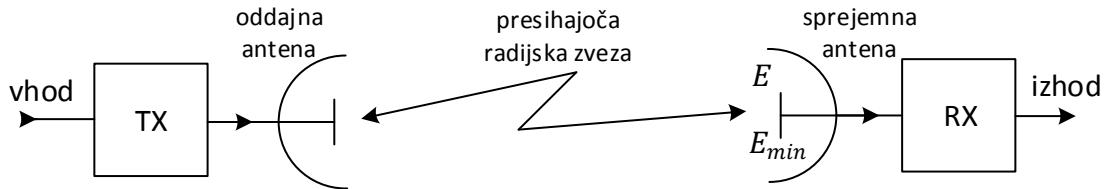


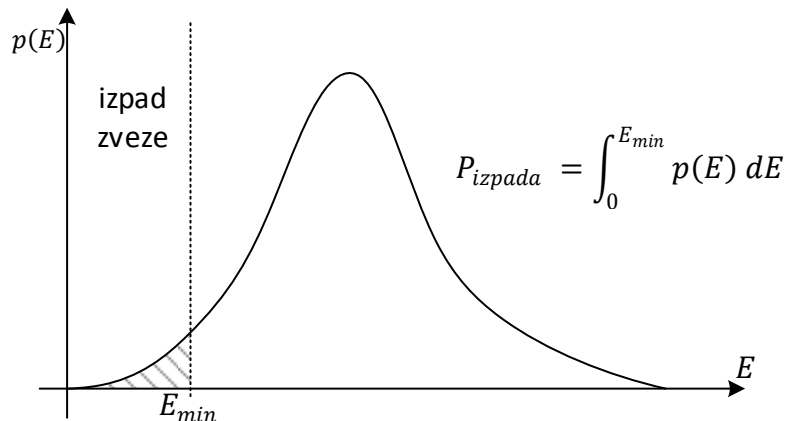
Meritev verjetnosti izpada radijske zveze

Raznoliki (diverzni) sprejem



Slika 1: Radijska zveza.

V večini resničnih slučajev radijskih zvez ne moremo preprosto določiti jakosti sprejemanega polja. Jakost sprejema se spreminja s časom oziroma je močno odvisna od majhnih premikov anten. V vseh navedenih slučajih je merilo za kakovost oziroma zmogljivost zveze verjetnost izpada zveze, se pravi verjetnost, da jakost sprejemanega polja pade pod predpisano mejo E_{min} , kot je to prikazano na Sliki 2.



Slika 2: Verjetnost izpada radijske zveze.

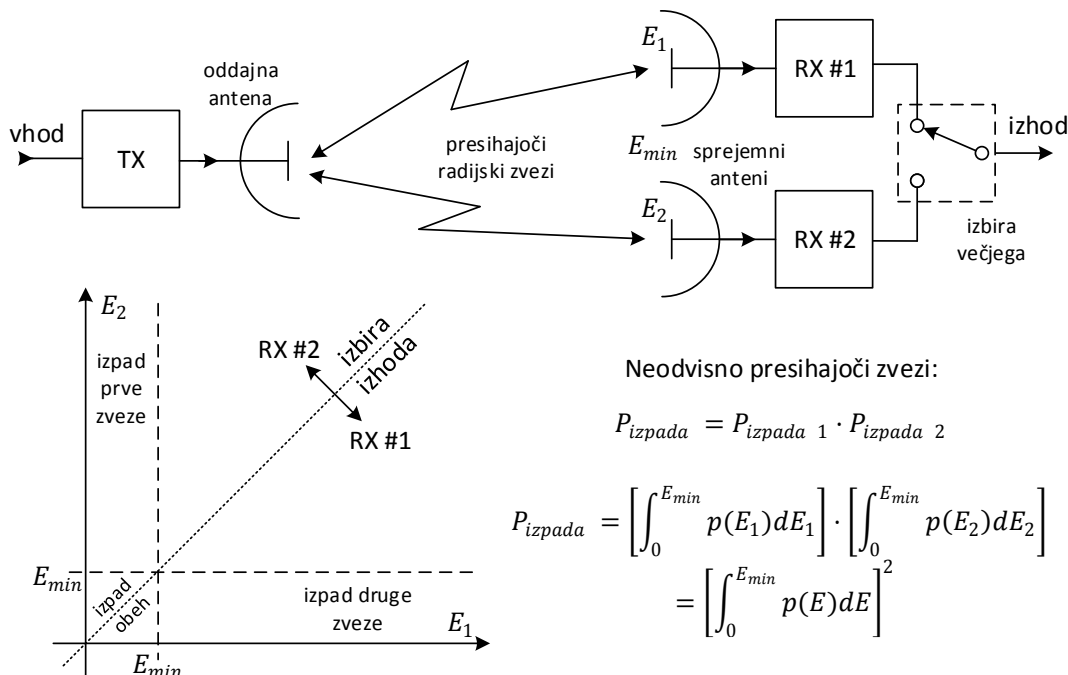
Verjetnost izpada zveze lahko znižamo na več različnih načinov. S povečanjem moči oddajnika oziroma povečanjem dobitka oddajne antene spremenimo porazdelitev gostote verjetnosti $p(E)$ tako, da se verjetnost presejanja meje E_{min} znatno poveča. S povečanjem dobitka sprejemne antene lahko po drugi strani znižamo mejo E_{min} .

