



Šolski center Celje  
Gimnazija Lava

## 3D KOCKA

Raziskovalna naloga

AVTOR  
Klemen Cvetko, 4. e

MENTOR  
Marko Vrečko, dipl. inž. elektrotehnike

Mestna občina Celje, Mladi za Celje  
Celje, marec 2014

Raziskovalna naloga je bila opravljena na ŠCC, Gimnazija Lava, 2014.

Mentor:

Marko Vrečko dipl. inž. elektrotehnike

Datum predstavitve: april, 2014



BY: Klemen Cvetko

Uporabili smo licenco Creative Common (Priznanje avtorstva :  
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/si/legalcode>

## Zahvala

Za pomoč in strokovno vodenje pri izdelavi raziskovalne naloge se zahvaljujem mentorju prof. Marku Vrečku. Prav tako se za vso moralno podporo zahvaljujem staršem in sošolcem.

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD ŠCC, šolsko leto 2013/2014

KG kocka/led/mikrokrmlnik/3D

AV CVETKO, Klemen

SA VREČKO, Marko

KZ 3000 Celje, Pot na Lavo 22

ZA ŠCC, Gimnazija Lava, 2014

LI 2014

IN 3D KOCKA

TD Raziskovalna naloga

OP X, 34 s., 1 tab., 44 sl., 17 vir

IJ SL

JII sl

AI 3D KOCKA

Z raznimi zasloni se srečujemo vsak dan in so tako že vsem dobro poznani saj je bila prva televizija izumljena pred skoraj 100 leti. Tako je tehnologija napredovala do ploščatih LCD zaslonov, ki jih danes najdemo povsod (telefoni, televizije, radiji, ure...). Na trgu zaslonov vedno bolj pojavljajo 3D zasloni. Vendar je zaslon še vedno ploščat, kar nam onemogoča, da bi sliko videli iz vseh strani. Raziskovalna naloga odgovarja na vprašanje ali je možno narediti 3D zaslon v realnem 3D prostoru. Prednost takega zaslona je, da bi lahko informacije z zaslona razbrali iz vseh zornih kotov, prav tako pa bi lahko ustvarili realno 3D sliko katera bi se nahajala v določenem 3D prostoru. Rezultat raziskave je 3D kocka (8x8x8). Opisane so karakteristike vseh uporabljenih komponent pri izdelavi kocke. V empiričnem delu je opredeljena gradnja kocke, izdelava vezja, testiranje in prenos programa. Izdelava kocke je finančno sprejemljiva, ker je sestavljena le iz 512 enobarvnih svetlečih diod. Za večje zaslone je potrebno uporabiti RGB svetleče diode ter večje število teh.

## Pomen kratic:

Pix --»picture element« ali slikovni element

Mhz -- Herc ali hertz [herc] (oznaka Hz) je izpeljana enota SI za frekvenco.

LED -- Svetleča dioda (angleška kratica) je polprevodniškielektronski element

RGB -- kratica, ki prihaja iz angleščine in pomeni »red«, »green« in »blue«, ki so tudi osnovne barve modela

A -- osnovna enota SI za električni tok

USB -- univerzalno serijsko vodilo (*UniversalSerialBus*)

$\Omega$  --fizikalna enota ohm, za merjenje električnega upora

r -- premer žice

cca -- približno

## Kazalo vsebine

Kazalo vsebine .....	VI
Kazalo slik .....	VII
Kazalo tabel .....	VIII
1 Uvod.....	1
1.1 Namen naloge.....	2
1.2 Hipoteze .....	2
2 Teoretičen del .....	3
2.1 3D Kocka .....	3
2.1.1 Delovanje 3D kocke.....	4
2.1.2 Delovanje Svetleče diode.....	5
2.1.3 Značilnosti Svetleče diode .....	5
2.1.4 Zgodovina Svetleče diode.....	5
2.1.5 Vrste svetlečih diod .....	6
2.2 Tranzistor .....	6
2.2.1 Zgodovina Tranzistorja.....	7
2.2.2 Delovanje .....	8
2.2.3 Vrste tranzistorjev .....	9
2.2.4 Tranzistor PN2222.....	9
2.3 Mikrokrmlnik .....	10
2.3.1 ATmega32 .....	10
2.3.2 Programator .....	11
2.4 Flip-flop 74HC574 .....	12
2.5 Demultiplexor 74HC138 .....	13
3 Material in metode dela .....	15
3.1 Gradnja kocke .....	15
3.2 Izdelava vezja.....	23
3.3 Vezje mikrokrmlnika ATmega32 .....	23
3.4 Vezje flip-flopov .....	26
3.5 Prenos testnega programa na mikrokrmlnik .....	27
3.6 Prenos pravega programa .....	28
3.7 Orodje.....	28
3.8 Materiali .....	28
4 Razprava .....	30
4.1 Možne nadgradnje .....	31
4.2 Uporaba 3D kock .....	32
5 Zaključek .....	33
6 Seznam uporabljenih virov .....	34
7 Priloge .....	35

## Kazalo slik

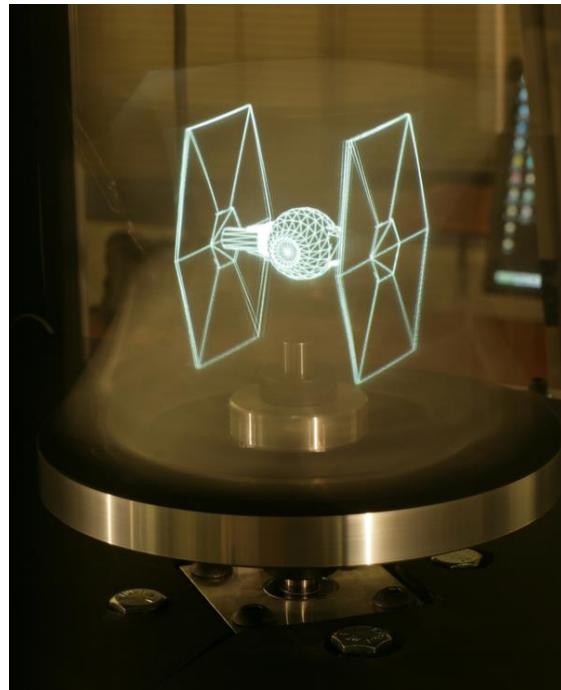
Slika 1: Prvi 3D holografski zaslon .....	1
Slika 2: 3D kocka.....	1
Slika 3: Ena od osmih plasti kocke .....	3
Slika 4: Plasti kocke z 64 navpičnicami .....	3
Slika 5 Svetleča dioda LED .....	4
Slika 6: Prikaz delovanja diode .....	5
Slika 7: Vrste svetlečih diod .....	6
Slika 8: Primeri tranzistorjev .....	7
Slika 9: Prvi tranzistor .....	8
Slika 10: Shema NPN in PNP tranzistorja.....	9
Slika 11: Tranzistor PN2222.....	10
Slika 12: Mikrokrmlnik ATmega32 .....	10
Slika 13: Shem vezja programatorja .....	11
Slika 14: ISP Programator .....	12
Slika 15: Shema integriranega vezja fli-flopa.....	13
Slika 16: Vezje z 8 fli-flopi.....	13
Slika 17: Shema integriranega dekoderja 74HC138.....	14
Slika 18: Lesena plošča z narisano mrežo 8x8 .....	15
Slika 19: Priprava in vstavljanje LED diode .....	16
Slika 20: Vstavljene diode .....	16
Slika 21: Povezava diod v vrsti.....	17
Slika 22: Tehnika povezave vrst 1 .....	17
Slika 23: Tehnika povezave vrst 2 .....	18
Slika 24: Končna izravnava ploskve.....	18
Slika 25: Test vsake diode na ploskvi.....	19
Slika 26: Gradnja kocke v višino 1 .....	19
Slika 27: Leseni distančnik .....	20
Slika 28: Gradnja kocke v višino 2 .....	20
Slika 29: Končana kocka .....	21
Slika 30: Leseni podstavek za kocko .....	22
Slika 31: Vstavljena kocka na podstavek .....	22
Slika 32:Povezavanje .....	23
Slika 33: Podnožje za mikrokrmlnik .....	24
Slika 34: Tranzistorji v vezju.....	24
Slika 35: Vezje v izdelavi .....	25
Slika 36: Celotno dokončano vezje .....	25
Slika 37: Flip-flop vezje 1 .....	26
Slika 38: Flip-flop vezje 2 .....	27
Slika 39: Zapis programa na mikrokrmlnik .....	27
Slika 40: PATA kabel .....	29
Slika 41: 3D kocka iz LED trakov .....	30
Slika 42: Primer RGB 3D kocke 1.....	31
Slika 43: : Primer RGB 3D kocke 2 .....	31
Slika 44: Uporabnost 3D kocke .....	32

## Kazalo tabel

Tabela 1: Število svetlečih diod v kocki glede na število diod v eni vrsti..... 30

## 1 Uvod

V laboratoriju USC so leta 2008 naredili znanstveniki prvi 3D holografski zaslon, ki deluje tako, da hitri projektor projicira sliko na vrtečese ogledalo ter je nastala 3D slika, ki omogoča prikazovanje podobv trehrazsežnih (Slika 1). Našli enostavnejši in cenejši način delovanja 3D zaslona t.j. z 3D LED kocko (Slika 2). Ker bo kocka dokaj majhne resolucije ( $8 \times 8 \times 8$  pix<sup>1</sup>), na njej nebo možno prikazati težje oblikovanih slik oz. animacij temveč enostavnejše animacije katere izpadejo prav tako zelo zanimivo, kot uporabno, npr.: ura, datum, izpis črk in besed...



Slika 1: Prvi 3D holografski zaslon

Vir: <http://www.wired.com/gadgetlab/2008/06/usc-lab-creates/>



Slika 2: 3D kocka

Vir: Cvetko, 2014

<sup>1</sup>Piksel je v računalništvu okrajšava za izraz »picture element« ali slikovni element. Predstavlja najmanjšo naslovljivo enoto slike, ki se jo lahko prebere ali nariše (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Piksel>).

## 1.1 Namen naloge

Želimo si raziskati drugačen način 3D prikazovanja (3D kocko), njen delovanje, ter možnosti uporabe. Namen raziskovalne naloge je izdelava tehnične konstrukcije kocke, ki bo lahko prikazala enostavnejše animacije s pomočjo programskih orodij.

Cilj, ki smo si ga zastavili, je pridobiti dodatna znanja o delovanju 3D kocke, delovanju posameznih komponent kocke. Rezultat raziskovalne naloge je 3D kocka z enostavnimi animacijami.

## 1.2 Hipoteze

Na začetku raziskovanja smo si zastavili naslednje hipoteze:

- 3D kocko je možno nareediti doma s pridobljenim znanjem in s pomočjo spletnih virov.
- 3D kocko in animacije lahko jasno opazujemo s katere koli smeri.
- 3D kocko lahko uporabimo kot digitalno uro in koledar.

