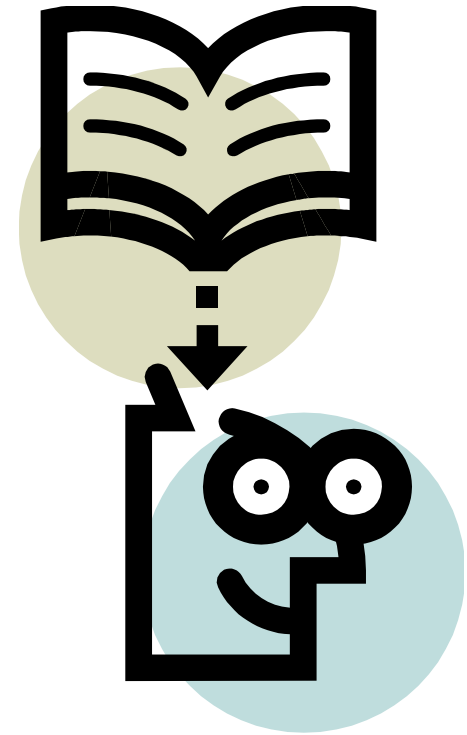


Wykład 4

1. Sygnały oraz media transmisyjne
2. Testowanie okablowania



dr inż. Artur Sierszeń asiersz@kis.p.lodz.pl

dr inż. Łukasz Sturgulewski luk@kis.p.lodz.pl

Plan prezentacji

- Sygnały
 - Szerokość pasma, przepustowość
 - Sygnały w sieci
 - Kodowanie sygnałów
- Media transmisyjne
 - Media miedziane
 - Media optyczne (światłowody)
 - Komunikacja bezprzewodowa

Plan prezentacji

- Testowanie okablowania
 - Przesłuchy w mediach
 - Rodzaje testów
 - Parametry testowe

Szerokość pasma - znaczenie

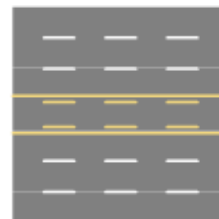
Znaczenie szerokości pasma:

- Szerokość pasma jest zdefiniowana jako ilość informacji, które można przesłać siecią w określonym czasie.
- Szerokość pasma jest skończona.
- Im większa szerokość pasma, tym większy koszt.
- Szerokość pasma ma kluczowe znaczenie dla analizy wydajności sieci, projektowania nowych sieci i zrozumienia zasad działania Internetu.
- Popyt na szerokość pasma nieustannie rośnie.

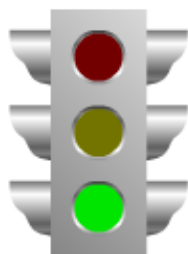
Szerokość pasma - analogia

Analogia:

Szerokość pasma jest jak liczba pasm autostrady.



Urządzenia sieciowe można porównać do bramek, sygnalizacji świetlnej, znaków i map.



Pakiety są jak samochody.



Szerokość pasma - pomiary

Pomiary:

- W systemach cyfrowych podstawową jednostką szerokości pasma są bity na sekundę (b/s).

Jednostka szerokości pasma	Skrót	Odpowiednik
Bity na sekundę	bps	1 b/s = podstawowa jednostka szerokości pasma
Kilobity na sekundę	kbps	1 kbps = 1,000 bps = 10^3 bps
Megabity na sekundę	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = 10^6 bps
Gigabity na sekundę	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = 10^9 bps
Terabity na sekundę	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = 10^{12} bps

Szerokość pasma - ograniczenia

Szerokość pasma zależy od:

- typu użytego **medium** (fizycznych właściwości medium - sygnały są przesyłane miedzianą skrętką, kablem koncentrycznym, światłowodem lub za pomocą łącza bezprzewodowego).
- użytej **technologii** sieci LAN lub WAN.

Szerokość pasma - rozwiązania

Typowe media	Maksymalna teoretyczna szerokość pasma	Maksymalna teoretyczna odległość
Skrętka nieekranowana UTP kategorii 5 (ang. Unshielded Twisted Pair) (10BASE-T Ethernet)	10 Mbps	100 m
Skrętka nieekranowana UTP kategorii 5 (ang. Unshielded Twisted Pair) (100BASE-TX Ethernet)	100 Mbps	100 m
Skrętka nieekranowana UTP kategorii 5 (ang. Unshielded Twisted Pair) (1000BASE-TX Ethernet)	1000 Mbps	100 m
Światłowód wielomodowy(62.5/125 μ m) (Ethernet 100BASE-FX)	100 Mbps	2000 m
Światłowód wielomodowy(62.5/125 μ m) (Ethernet 1000BASE-SX)	1000 Mbps	220 m
Światłowód wielomodowy(50/125 μ m) (Ethernet 1000BASE-SX)	1000 Mbps	550 m
Światłowód jednomodowy(9/125 μ m) (Ethernet 1000BASE-LX)	1000 Mbps	5000 m

Przepustowość - definicja

- **Szerokość pasma** jest miarą ilości informacji, które można przesłać siecią w danym czasie - jest jednym z najważniejszych elementów specyfikacji sieci komputerowej.
- **Przepustowość** oznacza rzeczywistą szerokość pasma zmierzoną o określonej porze dnia przy użyciu określonych tras internetowych i podczas transmisji siecią określonych zbiorów danych.

Przepustowość - uwarunkowania

Czynniki mające wpływ na przepustowość:

- urządzenia intersieciowe
- typ przesyłanych danych
- topologia sieci
- liczba użytkowników sieci
- komputer użytkownika
- komputer pracujący jako serwer
- warunki zasilania

Przepustowość - prognoza

- Teoretyczna szerokość pasma jest ważnym czynnikiem podczas projektowania sieci, ponieważ nigdy nie przekroczy ona wartości granicznych związanych z wyborem medium i technologii sieciowych.
- Dla projektanta sieci i administratora bardzo istotne jest wzięcie pod uwagę czynników, które mogą wpłynąć na rzeczywistą przepustowość.

Sygnały (bity) w sieci

- Podstawy przesyłania sygnałów.
- Propagacja sygnału.
- Tłumienie sygnału.
- Odbicie sygnału.
- Zakłócenie sygnału.
- Problemy czasowe.
- Kolizje.
- Kodowanie.

Podstawy elektryczności ☹️

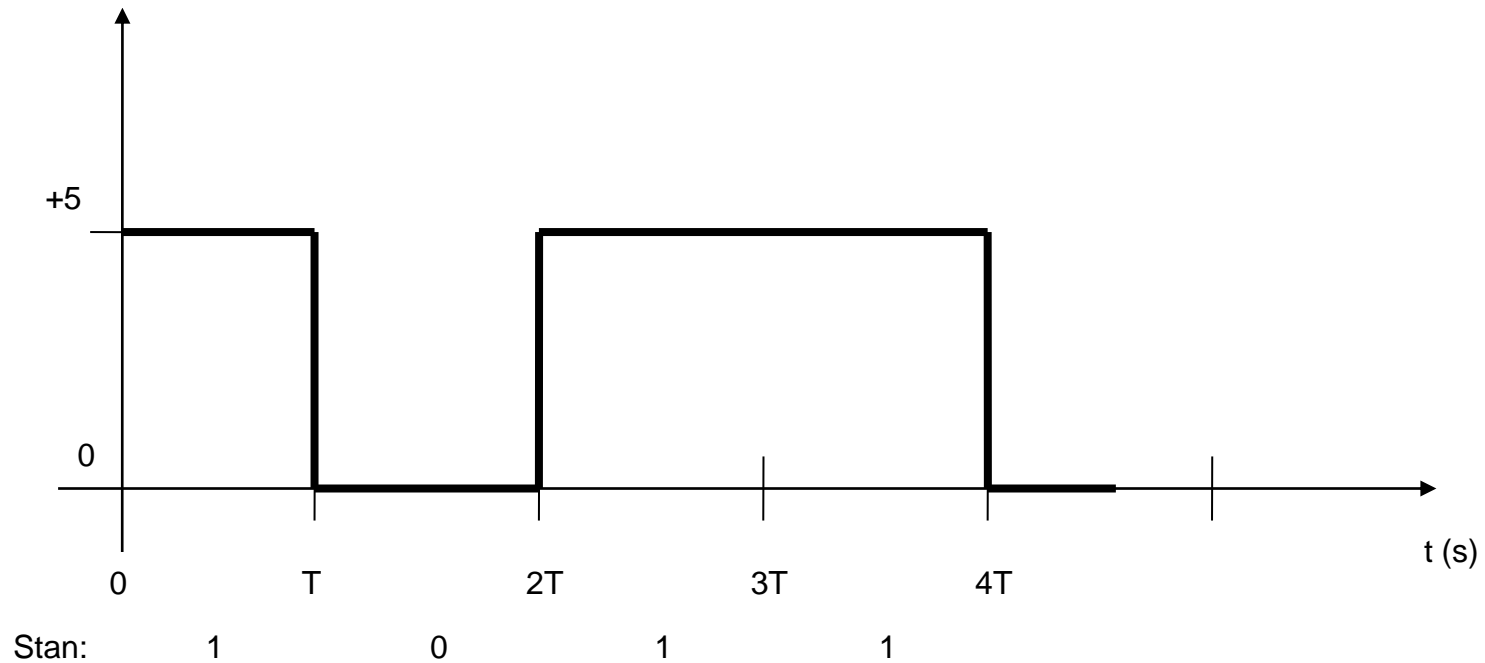
- Budowa atomu: model Bohra i prawa Coulomb'a.
- Ładunki elektrostatyczne.
- Przewodniki, półprzewodniki, dielektryki.
- Pomiar wielkości elektrycznych.
- Analogie dla napięcia, prądu i oporu.
- Problematyka uziemiania urządzeń sieciowych.



