

Ispitivanje optičkih vlakana savremenim instrumentima

Nikola Stojanović, Miloš Slankamenac i Miloš Živanov

Sadržaj — U radu su prikazani teorijski principi merenja snage optičkih signala kao i osnovni principi reflektometarske metode u vremenskom domenu. Prikazan je postupak montiranja FC konektora na optički kabel. Izvršeno je merenje snage različitih talasnih dužina laserskog izvora TLS-55C sa opsegom talasnih dužina od 1528.38 nm (191.70 THz) do 1563.86 nm (196.15 THz) pomoću optičkog spektralnog analizatora FTB-5230.

Ključne reči — Optička vlakna, laserski izvor, optički spektralni analizator, merenje snage, OTDR.

I. UVOD

Svetlosni izvori nalaze sve veću primenu u tehnologiji savremenih komunikacija, ali i u drugim oblastima. Glavne karakteristike svetlosnih izvora su talasna dužina i snaga emitovane svetlosti [1]. Upravo po ovim karakteristikama se i vrše podele u primeni svetlosnih izvora.

Kada se na optičko vlakno, određene dužine, priključi svetlosni signal, opaža se da je na drugom kraju vlakna intenzitet signala znatno smanjen [2].

Optički konektori su pasivne komponente optičkih prenosnih sistema. Služe za fizičko priključenje optičkih vlakana na aktivne komponente optičkih prenosnih sistema ili da se preko njih izvrše prespajanja vlakana mehaničkim, lako razdvojivim putem. Najvažniji deo konektora je ferula kroz koju je probušen kanal dimenzije spoljnog prečnika omotača (125 μm) uvećan za par μm . Ovim se obezbeđuje direktan izlazak optičkog vlakna iz kabla. Postoji više tipova konektora a u ovom slučaju korišćeni su FC konektori.

Optički izvori pretvaraju električni signal u svetlosni, i moraju ispuniti određene uslove među kojima su tri najbitnija:

- brzina rada optičkog izvora mora zadovoljiti potrebnu širinu propusnog opsega sistema,
- optička snaga koju emituje optički izvor mora biti dovoljna da pobudi detektor uprkos gubicima u optičkom vlaknu, odnosu signal – šum i grešci u detekciji signala, i
 - talasna dužina emitovane svetlosti treba da odgovara oblasti najmanjih gubitaka u optičkom vlaknu.

Ostali uslovi su: male dimenzije i potrošnja, mogućnost modulacije, stabilnost emitovane svetlosti u vremenu i temperaturna stabilnost, pouzdanost i laka primena.

II. OPREMA ZA MERENJA

Za ova merenja korišćeni su promenljivi laserski izvor TLS-55C i optički spektralni analizator FTB-5230.

A. Optički spektralni analizator FTB-5230

Optička spektralna analiza predstavlja merenje optičkih signala u funkciji frekvencije i vremena [3]. Optički spektralni analizator FTB-5230 se može koristiti za: testiranje laserskih izvora (spektralna karakteristika i raspodela snage), testiranje karakteristika prenosa optičkih uređaja, praćenje parametara CWDM signala i merenje talasnih dužina i snage laserskih izvora.



Sl. 1. FTB 400 sa modulom FTB 5230

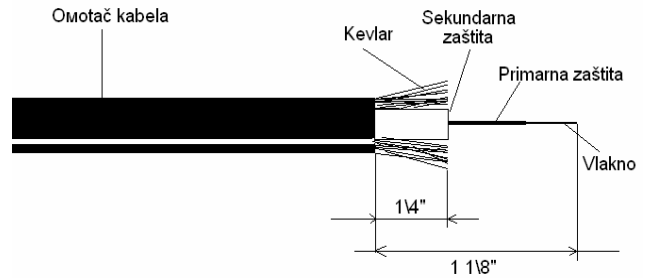
B. TLS-55C promenljivi laserski izvor

Tabela 1. Osnovne karakteristike TLS-55C [4]

