



.....
Srednja šola za kemijo,
elektrotehniko in računalništvo

VRTEČA LED KROGLA

Raziskovalna naloga

Mentor:

Gregor Kramer

Avtor:

Filip Koceli

Celje, marec 2020

KAZALO VSEBINE

1 POVZETEK	4
2 UVOD	5
2.1 Predstavitev raziskovalnega problema	5
2.2 Hipoteze	5
2.3 Opis raziskovalnih metod	5
3 NAČRTOVANJE	6
4 NAČTOVANJE TISKANEGA VEZJA	7
4.1 Autodesk Eagle	7
4.2 Izdelava vezja	9
5 PROGRAM	10
5.1 Program za elektro motor	10
5.2 Program za LCD ekran	12
5.3 Program za LED diode	13
6 ELEMENTI	15
6.1 Arduino Nano	15
6.2 LCD zaslon	16
6.3 I2C komunikacijski modul	16
6.4 Drsni obroč	17
6.5 Elektro motor	18
6.6 Potenciometer	18
6.7 Tipke	19
6.8 LED diode	19
6.9 Upori	20
7 MODELIRANJE	20
7.1 Fusion 360	20
7.2 3D tiskanje	22
8 KONČEN IZDELEK	23
9 RAZPRAVA	25
10 ZAKLJUČEK	26
11 VIRI IN LITERATURA	27

ZHAVALA..... 28

KAZALO SLIK

Slika 1: shema vezja 7
 Slika 2: načrt tiskanega vezja 8
 Slika 3: tiskano vezje 9
 Slika 4: programska koda za motor..... 11
 Slika 5: programska koda za ekran..... 12
 Slika 6: duty cycle 13
 Slika 7: del programske kode za LED..... 13
 Slika 8: del programske kode za LED..... 14
 Slika 9: Arduino Nano..... 15
 Slika 10: LCD zaslon..... 16
 Slika 11: I2C modul..... 17
 Slika 12: drsni obroč - zgradba 17
 Slika 13: drsni obroč..... 17
 Slika 14: uporabljen DC motor 18
 Slika 15: potenciometer 18
 Slika 16: tipka 19
 Slika 17: LED diode 19
 Slika 18: upor 20
 Slika 19: načrt modela..... 21
 Slika 20: 3D model 21
 Slika 21: predogled tiskanja 22
 Slika 22: 3D tiskalnik med delom 22
 Slika 23: končan izdelek 23
 Slika 24: izdelek v akciji 24
 Slika 25: izdelek v akciji 24

1 POVZETEK

Za raziskovalno nalogo sem se odločil izdelati vrtečo LED kroglo. To so v bistvenem 3 LED diode, postavljene v obliki tri krake zvezde, ki se vrtijo s pomočjo elektro motorjev v dveh oseh.

Utripanje LED diod se da poljubno nastavlja, in iz tega dobimo najrazličnejše vzorce katerih se težko naveličamo. Najprej sem izdelal tiskano vezje nato program, nazadnje pa sem se poglobil v modeliranje, kjer sem porabil največ časa. Med postopkom izdelave sem se soočal s težavami, tako v programskem kot mehanskem delu, vendar mi je uspelo izdelek pripeljati do cilja. V nalogi sem potrdil vse hipoteze, ki sem si jih zastavil.

2 UVOD

2.1 Predstavitev raziskovalnega problema

Za to nalogo oz. projekt sem odločil predvsem zaradi vizualnih učinkov, ki jih je možno doseči z samo nekaj truda ter znanosti v elektroniki. Izdelek ni namenjen, da bi koristil našemu vsakdanjem življenju, temveč, da nam ga zabava in da nam popestri dan ko se počutimo zdolgočaseno. Res je, da podobni izdelki že obstojijo, vendar niso za masovno prodajo, temveč so vsi podobni izdelki kot domač projekt. Ko drugim poskušam razložiti kaj vrteča LED krogla sploh je, najlažje razložim tako, da jim na internetu pokažem že obstoječe izdelke, saj si ga je samo z besedami težko predstavljati, kar je tudi razlog zakaj sem se odločil za ta izdelek. Želja po novem znanju ter končni rezultat sta mi dajala spodbudo, da sem iztisnil vse od sebe in pripeljal izdelek do konca poti.

2.2 Hipoteze

- Izdelek izvaja krožna gibanja led diod v dveh oseh,
- krmiljenje je izvedeno z mikrokrmilnikom, ki omogoča različne hitrosti vrtenja in izrisovanje različnih barvnih odtenkov,
- konstrukcija je v celoti izdelana s 3D tiskalnikom.

2.3 Opis raziskovalnih metod

Za vrtečo LED kroglo sem se navdušil, ko sem na spletu gledal posnetke o zanimivih izdelkih, ki jih je možno izdelati doma. Vrteča LED krogla se mi je zdela še najbolj zanimiv izdelek, zato sem se še dodatno poglobil oz. pozanimal glede tega in kar hitro začel razmišljati kako bi bilo vse izvedljivo. Po ugotovitvi, da imam potrebno znanje in material za izdelavo se je najprej začelo načrtovanje, kaj kmalu pa sem naletel na nekaj problemov, ki so mi uničevali načrte, ampak sem v vsakem primeru pripeljal izdelek do konca.

