



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

# INTERNETNI RADIO

## Raziskovalna naloga

Mentor:

Gregor Kramer, univ. dipl. inž. el.

Avtor:

Gašper Trupej, E-4. B

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2018

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo  
INTERNETNI RADIO

## Vsebina

Kazalo slik .....	3
Zahvala .....	4
Povzetek .....	5
Ključne besede .....	5
Uvod .....	6
1. Hipoteze .....	7
2. Opis raziskovalne metode .....	8
2.1. Metode dela .....	8
2.1.1. Izdelava ojačevalca .....	10
2.1.2. Izdelava ohišja in napajanje.....	12
2.1.3. Izdelava uporabniškega vmesnika.....	13
3. Osrednji del naloge.....	15
3.1. Arduino Mega.....	15
3.2. VS1053 MP3 dekodeer .....	16
3.3. MP3 kodiranje .....	17
3.4. D1 Mini ESP8266 Wi-Fi modul.....	18
3.5. Preprosta shema vseh elementov internetnega radia.....	19
3.6. Program .....	19
3.6.1. Program na ESP8266 .....	19
3.6.2. Program na Arduino Mega .....	21
3.7. Diagram poteka .....	23
Razprava .....	24
Zaključek.....	25
Seznam virov .....	26

## Kazalo slik

Slika 1: Eden izmed prvih radijskih sprejemnikov .....	6
Slika 2: Fizični stik med pinoma .....	9
Slika 3: Predvajanje glasbe iz SD kartice s pomočjo ESP8266 modula .....	9
Slika 4: Primer povezave Arduino Mega 2560 in VS1053 modula .....	10
Slika 5: Shema vezja za ojačevalnik .....	11
Slika 6: PCB oblika vezja .....	11
Slika 7: Končni izgled vezja za ojačevalnik .....	12
Slika 8: Izgled ohišja med izdelavo .....	12
Slika 9: Končni izgled ohišja .....	13
Slika 10: Uporabniški vmesnik .....	14
Slika 11: Arduino Mega 2560 .....	15
Slika 12: Prvi (nezanesljivi) VS1053 modul, .....	16
Slika 13: VS1053 modul, uporabljen kot nadomestni .....	16
Slika 14: Primerjava bitne hitrosti med MP3 zapisom, CD-jem in visoko resolucijo zvoka .....	17
Slika 15: D1 Mini ESP8266 Wi-Fi modul .....	18
Slika 16: Preprosta shema vseh elementov .....	19
Slika 17: Prvi del programa na ESP8266 .....	20
Slika 18: Zanka končnega programa .....	21
Slika 19: Del zanke programa za prepoznavo pritiska na gumb za določanje glasnosti .....	22
Slika 20: Pisanje imena izbrane postaje .....	22
Slika 21: Diagram poteka .....	23

## Zahvala

Zahvalil bi se mentorju, gospodu Gregorju Kramerju, ki me je s svojimi nasveti usmerjal in mi pomagal pri doseganju zadanih ciljev, sošolcem Domnu Lipniku, Mateju Žaberlu, Jaku Roberju, Mateju Orehovcu, Gašperju Grilu in vsem ostalim, ki so mi kakorkoli, bodisi s svojim znanjem, bodisi kako drugače pomagali pri uspešni izvedbi projekta.

## Povzetek

V nalogi sem želel narediti končni izdelek, ki bi imel uporabno vrednost in zadovoljivo končno obliko. Radio je sestavljen iz Wi-Fi (D1 Mini ESP8266), Arduino Mega in VS1053 modula ter zaslona na dotik, ki prikazuje ime radijske postaje, morebitno besedilo in kakšno sliko. Na prvi pogled, se je naloga zdela zelo enostavna, tekom raziskovanja in ustvarjanja pa sem naletel na kopico težav, ki pa sem jih uspešno odpravil in se zraven ogromno naučil.

## Ključne besede

- Arduino Mega
- AtMega 2560
- TFT 3,2" zaslon na dotik
- ESP8266 modul
- VS1053 modul

## Uvod

Tehnične osnove radia je že konec 19. stoletja razvil Nikola Tesla, ki ga štejemo kot pravega izumitelja radia. Prvi prenos radijskega signala se je pojavil leta 1896 v Veliki Britaniji (Guglielmo Marconi), šlo pa je le za prenos Morsejeve abecede. Prvi prenos zvoka se je pojavil na začetku 20. stoletja, ko je Reginald Aubrey Fessenden razvil amplitudno modulacijo. Leta 1906 je tako zabeležen prvi prenos zvoka preko radijskih valov.

(Vir: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Radio>)

Radio že več kot sto let igra v človekovem življenju pomembno vlogo tako pri zabavi, kot tudi pri obveščanju. Danes je v Sloveniji še vedno prevladujoča tehnologija frekvenčne modulacije (FM), medtem ko so na primer na Norveškem to že lani opustili in jo nadomestili s tehnologijo DAB+, ki omogoča digitalen prenos zvoka. Od septembra 2016 pa imamo tudi v Sloveniji digitalni radio in sicer en multipleks z imenom R1, ki vsebuje okoli 12 nacionalnih in komercialnih radijskih postaj na frekvenci 215,072 MHz.

(Vir: <http://www.rtv slo.si/dab/oddajniki>)

Amplitudna modulacija (AM) se danes ne uporablja več, zaradi svoje zelo slabe kvalitete zvoka, ki je poln motenj, razlog katerih je sam način modulacije. V Sloveniji imamo še štiri AM oddajnike na lokacijah Beli križ in Murska Sobota, ki oddajajo nacionalne programe (radio SLO1, RAKP (549 kHz) in radio Capodistria (1170 kHz) na Belem Križu in radii Murski val (648 kHz) ter MMR (558 kHz) na lokaciji v Murski Soboti).

(Vir: <https://www.rtv slo.si/strani/lokacije-in-frekvence-radijskih-oddajnikov/114>)



Slika 1: Eden izmed prvih radijskih sprejemnikov

Vse bolj v ospredje pa prihaja internetni radio, saj omogoča na enem mestu sprejem na stotine svetovnih radijskih postaj v zelo dobri kvaliteti zvoka in brez motenj signala (če je internetna povezava seveda dovolj dobra). Pri »streamanju« je zelo pomemben podatek bitna hitrost prenosa. Večina radijskih postaj ima le-te višje od 64 kbit/s, poznamo tudi takšne, ki imajo bitno hitrost le 32 kbit/s. Najvišje se gibljejo do

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo  
INTERNETNI RADIO

320 kbit/s za MP3 kodiranje, medtem ko na primer za WAV kodiranje lahko znašajo celo do 1411 kbit/s. Svojo vlogo pri kvaliteti zvoka prav tako odigra tudi vzorčenje, ki za MP3 kodiranje znaša 16, 20, 22, 24 ali 44 kHz

(Vir: [http://www.goodwinshighend.com/radio/internet\\_radio.htm](http://www.goodwinshighend.com/radio/internet_radio.htm)).

Razlika med spletnim in digitalnim radiem je ta, da se pri prvem »stream-a« iz točno določenega naslova, ki ga je potrebno vpisati, pri digitalnem radiu pa se postaje iščejo avtomatsko. Torej moramo pri spletnem radiu dopolniti program, če želimo razširiti nabor postaj. To je sicer ene vrste pomanjkljivost, vendar jo še vedno odtehtata boljša kakovost zvoka in enostavnost uporabe. Vse te prednosti so me prepričale v to, da se lotim izdelave internetnega radia.

