

Optička vlakna

Sažetak

Optička vlakna ključna su tehnologija u suvremenim komunikacijskim mrežama. Njihova sposobnost brzog i pouzdanog prijenosa podataka koristeći svjetlo dovela je do razvoja „visoko-propusnih“ mreža koje povezuju cijeli svijet. U ovom radu obradit ću fizikalne osnove optičkih vlakana, komunikacijski kanal u svjetlovodnim mrežama te ključne osobine prijenosa svjetlosti kroz vlakna.

1. Fizikalne osnove optičkih vlakana

Optička vlakna rade na principu totalne unutarnje refleksije. Svjetlost se unutar vlakna reflektira od unutarnjih zidova jezgre i tako putuje bez značajnih gubitaka. Ovaj proces se temelji na razlici u indeksu loma između jezgre i omotača. Kada svjetlosni signal dosegne granicu između ova dva sloja pod određenim kutom, potpuno se reflektira natrag u jezgru.

Glavne fizičke karakteristike optičkih vlakana uključuju:

1. **Promjer jezgre** – Obično iznosi 8-10 μm za single-mode vlakna i 50-62,5 μm za multi-mode vlakna. Utječe na vrstu svjetlosnog signala koji može prolaziti kroz vlakno.
2. **Indeks loma** – Odnos brzine svjetlosti u vakuumu prema brzini svjetlosti u materijalu jezgre i ovoja. Razlika indeksa loma između jezgre i ovoja omogućuje totalnu unutarnju refleksiju.
3. **Numerička apertura (NA)** – Mjera sposobnosti vlakna da prihvati svjetlost pod određenim kutom, ovisi o indeksu loma jezgre i ovoja.
4. **Gubitak signala (Atenuacija)** – Postupno smanjenje intenziteta svjetlosnog signala tijekom prijenosa kroz vlakno, mjeri se u decibelima po kilometru (dB/km).
5. **Apsorpcija** – Gubitak energije svjetlosnog signala zbog apsorpcije u materijalu vlakna, često uzrokovana nečistoćama u staklu.
6. **Raspršenje (Scattering)** – Širenje svjetlosnog signala u različitim smjerovima zbog nepravilnosti u materijalu, najčešće uzrokovano Rayleighovim raspršenjem.
7. **Disperzija** – Širenje svjetlosnog impulsa tijekom prijenosa, što može dovesti do preklapanja signala i smanjenja brzine prijenosa podataka.
8. **Savijanje (Bending Losses)** – Osjetljivost vlakna na gubitke signala pri savijanju, razlikuju se mikro (sitna savijanja) i makro savijanja (oštri zavoji).

9. **Mehanička čvrstoća** – Otpornost na tlak, savijanje i istezanje, ovisi o zaštitnom sloju i materijalu vlakna.

2. Komunikacijski kanal u svjetlovodnoj mreži

Optička vlakna koriste se kao osnovni prijenosni medij u modernim telekomunikacijama. Komunikacijski kanal u svjetlovodnoj mreži sastoji se od nekoliko ključnih komponenti:

1. **Izvor signala (predajnik)** – Pretvara električni signal u svjetlosni. Najčešće se koriste [LED diode](#) ili [laseri](#) (npr. poluvodički laseri).
2. **Optičko vlakno** – Medij za prijenos svjetlosnog signala. Sastoji se od jezgre, ovoja (cladding) i zaštitnog sloja.
3. **Optički spojevi i konektori** – Omogućuju povezivanje različitih dijelova [optičke mreže](#) bez značajnog gubitka signala.
4. **Pojačala (repetitori)** – Ojačavaju signal na velikim udaljenostima kako bi se kompenzirali gubici zbog [atenuacije](#) i disperzije.
5. **Prijemnik** – Pretvara svjetlosni signal natrag u električni oblik za daljnju obradu i dekodiranje. Obično koristi fotodetektore, poput fotodioda.
6. **Multiplexeri i demultiplexeri** – Omogućuju prijenos više signala različitih valnih duljina kroz jedno vlakno (WDM – Multipleksiranje valnih duljina).
7. **Pasivni optički elementi** – Kao što su razdjelnici (splitteri) i spojnice, koriste se za distribuciju signala u mreži. Glavna prednost ovog [komunikacijskog kanala](#) je visoka brzina prijenosa podataka s minimalnim gubicima.

3. Osobine optičkih vlakana i prijenosa svjetlosti

Vrste optičkih vlakana

Optička vlakna dijele se na:

- **Jednomodna vlakna (Single-mode)** - Imaju usku jezgru (oko 8-10 μm) i koriste se za brze podatkovne veze na većim udaljenostima (npr. između gradova).
- **Višemodna vlakna (Multimode)** - Imaju veću jezgru (50-62,5 μm) i koriste se za kraće udaljenosti (npr. unutar zgrada ili kampusa).

Prednosti	Nedostaci
Visokokvalitetan, brzi internet koji smanjuje vanjske smetnje signala	Svjetlost se može kretati samo u jednom smjeru, pa su za dvosmjerni prijenos potrebna dva kabela
Optički kablovi su lagani i jednostavni za postavljanje, što ih čini pogodnima za skalabilna poslovanja	Lakoća kabela čini ih osjetljivima na oštećenja; pažljivo planiranje je potrebno pri postavljanju
Imaju bolju sigurnost od tradicionalnih opcija jer ne emitiraju signale	Kablovi moraju biti od visokokvalitetnog stakla, inače se lako mogu slomiti
Omogućuju lako skaliranje mreža; dobra su dugoročna investicija	Visoki troškovi instalacije te potreba za profesionalnom ugradnjom i popravkom

Zaključak

Optička vlakna predstavljaju temelj moderne komunikacijske infrastrukture zbog svoje sposobnosti brzog, pouzdanog i sigurnog prijenosa podataka na velike udaljenosti. Njihove fizikalne karakteristike, poput niske atenuacije i visoke propusnosti, čine ih idealnim izborom za globalne mreže visoke brzine. Unatoč izazovima poput visoke cijene instalacije i osjetljivosti na savijanje, prednosti kao što su skalabilnost i otpornost na elektromagnetske smetnje osiguravaju njihov rastući značaj u budućim komunikacijskim tehnologijama.

Literatura:

- <https://www.fiberoptics4sale.com/blogs/archive/77423427-fiber-optic-basics>
- <https://www.explainthatstuff.com/fiberoptics.html>
- <https://www.flukenetworks.com/edocs/fiber-optic-cables-guide>
- https://www.automatika.rs/baza-znanja/obrada-signala/karakteristike-i-upotreba-mreza-sa-optickim-vlaknima.html?utm_source=chatgpt.com
- https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A2311/datastream/PDF/view?utm_source=chatgpt.com
- https://www.pfri.uniri.hr/web/hr/knjiznica/diplomske_radnje/NG-dipl.EITP/146-2013.pdf?utm_source=chatgpt.com
- <https://foa.org/tech/ref/basic/fiber.html>.
- https://www.coursera.org/articles/what-is-fiber-optic?utm_medium=sem&utm_source=gg&utm_campaign=b2c_emea_x_multi_ftcof_career-academy_cx_dr_bau_gg_pmax_gc_s1_en_m_hyb_23-12_x&campaignid=20858198824&adgroupid=&device=c&keyword=&matchtype=&network=x&devicemodel=&creativeid=&assetgroupid=6484888893&targetid=&extensionid=&placement=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA2oW-BhC2ARIsADSIAWo1pgG3tumcPZmObhhBwN6wkr4PHYa8a0_Dnx76y4L0x2TadTecBX8aAhI8EALw_wcB.