

**»Mladi za napredek Maribora 2019«
36. srečanje**

IZDELAVA RADIA

Raziskovalno področje: Elektrotehnika, elektronika

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: RENE ZOREC, TIM MERNIK

Mentor: BOJAN DEŽMAN

Šola: SREDNJA ELEKTRO-RAČUNALNIŠKA ŠOLA MARIBOR

Število točk: 140

Mesto: 12

Priznanje: bronasto

Maribor, februar 2019

**»Mladi za napredek Maribora 2019«
36. srečanje**

IZDELAVA RADIA

Raziskovalno področje: Elektrotehnika, elektronika

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Maribor, februar 2019

KAZALO:

1. POVZETEK	4
2. ZAHVALA	4
3. UVOD	5
4. RADIO	6
4.1. Radijski oddajnik	6
4.2. Radijski sprejemnik	6
4.2.1. AM in FM	7
4.2.2. Sprejem	7
4.2.3. Delovanje	8
5. MATERIAL ZA IZDELAVO	8
6. ARDUINO	9
6.1. Arduino Pro Mini	9
7. TEA5756	10
8. MCP4151	11
9. TDA1905	11
10. MT3608	12
11. TP4056	13
12. LCD ZASLON	14
13. PROGRAM	15
14. VEZJE	18
15. OHIŠJE	19
16. TEŽAVE	21
17. ZAKLJUČEK	22
18. VIRI IN LITERATURA	23
19. VIRI SLIK	24

KAZALO SLIK:

Slika 1: Primer radijskega sprejemnika (vir: AmazonUK).....	7
Slika 2: Blok diagram superheterodinskega sprejemnika (vir: Wikipedia)	8
Slika 3: Elementi za izdelavo radia (vir: GreatScott)	9
Slika 4: Arduino programska oprema (vir: Avtorja)	9
Slika 5: Ploščica Arduino Pro Mini (vir: Arduino Store)	10
Slika 6: TEA5756 (vir: Google).....	10
Slika 7: Povezava TEA5756 z Arduino (vir)	11
Slika 8: MCP4151 (vir: Microchip)	11
Slika 9: TDA1905 (vir: Google)	11
Slika 10: MT3608 (vir: Google)	12
Slika 11: TP4056 (vir: Google).....	13
Slika 12: LCD zaslon HD447780 (vir: Google)	14
Slika 13: Program v Arduino (vir: Avtorja).....	15
Slika 14: Program v Arduino (vir: Avtorja).....	15
Slika 15: Program v Arduino (vir: Avtorja).....	16
Slika 16: Program v Arduino (vir: Avtorja).....	16
Slika 17: Program v Arduino (vir: Avtorja).....	17
Slika 18: Program v Arduino (vir: Avtorja).....	17
Slika 19: Spajkanje (vir: Avtorja)	18
Slika 20: Sprednja in zadnja stran ohišja (vir: GreatScott).....	19
Slika 21: Leva in desna stran ohišja (vir: GreatScott).....	19
Slika 22: Zgornja in spodnja stran ohišja (vir: GreatScott)	20

1. POVZETEK

Za raziskovalno nalogo sva se odločila, da bova naredila radio. Za radio sva se odločila, ker se nama je zdela ideja zelo zanimiva, prav tako pa tudi uresničljiva za izdelavo. Za izdelavo bova lahko uporabila tudi vso znanje, ki sva ga prejela v vseh 4 letih šolanja.

2. ZAHVALA

Zahvaljujema se predvsem mentorju, ki nama je pri raziskovalni nalogi najbolj pomagal. Pri celotnem izdelovanju naju je spremljal in nudil pomoč, če sva jo potrebovala. Dajal nama je nasvete in usmerjal na pravo pot tako, da je izdelek končal kot sedaj je. Zahvaljujeva se tudi razredniku, ki nama je opravičil izostanke namenjene izdelovanju naloge.

3. UVOD

Radio je v uporabi že več desetletij. Uporabljajo ga po vsem Svetu za sporazumevanje in deljenje dogodkov, novic. Radio se je skozi čas razvijal in izboljševal.

Namen te raziskovalne naloge je bil ustvariti delujoč radio, s katerim bi lahko nastavljali frekvenco radijske postaje, poslušali glasbo in nastavljali glasnost predvajane glasbe. Radio bo praktičen in namenjen vsakdanji uporabi.

Za izdelavo radia sva se odločila, ker je izdelek zelo praktičen, prav tako pa je za izdelavo potrebno določeno znanje. S tem izdelkom lahko pokaževa koliko sva se naučila v teh letih na šoli.

4. RADIO

Radio (po latinsko radius – žarek) je tehnologija, ki omogoča prenos signalov s prilagajanjem elektromagnetnih valov. Ti elektromagnetni valovi imajo manjšo frekvenco kot pa svetloba. Pod izraz radio štejemo tudi radijski sprejemnik in radijski oddajnik in ustanovo, ki ustvarja radijski signal.

Frekvence za radijski prenos so v območju radijskih valov, torej segajo od 3kHz in do 40,000 MHz. To so valovne dolžine od 1 cm pa do več kilometrov. Ker je uporabnikov radijskega prenosa signalov ogromno je z mednarodnim dogovorom frekvenčno območje razdeljeno na posamezne uporabnike.

