

VAJA 6. - STIČNO SLABLJENJE MED MNOGORODOVNIMA VLAKNIMA

6.1. Stično slabljenje med optičnimi vlakni

Ker je valovna dolžina svetlobe zelo majhna, so tudi prečne izmere ustreznih valovodov zelo majhne. Optična vlakna za komunikacije z majhnimi izgubami so izdelana iz zelo čistega kremenovega stekla in imajo premer jedra komaj $50\mu\text{m}$ ali $62.5\mu\text{m}$ (gradientna vlakna) oziroma $9\mu\text{m}$ (enorodovna vlakna). Pri izdelavi optičnih vlaken dosežemo majhne prečne izmere preprosto z vlečenjem stekla. Pri vlečenju preforma (palice) v vlakno se prečna slika porazdelitve primesi v glavnem samo ustrezno pomanjša.

Zaradi majhnih izmer nastanejo težave le pri spajanju optičnih vlaken na izvore svetlobe in na detektorje ter pri medsebojnem spajanju dveh optičnih vlaken. Da se izognemo dodatnemu slabljenju signala pri medsebojnem spajanju optičnih vlaken različnih vrst, običajno gradimo celotno optično zvezo z vlakni iste vrste.

Pri medsebojnem spajanju enakih optičnih vlaken pride do slabljenja iz različnih vzrokov. Glavni izvor stičnega slabljenja so razne mehanske netočnosti nastavitve obeh koncev vlaken, kot je to prikazano na sliki 6.1. Netočnosti pri spajanju dveh vlaken lahko opišemo kot prečni premik vlaken, vzdolžni razmik vlaken in nagib vlaken. V resničnem slučaju imamo sicer vedno opraviti z vsemi tremi napakami hkrati, vendar je dobro poznati vpliv vsake od teh treh napak.

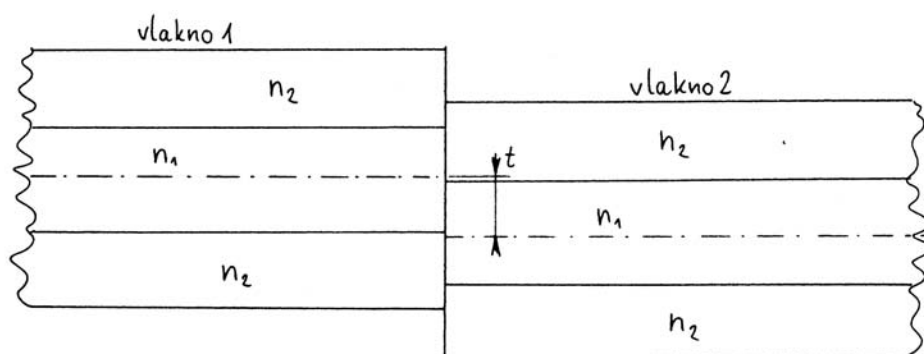
V tej vaji bomo izmerili vpliv prvih dveh netočnosti in sicer prečnega premika vlaken in vzdolžnega razmika vlaken. Stično slabljenje bomo merili na spoju dveh mnogorodovnih vlaken, ker je tu sredica vlakna večja in tudi dopustne mehanske tolerance pri spajanju so dosti večje kot pa pri enorodovnem vlaknu. Meritev izvedemo za vajo s HeNe laserjem kot izvorom svetlobe na 632.8nm , ker je z uporabo vidne svetlobe nastavljanje vseh sestavnih delov dosti enostavnejše!

