

**Zveza za tehnično kulturo Slovenije**  
**59. srečanje mladih raziskovalcev SLOVENIJE 2025**

**Animacijsko kolo za otroke (Phenakistoscope)**

Raziskovalno področje ZOTKS: **elektrotehnika, elektronika in  
robotika**

**Avtor: Emanuel Pintar**  
**Mentor: Branko Potisk**  
**Somentor: Mladen Pintar**  
**Srednja šola: Srednja elektro-računalniška šola Maribor**

**Maribor, 2025**

## VSEBINA

Vsebina.....	I
Kazalo slik:.....	II
Povzetek: .....	1
Zahvala:.....	2
1 Uvod:.....	3
1.1. Cilj .....	3
1.2. Raziskovalno vprašanje .....	3
1.3. Hipotezi .....	3
2 Metodologija dela: .....	3
3 Raziskovanje naprave Phenakistoscope.....	4
4 izdelava lastnega Phénakisticope oz. animacijskega kolesa: .....	5
4.1. Izdelava lesenega ohišja: .....	5
4.2. Izdelava držala za motor in osi za vrteča diska: .....	6
5 sestava mehanskih komponent:.....	10
6 izdelava vrtečih se diskov: .....	11
7 izdelava varnostnega pokrova iz pleksi stekla: .....	16
8 izbira primernih motorjev: .....	18
9 izdelava krmilne elektronike in povezave elektronskih komponent: .....	19
10 Nastavitve mikrokrmilnika:.....	21
11 pisanje programa: .....	22
12 Sklepi.....	24
13 družbena odgovornost: .....	24
14 zaključek: .....	25
15 viri in literatura:.....	26
15.1. Spletni viri:.....	26
15.2. Knjižni viri: .....	26

## KAZALO SLIK:

Slika 1: Phénakisticope .....	4
Slika 2:Phénakisticope .....	4
Slika 3: ohišje za animacijsko kolo od spredaj .....	5
Slika 4: Animacijsko kolo od zadaj.....	6
Slika 5: Narisano držalo za motor in os v Fusion 360 .....	6
Slika 6: Narisano držalo za motor in os v Fusion 360 .....	7
Slika 7: Natisnjeno držalo .....	7
Slika 8: Natisnjeno držalo .....	7
Slika 9: Zobnik .....	8
Slika 10: Natisnjen zobnik .....	8
Slika 11: Narisano držalo za vrteča se diska .....	9
Slika 12: Natisnjeno držalo za vrteča se dva diska .....	9
Slika 13: Distančnik .....	9
Slika 14: sestavljeni mehanski deli .....	10
Slika 15: sestavljeni mehanski deli .....	10
Slika 16: Ploščni ležaj .....	11
Slika 17: Kroglični ležaj.....	11
Slika 18: Narisan disk za izrez z laserjem.....	12
Slika 19: Izrezan disk iz lesa .....	12
Slika 20: Laserski rezalnik Xtool P2S.....	13
Slika 21: Prvi disk z vzorci .....	13
Slika 22: Drugi disk z vzorci.....	14
Slika 23: Tretji disk z vzorci .....	14
Slika 24: Četrty vzorec.....	15
Slika 25: Nalepljen vzorec .....	15
Slika 26: Nalepljen vzorec .....	16
Slika 27: Narisna pokrov za izrez z laserjem v Corel Draw .....	16
Slika 28: Držalo zgornji del .....	17
Slika 29: Držalo spodnji del .....	17
Slika 30: Sestavljena naprava.....	18
Slika 31: Motor s 67rpm.....	18
Slika 32: Motor s 330rpm.....	19
Slika 33: Motor s 1600rpm.....	19
Slika 34: Elektronika za krmiljenje .....	20
Slika 35: Elektronika.....	20
Slika 36: Povezava elektronskih komponent .....	20
Slika 37: Nastavitve vhodov in izhodov .....	21
Slika 38: Program STM CubeMX.....	21
Slika 39: Program main.....	22
Slika 40: Program.....	23

## **POVZETEK:**

V tej raziskovalni nalogi raziskujemo zelo staro napravo za katero v slovenskem jeziku najdemo izraz fenakistiskop. V angleškem jeziku tej napravi pravijo »Phenakistoscope«, ki je zelo preprosta naprava saj vsebuje le vrteče se kolo katero je razdeljeno na več delov. V vsakem delu pa je narisana sličica, te sličice si sledijo ena za drugo in vsaka je malce spremenjena. Na primer narisane so sličice ena za drugo kako nek lik hodi. Če to kolo zavrtimo dobimo občutek, da se figura res premika. V nalogi predstavljamo, kako posodobiti »Phenakistoscope« in izdelati takšno sodobno napravo za otroke, manjšim kot zanimivost, malo večjim pa za razlago kako naše oči delujejo. Naše vrteče kolo bomo grafično obdelali, namestili na os, ki ga bo poganjal elektro motor, le tega pa krmili elektronika z več funkcijami.

**Ključne besede:** Phenakistoscope, elektro motor, mikrokrmilnik, krmilna elektronika, PWM

## **ZAHVALA:**

Zahvalil bi se zavodu EKTC Maribor kjer sem prišel do ideje za raziskovalno nalogo. Hkrati bi se zahvalil obema mentorjema za opravljanje mentorskega dela in za vso pomoč, ki sta mi ju nudila. Predvsem bi se zahvalil podjetju Digiem d.o.o. za tehnično in strokovno podporo.

# **1 UVOD:**

## **1.1. Cilj**

Cilj raziskovalne naloge je spoznati delovanje zelo stare naprave »Phenakistoscope«, katero v slovenščini poznamo kot fenakistoskop, nato pa bi ga izdelali z električnim pogonom in ga bomo imenovali animacijsko kolo.

## **1.2. Raziskovalno vprašanje**

Ali lahko sami izdelamo animacijsko kolo, ki bo delovalo tako dobro kot že obstoječa in ga narediti varnega za otroke?

## **1.3. Hipotezi**

Prva hipoteza je, končni izdelek bo deloval tako dobro kot že obstoječi

Druga naša hipoteza je, izdelati animacijsko kolo, ki bo omogočalo prikazovanje več animacij na enkrat.

Tretja naša hipoteza je, da bo animacijsko kolo enostavno za uporabo in s tem primerno za uporabo za otroke.

Četrta hipoteza je, da bo naše animacijsko kolo varno za uporabo za otroke.

# **2 METODOLOGIJA DELA:**

V tem poglavju bi predstavili potek dela raziskovalne naloge.

Najprej smo se lotili raziskovanja delovanje zelo stare naprave »Phenakistoscope«, katero v slovenščini poznamo kot fenakistoskop, nato pa bi ga izdelali z električnim pogonom in ga bomo imenovali animacijsko kolo. Uporabljali bi ga kot učilo za otroke saj je po takšnih zanimivih poizkusih kar veliko povpraševanje.

Pričeli bi z izdelavo lesenega ohišja na katerega bodo nameščene vse ostale komponente torej dva vrteča se diska, ki jih poganjata dva DC motorja, pogonska os, usmernik in krmilna elektronika, ki vsemu skupaj omogoča delovanje.

