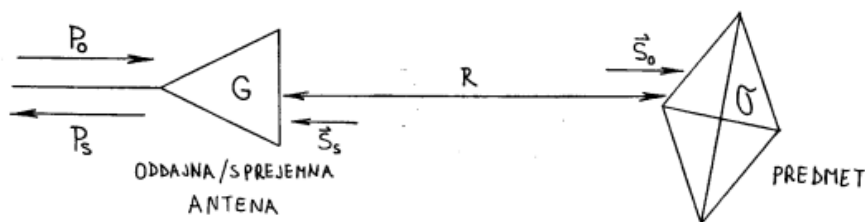


## VAJA 6: Merjenje odmevne (radarske) površine predmetov

### 1. Odmevna (radarska) površine predmeta

Vpliv predmeta na valovanje najenostavneje opišemo z odmevno površino predmeta. V slučaju radijskih valov imenujemo odmevno površino tudi radarska površina predmeta. Odmevna površina je seveda funkcija več spremenljivk: valovne dolžine valovanja, snovi, iz katere je predmet izdelan, smeri vpadnega valovanja in smeri, v kateri opazujemo odbito valovanje.

Najzanimivejši primer je opazovanje radarske površine takrat, ko za oddajo in sprejem valovanja uporabljamo isto anteno, kot je to prikazano na sliki 1. Smer opazovanja odbitega valovanja je tedaj natančno nasprotno enaka smeri vpadnega valovanja na predmet. V tem slučaju zavisi radarska površina le od ene smeri oziroma od orientacije predmeta, kar hkrati poenostavi obravnavo.



$$S_0 = \frac{P_0 G}{4\pi R^2}$$

$$S_s = \frac{S_0 \sigma}{4\pi R^2} = \frac{P_0 G \sigma}{(4\pi R^2)^2}$$

$$P_s = \frac{S_s G \lambda^2}{4\pi} = \frac{P_0 G^2 \lambda^2 \sigma}{4\pi (4\pi R^2)^2}$$

$$\frac{P_s}{P_0} = \frac{G^2 \lambda^2}{4\pi (4\pi R^2)^2} \cdot \sigma$$

Kovinska krogla s polmerom  $r$ :  $\sigma = \pi r^2$

Ravna kovinska plošča s površino  $A$ :  $\sigma = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot A^2$

Slika 1: Radarska (odmevna) površina

Definicija radarske površine je naslednja: če bi predmet enakomerno razpršil vpadno valovanje v vse smeri, bi navidezno razpršeno moč dobili kot produkt gostote moči vpadnega valovanja  $S_0$  in radarske površine predmeta. Radarska površina predmeta je zato lahko tudi dosti manjša ali dosti večja od fizičnega preseka predmeta.

Radarsko površino lahko enostavno izračunamo za nekaj preprostih geometrijskih oblik, če je predmet precej večji od valovne dolžine (da se izognemo rezonančnim pojavom) in je izdelan iz znane snovi, najenostavneje iz kovine. Radarska površina velike kovinske krogle je naprimer natančno enaka preseku krogle. Ker lahko s kroglo ponazorimo precej resničnih predmetov, je odmevnost kovinske krogle smislen razlog za opisano definicijo radarske površine.

Odmevnost nekaterih predmetov je lahko tudi precej večja, kot bi to lahko sklepali iz njihovih fizičnih dimenzij. Naprimer, radarska površina ravne kovinske plošče je dosti večja od svoje fizične površine, če je le plošča pravilno orientirana proti sprejemno/oddajni anteni. V slučaju idealne orientacije se ravna kovinska plošča obnaša kot antenska odprtina, ki jo enakomerno osvetlimo z vpadnim valovanjem. Radarska površina v željeni smeri je tedaj za faktor smernosti odprtine  $D$  večja od fizične površine plošče.