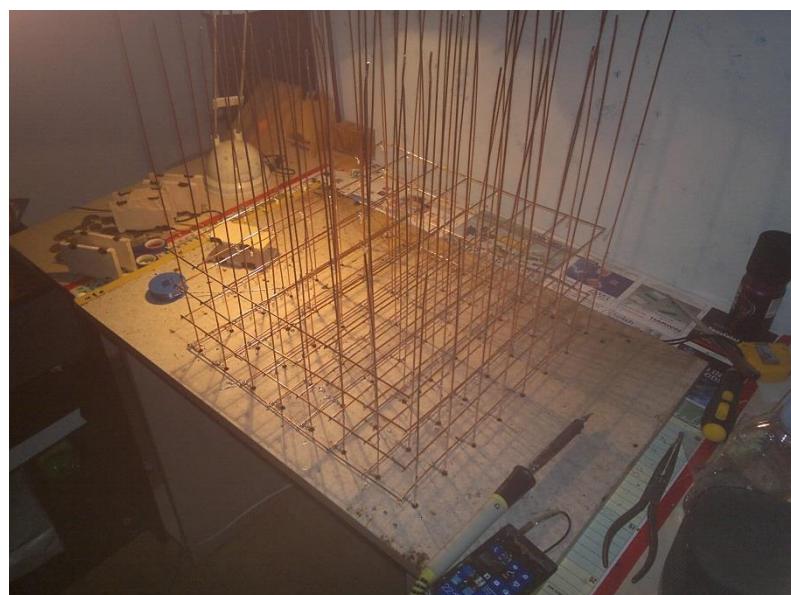
## 2 Teoretičen del

### 2.1 3D Kocka

3D kocka je kot LCD zaslon, vendar ima posebnost saj ima tretjo dimenzijo. Pri navadnih zaslonih so posamezni piksli tesno skupaj in tako je dosežena večja resolucija samega zaslona. Tega pri 3D led kocki ne moremo upoštevati, saj je potreben prostor da se vidi skozi kocko, da lahko opazimo piksle ki se nahajajo v tretji dimenziji oz notranjosti kocke. Kocka je sestavljena iz 8 plasteh (slika 3) kamor so skupaj povezane vse katode svetlečih diod ene plasti in 64 navpičnic (slika 4) ki predstavljajo skupno anodo osmim svetlečim diodam. 3D kocko je sestavljena iz 2 delov, in sicer iz vezave svetlečih diod v kocki in vezja ter programa, ki nadzira delovanje kocke.



Slika 3: Ena od osmih plasti kocke  
Vir: Cvetko, 2014



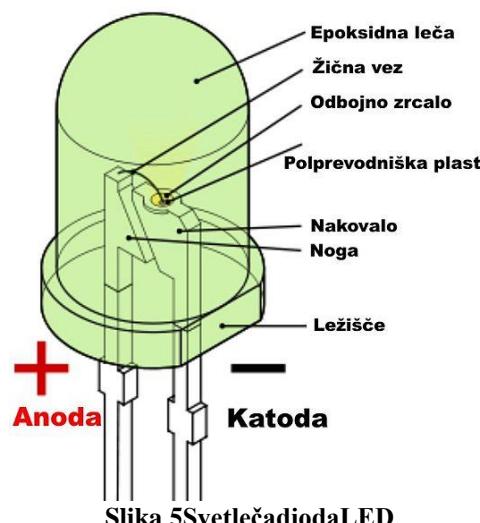
Slika 4: Plasti kocke z 64 navpičnicami  
Vir: Cvetko, 2014

### 2.1.1 Delovanje 3D kocke

3D kocka je sestavljena iz 512 svetlečih modrih diod (8x8x8). Ker z mikrokrmlnikom<sup>2</sup> ne moremo kontrolirati vsake svetleče diode posebej, smo z pomočjo osmih flip-flopov (74HC574) razširili en prot (8 izhodov). Tako dobimo 64 izhodov kateri bodo nadzorovali 64 navpičnic oz. 64 skupnih anod (8x8). Na drug port pa je preko tranzistorjev priključenih 8 plasti. Samo delovanje 3D kocke temelji na optični prevari. Da bi lahko prikazali sliko oz. animacijo, se mora sprva odpreti tranzistor (vedno se odpre smo en) v določeni začetni plasti. Hkrati pa se prižgejo pa tudi želene anode. Tako dobimo eno plast slike. V drugem koraku se prevodnost prejšnjega tranzistorja zapre in odpre se naslednji tranzistor, hkrati pa seveda tudi zopet željne anode. Tako dobimo drugo plast slike. Ta postopek (zaporednega izklapljanja in vklapljanja tranzistorjev) se skozi celoten program ponavlja. Vendar se vse to dogaja tako hitro, človeško oko tega neopazi in vidimo le nastalo 3D podobo v kocki.

## 2.1 Svetleča dioda

Svetleča dioda (angleška kratica LED) je polprevodniški elektronski element. Njene električne karakteristike so podobne navadni polprevodniški diodi s to razliko, da kadar prevajatok, sveti, kot pri ostalih diodah tok teče od pozitivni strani (anodi) k negativni strani (katodi), vendar pa ne v obratni smeri. Razlikujejo se po barvi, velikosti, obliki in električnih karakteristikah. Svetloba, ki jo oddajajo ima valovno dolžino v ozkem pasu. Modro barvo so uspeli dobiti šele pred nekaj leti. Bela svetleča dioda je kombinacija rdeče, zelene in modre. Izkoristek svetleče diode je mnogo boljši kot pri žarnici z žarilno nitko. Bele svetleče diode velike sevalne moči napovedujejo bolj množično uporabo le-teh v razsvetljavi. Poleg boljšega izkoristka jih odlikuje tudi daljša življenjska doba, ki znaša okoli 50000 ur, za razliko od navadne žarnice, kjer je 1000 ur.



Slika 5 SvetlečadiodaLED  
Vir: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da\\_dioda](http://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da_dioda)

<sup>2</sup>Mikrokrmlnik ali mikrokontroler je čip, ki vsebuje skoraj vse sestavnine mikroračunalnika (procesor, notranji pomnilnik, vmesnike ...). Vir: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Mikrokrmlnik>

### 2.1.2 Delovanje Svetleče diode

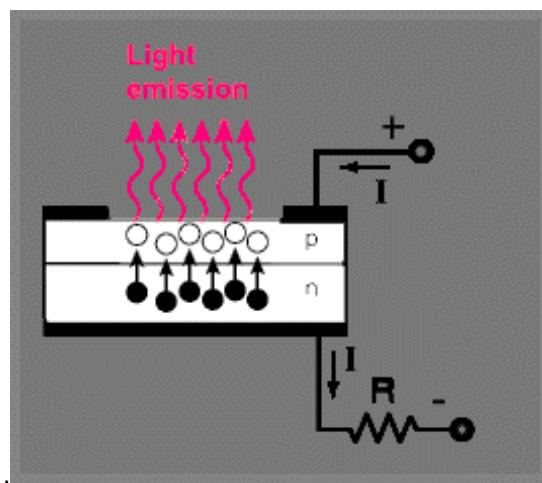
Princip delovanja Svetlečih diod (LED) je v tem, da ko elektron trči v elektronsko vrzel, pade v nižje energijsko polje in zaradi izenačitve odda energijo v obliki fotona. Svetleče diode proizvajajo hladno svetlobo, za razliko od žarnic, ki segrevajo žarilno nitko tako močno, da zasveti. Torej svetlobo pri svetlečih diod dajejo foton, lahko pa je vidnega ali IR spektra - selektivno, ne pa svetloba celotnega spektra naenkrat.

### 2.1.3 Značilnosti Svetleče diode

Napredek svetlečih diod se je začel z rdečo in infrardečo svetlobo. Diode so bile narejene iz galijevega arzenida (GaAs). Napredek v spoznavanju novih materialov je omogočil velik barvni spekter svetenja LED svetil. Pri večini kasnejših svetlečih diod je bil osnovni element galij, ki so mu dodajali druge elemente za doseganje različnih svetlob. Barva svetlobe je odvisna od napetosti in od kemične zgradbe polprevodniškega elementa in lahko zavzema ozek pas spektra blizu ultravijolične 390nm, v vidnem delu ali v IR (infrardečem 940nm) delu spektra. AlInGaP se uporablja za emitiranje rdeče in rumene, InGaN za zeleno in modro in kadar slednjemu dodamo še fosfor (P), belo svetlobo.

Napetost za IR del se začne pri 1.2V, potem pa se nadaljuje preko rdeče (1.9V), oranžne(2.1V), rumene(2.3V), zelene (2.4V), modra in zelena InGaN (3,2V) in bela (3,3V).

Modre LED diode so bile izumljene leta 1993 in delujejo na osnovi galijevega nitrata (GaN). LED diode, ki proizvajajo belo svetlobo so narejene na principu modre (GaN) s svetlobnim spektrom 450-470nm, prekrite pa so z rumenkastim fosforjevim filtrom. Obstajajo pa že tudi novejši načini za proizvajanje bele svetlobe, ki se uporabljajo pri vseh vrstah LED luči.(<http://www.led-sm.com/znacilnosti-led-tehnologije>)



Slika 6: Prikaz delovanja diode  
Vir: <http://www.led-sm.com/znacilnosti-led-tehnologije>

### 2.1.4 Zgodovina Svetleče diode

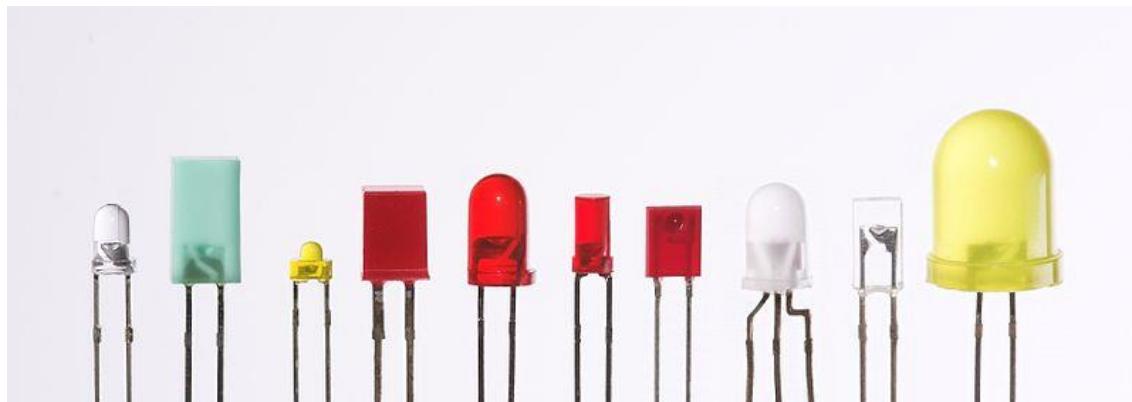
Rus Oleg Vladimirovich Losev je neodvisno od njegovih raziskav leta 1927 naznalil izum LED tehnologije. Njegova dognanja so bila objavljena v ruskih, nemških in britanskih znanstvenih izdajah, kljub temu pa ni bilo praktične uporabe še naslednjih

nekaj desetletij. Rubin Braunstein z Radio Corporation of America je leta 1955 poročal o infrardeči emisiji galijevega arzenida (GaAs) in ostalih polprevodniških zlitin. Braunstein je opazoval infrardeče oddajanje, ki so ga oddajale preproste diodske strukture.

Leta 1961 sta Robert Biard in Gary Pittman ob delu na Texas Instruments odkrila, da GaAs oddaja infrardeče sevanje, ko je priključen na električni tok in tako pridobila patent za infrardečo LED. Prvi praktični vidni spekter rdečih LED je leta 1962 razvil Nick Holonyak. Jr. Holonyaka se še vedno smatra kot "očeta light-emitting diode". M. George Crawford je kot Holonyakov učenec nadaljeval z raziskavami in izumil prvo rumeno LED diodo ter izboljšal svetlost rdečih in oranžnih diod za desetkrat. Leta 1976 je T.P. Pearsall ustvaril prvo visoko svetilnostno in visoko učinkovito LED za optična vlakna telekomunikacij z izumom novih polprevodnih materialov, specifično prilagojenih za optična vlakna in prenos valovnih dolžin. Do 1968 so bile vidne in infrardeče LED diode zelo drage, saj so cene dosegale celo do US \$200 na enoto in tako niso bile velikokrat v uporabi. Prva organizacija z masovno proizvodnjo LED diod je bila Monsanto Company.

### 2.1.5 Vrste svetlečih diod

Obstaja več vrst diod. Pri 3D kocki so uporabljeni difuzni svetleči diodi, saj oddajajo svetlobo v vse smeri z enako močjo. Obstajajo še signalne, visokosvetilne, RGB, ploščate in razne namenske diode. Razlikujejo se tudi po velikosti (premer diode), moči in seveda barvi.



