

# Συστήματα Μικροϋπολογιστών

Αναφορά για 3ο εργαστήριο

Ιωάννης-Παναγιώτης Μπουντουρίδης 8872 - Κωνσταντίνος Χατζηπαντωνίου 8941

19/12/2018

## Εξήγηση Κώδικα

Προτού ξεκινήσουμε την υλοποίηση του προγράμματος θεωρείται αναγκαίο να ρυθμίσουμε απαραίτητα τον δείκτη στοίβας του προγράμματος. Το τμήμα κώδικα με label: InitStackPointer λέει στον δείκτη στοίβας να δείχνει στην τελευταία θέση μνήμης. Έτσι κάθε φορά που θα αποθηκεύουμε διευθύνσεις μνήμης ο δείκτης στοίβας θα ανεβαίνει δύο θέσεις προς τα πάνω αφού θα αποθηκεύει την low(address) και high(address) της διεύθυνσης που χρειαζόμαστε να επιστρέψουμε.

## A) Εισαγωγή προγράμματος πλύσης

Η υλοποίηση μας ξεκινάει με το label: Intro. Αρχικά θέτουμε σε όλους τους ακροδέκτες του καταχωρητή κατεύθυνσης (DDRB) το λογικό 1. Με αυτόν τον τρόπο οι αντίστοιχοι ακροδέκτες της θύρας PORTB μετατρέπονται σε ακροδέκτες εξόδου. Στην συνέχεια μέσω της εντολής sbis ελέγχουμε αν το κουμπί sw6 έχει πατηθεί για να ξεκινήσει η λειτουργία του πλυντηρίου. Όταν ο χρήστης το πατήσει τότε ο 6ος ακροδέκτης του PIND θα δίνει ένδειξη το μηδέν και το πρόγραμμα μας θα κάνει jump στο αντίστοιχο label: check\_released. Μόλις συμβεί αυτό με παρόμοια διαδικασία ελέγχουμε αν ο χρήστης άφησε το κουμπί, τότε θεωρούμε πως το πάτημα του κουμπιού έχει ολοκληρωθεί κι έτσι ξεκινάμε την εισαγωγή προγράμματος πλύσης στο πλυντήριο. Για την αποθήκευση του προγράμματος θα χρησιμοποιήσουμε τους καταχωρητές r22,r23,r24,r25 ο οποίοι αποθηκεύουν τις καταστάσεις των κουμπιών sw2,sw3,sw4,sw5 αντίστοιχα. Ο καταχωρητής r8 θα είναι ένας counter για τον χρόνο που πέρασε και ο καταχωρητής r9 ένα flag που για να μας ειδοποιήσει ότι πέρασαν 10 δευτερόλεπτα. Το πρόγραμμα κάνει delay 50ms και στην συνέχεια αυξάνει τον counter r8 κατά 1. Όταν ο καταχωρητής r8 είναι ίσος με τον r9 ο οποίος έχει την τιμή 200, τότε σημαίνει ότι πέρασαν  $200 * 50ms = 10 \text{ second}$ . Στην διάρκεια αυτή των δέκα δευτερολέπτων ελέγχουμε με την χρήση της εντολής sbis αν ο χρήστης πατάει τα κουμπιά sw2,sw3,sw4,sw5 και αποθηκεύουμε τις καταστάσεις τους στους καταχωρητές r22,r23,r24,r25. Π.χ. αν ο χρήστης πατήσει το κουμπί sw2 τότε μέσω της ldi αποθηκεύω στον r22 την τιμή 4, αν ο χρήστης πατήσει το κουμπί sw3 τότε μέσω της ldi αποθηκεύεται στον r23 η τιμή 8, κ.ο.κ. Μετά το πέρας των δέκα δευτερολέπτων προσθέτουμε τις τιμές των καταχωρητών r22,r23,r24,r25 στον καταχωρητή r21 ο οποίος πλέον περιέχει το πρόγραμμα του πλυντηρίου. Σημειώνεται σε αυτό το σημείο πως η πρόσθεση που κάνουμε στον καταχωρητή r21 έχει ελεγχθεί και δεν γίνεται να συμβεί υπερχείλιση αφού η τιμές που θέτουμε στους καταχωρητές r22,r23,r24,r25 είναι πολύ μικρότερες του 255. Έχοντας λοιπόν αποθηκευμένο το πρόγραμμα του πλυντηρίου στον καταχωρητή r21 στην συνέχεια ελέγχουμε στο πρόγραμμα αν υπάρχει πρόβλημα υπερφόρτωσης.

