Mateja Štefanić, 1. d

Mentor: Ljubomir Car

ljubomir.car@gmail.com

Izrada radioteleskopa i snimanje radiozračenja sa Sunca u radiospektru od 300 do 305 MHz

Koprivnica

12. ožujka 2014.

Gimnazija "Fran Galović", Koprivnica

Ž. Selingera 3a, Koprivnica

SAŽETAK

Radioastronomija je znanost koja pomoću radiovalova proučava svemirska tijela i time pruža novi pogled na poznati i daleki svemir. Radiovalovi, koji se još nazivaju elektromagnetski valovi, nisu štetni za ljude već su vrlo korisni radio astronomima koji pokušavaju otkriti velike tajne još neotkrivenog svemira. Kroz radioastronomiju otkriveno je općepoznato kozmičko mikrovalno zračenje koje je potvrdilo mogući nastanak svemira, tj. Veliki prasak. Radioteleskopima su otkrivene brojne radio galaksije, kvazari, te niz drugih objekata. Sunce, kao Zemlji najbliža zvijezda i središte našeg planetarnog sustava, je izvor radiovalova koji, prema istraživanjima utječu na prostiranje elektromagnetskih valova na Zemlji i na radio komunikaciju. Zbog zanimljivosti o Suncu i radioastronomiji, za temu rada odabrala sam snimanje Sunčevih radiovalova pomoću radioteleskopa. Cilj rada mi je bio dobiti što točnije podatke o radio zračenju Sunca kroz kontinuirano snimanje u određenom periodu.

Metodologija

Za provođenje rada bio mi je potreban radioteleskop koji sam u prvoj fazi praktičnog rada sama izradila. Za izradu radioteleskopa koristila sam USB SDR (Softverski Definirani Radio) prijemnik spojen na PC računalo, te program SDRSharp i program Spectrum. Kao antenu sam koristila Yagi usmjerenu antenu. Po završetku izrade radioteleskopa pristupila sam kontinuiranom mjerenju kroz određeni period. Mjerenje se vršilo tako da se antena usmjerila prema Suncu, a na PC računalu se, uz pomoć programa, vršilo opažanje, mjerenje i bilježenje primljenog radio zračenja.

Plan rada

Prvi korak u izvedbi praktičnog rada bio je prikupljanje potrebne dokumentacije i potrebnog materijala, te sklopova za izradu radioteleskopa. Zatim je slijedila sama izrada radioteleskopa i antene, te spajanje svih dijelova u cjelinu i povezivanje na PC računalo. Nakon završetka izrade astronomskih pomagala, provela sam snimanje Sunčevog radio spektra radioteleskopom. Sve dobivene podatke sam obradila u programu, te na kraju zabilježila. Poteškoće sam očekivala prilikom izrade antene, ali ih u konačnici nije bilo.

SADRŽAJ

1. UVOD 3

2. CILJ RADA 5

3. MJERENJA I METODE OBRADE 6

3.1. NABAVKA PRIJEMNIKA 6

3.2. IZRADA ANTENE 7

3.3. SASTAVLJANJE RADIOTELESKOPA U CJELINU I INSTALIRANJE I PODEŠAVANJE POTREBNIH PROGRAMA 10

3.4. SNIMANJE RADIOZRAČENJA SUNCA 12

3.5. OBRADA SNIMLJENOG MATERIJALA 14

4. RASPRAVA 16

5. ZAKLJUČAK 17

ZAHVALE 18

POPIS LITERATURE 19

1. UVOD

Od samih početaka astronomije, Sumerana, Aristotela, Ptolomeja, velikih fizičara i astronoma, pa sve do prvog čovjeka na Mjesecu, čovječanstvo na nebeskom svodu traži odgovore na pitanja o svom postanku i o nastanku svemira. Puni znatiželje, želimo saznati kako svijet funkcionira. Kroz povijest to i dokazujemo izradom i uporabom raznih astronomskih pomagala. Tako nastaju razne teorije i razvijaju se neke opće zakonitosti.

U novije doba, astronomi se okreću promatranju dalekog svemira dok nam je još nepoznat i vlastiti planet. Zatim, mišljenje da postoji harmonija svijeta, obavija umove znanstvenika, fizičara i astronoma, te oni to pokušavaju dokazati. Sa istim mišljenjem, smatram da je svemir sve oko nas i da smo mi sami dio tog opširnog, ali još nepoznatog, pojma. Također svemir možemo tumačiti na razne načine, pa tako ga možemo doživjeti i svim osjetilima, među kojima posebno želim istaknuti osjetilo sluha.

Izumom prvog radioteleskopa, kojeg je 1937. godine konstruirao astronom i radioamater Grote Reber, začeta je nova grana najstarije znanosti- astronomije. Ta grana je bila spoj radioamaterstva i astronomije, pa je sukladno tome nazvana radioastronomijom. Kao nova znanost, svemir je istraživala pomoću radiovalova koji su dopirali iz tog, neznatno velikog, prostranstva i tako dokazala da svemir možemo i čuti.

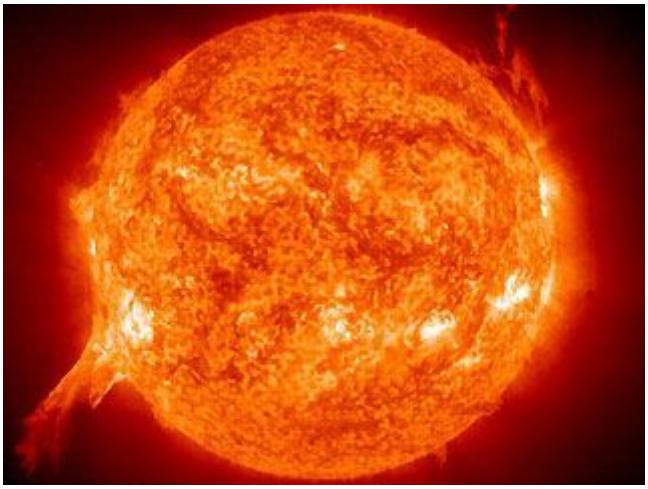
Zbog toga me ta znanost počela zanimati. Još nikad nisam proučavala svemir na taj način, pa mi je ovo veliki izazov, ali i prilika da naučim nešto novo. Time se uspoređujem sa Grote Reberom i sljedeći njegove korake, spajam radioamaterstvo i astronomiju (kojima se bavim), te ulazim u neistraženo područje radioastronomije.