## 1. Hipoteze

1. Celotni stroški izdelave internetnega radia ne bodo presegli 70 €.
2. Radio omogoča izbiro najmanj desetih različnih postaj.
3. Radio ima vgrajene zvočnike in omogoča zunanji izhod zvoka.

## 2. Opis raziskovalne metode

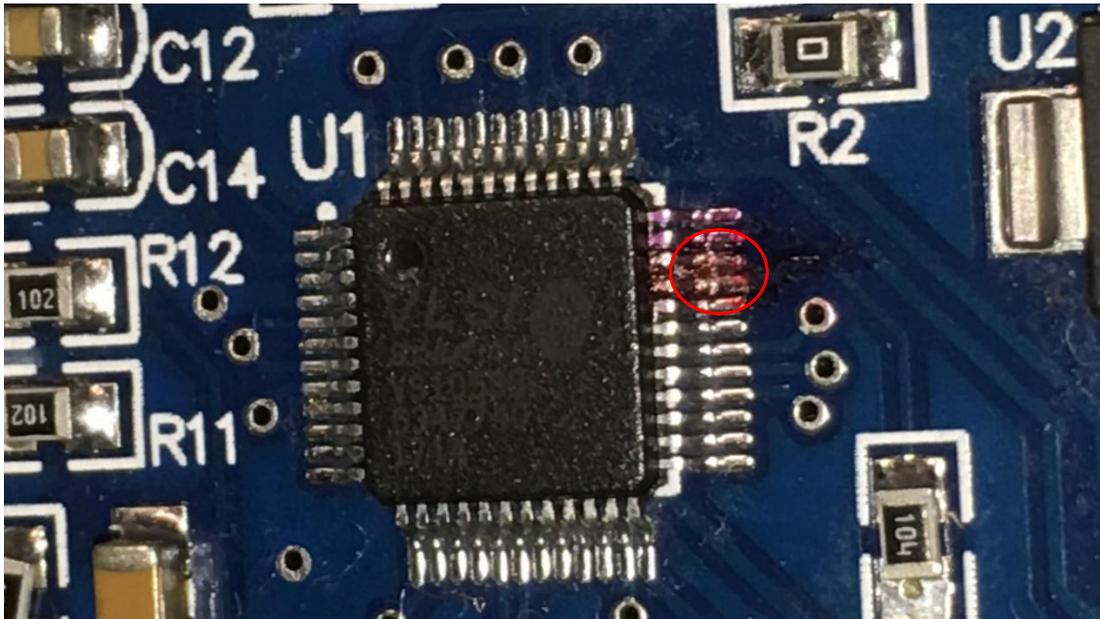
### 2.1. Metode dela

Preden sem začel izdelovati radio, sem se moral odločiti, katere komponente bom uporabil in kako bo potekala komunikacija med temi. Ker smo že v šoli imeli veliko opravka z modulom Arduino, sem se odločil uporabiti Arduino Mega 2560. Za sprejem Wi-Fi signala sem izkoristil ESP8266 čip, zelo podobnega Wemos D1 Mini modulu. Za dekodiranje MP3 signala sem uporabil VS1053 MP3 dekodeer od Adafruit-a.

TFT 3,2" zaslon na dotik je na Arduino modul povezan preko TFT LCD Mega V2.2 »shielda.« Vse komponente sem naročil preko ebaya ali pa sem jih kupil v trgovini pri nas.

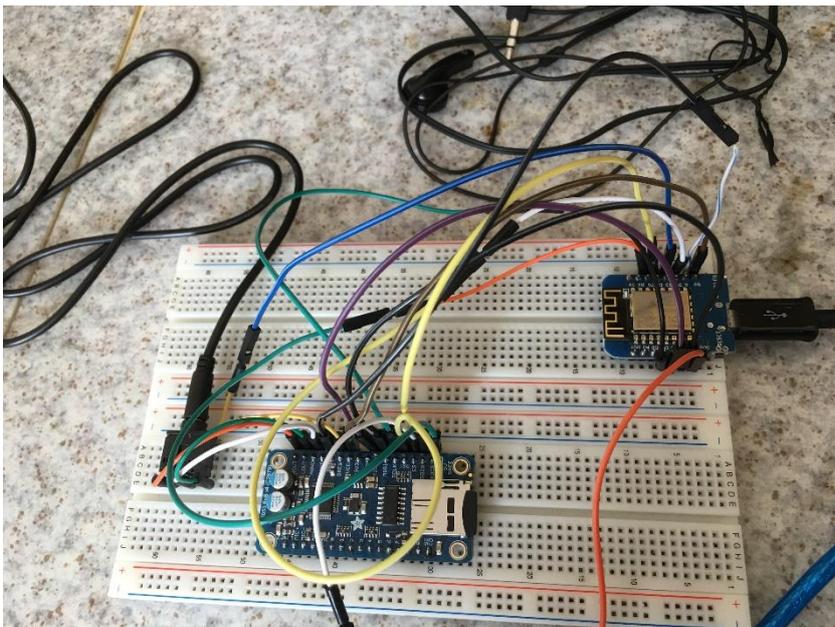
Začel sem s komunikacijo med Arduinom in ESP8266 modulom. ESP8266 je v osnovi najprej vzpostavil povezavo na Wi-Fi omrežje, ki je bilo izbrano v samem programu, določil se je SSID in geslo omrežja. Potem se je povezal na izbrano spletno stran, kjer se oddaja radijska postaja v MP3 formatu. Za potrebe testiranja sem podatke pošiljal preko serijske komunikacije na Arduino Mega. Povezava med ESP8266 in Arduinom je torej delovala brez večjih težav.

Veliko več problemov se je pojavilo pri nezanesljivem VS1053 modulu iz Kitajske. Ker obstaja več izvedb le-tega, je neuporabne dokumentacije in podatkov na internetu preveč. To je predstavljalo težavo takoj, ko se na slušalkah, kljub pravilni konfiguraciji pinov, ni slišalo ne sinusnega tona iz datoteke namenjene testu, ne pozdrava »hello,« ki se prav tako nahaja v podobnem programu. Po malo podrobnejši preučitvi dokumentacije in spletnih strani, ki so vsebovale domnevne rešitve problemov, sem ugotovil, da je za nedelovanje čipa pravzaprav krivo to, da je plošča v MIDI načinu. Za preklon v MP3 način je bila potrebna programska rešitev, ki žal ni delovala, kot bi morala. Alternativa tej je fizični stik med pinoma 33 in 34 na samem čipu. Po testnem stiku pinov se je na zvočnem izhodu, po dolgem času ugotavljanja in razreševanja teh težav, le pojavil pisk (sinusni test), ki je naznanil, da sem bližje končni rešitvi. Ampak kljub temu, da sem pina odtlej vedno povezal skupaj, se je modul obnašal zelo muhasto. Čeprav je vse bilo pravilno povezano, je na izhodu sicer občasno bil pravilen signal, vendar je bila to prej izjema kot pravilo.