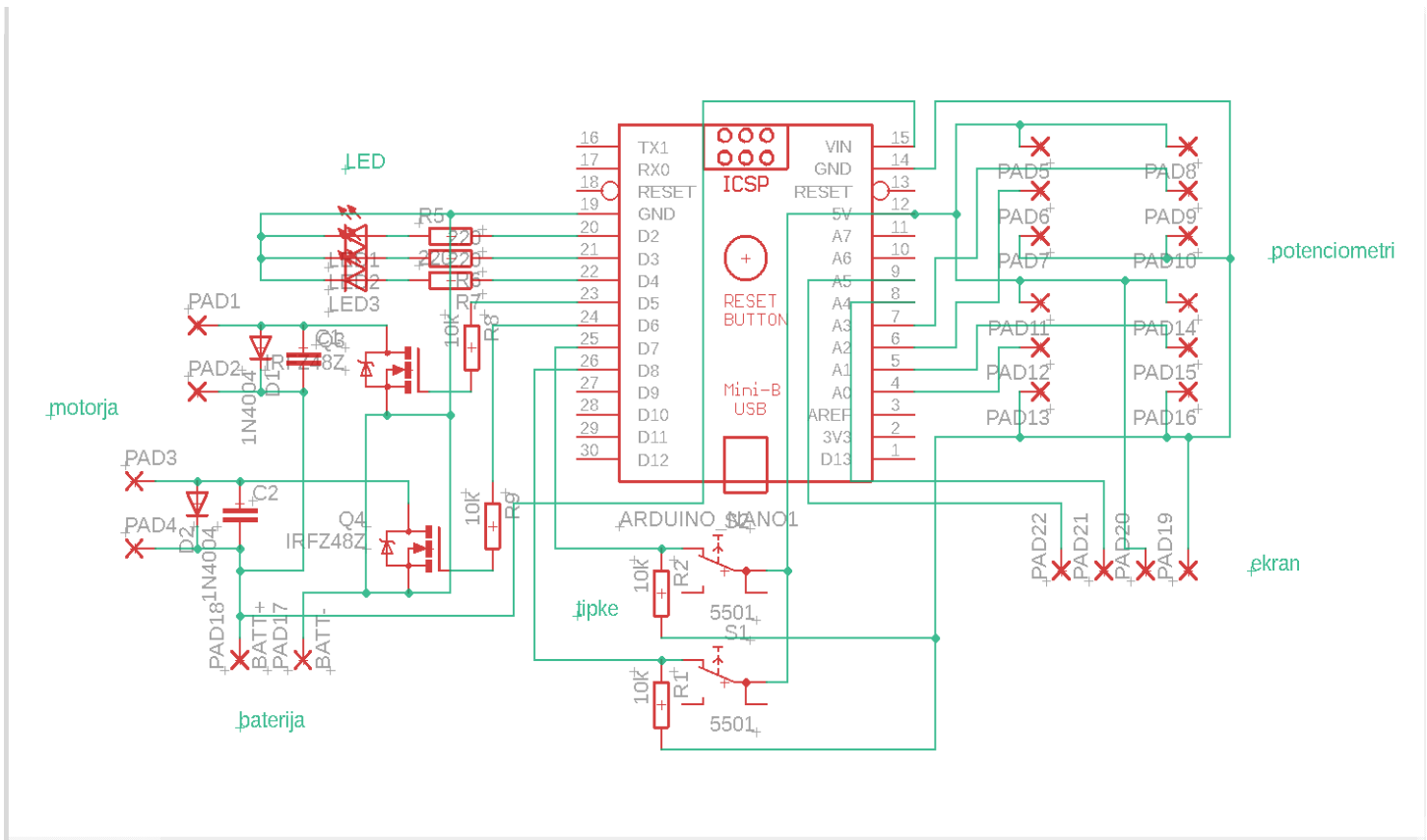
3 NAČRTOVANJE

Ves projekt vrteče LED krogle se je najprej začel v mislih in nato na papirju. Nalogo se je razdelilo na mehanski in električni del, kjer so se pri obeh delih pojavljale težave. Najprej sem se poglobil v elektronski del, saj sem že imel predznanje, ki mi je koristilo zasnovati električno vezje ter program za izdelek. Najprej sem se poglobil v izdelavo tiskanega vezja. Prvotno sem si na list papirja skiciral približno kako bo vezje izgledalo in kam bodo elementi priključeni. Naslednja faza je bila spremeniti skico vezja v elektronsko obliko, kjer sem uporabljal program Autodesk Eagle, ki se uporablja za natančno risanje tiskanih vezij. Na koncu se je virtualno skico vezja natisnilo v fizično obliko. Drugi del naloge je bil izdelava programa za mikrokontroler Arduino Nano. Zraven bo tudi LCD ekran, kjer bodo zapisani vsi potrebni podatki. Ostalo je še samo izdelava ohišja, kjer pa sem porabil zelo veliko časa, saj nisem imel nič predznanja o modeliranju in sem ves model sam zasnoval od začetka in do konca. Pri izdelovanju sem poskušal uporabiti čim več materiala, ki smo ga že imeli doma, da bi zmanjšal stroške izdelave.

