**Měření chromatické disperze**

**Milan Poláček**

# Úkoly měření

• Seznámit se s metodou určení chromatické disperze jednovidového vlákna pomocí měření změny doby šíření obdélníkových pulzů.

• S využitím 3 párů laserů určit koeficient chromatické disperze vlákna SMF-28 v telekomunikačních oknech II. (uprostřed) a III. (na obou krajích).

# Teoretický úvod

Ke stanovení chromatické disperze využijeme faktu, že koeficient chromatické disperze *Dch* vyjadřuje, jak se změní skupinové zpoždění signálu τ*g* (na jednotku délky vlákna) při změně vlnové délky měřicího signálu λ, tj.

. (1)

V našem případě použijeme obdélníkový signál. Bude nás zajímat, jak se změní časový posuv mezi signálem do vlákna vstupujícím a z vlákna vystupujícím (tedy doba šíření) po přepnutí na jinou, avšak blízkou vlnovou délku (druhý laser v páru). Pokud v (1) nahradíme derivaci diferencí, lze koeficient chromatické disperze vyčíslit podle [1] jako

 ,(2)

kde Δτ*g* je změna časového posuvu mezi signály, *L* délka vlákna a Δλ změna vlnové délky.

Pro standardní vlákno SMF-28 platí dle výrobce [2] pro rozsah 1200 ÷1600 nm aproximace

, (3)

kde λ*0* je vlnová délka nulové disperze (1302 nm ≤ λ*0* ≤ 1322 nm) a *S0* sklon charakteristiky

(*S0* ≤ 0,092 ps/ (nm2⋅km)).

# Uspořádání měření

Jako zdroj měřicího signálu slouží generátor s moduly SFP (Small Form Pluggable) v rastru CWDM. Moduly mají signál modulovaný frekvencí v rozsahu 48 ÷ 767,25 MHz. Pro měření jsou využívány vždy dvojice (páry) blízkých vlnových délek takto:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pár č. | **1** | | **2** | | | **3** | |
| Střední vlnová délka [nm] | **1330** | | **1480** | | | **1560** | |
| Nominální λ modulu [nm] | 1310 | 1350 | 1470 | 1490 | 1550 | | 1570 |
| Barevné označení modulu | modrá | žlutá | šedá | fialová | žlutá | | oranžová |



Obr. 1: Uspořádání přístrojů pro měření chromatické disperze

Výstupy modulů jsou sloučeny v multiplexeru a část signálu odbočena do jednoho z modulů v roli optoelektronického převodníku navázaného k osciloskopu (referenční signál, vůči němuž určujeme posuv zpožděného signálu). Signál dále prochází měřeným vláknem a pak do druhého (optického) vstupu osciloskopu, viz obr. 1.

# Pokyny pro měření

1. Pomocí optického spektrálního analyzátoru zjistíme skutečné vlnové délky modulů SFP.
2. S využitím vzorkovacího osciloskopu změříme změny doby šíření signálu při přepínání blízkých vlnových délek. Vyšší frekvence signálu umožňuje přesnější měření, ovšem snadno přeskočíme o celou periodu. Sledujeme rovněž smysl (znaménko) změny.
3. Ze změřených dat vypočítáme hodnoty koeficientu chromatické disperze. Údaje porovnáme s typickými (přesněji řečeno mezními) hodnotami od výrobce.

# Použité přístroje

Základní jednotka generátoru se šesti moduly SFP v rastru CWDM, multiplexer CWDM, optický spektrální analyzátor Sandhouse SIR1700 a řídící PC, širokopásmové děliče výkonu 10:90 a 50:50, měřené vlákno typu SMF-28 délky 5 km, vzorkovací osciloskop Agilent 86100C s modulem 86105C, optický atenuátor, propojovací kabely s konektory LC, E2000 a FC.

# Řešení

Podle pokynů k měření jsem přepínal na generátoru výstupy o různých vlnových délkách a naměřené skutečné hodnoty modulů jsem zanesl do tabulky 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | real |  | Dch |
| [nm] | [nm] | [ns] | [ps] |
| 1310 | 1313 | 2,62 | 1,600 |
| 1350 | 1353 | 2,3 |  |
| 1470 | 1472 | 2,32 | 12,300 |
| 1490 | 1492 | 3,55 |  |
| 1550 | 1552 | 2,46 | 17,000 |
| 1570 | 1572 | 0,76 |  |

Tabulka 1 Změřené hodnoty

Graf 1 Závislost chromatické disperze na vlnové délce ze změřených dat

|  |  |
| --- | --- |
| tabulková) | Dch |
| [nm] | [ps] |
| 1330 | 1,71 |
| 1480 | 13,08 |
| 1560 | 17,98 |

Tabulka 2 Vypočtené hodnoty

Graf 2 Závislost chromatické disperze na vlnové délce z vypočtených dat

# Závěr

Z grafů ze změřených a vypočtených (teoretických) je vidět, že hodnoty jsou téměř totožné. Lze tedy potvrdit, že změřené hodnoty odpovídají tabulkovým hodnotám udávané výrobcem.