

VAJA 7: Merjenje smerne diagrama in računanje smernosti

1. Računanje smernosti iz izmerjenega smerne diagrama

Smernost (*directivity* – D) antene je definirana kot razmerje med gostoto sevane moči v želeni smeri in celotno sevano močjo v vseh smereh. Da je rezultat neimenovano število (čisto razmerje), ga je treba pomnožiti še s polnim prostorskim kotom (4π steradianov), kot je to prikazano na Sliki 1.

Celotno sevano moč dobimo z integracijo kvadrata absolutne vrednosti amplitudnega smerne diagrama $F(\Theta, \varphi)$ v vseh smereh: za vse Θ in za vse φ . Kvadrat absolutne vrednosti amplitude smerne diagrama je sorazmeren z gostoto moči na enoto prostorskega kota, sorazmernostni faktor pa se pri računanju smernosti v razmerju krajša.

Pri resničnih meritvah si seveda ne moremo privoščiti, da bi izmerili smerni diagram prav v vseh možnih smereh, ker bi taka meritev trajala neskončno dolgo. Smerni diagram v resnici izmerimo v določenem dovolj velikem številu točk (smeri).

Pri merjenju smerne diagrama anteno običajno vrtimo po eni osi in tako dobimo en sam prerez smerne diagrama. Če je smerni diagram antene rotacijsko simetričen, lahko iz podatkov enega samega prereza zadosti dobro izračunamo celotno sevano moč.

Če smerni diagram antene ni rotacijsko simetričen, je treba izmeriti več prerezov smerne diagrama. Integral sevane moči je v tem primeru seštevek moči, ki jih dobimo iz posameznih prerezov. Če iz vsakega prereza najprej izračunamo smernost, potem lahko končni rezultat dobimo tudi kot povprečje obratnih vrednosti smernosti za posamezne prereze, ker nastopa celotna moč v imenovalcu razmerja za smernost (glej Sliko 2).

Pri večini anten običajno zadošča meritev dveh prerezov smerne diagrama. Ravnini prerezov postavimo pod pravim kotom ter ju zasučemo tako, da prereza ustrezata značilnim prerezom, ki jih poznamo iz načina delovanja (geometrije) antene. Iz načina delovanja antene potem lahko sklepamo, kakšen je smerni diagram še v ostalih smereh.

$$D = \frac{4\pi |F(\theta_{\max}, \varphi_{\max})|^2}{\int_{4\pi} |F(\theta, \varphi)|^2 d\Omega}$$

$$d\Omega = \sin\theta d\theta d\varphi$$

$$D = \frac{4\pi |F(\theta_{\max}, \varphi_{\max})|^2}{\int_0^{2\pi} \int_0^\pi |F(\theta, \varphi)|^2 \sin\theta d\theta d\varphi}$$

Slika 1: Definicija smernosti antene

$$D = \frac{n}{\frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2} + \dots + \frac{1}{D_n}}$$

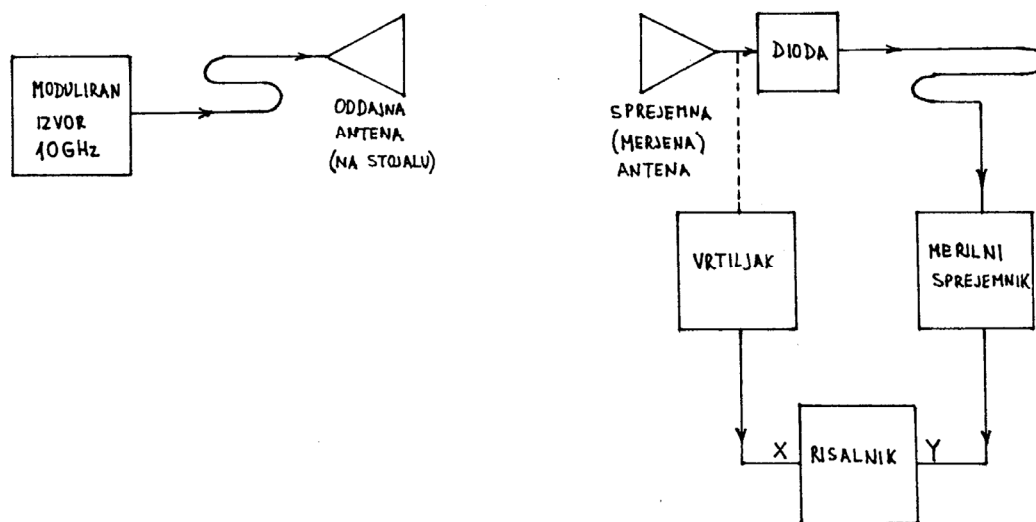
Slika 2: Računanje smernosti iz več prerezov

2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 10 GHz, z izhodno močjo do 10 dBm (10 mW) in možnostjo amplitudne modulacije z 1 kHz (27 kHz) pravokotnim signalom.
- Dve anteni za 10 GHz (korugirana lijaka).
- Merilno diodo za 10 GHz.
- Merilni sprejemnik (1 kHz ali 27 kHz) z risalnikom.
- Vrtiljak za eno anteno in nepremični podstavek za drugo.
- 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

Pri izvedbi vaje moramo najprej pomisliti na zahteve meritve in na omejitve merilnih inštrumentov. Pri meritvi smernega diagrama zahtevamo, da anteni nahajata na dovolj veliki razdalji, v področju daljnega polja. Zahtevo moramo upoštevati za obe anteni, ki ju uporabljamo pri meritvi!