4 NAČTOVANJE TISKANEGA VEZJA

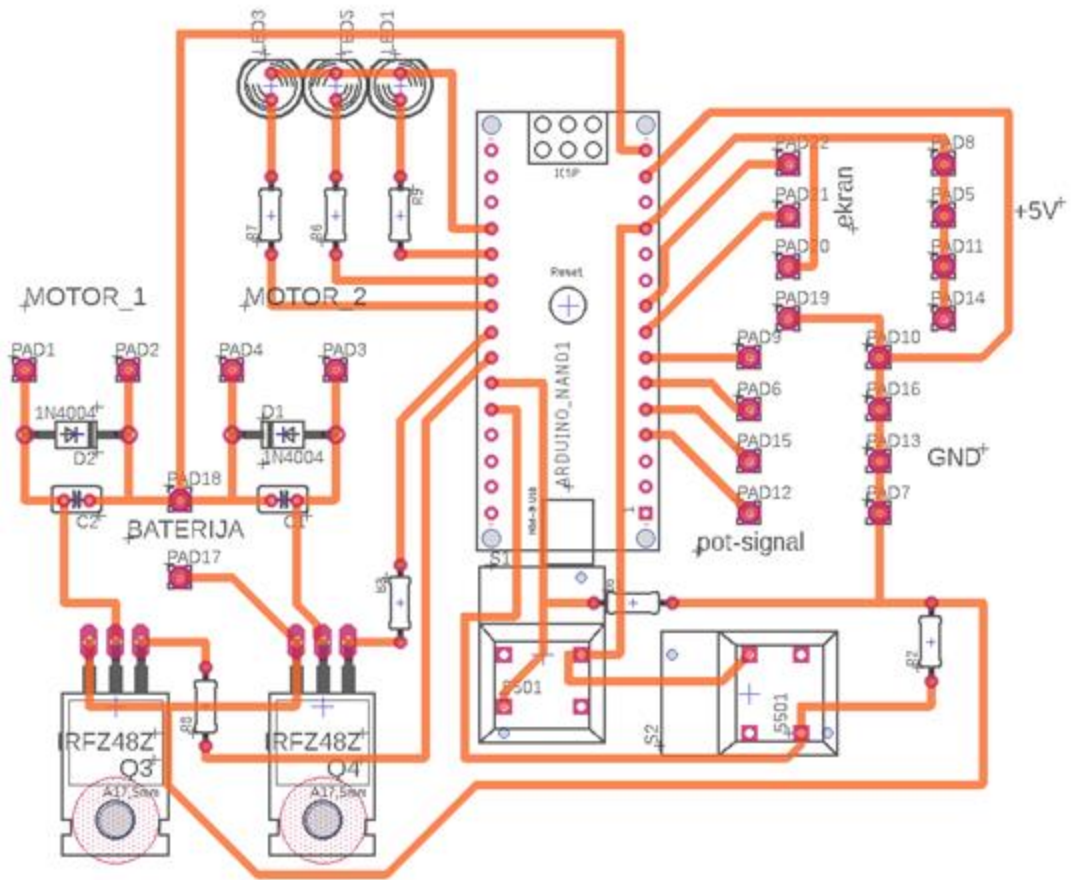
4.1 Autodesk Eagle

Samo vezje ni kaj dosti komplicirano. Na list papirja sem najprej skiciral približno kako je kaj zvezano, kako bo izgledalo in katere vse elemente potrebujem. Ko sem bil zadovoljen ter prepričan da je vezje funkcionalno, sem ga začel natančneje načrtovati v računalniškem programu Autodesk Eagle. To je programska oprema za elektronsko oblikovanje tiskanih vezij (PCB). Dosti znanja glede oblikovanja tiskanih vezij sem že pridobil v šoli, tako da pri tem nisem imel nobenih težav.



Slika 1: shema vezja

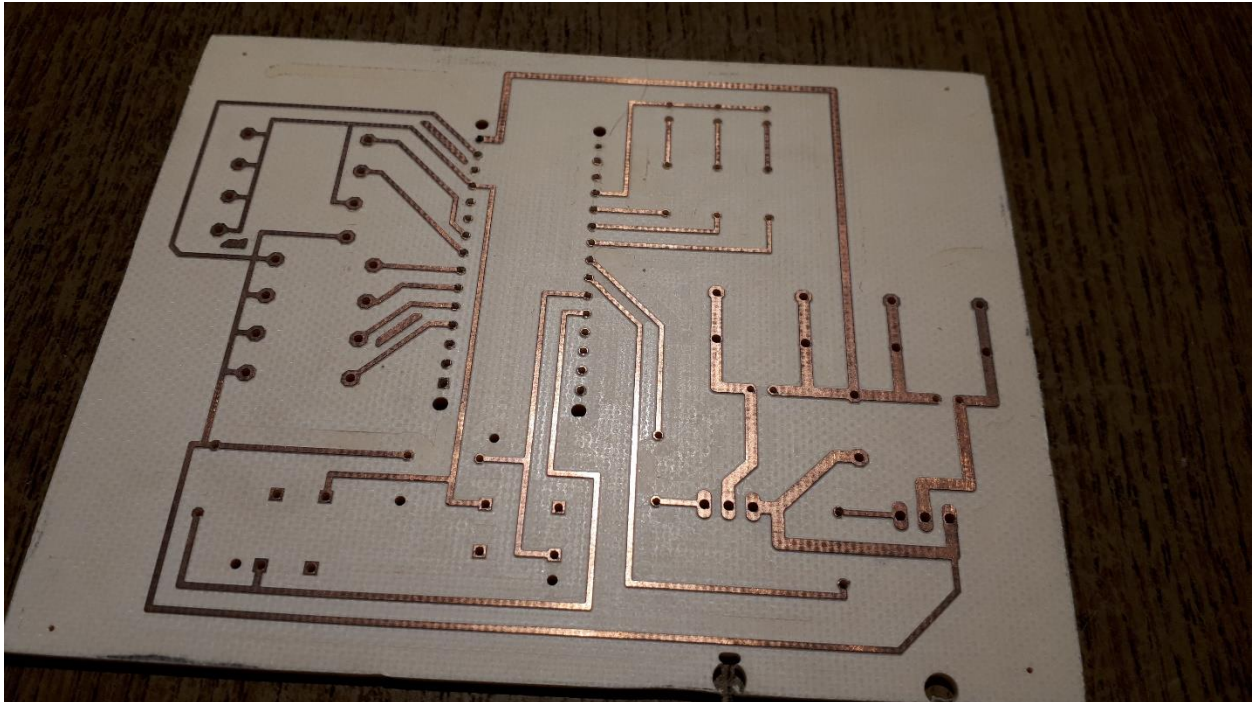
Vrteča LED krogl



Slika 2: načrt tiskanega vezja

4.2 Izdelava vezja

Ko je bilo vezje ustrezno sestavljeno smo ga v šoli izrezkali. Debelina osnovnih povezav je 0.8mm, kar zadostuje, saj je za potenciometre, tipke in LCD ekran potrebno le malo električnega toka. Debelina vezav je širša za napajanje elektro motorjev in Arduina, kjer je 1.2mm, kar bi moralo zadoščati, če bi pa bilo premalo, je pa možno posebej spajkati dodatne kable.



Slika 3: tiskano vezje

5 PROGRAM

Čeprav za programiranje ni veliko elementov, je bilo dosti programiranja. Programsko kodo sem razdelil na tri dele. Najprej sem vsak del posebej testiral, če pravilno deluje, nato sem pa vse združil v isto programsko kodo.

5.1 Program za elektro motor

V vezju so uporabljene samo dve tipki, ki so uporabljene za vklop in izklop elektromotorjev. Vsaka tipka kontrolira svoj motor preko mos-fet tranzistorja. Tipki sta vezani na Arduino Nano, kjer pa programsko kontrolirajo določen izhod na mikrokrmilniku, ki je namenjen za mos-fet in posredno DC motor. Program je narejen tako da, ko enkrat pritisnemo na tipko se bo določen DC motor začel vrteti z določeno hitrostjo, ki je definirana v programu, ko pa drugič pritisnemo se bo pa motor ustavil.

Vrteča LED kroglja

```
int MOT = 0;
int buttonNew;
int buttonOld = 1;
void setup() {
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(2, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  buttonNew = digitalRead(2);
  if (buttonOld == 0 && buttonNew == 1) {
    if (MOT == 0) {
      analogWrite(9, 45);
      MOT = 1;
      Serial.println("on");
    }
    else {
      analogWrite(9, 0);
      MOT = 0;
      Serial.println("off");
    }
  }
  buttonOld = buttonNew;
  delay(20);
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(200);
}
```

Slika 4: programska koda za motor

5.2 Program za LCD ekran

LCD ekran uporabljam za izpisovanje vrednosti potenciometrov. Na ekranu se izpisuje trenutna frekvenca utripanja LED diod ter trenutni duty cycle vsake LED diode. Za vezavo ekrana je potrebnih 8 pinov na mikrokrmilniku in potenciometer, ampak Arduino Nano nima dovolj pinov, ki niso uporabljeni za ostale elemente, zato je vmes uporabljen I2C člen, ki omogoča programiranje z samo štirimi pini.

