

LABORATORIUM - OPTOELEKTRONIKA

Wprowadzenie do programu OptiPerformer i podstawowych parametrów przewodowej transmisji optycznej

1. Cel ćwiczenia

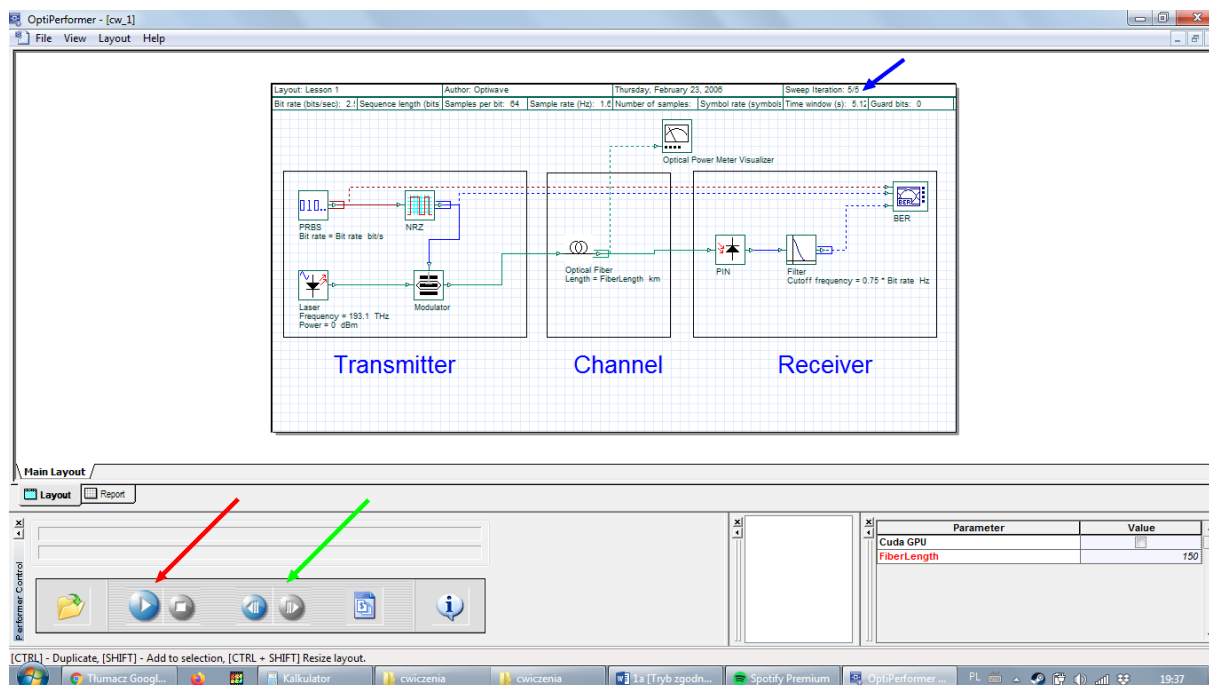
Ćwiczenie ma dwa cele.

- Pierwszym jest zapoznanie Studenta z oprogramowaniem Optiperformer przeznaczonym do symulacji układów optoelektronicznych, ze szczególnym uwzględnieniem optycznej transmisji danych.
- Drugim celem ćwiczenia jest wprowadzenie do podstawowych parametrów transmisji optycznej.

2. Wykonanie ćwiczenia

Należy otworzyć Optiperformer, a następnie plik cw_1.osp.

Powinniśmy zobaczyć widok jak niżej:



Widoczny na rysunku układ to podstawowy system światłowodowy składający się z nadajnika, światłowodu i odbiornika.

System ten jest wyposażony w wirtualne urządzenia pomiarowe, tj. miernik mocy optycznej na wejściu do odbiornika (co jest równoznaczne z wyjściem ze światłowodu) i analizator elementowej, bitowej stopy błędów (BER – *bit error rate*).

Warto przeanalizować ten układ. Jak widać, jest on podzielony na trzy kluczowe, wcześniej wspomniane, bloki - kluczowe elementy każdego systemu światłowodowego. Blok nadajnika zawiera m.in. generator ciągu PRBS (*pseudo-random bit sequence*), czyli pseudoprzypadkowej (pseudolosowej) sekwencji bitów (czasami używa się też określenia sygnał prawie przypadkowy), diodę laserową i modulator. Blok odbiornika zawiera fotodiodę, filtr dolnoprzepustowy i analizator bitowej stopy błędów. Oczywiście kluczowy jest światłowód.

Przejdźmy do symulacji.

W tym celu należy kliknąć w przycisk **Start Calculation** (lewa strzałka na rysunku wyżej) i poczekać na zakończenie obliczeń.