6.2. Seznam potrebnih pripomočkov

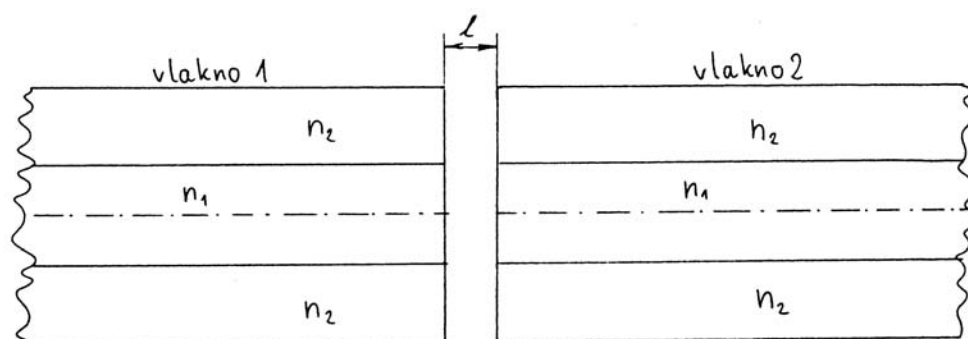
Za izvedbo vaje potrebujemo:

- (1) HeNe laser z napajalnikom in podstavkom.
- (2) Modulator svetlobe - chopper (ventilator s črnimi lopaticami) na podstavku z napajalnikom.
- (3) Zrcalo na podstavku z mikrometerskimi vijaki.
- (4) Zbiralna leča (objektiv mikroskopa) skupaj z vpenjalnikom za konec vlakna na podstavku z mikrometerskimi vijaki.
- (5) Dva 5m dolga kosa mnogorodovnega gradientnega optičnega vlakna s konektorji na obeh koncih.
- (6) Fotodiodo ali fototranzistor z zaključitvenim uporom in napajalnikom.
- (7) Osciloskop.

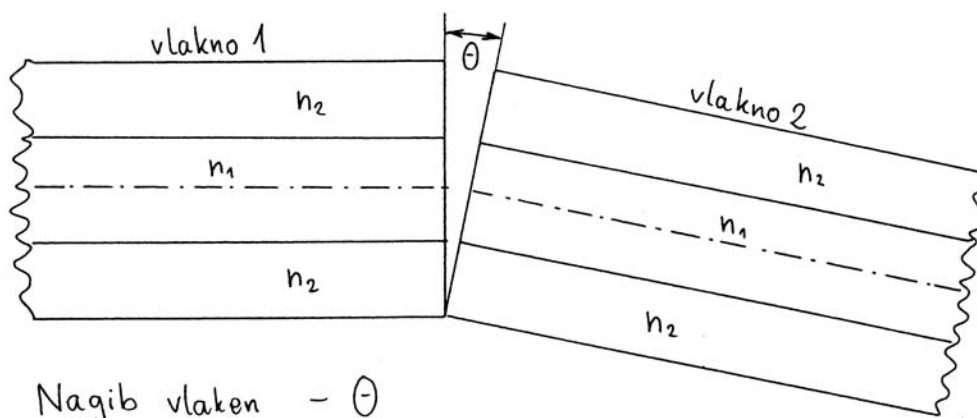
(8) Mizo za sestavljanje optičnih vaj.
 Namestitev merilnih pripomočkov je prikazana na sliki 6.2.