Slika 7: Vrste svetlečih diod

Vir: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Verschiedene\\_LEDs.jpg](http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Verschiedene_LEDs.jpg)

## 2.2 Tranzistor

Tranzistor je polprevodniški elektronski element s tremi priključki, ki ga uporabljamo za ojačenje, preklapljanje, uravnavanje napetosti, modulacijo signalov in v številne druge namene. Je eden ključnih gradnikov sodobne elektronike in uporabljen v praktično vsaki elektronski napravi. Skoraj popolnoma je nadomestil velike energetsko potratne elektronke, v preteklosti uporabljane za te namene.

**Slika 8: Primeri tranzistorjev**Vir: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistorer\\_\(cropped\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistorer_(cropped).jpg)

### 2.2.1 Zgodovina Tranzistorja

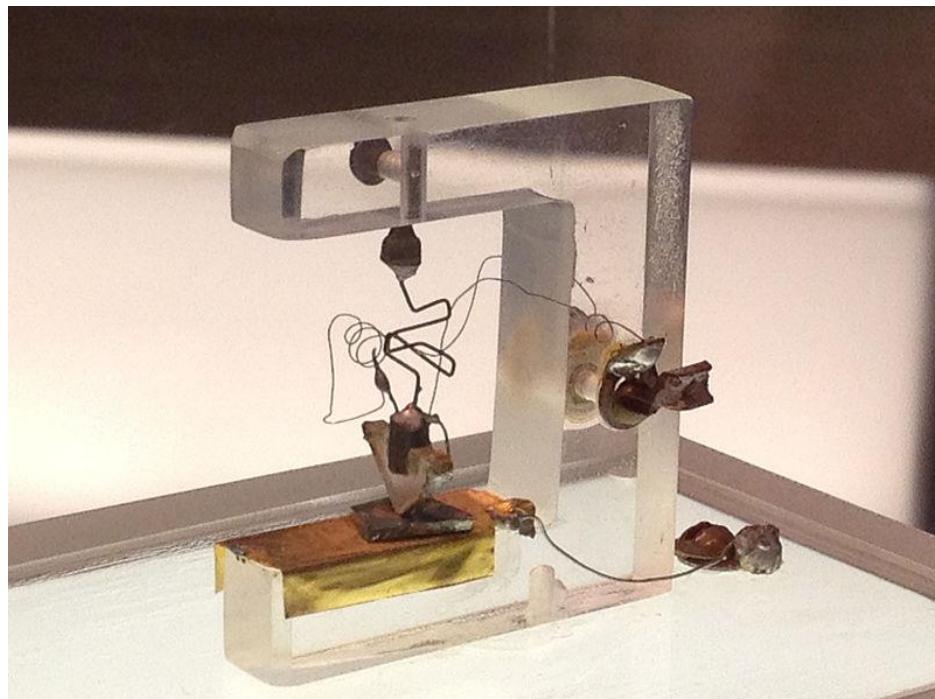
Tranzistor so izumili John Bardeen, Walter Houser Brattain in William Bradford Shockley decembra leta 1947 v Bellovih laboratorijih.

Leta 1906 je Lee de Fores patentiral triodo (izboljšana vakumska dioda), elektronski element oz. predhodnik tranzistorja, ki je omogočal izdelovanje ojačevalnikov in radia na osnovi amplitudne modulacije. Izum je na področju elektronike pomenil pravo revolucijo. Vendar se je s časom pokazalo, da so elektronke izredno nepraktične zaradi svoje velikosti, velike električne porabe, kratke življenske dobe in toplote ki so jo proizvajale med delovanjem. Znanstveniki so se zato odpravili na lov za novimi bolj praktičnimi elementi, ki bi nadomestili elektronke.

Leta 1925 je fizik Julius Edgar Lilienfeld v Kanadi vložil patent za tranzistor na poljski pojav. Zadeva je ostala le pri patentu saj se je izkazalo, da je bila ideja Lilienfelda daleč pred svojim časom. Podoben patent je leta 1934 vložil tudi Nemec Oskar Heil, vendar tudi njegova ideja še lep čas ni zaživila. Velik napredek na področju fizike, kemije in elektronike sta nepričakovano povzročili druga svetovna vojna in hladna vojna saj je ameriška vojska potrebovala nove materiale in opremo za razvoj katere je namenjala ogromna finančna sredstva, ki so posledično vplivala tudi na razvoj tranzistorja.

Leta 1947 se je skupina znanstvenikov, John Berdee, William Shockley in Walter Brattain, v Bellovih laboratorijih lotila enkrat za vselej raziskati naravo elektronov v

spoju med kovino in polprevodnikom. Med eksperimentiranjem s polprevodniškimi elementi so na kristal germanija pritrdili dve zlati konici ter skoznju spotili različne električne signale. Na presenečenje vseh so se signali na izhodu ojačali, kar je pomenilo da je izhodni signal večji od vhodnega. Vodja skupine Shockley je v tem odkritju videl velik potencial zato je ukaza še podrobnejše raziskave, ki so trajale še naslednjega pol leta. Da je izum še kako uporaben so dokazali z izdelavo ojačevalnika, ki prvič v zgodovini ni potreboval elektronik in zamudnega ogrevanja ob vklopu. Ime tranzistor je skoval John R. Pierce, ki je prav tako delal v Bellovih laboratorijih in je nadzoroval skupino, ki jo odkrila tranzistor. (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:1st-Transistor.jpg>)



**Slika 9: Prvi tranzistor**  
Vir:<http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:1st-Transistor.jpg>

### 2.2.2 Delovanje

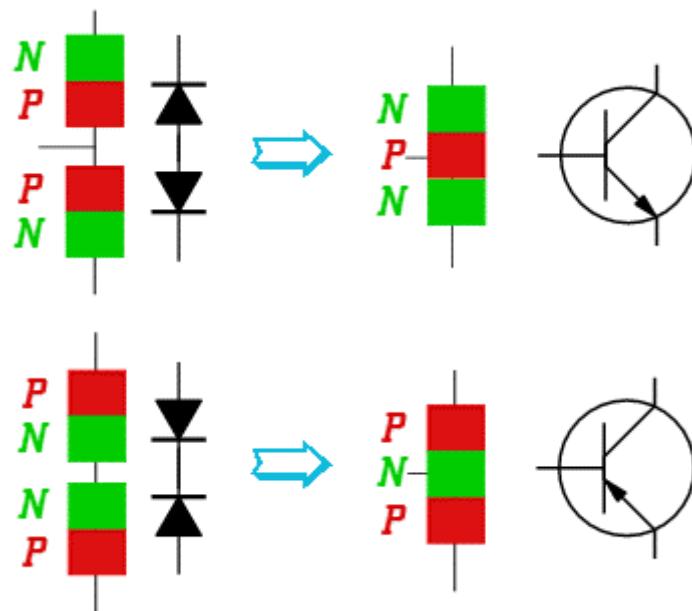
Tranzistor je sestavljen iz dveh pn spojev v kombinaciji npn (obstaja tudi kombinacija pnp kjer je proces med elektroni in vrzelmi obrnjen), ki ju lahko priključimo v prevodni ali zaporni smeri. Prvi spoj je med emitorjem in bazo (emitorski spoj) drugi pa med kolektorjem in bazo (kolektorski spoj). Tranzistor je odprt oz. prevaja če je emitorski spoj priključen v prevodni smeri kolektorski pa v zaporni smeri. Ko na emitorski spoj prikljupimo napetost U<sub>BE</sub> (napetost med emitorjem in bazo) ta povzroči da začnejo elektroni in emitorja prehajat v bazo, vrzeli (pozitivni nosilci) pa iz baze v emitor. Takrat skozi emitor steče t.i. emitorski tok I<sub>E</sub>. Število vrzelj v bazi je omejeno z dodajanjem primesi polprevodniku zato je vrzeli dosti manj kot elektronov, ki prihajajo iz emitorja v bazo. Bazo tako preplavijo elektroni, ki pa ne stečejo v bazo zaradi zaporne napetosti U<sub>CB</sub>.

Med kolektorjem in bazo je tako zaporna napetost U<sub>CB</sub>, ki preprečuje, da bi elektroni iz kolektorja stekli v bazo, vrzeli pa iz baze v kolektor. Kolektor je na bolj pozitivnem potencialu kot baza zato bolj privlači elektrone iz baze, ki so tja prišli iz emitorja. Ker je emitorski spoj prevodno polariziran priteka v bazo veliko elektronov, zaradi zaporne

napetosti med kolektorjem in bazo te ne morejo nadaljevati pot v bazo ampak nadaljujejo pot v kolektor in tako povzročijo kolektorski tok  $I_C$ . Ta situacija je možna le če je baza tanka saj bi se v nasprotnem primeru večina elektronov zapolnila vrzeli v bazi in tok nebi stekel. Ker pa je tudi v tanki bazi nekaj vrzeli se te rekombinirajo z elektroni in tako ustvarijo majhen bazni tok  $I_B$ .

### 2.2.3 Vrste tranzistorjev

Poznamo 2 vrsti tranzistorjev in sicer NPN in PNP tranzistorji (slika 10). Pod vsako vrsto najdemo več različnih modelov tranzistorjev, ki se razlikujejo po svojih karakteristikah.



Slika 10: Shema NPN in PNP tranzistorja

Vir: <http://www.elektronikainrobotika.host22.com/tranzistor.html>

### 2.2.4 Tranzistor PN2222

Pri raziskovalni nalogi je uporabljenih 16 PN2222 tranzistorjev (slika 11) s katerimi se bo vklapljal vsaka plast kocke. Tranzistorje krmili mikrokrmilnik. Ker je največji tok, ki ga tranzistor prenese 600mA, posamezno plast vklapljata 2 tranzistorja vezana vzporedno saj, če gorijo vse diode v plasti (skozi vsako teče tok približno 10 mA), je skupen tok, ki teče skozi tranzistor 640mA (64x10mA). Zato sta vzporedno vezana 2 ista tranzistorja za posamezno plast, ki tako preneseta skupaj do 1200mA toka (2x600mA).

**Slika 11: Tranzistor PN2222**Vir: <http://www.amazon.com/PN2222A-PN2222-Transistor-NPN-Volts/dp/B005T6J3RG>

## 2.3 Mikrokrmlnik

Mikrokrmlnik je elektronsko vezje, ki začne svojo funkcijo opravljati šele, ko vanj vpišemo program. Kakšno funkcijo bo mikrokrmlnik opravljal, je odvisno od programerja. Prisotni so skoraj v vsaki, še tako enostavnih elektronskih napravi. Zahtevnost dela z njimi je v velikem razponu, od enostavnih aplikacij, kot je prižiganje raznih lučk, do zahtevnejših.

