

# RDS koder

---

**Knežević, Mato**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:865551>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-20**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Diplomski studij**

**RDS KODER**

**Diplomski rad**

**Mato Knežević**

**Osijek, 2019.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac D1: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Osijek, 06.04.2019.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada**

|   |   |
|---|---|
| <b>Ime i prezime studenta:</b>  | Mato Knežević   |
| <b>Studij, smjer:</b>   | Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnika, smjer Komunikacije i informatika'  |
| <b>Mat. br. studenta, godina upisa:</b>   | D 983, 19.10.2018.  |
| <b>OIB studenta:</b>  | 05676434073   |
| <b>Mentor:</b>  | Izv. prof.dr.sc. Slavko Rupčić  |
| <b>Sumentor:</b>  |   |
| <b>Sumentor iz tvrtke:</b>  |   |
| <b>Predsjednik Povjerenstva:</b>  | Izv. prof. dr. sc. Vanja Mandrić-Radivojević  |
| <b>Član Povjerenstva:</b>   | Mr.sc. Anđelko Lišnjic  |
| <b>Naslov diplomskog rada:</b>  | RDS koder   |
| <b>Znanstvena grana rada:</b>   | <b>Radiokomunikacije (zn. polje elektrotehnika)</b>   |
| <b>Zadatak diplomskog rada:</b>   |   |
| <b>Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (diplomskog rada):</b>                                 | Izvrstan (5)  |
| <b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b> | Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda<br>Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda<br>Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda<br>Razina samostalnosti: 3 razina |
| <b>Datum prijedloga ocjene mentora:</b>   | 06.04.2019.   |
| Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:         | Potpis:   |
|   | Datum:  |

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 05.06.2019.

**Ime i prezime studenta:**

Mato Knežević

**Studij:**

Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnika, smjer Komunikacije i informatika

**Mat. br. studenta, godina upisa:**

D 983, 19.10.2018.

**Ephorus podudaranje [%]:**

11

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **RDS koder**

izrađen pod vodstvom mentora Izv. prof.dr.sc. Slavko Rupčić

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.  
Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

## **IZJAVA**

Ja, Mato Knežević, OIB: 05676434073, student/ica na studiju: Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnika, smjer Komunikacije i informatika', dajem suglasnost Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek da pohrani i javno objavi moj **diplomski rad:**

### **RDS koder**

u javno dostupnom fakultetskom, sveučilišnom i nacionalnom repozitoriju.

Osijek, 05.06.2019.

---

potpis

# SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....                                | 1  |
| 1.1. Zadatak diplomskog rada.....           | 2  |
| 2. RADIJSKI PODATKOVNI SUSTAV .....         | 3  |
| 2.1. RDS forum.....                         | 4  |
| 2.2. Razvoj RDS standarda .....             | 4  |
| 2.2.1. Europski standard .....              | 4  |
| 2.2.2. USA standard.....                    | 6  |
| 3. RDS KODER.....                           | 7  |
| 3.1. Izvedba RDS kodera PIRA 32 .....       | 8  |
| 3.2. Napajanje RDS kodera.....              | 12 |
| 3.3. Simulacija napajanja RDS kodera .....  | 12 |
| 3.4. Komponente za izvedbu kodera.....      | 15 |
| 4. TESTIRANJE I MJERENJE.....               | 18 |
| 4.1. Ispitivanja i rezultati mjerenja ..... | 19 |
| 4.2. Tehničke karakteristike.....           | 27 |
| 5. ZAKLJUČAK.....                           | 29 |
| LITERATURA .....                            | 30 |
| SAŽETAK.....                                | 32 |
| RDS ENCODER SUMMARY .....                   | 33 |

# 1. UVOD

Predmet ovog istraživanja je RDS koder, njegova izrada i primjena u radio difuziji. Radijski podatkovni sustav (eng. Radio Data System, RDS) je standard na većini auto radija i HI-FI uređaja. RDS se koristi na VHF FM radiodifuzijskim prijenosima i pruža brojne sadržaje koji su od velike koristi svim radio slušateljima, ali posebno onima koji slušaju radio u automobilima. RDS omogućuje lakše primanje izvješća o prometu i nudi brojne mogućnosti, uključujući omogućavanje prikazivanja naziva radio stanica na zaslonu radija. Sustav je stekao znatnu popularnost i naširoko se koristi u Europi gdje je uspostavljen već duži niz godina.[1] RDS standardizira nekoliko vrsta prijenosa informacija, uključujući vrijeme, identifikaciju radio stanice i informacije o programu i slično.[2]

RDS se ponekad naziva „*tihom revolucijom*“. Predstavlja digitalni pomoćni signal u FM emitiranju koji je vrlo bitan u promjenjivom načinu prijenosa signala. Osim toga „*vidiš ono što čuješ*“.[3]

Rad je podijeljen u 3 osnovna poglavlja koja se dijele na manja potpoglavlja, kako bi preglednost bila veća i pretraživanje rada bolje.

Prvo poglavlje, *Radijski podatkovni sustav* govori općenito o RDS-u. U ovom poglavlju objašnjeno je što je RDS, povijesni razvoj, sadržaj, implementacija RDS-a i slično.

Drugo poglavlje, *RDS koder* prikazuje izvedbu PIRA32 koder, detaljno sa slikama. Prikazane su i komponente potrebne za izvedbu PIRA 32 koder. Opisan je i postupak lemljenja komponenti i alat potreban za lemljenje. Prikazana je i blok shema koder. Opisane su karakteristike napajanja koder i prikazana je simulacija napajanja koder.

Treće poglavlje *Testiranje i mjerenje* opisuje dva različita testa provedena nad RDS koderom. Prvi test je bio na način da se provjeri funkcionalnost u radu. Drugi test bio je na način da su snimljeni signali koje RDS generira. Svi testovi su detaljno opisani i slikovito prikazani. Prikazane su tehničke karakteristike koder.

Rad završava zaključkom u kojem su sažete najvažnije spoznaje dobivene u radu.

## 1.1. Zadatak diplomskog rada

Tema diplomskog rada je „RDS koder“. U radu je potrebno načiniti RDS koder prema navedenoj shemi, te izvesti mjerenja na izvedenom RDS koderu. Za potrebe provjere rada sklopa ili pojedinih njegovih dijelova (sklop za napajanje i drugi) koristiti simulacijsku analizu. Mjerenja trebaju obuhvatiti testiranje rada samog RDS koda, pri čemu se snima i analizira spektar signala koji koder generira sa i bez signala nosioca (pilot signala) te mjerenja rada RDS koda spojenog sa FM predajnim sustavom. Drugi dio mjerenja jest provjera rada RDS koda u realnim uvjetima. Stabilan rad ovakvog uređaja, omogućit će njegovo korištenje na FM sustavu Studentskog radija UNIOS.



## 2. RADIJSKI PODATKOVNI SUSTAV

RDS (eng. Radio Data System) je digitalni komunikacijski protokol koji koriste komercijalne FM postaje u frekvencijskom pojasu od 88 MHz do 108 MHz za obavještanje slušatelja o informacijama kao što je ime stanice koja se emitira, slobodan tekst kao što je naslov trenutnog programa ili glazbe, kao i vrijeme ili vrstu programa koji se emitira[4]

RDS je nastao početkom 1970-ih godina, na temelju njemačkog ARI-a (njem. Autofahrer-Rundfunk-Informationssystem) od strane IRT (njem. Institut für Rundfunktechnik) i proizvođača radija *Blaupunkt*. [3] ARI sustav je koristio 57 kHz nosioca signala kako bi ukazao na prisutnost prometnih informacija u FM radio emitiranju. [5]

Prva specifikacija izdana je 1984. od strane EBU (eng. European Broadcasting Union). Dogovoreno je sa europskom auto-radio industrijom da će javne radio emitterske stanice ubrzano implementirati sustav na cijelu mrežu kako bi radijska industrija mogla pokrenuti RDS sustav u radio prijemnicima u automobilima na europskom tržištu. To se i dogodilo sredinom 1987. godine. Početak RDS tehnologije u radio prijemnicima je bio relativno spor, iz razloga što su takvi radio prijemnici bili preskupi. Međutim, 10 godina poslije već je bilo preko 50 miliona auto radija sa RDS sustavom. 2005. godine industrijska proizvodnja RDS FM prijemnika je dosegla vrhunac. Razlog je bio dostupnost nove generacije FM RDS IC-a koji su bili prihvatljivi cijenom i malih dimenzija. Samim time RDS tehnologija počela se ugrađivati u manje prijemnike, prijenosne uređaje i mobitele. Široka primjena RDS-TMC-a (engl. Radio Data System Traffic Message Channel) je također imala značajan utjecaj na uspjeh RDS tehnologije. [3]