Prečni premik vlaken - t

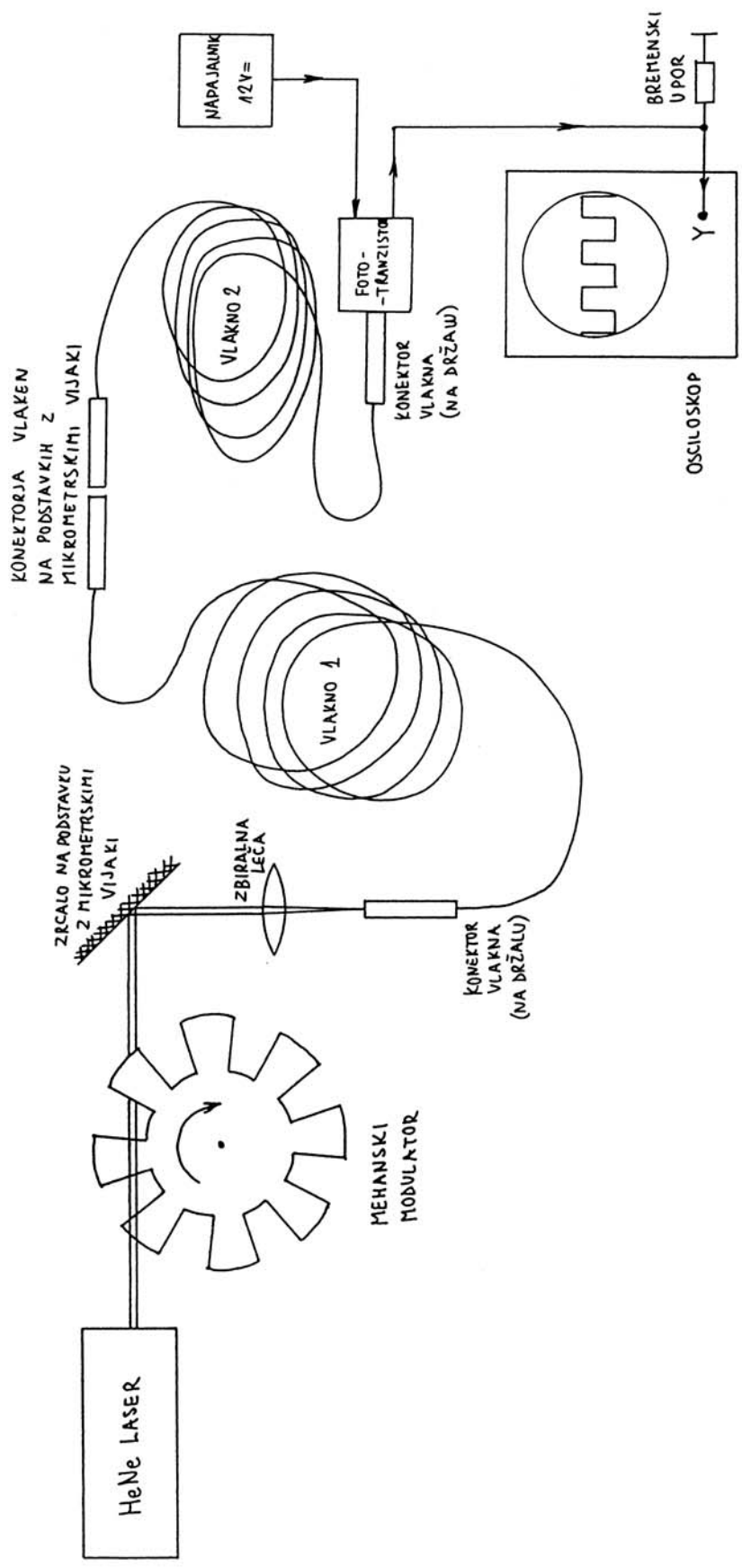


Vzdolžni razmik vlaken - l



Nagib vlaken - θ

Slika 6.1. – Vzroki stičnega slabljenja optičnih vlaken.



Slika 6.2. – Namestitev merilnih pripomočkov za merjenje stičnega slabjenja med vlakni.

6.3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Vajo sestavimo na ustrezni mizi v zaporedju, kot poteka svetlobni žarek od izvora svetlobe do detektorja - fototranzistorja. Svetlobni snop na izhodu HeNe laserja je sicer tanek (premer okoli 1mm), vendar je to še vedno 20-krat več, kot je premer sredice gradientnega optičnega vlakna. Za boljši sklop laserja na vlakno si zato pomagamo z zbiralno lečo, fokusirani žarek pa nastavimo natančno na sredino konektorja vlakna s pomočjo zrcala na mikrometrskih vijakih.

Izvor svetlobe moduliramo (400Hz) zato, da izločimo vpliv drugih izvorov svetlobe na detektor. Izhodni signal iz detektorja opazujemo na osciloskopu, kjer z lahkoto ločimo želeni signal (pravokotni impulzi) od enosmerne komponente dnevne svetlobe.