Čitajući razne knjige, saznala sam mnogo o razvoju astronomije. Povijest nam govori da u početku, ljudi nisu mogli shvatiti neke pojave oko sebe, pa su si ih tumačili na razne načine. Religija je imala velik utjecaj na razvoj znanosti i ljudi su mislili da je Zemlja u središtu svemira. To je sprječavalo astronome da proturječe nastaloj teoriji. Nakon Aristotelovog nauka o geocentričnom sustavu, Kopernik je dokazao da je naš sustav heliocentričan. Kako je Sunce postalo središte našeg sustava, tako je i postalo temom mog praktičnog rada, kojom ću se detaljnije baviti kroz provođenje istog.

U prak. radu ću snimati radiospektar Sunca i količinu radioizboja uslijed sunčevih baklji. Pritom se nadam da neće biti većih poteškoća i da ću uspješno ostvariti svoj cilj, te da ću se dobro zabaviti.

Slika 1. Prvi radioteleskop, napravljen u Wheaton–u (Illinois, 1937. god.)

(http://en.wikipedia.org/wiki/Grote_Reber)



Slika 2. Prikaz Sunca i sunčevih baklji: slika Sunca snimljena pomoću ESA/NASA Solar and Heliospheric Observatory

(slika preuzeta od ESA/NASA)

2. CILJ RADA

U našem planetarnom sustavu, Sunce je „najglasnije“, tj. ono je izvor radio signala vrlo velikog nivoa koji se mijenja prema promjenama na samom Suncu (npr. pojava pjega). Spektar radiozračenja Sunca počinje već na nekoliko kiloherca (kHz) i prostire se sve do nekoliko desetaka gigaherca (GHz). Pri jutarnjem „izlasku“ Sunca, nivo pozadinskog signala se pojačava, što bi rječnikom radiooperatora značilo da se pojačavaju smetnje, a što u konačnici rezultira lošim prijemom u radiokomunikacijama.

Cilj ovog rada bio je izrada radioteleskopa, te snimiti radiozračenje Sunca u području vrlo visokih frekvencija (UHF; eng. Ultra High Freqvency) i to od 300 do 305 MHz. Kako bi se napravila opsežnija snimanja trebalo bi ih vršiti kroz duži period,čime bi se dobila cijela slika radioaktivnosti Sunca u snimanom periodu. U periodu izvedbe ovoga rada vremenski uvjeti nisu mi dozvoljavali montažu antene na predviđeni stup, stoga sam snimanje vršila „iz ruke“ (držeći i usmjeravajući antenu rukom). Radi navedenog ovaj rad sam bazirala na izradi radioteleskopa, te snimanju samo određenog dijela radiospektra u cilju dokaza da je izrađeni radioteleskop funkcionalan.

3. MJERENJA I METODE OBRADE

Ovaj projekt se sastojao od nekoliko faza i to:

- nabavka prijemnika
- izrada antene
- sastavljanje radioteleskopa u cjelinu i instaliranje i podešavanje potrebnih programa
- snimanje radiozračenja Sunca
- obrada snimljenog materijala

3.1. NABAVKA PRIJEMNIKA

Za potrebe izrade radioteleskopa odlučila sam se koristiti softverski definirani radioprijemnik (SDR prijemnik). Za tu svrhu sam odabrala DVB-T USB prijemnik baziran na integriranim krugovima RTL2832U i R820U, koji ima mogućnost radioprijema u radiospektru od 24MHz do 1800 MHz. Također, integrirani krug R820U je novije generacije, te time osigurava kvalitetniji prijem.

Uspoređujući ove uređaje na tržištu Republike Hrvatske i internetskih trgovina u svijetu, odlučila sam se za nabavku iz Kine.

Nabavljeni prijemnik je DVB-T+DAB+FM+SDR USB prijemnik sa već ranije navedenim integriranim krugovima. Spaja se na USB 2.0 sučelje, te je podržan od Windows i Linux operativnih sistema. Ovaj USB prijemnik prodaje se za prijem digitalne televizije, no zbog gore spomenutih integriranih krugova pogodan je za korištenje i kao SDR prijemnik.

Specifikacija prijemnika:

- dimenzije: 30,5mm x 72mm x 14,4mm
- frekvencija: 24 MHz do 1800 MHz
- minimalni zahtjevi: CPU 800 MHz, Windows ili Linux OS, 128MB RAM

Slika 3. USB SDR prijemnik sa RTL2832U i R820U

3.2. IZRADA ANTENE

Da bi se moglo snimati radiozračenje Sunca, treba koristiti antenu sa usmjerenim karakteristikama. Antena sa usmjerenom karakteristikom je i Yagi antena, za koju sam se i ja odlučila, zbog jednostavne izrade, te materijala koji su potrebni za izradu.

Yagi antena je antena sastavljena od tri ili više elemenata. Elementi koji čine Yagi antenu su: reflektor, dipol i jedan ili više direktora. Svi elementi pričvršćeni su na nosač (beam).

Ja sam se odlučila za pet elemenata Yagi antenu (reflektor, dipol i tri direktora).