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
}

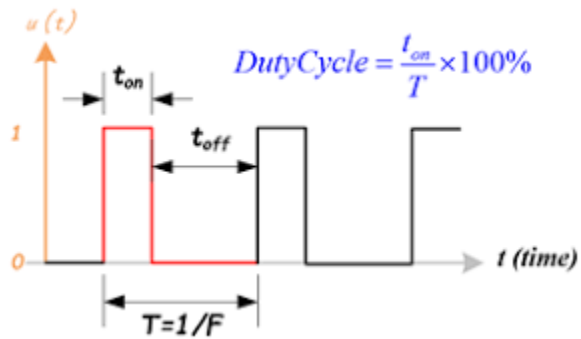
void loop() {
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("F=");
  lcd.setCursor(2, 0);
  lcd.print(perioda_scaled);
  lcd.setCursor(8, 0);
  lcd.print("Ze=");
  lcd.setCursor(11, 0);
  lcd.print(duty1);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Rd=");
  lcd.setCursor(2, 1);
  lcd.print(duty2);
  lcd.setCursor(8, 1);
  lcd.print("Mo=");
  lcd.setCursor(11, 1);
  lcd.print(duty3);
  delay(500);
}

```

Slika 5: programska koda za ekran

5.3 Program za LED diode

LED diode bodo poljubno utripale medtem, ko se bodo vrtele. En potenciometer nastavlja frekvenco utripanja vseh LED diod, ostali pa razmerje med t_{on} ter t_{off} , kot prikazano na sliki 6, torej razmerje med prižganim in ugasnjenim stanjem posamezne LED diode v enem ciklu. To pa predstavlja programski problem, ker funkcija mapiranja ne deluje dovolj hitro in se zato utripanje ne izvaja pravilno, kar je možno odpraviti z uporabo direktnega vpisovanja v registre.



Slika 6: duty cycle

```

void timer1_init() {
  TCCR1B |= 2; //preddelilnik
  TCNT1 = 64910;
  TIMSK1 |= (1 << TOIE1);
  sei();
}

unsigned long old = 0;
void setup() {
  DDRC |= 0b00111000;
  TCCR1A = 0;
  TCCR1B = 0;
  timer1_init();
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("ok");
  old = millis();
}

void loop() {
  perioda = analogRead(A0);
  perioda_scaled = map(perioda, 0, 1023, 50, 10000);
  duty1 = analogRead(A1);
  duty2 = analogRead(A2);
  duty3 = analogRead(A3);
  if (millis() - old >= 100) {
    sirina3 = map(duty3, 0, 1023, 0, perioda_scaled);
    sirina1 = map(duty1, 0, 1023, 0, perioda_scaled);
    sirina2 = map(duty2, 0, 1023, 0, perioda_scaled);
    old = millis();
    sprintf(buffer_izpis, "Perioda: %d , Duty1: %d, Duty2: %d, Duty3: %d \r", perioda_scaled, sirina1, sirina2, sirina3);
    Serial.print(buffer_izpis);
  }
}

```

Slika 7: del programske kode za LED

```

ISR(TIMER1_OVF_vect) {
    TIMSK1 &= ~(1 << TOIE1);
    stevec++;
    //-----
    if (stevec == 0) {
        PORTC|=(1<<PC2) | (1<<PC1) | (1<<PC0);
        vrednost |= 0b00111000;
    }
    if (stevec >= sirina3) {
        digitalWrite(37, LOW);
        PORTC&=~(1<<PC0);
        vrednost &= ~(1 << PB3);
    }
    if (stevec >= sirina1) {
        digitalWrite(35, LOW);
        PORTC&=~(1<<PC2);
        vrednost &= ~(1 << PB4);
    }
    if (stevec >= sirina2) {
        digitalWrite(36, LOW);
        PORTC&=~(1<<PC1);
        vrednost &= ~(1 << PB5);
    }
    if (stevec >= perioda_scaled) {
        stevec = -1;
        refresh_enable=1;
    }
    //-----
    PORTC = vrednost;
    TCNT1 = 64910;
    TIMSK1 |= (1 << TOIE1);
}

