

LABORATORIUM OPTOELEKTRONIKI

Ćwiczenie 4

Pomiar tłumienności światłowodów włóknistych

Cel ćwiczenia:

Zapoznanie studentów z parametrem tłumienności światłowodów oraz ze sposobem jego pomiaru

Badane elementy:

Światłowody SM 9/125, MM 62.5/125 i plastikowy MM 1mm

Zakres ćwiczenia:

Pomiar tłumienności światłowodu szklanego SM, MM i plastikowego MM metodą wtrącenia

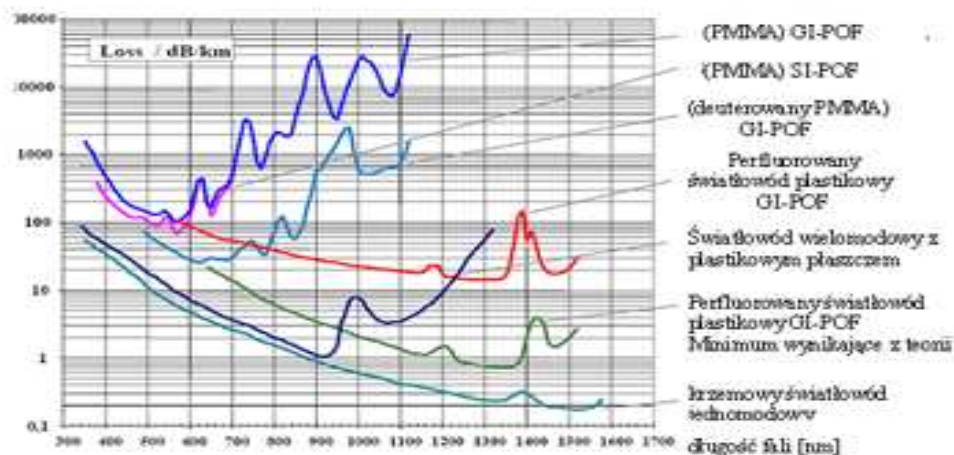
1. Wstęp teoretyczny

Do podstawowych parametrów włókien światłowodowych należy m.in. tłumienność. Poniżej przedstawiony jest sposób, w jaki należy dokonywać pomiaru tego parametru.

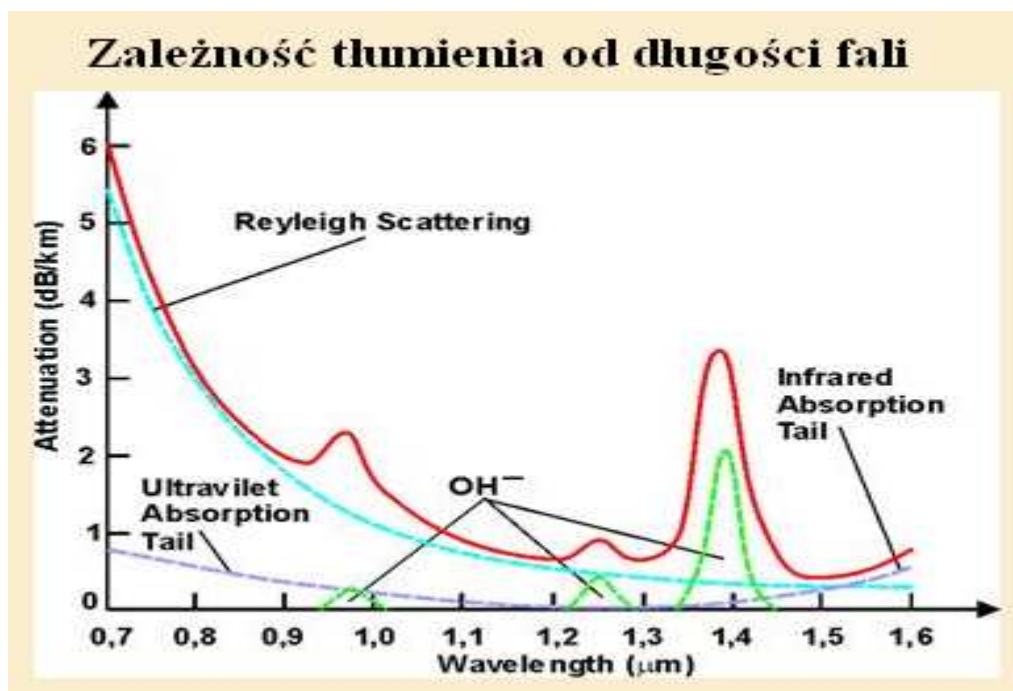
Do wytwarzania światłowodów telekomunikacyjnych używa się szkła kwarcowych, których głównym składnikiem jest syntetyczna krzemionka (SiO_2). W celu otrzymania wymaganego profilu współczynnika załamania w rdzeniu światłowodu dodawane są odpowiednie domieszki, najczęściej tlenki GeO_2 , P_2O_5 , B_2O_3 i F_2 .

