

MLADI ZA NAPREDEK MARIBORA 2019
36. SREČANJE

KRMILJENJE NAPRAV Z DMX KRMILNIKOM

Raziskovalna naloga

Raziskovano področje: ELEKTROTEHNIKA IN ELEKTRONIKA

Avtor: ALEX BARON LAH, BOR ŠEBART

Mentor: IVANKA LESJAK

Šola: SREDNJA ELEKTRO-RAČUNALNIŠKA ŠOLA MARIBOR

Število točk: 142

Mesto: 9

Priznanje: srebrno

Maribor, Februar 2019

MLADI ZA NAPREDEK MARIBORA 2019
36. SREČANJE

KRMILJENJE NAPRAV Z DMX KRMILNIKOM

Raziskovalna naloga

Raziskovano področje: ELEKTROTEHNIKA IN ELEKTRONIKA

Februar 2019

KAZALO VSEBINE

| | |
|---|----|
| 1. Povzetek..... | 1 |
| 2. Zahvala..... | 1 |
| 3. Hipoteze in cilji..... | 1 |
| 4. Uvod..... | 1 |
| Vsebinski del..... | 2 |
| 5. Dmx | 2 |
| 6. Izdelava majhnega DMX krmilnika | 2 |
| 6.1. Arduino..... | 3 |
| 6.2. Arduino Uno..... | 3 |
| 6.3. Procesor MAX 481:..... | 4 |
| 7. Izdelava DMX krmilnika s DMX shield. | 7 |
| 8. Krmilnik Titan One:..... | 7 |
| 9. LED par | 9 |
| 10. Izdelava led parov..... | 11 |
| 11. Opis uporabljenih elementov..... | 12 |
| 11.1. Upor (resistor) | 12 |
| 11.2. Kondenzator | 13 |
| 11.2.1. Kondenzator v enosmernem (DC) tokokrogu | 13 |
| 11.2.2. Kondenzator v izmeničnem (AC) tokokrogu..... | 14 |
| 11.2.3. Vzporedna vezava kondenzatorjev | 14 |
| 11.2.4. Zaporedna vezava kondenzatorjev | 14 |
| 11.2.5. Izvedbe kondenzatorjev | 14 |
| 11.3. Tranzistorji..... | 16 |
| 11.4. MOSFET tranzistor | 16 |
| 11.4.1. MOS-FET z induciranim kanalom..... | 16 |
| 11.4.2. MOS-FET z vgrajenim kanalom: | 17 |
| 11.5. HCF4017B..... | 18 |
| 11.6. STP20NF06L..... | 18 |
| 11.7. PIC16F1823-I/P..... | 19 |
| 11.8. Regulator napetosti 78L05 | 20 |
| 11.9. Dmx Plug: | 22 |
| 11.10. Ohišje izdelka | 23 |
| 12. Izdelava | 24 |
| 12.1. Testiranje izdelka..... | 25 |
| 13. Zaključek..... | 26 |

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 14. | Rezultati In ugotovitve..... | 26 |
| 15. | Cilji in Hipoteze..... | 26 |
| 16. | Družbena odgovornost..... | 26 |
| 17. | Viri in literatura | 28 |

KAZALO SLIK

| | |
|--|----|
| Slika 1: Arduino Uno (vir: avtor naloge) | 3 |
| Slika 2: Procesor MAX 485 (vir: avtor naloge) | 4 |
| Slika 3: Priklopna shema (vir: avtor naloge)..... | 5 |
| Slika 4: Vežalni načrt (vir: avtor naloge)..... | 5 |
| Slika 5: Prog. koda manjšega DMX krmilnika (vir: avtor naloge)..... | 6 |
| Slika 6: Prog koda manjšega DMX krmilnika (vir: avtor naloge)..... | 7 |
| Slika 7: Modularni priklop (vir: avtor naloge)..... | 7 |
| Slika 8: Titan One (vir: https://www.avolites.com/) | 8 |
| Slika 9: Glede na obliko ohišja (vir: Avtor naloge)..... | 9 |
| Slika 10: Glede na barvo (vir: https://www.ebay.com/itm/US-Waterproof-18x18w-RGBWA-UV-6-in-1-led-par-can-light-outdoor-dj-lighting-IP65-/273529645337) | 10 |
| Slika 11: Glede na temperaturo barve (vir: https://www.thomannmusic.com/led_par_floodlight.html) | 10 |
| Slika 12: Upori (vir: avtor naloge)..... | 12 |
| Slika 13: Zgradba kondenzatorja (vir: http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2002/di/Hodak/Elektricni_kondenzatorji/Index.html) | 13 |
| Slika 14: Keramični kondenzator (vir: avtor naloge)..... | 15 |
| Slika 15: Zgradba kondenzatorja (vir: http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2002/di/Hodak/Elektricni_kondenzatorji/Index.html) | 15 |
| Slika 16: Zgradba MOS-FET s induciranim kanalom (vir: avtor naloge)..... | 17 |
| Slika 17: Zgradba MOS-FETA z vgrajenim kanalom (vir: avtor naloge) | 17 |
| Slika 18: HCF4017B (vir: avtor naloge)..... | 18 |
| Slika 19: STP20NF06 (vir: avtor naloge)..... | 18 |
| Slika 20: PIC16F1823 - I/P (vir: avtor naloge)..... | 20 |
| Slika 21: Programska koda za PIC16F1823 - I/P | 20 |
| Slika 22: Regulator napetosti 78L05 (vir: avtor naloge)..... | 21 |
| Slika 23: Priklopna shema 78L05 (vir: avtor naloge) | 21 |
| Slika 24: Shema vezave pretvornega kabla (vir: avtor naloge) | 22 |
| Slika 25: Pretvorni kabel (vir: avtor naloge) | 23 |
| Slika 26: Načrt vezja (vir: avtor naloge) zahtevan popravek..... | 24 |
| Slika 27: Načrt za tiskanino (vir: avtor naloge)..... | 24 |
| Slika 28: Rezkanje tiskanin (vir: avtor naloge) | 25 |
| Slika 29: Izdelek (vir: avtor naloge)..... | 25 |

KAZALO TABEL

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Elemnti za izdelavo preprostega Dmx krmilnika | 2 |
| Tabela 2: Izdelki proizvajalca Avolites (vir: https://www.avolites.com/) | 8 |
| Tabela 3: Elementi za izdelavo Led parov (vir: avtor naloge)..... | 11 |

1. Povzetek

v raziskovalni nalogi bomo raziskovali delovanje oz. krmiljenje led luči z DMX signalom. Izdelali bomo luči krmiljene s tem signalom, ter en majhen krmilnik. Cilj naloge je izdelati luči, za ambientno osvetlitev, kot jih uporabljajo na prireditvah. Prednosti le teh, pa naj bi bile: cenovna ugodnost, trpežnost, lahka ter raznolika izvedba ohišij za primerno uporabo v vseh okoliščinah.

V tej raziskovalni nalogi bomo najprej pojasnili delovanje posameznih komponent, katere smo uporabili za izdelavo Raziskovalne naloge, nato pa bomo pojasnili nastavitve ter delovanje izdelka z ugotovitvami.

2. Zahvala

Zahvaljujemo se mentorici za vso pomoč pri izdelavi in pisanju raziskovalne naloge, šoli za financiranje izdelka, tistim, ki so karkoli prispevali k izdelavi raziskovalne naloge. zahvaljujemo se tudi staršem za vso podporo in pomoč pri izdelavi.

3. Hipoteze in cilji

1. Izdelali bomo vsaj 6 led luči višjega standarda.
2. Najmanj 4 bodo imele tako zdržljivo ohišje, da jih publika lahko pohodi.
3. Konstruirali jih bomo tako, da bodo fleksibilni in mobilni - uporaba brezžičnega dmx posrednika, in lastno napajanje iz baterije.
4. Krmilili jih bomo lahko s samo 6 kanali.
5. Za krmiljenje bomo uporabili samo Arduino razvojno ploščico.

4. Uvod

Za raziskovalno nalogo s področja elektrotehnike smo se odločili, ker nas to področje zanima, prav tako tudi ker nas osvetlitev prireditev navdušuje. Hoteli smo ti področji združiti. Tako smo ugotovili da bi izdelava led luči bila primerna raziskovalna naloga. Da bi projekt bil zahtevnejši pa smo se odločili za led luči krmiljene s DMX signalom, primerne in podobne tistim, ki jih lahko kupimo od dražjih ponudnikov (Cameo, Martin, ETC, Apelabs, Starville, Eurolite, Futurelite, ADJ, Varytec, Litecraft, Expolite, Showtec...) Izdelek pa bi naj krmilil s Arduino Uno in Titan One krmilnikom.