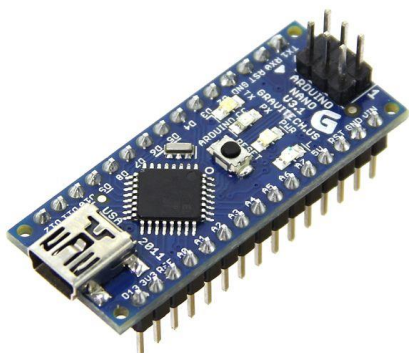
```

Slika 8: del programske kode za LED

6 ELEMENTI

6.1 Arduino Nano

Arduino Nano je majhno mikrokrmilniško vezje, ki je prilagojeno za vstavljanje na testno ploščo (breadboard), in temelji na mikrokontrolerju ATmega328p. Plošča je zasnovana tako, da bi bilo programiranje z uporabo elektronike bolj enostavno. Programska oprema je sestavljena iz standardnega programskega jezika, prevajalnika in zagonskega nalagalnika, ki se izvaja na mikrokrmilniku. Razvojne plošče Arduino so naprodaj že sestavljene ali pa v »sestavi sam« izvedbi. Mikrokrmilnik so razvili na šoli oblikovanja v italijanskem mestu Ivrea in predstavlja enega zgodnjih mejnikov gibanja odprto kodne strojne opreme. Mikrokrmilnik je v projektu uporabljen kot kontrolna enota za LED diode in elektro motorja.



Slika 9: Arduino Nano

Mikrokontroler: ATmega328

Spomin: flash (32KB), SRAM (2KB)

Analogni vhodni pini: 8

Poraba energije: 19 mV

Obratovalna napetost: 5V

Vhodno/izhodni pini: 22

Vhodna napetost: 7-12 V

Velikost: 18 x 45 mm

6.2 LCD zaslon

LCD zaslone omogočajo izpisovanje črk, števil in ostalih znakov. Uporabljamo jih kot vmesnike med uporabnikom in elektronsko napravo. Uporabil sem dvovrstični LCD prikazovalnik z lastno osvetlitvijo, ki ima v vsaki vrstici po 16 znakov. LCD zaslone z možnostjo osvetlitve zaslona imajo 16 priključkov zaslone brez osvetlitve pa 14, jaz sem uporabil zaslon z osvetlitvijo. Zaslon uporabljam za izpisovanje vrednosti potenciometrov, katere določajo kakšen bo prikazan vzorec na LED krogli, in če mi je kakšen vzorec všeč si lahko zapišem kakšne so vrednosti, da ga lahko še kdaj ponovim.



Slika 10: LCD zaslon

6.3 I2C komunikacijski modul

Enostavne izvedbe so povezane z dejstvom, da sta za komunikacijo med do skoraj 128 napravami pri uporabi 7-bitnih naslovov in do skoraj 1024 naprav pri naslovu 10 bitov potrebni le dve žici. Ti dve žici sta serial clock (SCL) in serial data (SDA). Ti dve vodili sinhronizirata in prenašata podatke med več napravami. V mojem primeru uporabljam ta modul, da lahko za ekran porabim samo 4 žice, namesto 10 za LCD prikazovalnik.



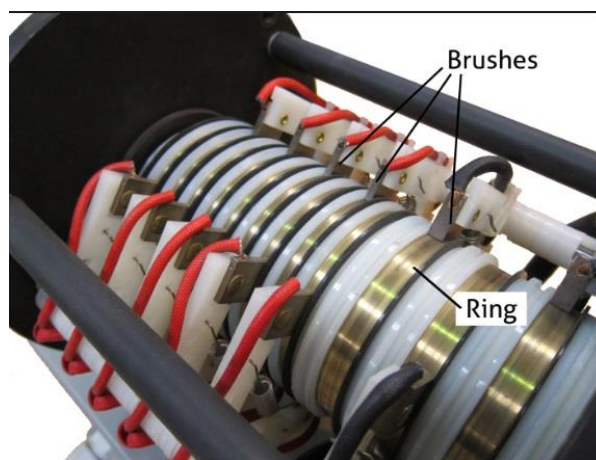
Slika 11: I2C modul

6.4 Drsni obroč

Drсни obroč je elektromehanska naprava, ki omogoča prenos napajalnih in električnih signalov iz stacionarne v vrtljivo strukturo. Drsní obroč se lahko uporablja v katerem koli elektromehanskem sistemu, ki med vrtenjem zahteva prenos moči ali signalov. Lahko izboljša mehanske zmogljivosti, poenostavi delovanje sistema in odstrani žice, nagnjene k poškodbam, ki visijo s premičnih sklepov. Obstaja več vrst drsnih obročev.



