

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova 2, 1001 Ljubljana

Seminarska naloga OPTIČNA VLAKNA

Študent : Mirko Stamenković
Predavatelj : doc. dr. Zvonko Jagličić

OPTIČNA VLAKNA

V nekaj prihodnjih letih bomo pričali prehod od bakrenih kablov na optična vlakna. Optična vlakna so izredno tanka steklena vlakna, po katerih lahko pošiljamo laserske impulze na velike razdalje z izredno majhnimi izgubami. Tako lahko prenašamo podatke, govor ali televizijski program. Revolucionarni razvoj in razširitev komunikacijskih ter informacijskih sistemov in prenosa sporočil na velike razdalje je omogočil šele razvoj optičnih vlaken - visoko zmogljivih tehničnih vlaken, v katerih signalov ne prenašajo elektroni, temveč svetloba. Zaradi posebnih optičnih lastnosti omogočajo prenos svetlobnih signalov na velike razdalje. Izdelujejo jih iz različnih materialov, toda najbolj znana in za vodenje signalov na velike razdalje najbolj ustrezen fotonski material so steklena optična vlakna. V zgodnjih letih fotonске tehnologije so manjkali materiali - vodniki svetlobe, ki bi ustrezali njenim tehničnim zahtevam; šele z razvojem steklenih optičnih vlaken, velike čistoče in z na minimum zmanjšano absorpcijo svetlobe, smo dobili primeren vodnik za fotonске vodniške sisteme, ki omogočajo hiter prenos velike količine informacij na velike razdalje.



Steklena vlakna so izredno prozorna, tanka vlakna nepretrgane dolžine iz izredno čistega silicijevega stekla ter posebne t. i. plastne, indeksne konstrukcije z načrtovanim stopničastim lomni koločnikom steklenih delov in minimalno absorpcijo svetlobe. Za uporabo so jih razvili v 70-tih letih, čeprav je princip svetlovoda iz fizike znan že več kot 100 let.



Kabli iz optičnih vlaken rešujejo problem velike gostote podatkov in problem slabljenja signalov zaradi upornosti bakrenih žic. Poleg teh dveh imajo pred klasičnimi žičnimi kabli še celo vrsto prednosti. Imajo zelo majhno energijsko izgubo pri prenosu svetlobe, kar je posledica velike čistoče kremenčevega stekla in zato minimalne absorpcije. Najpomembnejša prednost uporabe svetlobe za prenos informacij pa je povezana z njeno visoko frekvenco. Svetlobni signali lahko zaradi višje nosilne frekvence nosijo večjo količino informacij kot električni signali, ki se raširjajo po žičnih koaksialnih kabljih in paricah. Kot las tanko optično vlakno lahko prenaša enako količino podatkov kot več sto telefonskih kablov. Slabljenje svetlobnega signala je neodvisno od gostote prenesenih podatkov. Pri klasičnih kabljih pomeni višja nosilna frekvenca, ki omogoča večjo gostoto sporočil, tudi večje izgube v mediju in hitrejše pojemanje signala. Steklena vlakna so zelo tanka, kabli z optičnimi vlakni so v primerjavi z bakrenimi lahki in njihova prostornina je manjša. To zadnje pomeni tudi manjši krivinski radij in lažje polaganje. Steklo je izolator in kabli z optičnimi vlakni brez dodanih kovinskih elementov ne prevajajo električnega toka, zato po njih ne morejo teči tokovi zaradi potencialnih razlik. Prav tako v vodnikih ni indukcije zaradi elektromagnetnega sevanja ali zaradi udara strele. Ker v njih ni kovinskih elementov ne korodirajo. Optična vlakna so varna pred prisluškovanjem, kajti nemogoče se je priključiti na optično vlakno, ne da bi povzročili opazno spremembo jakosti signala. Če se vlakno prekine, je mogoče mesto prekinitev ali dodatnega spoja določiti na nekaj cm natančno z merilnimi napravami iz vozlišča, ki je lahko oddaljeno več kilometrov.