Vsebinski del

5. Dmx

DMX512 (digital multiplex) je standard za digitalna komunikacijska omrežja in so običajno uporabljeni za krmiljenje odrske razsvetljave in efektov. Na začetku je bil načrtovan kot standardizirana metoda za krmiljenje temnenja luči, za kar je bilo pred DMX512 uporabljalo več različnih protokolov. Kmalu je postala tudi primarna metoda povezovanja krmilnikov z dimerjem in napravam za posebne efekte kot naprava za izdelovanje megle ali inteligentne luči. DMX se je tudi razširil izven gledališča in arhitekturnega osvetljevanja do božičnih lučk, elektronskih napisov, polnjenja električnih invalidskih vozičkov in podobno. DMX se zdaj lahko uporablja za krmiljenje skoraj vsega, zato je tudi tako popularen na tako veliko področjih. DMX uporablja EIA-485 diferencialno signalizacijo za svojo fizično plast z konjunkcijo različnih velikosti, komunikacijski protokol na bazi paketov. DMX signal je brez določene smeri. DMX512 ne vsebuje avtomatskega preverjanja in popravljanja napak, zaradi česar ni primeren za uporabo v nevarnih okoliščinah kot so uporaba in nadzor pirotehnike ali prevoz težkih objektov. Nepravilno sprožanje se lahko pojavi zaradi elektromagnetnih motenj, statične elektrike oziroma njenega razelektrenja, nepravilne odstranitve kablov, prekomerne dolžine kablov ali kablov nizke kvalitete. DMX512 omrežje uporablja multi-bus topologijo z vozlišči ki jo velikokrat kličemo verižica. Eno omrežje sestavlja en DMX512 krmilnik, ki je glavni v omrežju.

6. Izdelava majhnega DMX krmilnika

Na začetku načrtovanja projekta smo si zadali določene zahteve, kako naj bi izdelek izgledal in deloval, sestavili smo pa tudi seznam materiala potrebnega za izdelavo.

V nadaljevanju bomo povedali nekaj o sestavnih delih, delovanju le teh in nekaj njihovih karakteristik. Omenili bomo tudi načine priključitve in velik nabor nastavitev. Poudarili bomo tudi vire informaciji, ki smo jih uporabljali za pridobitev znanja o uporabi komponent.

Za izdelavo preprostega DMX krmilnika z razvojno ploščico Arduino sva se odločila zato, ker še DMX shield ploščica ni prispela. Za izdelavo krmilnika smo potrebovali:

| ŠTEVILO | PREDMET | TIP |
|---------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | Razvojna plošča | Arduino Uno |
| 12 | Tipkalo | Mini PCB 2-pin tipkalo |
| 6 | Potenciometer | 10 kΩ |
| 1 | Upor | 10 |
| 1 | Procesor | MAX485 ali MAX487 ali SN75176 |

Tabela 1: Elementi za izdelavo preprostega Dmx krmilnika

Navedeni procesorji so v našem primeru vsi uporabni saj imajo podobne vhodno izhodne specifikacije. Izbrali smo si MAX 485.

6.1. *Arduino*

Arduino je Italijansko podjetje, ki se ukvarja z izdelavo in razvojem programljivih ploščic, katere temeljijo na mikrokontrolerih atmel. Arduino nam ponuja veliko število razvojnih ploščic (NANO, UNO, MEGA...). ki se med seboj razlikujejo po zmogljivosti in številu vhodno izhodnih enot. Prednost teh ploščic je nizka cena, enostavna in preprosta uporaba, ter uporaba na najrazličnejših projektih in izdelkih. Program oz. programsko kodo napišemo v programskem okolju Arduino ide, kasneje jo lahko tudi še spremenimo in ponovno naložimo. V bistvu so Arduino ploščice mikrokontrolerji.

6.2. *Arduino Uno*

Za krmiljenje našega izdelka smo se odločili da bomo uporabili Arduino Uno ploščico in razširitevno ploščico {DMX shield}. Tako smo se odločili, ker so ti izdelki cenovno ugodni in uporabljajo odprtokodni program.

Arduino Uno temelji na mikrokontrolerju ATmega328p, ima 14 digitalnih vhodno-izhodnih (I/O) priključkov, od tega jih 6 podpira PWM signal. Ima pa prav tako zraven digitalnih priključkov še 6 analognih vhodov.

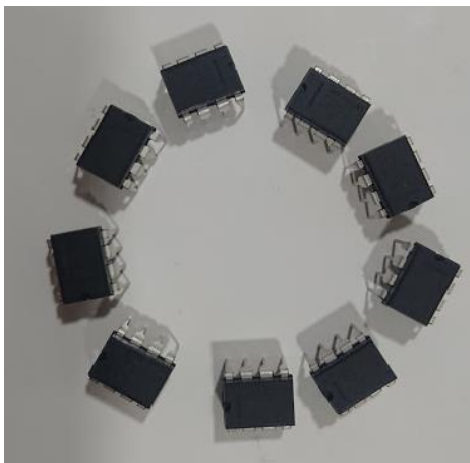


Slika 1: Arduino Uno (vir: avtor naloge)

Delovni takt pri razvojni ploščici Arduino Uno narekuje 16 Mhz kristalni oscilator. Delovna napajalna napetost je 5V enosmerne napetosti (DC) na voljo pa je tudi priključek z napajalno napetostjo 3,3V enosmerne napetosti (DC) maksimalni izhodni tok na posameznem priključku je 40mA celotni izhodni tok pa ne sme preseči 200mA, pri izhodnem toku 500mA vgrajena tokovna zaščita izklopi ploščico, ko vrednost ponovno pade pod 500mA se ploščica ponovno vključi. Ploščico lahko napajamo na več načinov npr. s 5V preko vhoda USB, kjer je vhodni tok omejen z 250-500mA, odvisno od računalnika. Drug način napajanja je preko 2,1 mm vhoda za napajalnik. preko tega mora napetost biti znotraj meja 6-20V, priporočeno območje pa je 7-12V enosmerne napetosti (DC). Med vir in regulator napetosti je nameščena zaščitna dioda, ki ščiti pred napačno priklopljeno smer (polariteto) vhodne napetosti.

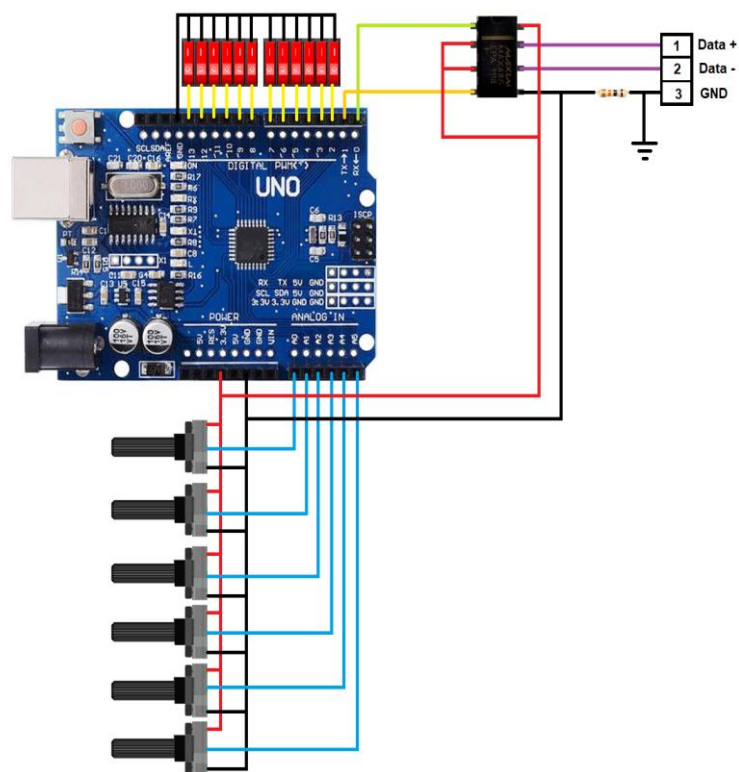
6.3. **Procesor MAX 481:**

MAX481, MAX483, MAX485, MAX487–MAX491, in MAX1487 so nizko močnostni multiplekserji za RS-485 in RS422 komunikacijo. Vsak del vsebuje en oddajnik in en prejemnik. Ti multiplekserji porabijo med $120\mu\text{A}$ in $500\mu\text{A}$ napajalnega toka, ko so ne polnjeni ali polno polnjeni z izklopljenimi gonilniki. Dodatno temu imajo MAX481, MAX483, in MAX487 nizko-tokovni način izklopa v katerem porabijo le $0.1\mu\text{A}$. Vsi deli obratujejo z enim 5V napajanjem. Gonilniki so zaščiteni pred kratkostičnim tokom in so zaščiteni proti preveliki moči pri termalnemu izklopu, ki njihove izhode postavi v visoko-impedančno stanje. MAX487 in MAX1487 vsebujeta četrto enot dolga vhod za impedanco, ki dovoljuje do 128 MAX487/ MAX1487 multiplekserjev na kanal. Polna komunikacija je dosežena z uporabo MAX488–MAX491, MAX481, MAX483, MAX485 in MAX487.