Podstawy sygnałów i zakłóceń w systemach telekomunikacyjnych

- Sygnał cyfrowy:

Amplituda (V)



Propagacja sygnału (*propagation*)

- Podróż, przemieszczanie.
- Szybkość propagacji zależy od:
 - Materiału, z jakiego zbudowane jest medium;
 - Struktury medium;
 - Częstotliwości sygnału.
- RTT (*Round-Trip Propagation Time*): Czas jaki jest potrzebny do przebycia medium z jednego końca do drugiego i z powrotem.

$$\mathbf{RTT=2*(x/V)}$$

Tłumienie sygnału (*attenuation*)

- Zwiększa się proporcjonalnie do długości medium transmisyjnego
- Przyczyny:
 - Media miedziane: **opór**
 - Media optyczne: **dyspersja**
 - Transmisja bezprzewodowa: **absorpcja** oraz **rozproszenie**.

Tłumienie sygnału (*attenuation*)

- Tłumienie sygnału powoduje naturalne powstanie maksymalnej odległości pomiędzy nadawcą i odbiorcą (**maksymalna długość medium transmisyjnego**).
- Walka z tym zjawiskiem:
 - **Zmiana medium.**
 - **Użycie regeneratora.**

Odbicie sygnału (*reflection*)

- Impuls elektryczny, który osiągnie nieciągłość, przerwę lub zmianę struktury medium, może ulec odbiciu i interferować z następnym sygnałem.
- W zależności od stosowanych połączeń i okablowania (ich rodzaju i jakości) odbicia mogą stanowić większy lub mniejszy problem.
- Medium transmisyjne powinno mieć dopasowaną impedancję do elektrycznych komponentów karty sieciowej.

Zakłócenia (*noise*)

- Niepożądane.
- Mogą mieć postać zależną od medium:
 - dodatkowe napięcie,
 - impuls świetlny,
 - sygnał elektromagnetyczny.
- Zakłócenia są bardzo powszechne i występują praktycznie wszędzie, stąd najważniejsze jest utrzymanie na jak najwyższym poziomie współczynnika sygnału do szumu: S/N (*Signal to Noise*).

Zakłócenia - rodzaje

- Rodzaje zakłóceń:
 - *Crosstalk* – tzw. krzyżowanie
 - *Thermal noisy* – zakłócenia termiczne
 - *AC power and reference ground noises* – zakłócenia wynikłe z przepływu prądu zmiennego
 - *EMI (ElectroMagnetic Interference) and RFI (Radio Frequency Inteference)* – zakłócenia pola w i/lub wokół mediów

Zakłócenia

- ***Crosstalk***

Zakłócenia elektryczne pochodzące od sygnałów z innego przewodu w tym samym medium.

- ***Thermal noisy***

Zakłócenia termiczne powodujące nieuporządkowany ruch elektronów. Generalnie mają niewielki wpływ na przesyłane sygnały.

- ***AC power and reference ground noises***

Przepływ prądu zmiennego powoduje powstanie silnych zakłóceń mogących utrudnić poprawne przesyłanie sygnałów.

Zakłócenia

- ***EMI (ElectroMagnetic Interference)*** oraz ***RFI (Radio Frequency Inteference)***

Oświetlenie, silniki elektryczne, systemy radiowe generują zakłócenia, które mogą mieć wpływ na sygnały przesyłane poprzez medium. Należy pamiętać, że każdy przewód działa jak antena zbierając sygnały z innych przewodów czy urządzeń elektrycznych.

Zakłócenia (*noise*)

Sposoby eliminacji zakłóceń:

- **Metalowe osłony** (*Shield*): Stanowią skuteczną barierę dla niepożądanych sygnałów. Niestety, rośnie wtedy koszt medium oraz jego rozmiar (grubość, ciężar), co utrudnia instalację.
- ***Cancellation***: Odpowiednie ułożenie przewodów plus skręcenie par, sprawia, że wytwarzane wokół przewodu pole magnetyczne znosi się z polem wytwarzanym wokół innego przewodu.

Problemy czasowe (*timing problem*)

- **Dyspersja** (*dispersion*): Rozmycie sygnału.
- **Drżenie** (*jitter*): Występuje w wyniku problemów z synchronizacją sygnałów po stronie nadawcy i odbiorcy.
- **Opóźnienie** (*latency*): Wynika ze skończonej szybkości, z jaką może poruszać się sygnał poprzez medium.
 - Media miedziane: $1,9 \cdot 10^8 - 2,4 \cdot 10^8$ m/s.
 - Media światłowodowe: $2,0 \cdot 10^8$ m/s.

Oraz z ograniczonej szybkości przetwarzania informacji poprzez urządzenia sieciowe pośredniczące w transmisji sygnałów.

Problemy czasowe - rada

Rozwiązanie

- Wybór odpowiednich mediów.
- Wybór sposobu kodowania przesyłanych sygnałów.
- Wybór odpowiednich urządzeń.

Kolizje (*Collisions*)

- Powstają, gdy dwa bity pochodzące od różnych jednostek znajdą się we **współdzielonym medium** w tym samym czasie.
- W wyniku tego pojawia się sygnał o większej amplitudzie (nie dozwolonej w systemie binarnym), który zostaje zignorowany ze względu na niemożliwość ustalenia jego wartości.
- Na przykład w sieci Ethernet kolizje są zjawiskiem naturalnym.

Kolizje (*Collisions*)

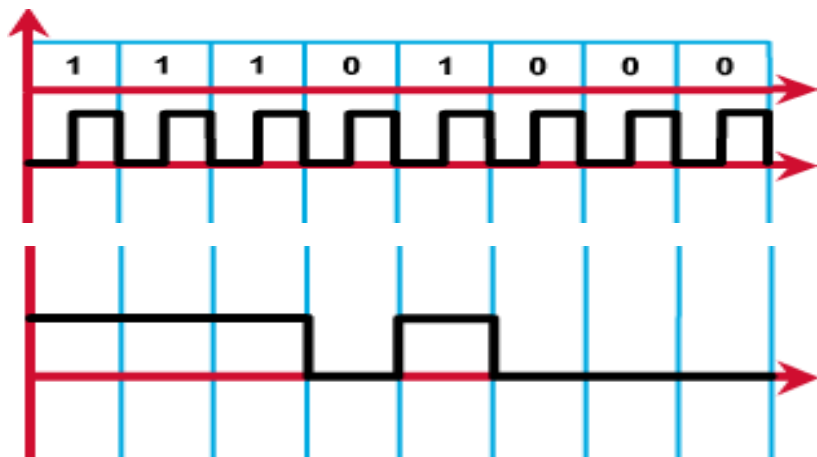
Powyższe zjawiska zostały opisane na przykładzie bitów, lecz jak wiadomo bit jest elementem bardziej złożonej struktury: ramki czy pakietu, stąd często mówi się o propagacji, opóźnieniu, kolizji ramki czy pakietu.

Kodowanie

Kodowanie to konwersja binarnych informacji do formy, która będzie przesłana poprzez medium fizyczne:

- Konwersja do sygnałów elektrycznych;
- Konwersja do sygnałów świetlnych;
- Modulacja fali elektromagnetycznej.

Popularne metody kodowania

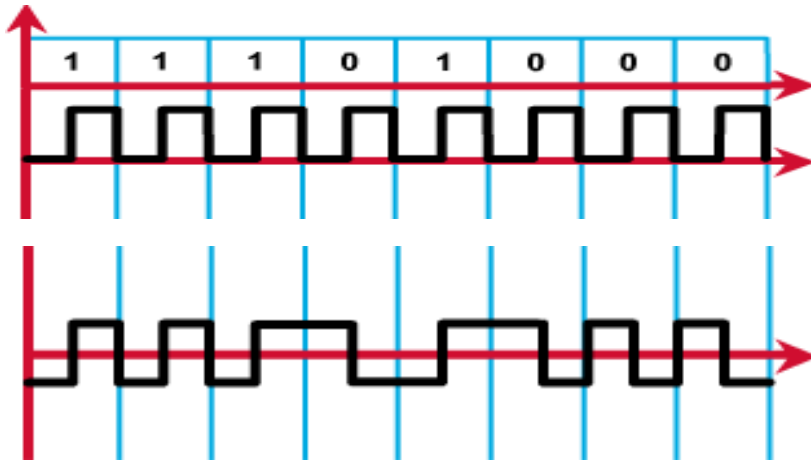


Kodowanie typu **TTL** (*Transistor-Transistor Logic*):

Binarna 1: +5V lub +3,3V

Binarne 0: 0V

Popularne metody kodowania

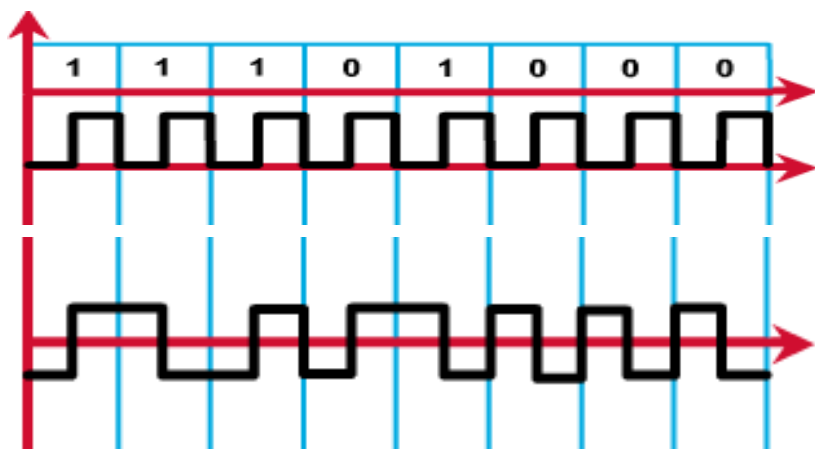


Kodowanie typu **Manchester**:

Binarna 1: Zmiana poziomu sygnału z niskiego na wysoki w połowie każdego bitu;

Binarne 0: Zmiana poziomu sygnału z wysokiego na niski w połowie każdego bitu.

