|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sprawozdanie z realizacji ćwiczenia | **Politechnika OPOLSKA**  **Instytut Automatyki**  **Laboratorium: Transmisja danych w sieciach komputerowych** | | | |
| Osoby:  1. Jakub Stępień  2. Dawid Tkacz  3. Miłosz Szczepaniak  4. Andrzej Szafrański | Numer i temat ćwiczenia: Ćw 3 - WDM | | | |
| Grupa:  **L - 5** | Rok:III | Data realizacji zajęć:  21.05.2024 | Ocena: |
| Tydzień:  **NP** 🞎 **P** 🞎 | | Informatyka stac. I stop |

**1.Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia laboratoryjnego było pogłębienie wiedzy oraz umiejętności związanych z zastosowaniem systemów multipleksacji optycznej, w szczególności technologii Wavelength Division Multiplexing (WDM). Przez praktyczne zastosowanie systemu CWDM, była możliwość obserwacji i analizy, jak różne długości fali są wykorzystywane w telekomunikacji do zwiększenia przepustowości pojedynczego włókna optycznego. Ćwiczenie pozwoliło również na zrozumienie roli, jaką odgrywają poszczególne elementy systemu multipleksacji, takie jak lasery, fotodetektory i multipleksery, oraz na nauczenie się metod pomiaru i oceny parametrów transmisyjnych takiego układu.

**2. Wstęp teoretyczny**

Technologia Wavelength Division Multiplexing (WDM) jest kluczowym elementem w architekturze nowoczesnych systemów transmisji optycznej, która umożliwia znaczące zwiększenie przepustowości sieci światłowodowych przez równoczesne przesyłanie wielu sygnałów optycznych w różnych długościach fal świetlnych za pomocą jednego włókna. Technologia ta podzielona jest na dwie główne kategorie: Coarse Wavelength Division Multiplexing (CWDM) i Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM). CWDM charakteryzuje się większymi odstępami między kanałami, co pozwala na mniej skomplikowaną i tańszą realizację, ale oferuje mniejszą gęstość kanałów, co jest odpowiednie dla systemów o krótszym zasięgu, takich jak miejskie sieci telekomunikacyjne. Z kolei DWDM pozwala na bardzo gęste upakowanie kanałów, co jest idealne dla długodystansowych transmisji o wysokich wymaganiach przepustowości.

Podczas ćwiczeń laboratoryjnych skoncentrowano się na systemie CWDM, który stosuje zgrubne zwielokrotnienie optyczne, dzielące światło laserowe na do 18 kanałów o odstępach 20 nm, w zakresie od 1270 nm do 1610 nm. Umożliwia to efektywne wykorzystanie pasma światłowodowego w warunkach miejskich, gdzie odległości pomiędzy węzłami nie są duże. Cel praktycznej części ćwiczenia obejmował nie tylko analizę efektywności transmisji w systemie CWDM, ale także zrozumienie wpływu takich zjawisk jak dyspersja i tłumienie na jakość przesyłanego sygnału. Studenci mieli za zadanie zainstalować i skonfigurować system CWDM, a następnie przeprowadzić szereg pomiarów, które pozwoliły ocenić wpływ różnych parametrów systemu, takich jak typy włókien światłowodowych, charakterystyka laserów czy efektywność fotodetektorów, na ogólną wydajność sieci.

W trakcie ćwiczeń zwrócono szczególną uwagę na kluczowe komponenty systemu multipleksacji, takie jak lasery emitujące na różnych długościach fali, fotodetektory rejestrujące przychodzące sygnały, a także multipleksery i demultipleksery, które odpowiadają za odpowiednie rozdzielenie i połączenie sygnałów światłowych. Zrozumienie zasad działania tych elementów oraz ich wpływu na efektywność systemu transmisyjnego jest niezbędne do pełnego wykorzystania potencjału technologii WDM w praktycznych aplikacjach telekomunikacyjnych.

**3.Budowa stanowiska laboratoryjnego**

Tu podaj jakie są zastosowane przyrządy/komputery/oprogramowanie i rysunek blokowy stanowiska laboratoryjnego.