Podstawowe zjawiska fizyczne, które powodują tłumienie światłowodów to absorpcja materiałowa (strukturalna i wynikająca z zanieczyszczeń) oraz rozpraszanie energii. Rozpraszanie energii powstaje na niejednorodnościach struktury materiału na poziomie cząsteczkowym (wtrącenia krystaliczne, separacja faz, dyslokacje siatki krystalicznej) i makroskopowym (nieregularności powierzchni granicznej rdzeń - płaszcz oraz geometrii). Jednoczesne występowanie zjawisk powodujących pochłanianie i rozpraszanie światła podczas jego propagacji w rdzeniu światłowodu daje efekt sumaryczny w postaci spektralnej zależności tłumienności od długości fali, charakterystycznej dla danego rodzaju włókna. Dla światłowodów kwarcowych istnieje obszar niewielkiej tłumienności, zawierający długości fali zwane oknami transmisyjnymi, ograniczony dla fal krótszych przez zjawisko rozpraszania, a dla fal dłuższych przez pochłanianie w podczerwieni.

☐ Światłowody plastikowe - tłumienie



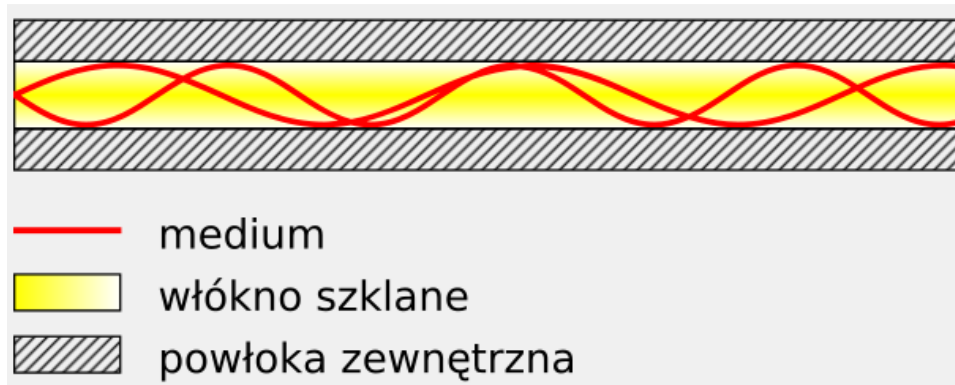
Rys. 1. Zależność tłumienia światłowodu plastikowego od długości fali (osilek.mimuw.edu.pl)



Rys. 2. Zależność tłumienia światłowodu kwarcowego od długości fali (www.teleoptics.com.pl)

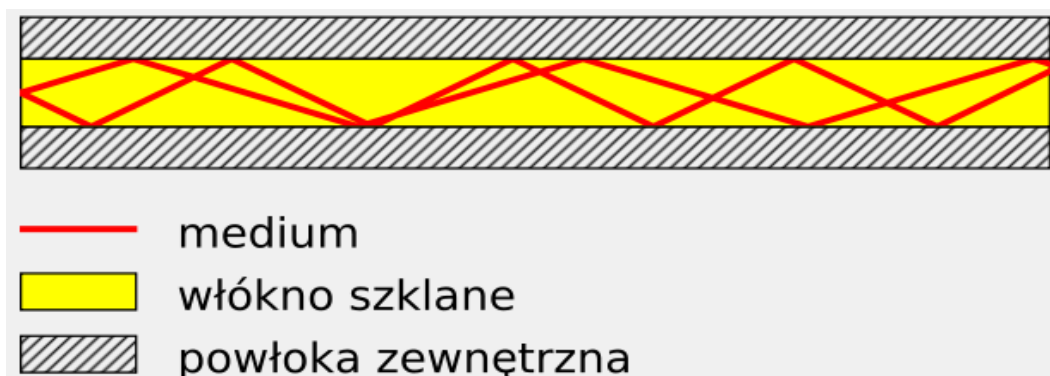
Światłowody stosowane w systemach telekomunikacyjnych powinny charakteryzować się niską tłumiennością sygnału optycznego, ponieważ tłumienność i dyspersja to główne parametry, na podstawie których można wyznaczyć dopuszczalną długość toru transmisyjnego. Długości fali, dla których osiągane są możliwie najmniejsze tłumienności światłowodów nazwano oknami transmisyjnymi. Okna te występują przy długościach fali 850 nm., 1310 nm. i 1550 nm. Tłumienność światłowodu jest podstawowym kryterium wyboru włókna do określonego zadania. W telekomunikacji, z powodu stosunkowo niskiej tłumienności, stosowane

są włókna kwarcowe, najczęściej jednomodowe i wielomodowe gradientowe.