ZGRADBA OPTIČNIH VLAKEN

Vsa optična vlakna izkoriščajo za vodenje svetlobe prav pojav popolnega notranjega odboja. Konstruirana so tako, da imajo valjasto obliko. Osrednji del optičnega vlakna je stržen ali jedro, ki je izdelan iz optično gostejšega sredstva (višji lomni količnik). Stržen obdaja optično redkejši plašč z nižjim lomnim količnikom. Stržen in optični plašč sta najpogosteje izdelana iz zelo čistega stekla, možna pa je tudi kombinacija steklenega stržena in plastičnega (polimernega) plašča. Le pri plastičnih optičnih vlaknih so vsi elementi izdelani iz polimernih snovi. Površina optičnih vlaken mora biti zaščitena pred mehanskimi in drugimi vplivi okolja, zato jo prevlečemo s plastjo primarne zaščite, običajno iz polimernega ovoja.

Mednarodni predpisi natančno določajo dimenzije stržena, plašča in zaščite optičnih vlaken, ki se uporabljajo v telekomunikacijah: premer zaščite mora biti 250 μm , zunanji premer vlakna pa 125 μm . Tolerance so zelo stroge, saj premer vlakna nikjer ne sme odstopati več kot $\pm 2 \mu\text{m}$. Glede na debelino stržena in profil lomilnega količnika v jedru razlikujemo več tipov optičnih vlaken. Vlakna s premerom stržena 50 ali 62,5 μm imenujemo mnogorodovna in v vsakem trenutku se po njih lahko razširja večje število žarkov. Zanje je značilna velika razlika med lomni količnikom stržena in plašča, kar omogoča uporabo poceni svetlobnih izvorov in detektorjev. Uporabi v telefonskih omrežjih so namenjena enorodovna vlakna, po katerih se razširja v vsakem trenutku le en žarek. Take okoliščine razširjanja svetlobe dosežemo pri strženu s premerom komaj 9 μm ter majhni razliki lomnim količnikov stržena in plašča. Ta vlakna odlikujeta zelo velika pasovna širna in majhno slabljenje, zato so namenjena prenosu velike gostote podatkov na večje razdalje.

V grobem ločimo dve vrsti optičnih vlaken:

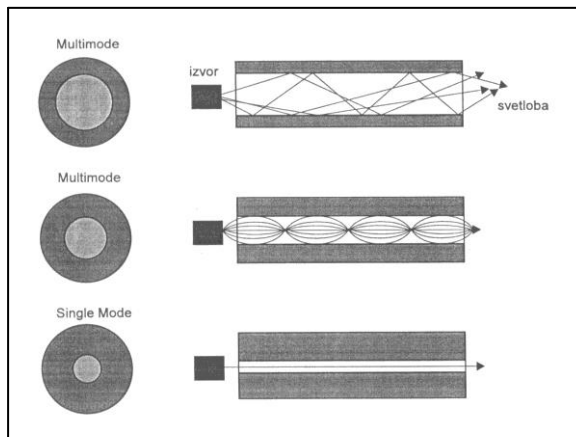
- **MM** (multimode), večerodovno optično vlakno uporabljamo na krajših razdaljah (do 2 km) in sicer danes predvsem pri računalniških povezavah in industrijskih aplikacijah (*slika 1*).

- **SM** (singlemode, monomode), enorodovno optično vlakno ima boljše prenosne karakteristike in je najpomembnejši medij v telekomunikacijah (*slika 1*).



Slika 1

S prostim očesom razlik med MM in SM – optičnimi vlakni ne moremo opaziti. Prva opazna fizična razlika je v premeru jedra. Bolj pomembna razlika je v tem, kako se svetlobni impulzi širijo po vlaknu (*slika 2*).



Slika 2

Optični kabli so nepogrešljivi pri sodobnih telekomunikacijah, ker imajo vrsto prednosti pred bakrenimi kabli.



Optična vlakna bodo gotovo spremenila naš pogled na vse oblike komunikacije. Vse od telefonskih pogovorov, digitalnih medijev (televizija, radio) in seveda internetnih povezav. Te povezave bodo postale zmogljivejše, hitrejša, bolj varne in neodvisne od okolice v kateri se nahajajo.

Literatura:

Rudolf Kladnik : Fizika za srednjošolce, Ljubljana, 1998

http://www.fov.uni-mb.si/Studentske_strani/seminarske/fddi/vlakna.htm

<http://www.commspecial.com/fiberguide-pt2.htm#bandwidth>