Stanovení délky a útlumu optického vlákna metodou optické reflektometrie

I. Turčan
Gymnázium, Vyškov
IgorTurcan@seznam.cz

M. Jelínek
Gymnázium Třebíč
Martin.Jelenek@seznam.cz

Abstrakt:

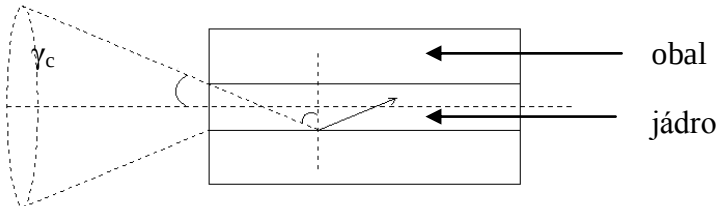
V této práci jsme se věnovali určení délky, útlumu a dalších charakteristik optických vláken pomocí metody optické reflektometrie, která nachází uplatnění například v telekomunikacích. Metoda se využívá pro zjištění místa poškození nebo přerušení optického vlákna. Experiment jsme prováděli na dvou typech optických vláken. Bylo zjištěno, že každý typ optického vlákna se vyznačuje různými parametry a tudíž vyžaduje specifické nastavení přístroje.

1 Úvod

Obsahem naší práce bylo změřit délku, útlum a další parametry dvou neznámých vláken rozdílného typu. Měřili jsme pomocí přístroje Mini-OTDR E6000C značky Agilent. Cílem práce bylo se seznámit s metodou časově rozlišené reflektometrie (OTDR), jejím využitím v praxi, měřením charakteristik optických vláken a diskuzí o vlivu nastavení přístroje na naměřené výsledky.

2 Teorie

Optické vlákno (OV) je válcový dielektrický vlnovod, zhotovený nejčastěji z křemenného skla nebo plastu. Skládá se z jádra, jímž se šíří světlo pomocí totálních odrazů, a obalu. Světlo se do jádra optického vlákna naváže jen tehdy, pokud vstupuje pod definovaným, pro každé vlákno charakteristickým úhlem, který lze odvodit z numerické apertury NA, [1]



Obrázek 1 – Vstupní kužel pro navázání světla do vlákna [2]

$$NA = n_0 \sin \gamma_c = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} \quad (1)$$

kde n_0 je index lomu prostředí, ze kterého světlo vniká do OV, γ_c je úhel charakterizující vstupní kužel pro navázání světelného paprsku do jádra OV.

Světlo v OV ovlivňují i další parametry. Jedná se například o optický útlum, způsobený nehomogenitami materiálu, absorpcí, rozptylem nebo reflexí,

$$A_\lambda = 10 \log \frac{P_0}{P} \quad (2)$$

kde A_λ je ztráta světla na dané vlnové délce, P_0 je vstupní a P výstupní intenzita světla po průchodu daného optického vlákna.

Dalším jevem, který lze studovat u OV je počet vidů. Vidy jsou zjednodušeně řečeno paprsky vedené vláknem. Rozlišujeme jednovidová a mnohavidová OV.