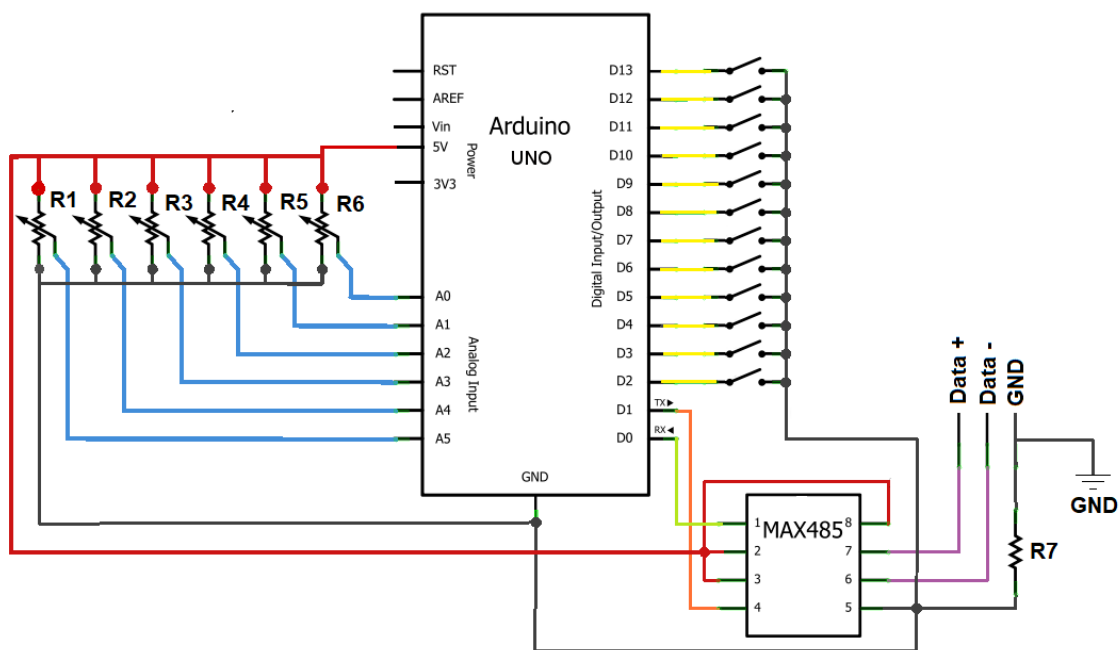


Slika 2: Procesor MAX 485 (vir: avtor naloge)

Za izdelavo krmilnika sva najprej izdelala priklopno shemo (slika 3), kasneje pa še vezalni načrt (slika 4).



Slika 3: Priklopna shema (vir: avtor naloge)



Slika 4: Vežalni načrt (vir: avtor naloge)

```

#include <lib_dmx.h> // KNJIZNICA ZA 4 UNIVERZE
#define DMX512 (0) // (2 do 512 kanalov) DMX-512
#define DMX1024 (1) // (2 do 1024 kanalov) nestandardni 2 univerzi
#define DMX2048 (2) // (2 do 2048 kanalov) standardni 4 x 512 z imenom
:DMX1000K ali DMX 4x ali DMX 1M

void setup()
{
  //nastavitev digitalnih vhodno izhodnih pinov
  for (int i=2;i<=13;i++)
  {
    pinMode(i,INPUT);
    digitalWrite(i, HIGH);
  }
  ArduinoDmx0.set_tx_address(1);
  ArduinoDmx0.set_tx_channels(100);
  ArduinoDmx0.init_tx(DMX512);
}
void loop()
{
  // nastavi 6 analognih vhodov na vrednost of 0 do 255 na dmx kanal 1 do 6
  ArduinoDmx0.TxBuffer[0] = scale(analogRead(0)); // posreduje vrednost
analognega vhoda 0 na dmx kanal 1
  ArduinoDmx0.TxBuffer[1] = scale(analogRead(1)); // posreduje vrednost
analognega vhoda 1 na dmx kanal 2
  ArduinoDmx0.TxBuffer[2] = scale(analogRead(2)); // posreduje vrednost
analognega vhoda 2 na dmx kanal 3
  ArduinoDmx0.TxBuffer[3] = scale(analogRead(3)); // posreduje vrednost
analognega vhoda 3 na dmx kanal 4
  ArduinoDmx0.TxBuffer[4] = scale(analogRead(4)); // posreduje vrednost
analognega vhoda 4 na dmx kanal 5
  ArduinoDmx0.TxBuffer[5] = scale(analogRead(5)); // posreduje vrednost
analognega vhoda 5 na dmx kanal 6

  if (digitalRead(2) == LOW) // tipkalo 2 je pritisnjeno
    ArduinoDmx0.TxBuffer[6] = 255; // posliji vrednost 255 na dmx izhod 7
  else
    ArduinoDmx0.TxBuffer[6] = 0; // drugace posreduje vrednost 0

  if (digitalRead(3) == LOW) // tipkalo 3 je pritisnjeno
    ArduinoDmx0.TxBuffer[7] = 255; // posliji vrednost 255 na dmx izhod 8
  else
    ArduinoDmx0.TxBuffer[7] = 0; // drugace posreduje vrednost 0

  if (digitalRead(4) == LOW) // tipkalo 4 je pritisnjeno

    ArduinoDmx0.TxBuffer[8] = 255; // posliji vrednost 255 na dmx izhod 9

```

Slika 5: Prog. koda manjšega DMX krmilnika (vir: avtor naloge)

Za ta krmilnik je bilo potrebno napisati še krajšo programsko kodo.

```

else
    ArduinoDmx0.TxBuff[8] = 0; // drugace posreduje vrednost 0
} //konec zanke 0

uint8_t scale(uint16_t value)s
{
    if(value > 1023) // test za 2 na 10 limit
        value = 1023;

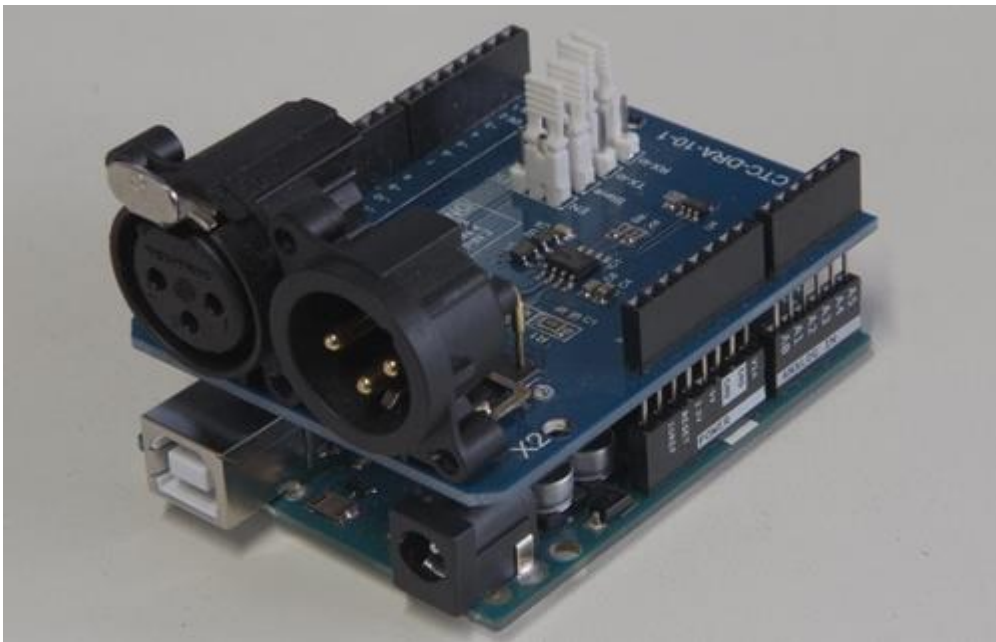
    return (value >> 2);

```

Slika 6: Prog koda manjšega DMX krmilnika (vir: avtor naloge)

7. Izdelava DMX krmilnika s DMX shield.

Za izdelavo tega krmilnika smo potrebovali Arduino Uno in DMX shield. Po enostavni modularni priključitvi, ki ju nudita ta komponenta, smo malo spremenili tudi kodo.



Slika 7: Modularni priklop (vir: avtor naloge)

8. Krmilnik Titan One:

Titan One je zmogljiv DMX krmilnik podjetja Avolites. Avolites je multinacionalno tehnološko podjetje s sedežem v Park Royal, London. Avolites izdeluje vrhunske profesionalne nadzorne konzole za razsvetljavo, opremo za zatemnitev na odru in medijske strežnike za uporabo v profesionalni industriji razsvetljave in sistemov za nadzor medijev. V letu 2011 se je podjetje razširilo na sektor medijskih strežnikov na trgu zabavnih tehnologij s pridobitvijo programske opreme, ki jo je razvila družba Immersive Ltd, ki je dobavljala kontrolne sisteme, ki so se uporabljali na slovesnosti

ob otvoritvi olimpijskih iger 2012 in na zimskih olimpijskih igrah v Sočiju. svojih izdelkov, vključno z dimerji serije ART, Sapphire Media in programsko opremo za medijske strežnike Ai.