Rys. 3. Przepływ strumieni świetlnych w światłowodzie wielomodowym gradientowym (www.wikipedia.pl)

Włókna jednomodowe wykorzystywane w zakresie drugiego (1310nm) i trzeciego okna transmisyjnego (1550 nm), charakteryzują się niską tłumiennością (poniżej 0.3 dB/km w tym zakresie) i wykorzystywane są do dalekosiężnych połączeń międzymiastowych. Straty takie można osiągnąć dla włókien kwarcowych, domieszkowanych tlenkiem germanu GeO_2 . W paśmie 850 – 900nm, nazywanym pierwszym oknem transmisyjnym straty włókien jednomodowych są stosunkowo wysokie: ok. 2,5-3 dB/km. Włókna gradientowe wielomodowe są używane w sieciach lokalnych, do budowy połączeń światłowodowych na niewielkich odległościach, przeważnie w obrębie miasta. Do przesyłania informacji dla tych światłowodów wykorzystywane są długości fali 850nm i 1310nm dla których tłumienności są odpowiednio równe 2.5 dB/km i 0.6dB/km. Włókna wielomodowe o skokowym profilu współczynnika załamania i kwarcowym rdzeniu (step-index) są używane coraz rzadziej w systemach transmisyjnych.

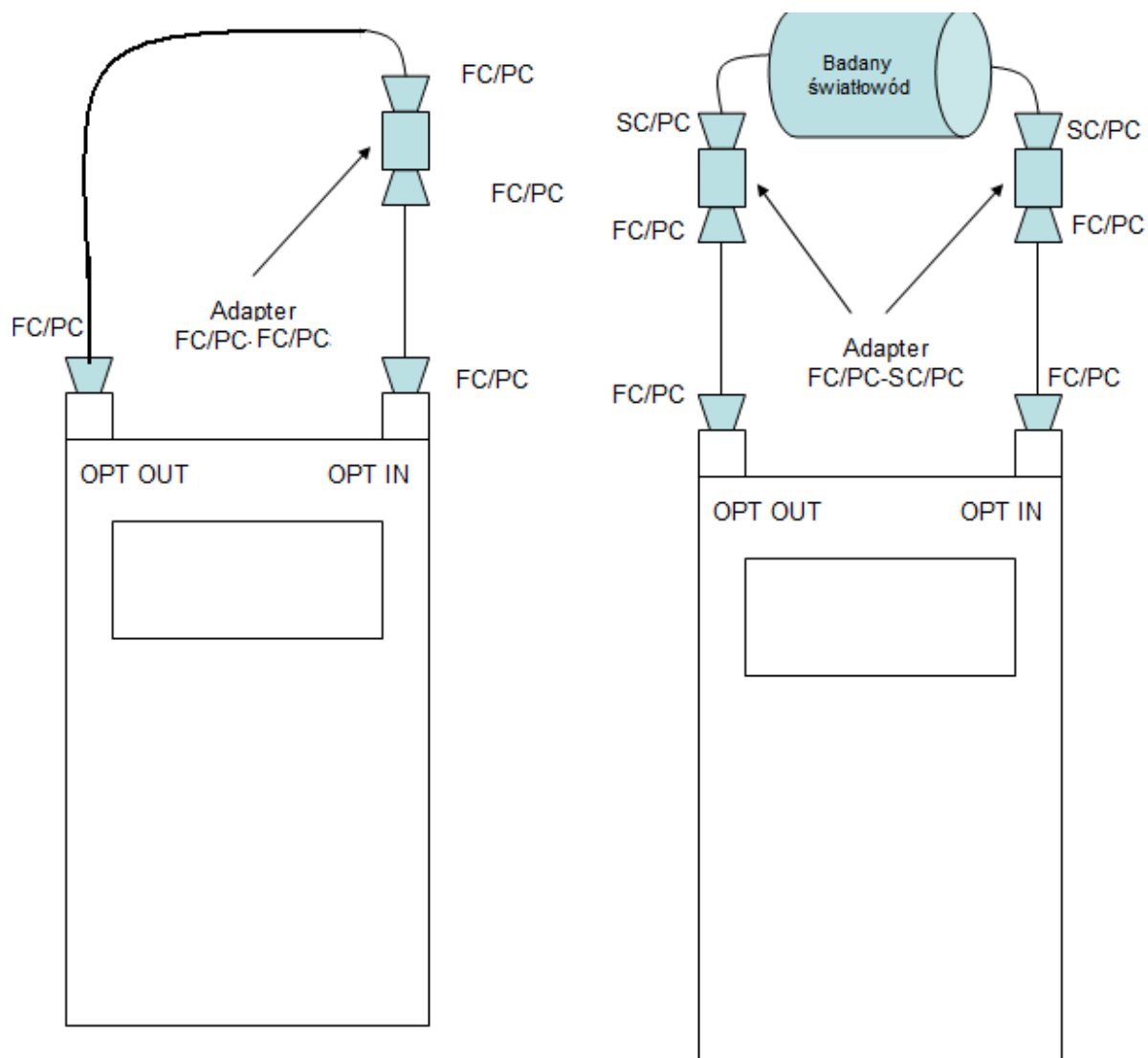


Rys. 4. Przepływ strumieni świetlnych w światłowodzie wielomodowym skokowym (www.wikipedia.pl)

2. Pomiar tłumienności włókien w funkcji długości fali

2.1 Schemat stanowiska pomiarowego:

Stanowisko pomiarowe składa się z miernika MS9020B oraz zestawu badanych światłowodów połączonych z miernikiem jak na rysunku poniżej.



Rys.5.a) kalibracja miernika b) pomiar tłumienia światłowodu

2.2 Pomiary

1. Pobrać od prowadzącego laboratorium miernik MS9020B, oraz zestaw badanych światłowodów.

UWAGA! W czasie kalibracji oraz przeprowadzania pomiarów NIE PATRZYMY w wyjścia konektorów, źródeł światła, oraz mierników!!!

2. W celu uniknięcia uszkodzenia wejścia pomiarowego detektora lub wyjścia źródła światła na mierniku, czoło badanego światłowodu należy obejrzyć przy pomocy mikroskopu.
