

PROJEKTOVANJE BAZNIH STANICA**BASE STATION DESIGN**Miloš Mihić, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste da poveže teorijske osnove radio komunikacija i propagaciju elektromagnetnog talasa u slobodnom prostoru kroz primenu na projektovanje i instalaciju baznih stanica.

Ključne reči: *propagacija, bazna stanica, antena*

Abstract – *The topic for this research is to connect theoretical basis of radio communications and propagation of electromagnetic radiation in free space used in design and installation of base station.*

Keywords: *propagation, base station, antenna*

1. UVOD

Živimo u vremenu u kojem je svet nemoguće zamisliti bez komunikacije. Od davnina, ljudi zarad boljitka svog života i okruženja u kojem se nalaze stvaraju neophodne mehanizme kako bi obezbedili komunikaciju sa nekim. Kako bi komunikacija bila uspešna, potrebno je da imamo dve strane koje komuniciraju i kanal kojim će da se odvija komunikacija. Nekada je kanal komunikacije bio sam čovek, koji je „prevoznim sredstvom“ karakterističnim za period tog vremena, prenosio informaciju. Taj prenos mogao je da traje danima pa i mesecima.

Poznata je legenda o atinskom maratonskom trkaču Filipidu iz petog veka pre nove ere čiji je zadatak bio da prenese poruku Atinjanima da je njihova vojska savladala Persijance. Komunikacija je obavljena, ali ispostavilo se da ovaj kanal za prenos poruke nije najbolje rešenje. Tehnologije za prenos informacija sve su više napredovale i sada živimo u vremenu kad gotovo trenutno možemo da stupimo u komunikaciju sa nekim ko je na najudaljenijem kraju sveta. Komunikacija može da se odvija žičanim putem i bežično [2,3], što je osnov ovog rada.

2. BEŽIČNA KOMUNIKACIJA

Pod bežičnom komunikacijom podrazumevamo razmenu podataka i informacija između dva ili više entiteta pri čemu je medijum za prenos podataka vazduh. Informacije se kroz vazduh prenose putem elektromagnetnih talasa, koje još nazivamo i radio talasi.

Da bi došlo do komunikacije, potreban je izvor koji emituje signale (predajnik), antena koja predaje emitovane talase i uređaj koji registruje primljene radio talase (prijemnik). Da bi se mogla ostvariti komunikacija između prijemnika i predajnika u bežičnom sistemu

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željens Trpovski, vanr.prof.

prenosa podataka, prijemnik, predajnik i antene moraju raditi u istom frekventijskom opsegu. Nije moguća komunikacija fizičkih elemenata u sistemu ako nisu u istom frekventijskom opsegu.

2.1. Predajnik

Predajnik je deo sistema koji emituje informaciju. Ovaj deo sistema često se naziva Tx modul ili Tx. To je elektronski uređaj koji stvara električne oscilacije visoke frekvencije, pojačava ih i modulise korisnim signalom informacije, i preko predajne antene ih zrači u slobodan prostor.

2.2. Prijemnik

Prijemnik je deo sistema koji prima emitovanu informaciju. Ovaj deo sistema se često naziva Rx modul ili Rx. Njegov zadatak jeste da primi od antene poruku prenesenu preko nekog medijuma, demoduliše signal i preda demodulirani signal ka korisniku.

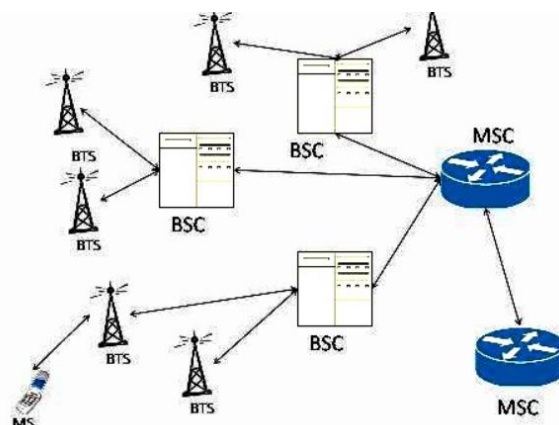
Prijemnici se sastoje od pojačavača, oscilatora, oscilatornih kola, filtera, demodulatora, itd.

Originalni signal se obično demodulira preko demodulatora, a koristan signal može biti zvuk kod radio prijemnika, slika i zvuk kod televizijskog prijemnika i binarni kodovi kod računara.