## B) Προσομοίωση υπερφόρτωσης

Όπως πράξαμε και κατά την εισαγωγή προγράμματος, όμοια και τώρα, για το πέρας των 10 δευτερολέπτων το πρόγραμμα μας κάνει delay 50 ms και αυξάνει τον counter r8 κατά 1. Ο καταχωρητής r9 είναι ένα flag που θα ειδοποιήσει ακριβώς την στιγμή που πέρασαν τα 10 δευτερόλεπτα έτσι ώστε να λάβει τέλος η προσομοίωση της υπερφόρτωσης. Κατά την διάρκεια των 10 δευτερολέπτων μέσω τις sbis ελέγχουμε αν πατήθηκε το κουμπί sw1. Μόλις πατηθεί, με πανομοιότυπο τρόπο ελέγχουμε πότε ο χρήστης κάνει release και στην συνέχεια ενεργοποιούμε την λειτουργία υπερφόρτωσης. Κατά την διάρκεια της υπερφόρτωσης θέτουμε στο portb την τιμή 0b1111101 μέσω του καταχωρητή r22 ώστε να ανάψουμε το led1. Στην συνέχεια με περίοδο 1 second ανοιγοκλείνουμε το led1. Ο

καταχωρητής r6 είναι ο counter αυτής της λειτουργίας ενώ ο r7 είναι το flag της περιόδου που ανοιγοκλείνουμε το led1. Μόλις το led1 ξανά πατηθεί τότε ο χρόνος των 10 second που είχε απομείνει συνεχίζει να περνά καθώς αυξάνεται η τιμή του καταχωρητή r8. Σημειώνεται ότι μπορούμε σε αυτό το διάστημα των 10 δευτερολέπτων να κάνουμε την προσομοίωση της υπερφόρτωσης όσες φορές θέλουμε μέχρι το πέρας του χρόνου.

## Γ) Λειτουργία πλυντηρίου

Το μεγαλύτερο και ίσως σημαντικότερο κομμάτι της υλοποίησης ξεκινάει. Μετά το τέλος της προσομοίωσης-υπερφόρτωσης το πρόγραμμα μας κάνει jump στο label: before\_start όπου εκεί ορίζουμε κάποιες απαραίτητες τιμές στους καταχωρητές πρώτου η λειτουργία του πλυντηρίου αρχίζει. Αρχικά σβήνουμε όλα τα leds, στην συνέχεια αντιγράφουμε το πρόγραμμα του πλυντηρίου από τον καταχωρητή r21 στον r22 και μέσω μιας μάσκας bits παίρνουμε τα στοιχεία του προγράμματος για τα sw3,sw4. Όμοια αντιγράφουμε το πρόγραμμα του πλυντηρίου από τον καταχωρητή r21 στον r23 και μέσω μιας μάσκας bits παίρνουμε τα στοιχεία του προγράμματος για το κουμπί sw5. Τέλος αντιγράφουμε το πρόγραμμα του πλυντηρίου από τον καταχωρητή r21 στον r25 και μέσω μιας μάσκας bits παίρνουμε τα στοιχεία του προγράμματος για τα sw2. Αυτός ο διαχωρισμός συμβαίνει γιατί το πρόγραμμα του πλυντηρίου στην πραγματικότητα διακρίνεται σε 4 περιπτώσεις, που ορίζονται από τα κουμπιά sw3 και sw4, ενώ σαν επιπλέον λειτουργίες έχουμε την πρόπλυση και το στράγγισμα που ορίζονται από τα κουμπιά sw2 και sw5. Πρόκειται να αποθηκεύσουμε τους αντίστοιχους χρόνους στους καταχωρητές r10,r11,r12. Όπου στον r10 εκχωρείται ο χρόνος της πρόπλυσης (ενδεχόμενα: η πρόπλυση να επιλεγεί ή να μην επιλεγεί: 4 sec ή 0 sec αντίστοιχα). Στον r11 εκχωρείται ο χρόνος της κύρια πλύσης (ενδεχόμενα: 1ο πρόγραμμα: 4 sec ,2ο πρόγραμμα: 8 sec ,3ο πρόγραμμα: 12 sec ,4ο πρόγραμμα: 18 sec). Στον r12 εκχωρείται ο χρόνος του στραγγίσματος (ενδεχόμενα: να επιλεγεί ή όχι). Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα παρακάτω ενδεχόμενα με τις αντίστοιχες τιμές που αντιπροσωπεύουν τις περιπτώσεις αυτές. Ελέγχουμε τους καταχωρητές:

