

## Úloha 6. týdne- měření chromatické disperze

### Úkoly měření

- Seznámit se s metodou určení chromatické disperze jednovlnového 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  $D_{ch}$  vyjadřuje, jak se změní skupinové zpoždění signálu  $\tau_g$  (na jednotku délky vlákna) při změně vlnové délky měřicího signálu  $\lambda$ , tj.

$$D_{ch} = \frac{d\tau_g}{d\lambda} \text{ [ps/(km.nm)]} . \quad (1)$$

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

$$D_{ch} = \frac{\Delta\tau_g}{L \cdot \Delta\lambda} , \quad (2)$$

kde  $\Delta\tau_g$  je změna časového posuvu mezi signály,  $L$  délka vlákna a  $\Delta\lambda$  změna vlnové délky.

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

$$D_{ch}(\lambda) \approx \frac{S_0}{4} \left[ \lambda - \frac{\lambda_0^4}{\lambda^3} \right] \text{ [ps/(km.nm)]} , \quad (3)$$

kde  $\lambda_0$  je vlnová délka nulové disperze (  $1302 \text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 1322 \text{ nm}$  ) a  $S_0$  sklon charakteristiky ( $S_0 \leq 0,092 \text{ ps/(nm}^2 \cdot \text{km)}$  ).

### 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:

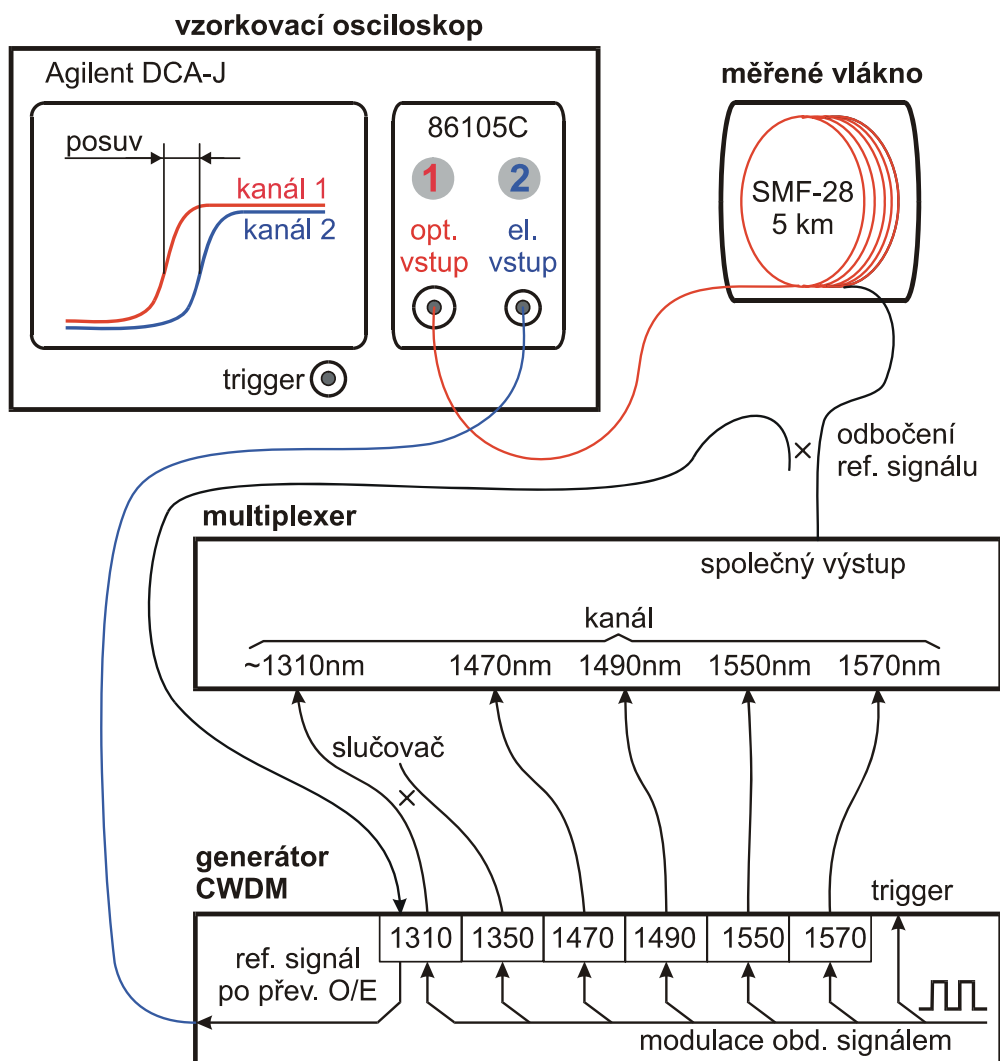
Pár č.	1		2		3	
Střední vlnová délka [nm]	1330		1480		1560	
Nominální $\lambda$ modulu [nm]	1310	1350	1470	1490	1550	1570
Barevné označení modulu	modrá	žlutá	šedá	fialová	žlutá	oranžová

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.



Obr. 1: Uspořádání přístrojů pro měření chromatické disperze

## Použité přístroje

Základní jednotka generátoru se šesti moduly SFP v rastru CWDM, multiplexer CWDM, optický spektrální analyzátor Sandhouse SIR1700 a řídicí 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 attenuátor, propojovací kabely s konektory LC, E2000 a FC.

## Literatura

- [1] Dubský, P., Kucharski, M.: Měření přenosových parametrů optických vláken, kabelů a tras. Mikrokom, Praha, 1994.
- [2] - : Corning SMF-28 Optical Fiber (Product Information). Online na [www.corning.com](http://www.corning.com).