

# FM radio odašiljač realiziran pomoću Raspberry Pi mikroračunala

---

Kinkela, Vito

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:628846>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-27**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**uniri** DIGITALNA  
KNJIŽNICA

**dabar**  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**VITO KINKELA**

**FM RADIO ODAŠILJAČ REALIZIRAN POMOĆU  
RASPBERRY PI MIKRORAČUNALA**

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET U RIJECI**

**FM RADIO ODAŠILJAČ REALIZIRAN POMOĆU  
RASPERRY PI MIKRORAČUNALA  
FM RADIO TRANSMITTER REALIZED WITH RASPERRY  
PI MICROCOMPUTER  
ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Mikro i osobna računala

Mentor: izv. prof. dr. sc. Jasmin Čelić

Student: Vito Kinkela

Studijski smjer: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112084111

Rijeka, rujan 2023.

Student: Vito Kinkela

Studijski program: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112084111

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

*Fm radio odašiljač realiziran pomoću Raspberry Pi mikroračunala*

izradio samostalno pod mentorstvom

---

*izv. prof. dr. sc. Jasmin Čelić*

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student



Vito Kinkela

Student/studentica: Vito Kinkela

Studijski program: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112084111

IZJAVA STUDENTA – AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Vito Kinkela - autor



## **SAŽETAK**

Ovaj rad bavi se izradom FM radio stanice malene snage koristeći Raspberry Pi mikroračunalo i RadioStation Click elektroničku pločicu. Raspberry Pi služi kao glavni sklop i centar sustava kontrolirajući proces prijenosa signala, dok RadioStation Click služi kao FM odašiljač koji modulira zvučni signal. Uz odgovarajući software i kombinaciju Raspberry Pi i pomoćnog čipa, može se odašiljati FM radio signal na obližnje radio uređaje.

Ključne riječi: FM radio, mikroračunala, RadioStation Click pločica, Raspberry Pi.

## **SUMMARY**

This goal of this paper is to show the creation of a low-power FM radio station using Raspberry Pi microcomputer in combination with a RadioStation Click electronic board. Raspberry Pi serves as the brain of this operation controlling the signal transmission process, while the auxiliary chip serves as an FM transmitter that modulates the signal. With the appropriate software, this combination of Raspberry Pi and the RadioStation Click board can be used to transmit a FM radio signal to nearby radio devices.

Key words: FM radio, microcomputers, RadioStation Click board Raspberry Pi.

# SADRŽAJ

<b>SAŽETAK</b> .....	<b>I</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>I</b>
<b>SADRŽAJ</b> .....	<b>II</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. RASPBERRY PI</b> .....	<b>2</b>
2.1. ŠTO JE RASPBERRY PI.....	2
2.2. POVIJEST RASPBERRY PI MIKRORAČUNALA .....	3
2.3. INAČICE RASPBERRY PI MIKRORAČUNALA .....	3
2.3.1 <i>Raspberry Pi 1 Model A</i> .....	4
2.3.2. <i>Raspberry Pi 1 Model A+</i> .....	5
2.3.3. <i>Raspberry Pi 1 Model B</i> .....	6
2.3.4. <i>Raspberry Pi 1 Model B+</i> .....	7
2.3.5. <i>Raspberry Pi 2 Model B</i> .....	8
2.3.6. <i>Raspberry Pi Zero</i> .....	9
2.3.7. <i>Raspberry Pi 3 Model B</i> .....	10
2.3.8. <i>Raspberry Pi Zero W</i> .....	11
2.3.9. <i>Raspberry Pi 3 Model B+</i> .....	12
2.3.10. <i>Raspberry Pi 4 Model B</i> .....	13
2.3.11. <i>Raspberry Pi 400</i> .....	14
<b>3. RADIOSTATION CLICK TISKANA ELEKTRONIČKA PLOČICA ..</b>	<b>15</b>
<b>4. FM RADIO ODAŠILJAČ</b> .....	<b>19</b>
4.1. PRIPREMA PRAKTIČNOG DJELA RADA .....	20
4.2. POVEZIVANJE SKLOPOVLJA .....	22
4.2. PYTHON PROGRAM .....	23
4.3. TESTIRANJA S RAŽLIČITIM ANTENAMA I SNAGAMA.....	25
4.3.1. <i>Testiranje bez antene</i> .....	25
4.3.2. <i>Testiranje s čeličnom antenom</i> .....	26
4.3.3. <i>Testiranje s aluminijskom antenom</i> .....	27
4.3.4. <i>Testiranje s izoliranom bakrenom antenom</i> .....	27
4.3.5. <i>Testiranje s ne izoliranom bakrenom antenom</i> .....	28

4.3.6. Testiranje odašiljanja na frekvenciji već postojeće radio stanice .....	29
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>30</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>31</b>
<b>KAZALO KRATICA.....</b>	<b>32</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>34</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>34</b>



## 1. UVOD

U dobu tehnološkog napretka i inovacija, dolazi do mnogo šire i amaterske uporabe mikro kontrolera i mikroročunala kao što su Arduino ili Raspberry Pi. Ti uređaji omogućuju korisnicima da ih iskoriste na razne i kreativne načine. Jedan od primjera njihove uporabe je lokalna radio stanica malene snage i dometa.

Raspberry Pi ima mogućnost odašiljanja FM radio signala i bez pomoćnog čipa, ali s mnogo manjim dometom koji se ne može na lagani način povećati. Upotrebom RadioStation Click tiskane elektroničke pločice moguće je odašiljati signal uz manje opterećenje Raspberry Pi-a i to na veću udaljenost.

Tu je nastala ideja za izradu radio stanice Pomorskog Fakulteta u Rijeci. Korištenjem na fakultetu dostupne opreme moguće je napraviti funkcionalnu radio stanicu koja može bez mnogo truda obuhvaćati cijelu zgradu fakulteta.

RadioStation Click tiskana elektronička pločica omogućuje jednostavan i lagan način za izradu vlastite radio stanice. Potrebno je na tiskanu pločicu dovesti napajanje, postaviti parametre radio stanice i koji god signal se nalazi na ulazu za mikrofoni moći će se poslušati na bilo kojem radio uređaju, mobilnom telefonu ili automobilu. Mikrofon ulaz je standardni 3.5 mm što znači da radio se radio stanica može upravljati sa osobnog računala, prijenosnog računala ili mobilnog telefona.

## 2. RASPBERRY PI

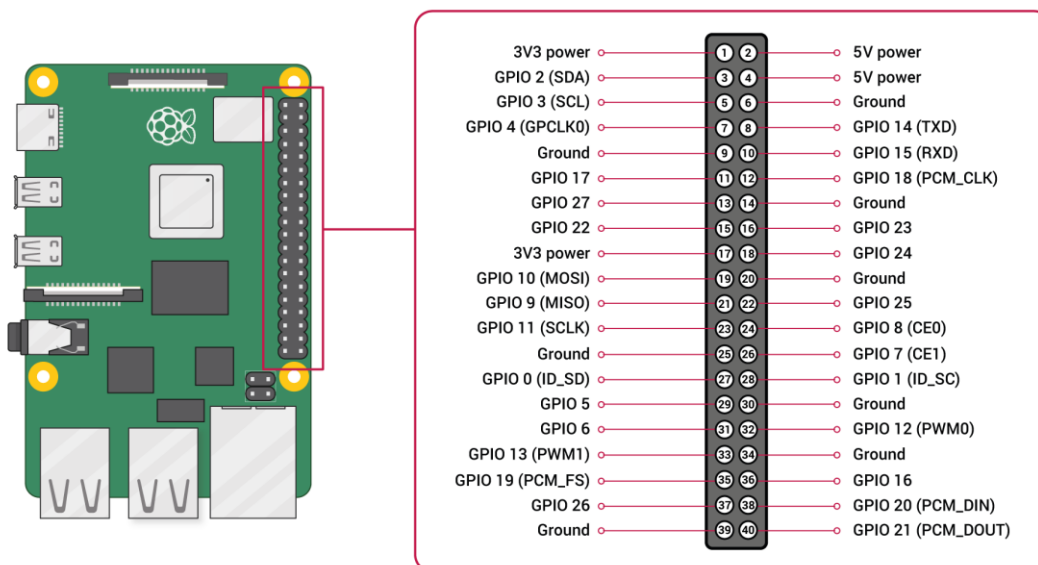
U svijetu se danas proizvodi nekoliko različitih standarda mikroračunala poput Raspberry Pi mikroračunala. Arduino mikrokontroleri imaju prednost što jednom kad se na njih učita program, oni će odmah početi izvršavati taj program dovođenjem napajanja. U ovom radu to nije naročito korisno jer ako se želi promijeniti frekvencija ili snaga radio stanice to jednostavno nije moguće. Upravo zato je za ovaj rad odabrano Raspberry Pi mikroračunalo. Ono ima svoj operativni sustav te se program mora ručno pokrenuti, ali dostupna je mogućnost podešavanja frekvencije i snage radio stanice.

### 2.1. ŠTO JE RASPBERRY PI

Raspberry Pi je vrsta mikroračunala koju proizvodi „Raspberry Pi Foundation“ u Ujedinjenom Kraljevstvu. To je jednodimenzionalno računalo koje je dizajnirano da bude jeftino, dostupno i prilagođeno za obrazovnu upotrebu. Standardni model dolazi s elektroničkim komponentama i terminalima, a postoji i niz dodatnih dodataka i dodataka koji se također mogu kupiti.

Operativni sustav za sve Raspberry Pi uređaje je Linux, „open-source“ operativni sustav koji povezuje hardverske i softverske programe. Programski jezik koji se redovito koristi na Raspberry Pi-u je Python - popularan programski jezik koji se koristi u širokom rasponu aplikacija i web stranica. Njegova je svrha poučiti mlade ljude (ili bilo koga tko je zainteresiran za računalstvo) osnovama računala i njihovom radu. Svaka inačica Raspberry Pi-a se razlikuje jedna od druge, no neke značajke su zajedničke svim verzijama. Svaki Raspberry Pi koristi ARM procesor, operativni sustav instaliran na SD kartici, ugrađenu memoriju kao i ulazno/izlazne periferne konektore. Neke inačice kao što su Raspberry Pi 4, Raspberry Pi 3 ili Raspberry Pi Zero W imaju čak i Wi-Fi i Bluetooth funkcionalnost što olakšava povezivanje na Internet i komunikaciju s drugim uređajima. Sve izvedbe Raspberry Pi-a također su opremljene s 40 GPIO (*eng. General Purpose Input/Output*) pinova (osim Raspberry Pi 1 Model A koji ih ima samo 26) koji mogu služiti kao izvor napajanja ili se koristiti za komunikaciju s drugim uređajima ili senzorima.

Svi Raspberry Pi uređaji napajaju se pomoću micro USB priključka. Iznimka ovome je najnovija četvrta generacija koja se napaja s USB-C priključkom.



Slika 1 Raspored GPIO pinova na Raspberry Pi mikrorračunalu  
Izvor: SparkFun

## 2.2. POVIJEST RASPBERRY PI MIKORRAČUNALA

Raspberry Pi nastao je 2006. godine na Sveučilištu Cambridge, u sveučilišnom računalnom laboratoriju. Računalni znanstvenici koji su radili na projektu bili su Ebena Upton, Roba Mullinsa, Jacka Langa i Alana Mycrofta.

Potaknuti svojim ciljem da učine osnove računalstva pristupačnije svima, osnovali su Raspberry Pi Foundation. Tijekom šest godina radili su na stvaranju jeftinog i pristupačnog uređaja koji bi se mogao koristiti u školama za podučavanje programiranja i osnova računalstva.

Prvo izdanje Raspberry Pi-a izašlo je na tržište 2012. godine, a danas je dostupan u tri serije, svaka u nekoliko generacija.

Raspberry Pi ime je dobio po malinama zbog njihove veličine, a Pi dio imena odnosi se na programski jezik operativnog sustava – Python.

