

VAJA 10: Določanje faznega središča antene

1. Amplitudni in fazni smerni diagram antene

Smerni diagram antene je v splošnem kompleksna funkcija, ki jo lahko zapišemo kot produkt amplitudnega smerne diagrama in faznega smerne diagrama (glej Sliko 1). V večini slučajev nas pri antenah zanima edino amplituda smerne diagrama. Ko se nahaja sprejemna antena daleč proč od oddajne antene, v Fraunhoferjevem področju, se anteni "vidita" pod zelo majhnim zornim kotom. Fazni smerni diagram anten zato takrat ne povzroča interference, ki bi vplivala na jakost sprejetega signala. Razen tega se faza sprejetega signala izredno hitro spreminja z razdaljo med antenama in te spremembe so dosti večje od faznega smerne diagrama anten.

$$F(\theta, \phi) = A(\theta, \phi) \cdot e^{j\varphi(\theta, \phi)} \quad \text{Fazni diagram}$$

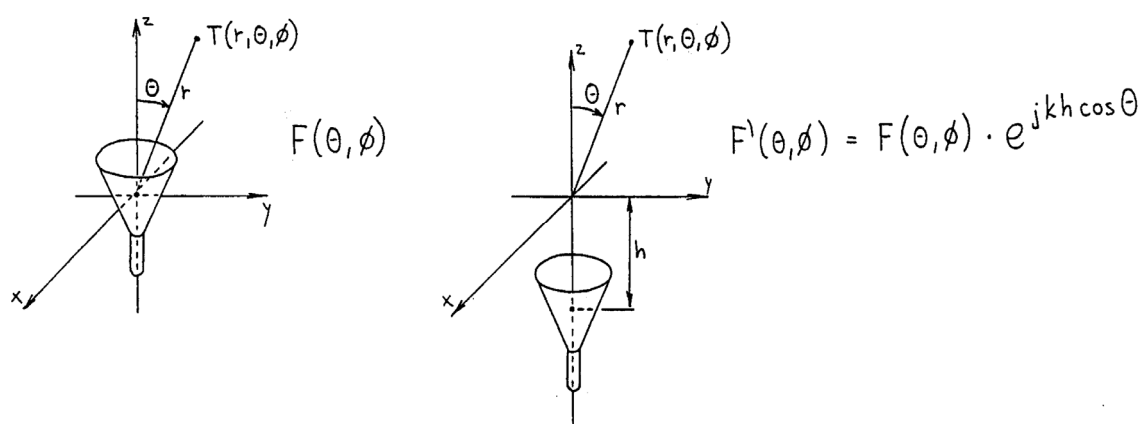
$$A(\theta, \phi) = |F(\theta, \phi)| \quad \text{Amplitudni diagram}$$

Smerni diagram

Slika 1: Splošen zapis smerne diagrama antene

Fazni smerni diagram antene postane zanimiv, ko izkoriščamo sevanje antene v velikem prostorskem kotu, na primer za osvetlitev zrcala. Da deluje zrcalo kot odprtina z želenim smernim diagramom, morajo biti vse točke zrcala osvetljene ne samo s pravilno amplitudo pač pa tudi s pravilno fazo signala. Primarni izvor oziroma žarilec, ki ga vgradimo v gorišče zrcala, mora imeti zato predpisana oba, amplitudni smerni diagram in fazni smerni diagram.

Fazni smerni diagram antene je seveda odvisen od tega, kako si izberemo koordinatni sistem in kam postavimo anteno. Če na primer anteno premaknemo po osi Z, kot je to prikazano na Sliki 2, se fazni smerni diagram spremeni za dodatni člen, ki vsebuje odmik antene od središča koordinatnega sistema. Najenostavnejši slučaj bi bil povsem realen smerni diagram antene, ki se mu faza v različnih smereh ne spreminja. Če s premikanjem antene v koordinatnem sistemu lahko najdemo takšno točko, jo imenujemo fazno središče antene.



Slika 2: Učinek premika antene po osi Z na fazo smerne diagrama

Vse antene nimajo faznega središča. Na primer, krogelno zrcalo ne zbere vpadnih žarkov v eni sami točki, pač pa v daljici. Če takšno zrcalo uporabljamo kot anteno za satelitske

komunikacije ali v radioastronomiji, potem potrebujemo primarni izvor, ki se mu navidezna točka sevanja pomika po daljici gorišča zrcala. Pri takšnem primarnem izvoru seveda ne moremo definirati faznega središča.