Po zakończeniu symulacji należy kliknąć dwukrotnie w miernik mocy optycznej, pokazujący moc na wejściu do fotodiody w Watach i dBm oraz analizator BER. W analizatorze BER należy zaznaczyć opcję **Show Eye Diagram**. Wówczas pokazuje on tzw. wykres oczkowy, czyli podstawowe, bardzo przydatne i dość intuicyjne narzędzie analizy parametrów transmisji cyfrowej. Poza wykresem oczkowym analizator BER wyświetla też m.in. współczynnik jakościowy (*Q factor – quality factor*), zwany też czasem po prostu parametrem Q i oczywiście bitową stopę błędów BER. To właśnie BER pozwala ocenić wprost poprawność transmisji danych, ponieważ współczynnik ten definiuje się jako prawdopodobieństwo, że bit transmisji może być niepoprawnie zinterpretowany, tzn. zero jako jedynka i odwrotnie.

Zaprojektowana i zrealizowana symulacja uruchomiła 5 iteracji, dzięki czemu zasymulowaliśmy transmisję przy długości światłowodu od 50 do 150 km. Numer iteracji jest wyświetlany w prawym górnym rogu układu (strzałka na rysunku). Aby zmieniać numer iteracji, należy użyć przycisków przewijania do przodu i do tyłu w lewym dolnym rogu okna (także wskazane strzałką). Zmieniając numer iteracji, nie da się nie zauważyć wpływu długości transmisji odbieraną moc (widoczną na mierniku mocy optycznej) i oraz na parametry wyświetlane w analizatorze BER (tj. przede wszystkim wykres oczkowy, współczynnik Q i bitową stopę błędów).

Zwracam uwagę, że analizator BER, po prawo od wykresu (w oknie **Analysis**) zawiera wartości parametrów transmisji.

Z kolei w analizie wykresu oczkowego niezbędne będą narzędzia **Info** i **Marker** dostępne po kliknięciu PPM w wykres oczkowy.

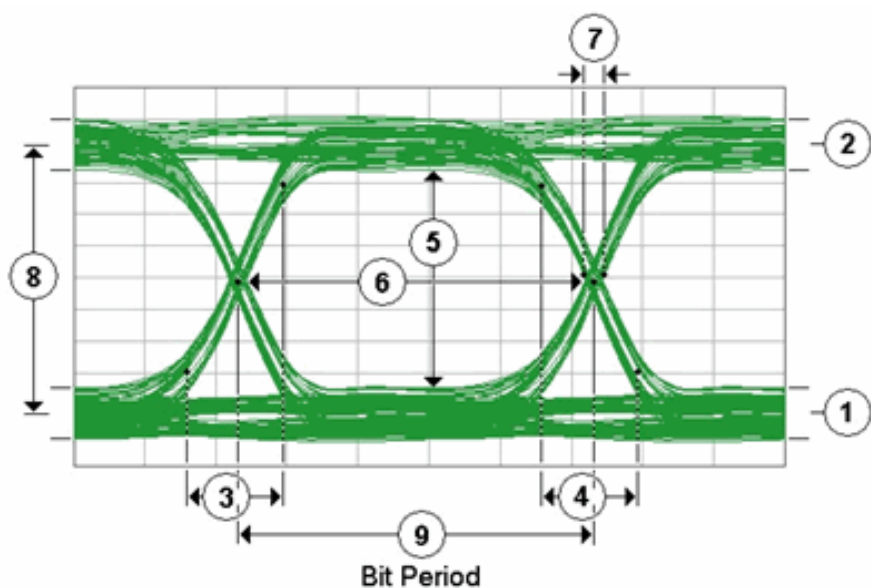
Wstawione markery można przesuwac (po wybraniu **Select**) i usuwać (dwuklik LPM i **Delete**).

3. Analiza i opracowanie wyników

W celu zaliczenia ćwiczenia, w protokole powinny znaleźć się następujące elementy:

- tabela zawierające wartości otrzymywanych mocy, współczynnika Q i BER w funkcji odległości transmisji,
- wykresy obrazujące otrzymywaną moc i współczynnik Q w funkcji odległości transmisji,
- najważniejsze parametry transmisji światłowodowej wskazane na wykresie poniżej obliczone na podstawie wykresu oczkowego dla transmisji 75 i 150 km:
 - amplituda sygnału – dana w jednostkach umownych, tj. *arbitrary units* [a.u];
 - czas narastania sygnału (3) – liczony jako czas potrzebny na wzrost amplitudy z 10% wartości maksymalnej do 90% wartości maksymalnej;
 - czas opadania sygnału (4) – analogicznie do czasu narastania, ale oczywiście odwrotnie;
 - wysokość oka (5);
 - szerokość oka (6);
 - jitter (7);
 - szum – liczony jako średnia wartość (1) i (2);
 - rozwartość oka – liczona jako stosunek amplitudy sygnału do wysokości oka;
 - współczynnik sygnał/szum – liczony jako stosunek wartości (8) do szumu.

UWAGA – by móc określić ww. parametry liczbowo należy najpierw obliczyć czas trwania jednego bitu (*bit period*), który oczywiście wprost wynika z częstotliwości nadawanego sygnału, tj. 2,5 Gb/s.



PS. Jak zawsze wnioski/przemyślenia są mile widziane i mogą mieć wpływ na oceny końcowe.