

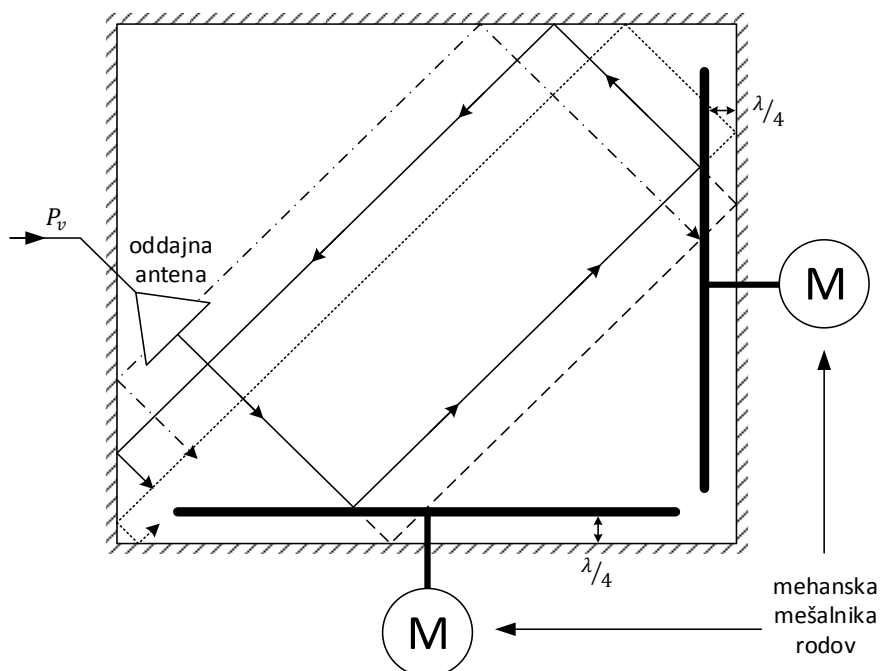
## Merjenje izkoristka antene

### Reverberančna komora

Antene običajno želimo meriti v povsem praznem prostoru. Če meritve ne moremo izvesti v povsem praznem prostoru, si pomagamo z gluho sobo, to je sobo, katere zidovi, strop in tla so prevlečeni s snovjo, ki čim manj odbija radijske valove dane valovne dolžine. Včasih pa je zanimiv tudi obraten slučaj: merjenje antene oziroma razširjanja valov v prostoru, čigar stene izredno dobro odbijajo radijske valove.

Prostor, ki je omejen s kovinskimi stenami, se obnaša kot votlini resonator z zelo velikim številom rodov in pripadajočih resonančnih frekvenc. Rezultat meritve v takšnem prostoru se izredno hitro spreminja v odvisnosti od frekvence izvora oziroma od malenkostnih premikov anten in drugih predmetov v prostoru. Smiseln rezultat bo zato kvečjemu povprečje večjega števila meritev v določenem frekvenčnem pasu, v resonatorjih nekoliko različnih izmer ter pri majhnih premikih anten in drugih naprav znotraj prostora.

