



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Sieci komputerowe

Ethernet

Akademia Górniczo-Hutnicza
25.03.2015, Kraków

dr inż. Andrzej Opaliński
andrzej.opalinski@agh.edu.pl

Plan wykładu

- Historia
- Ramka Ethernet
- Adresowanie
- Transmisja danych
- Budowa sieci
- Rodzaje kodowania
- Standardy
- Podsumowanie

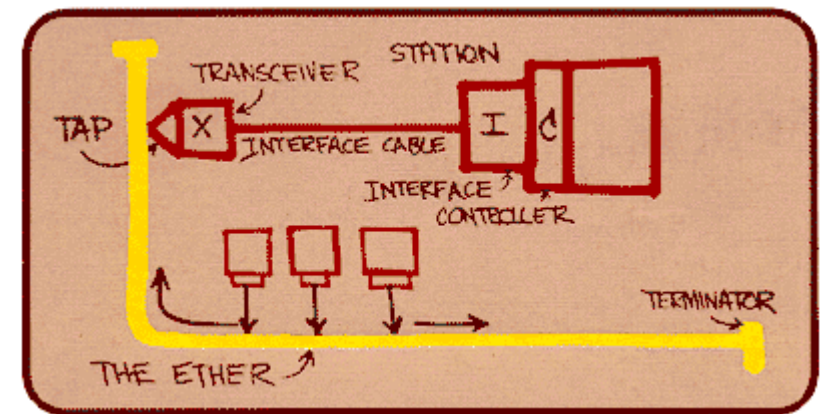


Definicja

- Grupa standardów opisujących budowę sieci komputerowych
 - Specyfikacja przewodów
 - Specyfikacja sygnałów
 - Format ramek
 - Protokoły 2 najniższych warstw modelu ISO-OSI
 - Warstwy łącza danych
 - Warstwy fizycznej
- Specyfikacja w standardzie IEEE 802.3



- 1968-1972 – sieć „Aloha”
 - Uniwersytet Hawajski
 - Komunikacja radiowa, wyspy
 - Domniemanie kolizji
- 1972-1977 – prace w firmie Xerox PARC
 - 1976 – pierwszy schemat sieci Ethernet
 - 1976 – artykuł w Communication of the Association for Computing Machinery (CACM):
Bob Metcalfe, David Boggs – „Ethernet Distributed Packet Switching for Local Computer Networks”
 - 1977 – patent nr 4063220 - „Multipoint Data Communication System With Collision Detection”
- 1979 – 1983 – prace konsorcjum DIX (Digital-Intel-Xerox)
 - 1980 – Ethernet v.1.0 (Ethernet Blue Book) (DIX Ethernet)
 - 1982 – specyfikacja Ethernet v.2.0 (DIX v.2.0)



- 1985
 - akceptacja przez stow. IEEE jako standard Ethernet 802.3
 - protokół CSMA/CD
(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
- 1989
 - Przyjęcie Ethernetu jako standard ISO/IEC/IEEE 8802-3
- Kolejne główne standardy Ethernetu
 - 1985 – 802.3a – 10Base2 (10Mb/s, 200m, koncentryk)
 - 1990 – 802.3i – 10BaseT (10Mb/s, skrętka)
 - 1995 – 802.3u – 100BaseT – FastEthernet + autonegocjacja
 - 1998 – 802.3x – 1000Base-X – Ethernet gigabitowy
 - 1999 – 802.3ab – 1000BaseT – 1Gb/s, skrętka kat. 5
 - 2002 – 802.3ae – 10GBase-X (10Gb/s, światłowód)
 - 2004 – 802.3ak – 10GBase-CX4 (skrętka)
 - 2006 – 802.3an – 10GBASE-T (10Gb/s, skrętka kat.6, 6a,7)
 - 2010 – 802.3ba – 40Gb/s, 100Gb/s Ethernet Task Force (klastry blade, obwody drukowane, dwużyłowe koncentryki, światłowody jednomodowe)

HAPPY 40TH ANNIVERSARY ETHERNET!

IEEE 802.3™ ETHERNET STANDARDS MILESTONES

28th December 2012	2012 Revision of Ethernet Std
30th September 2010	Energy-efficient Ethernet
17th June 2010	40Gb/s and 100Gb/s Ethernet
22nd March 2007	Backplane Ethernet
6th April 2005	Ethernet in First Mile
12th June 2003	Power over Ethernet
13th June 2002	10Gb/s Ethernet
30th March 2000	Link Aggregation
25th June 1998	1000Mb/s Ethernet
20th March 1997	Full Duplex Ethernet
14th June 1995	100Mb/s Ethernet
28th September 1990	10BASE-T
10th December 1987	10Mb/s Fiber (FOIRL)
12th December 1985	10Mb/s Repeater
23rd June 1983	10Mb/s Ethernet
1973	Ethernet Invented

For information on the IEEE Ethernet standards that help transform the way people live, work and communicate visit: standards.ieee.org

Typy ramek Ethernet

- IEEE 802.3
- Ethernet
- VLAN – 802.3ac

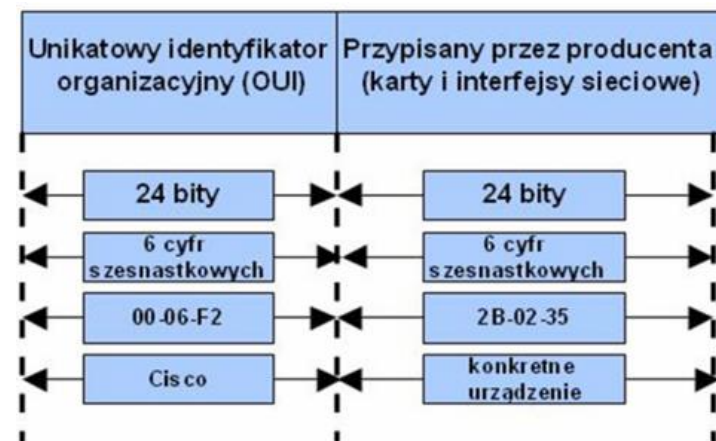
IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	46 do 1500	4
Preambula	Początek znacznika ramki	Adres odbiorcy	Adres nadawcy	Długość / Typ	Dane i nagłówek 802.2	Kod kontrolny ramki

Ethernet						
8	6	6	2	46 do 1500	4	
Preambula	Adres odbiorcy	Adres nadawcy	Typ	Dane	Kod kontrolny ramki	

