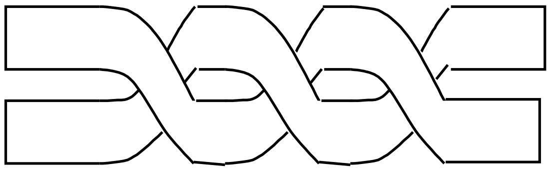
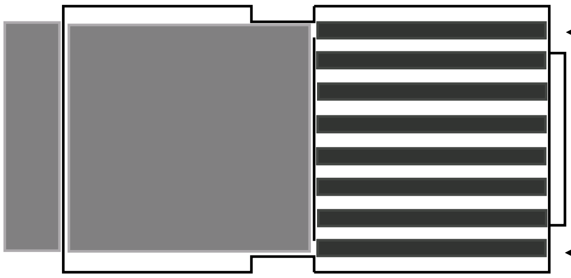
Budowa kabla skrętka



- Podstawowym wyróżnikiem tego kabla jest liczba skręceń na metr bieżący.
- Im większa liczba skręceń tym, kabel ma mniejsze tłumienie i nadaje się do przesyłania większych częstotliwości.
- W rzeczywistym kablu połączone ze sobą są 4 pary skręconych kabli.
- Czasami dodaje się ekran, ale wtedy kabel opisują oddzielne standardy.

Wtyczki dla kabla skrętka



- Według standardu T568A/B

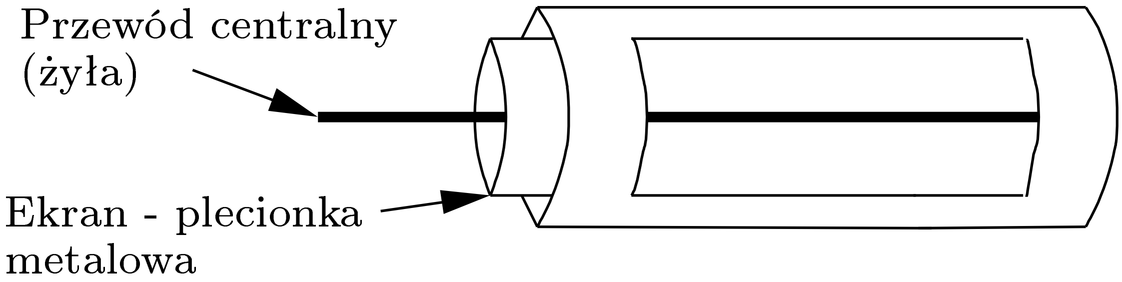
Nr	TIA568A	TIA568B
1	Biały/Zielony,	Biały/Pomarańczowy,
2	Zielony,	Pomarańczowy,
3	Biały/Pomarańczowy,	Biały/Zielony,
4	Niebieski,	Niebieski,
5	Biały/Niebieski,	Biały/Niebieski,
6	Pomarańczowy,	Zielony,
7	Biały/Brązowy,	Biały/Brązowy,
8	Brązowy,	Brązowy.

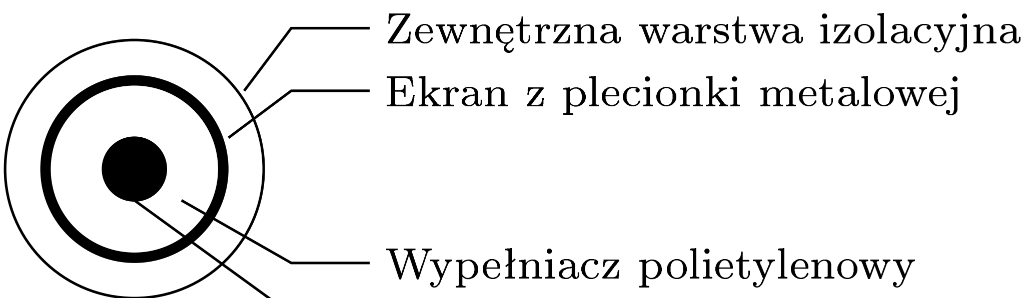
Kalibrowanie kabla skrętka

Częstotliwość (MHz)	UTP 3	UTP 5	STP
1	2.6	2.0	1.1
4	5.6	4.1	2.2
16	13.1	8.2	4.4
25	—	10.4	6.2
100	—	22.0	12.3
300	—	—	21.4

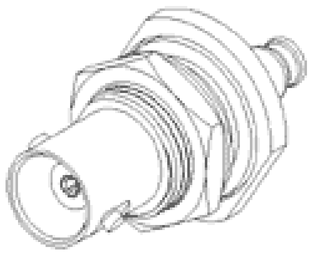
Tłumienie podane w dB/100 m kabla.