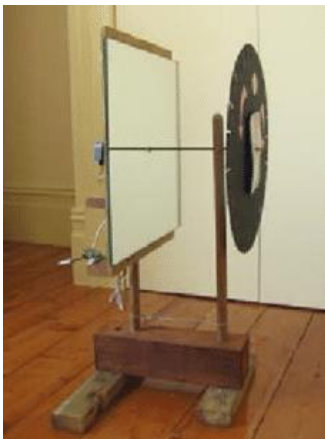
Nato bi izdelali vrteče diske na katere smo nalepili nalepke z različnimi vzorci, ki smo jih sami izdelali na koncu pa smo izdelali še pokrov iz pleksi stekla, ki smo ga namestili na ohišje, da bo ta poizkus varen in otroci ne bodo mogli posegati v vrteče diske ko se le ti vrtijo saj je ta poizkus namenjen predstavitvi kako delujejo naše oči na zanimiv način za otroke.

### 3 RAZISKOVANJE NAPRAVE PHENAKISTOSCOPE

Phenakistoscope je bila prva razširjena naprava za animacijo. Omogočala je prikaz iluzij gibanja. Izumitelji so ga poimenovali Phenakistoscope pa tudi Stroboscopische Scheiben prevedeno kot (stroboskopski diski), znan pa je bil pod številnimi drugimi imeni, dokler niso standardizirali in začeli uporabljati francosko ime Phénakistoscope. Velja za eno prvih oblik medijske zabave, ki je postala predhodnik filmske industrije. Phénakistoscope je leta 1832 izumila belgijski fizik Joseph Plateau. Phénakistoscope je zelo enostavna naprava, ki deluje s pomočjo vrtečega se kroga na katerem so narisane oz. sedaj v modernem času natisnjene oz. nalepljene sličice katere se vsaka ena od druge malce razlikujejo. Ko se ta krog začne vrteti in na neki točki, ko doseže dovolj veliko hitrost naše oči več ne zaznajo, da se sličice spreminjajo in vidimo samo premikanje teh sličic enako kot bi gledali zelo kratek posnetek, ki se nenehno ponavlja. Na sliki lahko vidimo enega prvih Phénakistoscope, ki ga nekdo od ozadaj ročno poganja, da se te sličice nato spreminjajo.



Slika 1: Phénakistoscope



Slika 2: Phénakistoscope

## 4 IZDELAVA LASTNEGA PHÉNAKISTICOPE OZ.

### ANIMACIJSKEGA KOLESA:

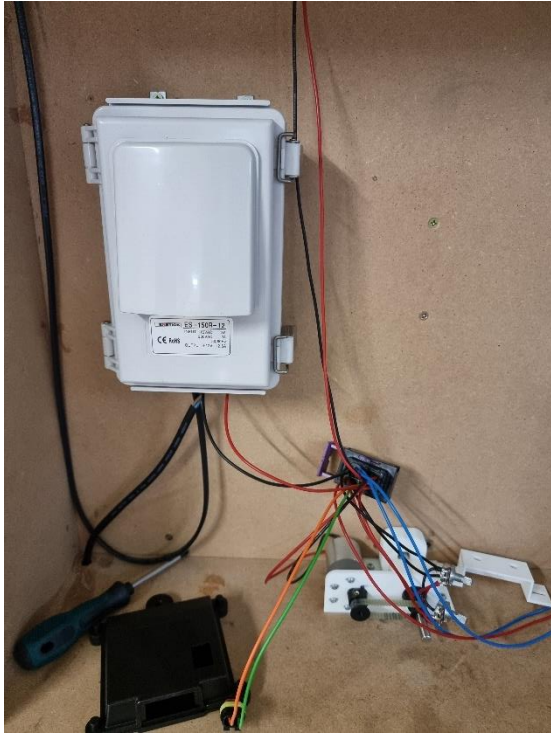
Ko smo raziskali delovanje Phénakistiope in zastopili princip delovanja smo se loti izdelave svojega Phénakistiope, ki smo ga želeli modernizirati, da ne bi deloval na ročni pogon ampak z elektromotorji, ki bi jih krmilili z mikrokrmilnikom. Saj bi bilo to dosti lažje za uporabo in bolj primerno za otroke za katere bo ta poizkus namenjen. Seveda pa zato, ker bo narejen za otroke bomo morali vse skupaj narediti še zelo varno.

#### 4.1. Izdelava lesenega ohišja:

Najprej smo se lotili izdelave lesenega ohišja, saj bomo le to potrebovali za vgradnjo vseh ostalih komponent kot so motorji, krmilna os, vrteča se diska, usmernik za napajanje ter krmilna elektronika, ki bo vse skupaj krmilila. Zamislili smo si, da bi naredili ohišje za dva vrteča se diska in bi tako lahko prikazovali dva učinka z različnimi sličicami oz. vzorci naenkrat.



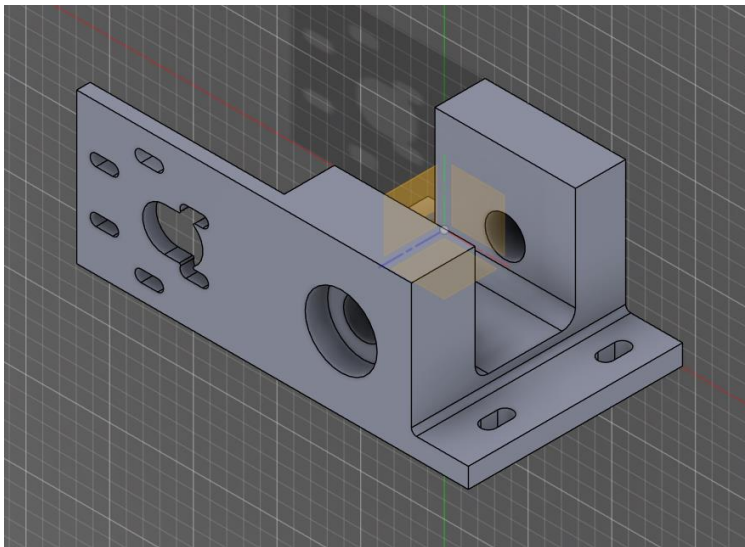
Slika 3: ohišje za animacijsko kolo od spredaj



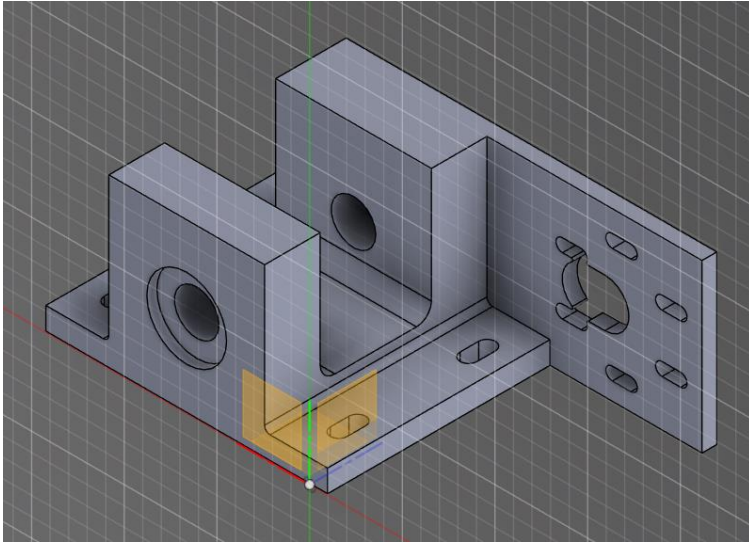
Slika 4: Animacijsko kolo od zadaj

#### 4.2. Izdelava držala za motor in osi za vrteča diska:

Ko smo izdelali leseno ohišje smo se lotili izdelave držala za motorje in pogonske osi. Držalo bomo uporabili kot držalo za motor in pogonsko os hkrati. Motor je z osjo povezan s pomočjo jermena. Držalo smo narisali v programu Fusion 360, kar lahko vidimo na sliki 5 in sliki 6. Držalo smo nato tudi s 3D tiskalnikom natisnili, kar prikazujeta sliki 7 in sliki 8, iz zelo trde plastike imenovane PETG, ki je dosti bolj robustna kot navadna plastika kot je ABS ali pa PLA.