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 inštrumentov je občutljivost sprejemnika (dioda). Zato moramo ustrezno nastaviti izhodno moč oddajnika, da bomo diodo uporabljali v pravilnem režimu delovanja.

Pri merjeni anteni moramo najprej določiti ali poiskati smer, v katero največ seva. Pri uporabljenih lijakah bo to smer naravnost naprej, pravokotno na odprtino lijaka. Koordinatni sistem si obrnemo tako, da tej smeri ustreza os Z.

Določiti moramo tudi prereze, v katerih bomo merili smerni diagram. Za lijake dane oblike in dimenzij zadoščata dva prereza pod pravim kotom. Izberemo ju tako, da eden ustreza ravnini

električnega polja, drugi pa je nanjo pravokoten. Prereza ustrezata dvema ravninama s konstantnim φ v našem koordinatnem sistemu, anteno pa vrtimo po kotu Θ .

Anteno običajno zavrtimo v enem prerezu za polni kot (360°). Na ta način preverimo, če smo res zadeli maksimum smerne diagrama, če so stranski snopi simetrični in koliko motijo meritev odboji.

Meritev ponovimo v drugem prerezu, oba izmerjena diagrama pa še jasno označimo, za katero orientacijo antene sta bila izmerjena. Pri merjenju drugega prereza ne smemo pozabiti na polarizacijo oddajne antene na drugi strani radijske zveze!

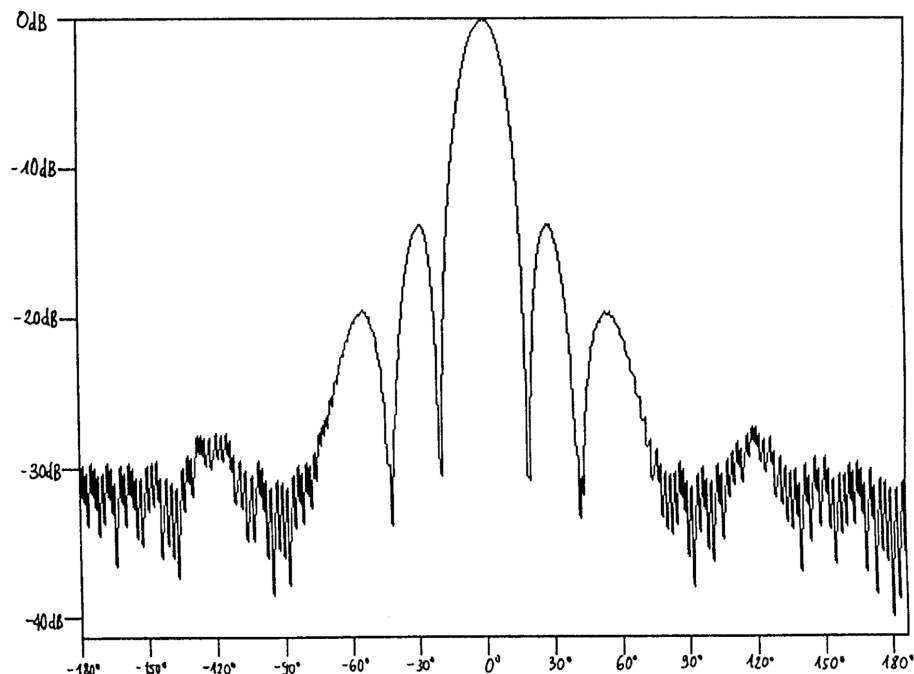
Integracijo smerne diagrama je najlažje opraviti z računalnikom, ki hkrati zajema podatke pri meritvi. V slučaju ročne integracije je treba paziti na vrsto uporabljenih skal na narisanim smernem diagramu. Amplitudna skala je ponavadi logaritemska (v dB), koti pa so podani v stopinjah.

Pri integraciji ne smemo pozabiti na člen $\sin(\Theta)$! Grafično bi problem lahko rešili tako, da bi smerni diagram narisali z amplitudno skalo v linearnih enotah za moč, smer pa bi podali kot kosinus kota Θ . Vrednost integrala je v tem slučaju sorazmerna ploščini lika pod krivuljo.

4. Prikaz značilnih rezultatov

Primer izmerjenega smerne diagrama je prikazan na Sliki 4. Amplitudna skala je logaritemska in je izražena v dB. Na Sliki 4 vidimo tudi motilne pojave: mejo občutljivosti (šum) merilnega sprejemnika in (majhen) vpliv odbitih valov.

Za ročno integracijo smerne diagrama je priporočljivo razširjeno izrisati vsaj osrednji del diagrama. Smernost za prikazani smerni diagram, izračunana z računalnikom, znaša 93 oziroma 19.7 dB.



Slika 4: Primer izmerjenega smerne diagrama