Za delo z mikrokrmlniki je potrebno poznati znanja s področja digitalnih sistemov, analognih in digitalnih elektronskih elementov, informatike, matematike... Če se mikrokrmlnik uporabi za pogon mobilnega robota, se zgoraj opisanim potrebam pridruži še znanje strojništva. V raziskovalni nalogi je uporabljen mikrokrmlnik ATmega32. Ta mikrokrmlnik je član družine AVR, podjetja Atmel. V tej družini mikrokrmlnikov je preko 50 članov, ki se razlikujejo glede na velikost pomnilnika, število priključkov, številu vhodno-izhodnih vmesnikov, frekvenci delovanja... (<http://www2.arnes.si/~svider/mikrokrmlnik.html>)

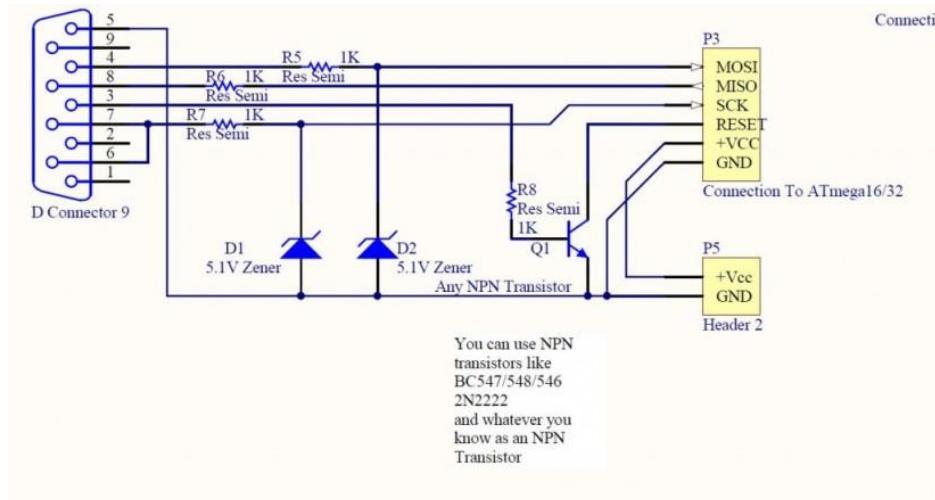
### 2.3.1 ATmega32

Pri raziskovalni nalogi je bil uporabljen mikrokrmlnik ATmega32. Gre za 8 bitni mikrokrmlnik s 32 kb flash spomina podjetja Atmel. Opremljen je z oscilatorjem s frekvenco 14,7456 Mhz. Mikrokrmlnik ima 4 porte (A,B,C,D) s katerimi bomo kontrolirali oz. upravljali 3D kocko. Vsak prot ima 8 vhodov/izhodov. Lahko bi uporabili tudi podobne, dovolj zmogljive mikrokrmlnike drugih podjetji. (<http://www.atmel.com/Images/doc2503.pdf>)

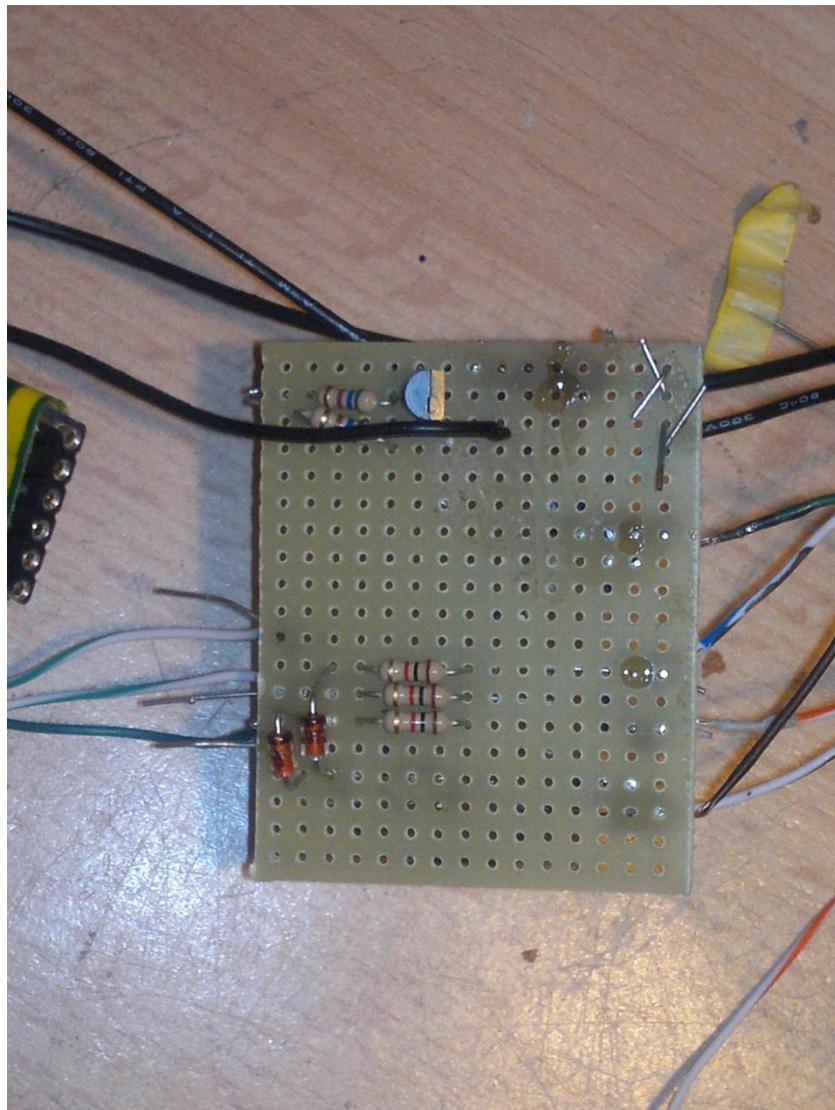
**Slika 12: Mikrokrmlnik ATmega32**Vir: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmel\\_atmega32\\_mikrokontrolleri.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmel_atmega32_mikrokontrolleri.jpg)

### 2.3.2 Programator

Za prenos programa, ki je napisan v C programskem jeziku, potrebujemo ustrezni programator in ustrezni računalniški program. Programator je malo vezje, ki se nahaja med računalnikom ter mikrokrmilnikom. Vezje programatrica je odvisno od modela mikrokrmilnika ter načinom povezave z računalnikom. Program lahko iz računalnika preko programatorja na mikrokrmilnik prenesemo preko izhodnih priklopov računalnika (Preko USB, COM in LPT porta). Program bomo na mikrokrmilnik prenesli s programoma Ponyprog2000 in WinAVR. Vezje programatorja smo naredili sami (slika 14). Programator je povezan z računalnikom preko serialnega prota COM1.



**Slika 13: Shema vezja programatorja**  
Vir: <http://www.circuitstoday.com/isp-programmer>

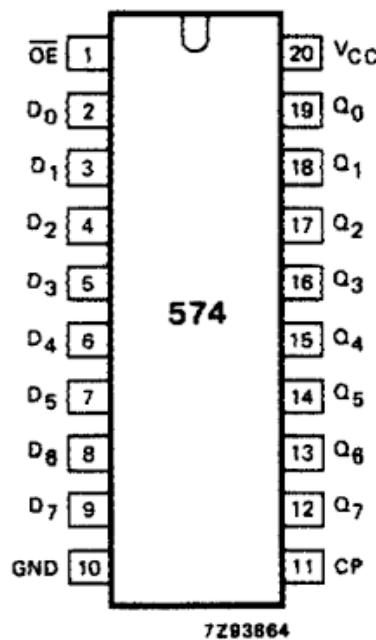


Slika 14:Programator

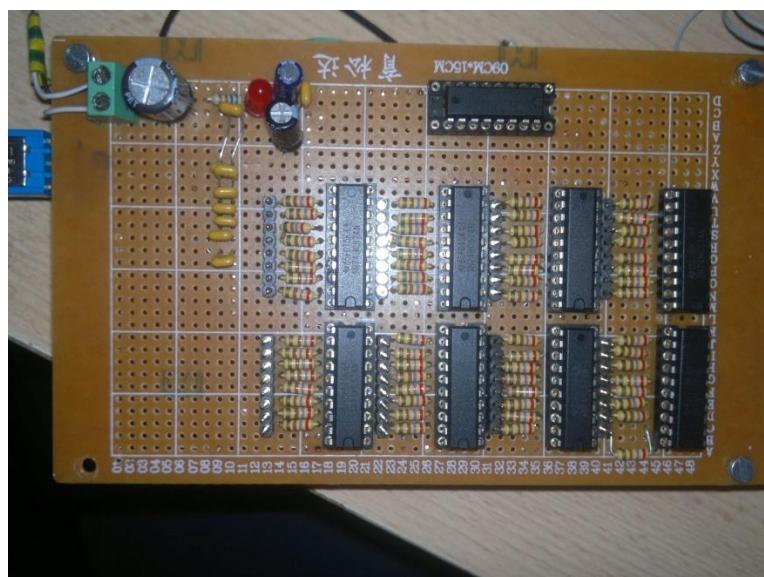
Vir: Cvetko, 2014

## 2.4 Flip-flop 74HC574

Flip-flopi so elektronska vezja (slika 16), ki delujejo kot začasni pomnilniki. Pri izdelavi 3D kocke smo razširili port A (8 izhodov) z 8 flip-flopi na 64 izhodov. 74CH574 je sinhroni flip-flop, ki daje signale s pomočjo signala ure. Glavna naloga flip-flopa je, da si shrani trenutno vrednost v danem trenutku in v naslednjem trenutku izpiše oz. spusti podatke na izhod (Bastian, 2013, str: 234).



Slika 15: Shema integriranega vezja flip-flopa

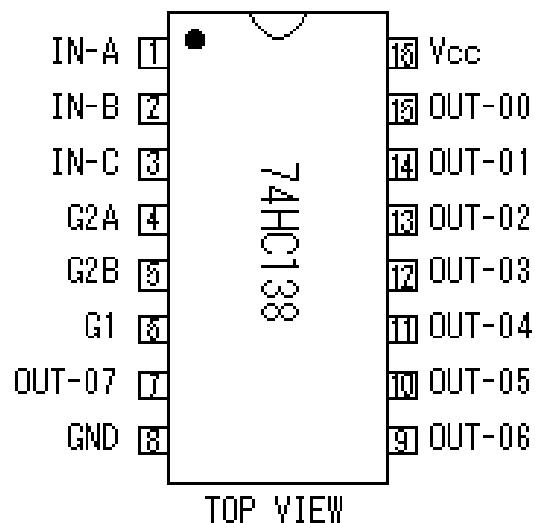
Vir: <http://sweetlilmre.blogspot.com/2010/09/netduino-and-some-74hc574s.html>

Slika 16: Vezje z 8 flip-flopi

Vir: Cvetko, 2014

## 2.5 Demultiplexor 74HC138

Pri nalogi je bil uporabljen demultiplexor ali dekoder 74HC138 (slika 17). To je elektronsko vezje, ki se nahaja med flip-flopi in tremi izhodi mikrokrnilnika ATmega32. Z tem dekoderjem bomo določili kateri izmed flip-flopov si bo v določenem trenutku shranil vrednost porta A.



**Slika 17: Shema integriranega dekoderja 74HC138**

Vir: [http://www.piclist.com/images/www/hobby\\_elec/e\\_pic6\\_34.htm](http://www.piclist.com/images/www/hobby_elec/e_pic6_34.htm)

### 3 Material in metode dela

V raziskovalni nalogi smo delali na osnovi eksperimentalne metode raziskovanja. Na osnovi študije primera smo s pomočjo primarnih in sekundarnih virov pridobili navodila in napotke za izdelavo kocke. Pri programski opremi smo s pomočjo sekundarnih virov na spletu izdelali in vstavili program za simulacijo efektov.

Pri izdelavi 3D kocke so bile uporabljene naslednje metode dela:

- Spajkanje
- Delo z multimetrom
- Delo z programom PonyProg2000

#### 3.1 Gradnja kocke

Gradnja oz. izdelava 3D kocke je razdeljena na 3 dele in sicer:

- gradnja kocke,
- gradnja ustreznega vezja,
- gradnja ter prenos programa na kocko.

Gradnja kocke se je začela z gradnjo vsake plasti posamično. Nato pa smo dodali anode (navpičnice) ter iz večih plasti zgradili kocko. Da so bile vse linije ravne, smo si na leseno ploščo narisali mrežo 8x8 ter v presečiščih izvrtali 3mm luknje globoke cca. 4mm. Da bi bila podoba, ki bo nastala v kocki jasno vidna, je razdalja med vsako svetlečo diodo 5cm (slika 18).



Slika 18: Lesena plošča z narisano mrežo 8x8

Vir: Cvetko, 2014

Ker so vse katode v posamezni plasti povezane skupaj, smo na svetleči diodi pod kotom 90° upognili krajšo nogico ter jo vstavili v leseno ploščo (slika 19).



**Slika 19: Priprava in vstavljanje LED diode**

Vir: Cvetko, 2014

To ponovimo še z ostalimi 63 diodami (slika 20).



**Slika 20: Vstavljenje diode**

Vir: Cvetko, 2014

Nato smo z bakreno žico povezali vse diode v vsaki vrsti. Pri spajkanju smo morali biti pozorni, da nismo diode segrevali predolgo, saj jo lahko zaradi toplotne uničimo (max. 1-1,5s). Pomembno je tudi, da je spajkalnik vedno čist, saj tako dosežemo večjo toplotno prevodnost med spajkalnikom in žico.



