

RDS: Radio Data System

seminarska naloga pri predmetu Digitalne komunikacije

Študijsko leto: 2014/15

Letnik: 3.

Program: FE Elektrotehnika UN

Smer: Telekomunikacije

Avtorja: Andrej Šček in Kristjan Vuk Baliž

Mentor: dr. Anton Umek

Uvod

RDS oz. Radio Data System je oznaka za svetovno razširjen protokol za prenos manjših količin digitalnih podatkov znotraj okvirov FM radia. Gre za neke vrste meta-podatke, katerih namen je seveda izboljšanje uporabniške izkušnje s pomočjo interakcije med izvorom, tj. radijsko postajo, in pa ponorom, ki pa so FM radiih splošno, največkrat pa v pričujočem kontekstu govorimo o avtoradiih. Pri slednjih dobi namreč RDS kot takšen šele smisel, kajti velik del standardiziranega paketa RDS podatkov se nanaša ravno na (spreminjajočo se) lokacijo sprejemnika, ki pa vemo, da v primeru hišnega radio stolpa ne predstavlja neke spremenljivke.

Fizikalno ozadnje prenosa zvočnega signala v obliki EM valovanja

Človeško uho je s pripadajočimi biološkimi detekcijskimi mehanizmi občutljivo na frekvence od približno 20Hz pa vse tja do 20kHz, pri čemer je medij za prenos zvoka kot longitudinalnega valovanja zrak in ne prazen prostor, nosilec informacije pa so majhne spremembe zračnega tlaka oz. tako imenovane zgoščine in razredčine. V takšni obliki nam je seveda jasno, da (zvočno) informacijo težko prenašamo na nekih velikih razdaljah, kajti na prenosni poti se k takšnemu signalu kaj kmalu prišteje nemalo šuma, pri čemer je ta šum predvsem produkt drugih, za nas nerelevantnih zvočnih virov (izvorov), s katerimi si delimo isti prenosni kanal - isti prostor. Kakšnega učinkovitega multipleksiranja pa si zaradi fizičnih omejitev prenosnega kanala tukaj žal ne moremo privoščiti. "Zvok" kot neelektrično velečino torej pretvorimo v električno, kjer je analogna različica izvornega signala predstavljena s potekom spreminjanja napetosti oz. toka v odvisnosti od časa. Tukaj pa v zgodbo vstopajo razne telekomunikacijske tehnologije, ki so osrednji predmet našega zanimanja.

Rojstvo FM radia

FM radio je tehnologija, ki jo je v 30-ih letih prejšnjega stoletja razvil Edwin Howard Armstrong z namenom izboljšanja njene predhodnice. Slednja je kot mehanizem priprave za prenos zvočnega signala skozi eter koristila princip amplitudne modulacije (v nadaljevanju AM); namreč postopek, ki informacijo prvotnega (zvočnega) signala predstavi z nihanjem amplitude signala nosilca s pripadajočo frekvenco. Aplikacija AM-a za tovrstno analogno komunikacijo ni pretirano robustna, konkretno je problem prištevanje šuma na prenosni poti. Frekvenčna modulacija (FM) pa je s svojo odpornostjo na omenjeno težavo prenos zvoka na daljavo definitivno povzdignila na višjo raven. V širšo rabo je FM radio prišel nekje v 50-ih, takrat pa je bila izvedena tudi nadgradnja na stereo sistem.