Opseg talasnih dužina	1528.38 nm do 1563.86 nm
Minimalni razmak između kanala	0.4 nm (50 GHz)
Tačnost	± 2.5 GHz
Tip vlakna	9/125 μm
Opseg izlazne snage	+9 dBm to +6 dBm
Varijacije snage	± 0.5 dB maksimum
Tip rada	Kontinualni



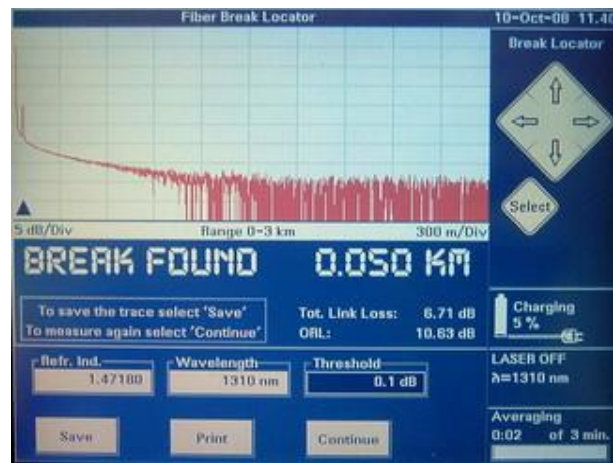
Sl. 2. Promenljivi laserski izvor TLS 55C



Sl. 4. Izgled optičkog kabela

B. Ispitivanje dužine kabla

Za ispitivanje dužine kabla korišćen je OTDR-ov mod za pronalaženje prekida kabla. Prekid je nađen na tačno 50m, što je i fabrička dužina kabla.



Sl. 5. E6000 Agilent Mini-OTDR

C. E6000 Agilent Mini-OTDR

E6000 Agilent Mini-OTDR je napravljen da korisniku obezbedi brz alat za instalaciju i proveru optičkih instalacija i lociranje grešaka i prekida u instalaciji.



Sl. 3. E6000 Agilent Mini-OTDR

E6000 ima sledeće funkcije:

- Pronalaženje prekida optičkog valkna.
- Lociranje spojeva i gubitaka na konektorima.
- Ugrađeni svetlosni izvor i merač snage.
- Grafički i tabelarni prikaz merenja gubitaka i refleksije.

III. OPTIČKI KABEL

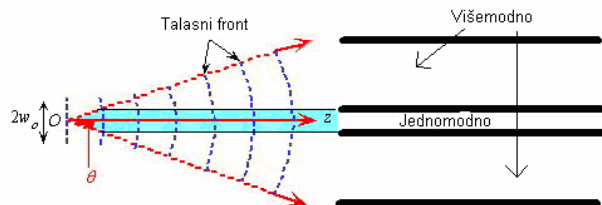
A. Montaža konektora

Priprema kabla za montažu se vrši u četiri koraka: skidanje omotača kabla, sečenje kevlar zaštite na propisanu dužinu, skidanje sekundarne zaštite i na kraju otklanjanje primarne zaštite da bi došli do samog optičkog vlakna.

C. Optičko vlakno

Važno je znati da su optički kablovi napravljeni od stakla i da je spoljni prečnik obično svega 125 μm a unutrašnji prečnik samog optičkog vlakna je svega 9 μm (jednomodni) pa se iz tog razloga određene mere zaštite moraju preduzeti (debljina ljudske kose je od 50 μm do 75 μm a čestice prašine je obično dimenzija od 1 μm do 100 μm).

Osnovno ograničenje u korišćenju jednomodnih i višemodnih optičkih vlakana jeste u izvoru na koji se priključuju. Naime, važi pravilo da se svetlost LED izvora prenosi putem višemodnih vlakana, dok se svetlost laserskih izvora prenosi putem jednomodnih vlakana.



