



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2022-2023

ΑΘΗΝΑ 13 Οκτωβρίου 2022

## 1η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ "Εργαστήριο Μικροϋπολογιστών"

Ανάπτυξη κώδικα για το μικροελεγκτή ATmega328 και προσομοίωση της εκτέλεσης του στο αναπτυξιακό περιβάλλον MPLAB X

Εξέταση – Επίδειξη: Τετάρτη 19/10/2022.

Προθεσμία για παράδοση Έκθεσης: Κυριακή 23/10/2022 (23:59)

### Ζήτημα 1.1

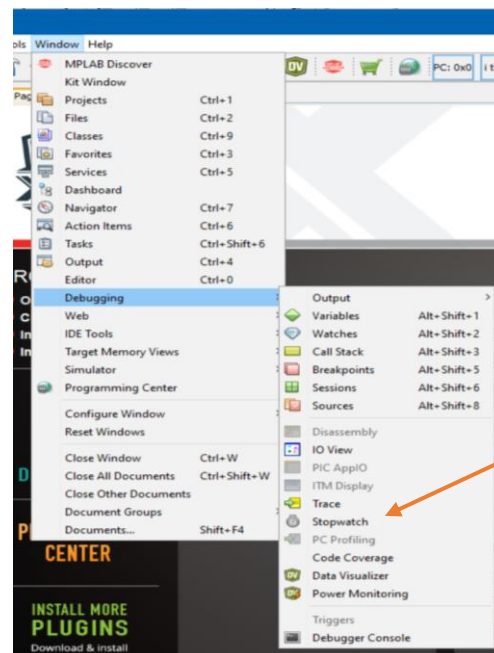
Να υλοποιηθεί κώδικας assembly, για τον μικροελεγκτή ATmega328, στη μορφή που εμφανίζεται παρακάτω, ο οποίος να παράγει ρυθμιζόμενες χρονικές καθυστερήσεις με απόλυτη ακρίβεια.

```
...  
rcall wait_x_msec  
...  
  
wait_x_msec:  
....  
ret
```

- Η εκτέλεση της εντολής `rcall wait_x_msec` να διαρκεί ακριβώς χρόνο  $x$  msec, όπου  $x$  είναι ένας αριθμός από 1 έως 65535, ο οποίος είναι αποθηκευμένος στο ζεύγος των καταχωρητών `r24`(Low byte) και `r25`(High byte).
- Το τμήμα αυτό του κώδικα να ενσωματωθεί σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα και να γίνει προσομοίωση σωστής λειτουργίας, στον αναπτυξιακό περιβάλλον Microchip MPLAB X.
- Στο τμήμα του κώδικα που γίνεται μέτρηση του χρόνου να ενσωματωθεί η εντολή `"sbiw"` η οποία χειρίζεται ένα ζεύγος καταχωρητών και όχι έναν απλό καταχωρητή.

Ο χρόνος εκτέλεσης της προσομοίωσης, εξαρτάται από τον υπολογιστή που εκτελεί την προσομοίωση και είναι διαφορετικός από το χρόνο εκτέλεσης του κώδικα από το φυσικό μικροελεγκτή.

Οπότε για να μετρηθούν οι χρόνοι εκτέλεσης τμημάτων του κώδικα, θα χρησιμοποιηθεί το εργαλείο Stopwatch, του MPLAB X, το οποίο ενεργοποιείται όπως φαίνεται στο σχήμα δίπλα.



## Ζήτημα 1.2

Να υλοποιηθεί κώδικας assembly, για τον μικροελεγκτή ATmega328, για τον υπολογισμό των λογικών συναρτήσεων:

$$F0 = (A' \cdot B' + B' \cdot D)'$$

$$F1 = (A+C) \cdot (B+D)'$$

Ο υπολογισμός των συναρτήσεων να εισαχθεί σε ένα loop, το οποίο θα εκτελεστεί 6 φορές. Σε κάθε κύκλο η μεταβλητή A θα αυξάνεται κατά 0x02, η μεταβλητή B θα αυξάνεται κατά 0x03, η μεταβλητή C θα αυξάνεται κατά 0x04 και η μεταβλητή D θα αυξάνεται κατά 0x05.

Οι μεταβλητές A, B, C, D είναι μεγέθους ενός byte και έχουν αρχικές τιμές A=0x55, B=0x43, C=0x22 και D=0x02.

Να γίνει προσομοίωση στο MPLAB X και να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας:

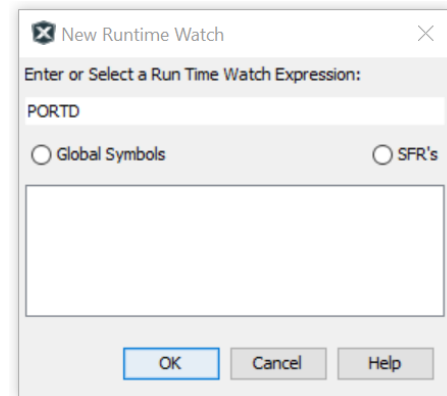
A	B	C	D	F0	F1
0x55	0x43	0x22	0x02	0x57	0x77
0x57	0x46	0x26	0x07	0x56	0x76
0x59	0x49	0x2A	0x0C	0x59	0x7B
0x5B	0x4C	0x2E	0x11	0x4E	0x6E
0x5D	0x4F	0x32	0x16	0x4F	0x6F
0x5F	0x52	0x36	0x1B	0x56	0x76

### Ζήτημα 1.3

Να υλοποιηθεί κώδικας assembly, για τον μικροελεγκτή ATmega328, ο οποίος να ελέγχει ένα αυτοματισμό βαγονέτου που κινείται συνεχώς, αρχικά από δεξιά προς τα αριστερά και στη συνέχεια αντίστροφα.

Το βαγονέτο να προσομοιώνεται με ένα bit της θύρας εξόδου PORTD που κινείται συνεχώς από το LSb προς το MSb και αντίστροφα.

Για να είναι εφικτή η παρακολούθηση της αλλαγής θέσης του bit της PORTD, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της προσομοίωσης, είναι απαραίτητο να εισαχθεί ένα Run Time Watch, στο MPLAB X, για την PORTD, όπως φαίνεται στην εικόνα δίπλα.



- Η κίνησή του βαγονέτου κατά μία θέση, θα γίνεται κάθε 0,5 sec περίπου.
- Η κατεύθυνση της κίνησης να αποθηκεύεται στο T flag του SREG.
- Το βαγονέτο, κάθε φορά που αλλάζει κατεύθυνση, θα κάνει μία πρόσθετη στάση 1 sec περίπου δηλ. θα παραμένει στα άκρα 1,5 sec περίπου.
- Για τη δημιουργία των χρονικών καθυστερήσεων να χρησιμοποιηθεί ο κώδικας που υλοποιήθηκε στο ζήτημα 1.1
- Ο χρόνος εκτέλεσης της προσομοίωσης, εξαρτάται από τον υπολογιστή που εκτελεί την προσομοίωση. Οπότε οι διάφοροι χρόνοι θα επιτευχθούν κατόπιν δοκιμών.