<u>Izračun Yagi antene sa pet elemenata</u>

Frekvencija (f): 310 MHz

Valna duljina (λ) $= \frac{300}{f\ (MHz)}$ *(m)*

$\lambda = \frac{300}{310}$ *= 0,97 m (97cm)*

Ref = 0,495 x λ = 0,495 x 0,97 = 0,48 m

Dip = 0,473 x λ = 0,473 x 0,97 = 0,46 m

D1 = 0,440 x λ = 0,440 x 0,97 = 0,43 m

D2 = 0,435 x λ = 0,435 x 0,97 = 0,42 m

D3 = 0,430 x λ = 0,430 x 0,97 = 0,42 m

Izračunavanje razmaka (S_{x-y}) između elemenata

$S_{Ref-Dip} = 0,125 \times \lambda = 0,125 \times 0,97 = 0,12\ m$

$S_{Dip-D1} = 0,125 \times \lambda = 0,125 \times 0,97 = 0,12\ m$

$S_{D1-D2} = 0,250 \times \lambda = 0,250 \times 0,97 = 0,24\ m$

$S_{D2-D3} = 0,250 \times \lambda = 0,250 \times 0,97 = 0,24\ m$

Centralni nosač je PVC cijev 2 cm promjera, dužine 0,75 m

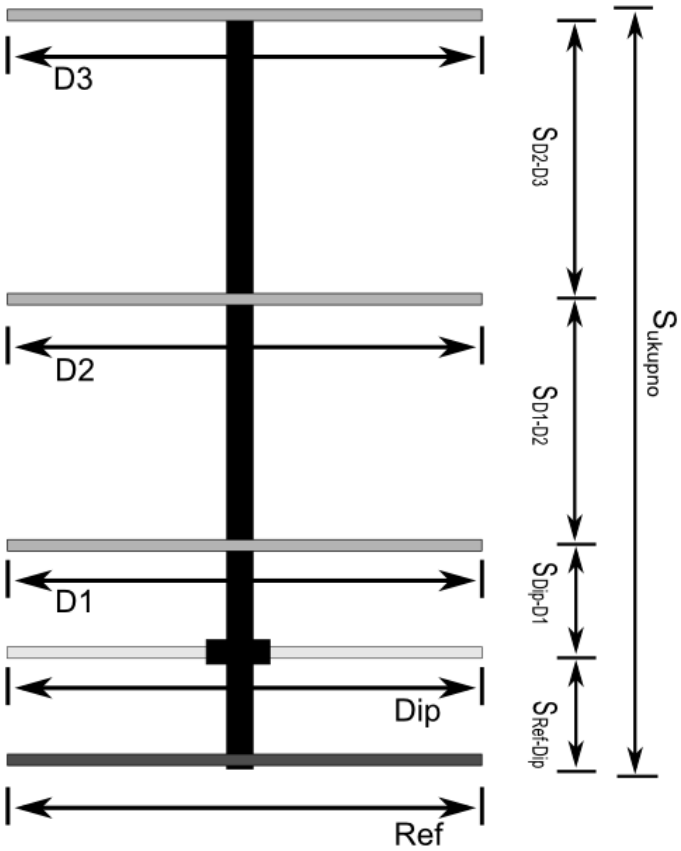
Oznake:

Ref - reflektor

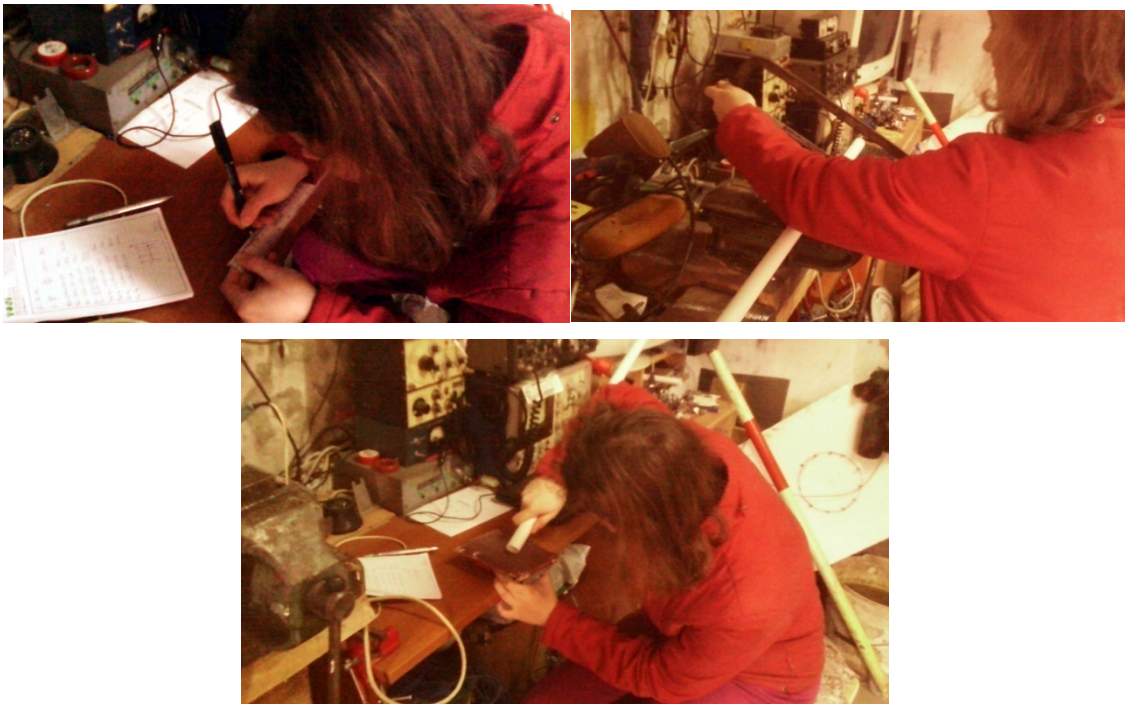
Dip - dipol

Dx - direktor

Pošto sam izradila izračun i dobila dužine elemenata, potražila sam materijal iz kojeg ću izraditi potrebne elemente. Kao nosač iskoristila sam PVC cijev promjera 2 cm koju sam izrezala na dužinu od 75 cm. Elemente sam izradila iz bakrene žice debljine 1,5 mm.
Pošto se dipol sastoji od dva dijela, upotrijebila sam drvenu pločicu na koju sam pomoću vrućeg ljepila učvrstila oba kraja dipola. Na PVC cijevi sam izmjerila razmake elemenata i označila ih. Modelarskom pilicom usjekla sam utore na označenim mjestima, duboke 1 cm. Mjesto za dipola sam izrezala tako da u njega stane drvena pločica na koju je pričvršćen dipol. Reflektor i direktore sam utisnula u urezane utore i učvrstila ih pomoću vrućeg ljepila. Kada se ljepilo ohladilo, postavila sam drvenu pločicu sa dipolom na predviđeno mjesto, te i nju učvrstila vrućim ljepilom pri čemu sam pazila da ne prekrijem mjesto na dipolu gdje dolazi koaksijalni kabel. Lemljenjem sam učvrstila koaksijalni kabel na dipol, a potom ga zaštitila tako što sam nanijela sloj vrućeg lijepila,te plastičnom vezicom dodatno učvrstila koaksijalni kabel za PVC nosač elemenata.