Radio prijemnik ima ulogu da pojača deo signala koji sadrži željenu informaciju. Električni signal koji iz antene stiže u prijemnik, veoma je male snage i treba ga pojačati i do nekoliko stotina hiljada puta kako bi se dobila snaga dovoljna za njegovu dalju obradu.

2.3. Mobilna mreža

Mobilnu mrežu (Slika 1) karakteriše skup resursa (delova opreme) u okviru operaterove mreže koji omogućavaju komunikaciju krajnjih korisnika usluga, kako između sebe, tako i sa drugim entitetima u mreži (web serveri, internet, razni uređaji itd).



Slika 1. Šema bežične mobilne mreže [2]

Mobilnu mrežu čine korisnici (engl. *User element*), pristupni deo mreže (engl. *radio access network*) i jezgro mreže (engl. *Core network*).

Pristupni deo mreže omogućava korisnicima pristup radio mreži operatera i povezuje krajnjeg korisnika sa ostatkom mreže.

Jezgro mreže povezuje sve delove mobilne mreže i omogućava protok informacija između njih.

3. RADIO TALAS

Radio talasi su vrsta elektromagnetskih talasa koji putuju kroz prostor brzinom svetlosti. Osnovna karakteristika radio talasa jeste frekvencija, koja se meri u hercima (Hz, kHz, MHz i GHz). Područje radijskog spektra obuhvata talasne dužine od milimetra do kilometra odnosno frekvencije od 3 Hz do 300 GHz. Raspodela frekvencija i odgovarajućih opsega, kao i njihova upotreba prikazana je u Tabeli 1 [4].

Radio talasi se veštački generišu pomoću transmitera i primaju se radio prijemnicima, koristeći antene. Različite frekvencije radio talasa imaju različite propagacione karakteristike u Zemljinoj atmosferi; dugi talasi mogu da budu difraktovani oko prepreka, kao što su planine i visoki objekti i slede konturu terena (površinski talasi), kratki talasi mogu da budu reflektovani od jonosfere i vraćaju se na zemlju izvan horizonta, dok se talasi mnogo kraćih talasnih dužina veoma malo savijaju ili bivaju difraktovani i putuju duž vidnog polja, tako da su njihova propagaciona rastojanja uglavnom ograničena na vizuelni horizont [4].

4. PROPAGACIONI MEHANIZMI U VHF I UHF [1]

4.1 RASTOJANJE

Svaki radio talas gubi snagu što se više odvaja od svog izvora i ti gubici su poznati kao gubici u slobodnom prostoru. U praksi, jako retko imamo samo gubitke koji nastaju u slobodnom prostoru, a to je slučaj jedino između jako usmerenih antena sa čistom putanjom bez prepreka u blizini linka. Uglavnom su ti gubici praćeni i dodatnim slabljenjima koja nastaju od brojnih refleksija i prepreka koje se nalaze na tom putu.

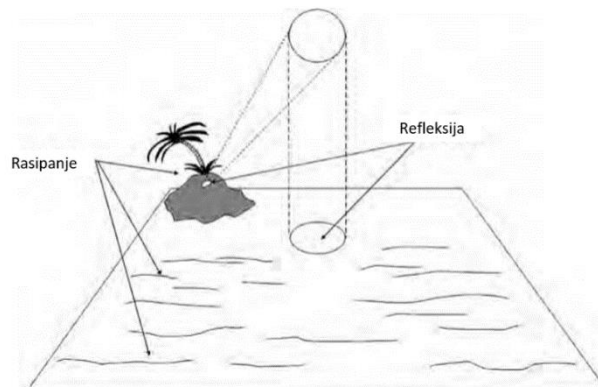
4.2 REFLEKSIJA

Refleksija je pojava koja nastaje kada talas naiđe na glatku ravnu površ. U većini slučajeva površina nije ravna, ali zbog mnogih faktora može da se aproksimira kao ravna površina. Najidealniji primer je transmisija talasa preko mirnog mora, ali postoje i brojne druge situacije. Refleksija stvara drugu putanju između predajnika i prijemnika i ta dva talasa će dovesti do interferencije na prijemu.

