پاییز ۱۳۹۴

پروژه پایانی

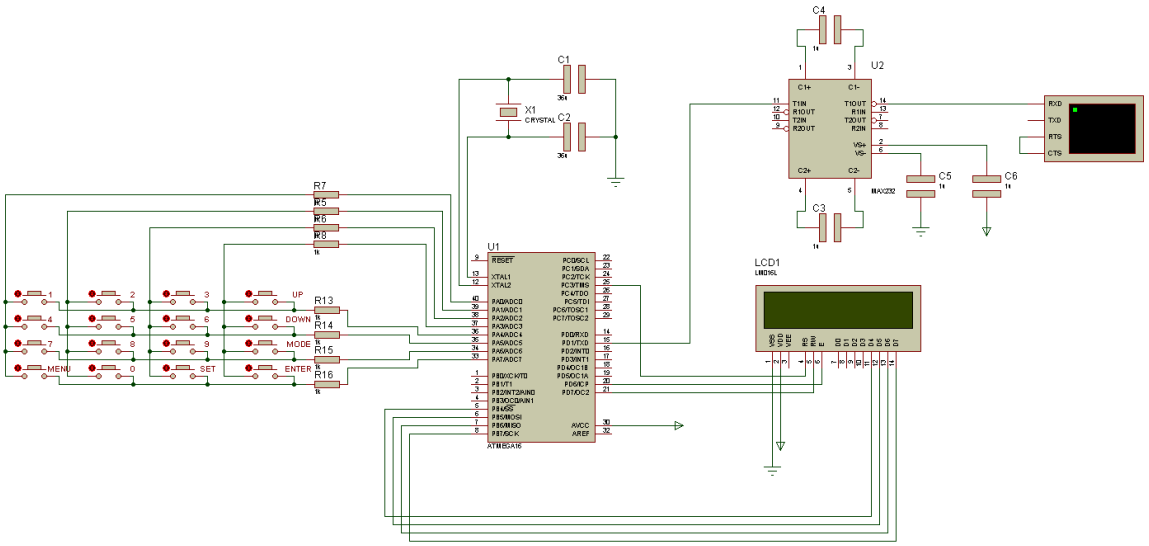
ریزپردازنده

پرهام الوانی

۹۲۳۱۰۵۸

شمای کلی پروژه

هدف این پروژه طراحی یک کیبورد متصل به میکروکنترلر و نشان دادن ورودی گرفته شده از آن بر روی LED و فرستادن آن از طریق USART به کامپیوتر است.



Reset

در ابتدای برنامه با برنامه ریزی وقفه RESET تنظیمات اولیه مربوط به میکروکنترلر را انجام می‌دهیم.

```
.org $000
reset_label:
	jmp reset_isr

reset_isr:
	cli
	ldi r16 , LOW(RAMEND)
	out SPL , r16
	ldi r16 , HIGH(RAMEND)
	out SPH , r16

	; Set USART buffer pointers
	ldi YL, LOW(buffer)
	ldi YH, HIGH(buffer)

	; PA0 - PA3 --> input + pullup
	; PA4 - PA7 --> output
	ldi r16, $F0
	out DDRA, r16
	in r16, SFIOR
	andi r16, $FB
	out SFIOR, r16
	ldi r16, $0F
	out PORTA, r16

	; PB0 - PB6 --> output
	; PB7 --> Input
	ldi r16, $7F
	out DDRB, r16

	; PD6 - PD7 --> Output
	ldi r16, (1 << PD6) | (1 << PD7)
	out DDRD, r16
	ldi r16, (1 << PD6)
	out PORTD, r16

	; Set USART baud rate to 2400kbps with 1Mhz clock
	ldi r16, HIGH(25)
	out UBRRH, r16
	ldi r16, LOW(25)
	out UBRRL,r16

	; Set USART startup settings
	; Stop bit = 2
	; Parity = ODD
	; Data bit = 8
	ldi r24, (0 << UMSEL) | (1 << UCSZ1) | (1 << URSEL) | (1 << UPM1) | (0 << UPM0) |
(0 << UCPOL) | (1 << UCSZ0) | (1 << USBS)
	out UCSRC, r24
	ldi r24, (0 << UCSZ2) | (1 << TXEN) | (0 << RXEN)
	out UCSRB, r24
	ldi r24, (0 << U2X) | (0 << MPCM)
	out UCSRA, r24
```

```
        ; PC0 - PC3 --> Output
        ldi r16, $0F
        out DDRC, r16

        call lcd_function_set
        call lcd_init
        sei
        jmp start
```