**Slika 21: Povezava diod v vrsti**

Vir: Cvetko, 2014

Sledila je še povezava vseh vrst. To smo naredili tako, da smo na obeh straneh, na koncu, dodali žico ki je potekala prečno na vrste. Tako so vse vrste postale povezane, vse diode v nastali plasti imajo skupno katodo.



**Slika 22: Tehnika povezave vrst 1**

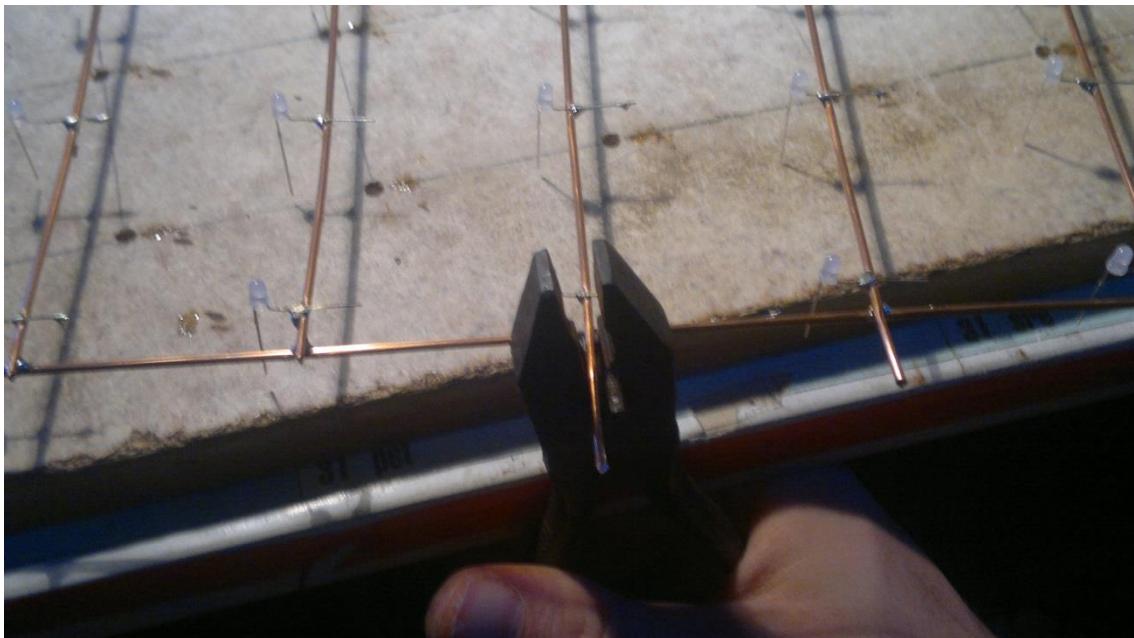
Vir: Cvetko, 2014



Slika 23: Tehnika povezave vrst 2

Vir: Cvetko, 2014

Odvečni deli so bili odstranjeni, sledil je še test vsake diode z multimetrom, da smo preverili, če slučajno kakšna dioda nima dobrega stika oz. če se je pri spajkanju preveč segrela in se tako uničila.



Slika 24: Končna izravnava ploskve

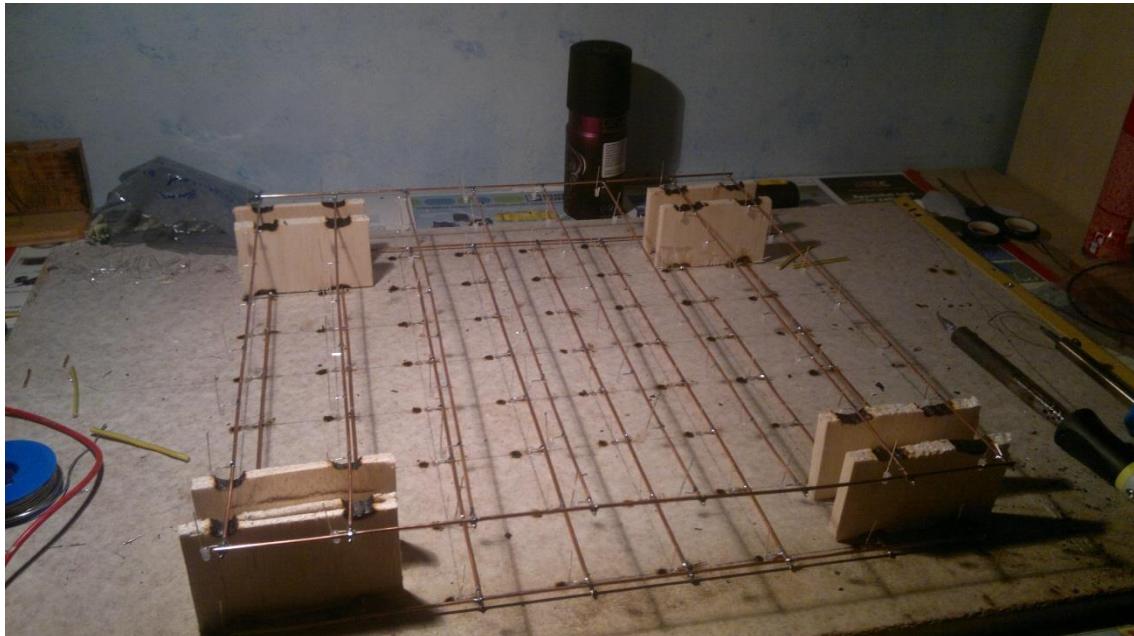
Vir: Cvetko, 2014



**Slika 25: Test vsake diode na ploskvi**

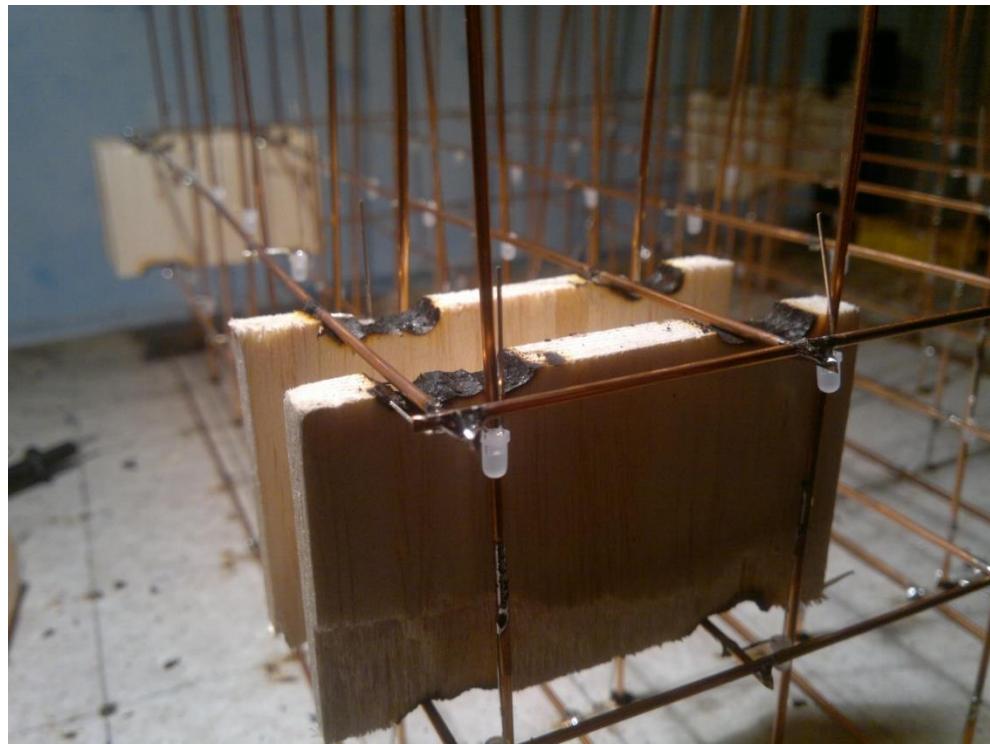
Vir: Cvetko, 2014

Po končani izdelavi vseh plasti se je začela gradnja kocke v višino (slika 26). Potrebno je bilo povezati vse anode diod v vsaki navpičnici na skupno anodo. Da bi bila višina med diodami enaka smo iz lesa izdelali 4 distančnike z višino 5cm.



