

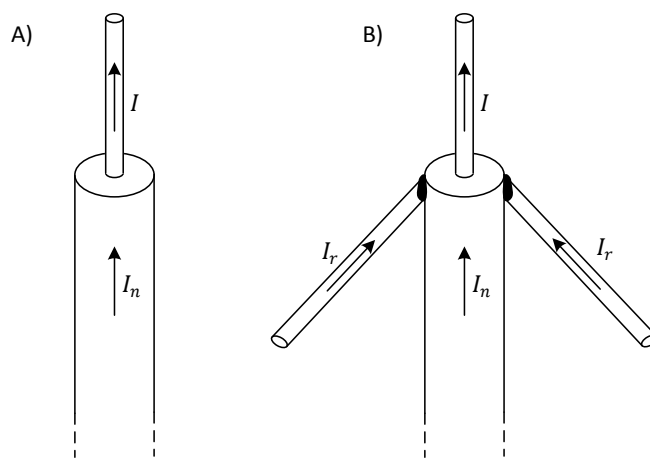
Izbira dolžine radialov ground-plane antene

Izvedba pokončno polarizirane antene

V mobilnih komunikacijah najpogosteje uporabljamo pokončno (vertikalno) linearno polarizacijo preprosto zato, ker je ustrezno anteno najenostavneje izdelati in vgraditi na vozilo oziroma na prenosno (ročno) radijsko postajo. V večini slučajev pa mobilna radijska zveza ne poteka neposredno med dvema mobilnima postajama, pač pa med mobilno in bazno postajo. Domet radijske zveze lahko znatno povečamo z ugodno izbiro lege in antene bazne postaje, ki je lahko končna postaja ali pa samo posrednik (repetitor) med dvema mobilnima postajama.

Za anteno bazne postaje nimamo tako hudih omejitev kar se tiče velikosti in teže, kot veljajo za anteno mobilne postaje, zato skušamo izboljšati radijsko zvezo z uporabo boljše antene v boljši legi vsaj na enem koncu radijske zveze. Anteno bazne postaje zato vgradimo čim višje, več valovnih dolžin nad tlemi. Pri praktični vgradnji pokončno polarizirane antene bazne postaje nas motijo predvsem mehanska nosilna konstrukcija in napajalni vod, ki so električni prevodniki in motijo sevano polje antene.

Če uporabimo za nosilec antene kar koaksialni kabel, ki služi kot napajalni vod iste antene, dobimo na zunanji strani plašča kabla dodaten električni tok, kot je to prikazano na Sliki 1. Če s koaksialnim kablom neposredno napajamo pokončno paličasto anteno (A), steče po zunanji strani plašča kabla tok I_n , ki je po velikosti povsem enak toku v anteni I . Plašč kabla je torej sestavni del antene. Ker je plašč kabla običajno zelo dolg (več deset valovnih dolžin), bo imela takšna antena smerni diagram z velikim številom snopov in ničel, česar v mobilni radijski zvezi prav gotovo ne želimo.

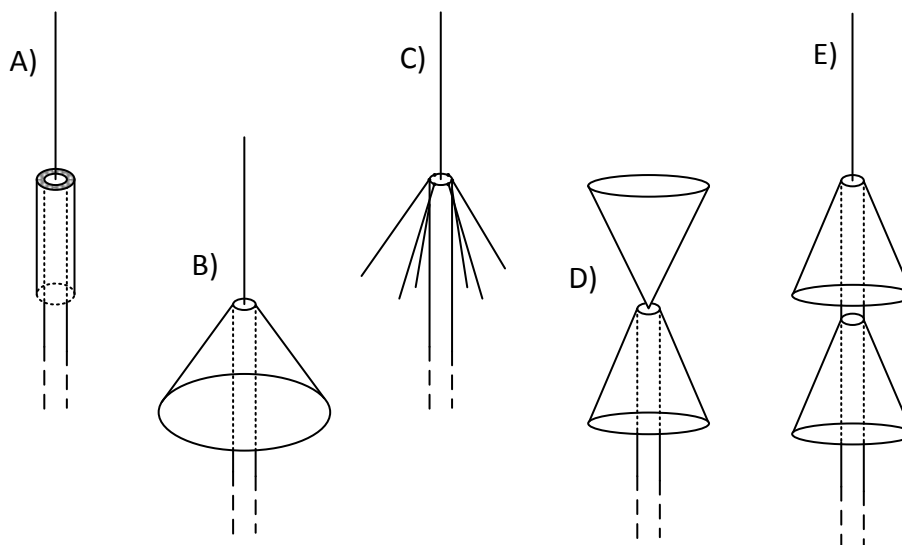


Slika 1: Tokovi na pokončni anteni

Velikost toka v plašču kabla I_n lahko znižamo z uporabo dodatnih vodnikov, ki prevzamejo del toka I_r , kot to prikazuje Slika 1 (B). Če je preostali tok po plašču kabla I_n zadosti majhen, bo smerni diagram takšne antene podoben diagramu polvalovnega dipola z enim samim glavnim snopom. Takšno priljubljeno konstrukcijo antene imenujemo ground-plane (GP) antena, dodatne vodnike pa imenujemo radiali.