Budowa kabla koncentrycznego



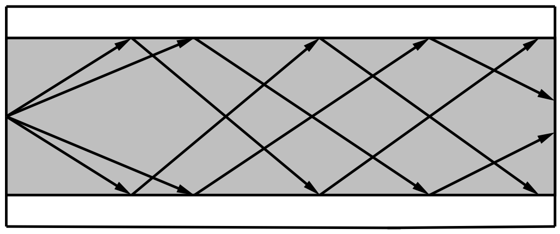


Wtyczki dla kabla koncentrycznego

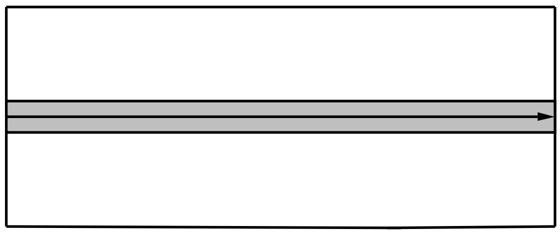


- wejście BNC,
- wampirek,
- terminator.

Kabel światłowodowy



Światłowód wielomodowy



Światłowód jednomodowy

- W światłowodzie wielomodowym światło wchodzi do nośnika pod wieloma kątami, co powoduje zakłócenia,
- W światłowodzie jednomodowym jest miejsce tylko na jeden kąt wysyłania światła.
- Elementy światłowodu: osłonka, płaszcz, rdzeń.

Spektrum poszczególnych nośników

Nośnik	Od	Do
Skrętka	0 Hz	10^8 Hz
Kabel koncentryczny	10^3 Hz	10^9 Hz
Światłowód	10^{14} Hz	10^{15} Hz

Historia Ethernetu w skrócie

- 1968-1972 - prekursor, system radiowy ALOHA opracowany przez Normana Abramsona

- 1972-1975 - pierwsze eksperymenty z sieciami Ethernetowymi. Prowadzone głównie u XEROX-a,
- - patent dla Ethernetu,
- 1979-1983 - konsorcjum DIX (Digital, Intel, Xerox),
- Czerwiec 1981 - powołanie komisji 802.3,
- Początek lat 80-tych - Novell wprowadza własne protokoły oparte
- 1983 - opracowanie 10Base5 (10Mb/s na odległość do 500 m).
- 1984 - opracowanie 10Base2 (10Mb/s na odległość do 200 m).

Historia Ethernetu w skrócie c.d.

- 1986 - opracowanie 1Base5 (1Mb/s na odległość do 500 m), standard inaczej zwany StarLAN, pierwsza próba oparcia standardu na kablu skrętkowym.
- 1990 - IEEE przyjmuje standard 802.3i/10BaseT, 10Mb/s standard Ethernetu opartego na skrętce
- 1992 - początek wojny standardów 100Mb/s: Grand Junction kontra Hewlett-Packard; główny spór dotyczył protokołu dostępu do nośnika: czy ma zostać zachowane CSMA/CD, czy też ma być wprowadzony nowy protokół oparty na priorytetach.
- 1998 - 802.5z, czyli 1000BaseSX, 1000BaseLX, 1000BaseCX, Ethernet gigabitowy.
- 1998 - 802.ab, czyli 1000BaseT, Ethernet gigabitowy oparty na skrętce kategorii 5.