4.1. Radijski oddajnik

Radijski oddajnik je naprava, ki ustvarja izmenični tok radijskih frekvenc. Na oddajnik mora zaradi doseganja oddaje biti priključena antena. Ta radijske valove širi v prostor in tako služi za prenos informacij. Namen oddajnika je generiranje nosilnega signala, temu se doda z modulacijo signal. Iz sprejemnika mora izločiti informacijo. Pojavljajo se v različnih izvedbah, želene moči pa segajo od nekaj mW pa do več 1000 kW.

Sesravni deli radijskega oddajnika so:

1. Generator nosilnega signala
2. Modulator
3. Visokofrekvenčni ojačevalnik
4. Impedančna prilagoditev

4.2. Radijski sprejemnik

Radijski sprejemnik je elektronska naprava, ki sprejema radijske valove v človeku razumljivo obliko. Uporablja se skupaj z anteno, ta prestreže radijske valove in jih pretvori v drobne izmenične tokove. Informacije, ki jih dobi sprejemnik so lahko v obliki zvoka, slike ali podatkov.

Obsataja več vrst radijskih sprejemnikov:

1. Namizni radio
2. Radio budilka
3. Sprejemnik
4. Prenosni radio
5. Avto radio
6. Satelitski radio sprejemnik
7. Krakovalovni radio
8. AV sprejemnik



Slika 1: Primer radijskega sprejemnika (vir: AmazonUK)

4.2.1. AM in FM

Modulacija je postopek dodajanja informacije radijskemu nosilcu. Uporabljata se dve vrsti modulacije:

1. AM
2. FM

Pri amplitudni modulaciji (AM) se jakost signala spreminja z avdio signalom. Ta radiofuzija je dovoljena med 148 in 283 kHz ter v srednjem frečvenčnem pasu. Dovoljena je tudi v kratkovalovnih pasovih.

Pri frekvenčni modulaciji (FM) pa frekvenco radijskega signala rahlo spreminja avdio signal. Takšno oddajanje je dovoljeno v pasu med 65 in 108 MHz ter v območju zelo visokih frekvenc. V posameznih državah se območja razlikujejo.

4.2.2. Sprejem

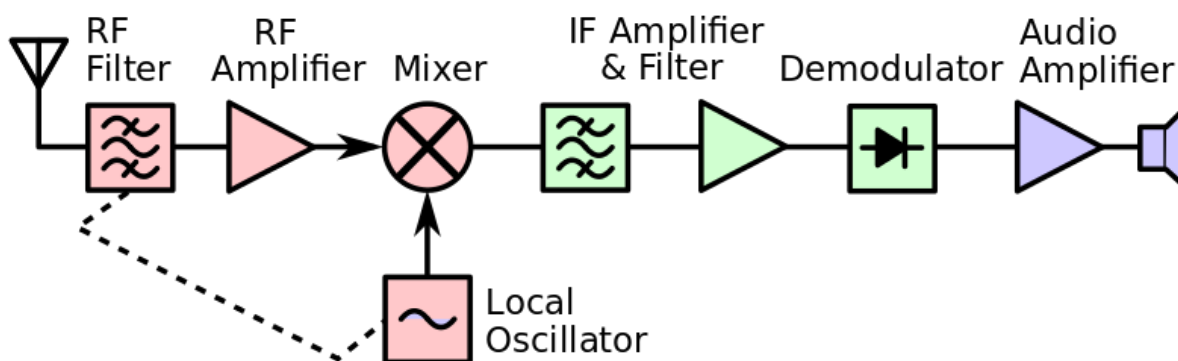
Moč signala se z oddaljenostjo od radijskega oddajnika zmanjšuje tako, da lahko radijske postaje sprejema le v omejenem okolju. To okolje je odvisno od moči oddajnika, občutljivosti sprejemnika, atmosferskega in notranjega šuma ter geografskih ovir, kot so hribi med oddajnikom in sprejemnikom. AM radijski valovi potujejo po površju zemlje zato je AM radijske postaje mogoče sprejemati na stotine kilometrov daleč. FM radijski valovi zaradi svoje visoke frekvence ne morejo potovati dlje od vidnega obzorja; omejeni so na razdaljo do 64 km to razdaljo pa lahko še dodatno zmanjšajo hribi med oddajnikom in sprejemnikom. Po drugi strani je FM radio manj občutljiv na motnje zaradi radijskega šuma (RFI, atmosferski, statičen) in ima večjo zvestobo; boljši frekvenčni odziv in manj zvokov, kot AM. V mnogih državah glasbo oddajajo samo FM postaje, AM postaje pa so specializirane za radijske novice, radijske komunikacije in šport.

4.2.3. Delovanje

Radijski sprejemnik je povezan z anteno, ki pretvori nekaj energije iz radijskih valov v šibko izmenično napetost, ki se nato dovede na vhod sprejemnika. Antena je običajno sestavljena iz kovinskih vodnikov različnih oblik. Nihanje električnega in magnetnega polja radijskih valov potiska elektrone v anteni naprej in nazaj ter tako ustvari nihanje napetosti.