## 2.3. INAČICE RASPBERRY PI MIKORRAČUNALA

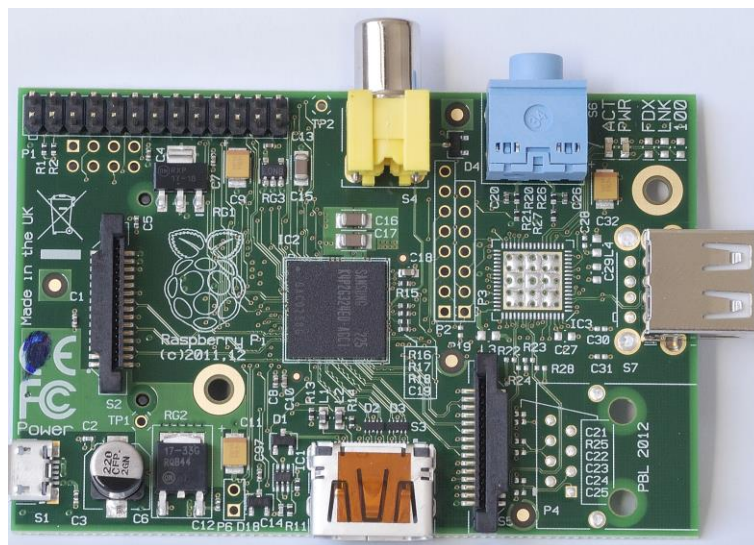
U svojih skoro 10 godina postojanja Raspberry Pi je prošao kroz brojne inačice i generacije koje se sve po nečemu razlikuju. Po značajkama pojedinih modela i generacija može se jasno vidjeti veliki napredak koji je ova serija mikrorračunala doživjela.

### 2.3.1 Raspberry Pi 1 Model A

Jedan od prvih inačica Raspberry Pi-a koja je izašla 2013. godine imala je jednojezgri ARM procesor te samo 256 MB radne memorije. Također nije postojao način da se poveže na Internet, jer korištenjem USB Wi-Fi priključka gubi se mogućnost korištenja tipkovnice zbog samo jednog USB priključka, što čini uređaj ne iskoristivim.

Tablica 1 Značajke Raspberry Pi 1 Model A

SoC	Broadcom BCM2835
Procesor	ARM1176JZF-S
Broj jezgri	1
CPU clock	700 MHz
RAM	256 MB
Camera interface	
USB utori	1
HDMI utori	1
Composite video	
SD/MMC	SD kartica
GPIO	26 pinova
Struja	200 mA
Cijena	\$20



Slika 2 Raspberry 1 Model A

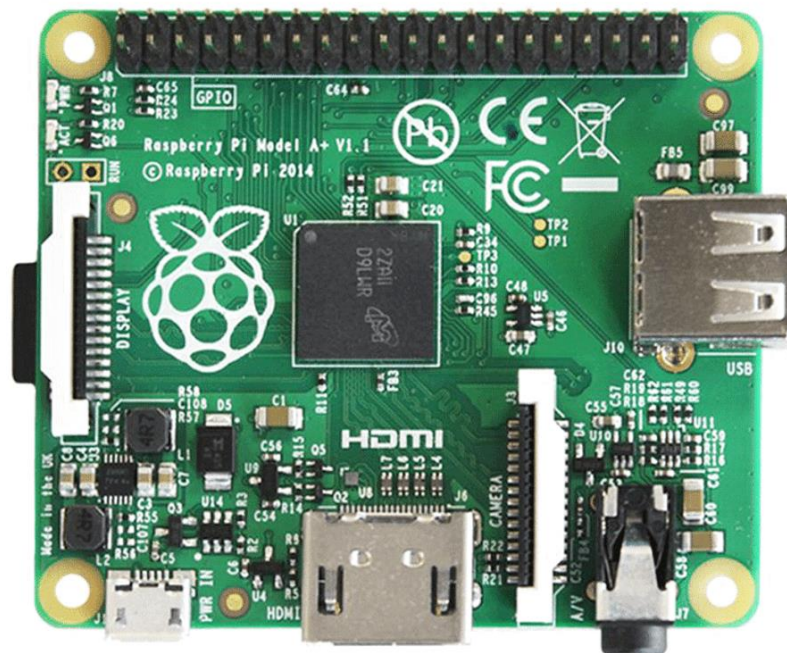
Izvor: RasPi..tv

### 2.3.2. Raspberry Pi 1 Model A+

Raspberry Pi 1 Model A+ u odnosu na Model A ima povećani broj GPIO pinova kojih ima 40 naspram prijašnjih 26. Usto, Model A+ 512 MB radne memorije umjesto 256 MB kojih je imao Model A. Također, novi model je manji i kompaktniji.

Tablica 2 Značajke Raspberry Pi 1 Model A+

SoC	Broadcom BCM2835
Procesor	ARM1176JZF-S
Broj jezgri	1
CPU clock	700 MHz
RAM	512 MB
Camera interface	
USB utori	1
HDMI utori	1
Composite video	
SD/MMC	microSD kartica
GPIO	40 pinova
Struja	200 mA
Cijena	\$20



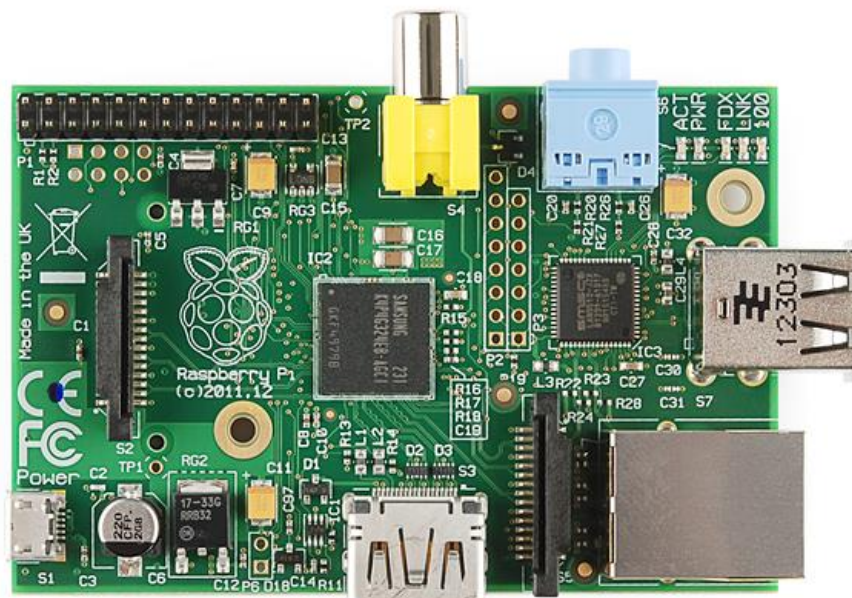
Slika 3 Raspberry Pi 1 Model A+  
Izvor: PiShop.ca

### 2.3.3. Raspberry Pi 1 Model B

Model B prve generacije dolazio je s 256 ili 512 MB radne memorije. Također je umjesto samo jednog, imao dva USB utora što je omogućilo povezivanja i miša i tipkovnice istovremeno. Isto tako, Model B prve generacije prva je izvedba koja je imala Ethernet utor koji je omogućio povezivanje na Internet.

Tablica 3 Značajke Raspberry Pi 1 Model B

SoC	Broadcom BCM2835
Processor	ARM1176JZF-S
Broj jezgri	1
CPU clock	700 MHz
RAM	256 ili 512 MB
Camera interface	
USB utori	2
HDMI utori	1
Ethernet utori	1
Composite video	
SD/MMC	SD kartica
GPIO	26 pinova
Struja	700 mA
Cijena	\$25



Slika 4 Raspberry Pi 1 Model B  
Izvor: SparkFun

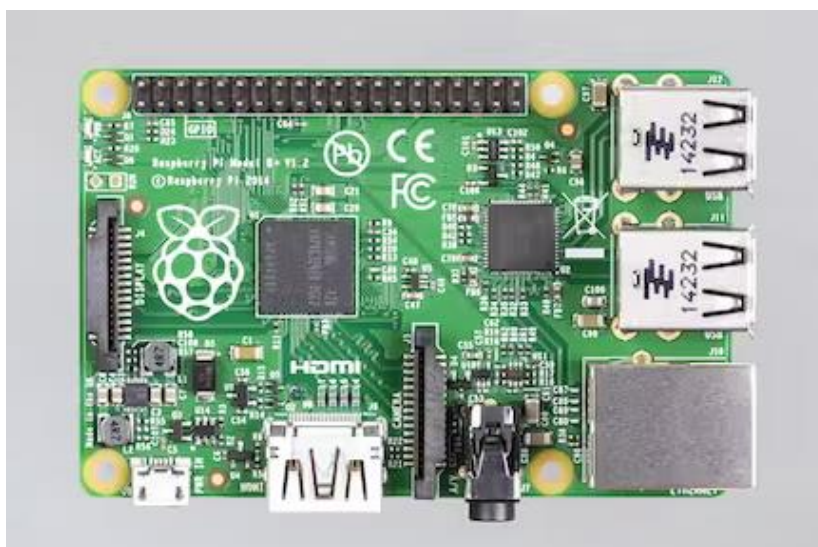


### 2.3.4. Raspberry Pi 1 Model B+

Model B+ zadnja je inačica prve generacije Raspberry Pi mikroračunala. Puštena je na tržište 2014. godine kao vrhunac prve generacije te je služila kao osnova i primjer za sve slijedeće izvedbe Raspberry Pi mikroračunala. Sa 40 GPIO pinova, ethernet utorom i čak četiri USB priključka bio je najsvestraniji model do tada.

Tablica 4 Značajke Raspberry Pi 1 Model B+

SoC	Broadcom BCM2835
Procesor	ARM1176JZF-S
Broj jezgri	1
CPU clock	700 MHz
RAM	512 MB
Camera interface	
USB utori	4
HDMI utori	1
Ethernet utori	1
Composite video	
SD/MMC	microSD kartica
GPIO	40 pinova
Struja	700 mA
Cijena	\$25



Slika 5 Raspberry Pi 1 Model B+  
Izvor: raspberrypi.com

### 2.3.5. Raspberry Pi 2 Model B

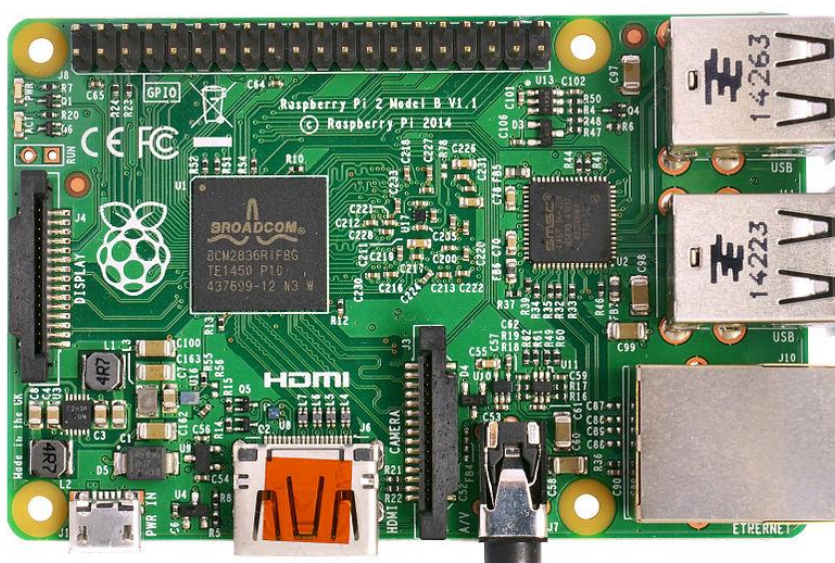
Za razliku od prijašnjih inačica Raspberry Pi-a, verzija 2 model B koristi noviju varijantu SoC-a (*eng. System on a Chip*). Prijašnje generacije i modeli koristili su SoC Broadcom BCM2835 s ARM procesorom sa samo jednom jezgrom i samo 512 MB radne memorije. Druga generacija modela B Raspberry Pi koristi noviju verziju SoC-a Broadcom BCM2836 koji koristi Cortex-A7 procesor sa četiri jezgre, 900 MHz clock i 1 GB radne memorije.

Uvođenjem novijeg SoC, performanse i mogućnosti druge generacije Raspberry Pi-a su se značajno poboljšale u odnosu na prvu generaciju. Zahvaljujući povećanom broju jezgri, s jedne na četiri, i udvostručenoj radnoj memoriji, Raspberry Pi 2 Model B može puno brže i učinkovitije obavljati zadatke koje bi prva generacija Raspberry Pi-a odradila mnogo sporije. Skok u performansama također omogućuje korištenja zahtjevnijih operativnih sustava poput Windows 10. Ovo je također verzija Raspberry Pi mikroračunala koja će se koristiti u ovom radu.