Wybrane ethernetowe standardy warstwy fizycznej

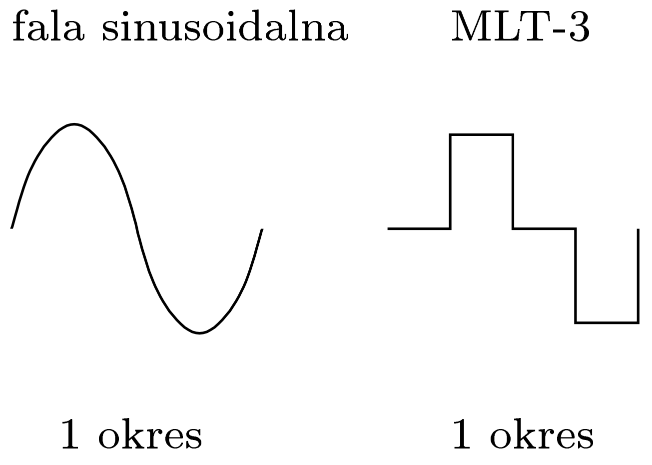
- 10Base5 - pierwszy historycznie standard, 1 segment do 500 metrów (stąd 5 w nazwie), użyty był gruby kabel koncentryczny; użyty algorytm CSMA/CD i kodowanie Manchester.
- 10Base2 - 1 segment do 185 metrów (stąd 2 w nazwie), użyty był cienki kabel koncentryczny; użyty algorytm CSMA/CD i kodowanie Manchester.
- 10BaseT - 1 segment do 100 metrów (tłumienie mniejsze niż 11 dB), użyty kabel skrętka co najmniej UTP-3; użyty algorytm CSMA/CD i kodowanie Manchester.
- 100BaseT4 - 1 segment do 100 metrów (tłumienie mniejsze niż 11 dB), użyty kabel skrętka co najmniej UTP-3; użyty algorytm CSMA/CD, rozdzielanie danych na 3 pary (4 pary używane), kodowanie 8B/6T (oraz wersja NRZI).

Wybrane ethernetowe standardy warstwy fizycznej c.d.

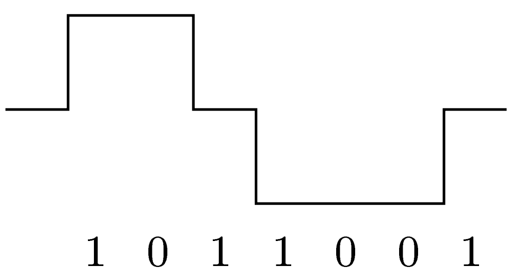
- 100BaseTX - 1 segment do 100 metrów (tłumienie mniejsze niż 11 dB), użyty kabel skrętka co najmniej UTP-5; użyty algorytm CSMA/CD, kodowanie MLT-3 oraz 4B/5B.
- 100BaseFX - 1 segment nawet do 2000 m, użyty światłowód wielomodowy 62,5/125 μm; użyty algorytm CSMA/CD, kodowanie NRZI oraz 4B/5B.
- 1000BaseSX - 1 segment 220-550 m, użyty światłowód wielomodowy 50, 62,5/125 μm; użyty algorytm CSMA/CD, kodowanie NRZI oraz 8B/10B.
- 1000BaseLX - 1 segment 550 m (wielomodowy) lub 5000 m (jednomodowy), użyty światłowód wielomodowy 50, 62,5/125 μm lub jednomodowy 8-10 μm; użyty algorytm CSMA/CD, kodowanie NRZI oraz 8B/10B.

- 1000BaseCX - 1 segment 25 m, użyty kabel 150-omowy twinax (skrętka ekranowana); użyty algorytm CSMA/CD, kodowanie NRZI oraz 8B/10B.
- 1000BaseT - 1 segment 100 m, użyty kabel skrętka UTP-5; użyty algorytm CSMA/CD, przesyłanie danych przez 3 pary (4 użyta) kodowanie NRZI oraz 4D-PAM5.

Kodowanie MLT-3



- Mamy 3 poziomy napięcia: +1, 0, -1.
- Zmiana napięcia na następne z kolei oznacza bit 1.
- Brak zmiany napięcia oznacza bit 0.
- W trakcie 1 okresu kodujemy co najmniej 4 bity.



Dlaczego Ethernet 100 Mb działa w kablu UTP-5?

- Gdyby 100BaseTX działało z kodowaniem Manchester, to uzyskalibyśmy częstotliwość 100Mhz, czyli dopuszczalną dla UTP-5, ale przy tłumieniu 22 dB/100 m.
- Stosujemy mądre kodowanie:
  - najpierw przekształcamy zgodnie z kodowaniem 4B/5B (100 Mb/s $\rightarrow$ 125 Mb/s),
  - następnie kodujemy bity za pomocą kodowania MLT-3 (125 Mb/s $\rightarrow \leq$ 31.25 MHz).