Neželene tokove v nosilni konstrukciji oziroma napajalnem vodu antene lahko sicer zadržimo na več različnih načinov, kot je to prikazano na Sliki 2. Najenostavnejša rešitev je četrtvalovna dušilka, ki jo postavimo na napajalni vod (A). Četrtvalovno dušilko izvedemo z dodatno cevjo, ki jo natakne preko koaksialnega kabla in na gornjem koncu spojimo z oklopom kabla.

Pomanjkljivost takšne četrtvalovne dušilke je razmeroma ozek frekvenčni pas učinkovitosti, ker je karakteristična impedanca voda med cevjo in oklopom kabla razmeroma nizka.



Slika 2: Različne izvedbe pokončnih anten

Bolj učinkovita je dušilka stožčaste oblike (B), ker je ustrezna karakteristična impedanca voda višja. Kovinski stožec lahko nadomestimo z večjim številom žic, ki potekajo v smeri tokov na plašču stožca (C), in dobimo priljubljeno konstrukcijo ground-plane (GP) antene. Čeprav je osnova delovanja stožca oziroma radialov GP antene četrtvalovna dušilka, iz različnih razlogov stranica stožca oziroma dolžine radialov GP antene niso več enake četrtini valovne dolžine, kar pride še posebej do izraza pri GP antenah z maloštevilnimi radiali (samo 3 ali 4).

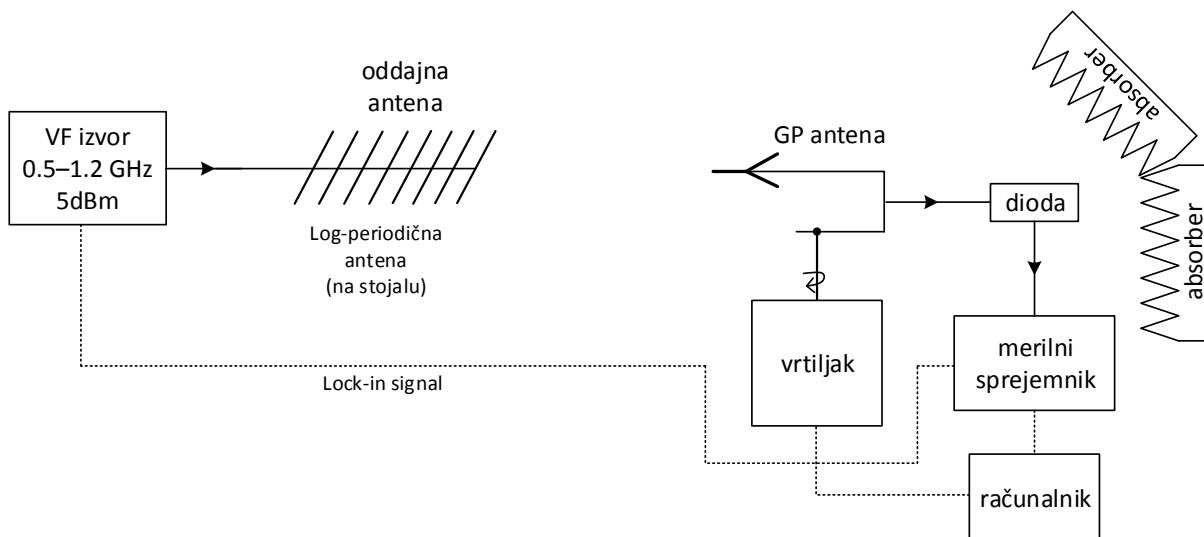
Delovanje antene v širokem frekvenčnem pasu zato lahko zagotovimo le s polnim plaščem stožca ali velikim številom radialov, prilagoditev impedance pa izboljšamo tako, da tudi antensko palico nadomestimo s stožcem (D) ali diskom. Končno lahko neželene tokove v nosilnem drogu ali napajalnem vodu učinkoviteje zadušimo tudi z zaporedno vezavo več četrtvalovnih dušilk (E).

