

šolski  enter ptuj
elektro in računalniška šola

Volkmerjeva cesta 19, 2250 Ptuj

STUDIO ZA GLASBO IN SVETLOBNE EFEKTE

Področje: Elektrotehnika elektronika ali robotika

(Raziskovalna naloga)

Mentor: Franc Vrbančič, univ. dipl. inž. el.

Avtor: Viktorija Savič, 4.b, SSI, računalniški tehnik

Ptuj, marec 2018

Zahvala

Iskreno se zahvaljujem svojim staršem, ki so mi omogočili šolanje in za vse dane pobude. Prav tako moram omeniti mentorja, ki mi je največ pripomogel k pisanju poročila ter z izvedbo same naprave. Posebna zahvala gre tudi dr. Martinu Terbucu za pomoč pri oblikovanju raziskovalne naloge.

POVZETEK

Glasba v ljudeh podzavestno vzbudi misel na določene barve. Glede na študije so ljudje pokazali povezavo med žalostno glasbo z bolj temnejšimi barvami ter bolj živo, veselo glasbo s svetlejšimi, živimi barvami. Ker nas zanima glasba in barve, smo se domislili, kako bi združili omenjena efekta v eno samo napravo. Tehnološka naprava bo tako delovala na svetlobnih efektih preko glasbe, in sicer bo uporabnik preko tipk, ki bodo vidne na LCD zaslonu, izbral glasbo. Večja kot bo jakost glasbe, več led diod se bo prižgalo. Najprej smo se na tem področju lotili raziskave in se vprašali, ali že takšna naprava obstaja. Pomagali smo si s pomočjo pisnih in drugih virov. Pri sami izvedbi naprave smo morali preučiti delovanje samih komponent, kot so Arduino razvojna plošča, LCD zaslon, MP3 dekodirnik itd., kar nam je seveda vzelo veliko časa. Ob izdelavi naprave smo se naučili veliko tehničnih zadev, kot so delovanje Arduina, risanje načrtov v programu EasyEDA, programiranje v programu Arduino IDE in še veliko več. Na začetku smo bila v velikih dvomih, saj nismo vedeli, kako se lotiti gradnje studia za glasbo in svetlobne efekte. Potrebno je bilo veliko truda in vztrajnosti, kajti to je naša prva tehnološka naprava, ki je varna ljudem in okolju, kar je najpomembnejše. Da smo razumeli delovanje Arduina, smo začeli s pomočjo lažjih izvedb ter jih tako tudi nadgrajevali. S končnim izdelkom smo zelo zadovoljni, saj deluje kot smo si zadali.

Ključne besede : strojna oprema, arduino, algoritem, glasbeni in svetlobni efekti, easyEDA

ABSTRACT

Music in humans subconsciously arouses the thought of certain colors. According to studies, people have shown a link between sad music with more darker colors and more vivid, cheerful music with brighter, vivid colors. Since we are interested in music and colors, we have thought about how to combine these effects into one single device. The technology device will thus act on the lighting effects through music, so the user will choose the music through the keys that will be visible on the LCD screen. The greater the volume of the music, the more LEDs will turn on.[1,2] First we did a research in this field and wondered if such device already existed. We searched for informations in written sources. Firsty we had to examine operations of the components such as Arduino development board, the LCD screen, the MP3 decoder, etc... before we started making a device that took us a lot of time. During the construction of the device, we learned a lot of technical matters, such as the operation of Arduino, drawing plans in EasyEDA, Ardiono IDE programming and much more. At the beggining we were in a great doubt because we had no idea how to get started with the construction of the studio for music and light effects. It took a lot of effort and perservance because this is our first technological device that is safe for people and the environment which is most importantly. To understand the functioning of Arduino we started with constructing easier implementations of device which we were upgrading with higher level. We are very happy about the final product because it works just as we set our goals.

Key words: hardware, Arduino, Algorithm, musical and light effects, EasyEDA

STROKOVNA TERMINOLOGIJA

Tabela 1: Strokovna terminologija

Kratice, tujka ali pojem	Prevod, sinonim	Kratek opis
LED	Svetleča dioda	Polprevodniški elektronski element
Microprocessor	Mikroprocesor	Mikroprocesor obdeluje (procesira) in nadzira podatke, ter upravlja ostale enote.
Algorithm	Algoritem	Je končno zaporedje ukazov, s katerimi opravimo določeno nalogo
LCD	Tekočekristalni zaslon	Zaslon izdelan iz tekočih kristalov
Integrated circuit	Integrirano vezje	Skupek elektronski komponent v celoto in opremljen s priključki – pini.
Pin	Priključek	Priključek na integriranem vezju.