Format ramki Ethernet

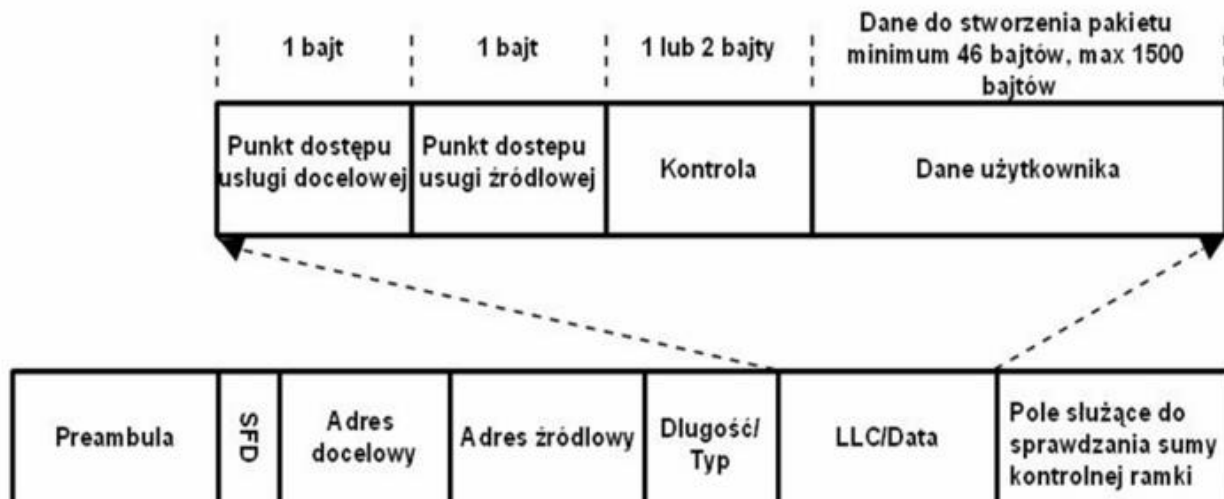
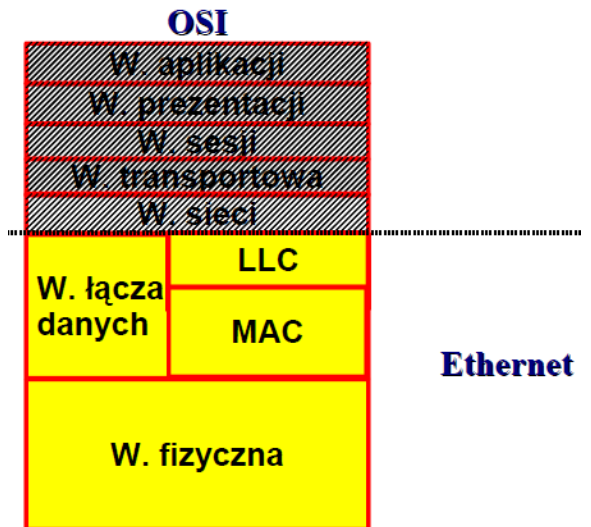
Bajty					
8	6	6	2	46 - 1500	4
Preambuła	Adres odbiorcy	Adres nadawcy	Typ ramki	Dane	Frame Check Sequence

- Preambuła (8 bajtów)
 - 7 pierwszych bajtów - naprzemienne 0 i 1 (synchronizacja)
 - Ostatni bajt – SDF (start frame delimiter) – 10101011
- Adres MAC odbiorcy
- Adres MAC nadawcy
- Długość ramki (<1536) lub typ protokołu (>1536)
 - 0800 IPv4
 - 0806 ARP
 - 8100 IEEE 802.1Q/p VLAN-tagged frames
 - 814C SNMP
 - 880B PPP
- Dane (uzupełniane zerami, jeśli mniej niż 46 bajtów)
- Suma kontrolna (CRC)



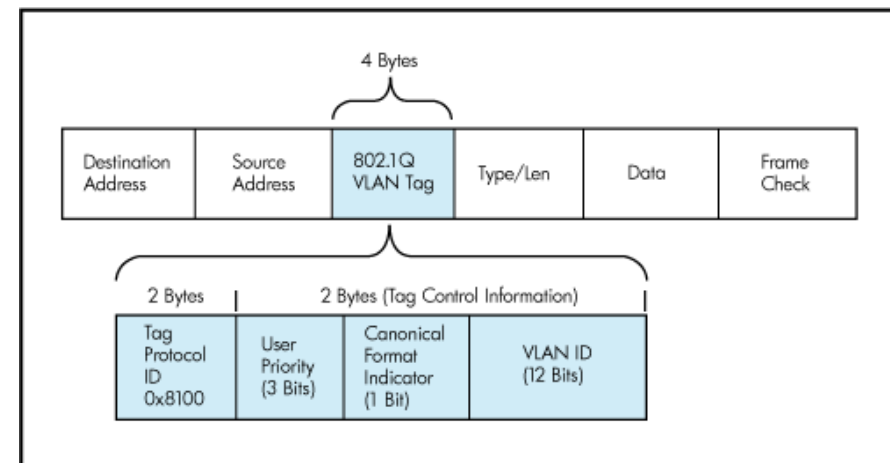
Warstwa LLC

- Podwarstwy łączy danych
 - LLC – Logical Link Control
 - MAC – Media Access Control
- Pole LLC informuje o typie ramki, jeśli:
 - Pole typ/długość zawiera długość ramki
 - Inny protokół budowy sieci LAN
- Definiowana przez standard 802.2