Slika 2.1. RDS logo[6]

## 2.1. RDS forum

RDS forum postoji od 1993. godine. Forum je održavao dvije velike sjednice godišnje, na kojima je prisustvovalo preko stotinu ljudi iz cijeloga svijeta.[7]

RDS forum je neprofitna međunarodna udruga profesionalnih industrija koja ima za cilj promicanje i održavanje RDS tehnologija. Održavanje znači ne samo da sustav RDS-a pravilno ide kako je izvorno zamišljen od strane EBU-a, već također nadogradnju, održavanje potpune kompatibilnosti s vrlo velikim brojem postojećih RDS prijemnika, kako bi se omogućile nove funkcionalnosti koje su tek nedavno postale dostupne za implementaciju u najnovijim generacijama RDS prijemnika.[3]

1997. godine RDS forum imao je četiri radne skupine koje se bave održavanjem RDS standarda, razvijanjem prihvaćenih smjernica za RDS sustav, nadogradnju *Universal Encoder Communications* protokola (UECP) te se bave RDS/DAB implementacijom za DAB prijenose i prijemnike koji nude kompatibilno korisničko sučelje. Operativni troškovi udruge dijele se između svih članova. Godišnje se plaća članarina za svakog registriranog predstavnika.[7]

## 2.2. Razvoj RDS standarda

### 2.2.1. Europski standard

Prvi RDS standard objavljen je u ožujku 1984. godine pod nazivom *EBU Tech 3244: Specifications of the Radio Data System RDS for VHF/FM sound broadcasting*. [7]

Tablica 2.1. Popis RDS značajki definiranih u izvornoj specifikaciji EBU-a 1984. godine[7]

| EBU Tech 3244 značajke          | Skraćenica |
|---------------------------------|------------|
| Lista alternativnih frekvencija | AF         |
| Datum i vrijeme                 | CT         |
| Identifikacija dekodera         | DI         |
| Kućna upotreba                  | HI         |
| Prekidač za glazbu              | MS         |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Informacije o ostalim mrežama       | ON  |
| Identifikacija programa             | PI  |
| Broj programa                       | PIN |
| Naziv usluge programa               | PS  |
| Tip programa                        | PTY |
| Radio tekst                         | RT  |
| Identifikacija prometnih obavijesti | TA  |
| Transparentni podatkovni kanal      | TDC |
| Identifikacija programa prometa     | TP  |

Do 1984. godine nije bilo mnogo dizajnera prijemnika sa RDS-om, razlog je taj što je ovaj standard došao iz istraživačkih laboratorija, a ne od proizvođača komercijalnih prijemnika. Uskoro je to stanje promijenjeno kada su komercijalne tvrtke shvatile pogodnosti RDS-a i to da je RDS osmišljen kako bi im privukao kupce. Prvi RDS prijemnik proizveden je u Volvu. Volvo je želio poboljšati sigurnost automobila kroz uvod od nekoliko automatskih značajki koje RDS prijemnik može pružiti.[7]



Slika 2.2. Volvo 701, prvi komercijalni RDS auto prijemnik, 1987 godina.[7]

Godine 1992. te nakon toga 2005. godine, nacionalni odbor za radio sustave objavio je Sjevernoameričku verziju RDS standarda, nazvanu RBDS. Razlike sa IEC standardom su jako male, a logotip je ostao isti kao i kod RDS-a.[3]

Unutar ITU-a postoji preporuka *ITU-R Rec. BS.643-2* koja opisuje karakteristike RDS/RBDS. [3]

Implementacija RDS-a zahtijeva na odašiljačkoj strani RDS koder. Kako kod odašiljačkih mreža lako može doći do miješanja signala iz sličnih uređaja različitih proizvođača i korisnika, EBU je standardizirao 1994. godine *Universal Encoder*

*Communication* protokol (UECP). Ova otvorena specifikacija je dostupna na RDS forumu i do danas je nekoliko puta bila ažurirana.[3]

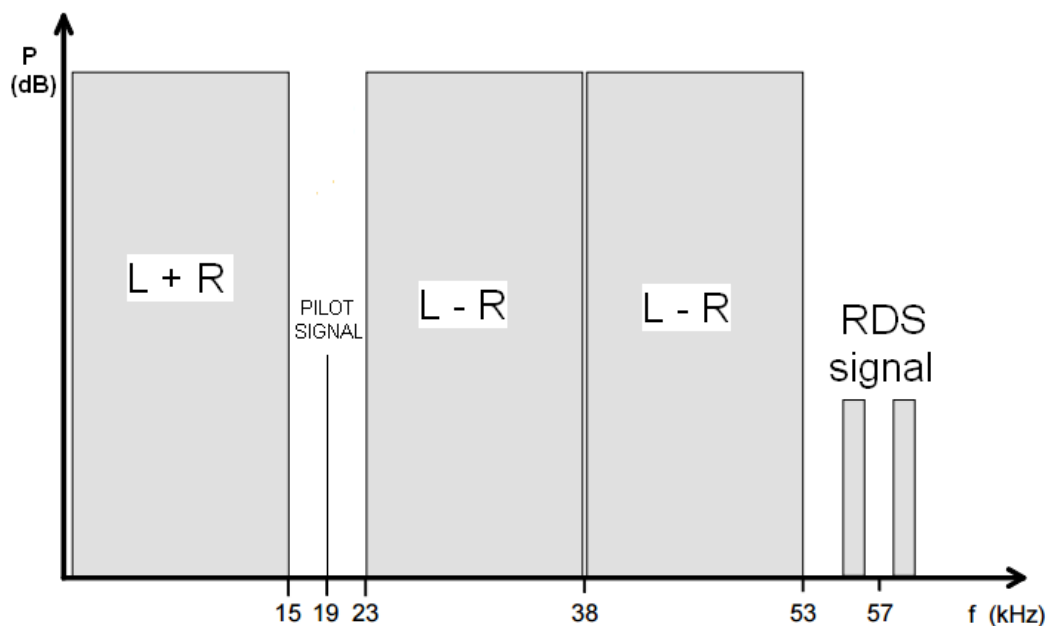
### 2.2.2. USA standard

Godine 1990. započele su rasprave o standardizaciji RDS-a za Sjedinjene Države pod pokroviteljstvom nacionalne udruge televizijskih kuća (NAB) i od nacionalnog odjela radio standarda (NRSC).[7]

S obzirom da je radijsko okruženje u Sjedinjenim državama sasvim drugačije uređeno nego li je u Europi, jasno da je i RDS trebao neke prilagodbe. NRSC je izabrao nazvati američki standard *Radio Broadcast Data System (RBDS)*. Shvatili su da će RDS standard biti bolje prihvaćen ukoliko prihvate temeljni oblik Europskog sustava, s obzirom da su RDS iskustvo, RDS koderi i RDS prijemnici već bili lako dostupni. Općenito, razmišljalo se da RDS prijemnici mogu biti korišteni bilo gdje u svijetu, pod uvjetom da je ECC značajka korištena za jedinstveno označavanje zemlje.[7]

### 3. RDS KODER

Koder koji će se izraditi i testirati jest PIRA32 koder. U ovom poglavlju opisan je ovaj RDS koder, koji je nastao kao rezultat više od 10 godina iskustva, prikupljanja i zadovoljava zahtjeva većine regionalnih, lokalnih, RSL, LPFM i drugih srednjih i malih radio postaja. Također je vrlo pogodan za razvojne svrhe. Potpuno digitalni koncept osigurava visoku pouzdanost, izvrsne karakteristike signala, i daje korisniku mnogo naprednih značajki uz održavanje niskih troškova nabave.[8] PIRA32 je prvi kompaktni dinamički RDS koder u svijetu.[9]