Vsak radijski sprejemnik opravi tri osnovne postopke obdelave signala iz antene:

1. Filtriranje
2. Ojačanje
3. Demodulacija



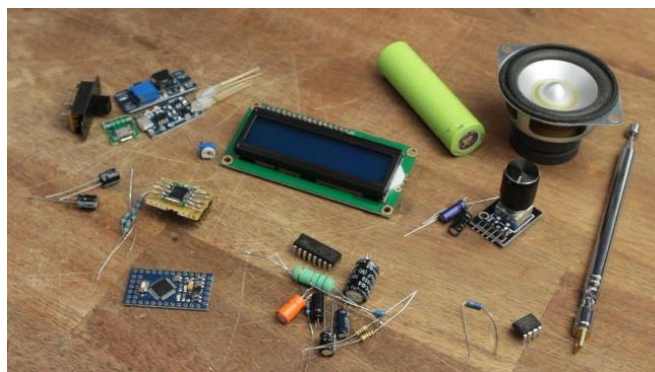
Slika 2: Blok diagram superheterodinskega sprejemnika (vir: Wikipedia)

5. MATERIAL ZA IZDELAVO

Za najin radio potrebujeva kar nekaj različnih komponent. S pomočjo profesorja in interneta sva izbrala naslednje komponente za najin radio:

1. Arduino Pro Mini
2. TEA5756
3. MCP4151
4. TDA1905
5. HD44780 16x2 LCD zaslon
6. MT3608
7. TP4056
8. Micro USB adapter
9. Lionsko baterijo

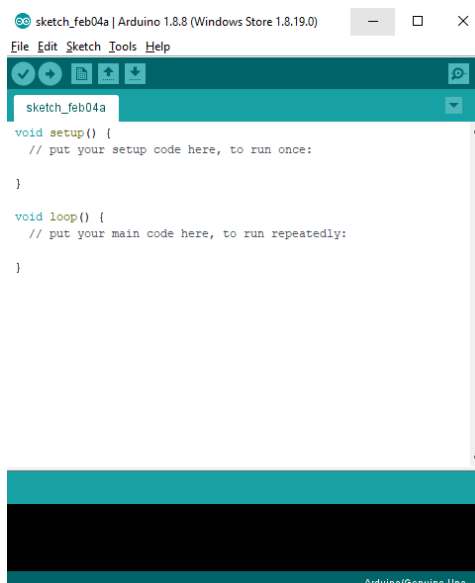
Poleg navedenih elementov sva v vezju potrebovala še različne upore, potenciometre, kondenzatorje. Uporabila sva tudi 2 LED diodi, eno rdeče in eno zelene barve, tako da se je lahko videlo kdaj je radio prižgan in kdaj ugasnjen. Vse komponente sva pri spajkala na ploščo z bakrenimi pikami, saj sva pozabila, da imamo v šoli rezkalnik.



Slika 3: Elementi za izdelavo radia (vir: GreatScott)

6. ARDUINO

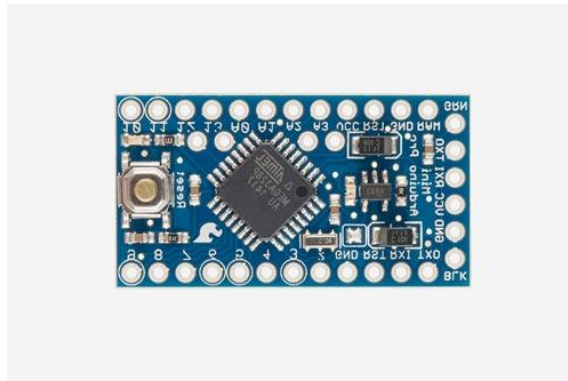
Arduino je mikrokontroler na matični plošči. Strojno opremo sestavljajo odportokodna oblika plošče in 8 bitni mikrokontroler. Poleg strojne opreme pa je tukaj še programska oprema, ki je sestavljena iz standardnega programskega jezika. Poznamo več vrst arduino čipov, kot so Mega, Uno, Nano... Za najino raziskovalno nalogo sva izbrala Arduino Pro Mini, saj bo prihranil nekaj dodatnega prostora zaradi svoje velikosti.



Slika 4: Arduino programska oprema (vir: Avtorja)

6.1. Arduino Pro Mini

Arduino pro mini je mikrokontroler, ki temelji na ATmega328P. Ima 14 digitalnih vhodno/izhodnih pinov in 6 analognih izhodov. Prav tak ima vgrajeni resonator, gumb za ponasatvitev in luknje za montažo glav. Obstajata 2 različici tega mikrokontrolerja. Ena deluje na 3,3V in 8MHz, druga pa na 5V in 6MHz.



Slika 5: Ploščica Arduino Pro Mini (vir: Arduino Store)

7. TEA5756

TEA5767 ima 4 IO zatiče, ki jih priključimo na naslednji način: 1 Priključite na maso na RPi2 (Pin 6):

GND: Priključite na ozemljitev na RPi2 (Pin 6)

VCC: Povežite se na 3.3V na RPi2 (Pin 1)

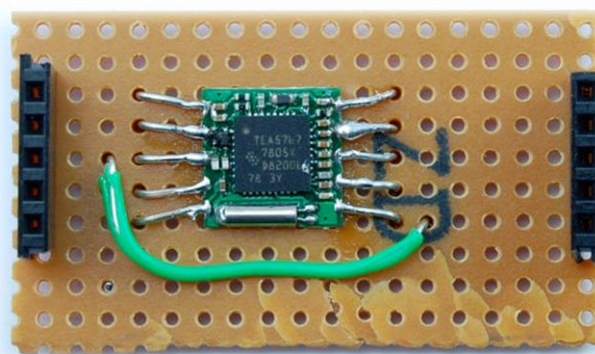
SDA: Povežite se s SDA na RPi2 (Pin 3). To je podatkovna linija za vodilo I2C.

