

LABORATORIUM - OPTOELEKTRONIKA
Kompensacja dyspersji chromatycznej

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zaprojektowanie i zasymulowanie systemu światłowodowego z wykorzystaniem włókna kompensującego dyspersję chromatyczną.

2. Teoria

Tzw. światłowód kompensujący dyspersję (DCF - *Dispersion-compensating fiber*) to włókno o stosunkowo dużym ujemnym współczynniku dyspersji chromatycznej, danym zawsze dla konkretnej (roboczej) długości fali. Niestety, ujemna dyspersja chromatyczna związana jest z większym (w porównaniu z włóknem transmisyjnym) tłumieniem, niemniej bilans zysków i strat i tak jest korzystny, więc uzasadnionym jest stosowanie tych włókien w transmisji, a konkretnie szeregowego ich łączenia w optymalny dla transmisji sposób.

Jeżeli włókno transmisyjne o długości L_{TF} jest połączone szeregowo z włóknem o ujemnej dyspersji o długości L_{DCF} , wówczas całkowita dyspersja chromatyczna dane jest wzorem:

$$\Delta t = L_{TF} \cdot D_{TF}(\lambda) \cdot \Delta\lambda + L_{DCF} \cdot D_{DCF}(\lambda) \cdot \Delta\lambda, \quad (1)$$

gdzie $D_{TF}(\lambda)$ jest chromatycznym współczynnikiem dyspersji dla włókna transmisyjnego, $D_{DCF}(\lambda)$ jest chromatycznym współczynnikiem dyspersji dla DCF, natomiast $\Delta\lambda$ jest szerokością widmową nadajnika. Dalej, uwzględniamy jeszcze maksymalne dopuszczalne całkowite tłumienie dla obu włókien, dane oczywiście jako:

$$S = L_{TF} \cdot A_{TF} + L_{DCF} \cdot A_{DCF}, \quad (2)$$

gdzie A to oczywiście znane nam z ćwiczenia 2 współczynniki tłumienia włókna światłowodowego; jak widać zakładamy, że są one różne dla włókna transmisyjnego i włókna kompensującego dyspersję.

Dysponując obu powyższymi wzorami, oczywiście pod warunkiem, że znamy też specyfikacje nadajnika, światłowodu i odbiornika, można obliczyć (układ dwóch równań z dwiema niewiadomymi...) długości zarówno światłowodu transmisyjnego, jak i włókna kompensującego dyspersję. Pamiętać jednak należy, że S nie jest „daną wejściową” lecz wynika z wzoru (znanego już z ćwiczenia 2):

$$S = P_T - S_R - L_C - M, \quad (3)$$

gdzie

- P_T = moc nadajnika [dBm],
- S_R = czułość odbiornika (fotodetektora) [dBm],
- L_C = straty na złączu (złączach) i spawach [dB],
- M = margines bezpieczeństwa [dB].

Z kolei Δt we wzorze (1), to, podobnie jak w ćwiczeniu 3, maksymalna dopuszczalna dyspersja, związana z prędkością transmisji R wzorem:

$$\Delta t = \frac{1}{4R}. \quad (4)$$

3. Obliczenia

Na podstawie równań (1) - (4), należy obliczyć L_{TF} i L_{DCF} .

Dane do obliczeń:

- $R = 2,5$ [Gb/s],
- $\Delta\lambda = 0,1\mathbf{CB}$ nm (np. dla Zdzisława Kręciny $\Delta\lambda = 0,187$ nm),
 - gdzie **C** – liczba liter w imieniu wykonującej/wykonującego ćwiczenie i **B** - liczba liter w nazwisku wykonującej/wykonującego ćwiczenie,
- $P_T = 0$ [dBm],
- $S_R = -35$ [dBm],
- $L_C = 0,5$ [dB] na złącze/spaw (w naszym systemie zakładamy, że są dwa złącza plus jeden spaw włókien ze sobą),
- $M = 5$ [dB],
- $A_{TF} = 0,19$ [dB/km],
- $A_{DCF} = 0,5$ [dB/km],
- $D_{TF}(\lambda) = 17$ [ps/nm/km],
- $D_{DCF}(\lambda) = -200$ [ps/nm/km].

Obliczone długości L_{TF} i L_{DCF} zamieścić w protokole.

4. Ćwiczenie

Po wykonaniu obliczeń należy plik cw4.osp otworzyć w programie Optiperformer i w widocznym układzie transmisyjnym, korzystając ze znanych już wirtualnych urządzeń pomiarowych wypełnić tabele w protokole.

Tabele te należy uzupełnić obliczonym teoretycznie spadkiem mocy w transmisji dla każdego z przypadków.

Uwagi:

- przy wprowadzaniu parametrów - *Transmission Fiber Length* to odpowiednik L_{TF} , natomiast *DCF Fiber Length* to odpowiednik L_{DCF} ;
- w obliczeniach dB i dBm można traktować jako tę samą jednostkę.

Protokół należy uzupełnić wnioskami i obserwacjami wynikającymi z otrzymanych wyników i własnych przemyśleń, ale też wizualizacji transmisji, nie tylko tej widocznej na wykresach oczkowych w oknie *BER Analyser*, ale też otrzymywanej przy pomocy trzech urządzeń OTDV (*Optical Time Domain Visualizer*).