$$\begin{aligned} \$r22 &= \begin{cases} 0b00000000 & \text{program1 : 4 sec exception time\_add\_case0} \\ 0b00001000 & \text{program2 : 8 sec exception time\_add\_case1} \\ 0b00010000 & \text{program3 : 12 sec exception time\_add\_case2} \\ 0b00011000 & \text{program4 : 18 sec exception time\_add\_case3} \end{cases} \\ \$r23 &= \begin{cases} 0b00000000 & \text{drain chosen} \\ 0b00100000 & \text{drain not chosen} \end{cases} \\ \$r25 &= \begin{cases} 0b00000000 & \text{pre - wash not chosen} \\ 0b00000100 & \text{pre - wash chosen} \end{cases} \end{aligned}$$

Στο label: start αξιολογούμε τις περιπτώσεις αυτές. Ξεκινάμε με την πρόπλυση. Γίνεται αντιγραφή του r10 στον καταχωρητή r24 και στην συνέχεια ελέγχεται αν ο r24 είναι ίσος με το μηδέν μέσω της cri. Αν ναι τότε το στάδιο της πρόπλυσης παραλείπεται και μέσω της breq πηγαίνουμε στο skip1. Διαφορετικά ενεργοποιούμε την πρόπλυση, ανάβοντας το led 0 έως 2 και καλώντας την συνάρτηση proplisi4sec. Η συνάρτηση proplisi4sec ελέγχει με παρόμοιο τρόπο που αναφέραμε πιο πάνω το πέρας των 4 δευτερολέπτων ενώ ταυτόχρονα ελέγχει αν πατηθούν τα κουμπιά sw0 και sw7 για την προσομοίωση ανοιχτής πόρτας και διακοπής νερού αντίστοιχα. Αφού περάσει ο χρόνος μέσω της ret επιστρέφει ώστε να συνεχιστεί η κύρια πλύση. Κατά την κύρια πλύση ανάβουμε τα led0, led1 και led3 αντιγράφουμε τον χρόνο από τον καταχωρητή r11 στον καταχωρητή r24 και καλούμε την συνάρτηση kyriaplisi. Η συνάρτηση αυτή πολλαπλασιάζει τον χρόνο επί δέκα (με 3 ολισθήσεις και μια πρόσθεση) ώστε αν πχ αν είχαμε το πρόγραμμα πλύσης που κρατούσε 8 sec ο καταχωρητής μας r24 θα είχε πλέον τον αριθμό 80. Έτσι 80 delays των 100ms πετυχαίνουμε την σωστή διάρκεια της πλύσης. Τέλος όπως στην πρόπλυση έτσι και στην κύρια πλύση ελέγχουμε κατά την διάρκεια αυτή αν πατηθούν τα κουμπιά sw0 και sw7 για την προσομοίωση ανοιχτής πόρτας και διακοπής νερού αντίστοιχα. Επιστρέφουμε από εκεί που καλέσαμε την συνάρτηση κύριας πλύσης και τώρα συνεχίζουμε το ξέβγαλμα και το στράγγισμα (εφόσον χρειαστεί). Αφού ολοκληρωθούν όλα ανάβουμε το led7 για πέντε δευτερόλεπτα.

---

## Δ) Προσομοίωση ανοιχτής πόρτας

Η συνάρτηση `error1` καλείται για να ξεκινήσει η προσομοίωση της ανοιχτής πόρτας όταν το κουμπί `sw0` πατηθεί. Οι έλεγχοι που κάνουμε όταν το `sw0` πατηθεί είναι κατά την διάρκεια: της πρόπλησης, της κύριας πλύσης, του ξεβγάλματος και του στραγγίσματος. Για την προσομοίωση χρησιμοποιείται ο καταχωρητής `r6` ως counter για την περίοδο των `led` που θα ανοιγοκλείνουν. Η `led_door_open` είναι υπεύθυνη για το αναμα των σωστών `led`. Με αντίστοιχο τρόπο λειτουργεί και η προσομοίωση παροχής νερού.