

VAJA 39. - MERJENJE MEJNE VALOVNE DOLŽINE ENORODOVNEGA OPTIČNEGA VLAKNA

39.1. Enorodovno optično vlakno

Telekomunikacijsko optično vlakno se obnaša kot enorodovni valvod znotraj določenega valvnodolžinskega področja, ki je običajno veliko nekaj sto nanometrov. Zgornja meja enorodovnosti, ki nastopi približno na 1700 nm, je določena s slabljenjem na krivinah in absorpcijskimi izgubami v snovi. Spodnja meja enorodovnosti pa je podana z mejno valovno dolžino enorodovnosti (angl. cut-off wavelength), pod katero se v vlaknu širi več rodov. Meja med enorodovnim in mnogorodovnim delovanjem optičnega vlakna je ostra in jo je mogoče opazovati s pomočjo ustreznega optičnega spektralnega analizatorja in širokospektralnega optičnega vira.

Število rodov, ki jih vodi standardno enorodovno optično vlakno je odvisno od valovne dolžine. Krajša kot je valovna dolžina, večje je število rodov v vlaknu. Pri standardnem enorodovnem optičnem vlaknu, ki ima premer jedra optičnega vlakna okrog 9 μm znaša mejna valovna dolžina za enorodovnost približno 1260 nm. Teoretično jo je mogoče izračunati kot

$$\lambda_{\text{cut-off}} = \frac{2\pi \cdot a \cdot n_j}{V_m} \cdot \sqrt{2\Delta} ,$$

kjer je a polmer jedra, n_j lomni količnik jedra, V_m je normirana frekvenca, ki znaša 2,405 in Δ je lomni parameter, ki podaja relativno razliko lomnega količnika jedra in obloge. Za praktične primere pa je potrebno mejno valovno dolžino izmeriti.

Zgornja meja enorodovnosti, ko se osnovni rod več ne razširja, nastopi pri normirani frekvenci 1,8. Z ustreznim optičnim spektralnim analizatorjem, ga je mogoče opazovati pri majhnih krivinskih radijih optičnega vlakna.

39.2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

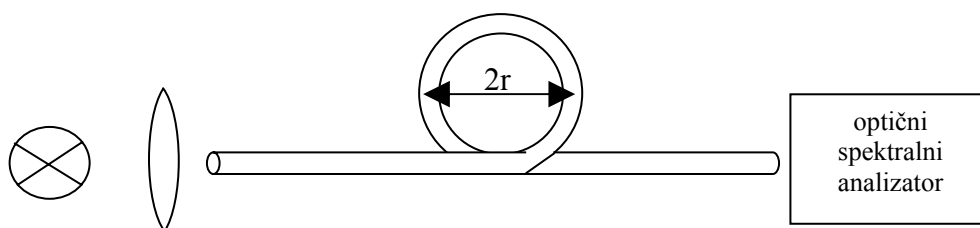
- (1) Širokospektralni vir svetlobe (reflektor),
- (2) Dve zbiralni leči (objektiva mikroskopa) skupaj z vpenjalnikoma za konec vlakna na podstavku z mikrometerskimi vijaki,
- (3) vrvica enorodovnega optičnega vlakna dolžine 2 m,
- (4) optični spektralni analizator (OSA) z uklonsko mrežico in merilnim področjem od 700 nm do 1700 nm.

Razporeditev in vezava merilnih pripomočkov je prikazana na sliki 39.1.

36.3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Pri laboratorijski vaji se opazuje minimalno in maksimalno valovno dolžino, pri kateri je mogoče razširjanje zgolj enega rodu LP01. Za širokospektralni izvor