Seznam potrebnih pripomočkov

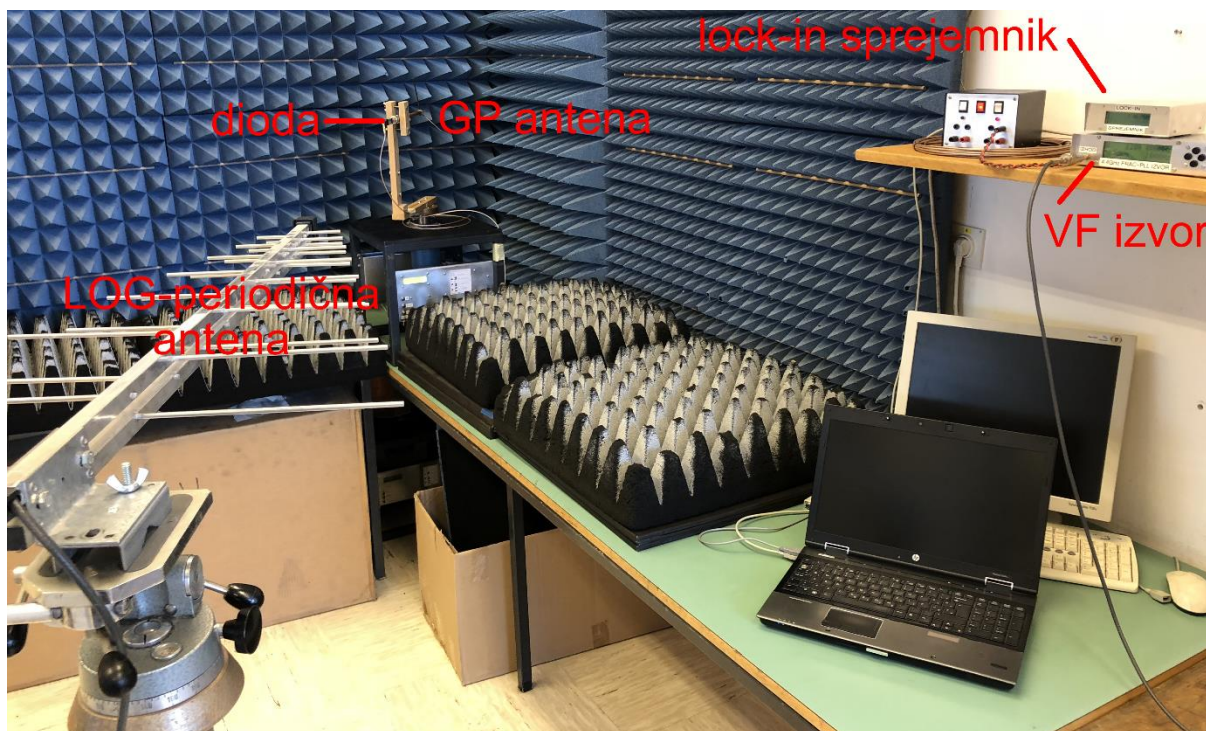
Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 500-1200 MHz, z izhodno močjo do 15 dBm (30 mW) in možnostjo amplitudne modulacije z 10 kHz pravokotnim signalom.
- Širokopasovno log-periodično oddajno anteno.
- Merjenec: ground-plane anteno za približno 800 MHz na dolgem nosilcu.
- Merilno diodo za 1 GHz s pripadajočim Lock-in merilnim sprejemnikom.
- Računalnik za zajem in risanje podatkov.
- Vrtiljak za eno anteno in nepremični podstavek za drugo.
- Nekaj plošč absorberja.
- Priključne kable za vse povezave.

Postavitev merilnih pripomočkov prikazuje Slika 3, razporeditev pa Slika 4.



Slika 3: Skica vezave merilnih pripomočkov



Slika 4: Slika vezave merilnih pripomočkov

Opis poteka vaje

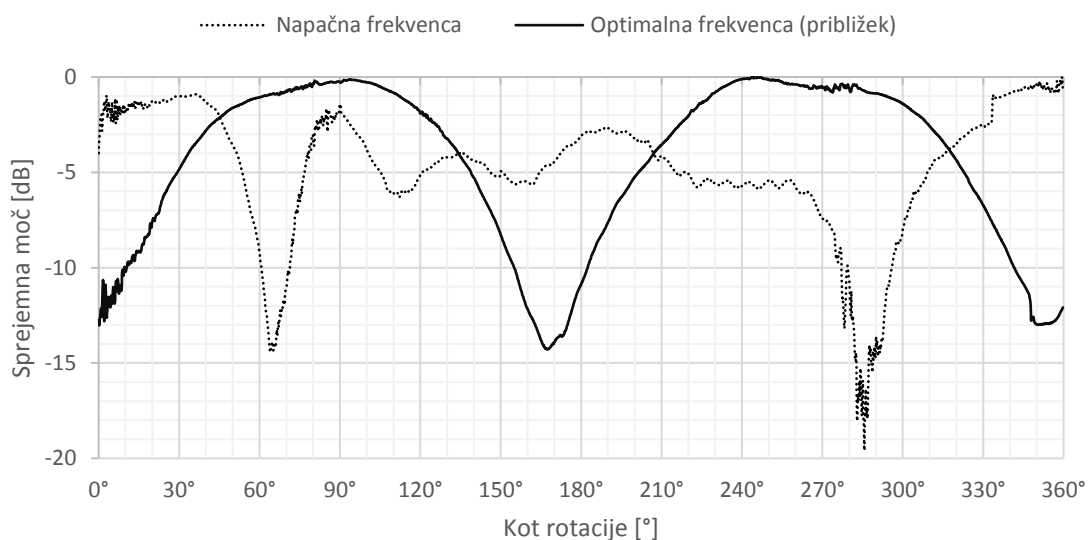
V vaji merimo smerni diagram ground-plane antene, ki je vgrajena na dovolj dolg nosilec, da lahko opazujemo učinek neželenih tokov na nosilcu. Ker je smerni diagram GP antene rotacijsko simetričen okoli osi antene (v \vec{H} ravnini), seveda merimo le smerni diagram v pokončni \vec{E} ravnini.