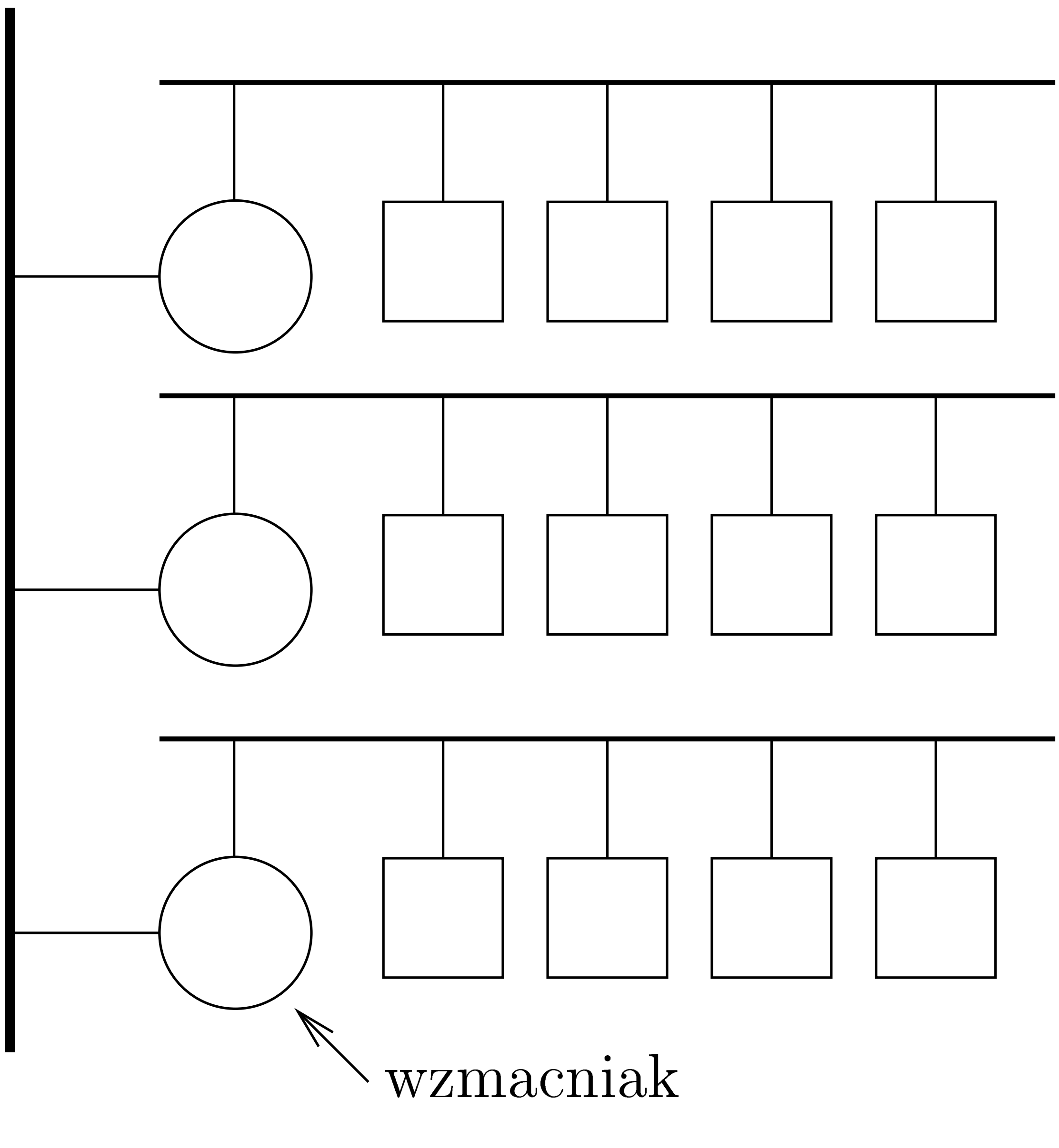
Autonegocjacja (skrętka)

- Jest wiele standardów Ethernetu, które mogą działać na jednym rodzaju kabla (czy to UTP-3, czy to UTP-5).
- Autonegocjacja jest rozszerzeniem sygałów integralności łącza wysyłanych co 201 μs.
- Autonegocjacja odbywa się za pomocą tzw. szybkich impulsów łącza (FLP).
- Za impulsem integralności wysyłana jest paczka FLP.
- Paczka ma postać: 17 impulsów zegarowych, między którymi może się pojawić do 16 impulsów „bitowych”.
- Każdemu bitowi przypisana jest technika Ethernetowa, np. 6. bit to 100BaseTX, 8. bit to 10BaseT.