Popularne metody kodowania



Kodowanie typu **Różnicowy Manchester**:

Binarna 1: Brak zmiany poziomu sygnału na początku bitu. Zmiana poziomu w połowie każdego bitu.

Binarne 0: Zmiana poziomu sygnału na początku bitu. Zmiana poziomu w połowie każdego bitu.

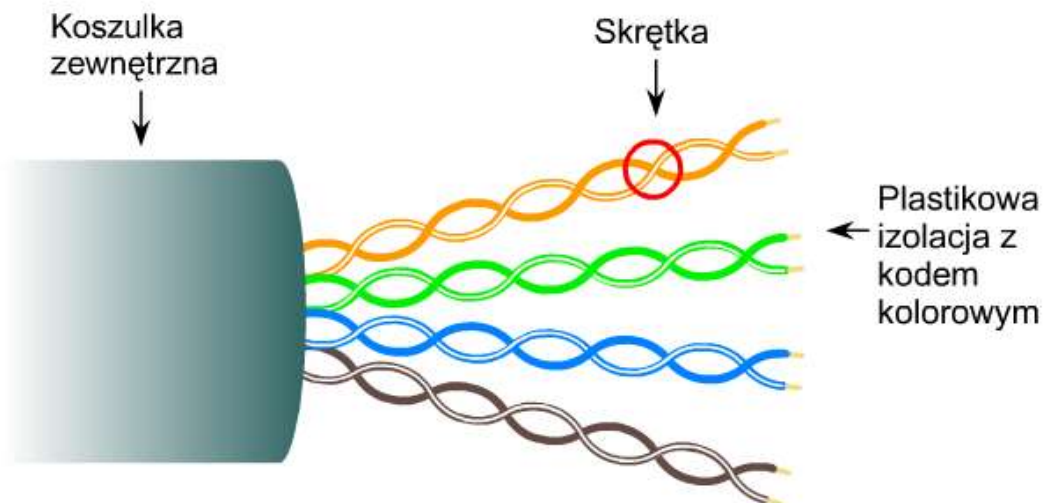
Media transmisyjne

- **Media miedziane:**
 - skrętka:
 - nieekranowana (*Unshielded Twisted Pair*)
 - ekranowana (*Shielded Twisted Pair*)
 - kabel koncentryczny:
 - gruby Ethernet (*thick*)
 - cienki Ethernet (*thin*)
- **Media optyczne (światłowody):**
 - jednomodowe
 - wielomodowe
- **Komunikacja bezprzewodowa.**

Skřętka (*Twisted Pair*)

UTP (*Unshielded Twisted Pair*)

- Cztery pary splecionych przewodów (1 przeplot na 15cm).

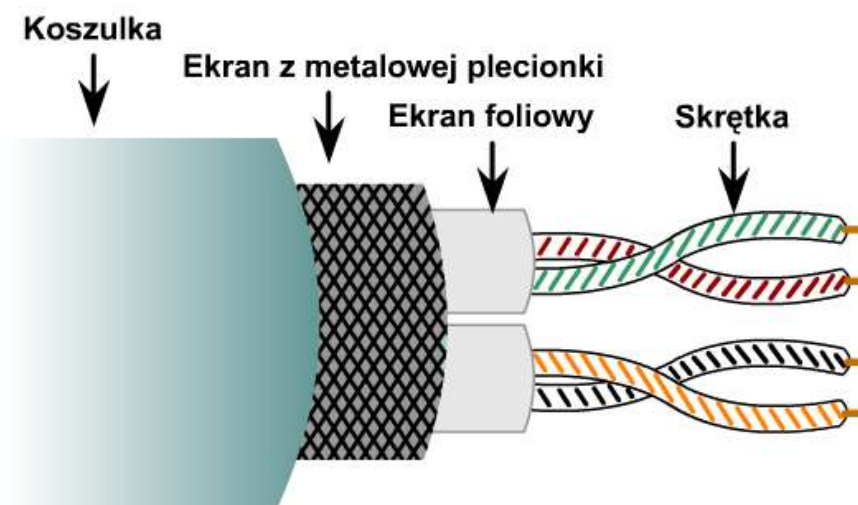


- Szybkość i przepustowość: 10 - 100 - 1000 Mb/s (w zależności od jakości/kategorii kabla)
- Średni koszt węzła: najtańszy
- Rozmiar medium i złącza: mały
- Maksymalna długość kabla: 100 m

Skřętka (*Twisted Pair*)

STP (*Shielded Twisted Pair*):

- Cztery pary izolowanych, splecionych przewodów (1 przeplot na 15cm)
- Wspólna osłona izolacyjna

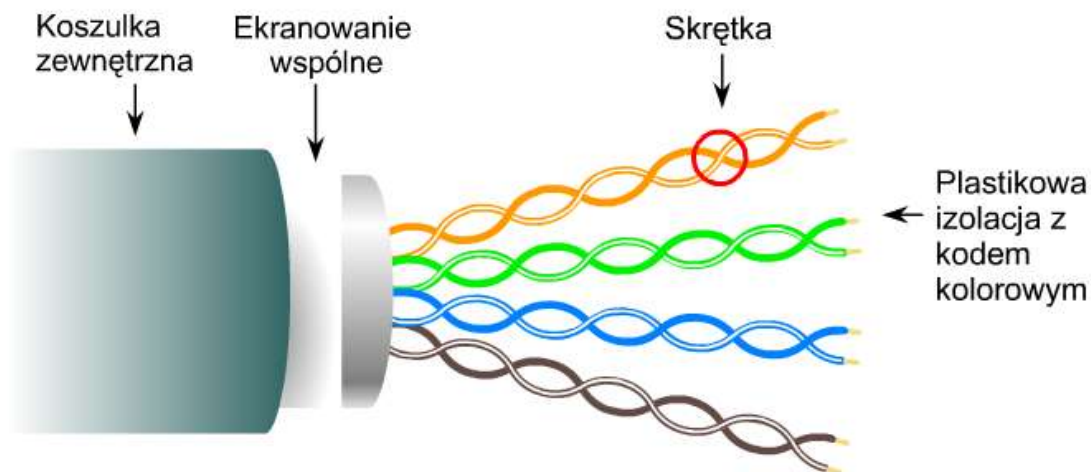


- Szybkość i przepustowość: 10 - 100 Mb/s
- Średni koszt węzła: umiarkowany
- Rozmiar medium i złącza: od średniego do dużego
- Maksymalna długość kabla: 100 m

Skřętka (*Twisted Pair*)

ScTP (*Screened UTP*):

- Cztery pary splecionych przewodów (1 przeplot na 15cm).
- Wspólna osłona izolacyjna.



- Szybkość i przepustowość: 10 - 100 Mb/s
- Średni koszt węzła: umiarkowany
- Rozmiar medium i złącza: od średniego do dużego
- Maksymalna długość kabla: 100 m

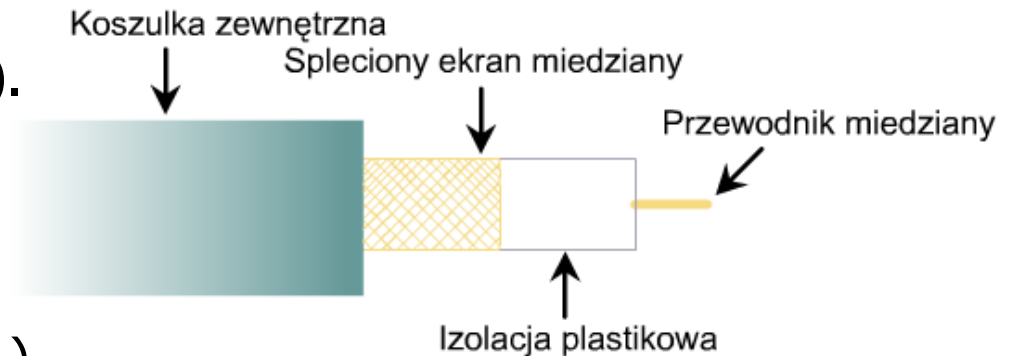
Skřęćka (*Twisted Pair*)

	UTP (<i>Unshielded Twisted Pair</i>) np. 24 AWG (<i>American Wire Gauge</i>)	STP (<i>Shielded Twisted Pair</i>) np. 22 AWG (<i>American Wire Gauge</i>)
Impedancja falowa Z_f [Ω]	93	150
Średnica Φ [mm]	0,51	0,63
Szybkość propagacji sygnału elektrycznego v	0,6 c	0,83 c
Tłumienie dla 4 MHz [dB/km]	60,0	21,0
Uwagi	Tania, łatwa w instalacji (średnica zewnętrzna 4,3mm), emisja dużej ilości energii, duże tłumienie.	Posiada dodatkowy ekran (metalową siateczkę), jest mniej podatna na zakłócenia, trudniejsza w instalacji.
	Kategoria 3 i 4: górny limit częstotliwości 16MHz Kategoria 5 i 5e: górny limit częstotliwości 100MHz Kategoria 6: górny limit częstotliwości wynosi min. 250MHz Kategoria 7: górny limit częstotliwości wynosi min. 600MHz	

Kabel koncentryczny (*coaxial cable*)

Budowa:

- Rdzeń przewód miedziany (Φ_{wew}).
- Izolacja.
- Ekran przewód zewnętrzny.
- Osłona zewnętrzna (Φ_{zewn}).