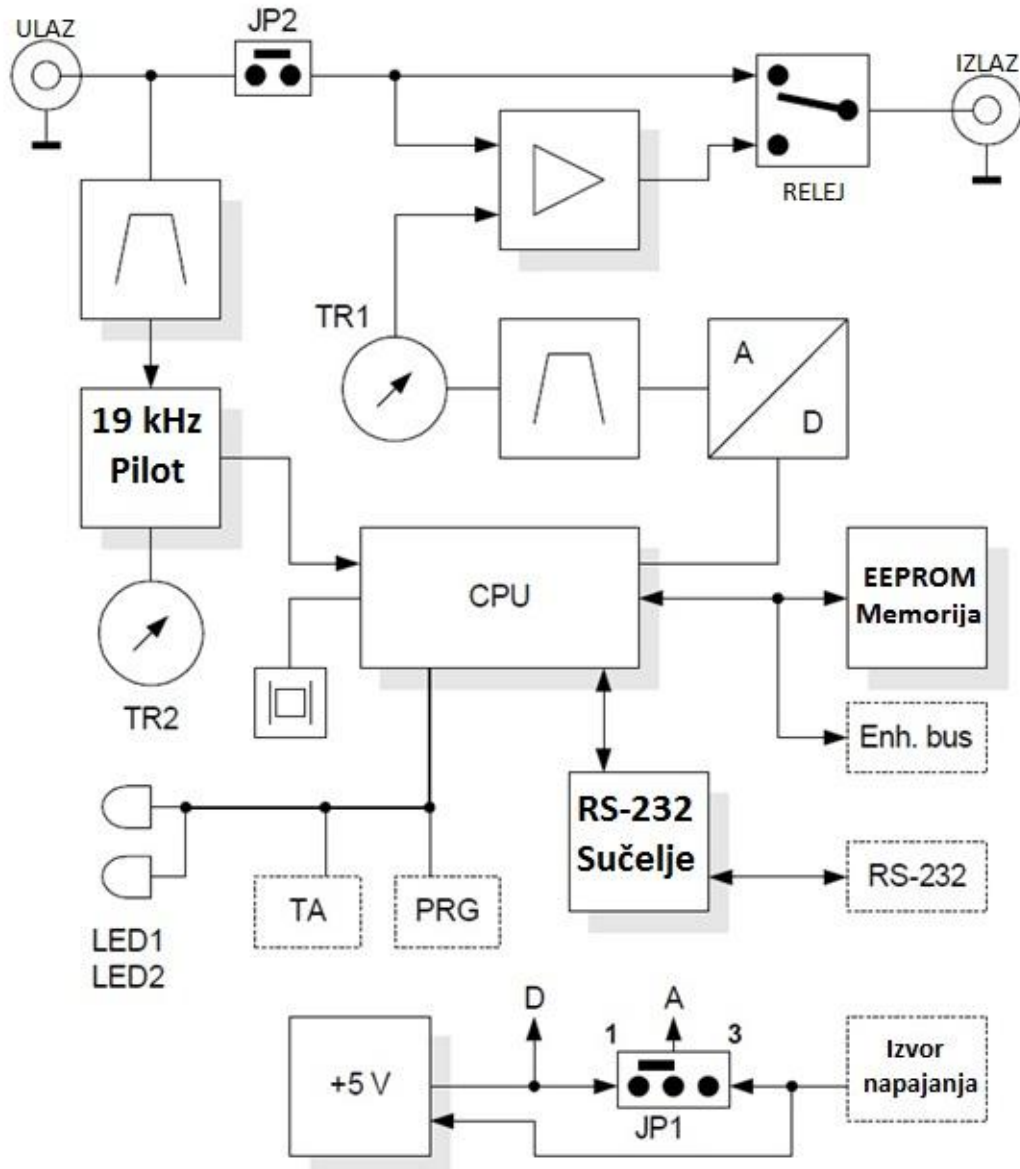
Slika 3.1. Spektar signala stereo mutipleksnog signala sa spektrom RDS -a.

Svaka stanica dijeli svoj dio spektra na tri podsegmenta, što možemo vidjeti na slici 3.1.. Zvuk, lijevi plus desni audio signal, zatim stereo signal, lijevi minus desni audio signal (tako da mono sustav može primiti stereo informaciju) i digitalni RDS signal. Primatelj je obaviješten da je riječ o stereo signalu od strane pilot signala. Pilot signal je periodični signal na 19 kHz.[4]

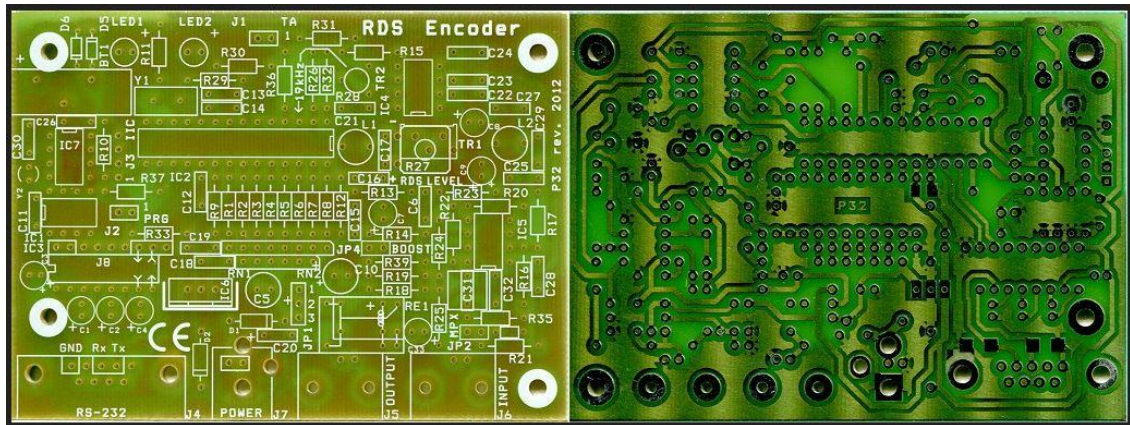
Komercijalne FM radiopostaje rade odašiljanje u području od 88.1 MHz do 107.9 MHz. Svaka radio stanica ima 200 kHz širinu pojasa oko centralne frekvencije na kojoj odašilje kako ne bi došlo do miješanja signala između stanica.[10]

### 3.1. Izvedba RDS kodera PIRA 32

Blok dijagram PIRA32 RDS kodera prikazana je na slici 3.2.



Slika 3.2. Blok dijagram PIRA 32 kodera [8]



Slika 3.3. Prikaz printane pločice



Slika 3.4. Lemilica DIGITAL HQ SOLDERING/30

Slika 3.3. prikazuje printanu pločicu PIRA32 RDS kodera. Na tu pločicu leme se komponente iz popisa 3.1. U tu svrhu služi lemilica prikazana na slici 3.4. Multimetrom sa slike 3.5. provjeravani su spojevi zalemljenih komponenti na način da se provjeri međusobna povezanost.



Slika 3.5. Multimetar METEX M4640A

Napravljeno je kućište u koje će se moći smjestiti pločica sa komponentama, sklop za ispravljanje, transformator te potrebni priključci, što je prikazano slikama 3.6., 3.7., 3.8.. S prednje i stražnje strane izbušene su rupe za LE diode, LCD zaslon te priključak za napajanje, RS-232 priključak, BNC priključci i dr.



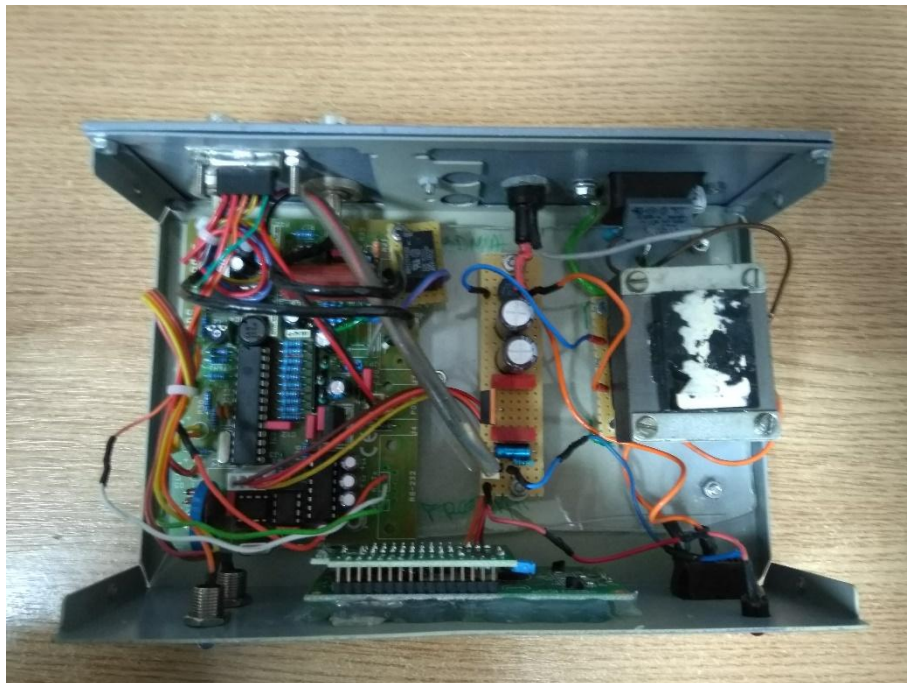
Slika 3.6. Prikaz prednje strane RDS kodera





Slika 3.7. Prikaz stražnje strane RDS koder

Nakon što je RDS koder u potpunosti završen, polemljene su sve komponente i posložene u kućište koje je napravljeno, uređaj je priključen na napajanje, i spojen je na računalo kako bi se izvršile postavke rada.