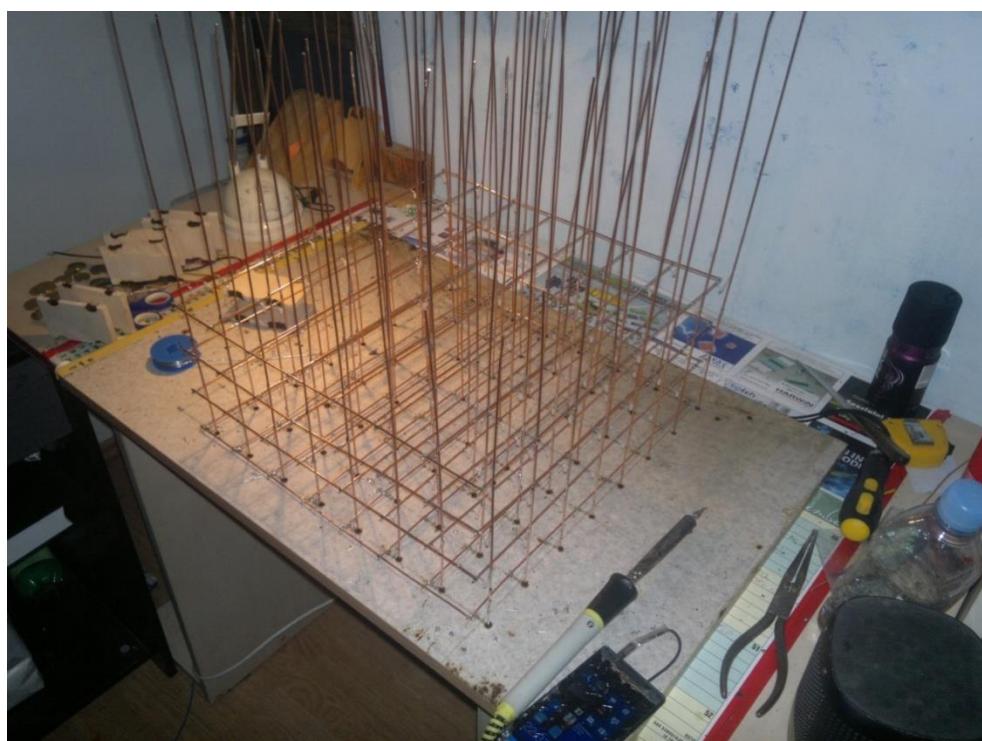
**Slika 26: Gradnja kocke v višino 1**

Vir: Cvetko, 2014



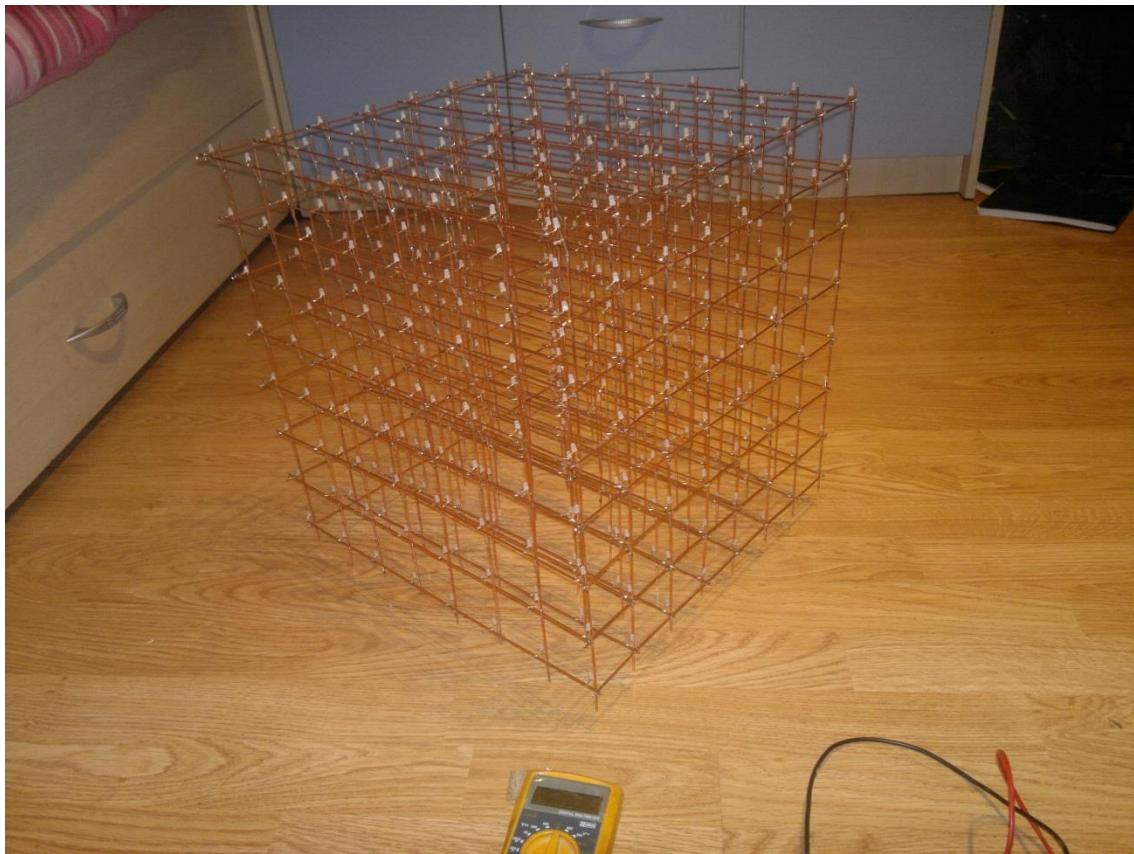
**Slika 27: Leseni distančnik**

Vir: Cvetko, 2014



**Slika 28: Gradnja kocke v višino 2**

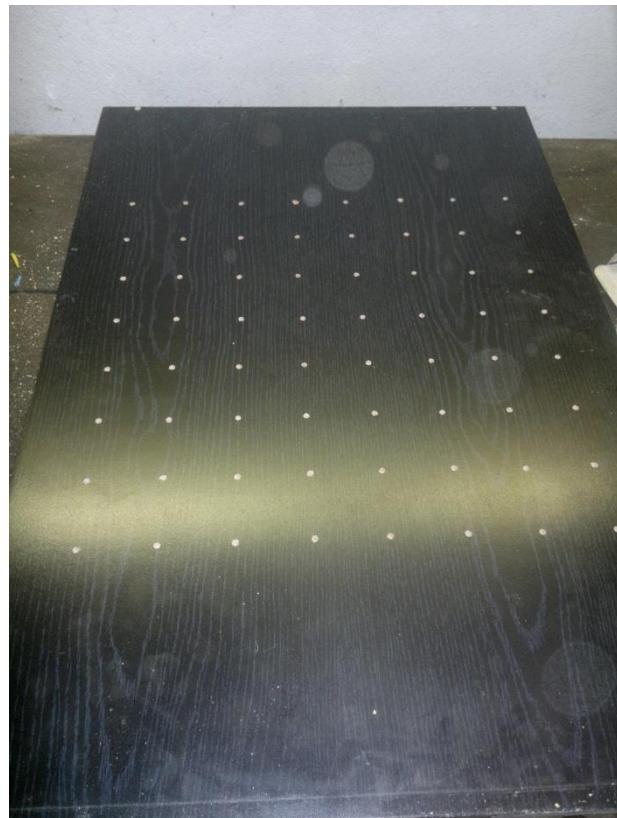
Vir: Cvetko, 2014



**Slika 29: Končana kocka**

Vir: Cvetko, 2014

Skozi leseno ploščo smo izvrtali 72 lukenj s premerom 2mm. Zvrtali smo še dodatnih 8 lukenj za vsako plast posebej. Skozi ostalih 64 lukenj pa bodo potekale vse skupne anode. Na vsako anodo smo prispajkali žico katera bo povezana na vezje.



**Slika 30: Leseni podstavek za kocko**

Vir: Cvetko, 2014



**Slika 31: Vstavljena kocka na podstavek**

Vir: Cvetko, 2014



Slika 32:Povezavanje

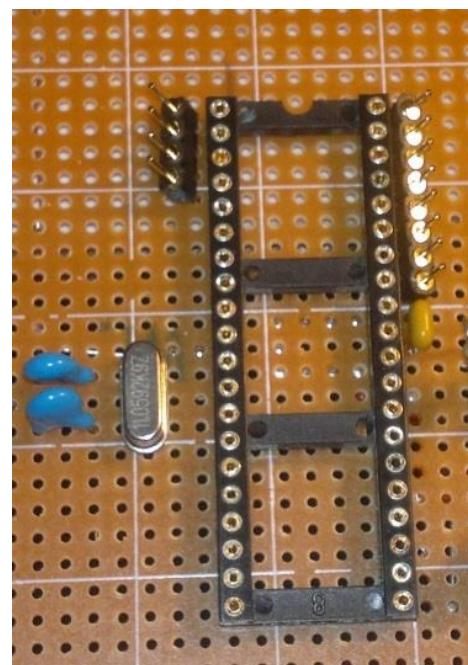
Vir: Cvetko, 2014

### 3.2 Izdelava vezja

Celotno vezje je sestavljeni iz dveh posameznih vezji, ki sta narejeni na prototipnih ploščicah, in sicer iz vezja kjer se bo nahajal mikrokrmilnik ATmega32 ter iz vezja, kjer bomo s pomočjo flip-flopov razširili 8 izhodov (Porta A) na 64 izhodov kamor bomo priključili anode kocke. Shemi obeh vezji so v prilogah.

### 3.3 Vezje mikrokrmilnika ATmega32

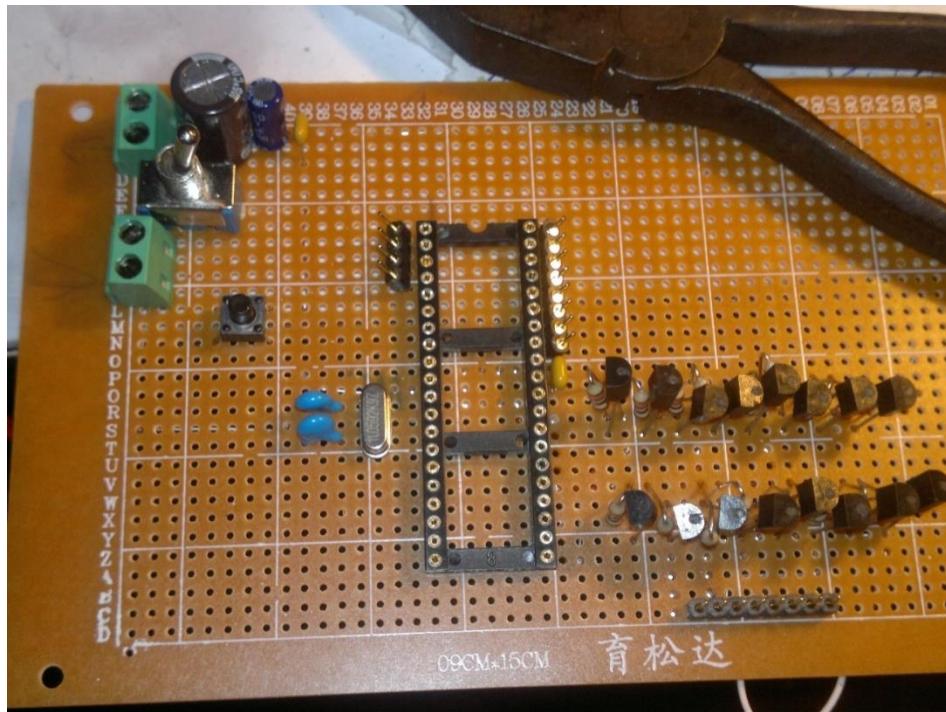
Na sredino ploščice smo postavili 40 nožno podnožje za mikrokrmilnik ATmega32, na ustrezne izhode smo mu dodali še 14.7456Mhz oscilator. Na port A smo vgradili 8 nožno letvico kamor bo kasneje priključeno drugo vezje. Na ploščo bomo dodali še 16 tranzistorjev z ustreznimi predupori ( $1k\Omega$ ). Vsako plast bosta vklapljala po 2 NPN tranzistorja PN2222 vezana vzporedno. Na rob prototipne ploščice smo še dodali vhod za vir napetosti (5V), stikalo ter kondenzatorje, ki bodo poskrbeli za stabilno napetost brez motenj. Vgradili smo tudi 2 tipkali, (reset in start) ter 2 statusni led diodi.