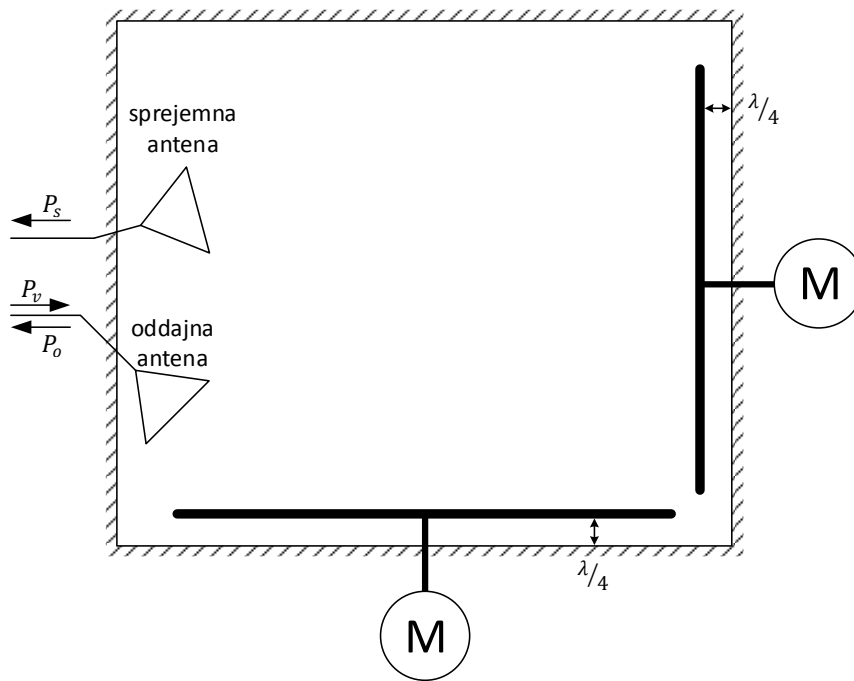
Povprečenje dobimo z mešanjem rodov. Mešanje rodov praktično izvedemo tako, da izdelamo prostor s stenami spremenljive odbojnosti. Da zadržimo resonančne lastnosti, mora ostati velikost odbojnosti sten čim bližje enoti, spreminja naj se le faza odbojnosti. Opisano zahtevo najlažje dosežemo s podolgovatimi vrtečimi kovinskimi trakovi, vetrnicami, ki stalno spreminjajo fazo odbojnosti sten in tako mešajo rodove v resonatorju.



Slika 1: Razširjanje valov v reverberančni komori

Opisano napravo imenujemo reverberančna komora. Razširjanje valov v reverberančni komori je prikazano na sliki 1. Za dobro mešanje rodov zadoščata že dve vetrnici, ki se vrtita z različnima krožnima frekvencama. Iz slike je razvidno, da nastane pri enem samem obhodu žarka v resonatorju večje število možnih poti glede na trenutni položaj vetrnic. Razdaljo vetrnic od stene resonatorja izberemo okoli četrta valovne dolžine, da je razlika poti obeh žarkov čim bližja polovici valovne dolžine in je učinek sukanja faze največji.

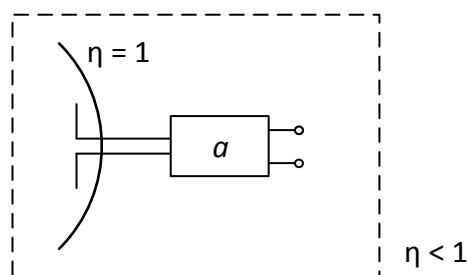
Katerakoli antenna se v reverberančni komori obnaša povsem drugače kot v praznem prostoru. Kakršnakoli definicija smernosti antene izgubi smisel, v reverberančni komori je pomemben le električni izkoristek antene. Če postavimo v reverberančno komoro dve brezizgubni anteni in napajamo le eno izmed njih, kot je to prikazano na Sliki 2, se v časovnem povprečju moč vpadnega vala  $P_v$  enakomerno razdeli na odbito moč  $P_o$  na isti anteni in na sprejeto moč  $P_s$  na drugi anteni.



Slika 2: Povprečni pretok moči v reverberančni komori

Če imamo v reverberančni komori več anten in so le te primerno razmaknjene med sabo, da lahko zagotovimo ustrezno mešanje rodov, se moč v komori enakomerno razdeli med vse antene. Celoštevilski večkratnik moči dobimo le v anteno, ki lahko seva na več različnih neodvisnih načinov, na primer valovodni lijak z valovodnim priključkom, ki na uporabljeni valovni dolžini prepušča več rodov. Znatno del moči vpijajo kovinske stene zaradi velikega števila rodov votline.

Seveda večina anten ni brezizgubnih. Takšno anteno lahko ponazorimo s Sliko 3. Idealni anteni z izkoristkom  $\eta = 1$  je dodan slabilec  $a$ , ki predstavlja njene izgube. Del sprejete moči se tako troši na slabilcu  $a$ , kar predstavlja izgube antene.



