστή ακολουθία bits που εμφανίζει το ψηφίο του αριθμού στο 7-segment display.

Ο αριθμός από την RAM ανακτάται κάθε 4,2 ms ανά ψηφίο, μέσω του καταχωρητή-δείκτη 16-bit X που προσφέρει ο μικροελεγκτής, μειώνοντας κάθε φορά την διεύθυνση που δείχνει, όταν εμφανίσουμε ένα ψηφίο. Τα ψηφία εμφανίζονται από το least-significant number προς το most-significant number (από δεξιά προς τα αριστερά). Εάν εμφανίσουμε όλα τα ψηφία, επιστρέφουμε τον καταχωρητή αυτόν στην αρχική του τιμή έτσι ώστε να έχουμε έναν ατέρμων βρόχο ο οποίος θα εμφανίζει τον αριθμό στην οθόνη συνεχώς.

Κωδικός 7-segment	
Ψηφίο	Ακολουθία bits για 7-segment
0	11000000
1	11111001
2	10100100
3	10110000
4	10011001
5	10010010
6	10000010
7	11111000
8	10000000
9	10010000
Κενό	11111111

Για την προσομοίωση, φορτώθηκε στη μνήμη RAM ένας ενδεικτικός αριθμός, ο "18212021". Ακολουθούν στιγμιότυπα από τη προσομοίωση, που αποδεικνύουν την ορθή λειτουργία του προγράμματος. Ο καταχωρητής R18 δείχνει το ψηφίο του αριθμού από τη RAM, ο R23 πόσα ψηφία έχουμε εμφανίσει μέχρι στιγμής (χρησιμοποιείται για το reset του pointer X μετά την εμφάνιση όλων των ψηφίων), ο R22 και το PORT A του I/O panel ο αριθμός που δίνεται στο 7-segment display το οποίο δίνει το PORT C.