Złącze BNC →



- Szybkość i przepustowość: 10 - 100 Mb/s
- Średni koszt węzła: tani
- Rozmiar medium i złącza: średni
- Maksymalna długość kabla: 500 m

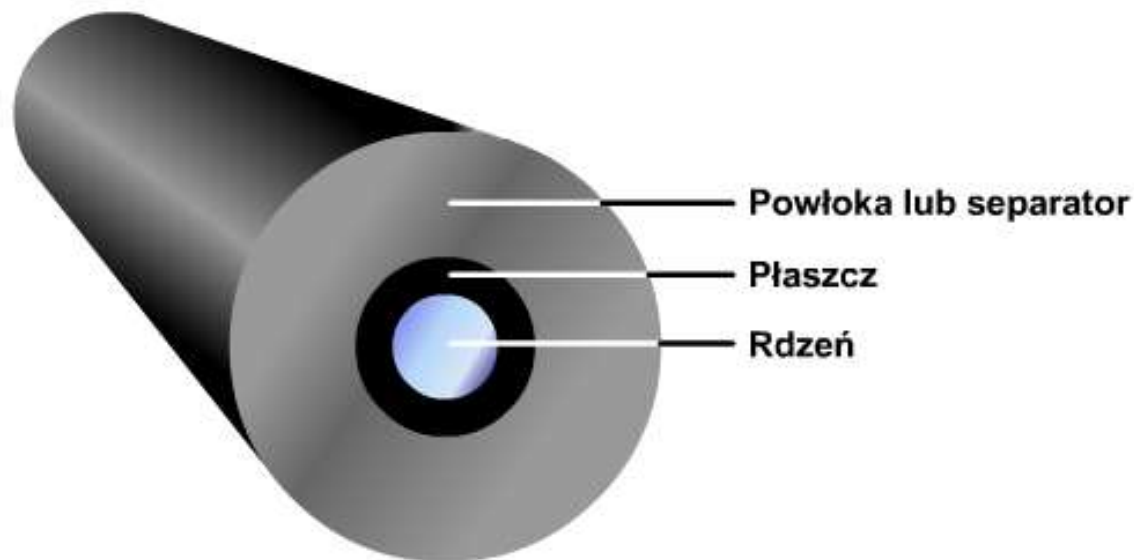
Kabel koncentryczny (*coaxial cable*)

	Gruby (<i>thick</i>) Ethernet np. RG E	Cienki (<i>thin</i>) Ethernet np. RG 58C/U
Impedancja falowa Z_f [Ω]	50	50
Średnica wewnętrzna Φ [mm]	2,17	0,95
Średnica zewnętrzna Φ [mm]	10,3	5,05
Ciężar g [kg/km]	180	37,2
Tłumienie dla 10 MHz [dB/km]	17,0	46,0
Zasięg [m]	500	185

Światłowód (*Fiber-optic cable*)

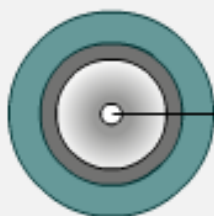
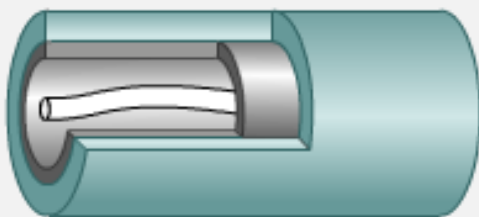
Budowa:

- Zewnętrzna powłoka ochronna (bierna optycznie)
- Płaszcz
- Rdzeń



Światłowód

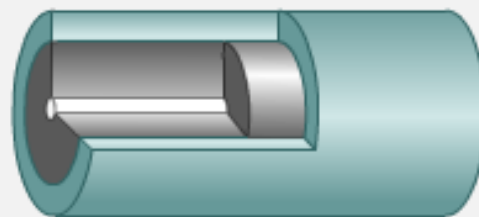
Konstrukcja z luźną tubą



Włókno optyczne

- Włókno może przesuwać się w kablu
- Eliminuje lokalne naprężenia
- Zapobiega mikrozgięciom
- Niższa tłumienność

Konstrukcja z ciasnym separatorem



Warstwy separatora są nałożone bezpośrednio na włókno światłowodowe

- Włókno jest usytuowane trwale w kablu
- Wysoka odporność na uszkodzenia
- Odporność na ścieranie
- Mały rozmiar

Światłowód

	Światłowód wielomodowy	Światłowód jednomodowy
Długość fali świetlnej [nm]	850	1300
Średnica wewnętrzna Φ [μm]	50 lub 62,5	2 – 10
Średnica zewnętrzna Φ [μm]	120	120
Rozszerzenie impulsu τ/L [ns/km]	0,5	0,015
Straty [dB/km]	1	0,5
Zasięg [m]	2000	3000

Światłowody - podstawy fizyczne

Prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej:

- W próżni: $c=3 \cdot 10^8$ m/s
- W innym ośrodku: $v=c/n$, gdzie n – **współczynnik załamania** dla danego ośrodka
- Dla powietrza $n \approx 1$
- Dla wody $n=1,33$
- Dla szkła używanego w światłowodach $n \approx 1,5$

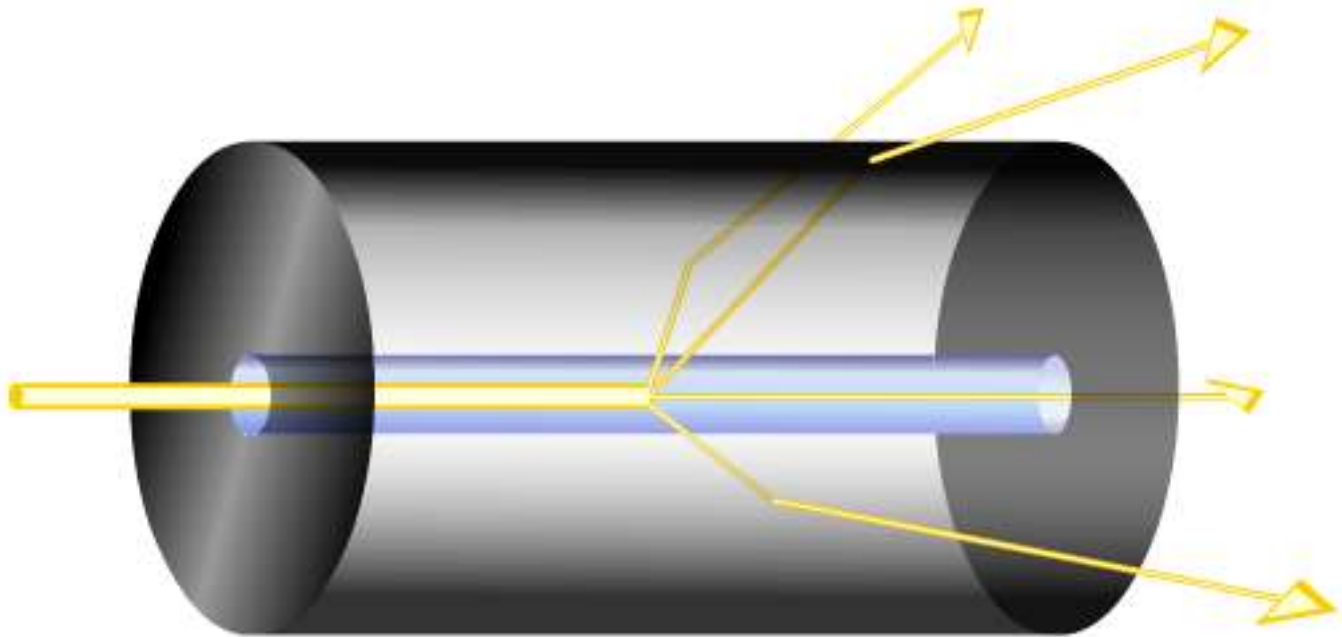
Długość fali.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

gdzie:

v – prędkość rozchodzenia się fali w ośrodku;
 f – częstotliwość fali.

Światłowody - rozpraszanie



Światłowody: całkowite wewnętrzne odbicie

- Najmniejszy kąt padania, przy którym całe światło jest odbijane, nazywamy kątem granicznym całkowitego wewnętrznego odbicia.
- Wyznaczanie kąta granicznego z prawa Snella.

$$\theta_2 = 90^\circ$$

$$\sin \theta_g = \frac{n_2}{n_1}$$

Światłowody: materiały

- Materiały używane w produkcji światłowodów:
 - Szkło – szkło kwarcowe:
 - krzemionka - minerał SiO_2
 - kwarc - krystaliczna odmiana krzemionki
 - Polimer – znacznie gorsze właściwości.

Światłowody: mody

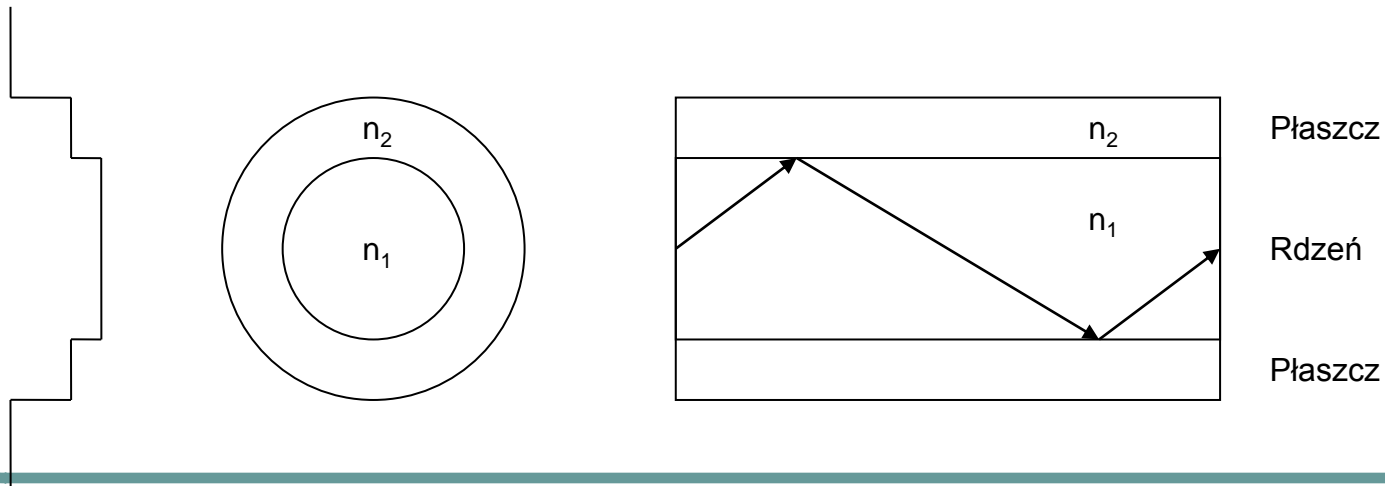
- **Mod**

Trajektoria promienia w włóknie.