4.3 RASIPANJE

Rasipanje nastaje isto kao i refleksija, tačnije i koristi se izraz refleksija, samo talas nailazi na površ koja nije glatka pa se refleksija ne odvija organizovano i u određenom pravcu, nego se rasipa na više strana. Mnogo češća pojava nego sama refleksija, i možemo je vizuelno ilustrovati. Ako bismo posmatrali sunce koje zalazi iza jezera mogli bismo da vidimo jasnu refleksiju njega o

glatku površinu jezera. Međutim iz drugog ugla ta refleksija može da stigne do našeg oka i preko talasa na vodi, raznih glatkih predmeta u okolini jezera i mnogih drugih površina koje ga okružuju kao što je prikazano na Slici 2. Slično se dešava i sa signalom, a njegova interpolacija na prijemu je potpuno nepredvidiva i stohastička i model propagacije je izuzetno kompleksan.

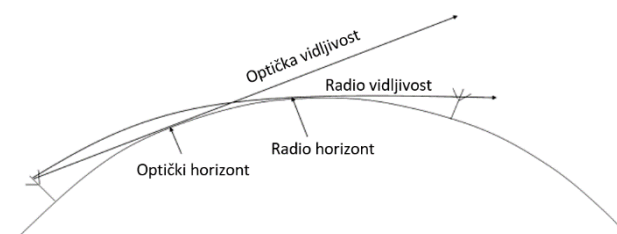


Slika 2. Ilustracija refleksije i rasipanja [1]

4.4 REFRAKCIJA

Kao rezultat ovog propagacionog fenomena zvanog refrakcija, dolazi do zakrivljenja elektromagnetnog talasa. Nastaje zbog varijacija u indeksu refrakcije na različitim nivojima atmosfere.

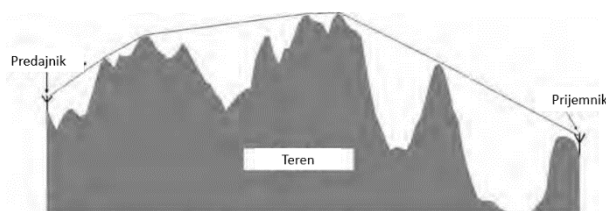
Za zemaljske mobilne komunikacije, najvažnije područje jeste ono koje je relativno blizu površine Zemlje. Indeks refrakcije se smanjuje pri povećanju visine zbog niskog atmosferskog pritiska. Upravo ovaj indeks dovodi do zakrivljenja radio talasa na dole, omogućavajući prijem signala čak i preko prividnog horizonta, ne oslanjajući se na efekte difrakcije (Slika 3).



Slika 3. Refrakcija radio talasa [1]

4.5 DIFRAKCIJA

U većini situacija putanja kojom putuje signal od bazne stanice do mobilnog prijemnika je ispresecana brojnim neravninama i uzvišenjima tako da nemamo optičku vidljivost od predajnika do prijemnika. U tim situacijama signal stiže do prijemnika difraktovan od objekata na tom putu kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Difrakcija nastala usled neravnog terena [1]

Tabela 1. *Elektromagnetski spektar radio talasa [4]*

Naziv opsega	Skraćenica (engleska)	Frekvencija	Talasna dužina	Upotreba
		< 3 Hz	>100 000 km	vojna upotreba
Ekstremno niske frekvencije	ELF	3-30 Hz	100 000km - 10 000 km	komunikacije sa podmornicama
Super niske frekvencije	SLF	30-300 Hz	10 000 km – 1000 km	komunikacije sa podmornicama
Ultra niske frekvencije	ULF	300-3000 Hz	1000 km – 100 km	podzemne komunikacije - rudnik
Vrlo niske frekvencije	VLF	3-30 kHz	100 km – 10 km	podmornice, geofizika, nadzor medicinskih uređaja
Niske frekvencije	LF	30-300 kHz	10 km – 1 km	navigacija, AM radio
Srednje frekvencije	MF	300-3000 kHz	1 km – 100m	AM radio
Visoke frekvencije	HF	3-30 MHz	100 m - 10 m	radio - amateri
Vrlo visoke frekvencije	VHF	30-300 MHz	10 m – 1 m	FM radio, televizija, avioni
Ultra visoke frekvencije	UHF	300-3000MHz	1 m – 100 mm	televizija, mobilni telefoni, avijacija
Super visoke frekvencije	SHF	3-30 GHz	100 mm – 10 mm	Mikrotalasna peć, avijacija, radar

Gubici koji nastaju prilikom difrakcije, mogu znatno da se razlikuju od signala koji putuje u slobodnom prostoru i veoma su važni za određivanje propagacionog modela.

4.6 APSORPCIJA

Brojni građevinski objekti, vegetacija, saobraćajna vozila i ljudi apsorbiraju određeni deo radio energije. Što je više objekata prisutno na propagacionom putu talasa to su uticaji tih objekata na radio talas veći.