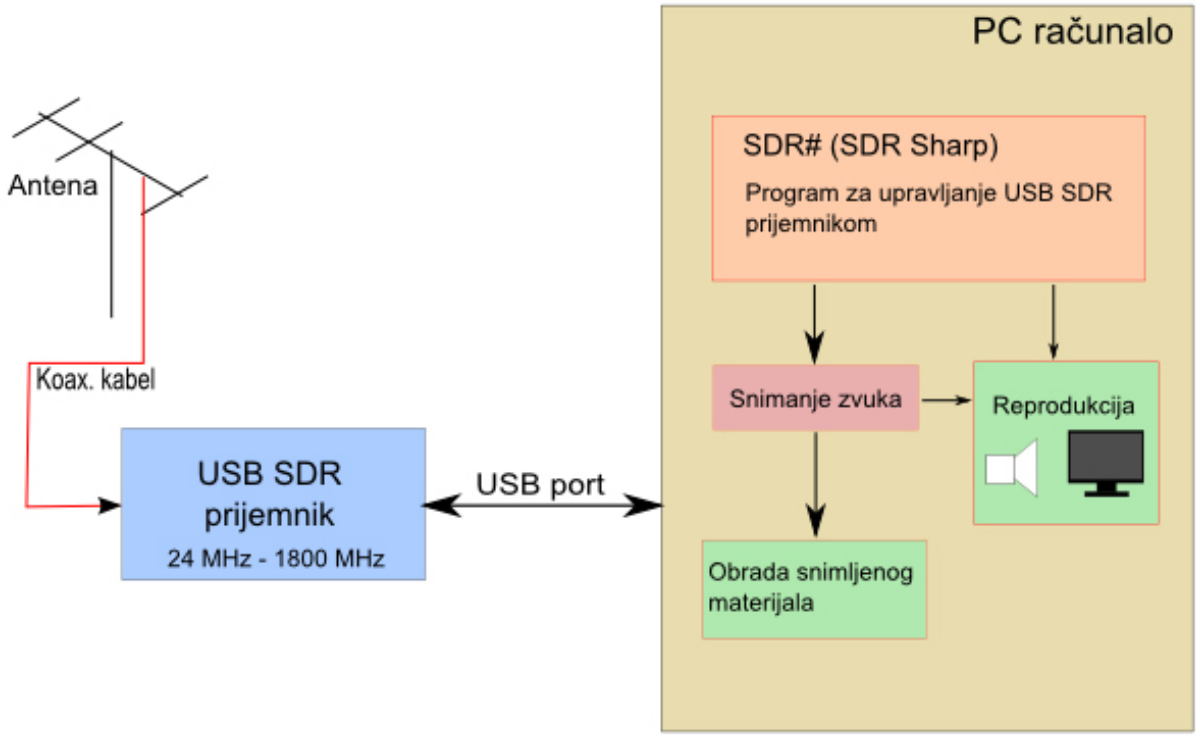
Slika 4. Nacrt Yagi antene sa pet elemenata.



Slika 5. Trenutak izrade antene (mjerenje, rezanje, obrada)

3.3. SASTAVLJANJE RADIOTELESKOPA U CJELINU I INSTALIRANJE I PODEŠAVANJE POTREBNIH PROGRAMA

Radioteleskop je sastavljen od antene, prijemnika i PC računala. Antena se povezuje preko koaksijalnog kabela i TV konektora na USB SDR prijemnik. Između antene i prijemnika može se postaviti i filter, no ja ga nisam koristila. Svrha filtera je da ukloni neželjene smetnje, no za rad radioteleskopa nije nužan. USB SDR prijemnik se preko USB 2.0 sučelja povezuje sa računalom. Da bi se radioteleskop mogao koristiti, potrebno je instalirati pokretačke programe za sam USB SDR prijemnik, te programe za rad sa USB SDR prijemnikom.