Ilość możliwych trajektorii jest liczbą skończoną i zależy od rodzaju światłowodu.

Światłowód wielomodowy skokowy

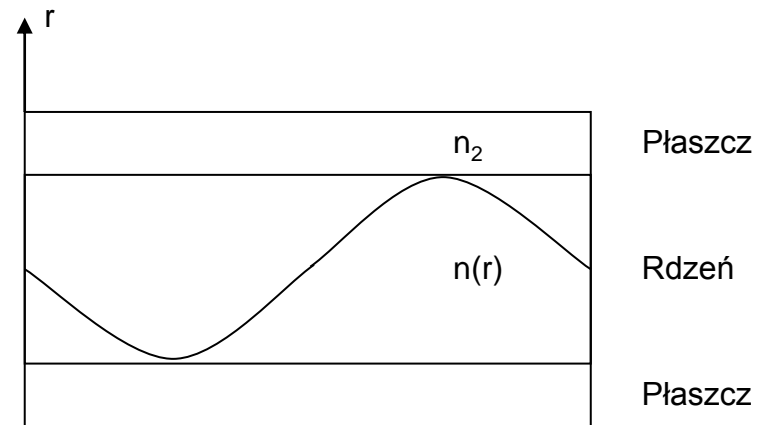
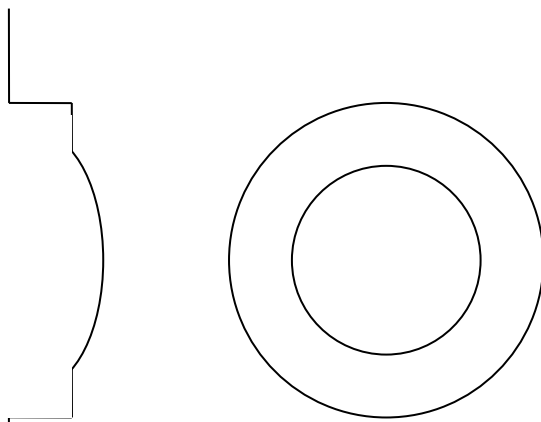
- Światłowody o skokowej zmianie współczynnika załamania są zbudowane z cylindrycznego, dielektrycznego rdzenia o współczynniku załamania n_1 i płaszczu o współczynniku załamania n_2 .
- Wymagane jest, aby kąt odbicia na granicy rdzeń – płaszcz był równy lub większy niż kąt krytyczny (dzięki czemu zachodzi zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia).



Rdzeń około $50\mu\text{m}$

Światłowód wielomodowy gradientowy

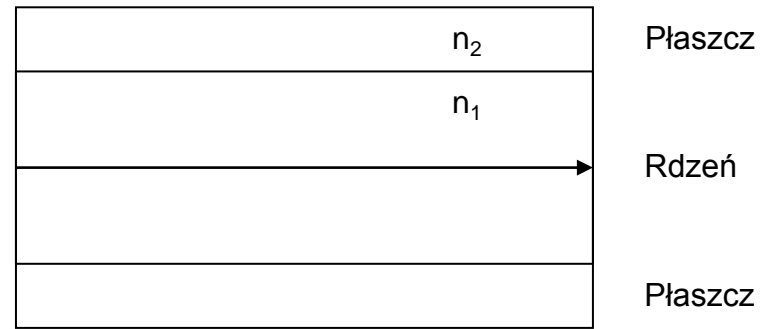
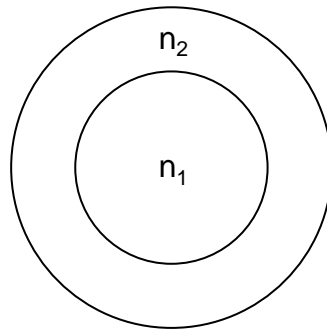
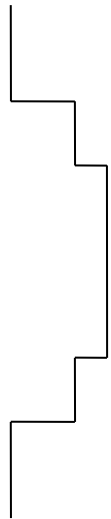
- W światłowodzie gradientowym współczynnik załamania rdzenia jest zmienny, największy na osi, malejący w kierunku granicy rdzenia z płaszczem.
- Promienie światła nie ulegają bezpośredniemu odbiciu na granicy rdzeń – płaszcz, lecz zakrzywiają się, wędrując wzdłuż rdzenia liniami falistymi.



Rdzeń około $50\mu\text{m}$

Światłowód jednomodowy

- Światłowód prowadzący tylko jeden mod, ponieważ rozmiar rdzenia jest zbliżony do długości prowadzonej fali, w związku z czym nie można stosować zasad geometrii optycznej.
- Światłowód jednomodowy można uznać za falowód i analizować propagację światła za pomocą równań Maxwella.



Rdzeń około 2-10 μ m

Światłowody: nadajniki

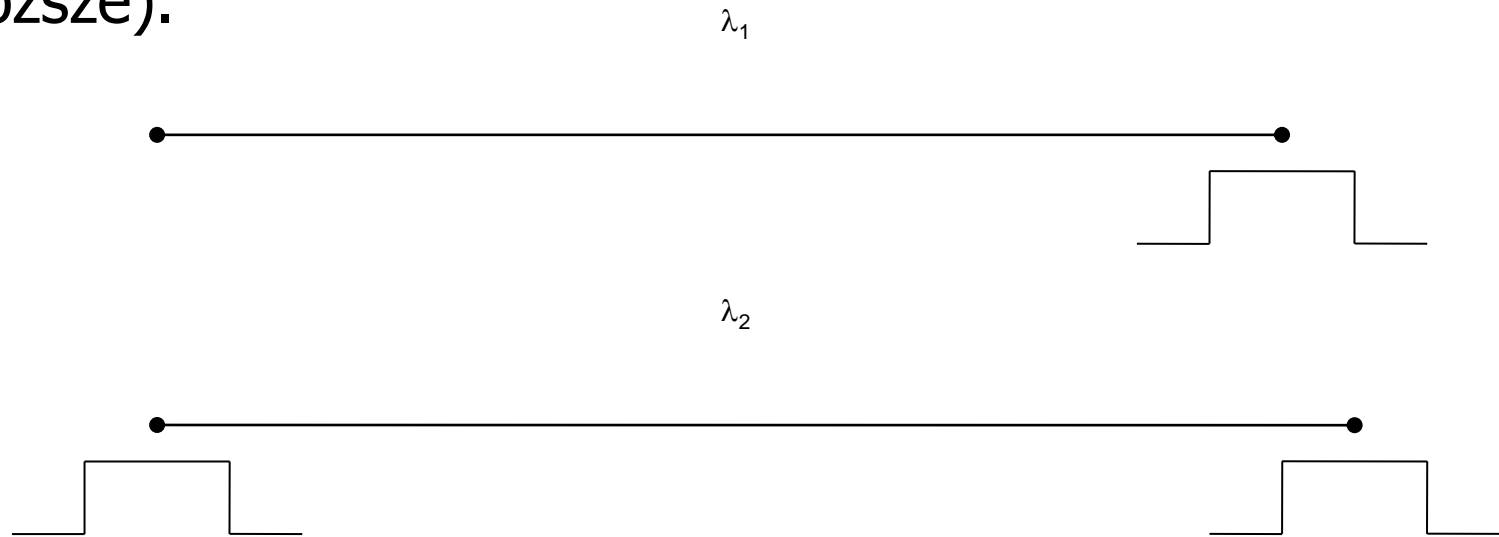
- Źródła promieniowania świetlnego.
 - Dioda LED.
 - Laser (lepsze, droższe, krócej działają).

Światłowody: rozmycie impulsu

- Przyczyny powodujące rozszerzenie impulsu świetlnego:
 - Dyspersja materiałowa.
 - Dyspersja modowa.
 - Dyspersja falowodowa.

Światłowody: dyspersja materiałowa

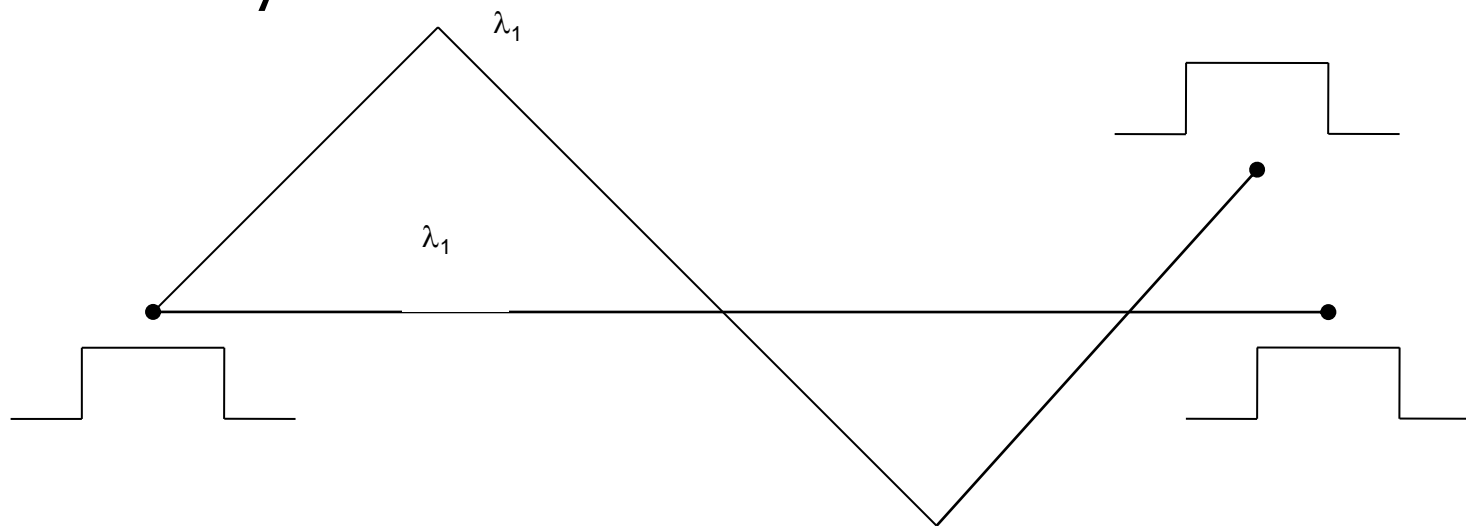
Składowe impulsu świetlnego różniące się długościami fal rozchodzą się wzdłuż tych samych dróg z różnymi prędkościami. Należy więc stosować źródła światła o jak najmniejszej szerokości widma (niestety, są one znacznie droższe).