Njihovi produkti so:

| Krmilniki | Zatemnjevalniki | Network |
|-------------------|-----------------|--------------------------|
| Arena | Power Cube | Titan Net Processor |
| Quartz | Art 2000Tv | Optical Titan Net Switch |
| Sapphire Touch | Art 2020 T4 | |
| Tiger Touch | Art 2000 T4 | |
| Tiger Touch Wing | | |
| Titan Mobile | | |
| Titan Mobile Wing | | |
| Titan One | | |

Tabela 2: Izdelki proizvajalca Avolites (vir: <https://www.avolites.com/>)

Titan One deluje samo v kombinaciji s računalnikom. Na prvem koncu ima USB priklop ter vezje na drugem pa 5 - polni ženski Xlr priklop. Uporablja se ga krmiljenje inteligentnih luči, dimerjev in drugih Led efektov. Titan One je DMX USB ključek (dongle), ki omogoča izhod ene DMX linije. Predstavlja univerzo z 512 - (2 na 9) kanali. Skupaj s programom Avolites Titan Software lahko dostopamo do vseh features kot so: Pixelmapper, Quicksketch, Media Clip Select, Attribute Control-Blades and ShapeGenerator.



Slika 8: Titan One (vir: <https://www.avolites.com/>)

9. LED par

Led pari so luči, ki se uporabljajo za osvetlitev prireditev ali ambientno osvetlitev prostorov. so različnih izvedb, razlikujejo pa se po obliki ohišja in glede na Barve led diod.

Glede na Oblike ohišij poznamo:

- Flat LED par
- PAR64, PAR56, PAR46, PAR36, PAR30
- PAR za zunanjo uporabo
- Topovske izvedb



Slika 9: Glede na obliko ohišja (vir: Avtor naloge)

Glede na barvo:

- RGB
- RGBW
- RGBWA
- RGBWA-UV
- UV

Enobarvne oz. temperaturo barve:

- WW
- W
- CWWW
- CW-WW-A
- CW



Slika 10: Glede na barvo (vir: <https://www.ebay.com/itm/US-Waterproof-18x18w-RGBWA-UV-6-in-1-led-par-can-light-outdoor-dj-lighting-IP65-/273529645337>)



Slika 11: Glede na temperaturo barve (vir: https://www.thomannmusic.com/led_par_floodlight.html)

10. Izdelava led parov

Za izdelavo dejanskega izdelka sva najprej naredila seznam komponent. Komponente uporabljene za 1 kos izdelka so:

| KOSOVNOST | PREDMET | MODEL OZ. SPECIFIKACIJE |
|-----------|-----------------------|-------------------------|
| 4 | Upor | 120 Ohm, 0.125 W |
| 6 | Upor | 10 kOhm 0.125 W |
| 1 | Upor | 330 Ohm 0.125 W |
| 1 | Upor | 120 Ohm 0.5 W |
| 1 | Upor | 1 kOhm 0.125 W |
| 1 | Folni kondenzator | 330 nF ali 470 nF |
| 3 | Keramični kondenzator | 100 nF |
| 11 | Dioda | 1N4148 |
| 1 | CPU | PIC16F1823-I/P |
| 1 | Regulator napetosti | 78L05 |
| 1 | Demultiplekser | MAX481 |
| 4 | MOS-FET tranzistor | STP20NF06L |
| 1 | Procesor | HCF4017B |
| 1 | LED-dioda | 5mm zelena |
| 1 | Stikalo | DIP stikalo za 10 enot |
| 1 | Podnožje | 14-pin DIP podnožje |
| 1 | Podnožje | 8-pin DIP podnožje |
| 1 | Podnožje | 16-pin DIP podnožje |
| 1 | Vtičnica | ženska XLR |
| 1 | Vtičnica | moška XLR |
| 1 | Vtičnica | Europlug |

Tabela 3: Elementi za izdelavo Led parov (vir: avtor naloge)

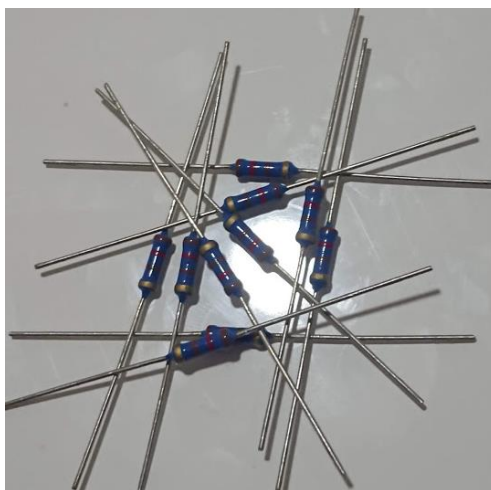
11. Opis uporabljenih elementov

11.1. Upor (resistor)

Upor ali s tujko resistor je eden najbolj uporabljenih elektrotehničnih elementov, katerega glavna lastnost je upornost, njena obratna vrednost je prevodnost. Za izračun upornosti uporabljamo Ohmov zakon

$$R = U/I$$

U je napetost na upor, I pa je električni tok skozi upor.



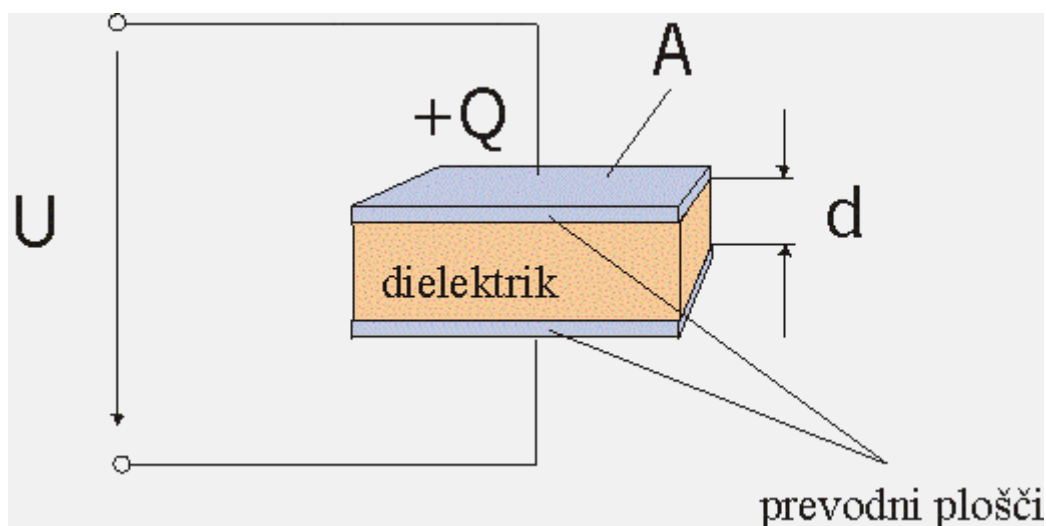
Slika 12: Upori (vir: avtor naloge)

11.2. Kondenzator

Kondenzator je frekvenčno odvisni pasivni element, ki lahko sprejme, shrani in odda elektrino. Osnovna lastnost kondenzatorjev je kapacitivnost. Kapacitivnost je snovno geometrijska lastnost. Kondenzatorji praviloma ne prevajajo toka, razen če so uničeni ali prebiti.

Kondenzatorji so v osnovi sestavljeni iz dveh ploščic, ki se ne stikata, sta pa blizu skupaj, med njima pa je izolator oz. dielektrik.

Shema kondenzatorja:



Slika 13: Zgradba kondenzatorja (vir: http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2002/di/Hodak/Elektricni_kondenzatorji/Index.html)

Osnovno lastnost, se pravi kapacitivnost ploščatega kondenzatorja določi s pomočjo enačbe $C = \frac{Q}{U}$

Poznamo pa še energijo električnega polja. Ta je pri kondenzatorju odvisna od njegove kapacitivnosti in napetosti na samem kondenzatorju $W_e = \frac{C \cdot U^2}{2} [J]$

Kondenzatorji morajo biti ustrezno označeni. Na njih lahko vidimo podatke kot so: nazivna vrednost in toleranca kapacitivnosti, izgubni kot in izgubni faktor ter kvaliteta kondenzatorja, temperaturna odvisnost kondenzatorja, maksimalna dopustna napetost oz. prebojna napetost kondenzatorja.

Prebojna napetost nam pove, pri kateri vrednosti bo kondenzator prebil oz. začel prevajati tok.