Kazalo

1 UVOD	8
1.1 Idejna shema	8
2 OPREDELITEV PROBLEMA IN RAZISKOVALNO VPRAŠANJE.....	9
2.1 Hipotezi z opisom.....	9
2.2 Uporabljene metode.....	9
2.2.1 Metode teoretičnega dela	9
2.2.2 Metode praktičnega dela.....	9
2.2.3 Omejitve raziskave	10
3 STROJNA OPREMA - TEORIJA	10
3.1 Arduino razvojna plošča	10
3.2 MP3 dekodirnik.....	11
3.3 Numerična tipkovnica.....	12
3.4 Ostali material:	13
3.5 Finančna konstrukcija naprave	14
4 STROJNA OPREMA – PRAKTIČNA IZVEDBA	14
5 PROGRAMSKA OPREMA	15
5.1 Algoritem.....	15
5.2 Opis delovanja algoritma	16
5.3 Opis pomembnejših programerskih ukazov	16
6 REZULTATI HIPOTEZ	17
8 VIRI IN LITERATURA.....	19

Kazalo slik

Slika 1: Idejna shema	8
Slika 2: Arduino razvojna plošča	10
Slika 3: MP3 dekodirnik	11
Slika 4: logična shema	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 5: Senzor za zaznavanje zvoka	13
Slika 6: LCD zaslon	13
Slika 7: LED diode	13
Slika 8: Končna izvedba naprave na preizkusni plošči	14
Slika 9: Algoritem - diagram poteka	15

Kazalo tabel

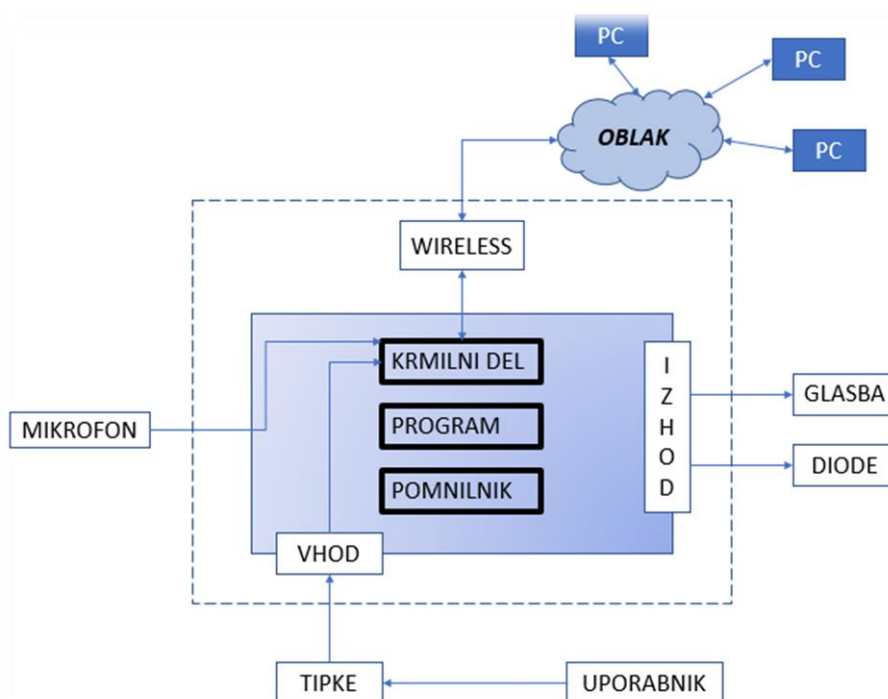
Tabela 1: Povezava arduina s tipkovnico	12
Tabela 2: Finančna konstrukcija naprave	14
Tabela 3: Opis uporabljenih programerskih ukazov	16
Tabela 4: Rezultati preizkusa delovanja	17

1 UVOD

Za nalogo smo si izbrali nekaj, kar nas zanima in nam je izziv. Ker še nikoli nismo imeli opravka s programiranjem v praksi in z izdelavo tehnološke naprave, smo bila v začetku v dvomih, ali smo si zadali preveliki izziv. Naloge smo se najprej lotili z raziskovanjem pisnih in elektronskih virov, da bi videli, ali že obstaja naprava, ki smo jo imeli v mislih. Naš cilj je bil narediti napravo, ki bo po zvokih glasbe reagirala z različnimi svetlobnimi efekti. Naši napravi smo še tako dodali LCD zaslon, MP3 dekodirnik in tipke, preko katerih se bo krmililo. V tem poročilu bomo opisali nekaj teorije strojnih komponent, podrobnejšo razlago ideje, praktično izvedbo, rezultate preizkusa delovanja in še več.