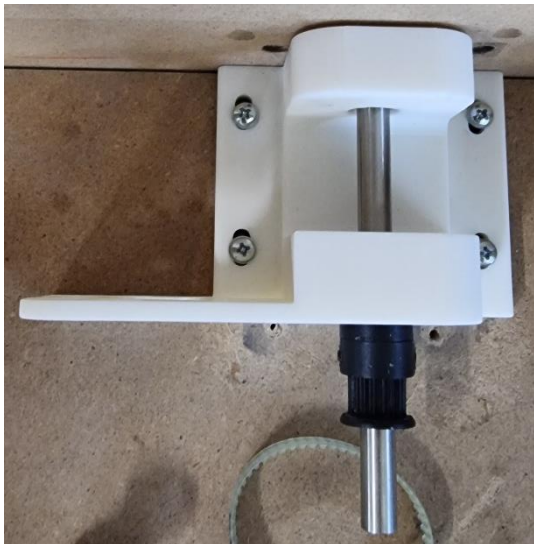


Slika 5: Narisano držalo za motor in os v Fusion 360



*Slika 6: Narisano držalo za motor in os v Fusion 360*

Natisnjeno držalo za motor in os:

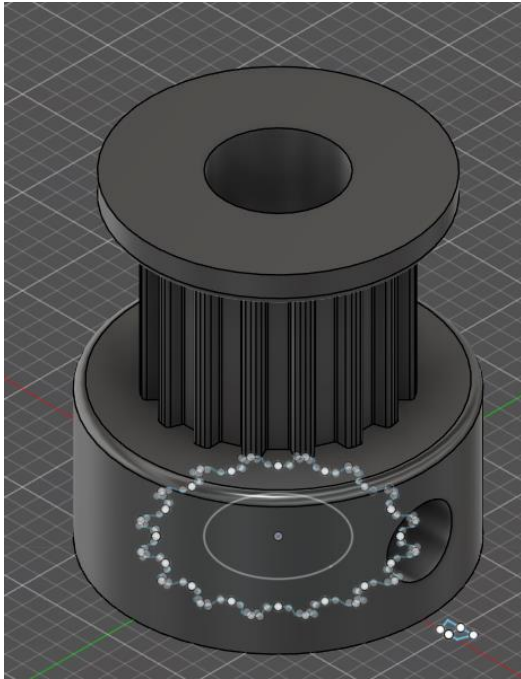


*Slika 7: Natisnjeno držalo*



*Slika 8: Natisnjeno držalo*

Ko smo izdelal to držalo smo kupili jermene, ki bodo služili za povezavo med motorjema in pogonsko osjo, ki bo vrtela vrteča se diska. Ugotovili smo, da nismo mogli kupiti pravih zobnikov zato smo tudi te narisali v Fusion 360, kar lahko vidimo na sliki 9 in jih natisnil s 3D tiskalnikom kar lahko vidimo na sliki 10.

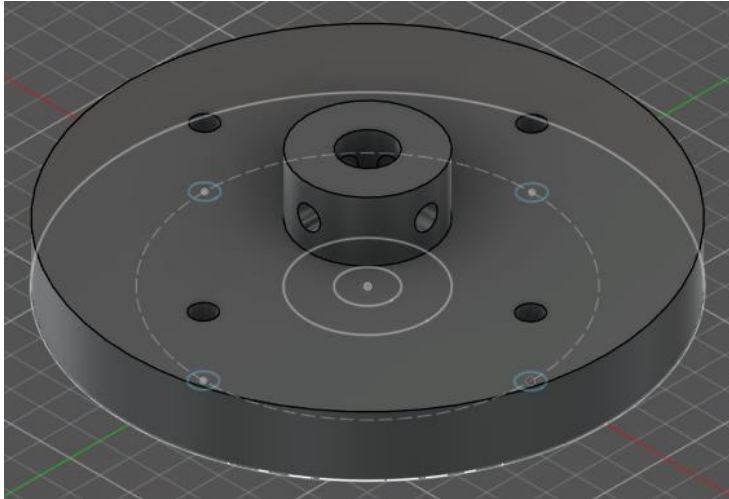


*Slika 9: Zobnik*

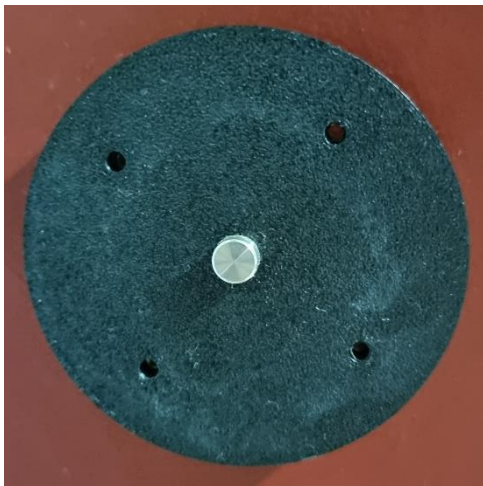


*Slika 10: Natisnjen zobnik*

Sedaj smo izdelal in narisal še držalo za vrteča se diska kar lahko vidimo na sliki 11, ki se pri vijači na pogonsko os in na vrteča se diska. Tudi tega smo natisnil s 3D tiskalnikom kar lahko vidimo na sliki 12.

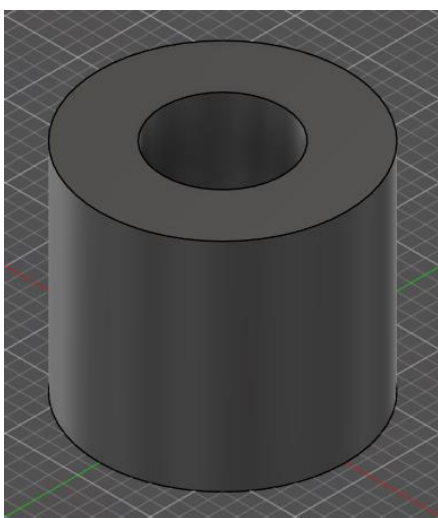


Slika 11: Narisano držalo za vrteča se diska



Slika 12: Natisnjeno držalo za vrteča se dva diska

Nato smo narisali in natisnili še distančnike, kar lahko vidimo na sliki 13.