Wzmacniaki

- To urządzenia, które pozwalają na rozszerzenie zasięgu sieci poprzez wzmocnienie przesyłanego w niej sygnału (być może inteligentne).
- W Ethernecie 10 Mb stosowana jest zasada: 5-4-3-2-1 (5 segmentów, 4 wzmacniaki, 3 segmenty z węzłami, 2 segmenty bez węzłów, 1 domena kolizyjna).
- W Ethernecie 100 Mb stosowana jest zasada czasowa: pomnożony przez dwa faktyczny czas podróży sygnału między dwoma najbardziej oddalonymi elementami układu musi być mniejszy od dopuszczalnego czasu przejścia sygnału w sieci.
- Czas przejścia sygnału w sieci = czas trwania 1 bitu × minimalny rozmiar ramki.
- „Inteligentne” wzmacniaki są wolniejsze.
- Wzmacniak jest urządzeniem warstwy fizycznej.

Wzmacniaki — przykład



Mosty

- Most zna adresy w dwu sieciach i może przekazywać ramki z jednej do drugiej.
- W sieci źródłowej udaje on komputer odbiorcy.
- W sieci docelowej udaje on komputer nadawcy.
- most *uczący się* (*inteligentny*) na bieżąco dowiaduje się, które komputery znajdują się w której sieci, wykorzystuje do tego adresy nadawców.
- Most reaguje na wiele adresów fizycznych.
- Most jest urządzeniem warstwy łącza.

CSMA/CD

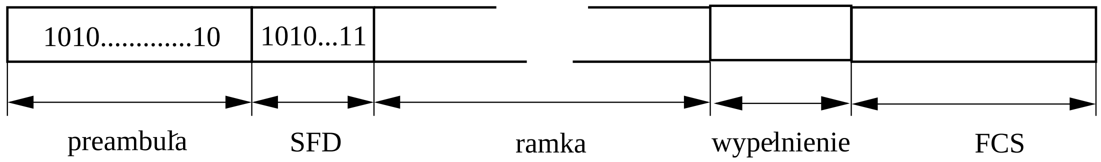
- CSMA/CD — Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect.
- Stosowany jest następujący algorytm
  1. Stacja jest gotowa do nadawania.
  2. Sprawdź nośnik.
  3. Jeśli nośnik jest zajęty, to skocz do punku 2.
  4. Jeśli nośnik jest wolny przez określony czas zwany IFG (inter frame gap), to inicjujemy transmisję.
  5. Transmisja - monitorujemy przez pewien czas, czy nie ma kolizji.
  6. Jeśli pojawiła się kolizja, przechodzimy do punktu 8.
  7. Jeśli nie ma kolizji podczas całej transmisji, pomyślnie kończymy wysyłanie danych i wracamy do punktu 1.

8. Stacja wysyła do nośnika sygnał wykrycia kolizji, aby wszystkie stacje wiedziały, jaka jest sytuacja.
9. Stacja czeka przez pewien czas zgodnie z algorytmem ustalania czasu oczekiwania, a następnie przechodzi do punktu 2. Jeśli dla danego pakietu trafimy do obecnego punktu k razy, to porzucamy pakiet.

Parametry sieci

Parametr	10 Mb/s	100 Mb/s
Minimalny rozmiar ramki	512 bitów	512 bitów
Minimalny odstęp między ramkami	96×1 bit	96×1 bit
Liczba prób CSMA/CD	16	16
Rozmiar bełkotu	32 bity	32 bity
Maksymalny rozmiar ramki	1518 bajtów	1518 bajtów
Rozmiar adresu	48 bitów	48 bitów

Przesyłanie ramki w kablu



- preambuła - 7 bajtów bitów o wartościach na przemian 1,0; umieszczona w celu zapewnienia synchronizacji czasowej między nadawcą a odbiorcą;
- SFD (Start Frame Delimiter) - 1 bajt prawie taki jak bajty preambuły, z tym, że ostatnie dwa bity to dwie jedynki;
- pakiet - od 46 do 1500 oktetów ramki warstwy łącza;
- FCS (Frame Check Sequence) - 4 oktety CRC obliczone zgodnie z wielomianem AUTODIN II ($X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^{8} + X^{7} + X^{5} + X^{4} + X^{2} + X^{1} + 1$)
- wypełnienie - opcjonalne pole wypełniane zerami, gdy długość pola właściwych danych nie przekracza minimalnego rozmiaru ramki.