



Seminarska naloga pri informatiki

# Izdelava in programiranje kontrolerja LED traku

Mentor: Klemen Bajec, prof.

Avtor: Matej Horvat, 4.b

Ljubljana, šolsko leto 2016/17

## POVZETEK

V seminarski nalogi sem predstavil lastno izdelani kontroler za LED – trak. Opisal sem izdelavo, podal kratko teoretično osnovo uporabljenim elektrotehničnim elementom, opisal nastali izdelek in njegovo ohišje. V nadaljevanju sem opisal proces programiranja in podrobno razložil končni program, katerega sem razdelil na več funkcij oziroma podprogramov. Kontroler je izdelan na osnovi Atmelovega mikrokontrolerja ATtiny in sprogramiran v jeziku C z Atmelovo programsko opremo imenovano Atmel Studio. Končni izdelek, lightshow uporabljam v svoji sobi za lastne potrebe.

## KLJUČNE BESEDE

LED, mikrokontroler, program, ATtiny, Atmel Studio

## Kazalo

UVOD .....	5
OPIS KONTROLERJA .....	6
SEZNAM ELEMENTOV:.....	7
UPOR .....	8
KONDENZATOR.....	8
TRANZISTOR .....	9
INTEGRIRANO VEZJE .....	9
TISKANO VEZJE .....	10
LED DIODA .....	10
ARDUINO .....	11
ZGRADBA .....	12
PROGRAM.....	14
GLAVNI PROGRAM .....	16
SVETI.....	17
BLINKAJ .....	18
ZAKLJUČEK .....	19
UPORABLJENI VIRI .....	20
VIRI SLIK .....	21

## Kazalo slik

Slika 1: Shema vezja .....	6
Slika 2: Postavitev elementov .....	6
Slika 3: Upor .....	8
Slika 4: Kondenzator .....	8
Slika 5: Tranzistor .....	9
Slika 6: Integrirano vezje .....	9
Slika 7: Tiskano vezje .....	10
Slika 8: Različne LED diode .....	10
Slika 9: Arduino.....	11
Slika 10: Kontroler od zgoraj .....	12
Slika 11: Kontroler od spodaj .....	12
Slika 12: Ohišje prazno .....	13
Slika 13: Ohišje od zgoraj.....	13
Slika 14: Ohišje od spodaj.....	13
Slika 15: AVR ISM mkII programator .....	14
Slika 16: Atmel studio 7, izbira .....	14
Slika 17: Atmel studio 7, nalaganje programa .....	15
Slika 18: Implementiran kontroler v sobi .....	19

## UVOD

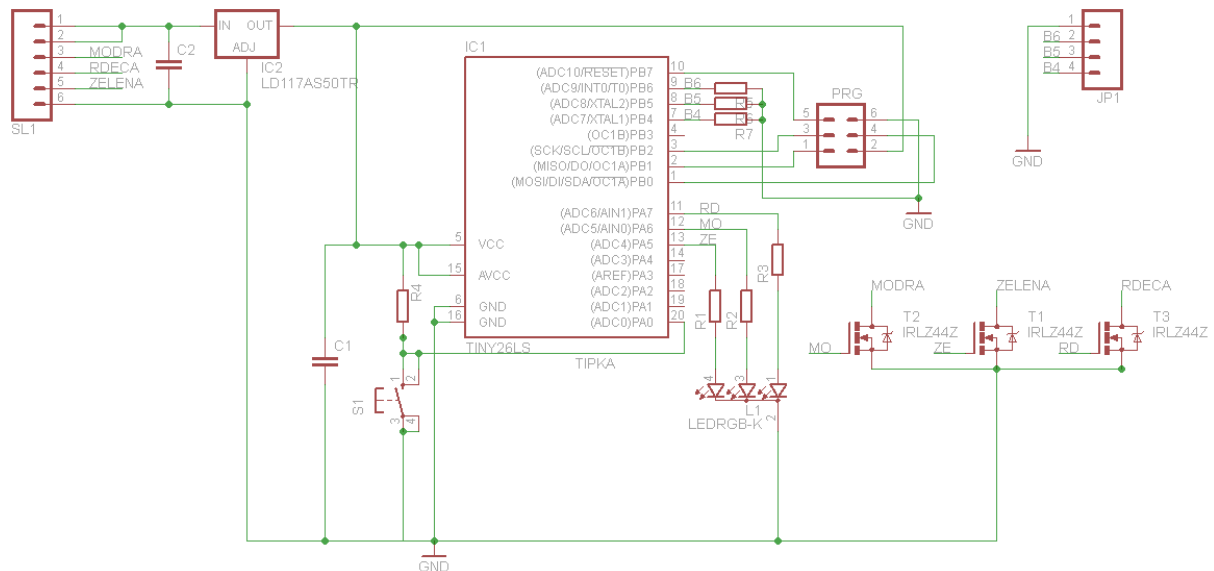
Zaradi želje po spoznavanju elektrotehnike sem se odločil postaviti v sobi sistem za lightshow. Na srečo sem prebral reklamo za poletni tabor inovativnih tehnologij na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani, ki je imela v programu ravno to, kar sem potreboval. Na delavnici smo pod nadzorom profesorja Andreja Trosta izdelali strojno opremo mikrokrmilnika za LED trak, ki sem ga lastnoročno sprogramiral in nadgradil doma.

