

Določanje gorišča zrcala iz kvadratne napake faze

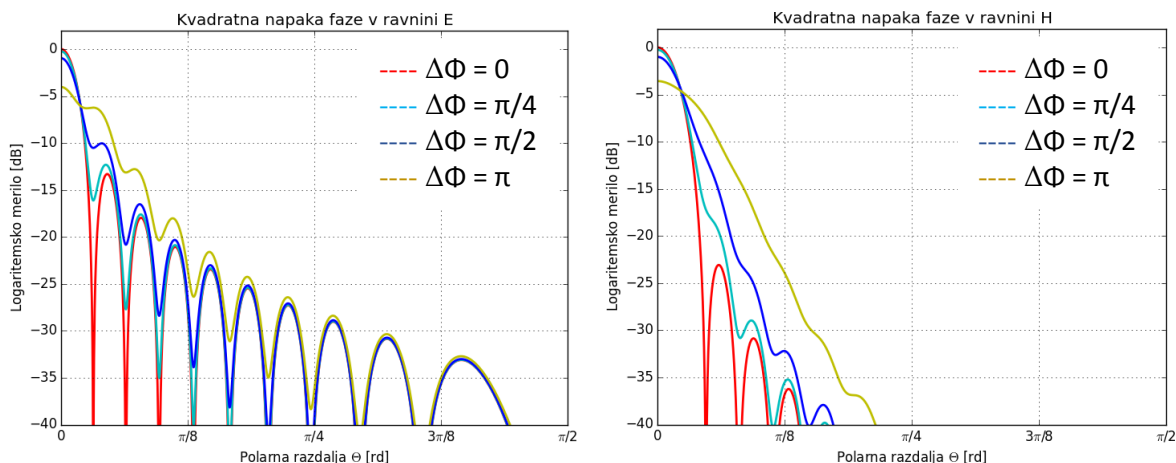
Učinki faznih napak pri vzbujanju odprtin

Pri odprtinah največkrat želimo doseči največji možen dobitek pri danih (omejenih) izmerah, teži in ceni antene. Največji dobitek omogoča enakomerno in sofazno vzbujana odprtina. Pri resnični anteni pride seveda do napak zaradi končnih toleranc izdelave antene.

Napake se najprej pokažejo kot napačna faza vzbujanja odprtine. V primerjavi s fazo so napake v jakosti vzbujanja običajno zanemarljive. V slučaju zrcalne antene pomeni napačna faza napačno obliko zrcala. Odstopanje od željene oblike tedaj primerjamo z valovno dolžino, kar je lahko dosti manj od premera ali drugih izmer zrcala.

Napake faze so lahko povsem naključno razporejene po površini odprtine. Dosti bolj pogost slučaj pa je takšna napaka faze, ki se prilagaja točno določeni matematični zakonitosti zaradi načina vzbujanja odprtine oziroma zaradi znane napake pri izdelavi antene. V piramidnih in stožastih lijakah je na primer napaka faze premo sorazmerna kvadratu oddaljenosti od osi lijaka.

Najbolj nedolžen učinek ima linearna napaka faze, to je napaka, ki je premo sorazmerna odmiku od osi odprtine. Takšna napaka prinaša ustrezen odklon celotnega smernega diagrama antene, kar je običajno enostavno upoštevati pri uporabi antene. V slučaju neposredno vzbujanega paraboličnega zrcala povzroči linearno napako faze majhen prečni odklon žarilca iz osi zrcala, glavni snop odprtine pa se odkloni za enak kot v nasprotno smer.

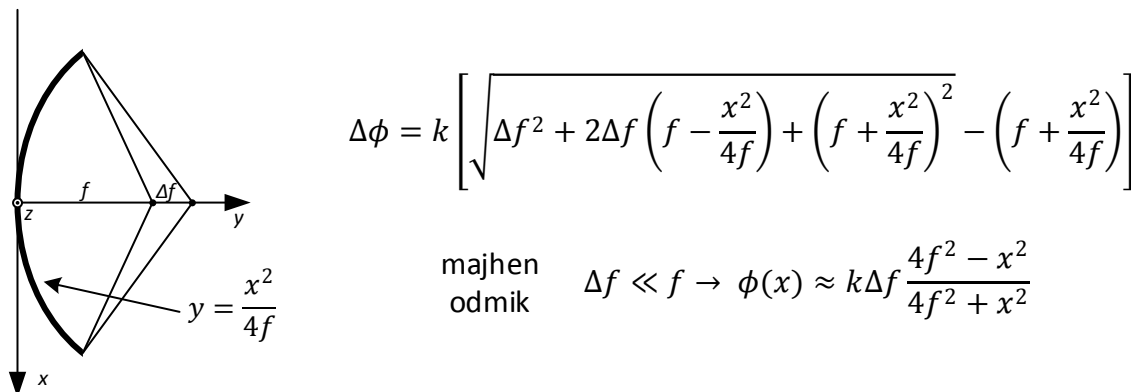


Slika 1: Smerni diagram antene z enakomernim/kosinusnim vzbujanjem in kvadratno napako faze.

