

Συστήματα Μικρουπολογιστών

Εργαστηριακή Άσκηση 3

Ομάδα 12

Κυπριανίδης Αλέξανδρος-Χαράλαμπος 8012

Μάστορας Ραφαήλ-Ευάγγελος 7918

Εργασία

Το πρόγραμμα που ζητήθηκε να υλοποιήσουμε αφορούσε την δημιουργία προσομοίωσης ενός συστήματος πλυντηρίου με την χρήση Assembly για μικροεπεξεργαστή AVR. Αρχικά ορίσαμε μεταβλητές για την διευκόλυνση μας, που χρησιμοποιούμε σαν καταμετρητές, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την επιλογή του προγράμματος πλύσης, πρόπλυσης και στραγγίσματος. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν 2 καταχωρητές για την καταμέτρηση της διάρκειας κάθε διαδικασίας. Αφού αρχικοποιηθούν όλοι οι απαραίτητοι καταχωρητές γίνεται εκκίνηση της διαδικασίας επιλογής προγράμματος πλύσης. Έπειτα το πρόγραμμα συνεχίζει στον προσδιορισμό του προγράμματος, όπου αποθηκεύεται ο αριθμός των επαναλήψεων καθυστέρησης, καθώς και οι καταχωρητές που δηλώνουν την επιλογή πρόπλυσης και στραγγίσματος. Στην συνέχεια ξεκινάει η λειτουργία πρόπλυσης, εφόσον έχει επιλεγεί, αλλιώς μεταβαίνει απευθείας στην λειτουργία κύριας πλύσης. Στην περίπτωση που έχει επιλεγεί η λειτουργία πρόπλυσης το πρόγραμμα παραμένει εντός της λειτουργίας αυτής για 4 δευτερόλεπτα και μετά αρχίζει η κύρια πλύση. Ο χρόνος παραμονής στην κύρια πλύση έχει καθοριστεί προηγουμένως από την επιλογή του κατάλληλου προγράμματος πλύσης. Τελειώνοντας την κύρια πλύση το πρόγραμμα προχωράει στην διαδικασία ξεβγάλματος η οποία διαρκεί 1 δευτερόλεπτο. Υπό την προϋπόθεση ότι έχει επιλεγεί η διαδικασία στραγγίσματος, το πρόγραμμα συνεχίζει σ' αυτή και παραμένει εκεί για 2 δευτερόλεπτα. Τέλος τερματίζεται όλη η διαδικασία.

Σε κάθε λειτουργία γίνονται ελέγχοι για το άνοιγμα της πόρτας, για την πιθανή υπερφόρτωση καθώς και έλεγχος της παροχής νερού του πλυντηρίου. Στον έλεγχο ανοίγματος πόρτας και παροχής νερού, η όλη λειτουργία αναστέλλεται και ανάβουν τα προκαθορισμένα LED, ενώ για τον έλεγχο υπερφόρτωσης η λειτουργία συνεχίζει και αναβοσβήνει διαρκώς το κατάλληλο LED. Πριν από κάθε μετάβαση από την μία διαδικασία στην άλλη, ενεργοποιείται το ανάλογο LED και απενεργοποιούνται όσα δεν απαιτούνται.

Δυσκολίες

Η κύρια δυσκολία που συναντήσαμε στην υλοποίηση του κώδικα ήταν η δημιουργία της διαδικασίας επιλογής του προγράμματος πλύσης. Επίσης δυσκολευτήκαμε στην προσομοίωσης της υπερφόρτωσης του πλυντηρίου, επειδή απαιτούσε το αναβόσβημα του led, χωρίς να επιβαρύνει χρονικά την διαδικασία πλύσης.

Breakpoints

Για τον έλεγχο ορθής λειτουργίας του προγράμματος χρησιμοποιήσαμε breakpoints. Τα κυριότερα σημεία όπου χρησιμοποιήθηκαν breakpoints είναι, για την επιλογή προγράμματος καθώς και για τον έλεγχο των καθυστερήσεων. Σε κάθε περίπτωση έπρεπε να ελέγχουμε τους καταχωρητές που αφορούσαν τις επαναλήψεις που απαιτούνταν για την ολοκλήρωση κάθε διαδικασίας του πλυντηρίου. Επιπρόσθετα τρέξαμε πολλές φορές τον κώδικα μία-μία εντολή για το debugging.