Sl. 6. Svetlost sa LED izvora koja se predaje jednomodnom i višemodnom vlaknu [5]

Iako je prečnik jednomodnog vlakna otprilike šest puta manji od prečnika višemodnog vlakna, to ne znači i da će snaga svetlosti koja dospe u vlakno biti šest puta manja. Naprotiv, daleko veći deo snage će se očuvati, jer se najveća snaga svetlosti nalazi upravo oko ose prostiranja, tj. z – ose.

IV. MERENJA

Povezivanje laserskog izvora *TLS 55C* i optičkog spektralnog analizatora *FTB 5230* sa optičkim jednomodnim kablom sa FC konektorima na oba kraja kabela je prikazano na Sl. 6.



Sl. 7. Povezivanje *TLS 55C* i *FTB 5230*

A. Merenje snage

Izabrano je sedam različitih talasnih dužina laserskog izvora i merena je snaga na kraju optičkog kabela. Na svim talasnim dužinama snaga izvora je podešena na +9 dBm.

Tabela 2. Snage na različitim talasnim dužinama

Talasna dužina (nm)	Snaga (dBm)
1530,33	-6,52
1535,04	-6,51
1540,16	-6,61
1545,32	-6,69
1550,12	-6,5
1556,15	-6,31
1560,2	-6,32

Iz ovih rezultata vidi se da je slabljenje veliko i ne zavisi od talasne dužine laserskog izvora. Razlog za

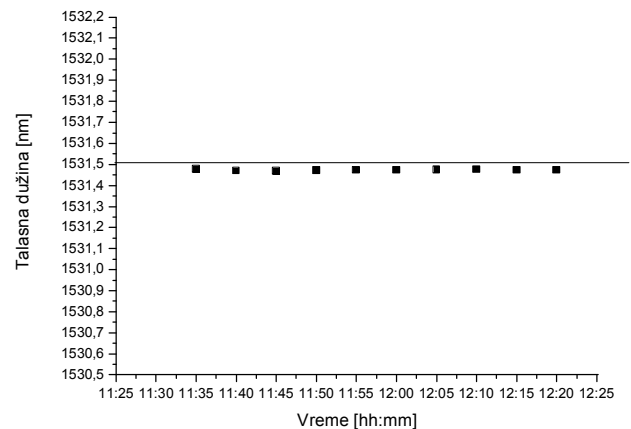
ovoliko slabljenje je nesavršenost postupka montiranja konektora, odnosno poliranje vrha optičkog vlakna.

B. Merenje talasne dužine

Merenja su organizovana u deset ciklusa sa tri različite talasne dužine laserskog izvora. U tabelama su prikazani rezultati merenja u razmacima od po pet minuta. Izabrane talasne dužine laserskog izvora su 1531.51 nm, 1551.72 nm i 1560.20 nm. U narednim tabelama i slikama su prikazani brojno i grafički rezultati merenja za različite talasne dužine u funkciji vremena.

Tabela 3. Rezultati merenja na 1531,51 nm

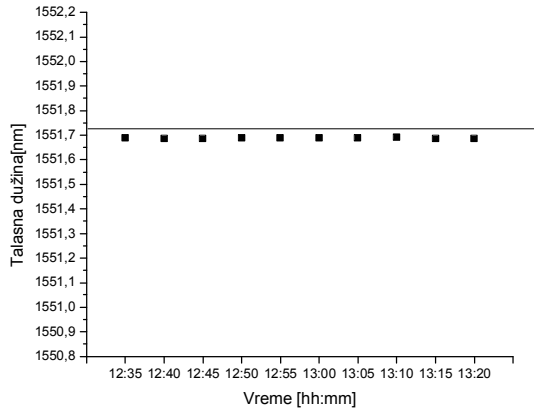
Vreme [hh:mm]	Talasna dužina (nm)
11:35	1531,478
11:40	1531,47
11:45	1531,469
11:50	1531,471
11:55	1531,473
12:00	1531,473
12:05	1531,475
12:10	1531,476
12:15	1531,473
12:20	1531,473