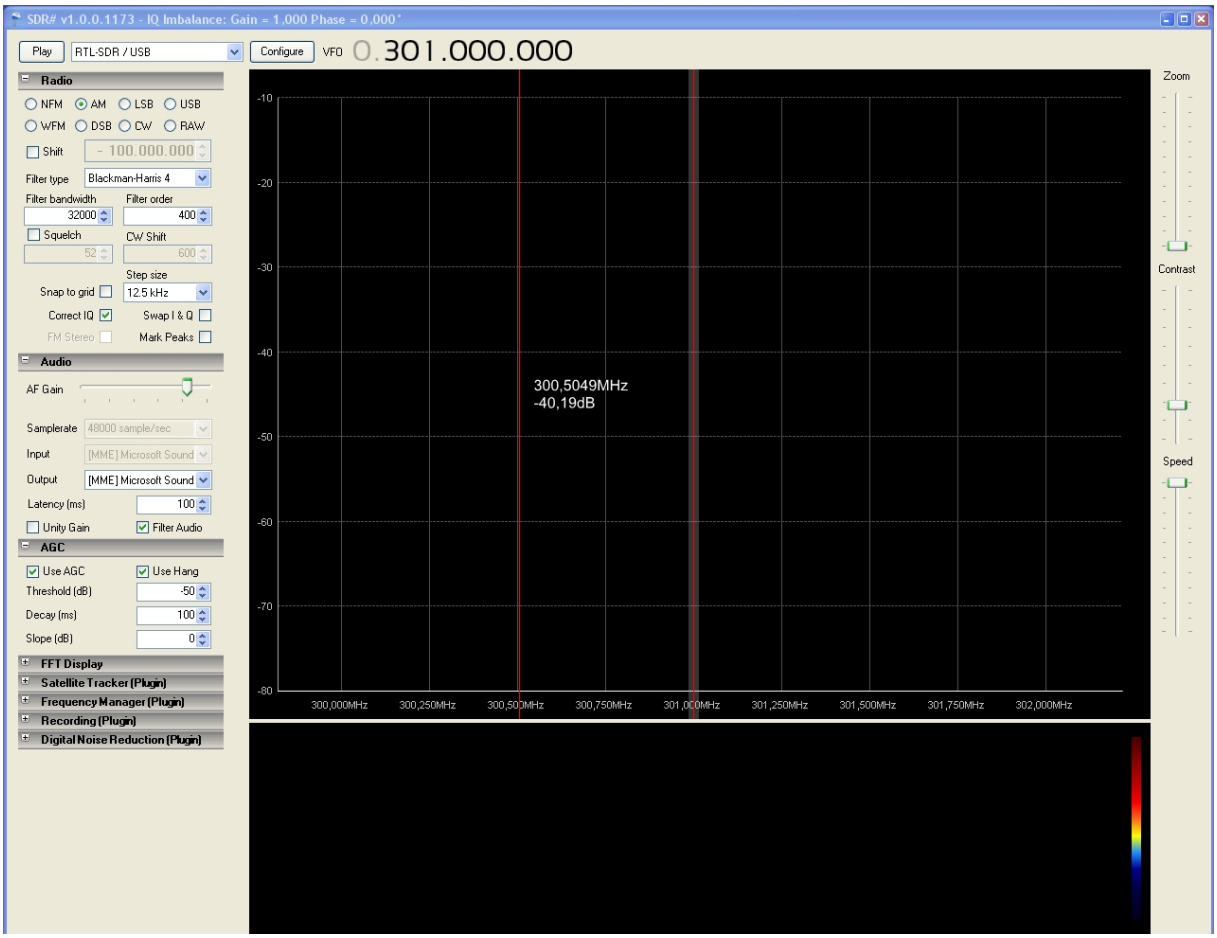
Slika 6. Shematski prikaz radioteleskopa

Prilikom priključenja USB SDR prijemnika, operativni sustav nas obavještava da mu je priključen novi uređaj. Tada se u CD/DVD čitač umetne CD koji je priložen uz prijemnik i instaliraju se pokretačke datoteke (drivere). Pošto je instalacija završena, naš operativni sustav prepoznaje USB SDR prijemnik, te možemo krenuti sa daljnjim podešavanjem sustava kako bi ga mogli koristiti kao radioteleskop.

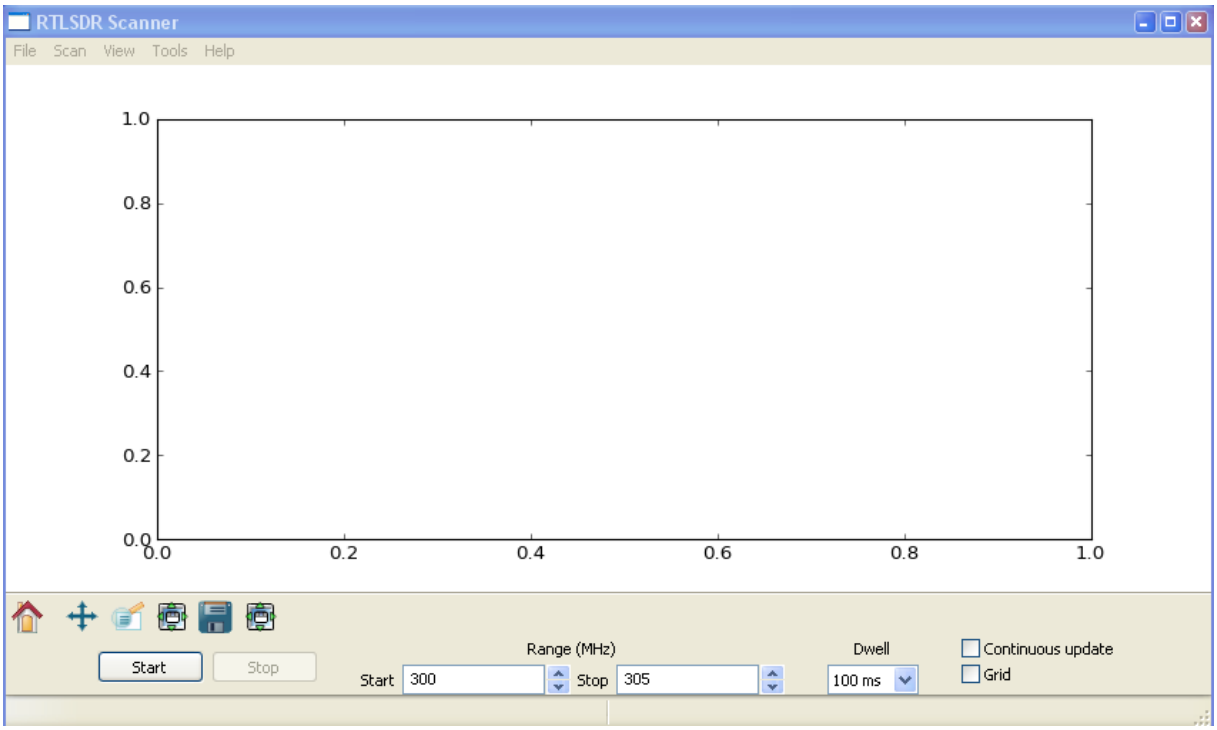
Za snimanje radiospektra koristila sam program SDR Sharp (SDR#). Kako bi ovaj program prepoznao USB SDR prijemnik potrebno je pomoću programa ZIDAG izvršiti zamjenu originalnih pokretačkih datoteka. Prilikom korištenja ZIDAG programa trebamo biti vrlo oprezni i slijediti upute koje nam ispisuje program.