Κώδικας του προγράμματος

```
.include "m16def.inc"
.org 0
.cseg
.def programm=r18 ;arxikopoihsh kataxwrhth pou tha krataei to epilegmeno programma plushs
.def proplysh=r19 ;arxikopoihsh kataxwrhth pou tha krataei an tha ginetai proplysh h oxi
.def stragisma=r20 ;arxikopoihsh kataxwrhth pou tha krataei an tha ginetai stragisma h oxi
.def delay_counter=r30 ;kataxwrhths ston opoio apothikeuetai o arithmos tw n epanalhpsewn pou apaitei to kathe programma plushs
.def alluse_counter = r24 ;kataxwrhths pollaplwn xrhsewn gia na apothikeuetai o arithmos tw n epanalhpsewn gia to stragisma kai gia thn proplush
sp_init:
    ldi r16,low(RAMEND) ;arxikopoihsh stack pointer
    out spl,r16
    ldi r16,high(RAMEND)
    out sph,r16
switch_init:
    clr r17
    out DDRD,r17
    ser r17 ;arxikopoihsh switch
    out PIND,r17
led_init:
    ser r17 ;arxikopoihsh led kai kataxwrhtwn
    out DDRB,r17
    ser r17
    out PORTB,r17
    ldi r17,0b10000000 ;LED 7 = 1 (230V)
    com r17
    out PORTB,r17
    clr programm
    clr proplysh
    clr delay_counter
    clr r28
    clr r20
    clr alluse_counter

select_programm: ;elegxos epilogs programmatos plushs
    sbis PIND,0x03
    ori programm,0b00000001
    sbis PIND,0x04
    ori programm,0b00000010
    sbis PIND,0x05
    ori programm,0b00000100

    sbis PIND,0x02 ;elegxos epilogs proplushs
    ldi proplysh,1

    sbis PIND,0x06 ;elegxos gia ekinhsh tou programmatos plushs
    rjmp define_programm

    rjmp select_programm

define_programm: ;Elegxoume poio programma exei epilegei
    cpse programm,r28 ;auxanontas ton kataxwrhth r28 kai sugkrinontas ton me to kataxwrhth programm
    brne jump0 ;otan o r28 kai o programm ginoun isoi kataxwreitai ston delay counter h epithumhth kathusterhsh
    ldi delay_counter,8
    ldi stragisma,1 ; Sta prwta 4 o kataxwrhths stragisma tithetai 1 wste na ginei stragisma enw sta 4 teleytaia oxi
    jump0:
        adiw r28,1
        cpse programm,r28
        brne jump1
        ldi delay_counter,16
        ldi stragisma,1
    jump1:
        adiw r28,1
        cpse programm,r28
        brne jump2
        ldi delay_counter,32
        ldi stragisma,1
    jump2:
        adiw r28,1
```

```
cpse programm,r28
brne jump3
ldi delay_counter,64
ldi stragisma,1
jump3:
adiw r28,1
```

```
cpse programm,r28
brne jump4
ldi delay_counter,8
jump4:
adiw r28,1
cpse programm,r28
brne jump5
ldi delay_counter,12
jump5:
adiw r28,1
cpse programm,r28
brne jump6
ldi delay_counter,32
jump6:
adiw r28,1
cpse programm,r28
brne jump7
ldi delay_counter,64
jump7:
ldi delay_counter
```

```
;epeidh xrhsimopoioyme kathusterhsh 0.5 deuteroleptou
;Led 0 = 1 (Porta kleisth)
;Led 1 = 1 (Plunthrio se leitourgia)
```

```
com r17
ori r17,0b00000011
com r17
```

```
ldi r28,0
```

```
cpi proplysh,1
breq proplysh_led
```

```
;elegxoume ama exei epilegei h leitourgia proplushs wste na metavei ekei to programma
;alliws metavainei kateuthian sthn kuria plush
```

```
rjmp change
```

```
proplysh_led:
```

```
com r17
ori r17,0b00000100
com r17
out PORTB,r17
```

```