Sl. 8. Talasna dužina u funkciji od vremena za 1531,51 nm

Tabela 4. Rezultati merenja na 1551,72 nm

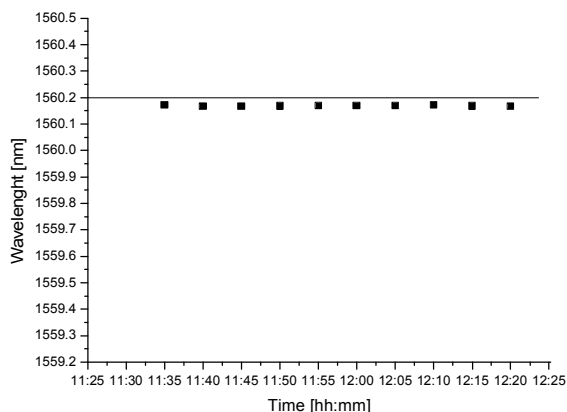
Vreme [hh:mm]	Talasna dužina (nm)
12:35	1551,689
12:40	1551,687
12:45	1551,685
12:50	1551,688
12:55	1551,689
13:00	1551,688
13:05	1551,689
13:10	1551,691
13:15	1551,687
13:20	1551,687



Sl. 9. Talasna dužina u funkciji od vremena za 1551,72 nm

Tabela 5. Rezultati merenja na 1560,20 nm

Vreme [hh:mm]	Talasna dužina (nm)
11:35	1560,171
11:40	1560,167
11:45	1560,166
11:50	1560,168
11:55	1560,170
11:00	1560,169
11:05	1560,170
11:10	1560,171
11:15	1560,168
11:20	1560,167



Sl. 10. Talasna dužina u funkciji od vremena za 1560,20 nm

Iz priloženih rezultata merenja se vidi da postoje male razlike u podešenim talasnim dužinama na laserskom izvoru i izmerenih vrednosti. Na sve tri talasne dužine dobijaju se manje vrednosti od poslatah sa približno istim odstupanjem. Ove razlike su u opsegu tolerancije greške instrumenata.

V. ZAKLJUČAK

Merenja u optičkim sistemima su osetljiva i potrebno je praktično i teorijsko znanje da bi se postigli dobri rezultati. Laserski izvor je pokazao stabilan rad i temperaturnu nezavisnost. FTB 5230 daje pouzdana i tačna merenja.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansijski podržan od strane Ministarstva za nauku Republike Srbije u okviru projekta "Development of systems and instruments for investigation water, oil and gas", pod brojem 11006.

LITERATURA

- [1] Miloš B. Živanov, Miloš P. Slankamenac, "Optoelektronika, praktikum za laboratorijske vežbe", Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Edicija: Univerzitetski udžbenik, Novi Sad, 2006.
- [2] Optoelektronika, Miloš B. Živanov, Novi Sad, 2001.
- [3] FTB-5230 manual, www.exfo.com.
- [4] TLS-55C/55L Smart Optical Tunable Laser Source manual, www.jdsu.com.
- [5] Aleksandar Milinski, Miloš Živanov, Miloš Slankamenac: "The Importance of Photodetectors and Ambient Temperature in Optical Signal Power Measurement", 8th International Symposium "Young people and Multidisciplinary Research", Timisoara, Romania, ISBN: 10 973-8359-39-2, pp. 189-196, May 11 - 12, 2006.

ABSTRACT

In this paper, the principals of power measurement of optical signals and basic principals of reflectometry methods in time are shown. FC connectors mounting is shown. Optical spectrum analyzer FTB-5230 was used for power measurement from laser source TLS-55C- tunable laser source with wavelength range 1528.38 nm (191.70 THz) to 1563.86 nm (196.15 THz).

EXAMINATION OF FIBERS WITH MODERN INSTRUMENTS

Nikola Stojanović, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov