

Magnetno polje v pravokotnem valovodu

Magnetno polje v pravokotnem kovinskem valovodu

Osnovni rod, ki se širi v pravokotnem kovinskem valovodu, je TE_{10} . Ima realno fazno konstanto β in kritično valovno dolžino $\lambda_c = 2a$, pri čemer je a širša stranica valovoda. V kolikor je valovna dolžina večja od λ_c (frekvenca nižja od f_c), fazna konstanta β postane imaginarna in polje se ne širi po valovodu, saj eksponentno upada. Fazna konstanta β je definirana z naslednjo enačbo:

$$\beta = \sqrt{k^2 - \left(\frac{\pi}{a}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 - \left(\frac{\pi}{a}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\omega}{c}\right)^2 - \left(\frac{\pi}{a}\right)^2}, \text{ kjer so} \quad (1.1)$$

k valovno število, λ valovna dolžina, ω krožna frekvenca, c hitrost valovanja v valovodu in a njegova širša stranica.

Električno polje rodu TE_{10} v valovodu ima samo eno (prečno) komponento E_y , magnetno polje pa sestavljata prečna komponenta H_x in vzdolžna komponenta H_z :

$$E_y = -\frac{j\omega\mu a}{\pi} A_{10} \sin \frac{\pi x}{a} e^{-j\beta z} \quad (1.2)$$

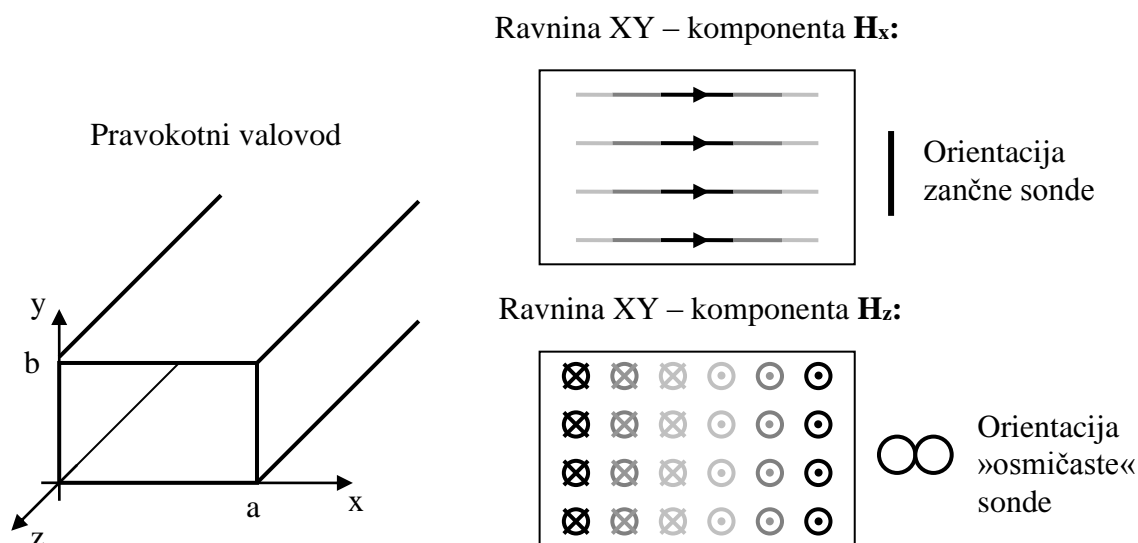
$$H_x = \frac{j\beta a}{\pi} A_{10} \sin \frac{\pi x}{a} e^{-j\beta z} \quad (1.3)$$

$$H_z = A_{10} \cos \frac{\pi x}{a} e^{-j\beta z} \quad (1.4)$$

$$E_x = E_z = H_y = 0, \text{ kjer so} \quad (1.5)$$

ω krožna frekvenca, μ permeabilnost prostora v valovodu, β fazna konstanta, a širša stranica valovoda in A_{10} jakost rodu TE_{10} .

Za merjenje magnetnega polja uporabimo zančne antene oz. zančne sonde. Magnetno polje po prerezu valovoda s pravilno orientacijo zančne sonde je prikazano na Sliki 1.



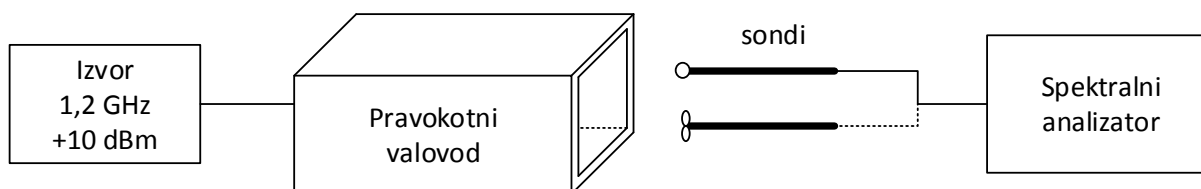
Slika 1: Pravokotni valovod in magnetno polje v prečni ravnini XY

Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Visokofrekvenčni izvor s frekvenco 1,2 GHz in izhodno močjo +10 dBm.
- Spektralni analizator
- Odprt pravokotni valovod za frekvenčno območje 0,8 – 1,4 GHz z vstavljenim stiroporjem in milimetrsko skalo
- Zančni sondi za prečne in vzdolžne komponente magnetnega polja
- Priključni kabli

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

Če želimo meriti magnetno polje, moramo uporabiti zelo majhno zančno anteno oziroma sondo, saj slednja ne sme bistveno motiti merjenega magnetnega polja. Premer in celotna velikost zančne sonde tako ne sme biti večja kot $\lambda_0/10$. Zančna antena mora biti orientirana tako, da zajame čim več magnetnega polja. Ker merimo posamezne komponente magnetnega polja v valovodu, mora biti zanka orientirana ortogonalno na željeno komponento (H_x ali H_z). Sondi tako držimo v taki orientaciji, da magnetne silnice prebadajo čim večjo površino zanke. Za merjenje komponente H_x uporabimo zančno sondo, za

komponento H_z pa »osmičasto« sondo. Preverimo tudi, če obstaja komponenta H_y . Za lažje merjenje komponent polja v valovod vstavimo kos stiroporja z milimetrsko skalo. Sondo previdno prislonimo na stiroporno oporo in odčitamo izmerjeno moč na spektralnem analizatorju.

Pri merjenju pazimo na krhki sonde, da ju ne poškodujemo. Z njima rokujemo zelo previdno. Da priključni kabel sonde ne bi motil polja v valovodu, je nanj nanešenih več feritnih obročkov, ki slabijo vpliv povratnega toka na oklopu koaksialnega kabla.

Naloga

1. Izmerite H_x in H_z komponento magnetnega polja v pravokotnem valovodu.
2. Rezultat za obe komponenti izrišite na graf.