1.1 Idejna shema

Na idejni, tako imenovani blokovni shemi, je prikazana ideja delovanja naprave (Slika 1). Na napravo, bo lahko vplivalo okolje oz. v tem primeru uporabnik. Ta bo preko tipk, poslal informacijo krmilnemu delu, ki bo vseboval program in pomnilnik. Uporabnik bo preko tipk izbral glasbo, ki se bo predvajala in tako se bodo izvajali ustrezni svetlobni efekti. Idejo je možno tudi razširiti, kar pa ni predmet te naloge. Z izvedbo razširitev bi se lahko uporabniki povezali na napravo preko interneta (wireless) in sicer preko spleta z uporabo računalnikov ali telefonov.



Slika 1: Idejna shema

2 OPREDELITEV PROBLEMA IN RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

2.1 Hipotezi z opisom

Na osnovi izbranih podatkov smo si pred začetkom raziskovalnega procesa oz. izdelave naprave zastavili naslednje hipoteze:

H1: Podatki o napravi, ki krmili glasbo in svetlobne efekte, obstajajo in so prosto dostopni.

Informacije bomo iskali predvsem po spletu, saj smatramo, da jih bo tam dovolj, da potrditev ali zavrnitev hipoteze. Zavedamo se, da s tem, ne bomo prišli do vseh virov, ki bi nam lahko koristili pri dokazovanju te hipoteze. Namreč ogromno informacij o tematiki je tudi v revijah in drugih pisnih virih.

Predvidevamo, da bomo prišli do ene izmed ugotovitev:

- a) Naprava obstaja v celoti kot jo predvidevamo. V tem primeru jo bomo izvedli po najdenem viru ter preverili ali deluje, kot je opisano.
- b) Obstajajo rešitve posameznih opravil naše (zelene) naprave a ne kot celota. V tem primeru bomo posamezne rešitve vključili v našo napravo in preverili delovanje naprave kot celote.
- c) Naprava ali deli naprave ne obstajajo – napravo ali dele naprave bomo načrtovali samostojno (na osnovi teorije in teoretičnega delovanja).

Drugo hipotezo:

H2: Na osnovi izsledkov raziskave hipoteze 1 je možno narediti delujočo napravo za krmiljenje svetlobnih in drugih efektov

Naprava deluje pravilno, če:

- se na LCD zaslonu izpišejo zeleni podatki,
- se na diodah izvaja izbran efekt – izbran s krmilnimi tipkami ali krmiljen z glasnostjo izvajane skladbe,
- naprava reagira na krmilne gumbe=izbira efekta,
- se izvede izbrana skladba.

2.2 Uporabljene metode

V nadaljevanju bomo predstavili kako smo se lotili teoretičnih in praktičnih metod.

2.2.1 Metode teoretičnega dela

Do izsledkov raziskave H1 smo prišli s pomočjo študije pisnih in drugih virov. Osnova so nam bile iskalne besede: LCD zaslon, arduino, tipkovnica, mp3 dekodirnik. Iz najdenih zadetkov smo se za potrebe raziskave osredotočili na študijo slednjih spletnih strani (2, 3, 4, 5, 6,7).

2.2.2 Metode praktičnega dela

Za dokazovanje druge hipoteze smo uporabili metodo eksperimentalnega testa delovanja naprave.

2.2.3 Omejitve raziskave

Pri dokazovanju prve hipoteze smo se osredotočili izključno na e-vire. Pri testiranju naprave (eksperiment) smo testirali le ključna opravila naprave: izpis na LCD zaslon, Izvedba svetlobnih in glasbenih efektov, sledenje svetlobnega efekta jakosti glasbe in , krmiljenje naprave z gumbi.

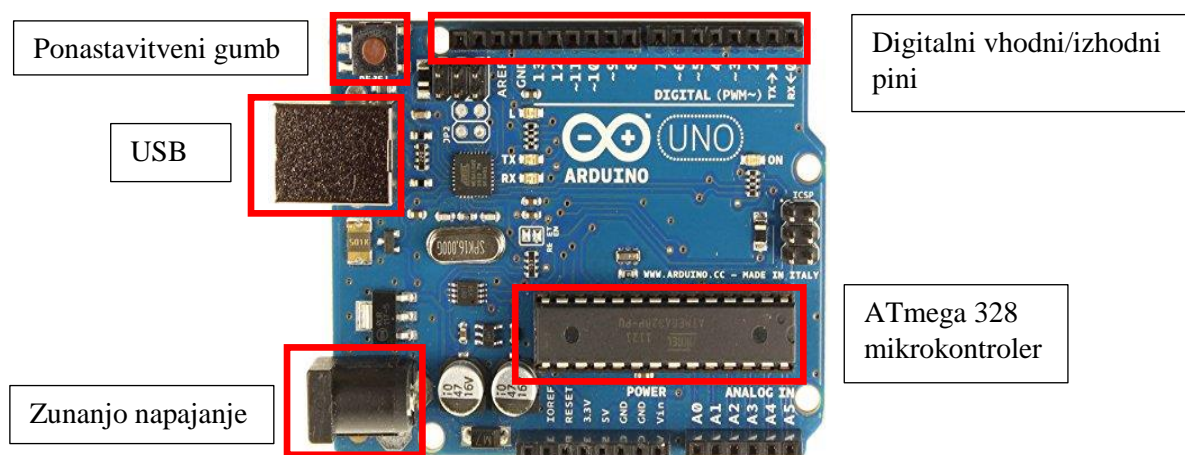
3 STROJNA OPREMA - TEORIJA

Odločili smo se , da bomo najdene rešitve posameznih opravil, ki jih želimo pri naši napravi, vključili v našo rešitev: dodan LCD zaslon, mp3 dekodirnik, krmiljenje preko tipk. Dodali pa bomo še z glasbo, krmiljen efekt ter izpis na zaslon. Predvajana glasba bo dostopna na mikro-SD kartici. V nadaljevanju bomo opisali postopek načrtovanja, naročanja in delovanja posameznih komponent, ki so potrebni za izvedbo strojnega dela naprave.

3.1 Arduino razvojna plošča

Arduino je odprtokodna strojna platforma, katere namen je enostavna uporaba strojnega krmilnika, na katerega lahko priklopimo različne senzorje za temperaturo, vlago, servo motorčke, ethernet modul, WiFi modul ter še veliko drugih stvari. S programsko opremo Arduino IDE lahko krmilnik sprogramiramo tako, da se obnaša po naših željah. Krmilnik je na voljo v različnih izvedbah. Najbolj znani in uporabljeni modeli so: Arduino Uno, Leonardo, Mega 2560, ki jih lahko najdemo v različnih velikostih. Različne Arduino ploščice imajo različne mikrokrmilnike, ki so si tudi med seboj podobni. Razlikujejo se po številu vhodov in izhodov.

Izbira je vsekakor velika. Za svoj projekt smo si izbrali Arduino Uno, ki podpira 14 pinov, za katere lahko posebej določimo, ali bo pin predstavljal digitalni vhod ali izhod. Razvojna ploščica se programira v programu Arduino IDE, katerega lahko prenesemo iz njihove uradne strani. Programski jezik je podoben C++ ali oz. C-ju. Priključitev krmilnika na računalnik je enostavna, saj ga lahko priklopimo kar na običajna USB vrata. Preko USB-ja lahko tako nalagamo lastno programsko opremo na krmilnik, ki ga programiramo.



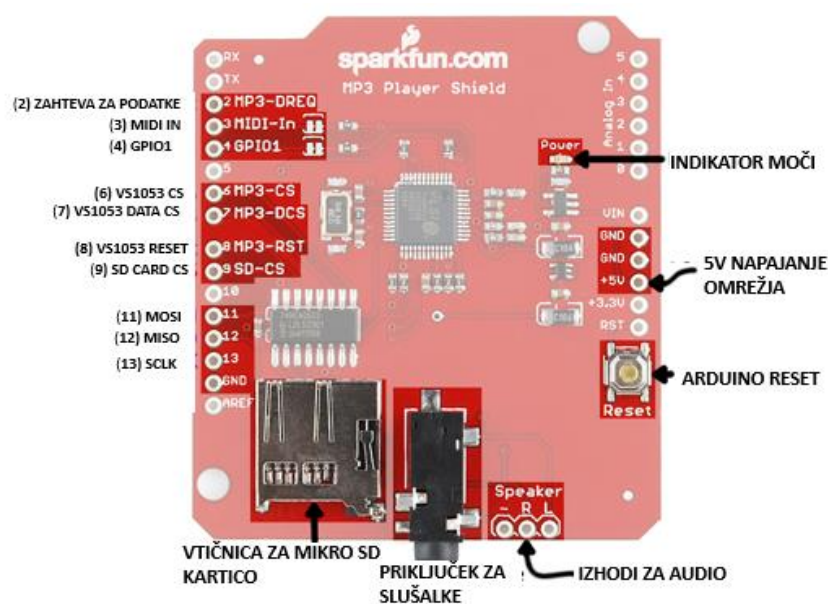
Slika 2: Arduino razvojna plošča

3.2 MP3 dekodirnik

MP3 dekodirnik ima odlične zmožnosti shranjevanja glasbenih datotek na mikro SD kartico, ki omogoča prenos glasbe ali zvočnih učinkov. Ta plošča pretvarja vse zvočne podatke Arduino, kateri lahko nato funkcionira kot samostojen MP3 predvajalnik. Pini, ki jih ni mogoče uporabiti za povezavo z drugimi napravami so :