Tablica 5 Značajke Raspberry Pi 2 Model B

SoC	Broadcom BCM2836
Procesor	Cortex-A7
Broj jezgri	4
CPU clock	900 MHz
RAM	1 GB
Camera interface	
USB utori	4
HDMI utori	1
Ethernet utori	1
Composite video	
SD/MMC	microSD kartica
GPIO	40 pinova
Struja	800 mA
Cijena	\$35





Slika 6 Raspberry Pi 2 Model B  
Izvor : Wikimedia Commons

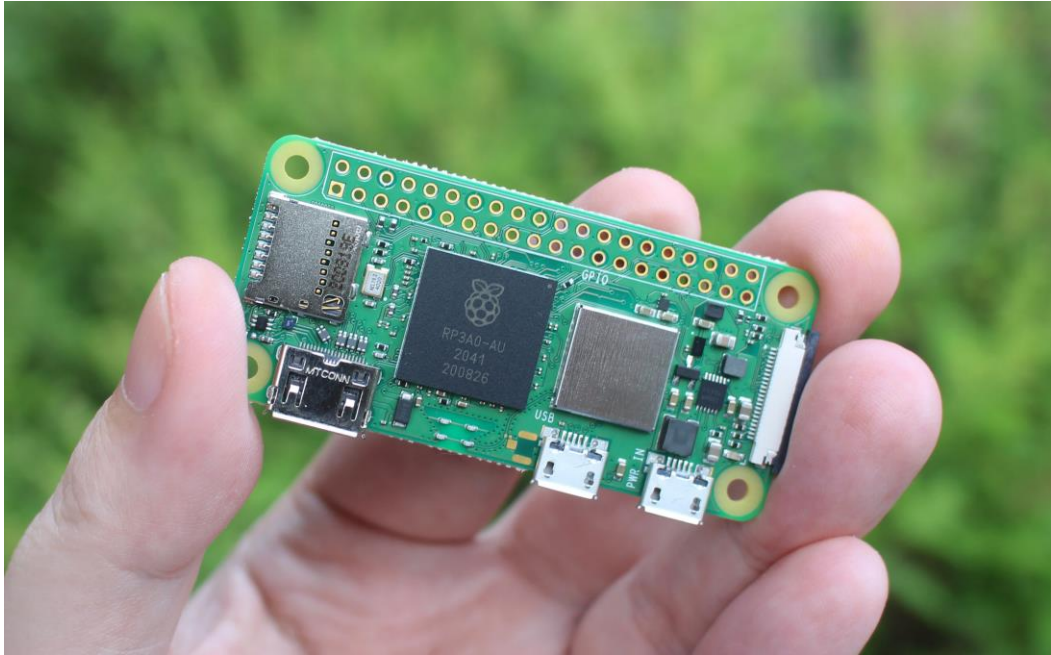
### 2.3.6. Raspberry Pi Zero

Raspberry Pi Zero može se pohvaliti „ultra-compact“ veličinom što ga čini najmanjim i najlakšim modelom.

Tablica 6 Značajake Raspberry Pi Zero

SoC	Broadcom BCM2835
Procesor	ARM1176JZF-S
Broj jezgri	1
CPU clock	1 GHz
RAM	512 MB
Camera interface	
USB utori	1 (micro)
HDMI utori	1 (mini)
SD/MMC	microSD kartica
GPIO	40 pinova
Struja	160 mA
Cijena	\$5

Koristi isti SoC kao i prva generacija Raspberry Pi-a što znači da ima isti jednojezgri ARM procesor i samo 512 MB radne memorije. Raspberry Pi Zero zbog svoje veličine također ima manje mogućnosti povezivanja periferija zbog samo jednog microUSB priključka, ali isto tako ima prednosti zauzima manje prostora i ima mnogo nižu cijenu naspram ostalih modela.



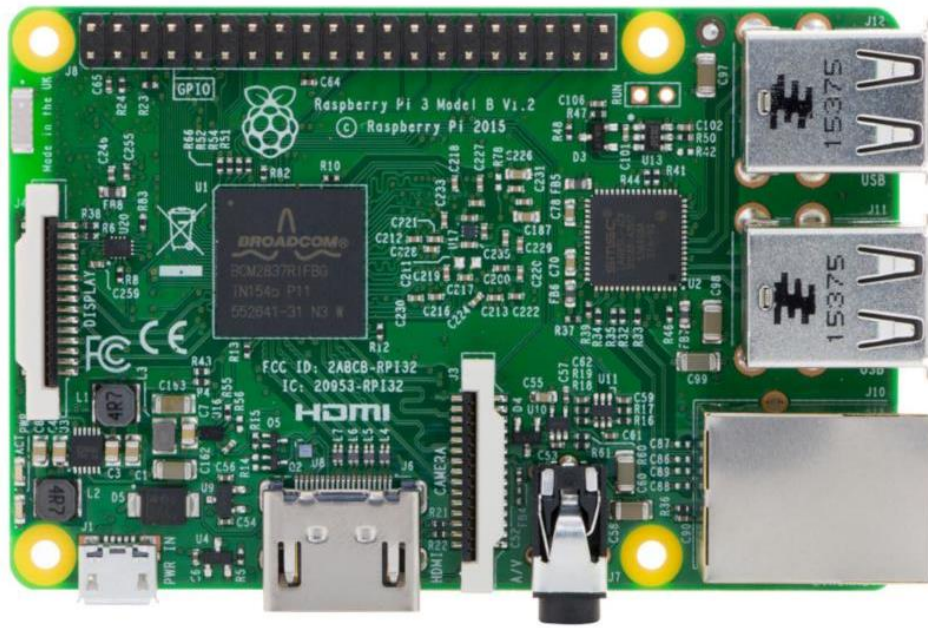
*Slika 7 Raspberry Pi Zero  
Izvor: CNX Software*

### **2.3.7. Raspberry Pi 3 Model B**

Treća generacija Raspberry Pi dolazi i novim SoC-om od Broadcoma koji ima brži procesor u odnosu na prijašnje generacije. Model B treće generacije također je prva inačica Raspberry Pi mikroračunala koja ima mogućnost bežičnog povezivanja na Internet bez vanjskog Wi-Fi USB priključka kao i Bluetooth 4.1.

*Tablica 7 Značajke Raspberry Pi 3 Model B*

SoC	Broadcom BCM2837
Procesor	Cortex-A53
Broj jezgri	4
CPU clock	1.2 GHz
RAM	1 GB
Camera interface	
USB 2.0 utori	4
HDMI utori	1
Ethernet utori	1 (10/100 Mbit/s)
Wi-Fi	b/g/n
Bluetooth	4.1
Composite video	
SD/MMC	microSD kartica
GPIO	40 pinova
Struja	1.34 A
Cijena	\$35



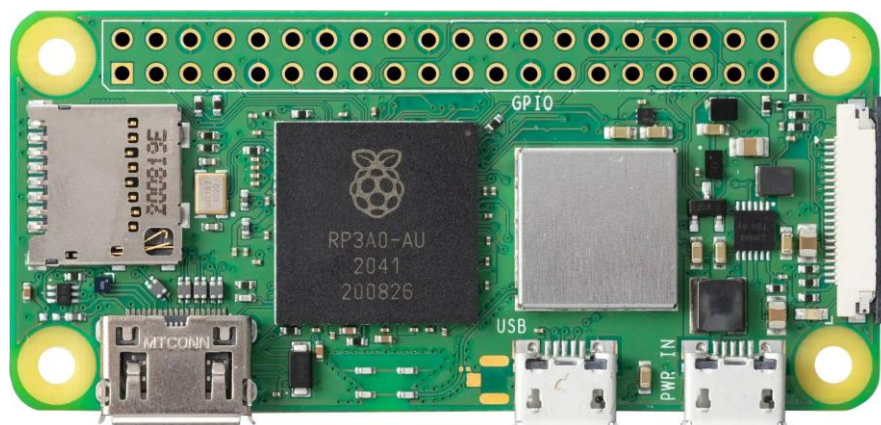
Slika 8 Raspberry Pi 3 Model B  
Izvor: Diykits.eu

### 2.3.8. Raspberry Pi Zero W

Slovo W u imenu Raspberry Pi Zero W označava da taj model ima Wi-Fi mogućnosti što mu omogućuje bežično povezivanje na Internet. Po svim ostalim karakteristikama gotovo je identičan običnom Raspberry Pi Zero.

Tablica 8 Značajke Raspberry Pi Zero W

SoC	Broadcom BCM2835
Procesor	ARM1176JZF-S
Broj jezgri	1
CPU clock	1 GHz
RAM	512 MB
Camera interface	
USB utori	2 (micro)
HDMI utori	1 (mini)
SD/MMC	microSD kartica
GPIO	40 pinova
Struja	180 mA
Cijena	\$10



Slika 9 Raspberry Pi Zero W  
Izvor: Conrad.hr

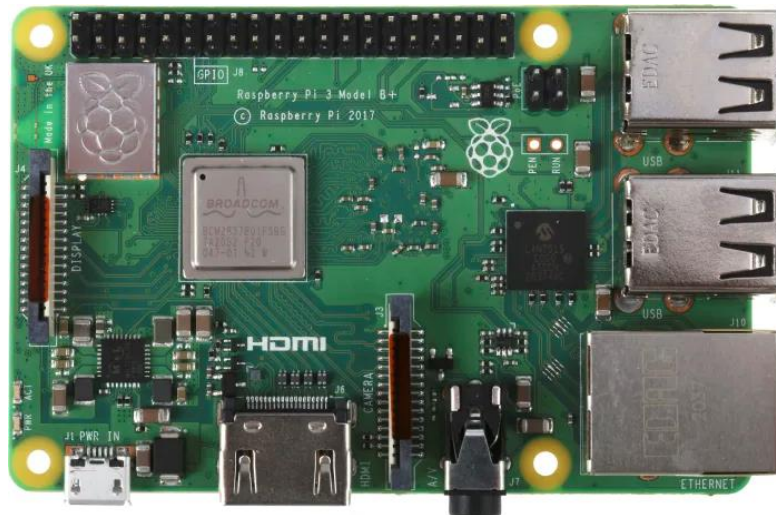
### 2.3.9. Raspberry Pi 3 Model B+

U odnosu na model B treće generacije, model B+ ima nešto bolji procesor, poboljšani Wi-Fi modul, Bluetooth 4.2. Model B+ također podržava gigabitnu žičanu internetsku vezu. Sva ova unaprijeđenija čine Raspberry Pi 3 Model B+ najboljim i najsvestranijim modelom treće generacije.

Tablica 9 Značajke Raspberry Pi 3 Model B+

SoC	Broadcom BCM2837B0
Procesor	Cortex-A53
Broj jezgri	4
CPU clock	1.4 GHz
RAM	1 GB
Camera interface	
USB 2.0 utori	4
HDMI utori	1
Ethernet utori	1 (10/100/1000 Mbit/s)
Wi-Fi	b/g/n/ac
Bluetooth	4.2
Composite video	
SD/MMC	microSD kartica
GPIO	40 pinova
Struja	1.13 A
Cijena	\$35





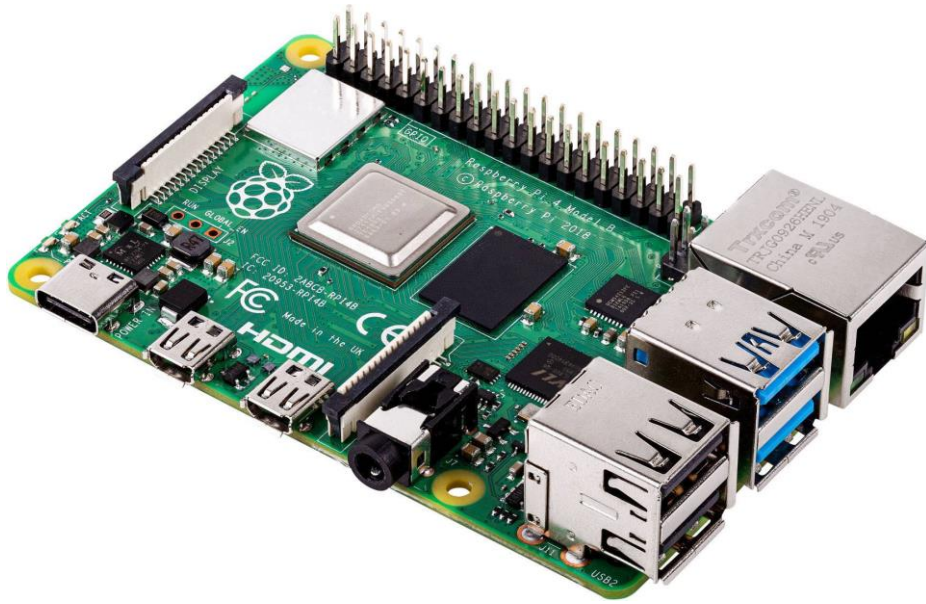
Slika 10 Raspberry Pi 3 Model B+  
Izvor: RS Components

### 2.3.10. Raspberry Pi 4 Model B

Četvrta generacija Raspberry Pi koristi novi Broadcom BCM2711 SoC. Unatoč tome što je taktiran na samo 100 MHz više od Raspberry Pi 3 Model B+, performanse su mnogo bolje zbog novog Cortex-A72 procesora. Ova generacija je također prva koja uvodi USB 3.0 utore koji omogućuju još bržu razmjenu podataka u odnosu na prijašnje generacija koje imaju samo USB 2.0 utore.