5. LOKACIJA

Lokacija ili sajt obuhvata jednu, ili više baznih stanica koje su postavljene u neposrednoj blizini. Mogu da koriste istu prostoriju ili deo zgrade, koje su montirane u iste montažne ormane, ili kontejnere i koriste isti antenski stub. Po vrsti bazne stanice lokacije delimo na *outdoor lokacije*, u kojima se kabinet bazne stanice i antenski sistem nalaze u spoljašnjem prostoru i *indoor lokacije*, u kojima se ove komponente nalaze u zatvorenom prostoru.

Osnovni elementi svake lokacije su:

- Antenski stub sa gromobranskom zaštitom,
- Bazna stanica (RBS / BTS / Node B),
- Antenski sistem (antene sa antenskim kablovima i ostalim delovima sistema),
- Sistem za napajanje strujom (AC/DC struja, ispravljači, baterijski backup, napajački kablovi),
- Sistem prenosa (link, optika, LAN kablovi),
- Instalacioni materijali (čelični nosači, rostovi, kanalice).

Antenski stub predstavlja čelični element na svakoj lokaciji i koristi se za montažu antena, radio modula i ostalih delova antenskog sistema. Osnovne vrste stubova koje se sreću na lokacijama su rešetkasti stubovi, igla stubovi, cevasti stubovi i "pauk" stubovi.

Pored ovih postoji i posebna vrsta stubova koji se namenski prave, kako ne bi narušili izgled okoline, a zovu se maskirani stubovi. Svaki tip stuba ima odgovarajuću primenu u zavisnosti od toga šta želi da se postigne njegovom upotrebom, bilo to veća visina, nosivost, itd.

Jedna od najbitnijih komponenti na antenskom stubu jeste gromobranska zaštita. Ovi stubovi su najčešće najviša tačka u okolini i zbog toga su izloženi čestim udarima groma, koji bi mogli da unište opremu i ugroze živote ljudi na lokaciji. Njihova prvenstvena uloga je da zaštite ljude na lokaciji u slučaju udara groma, a zatim da zaštite opremu.

Bazna stanica (RBS, BTS) je deo RAN sistema čija je funkcija da obezbedi komunikaciju korisničke opreme (mobilnih telefona, laptopova, tableta itd.) sa ostatkom mreže. Njena uloga je da primi radio signal koji stiže od korisnika, pretvori ga u digitalni signal i prosledi ga ostalim delovima RAN-a, i obrnuto. Bazna stanica opslužuje jednu ili više ćelija (sektora). Osnovni funkcionalni delovi bazne stanice su kabinet, radio moduli, sistemski moduli, kablovi, napajački deo i pomoćna oprema.

Antene su pasivni elementi sistema čiji je zadatak da primaju i predaju radio signal. Karakteristika antene je ugao zračenja, koji određuje pod kojim uglom u odnosu na osu zračenja antene ona emituje signal koji nije slabiji od 3 dB u odnosu na najjači signal antene. Antene koje se najčešće koriste su omni, sektorske i usmerene antene. Omni antene imaju kružno zračenje po horizontalnoj ravni.

Zračenje je jednako usmereno u svim pravcima, tj. ravnomerno emituju signal u krugu od 360 stepeni oko sebe. S obzirom da mogu da prime signal iz svih pravaca, koriste se za pristupne tačke u mreži. Sektorske antene, ili panel antene, imaju horizontalni ugao zračenja od 180, 120, 90 i 75 stepeni. Iako pokrivaju užu sektor od omni antena, on je i dalje dovoljno širok i može da prihvati veliki broj klijenata.

Usmerene (direkcionane) antene zrače radio talas u veoma uskom spektru i tako postižu mnogo veću dobit u odnosu na prethodne antene. Imaju cilj da spoje klijenta sa jednom jedinom tačkom, a to je pristupni čvor mreže. Što je užu ugao zračenja, to joj je veća dobit i signal je bolji, ali pokrivenost je mala što je glavna mana ovog tipa antene. Isto važi i za vertikalni ugao zračenja.

Antenski kabl povezuje antenu sa baznom stanicom. Kraći tipovi kabla koji se koriste kada je radio modul montiran blizu antene zovu se džamperi, a u situacijama u kojima se koriste duži kablovi, fideri. To je slučaj kada je radio modul montiran pored kabineta. Fider prečnika 1/2" se koristi za trase kraće od 10m; 7/8" za trase do 60m, a 5/4" za trase duže od 60m.