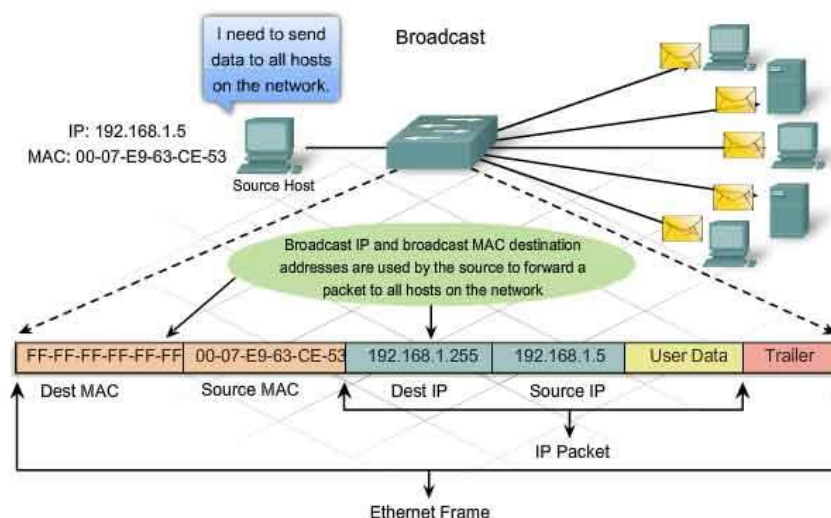
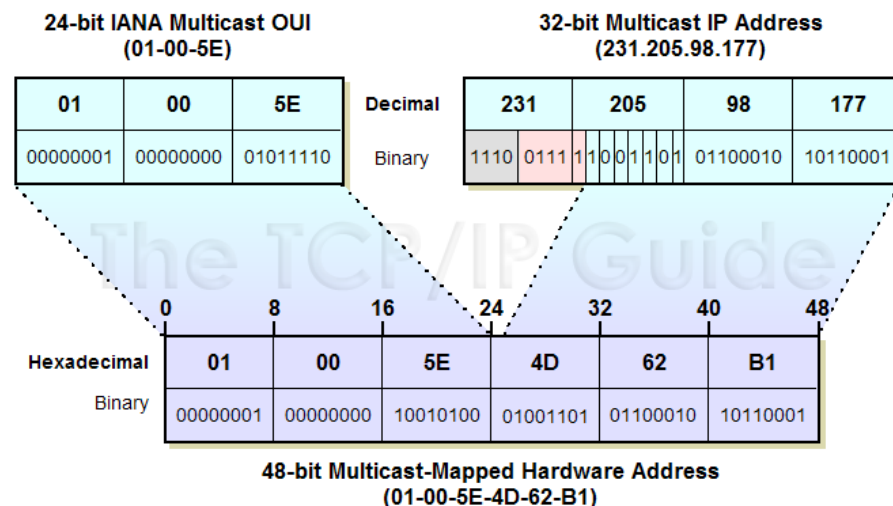


Tagowanie VLAN

- VLAN (Virtual LAN) – wirtualna sieć lokalna
 - Dodatkowy znacznik w ramce Ethernet identyfikujący wirtualny LAN
 - Tworzenie dodatkowych logicznych grup
 - Przydzielanie ramek
 - Ułatwienie zarządzania siecią
 - Zwiększenie bezpieczeństwa sieciowego
 - Ograniczenie domen broadcastowych
- 801.1Q – standard definiujący protokół VLAN
- 802.3ac – szczegóły implementacji protokołu VLAN dla sieci Ethernet
- 4 bajtowy tag VLAN
 - TPID (Tag Protocol Identifier) – 2 bajty (0x8100)
 - Przydzielenie priorytetu dla ramki Ethernet (standard 802.1p) – 3 bity
 - Obecność pola RIF - 1 bit (routing information field)
 - VLAN ID - identyfikatora VLANu – 12 bitów

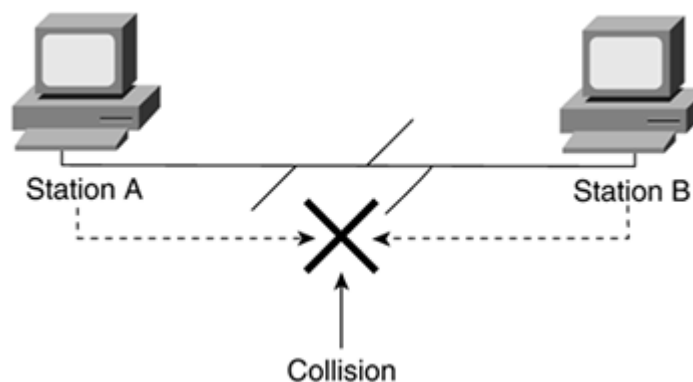


- Adres multicast
 - odbieranie ramki przez grupę stacji
 - Nasłuchiwanie ramek zapewnia oprogramowanie strony odbierającej
 - 01:00:5E:XX:XX:XX
- Adres broadcast
 - Odbierany przez wszystkie stacje
 - FF:FF:FF:FF:FF:FF
- Tryb „promiscuous” karty sieciowej
 - Odbieranie wszystkich ramek przez stacje
 - Także tych nieprzeznaczonych dla danej stacji
 - Używany w „snifferach”



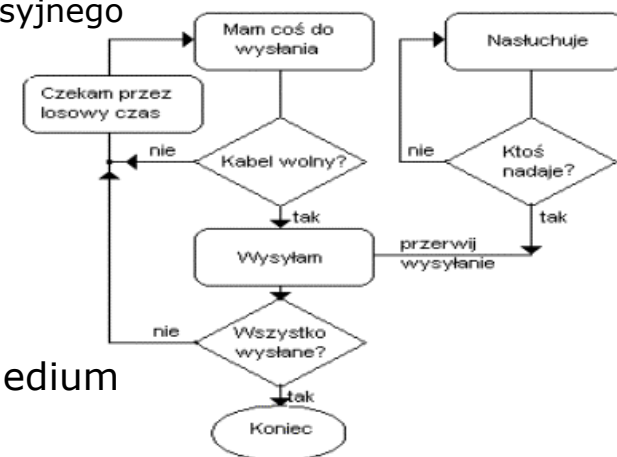
Transmisja danych w sieciach Ethernet

- Węzły w sieci współdzielą medium transmisyjne
- Sygnał jest przesyłany szeregowo i trafia do wszystkich kart sieciowych
- Jednakowe prawo rozpoczęcia transmisji (rywalizacja o dostęp)
- Możliwość nadawania jednego węzła w tym samym czasie (kolizje)