Tablica 10 Značajke Raspberry Pi 4 Model B

SoC	Broadcom BCM2711
Procesor	Cortex-A72
Broj jezgri	4
CPU clock	1.5 GHz
RAM	1, 2, 4 ili 8 GB
Camera interface	
USB 2.0 utori	2
USB 3.0 utori	2
USB-C utori	1 (napajanje)
HDMI utori	2
Ethernet utori	1 (10/100/1000 Mbit/s)
Wi-Fi	b/g/n/ac
Bluetooth	5.0
Composite video	
SD/MMC	microSD kartica
GPIO	40 pinova
Struja	1.25 A
Cijena	\$35 - \$75



*Slika 11 Raspberry Pi 4 Model B  
Izvor: Conrad.hr*

### **2.3.11. Raspberry Pi 400**

Raspberry Pi 400 razlikuje se od svih prijašnjih izvedbi po tome što je sama tiskana pločica Raspberry Pi-a ugrađena u kućište tipkovnice. Ovim pothvatom izbjegnuta je potreba za vanjskom tipkovnicom i oslobodio se jedan USB priključak koji bi inače zauzimala tipkovnica.

400 serija Raspberry Pi mikroračunala dijeli SoC s Raspberry Pi 4 Model B što znači da ima isti četverojezgreni Cortex-A72 procesor, 4 GB radne memorije kao i Wi-Fi i Bluetooth podršku. Kombinacija odličnih performansi Raspberry Pi 4 Modela B i kompaktne integrirane tipkovnice čini Raspberry Pi 400 odličnim izborom ne samo za obrazovne svrhe, već i više nego sposobnim za svakodnevnu uredsku ili kućnu upotrebu.

### 3. RADIOSTATION CLICK TISKANA ELEKTRONIČKA PLOČICA

Uz Raspberry Pi u ovom radu koristit će se RadioStation Click tiskana pločica koja se može koristiti za emitirati zvučni signal u FM radijskom pojasu. RadioStation Click sadrži Silicon Labs Si4713-B30 čip, najbolji u klasi integrirani FM stereo odašiljač koji može emitirati signal u rasponu od 76 MHz do 108 MHz. Na pločicu se može dodati antena kako bi se povećao domet i kvaliteta emitiranog signala. Jedna od prednosti Si4713-B30 čipa je to što nisu potrebne gotovo nikakve dodatne komponente, što ga čini idealnim za korištenje u mobilnim telefonima, MP3 playerima, bežičnim zvučnicima, osobnim računalima i mnogim drugim uređajima gdje nam je potrebno kratko-dometno emitiranje.



Slika 12 RadioStation Click pločica  
Izvor: MikroE

Si4713-B30 provodi modulaciju u digitalnoj domeni kako bi postigao veliku točnost i optimalne performanse. Ugrađeni DSP (*eng. Digital signal processor*) vodi brigu i o MPX kodiranju i frekventnoj modulaciji signala. Digitalna međufrekvencija (IF) se također filtrira te se šalje na izlazni mixer, gdje se pretvara u radio frekvenciju (RF). Harmonici i smetnje u RF signalu se dodatno potiskuju kako bi se dobio signal koji je u skladu s lokalnim propisima o emitiranju radio signala (FCC, ETSI, ARIB...). RadioStation Click također podržava razne jednopolne i dipolne antene.

RadioStation Click pločica radni na +3.3V i ima sljedeći raspored pinova :

Notes	Pin					Pin	Notes
	NC	1	AN	PWM	16	NC	
Device reset	<b>RST</b>	2	RST	INT	15	<b>INT</b>	GPO /Interrupt
I2C address selection	<b>SEN</b>	3	CS	RX	14	NC	
	NC	4	SCK	TX	13	NC	
	NC	5	MISO	SCL	12	<b>SCL</b>	I2C clock
	NC	6	MOSI	SDA	11	<b>SDA</b>	I2C data
Power supply	<b>3V3</b>	7	3.3V	5V	10	NC	
Ground	<b>GND</b>	8	GND	GND	9	<b>GND</b>	Ground

Tablica 11 Raspored pinova RadioStation Click pločice

Izvor: MikroE

RadioStation Click pločica komunicira s upravljačkim računalom putem I<sup>2</sup>C sučelja. SEN pin se koristi za odabir I<sup>2</sup>C adrese. Kada je prisutna visoka razina napona na SEN pinu, 7 bitna I<sup>2</sup>C adresa je 0x63, a kada je na SEN pinu prisutna niska razina napona 7 bitna I<sup>2</sup>C adresa je 0x11

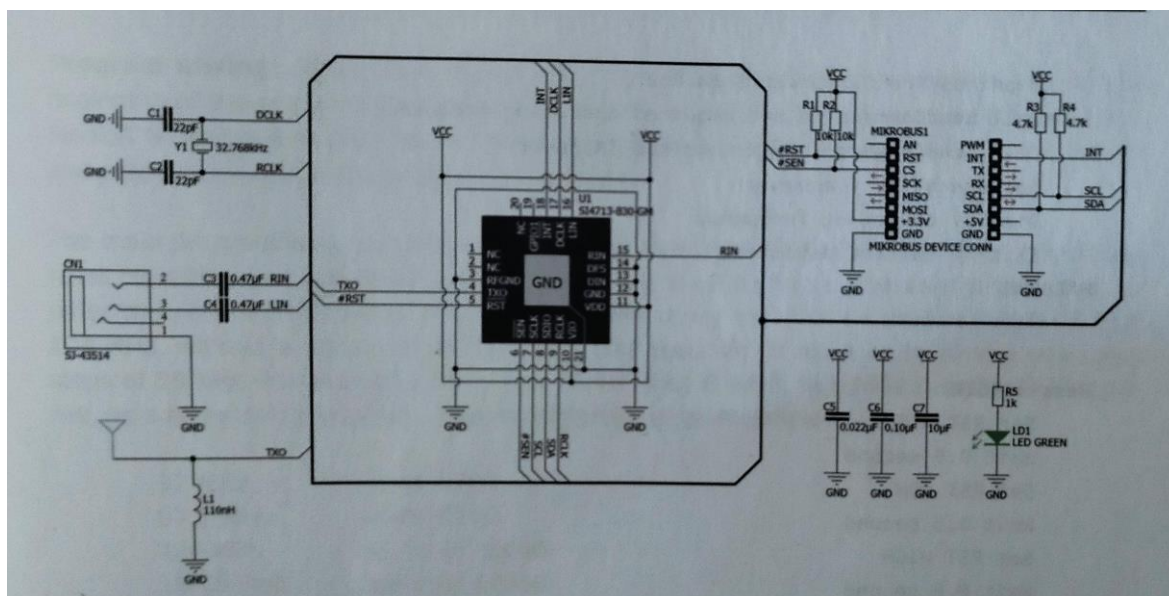
Pločica ima mogućnost mjerenja i evaluacije primljenog signala. Antena koja se koristi za emitiranje signala također se može koristiti za prihvaćanje dolaznog signala. Iako se može koristiti i za primanje i za prijenos signala, antena ne može raditi u oba načina istovremeno. Ova značajka može biti korisna pri kalibraciji prijenosne snage.

Glavne značajke RadioStation Click pločice su:

- Radni pojas 76-108 MHz
- Diskretna fazna modulacija
- Programibilno prednaglašavanje
- Analogni i digitalni audio ulaz
- RDS(*eng. Radio Data System*)/RBDS(*eng. Radio Broadcast Data System*) enkoder

Si4713-B30 podržava europski RDS i američki RBDS što omogućuje prijenos dodatnih informacija osim zvuka. To znači da uz emitiranje pjesme može se emitirati i ime pjesme i ime autora uređajima koji također podržavaju RDS/RBDS standarde.





Slika 13 RadioStation Click električna Schema

Izvor: MikroE

TXO pin čipa spojen je na antenu preko jedne vanjske prigušnice koja služi kao harmonički filtar. Čip također podržava digitalni i analogni audio ulaz. Nivo analognog stereo ulaza može se podešavati softverski.

U tablici 12 prikazane su komande za upravljanje Si4713-B30 čipom. Postoje također velik broj „Property“ komandi koje omogućuju dodatno podešavanje prednaglašavanja, nivo ulaza, devijacija zvuka, devijacija RDS-a te drugih značajki. Prednaglašavanje je metoda otklanjanja šuma na dodatnim pojačanjem viših frekvencija signala.

Tablica 12 Lista dostupnih komandi za Si4713-B30

Komanda	Ime	Opis
0x01	POWER_UP	Uključivanje uređaja i odabir moda (FM emitiranje ili podešavanje analog/digital audio sučelja)
0x10	GER_REV	Vraća informacije o reviziji na uređaju
0x11	POWER_DOWN	Isključuje uređaj
0x12	SET_PROPERTY	Dodijeljuje vrijednost „property“
0x13	GET_PROPERTY	Vraća vrijednost „property“
0x14	GER_INT_STATUS	Ispisuje bitove status prekida

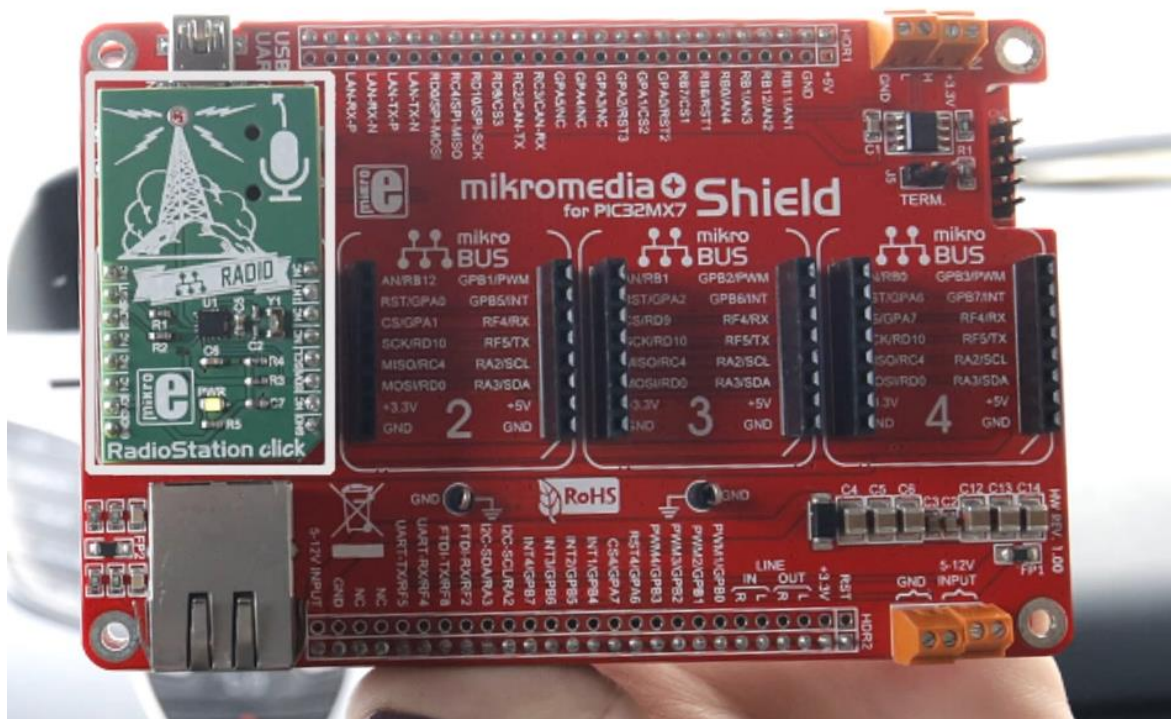
0x15	PATCH_ARGS	Rezervirana komanda koja se koristi za preuzimanje „patch“ datoteka
0x16	PATCH_DATA	Rezervirana komanda koja se koristi za preuzimanje „patch“ datoteka
0x30	TX_TUNE_FREQ	Namješta frekvenciju odašiljanja
0x31	TX_TUNE_POWER	Postavlja izlaznu snagu i podešava kondenzator na anteni
0x32	TX_TUNE_MEASURE	Mjeri razinu buke na određenoj frekvenciji
0x33	TX_TUNE_STATUS	Ispituje stanje prijašnje psotavljene TX_TUNE_FREQ, TX_TUNE_POWER ili TX_TUNE_MEASURE
0x34	TS_ASQ_STATUS	Ispituje status odašiljanja i ulaznog audio signala
0x35	TX_RDS_BUFF	<b>Isključivo Si4713.</b> Ispituje status RDS međuspremnika i učitava nove podatke u međuspremnik
0x36	TX_RDS_PS	<b>Isključivo Si4713.</b> Postavlja zadanu PS rečenicu
0x80	GPO_CTL	Konfigurira GPIO3 kao izlaz ili Hi-Z
0x81	GPO_SET	Postavlja nivo izlaza GPIO3