Światłowody: dyspersja modowa

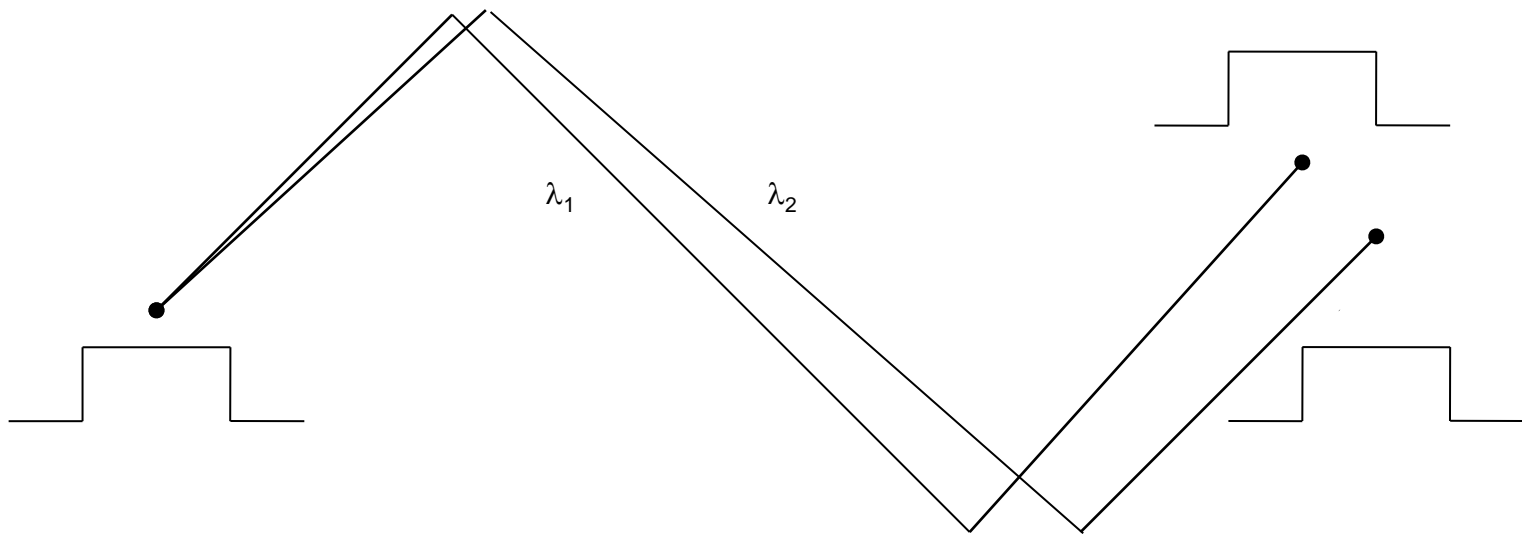
Składowe impulsu o tej samej długości fali dla różnych modów rozchodzą się pod różnymi kątami względem osi, przebywają więc różne długości dróg - dotrą zatem do odbiornika w innym czasie.

Korzystniejsze jest stosowanie światłowodów jednodomowych.



Światłowody: dyspersja falowodowa

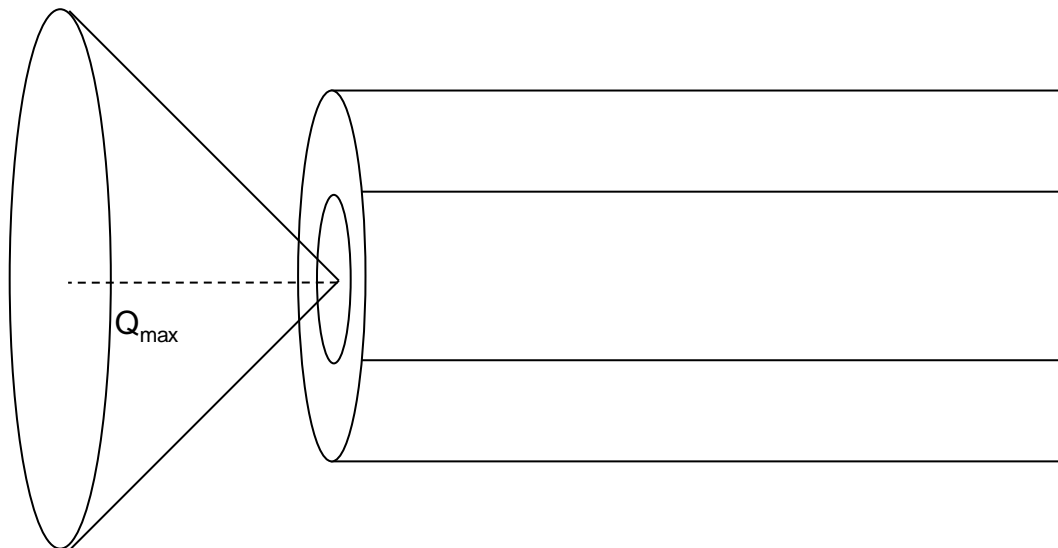
Składowe impulsu optycznego różniące się długościami fal dla określonego modu rozchodzą się jako promienie światła pod nieco różnymi kątami, stąd prędkości wzdłużne propagacji są różne. Należy więc stosować źródła światła o jak najmniejszej szerokości widma.



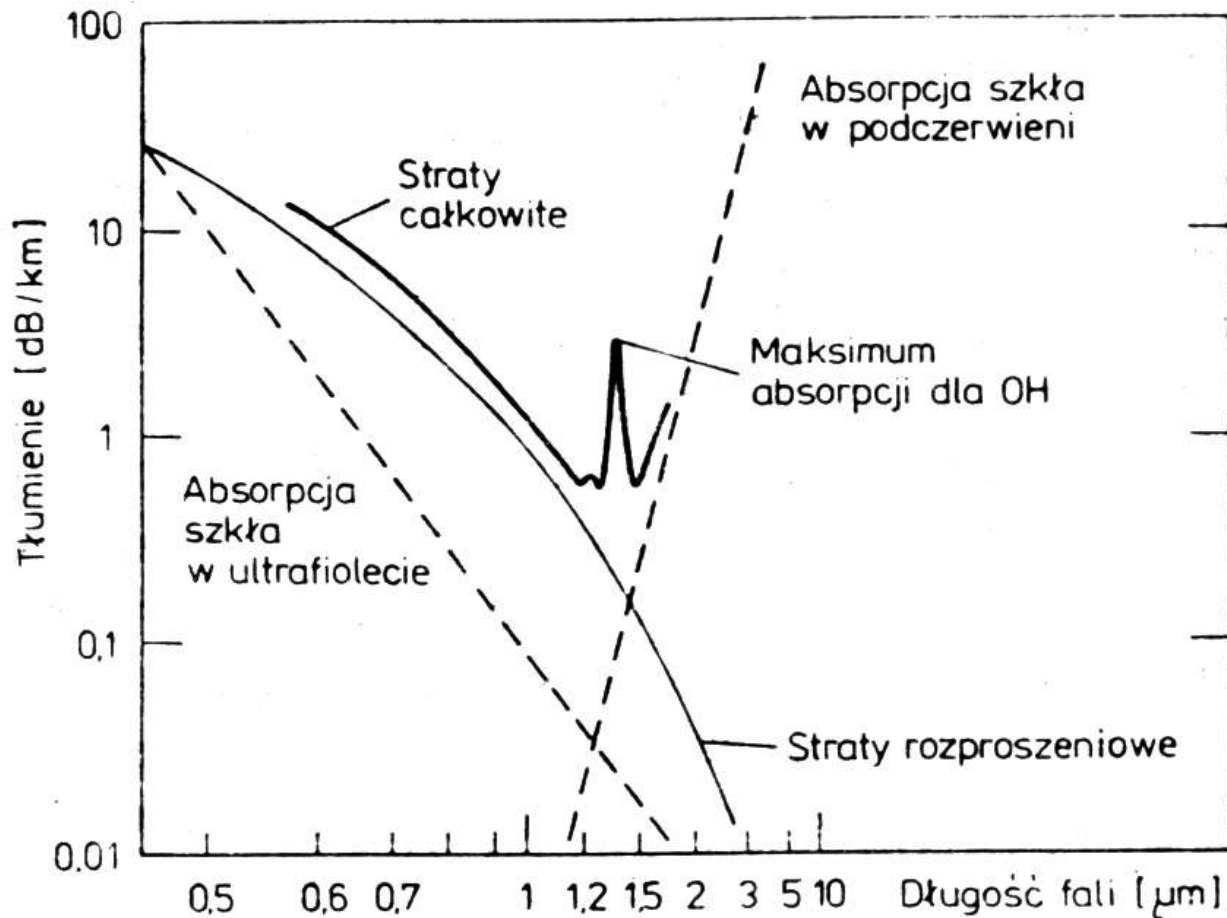
Światłowody: kąt akceptacji

Miara łatwości sprzężenia pomiędzy źródłem promieniowania a włóknem optycznym.

Q_{\max} – maksymalny kąt padania promienia świetlnego na powierzchnię rozgraniczającą powietrze oraz rdzeń światłowodu.