Kontroler deluje na podobnem principu kot Arduino (Majhen računalnik na elektronskem vezju, katerega se lahko sprogramira z namenom krmiljenja različnih naprav) in tehnologiji LED. Preko kontrolerja se nadzira barva led traku ki pa je zaradi izbranega mikrokrmilnika omejena.

V seminarski nalogi bom opisal sestavne dele, način izdelave, program, predstavil njegovo delovanje in implementacijo.

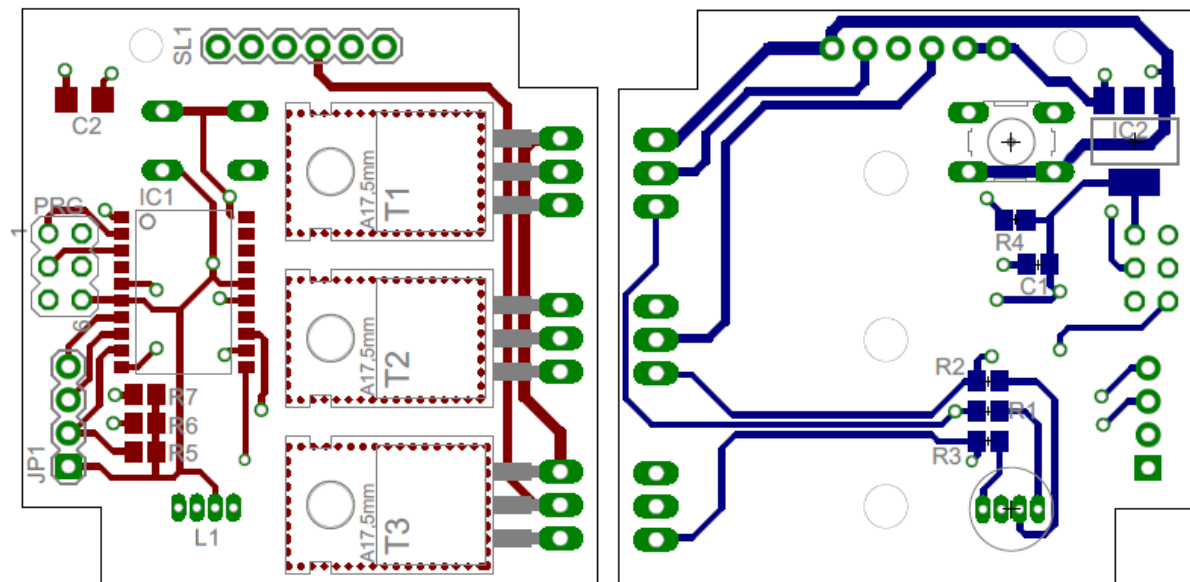
## OPIS KONTROLERJA

Spodaj (slika 1) vidimo shemo tiskanega vezja, na kateri so poimenovana tudi vsa izhodna vrata mikrokrmilnika. Po tej shemi je s programom kot je npr. *Cadsoft Eagle* narejen načrt postavitve elementov in povezav na tiskanem vezju (slika 2).



*Slika 1: Shema vezja*

Vir: [http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/leds\\_shema.png](http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/leds_shema.png)



*Slika 2: Postavitev elementov*

Vir: <http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/TIVleds.png>

## SEZNAM ELEMENTOV:

Element	Vrednost	Oznaka	Ohišje	Opis
C1	100 nF	C-EUC0805	C0805	gladilni kondenzator
C2	10 uF	C-EUC1206	C1206	gladilni kondenzator
IC1	<a href="#">ATTiny26</a>	TINY26LS	SO20L	8-bitni AVR mikrokrmilnik
IC2	<a href="#">LM1117</a>	LD1117AS33TR	SOT223	3.3V LDO regulator
JP1	-	M04PTH	1X04	dodatna letvica (ni obvezno)
L1	<a href="#">L-154A4SURK</a>	LEDRGB-K	RGB LED	
PRG	-	MA03-2	MA03-2	letvica za programiranje
R1	75 Ohm	R-EU_R0805	R0805	predupor za zeleno
R2	100 Ohm	R-EU_R0805	R0805	predupor za modro
R3	330 Ohm	R-EU_R0805	R0805	predupor za rdečo
R4-R7	2.2 - 4.7 kOhm	R-EU_R0805	R0805	predupor za dvig/spust napetosti
S1	-	10-XX	B3F-10XX	Tipka
SL1	-	M06SIP	1X06	Letvica za zunanji priklop
T1-T3	<a href="#">IRLB8721PBF</a>	IRLZ44Z	TO220BH	N-kanalni MOSFET

(Izdelava elektronskega vezja za krmiljenje LED traku, 2014)

## UPOR

Je elektrotehnični element z dvema priključkoma. Njegova naloga je upiranje električnem toku, čemur rečemo upornost, ki jo merimo v Ohmih. Večja kot je, manjši tok teče čez upor. Označena je z barvami na elementu. (Kaj je elektornika, 2014)



Slika 3: Upor

Vir: <https://www.smakshop.si/media/catalog/product/cache/4/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/p/-/p-el-os-r1k.jpg>

## KONDENZATOR

Elektrotehnični element, ki shranjuje električno energijo v obliki električnega polja. Količino shranjene energije imenujemo kapacitivnost, katere enote so Faradi. (Kaj je elektornika, 2014).