U ovom radu najbitnije su komande 0x30 TX\_TUNE\_FREQ koja podešava frekvenciju na kojoj će se emitirati ulazni audio signal i 0x31 TX\_TUNE\_POWER koja podešava izlaznu snagu.

## 4. FM RADIO ODAŠILJAČ

Za odašiljanje radio signala zadužena je RadioStation Click pločica. Problem je što pločica nema svoj izvor napajanja i nema postavljene parametre koji su potrebni kako bi mogla emitirati signal. U ovom radu u tu svrhu koristit će se Raspberry Pi mikroračunalo, na kojem će biti napisan program koristeći Python programski jezik. Uloga programa je da omogući unos željene frekvencije i snage emitiranja signala te da unesene parametre pošalje na RadioStation Click pločicu koja će zatim emitirati signal koji dobiva na ulazu za mikrofon.

Proizvođači RadioStation Click elektroničke pločice, Mikro Elektronika, također proizvodi čitavu seriju „Shield“ proizvoda namijenjenih lakšem korištenju njihovih raznih Click pločica. Shield tiskana pločica ima nekoliko utora namijenjenih za umetanja Click pločica. U slučaju RadioStation Click pločice, korištenjem Shield pločice, izbjegava se potreba čak i za vanjskim mikroračunalom kao što je Raspberry Pi.



Slika 14 RadioStation Click umetnuta u Shield tiskanu pločicu

Izvor: MikroE

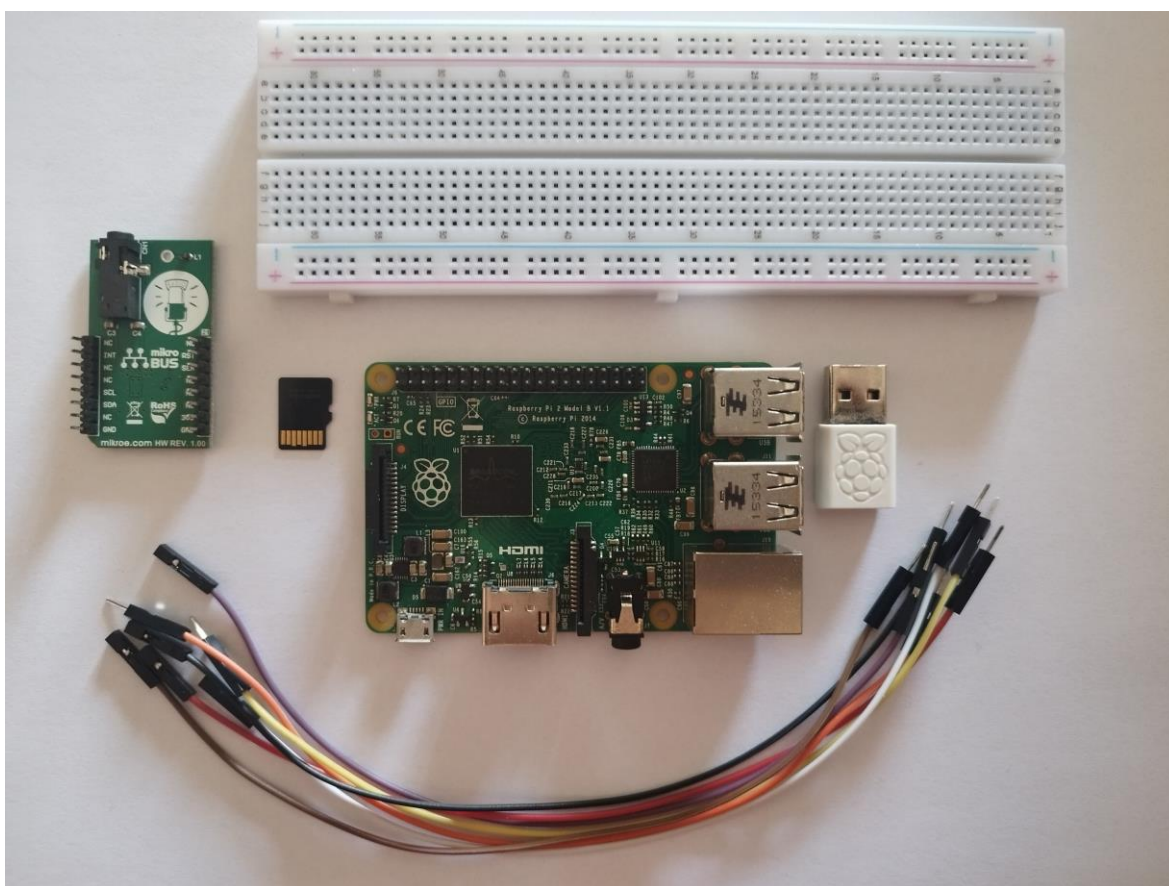
S druge strane Shield pločice prikazanoj na slici 14, nalazi se ekran osjetljiv na dodir preko kojega se podešava željena frekvencija emitiranja.

U ovom radu Shield pločica neće se koristiti, nego će se za podešavanje parametara odašiljanja koristiti Raspberry Pi mikroracunalo.

Bitno je napomenuti da je bez radioamaterske dozvole zabranjena upotreba radiofrekvencijskog spektra u amaterske svrhe. Svrha ovog rada je pokazati koliko je lagano napraviti vlastitu radio postaju.

#### 4.1. PRIPREMA PRAKTIČNOG DJELA RADA

Kako bi se Raspberry Pi i RadioStation Click povezali potrebno je osigurati prikladnu opremu. Pošto se u ovom radu ne koristi Shield pločica, koristit će se eksperimentalna pločica kako bi se povezali korišteni uređaji.



*Slika 15 Sva korištena oprema izuzev periferije  
Izvor: Slikano od strane studenta*

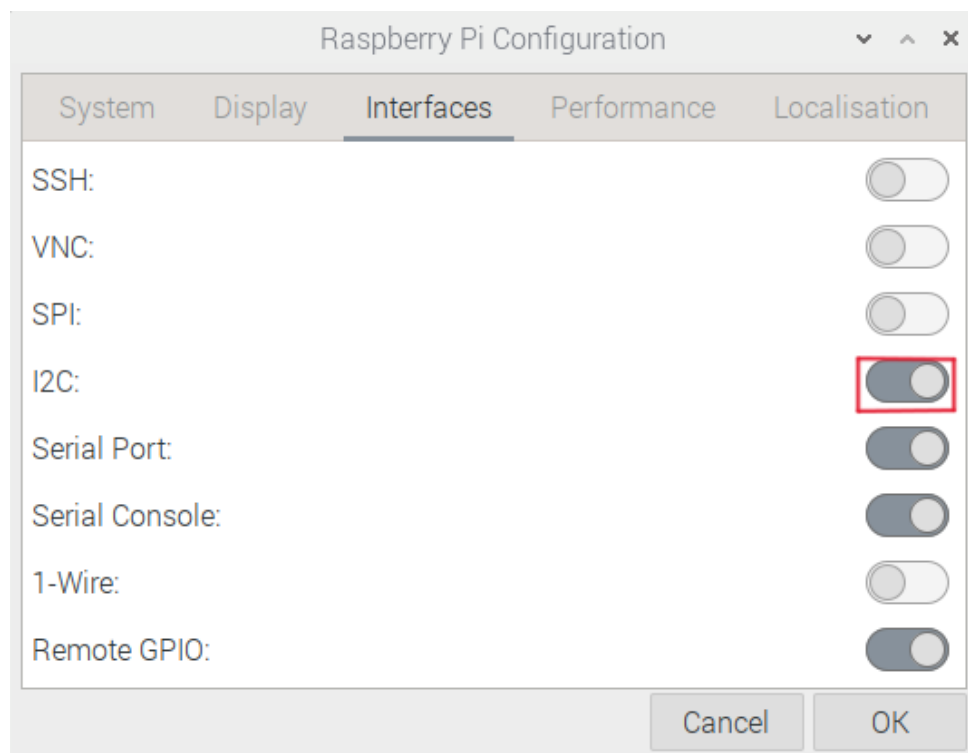
Sa softverske strane potrebno je ažurirati operativni sustav i sve pakete koje su dobili ažuriranja. Paketi su unaprijed kompajlirani kompleti softvera namijenjeni laganoj instalaciji. Za ažuriranja potreban je pristup internetu. Raspberry Pi 2 Model B ima Ethernet priključak, ali nije bio korišten te se trebalo povezati na Internet bežičnim putem. Nažalost

korištena inačica Raspberry Pi-a nema Wi-Fi podršku te se morao iskoristiti Wi-Fi USB priključak prikazan na slici broj 15 (s desne strane Raspberry Pi mikroračunala). Priključivanjem Wi-Fi USB priključka omogućuje se Raspberry Pi mikroračunalu da se poveže na bilo koju mrežu na isti način kako se to čini na mobilnim telefonima ili prijenosnim računalima.

Nakon uspješnog povezivanja na Internet, ukoliko je ažuriranje dostupno, na vrhu ekrana prikazati će se obavijest o dostupnom ažuriranju. Pritiskom na obavijest prikazuje se mogućnost za preuzimanje i instalaciju ažuriranja. S uspješno ažuriranim operativnim sustavom i aplikacijama, potrebno je ažurirati pakete, koje se moraju ažurirati putem Command Prompt sučelja

Komandom „sudo apt update“ ažuriramo listu paketa, a komandom „sudo apt full-upgrade“ ažuriramo pakete.