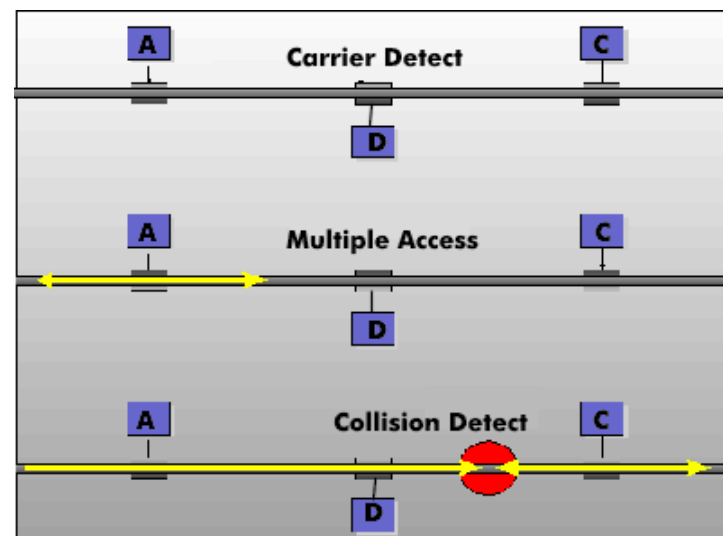
CSMA/CD

- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / with Collision Detection)
 - Carrier Sense - nasłuchiwanie przed wysłaniem (czy inny węzeł nie nadaje)
 - Multiple Access - wszystkie węzły mają dostęp do medium transmisyjnego
 - Collision Detection - istnieje mechanizm wykrywania kolizji
- CSMA/CD realizuje transmisję w trybie half-duplex
- Zasada działania
 - Nasłuchiwanie transmisji (sygnału/nośnej) w medium
 - jeśli istnieje – odroczenie transmisji, monitorowanie medium
 - Jeśli nie istnieje – odczekanie czasu IPG
 - Rozpoczęcie wysłania ramki z równoczesnym monitorowaniem medium (wykrywaniem kolizji)
 - Jeśli wystąpi kolizja (wzrost amplitudy sygnału, nałożenie się sygnałów)
 - Zaprzeszczenie wysłania ramki
 - Transmisja 32-bitowej sekwencji zagłuszającej (jam) – wymuszenie kolizji !!!
 - Odczekanie losowego przedziału czasu przed ponownym rozpoczęciem procesu dostępu do medium ($0 < r < 2^k$)
 - W wypadku ponownego wystąpienia kolizji – wydłużanie czasu wyczekiwania
 - Maksymalnie 16 prób
 - Transmisja udana – reset licznika kolizji
 - Transmisja nieudana – raportowanie błędu sprzętowego



Transmisja danych w sieciach Ethernet, c.d.

- Stacje muszą dowiedzieć się o kolizji zanim zakończą wysyłanie ramki
- Minimalny rozmiar ramki (powrót fragmentów kolizyjnych)
- Zależne od standardu (przepustowość, maksymalny rozmiar segmentu sieci)
- IPG (InterPacketGap) – czas bezczynności po każdej wysłanej ramce (przerwa między pakietami)
 - Czas przesłania 96 bitów
 - 10 Mb/s – 9,6 mikrosekundy
 - 100 Mb/s – 960 nanosekund
 - 1 Gb/s – 96 nanosekund
- Czas propagacji kolizji – czas jaki urządzenie nadaje aby poinformować o wystąpieniu kolizji
 - 2 x czas potrzebny na przesłanie sygnału pomiędzy maksymalnie oddalonymi węzłami w sieci
 - 10 Mb/s – 3,2 mikrosekundy
 - 100 Mb/s – 5,12 mikrosekundy
 - 1 Gb/s – 4,095 mikrosekundy



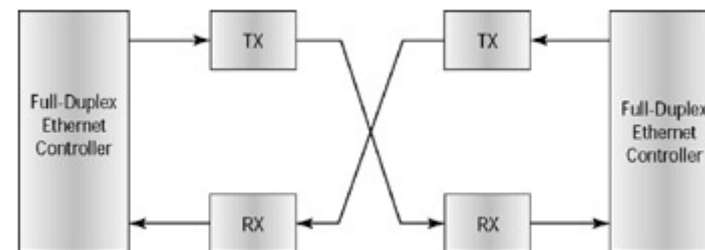
Błędy transmisji

- Kolizja lub runt
(jednoczesna transmisja więcej niż jednego urządzenia przed upływem szczeliny czasowej)
- Późna kolizja
(jednoczesna transmisja więcej niż jednego urządzenia po upływie szczeliny czasowej)
- Jabber, długa ramka, błędy zakresu
(niedopuszczalnie długa transmisja)
- Krótka ramka, fragment kolizji
(niedopuszczalnie krótka transmisja)
- Błąd FCS
(uszkodzona ramka)
- Błąd wyrównania
(zbyt duża/mala liczba wysłanych bitów)
- Błąd zakresu
(liczba wysłanych bitów różna od liczby zadeklarowanej)
- Ghost lub jabber
(niedopuszczalnie długa preambuła lub zakłócenie)



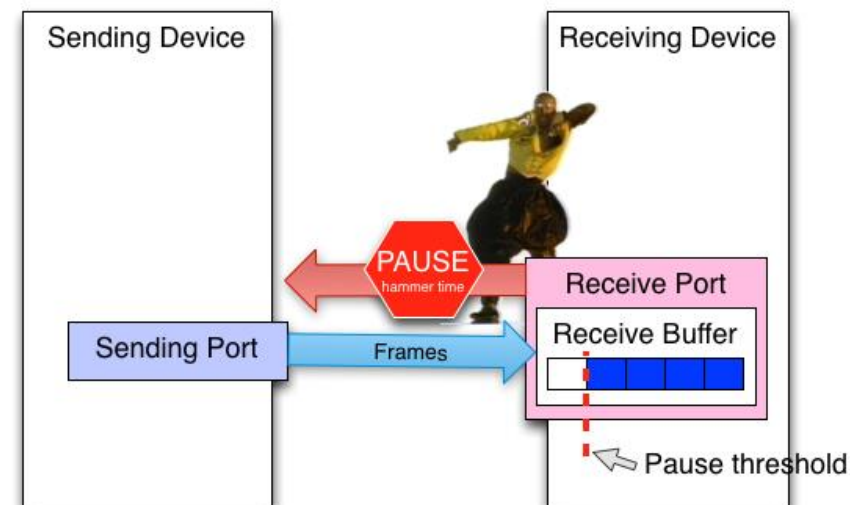
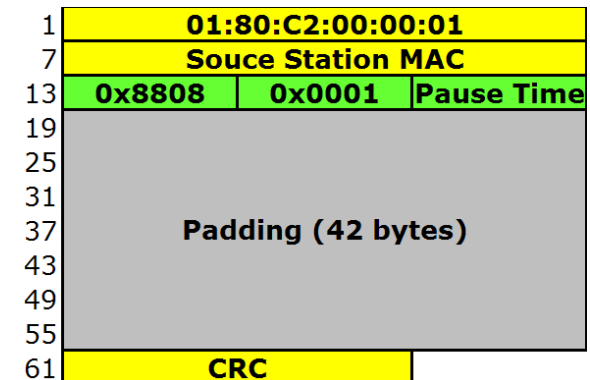
Transmisja w trybie Full-duplex