SCL: Povežite se z SCL na RPi2 (Pin 5). To je vrstica ure za vodilo I2C.

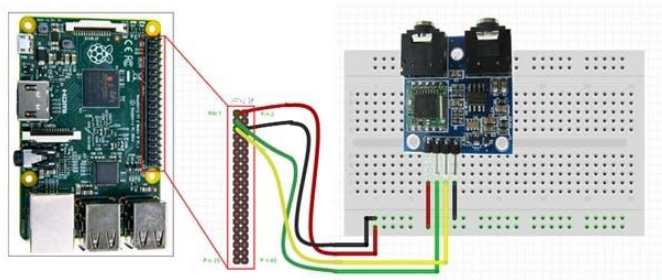
Ko je vse nastavljeno, vklopimo napravo in odpremo aplikacijo v programu Visual Studio.

Konfiguriramo niz TEA5767_I2C_ADDR z naslovom naprave. V tem primeru uporabljamo 0x60 [šestnajstiško].

V programu Visual Studio imamo možnost F5 (Zaženi). Aplikacija FM Radio se bo namestila in zagnala, na zaslonu pa se bo prikazala trenutna frekvenca. V tem primeru lahko uporabimo gumb za iskanje. Ta gumb se ustavi, ko je signal TEA5756 močan. To pomeni, da je postaja najdena.



Slika 6: TEA5756 (vir: Google)



Slika 7: Povezava TEA5756 z Arduino (vir)

8. MCP4151

Naprave MCP4151 so volatilni 8 bitni digitalni potenciometri z vmesnikom SPI. Končne uporove vrednosti znašajo od 5k ohmov pa do 100k ohmov. Te naprave ponujajo različne konfiguracije, ki poenostavljajo načrtovanje, hkrati pa zmanjšujejo stroške, velikost paketa in število pinov.



Slika 8: MCP4151 (vir: Microchip)

9. TDA1905

TDA1905 je monolito vezje v paket POWERDIP. Namenjen je za uporabo kot nizkofrekvenčni ojačevalnik moči v širokem spektru aplikacij v radijskih in televizijskih sprejemnikih. Za najino raziskovalno nalogo sva uporabila 5W čip.



Slika 9: TDA1905 (vir: Google)

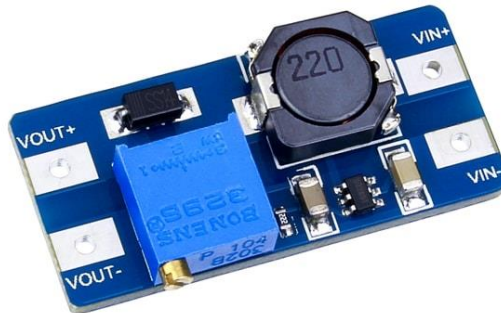
10. MT3608

MT3608 je konstantni frekvenčni, 6-polni SOT23 trenutni način povečevanja napetosti, namenjen je majhnim napajanjem.

MT3608 preklaplja na 1,2MHz in omogoča uporabo majhnih, poceni kondenzatorjev in tuljav 2mm ali manj. Notranji mehki zagon povzroči majhen vklopni tok in podaljša življenjsko dobo baterije.

MT3608 ima avtomatsko prestavljanje na način pulzne frekvenčne modulacije pri lahkih obremenitvah. MT3608 vključuje blokado pod napetostjo, omejitev toka in zaščito pred preobremenitvijo za preprečevanje poškodb v primeru preobremenitve izhoda. MT3608 je na voljo v majhnem 6-pinskem SOT-23 paketu.

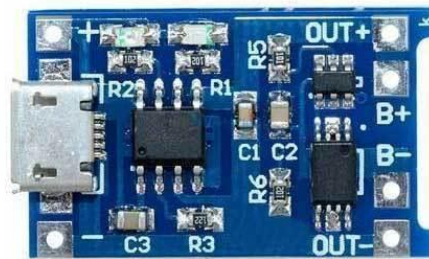
MT3608 uporablja fiksno frekvenco in maksimalni tok za način povečanja regulacijske arhitekture napetosti na povratnem zatiču.



Slika 10: MT3608 (vir: Google)

11. TP4056

To je linearni pomnilnik s konstantnim tokom in konstantno napestjo za enojno celico litij ionske baterije. Za ta čip sva se odločila, ker bo najin radio bilo možno napolniti, ko se bo baterija spraznila. Je tudi idealen za prenosljive aplikacije. Zaradi notranje arhitekture PMOSFET-a ni potrebne blokadne diode, prav tako pa povratna toplotna zveza uravnava tok polnjenja. Napajalna napetost je fiksirana na 4,2V, polnilni tok pa lahko spreminjamo že samo z enim uporom. Polnilni tok pa se bo samodejno prekinil, ko bo tok dosegel 1/10.



Slika 11: TP4056 (vir: Google)

12. LCD ZASLON

Odločila sva se, da bova za radio uporabila tudi LCD zaslon, na katerem bo vidno, kolikšna je glasnost in katero frekvenco radia poslušamo. Hotela sva uporabiti zaslon, ki bo dokaj poceni in tudi majhen, tako, da v radiu ne bo zasedel preveč prostora. Na koncu sva se odločila, da bova za najin radio uporabila HD 447780 16x2 LCD zaslon.