Slika 33: Podnožje za mikrokrumilnik  
Vir: Cvetko, 2014

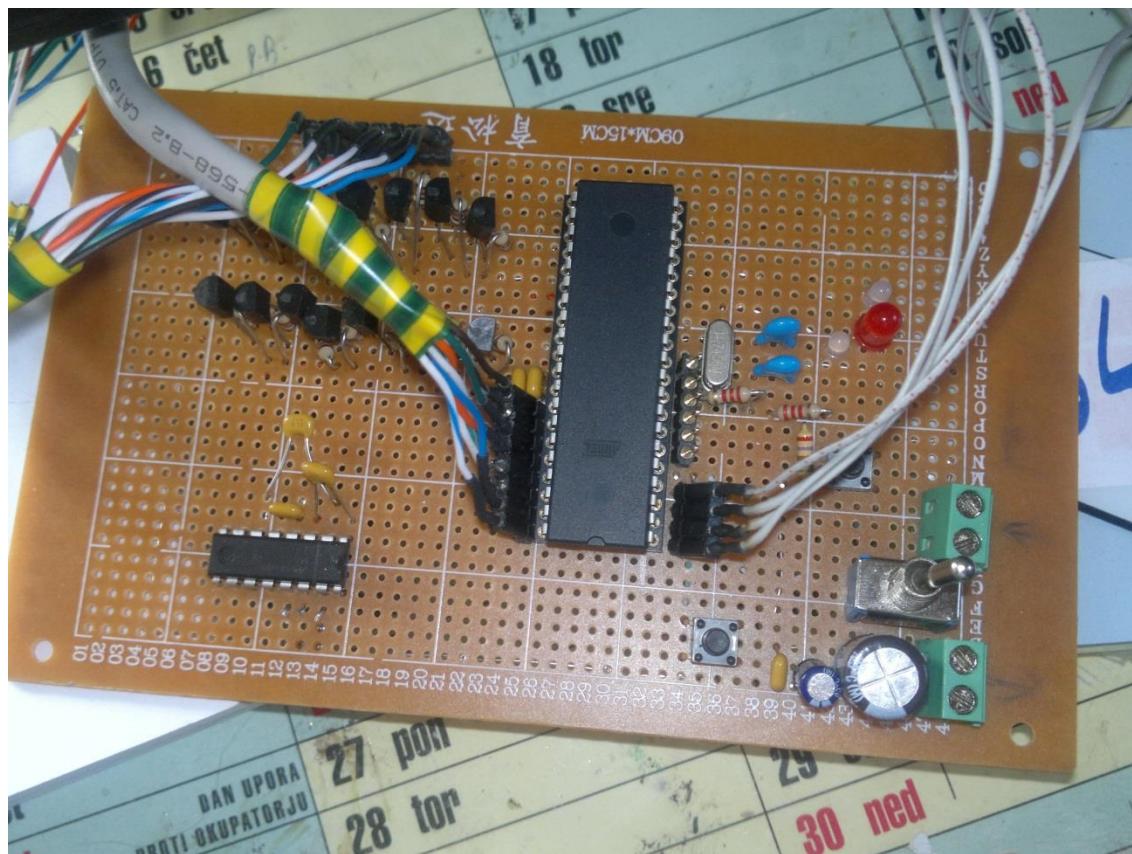


Slika 34: Tranzistorji v vezju  
Vir: Cvetko, 2014



Slika 35: Vezje v izdelavi

Vir: Cvetko, 2014

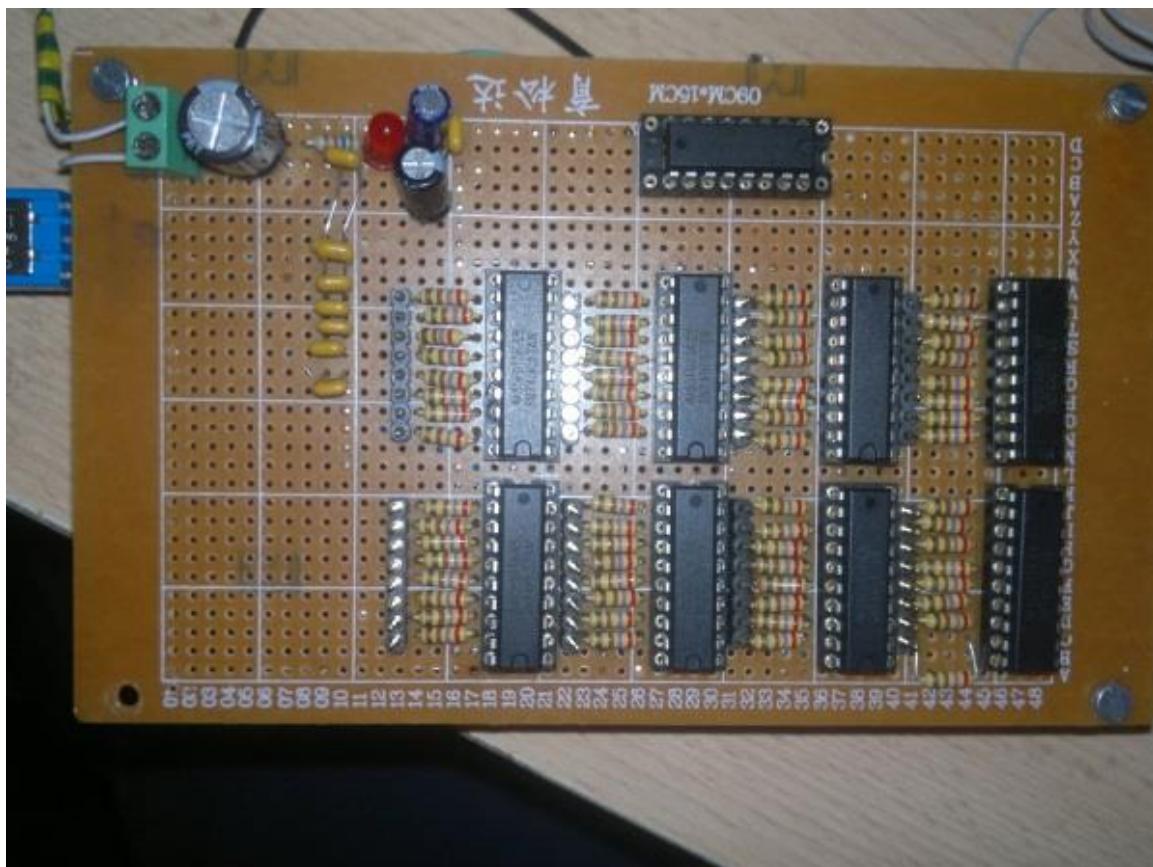


Slika 36: Celotno dokončano vezje

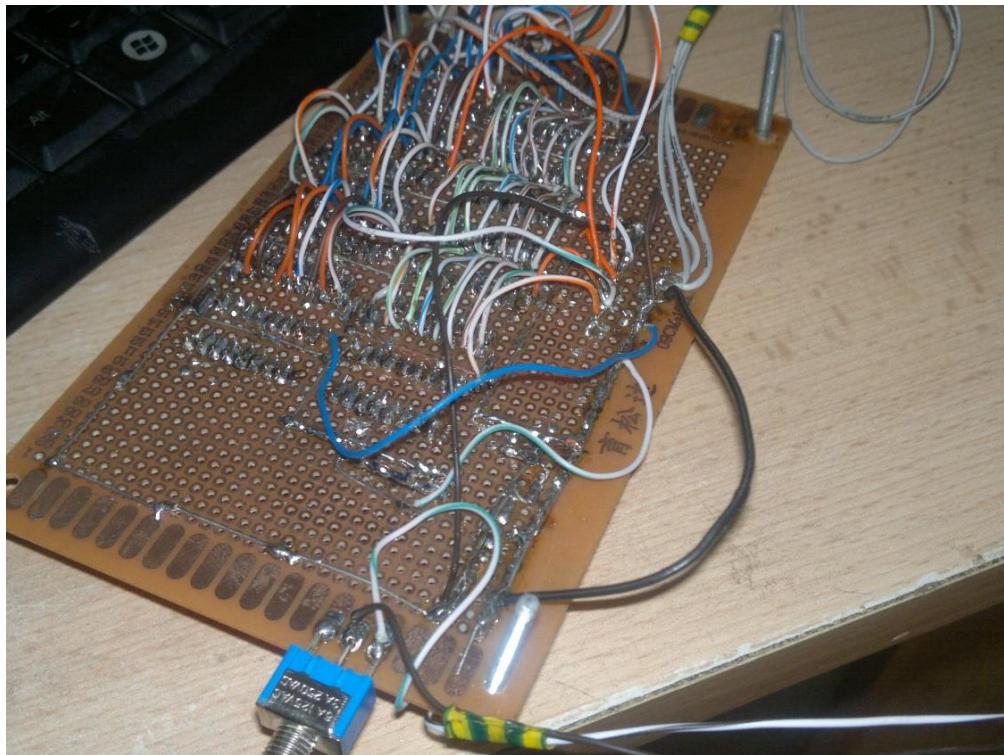
Vir: Cvetko, 2014

### 3.4 Vezje flip-flopov

Glavna naloga tega vezja je razširitev 8 izhodov porta A na 64 izhodov, kamor bodo priključene anode. Vezje je narejeno po shemi, ki je priloženo v prilogi 2. Na prototipno ploščo smo prvo postavili osem 20 nožnih podnožji kamor bomo vstavili 8 flip-flopov 74HC574. Vsak flip-flop ima osem vhodov, ki so vzporedno vezani na port A ter 8 izhodov, kamor bomo preko osmih preduporov ( $270\Omega$ ) priključili 8 anod (navpičnic). Na posamezen flip-flop so priključene, anode ki se nahajajo v isti vrsti. Da lahko vezje od kocke ločimo, smo uporabili 8 nožne ženske in moške letvice. Moška je bila prispejkana na vezje, na žensko letvico pa smo prispejkali vse anode v eni vrsti (8). To smo ponovili za vsako vrsto. Na plošči je dekoder 74HC138 s katerim je določeno kateri izmed flip-flopov si bo v določenem trenutku shranil vrednost porta A. Dekoder ima 8 izhodov, vsak izhod za en flip-flop, ter 3 vhode iz mirkokontrolerja s katerimi preko programa določa kateri flip-flop si bo shranil vredost. Vsa elektronska vezja so v povezana na napajanje, kakor kaže shema vezja. Na vezju je še stikalo, signalna svetleča dioda z ustreznim preduporom, ki nam pove ali je v vezju tok, ter kondenzatorji, ki preprečijo motnje oz. morebitne šume in ustvarijo stabilno napetost v vezju.



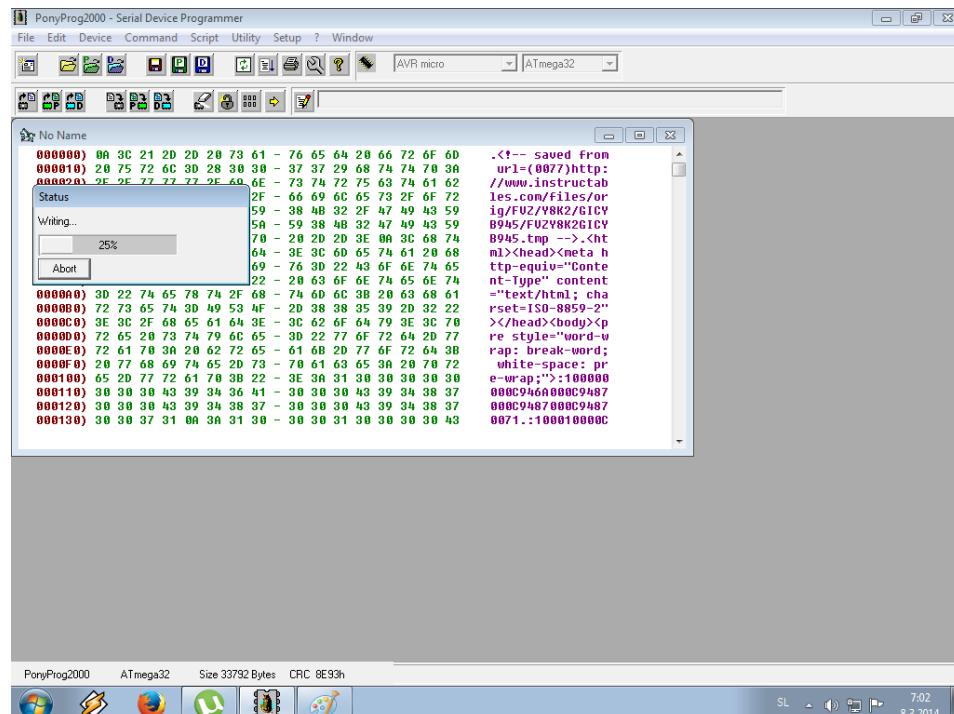
Slika 37: Flip-flop vezje 1



Slika 38: Flip-flop vezje 2

### 3.5 Prenos testnega programa na mikrokrmilnik

Program smo s programom PonyProg2000 preko našega programatorja prenesli na mikrokrmilnik in tako testirali če so vse vezave povezane pravilno (slika 39). Napake v vezju in kocki smo popravili.



Slika 39: Zapis programa na mikrokrmilnik

Vir: Cvetko, 2014

### 3.6 Prenos pravega programa

Program smo nadgrajevali ter ga tako kot testni program, prenesli preko našega programatorja na mikrokrmlnik. (slika 39).

### 3.7 Orodje

Pri izdelavi kocke smo uporabili naslednja orodja:

- spajkalnik,
- pinceta,
- vrtalni stroj,
- multimeter,
- ravnilo,
- klešče,
- nož.

### 3.8 Material

Seznam potrebnega materiala za izdelavo 3D kocke:

- 60 m bakrene žice ( $r=1.5\text{mm}$ ), žico smo dobili iz starih električnih vodnikov in jo olupili ter zravnali,
- 512 difuznih svetlečih diod (50 rezervnih),
- Lesena plošča kamor bomo namestili 3D kocko,
- plošče za vezje,
- 64 preduporov za vsako anodo (predupor je odvisen od diode katere so uporabljene),
- 3 statusne svetleče diode z ustreznimi predupori,
- 16 tranzistorjev pn2222,
- 16 preduporov za tranzistorje ( $1k\Omega$ ),
- 2 preklopna stikala,
- 2 tipkali,
- 40-nožno podnožje za ATmega32,
- 8x 20-nožno podnožje za 74HC574,
- 16-nožno podnožje za 74HC138,
- 8 flip-flopov 74HC574,
- Dekoder 74HC138,
- Mikrokrmlnik ATmega32,
- Veliko tankih žic (dobili smo jih iz starih 40 žilnih PATA kablov, ki so se oz. se še uporabljajo v starejših računalnikih za prenos podatkov (slika 40)),
- Cca 300g cina,
- Letvice (moške in ženke, ki služijo za priklop/odklop vezja od kocke),
- Keramični in elektrolitski kondenzatorji (glej shemi vezja),
- Oscilator 14.7456Mhz.



