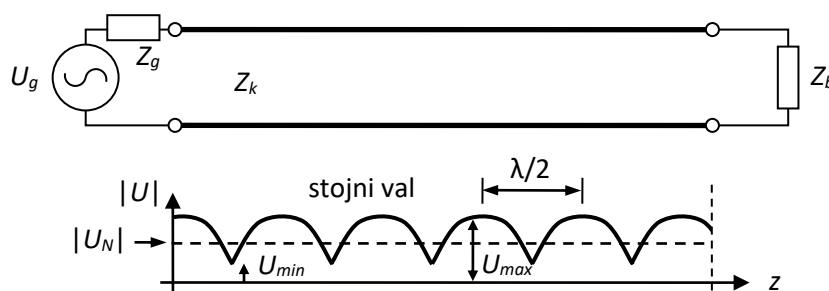


Stojni val na prenosnem vodu

Stojni val na prenosnem vodu

Kakor pri zvonjenju signala ob enosmernih razmerah (vhodni signal je stopnica), se tudi pri izmeničnih signalih (vhodni signal je sinusoida) na prenosnih vodih pojavijo napredujoči in odbiti valovi, ki so posledica odbojnosti virov in bremen. Pri izmeničnih signalih pride vpliv odbojev do izraza predvsem pri dolžinah vodov, ki so mnogo večje od valovne dolžine prenašanega signala ($L \gg \lambda$). Tedaj imamo zaradi odbojev na vodu prisotna dva signala enake frekvence, ki se širita v nasprotnih smereh – napredujoči in odbiti signal. Signala se, odvisno od njune amplitude in faze, na določenih mestih voda seštevata, na drugih pa odštevata.

Ovojnica tako seštetega signala tvori t. i. stojni val (*ang. standing wave*), ki ima vzdolž voda fiksno razporejene minimume (ničle stojnega vala) in maksimume amplitude (hrbte stojnega vala). Tako, kot izvorni signal, je tudi stojni val periodične oblike, pri čemer je razdalja med sosednjimi minimumi oz. maksimumi pol valovne dolžine izvirnega signala. Razmere prikazuje Slika 1.



Slika 1: Primer stojnega vala na prenosnem vodu.

Vrednosti maksimumov $U_{\max}$ in minimumov $U_{\min}$ stojnega vala so odvisni od amplitud napredujočega in odbitega vala oz. posledično od odbojnosti bremena, izvora in karakteristične impedance prenosne linije Z_k . Razmerje med maksimumi in minimumi stojnega vala $U_{\max}/U_{\min}$ imenujemo razmerje stojnega vala (*ang. standing wave ratio – SWR*) oziroma valovitost ρ , ki je neposredno povezana z odbojnostjo Γ preko enačbe:

$$\rho = SWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (1)$$

Moramo se zavedati, da je valovitost definirana le na brez izgubnem vodu (oz. na vodu z zelo majhnimi izgubami), saj se valovitost spreminja z dolžino izgubnega voda. Pri vaji bomo opazovali obliko stojnega vala na vodu pri različnih priključenih bremenih.

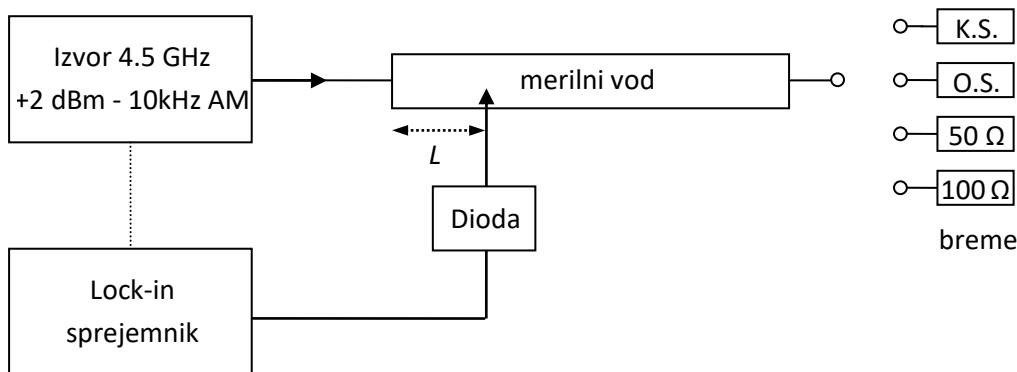
Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

