

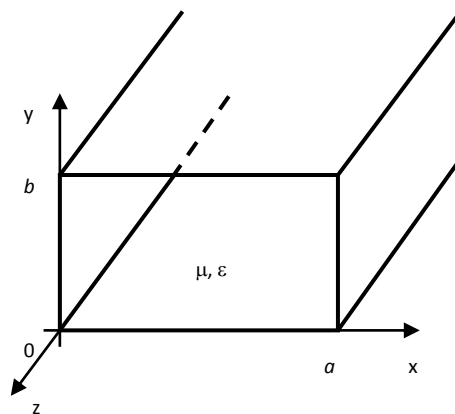
Stojni val v pravokotnem valovodu

Pravokotni kovinski valovod

Prenosne vode, po katerih se širi valovanje, ločimo v grobem na dve skupini: vodi iz enega samega vodnika in vodi iz dveh vodnikov. Tipični primer prenosnega voda iz dveh vodnikov je koaksialni vod, iz enega vodnika pa valovod (okrogla ali pravokotna kovinska cev).

Pri frekvencah nad nekaj GHz so izgube v koaksialnih vodih vedno bolj omejujoč dejavnik pri prenosu signalov oz. valovanja, saj izgube rastejo s frekvenco. Dielektrične izgube, izgube zaradi kožnega pojava na žili in oklopu ter sevalne izgube skozi oklop koaksialnega voda zmanjšujejo dragoceno pridobljeno moč iz oddajniških stopenj ali pa povečujejo šumno število v sprejemnih sistemih. V koaksialnem vodu se širi primarno valovanje (osnovni rod) TEM. Ta ima spodnjo mejno frekvenco nič oziroma se lahko širi od enosmerne frekvence dalje. Zgornja frekvenčna meja koaksialnega voda je določena z začetkom razširjanja višjih rodov. TEM valovanje nima vzdolžnih komponent polja v smeri širjenja.

V valovodih se širijo drugi tipi rodov, to so TE (transverzalno električni) ali TM (transverzalno magnetni) rodovi. Ti imajo spodnjo (kritično) frekvenčno mejo razširjanja f_c (ang. »cut-off frequency«) višjo od nič. Z razliko od TEM rodu imajo TE in TM rodovi vzdolžne komponente polja (TE rodovi imajo vzdolžne magnetne komponente polja H_z različne od nič, TM rodovi pa imajo vzdolžne električne komponente polja E_z različne od nič). Zelo uporabna lastnost pravokotnega valovoda, po katerem se širi osnovni rod TE_{10} je, da njegove izgube padajo z naraščajočo frekvenco. Zgornja frekvenčna meja uporabnosti kovinskega pravokotnega valovoda je začetek razširjanja višjih rodov.



Slika 1: Pravokotni kovinski valovod

Valovna dolžina valovanja v pravokotnem kovinskem valovodu, ponavadi označena z λ_g , ni enaka valovni dolžini v praznem prostoru λ_0 , temveč se spreminja in je definirana z enačbo 1.1:

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}, \quad (1.1)$$

pri čemer je $\lambda_c = c/f_c$ kritična valovna dolžina in je določena z velikostjo pravokotnega valovoda po enačbi 1.2.

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{\mu\varepsilon}} * \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2} \quad (1.2)$$

Prvi in osnovni rod, ki se lahko širi v prikazanem valovodu s Slike 1, je rod TE₁₀ ($m=1, n=0$), zato znaša kritična frekvenca

$$f_c = \frac{1}{2a\sqrt{\mu\varepsilon}} = \frac{c}{2a}, \quad (1.3)$$

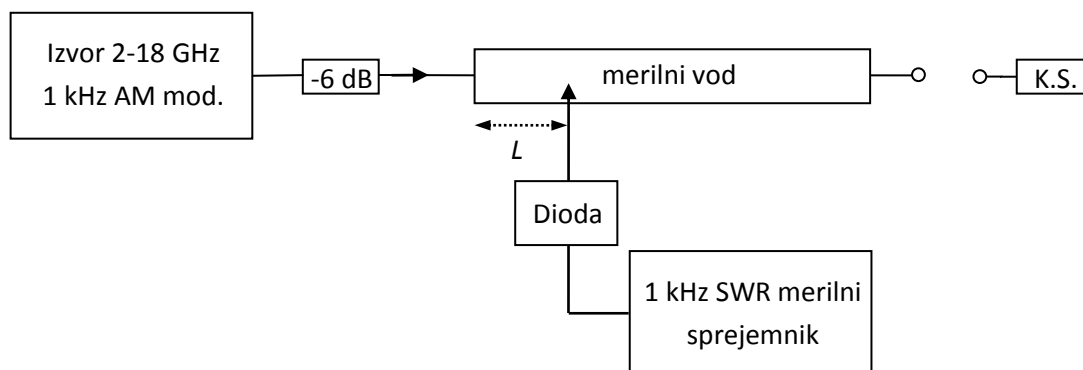
kjer je a dolžina širše stranice pravokotnega valovoda.