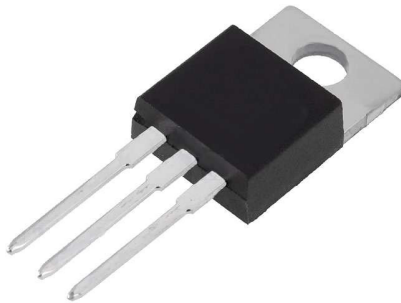
Slika 4: Kondenzator

Vir: [https://media.conrad.com/medias/global/ce/4000\\_4999/4400/4460/4462/446211\\_BB\\_00\\_FB.EPS\\_1000.jpg](https://media.conrad.com/medias/global/ce/4000_4999/4400/4460/4462/446211_BB_00_FB.EPS_1000.jpg)



## TRANZISTOR

Polprevodniški elektrotehnični element s tremi priključki. Uporablja se kot elektronsko stikalo, za uravnavanje napetosti, modulacijo signala in več drugih namenov. Skozi dva priključka teče električni tok, ki ga krmilimo z napetostjo ali tokom na tretjem priključku. (Kaj je elektornika, 2014)

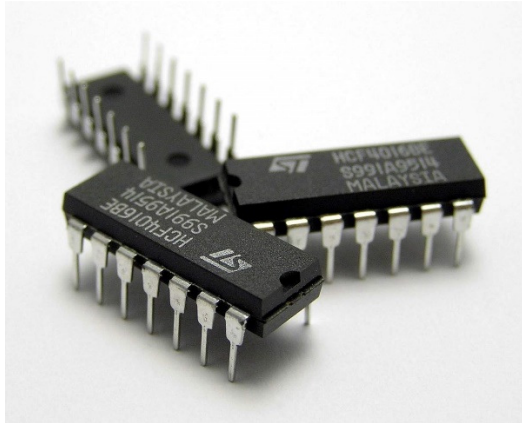


Slika 5: Tranzistor

Vir: [http://www.elektro-hofman.cz/\\_obchody/elektro-hofman.shop5.cz/prilohy/2/d270becd\\_0.jpg.bia.jpg](http://www.elektro-hofman.cz/_obchody/elektro-hofman.shop5.cz/prilohy/2/d270becd_0.jpg.bia.jpg)

## INTEGRIRANO VEZJE

Integrirano vezje (z drugim izrazom imenovano tudi čip) je miniaturno elektronsko vezje sestavljeno iz množice elementov na skupni osnovi (substratu) iz polprevodniškega materiala. Čip izhaja iz ameriškega računalniškega slenga in pomeni silicijevo rezino. Iz silicija z dodajanjem primesi naredimo različne elektrotehnične elemente. (Kaj je elektornika, 2014) (Wikipedia, 2017)

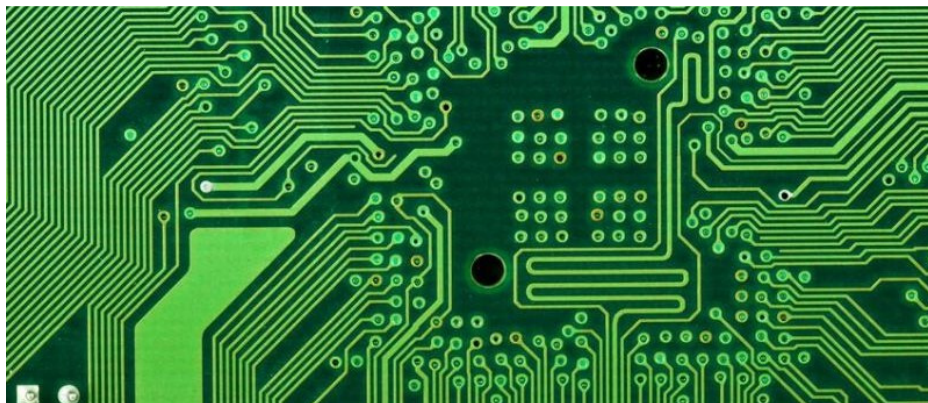


Slika 6: Integrirano vezje

Vir: [http://www.build-electronic-circuits.com/wp-content/uploads/2014/10/Three\\_IC\\_circuit\\_chips-Public-Domain.jpg](http://www.build-electronic-circuits.com/wp-content/uploads/2014/10/Three_IC_circuit_chips-Public-Domain.jpg)