Također je potrebno u postavkama Raspberry Pi-a uključiti I<sup>2</sup>C sučelje u izborniku „Raspberry Pi Configuration“ > „Interfaces.“

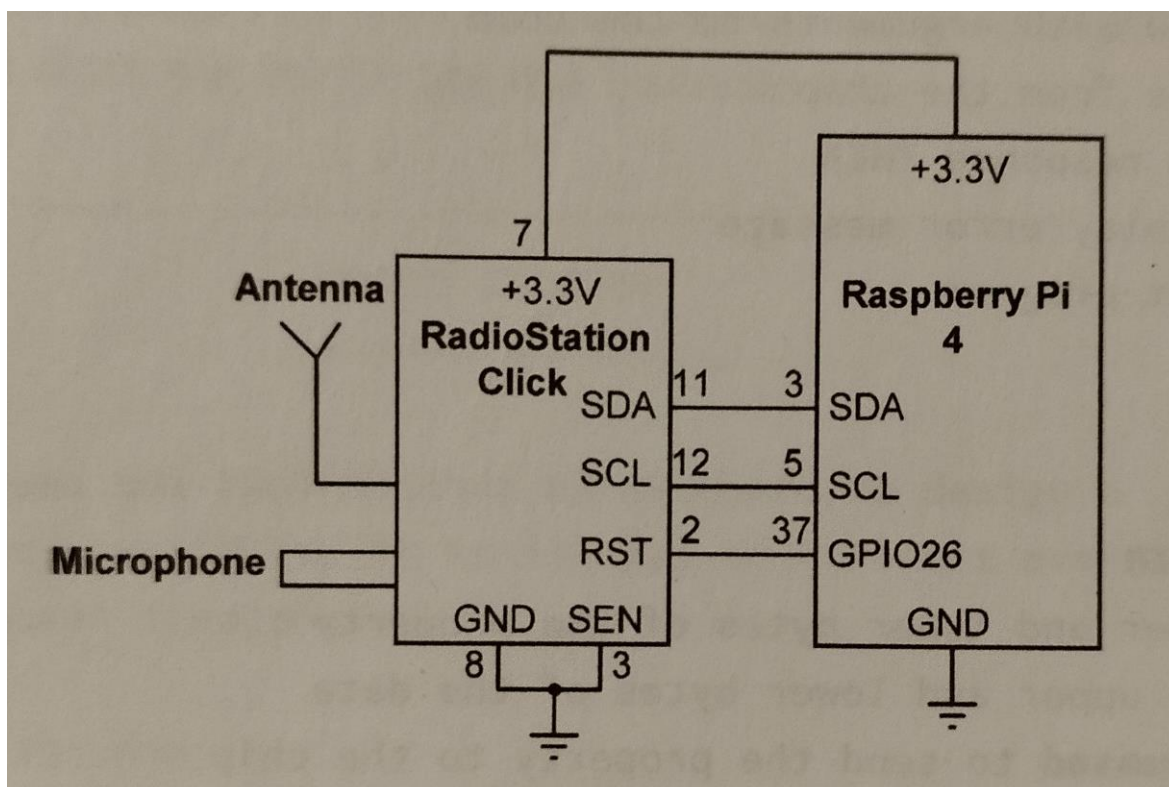


Slika 16 Izbornik "Raspberry Pi Configuration"  
Izvor Slkano od strane Studenta



## 4.2. POVEZIVANJE SKLOPOVLJA

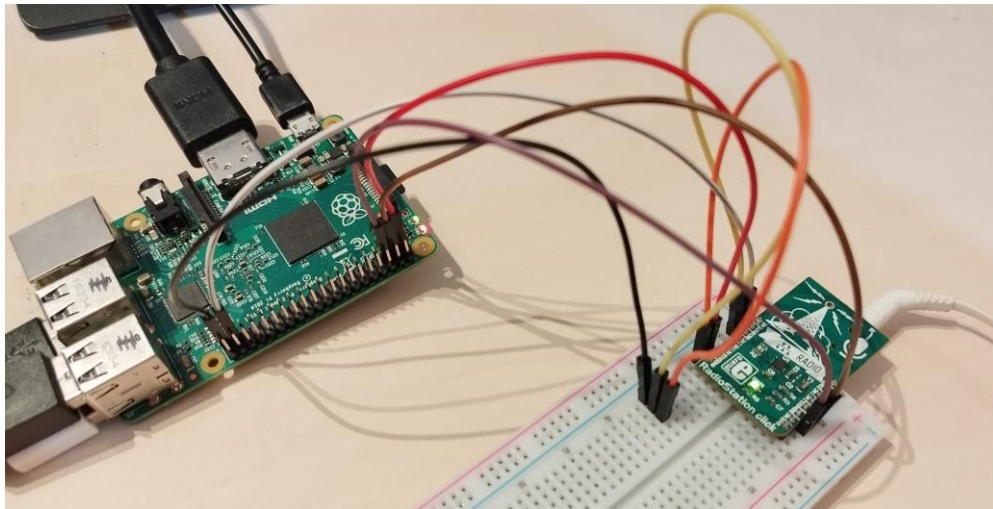
Kako bi se postigla međusobna izmjena informacija između Raspberry Pi-a i RadioStation Click-a potrebno ih je žično povezati. Kako RadioStation Click nema vlastito napajanje, potrebno ga je spojiti na GPIO pinove namijenjene za napajanje vanjskih sklopova. To su GPIO pinovi 1 (3V3 power) i pin 39 (GND). Također će se koristiti pinovi 3 (GPIO2 SDA, I<sup>2</sup>C data), 5 (GPIO3 SCL, I<sup>2</sup>C clock) i 37 (GPIO26).



Slika 17 Block Schema spoja Raspberry Pi-a i RadioStation Click pločice  
Izvor: Elektor

Isto tako potrebno je na Raspberry Pi spojiti potrebnu računalnu periferiju poput monitora, tipkovnice i miša kako bi mogli upravljati s mikroračunalom.

Posljednja stvari koje su potrebne za odašiljanje radio signala su audio ulaz i antena. RadioStation Click pločica ima standardni 3.5 mm ulaz na koji se može spojiti mikrofoni, mobilni telefon ili prijenosno računalo. RadioStation Click nema ugrađenu antenu, nego se je mora ručno dograditi. Posljedica toga je ta što bez antene RadioStation Click ima doomet manji od 3 metra te veliku razinu šuma.



Slika 18 Stvarni prikaz žičane veze između Raspberry Pi i RadioStation Click  
Izvor: Slikano od strane studenta

## 4.2. PYTHON PROGRAM

Žičano povezati RadioStation Click pločicu na Raspberry Pi nije dovoljno da se može emitirati radio signal. Osim za napajanje, Raspberry Pi koristi se kako bi prenio parametre za odašiljanje signala na RadioStation Click pločicu. Potrebno je napisati program koji omogućuje odabir željene frekvencije na kojoj će se odašiljati radio signal. Program je napisan u Python programskom jeziku u programskom sučelju Geany.

```

1 #-----
2 # RADIO STANICA
3 # -----
4
5 import RPi.GPIO as GPIO # Import RPi
6 import time
7 import smbus
8 bus = smbus.SMBus(1)
9 address = 0x11 #Address
10
11 GPIO.setwarnings(False)
12 GPIO.setmode(GPIO.BCM) # GPIO mode BCM
13
14 RST = 26 # RST pin
15 GPIO.setup(RST, GPIO.OUT) # RST je izlaz
16
17 #
18 # Komande čipa koje se koriste
19 #
20 POWER_UP = 0x01
21 SET_PROPERTY = 0x12
22 TX_TUNE_FREQ = 0x30
23 TX_TUNE_POWER = 0x31
24 TX_TUNE_STATUS = 0x33
25 TX_PREEMPHASIS = 0x2100
26
27 #
28 # Restart čipa prije početka uporabe
29 #
30
31 def Reset():
32     GPIO.output(RST, GPIO.HIGH)
33     time.sleep(0.5)
34     GPIO.output(RST, GPIO.LOW)
35     time.sleep(0.5)
36     GPIO.output(RST, GPIO.HIGH)
37
38 # Ova funkcija šalje komandu chipu. Komanda je prvi bajt
39 # a argumenti su sotali bajtovi
40
41 def SendCommand(BytesInput, ByteResponse):
42     command = BytesInput[0]
43     args = BytesInput[1:len(BytesInput)]
44     bus.write_i2c_block_data(address, command, args)
45     time.sleep(0.2)
46     res = bus.read_i2c_block_data(address, 0, 1)
47
48     if res[0] != ByteResponse:
49         print("Error in command response:")
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Slika 19 Programsko sučelje Geany  
Izvor: Slikano od strane studenta

Za ovaj program potrebno je uvesti dodatne biblioteke: RPi.GPIO za dodatnu kontrolu nad GPIO pinovima, SMBus koja omogućuje komunikaciju s I<sup>2</sup>C uređajima preko GPIO2(SDA) i GPIO3(SCL) pina, i „time“ koja dopušta kontroliranje brzine toka programa.

Glavna petlja programa započinje ispisom natpisa „RADIO STANICA.“ Zatim se sam čip resetira pozivom na funkciju „Reset,“ i prednaglašavanje se podesi na 50 μs. Potom se od unosi frekvenciju na kojoj će se odašiljati signal. Frekvencija se unosi u rasponu od 76 i 108 MHz, bez zareza, izražena u kilo-hertzima i mora biti višekratnik broja 5. To znači da se frekvencije poput 76,01 MHz jednostavno ne mogu unijeti kao željena vrijednost.

Primjeri:

- 97 MHz unosi se kao 9700
- 97.5 MHz unosi se kao 9750
- 106 MHz unosi se kao 10600
- 106 MHz unosi se kao 10650

Zatim se unesi snagu emitiranja u rasponu od 88 do 115 izraženu u dBμV. Nakon što su postavljene snaga i frekvencija, program te parametre šalje na čip koji zatim počinje odašiljati signal. Emitiranje signala prekida se pritiskom kombinacije tipki **Ctrl+C**. Bitno je napomenuti da se odašiljanje ne zaustavlja zatvaranjem prozora programa.



```
geany_run_script_A42ZA2.sh
Datoteka  Uredi  Kartice  Pomoć

RADIO STANICA
=====
Odaberite frekvenciju (7600-10800): 10340
Odaberite izlaznu snagu (88dBuV-115dBuV): 95
Pričekajte...

