

Laboratorní práce 2 - vlastnosti optických vláken

Tým: skupina č.4 - středa 14:30 – 16:00 (Lukáš Cafourek, Daniela Lukešová, Hlib Bunin)

Úkol: Postupně prověřit vliv různých nedokonalostí v zapojení optických vláken na jejich vlastnosti. Na ověření vlastností WDM přenosu nám už nezbyval čas.

Pomůcky: Vysílač Tx, přijímač Rx, plastová optická vlákna (1 - 50 m), polohovací zařízení, osciloskop, válce (poloměry 1,5 - 2,5 cm)

Použité vzorce:

Pro výpočet útlumů [dB] jsme použili dva vzorce:

1. $a(\lambda) [dB] = 10 * \log \frac{P_1}{P_2}$, kde P_1 = optický výkon do vlákna vstupující [μW], v našem případě vztažná hodnota vychýlení v $x = 0$ (žádné vychýlení). P_2 = optický výkon z vlákna vystupující [μW].
2. $a(\lambda) [dB] = L_1 - L_2$, kde L_1 je stejný parametr jako P_1 , akorát v jednotkách dBm (decibel nad miliwattem). L_2 je stejný parametr jako P_2 , opět v jednotkách dBm.

Pro výpočet měrného útlumu [dB/km] jsme použili vzorec $\alpha(\lambda) [dB/km] = \frac{a(\lambda)}{l}$, kde $a(\lambda)$ je útlum [dB] a l je délka optického vlákna v jednotkách km.

Postup měření:

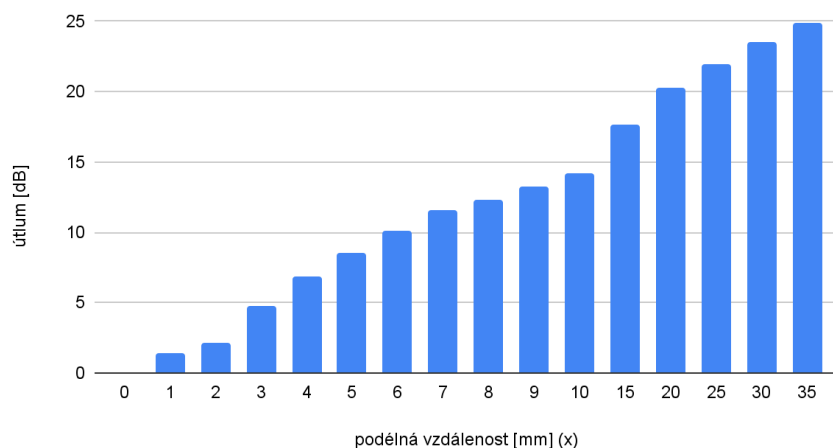
1. Závislost útlumu na podélném vychýlení optických konektorů

2 optická vlákna jsme spojili přes polohovací zařízení, pomocí kterého jsme vlákna podélně oddalovali. Pomocí přijímacího bloku jsme poté měřili sílu signálu.

Pro převod z dBm na μW lze použít vztah: $P[\mu W] = 1000 \times 10^{P[dBm] \times 0,1}$. Bohužel naměřené výsledky jsou přibližně 4krát menší než vypočítané výsledky.

vzdálenost vláken [mm] (x)	síla signálu [dBm]	síla signálu [μW]	útlum [dB]
0	-8,61	35	0
1	-10,06	25,6	1,36
2	-10,81	21,5	2,12
3	-13,44	11,7	4,76
4	-15,58	7,2	6,87
5	-17,18	4,9	8,54
6	-18,74	3,4	10,13
7	-20,32	2,41	11,62
8	-21,01	2,06	12,3
9	-21,95	1,66	13,24
10	-22,87	1,34	14,17
15	-26,31	0,6	17,66
20	-28,85	0,33	20,26
25	-30,65	0,224	21,94
30	-32,25	0,154	23,57
35	-33,6	0,113	24,91

Závislost útlumu na podélné vzdálenosti konektorů

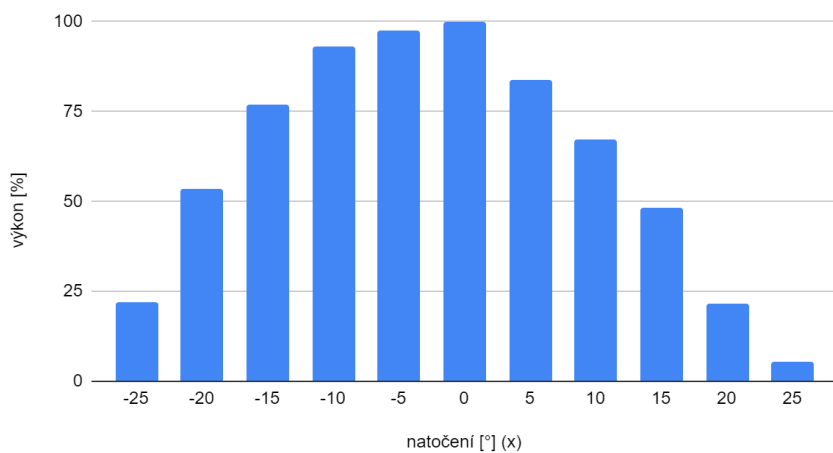


2. Závislost útlumu na úhlového vychýlení optických konektorů

Vlákna jsme opět zapojili do polohovacího zařízení a jedno z vláken jsme postupně natáčeli o daný stupeň.