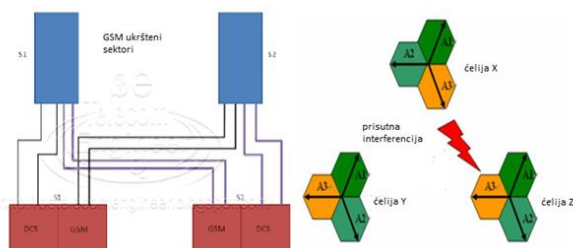
Konektori se prave na krajevima fidera i omogućavaju spajanje fidera sa kablom koji je direktno povezan sa antenom ili radio modulom (džamper). Najveći gubici u antenskom sistemu nastaju upravo zbog loše napravljenih konektora, tako da je njihova izrada veoma važna za kvalitet antenskog sistema.

5.1 MEHANIČKI PROBLEMI U ANTENSKOM SISTEMU

Ove probleme povezujemo sa osnovnim elementima antenskog sistema: antena, kablovi i konektori.

Problemi sa antenskim kablom najčešće nastaju prilikom loše montaže, bilo pričvršćivanjem za hengere ili povezivanjem sa konektorom. Uglavnom je to veza džamper-konektor. Korozija kablova zbog loše hidroizolacije ili oštećenja džampera (fabrički ili na lokaciji) dovode do gubitaka u sistemu.

Najčešći tip greške kod instalacije jeste ukrštanje antenskih kablova. Nastaje isključivo nepažnjom montera, i nekad ja veoma teško ustanoviti zato što sistem radi, ali ne daje željene i očekivane rezultate. Ovaj problem nazivamo ukršteni sektori, i pod njim podrazumevamo situaciju u kojoj su antenski kablovi (fider ili optički kablovi) jednog radio sektora, vezani za antenu drugog sektora. Ukrštanje sektora dovodi do interferencije između susjednih ćelija, slab ili nikakav prijem signala u sektorima i loš hendover između susjednih ćelija što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Ukršteni sektori nastali usled loše povezanih kablova

6. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad predstavljen je osnovni koncept bežične komunikacije. Sve ono što je neophodno da bi komunikacija bila uspešna su predajnik, prijemnik i kanal. Kako je kanal u slučaju ovog tipa komunikacija slobodan prostor, signal koji putuje kroz njega je često degradiran i oslabljen propagacionim mehanizmima koji se javljaju na tom putu.

Slabljenja nastaju usled većeg rastojanja prijemnika i predajnika, gde signal slabi sa povećanjem, ne samo rastojanja, nego i frekvencije. Refleksije, rasipanje, refrakcija, difrakcija i apsorpcija su prateće pojave koje dodatno utiču na slabljenje signala.

U sistemima radio komunikacija, od izuzetnog značaja je način projektovanja baznih stanica. Prvo se kroz rad na terenu upozna sa opremom koja se koristi, načinom montiranja i ukazuje se na greške koje mogu da se dese pri instalaciji bazne stanice.

7. LITERATURA

- [1] Mobile Radio Network Design in VHF and UHF Bands, Adrian W. Graham, Nicholas C. Kirkman and Peter M. Paul
- [2] Modern Wireless Communication, Simon Haykin and Michael Moher
- [3] Principles of Electronic Communication Systems, Louis E. Frenzel, Glencoe/McGraw-Hill. ISBN 9780-02-800409-9
- [4] [https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_wave#:~:text=Radio%20waves%20are%20a%20type,gigahertz%20\(GHz\)%20and%20below.](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_wave#:~:text=Radio%20waves%20are%20a%20type,gigahertz%20(GHz)%20and%20below.)

Kratka biografija:



Miloš Mihić rođen je u Novom Sadu 1996. god. Srednje obrazovanje stekao u Gimnaziji "Isidora Sekulić" na prirodno-matematičkom smeru. Osnovne akademske studije iz oblasti Energetike, elektronike i telekomunikacija upisao 2015. godine, a diplomirao 2019. Iste godine upisuje master studije iz oblasti Telekomunikacionih sistema.

kontakt: mmihic4869@gmail.com



Željen Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

Kontakt: zeljen@uns.ac.rs

Zahvalnica:

Izradu ovog rada pomogao je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman za energetiku elektroniku i telekomunikacije, u okviru projekta pod nazivom: "Istraživanja u oblasti energetike, elektronike, telekomunikacija i primenjenih informacionih sistema u cilju modernizacije studijskih programa".