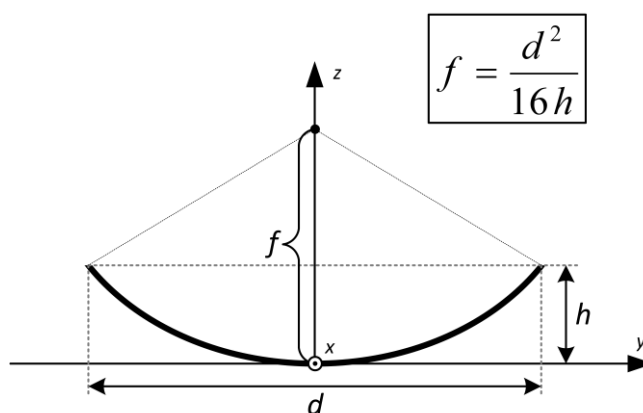


Določanje gorišča paraboličnega zrcala

Gorišče paraboličnega zrcala

Za optimalen sprejem signala s pomočjo paraboličnega zrcala želimo doseči največji možen dobiček pri danih (omejenih) izmerah, teži in ceni antene. Največji dobiček omogoča enakomerno in sofazno vzbujana odprtina, kar pomeni, da se vsi žarki, ki se odbijejo od zrcala, zberejo v isti točki z enako fazo. Pri resnični anteni pride seveda do napak zaradi končnih toleranc izdelave antene in poškodb pri prenosu, namestitvi.

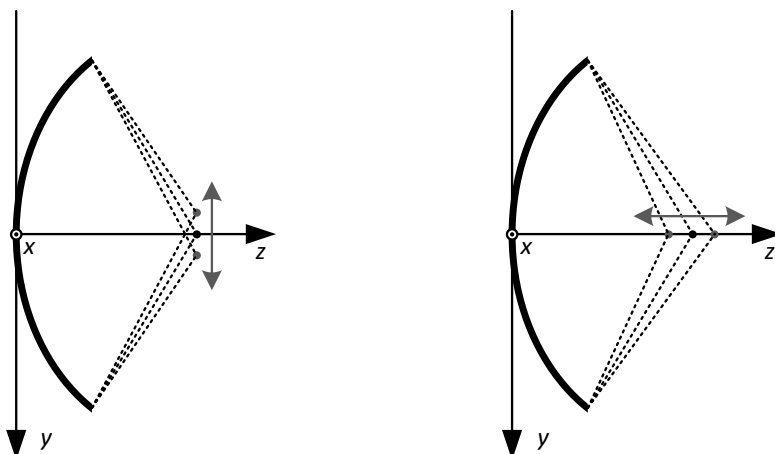
Točko zrcala lahko izračunamo s pomočjo geometrije in jo imenujemo goriščna razdalja. Iz podatka o premeru d in globini h pridemo do goriščne razdalje po enačbi, ki je prikazana na Sliki 1.



Slika 1: Goriščna razdalja paraboličnega zrcala

Fazno središče sprejemne antene (žarilca) moramo uloviti z goriščno razdaljo paraboličnega zrcala. Nastavitev lahko izvedemo s pomočjo matematičnega preračuna, vendar navadno ne poznamo natančnega položaja faznega središča antene. Napačna postavitev se kaže v spremenjeni obliki smernega diagrama antene, česar pa ne želimo.

