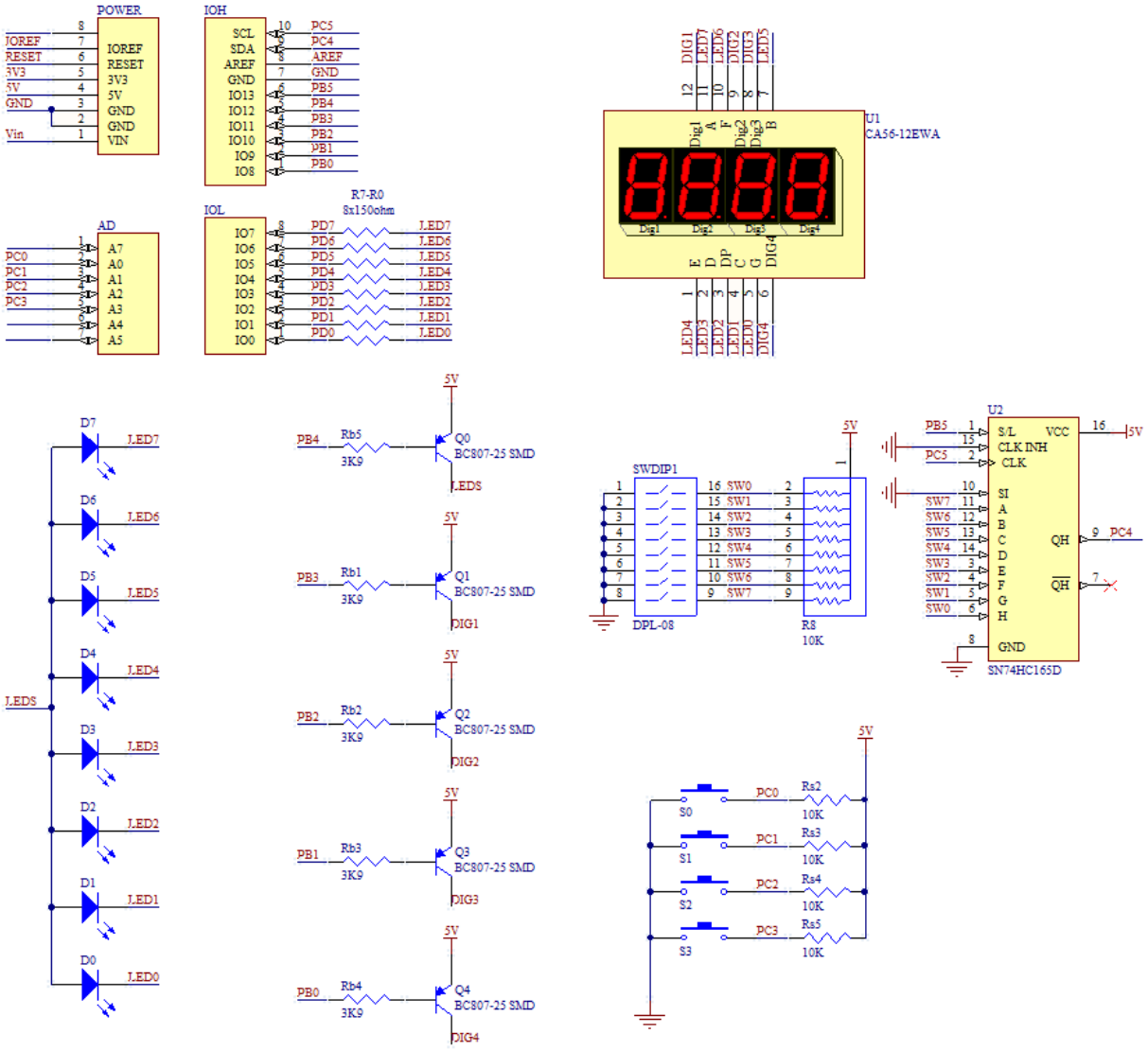
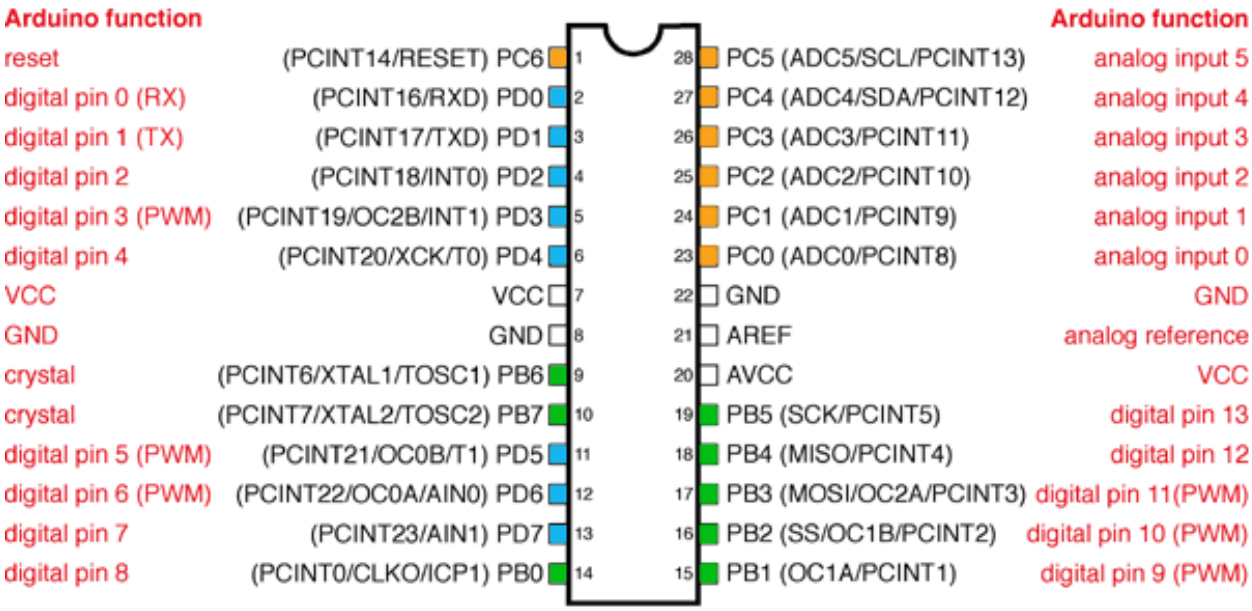
Arduino PLS7 ekspanziona ploča (4x7SEG + LED+ tasteri + prekidači)