## TISKANO VEZJE

Neprevodna plošča najpogosteje narejena iz epoksi in steklenih vlaken. Na njej so bakrene povezave, ki ostanejo po jedkanju bakrene folije, ki prvotno prekriva celotno vezje. Komponente pritrdimo na vezje s procesom imenovanim spajkanje. (Kaj je elektornika, 2014)

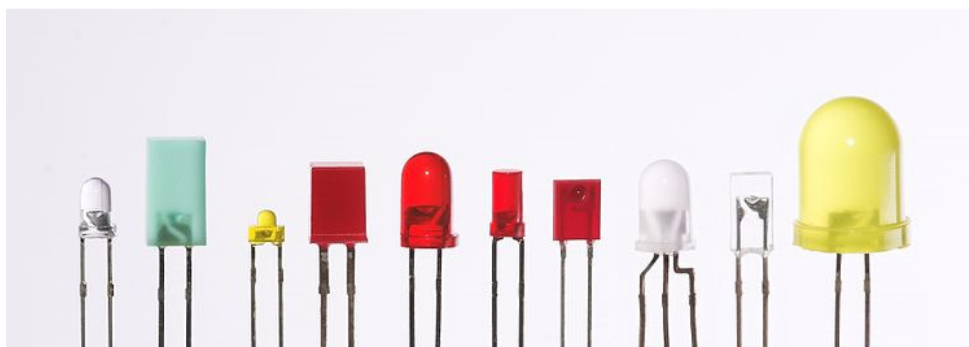


Slika 7: Tiskano vezje

Vir: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f3/8b/fb/f38bfb1c2faa560cf0629f677d09f533.jpg>

## LED DIODA

LED v angleščini pomeni *light-emitting diode*. So polprevodniški elektrotehnični element, ki oddajajo svetlobo kadar skozi njih teče dovolj velik električni tok v pravilni smeri, saj ima podobne značilnosti kot navadna polprevodniška dioda, ki omogoča tok električnega toka samo v eni smeri. Ima 2 priključka; od tega daljši pozitivni pol imenovan *Anoda* in krajši negativni imenovan *katoda*. Tok lahko teče od pozitivnega pola k negativnem. Barva diode pa je odvisna od materiala iz katerega je narejena. Od navadne žarnice ima mnogo daljšo življenjsko dobo (okoli 50.000 ur) in boljši izkoristek energije. (Kaj je LED?, 2016) (Svetleča dioda, 2016)



Slika 8: Različne LED diode

Vir: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9e/Verschiedene\\_LEDs.jpg/750px-Verschiedene\\_LEDs.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9e/Verschiedene_LEDs.jpg/750px-Verschiedene_LEDs.jpg)

## ARDUINO

Majhen računalnik na elektronskem vezju, ki se lahko sprogramira z namenom krmiljenja različnih naprav. Nanj se lahko priključi senzorje, tipke, LED, servo motorje, itd. Arduino pa ni samo računalnik temveč je celotno razvojno okolje, postavljeno na brezplačnih orodjih, načrtih in odprti kodi. Deluje na različici programskega jezika C. Njegovo jedro predstavlja Atmelov mikrokontroler, ki je uporabljen tudi v moji kreaciji. (Kaj je Arduino?, 2016)

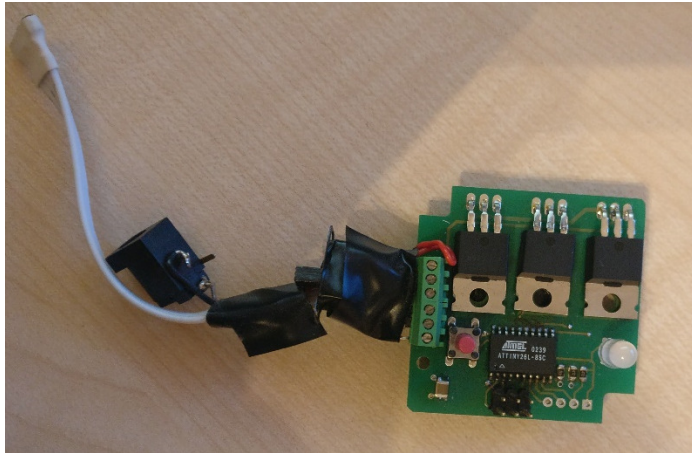
Atmelove mikrokontrolerji se veliko uporabljajo v hobi projektih, saj z njimi lahko zmanjšamo velikost arduina.