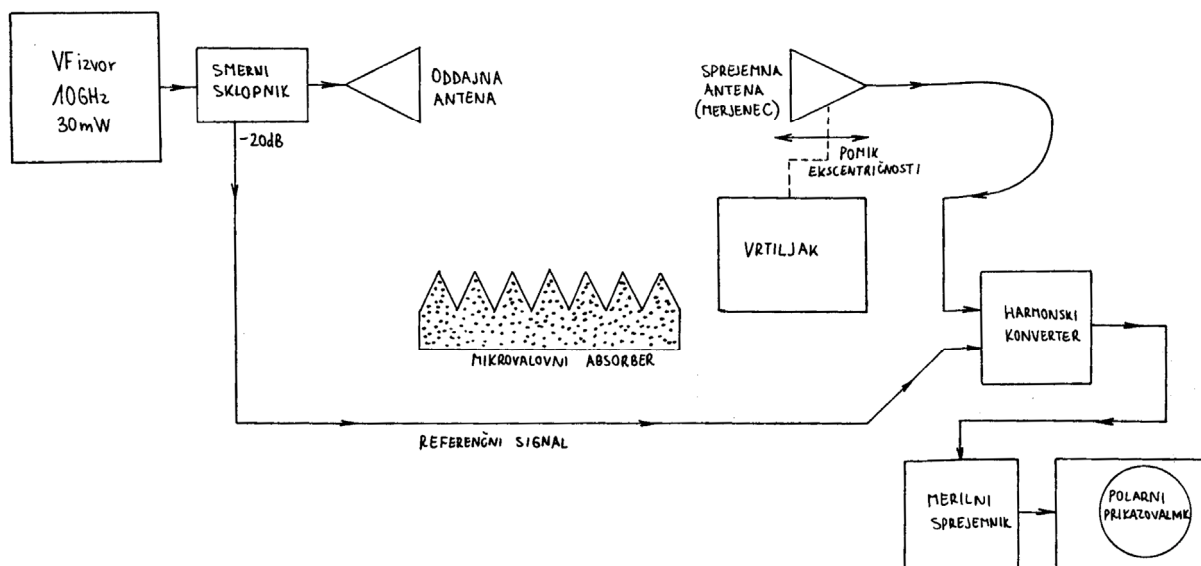
Najbolj razširjeno zrcalo je parabolično zrcalo, ki ima točkasto gorišče in zato zahteva žarilec, ki ima fazno središče. Pri sestavljanju antene moramo namestiti žarilec natančno tako, da fazno središče žarilca sovпада z goriščem paraboličnega zrcala. Točka faznega središča je zato pomemben podatek žarilca, ki ga moramo izračunati ali izmeriti.

2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 10 GHz z izhodno močjo 15 dBm (30 mW).
- -20 dB koaksialni smerni sklopnik.
- Oddajno anteno na svojem podstavku.
- Antene (merjence) za 10 GHz frekvenčno področje.
- Vrtiljak s podstavkom z nastavljivo ekscentričnostjo.
- Harmonski konverter, merilni sprejemnik in polarni prikazovalnik iz merilnega kompleta analizatorja vezij.
- Nekaj plošč absorberja.
- Priključne kable za vse povezave.

Razporeditev in vezava merilnih pripomočkov je prikazana na Sliki 3.



Slika 3: Razporeditev in vezava merilnih pripomočkov

3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Določanje točke faznega središča antene pomeni določanje treh koordinat točke, okoli katere lahko vrtimo anteno in se pri tem faza sprejemanega (ali oddanega) polja ne spreminja. Pri večini anten je dve koordinati faznega središča razmeroma enostavno uganiti: pri rotacijsko simetrični anteni bo na primer fazno središče prav gotovo ležalo na osi antene. Anteno bomo zato premikali le v smeri neznane koordinate faznega središča in iskali točko, okoli katere lahko vrtimo anteno brez sprememb faze signala.

Pri vaji želimo meriti predvsem fazo sprejetega signala. Amplitudo preverimo le zato, da zagotovimo meritev v glavnem snopu antene. Amplitudo in fazo najlažje merimo s kvocientnim merilnikom iz kompleta analizatorja vezij. Kvocientni merilnik meri razmerje amplitud in razliko v fazi med dvema vhodoma. Na referenčni vhod merilnika pripeljemo del signala izvora po kablu, na merilni vhod pa signal iz merjene antene.

Za meritev potrebujemo še poljubno oddajno anteno. Oddajno anteno nastavimo na primerni razdalji, da sta anteni v Fraunhoferjevem področju. Pri postavljanju pazimo, da imata obe anteni enako polarizacijo. Po potrebi namestimo enega ali več kosov absorberja, saj odbiti valovi zelo motijo meritev faze.

Sprejemno (merjeno) anteno namestimo na ekscentrično držalo na vrtiljaku. Pri nameščanju merjenca pazimo, da os merjenca natančno prebada os vrtenja podstavka. Na ta način z ekscentričnostjo premikamo anteno le še po neznani koordinati lege faznega središča. Pred meritvijo faze tudi na hitro pomerimo celoten smerni diagram merjenca in določimo glavni snop. Iskanje faznega središča je seveda smiselno le v območju glavnega snopa antene, saj se ničlah (minimumih) med stranskimi snopi faza zelo hitro spreminja in stranskih snopov običajno ne uporabljamo za osvetlitev zrcala.

4. Prikaz značilnih rezultatov

Fazno središče iščemo tako, da poskusimo različne ekscentričnosti in anteno vrtimo le v območju glavnega snopa. Iščemo tisto ekscentričnost, ki bo dala najmanjše spreminjanje faze v glavnem snopu. Os vrtenja podstavka antene tedaj prebada fazno središče antene. Najdeni položaj natančno izmerimo glede na značilne točke antene.

Ker so merjene antene lijaki, se bo fazno središče nahajalo nekje v notranjosti lijaka. Za poznejšo uporabo je predvsem zanimiv podatek, kako globoko se nahaja fazno središče glede na prednjo odprtino lijaka. Rezultat meritve prikažemo tako, da skiciramo anteno in kotiramo izmerjeni položaj faznega središča. Meritev seveda ponovimo za več različnih lijakov oziroma drugih anten.