**Optický reflektometr**

**Milan Poláček**

# Úkoly měření

1. Seznamte se s funkcí a obsluhou optického reflektometru EXFO FTB-720 v základní jednotce (*mainframe*) FTB-1. Reflektometr umožňuje měření jednovidových (SM) vláken na vlnových délkách 1310 a 1550 nm a vícevidových (MM) vláken na vlnových délkách 850 a 1300 nm. Jednovidový vstup je opatřen konektorem FC/APC (šikmo broušeným) se zeleným označením a nelze ho spojovat s FC/PC (rovně broušeným) s modrým označením! Připojené vlákno délky 1 m neodpojujte, chrání konektor samotného přístroje.
2. Připojte homogenní úsek SM vlákna délky 50 km typu SMF-28, změřte jeho útlum na obou vlnových délkách a porovnejte s údaji od výrobce. Úsek má konektory FC/APC.
3. Připojte distribuovaný atenuátor s konektory FC/APC (je součástí sítě PON v kufříku) a sledujte vliv nastavení útlumu na průběh. Měření proveďte v režimu ADVANCED a v reálném čase (REAL) na vlnové délce 1550 nm. Sledujte vliv délky pulzu na měřený signál.
4. K přístroji připojte přes konverzní vlákno FC/APC-FC/PC trasu složenou ze čtyř různých úseků barevně odlišených SM vláken. Změřte délky a útlumy jednotlivých úseků a útlumy gelových spojek. Vysvětlete, proč je na konci trasy pulz se silným překmitem, zatímco v měření ad 2) koncový pulz nebyl. Trasa je zakončena konektory FC/PC.
5. Připojte OTDR k testovací síti PON (*passive optical network*). Signál jde přes předřadný úsek délky 1000 m ke vstupu děliče 1 na 8 (jde tedy o směr *downstream*, tj. k uživateli). Sledujte a zaznamenejte schodovitě klesající průběh, který vzniká postupným odezníváním pulzů z různě dlouhých vláken za děličem. Vysvětlete podstatu zobrazeného průběhu. Síť používá konektory FC/APC.
6. Proměřte PON v opačném směru (*upstream*), a to připojením k jednomu z výstupů. Vysvětlete příčinu odlišného průběhu.

## Teoretický základ

Optický reflektometr je obdobou radaru. Přijímaný signál však nevzniká jen odrazem na rozhraní, nýbrž i Rayleighovým rozptylem v optickém prostředí. Typický průběh získaný měřením na optickém relektometru uvádí následující obrázek.

|  |
| --- |
|  |
| Obr. 1. Typický záznam zpětného odrazu trasy s vlákny a spoji (konektory, svary). |

Z průběhu jsou patrné následující oblasti:

* mrtvá zóna vzniklá odrazem pulzu od počátku vlákna,
* lineárně klesající úsek odpovídající homogennímu úseku vlákna, sklon je úměrný útlumu,
* zákmit směrem do kladných hodnot, za ním je signál slabší (např. odraz na konektoru),
* skokový pokles signálu (např. svar),
* koncový zákmit a hluboký pokles až na úroveň šumu způsobený odrazem na konci vlákna.

# Popis simulátoru PON

Simulátor imituje distribuční síť signálu ze společného centra k jednotlivým účastníkům (zde osmi). Sestává z proměnného distribuovaného (tj. po délce rozprostřeného) atenuátoru (simuluje vlákna rozdílných měrných útlumů), z homogenního úseku vlákna délky 1000 metrů a z děliče 1 na 8, jehož čtyři výstupy jsou zakončeny vlákny délek 50, 100, 150 a 200 metrů, zbývající výstupy jsou vyvedeny přímo. Vyjma přímých výstupů používá simulátor konektory FC/APC.

# Použité přístroje a komponenty

Základní jednotka EXFO FTB-1 se zásuvným modulem FTB-720, simulátor PON, SM vlákno délky 50 km, trasa ze 4 SM vláken délky 1 km, propojovací vlákna FC-FC, spojky FC-FC.

# Řešení

Podle zadání jsem naměřil na dvou vlnových délkách útlum na 50km vlákně. Jak je vidět z grafu 1 měření prokázalo, že spojení bylo o něco delší (zhruba o 0,5 km). Na vlnové délce 1310nm byl útlum 0,333dB/km, na vlnové délce 1550nm byl útlum 0,189dB/km, jak se dalo předpokládat s nižším útlumem. Toto měření jsem prováděl s nastavení m pro 80km délky, s 500ns pulzem a měření nechal provádět 15s.

|  |
| --- |
| C:\Users\Milhouse\Documents\Scholla\___FEL\21rocnik\MVK\OTDR_Milan_Polacek\13101550_files\1310.png |
| 1. Graf měření útlumu na 50 km vlákně na vlnové délce 1310nm |

|  |
| --- |
| C:\Users\Milhouse\Documents\Scholla\___FEL\21rocnik\MVK\OTDR_Milan_Polacek\13101550_files\1550.png |
| 1. Graf měření útlumu na 50 km vlákně na vlnové délce 1550nm |

Dále jsem měřil útlum na SQS optickém simulátoru s 1km vláknem na vlnové délce 1550 nm s nastavením pro 1,3km, pulzem 50ns. Zde jsem naměřil minimální ztrátu 0,3 dB a maximální 4,17dB.

Dalším měřením bylo na vlákně spojené gelovými spojkami. Kde jsou vidět velké poklesy na vlnové 1550nm viz graf 4. Tyto poklesy jsou zhruba od 0,6dB na 1,2dB. Na vlnové délce 1310nm tyto útlumy nebyli, tak markantní.

|  |
| --- |
| C:\Users\Milhouse\Documents\Scholla\___FEL\21rocnik\MVK\OTDR_Milan_Polacek\pokles_na_gel_spojkach_files\1310.png |
| 1. Graf měření útlumu gelových spojek na vlnové délce 1310nm |

|  |
| --- |
| C:\Users\Milhouse\Documents\Scholla\___FEL\21rocnik\MVK\OTDR_Milan_Polacek\pokles_na_gel_spojkach_files\1550.png |
| 1. Graf měření útlumu gelových spojek na vlnové délce 1550nm |

Poslední dvě měření (downstream, upstream) jsem prováděl s nastavením pro 2,5km vlákno, s 50ns pulzy a jen na vlnové délce 1550nm. Jak měření ukázalo (viz graf 6) výstupy byli opravdu izolovány. V grafu 5 jsou vidět jednotlivá oddělení podle délky vláken.

|  |
| --- |
| C:\Users\Milhouse\Documents\Scholla\___FEL\21rocnik\MVK\OTDR_Milan_Polacek\delic_vykonu_Downstream_files\1550.png |
| 1. Graf pro měření downstreamu na vlnové délce 1550nm |

|  |
| --- |
| C:\Users\Milhouse\Documents\Scholla\___FEL\21rocnik\MVK\OTDR_Milan_Polacek\delic_vykonu_upstream_files\1550.png |
| 1. Graf pro měření upstreamu pro vlnovou délku 1550nm |

# Závěr

Naměřené hodnoty útlumu na 50km vlákně splňovali výrobcem dané limity. Kdy vlastnosti na vlnové délce 1550nm byli nižší než garantované maximální útlumy na metr. Na vlnové 1310nm se blížili tabulkovým hodnotám.

Na těchto úlohách jsem si ozkoušel teoretické znalosti a to závislosti útlumů na gelových spojkách, délce vlákna a izolovanost výstupů děliče.