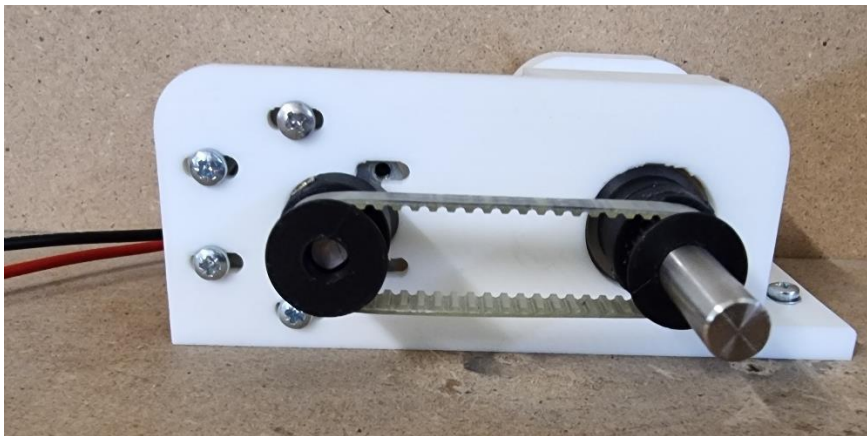


Slika 13: Distančnik

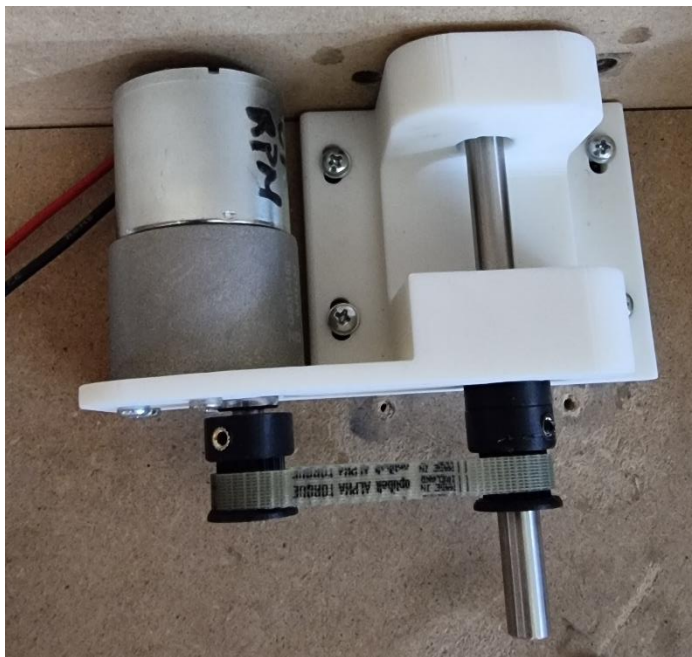
## 5 SESTAVA MEHANSKIH KOMPONENT:

Vse narisane komponente in 3D natisnjene smo v naslednjem koraku sestavljali.

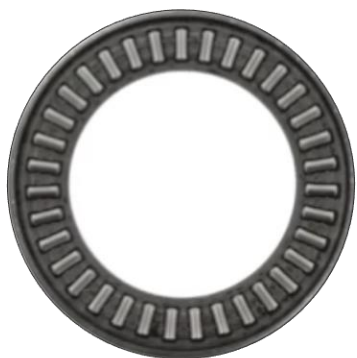
Začeli smo s sestavo držala osi in motorja. Držalo je narejeno tako, da se motor nanj samo pri vijači luknje za vijake pa so podolgovate, kar nam omogoča, da s pomočjo teh nastavljamo kako močno je napet jermen. Na motor smo nato enostavno pri vijačili naš zobnik, na drugi strani pa vstavili kroglične ležaje, vstavili še ploščne ležaje, ki služijo kot pomoč, da se os ne premika not in ven, nato smo vstavili našo os in na njo dodali še distančnike ter nanjo pri vijačili še zobnik in držalo za vrteča se diska. Vse skupaj smo povezali z jermenom, in pri vijačili v naše leseno ohišje vidno na sliki 14 in 15. Na sliki 16 je viden ploščni ležaj, ki smo ga uporabili na sliki 17 pa kroglični ležaj, ki smo ga uporabili.



Slika 14: sestavljeni mehanski deli



Slika 15: sestavljeni mehanski deli



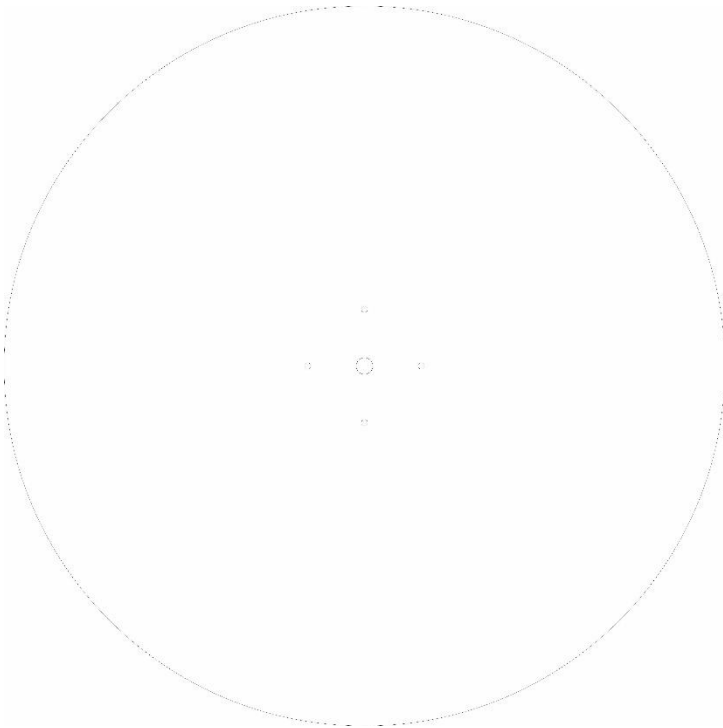
Slika 16: Ploščni ležaj



Slika 17: Kroglični ležaj

## 6 IZDELAVA VRTEČIH SE DISKOV:

Ko smo sestavili vse mehanske komponente torej držalo za motor in os, ki sta med sabo povezana preko jermena in na os pri vijačili še držalo za vrteča se diska smo se lotili izdelave le teh. Pričeli smo z risanjem teh diskov v programu Corel draw, kar lahko vidimo na sliki 18. Nakar smo jih s pomočjo laserskega rezalnika izrezali iz lesa, kar lahko vidimo na sliki 19. Dostop do laserskega rezalnika nam je omogočil naš mentor iz podjetja Digiem d.o.o., ki nas je tudi naučil kako se ta laserski rezalnik uporablja. Gre za CO2 laserski rezalnik Xtool P2S, vidno na sliki 20, ki je dosti boljši kot diodni laserski rezalniki vendar pa še vseeno enostaven za uporabo tudi za začetnike kot smo mi. Program za laserski rezalnik je zelo prijazen do uporabnika saj samo vnesemo želeno sliko oz. obliko, ki jo želimo vgravirati oz. izrezati. Nato nastavimo moč laserja vse ostale kalibracije pa opravi laser sam. Ko smo imeli izrezane diske smo se lotili grafičnega oblikovanja vzorcev in sličic za vrteča se diska. Tudi to smo naredili v programu Corel Draw. Izdelali smo tri različne vzorce za te diske in enega sestavljenega iz več sličic. Te vzorce lahko vidimo na slikah 21, 22, 23 in 24. Vzorce smo nato natisnili z industrijskim tiskalnikom za nalepke, do katerega nam je dostop prav tako omogočil naš mentor iz podjetja Digiem d.o.o.. Ko smo izdelali te nalepke smo jih nalepili na prej izrezane lesene diske na obe strani, da lahko diska samo obrnemo in dobimo nov poizkus, vidno na slikah 25 in 26 nato smo se lotili testiranja.