- (2), ki je priključen na izhod podatkov VS1053B. Ta pin pomeni prekinitvev, ki Arduino pove, da IC potrebuje več glasbenih podatkov.
- (3), ki je priključen na vhod čipa VS1053B. Ta aktivno-nizek pin pove čipu, kdaj mu pošilja podatke.
- (7), ki je priključen na vhodni podatkovni čip VS1053B, ki čipu pove, kdaj se pošiljajo glasbeni podatki.
- (8), ki je priključen na vhod za resetiranje VS1053B.
- (9), ki je priključen na vhod čipa na mikro SD kartici.

Obstajata dve možnosti za pridobitev zvoka iz MP3 Shield predvajalnika. Najpreprostejša možnost je uporaba slušalk, ki jih priključimo v 3,5 milimetrski audio priključek. Druga možnost pa so aktivni (električni) zvočniki, vendar čip VS1053B nima dovolj moči da bi sam poganjal zvočnike s takšno nizko impedanco.



Slika 3: MP3 dekodirnik

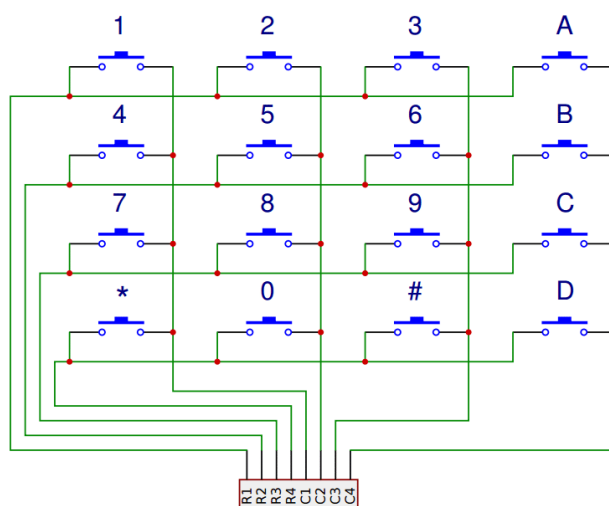
3.3 Numerična tipkovnica

Arduino nam zazna, kateri gumb je pritisnjen in sicer z zaznavanjem stolpca ter vrstice, ki je povezana z neko tipko. S pomočjo ohm metra lahko ugotovimo, kateri pini so povezani na posamezne tipke.

Tabela 1: Povezava arduina s tipkovnico

Arduino		Tipkovnica
Pin(2)	→	C4
Pin(3)	→	C3
Pin(4)	→	C2
Pin(5)	→	C1
Pin(6)	→	R4
Pin(7)	→	R3
Pin(8)	→	R2
Pin(9)	→	R1

Logična shema delovanja



Slika 4: Logična shema

3.4 Ostali material:

Mikrofon: Čip se uporablja za zaznavanje zvoka. V tem primeru ima 3 pine in sicer za GDN (ozemljitev), OUT (izhod) ter VCC(napajanje). Dobra lastnost je, da je kompatibilen razvojni plošči Arduino (12, 13).



Slika 5: Senzor za zaznavanje zvoka

LCD ekran: Za izpisovanje podatkov smo se odločili uporabiti zaslon LCD 1602, ki komunicira preko i2c protokola, z vsebovanim standardnim formatom 2x16, kar sta 2 vrstici s po 16 znaki. VCC je napajalni priključek s 5 volti, SDA je podatkovna linija, SCL je časovna linija, GND pa služi za ozemljitev. Dodatne informacije so dostopne na (3).



Slika 6: LCD zaslon

LED diode: Uporabili smo 10 takšnih diod z 20mA.



Slika 7: LED diode

3.5 Finančna konstrukcija naprave

V tej tabeli prikazujemo primerjavo med dvema različnima spletnima trgovinama in cenik komponent, ki smo jih uporabili. Seveda je bilo veliko bolj primerno kupiti potrebne komponente preko spletne trgovine Ebay.