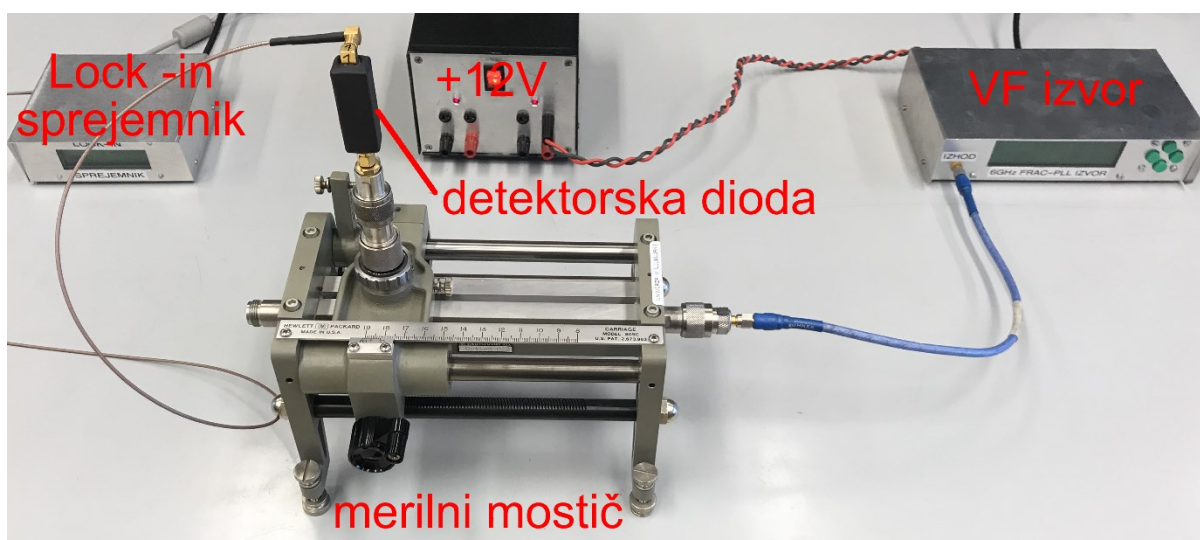
- Izvor izmeničnega signala s frekvenco okoli 4.5 GHz z možnostjo amplitudne modulacije 10 kHz.
- Koaksialni merilni vod z utorom.
- Lock-in merilni sprejemnik z detektorsko diodo.

- Različna zaključitvena bremena.
- Priključne kable za vse povezave.

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



Slika 2: Skica vezave merilnih pripomočkov



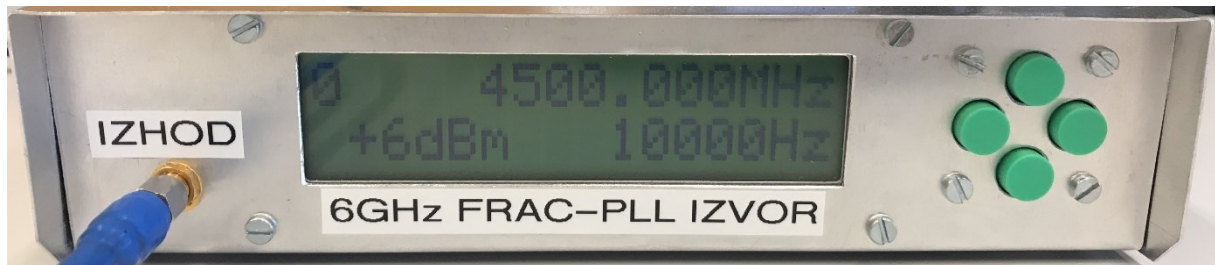
Slika 3: Slika vezave merilnih pripomočkov

Opis poteka vaje

Za opazovanje pojava stojnega vala na vodu mora biti slednji dovolj dolg v primerjavi z valovno dolžino signala, da maksimumi in minimumi pridejo do izraza. Pri vaji, kot prenosni vod, uporabimo zračni koaksialni vod z utorom dolžine 28 cm, vanj pa iz visokofrekvenčnega (VF) vira pošljemo signal frekvence 4.5 GHz, pri takšni moči, da merilnika pri meritvi ne prekrmilimo (znak vvvvv ali *****). Frekvenca signala je dovolj velika, da se na uporabljenem vodu vzpostavi kar nekaj minimumov in maksimumov stojnega vala. Za opazovanje pojava tako zadostuje meritev jakosti signala že na krajšem delu celotnega voda.

VF izvor amplitudno moduliramo s pravokotnim signalom frekvence 10 kHz, da lahko signal detektiramo z detektorsko diodo. Detektirani signal vodimo na Lock-in merilni sprejemnik za merjenje sprejete moči, kjer odčitavamo vrednosti napetosti stojnega vala v decibelski skali. Nič sprejetega signala na detektorski diodi privzeto pomeni 0dB prikaza na zaslonu. Ker želimo vse meritve normirati na enako vrednost v maksimumu signala si pomagamo z digitalnim

ničenjem. S sondo koaksialnega voda z utorom poiščemo hrbet stojnega in na merilniku stisnemo gumb ZERO. Izmerjena moč bo takrat nastavljena na 00.00dB, s pomikanjem proti vozlu pa bomo dobivali negativna števila. Nastavljanje ZERO točke seveda opravimo za vsak merjenec na koncu merilnega voda posebej.



Slika 4: Nastavitve VF izvora

Naloga

1. Izmerite vzorce stojnega vala za različna bremena na koncu merilnega voda – odprte sponke (O.S.), kratek stik (K.S.), 50-ohmsko breme ter 100-ohmsko breme. (Za vsak primer pomerimo jakost signala v nekaj zaporednih točkah vzdolž merilnega voda, tako da zajamemo vsaj dva maksimuma in minimuma stojnega vala).
2. Izmerjene vzorce stojnega vala izrišite na graf, pri čemer krivulje normirajte na maksimalno vrednost sprejetega signala (če uporabljate tipko ZERO, to za vas opravi merilni inštrument).