Slika 2: Fizični stik med pinoma

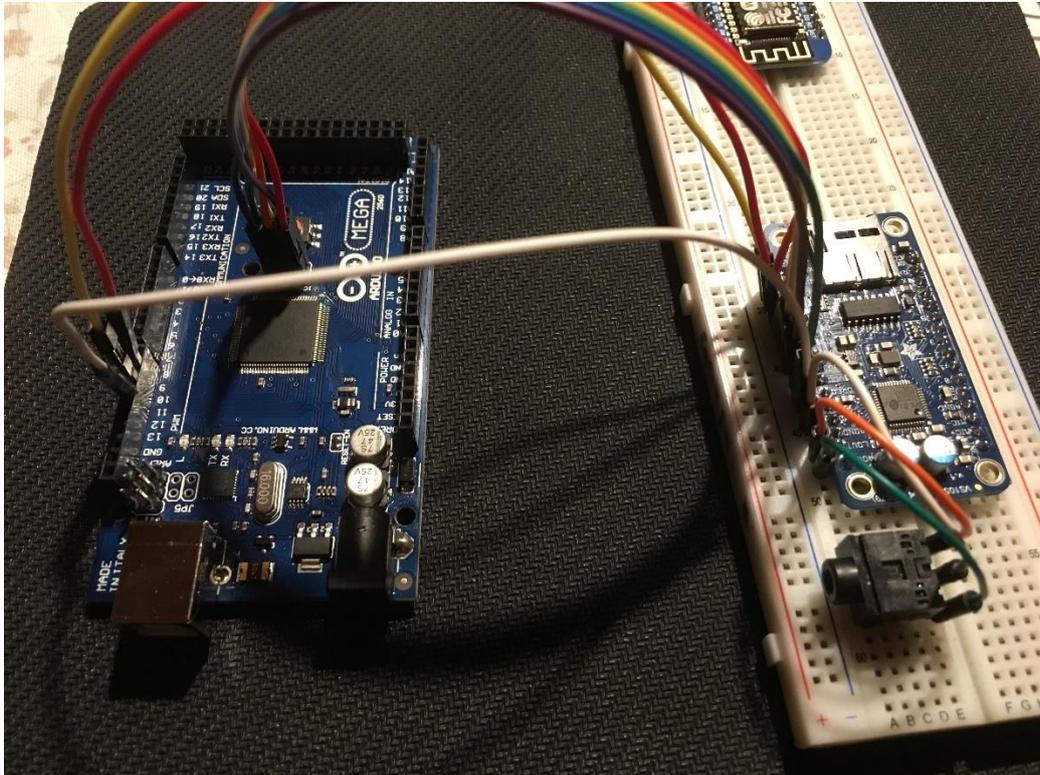
Zaradi časovne omejitve sem po posvetovanju z mentorjem sklenil, da nabavim veliko bolj zanesljiv originalen modul od Adafruita, ki je absolutno opravičil svojo malo višjo ceno. Za njegovo usposobitev, je bilo potrebno neprimerno manj časa. Najprej sem vanj namestil SD kartico in iz nje poskusil predvajati MP3 datoteke, kot je to opisano na njihovi spletni strani. To sem storil s pomočjo Arduina. Vse je delovalo pravilno in nadaljeval sem tako, da sem program priredil za ESP8266 modul. Brez težav sta komunikacija in predvajanje glasbe stekli tudi v tej smeri.



Slika 3: Predvajanje glasbe iz SD kartice s pomočjo ESP8266 modula

## Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo INTERNETNI RADIO

Sledil je nadaljnji razvoj programa do točke igranja internetnega radia. Ta sedaj deluje tako, da se podatki, ki se prenesejo iz spletne strani, preko SPI komunikacije transportirajo na VS1053 modul, ki jih dekodira. Pošlje jih na svoj analogni zvočni izhod in nato dalje preko ojačevalca na zvočnike.



Slika 4: Primer povezave Arduino Mega 2560 in VS1053 modula

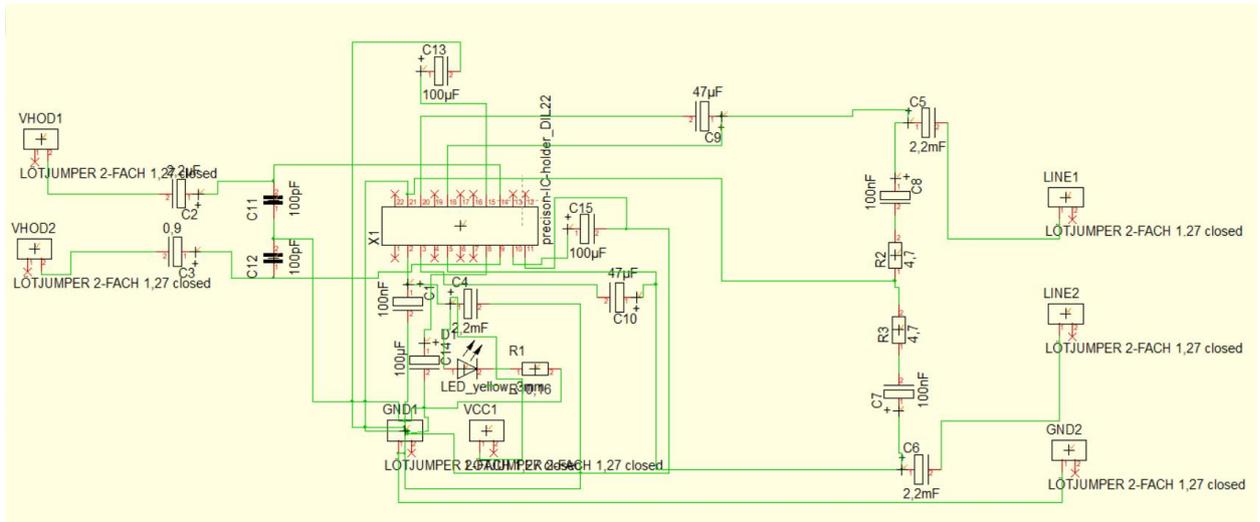
Arduino Mega služi za upravljanje z zaslonom na dotik in nadzira delovanje ESP8266. Pošilja mu podatke o izbrani radijski postaji ter o glasnosti predvajanja glasbe. To počne preko serijske komunikacije.

### 2.1.1. Izdelava ojačevalca

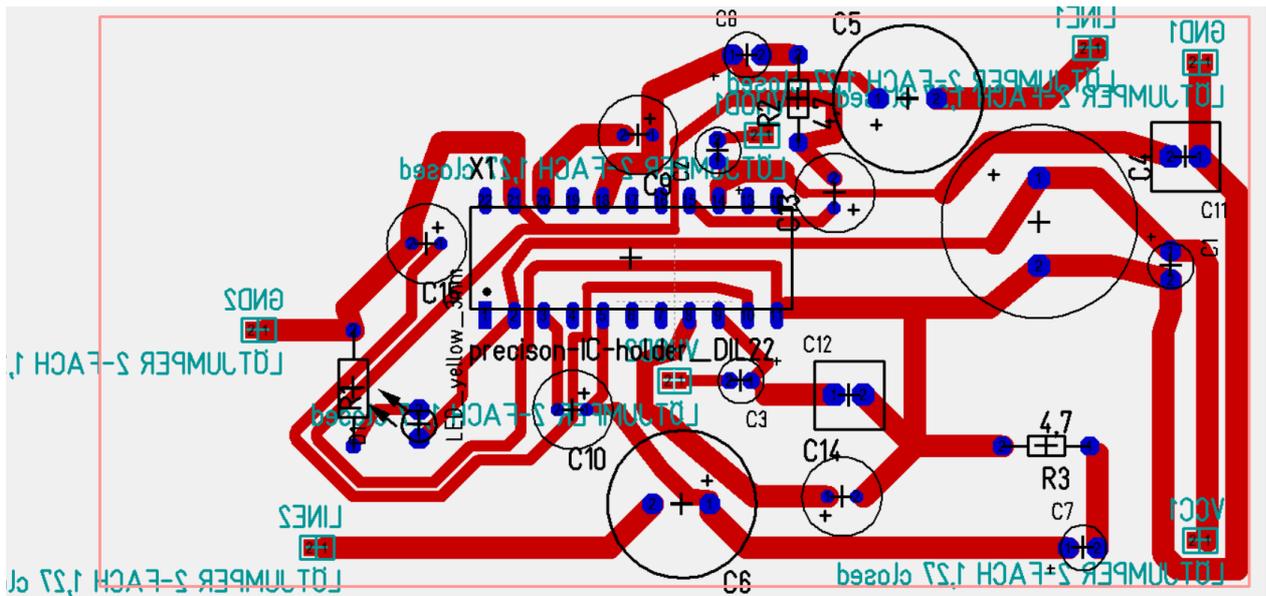
Ob uspešnem delovanju zvočnega izhoda sem začel razmišljati o izdelavi ojačevalca, ki bo dekodiran analogni zvok ojačal. Odločil sem se, da shemo za primernega izberem na internetu. Našel sem vezje, katerega osrednji del je čip LA4108. Ojačevalec je stereo in moči 5 W.