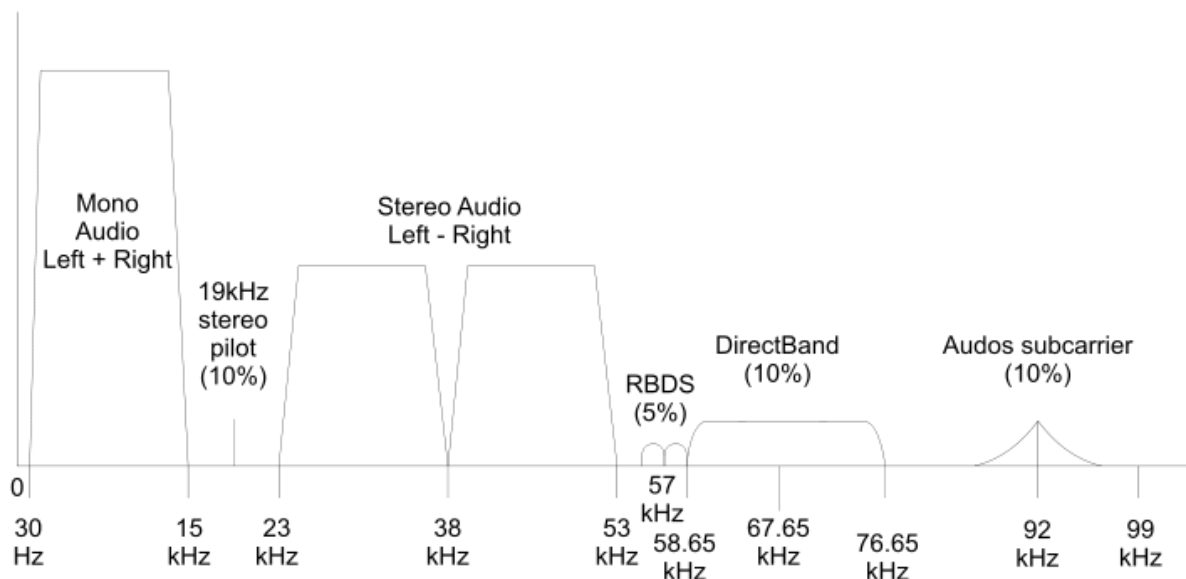
Grobi oris teoretičnega ozadja današnje tehnologije FM radia

Frekvenčni pas, v katerem se nahaja naš izvorni signal imenujemo osnovni pas (ang. baseband). V okviru FM radia se je sprva prenašalo en sam audio signal (mono), ki je moduliran kar v osnovnem pasu, naknadno pa s postopkom mešanja prestavljen na višjo (nosilno) frekvenco. To so potem tiste, nam znane frekvence, ki se izpisujejo na zaslonih radijskih sprejemnikov. Kasneje pa se je v okviru zgodovinskega razvoja tehnologije FM radia dodalo še drugi audio kanal z namenom dodajanja prostorske dimenzije zvoku ob poslušanju na dveh ali več zvočnikih. V okviru današnjega FM radia se tako v baseband-u prenaša superponirana signala levega in desnega kanala (L+R), okrog frekvence prvega subcarrier-ja (38kHz) pa je zmoduliran signal (L-R). Tovrstna implementacija je v preteklosti omogočila, da so sprejemniki z nezmožnostjo sprejemanja/predvajanja v stereo režimu, kljub temu predvajali celotno zvočno informacijo, vendar na enem samem zvočniku oz. enako zvočno sliko na večih zvočnikih. Stereo radijski sprejemniki pa lahko posamezna kanala ekstrahirajo s pomočjo sešetevanja in odštevanja obeh signalov, torej:

$$2L = (L+R) + (L-R),$$

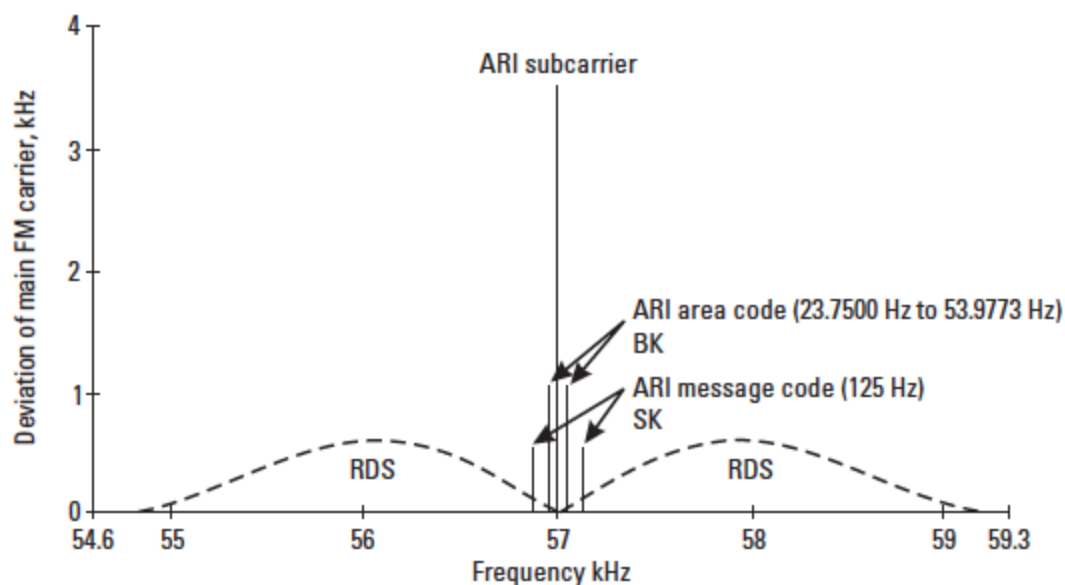
$$2R = (L+R) - (L-R)$$

Za fazno sinhronizacijo signala (L-R), prenašanega na prvem subcarrier-ju se v basebandu oddaja še t.i. pilotni ton s frekvenco 19kHz. Tretja višjeharmonska komponenta pilotnega tona pa predstavlja nosilno frekvenco našega RDS sistema.



Radio Data System

Zasluga za razvoj tehnologije Radio Data System (RDS) gre pravzaprav tedaj vodilnemu nemškemu proizvajalcu radijskih sistemov Blaupunkt, ki je v 70. letih razvilo sistem ARI, namenjen občasnemu obveščanju voznikov o stanju v prometu. Inicijativa za nadgradnjo FM radia pa v splošnem izhaja iz želje po popularizaciji takrat še ne tako široko uporabljanega radijskega sistema. Kasneje, konec 80. je na tržišče prišel prvi avtoradio z implementiranim RDS sprejemnikom, ki je kot izpopolnjena različica bolj kot ne poskusnega modela ARI postavil standarde, ki več ali manj veljajo še danes. Velika pomanjkljivost sistema ARI je bila predvsem ta, da s pripadajočimi protokoli ni predvidel možnosti souporabe s strani večih radijskih postaj v istem "prostoru". RDS je s to oviro seveda opravil, še več, tehnologija je bila zastavljena tako, da navkljub uporabi istega dela baseband frekvenčnega spektra, ne bi motila morebitnega oddajanja v sklopu tehnologije ARI in s tem omogočila njun soobstoj.



RDS kodiranje

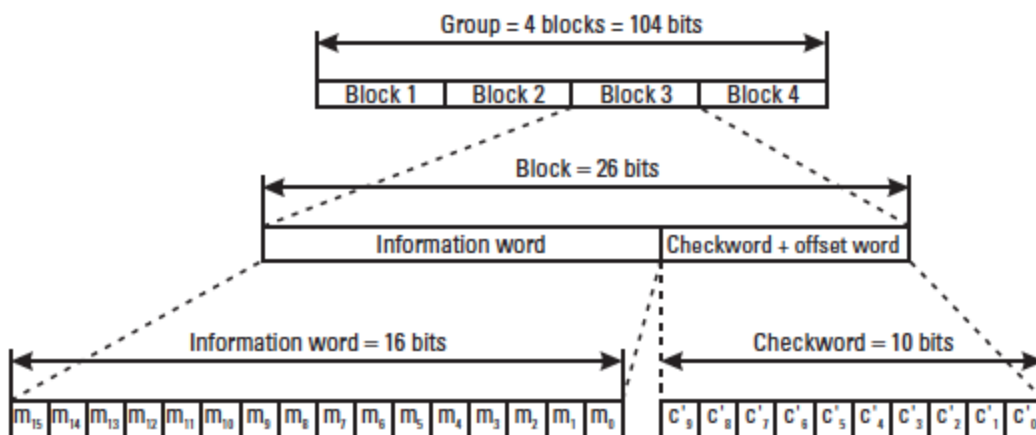
Ker gre za digitalni prenos podatkov, so le-ti zakodirani kakor hitro prenašamo kar koli drugega kot nek številski podatek (če gre za tekst, je to npr. ASCII kodiranje itd.). Ta del bi lahko uvrstili v proces izvornega kodiranja. Binarni niz podatkov pa pred nadaljnjo obdelavo in prenosom utrpi še eno kodiranje, in sicer kanalsko kodiranje, konkretno pa gre tukaj za bifazno kodiranje, imenovano tudi "Manchester encoding", pri katerem je podatek o posameznem bitu zajet ne več v samem napetostnem nivoju digitalnega signala, pač pa v prisotnosti oz. odsotnosti front.