Slika 9: Arduino

Vir : <https://www.arduino.cc/en/uploads/Products/Uno.jpg>

## ZGRADBA



*Slika 10: Kontroler od zgoraj*

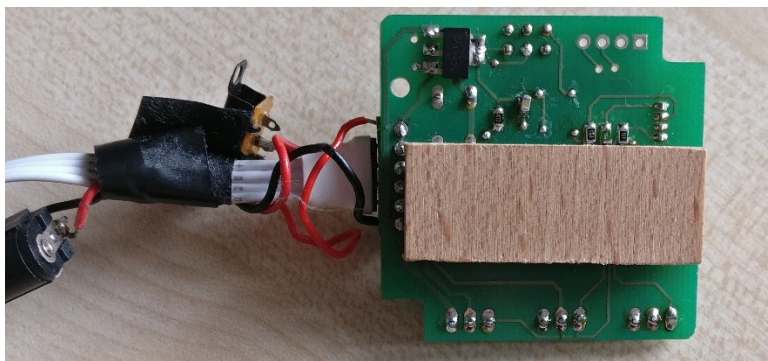
*Vir: lasten*

Končni izdelek z vsemi prispajkanimi elementi lahko vidimo na *sliki 10*. Na vrhu vezja vidimo tri enake N-kanalne MOSFET tranzistorje na čigar levi strani, je priključni konektor (zelene barve s šestimi vijaki za pričvrstitev).

Na ta konektor so priviti:

- konektor za elektriko, v katerega priključimo 12V napajalnik
- stikalo, ki omogoča vklop/ izklop celotne naprave
- kabel, na katerega se priključi LED trak

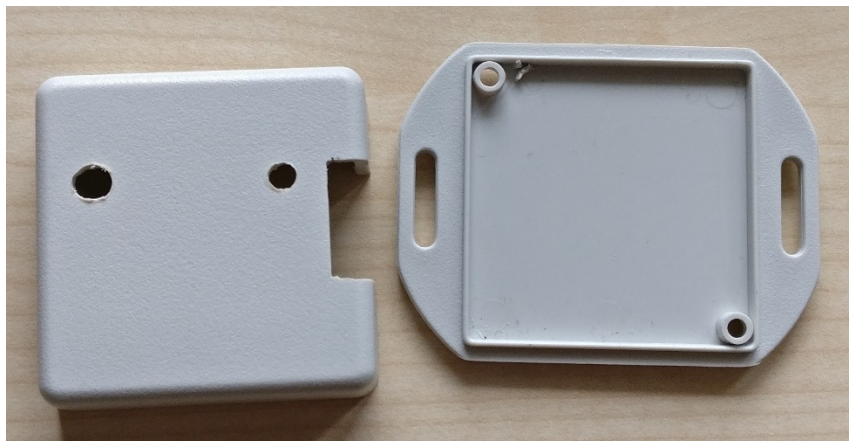
Pod Atmelovim mikrokrmilnikom se nahajajo letvice za programiranje.



*Slika 11: Kontroler od spodaj*

*Vir: lastni*

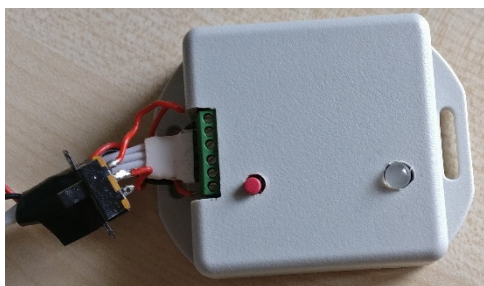
Na *sliki 11* vidimo spodnjo stran kontrolerja. Vidi se nekaj uporov, regulator napetosti ter kos lesa, ki je uporabljen, da se kontroler bolje prilega ohišju.



*Slika 12: Ohišje prazno*

*Vir: lastni*

Na *sliki 12* je prikazano prazno ohišje, ki zaradi prevelike višine potrebuje v prejšnjem odstavku in *sliki* omenjen kos lesa za boljše prileganje.



*Slika 13: Ohišje od zgoraj*

*vir: lastni*



*Slika 14: Ohišje od spodaj*

*vir: lastni*

Na *sliki 13* je prikazan kontroler iz ptičje perspektive v ohišju, iz katerega vidimo le stikalo in RGB LED diodo.

Na *sliki 14* pa vidimo spodnjo stran kontrolerja v ohišju, na katerem sta vidna vijaka in pričvrstilni lepilni trak.



## PROGRAM

Na kontroler je program nameščen z AVR ISP mkII programatorjem vidnim na *sliki 15*.