Vezje sem narisal v programu Target 3001 in ga ustrezno prestavil na PCB ploščo. Nato sem črno-belo sliko povezav stiskal na povoskan papir in vezje z likalnikom, segretim na zelo visoko temperaturo, odtisnil na predhodno dobro očiščeno bakreno podlago (ploščo). To sem nato namočil v vodi, da se je papir dobro namočil, potem pa sem jo dal v mešanico solne kisline, vode in vodikovega peroksida v razmerju 1:1:1, ki je na mestih, kjer ni bilo odtisnjene vezja, razjedla baker in tako ustvarila vse potrebne povezave. V ploščo sem zvrtil še luknje, v katere sem potem prispajkal vse potrebne elemente in priključne vodnike.

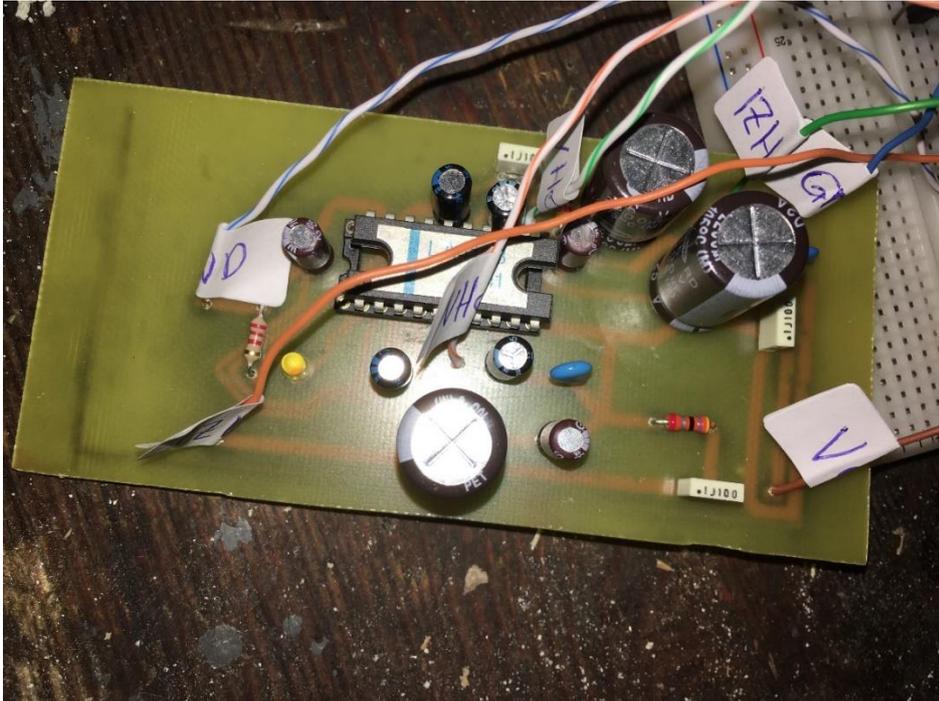
Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo  
INTERNETNI RADIO



Slika 5: Shema vezja za ojačevalnik



Slika 6: PCB oblika vezja



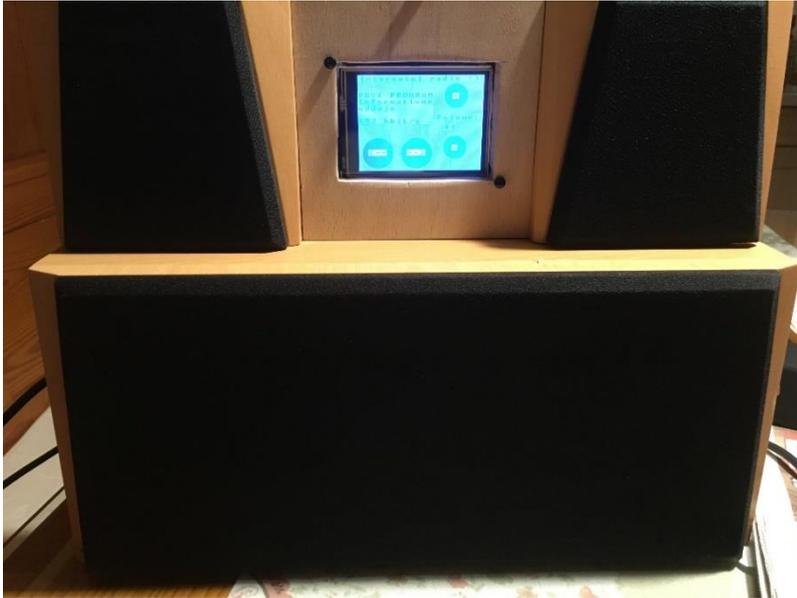
Slika 7: Končni izgled vezja za ojačevalnik

#### 2.1.2. Izdelava ohišja in napajanje

Vsi potrebni elementi so bili pripravljene in tako sem se odločil izdelati primerno ohišje za internetni radio. Zaradi boljše kvalitete zvoka sem izdelavo zvočniških ohišij prepustil proizvajalcu, ki se s tem ukvarja in tako uporabil že narejene zvočnike. Združil sem jih v kompleksno celoto, na kateri sem osrednji (leseni) del, ki ima tudi odprtino za zaslon na dotik, izdelal sam. Zaradi zelo zanesljivega in stabilnega izhoda napetosti sem se odločil, da za napajanje uporabim računalniški napajalnik, ki nudi tako 12 V DC napetost, ki je primerna za ojačevalec, kot tudi 5 V DC napetost, ki sem jo uporabil za napajanje Arduina in ostalih komponent, ki višje napetosti ne prenesejo. Zaradi pojava šuma na zvočnikih, sem moral vzporedno z napajanjem vezja ojačevalca zvezati kondenzator kapacitivnosti 10000  $\mu\text{F}$  / 25 V, ki je motnje zmanjšal za približno 40–50 %. Iz računalniškega napajalnika sem odklopil hladilni ventilator, saj je ravno vrtenje le-tega povzročalo največ neprijetnega šuma.



Slika 8: Izgled ohišja med izdelavo



Slika 9: Končni izgled ohišja

### 2.1.3. Izdelava uporabniškega vmesnika

Za nastavitve glasnosti in izbiro postaj sem se, namesto za uporabo tipk, raje odločil za zaslon na dotik, ker sem se želel naučiti kako se ga programira.