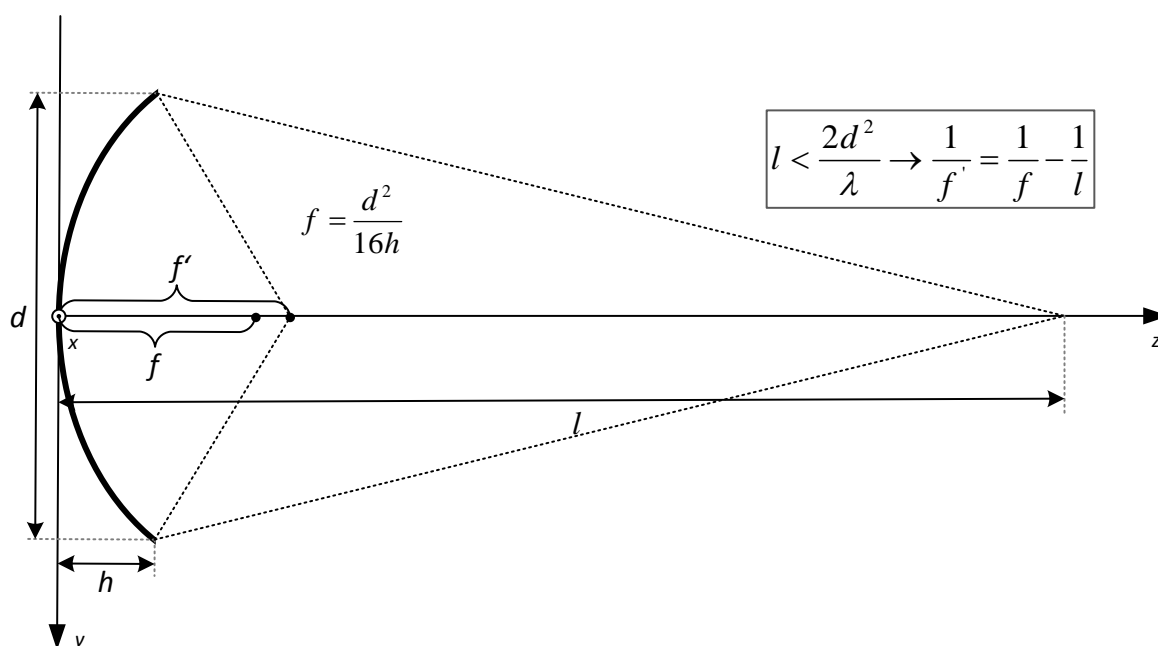
Najbolj nedolžen učinek ima linearna napaka faze, to je napaka, ki jo povzroči majhen prečni odmik žarilca iz osi zrcala. Takšna napaka prinaša ustrezen odklon celotnega smernega diagrama antene, kar je običajno enostavno upoštevati pri uporabi antene, saj se glavni snop odkloni za enak kot v nasprotno smer.



Slika 2: Prečni in vzdolžni odmik od gorišča

Bolj nadležen učinek ima majhen vzdolžni odmik žarilca iz gorišča zrcala (po osi z), saj povzroči fazno napako, ki je funkcija kvadrata oddaljenosti od osi zrcala. Majhna napaka najprej popači smerni diagram, prva ničla smernega diagrama ob glavnem snopu postaja vse bolj plitva in nazadnje celo izgine, vse to pa se zgodi še preden se dobitok antene bistveno zmanjša. Šele velike napake prinesejo občutno zmanjšanje dobitka antene (jakosti glavnega snopa).

Navidezen vzdolžni odmik žarilca paraboličnega zrcala dobimo tudi takrat, ko anteno uporabljamo na premajhnih razdaljah, ko ni izpolnjen Fraunhoferjev pogoj za daljne polje. Navidezen odmik gorišča zrcala preprosto izračunamo s pomočjo zakonitosti geometrijske optike zrcala. 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

Napako, ki povzroči popačenje smernega diagrama lahko tako smiselno uporabimo za določanje gorišča zrcala. Žarilec najprej nastavimo za največji dobitok 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.

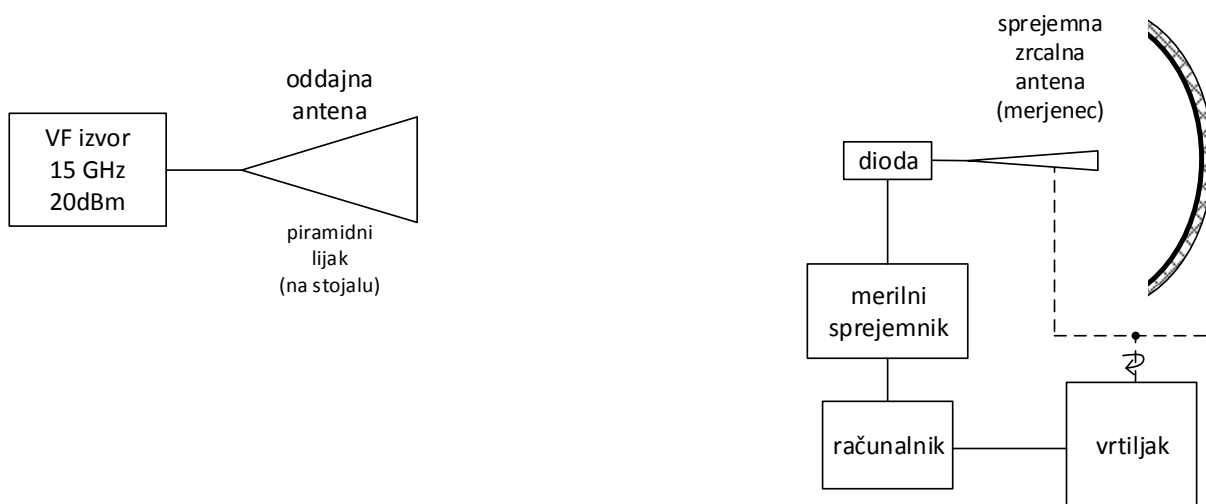
Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