;LED 3 = 1 (leitourgia proplushs)
```

```
proplysh_wash:
```

```
sbis PIND,0x00
rcall door_led_off_on
sbis PIND,0x00
rjmp proplysh_wash
```

```
;Ama patithei to 0 anoigei h porta anastelletai h leitourgia
```

```
sbis PIND,0x07
rcall water_stop
```

```
;Ama patithei to 7 stamataei h paroxh nerou kai anastelletai h leitourgia
```

```
mov r22,alluse_counter
sbis PIND,0x01
rcall overloaded
```

```
;Metaferoume ton alluse_counter ston r22 gia na mhn metavlitheh h timh tou
;Ama patithei to 1 prosimoiwnetai h uperfortwsh tou plunthriou
```

```
rcall delay05s
adiw alluse_counter,1
```

```
;Kaloume thn kathusterhsh 0.5 deuteroleptou
```

```
cpi alluse_counter,8
breq change
```

```
;Olh h diadikasia epanalamvanetai gia  $8 \cdot 0.5 = 4$  deuterolepta
;molis oloklhrwthei h diadikasia metavainei sthn kuria plush
```

```
rjmp proplysh_wash
```

```

door_led_off_on:                ;leitourgia anavosvshs tou led
    com r17
    andi r17,0b11111110        ;Svhsimo tou led 0
    com r17
    out PORTB,r17

    rcall delay05s             ;kathusterhsh 0.5 deuteroleptou

    com r17
    ori r17,0b00000001        ;Anama tou led 0
    com r17
    out PORTB,r17

    ret

water_stop:                     ;leitourgia diakophs paroxhs nerou
    com r17
    ori r17,0b01000000        ;Anama tou led 6
    com r17
    out PORTB,r17

    water_stop_on_off:         ;leitourgia anasvshs tou led 1 pou apaiteitai se periptwsh diakophs paroxhs nerou
        com r17
        ori r17,0b00000010    ;Anama tou led 1
        com r17
        out PORTB,r17

        rcall delay05s

        com r17
        andi r17,0b11111101    ;Svhsimo tou led 1
        com r17
        out PORTB,r17

        sbis PIND,0x07         ;Elegxetai ama exei afethei to switch 7 wste na sunexisei h leitourgia tou programmatos
        rjmp water_stop_on_off

    ret

change:                         ;Diadikasia metavashs sthn kuria plush
    com r17
    andi r17,0b111111011      ;Svhsimo tou led proplushs
    ori r17,0b00001000        ;Anama tou led kuria plushs(LED3)
    com r17
    out PORTB,r17

wash:                           ;Leitourgia kurias plushs
    sbis PIND,0x00             ;Ama patithe to 0 anoigei h porta anastelletai h leitourgia
    rcall door_led_off_on
    sbis PIND,0x00
    rjmp wash

    sbis PIND,0x07             ;Ama patithe to 7 stamataei h paroxh nerou kai anastelletai h leitourgia
    rcall water_stop

    mov r22,delay_counter      ;Metaferoume ton delay_counter ston r22 gia na mhn metavlithe h timh tou
    sbis PIND,0x01             ;Ama patithe to 1 prosimoiwnetai h uperfortwsh tou plunthriou
    rcall overloaded

    rcall delay05s             ;Kaloume thn kathusterhsh 0.5 deuteroleptou
    subi delay_counter,1       ;kai meiwnoyme to delay_counter kata 1 mexri na ftasei sto mhden
                                ;dhladh mexri na olokirwthei h kathusterhsh
    cpi delay_counter,0        ;Elegxoume ama exei mhdenistei to delay_counter
    brq change2               ;An nai metavainoume sthn diadikasia xevgalmatos

    rjmp wash