Pošto su zamjene izvršene i sve je prošlo u redu, možemo instalirati SDR Sharp.

Drugi program koji sam koristila je RTLSDR_Scanner koji služi za snimanje određenog dijela radiospektra u određenom intervalu. Ovaj program je pisan u Python programskom jeziku, pa je za njegovo korištenje potrebno prvo instalirati Python programski jezik, a tek onda pokrenuti instalaciju RTLSDR_Scanner programa.



Slika 7. Programsko sučelje SDR Sharp

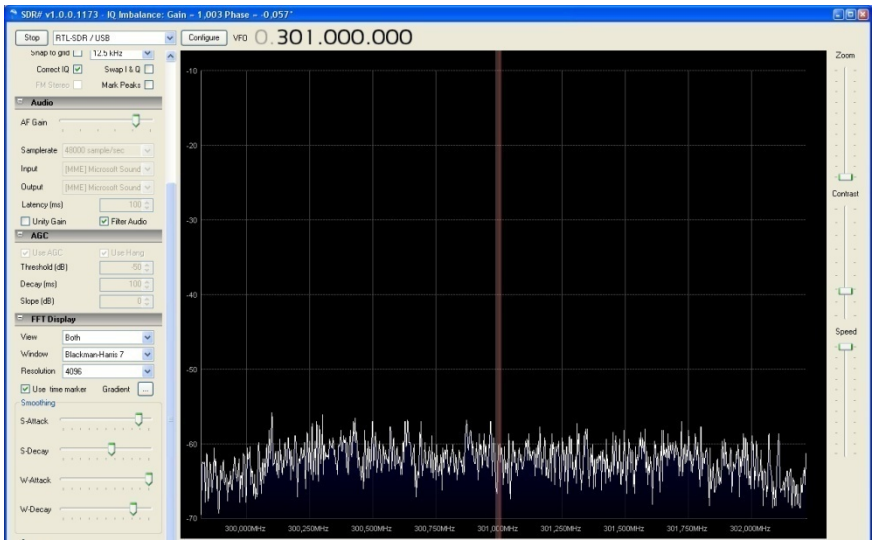


Slika 8. Programsko sučelje RTLSDR_Scanner

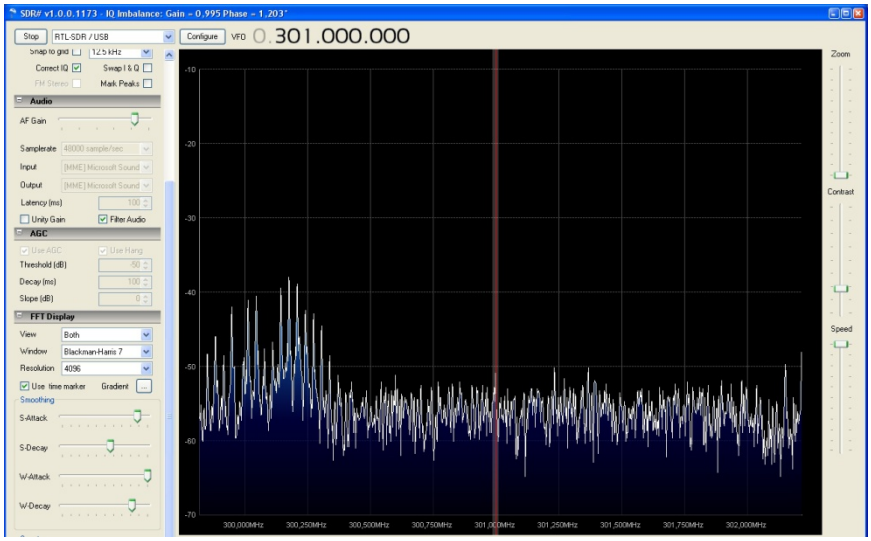
3.4. SNIMANJE RADIOZRAČENJA SUNCA

Kako sam već napomenula, zbog vremenskih uvjeta nisam mogla antenu postaviti na predviđeni stup, pa sam prilikom snimanja antenu držala u ruci i usmjeravala je prema Suncu. Da bi se ovaj radioteleskop koristio ozbiljnije antena bi se trebala učvrstiti na stup, a po mogućnosti na montažu sa elektromotorom koji je povezan sa računalom kako bi automatski okretao antenu u smjeru Sunca.

Da bi se uvjerila da je primani signal stvarno posljedica radiozračenja sa Sunca, antenu sam naizmjence okretala prema Suncu i od Sunca, a na zaslonu pratila što se događa sa signalom. Kada sam utvrdila da je signal posljedica radiozračenja Sunca pristupila sam snimanju sa programom RTLSDR_Scanner.

