

ΑΘΗΝΑ 10 Οκτωβρίου 2024

**2η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ**

**ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “Εργαστήριο Μικροϋπολογιστών”**

**ΟΜΑΔΑ 23**

**Συνεργάτες**

Νικόλαος Αναγνώστου Νικόλαος Λάππας

03121818 03121098

**Ζήτημα 2.1**

Α) Στο συγκεκριμένο ερώτημα καλούμαστε να φτιάξουμε ένα πρόγραμμα σε avr assembly στο οποίο να απαριθμούμε το πλήθος των διακοπών INT1 από 0 έως 63. Για τον σκοπό αυτό έχουμε χρησιμοποιήσει έναν μετρητή, τον counter = r16, τον οποίο αρχικοποιούμε στην τιμή μηδέν, και μέχρι να ξεπεράσει το 63 τυπώνουμε τον αριθμό των διακοπών (PD3) που έχουν προκύψει. Ο κώδικας που ακολουθεί δεν περιέχει το τμήμα κώδικα που δίνει η εκφώνηση.

.include "m328pbdef.inc"

.equ FOSC\_MHZ = 16 ; Microcontroller operating frequency in MHz

.equ DEL\_mS = 500 ; Delay in mS (valid number from 1 to 4095)

.equ DEL\_NU = FOSC\_MHZ \* DEL\_mS ; delay\_mS routine: (1000\*DEL\_NU+6) cycles

**.equ delay\_for\_int1 = FOSC\_MHZ \* 5 ; 5msec**

.def counter = r16 ; counter for external interrupts

.org 0x0

rjmp reset

.org 0x4

rjmp isr1

reset:

; stack initialisation

ldi r24,LOW(RAMEND)

out SPL,r24

ldi r24,HIGH(RAMEND)

out SPH,r24

clr r24

; PORTs initialisation

ser r26

out DDRB, r26 ; init PORTB as output

ser r26

out DDRC, r26 ; init PORTC as output

clr r26

out DDRD, r26 ; init PORTB as input

;Interrupt on rising edge of INT1 pin

ldi r24, (1 << ISC11) | (1 << ISC10)

sts EICRA, r24

;Enable the INT1 interrupt

ldi r24, (1 << INT1)

out EIMSK, r24

sei ; Enable general flag of interrupts

clr r24

ldi counter, 0 ; initialize counter for interrupts

;External interrupt 1 service routine

isr1:

push r23

push r24

push r25

push r26

in r25, SREG

push r25 ; save r23, r24, r25, r26, SREG to stack

**; -----------------------------------------------------------**

**; get rid of bounce phenomenon (B)**

**clear\_flag:**

**ldi r24, (1 << INTF1)**

**out EIFR, r24 ; Clear external interrupt 0 flag**

**ldi r24, low(delay\_for\_int1)**

**ldi r25, high(delay\_for\_int1); set delay (number of cycles)**

**rcall delay\_mS ; delay 5msec**

**; check if EIFR.1 1st bit is zero**

**; if yes, then skip the next operation (jmp or rjmp)**

**; and continue with the interruption routine**

**sbic EIFR, 1**

**jmp clear\_flag ; 3 cycles**

**;rjmp clear\_flag ; 2 cycles**

**;-----------------------------------------------------------**

in r26, PIND ; Read the state of PORTD

sbrs r26, 5 ; Skip the next instruction if PD5 is set

rjmp dont\_count ; Jump to 'dont\_count'

inc counter ; Increase counter

cpi counter, 63 ; If counter > 63, reset

breq reset

dont\_count:

out PORTC, counter ; if counter < 63, print the answer

; Retrieve r23, r24, r25, r26, SREG from stack

pop r25

out SREG, r25

pop r26

pop r25

pop r24

pop r23

reti ; Return from interrupt

Β) Για το ερώτημα αυτό προσαρμόσαμε τον παραπάνω κώδικα έτσι ώστε να αποφεύγεται το φαινόμενο του σπινθηρισμού. Συγκεκριμένα, θέλουμε να αποτρέψουμε την καταμέτρηση συνεχόμενων διακοπών PD3 εάν αυτές προέκυψαν σε χρόνο μικρότερο του 5 msec. Για τον σκοπό αυτό ακολουθούμε το δοσμένο λογικό διάγραμμα (κατάλληλα προσαρμοσμένο ώστε να ανταποκρίνεται στην διακοπή INT1), κώδικας ο οποίος φαίνεται με bold γραμματοσειρά παραπάνω. Ορίσαμε μέσω της .equ την μεταβλητή **delay\_for\_int1** να περιέχει τον χρόνο που θέλουμε (5 msec) και στην συνέχεια γράψαμε την ρουτίνα **clear\_flag,** η οποία πρακτικά μηδενίζει το EIFR.1 (external interrupt flag register of INT1), δημιουργεί καθυστέρηση 5msec, και εξετάζει αν σε αυτόν τον χρόνο έχει γίνει ξανά set το EIFR.1. Αν ναι τότε επαναλαμβάνει την ίδια διαδικασία αγνοώντας την νέα αυτή διακοπή, και αν όχι, τότε προχωράει με την ρουτίνα εξυπηρέτησης της διακοπής.

**Ζήτημα 2.2**

**Ζήτημα 2.3 - assembly**

**Ζήτημα 2.3 - c**