Tabela 2: Finančna konstrukcija naprave

Komponenta	Ebay - cena	Amazon - cena
LCD 1602	\$1.61	\$7.98
Arduino Uno	\$4.14	\$6.88
LED trak	\$3.42	\$8.99
MP3 dekodirnik	\$24.46	\$34.95
Mikrofon	\$2.42	\$3.59

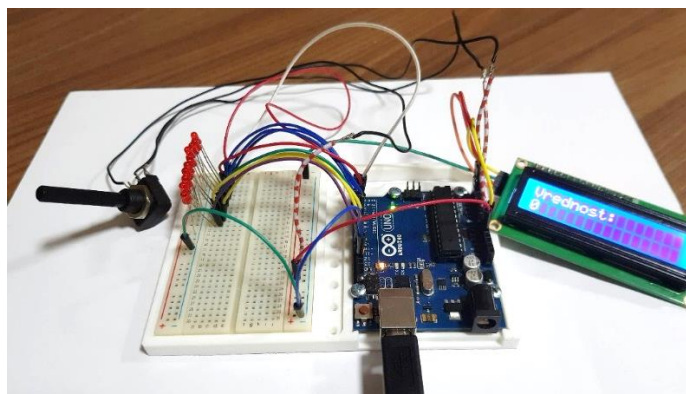
Skupaj (Ebay) - \$36.05

Skupaj (Amazon) - \$62.39

4 STROJNA OPREMA – PRAKTIČNA IZVEDBA

Pri izvajanju praktičnega dela smo izvedli kot naslednje zaporedje korakov:

- Načrtovanje sistema (izbira idej, raziskava in ugotovitve, postavitve hipotez, izbira komponent in materiala, načrtovanje algoritma in programskega dela);
- Nabava materiala;
- Priprava komponent, kot so LED diode, razvojna plošča Arduino, LCD – zaslon, MP3 dekodirnik, mikrofon;
- Programiranje sistema;
- Testiranje naprave.



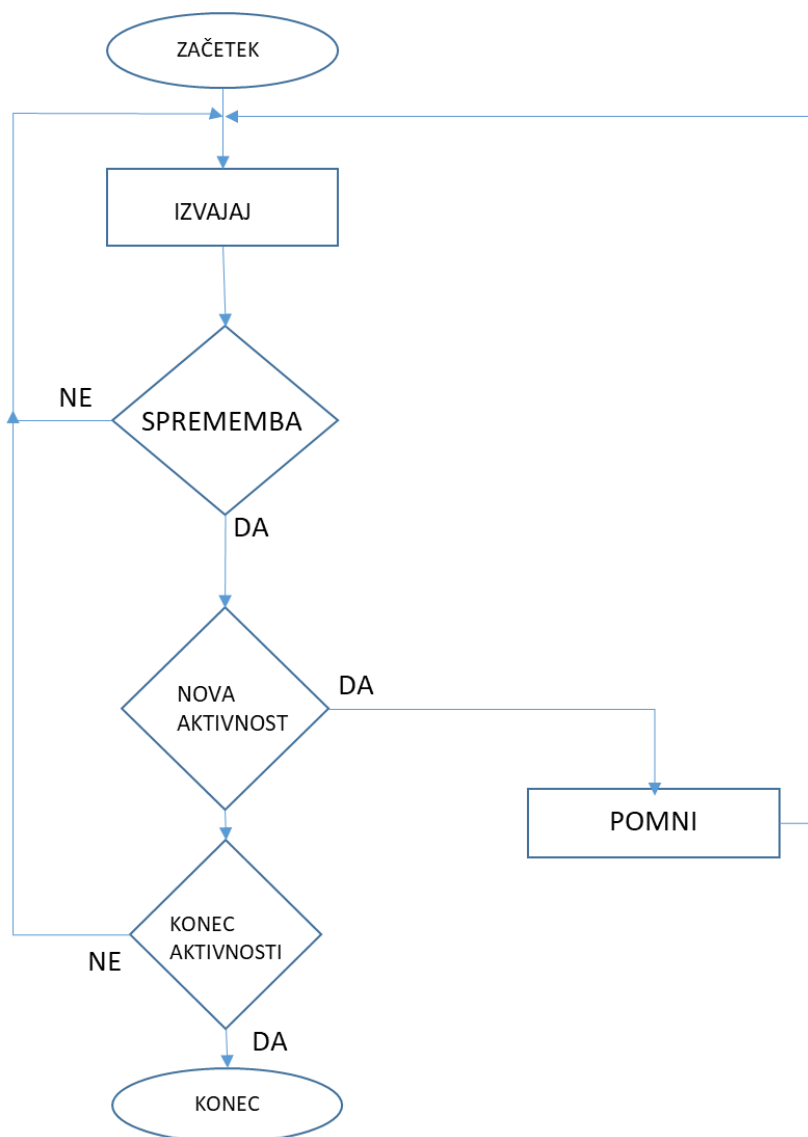
Slika 8: Končna izvedba naprave na preizkusni plošči

5 PROGRAMSKA OPREMA

V tem poglavju bomo opisali načrtovanje in izvedbo programskega algoritma naprave ter njegovo delovanje. Algoritem bomo izvedli v prilagojenem jeziku c – Arduino verzija.