Slika 3.8. Potpuno završen PIRA 32 RDS koder

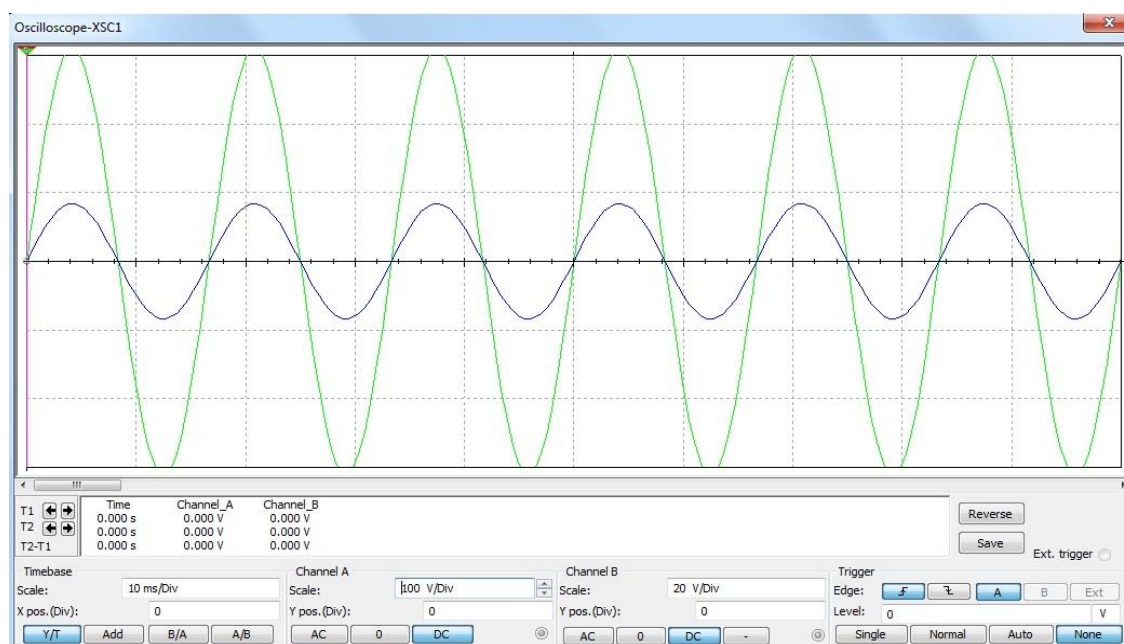
### 3.2. Napajanje RDS koder

Napajanje RDS koder može se vršiti iz bilo kojeg izvora napajanja koji daje napon između 8 V DC i 15 V DC, te jakost struje minimalno 200 mA. PIRA 32 RDS koder ima vlastitu zaštitu od polariteta i vlastiti stabilizator napajanja. Prekidač JP1 utječe na napon napajanja analognog dijela. Višim naponom napajanja može se obraditi veća razina MPX signala. Ukoliko se koristi stabilizirano napajanje, JP1 prekidač treba biti na položaju 2-3, kako je označeno na pločici.[8]

### 3.3. Simulacija napajanja RDS koder

Kako bi RDS koder ispravno funkcionirao potrebno je bilo napraviti kvalitetno napajanje. U tu svrhu služi transformator i sklop za ispravljanje.

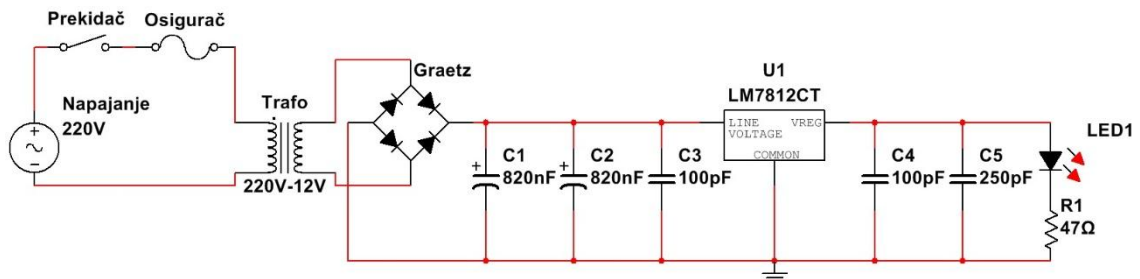
Transformator služi kako bi vrijednosti napona sa 220 V izmjenični napon spustili na 12 V izmjenični napon.



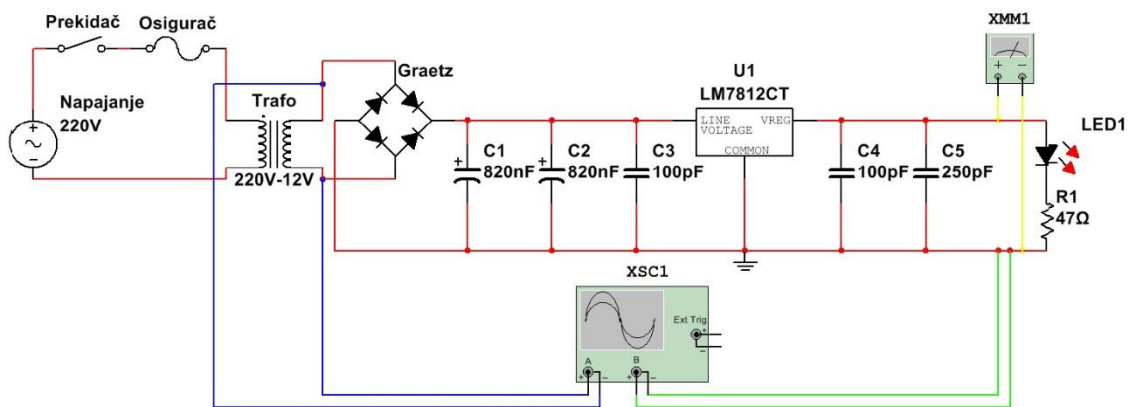
Slika 3.9. Valni oblik napona prije (zelena) i poslije(ljubičasta) transformatora (220 V izmjenični napon na 12 V izmjenični napon)

Oblik napona na slici 3.9. rezultat je simulacije napravljene u programu *Multisim*. Ovim programom je simuliran i rad sklopa za ispravljanje.

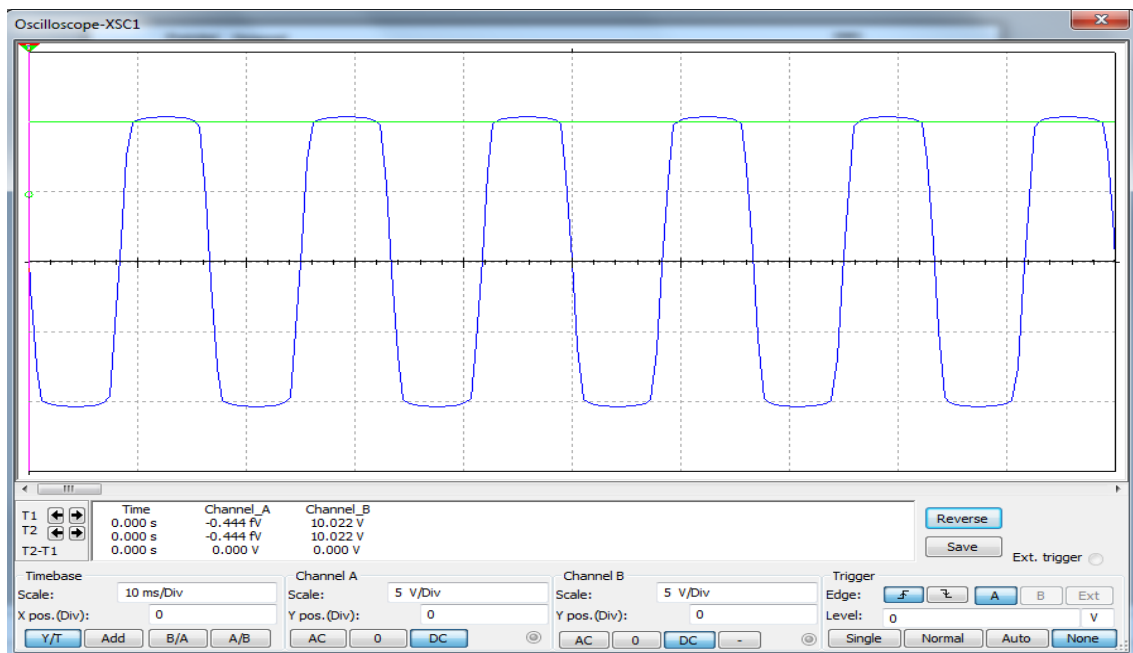
Sklop za ispravljanje nalazi se nakon transformatora. Napon sekundara transformatora doveden je na ulaz sklopa za ispravljanje. Na izlazu ispravljačkog sklopa zatim dobivamo ispravljenih 12 V, što možemo vidjeti na slici 3.12. To je i više nego dovoljno za napajanje PIRA32 RDS kodera.