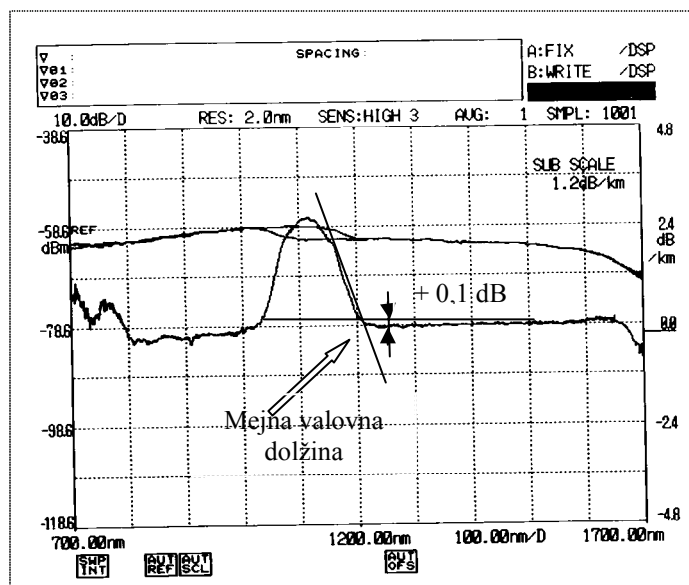
svetlobe se uporabi običajno žarnico. Svetlobo se s pomočjo objektiva sklopi v enorodovno optično vlakno. Frekvenčno karakteristiko pa se opazuje na optičnem spektralnem analizatorju, kt prikazuje slika 39.1.



Slika 39.1. – Postavitev merilnih pripomočkov za merjenje mejne valovne dolžine.

39.4. Prikaz značilnih rezultatov

Pri laboratorijski vaji najprej izmerimo mejno valovno dolžino (angl. Cut-off wavelenght), kot to predpisuje standardni postopek. V ta namen enorodovno vlakno dolžine 2 m najprej navijemo v krog premera 28 cm in posnamemo izmerjeno prenosno krivuljo. Potem isto vlakno navijemo na krožno zanko premera 3 cm in še enkrat posnamemo izmerjeno prenosno krivuljo. Obe posneti krivulji se nato odšteje in dobi merilni rezultat, ki ga prikazuje slika 39.2. Potrebno sosledje ukazov na optičnem spektralnem analizatorju za merje mejne valovne dolžine je prikazano na sliki 39.3.



Slika 39.2. – Določitev mejna valovne dolžine (ang. Cut-off wavelenght) iz slike na optičnem spektralnem analizatorju.

Postopek meritve na optičnem spektralnem analizatorju

- določitev začetne in končne točke opazovanja
[CENTER] <START WL> 900 nm
[CENTER] <STOP WL> 1700 nm

-meritev pri krivinskem premeru 28 cm
[TRACE] <ACTIVE TRACE A B C> izbereš "A" (tako postane sled A aktivna sled)
<DISPLAY A, BLANK A> izbereš "DISPLAY A" (na zaslonu se izriše sled A)
<WRITE A>
[SWEEP] <SINGLE>
[TRACE] <FIX A>

-meritev pri krivinskem premeru 3 cm
[TRACE] <ACTIVE TRACE A B C> izbereš "B" (tako postane sled B aktivna sled)
<DISPLAY B, BLANK B> izbereš "DISPLAY B" (na zaslonu se izriše sled B)
<WRITE B>
[SWEEP] <SINGLE>

-primerjava dveh spektrov
[TRACE] <ACTIVE TRACE A B C> izbereš "C" (tako postane sled C aktivna sled)
<DISPLAY C, BLANK C> izbereš "DISPLAY C" (na zaslonu se izriše sled C)
<CALCULATE C> <A-B(A/B) => C>
(sled B (spekter vlakna) odšteje od sledi A (kalibriranje) in rezultat izriše kot sled C)

Slika 39.3. – Sosledje ukazov za OSA pri merjenju slabljenja optičnega vlakna na enoto dolžine.

V drugem delu laboratorijske vaje se opazuje mejno valovno dolžino v odvisnosti od različnih premerov krivinske zanke. Tipično se opravi meritve na premerih 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm in se jih poda v obliki grafa.

38.5. Vprašanja in naloge vaje

1. Določi spodnjo in zgornjo mejno valovno za enorodovnost optičnega vlakna.
2. Grafično prikaži mejno valovno dolžino v odvisnosti od krivinskega premera optičnega vlakna!