

Sieci komputerowe

Wykład 3 — Warstwa fizyczna

Marta Szarmach
Zakład Telekomunikacji Morskiej
Wydział Elektryczny
Uniwersytet Morski w Gdyni

03.2022

Plan prezentacji

- 1 Warstwa fizyczna modelu OSI
- 2 Skłętka
 - Budowa i zasada działania
 - Rodzaje i kategorie
 - Standardy
- 3 Światłowód
 - Budowa i zasada działania
 - Rodzaje
 - Złącza
 - Standardy
- 4 Kabel koncentryczny
 - Budowa i zasada działania
 - Złącza
 - Standardy

1. Warstwa fizyczna

Rola, rodzaje mediów transmisyjnych i ich parametry

1. Warstwa fizyczna

Przypomnienie:

Rola warstwy fizycznej

Organizacja przesyłu bitów
poprzez medium transmisyjne:

- regulacja sygnałów elektrycznych/ świetlnych/ radiowych,
- kodowanie,
- formalizowanie budowy przewodów i złączy.

Rodzaje medium transmisyjnego

- Medium przewodowe
 - skłętka
 - kabel koncentryczny
 - światłowód
- Medium bezprzewodowe
 - fale radiowe
 - podczerwień

1. Warstwa fizyczna

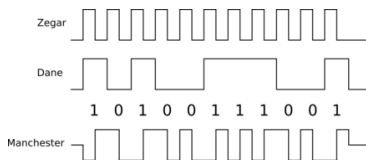
Parametry łącza:

- **Tłumienność** — spadek mocy sygnału (wyrażany najczęściej w logarytmach) w wyniku transmisji przez łącze
- **Przepustowość** — ilość informacji przepływająca przez łącze w jednostce czasu (w b/s, a także wielokrotnościach tej jednostki: kb/s, Mb/s, Gb/s)
- **Opóźnienie** — czas (w ms) pomiędzy wysłaniem wiadomości a jej odebraniem przez odbiorcę
- **Jitter** — maksymalna różnica w opóźnieniach
- **Dupleks** — łącze może umożliwiać w danej chwili jedynie komunikację w jedną stronę (*half duplex*, komunikacja naprzemienna) lub w obu kierunkach jednocześnie (*full duplex*, komunikacja równoczesna)

1. Warstwa fizyczna

Kodowanie sygnału:

- Kod **Manchester**



Przy przesyłaniu '1' następuje zbocze narastające, a przy '0' — opadające, co niweluje przesł składowej stałej i pozwala na synchronizację zegarów podczas transmisji.

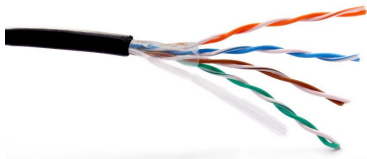
- Kod **4B5B** — koduje każde 4 bity używając predefiniowanych 5-bitowych słów kodowych, w których zawsze bit 1 występuje przynajmniej dwukrotnie
- Kod **4D-PAM5** — 8 bitów konwertuje się do 4 5-wartościowych symboli, które są wysyłane w jednym takcie zegara w formie 5 poziomów napięcia

2. Skrętka

Budowa i zasada działania, rodzaje, standardy

2.1 Skrętka. Budowa i zasada działania

Skrętka składa się z 8 izolowanych miedzianych żył, poskręcanych w 4 pary:

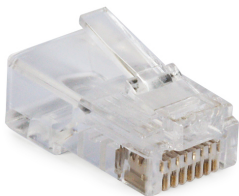


1. pomarańczowa,
2. niebieska,
3. brązowa,
4. zielona.

Sygnały przesyłane są w postaci różnicy potencjałów pomiędzy żyłami w odpowiednich parach.

2.1 Skrętka. Budowa i zasada działania

Skrętka zakończona jest najczęściej wtyczką **8P8C** (często, lecz niepoprawnie nazywaną RJ-45):



- 8 miejsc na styki (ang. *8 Position*),
- 8 styków (ang. *8 Contact*).

Zarobienia kabla (wbicie styków w odpowiednie żyły) dokonuje się za pomocą **zaciskarki**.

2.1 Skrętka. Budowa i zasada działania

Ze względu na swoją budowę, skrętka ma następujące zalety i wady:

Zalety

- Niska cena
- Łatwość w instalacji
- Powszechność urządzeń, z którymi współpracują
- Skręcenie żył z inną częstością ma zminimalizować przesłuchy

Wady

- Mała odporność na zakłócenia
- Ograniczona długość kabla oraz przepustowość
- Występowanie **przesłuchów** — przenikanie sygnałów z jednej pary do innej

2.2 Skrętka. Rodzaje i kategorie

Rodzaje skrętek ze względu na budowę:

UTP

Skrętka
nieekranowana
(ang. *unshielded twisted pair*)



FTP

Skrętka ekranowana
folią (ang. *foiled twisted pair*)



STP

Skrętka ekranowana
siatką (ang. *shielded twisted pair*)



Istnieją też skrętki ekranowane i folią, i siatką (SFTP), oraz takie, w których każda z żył jest ekranowana (U/FTP, F/FTP, S/FTP, SF/FTP).