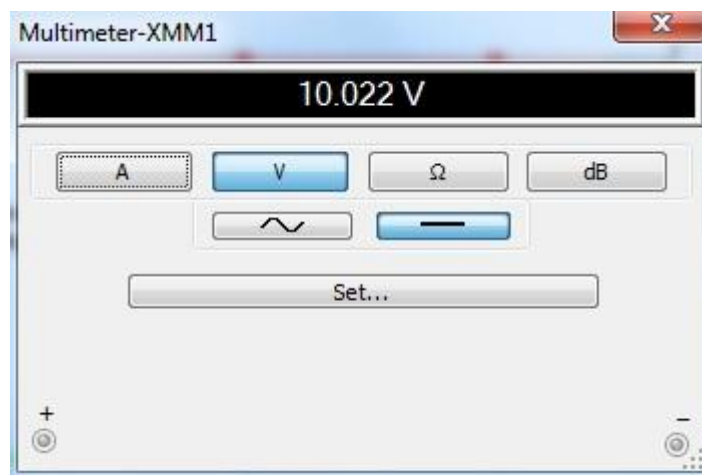
Slika 3.10. Shema sklopa za napajanje RDS kodera napravljena u programu *Multisim*



Slika 3.11. Shema sklopa ispravljača za potrebe simulacije rada sklopa za napajanje napravljena u programu *Multisim*



Slika 3.12. Valni oblici napona na sekundaru transformatora (plava) i izlaznog ispravljenog napona (zelena) – > Slike 3.11.



Slika 3.13. Vrijednost istosmjernog napona na izlazu sklopa za ispravljanje – simulacija.

Slika 3.13. prikazuje vrijednost napona koju imamo na izlazu iz sklopa za ispravljanje. U simulaciji je to istosmjerni napon od 10.022 V. Rezultati simulacije dali su pozitivne rezultate. To možemo zaključiti ako pogledamo u tablicu 4.1. Vidljivo je da je minimalni potrebni istosmjerni napon za rad kodera 8 V.

### 3.4. Komponente za izvedbu koder

U tablici 3.1. navedene su sve elektroničke komponente i dodatni pribor (kabeli, baterije, konektori i priključnice) potrebne za izvedbu RDS koder PIRA 32

RS-232 je definicija za serijsku komunikaciju. Definiira sloj sučelja, ali ne i aplikacijski sloj. Za korištenje RS-232 u određenim slučajevima, programski *software* mora biti napisan na uređajima na oba kraja priključnog RS-232 kabela. Programer može slobodno definirati protokol koji se koristi za komunikaciju. RS-232 priključcima se može izravno pristupiti aplikacijom ili upravljačkim programom uređaja u operacijskom sustavu.[12]

Tablica 3.1. Popis komponenti potrebnih za izgradnju PIRA 32 RDS koder

| <b>PIRA 32 RDS koder</b> |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| Kabel                    | PIRA 32 USB – RS 232           |
| Kabel                    | BNC-BNC (1m)                   |
| IC2                      | PIRA 32 Microcontroller<br>DIP |
| PCB                      | PIRA 32 printana pločica       |
| Y2                       | Kvarc HC49U (3,200 MHz)        |
| IC1                      | 24LC256-I/P                    |
| IC3                      | MAX232                         |
| IC4                      | LM567                          |
| IC5                      | TLC272                         |
| IC6                      | 7805                           |
| IC7                      | PCF8563P                       |
| D1, D2                   | 1N4007                         |
| D3, D4                   | LED (plava)                    |
| D5, D6                   | 1N4148                         |
| Y1                       | Kvarc (4,332 MHz)              |
| L1                       | 09P-331K (330 $\mu$ H)         |
| L2                       | 09P-152J (1,5 mH)              |

|  |  |
|--|--|
| RE1  | Relej 5V (3 pin)                         |
| J4   | CANON 9F priključak                      |
| J5, J6   | BNC priključci                           |
| C1, C2, C3, C4   | 1 $\mu$ F (50 V, elektrolit)             |
| C5, C10  | 100 $\mu$ F (25 V, elektrolit)           |
| C6, C11, C12, C18, C19,<br>C20, C24, C26, C32  | 100 nF (keramički)                       |
| C7, C8   | 10 $\mu$ F (35 V, elektrolit)            |
| C9, C33  | 100 $\mu$ F (16 V, elektrolit)           |
| C13, C14, C30  | 22 pF (keramički)                        |
| C15, C16, C25  | 47 nF (folija)                           |
| C17  | 22 nF                                    |
| C21  | 33 nF (folija)                           |
| C22  | 220 nF (folija)                          |
| C23, C29   | 1 nF (keramički)                         |
| C27  | 47 nF (folija)                           |
| C28  | 330 pF (keramički)                       |
| C31  | 47 $\mu$ F (folija)                      |
| BT1  | CR2032 baterija u<br>vertikalnom kućištu |
| POWER  | DC priključnica napajanja                |
| R1, R2, R3, R4, R5, R6,<br>R7, R8, R9, R10, R11,<br>R12, R13, R17, R29, R30,<br>R36, R37 | 2 k $\Omega$                             |
| R14, R19, R26, R31, R32,<br>R33, R39   | 10 k $\Omega$                            |
| R15, R18, R22  | 15 k $\Omega$                            |
| R16, R20, R21, R24   | 33 k $\Omega$                            |
| R23  | 4k7 $\Omega$                             |
| R25  | 91 $\Omega$                              |
| R27  | Trimer 1k                                |
| R28  | Trimer 5k                                |

|     |                      |
|-----|----------------------|
| R35 | 150 k $\Omega$       |
| RN1 | 3X1k otporna regleta |
| RN2 | 4X1k otporna regleta |

*PIRA 32 Microcontroler* formira potpuno digitalni radio kodni sustav koji je posebno razvije za FM emitiranje. Primjenjuje fizičke i podatkovne slojeve i podržava prošireni skup RDS usluga. [11]

## 4. TESTIRANJE I MJERENJE

Testiranje sklopa izvršeno je nakon što su postavke rada podešene. Rađena su dva različita testiranja.

Prvo testiranje napravljeno je u prostorijama Studentskog radija UNIOS. Testiranje je napravljeno tako što je simulirana mini radio stanica. Prije nego što je radio stanica puštena u rad provjereno je na kojoj frekvenciji će najmanje smetati službenim radio stanicama, na način da im se ne miješa u rad.

Pri tome je za potrebe testiranja odabrana frekvencija 89,4 MHz.

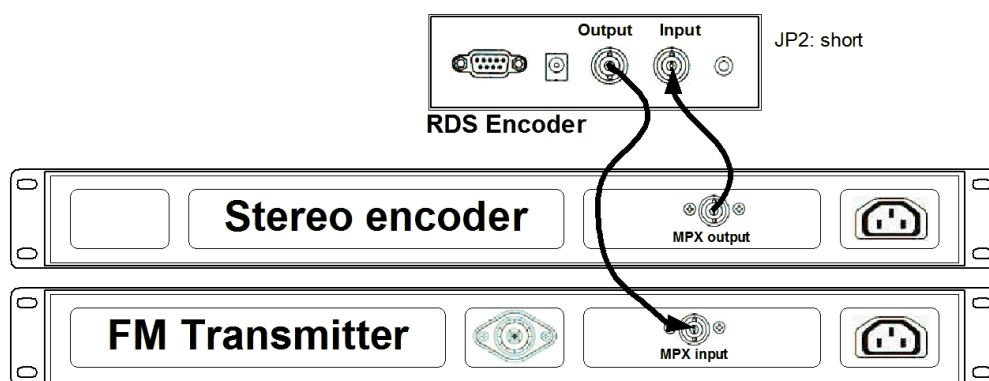
Potrebna oprema za testiranje je:

- Monopol antena
- PIRA32 RDS koder
- Stereo coder SC 100
- Exciter RBT/E – 20 – VHF
- Radio prijemnik KENWOOD AM/FM
- Razni kabeli

Osnovna pravila kod spajanja RDS kodera sa stereo koderom i exciterom su:

- RDS signal mora se unijeti u modulacijski signal (dodaje se u MPX signal ako se koristi stereo koder)
- Ako se koristi stereo koder, jedan od njegovih izlaza (MPX ili pilot ton) mora biti spojen na ulaz RDS kodera kako bi se ispunio zahtjev za sinkronizacijom[6]

U provedenom testiranju korištena shema spajanje je:



Slika 4.1. Stereo koder i FM odašiljač sa samo jednim MPX konektorom[8]



Monopol antena sa slike 4.3. je korištena kao odašiljač.