Šema PLS7 ekspanzione ploče



Portovi mikrokontrolera ATmega328P

Mikrokontroler ATmega328P sadrži 28 nožica (još se nazivaju i pinovi, od engleske reči *pin*), koje služe za njegovo povezivanje sa „spoljašnjim svetom“. U slučaju DIP kućišta, raspored ovih nožica je prikazan na sledećoj slici:



Kao što se vidi sa slike, većina nožica ima višestruku funkcionalnost (što je naznačeno u zagradama pored same nožice), dok su neke namenjene samo za dovođenje naponskih nivoa za napajanje. Pored toga, nožice su, izuzev onih za napajanje, grupisane u određene grupacije koje se nazivaju portovi (od engleske reči *port*). ATmega328P poseduje tri porta, koji su obeleženi bojama na slici: port B (zeleno), port C (narandžasto) i port D (plavo). Portovi B i D se sastoje od po 8 nožica koje su označene sa PB0...PB7 za port B, odnosno PD0...PD7 za port D, dok port C sadrži 7 nožica označenih sa PC0...PC6. Ovo je, dodatno, ilustrovano ispod:

Port B

PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0

Port C

-	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0

Port D

PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0

Kako bismo koristili pinove miktrokontrolera, svaki port kojem one pripadaju sadrži odgovarajuće registre koji nam to omogućavaju. Pošto svi portovi sadrže najviše 8 pina, ovi registri su 8-bitni, pri čemu svaki bit unutar tog registra diktira ponašanje odgovarajućeg pina tog porta (npr. za port B, najniži bit 0 registra bi se odnosio na pin PB0, dok bi se najviši bit 7 odnosio na pin PB7). Ti registri su sledeći (x zamenjuje oznaku porta – za port B se zamenjuje sa slovom B, za port C sa slovom C i za port D sa slovom D):