Seznam potrebnih pripomočkov

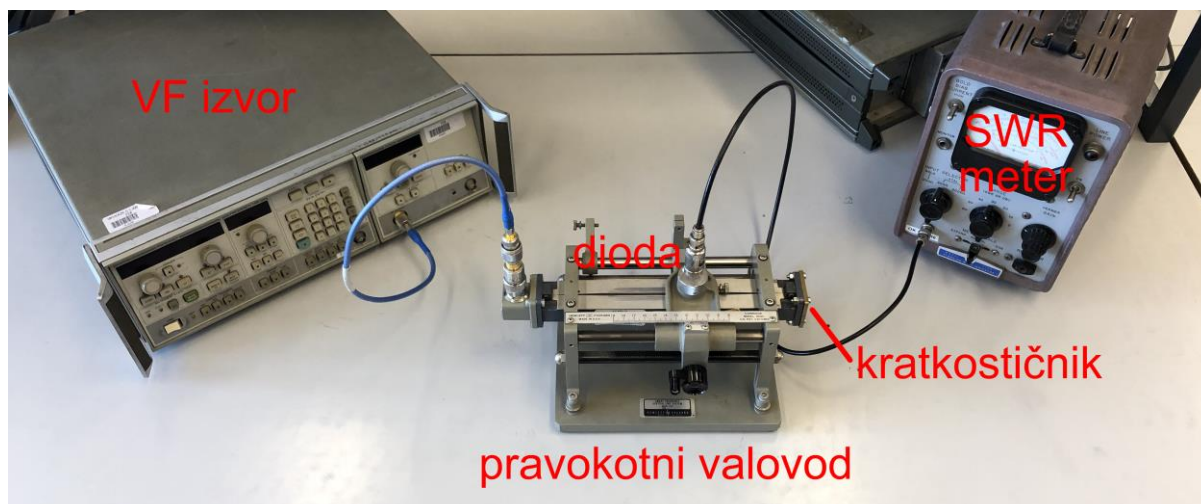
Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Visokofrekvenčni izvor 2-18 GHz z 1 kHz AM modulacije
- 1kHz SWR merilnik valovitosti
- Valovodni merilni vod z diodnim detektorjem
- Kratkostičnik
- Zaščitni slabilec 6 dB

Postavitev merilnih pripomočkov prikazuje Slika 2, razporeditev pa Slika 3.



Slika 2: Skica vezave merilnih pripomočkov



Slika 3: Slika vezave merilnih pripomočkov

Opis poteka vaje

Meritev valovne dolžine v pravokotnem kovinskem valovodu izvedemo s pomočjo odprtega valovodnega merilnega voda in pripadajočo merilno sondo z detektorsko diodo. Da lahko točno izmerimo periodični pojav stojnega vala v valovodnem merilnem vodu, poskrbimo za čim večjo valovitost. Zaradi tega merilni vod zaključimo s kratkim stikom. Ob nastavljeni frekvenci izvora s premikanjem premične sonde poiščemo minimum stojnega vala (saj je točnost položaja sonde bolj izrazita kot pri maksimumu) na merilniku valovitosti in si zabeležimo položaj sonde na valovodu. Nato premaknemo sondo v položaj naslednjega minimuma in si ponovno zabeležimo položaj. Razlika med obema položajema ustreza točni polovici valovne dolžine v pravokotnem valovodu $\lambda_g/2$. Pri krajših valovnih dolžinah lahko izmerimo razliko med več zaporednimi minimumi in rezultat ustrezno delimo. To naredimo za frekvence izvora malenkost pod kritično frekvenco f_c do okoli $2 \cdot f_c$.

Naloga

1. Izmerite vzorce stojnega vala za frekvence v območju od kritične frekvence do dvojne kritične frekvence danega valovoda.
2. Izrišite potek valovne dolžine v valovodu λ_g kot funkcijo frekvence na graf.