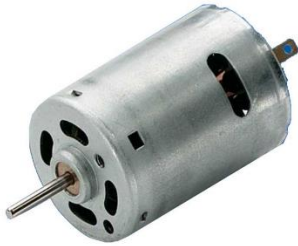
Slika 13: drsni obroč



Slika 12: drsni obroč - zgradba

6.5 Elektro motor

Elektromotor je električni stroj, ki pretvori električno energijo v mehansko energijo. Večina elektromotorjev deluje s pomočjo interakcije med magnetnim poljem motorja in električnim tokom v žičnem navitju, da ustvari silo v obliki vrtenja gredi.



- Diameter motorja: 28mm
- Premer osi: 2,3 mm
- Obratovalna napetost: 3-9 V
- Maksimalna poraba moči: 3.5 A
- Hitrost rotacije: 5000-15000 obratov na minuto

Slika 14: uporabljen DC motor

6.6 Potenciometer

Potenciometer je tristrani upor, ki je različnih vrednosti, z drsnim ali vrtljivim kontaktom, ki tvori nastavljiv delilnik napetosti. Potenciometri se običajno uporabljajo za krmiljenje električnih naprav, kot so nadzor glasnosti zvočne opreme. V projektu so uporabljeni za nastavljanje frekvence in duty cycla.



Slika 15: potenciometer

6.7 Tipke

Tipke samo sklenejo kontakt med dvema žicama. V projektu so uporabljene samo za vkapljanje in izklapljanje motorjev.



Slika 16: tipka

6.8 LED diode

Svetleča dioda je polprevodniški elektronski element. Njene električne karakteristike so podobne navadni polprevodniški diodi s to razliko, da kadar prevaja tok sveti. Razlikujejo se po barvi, velikosti, 17 obliki in električnih karakteristikah. Svetloba, ki jo oddajajo ima valovno dolžino v ozkem pasu. Izkoristek svetleče diode je mnogo boljši kot pri žarnici z žarilno nitko. Poleg boljšega izkoristka jih odlikuje tudi daljša življenjska doba, ki znaša okoli 50000 ur, za razliko od navadne žarnice, kjer je 1000 ur.



Slika 17: LED diode

6.9 Upori

Upor je eden najpomembnejših in najbolj uporabljenih elektrotehničnih in elektronskih elementov, čigar glavna veličina je upornost oz. njena obratna vrednost – prevodnost. So lahko najrazličnejših vrednosti. Upor v bistvenem zmanjša oz. omeji tok in napetost. Jaz uporabljam upore za izničenje povratnega signala, ki ga lahko povzročijo nekateri elementi, kar lahko škoduje mikrokontrolniku.



Slika 18: upor

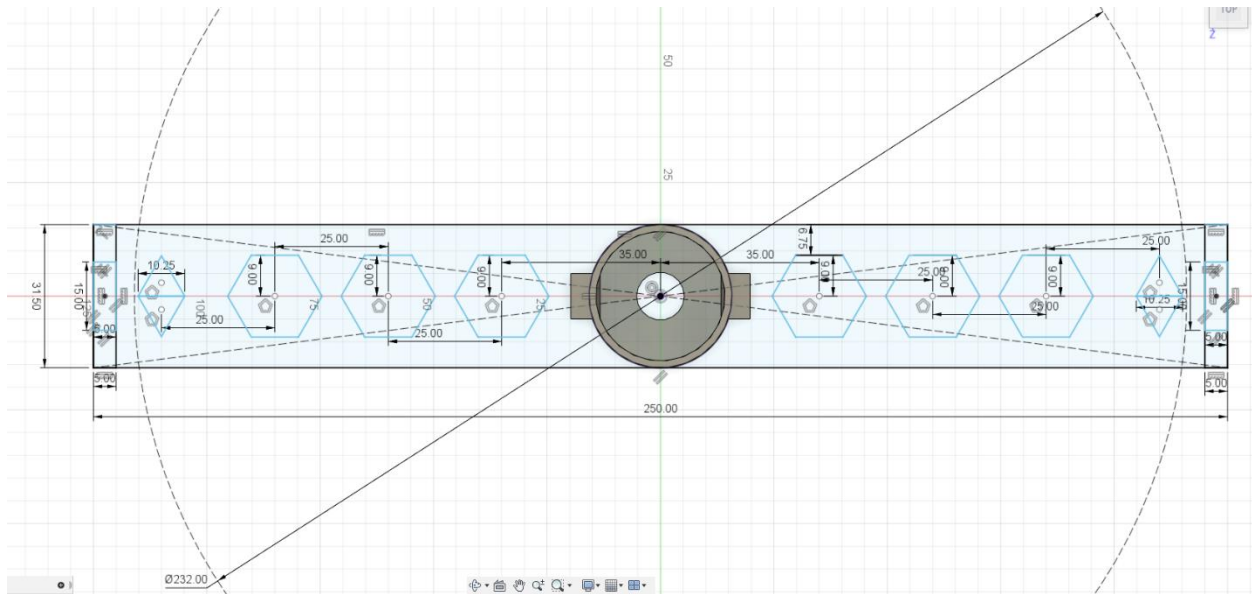
7 MODELIRANJE

Modeliranje ter načrtovanje oblike izdelka je vzelo največ časa, saj sem začel z nič predznanja na tem področju. Za zgled sem jemal že obstoječe izdelke, ki so mi dali idejo kako približno mora delovati. Izdelek sem postopoma načrtoval in izdeloval po delih zaradi lažjega popravljanja napak. Izdelek je zasnovan iz več manjših delov, namesto iz enega samega ohišja, zaradi lažjega sestavljanja in tudi ker je preveliko, da bi dal vse na enkrat 3D tiskati.