- **DDR**x – registar koji određuje smer pinova odgovarajućeg porta, odnosno da li su oni ulazni ili izlazni. Pin je ulazni ako odgovarajući bit unutar registra ima vrednost 0, dok se za vrednost 1 pin konfiguriše kao izlazni. Ukoliko je pin izlazni, to znači da će mikrokontroler da postavlja određeni napon na tom pinu, a ukoliko je pin ulazni, onda "spoljašnji svet" postavlja određeni napon na tom pinu.
- **PORT**x – registar koji se koristi za postavljanje vrednosti na pinu, ukoliko je on konfigurisan kao izlazni. Postavljanjem vrednosti 1 na određeni bit ovog registra, mikrokontroler postavlja visok logički nivo na odgovarajući pin, i suprotno, postavljanjem 0 na određeni bit, mikrokontroler postavlja nizak logički nivo na odgovarajući pin.
- **PIN**x – registar koji se koristi za očitavanje vrednosti napona na pinovima koji su konfigurisani kao ulazni. Ukoliko određeni bit ovog registra ima vrednost 1, to znači da je "spoljašnji svet" postavio visok logički nivo na odgovarajućem pinu, i suprotno, ukoliko bit ima vrednost 0, to znači da je na odgovarajućem pinu postavljen nizak logički nivo.

Pomoću ovih registara moguće je jednostavno kontrolisati portove mikrokontrolera i ostvarivati veze sa nekim drugim komponentama. Na primer, ukoliko bismo želeli da palimo i gasimo LED diodu koju smo spojili, na odgovarajuči način, na pin PD2, potrebno je samo uraditi sledeće:

1. Bit 2 registra DDRD postaviti na vrednost 1, kako bismo konfigurisali PD2 kao izlazni pin i
2. Postavljanjem vrednosti bita 2 registra PORTD, postavljamo odgovarajući naponski nivo na nožici diode.

Prilikom pisanja softvera, kako bismo određivali vrednosti ovih registara, potrebno je uključiti biblioteku `avr/io.h` . Nakon toga je moguće jednostavno dodeljivanje vrednosti promenljivama definisanim unutar te biblioteke, koje predstavljaju date registre, pri čemu one imaju isti naziv kao i sami registri (DDRB, DDRC, DDRD, PORTB, itd...).

LED diode

Niz od 8 LED dioda (*LED7-LED0*) povezan je u spoju sa zajedničkom anodom. Spoj između napona napajanja (Vcc=5V) i čvora na koji su vezane anode ostvaruje se preko prekidačkog tranzistora *Q0*. Tranzistorom *Q0* se upravlja pomoću pina **PB4**. Pošto je u pitanju PNP tranzistor čiji emiter je spojen na napon napajanja, njegovo uključivanje se vrši dovođenjem niskog napona na bazu (odnosno kada je **PB4=0**), a kada je napon na bazi visok (**PB4=1**), *Q0* će biti isključen, čime se istovremeno prekida proticanje struje kroz ceo niz LED dioda.