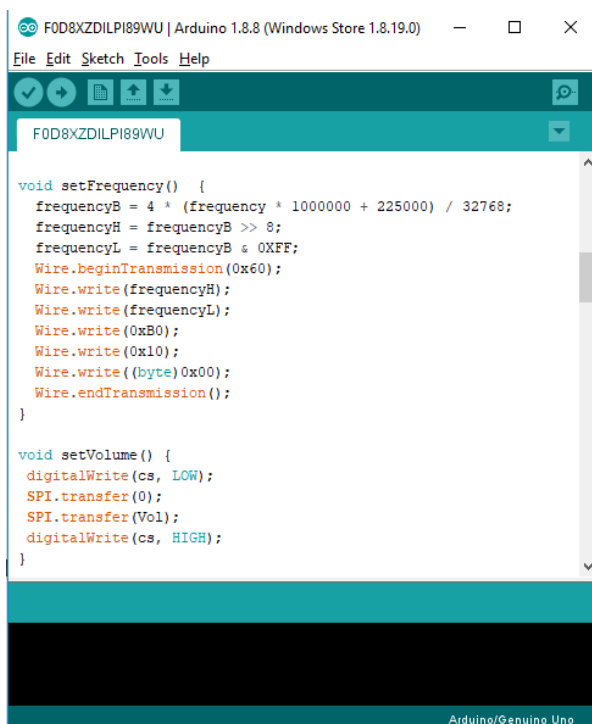


Slika 12: LCD zaslon HD447780 (vir: Google)

HD447780 je kontrolni zaslon s tekočimi kristali. Lahko ga skonfiguriramo tako, da poganja matrični zaslon pod nadzorom 4 bitnega ali 8 bitnega mikroprocesorja. Na en čip je možno povezati minimalni sistem s tem krmilnikom in gonilnikom. Ta zaslon lahko prikaže do 8 znakov v eni vrstici ali do 8 znakov v 2 vrsticah. Napajalnik je namenjen za vsak prenosni izdelek, ki ga poganja baterija, ki zahteva nizko porabo energije.

13. PROGRAM

Za delovanje samega radia sva morala v programski opremi Arduino napisat program, ki bo samo delovanje tudi omogočal. Brez te programske kode ploščica Arduino sploh nebi delovala. Najin program za delovanje radia je izgledal tako:

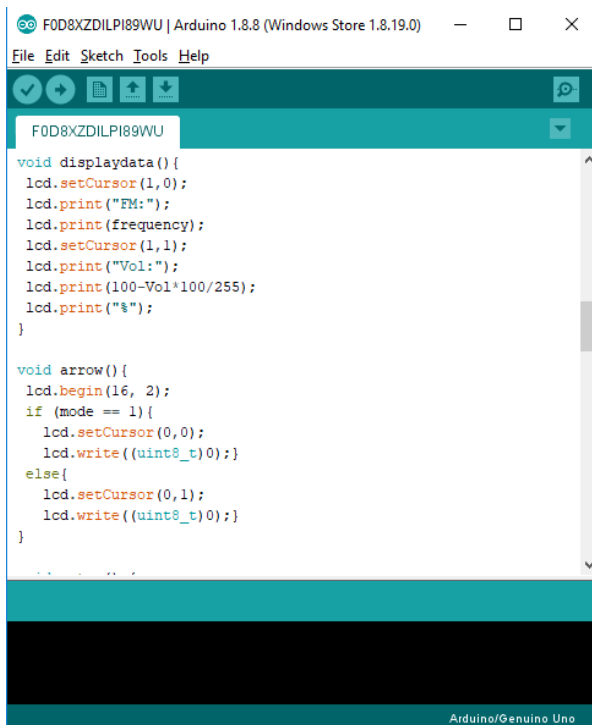


```
F0D8XZDILPI89WU

void setFrequency() {
  frequencyB = 4 * (frequency * 1000000 + 225000) / 32768;
  frequencyH = frequencyB >> 8;
  frequencyL = frequencyB & 0xFF;
  Wire.beginTransaction(0x60);
  Wire.write(frequencyH);
  Wire.write(frequencyL);
  Wire.write(0xB0);
  Wire.write(0x10);
  Wire.write((byte)0x00);
  Wire.endTransmission();
}

void setVolume() {
  digitalWrite(cs, LOW);
  SPI.transfer(0);
  SPI.transfer(Vol);
  digitalWrite(cs, HIGH);
}
```

Slika 13: Program v Arduino (vir: Avtorja)



```
F0D8XZDILPI89WU

void displaydata() {
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.print("FM:");
  lcd.print(frequency);
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("Vol:");
  lcd.print(100-Vol*100/255);
  lcd.print("%");
}

void arrow() {
  lcd.begin(16, 2);
  if (mode == 1) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.write((uint8_t)0);
  }
  else {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.write((uint8_t)0);
  }
}
```

Slika 14: Program v Arduino (vir: Avtorja)


```

F0D8XZDILPI89WU | Arduino 1.8.8 (Windows Store 1.8.19.0)
File Edit Sketch Tools Help

F0D8XZDILPI89WU
}

void setup() {
  SPI.begin();
  Wire.begin();
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(cs, OUTPUT);
  pinMode(clk, INPUT);
  pinMode(dt, INPUT);
  pinMode(sw, INPUT);
  mode = 1; //frequency mode
  lcd.createChar(0, customChar); // arrow Char created
  frequency = 99.8; //starting Frequency
  Vol = 220; //starting Volume
  setFrequency();
  setVolume();
  arrow();
  displaydata();
  attachInterrupt (0, isr0, FALLING);
}