Ko vključimo napajanje se na zaslonu najprej izriše ozadje, nato se izpiše pozdrav. Ob prehodu na domačo stran se narišejo gumbi, ki se uporabljajo za nastavitve glasnosti oziroma za izbiro postaje, in besedilni elementi (naslov ...). Na osrednjem delu zaslona imamo napisano ime postaje, vsebino programa in bitno hitrost. Vsi ti podatki so vneseni predhodno, vendar se ob preklopu na drugo postajo ustrezno spremenijo.

Nabor radijskih postaj, ki sem jih dodal je sledeč:

- RTV SLO Prvi program,
- RTV SLO Val 202,
- RTV SLO Program ARS,
- RTV SLO Radio SI,
- Radio Ognjišče,
- Radio Veseljak,
- Radio Antena (Ljubljana),
- Radio Aktual,
- HIT radio Ö3 (Avstrija),
- Antenne Bayern (Nemčija),
- JAM FM (Nemčija).



Slika 10: Uporabniški vmesnik

### 3. Osrednji del naloge

#### 3.1. Arduino Mega



Slika 11: Arduino Mega 2560

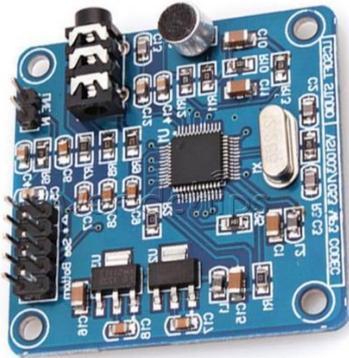
Modul Arduino Mega 2560 služi kot vmesnik, ki komunicira z ESP8266 modulom in upravlja z zaslonom na dotik.

Ima 54 digitalnih vhodov/izhodov, od katerih je lahko 15 uporabljenih za PWM, poleg tega ima tudi 16 izključno analognih vhodov. Ima 4 UART-e (serijske porte), USB povezavo, dodaten priključek za napajanje in RESET tipko. Oscilator je 16 MHz.

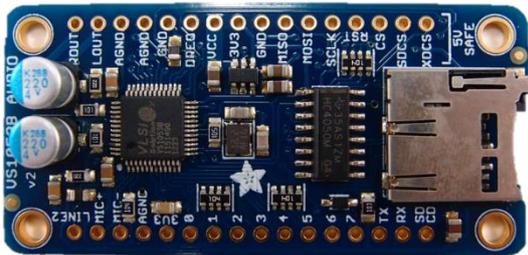
(Vir: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560?setlang=en>)

### 3.2. VS1053 MP3 dekodler

Za dekodiranje MP3 signala sem najprej nabavil VS1053 modul preko ebaya, ki se je izkazal za zelo nezanesljivega. Odločil sem se za nakup plošče, ki vsebuje enak čip (VS1053), le da je slednja od priznanega proizvajalca elektronske opreme (Adafruit).



Slika 12: Prvi (nezanesljivi) VS1053 modul



Slika 13: VS1053 modul, uporabljen kot nadomestni

VS1053 modul v tem projektu služi kot MP3 dekodler, ki podatke, ki jih sprejme preko SPI komunikacije, dekodira in jih »pošlje« na svoj AUX (analogni) izhod kot zvočni signal.

Drugače je čip MP3/WMA/MIDI zvočni dekodler in ADPCM koder (signale kodira iz mikrofona ali linijskega vhoda). Ima 5,5 KiB RAM-a na čipu za uporabniško kodo. Deluje z 12..13 MHz uro. Ima gonilnik za slušalke na plošči, ki podpira 30  $\Omega$  breme.

(Vir: <http://www.vlsi.fi/fileadmin/datasheets/vs1003.pdf>)

### 3.3. MP3 kodiranje

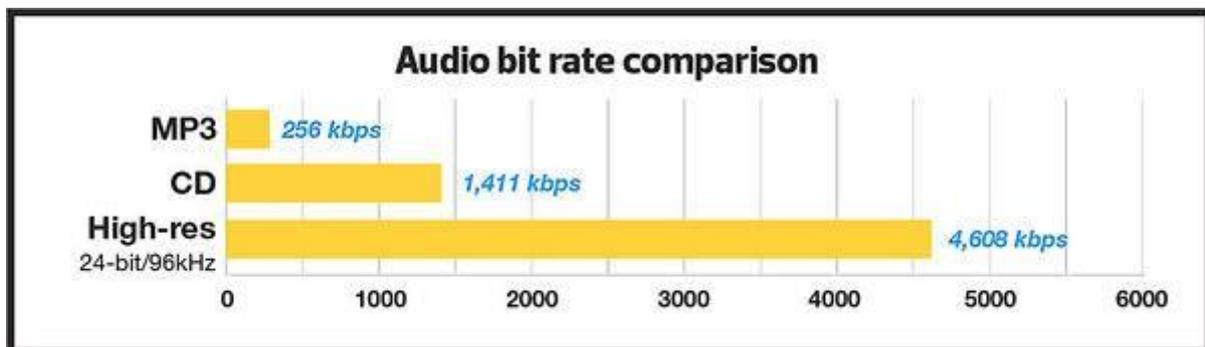
Ker VS1053 omogoča dekodiranje MP3 zapisa, sem se odločil, da na tem mestu na kratko opišem osnove MP3 kodiranja.

MP3 je oblika zapisa digitalnih datotek, ki je bila razvita zato, da bi se zmanjšala velikost slednjih, saj v nestisnjeni obliki te zasedajo veliko prostora.

MP3 protokol omogoča obliko zapisa glasbe z izgubami. Omogoča predstavitev PCM (angl. pulse-code modulation), ki pomeni obliko zapisa signala na racionalnejši način, saj frekvence zvoka, ki jih človeško uho ne sliši (npr. >20 kHz), preprosto izpusti. Zato mu rečemo tudi oblika zapisa z izgubami, saj se zvok ob pretvorbi skazi.

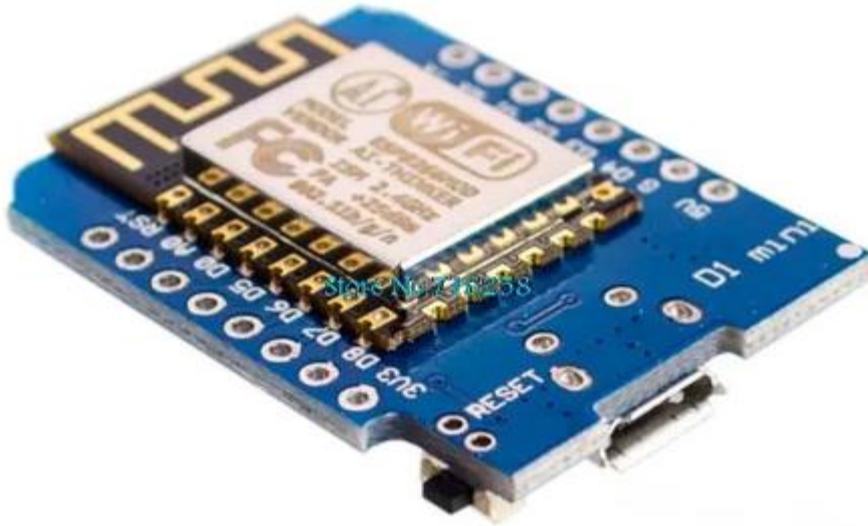
MP3 ima nastavitve bitne hitrosti («bitrate»), ki predstavljajo kodirane podatke na sekundo zvoka. Tipična bitna hitrost je od 96 do 256 kilobitov na sekundo. Datoteke, ki so stisnjene z manjšo bitno hitrostjo, so slabše kakovosti.