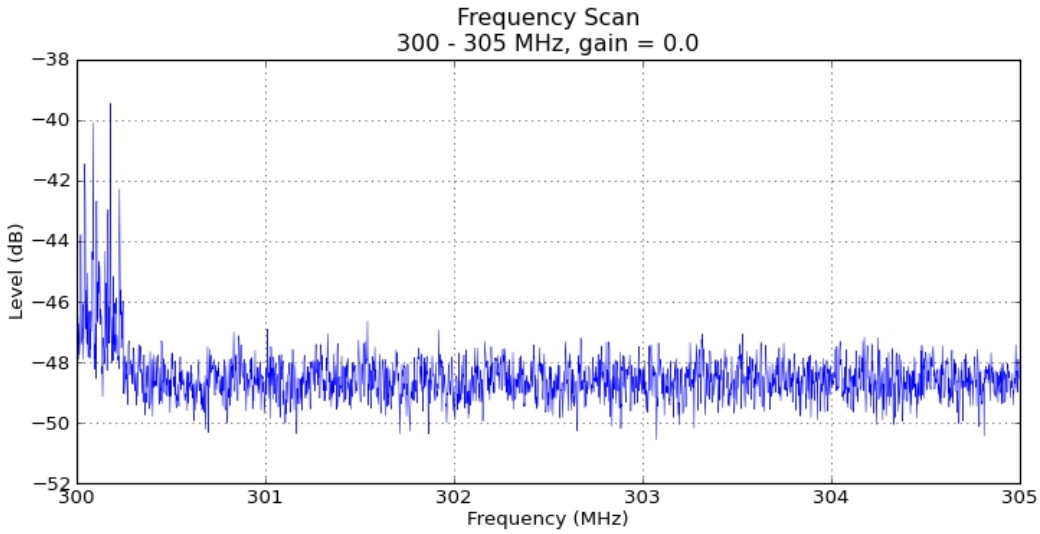


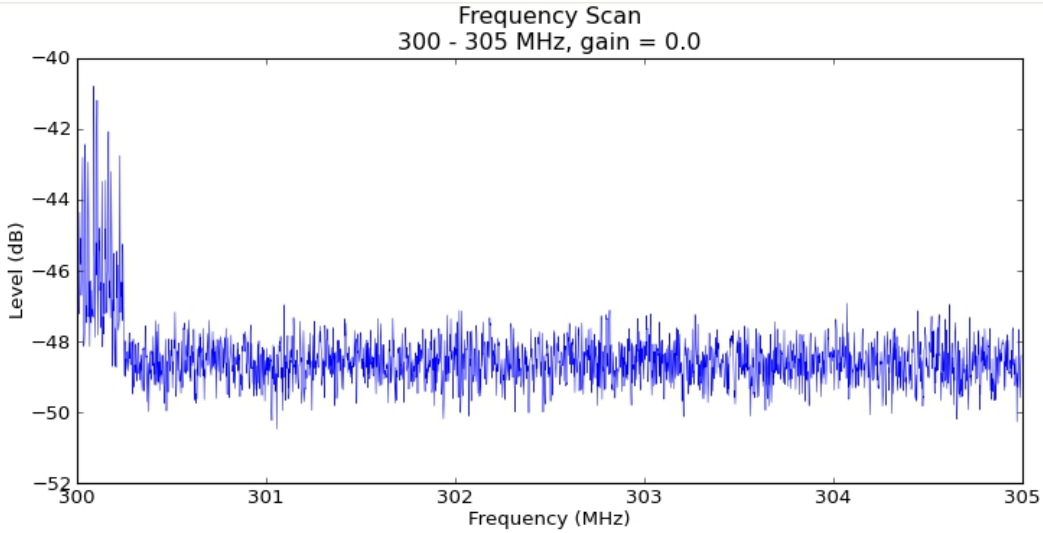
Slika 9. Prikaz signala kada je antena okrenuta od Sunca

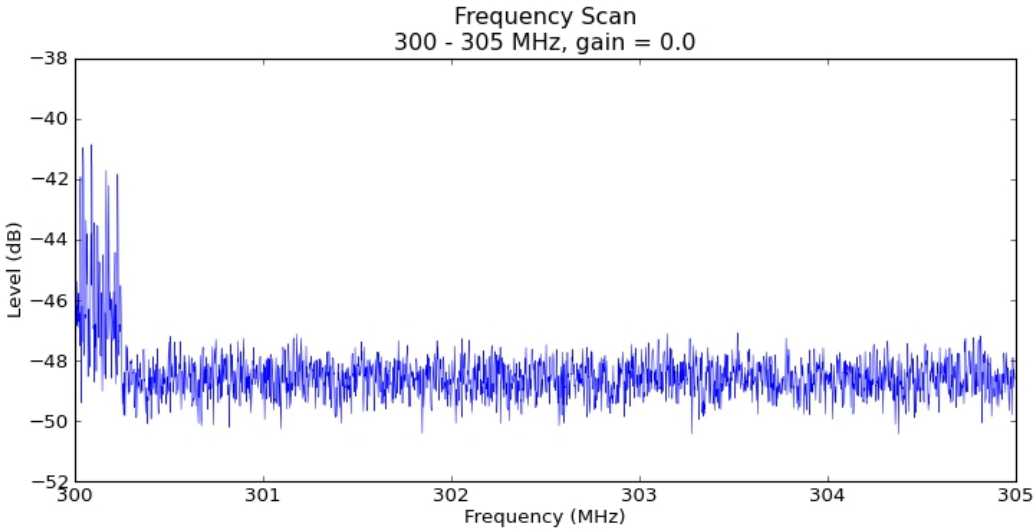


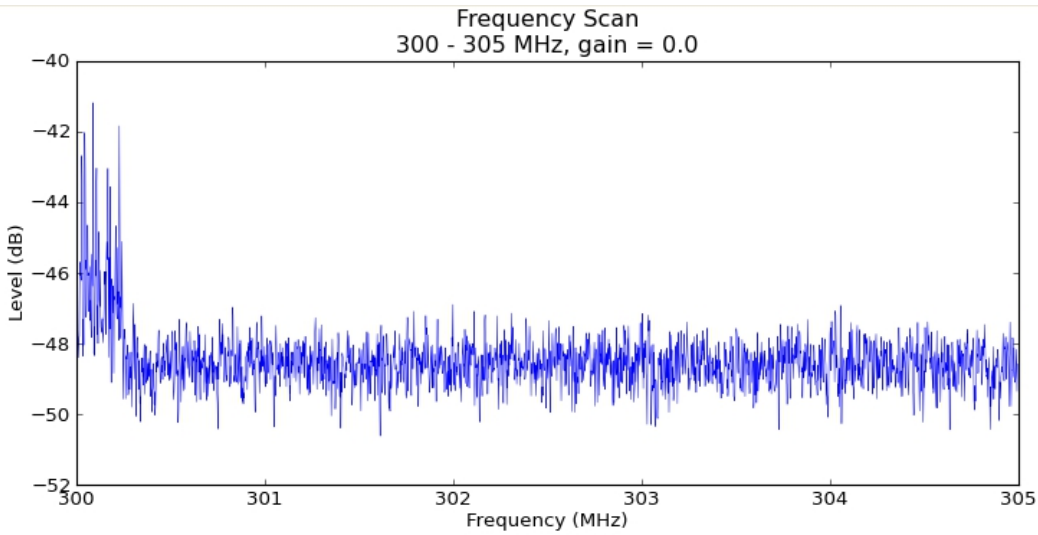
Slika 10. Prikaz signala kada je antena okrenuta prema Suncu.