2.2 Skrętka. Rodzaje i kategorie

Kategorie skrętek:

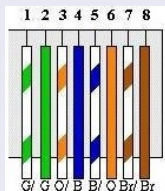
- **Kategoria 5** — kabel nieekranowany, wykorzystuje 4 żyły (pary zielone i pomarańczowe), prędkość do 100 Mb/s
- **Kategoria 5e** — kabel nieekranowany, wykorzystuje wszystkie 8 żył, prędkość do 1000 Mb/s
- **Kategoria 6** — zapewnia separację żył poprzez plastikowy krzyż, wykorzystuje wszystkie 8 żył, prędkość nawet 10 Gb/s (przy długości do 55 m)
- **Kategoria 6A** — może posiadać ekranowanie w postaci folii i plastikowy krzyż, wykorzystuje wszystkie 8 żył, prędkość nawet 10 Gb/s (przy długości do 100 m)
- **Kategoria 7** — ekranowany jest cały kabel oraz każda z par, a nawet złącze, wykorzystuje wszystkie 8 żył, prędkość nawet 10 Gb/s (przy długości do 100 m)

2.3 Skrętka. Standardy

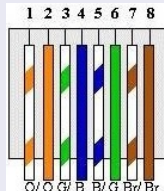
Standard TIA/EIA-568-B:

Opisuje okablowanie strukturalne, m.in. rodzaje zakończeń przewodów w złączu (2 rodzaje):

T568A



T568B



Różnica — zamiana żył z pary zielonej z pomarańczową (TX z RX)

2.3. Skrętka. Standardy

Standard TIA/EIA-568-B:

Wybierając odpowiednie zakończenia (T568A lub T568B) na obu końcach kabla, możemy stworzyć 2 rodzaje przewodów:

- **Kabel prosty** — oba końce zarobione w ten sam sposób (oba albo wg T568A, albo wg T568B); służy do łączenia hostów poprzez urządzenia pośredniczące (komputer - switch - komputer)
- **Kabel skrosowany** — jeden koniec kabla zarobiony wg T568A, a drugi wg T568B; służy do łączenia hostów bezpośrednio (komputer - komputer)

Ciekawostka

Dzięki technologii **Auto MDI-X** nowsze urządzenia same rozpoznają typ kabla podłączony do portu i samodzielnie dokonują zamiany żył „nadawczych” z „odbiorczymi”.

2.3 Skrętka. Standardy

Standardy w ramach IEEE 802.3:

10BASE-T

- Przepustowość do 10 Mb/s
- Skrętka kat. 5, max. 100 m
- Kodowanie Manchester

100BASE-TX (Fast Ethernet)

- Przepustowość do 100 Mb/s
- Skrętka kat. 5, 5e lub 6, max. 100 m
- Kodowanie 4B5B

1000BASE-T (Gigabit Ethernet)

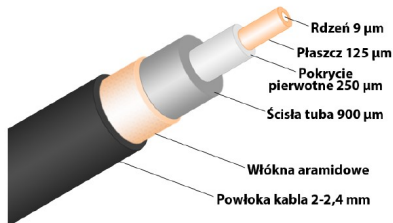
- Przepustowość do 1 Gb/s
- Skrętka kat. 5e i wyżej (wykorzystanie wszystkich 8 żył), max. 100 m
- Dostęp do medium przez CSMA/CD
- Kodowanie 4D-PAM5

3. Światłowód

Budowa i zasada działania, rodzaje, złącza, standardy

3.1 Światłowód. Budowa i zasada działania

Światłowód składa się z dwóch warstw materiału przezroczystego optycznie:



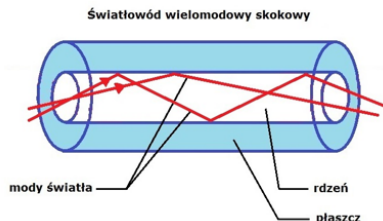
Grafika: <https://fibermarkt.com/>

1. rdzenia (współczynnik załamania światła ok. 1,51),
2. płaszcza (współczynnik załamania światła ok. 1,49),
3. dodatkowych warstw ochronnych.

Sygnaly przesyłane są w postaci impulsów świetlnych.

3.1 Światłowód. Budowa i zasada działania

Zasada działania światłowodu opiera się na zjawisku **całkowitego wewnętrznego odbicia**:



Promień świetlny załamuje się na granicy rdzenia i płaszczu, ale ze względu na to, że

$$n_{rdzenia} > n_{płaszczu},$$

pozostaje „uwięziony” w rdzeniu.