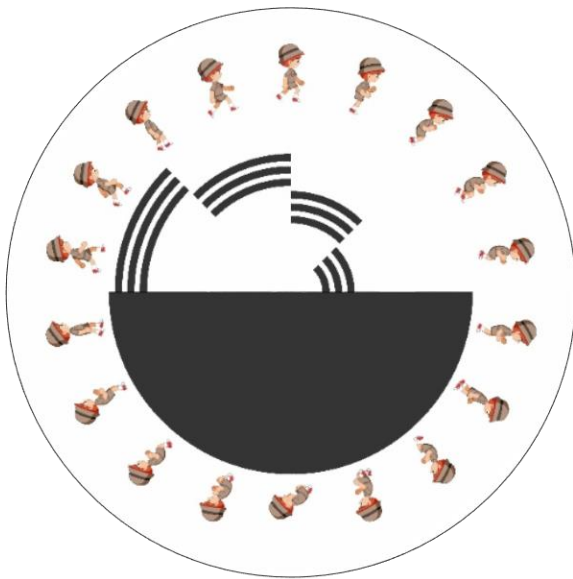
*Slika 18: Narisan disk za izrez z laserjem*



*Slika 19: Izrezan disk iz lesa*



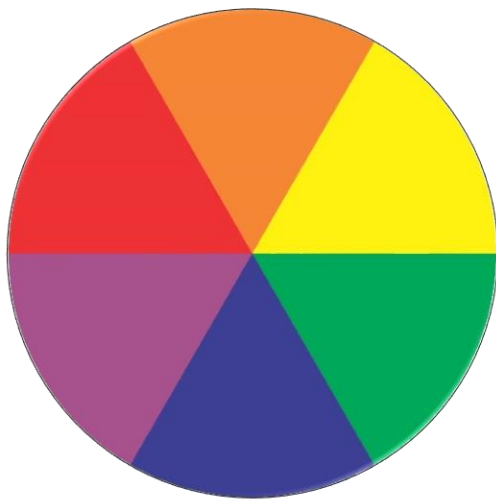
*Slika 20: Laserski rezalnik Xtool P2S*



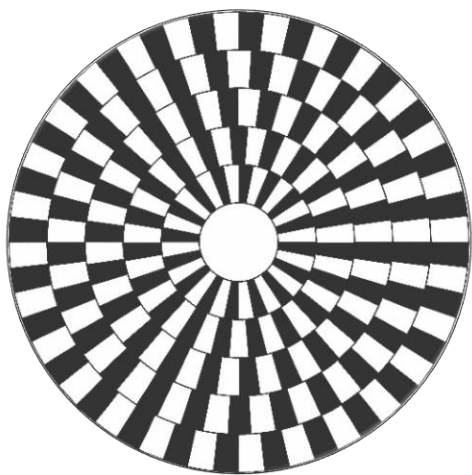
*Slika 21: Prvi disk z vzorci*



*Slika 22: Drugi disk z vzorci*



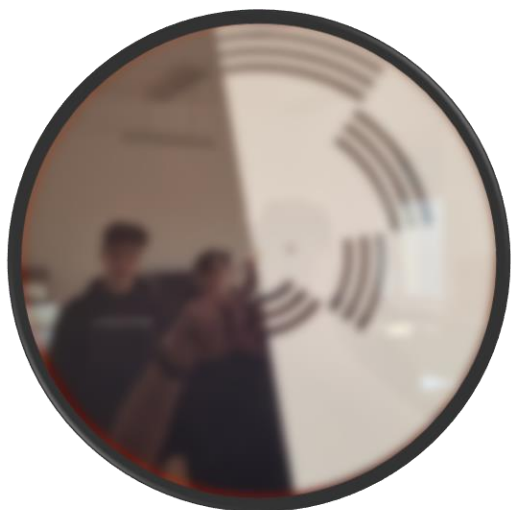
*Slika 23: Tretji disk z vzorci*



*Slika 24: Četrtni vzorec*



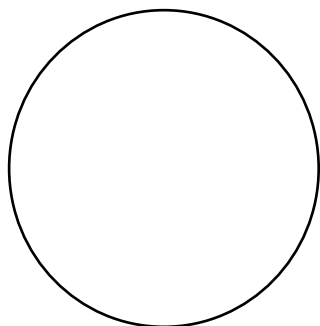
*Slika 25: Nalepljen vzorec*



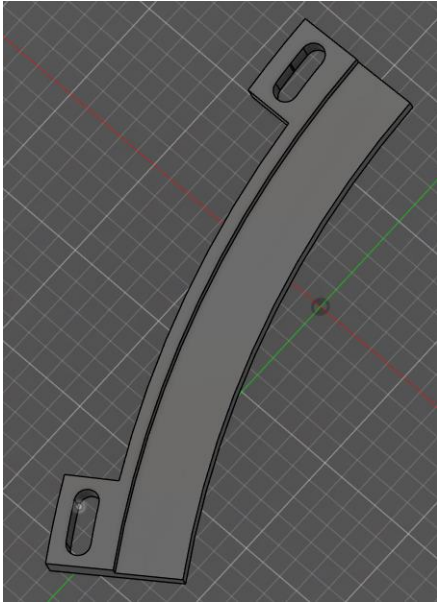
*Slika 26: Nalepljen vzorec*

## **7 IZDELAVA VARNOSTNEGA POKROVA IZ PLEKSI STEKLA:**

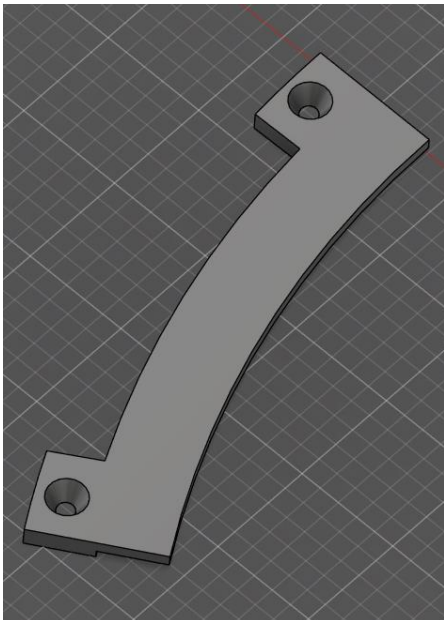
Ko smo izdelali naše disk smo se lotili izdelave pokrova iz pleksi stekla, ki bo namenjen zaščiti, da se otroci ne bodo mogli dotikati diskov, ko se le ti vrtijo. Pokrov smo izrezali s pomočjo že prej omenjenega laserja. Prav tako smo tudi tega narisali v programu Corel Draw vidno na sliki 27. Nato smo narisali še držalo za ta pokrov, ki nam omogoča enostavno montažo in menjavo vrtečih se diskov, vidno na slikah 28 in 29. Vse skupaj sestavljeno pa lahko vidimo na sliki 30.