```

Arduino/Genuino Uno

Slika 15: Program v Arduino (vir: Avtorja)

```

F0D8XZDILPI89WU | Arduino 1.8.8 (Windows Store 1.8.19.0)
File Edit Sketch Tools Help

F0D8XZDILPI89WU
}

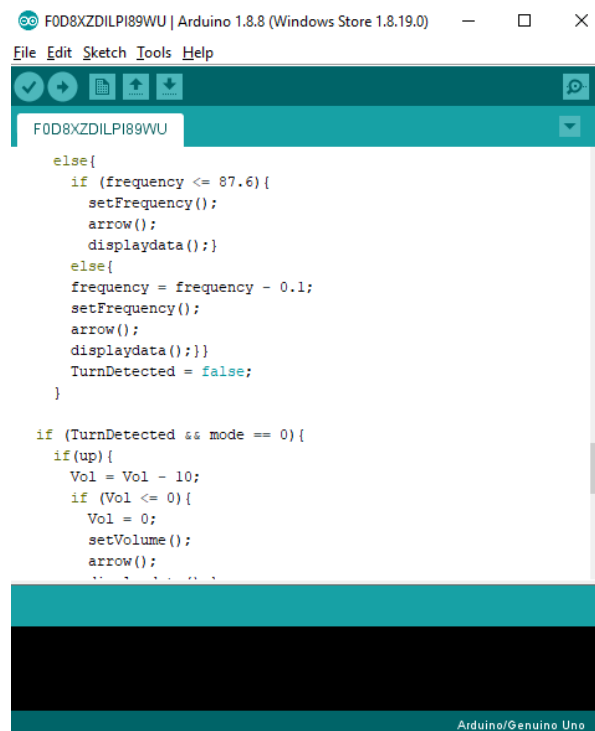
void loop() {
  if (!digitalRead(sw)){
    mode=!mode;
    arrow();
    displaydata();
    delay(500);}

  if (TurnDetected && mode == 1){
    if(up){
      if (frequency >= 107.90){
        setFrequency();
        arrow();
        displaydata();}
      else{
        frequency = frequency + 0.1;
        setFrequency();
        arrow();
        displaydata();}}
    else{
      if (frequency <= 87.6){
        ..
      }
    }
  }
}

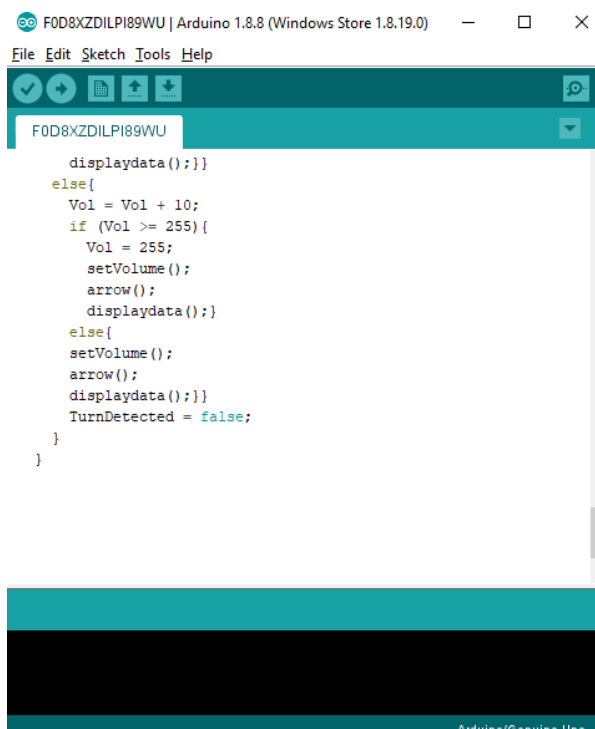
```

Arduino/Genuino Uno

Slika 16: Program v Arduino (vir: Avtorja)



Slika 17: Program v Arduino (vir: Avtorja)



Slika 18: Program v Arduino (vir: Avtorja)