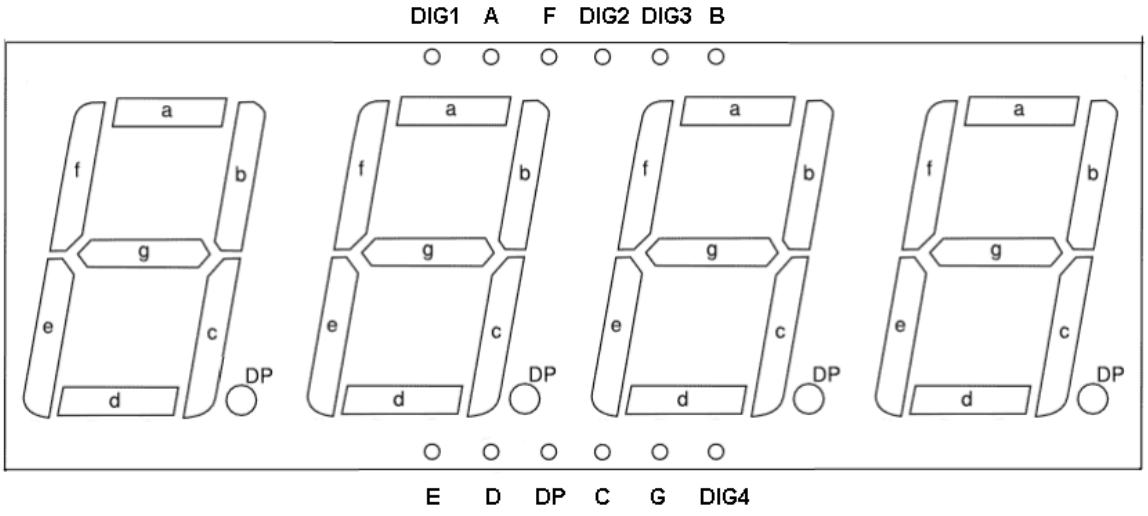
Katode su preko otpornika *R7-R0* vrednosti 150Ω povezane sa pinovima porta D mikrokontrolera *ATMega328p* (**PD7-PD0**). Na ovaj način moguće je kontrolisati stanje svake LED diode pojedinačno. Za uključenje diode na poziciji n, pored toga što tranzistor *Q0* mora biti uključen, potrebno je još i postaviti pin **PDn** na nizak logički nivo (**PDn=0**). U suprotnom, kada je **PDn=1**, na katodi se pojavljuje visok napon, čime se dioda isključuje.

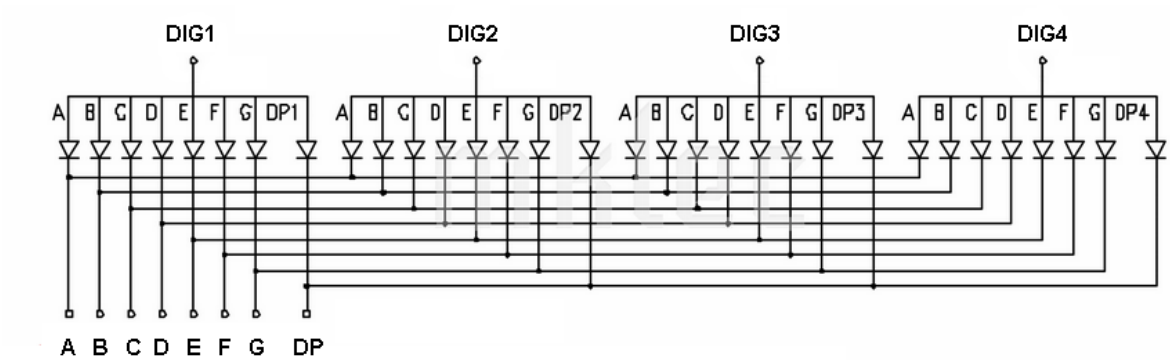
Primer:

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

int main(void)
{
    DDRD = 0xff;         //port D -> izlaz
    DDRB |= 1 << 4;      //PB4 -> izlaz
    PORTB &= ~(1 << 4); //PB4 = 0, cime se ukljucuje tranzistor Q0