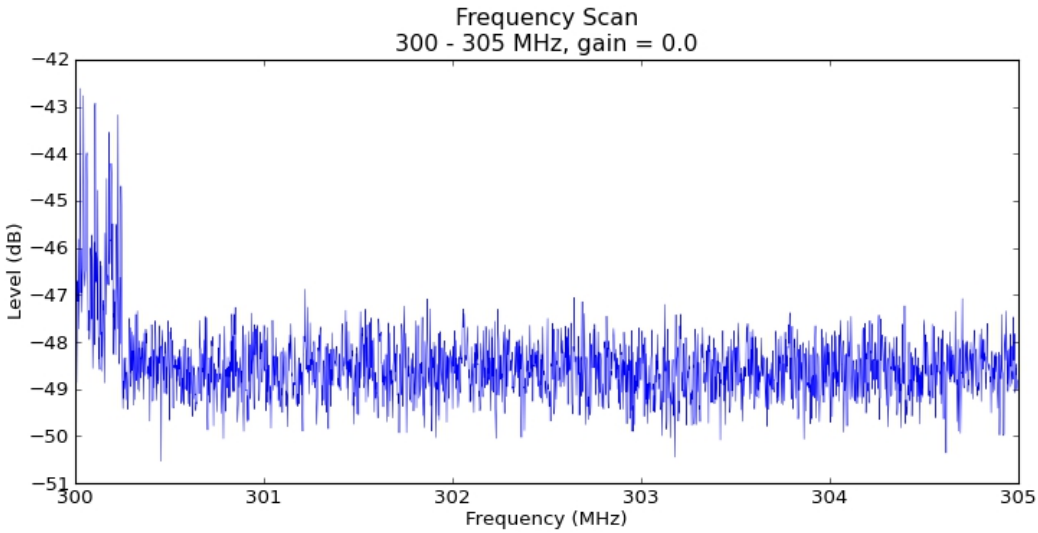
3.5. OBRADA SNIMLJENOG MATERIJALA











Promatranjem priloženih snimaka radiospektra zamjećujemo izrazitu aktivnost u području 300 MHz, te pojačanu u ostalom snimanom radiospektru. Kada bi od ovih snimanja izradili pokretnu animaciju zamijetili bi promjene u jačini signala u jedinici vremena.

4. RASPRAVA

Dobiveni podaci, tj. snimljeni radiospektar Sunca dokazuje da Sunce zrači i u radiovalnom području elektromagnetskog spektra.

Na svojim sam grafovima uočila prilično jaki radio izboj u frekvencijskom području od 300 MHz, te sam pretpostavila da je u trenutku snimanja Sunce bilo aktivno baš u tom području, za što ne postoji neki posebni razlog, već su razlozi izbačaja tako velike količine radiovalova upravo reakcije na Suncu.

Rezultate koje sam dobila mogu usporediti sa rezultatima koje su dobili ostali radioastronomi, no oni nikad nisu jednaki, pa ih zbog toga ne mogu provjeriti.

Bilo je nekih poteškoća u izradi antene i nabavi potrebnih dijelova, ali u izradi rada nisu se pojavili veći problemi.

Smatram da moj rad može doprinijeti istraživanju aktivnosti Sunca.

5. ZAKLJUČAK

Prema dobivenim rezultatima dokazala sam da izrađeni radioteleskop funkcionira i time sam ostvarila cilj svog rada. Izvedbom ovog praktičnog rada mnogo sam naučila o Suncu, radioteleskopima i radioastronomiji. Doživjela sam svemir na novi način i naučila koristiti programe SDR Sharp i RTLSDR_Scanner.

Dobiveni podaci su zadovoljavajući, ali ću ubuduće nastojati poboljšati pristup temi i promijeniti neke metode rada.

ZAHVALE

Zahvaljujem se na pomoći članova Astronomskog društva Koprivnica, gospodinu Ivanu Gašpariću, a osobito Klaudiji Molnar, učenici 4. d razreda koja mi je mnogo pomogla oko organizacije samog rada.

Također se zahvaljujem profesoru fizike, Ljubomiru Caru koji mi je bio mentor i koji mi je dao razne savjete koji su doprinijeli kvaliteti mog rada.

Na kraju se želim zahvaliti svom tati koji mi je pomogao pri nabavi potrebnih dijelova, pri izradi antene, te naposljetku i kontrolirao moj rad. Međutim veliku podršku su mi davali svi članovi moje obitelji i prijatelji.

POPIS LITERATURE

INTERNETSKE STRANICE:

http://www.rkp.hr/rkpedu/rkpedu_radioastronomija.pdf

http://www.astron.nl/radio-observatory/public/public-0

http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_telescope

http://www.arrl.org/files/file/ETP/Radio%20Astronomy/Build%20a%20Homebrew%20Radio%20Telescope-QST-0609.pdf

http://www.zvjezdarnica.com/astronomija/istrazivanja/simfonije-iz-svemira/415

http://www.radiosky.com/simpant.html

http://hr.wikipedia.org/wiki/Radio_valovi

http://www.zvjezdarnica.com/astronomija/astronomske-pojave/

KNJIGE:

Fred Hoyle: Astronomija, MARJAN TISAK d.o.o., Split, 2005.

Željko Andreić: Naše noćno nebo, Školska knjiga, 2011.

V. Vujnović: Rječnik astronomije i fizike svemirskog prostora, Školska knjiga, Zagreb, 2004.