Światłowody: tłumienie



Światłowody: tłumienie

- Dla mniejszych długości fali zwiększona tłumienność ze względu na zjawisko rozpraszania Reyleigha (rozpraszana energia jest proporcjonalna do λ^4), o którym decydują przypadkowe fluktuacje gęstości oraz składu szkła, powodujące zmienność współczynnika załamania.
- Pik tłumienności przypadający na długości $1,24\mu\text{m}$ oraz $1,38\mu\text{m}$ wynika z istnienia pasm pochłaniania jonów OH^- występujących w szkle.

Światłowody: tłumienie

- Wzrost tłumienności powyżej $1,7\mu\text{m}$ wynika bezpośrednio z wiązań cząsteczkowych struktury szkła.
- Zakres widmowy od $0,8$ do $0,92\mu\text{m}$ jest obecnie najbardziej użyteczny, ze względu na dostępność wysokiej jakości źródeł światła i detektorów.
- Zakres $1,3$ do $1,6\mu\text{m}$ jest bardziej atrakcyjny (mniejsze tłumienia) lecz zbudowanie wysokiej klasy nadajników i odbiorników jest znacznie droższe i trudniejsze.

Transmisja bezprzewodowa

- Organizacje i standardy dotyczące sieci bezprzewodowych:
 - Głównym twórcą standardów obowiązujących w sieciach bezprzewodowych jest organizacja IEEE

Transmisja bezprzewodowa

Organizacje i standardy dotyczące sieci bezprzewodowych:

- Podstawową technologią opisaną w standardzie **802.11** jest DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*). Technologia DSSS dotyczy urządzeń bezprzewodowych pracujących w zakresie szybkości od 1 do 2 Mb/s.
- Standard **802.11b** jest nazywany również standardem **Wi-Fi™**, dotyczy systemów DSSS, które pracują z szybkością 1, 2, 5,5 i 11 Mb/s.
- Urządzenia 802.11b uzyskują wyższe szybkości przesyłania danych dzięki zastosowaniu innej techniki kodowania niż w przypadku 802.11, umożliwiając przesłanie większej ilości danych w tej samej ramce czasowej.

Transmisja bezprzewodowa – cd.

Organizacje i standardy dotyczące sieci bezprzewodowych:

- Standard **802.11a** dotyczy urządzeń sieci WLAN pracujących w paśmie transmisyjnym 5 GHz. Szybkość 54 Mb/s, przy zastosowaniu technologii zwanej „podwajanie szybkości” - 108 Mb/s.
- Standard **802.11g** zapewnia taką samą szybkość jak 802.11a, ale jest zgodny wstecz z urządzeniami 802.11b - technologia modulacji OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Transmisja bezprzewodowa

Fale radiowe i mikrofae:

- Nadajniki radiowe konwertują sygnały elektryczne na fale radiowe. Zmiana prądu elektrycznego w antenie nadajnika powoduje wygenerowanie fali radiowej.
- Fale radiowe są tłumione w miarę oddalania się od anteny nadawczej.

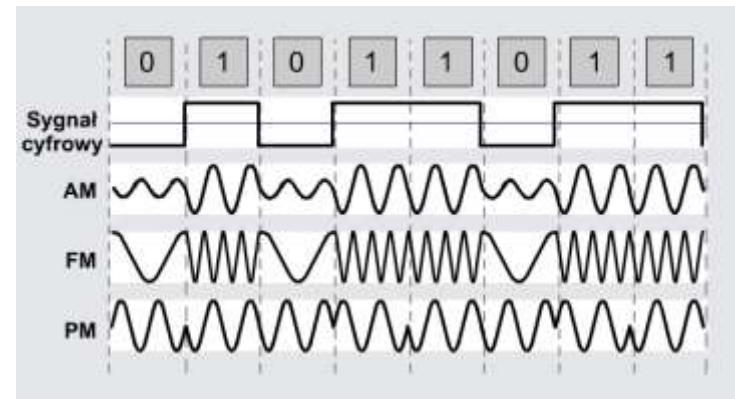
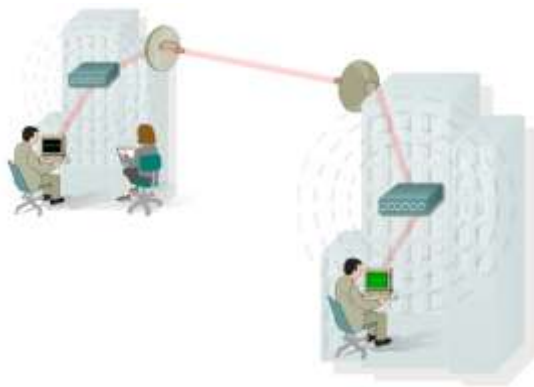
W sieci WLAN sygnał radiowy mierzony w odległości 10 metrów od anteny nadawczej będzie miał tylko 1/100 oryginalnej mocy.

- Fale radiowe mogą być pochłaniane i odbijane przez niektóre ośrodki. Przy przechodzeniu z jednego ośrodka do innego (np. powietrze – ściana gipsowa) fale radiowe ulegają załamaniu. Fale radiowe są również rozpraszane i pochłaniane przez krople wody w powietrzu.

Transmisja bezprzewodowa

Modulacja:

- W nadajniku sygnały elektryczne (dane) pochodzące z komputera lub sieci nie są bezpośrednio wysyłane do anteny nadajnika. Sygnały te są używane do zmiany drugiego, silniejszego sygnału, zwanego nośną.
- Proces zmiany sygnału nośnej, która jest przesyłana do anteny, jest nazywany modulacją.



Modulacja fali elektromagnetycznej

Kluczowanie amplitudy ASK.

- Polega na zmianie amplitudy harmonicznego sygnału nośnego w zależności czy nadawany jest bit 0 czy bit 1:
 - Większa amplituda dla symbolu binarnego 1.
 - Mniejsza dla 0.
- Najprostszy oraz najmniej odporny na zakłócenia rodzaj modulacji (szum ma największy wpływ na amplitudę sygnału).

Modulacja fali elektromagnetycznej

Kluczowanie częstotliwości FSK.

- Polega na zmianie częstotliwości harmonicznego sygnału nośnego, w zależności czy nadawany jest bit 0 czy bit 1:
 - Wyższa częstotliwość dla symbolu binarnego 1.
 - Niższa dla 0.
 - Amplituda jest stała.
- Większa odporność na szумы niż ASK, ale ze względu na dwie różne częstotliwości zajmuje większą szerokość pasma.

Modulacja fali elektromagnetycznej

Kluczowanie fazy PSK.

- Polega na zmianie fazy harmonicznego sygnału nośnego w zależności czy nadawany jest bit 0 czy bit 1:
 - Sygnał synfazowy – sygnał sinusoidalny bez przesunięcia fazowego.
 - Sygnał w przeciwfazie – sygnał sinusoidalny przesunięty w fazie o częstotliwość 180° .
 - Sygnał synfazowy dla symbolu binarnego 1.
 - Sygnał w przeciwfazie dla 0.
 - Amplituda oraz częstotliwość są stałe.
- Podobnie jak FSK jest bardziej odporne na błędy, a dzięki pojedynczej częstotliwości zajmuje dodatkowo mniej pasma.

Modulacja fali elektromagnetycznej

Różnicowe kluczowanie fazy DPSK.

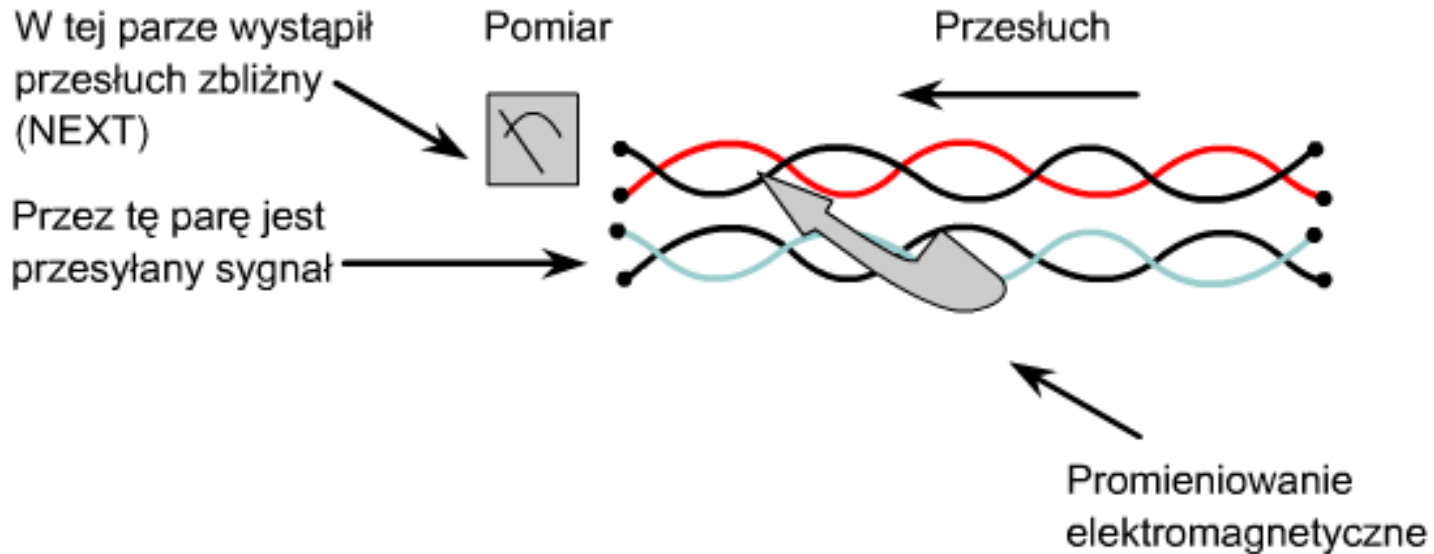
- Symbole binarne są reprezentowane zmianą fazy w sygnale, mierzoną pomiędzy bieżącym a poprzednim odstępem czasowym.
 - Zmiana fazy o -90° dla symbolu binarnego 1.
 - Zmiana fazy o $+90^{\circ}$ dla 0.
 - Amplituda oraz częstotliwość są stałe.
- Podobnie jak FSK jest bardziej odporne na błędy, a dzięki pojedynczej częstotliwości zajmuje dodatkowo mniej pasma.