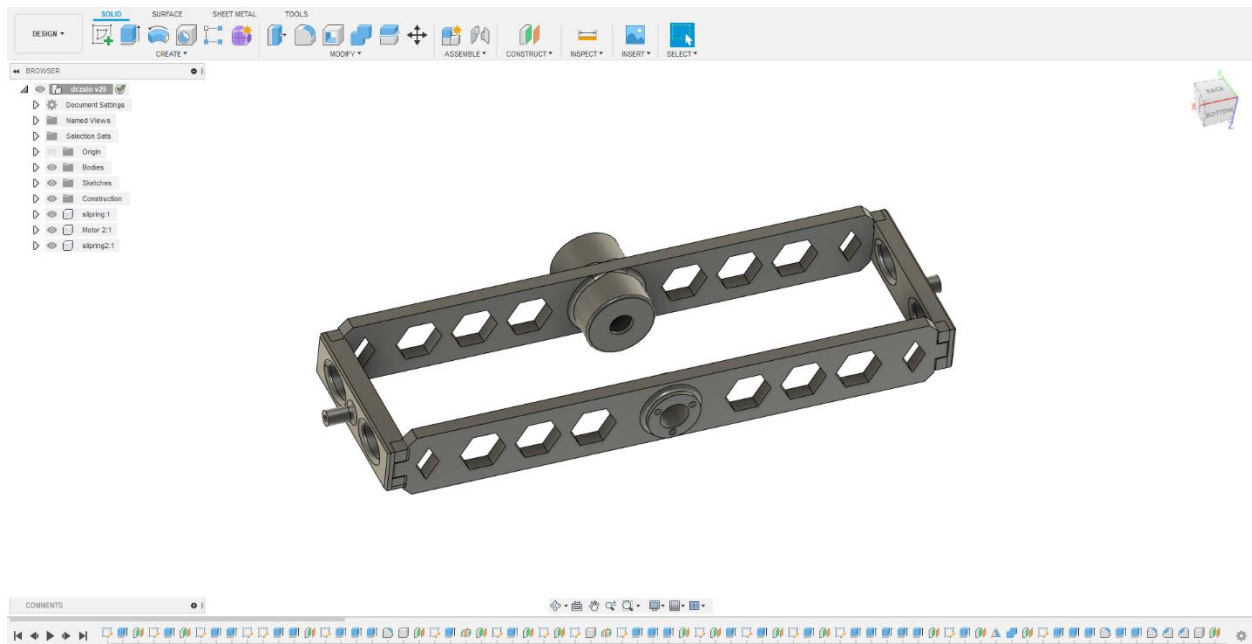
7.1 Fusion 360

Fusion 360 je program za lahkotno modeliranje izdelkov, katerega sem uporabljal za izdelavo vrteče LED kroglice. Od začetka sem se malo lovil kako program deluje, a sem se ga kaj kmalu naučil uporabljati. V programu sem dvodimenzionalne mere, ki sem jih natančno poročal, spremenil v tridimenzionalno obliko, katero se je kasneje natisnilo s 3D tiskalnikom. Ker je tudi prišlo do napak, je bilo treba dimenzije spreminjati oz. prilagajati.

Vrteča LED kroglja



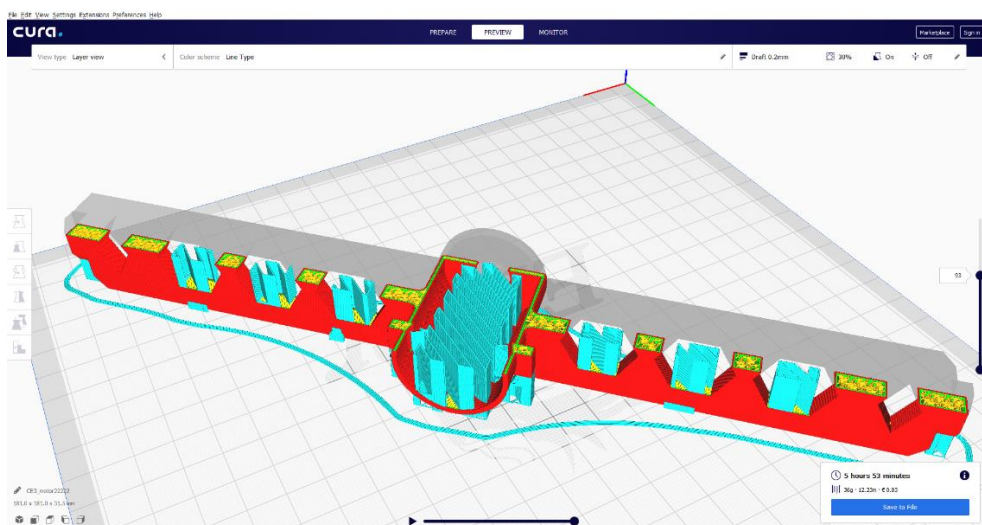
Slika 19: načrt modela



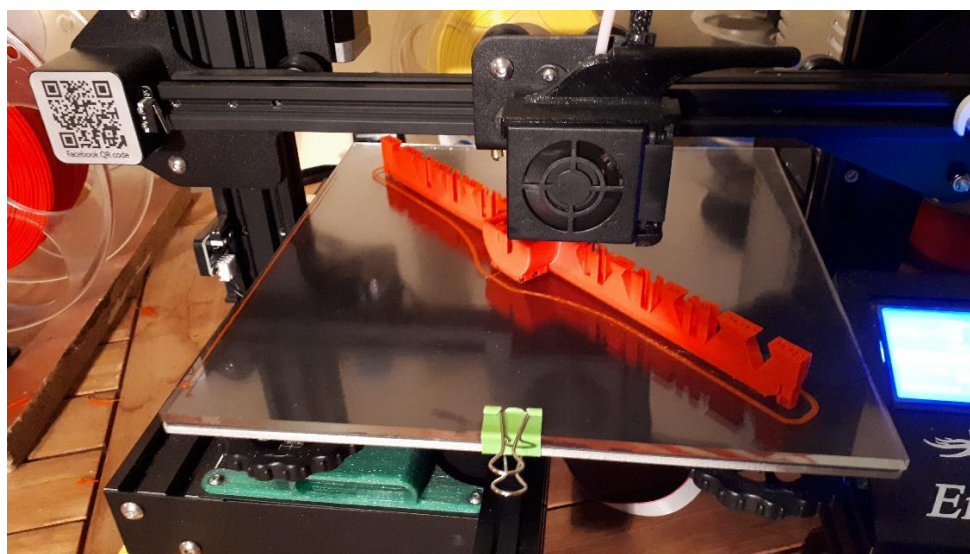
Slika 20: 3D model

7.2 3D tiskanje

Ko je bil model dokončan, ga je bilo potrebno pretvoriti iz .STL datoteke v .GCODE, katero lahko prebere 3D tiskalnik. Pretvorbo se izvrši s pomočjo računalniškega programa Cura, ki optimizira in določi potek tiskanja izdelka. V tem programu se tudi določijo vse potrebne nastavitve za tiskanje določenih materialov. Izdelek je narejen iz PLA filameta, ki rabi določene nastavitve, drugače se lahko dogaja, tako kot meni, da pride med tiskanjem do napak, kjer se material začne zvijati ali pa je slabo natisnjen.



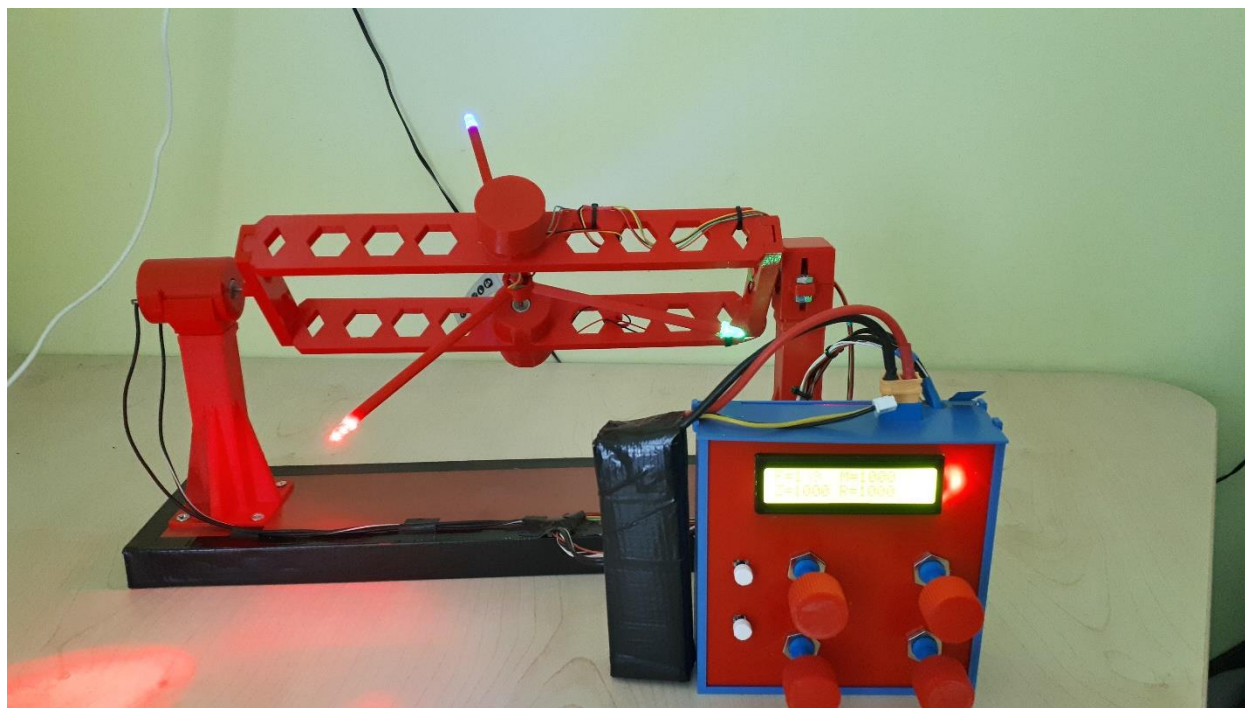
Slika 21: predogled tiskanja



Slika 22: 3D tiskalnik med delom

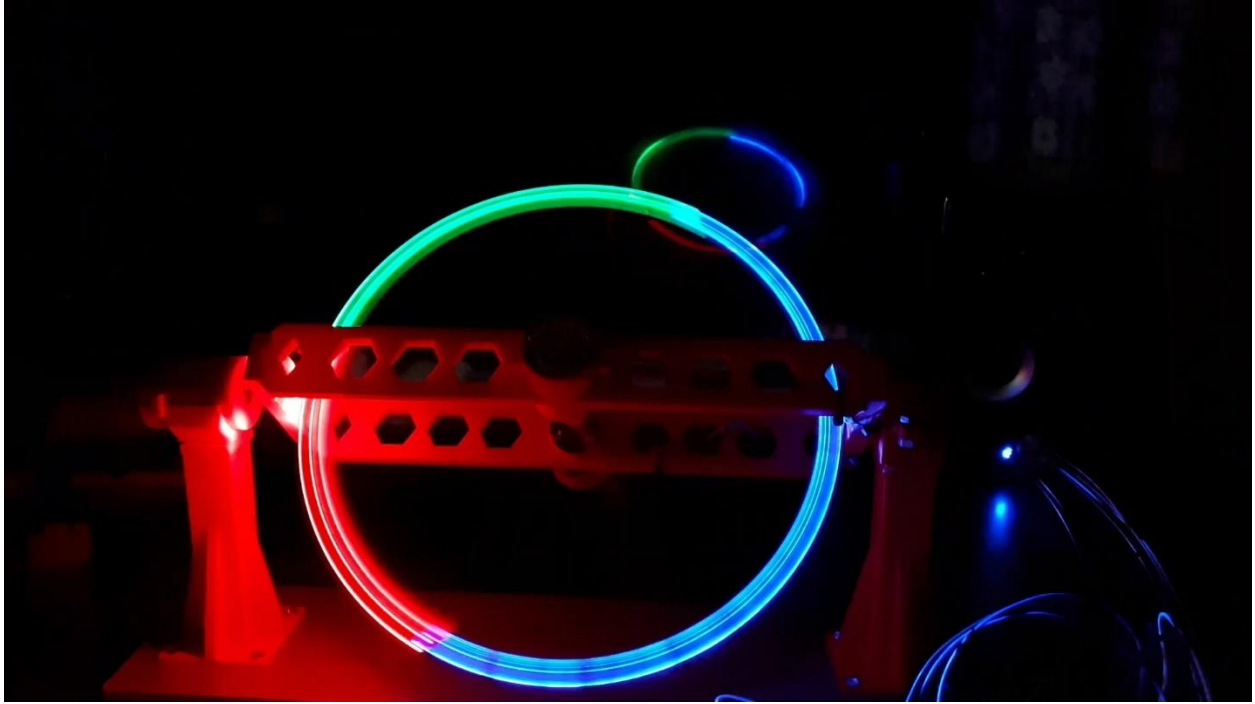
8 KONČEN IZDELEK

Električno vezavo sem najprej testiral na testni plošči, če deluje kot mora, nato sem pa elemente spajkal na tiskano vezje. Naredil sem posebej škatlo, v katero je skrito vezje, ki je posebej od glavnega dela izdelka, za lažje upravljanje. Celotna poraba toka je malo več kot 2 Ampera, kar ni problem, saj za napajanje uporabljam 3 celično li-po baterijo.



Slika 23: končan izdelek

Vrteča LED kroglja



Slika 24: izdelek v akciji



Slika 25: izdelek v akciji

9 RAZPRAVA

V tej seminarski nalogi sem si postavil nekaj različnih hipotez, ki jih lahko potrdim.

- Izdelek izvaja krožna gibanja led diod v dveh oseh,
- krmiljenje je izvedeno z mikrokrmilnikom, ki omogoča različne hitrosti vrtenja in izrisovanje različnih barvnih odtenkov,
- konstrukcija je v celoti izdelana s 3D tiskalnikom.