Kvadratna napaka faze učinkuje na obliko smernega diagrama in na dobitek antene. Majhna kvadratna napaka faze najprej popači smerni diagram, kot je to prikazano na Sliki 1 za enakomerno in kosinusno vzbujano odprtino. Prva ničla smernega diagrama ob glavnem snopu postaja vse bolj plitva in nazadnje celo izgine, vse to pa se zgodi, še preden se dobitek antene bistveno zmanjša. Šele velike fazne napake prinesejo občutno zmanjšanje dobitka antene (jakosti glavnega snopa).

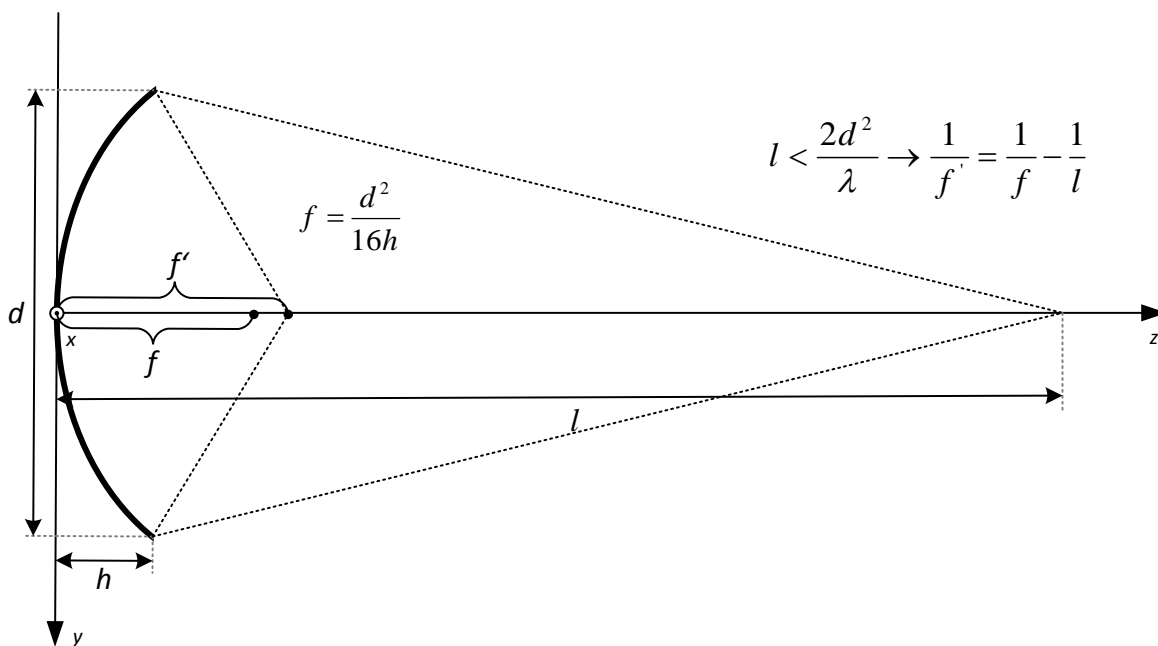
V slučaju neposredno vzbujanega paraboličnega zrcala majhen vzdolžni odklon žarilca povzroči fazno napako, ki je funkcija kvadrata oddaljenosti od osi zrcala x , kot je to prikazano na Sliki 2. Pri plitvih zrcalih ($x \ll f$) je fazna napaka skoraj povsem premo sorazmerna kvadratu

oddaljenosti od osi zrcala, pri globokih zrcalih pa moramo upoštevati še višje sode potence oddaljenosti od osi zrcala. Skupni učinek je tudi v slučaju višjih sodih potenc podoben.



Slika 2: Napaka faze vzbujanja pri vzdolžnem odmiku iz gorišča zrcala.

Navidezen vzdolžni odmik žarilca paraboličnega zrcala dobimo tudi takrat, ko anteno merimo ali uporabljamo na premajhnih razdaljah, ko ni izpolnjen Fraunhoferjev pogoj za daljne polje. Navidezen odmik gorišča zrcala preprosto izračunamo s pomočjo zakonitosti geometrijske optike zrcala, kot je to prikazano na Sliki 3. Izraz iz geometrijske optike lahko seveda uporabimo tudi v obratni smeri in izračunamo, kam moramo pri meritvi na premajhni razdalji premakniti žarilec zrcala, da dobimo smiselne rezultate meritve.