Grafika: <https://www.dataoptics.com.pl/>

3.1 Światłowód. Budowa i zasada działania

Ze względu na swoją budowę, światłowód ma następujące zalety i wady:

Zalety

- Największa spośród znanych mediów przepustowość
- Umożliwia transfer na duże odległości
- Odporność elektromagnetyczna

Wady

- Wrażliwość na zbyt duży promień skrętu (utrata sygnału przez promieniowanie boczne)
- Duży koszt urządzeń współpracujących

3.2 Światłowód. Rodzaje

Podział światłowodów ze względu na wybrane kryterium:

Materiał

- Światłowód szklany
- Światłowód plastikowy
- Światłowód półprzewodnikowy

Ilość przenoszonej informacji

- Jednomodowy —
transmituje jedną „wiązkę”
światła
- Wielomodowy —
transmituje wiele „wiązek”
światła

3.3. Światłowód. Złącza

Przykładowe złącza światłowodowe:

FC (ang. *Fiber Connector*)

Korpus gwintowany



SC (ang. *Standard Connector*)

Mechanizm zatraskowy



LC (ang. *Little Connector*)

Jak SC, lecz mniejsze rozmiary



3.3. Światłowód. Złącza

Do umieszczenia światłowodu w urządzeniach sieciowych służą **wkładki SFP**:

Najczęściej wykorzystują one złącza LC.



3.4 Światłowód. Standardy

Standardy w ramach IEEE 802.3:

10BASE-F

- Przepustowość do 10 Mb/s
- Światłowód max. 4,6 m

100BASE-FX (Fast Ethernet)

- Przepustowość do 100 Mb/s
- Światłowód wielomodowy, max. 2 km
- Długość fali 1300 nm

1000BASE-LX (Gigabit Ethernet)

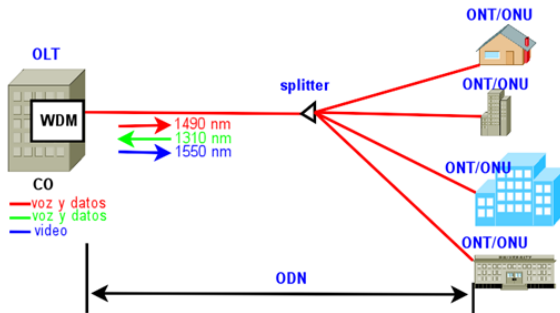
- Przepustowość do 1 Gb/s
- Światłowód jedno- lub wielomodowy, max. 5 km
- Długość fali 1270-1355 nm

1000BASE-SX (Gigabit Ethernet)

- Przepustowość do 1 Gb/s
- Światłowód wielomodowy, max. 500 m
- Długość fali 850 nm

3.4 Światłowód. Standardy

Standard w ramach ITU-T G.984.x — GPON:



Źródło: Huawei

3.4 Światłowód. Standardy

Standard w ramach ITU-T G.984.x — GPON:

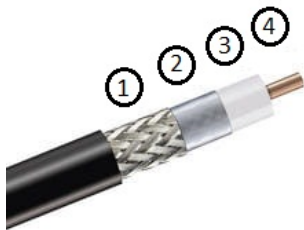
- Urządzenia:
 - OLT (ang. *Optical Line Terminal*) — urządzenie dostawcy internetowego, koncentrator, do którego schodzą się światłowody od klientów
 - ONT (ang. *Optical Network Terminal*) — urządzenie abonenckie, max. 256 na port OLTa
 - ODN (ang. *Optical Distribution Network*) — sieć światłowodowa (św. jednomodowe, max. 60 km)
- Przepływ sygnału:
 - od OLT do ONT — 1490 nm, max. 2488 Mb/s
 - od ONT do OLT — 1310 nm, max. 1244 Mb/s

4. Kabel koncentryczny

Budowa i zasada działania, złącza, standardy

4.1. Kabel koncentryczny. Budowa i zasada działania

Kabel koncentryczny składa się z dwóch współosiowych przewodów (oplotu i rdzenia) oddzielonych dielektrykiem:



- 1. Oplot
- 2. Ekran
- 3. Dielektryk
- 4. Rdzeń

Sygnały przesyłane są w postaci różnicy potencjałów pomiędzy oplotem a rdzeniem.

4.1. Kabel koncentryczny. Budowa i zasada działania

Ze względu na swoją budowę, kabel koncentryczny ma następujące zalety i wady:

Zalety

- Odporność elektromagnetyczna — kabel jest ekranowany
- Odporność mechaniczna

Wady

- Niewygodny w instalacji (mało elastyczny)
- Ograniczona przepustowość łącza (działa tylko w trybie *half duplex*)

4.2. Kabel koncentryczny. Zlaczta

Przykladowe zlaczta laczące kable koncentryczne:

BNC

- Zapięcie bagnetowe
- Do kabli o impedancji 50 lub 75 Ω



F

- Zakręcane lub zaciskane
- Do kabli o impedancji 75 Ω



4.3. Kabel koncentryczny. Standardy

Standardy w ramach IEEE 802.3:

10BASE2

- Cienki kabel koncentryczny o grubości 5 mm i impedancji 50 Ω , max. 185 m
- Przepustowość do 10 Mb/s
- Kodowanie Manchester
- Karty sieciowe przyłączane do magistrali za pomocą rozgałęźnika BNC

10BASE5

- Gruby kabel koncentryczny o grubości 9,5 mm, impedancji 50 Ω , max. 500 m
- Przepustowość do 10 Mb/s
- Kodowanie Manchester
- Karty sieciowe przyłączane przez przebijanie kabla magistralnego złączem „wampirowym”