(Vir: <https://sl.wikipedia.org/wiki/MP3>)



Slika 14: Primerjava bitne hitrosti med MP3 zapisom, CD-jem in visoko resolucijo zvoka

3.4. D1 Mini ESP8266 Wi-Fi modul



Slika 15: D1 Mini ESP8266 Wi-Fi modul

D1 Mini ESP8266 modul služi za povezavo z Wi-Fi omrežjem, preko katerega dostopa do spletnih strani, od koder prenaša zvočne podatke, ki jih pošilja dalje Arduinu Mega.

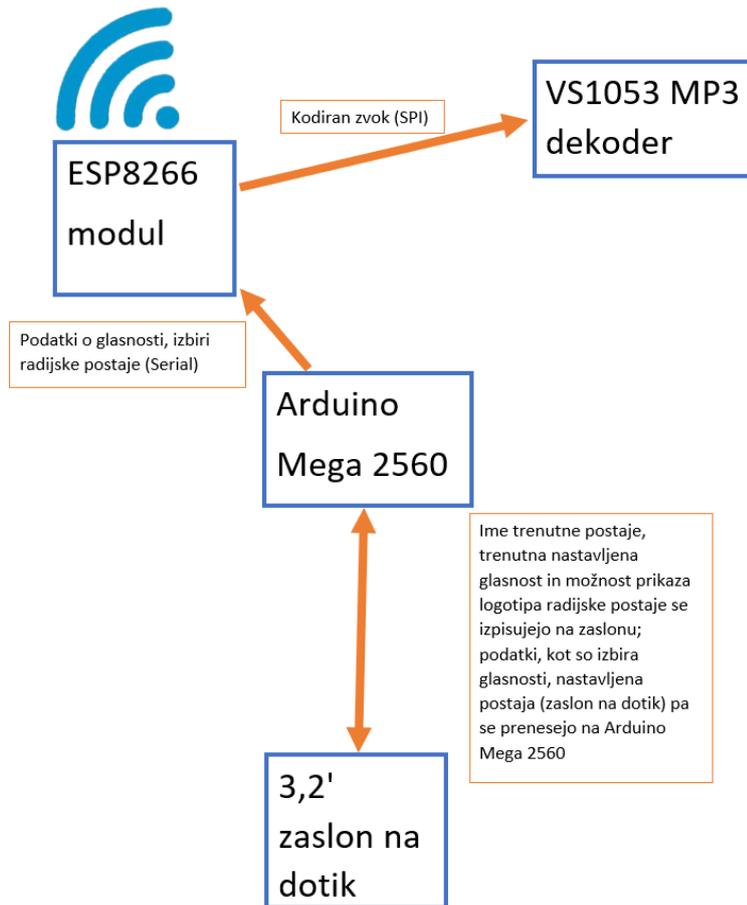
Ima analogni vhod 0-1 V in analogni vhod z 3,2 V maksimalne napetosti. Maksimalen tok skozi vhodni/izhodni pin je 12 mA, delovna napetost je od 3,0 do 3,6 V. Najvišja skupna poraba toka je 140 mA.

(Vir: <https://gist.github.com/carljdp/e6a3f5a11edea63c2c14312b534f4e53>)

»Delovna« frekvenca je 80 oziroma 160 MHz. Ima 4 MB »flasha.«

(Vir: <https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1>)

### 3.5. Preprosta shema vseh elementov internetnega radia



Slika 16: Preprosta shema vseh elementov

### 3.6. Program

Za programiranje tako Arduina Mega, kot tudi ESP8266 sem uporabil program Arduino IDE, katerega programski jezik je C++.

V nadaljevanju sledi predstavitev delovanja programa. Celotnega programa ne bom opisoval, ker je predolg. Poslužil se bom le opisa ključnih delov oziroma koncepta njegovega delovanja.

#### 3.6.1. Program na ESP8266

V programu, ki sem ga naložil na ESP8266 sem najprej vključil vse potrebne knjižnice, definiral vse izhodne pine in ustvaril objekt: `Adafruit_VS1053_FilePlayer musicPlayer`.

## Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo INTERNETNI RADIO

```
13  *****/
14
15 // include SPI, MP3 and SD libraries
16 #include <SPI.h>
17 #include <Adafruit_VS1053.h>
18 #include <SD.h>
19
20 // define the pins used
21 #define CLK 13 // SPI Clock, shared with SD card
22 #define MISO 12 // Input data, from VS1053/SD card
23 #define MOSI 11 // Output data, to VS1053/SD card
24 // Connect CLK, MISO and MOSI to hardware SPI pins.
25 // See http://arduino.cc/en/Reference/SPI "Connections"
26
27 // These are the pins used for the breakout example
28 #define BREAKOUT_RESET 2 // VS1053 reset pin (output) SPREMENI NA 9
29 #define BREAKOUT_CS 15 // VS1053 chip select pin (output) SPREMENI NA 10
30 #define BREAKOUT_DCS 5 // VS1053 Data/command select pin (output) SPREMENI NA 8
31 // These are the pins used for the music maker shield
32 #define SHIELD_RESET -1 // VS1053 reset pin (unused!)
33 #define SHIELD_CS 7 // VS1053 chip select pin (output)
34 #define SHIELD_DCS 6 // VS1053 Data/command select pin (output) SPREMENI NA 6
35
36 // These are common pins between breakout and shield
37 #define CARDCS 4 // Card chip select pin SPREMENI NA 4
38 // DREQ should be an Int pin, see http://arduino.cc/en/Reference/attachInterrupt
39 #define DREQ 0 // VS1053 Data request, ideally an Interrupt pin SPREMENI NA 3
40
41 Adafruit_VS1053_FilePlayer musicPlayer =
42 // create breakout-example object!
43 Adafruit_VS1053_FilePlayer(BREAKOUT_RESET, BREAKOUT_CS, BREAKOUT_DCS, DREQ, CARDCS);
44 // create shield-example object!
45 //Adafruit_VS1053_FilePlayer(SHIELD_RESET, SHIELD_CS, SHIELD_DCS, DREQ, CARDCS);
46
```

Slika 17: Prvi del programa na ESP8266

## Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo INTERNETNI RADIO

```
112 void loop() {
113   if (Serial.available() > 0) {
114     PodatkiSerial = Serial.read();
115     if ((PodatkiSerial > 0) && (PodatkiSerial < 101)) {
116       volume = PodatkiSerial;
117       VOLUME = map(volume, 0, 100, 100, 0);
118       Serial.print(VOLUME);
119     }
120     if ((PodatkiSerial < 126) && (PodatkiSerial > 114)) {
121       POSTAJA = PodatkiSerial;
122       Serial.println(POSTAJA);
123     }
124   }
125   //*****
126   //RTV PRVI
127   //*****
128
129   if (POSTAJA == 115) {
130     x2 = 2;
131     if (x1 == 1) {
132       x1++;
133       Serial.print("Povezovanje na URL ");
134       if (!client.connect(host1, httpPort)) {
135         Serial.println("Povezava ni uspela");
136         return;
137       }
138
139       // Sedaj ustvarimo URL za zahtevo
140       Serial.print("Zahtevam URL: ");
141       Serial.println(path1);
142
143       // To bo poslalo zahtevo na server
144       client.print(String("GET ") + path1 + " HTTP/1.1\r\n" +
145                   "Host: " + host1 + "\r\n" +
146                   "Connection: close\r\n\r\n");

```

Slika 18: Zanka končnega programa

V programu potem sledi nastavitve imena in gesla omrežja ter spletne strani, iz katere poteka prenos podatkov. Ko so enkrat vse nastavitve in konfiguracije zaključene, se prične povezovanje na nastavljeni Wi-Fi omrežje. Sproti se stanje povezave in IP naslov izpišeta na serijskem izhodu ESP8266 modula. V »setupu« inicializira »musicPlayer«, določi se prvotna nastavljen glasnost na izhodu in izvede se sinusni test (kratek pisk), ki signalizira pravilno priključitev VS1053 modula.

