



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2024-2025

ΑΘΗΝΑ 10/10/2025

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: Παρασκευή 17/10/2025.

Προθεσμία για παράδοση Έκθεσης: Τρίτη 21/10/2025 (23:59)

Ζήτημα 1.1

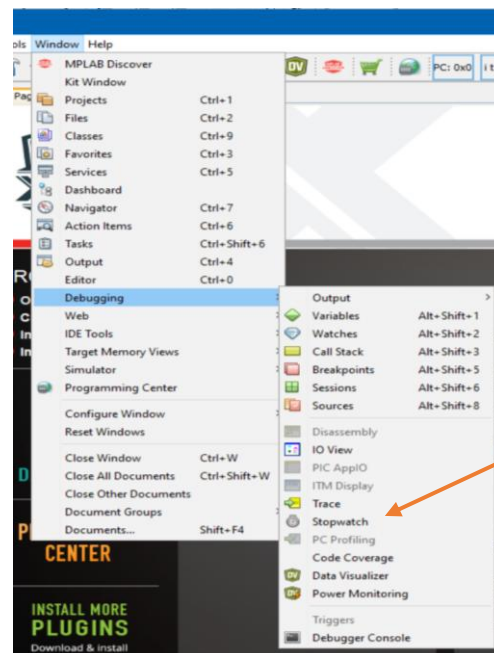
Να υλοποιηθεί κώδικας assembly, για τον μικροελεγκτή ATmega328, στη μορφή που εμφανίζεται παρακάτω, ο οποίος να παράγει ρυθμιζόμενες χρονικές καθυστερήσεις.

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

- Η εκτέλεση της εντολής `rcall wait_x_msec` να διαρκεί 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 0x01, η μεταβλητή B θα αυξάνεται κατά 0x02, η μεταβλητή C θα αυξάνεται κατά 0x03 και η μεταβλητή D θα αυξάνεται κατά 0x04.

Οι μεταβλητές A, B, C, D είναι μεγέθους ενός byte και έχουν αρχικές τιμές A=0x52, B=0x42, C=0x22 και D=0x02.

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

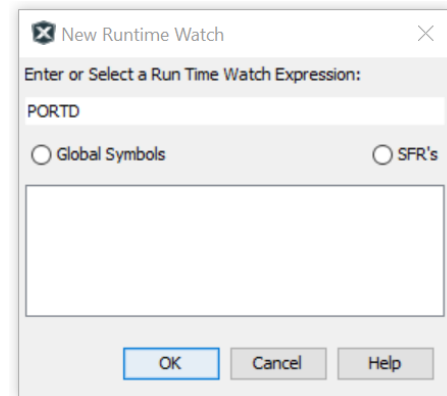
A	B	C	D	F0	F1
0x52	0x42	0x22	0x02	0xFF	0x42
0x53	0x44	0x25	0x06	0xF9	0x46
0x54	0x46	0x28	0x0A	0xF5	0x4C
0x55	0x48	0x2B	0x0E	0xF1	0x4E
0x56	0x4A	0x2E	0x12	0xE7	0x5A
0x57	0x4C	0x31	0x16	0xE5	0x56

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 2 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 3 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.