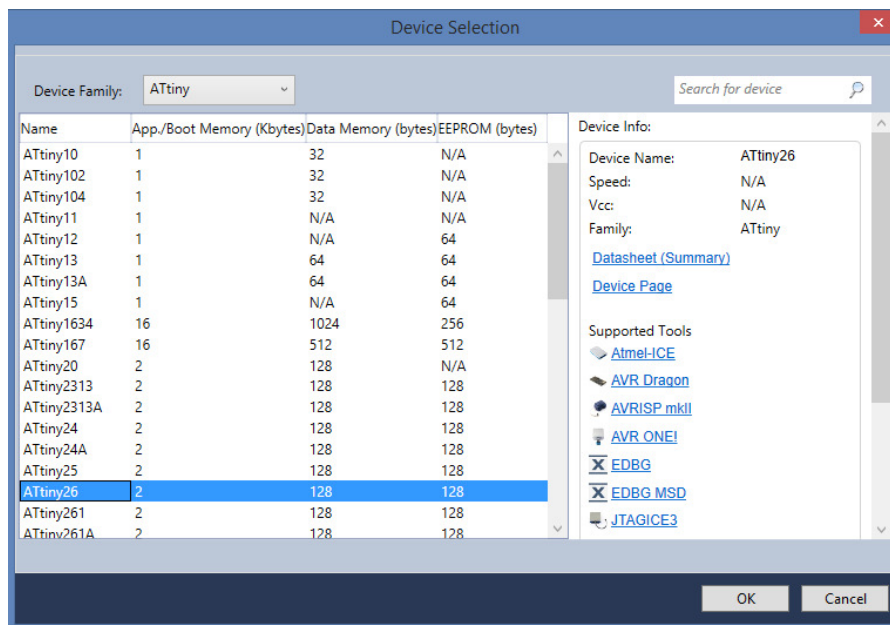


Slika 15: AVR ISP mkII programator

Vir: [https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl\\_ws/A300/AT\\_AVRISP\\_03.png](https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/A300/AT_AVRISP_03.png)

Program sem sprogramiral v programu **Atmel Studio 7**. Deluje na principu programskega jezika C in je namenjen nameščanju programov na Atmelove mikrokrmilnike.

Po priklopu programatorja v *Studiosu* poiščemo našo verzijo mikrokrmilnika (v mojem primeru vidno na *sliki 16*) in ustvarimo novo datoteko.

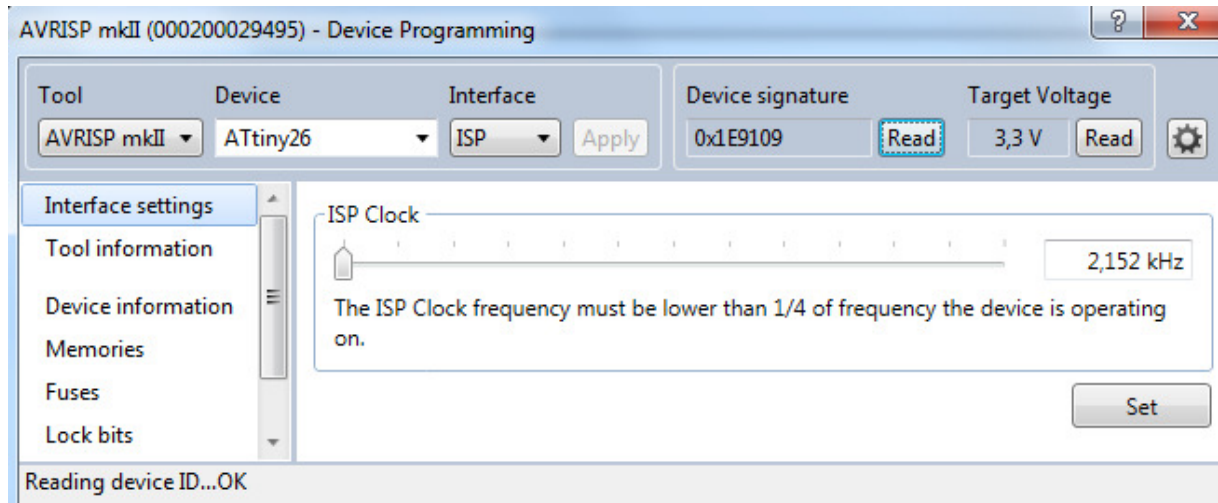


Slika 16: Atmel studio 7, izbira

Vir: lastni

Napisan program prevedemo s funkcijo *Build Solution* nato pa ga s programatorjem prenesemo na mikrokrmilnik. To najdemo, ko izberemo v *Stuidu Tools* > *Device Programing*.

Izberemo programator (AVR ISP mkII) in preberemo z gumbom *Read*. Če smo vse pravilno nastavili, se bo izpisala koda naprave (*Device signature*) in napetost na mikrokrmilniku (okoli 3.3V) kar lahko vidimo na *sliki 17*. Program naložimo s klikom na *Memories* in nato pritisnemo *Program*



Slika 17: Atmel studio 7, nalaganje programa

Vir: <http://iniv.fe.uni-lj.si/tabor/avrs2.png>

Celotna koda je dostopna na spletnem naslovu: <https://github.com/MrHorvatHD/izdelava-in-programiranje-kontrolerja-LED-traku>