Modulacija

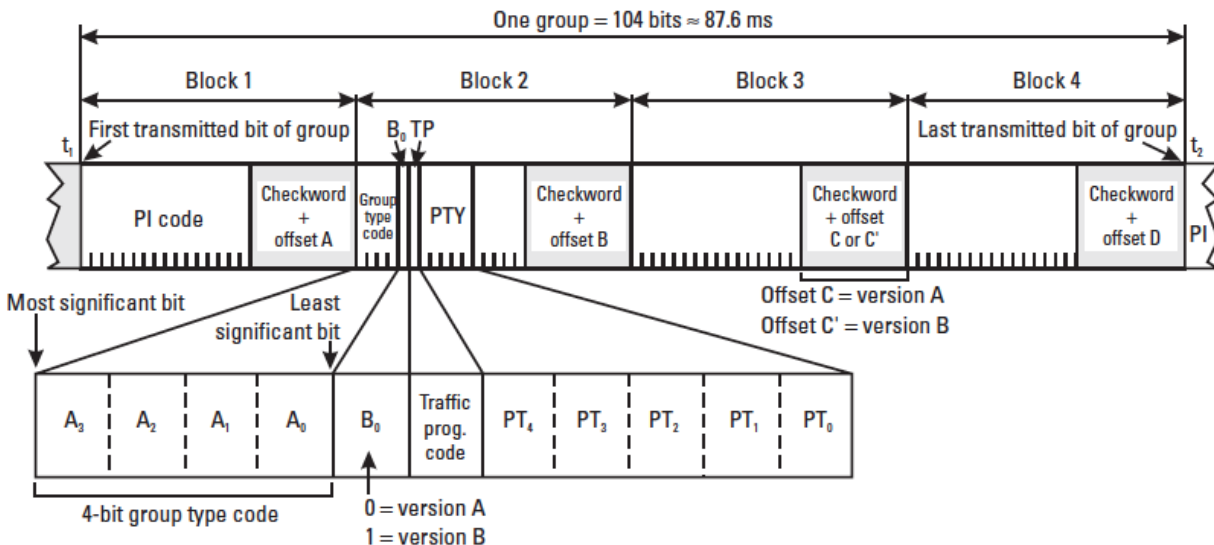
Bitna hitrost prenosa RDS podatkov je 1187.5 bitov na sekundo, kar pomeni natanko 48-krat nižjo frekvenco ure od frekvence pripadajočega nosilca, tako da je frekvenca ure na oddajni in sprejemni strani dosežena kar z deljenjem slednjega. Takšen binarni signal je potem zmoduliran po principu dvobočne modulacije z zadušnim nosilcem (DSB-SC). Ravno ta zadušeni nosilec pa omogoča prej omenjeni soobstoj obeh tehnologij. 57kHz nosilec je na oddajni in sprejemni strani izpeljan iz tistega 19kHz pilotnega tona, pomnoženega s 3.

RDS paket

RDS podatki nastopajo v paketih oz. v t.i. skupinah. Skupin je skupno 32, označenih z 0A-15A ter 0B-15B, in vsaka izmed njih se podreja protokolu in z njim pogojenim fiksnemu delu paketa ("administracija" prenosa), preostanek (bitov) pa je namenjen prenosu informacije, katere vrsto določa definicija posamezne skupine. RDS paket je razdeljen na štiri bloke dolžine 26 bitov, od tega je v vsakem 16 bitov dolga informacija, 10 bitov pa zavzameta checkword in offset word, ki služita zaznavi napak (error detection) ter zvečanju robustnosti protokola.



Prvi izmed blokov vsakega paketa vedno nosi edinstveno identifikacijsko kodo pričujoče radijske postaje (PI). Prvih 5 bitov drugega bloka vsebuje oznako skupine RDS paketa, sledi TP bit za identifikacijo postaj z obveščanjem o prometnih informacijah, naslednjih 5 bitov pa služi za kategorizacijo radijskega (glasbenega) programa. Ostali biti so spremenljivi vsebinski biti, ki jih pogojuje tip posamezne skupine.



Vsebina RDS paketov

Naslednje oznake z informacijami so ponavadi vključene v RDS podatkih:

AF (Alternative Frequencies)

Ker se ob poslušanju avtoradia po navadi premikamo, se lahko zgodi, da postane signal radijske postaje prešibak na izbrani frekvenci. Zato imajo mnoge radijske postaje še alternativne frekvence, na katerih oddajajo povsem enak signal in nam s tem omogočijo čisto prejemanje. Pri novejših avtoradiih je preklapljanje med AF kar avtomatizirano.