RDS koder je programiran tako da na zaslonu prijemnika ispiše poruku „*TEST MK*“. Za programiranje RDS kodera korišten je program *Magic RDS*.

Drugo testiranje napravljeno je u zgradi FERIT-a, prostorija 3-23, laboratorij za VF mjerenja. Mjereni su spektri signala koje generira RDS koder. Te jakosti signala uz prisustvo i bez prisustva pilot signala.

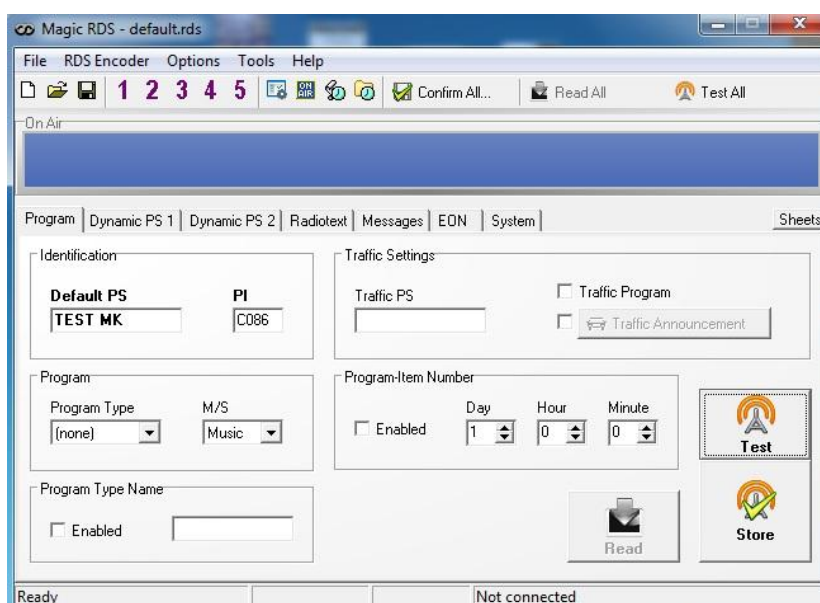
Oprema korištena za testiranje je:

- Spektralni analizator HP E4402B
- Signal generator Agilent 33250A
- PIRA32 RDS koder
- Razni kabeli

Rezultati testiranja pokazali su da je RDS koder funkcionalan i ispunjava sve zahtjeve.

#### 4.1. Ispitivanja i rezultati mjerenja

Magic RDS je upravljački program, zasnovan na GUI-u. Pomoću njega možemo na jednostavan način izvršiti početnu konfiguraciju RDS kodera te razne druge parametre i funkcije.



Slika 4.2. Izgled početnog sučelja programa *Magic RDS*

Nakon što je pokrenut i programiran, RDS koder na LCD ekranu na kućištu ispisuje postavke. Na taj način se može izvršiti provjera prije puštanja u rad. U određenim vremenskim intervalima sve postavke se prikazuju na LCD-u, u nizu, jedna za drugom.



Slika 4.3. Monopol antena



Slika 4.4. Stereo koder, exciter, RDS koder i radio prijemnik međusobno povezani prema shemi na slici 4.1.



Slika 4.5. Prikaz generiranog teksta na zaslonu Kenwood AM/FM prijemnika



Slika 4.6. Prikaz generiranog teksta u automobilskom radio prijemniku

Slika 4.5. i 4.6. prikazuju tekst generiran od strane RDS koda na različitim prijemnicima i u različitim uvjetima. Time je potvrđena funkcionalnost uređaja.



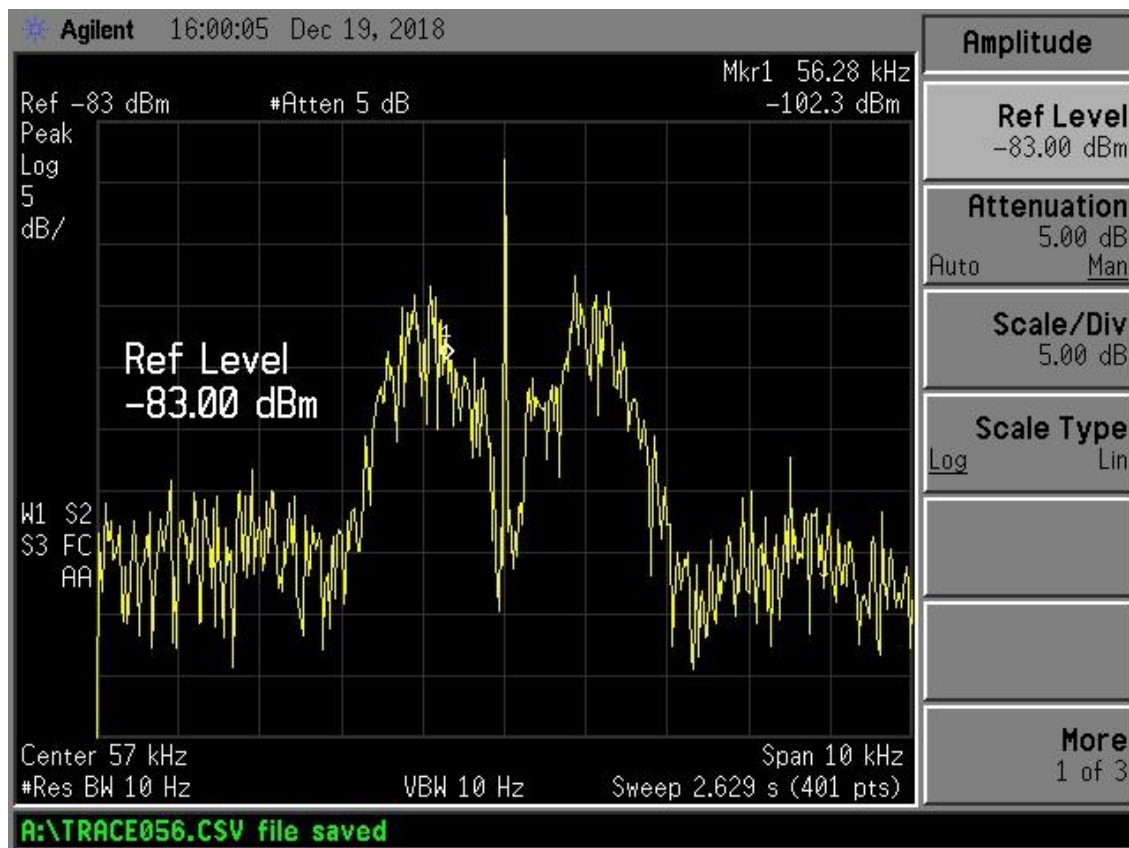
Slika 4.7. Prikaz spektra signala uz signal generatora (pilot signalfrekvencije 57 kHz i amplitude 6,9 V)

Sa slike 4.7. vidimo da se sredina generiranog signala od strane RDS koda nalazi na frekvenciji od 57 kHz. Amplituda pilot signala je u ovom slučaju 6,9 V. Snaga signala na frekvenciji od 56,28 kHz je -101,3 dBm. Tu vrijednost smo dobili proizvoljnim postavljanjem markera na frekvenciju od 56,28 kHz.



Slika 4.8. Prikaz spektra signala kada nema signala generatora (pilot signala)

Sa slike 4.8. vidimo prikaz signala generira od strane RDS kodera u slučaju kada je vrijednost amplitude signala generatora 0 V. Marker za očitavanje vrijednosti snage signala je postavljen na istu vrijednost kao i u prethodnom slučaju (56.28 kHz). Očitana vrijednost snage signalu ovom slučaju je manja i iznosi -100.6 dBm.