Vsi opisani ukrepi so zelo dragi. Oddajnik večje moči porabi več električne energije, predvsem pa povzroča več motenj drugim radijskim zvezam, ki ponovno uporabljajo isti radio-frekvenčni kanal. Antene z večjim dobitkom imajo večje fizične izmere in zahtevajo točnejše usmerjanje. V nekaterih pogostih slučajih (mobilne zveze) zahtevamo, da ima vsaj ena od radijskih postaj neusmerjeno anteno.

Ko ne moremo več povečati moči oddajnika oziroma dobitkov obeh anten, uporabimo raznoliki sprejem (ang. diversity reception). Pri raznolikem sprejemu uporabimo dva ali več neodvisnih sprejemnikov in izbiramo najboljši (največji) izhod. Dodatno izboljšanje lahko prinese še sestavljanje kazalcev na izhodih sprejemnikov namesto preproste izbire najmočnejšega izhoda, kar pa je tehnično dosti težje izvedljivo od preproste izbire najmočnejšega izhoda.

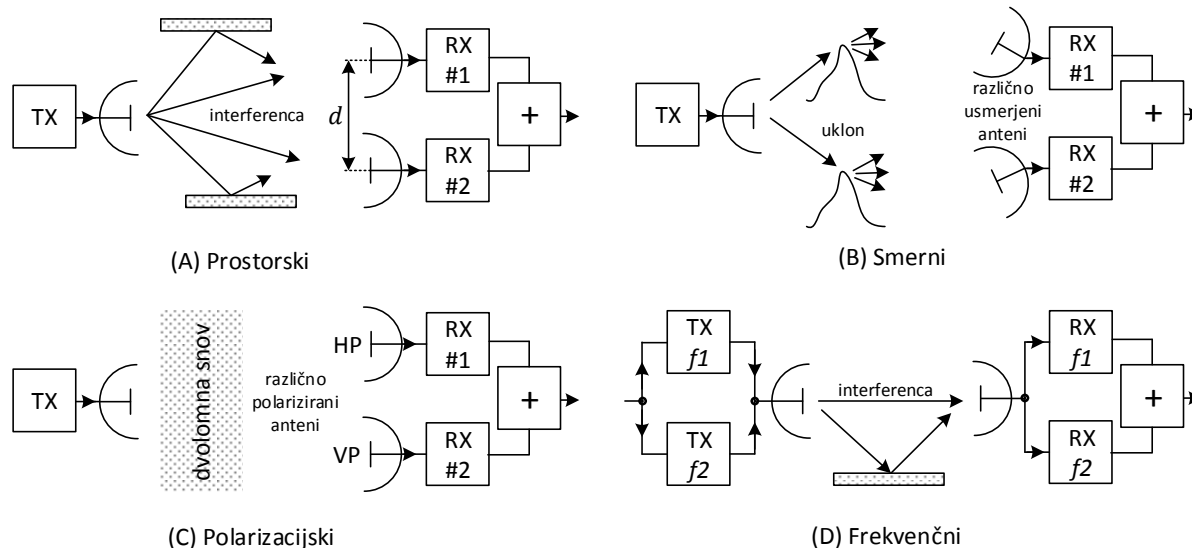
Če je presihanje radijskih zvez do sprejemnih anten statistično neodvisno, je skupna verjetnost izpada zveze kar enaka produktu verjetnosti izpada posameznih radijskih zvez, kot je to