Podešavanje završeno

Odašiljeanje na: 10340

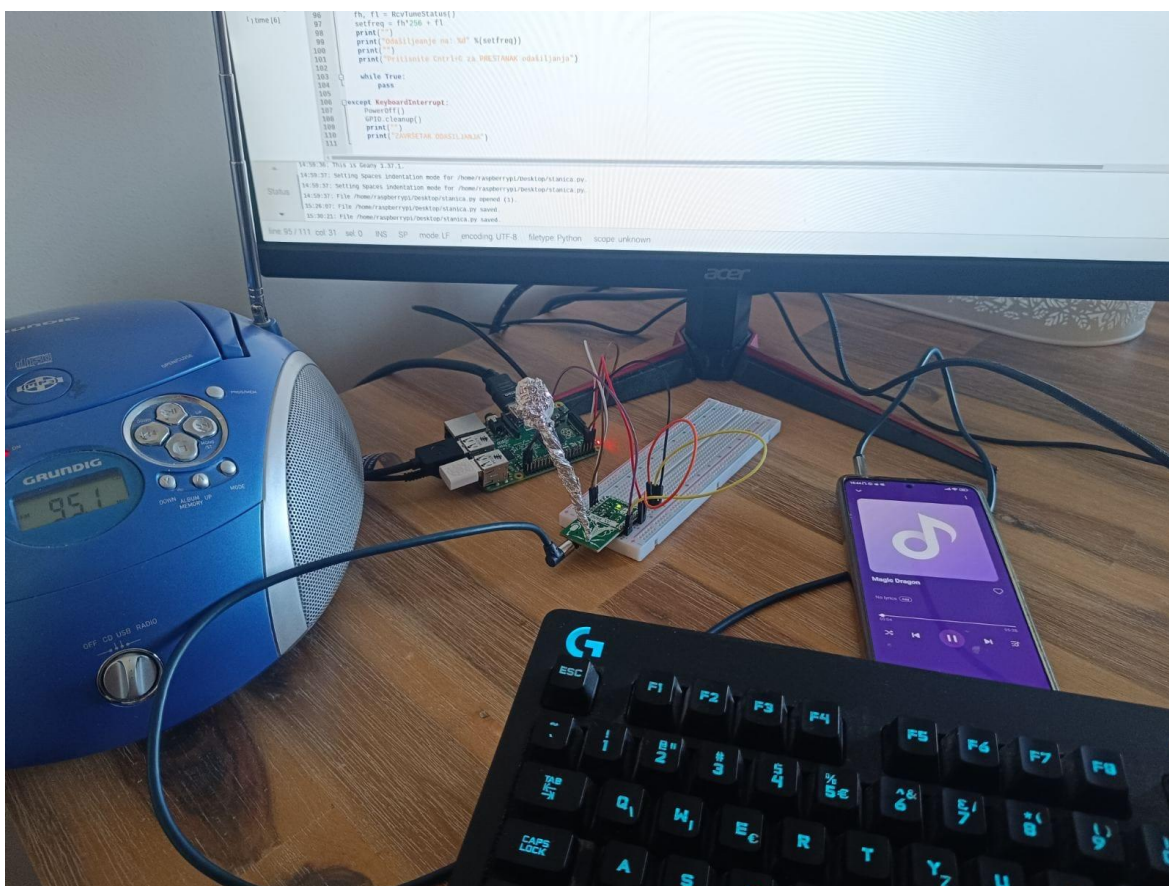
Pritisnite Cntrl+C za PRESTANAK odašiljanja
```

Slika 20 Primjer rada programa  
Izvor: Slikano od strane studenta



### 4.3. TESTIRANJA S RAZLIČITIM ANTENAMA I SNAGAMA

Kako RadioStation Click elektronička pločica nema ugrađenu antenu, korisnik je dužan sam ugraditi antenu. Pošto je priključak za antenu samo rupa u pločici čiji je rub prekriven vodljivim materijalom, bilo kakav predmet od metala može poslužiti kao antena. Vodljivost materijala antene i duljina antene utjecat će njezinu učinkovitost. U svrhu ovog rada, izvedena su testiranja s četiri različite antene od tri različita metala kako bi se moglo usporediti njihovu učinkovitost i na temelju testiranja doći do zaključka koji je tip antene najučinkovitiji. Testiranja su se provodila s čeličnom, aluminijskom i bakrenom antenom.



Slika 21 Radno okruženje za vrijeme odvijanja testiranja  
Izvor: slikano od strane studenta

Bitno je napomenuti da su se testiranja izvodili s radio stanicom u zgradi te da je između odašiljača i prijammnika bilo mnogo prepreka.

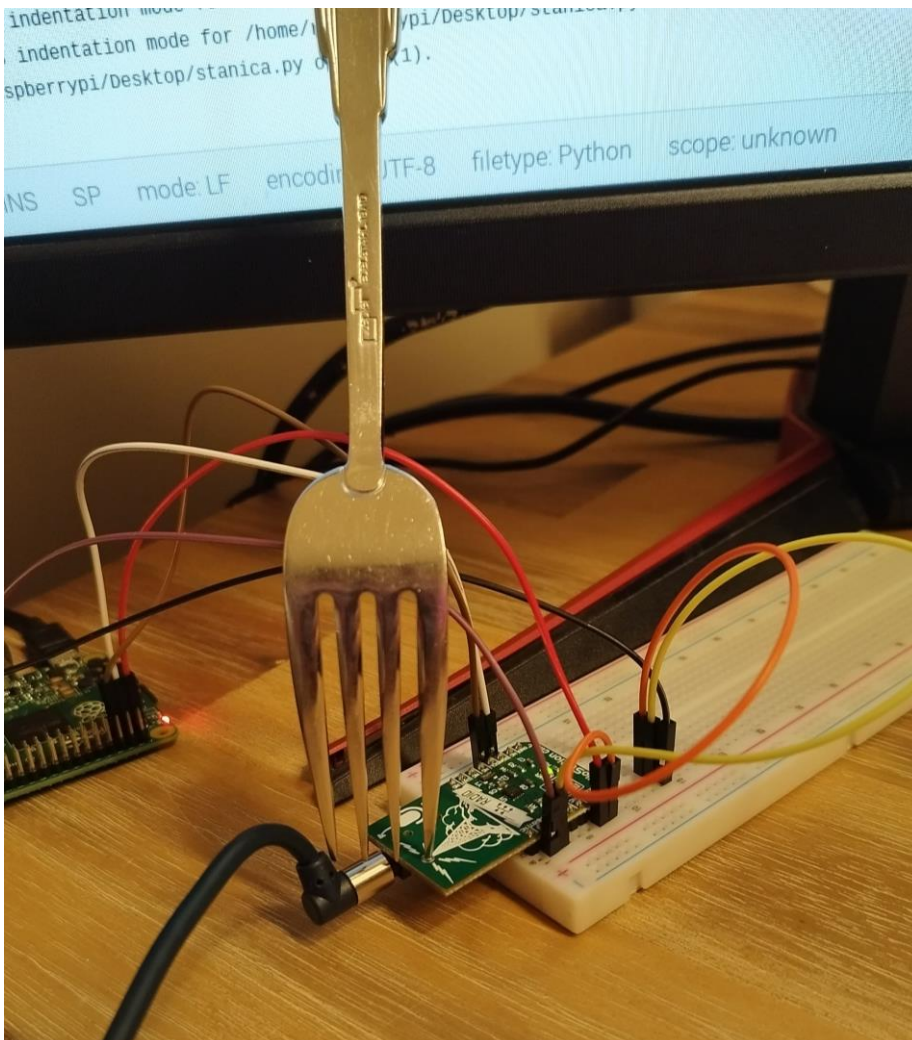
#### 4.3.1. Testiranje bez antene

Kao radio odašiljač koristila se RadioStation Click pločica koja je odašiljala signal na 87.8 MHz s 115 dB $\mu$ V snage, a kao radio prijemnik koristilo su se kućni FM radio uređaj. Prvo test koji se odradio bio je test bez antene kako bi se bolje raspoznali utjecaji različitih

antena. Bez korištenja antene domet emitiranja ja manji od 3 metra i bila je prisutna velika razina šuma. Sadržaj koji se emitirao bio je gotovo ne prepoznatljiv.

#### 4.3.2. Testiranje s čeličnom antenom

Kao radio odašiljač koristila se RadioStation Click pločica koja je odašiljala signal na 87.8 MHz s 115 dB $\mu$ V snage, a kao radio prijemnik koristilo su se kućni FM radio uređaj. Kao antenu u ovom testu koristila se obična vilica od nehrđajućeg čelika. Čelična vilica odabrana je za prvi test pošto je čelik mnogo lošiji vodič od aluminija i bakra s vodljivošću od samo  $1.45 \times 10^6$  S/m te se može jasno vidjeti utjecaj vodljivost metala na učinkovitost antene.

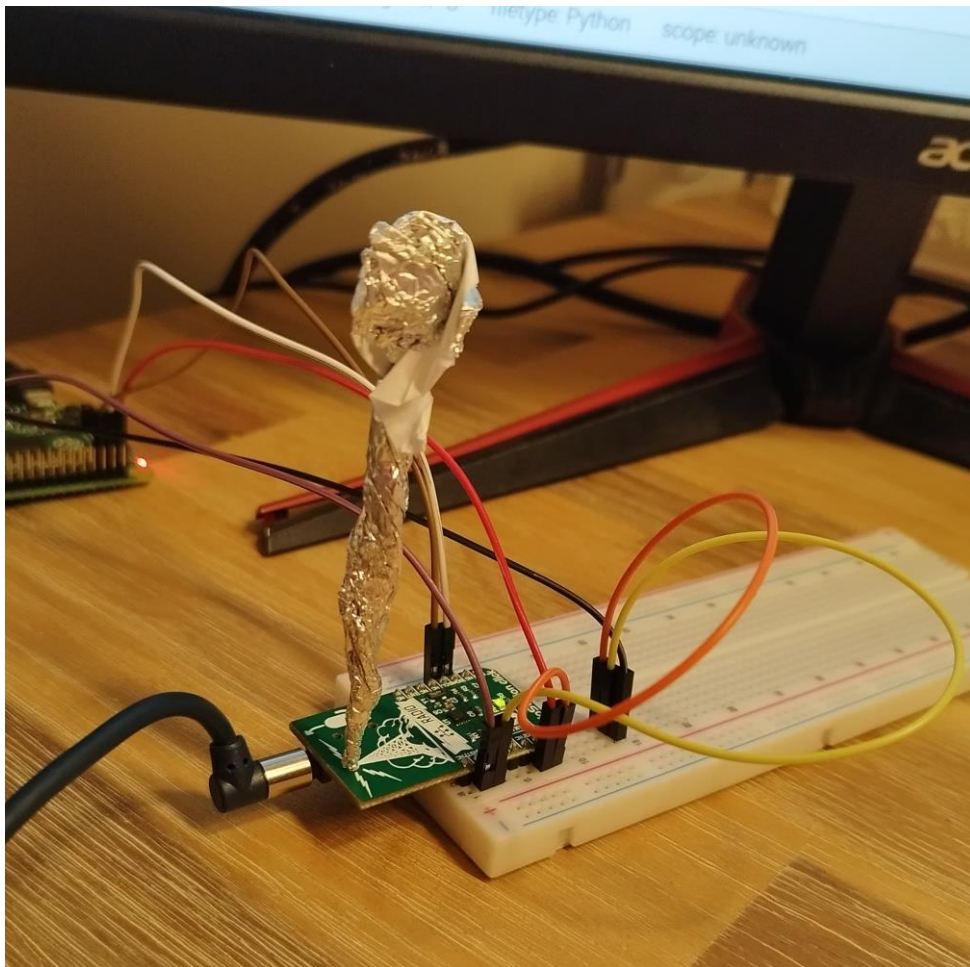


*Slika 22 Testiranje s vilicom od nehrđajućeg čelika  
Izvor: slikano od strane studenta*

Korištenjem antene od nehrđajućeg čelika povećao se domet na pet metara i nestali su šumovi unutar tog dometa.

#### 4.3.3. Testiranje s aluminijskom antenom

Kao radio odašiljač koristila se RadioStation Click pločica koja je odašiljala signal na 87.8 MHz s 115 dB $\mu$ V snage, a kao radio prijemnik koristilo su se FM radio uređaj u automobilu. Aluminij ima mnogo bolju električnu vodljivost od čelika. Vodljivost aluminija je  $3.5 \times 10^7$  S/m. Utjecaj električne vodljivosti na učinkovitost antene postaje jasno vidljiv s ovim primjerom. Domet se povećao na gotovo 20 metara u usporedbi s dometom od 5 metara koji je postignut s čeličnom antenom. Unutar 20 metara od odašiljača nije prisutan šum, no kako udaljavamo prijamnik van 20 metara gubi se signal.



*Slika 23 Testiranje s aluminijskom folijom u ulozi antene  
Izvor: slikano od strane studenta*

#### 4.3.4. Testiranje s izoliranom bakrenom antenom

Kao radio odašiljač koristila se RadioStation Click pločica koja je odašiljala signal na 87.8 MHz s 115 dB $\mu$ V snage, a kao radio prijemnik koristilo su se FM radio uređaj u automobilu. Bakar je jedan od najrasprostranjenijih metala u elektronici, zbog svoje cijene i

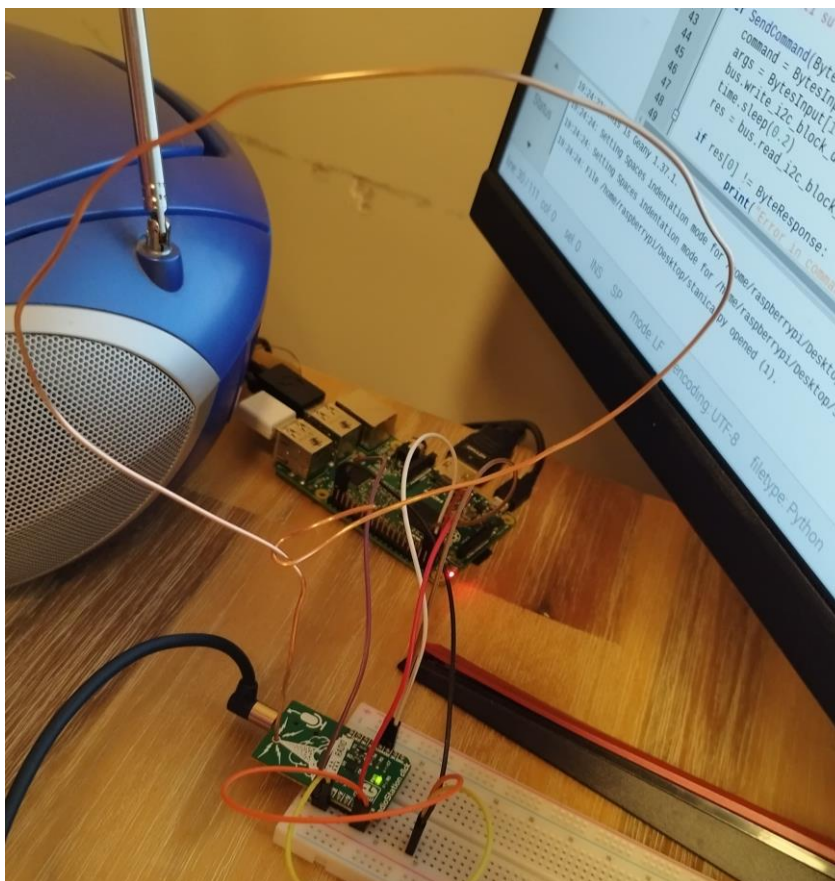


učinkovitosti. Vodljivost bakra je za skoro dva puta veća od vodljivosti aluminija ( $5.96 \times 10^7 \text{ S/m}$ ). Bakrena žica koja je korištena bila je izolirana slojem gume u svrhu ovog testiranja.

S bakrenom antenom domet se povećao sa 20 na 30 metara. Udaljavanjem prijammnika van tog dometa šum nadjačava emitirani sadržaj.

#### 4.3.5. Testiranje s ne izoliranom bakrenom antenom

Kao radio odašiljač koristila se RadioStation Click pločica koja je odašiljala signal na 87.8 MHz s  $115 \text{ dB}\mu\text{V}$  snage, a kao radio prijemnik koristilo su se FM radio uređaj u automobilu. U ovom testiranju s bakrene žice je skinuta izolacija.



Slika 24 Testiranje s antenom od bakrene žice  
Izvor: slikano od strane studenta

Skidanjem izolacije s bakrene žice, i promjenom oblika antene primjećuje se znatno poboljšanje učinkovitosti antene. Ako između odašiljača i prijemnika nisu prisutne nikakve znatne prepreke, domet s bakrenom antenom doseže i do 80 metara od odašiljača.

#### **4.3.6. Testiranje odašiljanja na frekvenciji već postojeće radio stanice**

Kod stvaranja nove radio stanice bitno je da se odabere frekvencija koju ne koristi niti jedna druga radio stanica u blizini. Ako se na istoj frekvenciji odašilju dva različita sadržaja, s istom snagom emitiranja, na prijamniku će se čuti onaj sadržaj koji se odašilje s antene bližoj prijamniku. U ovom testu namještena je frekvencija odašiljanja na 95.1 MHz, koja je jedna od frekvencija koje koristi HRT Radio Rijeka, te se podešavala izlazna snaga RadioStation Click pločice.

Na dometu od jednog metra, bez antene i na maksimalnoj snazi od 115 dB $\mu$ V sadržaj emitiran od strane RadioStation Click pločice nije mogao prevladati već postojeći sadržaj emitiran na toj frekvenciji. Tek uvođenjem bilo kakve antene će se na prijamniku čuti sadržaj emitiran iz Click pločice. Na tako kratkom dometu, bila je potrebna snaga od 97 dB $\mu$ V da se na prijamniku ne bi čulo ništa osim šuma. Svaka vrijednost snage ispod 97 dB $\mu$ V i čuti će se HRT Radio Rijeka dok će za svaku vrijednost snage iznad 97 dB $\mu$ V čuti sadržaj koji emitira RadioStation Click pločica.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz rezultata istraživanja može se vidjeti koliko je jednostavno pokrenuti vlastitu radio postaju uz minimalno opreme. Upotrebom mikroracunala, jeftinih odašiljačkih sklopova i jednostavnih, ručno izrađenih antena, može se npr. obuhvatiti cijela zgrada Pomorskog fakulteta i emitirati studentski radio program. Nažalost, RadioStation Click tiskana elektronička pločica nema dovoljno izlazne snage da se radio stanica Pomorskog Fakulteta može čuti na cijelom prostoru grada Rijeke, ali ima dovoljno snage da obuhvati barem zgradu samoga Fakulteta. Iz testiranja je vidljivo da se uz komad bakrene žice može postići domet od 50 metara. Uz bolju i kvalitetniju antenu može se postići veći domet nego onaj dobiven u testiranjima.