5.1 Algoritem

Algoritem je navodilo, s katerim se rešuje nek problem. Zapisan je po seznamu točno določenih korakov, ki pripeljejo do rešitve problema. Značilnosti algoritma so: ima podatke, vrne rezultat, je natančno določen, se vedno konča in ga je mogoče opraviti.



Slika 9: Algoritem - diagram poteka

5.2 Opis delovanja algoritma

Uporabnik preko gumbov izbere opcijo, ki jo naša naprava ponuja ter jo tako tudi izvede. Podani imamo dve glavni opciji:

- avtomatsko delovanje - en del naprave spremlja glasbo in glede na jakost glasbe se pojavi več svetlobnih efektov
- direktna izbira - kjer iz menija izberemo nek svetlobni efekt in je tako tak efekt neodvisen od skladbe

5.3 Opis pomembnejših programerskih ukazov

Pomembnejši programerski ukazi so opisani v tabeli 3.

Tabela 3: Opis uporabljenih programerskih ukazov

Ukaz	Opis
digitalWrite(A0,1);	Postavitev priključka z oznako A0 na 5 voltov.
for(short i=1;i<20;i=i+1) { //blok ukazov }	Ukaz za ponavljanje – for zanka. Dvajsetkrat ponovimo blok ukazov
long jakost; jakost=analog.Read(A0) PAZI if(jakost >100) { //blok ukazov 1 }else { //blok ukazov 2 }	Ukaz odločitve – if stavek. Izberi en blok ukazov med dvema enakovrednima.
void setup() { //inicijalizacija naprave in njenih delov }	Inicijalizacija naprave – postavitve začetnega stanja naprave in njenih delov. Ta del kode, se izvede samo enkrat ob vklopu naprave.
void loop() { //koda delovanja naprave=algoritem delovanja }	Kodni algoritem delovanja naprave, ki se izvaja v neskončni zanki.
LCD.print(izpis);	Izpis teksta ali števila ali vrednosti pomnilnik na LCD zaslon.

6 ANALIZA HIPOTEZ

Za dokazovanje pravilnosti prve raziskovalne hipoteze:

H1: Podatki o napravi, ki krmili glasbo in svetlobne efekte, obstajajo in so prosto dostopni,

smo z iskalnimi besedami: LCD zaslon, arduino, tipkovnica, mp3 dekodirnik, preučili spletne informacije. Ugotovili smo, da obstajajo rešitve posameznih opravil naše (želene) naprave, opis naprave kot celote pa nismo zasledili. Odločili smo se, da bomo posamezne rešitve vključili v našo napravo, jo izvedli ter preizkusili njeno delovanje.

Glede na navedeno prvo hipotezo označimo kot **pravilno**, saj podatki za izvedbo posameznih pravil naprave obstajajo na spletu in so prost dostopni.

Drugo hipotezo:

H2: Na osnovi izsledkov raziskave hipoteze 1 je možno narediti delujočo napravo za krmiljenje svetlobnih in drugih efektov,

smo preverili z empiričnim preizkusom delovanja naprave. Preizkusili smo pravilnost delovanja glavnih opravil naprave: izpis podatkov na LCD zaslon in na zaslon računalnika, izvajanje svetlobnih efektov na diodah, krmiljenje naprave s krmilnimi tipkami, krmiljenje svetlobnega efekta z glasbo.