*Slika 27: Narisna pokrov za izrez z laserjem v Corel Draw*



*Slika 28: Držalo zgornji del*



*Slika 29: Držalo spodnji del*



Slika 30: Sestavljena naprava

## 8 IZBIRA PRIMERNIH MOTORJEV:

Sledila je izbira primernih motorjev za naše vrteče kolo. Izbirali smo med tremi različnimi motorji z isto napajalno napetostjo 12 V, a različnimi končnimi hitrostmi. Izbirali smo med motorji z 67 rpm, 330 rpm in 1600 rpm. Na sliki 31 lahko vidimo tistega s hitrostjo 67 rpm, na sliki 32 tistega s 330 rpm in na sliki 33 tistega s 1600 rpm.



Slika 31: Motor s 67rpm



Slika 32: Motor s 330rpm

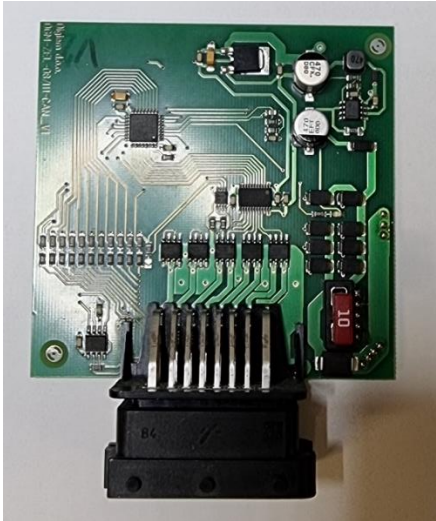


Slika 33: Motor s 1600rpm

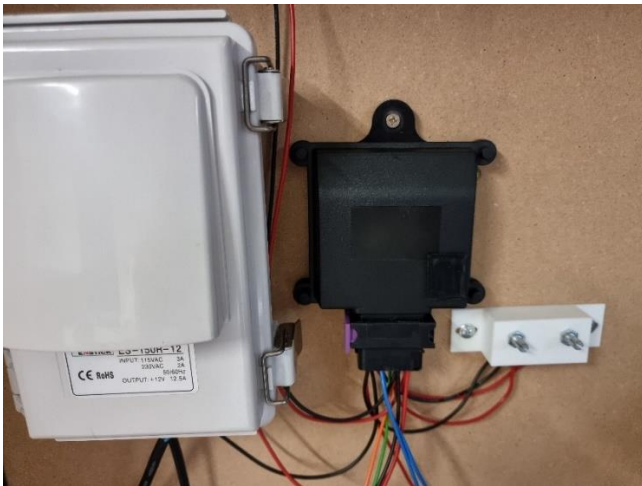
Vsak motor smo posebej pri vijačili na naše držalo in ga z jermenom povezali na os. Pričeli smo s testiranjem tako, da smo vsakega priključili na usmernik in mu zviševali napetost. Ugotovili smo, da je tisti s 67rpm primeren za disk s sličicami in dobimo lep učinek in vidimo kako se naša figura premika. Ugotovili pa smo tudi, da sta ta motor in tisti s 330rpm bistveno prepočasna pri svoji končni hitrosti za druge diske z barvnimi in črtnimi vzorci in učinek pri tako počasnem vrtenju ni prišel do izraza. Zato smo uporabili motor s 1600rpm in ugotovili, da ko deluje na približno 70% svoje končne hitrosti torej na približno 1120rpm dobimo zelo lep učinek.

## **9 IZDELAVA KRMILNE ELEKTRONIKE IN POVEZAVE ELEKTRONSKIH KOMPONENT:**

Ko smo opravili prej omenjene teste smo se lotili izdelave krmilne elektronike. Za krmilno elektroniko smo izbrali že narejeno elektroniko vidno na sliki 34, saj je bila najbolj primerna za naš projekt saj omogoča PWM izhode, ki jih potrebujemo za krmiljenje naših motorjev. PWM (Pulse Width Modulation) je impulzno širinska modulacija, ki omogoča čas vklopljenega in izklopljenega signala – napetosti in s tem možnost regulacije povprečne moči, ki se dovaja motorju. Ko smo se odločili za to elektroniko samo nato povezali usmernik, ki nam pretvarjal napajalno napetost 230V v napetost 12V, ki je primerna za napajanje krmilne elektronike. Nato smo iz usmernika povezali napajanje za našo krmilno elektroniko in nanjo še povezali naše motorje, dva potenciometra (namenjena nastavljanju končne hitrosti za motorje) in dva gumba za vklop naših motorjev. Vse to je vidno na slikah 35 in 36.