- Równoczesna transmisja dwukierunkowa
- Omija problem kolizji
- Podwaja przepustowość
- Media fizyczne:
10Base-T, 10Base-FL, 100Base-TX, 100Base-FX, 100Base-T2,
1000Base-SX, 1000Base-LS, 1000Base-T
- Nie dotyczy:
10Base5, 10Base2, 10Base-FP, 10Base-FB, 100Base-T4
- Wymaga połączenia punkt-punkt dwóch stacji
 - Switch – stacja
 - Switch – switch
- Obydwa interfejsy muszą obsługiwać ten tryb
- Brak ograniczenia wielkości sieci (brak konieczności propagacji kolizji)
- Długość pojedynczego odcinka bez zmian
 - 100 m UTP/STP
 - 2km 100Base-FX



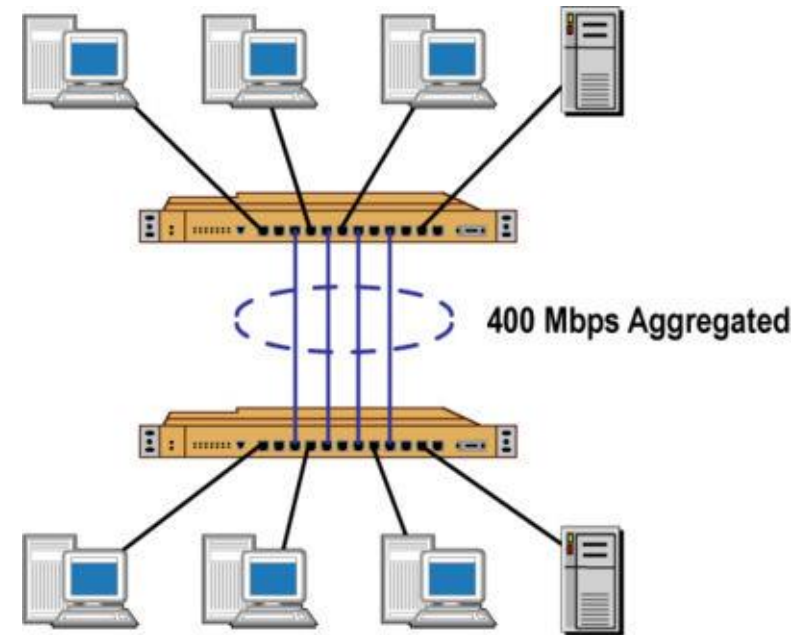
Ramki PAUSE

- Element kontroli przepływu w trybie Full-Duplex
- Pozwalają na czasowe przerywanie transmisji
- Schemat:
 - Stacja A nadaje
 - Zapelnienie bufora stacji B
 - Stacja B wysyła ramkę PAUSE do stacji A określając czas wstrzymania transmisji
 - Stacja A wstrzymuje transmisję na określony czas
- Technika wykrywana na etapie autonegocjacji
- Implementacja Ramki PAUSE
 - Może być wysyłana w trybie unicast lub multicast
 - Typ ramki – 0x8808
 - Parametr kontrolny 0000-FFFF – czas
 - Dopełnienie zerami



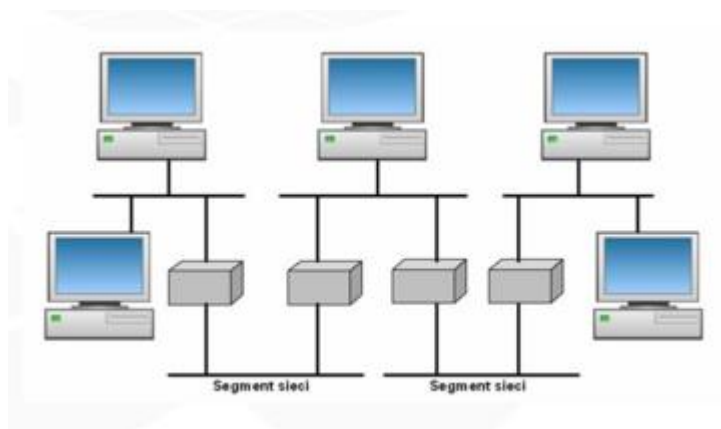
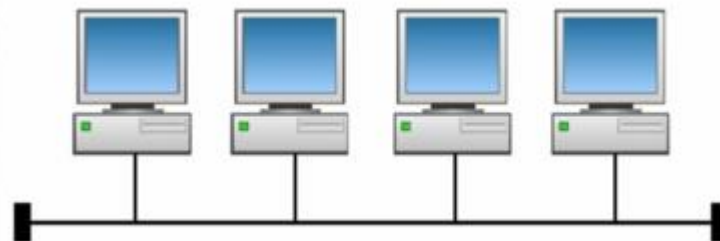
Agregacja łączy

- Łączenie kanałów transmisji, trunking (standard 802.3ad)
 - Użycie wielu połączeń fizycznych jako jednego połączenia logicznego
 - Tylko full-duplex
 - Tylko punkt-punkt
 - Taka sama szybkość transmisji
 - Wprowadza dodatkową warstwę między MAC i warstwami wyższymi
- Agregacja adresów MAC do jednego wspólnego
- Transparentność dla warstw wyższych
- Konieczność zapewnienia odpowiedniej kolejności dostarczania ramek (sesja „conversation”)
- Wykorzystywane do:
 - Równoważenia obciążenia
 - Redundancji połączeń