Keypad

با طراحی صفحه کلید ماتریسی روی PORTA قابلیت استفاده از کلیدهای روی کیت آموزشی را ایجاد کردیم. پایه های PORTA به این صورت تنظیم شده‌اندکه ۴ بیت پرارزش خروجی برای مشخص کردن سطر و ۴ بیت کم ارزش ورودی برای مشخص کردن ستون کلید فشرده شده استفاده می‌شوند.

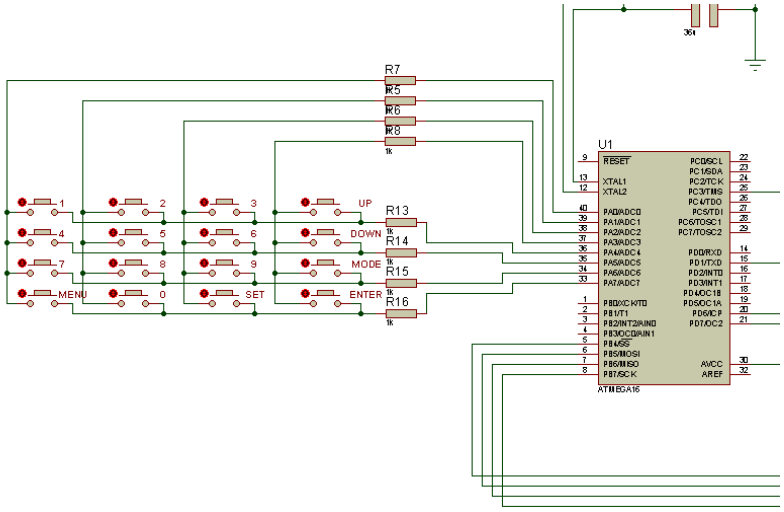
در تابعkey_poll به روش polling چک می‌شود که آیا کلیدی فشار داده شده است یا خیر. با فشار داده شدن یک کلید تابع key_find صدا زده میشود. سپس تابع delay صدا زده میشود که این delay برای جلوگیری از لغزش هنگام فشار دادن کلیدها قرار داده شده است. و بعد از پیدا شدن کلید تابع lcd_write برای نوشتن روی LCD فراخوانی میشود.

```
; Keypad interrupt rutine, providing delay
; to keep key bauncing away :)
key_poll:
        wdr
        call delay
        in r16, PINA
        ori r16, $F0
        cpi r16, $FF
        breq key_poll

        wdr
        call key_find

        ; Show in LCD
        call lcd_write

        ldi r16, $0F
        out PORTA, r16

        st Y+, r0

        mov r21, r0
        cpi r21, '\n'
        brne key_poll_ret
        call usart_send
        call lcd_clear

key_poll_ret:
        ret
```

```
; Find key pressed on row keypad
; and put in r0;
key_find:
	ldi r17, $00
	ldi r18, $00
	ldi r19, $7F
key_find_loop1:
	mov r16, r19
	out PORTA, r16
	nop
	in r16, PINA
	ldi r20, $04
key_find_loop2:
	ror r16
	brcc key_find_ret
	dec r20
	cpi r20, $00
	brne key_find_loop2
	inc r18
	inc r18
	inc r18
	inc r18
	sec
	ror r19
	inc r17
	cpi r17, $04
	brne key_find_loop1
key_find_ret:
	mov r0, r20
	add r0, r18
	dec r0
	mov r16, r0
	cpi r16, $00
	breq key_find_0
	cpi r16, $01
	breq key_find_1
	cpi r16, $02
	breq key_find_2
	cpi r16, $03
	breq key_find_3
	cpi r16, $04
	breq key_find_4
	cpi r16, $05
	breq key_find_5
	cpi r16, $06
	breq key_find_6
	cpi r16, $07
	breq key_find_7
	cpi r16, $08
	breq key_find_8
	cpi r16, $09
	breq key_find_9
	cpi r16, $0A
	breq key_find_10
	cpi r16, $0B
	breq key_find_11
	cpi r16, $0C
	breq key_find_12
```

```
        cpi r16, $0D
        breq key_find_13
        cpi r16, $0E
        breq key_find_14
        cpi r16, $0F
        breq key_find_15
key_find_0:
        ; ENTER
        ldi r16, '\n'
        mov r0, r16
        ret
key_find_1:
        ; SET
        ldi r16, 'S'
        mov r0, r16
        ret
key_find_2:
        ldi r16, '0'
        mov r0, r16
        ret
key_find_3:
        ; MENU
        ldi r16, 'M'
        mov r0, r16
        ret
key_find_4:
        ; MODE
        ldi r16, 'm'
        mov r0, r16
        ret
key_find_5:
        ldi r16, '9'
        mov r0, r16
        ret
key_find_6:
        ldi r16, '8'
        mov r0, r16
        ret
key_find_7:
        ldi r16, '7'
        mov r0, r16
        ret
key_find_8:
        ; DOWN
        ldi r16, 'D'
        mov r0, r16
        ret
key_find_9:
        ldi r16, '6'
        mov r0, r16
        ret
key_find_10:
        ldi r16, '5'
        mov r0, r16
        ret
key_find_11:
        ldi r16, '4'
        mov r0, r16
```

```
        ret
key_find_12:
        ; UP
        ldi r16, 'U'
        mov r0, r16
        ret
key_find_13:
        ldi r16, '3'
        mov r0, r16
        ret
key_find_14:
        ldi r16, '2'
        mov r0, r16
        ret
key_find_15:
        ldi r16, '1'
        mov r0, r16
        ret

; Create delay with repeating nop
delay:
        ldi r18, $01
delay_loop_3:
        ldi r17, $E0
delay_loop_2:
        ldi r16, $FF
delay_loop_1:
        wdr
        dec r16
        cpi r16, $00
        brne delay_loop_1
        dec r17
        cpi r17, $00
        brne delay_loop_2
        dec r18
        cpi r18, $00
        brne delay_loop_3
        ret
```



LCD

برای کار با LCD به چهار تابع اصلی که در ادامه آمده است نیاز داریم، این توابع همانطور که از اسمشان برمی‌آید برای انجام تنظیمات اولیه، نوشتن و پاک کردن صفحه نمایش می‌باشند.

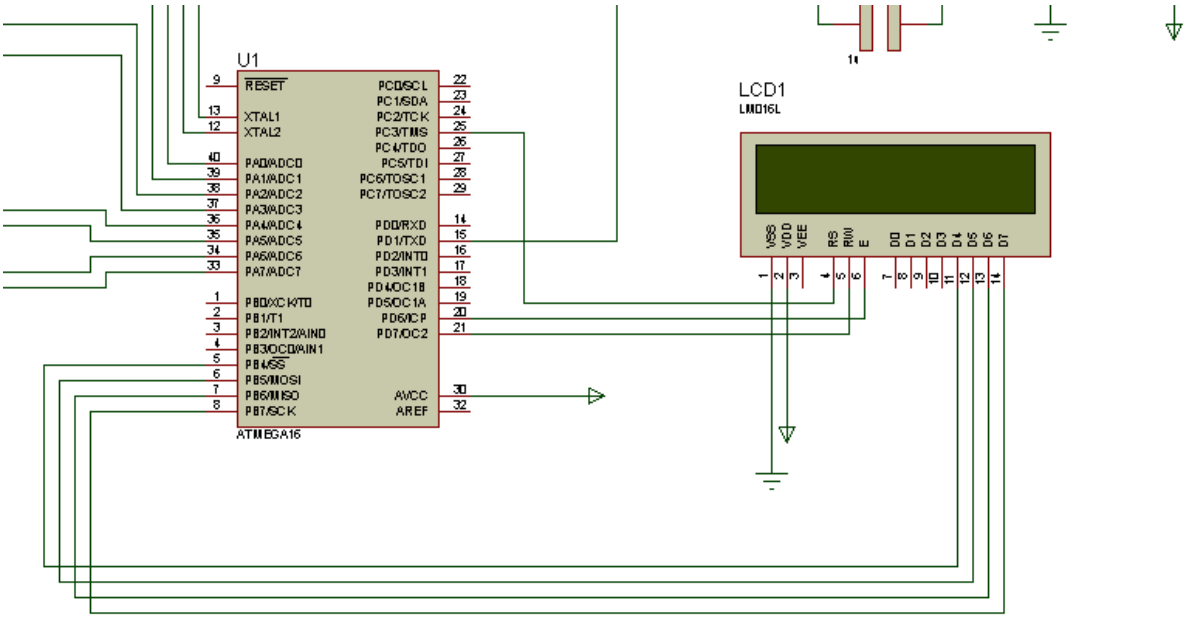
```
; Function set of led
lcd_function_set:
	; E = PD6 = 1
	ldi r16, (1 << PD6)
	out PORTD, r16
	; PB0 - PB7 --> Output
	ldi r16, $FF
	out DDRB, r16
	; Out HIGH($20)
	ldi r16, $20
	out PORTB, r16
	; RS = PC3 = 0
	; RW = PD7 = 0
	; E = PD6 = 0
	ldi r16, (0 << PC3)
	out PORTC, r16
	ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
	out PORTD, r16
	; PB0 - PB6 --> output
	; PB7 --> Input
	ldi r16, $7F
	out DDRB, r16
lcd_function_set_busy:
	; E = PD6 = 1
	ldi r16, (1 << PD6)
	out PORTD, r16
	nop
	; RS = PC3 = 0
```

```
; RW = PD7 = 1
; E = PD6 = 0
ldi r16, (0 << PC3)
out PORTC, r16
ldi r16, (1 << PD7) | (0 << PD6)
out PORTD, r16
; Get busy flag
in r16, PINB
mov r17, r16
; E = PD6 = 1
ldi r16, (1 << PD6)
out PORTD, r16
nop
; RS = PC3 = 0
; RW = PD7 = 1
; E = PD6 = 0
ldi r16, (0 << PC3)
out PORTC, r16
ldi r16, (1 << PD7) | (0 << PD6)
out PORTD, r16
; destroy chert flag :D
in r16, PINB
; Restore busy flag
mov r16, r17
ori r16, $7F
cpi r16, $FF
breq lcd_function_set_busy
; E = PD6 = 1
ldi r16, (1 << PD6)
out PORTD, r16
; PB0 - PB7 --> Output
ldi r16, $FF
out DDRB, r16
; Out HIGH($20)
ldi r16, $20
out PORTB, r16
; RS = PC3 = 0
; RW = PD7 = 0
; E = PD6 = 0
ldi r16, (0 << PC3)
out PORTC, r16
ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
out PORTD, r16
; E = PD6 = 1
ldi r16, (1 << PD6)
out PORTD, r16
; Out LOW($20)
ldi r16, $00
out PORTB, r16
; RS = PC3 = 0
; RW = PD7 = 0
; E = PD6 = 0
ldi r16, (0 << PC3)
out PORTC, r16
ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
out PORTD, r16
; E = PD6 = 1
ldi r16, (1 << PD6)
```

```
        out PORTD, r16
        ; PB0 - PB6 --> output
        ; PB7 --> Input
        ldi r16, $7F
        out DDRB, r16
        ret

; Set dispaly, cursor on .. let's rock :)
lcd_init:
lcd_init_busy:
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        nop
        ; RS = PC3 = 0
        ; RW = PD7 = 1
        ; E = PD6 = 0
        ldi r16, (0 << PC3)
        out PORTC, r16
        ldi r16, (1 << PD7) | (0 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; Get busy flag
        in r16, PINB
        mov r17, r16
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        nop
        ; RS = PC3 = 0
        ; RW = PD7 = 1
        ; E = PD6 = 0
        ldi r16, (0 << PC3)
        out PORTC, r16
        ldi r16, (1 << PD7) | (0 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; destroy chert flag :D
        in r16, PINB
        ; Restore busy flag
        mov r16, r17
        ori r16, $7F
        cpi r16, $FF
        breq lcd_init_busy
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; PB0 - PB7 --> Output
        ldi r16, $FF
        out DDRB, r16
        ; Out HIGH(0x0F)
        ldi r16, $00
        out PORTB, r16
        ; RS = PC3 = 0
        ; RW = PD7 = 0
        ; E = PD6 = 0
        ldi r16, (0 << PC3)
        out PORTC, r16
        ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
        out PORTD, r16
```

```
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        nop
        ; Out LOW(0x0F)
        ldi r16, $F0
        out PORTB, r16
        ; RS = PC3 = 0
        ; RW = PD7 = 0
        ; E = PD6 = 0
        ldi r16, (0 << PC3)
        out PORTC, r16
        ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; PB0 - PB6 --> output
        ; PB7 --> Input
        ldi r16, $7F
        out DDRB, r16
        ret

; Clear display
lcd_clear:
        call min_delay
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; PB0 - PB7 --> Output
        ldi r16, $FF
        out DDRB, r16
        ; Out HIGH(0x01)
        ldi r16, $00
        out PORTB, r16
        ; RS = PC3 = 0
        ; RW = PD7 = 0
        ; E = PD6 = 0
        ldi r16, (0 << PC3)
        out PORTC, r16
        ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        nop
        ; Out LOW(0x01)
        ldi r16, $10
        out PORTB, r16
        ; RS = PC3 = 0
        ; RW = PD7 = 0
        ; E = PD6 = 0
        ldi r16, (0 << PC3)
        out PORTC, r16
        ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
```

```
        out PORTD, r16
        ; PB0 - PB6 --> output
        ; PB7 --> Input
        ldi r16, $7F
        out DDRB, r16
        ret

; Send one byte stored in r0 into LCD
lcd_write:
        call min_delay
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; PB0 - PB7 --> Output
        ldi r16, $FF
        out DDRB, r16
        ; Out HIGH(r0)
        mov r16, r0
        out PORTB, r16
        ; RS = PC3 = 1
        ; RW = PD7 = 0
        ; E = PD6 = 0
        ldi r16, (1 << PC3)
        out PORTC, r16
        ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        nop
        nop
        ; Out LOW(r0)
        mov r16, r0
        swap r16
        out PORTB, r16
        ; RS = PC3 = 1
        ; RW = PD7 = 0
        ; E = PD6 = 0
        ldi r16, (1 << PC3)
        out PORTC, r16
        ldi r16, (0 << PD7) | (0 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; E = PD6 = 1
        ldi r16, (1 << PD6)
        out PORTD, r16
        ; PB0 - PB6 --> output
        ; PB7 --> Input
        ldi r16, $7F
        out DDRB, r16
        ret
```



USART

تنظمات اولیه:

در این قسمت baud rate USART روی 2400bps با کلاک1MHZ تنظیم شده است. در ادامه نیز تنظیمات مربوط به نحوه ارسال اعمال شده است.

```
	; Set USART baud rate to 2400kbps with 1Mhz clock
	ldi r16, HIGH(25)
	out UBRRH, r16
	ldi r16, LOW(25)
	out UBRRL,r16

	; Set USART startup settings
	; Stop bit = 2
	; Parity = ODD
	; Data bit = 8
	ldi r24, (0 << UMSEL) | (1 << UCSZ1) | (1 << URSEL) | (1 << UPM1) | (0 << UPM0) |
(0 << UCPOL) | (1 << UCSZ0) | (1 << USBS)
	out UCSRC, r24
	ldi r24, (0 << UCSZ2) | (1 << TXEN) | (0 << RXEN)
	out UCSRB, r24
	ldi r24, (0 << U2X) | (0 << MPCM)
	out UCSRA, r24
```

ارسال:

در این قسمت تابع usart_send آورده شده است که با فشار دادن کلید Enter فراخوانی میشود و اطلاعات موجود در بافر را ارسال می‌کند.

```
; begin to Y
usart_send:
       wdr
       ldi ZL, LOW(buffer)
       ldi ZH, HIGH(buffer)
usart_send_try:
    sbis UCSRA, UDRE
       rjmp usart_send_try
       ld r16, Z+
       out UDR, r16
       cp ZH, YH
       brne usart_send_try
       cp ZL, YL
       brne usart_send_try
       ldi YL, LOW(buffer)
       ldi YH, HIGH(buffer)
       ret
```