11.2.1. Kondenzator v enosmernem (DC) tokokrogu

V enosmernem tokokrogu s kondenzatorjem lahko steče kratkotrajni tok polnjenja ali praznjenja kondenzatorja s elektrino. V enosmernem električnem krogu predstavlja napolnjen kondenzator neskončno upornost

11.2.2. *Kondenzator v izmeničnem (AC) tokokrogu.*

Kondenzator v izmeničnem tokokrogu navidezno prevaja tok. V takem primeru se kondenzator upira z kapacitivno upornostjo $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

11.2.3. *Vzporedna vezava kondenzatorjev*

Vzporedna vezava kondenzatorjev pomeni povečevanje plošč kondenzatorja. Elektrina, ki jo sprejme vzporedna vezava, je enaka vsoti elektrin posameznih kondenzatorjev, prav tako Kapacitivnost vzporedno vezanih kondenzatorjev. Te enaka vsoti kapacitivnosti posameznih kondenzatorjev $C_N = C_1 + C_2 + \dots C_n$. Vzporedna vezava kondenzatorjev razdeli elektrino premo sorazmerno s kapacitivnostjo kondenzatorjev $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{C_1}{C_2}$

11.2.4. *Zaporedna vezava kondenzatorjev*

Zaporedna vezava kondenzatorjev pomeni povečevanje medsebojne razdalje plošč kondenzatorja. Zato zaporedna vezava kondenzatorjev sprejme manj elektrine kot en kondenzator ali kondenzator z najmanjšo kapacitivnostjo. Obratna vrednost kapacitivnosti zaporedno vezanih kondenzatorjev je enaka vsoti obratnih vrednosti kapacitivnosti posameznih kondenzatorjev $\frac{1}{C_N} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots \frac{1}{C_n}$. Vsi kondenzatorji so, ne glede na kapacitivnost, naelektrjeni z enako elektrino. Zaporedna vezava razdeli napetost izvora v obratnem sorazmerju s kapacitivnostjo kondenzatorja.

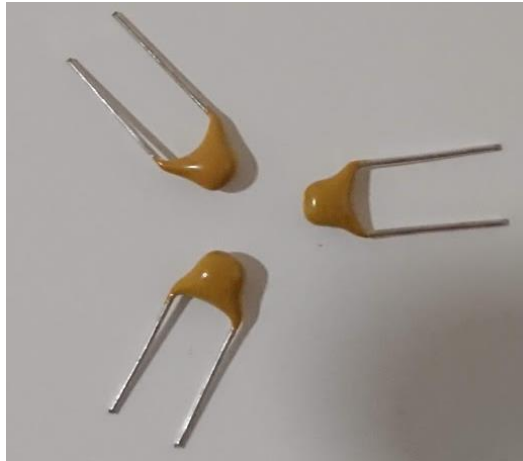
Te dve vezavi uporabljamo takrat ko s enim kondenzatorjem ne moremo zagotoviti željene kapacitivnosti. Zaporedno vezavo lahko uporabimo tudi kot delilnik napetosti, uporabimo jo takrat ko je napetost električnega kroga večja od delovne napetosti kondenzatorja.

11.2.5. *Izvedbe kondenzatorjev*

Poznamo folne, keramični in elektrolitski kondenzator. Za naš projekt smo uporabili folne in keramični kondenzator.

Keramični kondenzator:

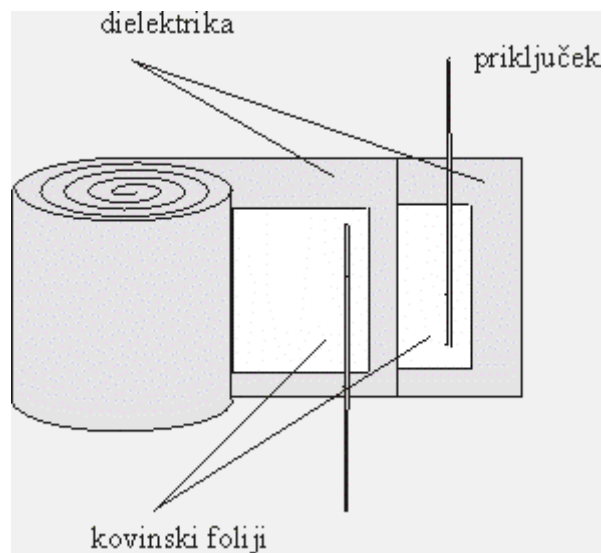
Keramični kondenzatorji so najpogostejše uporabljeni sestavni deli v visokofrekvenčnih vezjih. Keramične kondenzatorje delimo po vrsti uporabljene keramike in po mehanski izvedbi. Poznamo je enoslojna (single-layer) ali večslojna (multi-layer).



Slika 14: Keramični kondenzator (vir: avtor naloge)

Folijski kondenzator:

Folijski kondenzator je sestavljen iz dveh kovinskih in dveh dielektričnih plasti zvitih v folijo.



Slika 15: Zgradba kondenzatorja (vir: http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2002/di/Hodak/Elektricni_kondenzatorji/Index.html)

11.3. Tranzistorji

Tranzistorji so elektronski elementi s tremi priključki, ki se v večini uporabljajo za ojačenje, ali preklapljanje. Je en najbolj zasnovanih elektrotehničnih elementov. Skoraj popolnoma je nadomestil velike energetske potratne elektronke in releje uporabljane za te namene.

Tranzistor je element s tremi priključki. Poleg baze in kolektorja ima še emitor. Gre za polprevodniški element z različnimi kombinacijami PN ali NP spojev. Nosi najmanj kombinacijo treh plasti: NPN ali PNP. Ta polprevodniški element prevaja le ob izpolnjenih naslednjih pogojih:

- Razliki potenciala kolektorja in emitorja
- Ob pravilnem krmiljenju baze (z napetostjo ali tokom)

Poznamo bipolarne in unipolarne tranzistorje. Za izdelavo naše naloge smo uporabili MOS-FET tranzistorje.

11.4. MOSFET tranzistor

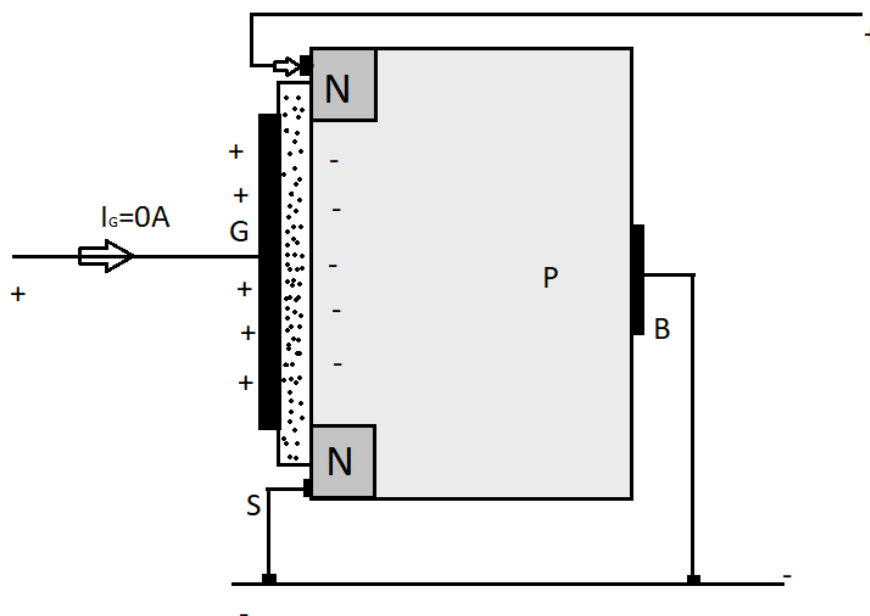
MOSFET (Metal oxide semi-conductor), je tranzistor, sestavljen iz treh plasti kovine, dielektrika in polprevodniškega elementa. Tranzistor spaja izvor s ponorjem. Kovinska elektroda in polprevodniški silicijev substrat z vmesno dielektrično plastjo iz silicijevega dioksida, se obnaša kot majhen kondenzator, posledično ga moramo krmiliti z napetostjo saj kondenzatorji ne prevajajo toka. Če priključimo na krmilno elektrodo ali bazo pozitivno napetost ostaja večina napetosti na izolatorju, ki ima malo gibljivih nosilcev elektrin. Čim višja je pozitivna napetost, tem večja je kapacitivnost kondenzatorja. Poznamo MOSFET z induciranim kanalom in vgrajenim kanalom.

11.4.1. MOS-FET z induciranim kanalom

Če je U_{GS} enak nič, med izvorom (S) in ponorjem (D) ni prevodnega kanala. Ko napetost U_{GS} višamo se med izvorom in ponorjem ustavi prevodni kanal z gibljivimi elektroni. Ta kanal poveže izvor z ponorjem.