    while(1)
    {
        PORTD = 0xaa;   //ukljucuju se LED na pozicijama 6, 4, 2 i 0
        _delay_ms(1000);//pauza 1s
        PORTD = 0x55;   //ukljucuju se LED na pozicijama 7, 5, 3 i 1
        _delay_ms(1000);//pauza 1s
    }
    return 0;
}
```

LED displej 4x7SEG

Na ploči se nalazi komponenta *U1* koja sadrži četiri sedmosegmentna displeja sa decimalnom tačkom, integrisana u zajedničko kućište. LED diode koje čine segmente displeja povezane su u spoju sa zajedničkom anodom. Katode odgovarajućih segmenata kod sva 4 displeja kratko su spojene, kao što je prikazano na internoj šemi displeja (dole na slici):





Na različitim displejima (*DIG1-DIG4*), katode odgovarajućih segmenata (A-DPx) su kratko spojene, a anode su razdvojene. Na red sa anodama displeja *DIG1-DIG4* povezani su prekidački tranzistori *Q1-Q4* pomoću kojih je moguće prekidati struju i time uključivati/isključivati pojedine displeje. Anode su preko otpornika za ograničavanje struje *R7-R0* povezane sa pinovima porta D mikrokontrolera (**PD7-PD0**). Logika upravljanja displejima realizuje se tzv. vremenskim multipleksiranjem: displej se osvežava u pravilnim vremenskim intervalima. Perioda osvežavanja displeja T podeljena je na 4 intervala jednakog trajanja: T1 = T2 = T3 = T4 = T/4. Na

početku intervala T1, uključuje se tranzistor *Q1* i isključuju tranzistori *Q2-Q4*. Tada stanja pinova porta D (**PD7-PD0**) određuju stanja pojedinih segmenata displeja *DIG1*[1]. Nakon toga, tokom intervala T2 uključuje se *Q2*, ostali tranzistori se isključuju, a pinovi porta D kontrolišu segmente displeja *DIG2*, i tako redom do poslednjeg displeja DIG4. Frekvencija osvežavanja treba da bude dovoljno velika (bar 25Hz), kako bi korisnik imao iluziju da je prikaz na displeju nepomičan. Tranzistori *Q1-Q4* kontrolišu se pinovima porta B (**PB4-PB0**)[2]. U narednoj tabeli prikazana je veza između stanja pinova na portovima B i D i segmenata na displeju, odnosno LED dioda:

Aktivan displej	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0	PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0
LEDS	0	1	1	1	1	LED_7	LED_6	LED_5	LED_4	LED_3	LED_2	LED_1	LED_0
DIG1	1	0	1	1	1	A_1	F_1	B_1	E_1	D_1	DP_1	C_1	G_1
DIG2	1	1	0	1	1	A_2	F_2	B_2	E_2	D_2	DP_2	C_2	G_2
DIG3	1	1	1	0	1	A_3	F_3	B_3	E_3	D_3	DP_3	C_3	G_3
DIG4	1	1	1	1	0	A_4	F_4	B_4	E_4	D_4	DP_4	C_4	G_4

Primer:

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

const unsigned char simboli[] = {
    0x0c, 0xa4, 0x27, 0xc4
}; //look-up tabela sa simbolima za ispis na displej (A,b,C,d)

int main(void)
{
    unsigned char displej;
    DDRD = 0xff; //port D -> izlaz
    DDRB = 0x0f; //PB3 - PB0 -> izlazi
    while(1)
    {
        for (displej = 1; displej <= 4; displej++)
        {
            PORTB = ~(0x01 << (4-displej));     //ukljucuje se tranzistor
                                                //na odgovarajucoj poziciji
            PORTD = simboli[displej-1];         //ispis simbola iz tabele
            _delay_ms(2);                       //pauza 2ms
        }
    }
    return 0;
}
```

[1] Kao i kod niza LED dioda, pojedini segmenti displeja DIGn uključuju se postavljanjem pinova porta D na logičku nulu (**PDx = 0**), pod uslovom da je odgovarajući prekidački tranzistor Qn uključen.

[2] Poput tranzistora Q0 i tranzistori Q1-Q4 su PNP sa emiterom direktno spojenim na Vcc. Uključivanje se vrši dovođenjem niskog napona na bazu, odnosno kada je odgovarajući pin **PBn = 0**.

Tasteri

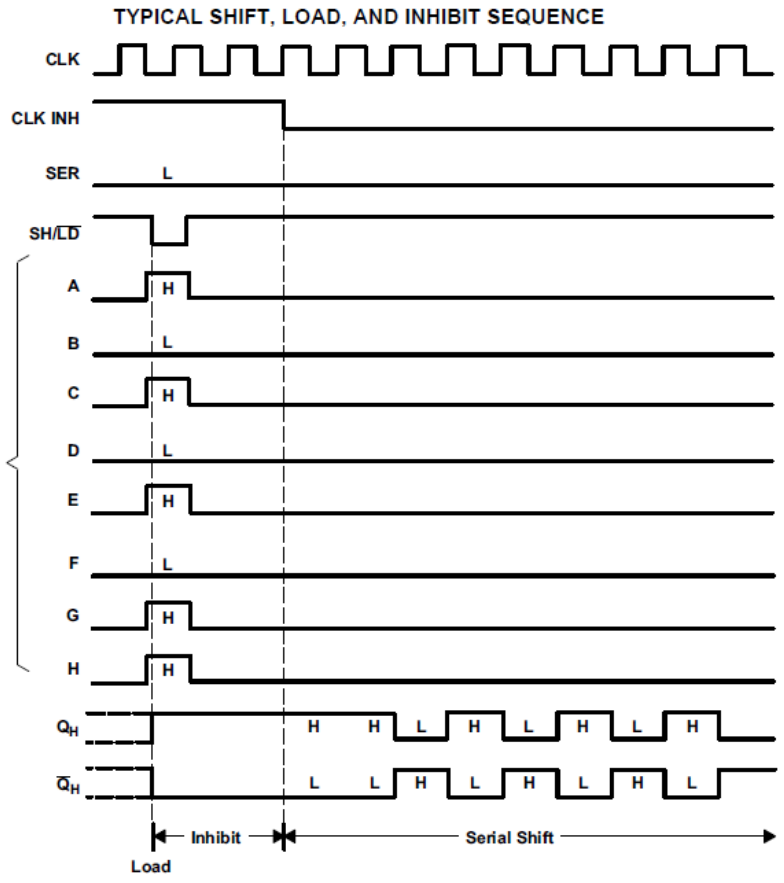
Tasteri S3-S0 povezani su direktno na pinove porta C (**PC3-PC0**). Svaki od tastera povezan je između ulaznog pina i mase, u kombinaciji sa *pull-up* otpornikom. To znači da kada taster nije pritisnut, stanje pina će biti 1 usled prisustva *pull-up* otpornika, a u pritisnutom stanju taster kratko spaja pin na masu, što se čita kao logička 0.

Primer:

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

const unsigned char simboli[] = { 0x0c, 0xa4, 0x27, 0xc4 };

void ispis_7SEG (unsigned char karakter, unsigned char pozicija)
{
    PORTB = ~(0x01 << (4-pozicija));    //ukljucenje displeja na zeljenoj
                                        //poziciji
    PORTD = karakter;                   //prikaz karaktera
    _delay_ms(2);                       //pauza 2ms
}

int main(void)
{
    unsigned char tasteri;
    DDRD = 0xff; //port D -> izlaz
    DDRC = 0x00; //port C -> ulaz
    DDRB = 0x0f; //PB3 - PB0 izlazi
    while (1)
    {
        tasteri = PINC & 0x0f;  //ocitavanje stanja tastera
        if (!(tasteri & 0x01))  //provera stanja tastera S0
            ispis_7SEG (simboli[0], 1);
        else
            ispis_7SEG (0xfe, 1);

        if (!(tasteri & 0x02))  //provera stanja tastera S1
            ispis_7SEG (simboli[1], 2);
        else
            ispis_7SEG (0xfe, 2);

        if (!(tasteri & 0x04))  //provera stanja tastera S2
            ispis_7SEG (simboli[2], 3);
        else
            ispis_7SEG (0xfe, 3);