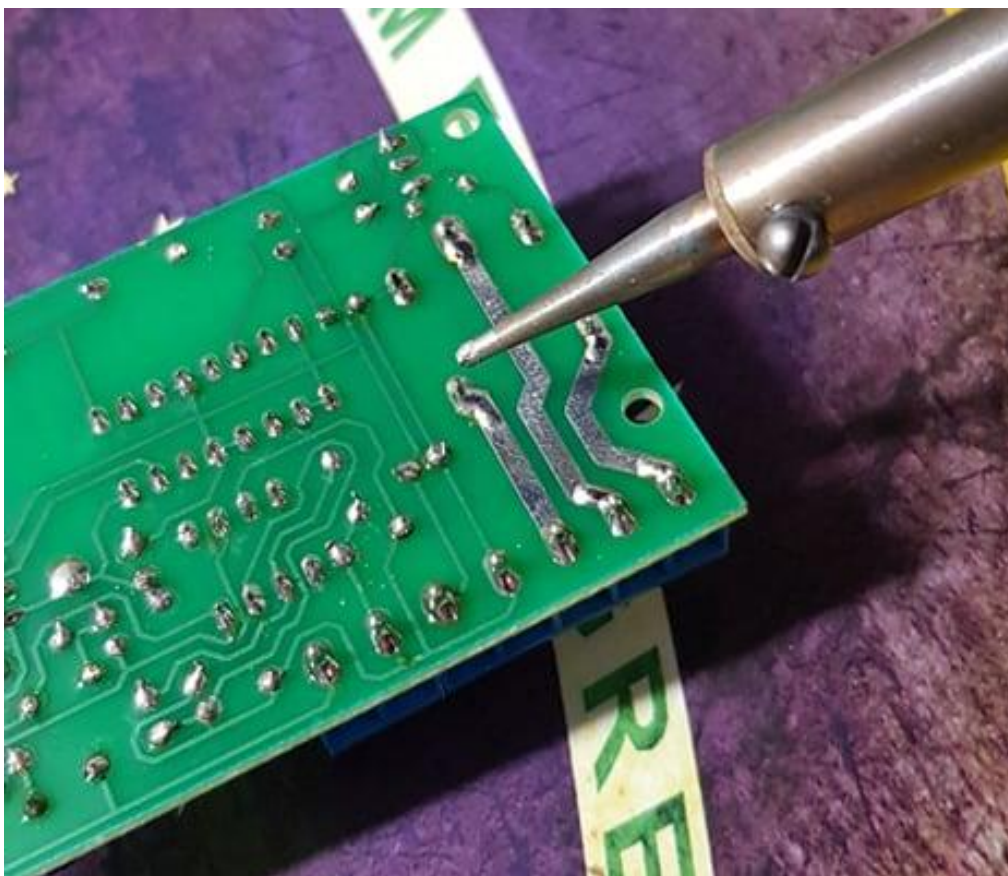
14. VEZJE

Poleg že prej naštetih materialov sva morala v vezju uporabiti še nekaj uporov, potenciometrov in kondenzatorjev. Uporabila sva:

- 6x 10k ohmskih uporov
- 1x 3,3k ohmski upor
- 1x 100 ohmski upor
- 1x 1 ohmski upor
- 1x 10k ohmski potenciometer
- 1x 100nF kondenzator
- 1x 220nF kondenzator
- 3x 1 μ F kondenzatorje
- 1x 2,2 μ F kondenzator
- 1x 10 μ F kondenzator
- 1x 220 μ F kondenzator

Da bo najin radio lahko sprejemal radijske signale sva potrebovala še anteno. Prav tako sva v radio zvezala 2 LED diodi, eno rdečo in eno zelene barve. Uporabila sva 5mm LED diode.

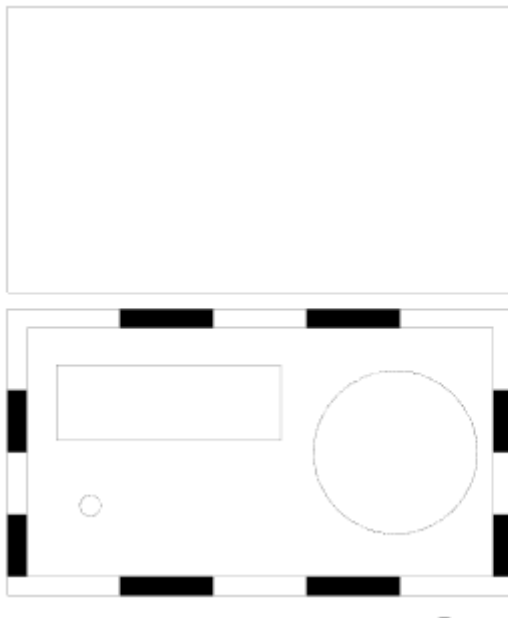
Ker sva pozabila, da imamo v šoli rezkalnik sva vezje sestavili na prej pripravljeni bakreni ploščici. Vanjo sva vstavila elemente in jih nato prispajakala s spajkalnikom. Pri tem sva morala paziti, da nisva naredila kakšne napačne povezave med elementi, saj v takšnem primeru nato radio nebi deloval.



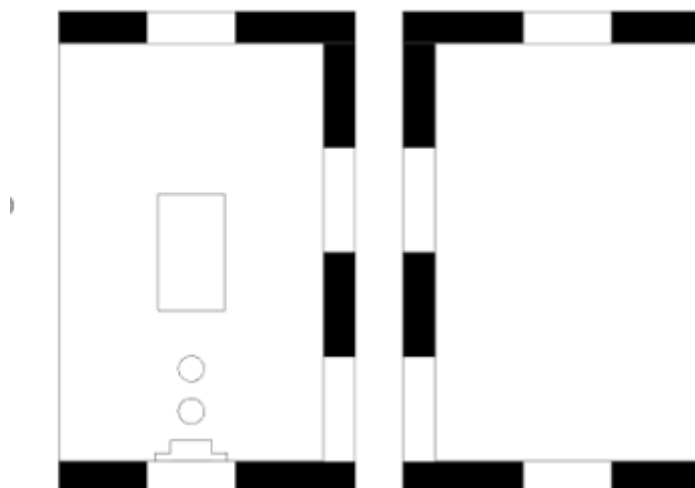
Slika 19: Spajkanje (vir: Avtorja)

15. OHIŠJE

Da bodo komponente najinega radia lepo skrite sva morala narediti tudi ohišje. Za material najinega ohišja sva izbrala les. Ker nisva vedela kako naj bi ohišje radia izgledalo, sva mere in izgled vzela iz interneta. Na koncu je ohišje zgledalo nekako tako.