Tokovno-napetostna karakteristika MOS-FET z induciranim kanalom:

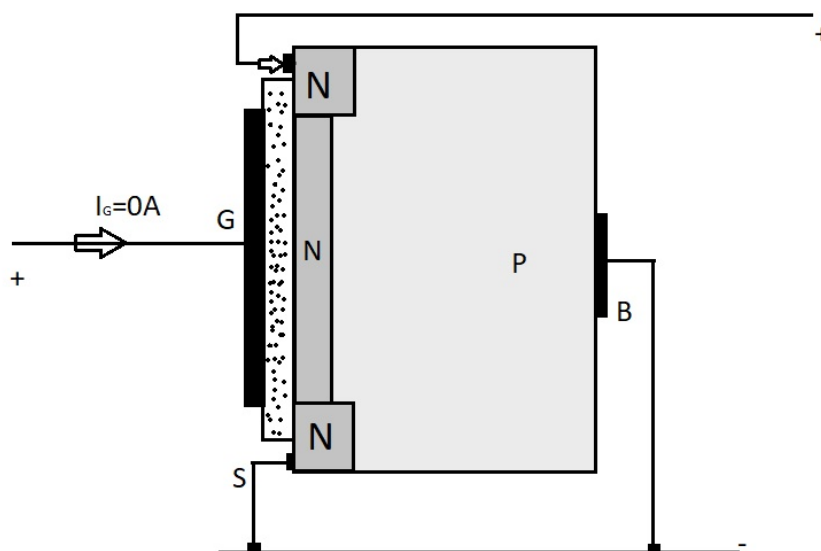
Iz karakteristike vidimo, da tok I_D narašča tem bolj strmo tem bolj narašča U_{GS} . Minimalna napetost pri kateri se kanal ustvari se imenuje napetost pragovna napetost (U_T). Ko se kanal pri dovolj veliki napetosti prešči pne skozi MOS-FET spet teče konstantni tok.



Slika 16: Zgradba MOS-FET s induciranim kanalom (vir: avtor naloge)

11.4.2. MOS-FET z vgrajenim kanalom:

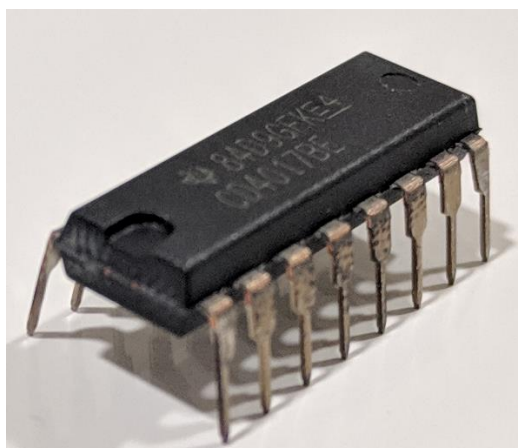
Notranja zgradba MOS-FET z vgrajenim kanalom je popolnoma enaka MOS-FETU z induciranim kanalom, od nje se loči po tem, da ima tehnološko vgrajen kanal, ki povezuje izvor s ponorjem, ko na vhodu oziroma bazi ni priključene napetosti U_{GS} . Če na vhod pripeljemo napetost U_{GS} se na eni strani na kondenzatorju naberejo pozitivni in na drugi strani nosilci elektrine. Če na vhod pripeljemo pozitivno U_{GS} potem se kanal bogati, če pa pripeljemo negativno U_{GS} pa kanal osiromašimo. (To pomeni, da se kanal oža in se pri določeni napetosti preščiipne ali zadrigne)



Slika 17: Zgradba MOS-FETA z vgrajenim kanalom (vir: avtor naloge)

11.5. HCF4017B

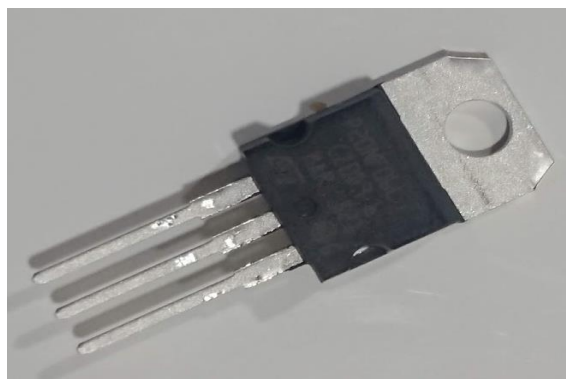
HCF4017B je monoliten integriran tokokrog ustvarjen z metal oksidno polprevodno tehnologijo dostopno v DIP in SOP paketih. HCF4017B je 5-stopenjski Johnson števec, ki ima 10 določenih izhodov. Vhodi vključujejo CLOCK, RESET, in CLOCK INHIBIT signal. Schmittov prožilec v clock vhod tokokrog priskrbi pulz obliko ki dovoljuje neomejen clock vhod kjer se pulz ves čas viša in niža. Ta števec je nadgrajen eno števnem kjer pozitivni signal nakazuje tranzicijo če je SLOCK INHIBIT signal nizek. Števec ki napreduje z clock linijo se nasledi ko je CLOCK INHIBIT signal visok. Visok RESET signal spravi števec v njegovo ničelni stanje. Uporaba Johnsonovega desetiškega števca zagotovi delovanje na visoki hitrosti, 2 vhodni decimalni dekodirnik pa za izhode brez špic. Proti zaporno ščitenje je priskrbljeno in tako zagotovi pravilno števno sekvenco. Dekodirani izhodi so normalno nizki in so visoki le na njihovem časovnem mestu. vsak dekodiran izhod ostane visok za en poln cikel števca. CARRY - OUT signal konča en cikel vsakih 10 vnosov števca in je uporabljen za preverjanje uspešnosti v več nepravni števnih verigi.



Slika 18: HCF4017B (vir: avtor naloge)

11.6. STP20NF06L

Je unipolarni N-MOS-FET tranzistor proizvajalca ST MICROELECTRONICS. Ta je primer za napetost U_{DS} 60V in tok na ponorju 14A. Napetost med vrati (GATE) in izvorom (SOURCE) mora biti +- 18V.

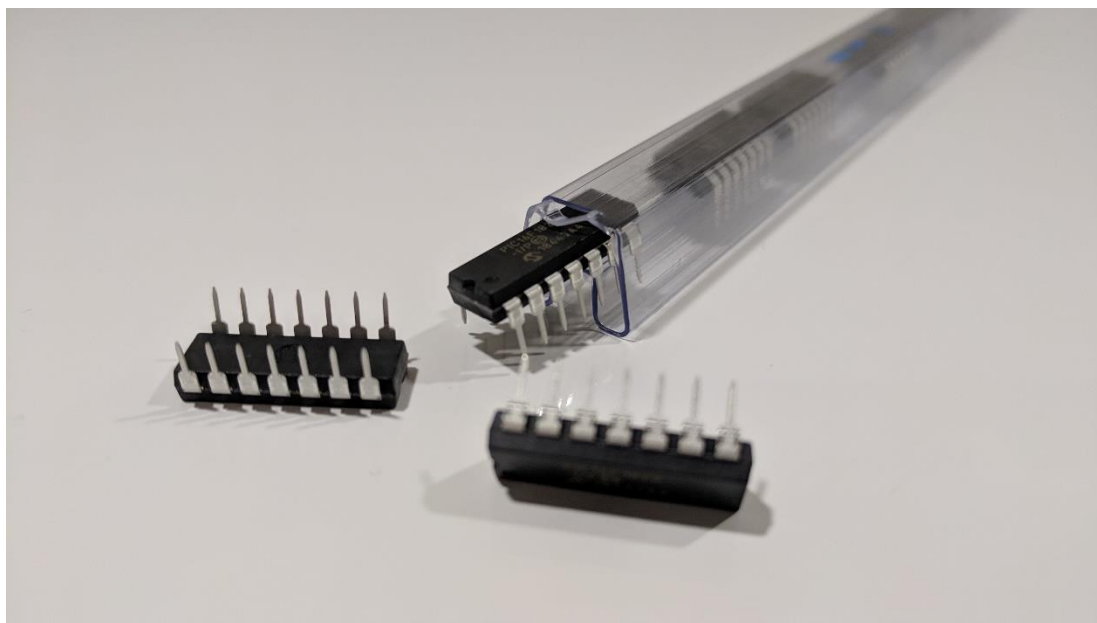


Slika 19: STP20NF06 (vir: avtor naloge)

11.7. PIC16F1823-I/P

Je visoko zmogljiva RISC centralno procesna enota. Vsi enocikelni ukazi razen razvejanih se izvajajo z devetinštiridesetimi navodili. Delovna hitrost je enosmerna(DC)-32MHz clock vhod. Cikel navodil je dolg 125ns. Uporablja globovno nalaganje s 16 nivoji strojne opreme z opcijo prenasajenja/resetiranja. Ima direkten, indirekten ter relati ven način naslavljanja: več polno 16-bitna datotečno izbirna registra, FSR, lahko bere program in podatkovni spomin. Sestava fleksibilnega oscilatorja, točnost le tega je 32 MHz notranjega oscilatorskega odseka: tovarniško umerjen na +-1, z programsko opremo lahko izbiramo frekvence med 31kHz do 32 MHz, 31kHz nizko-močnostni oscilator. Ima 4 kristalne module do 32 MHz in 3 možnosti zunanjega števec a do 32MHz. Ima tudi zaščito pred napakami in omogoča varen izklop če se števec ustavi. Ima 2 hitrostni vklop oscilatorja.