Konca vlaken, med katerima merimo sklop, vpenemo na podstavka z mikrometrskimi vijaki. Pri vpenjanju vlaken pazimo predvsem na to, da sta obe vlakni vzporedni. Pri uporabljenih podstavkih namreč ne moremo popravljati nagiba vlakna, pač pa lahko le premikamo konec vlakna po vseh treh koordinatah. Ker so konci vlaken obdelani: spolirani in vgrajeni v konektorje, pri ravnanju z vlakni pazimo, da obdelane površine na koncih vlaken ne poškodujemo.

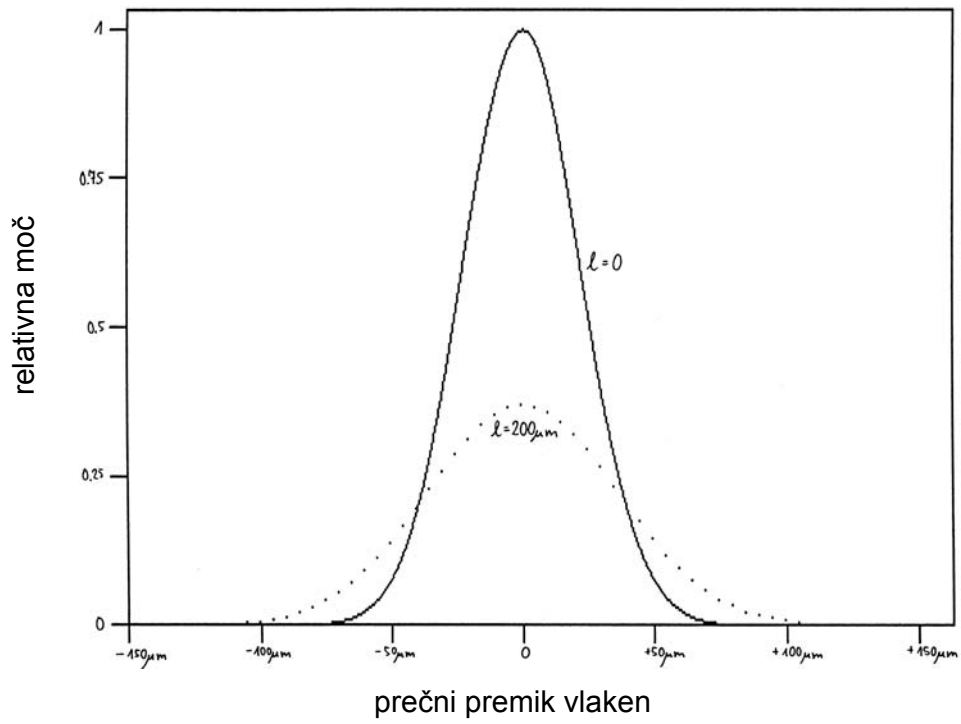
Ko je vaja sestavljena in na osciloskopu že dobimo pravokotne impulze, nastavimo vse mikrometrške vijake za čim močnejši signal na osciloskopu. Po potrebi popravimo tudi vijake na zrcalu, obvezno pa nastavimo konec vlakna po vseh treh koordinatnih oseh za najboljši sklop.