## GLAVNI PROGRAM

Dogodki v glavnem programu se zgodijo takoj po prižigu kontrolerja. Na začetku so definirana izhodna vrata (porti) mikrokontrolerja *attiny 26* nato pa so določene tudi spremenljivke s poimenovanimi barvami, \*+ katere določajo kombinacije toka na izhodnih vratih. Določi se začetna barva (rdeča) za podprogram *SVETI* nato pa za petsto milisekund zasveti bela barva, ki pokaže da kontroler deluje. Po beli barvi se proces premakne v podprogram *SVETI*, ki začne z že prej določeno rdečo barvo.

```
int main(void)
{
    DDRA = 0b11100000;
    DDRB = 0b00000000;
    PORTA = (1<<PA7)|(1<<PA6)|(1<<PA5)|(1<<PA0);
    rdeca = 0b10000000;
    modra = 0b01000000;
    zelena = 0b00100000;
    vijola = 0b11000000;
    rumena = 0b10100000;
    cyan = 0b01100000;
    bela = 0b11100000;
    off = 0b00000000;
    Barva = 1;
    stevc = 0;
    klik = 0;
    D = 0;
    vhod2 = PINA & 0x01;
    _delay_ms(500);
    PORTA = (0<<PA7)|(0<<PA6)|(0<<PA5);

    while(1)
    {
        _delay_ms(100);
        if((PINA&(1<<PA0)!=0))
        {
            //Barva=1;
            SVETI();
        }
        else
        {
            BLINKAJ();
        }
    }
}
```



## SVETI

V tem delu programa določamo, katere barve bo LED dioda. Preverjanje deluje v podprogramu, v katerem je zaporedje if stavkov, ki preverjajo vrednost spremenljivke imenovane *Barva*. Ob vsakem pritisku se *Barva* poveča za 1. Ko pride do števila večjega od 7, se ponovno vrne na 1, saj ima Atmelov mikrokontroler *Attiny 26* samo izhodna vrata (pine), ki imajo dve logični stanji, 0 in 1 (brez toka ali tok). Zaradi te lastnosti na tem kontrolerju ni možno nastaviti intenzitete svetlosti, zato imamo na voljo samo 8 možnih barv (ena od teh je ugasnjena LED).

V zadnjem delu podprograma preverimo ali je tipka pritisnjena dlje časa in če je, se delovanje programa prestavi v podprogram BLINKAJ.

```
void SVETI(void) {
    while(1)
    {
        if(Barva == 1)
        {
            PORTA =rdeca;
            BarvaBlink =rdeca;
        }
        else if(Barva == 2)
        {
            PORTA =zelena;
            BarvaBlink =zelena;
        }
        else if(Barva == 3)
        {
            PORTA =modra;
            BarvaBlink =modra;
        }
        else if(Barva == 4)
        {
            PORTA =rumena;
            BarvaBlink =rumena;
        }
        else if(Barva == 5)
        {
            PORTA =vijola;
            BarvaBlink=vijola;
        }
        else if(Barva == 6)
        {
            PORTA =cyan;
            BarvaBlink =cyan;
        }
        else if(Barva == 7)
        {
            PORTA =bela;
            BarvaBlink =bela;
        }
        else if(Barva > 7)
        Barva = 1;

        if((PINA&(1<<PA0)!=0));
        else
        {
            Barva +=1;
            if(Barva > 7)
            Barva = 1;
            _delay_ms(500);
            if((PINA&(1<<PA0)!=0));
            else
            {
                Barva = Barva-2;
                _delay_ms(300);
                //break;
                BLINKAJ();
            }
        }
    }
}
```

## BLINKAJ

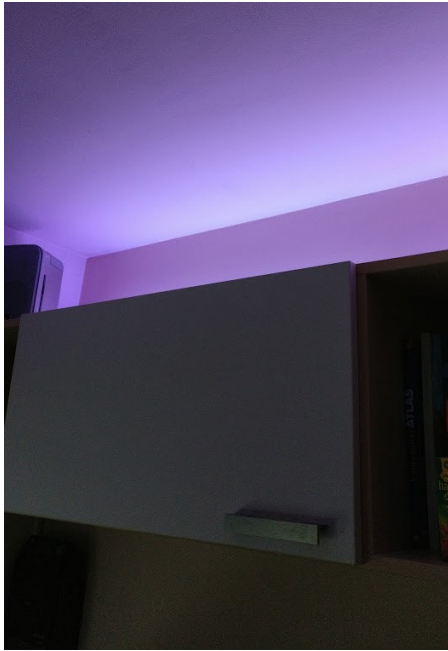
V podprogramu se celoten proces dogaja v *while loopu*. LED sveti v isti barvi kot je svetila pred držanjem gumba, saj je ta barva shranjena v novi spremenljivki *BarvaBlink*. V vsakem ciklu LED prvo zasveti za petsto milisekund preden preveri, če je tipka pritisnjena. Če je pritisnjena, se delovanje vrne v podprogram *SVETI*. V nasprotnem primeru se *BLINKAJ* izvaja naprej in izklopi LED za petsto milisekund preden ponovno preveri po pritisku tipke. Če pritiska ne zazna, se vrne na začetek zanke in ponovi opisani proces.

```
void BLINKAJ(void)
{
    while(1)
    {
        PORTA = BarvaBlink;
        _delay_ms(500);
        if((PINA & (1 << PA0) != 0));
        else
        {
            _delay_ms(100);
            break;
        }
        PORTA = off;
        _delay_ms(500);
        if((PINA & (1 << PA0) != 0));
        else
        {
            _delay_ms(100);
            break;
        }
    }
}
```

## ZAKLJUČEK

Cilj seminarske naloge je bil izdelati kontroler za LED – trak, katerega bi uporabil pri osvetlitvi moje sobe. Ta cilj sem dosegel brez večjih zapletov. Največja težava, na katero sem naletel, je bila ugotoviti, kako naglasiti mikrokrmilnik, da zazna pritisk gumba. Rešitev sem našel z intenzivnim brskanjem po spletu.