Ta CPU smo morali programirati in nanj naložiti ustrezno DMX programsko kodo:

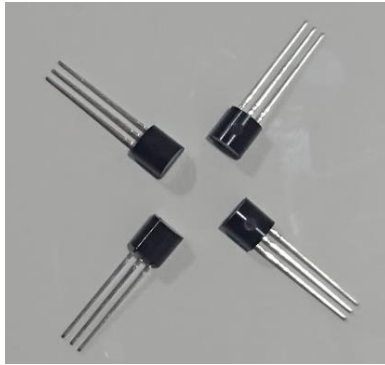



```
:0200000040000FA
:10000000000008A0103280730990083160313910129
:1000100070308F000F1D0A2800308100FF309500DE
:100020000830870083120313871101309300920177
:100030009115203084008001840A841F1B289717A3
:10004000613096000030F200403EF300403EF40084
:10005000403EF5008316031387113C3053200030D7
:10006000871583120313950072084F2073084F20E1
:1000700074084F2075084F2000304F2000304F206B
:1000800000304F2000304F203A3053200A30F10723
:10009000031C2A28F20AF30AF40AF50A2A288C1CFF
:0E00A0004F2895000800F000F00B54280800CF
:02400E00E43399
:00000001FF
```

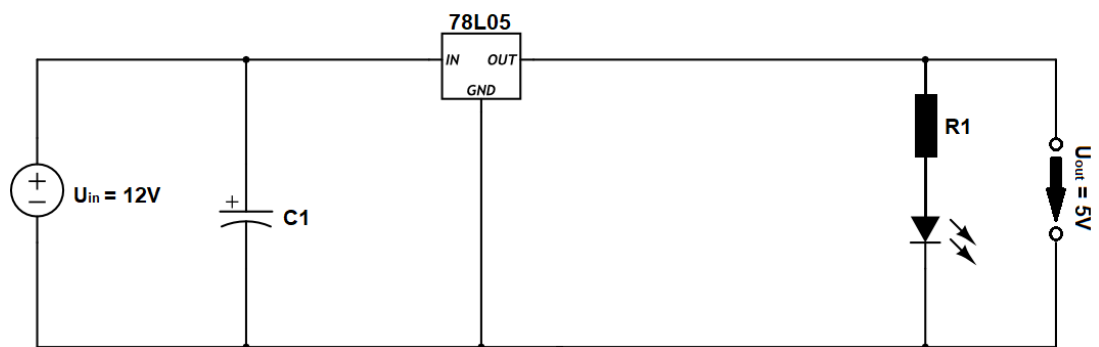
Slika 21: Programska koda za PIC16F1823 - I/P
(vir: <http://picprojects.org.uk/projects/dmx/dmx688/dmx688demotx.HEX>)

11.8. Regulator napetosti 78L05

LM78LXX serije treh termalno pozitivnih regulatorjev so dostopni z različnimi stalno izhodnimi napetostmi, kar jih naredi uporabne za velik nabor nalog. Po navadi so uporabljene, kot Zenerjeve diode ali upori. Ti regulatorji lahko priskrbijo lokalno regulacijo, in eliminirajo distribucijske probleme povezane z eno točkovno regulacijo. Napetosti ki so na voljo dovoljujejo da se LM78LXX uporablja v logičnih sistemih, instrumentih, HIFI, in drugi elektronski opremi. LM78LXX je dostopen v plastičnem Z velikosti, M velikosti in velikosti čipa ki uporablja nacionalno mikro SMD tehnologijo. Z primernimi hladilnimi rebri lahko regulator premore do 100mA izhodnega toka. Tokovna meja je vgrajena tako, da omeji najvišji izhod na varno vrednost. Varno območje varovanja za izhod tranzistorja je preskrbljen za omejitev močnostnega izničenja. Če se začne pregrevati poskrbi termalna zaščita za izklop da se IC ne bi pregrel.



Slika 22: Regulator napetosti 78L05 (vir: avtor naloge)



Slika 23: Priklopna shema 78L05 (vir: avtor naloge)

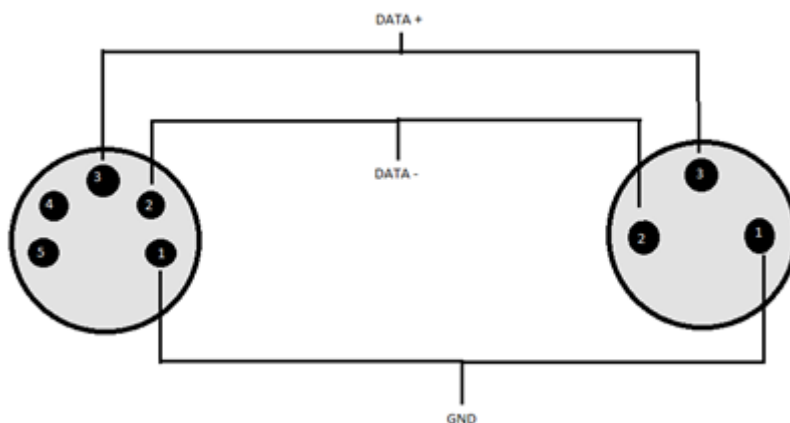
11.9. Dmx Plug:

DMX oz. XLR (po domače canon) je univerzalni priključek za različne naprave. Poznamo več vrst oz. izvedb teh konektorjev. Ločimo jih glede na število polov.

Poznamo:

- 3 polne
- 4 polne
- 5 polne
- 6 polne
- 7 polne

Krmilnik Titan One, ki smo ga kasneje porabila za krmiljenje izdelka, uporablja 5 polni ženski xlr priključek, medtem ko naš izdelek uporablja 3 polni moški vhod. Zaradi tega smo morali izdelati pretvorni kabel z 5 polnim moškim xlr konektorjem in 3 polnim ženskim. Shema vezave kabla



Slika 24: Shema vezave pretvornega kabla (vir: avtor naloge)



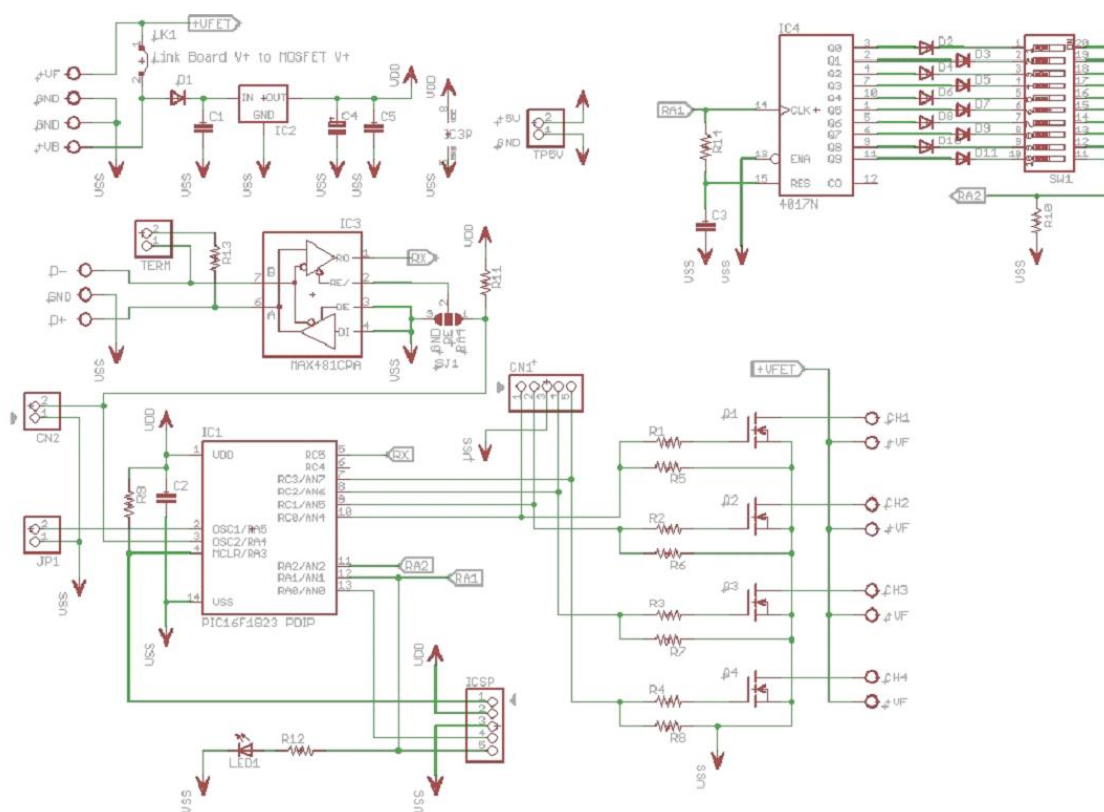
Slika 25: Pretvorni kabel (vir: avtor naloge)

11.10. Ohišje izdelka

Za ohišje smo uporabili ohišja starih Led parov, ki smo jih imeli doma. Uporabili smo 4 aluminijasta in 5 plastičnih.