Zanka programa deluje tako, da se ustvari 32 bajtov velik »buffer«, v katerega se zapisujejo podatki, ko jih VS1053 zahteva. Medtem se vseskozi prebirajo vrednosti iz

Arduina Mega in prepoznavajo kot glasnost ali postaja, odvisno od tega, koliko znašajo. Vrednosti od 0 do 100 so prepoznane kot glasnost, tiste od 115 do 125 pa kot postaje.

### 3.6.2. Program na Arduino Mega

Program, ki je naložen na Arduino Mega, upravlja z zaslonom na dotik in skrbi za komunikacijo med njim ter ESP8266 modulom. Najprej se določi knjižnice, ki so uporabljene, potem se definira velikost pisave na zaslonu, spremenljivke, model LCD zaslona in priključne pine, nastavi se tudi uporabljene pine za zaslon na dotik ter izbere se postavitve elementov na zaslonu (vertikalno ali horizontalno).

## Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo INTERNETNI RADIO

V »setupu« programa se »zažene« serijski komunikaciji in sicer »Serial« za komunikacijo z računalnikom ter »Serial1« za komunikacijo z ESP8266 modulom. Sledi izbira pisave, napiše se pozdrav, določi se ozadje in nariše se vse potrebne gumbе.

Sledi zanka programa, v kateri se ciklično prebirajo koordinate pritiska na zaslon. Najprej se prepozna dotik na gumb za izbiro postaje naprej in nazaj, sledi prepoznavna gumba za nastavev glasnosti.

```
109 if ((220 < x) && (260 > x) && (160 < y) && (200 > y)) //*****GUMB ZA NA TIHO (SPODNJI)
110 {
111     VOLUME = map(volume, 0, 10000, 0, 100);
112     volume = volume - 10;
113     myGLCD.printNumI(VOLUME, dispX - 100, dispY - 120);
114     Serial.println(VOLUME);
115     Serial1.write(VOLUME);
116     if (volume < 90) {
117         myGLCD.print(" ", dispX - 100, dispY - 120);
118         volume = 0;
119         myGLCD.print("MUTE", dispX - 100, dispY - 120);
120     }
121     if ((volume > 9800) && (volume < 10090)) {
122         myGLCD.print(" ", dispX - 65, dispY - 120); //dispX-100
123     }
124     if ((volume > 850) && (volume < 990)) {
125         myGLCD.print(" ", dispX - 82, dispY - 120);
126     }
127 }
128 //*****
129 //-----
130 if ((220 < x) && (260 > x) && (20 < y) && (60 > y)) //*****GUMB ZA NA GLAS (ZGORNJI)
131 {
132     VOLUME = map(volume, 0, 10000, 0, 100);
133     volume = volume + 10;
134     myGLCD.printNumI(VOLUME, dispX - 100, dispY - 120);
135     Serial.println(VOLUME);
136     Serial1.write(VOLUME);
137     if (VOLUME > 100) {
138         //myGLCD.print(" ", dispX-100, dispY-120);
139         volume = 10000;
140     }
141     if (volume > 9600) {
142         myGLCD.print("MAX", dispX - 100, dispY - 120);
143     }
144 }
```

Slika 19: Del zanke programa za prepoznavo pritiska na gumb za določanje glasnosti

```
148 //*****
149 //*****RTV PRVI - izpis na LCD*****
150 if (POSTAJA==115) {
151     myGLCD.print("PRVI ", dispX - 270, dispY - 45);
152 }
153 //*****RTV VAL 202 - izpis na LCD****
154 if (POSTAJA==116) {
155     myGLCD.print("VAL 202", dispX - 270, dispY - 45);
156 }
157 }
```