Slika 4.9. Prikaz spektra signala uz signal generatora (pilot signal frekvencije 57 kHz i amplitude 10 V)

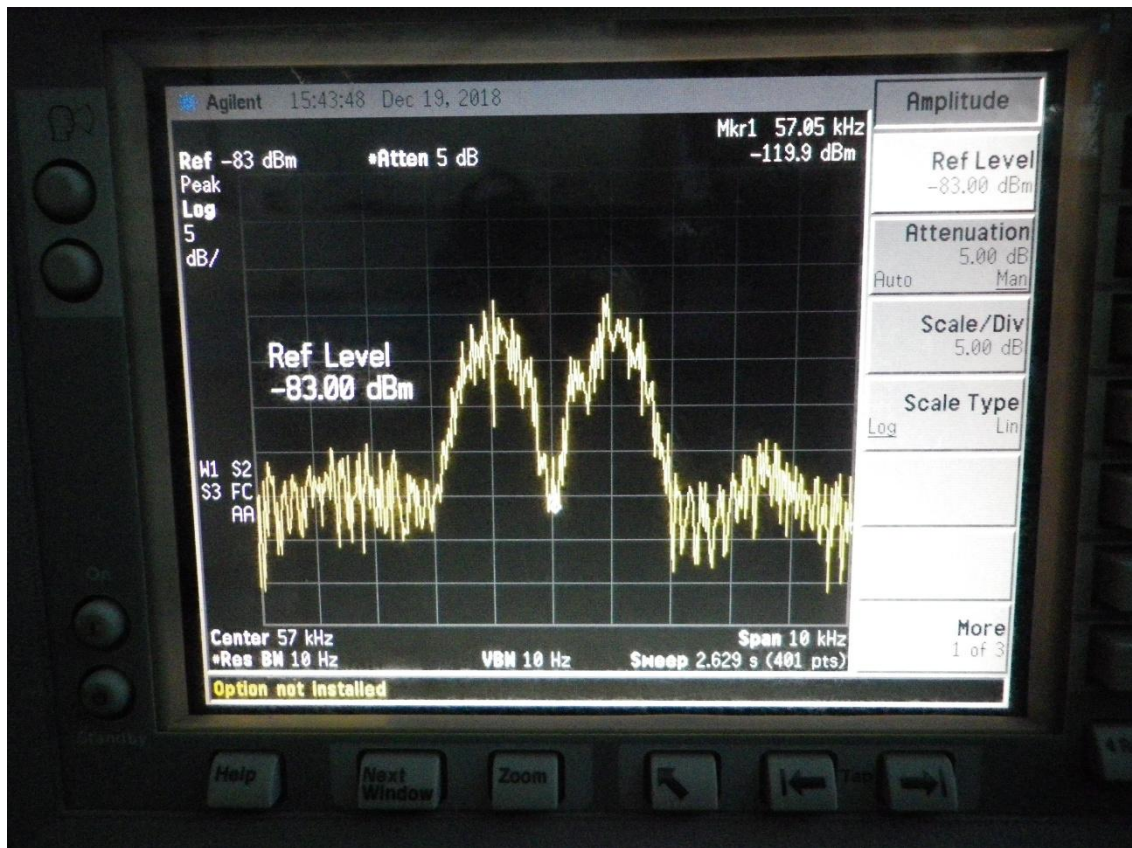
Na slici 4.9. prikazan je signal generira od strane RDS koderu u slučaju kada postoji i signal od strane signal generatora. Amplituda signala generatora je 10 V. Ponovnim postavljanjem markera na vrijednost od 56.28 kHz očitana je vrijednost snage signala od -102.3 dBm.

Sa slika 4.7., 4.8., i 4.9. možemo primijetiti kako se promjenom vrijednosti amplitude na signal generatoru mijenja snaga signala koju generira RDS koder. Povećanjem amplitude signala kod signal generatora povećava se i snaga signala kod RDS koderu.

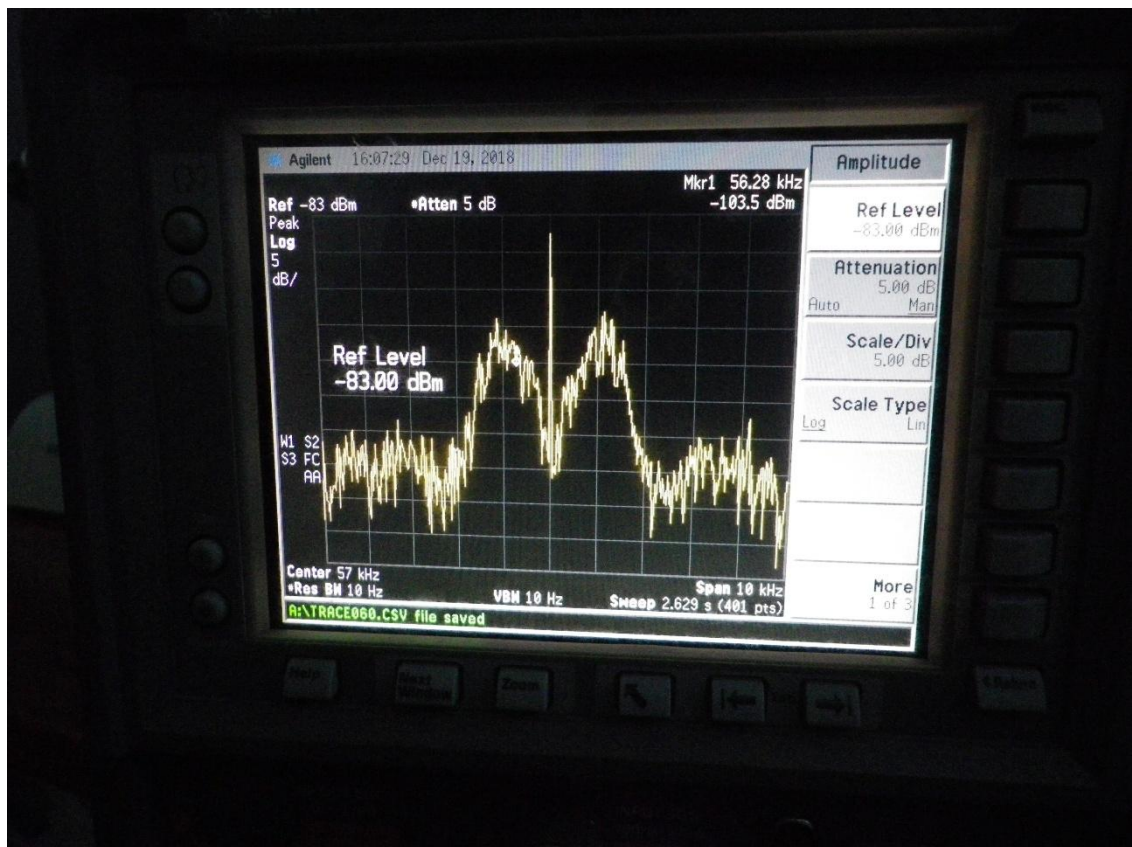


Slika 4.10. Oprema korištenja za testiranje

Na slici 4.10. možemo vidjeti kako je vrijednost amplitude signal generatora postavljena na 10 V. Tako postavljena vrijednost signala generatora očituje se i na analizatoru.



Slika 4.11. Spektar signala RDS kodera bez prisustva signala generatora



Slika 4.12. Spektar signala RDS kodera uz prisustvo signala generatora



Mjerenje spektra RDS signala izvedeno je korištenjem signal generatora Agilent 33250A i Spektralnog analizatora Agilent E4420B (do 3 GHz). Mjerenje je izvedeno u dvije varijante: sa i bez pilot signala frekvencije 57 kHz. Snimljeni spektri prikazani na slikama 4.7. – 4.12. prikazuju tipične spektralne slike RDS signala (bez stereo multipleksnog signala) pozicioniranog na centralnoj frekvenciji od 57 kHz i širinom od 2 kHz jednog bočnog pojasa.