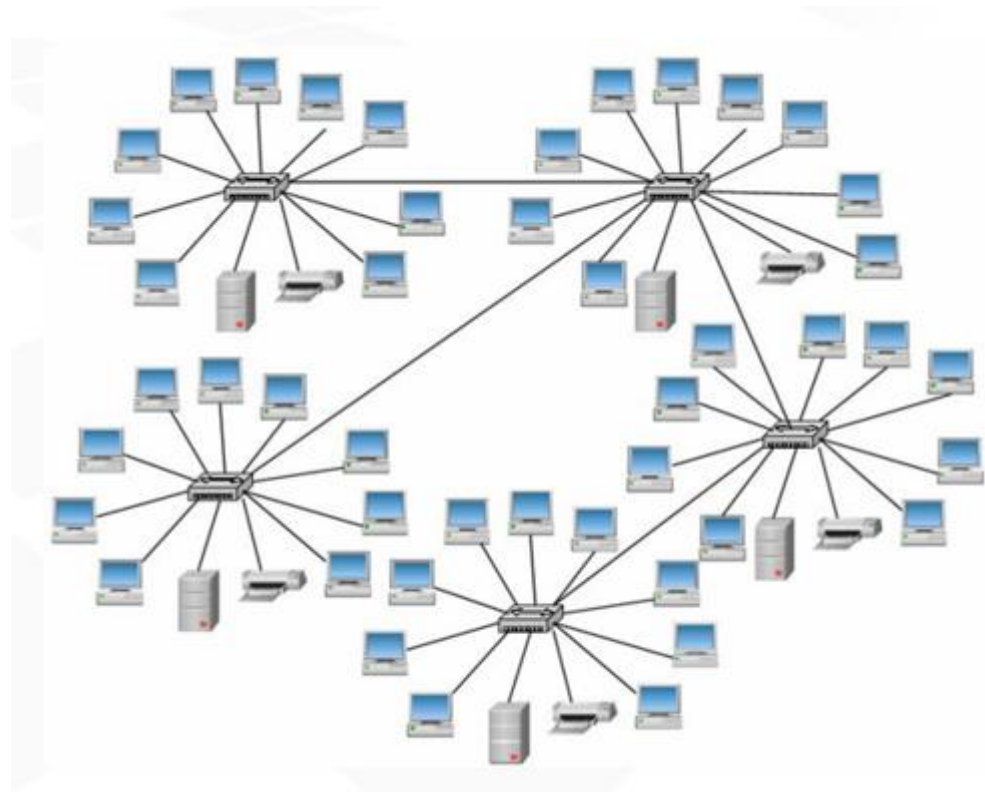
Budowa sieci Ethernet - magistrala

- Wykorzystująca kabel koncentryczny (50 Ohm)
- Zakończona terminatorami
- Minimalna odległość między punktami przyłączeń – 0,5 m
- Podłączenie stacji za pomocą trójnika BNC
- Maksymalna długość segmentu – 185 m
- Łączenie segmentów przy pomocy repeaterów (maks.4)
- Obecnie przestarzałe



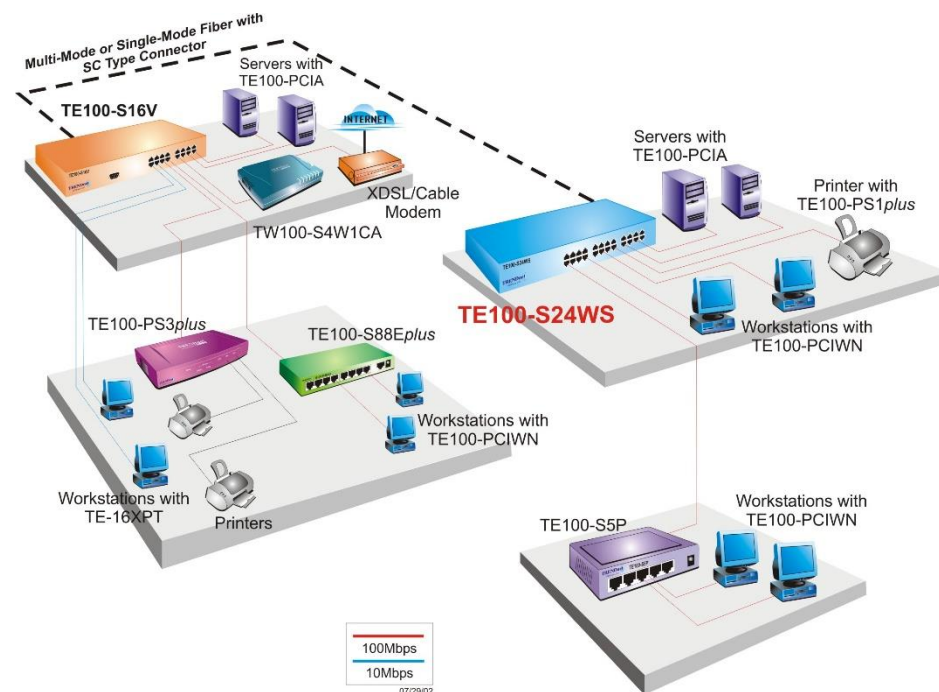
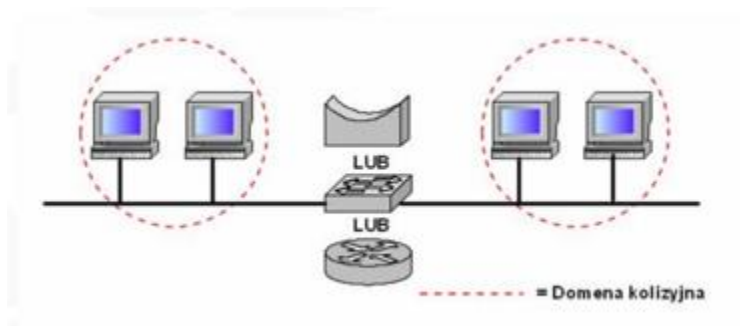
Budowa sieci Ethernet – gwiazda (hub)

- Skrętka czteroparowa
- Repeater wieloportowy – koncentrator – hub
- Maksymalnie 4 huby pomiędzy dwoma urządzeniami
- Maksymalna długość kabla między urządzeniem a hubem – 100m
- W standardzie FastEthernet – maks 2 huby i maks. 205m pomiędzy stacjami
- Duża liczba kolizji
(wraz ze wzrostem liczby urządzeń)



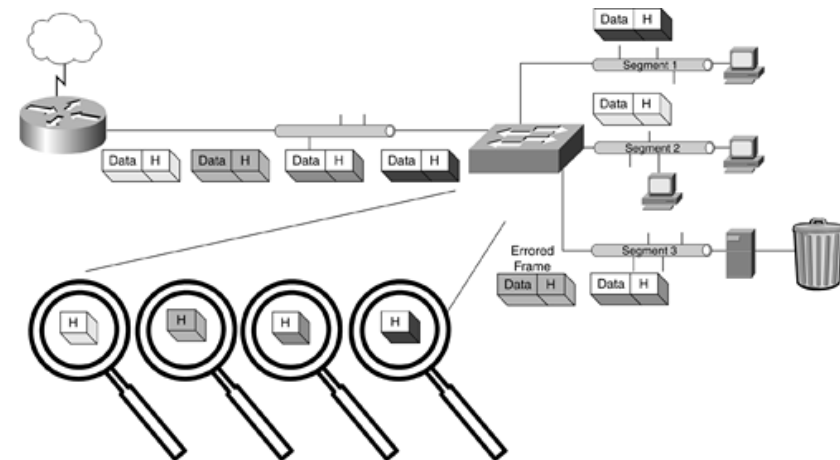
Separacja domen kolizyjnych

- Domena kolizyjna – fragment sieci połączony za pomocą urządzeń biernych
- Separacja domen kolizyjnych – urządzenia aktywne 2 warstwy OSI
 - Most (bridge)
 - Przełącznik / Most wieloportowy (switch)
- Tablica skojarzeniowa (MAC/port)
- Rozwój technologii
 - Wiele domen kolizyjnych
 - VLANy
- Zalecana separacja w warstwie wyższej (routery/IP)