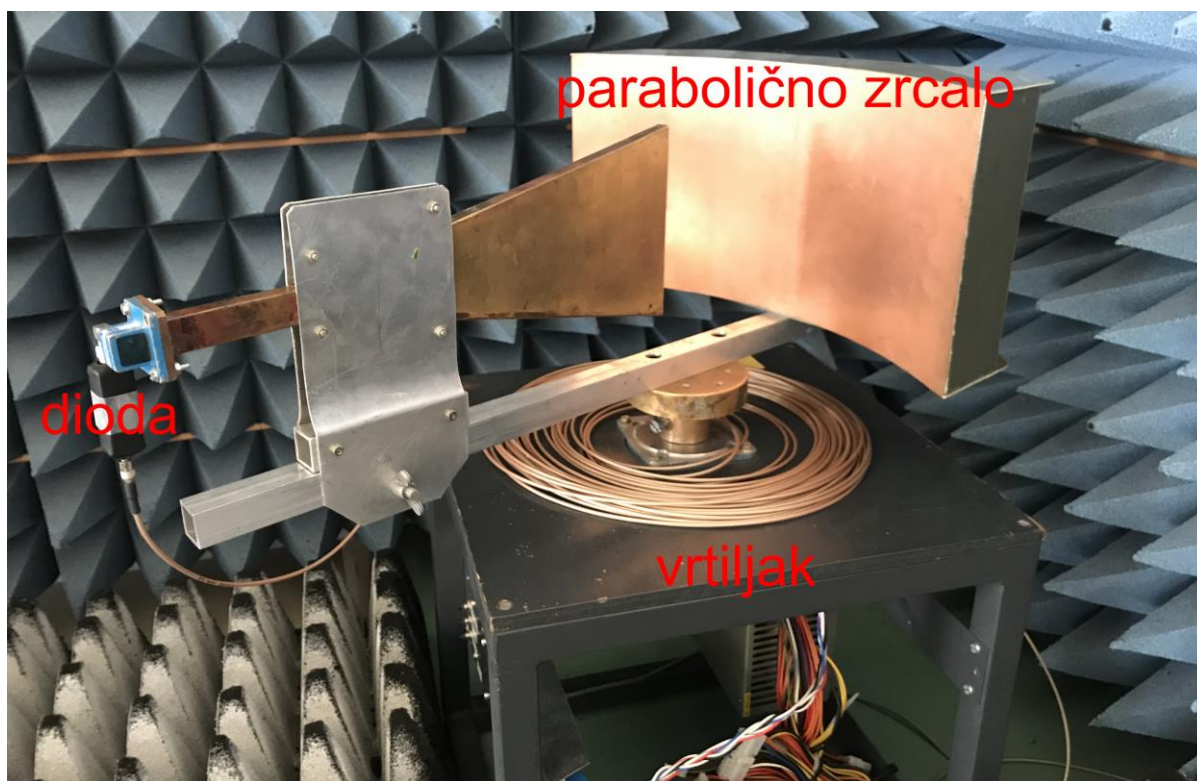
- Visokofrekvenčni izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 15 GHz, z izhodno močjo do 20 dBm (100 mW) in možnostjo amplitudne modulacije
- Oddajno anteno za 15 GHz (valovodni lijak)
- Merjeno anteno, parabolično zrcalo vzbujano s pomičnim valovodnim lijakom za nastavljanje gorišča
- Merilno diodo za 15 GHz

- Merilni Lock-in sprejemnik s povezljivostjo z računalnikom
- Vrtiljak za eno anteno in nepremični podstavek za drugo
- Nekaj plošč absorberja
- Osebni računalnik za izvedbo meritev
- Priključne kable za vse povezave

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 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. Hitrost vrtiljaka nastavimo ustrezno počasi, ker pri tej vaji merimo globino zelo ostrih ničel smernega diagrama.

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 (2,5 mm). Najboljši položaj žarilca je tisti, ki daje najgloblje prve ničle ob glavnem snopu smernega diagrama.

V rezultatu naloge moramo najprej navesti izmere uporabljenega zrcala in žarilca. Nato izmerimo tri smerne diagrame: za najugodnejšo najdeno razdaljo med žarilcem in zrcalom ter za razdalji, ki sta za četrto valovne dolžine manjši oziroma večji od najugodnejše razdalje. Razdalje podamo kot oddaljenost odprtine lijaka od središča zrcala.

Končno izračunamo pravi položaj žarilca z upoštevanjem končne razdalje do oddajne antene.

Naloga

1. S pomočjo meritve določite najugodnejšo najdeno razdaljo med žarilcem in zrcalom. Rezultat preračunajte za primer, ko bi oddajno anteno premaknili neskončno daleč stran.