Obraz zawierający Instalacja elektryczna, Inżynieria elektroniczna, przewód, elektronika

Opis wygenerowany automatycznie

Obraz zawierający elektronika, tekst, w pomieszczeniu, maszyna

Opis wygenerowany automatycznieOscyloskop to urządzenie pomiarowe służące do wizualizacji i analizy sygnałów elektrycznych. Pozwala on na obserwację zmian napięcia w funkcji czasu, co ułatwia badanie właściwości sygnałów, takich jak amplituda czy częstotliwość.

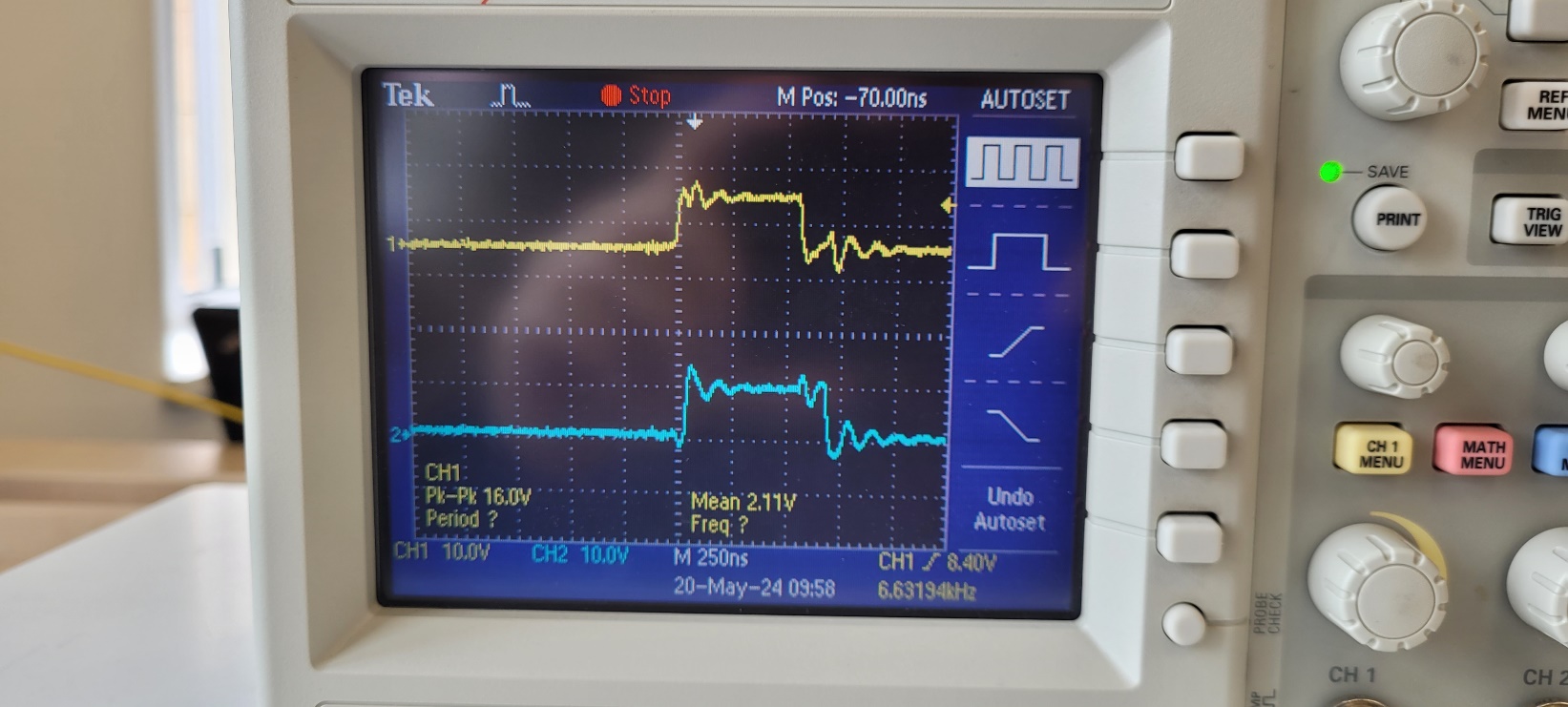
Obraz zawierający przewód, Instalacja elektryczna, maszyna, plastik