prikazano na Sliki 3. V slučaju dveh podobnih radijskih zvez, ki imata enako porazdelitev gostote verjetnosti $p(E_1) = p(E_2) = p(E)$, je skupna verjetnost izpada enaka kvadratu verjetnosti izpada posamične zveze.



Slika 3: Verjetnost izpada zveze pri raznolikem sprejemu.

Raznoliki (diverzni) sprejem lahko izvedemo na več različnih načinov, ki so prikazani na Sliki 4. Najpogostejša izvedba je prostorski raznoliki sprejem. V tem slučaju uporabimo dve enaki sprejemni anteni, ki ju namestimo na dovolj veliki razdalji, da je presih polja ene radijske zveze neodvisen (nekoreliran) s presihom druge radijske zveze.



Slika 4: Izvedbe raznolikega (diverznega) sprejema.

V slučaju radijske zveze brez neposredne vidljivosti, ki izkorišča uklon ali sipanje valovanja na različnih ovirah lahko uporabimo smerni raznoliki sprejem. Sprejemni anteni se sicer nahajata na istem mestu, vendar sta usmerjeni v različne smeri. Opisano različico raznolikega sprejema običajno uporabljamo v zvezah preko sipanja v troposferi.

Zelo pogosta izvedba raznolikega sprejema je polarizacijski raznoliki sprejem, saj so ukloni in odboji valovanja pogosto polarizacijsko odvisni, tudi če med oddajnikom in sprejemnikom ni dvolomne snovi. Prednost polarizacijskega raznolikega sprejema je v tem, da se obe sprejemni anteni nahajata na istem mestu, kar pomeni nižjo ceno izdelave in vgradnje takšne antene.

Ker je presih polja močno frekvenčno odvisen, je frekvenčni raznoliki sprejem (in oddaja!) zelo učinkovita rešitev. Slaba lastnost frekvenčnega raznolikega sprejema je dvojna (ali večkratna) poraba frekvenčnega spektra in zahteva po več neodvisnih oddajnikih. Podobne lastnosti ima tudi časovni raznoliki sprejem, ko oddano informacijo čez čas še enkrat ali večkrat ponovimo in pri tem računamo na časovno spremenljivost presiha polja.

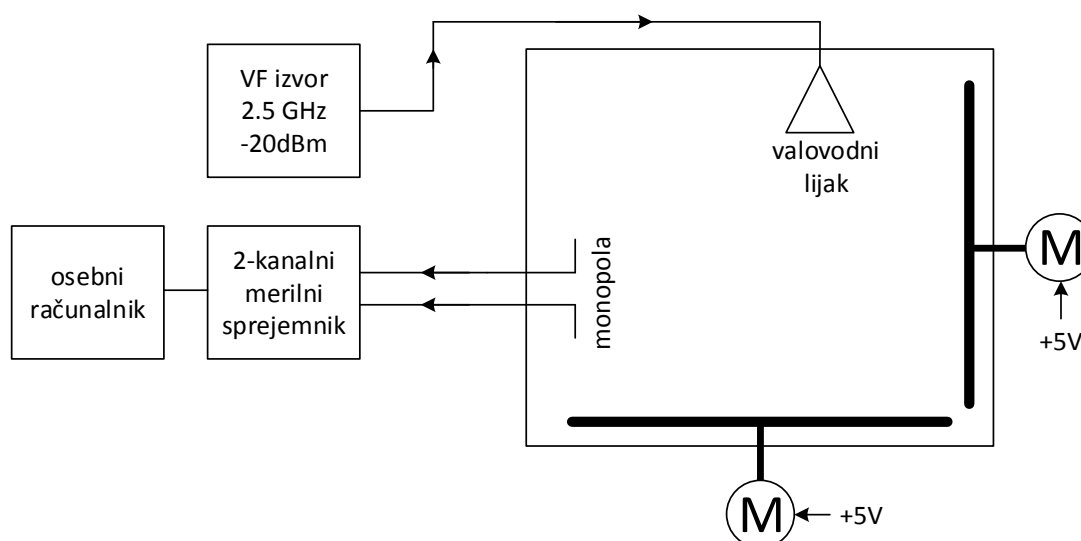
Če je pri raznolikem sprejemu presih polja obeh radijskih zvez koreliran, je skupna verjetnost izpada zveze seveda drugačna od preprostega produkta verjetnosti izpada posameznih zvez. V primeru premajhne razdalje med antenama pri prostorskem raznolikem sprejemu ali premajhne frekvenčne razlike pri frekvenčnem raznolikem sprejemu se seveda poveča skupna verjetnost izpada zveze. V primeru koreliranega presiha polja se lahko skupna verjetnost izpada zveze tudi zmanjša, ko z izbiro pravilne razdalje med antenama ali pravilne frekvenčne razlike dobimo v slučaju izpada ene od zvez ravno maksimum sprejema v drugi zvezi. Skupno verjetnost izpada zveze lahko zmanjšamo le v tistih redkih slučajih, ko natančno poznamo mehanizem presihanja polja.