natočení [°] (x)	síla signálu [μW]	procentuální výkon [%]
-25	0,95	22,09
-20	2,3	53,49
-15	3,3	76,74
-10	4	93,02
-5	4,2	97,67
0	4,3	100
5	3,6	83,72
10	2,89	67,21
15	2,07	48,14
20	0,92	21,4
25	0,23	5,35

Závislost výkonu na úhlu otočení



3. Stanovení numerické apertury

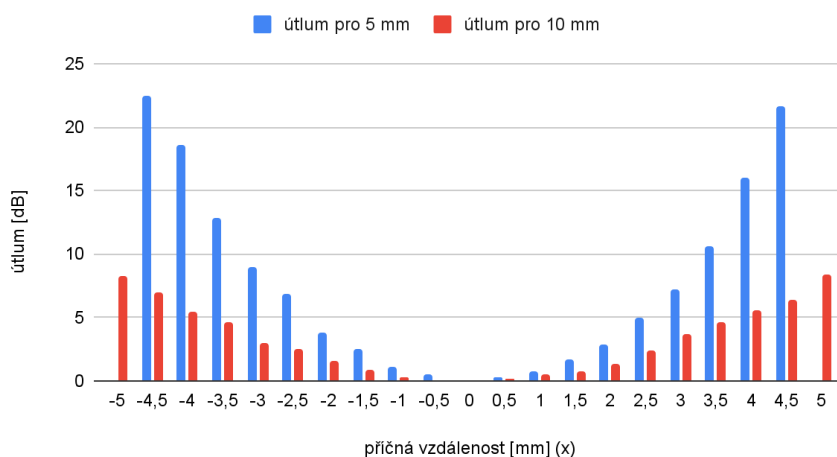
5% výkonu původní hodnoty, tedy 0,215 μW , jsme dosáhli při natočení o 28° . NA je tedy 0,47. Teoretická NA vypočtená ze zadaných údajů je 0,48.

4. Závislost útlumu na příčném vychýlení optických konektorů

Vlákna jsme k sobě přiblížili přes polohovací zařízení a jedno z vláken jsme postupně posunovali příčně. Měřili jsme pro podélné přiblížení vláken 5 a 10 mm.

příčná vzdálenost [mm] (x)	síla signálu (5 mm podélně) [dBm]	síla signálu (10 mm podélně) [dBm]	útlum (5 mm podélně) [dB]	útlum (10 mm podélně) [dB]
-5	Input too low	-32,72	nelze	8,32
-4,5	-43,1	-31,34	22,51	6,94
-4	-39,15	-29,82	18,56	5,42
-3,5	-33,38	-29,01	12,79	4,61
-3	-29,5	-27,38	8,91	2,98
-2,5	-27,43	-26,86	6,84	2,46
-2	-24,38	-25,96	3,79	1,56
-1,5	-23,06	-25,23	2,47	0,83
-1	-21,66	-24,71	1,07	0,31
-0,5	-21,11	-24,43	0,52	0,03
0	-20,59	-24,4	0	0
0,5	-20,83	-24,6	0,24	0,2
1	-21,38	-24,86	0,79	0,46
1,5	-22,29	-25,19	1,7	0,79
2	-23,5	-25,74	2,91	1,34
2,5	-25,52	-26,77	4,93	2,37
3	-27,83	-28,08	7,24	3,68
3,5	-31,17	-29,03	10,58	4,63
4	-36,56	-29,99	15,97	5,59
4,5	-42,25	-30,81	21,66	6,41
5	Input too low	-32,83	nelze	8,43

Závislost útlumu optického signálu na příčné vzdálenosti



5. Využití střídavého optického signálu

Střídavý signál umožňuje modulaci (amplitudy nebo frekvence) světla vysílaného optickými vlákny a také je možné ho zesílit. Dochází při něm k menším útlumům a zkreslení oproti stejnosměrnému signálu. Střídavý signál je také potřeba, protože se paprsek ve vlákně odráží o jeho stěny.

6. Závislost útlumu na ohnutí optického vlákna

Mezi vysílač a přijímač jsme zapojili průhledné vlákno, které jsme postupně ovíjeli kolem prstenců s různým průměrem.

	síla signálu [μ W]	útlum [dB]
Bez ovinutí	182	0
$r = 1,5$ cm	147	0,93
$r = 2$ cm	160	0,56
$r = 2,5$ cm	167	0,37

7. Spektrální závislost útlumu optických vláken

Na vysílači jsme postupně měnili vlnovou délku signálu a měřili sílu signálu pro kabely délky 1 m a 50 m (poslední měření s delším kabel jsme museli nahradit za délku 2m, kvůli příliš slabému signálu).

	síla signálu pro 1 m [dBm]	síla signálu pro 50 m [dBm]	síla signálu pro 2 m [dBm]	útlum [dB]	měrný útlum [dB/km]
1. dioda (526 nm)	-16,18	-27,33	-	11,15	227,55
2. dioda (590 nm)	-19,79	-31,96	-	12,17	248,37
3. dioda (660 nm)	-4,63	-22,3	-	17,67	360,61
4. dioda (850 nm)	-26,89	Input too low	-32,02	5,13	5130

Závěr:

Nestihli jsme splnit všechny úkoly, protože předchozí úkoly byly časově náročné a snažili jsme se o co nejpřesnější měření.

Některá měření jsou zjevně nepřesná (například při měření závislosti útlumu na vychýlení optických konektorů by měl být útlum stejný pro vychýlení 5° a -5°). Ale například při stanovení numerické apertury jsme dosáhli velmi dobrého výsledku a naměřené výsledky se liší pouze o 0,01.