Ovaj rad bi se mogao iskoristiti kao primjer mogućnosti distribucije različitih informacija. Upravo ovakva radio postaja mogla bi se koristiti za oglašavanje obavijesti po hodnicima fakulteta. Bilo bi mnogo učinkovitije i lakše svakom zvučniku pristupiti bežično nego provlačiti bezbroj žica do središnjeg računala i na taj način realizirati ozvučenje po hodnicima ustanove.

## LITERATURA

Anon., 2003. *Spark Fun*. [Mrežno]

Available at: <https://www.sparkfun.com/>

[Pokušaj pristupa 1 rujan 2023].

*Pravilnik o amaterskim radio komunikacijama* 2012. Zagreb: Narodne novine.

Anon., 2012. *Raspberry Pi*. [Mrežno]

Available at: <https://www.raspberrypi.com/>

[Pokušaj pristupa 28 kolovoz 2023].

Anon., 2012. *RasPi TV*. [Mrežno]

Available at: <https://raspi.tv/>

[Pokušaj pristupa 1 rujan 2023].

Anon., n.d. *CNX Software*. [Mrežno]

Available at: <https://www.cnx-software.com/>

Anon., n.d. *Conrad*. [Mrežno]

Available at: <https://www.conrad.hr/>

Anon., n.d. *MikroE*. [Mrežno]

Available at: <https://www.mikroe.com/>

Anon., n.d. *Pi Shop*. [Mrežno]

Available at: <https://www.pishop.ca/>

[Pokušaj pristupa 1 rujan 2023].

Anon., n.d. *RS Components*. [Mrežno]

Available at: <https://www.rs-online.com/>

Anon., n.d. *Wikimedia Commons*. [Mrežno]

Available at: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Main\\_Page](https://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page)

Ibrahim, P. D. D., 2020. *Raspberry Pi for Radio Amateurs*. Susteren: Elektor.

Mikrotron, n.d. *DIY Kits EU*. [Mrežno]

Available at: <https://www.diykits.eu/control/main>

## KAZALO KRATICA

<b>Kratika</b>	<b>Puni naziv na stranom jeziku</b>	<b>Tumačenje na hrvatskom jeziku</b>
ARIB	engl. <i>Association of Radio Industries and Businesses</i>	Udruga radijskih industrija i poduzeća
CPU	engl. <i>Central Processing Unit</i>	Procesor računala
dB $\mu$ V		Decibela po jednom mikrovoltu na 50 ohma
DSP	engl. <i>Digital Signal Processing</i>	Specijalizirani mikroprocesorski čip
FCC	engl. <i>The Federal Communications Commission</i>	Neovisna je agencija vlade SAD-a koja regulira komunikacije putem radija, televizije, žica, satelita i kabela.
FM	engl. <i>Frequency Modulation</i>	Postupak je modulacije kod koje se informacija prenosi promjenom frekvencije prijenosnog signala.
GB	engl. <i>Gigabyte</i>	Mjerna jedinica za veličinu datoteke
GHz	engl. <i>Gigahertz</i>	Mjerna jedinica za frekvenciju
GPIO	engl. <i>General Purpose Input/Output</i>	Nepovezani digitalni signalni pin na integriranom krugu ili elektroničkoj pločici koji se može koristiti kao ulaz ili izlaz
HDMI	engl. <i>High-Definition Multimedia Interface</i>	Priključak za prijenos videa i zvuka
I <sup>2</sup> C	engl. <i>Inter-Integrated Circuit</i>	Sinkrona, multi-master/multi-slave, paketno komutirana, single-ended, serijska komunikacijska sabirnica
IF	engl. <i>Intermediate-frequency</i>	Frekvencija na koju se pomiče nosivi val kao međukorak u prijenosu ili prijemu.
mA	engl. <i>MiliAmper</i>	Mjerna jedinica za snagu struje



MB	engl. <i>Megabyte</i>	Mjerna jedinica za veličinu datoteke
Mbit/s	engl. <i>Mega bit per second</i>	Mjerna jedinica za brzinu prijenosa podataka
MHz	engl. <i>Megahertz</i>	Mjerna jedinica za frekvenciju
MMC	engl. <i>MultiMediaCard</i>	Standard pohrane podataka
MPX	engl. <i>stereo multiplexed signal</i>	Multipleksirani signal
NC	engl. <i>No Connection</i>	Nema veze
RAM	engl. <i>Random Access Memory</i>	Radna memorija
RBDS	engl. <i>Radio Broadcast Data System</i>	Radijski podatkovni sustav sustav je prijenosa digitalnih podataka
RDS	engl. <i>Radio Data System</i>	Radijski podatkovni sustav sustav je prijenosa digitalnih podataka
RF	engl. <i>Radio frequency</i>	Radiofrekvencija je brzina osciliranja izmjenične električne struje
RPi	engl. <i>Raspberry Pi</i>	
S/m	engl. <i>Simens per meter</i>	Mjerna jedinica za vodljivost materijala
SCL	engl. <i>I<sup>2</sup>C Clock</i>	
SD	engl. <i>Secure Digita</i>	Standard pohrane podataka
SDA	engl. <i>I<sup>2</sup>C Data</i>	
SEN	engl. <i>Set I<sup>2</sup>C Adress</i>	
SMBus	engl. <i>System Management Bus</i>	
SOC	engl. <i>System-on-a-Chip</i>	Vrsta integriranog kruga koji sadrži glavu procesorsku jedinicu, grafičku procesorsku jedinicu i radnu memoriju
USB	engl. <i>Universal Serial Bus</i>	Standard za prijenos podataka

## POPIS TABLICA

<i>Tablica 1 Značajke Raspberry Pi 1 Model A</i>	4
<i>Tablica 2 Značajke Raspberry Pi 1 Model A+</i>	5
<i>Tablica 3 Značajke Raspberry Pi 1 Model B</i>	6
<i>Tablica 4 Značajke Raspberry Pi 1 Model B+</i>	7
<i>Tablica 5 Značajke Raspberry Pi 2 Model B</i>	8
<i>Tablica 6 Značajke Raspberry Pi Zero</i>	9
<i>Tablica 7 Značajke Raspberry Pi 3 Model B</i>	10
<i>Tablica 8 Značajke Raspberry Pi Zero W</i>	11
<i>Tablica 9 Značajke Raspberry Pi 3 Model B+</i>	12
<i>Tablica 10 Značajke Raspberry Pi 4 Model B</i>	13
<i>Tablica 11 Raspored pinova RadioStation Click pločice</i>	16
<i>Tablica 12 Lista dostupnih komandi za Si4713-B30</i>	17

## POPIS SLIKA

<i>Slika 1 Raspored GPIO pinova na Raspberry Pi mikroracunalu</i>	3
<i>Slika 2 Raspberry 1 Model A</i>	4
<i>Slika 3 Raspberry Pi 1 Model A+</i>	5
<i>Slika 4 Raspberry Pi 1 Model B</i>	6
<i>Slika 5 Raspberry Pi 1 Model B+</i>	7
<i>Slika 6 Raspberry Pi 2 Model B</i>	9
<i>Slika 7 Raspberry Pi Zero</i>	10
<i>Slika 8 Raspberry Pi 3 Model B</i>	11
<i>Slika 9 Raspberry Pi Zero W</i>	12
<i>Slika 10 Raspberry Pi 3 Model B+</i>	13
<i>Slika 11 Raspberry Pi 4 Model B</i>	14
<i>Slika 12 RadioStation Click pločica</i>	15
<i>Slika 13 RadioStation Click električna Schema</i>	17
<i>Slika 14 RadioStation Click umetnuta u Shield tiskanu pločicu</i>	19
<i>Slika 15 Sva korištena oprema izuzev periferije</i>	20
<i>Slika 16 Izbornik "Raspberry Pi Configuration"</i>	21
<i>Slika 17 Block Schema spoja Raspberry Pi-a i RadioStation Click pločice</i>	22
<i>Slika 18 Stvarni prikaz žičane veze između Raspberry Pi i RadioStation Click</i>	23
<i>Slika 19 Programsko sučelje Geany</i>	23
<i>Slika 20 Primjer rada programa</i>	24
<i>Slika 21 Radno okruženje za vrijeme odvijanja testiranja</i>	25
<i>Slika 22 Testiranje s vilicom od nehrđajućeg čelika</i>	26
<i>Slika 23 Testiranje s aluminijskom folijom u ulozi antene</i>	27
<i>Slika 24 Testiranje s antenom od bakrene žice</i>	28