```

overloaded:	;Diadikasia uperfortwshs tou plunthriou
mov r28,r22	;Metaferoume ton r22 ston r28
lsr r28	;Kanoume shift kata mia thesi dexia kai kata mia thesi aristera
lsl r28	;Auto mas epitrepei na sugkrinoume sthn sunexeia tous kataxwrhtes
cpse r22,r28	;Elegxoume ama meta tis metakinhseis oi kataxwrhtes einai isoι
rjmp avoid0	;An den einai parakamptei tis entoles mexri to label avoid0
com r17	;Auto ginetai epeidh thelei na anavosvhnai to led 1
ori r17,0b00000010	;Anama tou led 1
com r17	
out PORTB,r17	
rjmp avoid1	;efoson den einai isoι parakamptei tis entoles mexri to label avoid1
avoid0:	
com r17	
andi r17,0b11111101	;Svhsimo tou led 1
com r17	
out PORTB,r17	
avoid1:	
ret	
change2:	;Leirougia metavashs sto ksavgalma
com r17	
andi r17,0b11110111	;Svhsimo tou Led 3 (Kurias plushs)
ori r17,0b00010000	;Anama tou Led 4 (Xevgalma)
com r17	
out PORTB,r17	
ldi alluse_counter,0	
rjmp ksebgalma	
ksebgalma:	
sbis PIND,0x00	;Ama patithei to 0 anoigei h porta anastelletai h leitourgia
rcall door_led_off_on	
sbis PIND,0x00	
rjmp ksebgalma	
sbis PIND,0x07	;Ama patithei to 7 stamataei h paroxh nerou kai anastelletai h leitourgia
rcall water_stop	
mov r22,alluse_counter	;Metaferoume ton alluse_counter ston r22 gia na mhn metavlithi h timh tou
sbis PIND,0x01	;Ama patithei to 1 prosimoiwnetai h uperfortwsh tou plunthriou
rcall overloaded	
rcall delay05s	
adiw alluse_counter,1	
cpi alluse_counter,2	;Oih h diadikasia epanalamvanetai gia $2 \cdot 0.5 = 1$ deuterolepto
breq change3	;Metavash sthn diadikasia metavashs stragismatos h exodou
rjmp ksebgalma	
change3:	;Diadikasia metavashs stragismatos h exodou
cpi stragisma,0	;Elegxos ama exei epilegei h diadikasia stragismatos
breq exit	;An oxi to programma termatizei
com r17	
andi r17,0b11101111	;Svhsimo tou LED 4 xevgalma
ori r17,0b00100000	;Anama tou LED 5 stragisma
com r17	
out PORTB,r17	
ldi alluse_counter,0	
rjmp stragisma_wash	
stragisma_wash:	;Diadikasia stragismatos
sbis PIND,0x00	;Ama patithei to 0 anoigei h porta anastelletai h leitourgia
rcall door_led_off_on	
sbis PIND,0x00	
rjmp stragisma_wash	
sbis PIND,0x07	;Ama patithei to 7 stamataei h paroxh nerou kai anastelletai h leitourgia
rcall water_stop	
mov r22,alluse_counter	;Metaferoume ton alluse_counter ston r22 gia na mhn metavlithi h timh tou
sbis PIND,0x01	;Ama patithei to 1 prosimoiwnetai h uperfortwsh tou plunthriou
rcall overloaded	
rcall delay05s	

```
    adiw alluse_counter,1
    cpi alluse_counter,4
    breq exit
```

```
;Olh h diadikasia epanalamvanetai gia 4*0.5 = 2 deuterolepta
;Metavash sthn diadikasia exodou
```

```
    rjmp stragisma_wash
```

```
exit:                                ;eksodos
    rjmp exit
```

```
bdelay05s:                          ;delay gia tis dokimes
    ret
```

```
delay05s:                            ;delay 0.5 deyteroleptwn
    ldi r21, 11
    ldi r23, 38
    ldi r25, 94
L1: dec r25
    brne L1
    dec r23
    brne L1
    dec r21
    brne L1
    ret
```