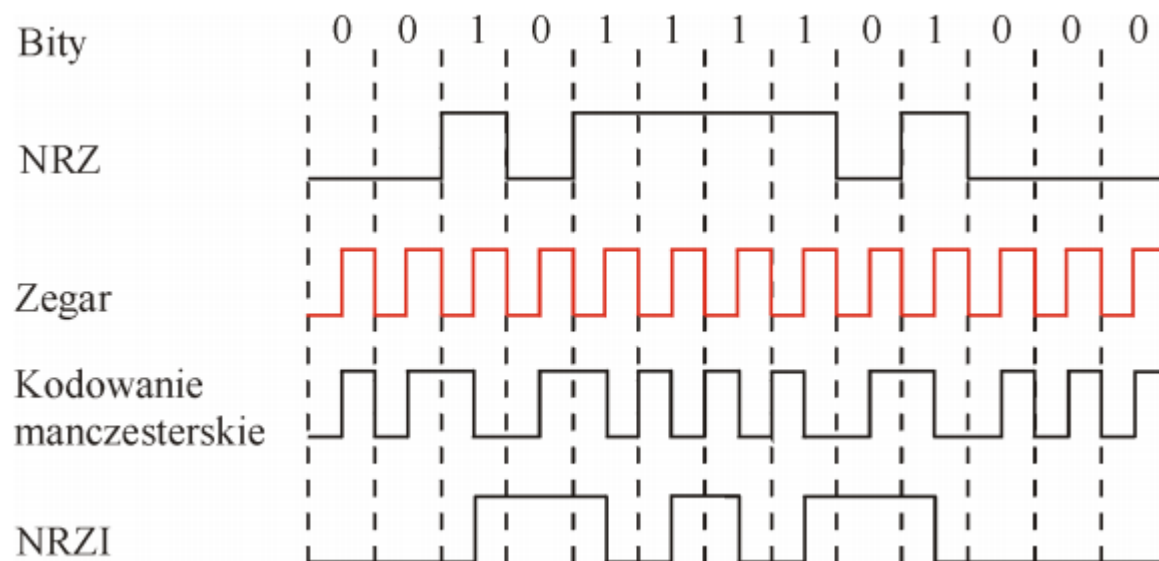
Zwiększenie przepustowości sieci Ethernet

- Transmisja w trybie full-duplex
- Podział sieci na segmenty (zmniejszenie domen kolizyjnych)
 - Mosty (bridge) i przełączniki (switch)
 - Podział w warstwie łącza danych (analiza ramek)
 - w oparciu o adres MAC (tablica adresów (w pamięci))
 - Routery
 - W oparciu o adresy IP
- Szybsze metody przełączania pakietów
 - Routery (store&forward)
 - Kopiowanie ramki do pamięci
 - Obliczanie wartości CRC
 - Odrzucanie ramki w wypadku błędu
 - Przełączniki (cut-through)
 - Kopiowanie do pamięci jedynie adresu docelowego MAC
 - Sprawdzenie adresu w tabeli przełączania
 - Przesłanie ramki do węzła docelowego
 - Odmiany:
 - Fast-forward – przekazanie pakietu zaraz po odczytaniu adresu docelowego
 - Fragment-free – filtrowanie pakietów powodujących kolizje



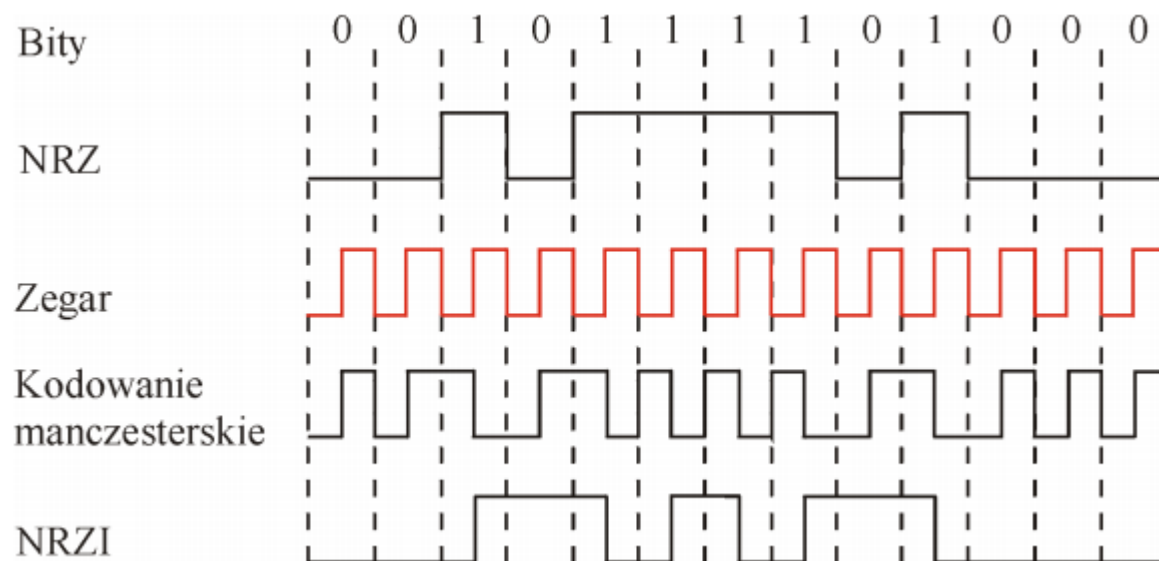
Kodowanie sygnałów - NRZ

- Non Return to Zero
- Odwzorowanie 1 na sygnał wysoki, 0 na sygnał niski
- Problemy:
 - Odbiornik nie rozróżnia długiego ciągu zer od braku napięcia
 - Długi ciąg jedynek zmienia średnią wartość sygnału
 - Brak zmian sygnału nie pozwala synchronizować zegara