Slika 3: Odmik gorišča pri meritvi antene na premajhni razdalji.

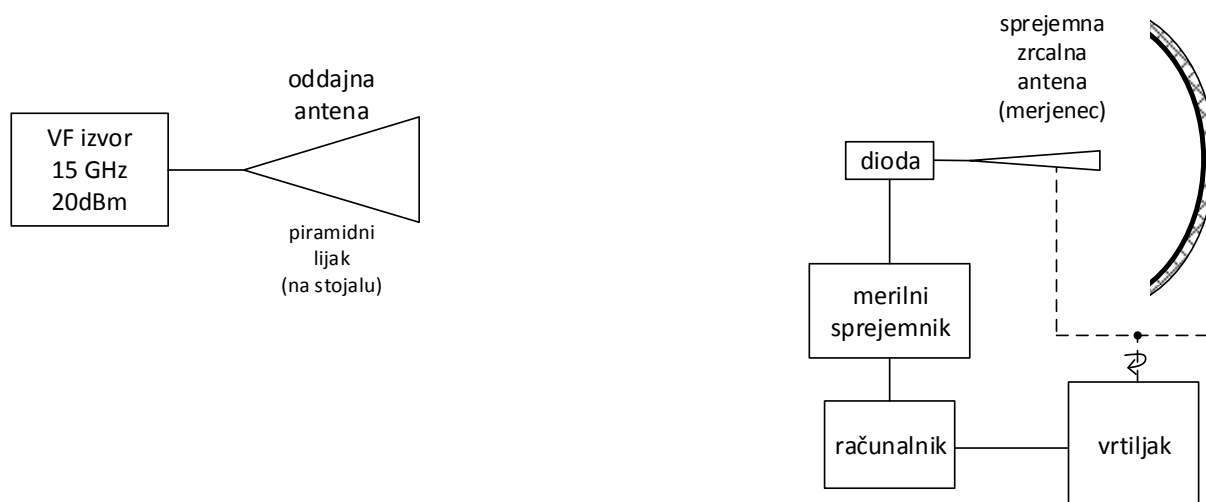
Učinek kvadratne napake faze koristno uporabimo pri iskanju gorišča zrcala. Goriščno razdaljo zrcala lahko sicer preprosto izračunamo iz geometrije zrcala, vendar običajno ne poznamo točnega položaja faznega središča žarilca. Žarilec zato najprej nastavimo za največji dobitek antene. Nato izmerimo smerni diagram antene in preverimo globino prvih ničel ob glavnem snopu. Z majhnimi vzdolžnimi premiki žarilca skušamo nato izboljšati globino ničel, saj je ta podatek dosti bolj občutljiv pokazatelj gorišča od dobitka antene.

Seznam potrebnih pripomočkov

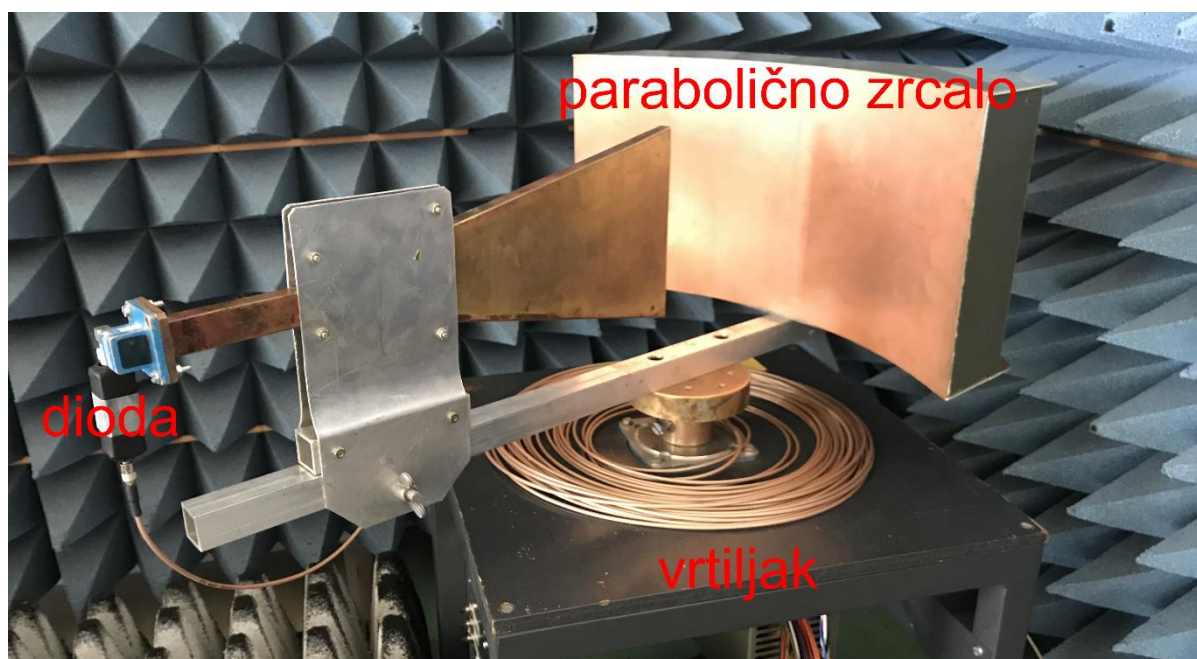
Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Visokofrekvenčni izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 15 GHz, z izhodno močjo do 20 dBm (100 mW) in možnostjo amplitudne modulacije
- Oddajno anteno za 15 GHz (valvodni lijak)
- Merjeno anteno, parabolično zrcalo vzbujano s pomičnim valvodnim lijakom za nastavljanje gorišča
- Merilno diodo za 15 GHz i Lock-in sprejemnikom in osebnim računalnikom
- Vrtiljak za eno anteno in nepremični podstavek za drugo
- Nekaj plošč absorberja