Ker je os vrtiljaka pokončna, moramo seveda za samo meritev vgraditi anteno vodoravno, to je povsem drugače od običajne uporabe GP antene. Da lahko opazujemo neželeni učinek tokov na nosilcu, moramo anteno vgraditi na vsaj eno valovno dolžino dolg nosilec, ki med meritvijo leži vodoravno v isti smeri, to je v osi antene. Šele na dovolj veliki razdalji lahko nosilec zasučemo v obliki kljuge, da anteno in nosilno konstrukcijo pritrdimo na vrtiljak.

Pri meritvi pazimo na odbite valove. Mikrovalovni absorberji so pri valovni dolžini opisane meritve običajno že premajhni in je njihov učinek okrnjen, zato se izogibamo vsem kovinskim delom, tudi konstrukciji samega vrtiljaka. Os merjene GP antene naj se zato nahaja vsaj eno valovno dolžino nad kovinskimi deli vrtiljaka. Pozorni bodimo tudi na razdaljo med oddajno in sprejemno (GP) anteno. Premajhna razdalja nam bo dala povsem napačen rezultat. V laboratoriju oddajno anteno na stojalu postavimo kar se da daleč stran od merjene antene tako, da ne oviramo drugih skupin pri delu. Če kot visokofrekvenčni vir uporabljamo izvor s fazno sklenjeno zanko, ki na svojem izhodu proizvaja tudi višje harmonike, med njim in priključkom antene po potrebi namestimo ustrezno nizkoprepustno sito.

Pri vaji uporabimo model GP antene z nespremenljivo dolžino srednje palice in radialov. Delovanje takšne antene zato preverimo na različnih frekvencah in poiščemo tisto frekvenco, ko je smerni diagram povsem čist z enim samim snopom. Pri drugih frekvencah dobimo večje ali manjše tokove v nosilcu, ki kazijo obliko glavnega snopa in ga lahko celo razbijejo v več snopov. Končno iz izmerjene optimalne frekvence in dimenzij modela GP antene preračunamo izmere antene na resnični delovni frekvenci.

Slika 5 prikazuje običajni rezultat meritve smernega diagrama ground-plane antene. Blizu optimalne frekvence, ko je tok v nosilcu zelo majhen, dobimo smerni diagram z enim samim snopom (polna črta). Maksimum sevanja leži pri 90/270 stopinj, kar pri običajni vgradnji antene pomeni v ravnini obzorja oziroma tam, kjer se nahajajo uporabniki z mobilnimi postajami.



Slika 5: Izmerjeni smerni diagram GP antene

Pri drugačnih frekvencah dobimo smerni diagram, ki ima sicer še vedno le dve globoki ničli v smeri osi antene, vendar je teme snopov valovito (pikasta črta na Sliki 5). Globina valovitosti je sorazmerna preostalemu neželenemu toku na nosilcu. Pri tem se pogosto zgodi, da dobimo lokalni minimum ravno v smeri 90/270 stopinj oziroma v ravnini obzorja. V tem slučaju neželeni tok na nosilcu znižuje dobitke antene ravno v smeri, v kateri se nahajajo mobilni uporabniki. Takšna antena sveti po nepotrebem v nebo ali v zemljo, kjer uporabnikov prav gotovo ni!

Končni rezultat vaje je meritev dolžine radialov, pri kateri dobimo najčistejši smerni diagram, ko tok v nosilcu povsem izgine. Potrebna dolžina radialov je nekoliko daljša od četrte valovne dolžine, običajno znaša 0.28 do 0.32 lambda.

Naloga

1. Določite optimalno frekvenco, za katero je izdelana dana GP antena. Izmerite in natisnite smerni diagram.
2. Izračunajte faktor dolžine radialov na podlagi fizične dolžine in določene optimalne frekvence.
3. Izrišite smerni diagram še za nekaj nepravilnih frekvenc in opazujte rezultat.