

VAJA 7. - MERJENJE DOBITKA ANTENE PREKO ZRCALJENJA ISTE ANTENE
=====

1. Merjenje dobitka antene

Dobitek antene lahko merimo na več načinov. Najpreprostejši način je neposredni izračun dobitka antene iz izmerjenega slabljenja v znani radijski zvezi v praznem prostoru. Dobitek antene lahko izračunamo iz izmerjenega slabljenja radijske zveze, če poznamo eno od anten oziroma imamo na obeh koncih zveze enaki anteni.

Takšno neposredno merjenje dobitka ima več slabih strani:

- (1) za meritev potrebujemo dve enaki anteni oziroma še eno znano, natančno izmerjeno anteno in
- (2) točnost meritve kazijo odbiti valovi.

Če razpolagamo z eno samo (merjeno) anteno za dano frekvenčno področje, si lahko pomagamo z zrcaljenjem v dovolj velikem kovinskem zaslonu. Isto merjeno anteno potem hkrati uporabljamo za oddajo in za sprejem, kot je to prikazano na sliki 1.

Pri merjenju dobitka antene preko zrcaljenja iste antene merimo jakost napredujočega in jakost odbitega vala na napajalnem vodu antene. Iz razmerja med napredujočim in odbitim valom izračunamo dobitek antene. Napredujoči in odbiti val ločimo s pomočjo smernih sklopnikov oziroma merimo impedanco, odbojnost ali razmerje stojnega vala antene.

Pri meritvi moramo zagotoviti, da se zrcalo, kovinski zaslon, nahaja na dovolj veliki razdalji od merjenca, se pravi v Fraunhofer-jevem področju antene. Po drugi strani mora biti kovinski zaslon dovolj velik in postavljen točno pod pravim kotom glede na smer proti anteni. Zaslon mora pokriti vsaj nekaj Fresnel-ovih con oziroma povedano drugače, če gledamo zaslon kot anteno, se mora merjenec nahajati v bližnjem sevnanem polju zaslona, na razdalji, ki je dosti manjša od pogoja za Fraunhofer-jevo področje zaslona.

Pomanjkljivost merjenja dobitka z zrcaljenjem je predvsem v velikih dimenzijah zrcala, ki ga potrebujemo za večino praktičnih anten. Točnost meritve močno omejuje točnost merjenja impedance. Nujno je upoštevati neprilagojenost merjene antene na uporabljeni prenosni vod, ki na prenosnem vodu dodaja svoj odbiti val.

Končno je zrcaljenje na kovinski plošči uporabno samo za linearno polarizirane antene. Krožno polariziranih anten na ta način ne moremo meriti, ker ob odboju krožna polarizacija menja smer vrtenja. Valovanja z obratno krožno polarizacijo ne moremo več sprejemati z isto anteno.

2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- (1) Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 10GHz, z izhodno močjo do 10dBm (10mW), z amplitudno modulacijo 1kHz.
- (2) Več anten za 10GHz z valovodnim priključkom.
- (3) Valovodni merilni vod za 10GHz področje z detektorjem.
- (4) Aluminijsko ploščo velikosti vsaj kvadratni meter.
- (5) Ploščo mikrovalovnega absorberja za 10 GHz.

(6) Podstavek za anteno in priključne kable za vse povezave. Razporeditev in povezava merilnih inštrumentov je prikazana na sliki 2.

3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Pri izvedbi vaje moramo najprej pomisliti na zahteve meritve in na omejitve merilnih inštrumentov. Pri meritvi dobitka preko zrcaljenja zahtevamo, da se nahaja zrcalo v Fraunhofer-jevem področju merjenja in da je zrcalo samo zadosti veliko. Kovinska plošča mora biti tudi zadosti ravna, saj bi ukrivljeno zrcalo lahko zbiralo oziroma razprševalo radijske valove in na ta način vnašalo velike pogreške pri meritvah dobitka. Če si postavimo enako zahtevo za odstopanje faze kot za Fraunhofer-jeno področje, potem sme kovinska plošča pri frekvenci 10GHz odstopati za največ $\pm 1\text{mm}$ od idealne ravnine.

Valovodni lijaki so običajno dobro prilagojene antene. Vendar pri meritvi preko zrcaljenja sprejemamo zelo šibek odboj od zrcala in nas vsak drug odboj valovanja, na primer na priključku antene na prenosni vod, zelo moti in ga moramo zato nujno upoštevati. Meritev zato začnemo z merjenjem impedance (prilagojenosti) antene na prenosni vod. Namesto zrcala namestimo mikrovalovni absorber, da nas odboji od drugih predmetov ne motijo. S premikanjem detektorja vzdolž merilnega voda najdemo minimume in maksimume ter iz njihovega razmerja določimo razmerje stojnega vala.