CT (Clock Time)

Sprejemnik lahko to informacijo uporabi za sinhronizacijo ure, vendar je zaradi omejitev samega protokola RDS natančnost ure omejena na približno 100ms.

DI (Decoder Identification)

Ta informacija, ki zasede 4 bite v sprejemniku nam pove različne informacije o FM audio signalu (mono/stereo, compression, artificial head/not artificial head, static/dynamic PTY)

EON (Enhanced Other Networks)

Omogoči sprejemniku, da nadzira ostale radijske postaje za prometne napovedi (TA) in avtomatsko preklopi na njih za čas prometnega obvestila.

M/S (Music Speech code)

To je eno-bitni podatek, ki sprejemniku pove, ali se na izbrani postaji trenutno predvaja glasba ali govor. Tako lahko sprejemnik (uporabnik ali radio sistem) ustrezno nastavi glasnost.

PI (Program Identification)

Vsaka radio postaja ima edinstveno identifikacijsko kodo, s pomočjo katere se v okviru administrativnih bitov paketa predstavi sprejemniku, torej avtoradiu. PI nekaterih slovenskih postaj: Salomon - 9438, Radio 1 - 9357, Expres - 941A ...

PS (Program Service)

To je 8 mestni statičen niz, ki je uporabljen za prikaz imena postaje.

PTY (programme type)

To je identifikacijska koda, ki nam pove žanrski trend glasbenega programa radijske postaje. Obstaja 31 različnih identifikacijskih kod (1-31), npr. PTY1 Novice, PTY10 Pop glasba itd. Pri ameriški verziji RDS (RBDS) se te kode razlikujejo, PTY31 pa je pri obeh rezervirana za nujna obvestila, npr. naravne katastrofe.

REG(Regional)

To je v uporabi predvsem v večjih državah, v katerih nacionalne radijske postaje oddajajo pokrajinsko prikrojene (reg-specific) programe. Ta funkcija omogoča uporabniku, da se zaklene na program, namenjen njegovemu geografskemu področju.

RT(Radio Text)

Ta funkcija omogoča radijski postaji oddajo 64-mestnega besedilnega sporočila, ki je lahko statično (npr. Radio SI: Najboljša slovenska glasba), ali pa se spreminja glede na trenutni program radijske postaje (npr. naslov skladbe in ime izvajalca)

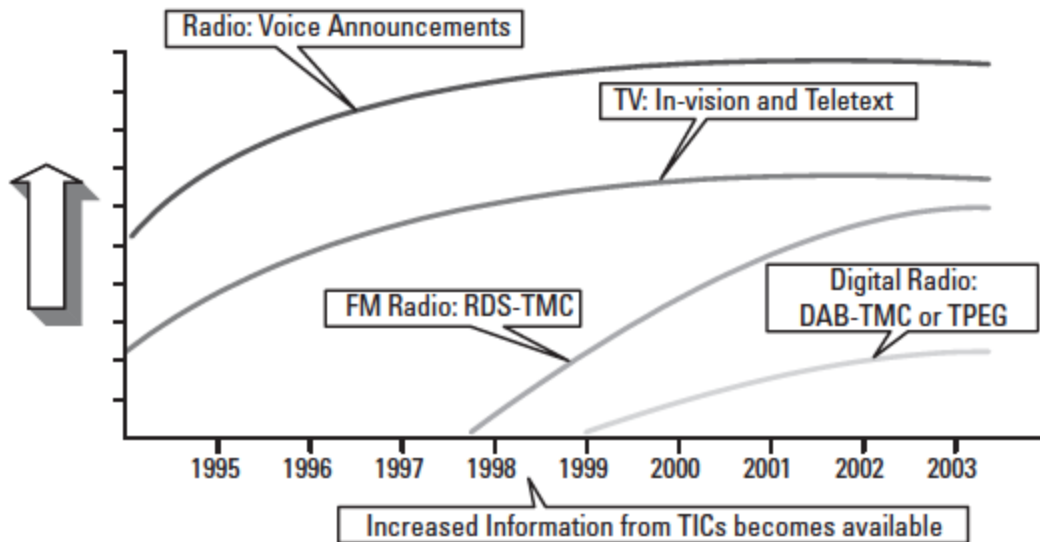
TP (Traffic Programme)

Je oznaka, ki nam omogoči da prepoznamo postajo, ki pogosto oddaja program prometnih napovedi (TA).