Slika 3: Ponazoritev izkoristka antene

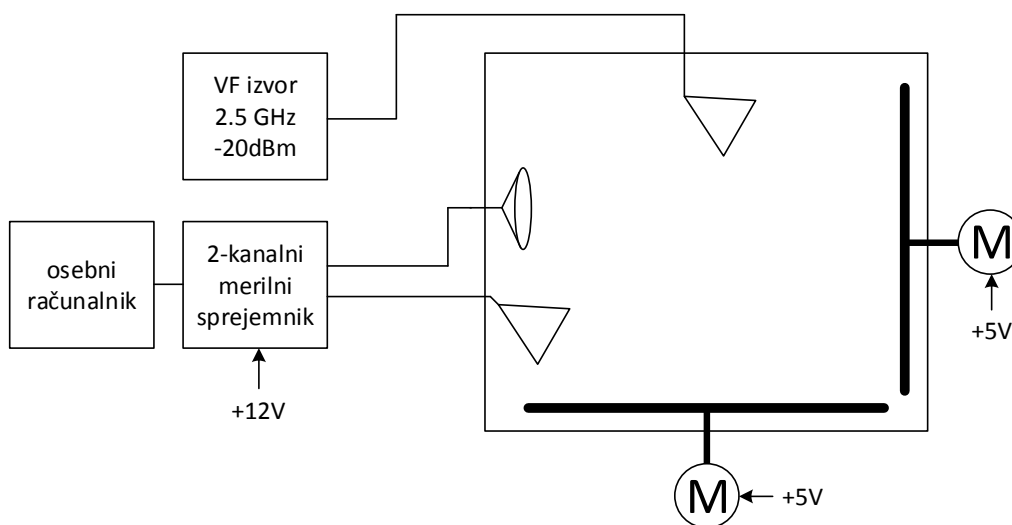
Praktična uporaba mikrovalovne reverberančne komore je gospodinjska mikrovalovna pečica. Z mešanjem rodov v resonatorju mikrovalovne pečice dosežemo, da se minimumi in maksimumi stojnega vala stalno premikajo, kar zagotavlja enakomerno segrevanje jedi v celotni prostornini.

## Seznam potrebnih pripomočkov

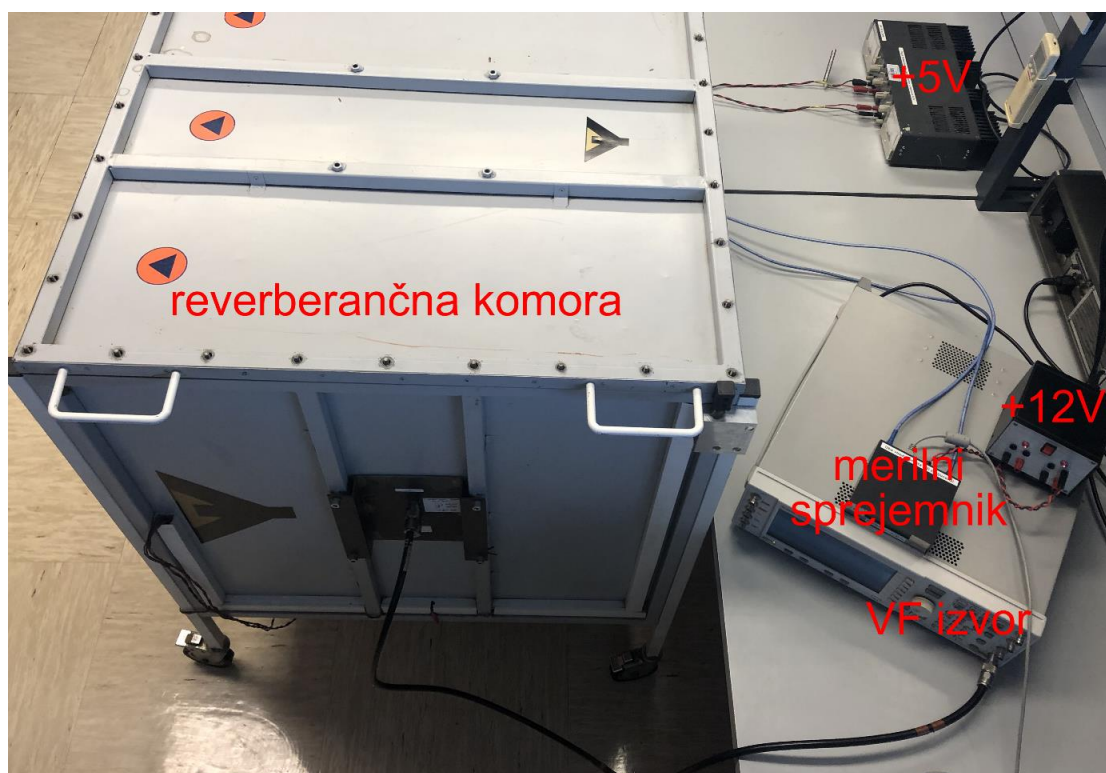
Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 2.5GHz, z izhodno močjo do 10dBm (10mW) in možnostjo frekvenčnega preleta (2.495GHz – 2.505GHz)
- Reverberančno komoro z dvema mešalnikoma rodov in napajalnikoma zanju.
- Dva standardna valovodna lijaka ter spiralno anteno za dano frekvenčno območje.
- Merilni sprejemnik 800 MHz – 4 GHz ter priključne kable za vse povezave.
- Računalnik s programom za merjenje.