Detektor nato zapeljemo natančno v sredino med položaj minimuma in položaj maksimuma. Ta položaj detektorja je dober približek za merjenje jakosti napredujočega vala vsaj pri smiselno dobro prilagojenih antenah. Nato odstranimo mikrovalovni absorber in ga zamenjamo s kovinskim zaslonom.

Pri premikanju kovinskega zaslona jakost detektiranega signala hitro niha. Razmerje stojnega vala med napredujočim valom in odbojem od zrcala najlažje poiščemo tako, da zaslon malenkostno premikamo proti merjeni anteni oziroma proč od nje. Na ta način enostavno ločimo odboj od zrcala, ki se mu faza spreminja, od odboja zaradi neprilagojenosti antene, ki se mu tedaj faza ne spreminja.

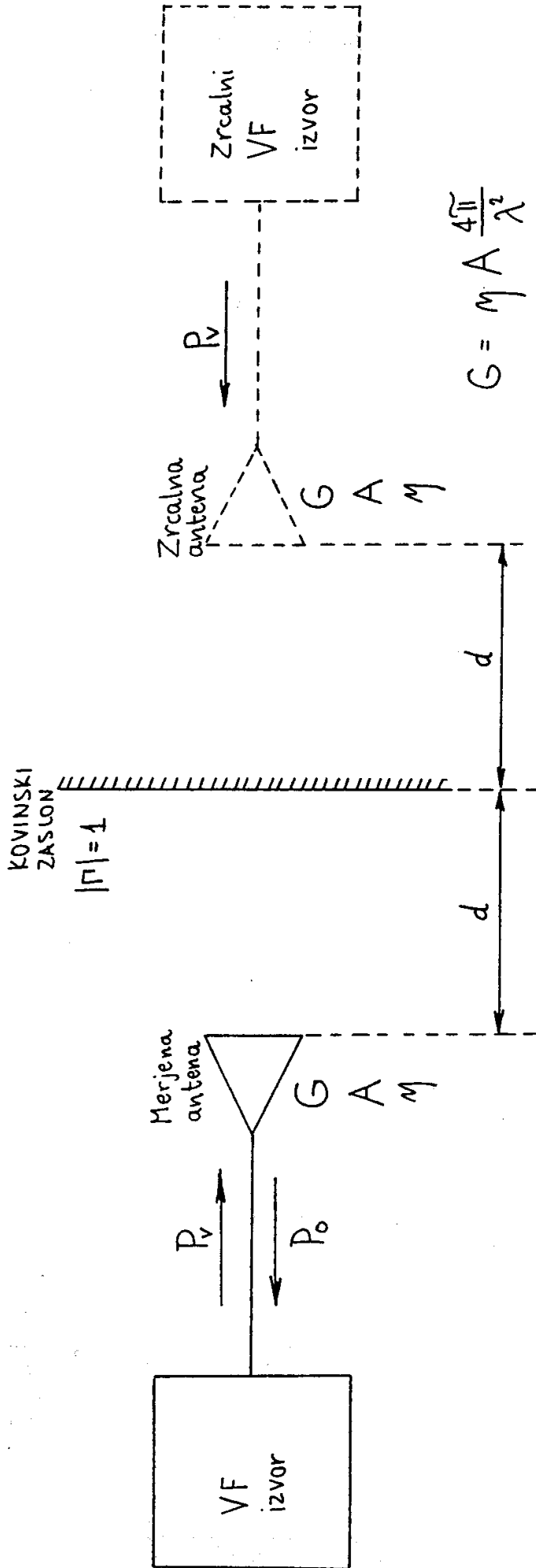
S premikanjem zaslona poiščemo in izmerimo maksimum in minimum, ki sta pri frekvenci 10GHz komaj 1.5cm narazen. V nadaljnjem računu upoštevamo srednjo vrednost razdalje zaslona od merjene antene, saj je ta v vsakem slučaju dosti večja v primerjavi z razdaljo med sosednjima minimumom in maksimumom. Iz razmerja med minimumom in maksimumom izračunamo razmerje moči med napredujočim valom in odbojem od zrcala, iz tega in iz srednje vrednosti razdalje do zaslona pa dobimo dobitke merjene antene.

Opisani način izvedbe meritve upošteva neprilagojenost antene na prenosni vod kot ustrezno izgubo dobitka, kar je popolnoma v skladu z definicijo dobitka antene glede na dan prenosni vod. Odboj zaradi neprilagoditve v resnici upoštevamo (zanemarimo) dvakrat: prvič na poti napredujočega vala iz prenosnega voda v anteno in drugič na poti odboja od zrcala iz antene nazaj v prenosni vod.