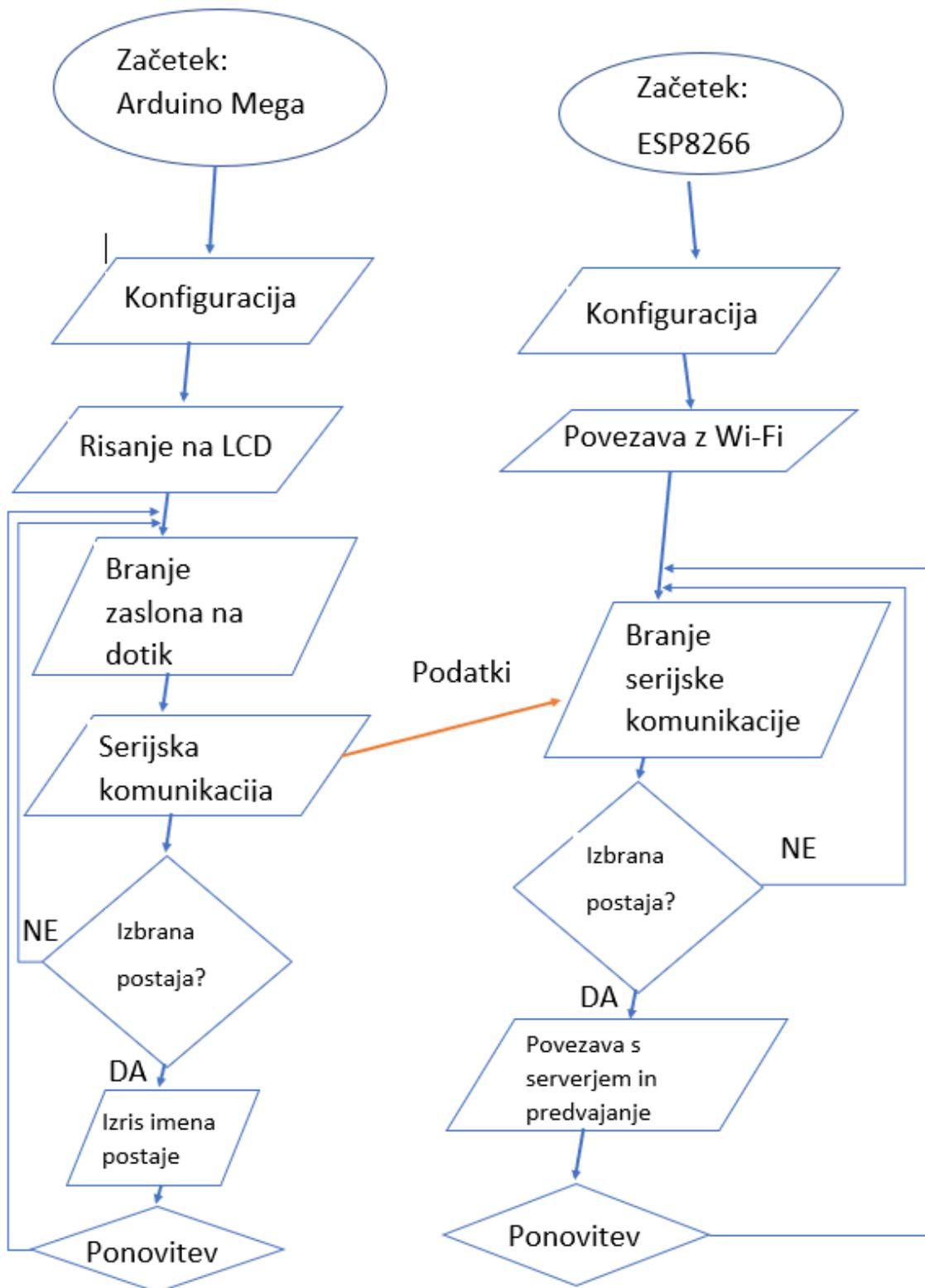
Slika 20: Pisanje imena izbrane postaje

Vse vrednosti, tako izbrana postaja kot tudi nastavljena glasnost, se preko serijske komunikacije (»Serial1«) pošljejo na ESP8266, ki jih uporabi.

Pisanje imena postaje se izvaja glede na to, kakšna je vrednost spremenljivke »POSTAJA.« Ta se giblje v vrednostih od 115 do 125 in s pomočjo »if« stavkov služi izbiranju enajstih radijskih postaj.

### 3.7. Diagram poteka

V diagramu poteka je predstavljen poenostavljen način delovanja celotnega programa.



Slika 21: Diagram poteka

## Razprava

Pred raziskovanjem sem si zadal naslednje hipoteze:

1. Celotni stroški izdelave internetnega radia ne bodo presegli 70 €.

Hipoteze ne morem potrditi, ker so celotni stroški izdelave internetnega radia znašali okoli 80 €. Primerjalno ceno 70 € sem izbral, ker se tam okoli gibljejo cene najcenejših internetnih radijskih sprejemnikov, ki jih lahko kupimo na trgu.

2. Radio omogoča izbiro najmanj desetih različnih postaj.

Hipotezo lahko potrdim, ker je omogočeno izbiranje med enajstimi različnimi postajami, program pa omogoča tudi dodajanje novih.

3. Radio ima vgrajene zvočnike in omogoča zunanji izhod zvoka.

Tudi to hipotezo lahko potrdim, saj sem vse elemente povezal v ohišje, v katerem se nahajajo zvočniki in ojačevalec zanje. Za potrebe testiranja ojačevalca sem v radio vgradil tudi zunanji zvočni vhod, ki je omogočal priklop telefona ali drugega predvajalnika glasbe preko AUX kabla («cinch» priključkov). Ker sta ta priključka na istih potencialih kot analogni zvočni izhod VS1053 modula, sedaj služita kot zvočni izhod.

## Zaključek

Kljub temu da se občasno ob predvajanju postaj pojavljajo občasne prekinitve, sem z delovanjem internetnega radia zelo zadovoljen. Pred začetkom raziskovanja si niti približno nisem predstavljal, da se bodo nekatere stvari tako zakomplicirale, saj se je na prvi pogled naloga zdela lahka. Sedaj, ko sem izdelek končal, sem zelo zadovoljen s preteklim delom in razvojem dogodkov, saj sem ob tem pridobil ogromno znanja, ki mi bo zagotovo prišlo prav v življenju.

## Seznam virov

- [https://store-cdn.arduino.cc/usa/catalog/product/cache/1/image/1800x/ea1ef423b933d797cfca49bc5855eef6/A/0/A000067\\_iso\\_2.jpg](https://store-cdn.arduino.cc/usa/catalog/product/cache/1/image/1800x/ea1ef423b933d797cfca49bc5855eef6/A/0/A000067_iso_2.jpg) (21.11.17)
- <https://s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/a2.datacaciques.com/wm/307176851/157090301/2407908234.jpg> (21.11.17)
- [https://static.wixstatic.com/media/a68c69\\_73ef1bf05e8143538b0f4ca20f736847~mv2.jpg/v1/fill/w\\_498,h\\_498,al\\_c,q\\_90/file.jpg](https://static.wixstatic.com/media/a68c69_73ef1bf05e8143538b0f4ca20f736847~mv2.jpg/v1/fill/w_498,h_498,al_c,q_90/file.jpg) (21.11.17)
- <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=396310.0> (25.11.2017)
- <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega256+0?setlang=en> (12.12.17)
- <http://www.vlsi.fi/fileadmin/datasheets/vs1003.pdf> (20.12.17)
- <https://gist.github.com/carlijdp/e6a3f5a11edea63c2c14312b534f4e53> (30.11.17)
- <https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1> (1.12.17)
- <http://www.gejohn.org/Radios/MyRadios/FirstRadio/First+1.jpg> (5.3.2018)
- [https://www.makerlab-electronics.com/my\\_uploads/adafruit-vs1053-audio-codec-breakout-1.jpg](https://www.makerlab-electronics.com/my_uploads/adafruit-vs1053-audio-codec-breakout-1.jpg) (31.1.2018)
- <https://tse1.mm.bing.net/th?id=OIP.ygRu9SmyLGSSkTwzRQAjmAHaHa&pid=15.1&P=0&w=300&h=300> (5.3.2018)
- [http://arduino-info.wikispaces.com/file/view/Mega2560\\_R3\\_Label-small-v2%20%282%29.png/471429496/800x526/Mega2560\\_R3\\_Label-small-v2%20%282%29.png](http://arduino-info.wikispaces.com/file/view/Mega2560_R3_Label-small-v2%20%282%29.png/471429496/800x526/Mega2560_R3_Label-small-v2%20%282%29.png) (20.1.2018)
- <https://escapequotes.net/esp8266-wemos-d1-mini-pins-and-diagram/> (5.12.2017)
- <https://learn.adafruit.com/adafruit-vs1053-mp3-aac-ogg-midi-wav-play-and-record-codec-tutorial/library-reference> (15.12.2017)
- <http://www.rinkydinkelectronics.com/library.php?id=51> (20.2.2018)
- <http://www.vsdsp-forum.com/phpbb/viewtopic.php?t=1705> (25.2.2018)
- <https://learn.adafruit.com/adabox004/internet-radio#> (6.3.2018)
- <http://www.bajdi.com/lcsoft-vs1053-mp3-module/> (10.1.2018)
- <https://sl.wikipedia.org/wiki/MP3> (1.3.2018)
- [https://images.crutchfieldonline.com/ImageHandler/scale/978/978/products/2014/0/14S/h14SHIGHRES-o\\_StevesChart.jpg](https://images.crutchfieldonline.com/ImageHandler/scale/978/978/products/2014/0/14S/h14SHIGHRES-o_StevesChart.jpg) (1.3.2018)

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo  
INTERNETNI RADIO

[http://www.goodwinshighend.com/radio/internet\\_radio.htm](http://www.goodwinshighend.com/radio/internet_radio.htm) (2.3.2018)

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo  
INTERNETNI RADIO

IZJAVA\*

Mentor (-ica) GREGOR KRAMER, v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi naslovom INTERNETNI RADIO,  
katere avtorji (-ice) so GASPER TRUPEJ, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ :

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

Celje, 12.3.2018



Podpis mentorja(-ice)

Podpis odgovorne osebe

\*

POJASNILO

V skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja(-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja(-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor(-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.