Slika 20: Sprednja in zadnja stran ohišja (vir: GreatScott)



Slika 21: Leva in desna stran ohišja (vir: GreatScott)



Slika 22: Zgornja in spodnja stran ohišja (vir: GreatScott)

Belo obarvane dele je bilo treba izrezati da so se lepo ujemale in prilegale z drugimi stranicami. Spillila sva vse ostre robove in zlakirala celotni les. Vse sva prilepila skupaj, še pred tem pa sva v ohišje vstavila vezje.

16. TEŽAVE

Težave pri raziskovalni nalogi so se pojavile pri materialu in elementih. Izdelava radia še trenutno ni dokončana, saj se je zalomilo pri naročilu določenih delov, ki jih do danes še nisva dobila. Ko bodo ti deli prišli, bova tudi dokončala radio.

17. ZAKLJUČEK

To raziskovalno nalogo sva naredila z veseljem, prav tako pa sva spoznala marsikaj novega. Spoznala sva kako radio sploh deluje in kako je sestavljen. Ugotovila sva čemu služijo posamezne komponente. Zanimivo se nama je bilo tudi soočati z težavami, saj so nama bile v motivacijo, da jih čim hitreje popraviva in nadaljujemo z delom. Veseliva se tudi, da bodo prispeli vsi elementi in, da bosta lahko potem radio tudi dokončala.

18. VIRI IN LITERATURA

https://sl.wikipedia.org/wiki/Radijski_oddajnik
https://sl.wikipedia.org/wiki/Radijski_sprejemnik
<https://sl.wikipedia.org/wiki/Radio>
<https://digitalniradio.si/pogosta-vprasanja/>
<https://digitalniradio.si/>
<https://www.akos-rs.si/digitalna-radijska-omrezja>
<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=85839&lang=slv&prip=dkum:9154476:d3>
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/using-the-arduino-pro-mini-33v/all>
<https://www.sparkfun.com/products/11114>
<https://www.theengineeringprojects.com/2018/06/introduction-to-arduino-pro-mini.html>
<https://components101.com/microcontrollers/arduino-pro-mini>
https://www.rockbox.org/wiki/pub/Main/DataSheets/TEA5767HN_2.pdf
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/General/TEA5767.pdf>
<https://www.hackster.io/javier-calderon/fm-radio-tea5767-029377>
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/22060a.pdf>
<https://www.takaitra.com/mcp4151-digital-potentiometer-raspberry-pi/>
<https://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/456/TDA1905.php>
<https://learn.adafruit.com/>
<https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HD44780.pdf>
<http://www.inelmatic.com/web/services/>
<https://www.addicore.com/MT3608-Boost-Converter-p/ad300.htm>
<https://www.sunrom.com/p/dc-dc-boost-2a-microusb-mt3608>
<https://www.watterott.com/en/TP4056-Micro-USB-5V-1A-Lithium-Battery-Charger-with-Protection>
<https://www.electroschematics.com/10551/tp4056-lipo-battery-charger-rc-toys/>
<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=496727.0>
<https://electronics.stackexchange.com/questions/353097/how-can-i-use-two-tp4056-with-two-li-ion-batteries-but-single-load>
<https://www.instructables.com/id/Make-Your-Own-FM-Radio/>
<https://greatscottgadgets.com/sdr/>

19. VIRI SLIK

https://www.google.si/search?q=radio&rlz=1C1GCEA_enSI835SI835&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiKkcqrm7PgAhUFmbQKHeGcADwQ_AUIDigB&biw=1920&bih=969#imgrc=S5ZCwCEnMaYY1M:

https://www.google.si/search?q=HD447780+16x2+LCD&rlz=1C1GCEA_enSI835SI835&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwia9YqSnrPgAhW1tXEKHRfRBPYQ_AUIDigB&biw=1920&bih=969#imgrc=tL0B2dHrEiF3rM:

https://www.google.si/search?rlz=1C1GCEA_enSI835SI835&biw=1920&bih=969&tbm=isch&sa=1&ei=rC5hXI_SK8jW6AT-1oAg&q=TP4056&oq=TP4056&gs_l=img.3..0j0i30l9.64681.66308..66405...0.0..0.74.141.2..0....2j1..gws-wiz-img.GRodpZe-LCU#imgrc=hFmbL_vybjuLvM:

https://www.google.si/search?rlz=1C1GCEA_enSI835SI835&biw=1920&bih=969&tbm=isch&sa=1&ei=7y5hXPj7LZPAmwWZ77LoAg&q=MT3608&oq=MT3608&gs_l=img.3..0j0i30l9.27614.27614..27869...0.0..0.73.73.1.....0....2j1..gws-wiz-img.kfzH6k8W9H0#imgrc=s9w46u-jhbXgIM:

https://www.google.si/search?rlz=1C1GCEA_enSI835SI835&biw=1920&bih=969&tbm=isch&sa=1&ei=DC9hXIeXC8LJmwWPvaSgBg&q=TDA1905&oq=TDA1905&gs_l=img.3..0i19.24976.24976..25199...0.0..0.71.71.1.....0....2j1..gws-wiz-img.NL6NiRZKCKc#imgrc=oNIPdVNeBWb4nM:

<https://www.microchipdirect.com/product/MCP4151>

<https://www.instructables.com/id/TEA5767-FM-Radio-Breakout-Board-for-Arduino/>

<https://store.arduino.cc/arduino-pro-mini>

https://sl.wikipedia.org/wiki/Radijski_sprejemnik#/media/File:Superheterodyne_receiver_block_diagram_2.svg