Seznam potrebnih pripomočkov

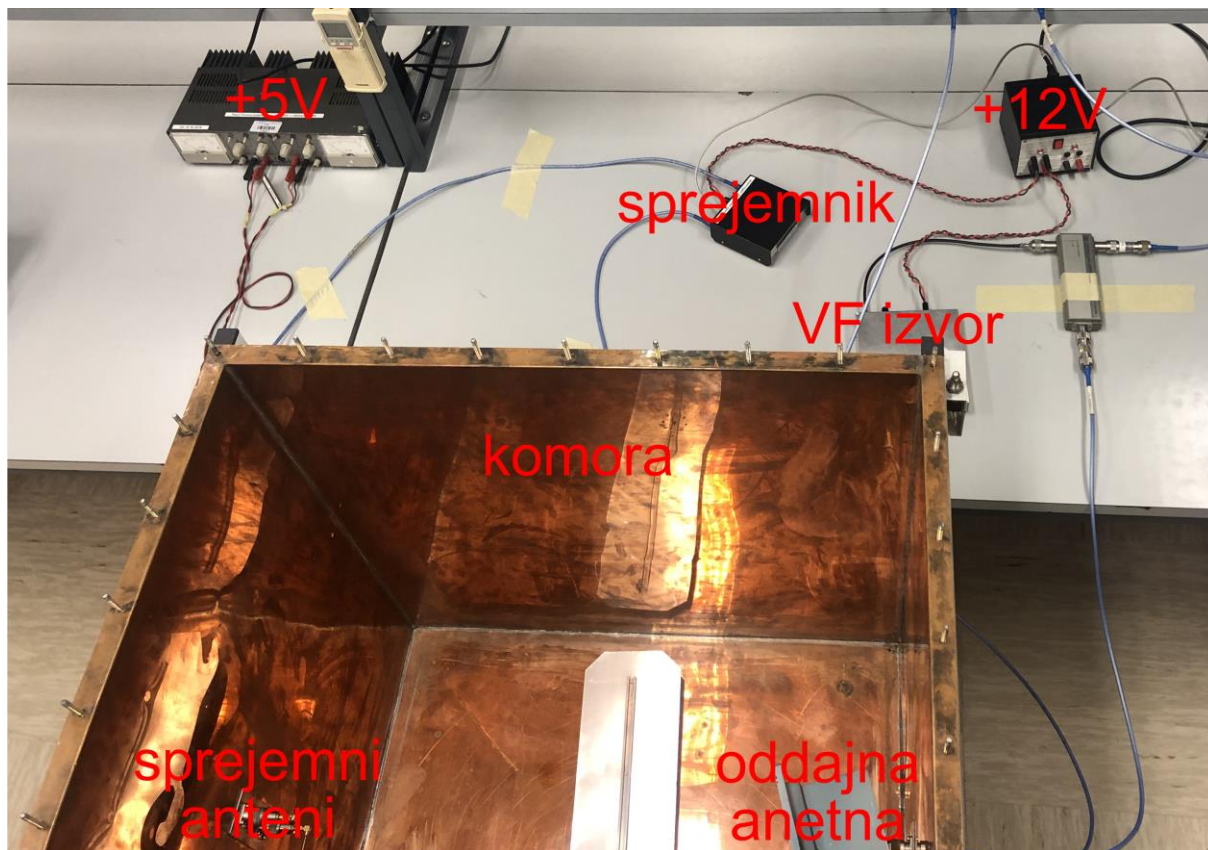
Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Ne-moduliran visokofrekvenčni izvor 2.5GHz, 10mW, z nastavljivim izhodom.
- Reverberančno komoro z napajalniki za elektromotorje.
- Tri antene za frekvenčno področje 2.5GHz.
- Dve prilagojeni bremeni za antene.
- Merilni sprejemnik za statistiko polja, z napajalnikom ter osebni računalnik s programom za merjenje.
- Priključne kable za vse povezave.