Opis wygenerowany automatycznie

Zdjęcie przedstawia skrzynie w której jest szpula z przewodem światłowodowym o długości 2 kilometrów dzięki czemu można mierzyć zachowanie sygnału na dłuższym przewodzie

**4.Wyniki pomiarów**

**5.1. Pomiar dyspersji (rozmycia) impulsu**



Wynik dla światłowodu o długości 1m

Dla światłowodu o długości 1 m obliczyć dyspersję d:

= 550 ns

= 650 ns

100 [ns/m] = 1 m [ns] / 1 [m]

Dyspersja dla przewodu o długości 1m wynosi 100 [ns/m]



Wynik dla światłowodu o długości 2km

Dla światłowodu o długości 2 km obliczyć dyspersję d:

= 400 ns

= 550 ns

150 [ns/m] = 1 m [ns] / 1 [m]

Dyspersja dla przewodu o długości 1m wynosi 100 [ns/m]

Obraz zawierający tekst, elektronika, maszyna, multimedia

Opis wygenerowany automatycznie

Dla światłowodu o długości 1 m obliczyć dyspersję d:

= 350 ns

= 450 ns

100 [ns/m] = 1 m [ns] / 1 [m]

Dyspersja dla przewodu o długości 1m wynosi 100 [ns/m]

Obraz zawierający tekst, elektronika, maszyna, multimedia

Opis wygenerowany automatycznie

Wynik dla światłowodu o długości 2km

Dla światłowodu o długości 2 km obliczyć dyspersję d:

= 400 ns

= 550 ns

150 [ns/m] = 1 m [ns] / 1 [m]

Dyspersja dla przewodu o długości 1m wynosi 100 [ns/m]

Tabela 5.1. Wyniki pomiaru dyspersji dla światłowodu długości 1 m i 2 km

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 m | d [ns/m] 1 m | 2 km | d [ns/m] 2 km |
| Kanał nr 1 | 100 | 100 | 150 | 150 |
| Kanał nr 2 | 100 | 100 | 150 | 150 |

**5.2. Pomiar opóźnienia transmisji**

Obraz zawierający tekst, elektronika, maszyna, Urządzenie domowe

Opis wygenerowany automatycznie

Obraz zawierający tekst, elektronika, Urządzenie elektroniczne, maszyna

Opis wygenerowany automatycznie

Obraz zawierający tekst, elektronika, multimedia, monitor

Opis wygenerowany automatycznie

Obraz zawierający tekst, elektronika, maszyna, multimedia

Opis wygenerowany automatycznie

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | τ [μs] 1 m | τ [μs] 2 km |
| Kanał nr 1 | **0,0005** | 11 |
| Kanał nr 2 | **0,0005** | 11 |

**5.Wnioski**

Wyniki pomiarów dyspersji i opóźnień transmisji sygnału przeprowadzone podczas ćwiczeń z technologii Coarse Wavelength Division Multiplexing (CWDM) ukazały, że dyspersja rośnie wraz z długością światłowodu, co zostało zaobserwowane przy porównaniu wyników dla 1 metra i 2 kilometrów światłowodu. Pomiar dyspersji dla obu długości wskazał na wzrost tej wartości z 100 ns/m do 150 ns/m przy przejściu z krótszego na dłuższy odcinek, co potwierdza zjawisko większego rozpraszania impulsów świetlnych na dłuższych dystansach. Dodatkowo, znaczące różnice w opóźnieniach transmisji między 1 metrem a 2 kilometrami, skok z 0,0005 μs do 11 μs, podkreślają wpływ długości światłowodu na czas transmisji sygnału. Wyniki te demonstrują, że technologia CWDM, mimo swojej efektywności w obszarach miejskich, wymaga starannej analizy i dostosowania parametrów sieci przy zastosowaniu na większych dystansach.