Tabela 4: Rezultati preizkusa delovanja

Opis preizkusa	Rezultat
<p>Izpis na LCD zaslon</p> <p>Preizkus smo ponovili 6 krat in sicer smo dvakrat izpisali tekst, dvakrat število in dvakrat vrednost pomnilnika.</p>	<p>V vseh preizkusih se je na LCD zaslonu pojavil tisti podatek, ki smo ga poslali na zaslon. Opravilo označimo kot pravilno delujoče.</p>
<p>Izvajanje svetlobnih efektov na diodah - krmiljenje s tipkami</p> <p>Izvedli smo štiri preizkuse. V vseh primerih smo s tipkami izbrali zelen svetlobni efekt in opazovali izvedbo efekta na diodah.</p>	<p>V vseh preizkusih se je na diodah pravilno izvedel izbran efekt. Opravilo označimo kot pravilno delujoče.</p> <p>Opozorili bi, da do oddaje poročila, še nismo prejeli traka z LED diodami, tako bo treba to opravilo ponovno preizkusiti, ko bo ta trak priključen.</p>
<p>Izvajanje svetlobnih efektov na diodah - krmiljenje z glasbo (VU-meter efekt)</p> <p>Izvedli smo pet preizkusov, vsakega z različno skladbo.</p>	<p>V vseh preizkusih so se diode prižigale in ugašale glede na ritem in glasnost skladbe. Opravilo označimo kot pravilno delujoče.</p>
<p>Izpis na zaslon računalnika</p> <p>Preizkus smo ponovili 3 krat in sicer smo izpisali tekst, število in vrednost pomnilnika.</p>	<p>V vseh preizkusih se je na zaslonu računalnika pojavil tisti podatek, ki smo ga poslali na zaslon. Opravilo označimo kot pravilno delujoče.</p>

Glede na to, da so glavna opravila naprave delovala po zelenih specifikacijah tudi drugi hipotezo označimo kot **pravilno**.

7 ZAKLJUČEK

Človek je bitje svetlobe in ima čutilo s katerim le-to zazna. Še več, s tem čutilom pridobiva iz okolja tudi največ informacij. Kar je škoda, ker ima zraven tega čutila še druga – otip, okus, sluh in vonj, ki so večinoma v podrejeni rabi. Mi smo pa se odločili, da bomo naredili napravo, ki bo zraven svetlobnih stimuliralo še zvočna čutila.

Preučili smo spletne vire, izbrali in modificirali informacije ter jih realizirali v strojni opremi za izvedbo svetlobnih in zvočnih efektov. Napravo smo se še opremili s krmilnim algoritmom, ki je napravi »vdihnil« življenje. In naprava je zaživela v »eksploziji zvoka in svetlobe«.

Ker nam to ni bilo dovolj, smo si drznili postaviti načrtovanje in izvedbo naprave v okvir dveh hipotez ter s tem dvigniti seminarsko nalogo v območje raziskovalnega poročila. Presoja kako nam je uspelo načrtovati in izvesti izdelek, napisati poročilo in kako nam je uspelo na raziskovalnem področju, pa prepuščamo bralcu. Osebnostno smo zadovoljni z vsemi naštetimi področji.

8 VIRI IN LITERATURA

Literatura:

LCD zaslon ,obiskano marec 2018, citirano marec 2018, dosegljivo na <https://arduino-info.wikispaces.com/LCD-Blue-I2C>

MP3 player shield, obiskano december 2018, citirano januar 2018, dosegljivo na <https://learn.sparkfun.com/tutorials/mp3-player-shield-hookup-guide-v15>

Numerična tipkovnica, obiskano januar 2018, citirano marec 2018, dosegljivo na <https://www.electroschematics.com/12446/arduino-with-keypad/>

Numerična tipkovnica, obiskano februar 2018, citirano marec 2018, dosegljivo na https://www.addicore.com/v/vspfiles/downloadables/Product%20Downloadables/Project_Interface_Kit/Addicore_12-Key_Keypad_Tutorial.pdf

RTV Slovenija, članek o človeku in barvah, obiskano marec 2018, citirano marec 2018, dosegljivo na <https://www.rtvlo.si/turbulenca/novica/52>

Stephen E. Palmer,.: Razprava o barvah, PNAS (online), 28. maj 2013, dosegljivo na <http://www.pnas.org/content/110/22/8836>

Tipkovnica, obiskano marec 2018, citirano marec 2018, dosegljivo na <http://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-a-keypad-on-an-arduino/>

Viri:

Arduino Uno, dosegljivo na http://roboteshop.com/wp-content/uploads/2015/12/arduino_uno_large-comp.jpg

Diagram poteka

Idejna shema

LCD ekran 1602, dosegljiv na https://hobbytronics.com.pk/wp-content/uploads/1602A_LCD_Front.jpeg

LED diode, dosegljivo na <http://vponmark.com/images/20/1.jpg>

MP3 dekodirnik, dosegljivo na https://cdn.sparkfun.com/assets/learn_tutorials/3/4/4/flat-labeled.png

Senzor za zaznavanje zvoka, dosegljivo na <https://c.76.my/Malaysia/mini-microphone-module-arduino-mic-mod-stelectronics-1512-04-STElectronics@60.jpg>