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

Meritev izkoristka antene je dolgotrajen in mukotrpen proces. Zagotoviti moramo, da je mešanje rodov znotraj komore povsem naključno, da priključni elementi in ostale antene v notranjosti ne kazijo merjenih rezultatov, ter da zberemo dovoljšne število meritev, na podlagi katerih izračunamo povprečno sprejeto moč. Le z večjim številom meritev pri različnih postavitvah anten znotraj komore, se lahko prepričamo o veljavnosti naših rezultatov.

Ker je odpiranje in zapiranje reverberančne komore precej zamudno delo, v komoro že takoj na začetku namestimo tri različne antene za isto frekvenčno področje. Antene po možnosti namestimo in usmerimo tako, da se med sabo neposredno ne "vidijo", ter s tem povečamo učinkovitost mešanja rodov v komori. VF izvor priključimo na referenčni valovod, ki ga usmerimo v eno izmed vetrnic. Prvi vhod dvo-kanalnega merilnega sprejemnika priključimo na referenčno anteno, ki je v notranjosti obrnjena stran od glavnega snopa oddajne antene, v drugo vetrnico. Merjeno anteno (spiralna antena za dano frekvenčno območje) priključimo na drugi vhod. Pri tem zopet s postavitvijo antene v notranjosti poskrbimo, da se oddajna in sprejemna antena med seboj neposredno ne vidita. Komoro nato zapremo in tesno privijemo vse matice, da ne pride do "puščanja" visokofrekvenčne moči na šivih komore.

Izhodno frekvenco generatorja nastavimo na 2.5 GHz, moč pa si izberemo tako, da na zaslonu merilnika ob vključenih mešalnikih rodov vidimo spreminjanje moči, brez doseganja maksimalnih vrednosti merilne skale. Izvor nastavimo na frekvenčni prelet, za približno 10MHz okoli osrednje frekvence. S tem povečamo mešanje rodov v notranjosti komore, a še ne kvarimo razmer za uporabljene antene.

Za izračun izkoristka neznane antene, se opiramo na meritev povprečne sprejete moči znane antene. V našem primeru uporabimo kar valovodni prehod, za katerega predpostavimo, da ima izkoristek blizu ena. S primerjanjem sprejete povprečne moči na neznani anteni preračunamo izkoristek.

Meritve za nas opravlja računalniški program, ki nam sproti preračunava povprečno sprejeto moč na vhodu merilnika in razliko moči obeh merilnih vhodov. Za zanesljiv rezultat moramo nabrati vsaj 100.000 točk, kar pomeni meritev več kot eno uro. Za vajo izmerimo izkoristek antene, pri 50.000 točkah. Medtem ko poteka meritve, si pri nekaj sprejetih vzorcih izpišimo vmesni rezultat in preračunajmo izkoristek v danem trenutku.

## Naloga

1. Postavite antene v notranjosti komore skladno z navodili. Komoro zaprite s pokrovom in ga privite s priloženimi maticami.
2. Izmerite izkoristek antene. Zajemite vsaj 50.000 vzorcev.
3. Preračunajte vrednosti izkoristka pri 1000, 2000, 4000, 5000, 7000, 10.000, 20.000, 30.000, 40.000 in 50.000 vzorcih. Primerjajte rezultat z vrednostjo pri končnem številu vzorcev.
4. Končen rezultat skupaj z opisom postavitve anten v notranjosti komore vpišite na zbirni list skupine.