*Slika 34: Elektronika za krmljenje*



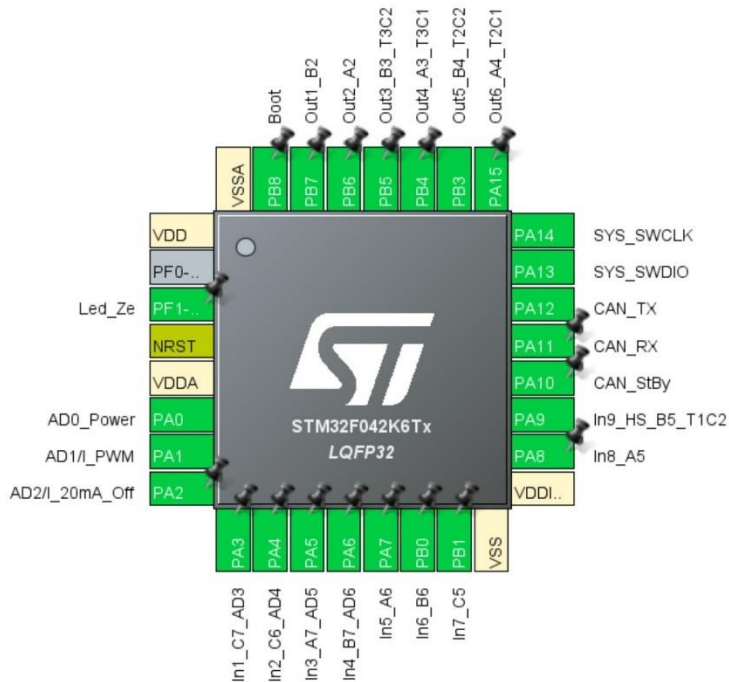
*Slika 35: Elektronika*



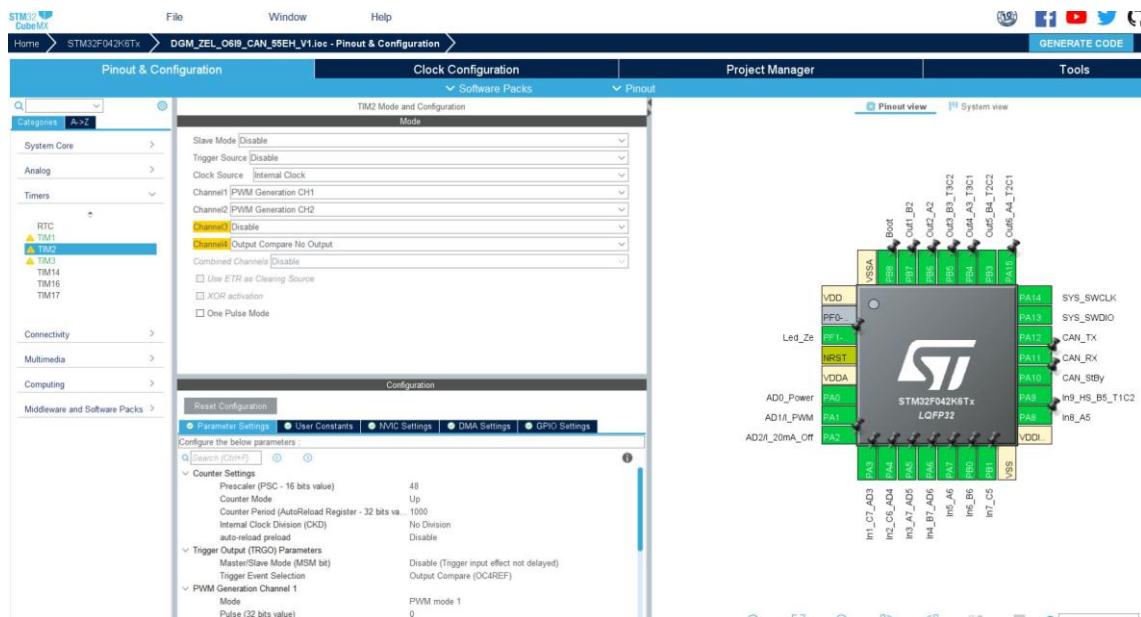
*Slika 36: Povezava elektronskih komponent*

## 10 NASTAVITVE MIKROKRMILNIKA:

Tukaj smo nastavili pine za naš mikrokrmilnik. Nastavili smo kaj dela vsak pin posamično in določi vhodne ter izhodne pine. Vhodne pine uporabljamo za branje tipk in potenciometrov, s pomočjo izhodnih pinov pa krmilimo s pomočjo PWM izhoda naša motorja. Tukaj smo nastavili tudi timerje.



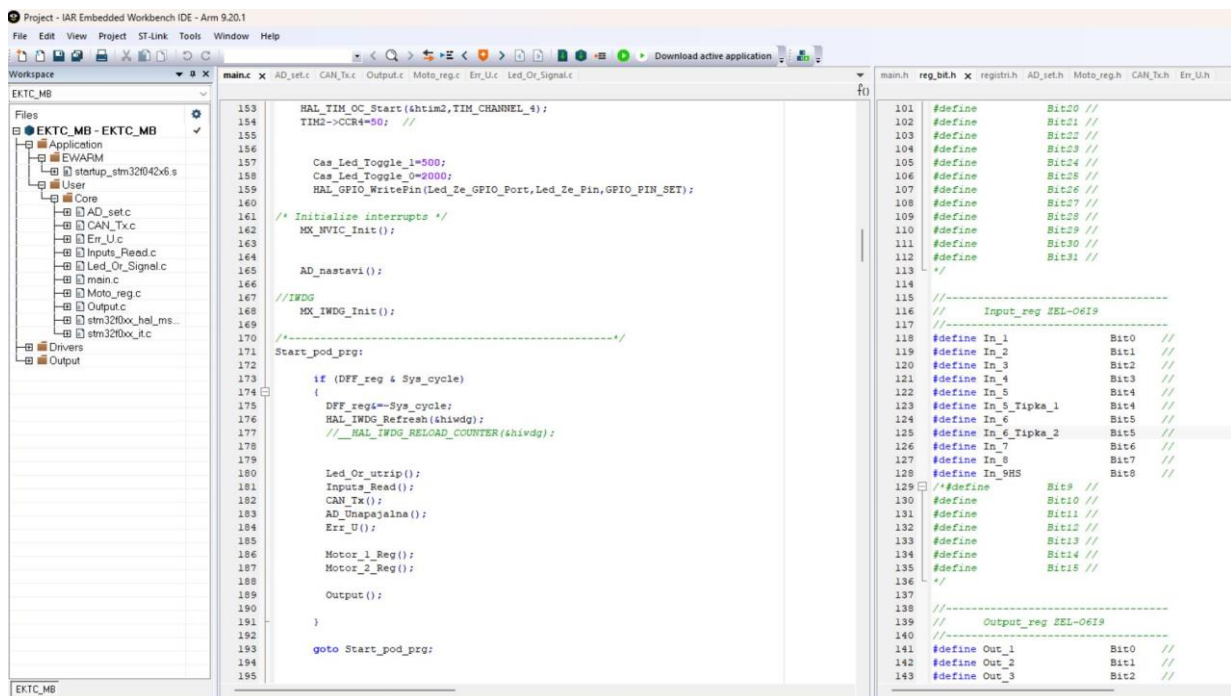
Slika 37: Nastavitve vhodov in izhodov



Slika 38: Program STM CubeMX

## 11 PISANJE PROGRAMA:

Ko smo končali z vsemi testi in povezavo naših elektronskih komponent ter vseh mehanskih delov smo se lotili pisanja programa, ki bo vsemu skupaj omogočal delovanje. Program smo pisali v programu IAR, namenjen programiranju v jeziku C. Program deluje tako, da gleda vhodne signale iz tipk. Ena tipka je namenjena za delovanje enega motorja. Ko pritisnemo eno od tipk naša krmilna elektronika s pomočjo PWM izhoda začne počasi vrteti motor do končne hitrosti. Končno hitrost motorja nastavljamo s potenciometrom. Ko motor doseže končno hitrost se tam nekaj časa vrti ter nato počasi zmanjšuje hitrost do konca, dokler se ne ustavi. Kar nam omogoča lep pogled kako deluje phénakistoscope. Vidimo, da se pri nižjih hitrostih diskov učinek za oči ne vidi, pri končni nastavljeni hitrosti pa vidimo lep učinek vrtenja. Pri tej hitrosti naše oči več ne zaznavajo spreminjanja sličic in vidimo to kot kratek posnetek, ki se ponavlja. Program deluje isto za oba diska. Dodali pa smo tudi funkcijo, da program ne gleda tipk, če se med vrtenjem diska te pritisnejo.



```
153 HAL_TIM_OC_Start(&htim2, TIM_CHANNEL_4);
154 TIM2->CCR4=50; //
155
156
157 Cas_Led_Toggle_1=500;
158 Cas_Led_Toggle_0=2000;
159 HAL_GPIO_WritePin(Led_2e_GPIO_Port, Led_2e_Pin, GPIO_PIN_SET);
160
161 /* Initialize interrupts */
162 MX_NVIC_Init();
163
164 AD_nastavi();
165
166 main.c
167 //IWDG
168 MX_IWDG_Init();
169
170 //-----*/
171 Start_pod_prg:
172
173 if (DFF_reg & Sys_cycle)
174 {
175     DFF_reg -= Sys_cycle;
176     HAL_IWDG_Refresh(&hiwdg);
177     // HAL_IWDG_RELOAD_COUNTER(&hiwdg);
178
179     Led_Or_utrip();
180     Inputs_Read();
181     CAN_Tx();
182     AD_Unapajalna();
183     Err_U();
184
185     Motor_1_Reg();
186     Motor_2_Reg();
187
188     Output();
189
190 }
191
192 goto Start_pod_prg;
193
194
195
101 #define Bit20 //
102 #define Bit21 //
103 #define Bit22 //
104 #define Bit23 //
105 #define Bit24 //
106 #define Bit25 //
107 #define Bit26 //
108 #define Bit27 //
109 #define Bit28 //
110 #define Bit29 //
111 #define Bit30 //
112 #define Bit31 //
113 //
114
115 //-----
116 // Input_reg ZEL-0619
117
118 #define In_1 Bit0 //
119 #define In_2 Bit1 //
120 #define In_3 Bit2 //
121 #define In_4 Bit3 //
122 #define In_5 Bit4 //
123 #define In_5_Tipka_1 Bit4 //
124 #define In_6 Bit5 //
125 #define In_6_Tipka_2 Bit5 //
126 #define In_7 Bit6 //
127 #define In_8 Bit7 //
128 #define In_9HS Bit8 //
129 // #define Bit9 //
130 #define Bit10 //
131 #define Bit11 //
132 #define Bit12 //
133 #define Bit13 //
134 #define Bit14 //
135 #define Bit15 //
136 //
137
138 //-----
139 // Output_reg ZEL-0619
140 //-----
141 #define Out_1 Bit0 //
142 #define Out_2 Bit1 //
143 #define Out_3 Bit2 //
```