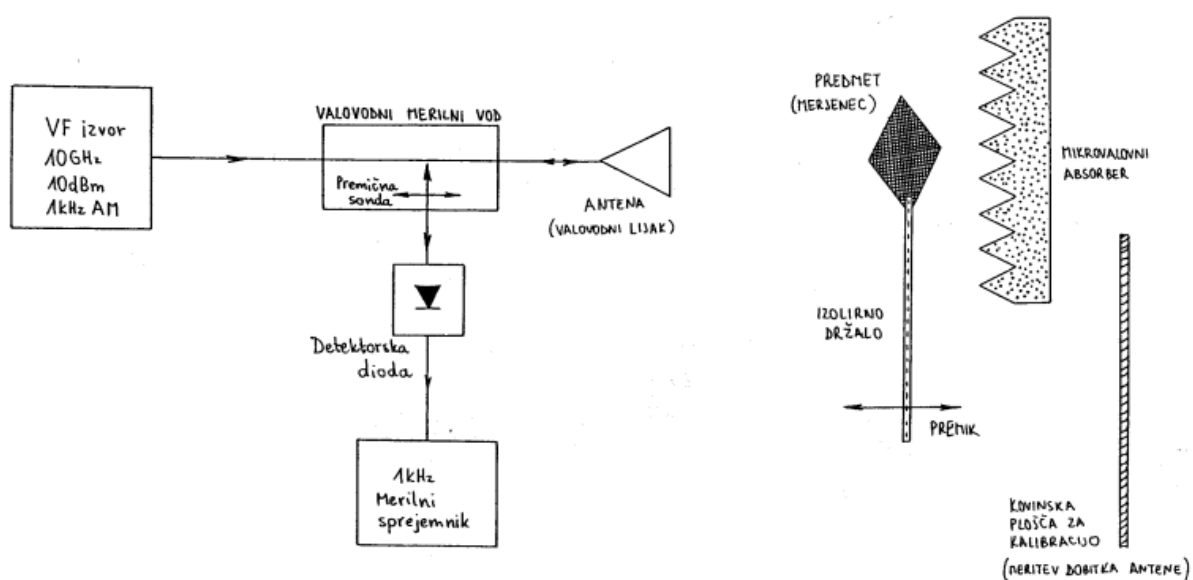
Iz treh kovinskih plošč, postavljenih pod pravim kotom, izdelamo napravo, imenovano trirobnik ali radarski odbojnik. Takšna naprava ima zelo veliko radarsko površino ne glede na orientacijo, saj vsakršno vpadno valovanje odbije natančno v isti smeri nazaj. V optiki poznamo enako napravo pod imenom "mačje oko".

## 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) Anteno (lijak) za 10GHz z valovodnim priključkom.
- (3) Valovodni merilni vod za 10GHz področje z detektorjem in 1kHz merilnim sprejemnikom.
- (4) Aluminijsko ploščo velikosti vsaj kvadratni meter.
- (5) Ploščo mikrovalovnega absorberja za 10 GHz. (6) Več različnih predmetov (merjencev) na držalu iz izolirnega materiala.
- (7) Podstavek za anteno in priključne kable za vse povezave.

Razporeditev in povezava merilnih instrumentov je prikazana na sliki 2.



Slika 2: Razporeditev in povezava inštrumentov

## 3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Pri izvedbi vaje moramo najprej pomisliti na zahteve meritve in na omejitve merilnih inštrumentov. Pri meritvi radarske površine zahtevamo, da se nahaja predmet v Fraunhoferjevem področju antene. Ker se tudi predmet obnaša kot antena, velja ista zahteva za oddaljenost tudi glede na dimenzije predmeta.

Valovodni lijaki so običajno dobro prilagojene antene. Vendar pri meritvi radarske površine sprejemamo zelo šibek odboj od predmeta 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 predmeta namestimo le 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 prilgojenih antenah. Če ne poznamo dobitka uporabljene antene, ga lahko takoj izmerimo z uporabo velike kovinske plošče.

Nato postavimo med anteno in absorber merjeni predmet, seveda na izolirnem držalu. Predmet potem premikamo na enak način kot kovinski zaslon pri meritvi dobitka antene. Iz razmerja med minimumi in maksimumi izračunamo razmerje moči med napredujočim valom in odbojem od predmeta, iz tega razmerja pa po izrazih na sliki 1. določimo radarsko površino merjenca.

#### **4. Prikaz značilnih rezultatov**

Na opisani način izmerimo odmevnost več različnih predmetov. Pri ravni kovinski plošči pazimo, da poiščemo največjo radarsko površino, to je takrat, ko je plošča natančno pravokotna na smer proti anteni. Rezultat meritve primerjamo s teoretskim izrazom za ravno kovinsko ploščo danih izmer.

Obratno pri radarskem odbojniku preizkusimo, kako se njegova radarska površina spreminja z orientacijo triobnika. Seveda preverimo tudi motilne pojave, naprimer odboj od samega držala brez predmeta na koncu.

Končno postavimo na držalo še predmete, odbojnost katerih zavisi od polarizacije vpadnega valovanja. Takšen predmet je naprimer plošča iz izolacijskega materiala, na katero so nalepljeni bakreni trakovi. radarsko površino izmerimo za oba slučaja, ko polarizacija antene sovпада s smerjo trakov oziroma je na smer trakov pravokotna.