TA (Traffic Announcement)

Ta oznaka nam pove, da se trenutno izvaja program prometne napovedi (na izbrani postaji z oznako TP). Moderni radio, ko dobi to kodo zveča volumen, nam začasno izklopi predvajanje glasbe če poslušamo CD, MP3.. ali celo preklopi na postajo z oznako TP, če poslušamo drugo postajo in ta postaja podpira EON

TMC (Traffic Message Channel)



Tehnologija je bila prvič predstavljena že leta 1997 v Nemčiji, vendar pa je v širšo uporabo v EU prišla šele v zandji letih (2007+). Gre za tehnologijo za dostavljanje informacij o prometu in drugih ovirah na cestah voznikom motornih vozil. Sporočila so digitalno kodirana na tak način, da so jezikovno neodvisna in tudi regionalno prilagojena. Tako je mogoče, da se znotraj EU premikamo iz države v državo in prejemo samo lokalno relevantna sporočila, po možnosti celo v našem domačem jeziku. Zaradi načina kodiranja je možno oddajati samo 1375 različnih vrst "dogodkov", ki so razdeljeni v 31 kategorij (nesreče, zamude, omejitve itd.). Vsako sporočilo vsebuje vsaj kodo dogodka, kodo lokacije, predviden čas dogodka in stopnjo prizadetosti. Prednost te tehnologije za dostavljanje prometnih informacij v primerjavi s TA je nemoteno poslušanje radia med dostavljanjem informacij. Prejem TMC sporočil podpirajo le novejši avtoradii, taki, ki imajo integrirano navigacijsko napravo. Samostojne navigacijske naprave pa potrebujejo dodatek, zunanji FM prejemnik, ki doda RDS-TMC zmožnost. Te naprave upoštevajo TMC sporočila za izračun najbolj optimalne poti do naše destinacije. TMC sporočila je možno oddajati tudi po DAB (Digital Audio Broadcasting) in satelitnem radiu. Obstajajo plačljivi in nacionalni (brezplačni) ponudniki te storitve. Pri nas sta začeli to storitev brezplačno oddajati preko FM omrežij Radio SI in Val 202 leta 2009.

Z razvojem odprtokodnih platform kot je GNU Radio in dostopnostjo nizkocenovnih oddajnikov, se je pojavila možnost, da lahko vsak z malo znanja in časa ponagaja navigacijskim napravam, ki podpirajo TMC. Vse, kar je potrebno, je, da preglasi signal

radijske postaje, na katero je usmerjena navigacijska naprava in tako tej napravi posreduje svoje TMC sporočilo (npr. velika gneča na vseh glavnih cestah). Tako povzroči, da navigacijska naprava izračuna novo "najkrajšo" pot in uporabnika pripelje "okoli riti v žep". Možne so še nadaljne vragolije, kot je sporočanje o terorističnih napadih in podobno. Tema TMC-Spoofing je tako obširna da bi zahtevala svojo seminarsko nalogo, več v [5] in [6].

RDS 2.0

Novembra 2014 je bila napovedana nova verzija RDS, RDS 2.0, ki bo kompatibilna z vsemi naslednjimi verzijami (upward compatible). Prednosti je dosti, vredno je omenit povečanje nabora različnih tipov informacij za prenos po RDS (vreme, prejšni program, naslednji program, dogodki, grafična sporočila JPEG, PNG, GIF do 4 kilo bajte itd.) in Graphical Radio Text, ki je moderna različica Teletexta (Broadcast Teletext) iz 70tih, grajena na HTML5/ CSS. Vse to je posledica povečanja zmogljivosti prenosa iz 11,4 skupin na sekundo (673 uporabnih bitov na sekundo) na 57 skupin na sekundo (2109 bitov na sekundo) in uporaba novega načina kodiranja znakov UTF-8.