Postavitev merilnih pripomočkov prikazuje Slika 2, razporeditev pa Slika 3.



Slika 2: Skica vezave merilnih pripomočkov



Slika 3: Slika vezave merilnih pripomočkov

Opis poteka vaje

Resnične meritve statistične porazdelitve jakosti in korelacije sprejemanega polja z več antenami so lahko zelo dolgotrajne in zato zelo drage. V laboratoriju si pomagamo z reverberančno komoro, kjer lahko hitrost sprememb močno povečamo z vrtenjem ustreznih mešalnikov rodov. V reverberančno komoro namestimo več različnih anten za dano frekvenčno področje. Eno anteno uporabimo kot oddajno anteno, drugi dve anteni pa kot sprejemni anteni.

Ker so izgube v reverberančni komori majhne, zadošča že izvor majhne moči (manj kot 10mW), ki jo s stabilcem na izhodu izvora še dodatno zmanjšamo, da ne prekrmilimo merilnega sprejemnika. Zato moč izvora pred začetkom meritve prilagodimo tako, da čimbolj izkoristimo področje delovanja merilnika.

Pravilno delujoča zaprta reverberančna komora daje Rayleigh-ovo porazdelitev gostote verjetnosti sprejemanega polja na katerikoli sprejemni anteni in ne glede na to, če so preostale antene v komori zaključene na bremena ali ne. V tej vaji neuporabljene antene vedno zaključimo s prilagojenimi bremenami, da se tudi povprečne moči ne spreminjajo ne glede na to, če imamo priključen eden ali oba kanala sprejemnika. Oddajno anteno usmerimo tako, da del glavnega snopa zadane sprejemni anteni, del pa vetrnici za mešanje rodov.

Verjetnost (pogostnost) izpada zveze merimo z ustreznim merilnim sprejemnikom in pripadajočim računalniškim programom. Oba kanala povežemo na anteni, ki se nahajata v glavnem snopu oddajne antene. Pri tem je komora zaprta z bakrenim pokrovom. Računalniški program izvede meritev izpada za obe anteni posebej, matematično pa izračuna verjetnost izpada, kadar za zvezo uporabimo obe anteni. Rezultate izriše na graf. Pri tem lahko

spreminjamo število vzorcev meritev. Majhne vrednosti do nekaj 100 vzorcev izberemo za začetno ugotavljanje razmere, veliko število (nekaj 1000) pa za izvedbo končne meritve.

Reverberančno komoro nato odpremo, ponovno nastavimo moč oddajnika in ponovimo meritev za Rice-jevo porazdelitev gostote verjetnosti.

Vajo najprej izvedemo za Rayleigh-ovo porazdelitev z zaprto reverberančno komoro. Nato komoro odpremo in vajo ponovimo za ugodnejšo porazdelitev, ki se približuje Rice-jevi.

Naloga

1. Izmerite verjetnost izpada radijske zveze pri zaprti komori. (Obe anteni v nasproti oddajne). Rezultat natisnite in ga jasno označite.
2. Izmerite verjetnost izpada radijske zveze pri odprti komori. (Obe anteni nasproti oddajne). Rezultat natisnite in ga jasno označite.