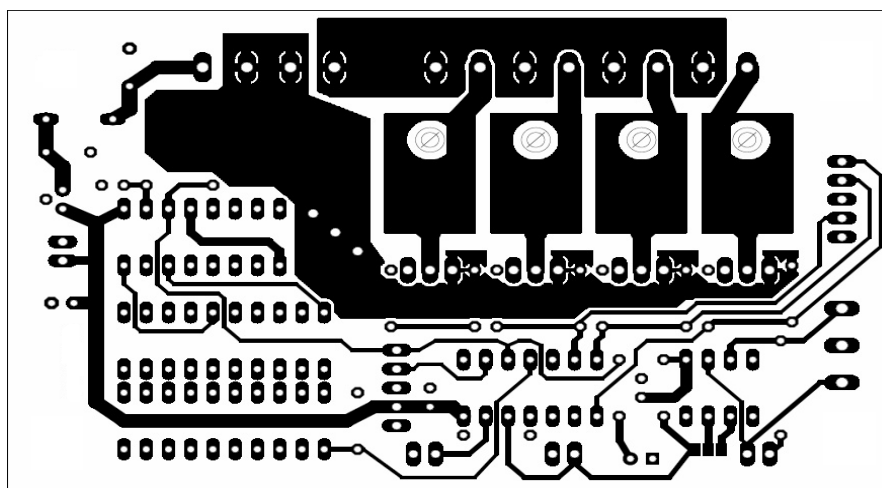
12. Izdelava

Za izdelavo LED parov smo najprej izdelali načrt vezja.

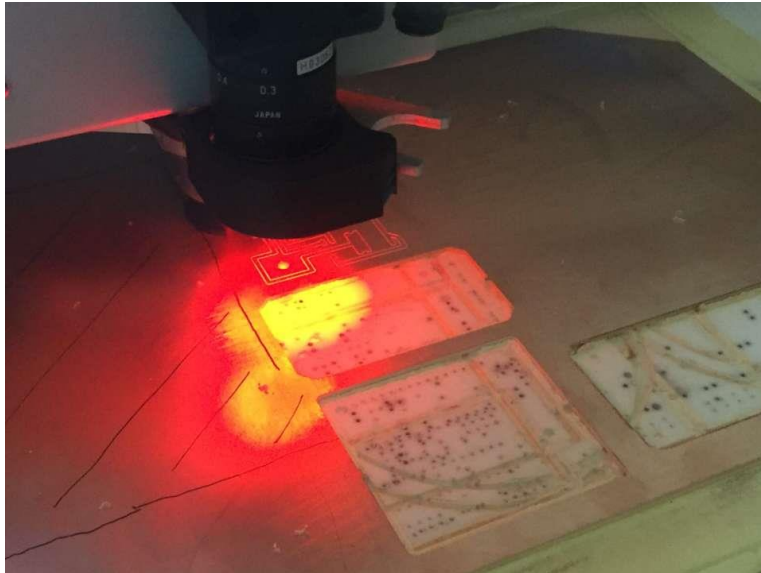


Slika 26: Načrt vezja (vir: avtor naloge) zahtevan popravek

Izdelek smo sestavili na testni ploščici. S tem smo preverili funkcionalnost. Nato smo za vsak izdelek naredili še tiskano vezje, saj je izdelek tako bistveno bolj kompakten in odporen na poškodbe. Tiskano smo načrtovali v programskem okolju Eagle.



Slika 27: Načrt za tiskano (vir: avtor naloge)



Slika 28: Rezkanje tiskanin (vir: avtor naloge)



Slika 29: Izdelek (vir: avtor naloge)

12.1. Testiranje izdelka

Prvo testiranje izdelka je potekalo s Arduino DMX krmilnikom brez DMX shield. To testiranje je bilo zelo zahtevno, a uspešno. Kljub manjšim napak pri mešanju barv smo bili zadovoljni.

Drugo testiranje smo izvedli skupaj s led pari drugega proizvajalca in z DMX shield. To testiranje je zaradi neusklajenosti dveh različnih izdelkov potekalo slabo. Odstranila smo luči drugega proizvajalca in ponovno testirali. Pri tem testu smo lahko uporabila vse funkcije našega izdelka.

Tretje testiranje smo hoteli opraviti s Titan One

To testiranje je potekalo sprva slabo saj se v programskem okolju Avolites ne spoznamo. Na pomoč smo si poklicali certificiranega Avolites tehnika, kateri nam je naredil nekaj scen.

13. Zaključek

Raziskovalno delo nam je pomagalo pri razumevanju delovanja dmx signala. S sestavljanjem vezij smo tudi izboljšali nekatere svoje veščine npr. spajkanje . Ugotovili smo, da je delo z dmx signalom zapleteno in zahteva precej znanja.

14. Rezultati In ugotovitve

Rezultati naše naloge so funkcionalni LED pari RGBW kot ga lahko vidite na sliki _____. Z majhnimi denarnimi sredstvi smo uspeli sestaviti LED par kot ga uporabljajo za osvetlitev na večjih prireditvah.

15. Cilji in Hipoteze

Hipotezo 1: Smo potrdili. V zelo kratkem času nam je uspelo izdelati kar 9 Led parov, primernih za osvetlitev prireditev.

Hipoteza 2: Smo potrdili. Izdelali Smo 4 Led pare iz kovine. Te smo preverili tudi na njihovo trpežnost, kar so uspešno prestali.

Hipoteza 3: Tudi to hipotezo smo potrdili, saj so naši pari fleksibilni in mobilni. Imajo tudi lastno napajanje iz baterije.

Hipoteza 4: Smo delno potrdili. Sicer jih lahko krmilimo s samo 6 kanali, a za popoln izgled in uporabo vseh funkcij je potrebno imeti več kanalov.

Hipoteza 5: To hipotezo smo zavrgli. Ugotovili smo, da za krmiljenje več Led Parov hkrati ni najbolj primerna. Prav tako je z izdelovanjem scen. Te zahtevajo veliko časa, zato nujni popravki takoj niso mogoči. Uspelo nam je tudi prelivanje barv z ploščico, a je stvar za vsakdanjo uporabo prezahtevna. Na koncu smo le uporabili Titan One Krmilnik podjetja Avolites.

16. Družbena odgovornost

Z našim projektom krmiljenim LED par z dmx signalom bi lahko prispevali k družbeno odgovornemu dejanju človeka na različnih področjih človekove dejavnosti. Področja na katerih bi lahko s projektom doprinesli k družbeno odgovornemu ravnanju so področje ekologije, kot na področju kulturnega uprizarjanja. Uporabili bi ga lahko na področju zunanje ambientne osvetlitve, kot tudi za nadomestite semaforizacije v prometu. Z našim izdelkom se pravi pravilno krmiljeno svetlobo lahko vplivamo na počutje ljudi, kar doprinese k odgovornosti. Prav tako je izdelek dober s strani transparentnosti, saj so podatki zelo pregledni v smislu dostopnosti spletnih virov. K etničnemu obnašanju doprinesemo z dobrim namernim vplivanju na zdravje ljudi. Spoštujemo interese deležnikov, kar se kaže v spoštovanju osebne integritete deležnikov za prijazne bivalne prostore. Spoštujemo tudi vladavine pravo,

uporabljamo materialno v skladu z smernicami EU. Moramo spoštovati mednarodne norme obnašanja. Izdelek zastopa in upošteva načela pravne države spoštovanja človekovih pravic, ter upoštevanja pravic do ugodnega počutja.

17. Viri in literatura

Dostopno na: <http://picprojects.org.uk/projects/dmx/dmx805/> (9.2.2019)

Dostopno na: <https://www.arduino.cc/> (23.1.2019)

Dostopno na: https://www.thomannmusic.com/led_par_floodlight.html (4.2.2019)

Dostopno na: http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2002/di/Hodak/Elektricni_kondenzatorji/Index.html (30.1.2019)

Dostopno na: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stp20nf06l.pdf> (22.1.2019)

Dostopno na: <https://www.st.com/resource/ja/datasheet/CD00000366.pdf> (5.2.2019)

Dostopno na: <https://eu.mouser.com/ProductDetail/Microchip-Technology/PIC16F1823-I-P?qs=bxUt0k7cytLvC1EeiFMzg%3D%3D> (8.1.2019)

Dostopno na: <https://eu.mouser.com/datasheet/2/268/40001413E-768343.pdf> (10.1.2019)

Dostopno na: <http://users.ece.utexas.edu/~valvano/Datasheets/LM78L05.pdf> (20.1.2019)

Dostopno na: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Upor_\(elektrotehnika\)](https://sl.wikipedia.org/wiki/Upor_(elektrotehnika)) (21.1.2019)

Dostopno na: <https://www.avolites.com/> (28.1.2019)

Dostopno na: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX1487-MAX491.pdf> (17.1.2019)

Dostopno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/DMX512> (3.1.2019)

Dostopno na: <http://picprojects.org.uk/projects/dmx/dmx688/dmx688demotx.HEX> (4.1.2019)

Dostopno na: <https://www.ebay.com/itm/US-Waterproof-18x18w-RGBWA-UV-6-in-1-led-par-can-light-outdoor-dj-lighting-IP65-/273529645337> (7.2.2019)