Slika 39: Program main

V programu: »main« kličemo pod programe, namenjene branju vhodov in krmiljenju izhodov.

```

16  /*-----
17      Motor_1_Reg Zgornji
18  -----*/
19  void Motor_1_Reg (void)
20  {
21      // PWM_1=(Ad_Potil*10)/33;
22
23      PWM_1_Max=(Ad_Potil*10)/33;
24
25      if(Input_reg & In_5_Tipka_1)
26      {
27          SET_BIT(DFF_reg,Tipka_1_F);
28      }
29      else if(DFF_reg & Tipka_1_F)
30      {
31          CLEAR_BIT(DFF_reg,Tipka_1_F);
32          SET_BIT(DFF_reg,Start_Motor_1_F);
33      }
34
35      if(DFF_reg & Start_Motor_1_F)
36      {
37          st_Cas_Ml_K_rampe++;
38          if(st_Cas_Ml_K_rampe >= Cas_Ml_K_rampe)
39          {
40              st_Cas_Ml_K_rampe=0;
41
42              switch (Ml_st_prg)
43              {
44                  case 0:
45                      PWM_1++;
46                      if(PWM_1 <50) {PWM_1=50;}
47                      if(PWM_1 >= PWM_1_Max)
48                      {
49                          PWM_1=PWM_1_Max;
50                          Ml_st_prg++;
51                          Ml_st_pavze_Max=0;
52                      }
53                      break;
54                  case 1:
55                      Ml_st_pavze_Max++;
56                      if(Ml_st_pavze_Max >250)
57                      {
58                          Ml_st_pavze_Max=0;
59                          Ml_st_prg++;
60                      }
61                      break;
62                  case 2:
63                      if(PWM_1 >0)
64                      {
65                          PWM_1--;
66                      }
67                      else
68                      {
69                          Ml_st_prg=0;
70                          CLEAR_BIT(DFF_reg,Start_Motor_1_F);
71                      }
72                      break;
73                  default:
74                      Ml_st_prg=0;
75                      PWM_1=0;
76              }
77          }
78      }
79  }
80  }

```

Slika 40: Program

## **12 SKLEPI**

Ko smo imeli vse sestavljeno, sprogramiran mikrokrmilnik in vse povezano smo s testi ugotovili, da naše animacijsko deluje tako kot smo si na začetku naloge želeli.

Potrdili smo hipotezo, da bo končni izdelek deloval tako dobro kot že obstoječi, saj se ustvari občutek iluzije gibljivih slik.

Druga naša hipoteza je bila, izdelati animacijsko kolo, ki bo omogočalo prikazovanje več animacij na enkrat.

To smo dosegli z uporabo več diskov, ki bi jih lahko tudi po želji tudi zamenjali.

Tretja naša hipoteza bila, da bo animacijsko kolo enostavno za uporabo in s tem primerno za uporabo za otroke.

Animacijsko kolo ima le en gumb (za vsak disk posebej), za proženje, ki se med prikazom delovanja ne more več aktivirati in s tem vplivati na v naprej predviden potek delovanja. S tem tudi to hipotezo potrjujemo.

Četrta hipoteza pa je bila, da bo naše animacijsko kolo varno za uporabo za otroke.

Za varnost pa smo poskrbeli s pleksi zaščitno plastiko, ki preprečuje dotik z vrtečima diskoma.

## **13 DRUŽBENA ODGOVORNOST:**

Naša družbena odgovornost je, da bi približali razumevanje fizike in delovanje naših oči na zabaven in zanimiv način primeren in varen za otroke in narediti učenje zabavno. Ker pa je ta izdelek primeren za otroke bi ga lahko prodajali šolam saj je to velika tržna niša, s pomočjo tega bi navduševali in spodbujali bodoče generacije k učenju in jim tako približali učenje saj v današnjem času otroci pa tudi mi starejši izgubljammo voljo do učenja.

## **14 ZAKLJUČEK:**

V zaključku bi radi povedali, da so bile naše raziskave uspešne saj smo spoznali marsikaj novega in potrdili vse naše hipoteze. In sicer potrdili smo hipotezo, da je mogoče izdelati izdelek, ki bo deloval prav tako dobro kot že obstoječi. S pomočjo naših raziskav smo to tudi dokazali. Potrdili smo tudi hipotezo, da bo to omogočalo prikaz več animacij hkrati, kar smo tudi naredili. Potrdili pa smo tudi našo tretjo in četrto hipotezo, saj je izdelek res primeren in varen za otroke, saj je zaščiten s pleksi steklom in otroci vanj ne morajo posegati, prav tako pa je tudi zelo enostaven za uporabo saj potrebujemo za delo z njim samo dve tipki po ena za vsak vrteči se disk.

## 15 VIRI IN LITERATURA:

### 15.1. Spletni viri:

- Zgodovina in kaj sploh je Phenakistiscope 2024.(28.9.2024). Dostopno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Phenakistiscope>
- Pravi motor 1600rpm 2024.(16.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=pololu-4747>
- Ploščni ležaj 2024.(21.11.2024). Dostopno na: <https://www.abf.store/s/en/bearings/AXK0821-TV-0-10-INA/495135>
- Kroglični ležaj 2024.(21.11.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=skfhk0808>
- Motor 67rpm 2024.(16.12.2023). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/details/pololu-2829/dc-motorji/pololu/150-1-metal-gearmotor-37dx57l-mm-helica/>
- Motor 330rpm 2024.(16.12.2023). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/details/pololu-4742/dc-motorji/pololu/30-1-metal-gearmotor-37dx52l-mm-12v-heli/>

### 15.2. Knjižni viri:

- Herbert Schildt, C fourth edition, 2018, Tenth Street Berkeley Californija ZDA, založba Osborne