3. W razie stwierdzenia zanieczyszczeń na czole światłowodu, należy koniecznie usunąć je przy pomocy chusteczki nasączonej alkoholem. Po ponownym sprawdzeniu, badane światłowody łączymy z miernikiem według Rys.5.a) **Badany światłowod podłączamy przy WYŁĄCZONYM mierniku!**
4. Przygotować miernik oraz ustawić długość fali na 1250 nm według punktów 5-7.
5. Ustawić przełącznik „set-meas” na boku obudowy miernika na pozycję „set”.
6. Ustawić przełącznik na obudowie wejścia sensora na pozycję „1,3”.
7. Włączyć miernik.
8. Przyciskiem „REL/LIGHT” włączyć opcję ustawienia długości fali.
9. Przyciskami „MOD” i „AVG” ustawić żadaną długość fali.
10. Ustawić przełącznik „set-meas” na boku obudowy miernika na pozycję „meas”.
11. Ustawić „offset” według punktów 10-11.
12. Sprawdzić czy po wykonaniu punktu 8 na wyświetlaczu miernika wyświetlony jest komunikat „-7. LO”, jeśli nie zablokować wejście sensora przyciskiem „OPTOUT”.
13. Wcisnąć przyciski „SHIFT” a następnie „OFFSET” . Miernik automatycznie wyznaczy poziom zera.
14. Ponownie wcisnąć przycisk „OFFSET” na ekranie miernika wyświetlona zostanie wartość tłumienności wyrażona w dBm lub nW. Jednostki zmieniamy poprzez wciśnięcie przycisku „LOSS”.
15. Zapisać wynik pomiaru tłumienności dla danego światłowodu i długości fali. Następnie wyłączamy miernik i podłączamy schemat przedstawiony na **Rys. 5.b).**
16. Spisujemy wartość tłumienia i odejmujemy od niej wartość wyznaczoną w pkt.15.
17. Wykonać pomiary dla długości fal 1280nm, 1310nm, 1350nm według punktów 5-13.
18. Wykonać pomiary dla długości fal 1450nm, 1500nm, 1550nm według punktów 5-13. **UWAGA!!! Wyłączyć miernik, a następnie przełącznik na obudowie sensora należy ustawić na pozycję „1,55”!!!**
19. Wykonać pomiary dla pozostałych światłowodów według powyższych punktów

3. Sprawozdanie:

Sprawozdanie powinno zawierać:

- Wyniki pomiarów dla badanych światłowodów w formie tabel.
- Wnioski i obserwacje dotyczące zależności tłumienia od długości fali.