4. Prikaz značilnih rezultatov

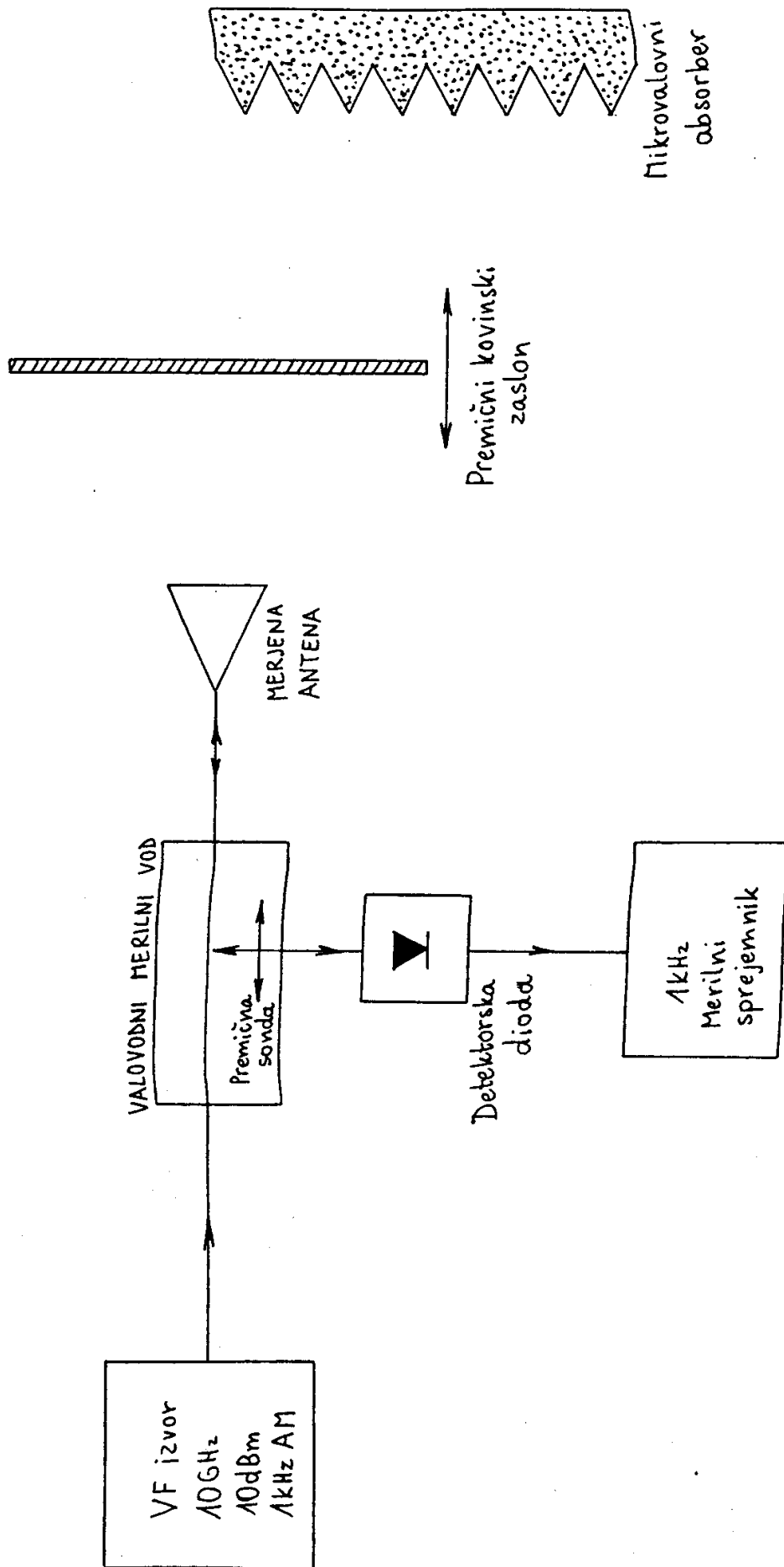
Za vajo izmerimo še dobitke dveh drugih lijakov za dano

frekvenčno področje, ponovimo celoten postopek meritve ter rezultat primerjamo z rezultati drugih merilnih metod.



$$\frac{P_0}{P_v} = \frac{G A \eta}{4\pi (2d)^2} = \left(\frac{G \lambda}{8\pi d} \right)^2$$

Slika 1. - Merjenje dobitka antene preko zrcaljenja iste antene.



Slika 2. - Razporeditev in povezava merilnih instrumentov.