## 4.2. Tehničke karakteristike

Tablica 4.1. Tehničke karakteristike PIRA32 RDS koda

| <i>Općenito</i>                           |                 |  |
|---|-----------------|--|
| <b>Napajanje</b>                          | JP1: 1-2        | 8 – 15 V DC  |
|   | JP1: 2-3        | 8– 15 V DC stabilizirano   |
| <b>Potrebna struja</b>                    | 12 V            | 60mA (100mA sa LCD modulom)  |
| <b>Priključci signala</b>                 |                 | Nebalansirani BNC  |
| <b>Podatkovni prijenos</b>                |                 | RS-232, dvosmjerni   |
| <b>Brzina komunikacije</b>                |                 | Programski promjenjiva (1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bps)                                 |
| <b>Način komunikacije</b>                 |                 | 1 stop bit, 8 podatkovnih bitova, bez pariteta, ASCII ili UECP                             |
| <b>Broj postavki programa</b>             |                 | 2  |
| <b>RDS usluge</b>                         |                 | PI, PS, PTY, TP, AF, TA, DI, M/S, PIN, RT, RT+, TMC, EON, PTYN, ECC, LIC, TDC, IH, CT, ODA |
| <i>RDS signal</i>                         |                 |  |
| <b>Frekvencija nosioca</b>                |                 | 57 kHz   |
| <b>Bandwith</b>                           |                 | ±2,4 kHz   |
| <b>Razina izlaznog signala</b>            |                 | 0 – 1,4 V p-p (0 – 2,8 V p-p Booster jumper)   |
| <i>Audio/MPX/Pilot ulaz</i>               |                 |  |
| <b>Preporučeno impedantno opterećenje</b> | Mono            | < 10kΩ   |
|   | stereo MPX      | < 2kΩ  |
| <b>Preporučeni MPX napon</b>              | JP1: 1 – 2      | 1,3 – 3,3 V p-p  |
|   | JP1: 2 – 3, 12V | 1,3 – 8,0 V p-p  |
| <b>Pilot tone razina</b>                  |                 | min. 120mV p-p   |

|   |                 |                       |
|---|-----------------|-----------------------|
| <b>Preporučena FM devijacija</b>                |                 | 6,8 kHz               |
| <b>Frekvencija pilot signala iz stereo koda</b> | stereo prijenos | 19000 Hz $\pm$ 2 Hz   |
| <i>Izlaz</i>                                    |                 |                       |
| <b>Izlazna impedancija</b>                      |                 | 100 $\Omega$          |
| <b>Preporučeno impedantno opterećenje</b>       |                 | > 70 $\Omega$ , <1 nF |
| <b>Maksimalni napon na izlazu (RDS + MPX)</b>   | JP1: 1 – 2      | 3,6 V p-p             |
|   | JP1: 2 – 3, 12V | 9,0 V p-p             |
| <b>Preporučena RDS razina</b>                   |                 | 3 – 11 % od MPX       |

Položaj JP1 prekidača ovisi o karakteristikama napajanja RDS koda. JP1 položaj se ne smije mijenjati ukoliko je uređaj uključen.

Tablica 4.2. Postavke JP1 u ovisnosti od signalu na ulazu RDS koda[8]

| <b>Ulaz RDS koda</b> | <b>Vrijednosti signala</b>  | <b>JP1 pozicija</b> |
|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Ne iskorišten        | -                           | 1-2                 |
| Pilot ton            | -                           | 1-2                 |
| MPX signal           | Nivo signala $\leq$ 3.3 Vpp | 1-2                 |
|                      | Nivo signala $\geq$ 3.3 Vpp | 2-3                 |

JP2 prekidač kratko spajamo samo kada želimo signal sa ulaza prebaciti direktno na izlaz RDS koda. U bilo kojem drugom slučaju položaj JP2 prekidača mora biti otvoren.[8]

## 5. ZAKLJUČAK

RDS (Radio Data System) se koristi za prijenos digitalnih podataka kroz mrežu. U radu je opisano što je RDS, kako radi i dan je pregled konstrukcije jednog modela RDS koder. Konstruirani koder je PIRA32. Koder je napravljen na način da su pribavljene potrebne komponente, zatim je uslijedio postupak lemljenja komponenti, izrada kvalitetnog napajanja, a posljednje je bilo podešavanje postavki rada koder. Pošto je napajanje vrlo bitno za funkcionalan rad koder, prvo je napravljena simulacija napajanja koder. Simulacijom ovog podsustava potvrđen je stabilan rad ispravljača izlaznog istosmjernog napona vrijednosti 10 V uz nisku valovitost. Nakon podešavanja postavki rada, koder je podvrgnut testiranju. Testiranje je napravljeno u dva oblika, na različitim lokacijama. Pogledom na rezultate testiranja i mjerenja možemo zaključiti kako je uređaj obrađen u ovome radu u potpunosti funkcionalan. Ovakav uređaj može se koristiti u FM radio difuziji, a najviše se koriste za odašiljanje informacija putem radio valova.

S obzirom da se intenzivno radi na RDS/DAB sustavu u skoroj budućnosti može se očekivati znatno povećanje korištenja ovog sustava.

## LITERATURA

- [1] <https://www.electronics-notes.com/articles/audio-video/broadcast-audio/rds-radio-data-system-basics-tutorial.php>  
[pristup ostvaren 3.2.2019.]
- [2] National Radio Systems Committee, NRSC-4-B, United States RBDS Standard, Specification of the radio broadcast data system (RBDS), Travanj, 2011 (<https://www.nrscstandards.org/standards-and-guidelines/documents/standards/nrsc-4-b.pdf>)  
[pristup ostvaren 10.2.2019]
- [3] [https://www.2wcom.com/fileadmin/redaktion/dokumente/Company/25\\_years\\_RDS.pdf](https://www.2wcom.com/fileadmin/redaktion/dokumente/Company/25_years_RDS.pdf)  
[pristup ostvaren 14.3.2019.]
- [4] J. M. Friedt, Radio Data System (RDS) – investigation of the digital channel used by commercial FM broadcast stations, introduction to error correcting codes, April 2, 2017 dostupno na ([http://jmfriedt.free.fr/lm\\_rds\\_eng.pdf](http://jmfriedt.free.fr/lm_rds_eng.pdf))  
[pristup ostvaren 23.2.2019]
- [5] [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=EP&NR=1432157A1&KC=A1&FT=D&ND=&date=20040623&DB=&locale=en\\_EP#](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=EP&NR=1432157A1&KC=A1&FT=D&ND=&date=20040623&DB=&locale=en_EP#)  
[pristup ostvaren 22.2.2019.]
- [6] <https://www.scienceabc.com/wp-content/uploads/2016/12/RDS-logo.jpg>  
[pristup ostvaren 20.2.2019.]
- [7] D. Kopitz, B. Marks, RDS: The Radio Data System, Artech House, Boston-London;1998  
(<http://theeye.eu/public/WorldTracker.org/Engineering/Electrical%20Engineering/RDS..The%20Radio%20Data%20System.pdf>)  
[pristup ostvaren 10.3.2019.]
- [8] PIRA32 RDS Encider, Technical manual, Version 1.6  
(<http://pira.cz/rds/manual.pdf>)  
[pristup ostvaren 20.2.2019.]
- [9] [http://pira.cz/rds/pira32.asp?p=PIRA32\\_RDS\\_Encoder\\_Module](http://pira.cz/rds/pira32.asp?p=PIRA32_RDS_Encoder_Module)  
[pristup ostvaren 3.3.2019.]
- [10] S. Rupčić, Prijemnici, 10. predavanje Mješači 1, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija, Osijek  
(<https://loomen.carnet.hr/mod/folder/view.php?id=241326>)  
[pristup ostvaren 23.2.2019.]
- [11] PIRA32 Microcontroller, FM Broadcast Radio Dana System Encoder MCU with single communication port (<https://pira.cz/rds/p32mcu.pdf>)  
[pristup ostvaren 20.2.2019.]

- [12] <https://www.lammertbies.nl/comm/info/RS-232-usb.html#intr>  
[pristup ostvaren 14.3.2019.]

## SAŽETAK

U ovome radu opisano je što je RDS i prikazana je konstrukcija jednog modela RDS koder. Konstruirano je i napajanje koder. S obzirom da je napajanje vrlo bitno za ispravan rad koder, prije same konstrukcije napravljena je simulacija napajanja kako bi se uvjerali u kvalitetu zamišljenog napajanja. Koder je po završetku pušten u rad i napravljeno je testiranje uređaja. Testiranje je napravljena u dva različita oblika. Rezultati testiranja i mjerenja ukazuju na to da je uređaj u potpunosti funkcionalan. Ovakav ili sličan uređaj najviše koriste radio stanice za odašiljanje informacija slušateljima. U budućnosti se očekuje prijelaz na RDS/DAB sustav.

Ključne riječi: RDS koder, PIRA32 koder, spektar signala, stereo multipleksni signal

## **RDS ENCODER SUMMARY**

This paper describes what RDS is and shows the construction of one RDS encoder model. Encoder power is also built. Since the power supply is very important for the correct encoder operation, a power simulation has been made prior to the construction itself to assure the quality of the power supply. The coder was released and the device was tested. Testing is made in two different shapes. Test results and measurements indicate that the device is fully functional. This or similar device is most used by radio stations to transmit information to listeners. In the future, a transition to the RDS / DAB system is expected.

Key words: RDS encoder, PIRA32 encoder, signal spectrum, stereo multiplex signal