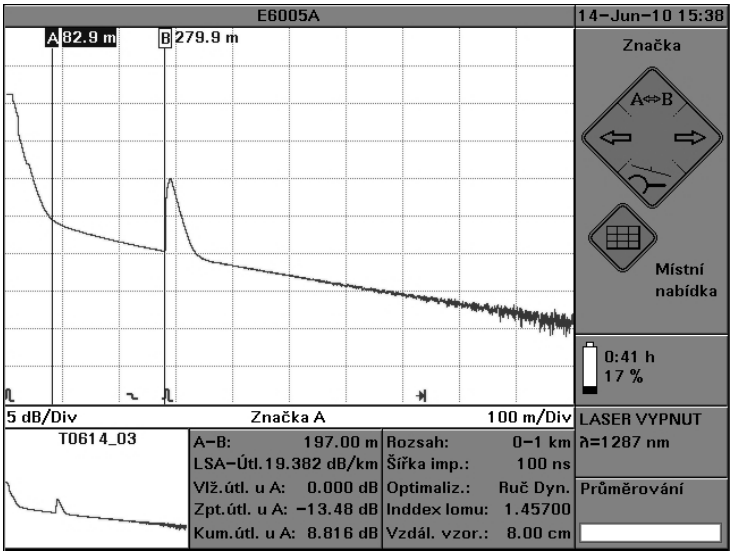
Metoda OTDR je metodou zpětného rozptylu. Umožňuje měřit časové zpoždění mezi krátkým světelným impulsem vnikajícím do vlákna a zpětně rozptýleným světelným signálem. Výhodou této metody je, že pro její využití nám postačí pouze jeden konec OV.

3 Průběh měření

Po vložení vlákna do „rychlokonektoru“ jsme konektor zapojili do zdroje světla v OTDR jednotce. Přístroj, se kterým jsme pracovali, nám umožňoval veškeré hodnoty a grafy přímo odečítat z displeje.

Používané optické vlákno č. 1 bylo typu PCS (polymer clad silica) s průměrem jádra 200 µm a obalu 280 µm, index lomu jádra byl 1,457 a obalu 1,443. Naproti tomu vlákno č. 2 bylo křemičitého typu s průměrem jádra 50 µm a obalu 125 µm.

Celý průběh měření vyžadoval maximální čistotu konců vláken, protože jakékoliv nečistoty by znehodnotily výsledky.



Obrázek 2 – Obrazovka Mini-OTDR E6000C s vypočítanými veličinami

Na obrázku je vidět graf, ze kterého jsme získávali veškeré potřebné údaje. Na začátku jsou patrné ztráty na vstupu (konektor) a zhruba po 280 m dochází k odrazu paprsku od konce vlákna zpět na detektor. Tato dvě lokální maxima se nazývají Fresnelovy reflexe a značí začátek a konec vlákna.

4 Výsledky

Zjišťovali jsme délky obou vláken pomocí různých šířek impulsů – 10, 30 a 100 ns. Při vlnové délce λ=850 nm jsme došli k těmto výsledkům. Vlákno č. 1 mělo délku 751 m s odchylkou 0,3 % a měrný útlum 13,5 dB/km s odchylkou 2,3 %. Vlákno č. 2 mělo délku 232 m s odchylkou 0,8 % a měrný útlum 18,6 dB/km s odchylkou 8,1 %.

U vlákna č. 1 jsme zjišťovali další charakteristiky: NA vlákna je 0,2 z čehož vyplývá, že $\gamma_c = 11°37'$. Při vlnové délce λ=850 nm se jádrem vlákna šíří přibližně 8858 vidů. V případě odstranění polymerního obalu vlákna by se při téže vlnové délce zvýšil počet vidů na přibližně 221 453 vidů. Pokud bychom chtěli docílit, aby dané vlákno při neměnných vlastnostech (NA, λ) bylo jednovidové, muselo by mít průměr 2,125 µm.

5 Závěr

Z měření vyplývá, že v našem případě je OTDR metoda přesnější na delším vlákně, což však může být způsobeno větším průměrem vlákna a z toho vyplývajícím efektivnějším navazováním světla. Šířky impulsů neměly na výsledky měření délky a útlumu žádný vliv.

Poděkování

Na tomto místě bychom rádi poděkovali Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze za organizaci prvního Týdne vědy. Dále bychom chtěli poděkovat našemu supervizorovi Ing. Janu Aubrechtovi za veškerou výpomoc a spolupráci.

Reference:

[1] SALEH, B. E. A. – TEICH, M. C.: *Základy fotoniky*, Matfyzpress, Praha, 1994

[2] www.rhyshaden.com/images/cabst_7.gif