        if (!(tasteri & 0x08))  //provera stanja tastera S3
            ispis_7SEG (simboli[3], 4);
        else
            ispis_7SEG (0xfe, 4);
    }
    return 0;
}
```

Prekidači

Komponenta *SWDIP1* koja sadrži 8 prekidača u zajedničkom kućištu, nije direktno povezana na pinove mikrokontrolera, pošto bi za tako nešto bilo potrebno 8 pinova, a povezivanjem već opisanih komponenti preostala su samo 3 raspoloživa pina. Stoga su prekidači povezani na 8-bitni pomerački registar sa mogućnošću paralelnog upisa *74HC165 (*komponenta *U2* na šemi). Pin mikrokontrolera **PB5** povezan je na liniju za dozvolu upisa u registar (SH/LD) i upravlja njenim stanjem. Upis tekućeg stanja svih 8 prekidača u registar vrši se postavljanjem ove linije na logičku 0 (**PB5 = 0**). Nakon toga, potrebno je ukinuti dozvolu upisa (postaviti **PB5 = 1**), čime se registar "zaključava" za dalji upis. Čitanje vrednosti registra obavlja se serijskim protokolom, na sledeći način: promenom stanja pina **PC5** mikrokontrolera generiše se takt signal (doveden na *CLK* ulaz) kojim se vrši pomeranje sadržaja registra. Serijski izlaz registra (*QH* izlaz) povezan je na pin **PC4**, preko koga se čita bit po bit tokom 8 perioda takta. Vremenski dijagrami tokom jednog ciklusa učitavanja stanja prekidača u kolo *74HC165* i njihovog serijskog prenosa prikazani su na slici[3]:



[3] Linija *CLK INH* kojom se zabranjuje pomeranje sadržaja registra kratko je spojena na masu, čime je data stalna dozvola pomeranja.

Primer:

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

//makroi za kontrolu pinova preko kojih je kontroler povezan sa 74HC165:
#define SCL_HI (PORTC |= (1<<5))
#define SCL_LO (PORTC &= ~(1<<5))
#define SDA (PINC & (1 << 4))
#define SHLD_HI (PORTB |= (1<<5))
#define SHLD_LO (PORTB &= ~(1<<5))

unsigned char ocitaj_prekidace()
{
    unsigned char i, tmp = 0, mask = 0x80;

    //impuls za upis stanja prekidaca u registar
    SHLD_HI;
    SHLD_LO;
    SHLD_HI;

    for (i=0; i<8; i++)
    {
        SCL_LO;
        SCL_HI;     //generisanje aktivne ivice takta

        if (SDA)    //provera stanja ulaznog pina
            tmp |= mask;
        mask >>= 1;
    }
    return tmp;
}

int main(void)
{
    DDRD = 0xff;    //port D -> izlaz
    DDRC = 0x20;    //PC5 -> izlaz
    DDRB = 0x30;    //PB5 i PB4 -> izlazi

    PORTB = ~0x10;  //ukljucenje tranzistora Q0

    while (1)
        PORTD = ocitaj_prekidace();

    return 0;
}
```

PRILOG: Funkcije pinova mikrokontrolera ATmega328p

Port	Pin	Ulaz/Izlaz	Funkcija	Logika
PORTB	PB5	Izlaz	Upis stanja prekidača u 74HC165	0 = UPIS
	PB4	Izlaz	Kontrola tranzistora Q0 (niz 8 LED dioda)	0=ON, 1 = OFF
	PB3	Izlaz	Kontrola tranzistora Q1 (displej DIG1)	0=ON, 1 = OFF
	PB2	Izlaz	Kontrola tranzistora Q2 (displej DIG2)	0=ON, 1 = OFF
	PB1	Izlaz	Kontrola tranzistora Q2 (displej DIG3)	0=ON, 1 = OFF
	PB0	Izlaz	Kontrola tranzistora Q2 (displej DIG4)	0=ON, 1 = OFF
PORTC	PC5	Izlaz	Takt za 74HC165	Pomeranje na rastuću ivicu (↑)
	PC4	Ulaz	Serijski ulaz za bite sa 74HC165	Neinvertujuća
	PC3	Ulaz	Stanje tastera S3	0=PRITISNUT, 1=PUŠTEN
	PC2	Ulaz	Stanje tastera S2	0=PRITISNUT, 1=PUŠTEN
	PC1	Ulaz	Stanje tastera S1	0=PRITISNUT, 1=PUŠTEN
	PC0	Ulaz	Stanje tastera S0	0=PRITISNUT, 1=PUŠTEN
PORTD	PD7	Izlaz	LED 7, ili segment A na aktivnom displeju	0=ON, 1 = OFF
	PD6	Izlaz	LED 6, ili segment F na aktivnom displeju	0=ON, 1 = OFF
	PD5	Izlaz	LED 5, ili segment B na aktivnom displeju	0=ON, 1 = OFF
	PD4	Izlaz	LED 4, ili segment E na aktivnom displeju	0=ON, 1 = OFF
	PD3	Izlaz	LED 3, ili segment D na aktivnom displeju	0=ON, 1 = OFF
	PD2	Izlaz	LED 2, ili segment DP na aktivnom displeju	0=ON, 1 = OFF
	PD1	Izlaz	LED 1, ili segment C na aktivnom displeju	0=ON, 1 = OFF
	PD0	Izlaz	LED 0, ili segment G na aktivnom displeju	0=ON, 1 = OFF