**Slika 40: PATA kabel**

Vir: <http://pc-level.com/wp-content/uploads/2010/01/ide-cable.jpg>

## 4 Razprava

Narejena 3D kocka predstavlja resničen 3D zaslon v katerem se kljub majhni ločljivosti, da z ustrezi programom prikazati kar nekaj animacij oz. podob. Seveda pa tega ne moremo primerjati z holografskim 3D zaslonom, ki so ga leta 2008 razvili v USC laboratoriju. Prvi problem s katerim se srečamo je sama resolucija, če bi postavili svetleče diode na manjšo razdaljo, skozi kocko ne bi videli in tako ne bi opazili 3D podobe v sami kocki. Mogoče bi ta problem rešili večjo kocko in posledično z večjim številom svetlečih diod.

**Tabela 1: Število svetlečih diod v kocki glede na število diod v eni vrsti**

Število diod v eni vrsti	Število vseh diod	Dolžina roba kocke če je razdalja med svetlečima diodama 5 cm
8	512	35 cm
10	1000	45 cm
12	1728	55 cm
15	3375	70 cm
20	8000	95 cm
25	15625	120 cm
30	27000	145 cm

Vir: Lastna raziskava

Tako bi res dosegli večjo resolucijo, vendar soočiti bi se morali s samo konstrukcijo tako velike kocke. Rešitev bi lahko predstavljali led trakovi, seveda z ustreznim krmiljem, ampak s tem dosežemo bistveno manjšo preglednost skozi kocko. Dodaten problem LED trakov je tudi, da imajo vidni kot malo majn ko 180 stopinj. Tako bi onemogočili pogled na kocko iz vseh strani.

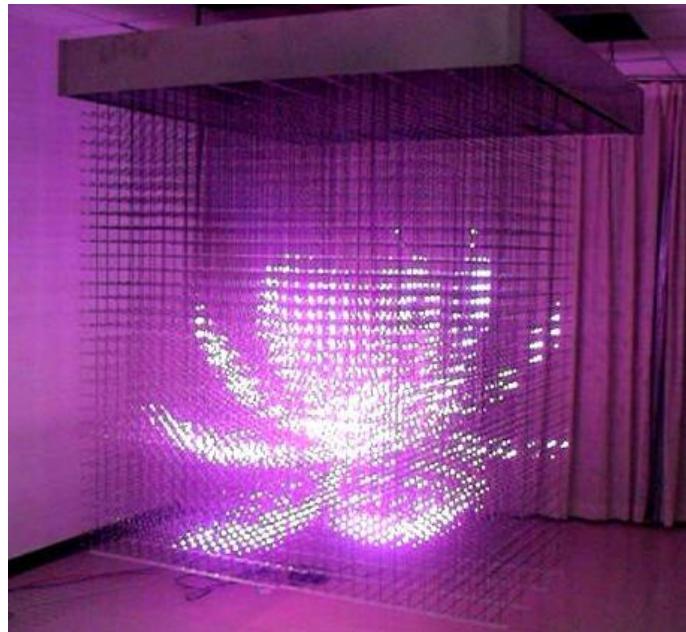


**Slika 41: 3D kocka iz LED trakov**

Vir: <http://www.ecvv.com/product/3215908.html>

## 4.1 Možne nadgradnje

Pri izdelavi kocke smo uporabi eno barvne svetleče diode (v našem primeru modre). Te bi lahko nadomestili z RGB svetlečimi diodami s čemer bi dosegli širok spekter barv. Vendar smo tukaj opazili problem, saj bi z tem bistveno dosegli manjšo preglednost skozi kocko. Glaven problem je v tem, da imajo RGB 4 nožice, in ravno z temi bi dosegli popačenost slike. Tudi sama slika izgubi prvotno 3D podobo.



Slika 42: PrimerRGB 3D kocke 1

Vir: [http://www.diytrade.com/china/pd/8867960/H32\\_3D\\_LED\\_CUBE.html](http://www.diytrade.com/china/pd/8867960/H32_3D_LED_CUBE.html)



Slika 43: : Primer RGB 3D kocke 2

Vir: [http://www.diytrade.com/china/pd/8867960/H32\\_3D\\_LED\\_CUBE.html](http://www.diytrade.com/china/pd/8867960/H32_3D_LED_CUBE.html)

## 4.2 Uporaba 3D kock

3D kocko bi lahko uporabili za izpis črk, besedil pa tudi kot uro. Vendar je za kaj takega potrebno veliko znanja o programiranju. Kocka se lahko tudi uporabi za popestritev ambienta, pa tudi kot vizualno popestritev v pisarnah, sobah in tudi lokalih, kjer bi lahko kocke visele iz stropa, dodali bi še lahko program s katerim bi se zvočni ritmi ujemali z animacijam kocke.



**Slika 44: Uporabnost 3D kocke**  
Vir: [http://www.ec21.com/offer\\_detail/Sell\\_A08-H\\_3D\\_LED\\_CUBE--10087193.html](http://www.ec21.com/offer_detail/Sell_A08-H_3D_LED_CUBE--10087193.html)

## 5 Zaključek

Z to raziskovalno nalogo smo zelo dobro raziskali kako deluje 3D kocka ter vlogo vsake posamezne komponente. Na začetku smo si zastavili 3 hipoteze. Prva izmed njih je bila, da lahko kocko naredimo sami doma. To hipotezo bomo le delno sprejeli, saj je potrebno dovolj prehodnega znanja s področja elektronike ter računalništva. Drugo hipotezo, ki smo jo postavili, da lahko kocko in njene animacije jasno opazujemo s katere koli smeri smo potrdili. Vse animacije so se dobro videle iz vseh smeri v prostoru. Tretjo hipotezo smo ovrgli, saj še nimamo dovolj znanja o programiranju, da bi nadredili dokaj zahteven program, ki bi nam lahko kocko spremenil v uro ter koledar. V prihodnje imamo v načrtu nadgrajevanje progama za trenutno že izdelano kocko, izdelavo RGB 3D kocke ter usklajevanje animacij z zvokom.

## 6 Seznam uporabljenih virov

Bastian, Peter [etal]. 2013. Elkrotehniški priročnik. 1. natis Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. ISBN 978-691-251-330-6

<http://www.wired.com/gadgetlab/2008/06/usc-lab-creates/>

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Piksel> : [http://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8D\\_a\\_dioda](http://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8D_a_dioda)

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Mikrokrmilnik>

<http://www.led-sm.com/znacilnosti-led-tehnologije>

[http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Verschiedene\\_LEDs.jpg](http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Verschiedene_LEDs.jpg)

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistorer\\_\(cropped\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistorer_(cropped).jpg)

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:1st-Transistor.jpg>

<http://www.elektronikainrobotika.host22.com/tranzistor.html>

<http://www.amazon.com/PN2222A-PN2222-Transistor-NPN-Volts/dp/B005T6J3RG>

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmel\\_atmega32\\_mikrokontrolleri.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmel_atmega32_mikrokontrolleri.jpg)

<http://www.atmel.com/Images/doc2503.pdf>

<http://www.circuitstoday.com/isp-programmer>

<http://sweetlilmre.blogspot.com/2010/09/netduino-and-some-74hc574s.html>

[http://www.piclist.com/images/www/hobby\\_elec/e\\_pic6\\_34.htm](http://www.piclist.com/images/www/hobby_elec/e_pic6_34.htm)

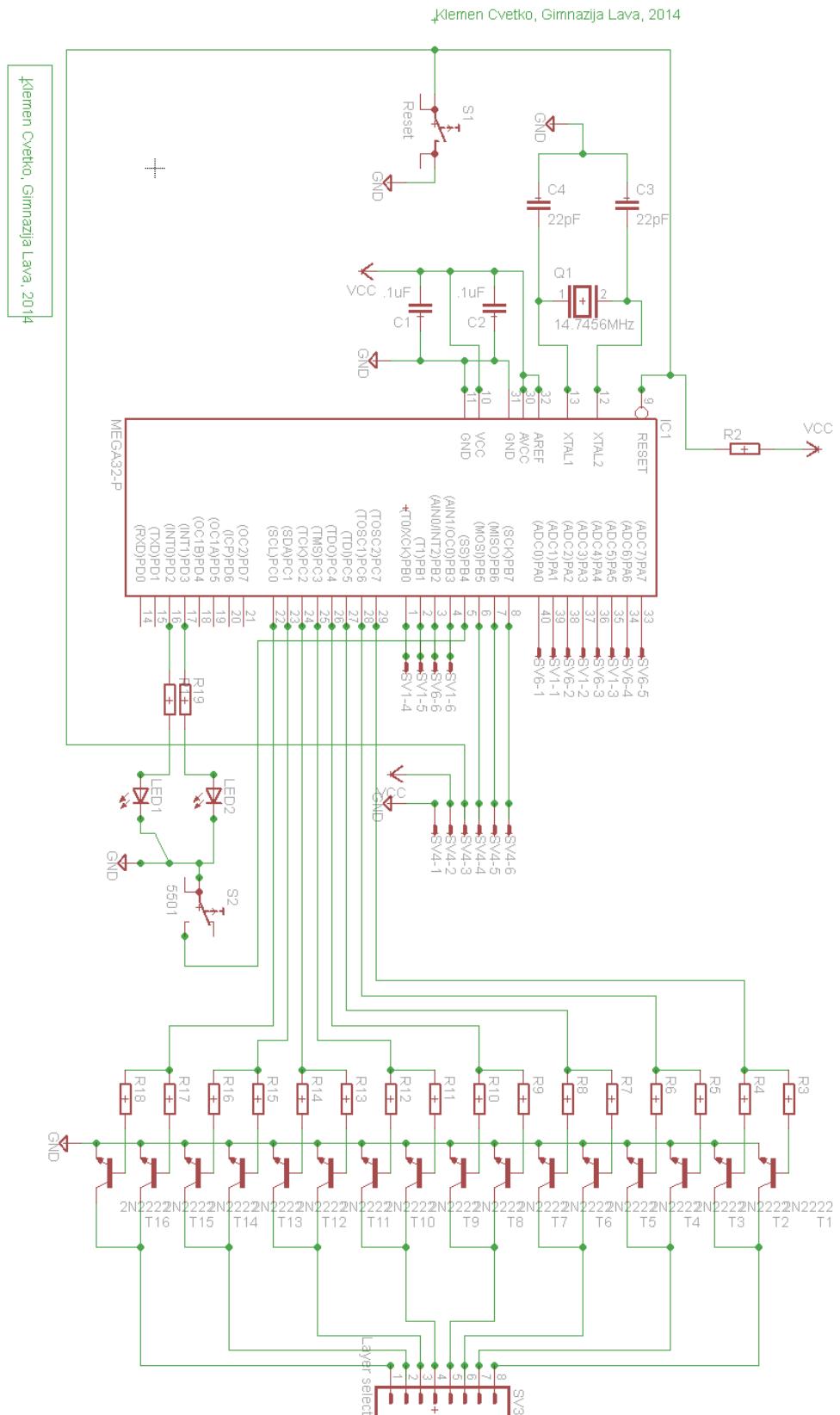
[http://www.ec21.com/offer\\_detail/Sell\\_A08-H\\_3D\\_LED\\_CUBE--10087193.html](http://www.ec21.com/offer_detail/Sell_A08-H_3D_LED_CUBE--10087193.html)

<http://www.instructables.com/id/Led-Cube-8x8x8/>

## 7 Priloge

Priloga A: Shema vezja mikrokrnilnika narejena v programu Eagle .....	1
Priloga B: Shema vezja flip-flop narejena v programu Eagle .....	2

**Priloga A: Shema vezja mikrokrmilnika narejena v programu Eagle**



Klemen Cvetko, Gimnazija Lava, 2014

Klemen Cvetko, Gimnazija Lava, 2014

**Priloga**  
**B: Shema**  
**vezja**  
**flip-flop**  
**narejena**  
**v**  
**program**  
**u Eagle**