Eksperiment



Seveda pa sva avtorja v okviru izdelave te seminarske naloge izvedla tudi praktični eksperiment, in sicer sva se ukvarjala s sprejemom in obdelavo FM radijskega baseband spektra s pomočjo produkta iz družine USRP-jev. Konkretno sva uporabila rtl-sdr usb kot FM prejemnik, RDS sporočila pa sva dekodirala z uporabo programov SDR# na operacijskem sistemu Windows in GNU Radio v okviru posebne različice OS Ubuntu, prilagojenega za ta namen. Program SDR# (SDR sharp) [8] je najlažji za uporabo, saj je potrebno le namestiti ustrezne gonilnike za USB sprejemnik in pognati program. S pomočjo dodatka [9] za ta program, sva naredila celoten prelet lokalnega FM spektra in našla kar nekaj različnih postaj, ki oddajajo RDS podatke. Sva pa opazila občutno slabše dekodiranje RDS podatkov (več napak, več porabljenega časa za prikaz celotnega sporočila RT) s tem programom kot pa z GNU Radiom.

Program GNU Radio je prostodostopno odprtokodno orodje, ki deluje na prirejenem operacijskem sistemu Ubuntu. To orodje uporablja bloke za procesiranje signalov za implementacijo softversko-določenega radia. Iz [10] naložimo liveCD, ki ga potem po želji zapečemo na CD oz. naredimo bootable USB ključek, s katerega potem zaženemo operacijski sistem. Nato je potrebno sestavit še software-ski radio z RDS dekodirnikom, midva sva uporabila že narejenega iz [11]. Sledila sva navodilom za inštalacijo in tako dobila močno orodje za analizo FM radio spektra.

Presenetilo naju je, da sva s tem programom dosegla bistveno boljše rezultate pri dekodiranju lokalnih FM postaj - vsebine RDS podatkov so se hitreje prikazovale (dekodirale) in imele manj napak kot pri SDR#. Zakaj tako, nama ni uspelo ugotoviti.

A	B	C	D
945B	Locked	EUROPA	
9357	Locked	RADIO 1	HITRI PROMET ERVIS OB 16:30 -
9201	Locked	PRVI	RTV SLOVENIJ
9459	Locked	RADIO S	RADIO S - NAJBOLJSA SLOVENSKA GLASBA - 92.6 MHz
9449	Locked	VESEL-SI	RADIO VESELJAK OSREDNJA SLOVENIJA
941F	Locked	HIT	EDINI PRAVI HITRADIO
9202	Locked	VAL 202	RTV SLOVENIJ
9415	Locked	CITY	RADIO CITY Maribor
933A	Locked	RADIO SI	OSREDNJA SLOVENIJA
941C	Locked	AKTUAL	ski jana 3 02
9438	Locked	SALOMON	RADIO SALOMO PIRNISKI TRG 17 LJUBLJANA TEL. 01 588 04
9203	Locked	ARS	RTV SLOVENIJ
9314	Locked	CENTER	RADIO CENTER - w radiocenter.si - PROMET TAKOJ 080 80 88
9416	Locked	ROCK	
9438	Locked	SALOMON	PIRN LJANA TEL. 0
942F	Locked	OGNJSCE	V ETRU: ANDRAZ HRIBAR - PEGASTO DEKL
9314	Locked	C6dTER	RADIO CENTER - www.radiocenter.si - PROMET TAKOJ 080 88
9361	Locked	ANTENA	
941A	Locked	EKSPRES	POSLUSATE: RADIO EKSPRES
9357	Locked	RADIO 1	NOVICE OB 17:00

[izsek iz data loga RDS podatkov]

Viri

- [1]RDS: The Radio Data System; Dietmar Kopitz, Bev Marks
- [2]http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_Data_System
- [3]http://en.wikipedia.org/wiki/Differential_Manchester_encoding
- [4]http://en.wikipedia.org/wiki/Manchester_code
- [5]<https://cansecwest.com/csw07/csw07-barisani-bianco.pdf>
- [6]http://www-int.etec.uni-karlsruhe.de/seiten/conferences/past/WSR2010/Papers/wsr10_14.pdf
- [7]<http://www.rds.org.uk/2010/2014-Forum-Meeting.htm>
- [8]<http://sdrsharp.com/>
- [9]<https://uk.groups.yahoo.com/neo/groups/SDRSharp/conversations/topics/16917>
- [10]<http://gnuradio.org/>
- [11]<https://github.com/bastibl/gr-rds>
- [12]<https://www.advantest.com/cnsmprod/groups/public/documents/file/fm-stereo-rds.pdf>