Przesłuchy w mediach

Najczęściej występują trzy rodzaje przesłuchów:

- **NEXT** – przesłuch zbliżony
- **FEXT** – przesłuch zdalny
- **PSNEXT** – Przesłuch zbliżony skumulowany w jednej parze

Rodzaje przesłuchu - NEXT



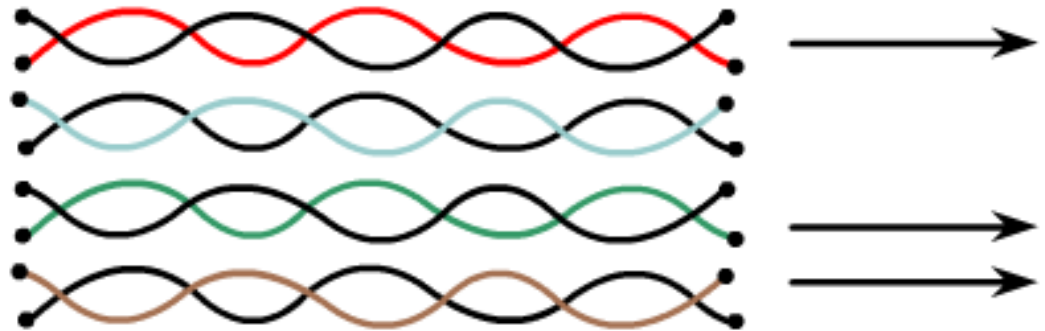
Przesłuch zbliżony (NEXT) jest to stosunek amplitud napięcia sygnału testowego i sygnału przesłuchu mierzonych na tym samym końcu połączenia.

Rodzaje przesłuchu - NEXT

- Przesłuch zbliżony (NEXT) jest wyrażany w decybelach (dB) przy użyciu wartości ujemnych.
- Im większa liczba (mniejsza wartość bezwzględna), tym większy szum.
- Zazwyczaj testery okablowania nie wyświetlają znaku minus oznaczającego ujemne wartości przesłuchu zbliżonego.
- Odczyt NEXT o wartości 30 dB (co faktycznie ma znaczyć -30 dB) oznacza mniejszy przesłuch zbliżony i bardziej czysty sygnał niż odczyt NEXT o wartości 10 dB.

Rodzaje przesłuchu - FEXT

Przesyłanie
przez tę



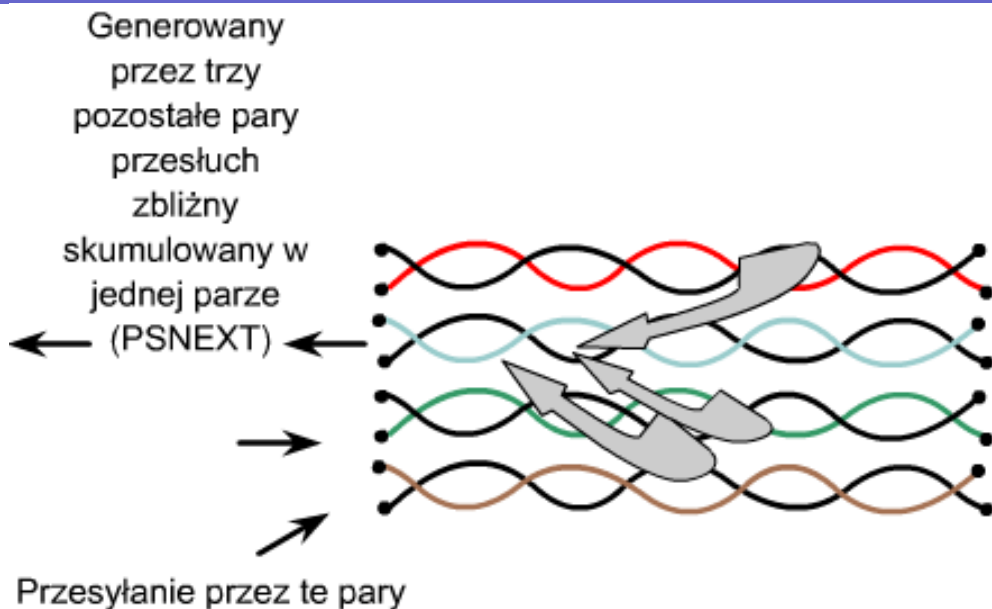
powoduje słaby
przesłuch zdalny (FEXT)
na innych parach

- Ten przesłuch nosi nazwę przesłuchu zdalnego, czyli FEXT.

Rodzaje przesłuchu - FEXT

- Ze względu na tłumienność przesłuch pojawiający się dalej od nadajnika powoduje mniejszy szum w kablu niż przesłuch zbliżony.
- Szum powodowany przez przesłuch zdalny nadal powraca do źródła, ale jest tłumiony podczas powrotu.
- Dlatego nie stanowi on takiego problemu jak przesłuch zbliżony.

Rodzaje przesłuchu - PSNEXT



Przesłuch zbliżony skumulowany w jednej parze (PSNEXT) jest wynikiem kumulacji przesłuchów zbliżonych pochodzących ze wszystkich par przewodów w kablu.

Rodzaje przesłuchu - PSNEXT

- Przesłuch PSNEXT jest obliczany dla każdej pary przewodów na podstawie przesłuchu zbliżonego pochodzącego od pozostałych trzech par.
- Połączony przesłuch z wielu równoległych źródeł transmisji może w znacznym stopniu pogorszyć jakość sygnału.
- Certyfikaty TIA/EIA-568-B wymagają obecnie testów sprawdzających wielkość przesłuchu PSNEXT.

Standardy testowania kabli

Dziesięć podstawowych parametrów, które muszą być przetestowane dla połączenia kablowego, aby spełniało standardy TIA/EIA:

- mapa połączeń
- tłumienność przejścia
- przesłuch zbliżony (NEXT)
- przesłuch zbliżony skumulowany w jednej parze (PSNEXT)
- wyrównany współczynnik przesłuchu zdalnego (ELFEXT)
- skumulowany współczynnik przesłuchu zdalnego (PS ELFEXT)
- straty odbiciowe
- opóźnienie propagacji
- długość kabla
- różnica opóźnień (delay skew)

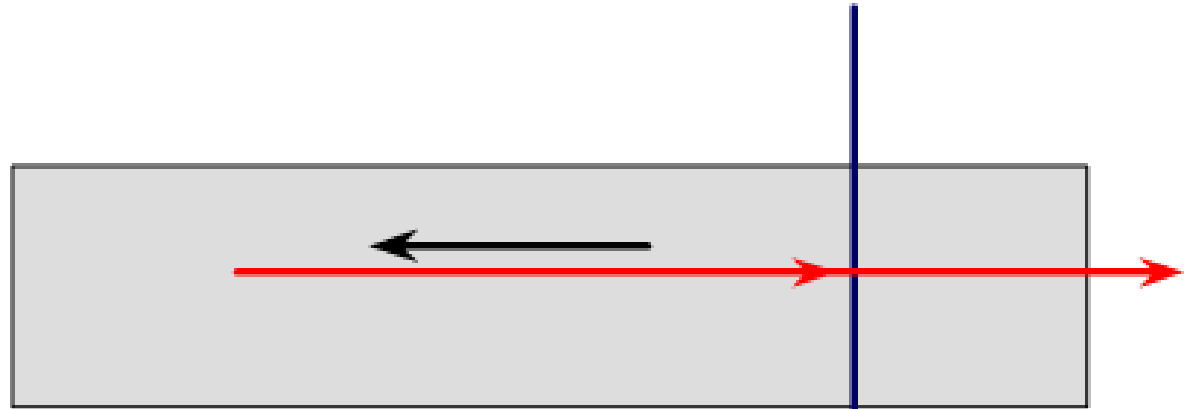
Inne parametry testowe

- Pomiar przesłuchu odbywa się w czterech odrębnych testach
- Tester okablowania wykonuje pomiar przesłuchu zbliżonego, wysyłając sygnał testowy do jednej pary przewodów
- Test ELFEXT (wyrównanego współczynnika przesłuchu zdalnego) jest oparty na pomiarze przesłuchu zdalnego
- Parametr PS ELFEXT stanowi skumulowany efekt przesłuchów ELFEXT ze wszystkich par przewodów

Parametry czasowe

- Opóźnienie propagacji to parametr badany przez prosty pomiar czasu przesyłania sygnału przez testowany kabel.
- Opóźnienia są mierzone w setnych częściach nanosekundy.
- Standard TIA/EIA-568-B określa limit opóźnienia propagacji dla różnych kategorii skrętki nieekranowanej (UTP).
- Różnica między parami w opóźnieniu nosi nazwę różnicy opóźnień.

Testowanie światłowodów



Nieciągłość



Standard - cat 6

- W czerwcu 2002 roku opublikowano uzupełnienie standardu TIA-568 dotyczące okablowania kategorii 6 (Cat 6). Oficjalną nazwą standardu jest ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1.
- Nowy standard opisuje zestaw parametrów wydajnościowych, które należy testować w instalacjach sieci Ethernet, a także określa liczby punktów wymagane do pomyślnego zaliczenia każdego z testów.
- Kable kategorii 6 muszą pomyślnie przejść wszystkie testy.

Standard - cat 6

- Mimo iż testy kategorii 6 są w zasadzie takie same, jak w standardzie Cat 5, certyfikat Cat 6 wymaga większej liczby punktów pomiarowych.
- Kabel kategorii 6 musi przenosić częstotliwości do 250 MHz
- Kabel kategorii 6 musi wykazywać niższe poziomy przesłuchu i strat odbiciowych.

Wykład 4



KONIEC