6.4. Prikaz značilnih rezultatov

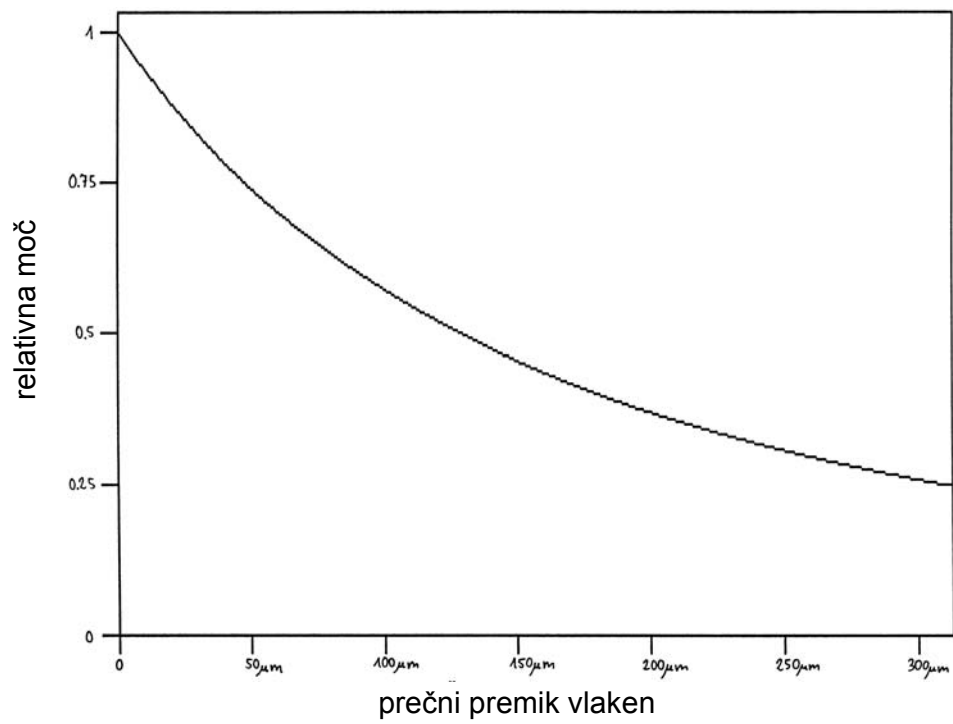
Pri vaji najprej izmerimo vpliv prečnega premika na stično slabljenje dveh vlaken, kot je to prikazano na sliki 6.3. Ta vpliv skušamo izmeriti za čim manjši vzdolžni razmik, saj je rezultat merjenja odvisen tudi od vzdolžnega razmika. Pri večjem vzdolžnem razmiku je vpliv prečnega premika manjši, kot je to prikazano s pikčasto črto na sliki 6.3. Zaradi rotacijske simetrije bi moral biti vpliv prečnega premika enak v obeh prečnih smereh, ki nam jih omogočata ustrezna mikrometrška vijaka.

Nato izmerimo še vpliv vzdolžnega razmika na stično slabljenje dveh vlaken, seveda pri ničnem prečnem premiku. Vpliv vzdolžnega razmika mora biti manjši, kot je to prikazano na sliki 6.4. Končno si izberemo določen vzdolžni razmik in pri tem še enkrat izmerimo vpliv prečnega premika.

Končno skušamo iz izmerjene krivulje slabljenja zaradi prečnega premika oceniti premer jedra optičnega vlakna. Sklopljena moč pade na zelo majhne vrednosti takrat, ko je prečni premik večji od premera jedra vlakna, seveda pri majhnih vrednostih vzdolžnega razmika koncev vlakna.



Slika 6.3. – Primer slabljenja zaradi prečnega premika vlaken.



Slika 6.4. – Primer slabljenja zaradi vzdolžnega premika vlaken.

6.5. Vprašanja in naloge vaje

1. Izmeri stično slabljenje vzdolžnega in prečnega premika!
2. Iz grafov oceni premer jedra optičnega vlakna!
3. Kako bi se rezultat razlikoval, če bi namesto GI uporabili SI vlakno z enakim premerom jedra.

vzdolžni premik	
L_{vz} [μm]	izhodna napetost [mV]
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	
110	
120	
130	
140	
150	
160	
170	
180	
190	
200	
210	
220	
230	
240	
250	
260	
270	
280	
290	
300	

prečni premik pri $L_{vz}=0 \mu\text{m}$	
L_{pr} [μm]	izhodna napetost [mV]
-100	
-90	
-80	
-70	
-60	
-50	
-40	
-30	
-20	
-10	
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	

prečni premik pri $L_{vz}=200 \mu\text{m}$	
L_{pr} [μm]	izhodna napetost [mV]
-100	
-90	
-80	
-70	
-60	
-50	
-40	
-30	
-20	
-10	
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	