Od začetka sem bil malo skeptičen glede te zamisli, ampak je končen rezultat boljši kot sem pričakoval. V nalogi sem naletel na kar nekaj problemov. Eden izmed večjih problemov je bil programski, saj ima mikrokrmilnik določene lastnosti, ki ne ustrezajo želenim rezultatom. Problem se je tudi pojavil pri drsnem obroču, saj zaradi tovarniške napake v izdelku prihaja do kratkih prekinitev v prevajanju med obratovanjem. Izdelek sem naredil brez predznanja v modeliranju, čeprav sem za to porabil veliko časa. Narejen je dosti modularno, da se lahko v prihodnosti popravlja posamezne dele, če pride do okvare. S pomočjo motorjev in drsnih obročev je možno obračanje LED diod v dveh oseh.

Stroški izdelka niso strašanski, saj so uporabljeni večina mikro elementi (~10€), Arduino (8€), zaslon (5€) ter filament za 3D tiskanje. Glede kakovosti je izdelek dobro narejen in se lahko primerja z že obstoječimi izdelki, po mojem je tudi boljše narejen od večine.

10 ZAKLJUČEK

S trdom sem prišel do končnega izdelka, ki presega moja pričakovanja, saj sem od začetka imel drugačna stališča, predvsem sem bil skeptičen v zvezi z možnostmi izdelave v določenem časovnem roku. Vendar izdelek nikakor ni popoln. Še vedno obstaja prostor za izboljšave tako v programu kot v samem modelu ohišja. Res pa je, da vrteča LED krogla ni za vsakega, še posebej pa ne za tiste s fotosenzitivno epilepsijo. Ugotovil sem, da je pametno nadgraditi znanje, ki ga pridobimo pri pouku, saj si tako razširimo obzorja in utrdimo že pridobljeno znanje.

11 VIRI IN LITERATURA

Spletni viri:

Arduino. Pridobljeno 27.12.2019 s <https://store.arduino.cc/arduino-nano>

Podoben izdelek. Pridobljeno 16.11.2019 s <https://imgur.com/a/kmECN>

Mos-fet tranzistor. Pridobljeno 22.1.2020 s https://www.electronicstutorials.ws/transistor/transistor_7.html

I2C modul. Pridobljeno 1.2.2020 s https://create.arduino.cc/projecthub/Oniichan_is_ded/lcd-i2c-tutorial-664e5a

Fusion 360 uvod. Pridobljen 2.1.2020 s <https://www.youtube.com/watch?v=qvrHuaHhqHI&t=367s>

ZHAVALA

Raziskovalno delo sem uspešno zaključil in na koncu bi se še zahvalil vsem, ki so mi pomagali pri raziskovalni nalogi.

Posebne zahvale gredo mentorju Gregorju Kramerju, ki mi je nalogo nadziral in tudi usmerjal.

Zahvalil bi se tudi Davorju Zupancu, ki mi je svetoval določene stvari pri izdelavi naloge.

Vrteča LED kroglja

IZJAVA*

Mentor **Gregor Kramer** v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom **Vrteča LED kroglja**, katere avtor je **Filip Koceli**:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 5. 6. 2020

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe



*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.