Postavitev merilnih pripomočkov prikazuje Slika 4, razporeditev pa Slika 5.



Slika 4: Skica vezave merilnih pripomočkov



Slika 5: Slika vezave merilnih pripomočkov

Opis poteka vaje

Pri izvedbi vaje moramo najprej pomisliti na zahteve meritve in na omejitve merilnih inštrumentov. Pri meritvi smernega diagrama zahtevamo, da se anteni nahajata na dovolj veliki razdalji, v področju daljnega polja. Ker te zahteve ne moremo izpolniti v zaprtem prostoru, bo treba upoštevati napako v končnem rezultatu in ustrezno preračunati izmerjeno goriščno razdaljo zrcala.

Ker meritve ne moremo opraviti v povsem praznem prostoru, bojo rezultat meritve smernega diagrama v glavnem motili odbiti valovi od predmetov v bližnji okolici. Zato je treba ustrezno namestiti plošče iz snovi, ki vpija radijske valove dane frekvence. Glavna omejitev merilnih instrumentov je občutljivost sprejemnika (diode). Moduliranemu merilnemu izvoru zato po potrebi dodamo močnostni ojačevalnik.

Pri merjeni anteni (zrcalu) nato v grobem nastavimo žarilec, valovodni lijak tako, da se nahaja odprtina lijaka v gorišču zrcala, ki ga izračunamo iz geometrije zrcala. Pri tem nismo upoštevali dveh izvorov napak: točnega položaja faznega središča lijaka in premika gorišča zrcala zaradi preblizu postavljene oddajne antene.

Smerni diagram merimo v eni sami ravnini, ker imamo pri vaji le eno dimenzijsko parabolično zrcalo. Rotacijsko simetrična parabolična zrcala bi seveda pomerili v vsaj dveh pravokotnih ravninah, ker lahko na ta način odkrijemo (dokaj pogosto) napako pri izdelavi zrcala, ko rob zrcala ni krog pač pa osmica.

Ker je glavni snop zrcalne antene po navadi zelo ozek, zadošča meritev smernega diagrama v območju ± 45 stopinj od smeri glavnega snopa. Temu ustrezno uporabimo program za merjenje, ki ustrezno razširi področje glavnega snopa in upočasni hitrost meritve, saj bodo ničle zelo izrazite.

Najboljši položaj žarilca nato poiščemo tako, da izmerimo več smernih diagramov za različne razdalje žarilca od zrcala. Žarilec premikamo v majhnih korakih v velikostnem razredu osmine valovne dolžine. Najboljši položaj žarilca je tisti, ki daje najgloblje prve ničle ob glavnem snopu smernega diagrama.

Naloga

1. Natančno izmerite in skicirajte uporabljano parabolično zrcalo in žarilec.
2. S pomočjo meritve določite najugodnejšo razdaljo med žarilcem in zrcalom in zanj izrišite smerni diagram. Rezultat natisnite.
3. Izmerite in izrišite še smerna diagrama, ko sta razdalji med žarilcem in zrcalom za četrto valovne dolžine manjši oziroma večji od najugodnejše razdalje.
4. Izmerjeni rezultat preračunajte za primer, ko bi oddajno anteno premaknili neskončno daleč stran.