Kontroler bi se dalo narediti bolje z drugim mikrokrmilnikom, ki ima tri PWM (Pulse width modulation) izhode, s katerimi bi lahko imitirali vse barve RGB spektra. Za lažji nadzor pa bi lahko imel več stikal.



*Slika 18: Implementiran kontroler v sobi*

*Vir: lastni*

Na *sliki 18* je prikazan implementiran kontroler v sobi (na vrhu omare). Njegova trenutna uporaba je osvetlitev prostora ob večernem gledanju televizije, vendar se bo verjetno v prihodnosti njegova funkcionalnost povečala.

## UPORABLJENI VIRI

- [1] Delavnica: Svetloba v gibanju; Kaj je LED? [online] 2017. [citirano 1. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/tabor16.html>
- [2] Delavnica: Svetloba v gibanju; Kaj je elektronika [online] 2017. [citirano 1. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/elektronika.html>
- [3] Delavnica: Svetloba v gibanju; Kaj je Arduino? [online] 2017. [citirano 1. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/arduino328.html>
- [4] Delavnica: Televizijski kameleon; Arduino? [online] 2017. [citirano 1. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/arduino.html>
- [5] Delavnica: Televizijski kameleon; Izdelava elektronskega vezja za krmiljenje LED traku [online] 2017. [citirano 2. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/krmilnik.html>
- [6] Delavnica: Televizijski kameleon; Programiranje mikoprosesorja AVR v jeziku C [online] 2017. [citirano 2. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://lniv.fe.uni-lj.si/tabor/avr.html>
- [7] Wikipedija; Integrirano vezje [online] 2017. [citirano 2. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Mikrokrmilnik>
- [8] Wikipedija; Mikrokrmilnik [online] 2017. [citirano 2. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Mikrokrmilnik>
- [9] Wikipedija; Svetleča dioda [online] 2017. [citirano 2. marca 2017]. Dostopno na spletnem naslovu: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da\\_dioda](https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da_dioda)

## VIRI SLIK

- [1] [http://iniv.fe.uni-lj.si/tabor/leds\\_shema.png](http://iniv.fe.uni-lj.si/tabor/leds_shema.png), [citirano 3. 3. 2017;].
- [2] <http://iniv.fe.uni-lj.si/tabor/TIVleds.png>, [citirano 3. 3. 2017;].
- [3] <https://www.smakshop.si/media/catalog/product/cache/4/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/p/-/p-el-os-r1k.jpg>, [citirano 3. 3. 2017;].
- [4] [https://media.conrad.com/medias/global/ce/4000\\_4999/4400/4460/4462/446211\\_BB\\_00\\_FB\\_EPS\\_1000.jpg](https://media.conrad.com/medias/global/ce/4000_4999/4400/4460/4462/446211_BB_00_FB_EPS_1000.jpg), [citirano 3. 3. 2017;].
- [5] [http://www.elektro-hofman.cz/\\_obchody/elektro-hofman.shop5.cz/prilohy/2/d270becd\\_0.jpg.big.jpg](http://www.elektro-hofman.cz/_obchody/elektro-hofman.shop5.cz/prilohy/2/d270becd_0.jpg.big.jpg), [citirano 3. 3. 2017;].
- [6] [http://www.build-electronic-circuits.com/wp-content/uploads/2014/10/Three\\_IC\\_circuit\\_chips-Public-Domain.jpg](http://www.build-electronic-circuits.com/wp-content/uploads/2014/10/Three_IC_circuit_chips-Public-Domain.jpg), [citirano 3. 3. 2017;].
- [7] <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f3/8b/fb/f38bfb1c2faa560cf0629f677d09f533.jpg>, [citirano 3. 3. 2017;].
- [8] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9e/Verschiedene\\_LEDs.jpg/750px-Verschiedene\\_LEDs.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9e/Verschiedene_LEDs.jpg/750px-Verschiedene_LEDs.jpg), [citirano 3. 3. 2017;].
- [9] <https://www.arduino.cc/en/uploads/Products/Uno.jpg>, [citirano 3. 3. 2017;].
- [10] Lastni vir (3. 3. 2017)
- [11] Lastni vir (3. 3. 2017)
- [12] Lastni vir (3. 3. 2017)
- [13] Lastni vir (3. 3. 2017)
- [14] Lastni vir (3. 3. 2017)
- [15] [https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl\\_ws/A300/AT\\_AVRISP\\_03.png](https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/A300/AT_AVRISP_03.png), [citirano 3. 3. 2017;].
- [16] Lastni vir (3. 3. 2017)
- [17] <http://iniv.fe.uni-lj.si/tabor/avrs2.png>, [citirano 3. 3. 2017;].
- [18] Lastni vir (3. 3. 2017)