Kodowanie sygnałów - NRZI

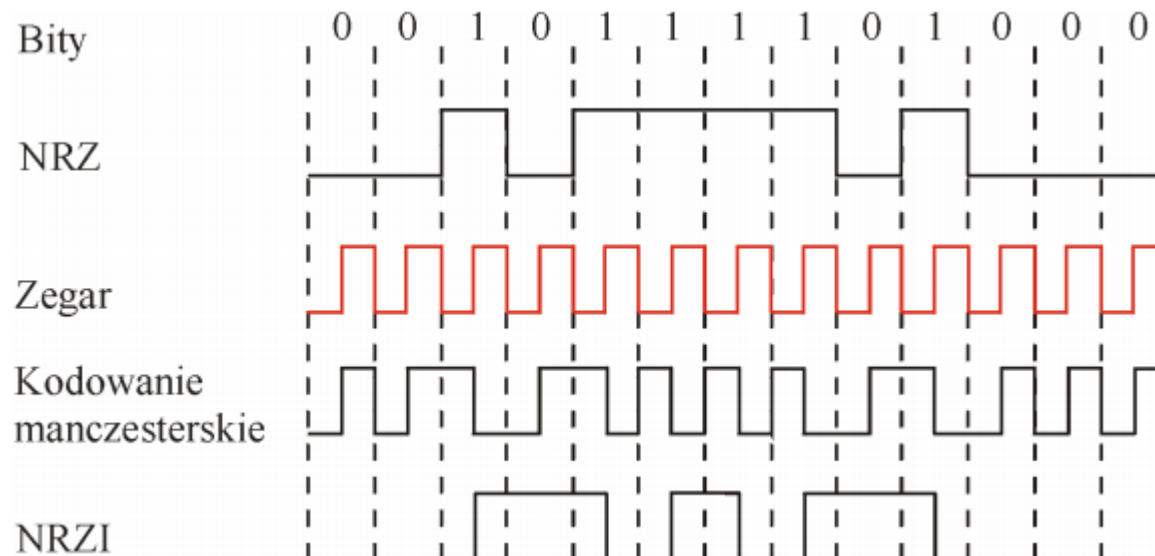
- Kodowanie NRZI
- Rozwiązuje problem dryfowania zegara, spowodowanego przez długi okres bez zmiany sygnału
- Dla wartości 1 – zmiana sygnału
- Dla wartości 0 – brak zmiany sygnału (problem w synchronizacji)
- Rozwiązuje problem kolejnych jedynek, ale nie kolejnych zer
- Eliminacja składowej stałej – możliwość przesyłu przez elementy nie przenoszące – np. transformatory liniowe



Kodowanie sygnałów - Manchester

- Rozwiązuje problem kolejnych 0 oraz kolejnych 1
- Zmiana napięcia w przewodzie w połowie przesyłanego bitu
- Scalanie zegara z sygnałem
- Różnica symetryczna XOR
(prawda w.i.t.w gdy dokładnie jedno ze zdań jest prawdziwe)
- Problem:
 - Szybkość transmisji = $1/2 \times$ szybkości modulacji (zmiany sygnału)
 - Sprawność kodowania 50%
- 10BaseT

p	q	$p \vee q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



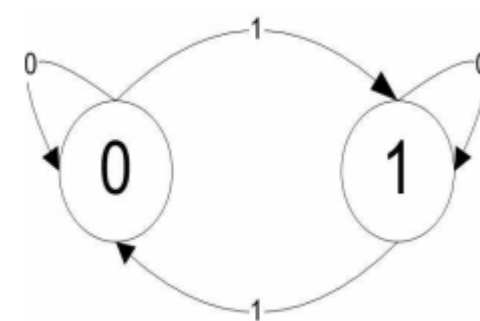
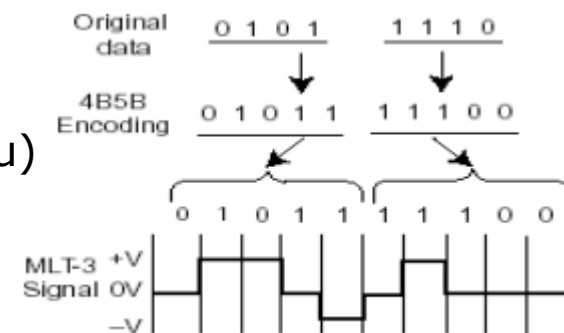
Kodowanie danych – 4B/5B

- Kodowanie 4 bitów na 5 bitach
- W wyjściowym ciągu 1 występuje przynajmniej 1 raz
- Ciąg 0 nie dłuższy niż 3
- Występuje w systemach gdzie:
 - 1 zmienia wartość sygnału
 - Zmiana sygnału czasem następnej zmian
 - np: NRZI
- Występowanie 1 zapewnia synchronizację zegara
- Używany w 100Base-TX
- 80% wykorzystanie przepustowości łącza

Nazwa	4b	5b	Wartość Opis
0	0000	11110	0
1	0001	01001	1
2	0010	10100	2
3	0011	10101	3
4	0100	01010	4
5	0101	01011	5
6	0110	01110	6
7	0111	01111	7
8	1000	10010	8
9	1001	10011	9
A	1010	10110	A
B	1011	10111	B
C	1100	11010	C
D	1101	11011	D
E	1110	11100	E
F	1111	11101	F
Q	-NONE-	00000	Quiet (signal lost)
I	-NONE-	11111	Idle
J	-NONE-	11000	Start #1
K	-NONE-	10001	Start #2
T	-NONE-	01101	End
R	-NONE-	00111	Reset
S	-NONE-	11001	Set
H	-NONE-	00100	Halt

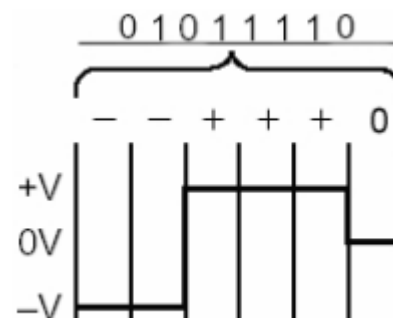
Kodowanie danych – MLT-3

- Multi Level Treshold
- Sygnał trójpoziomowy
(zakodowanie więcej niż 1 bitu w pojedynczej zmianie poziomu)
- Transmisja z prędkością 100Mb/s i większa
- Stosowane razem z kodowaniem 4B/5B
- Użycie trzech poziomów napięć (-1,0,+1)
- Zasada działania:
 - Jeśli następny bit wejściowy jest równy 0, to następna wartość wyjściowa jest taka sama, jak poprzednio.
 - Jeśli następny bit wejściowy jest równy 1, to nastąpi zmiana poziomu wartości wyjściowej
 - Jeżeli wartość poprzednia była równa +1 lub -1, to następna wartość wyjściowa jest równa 0.
 - Jeżeli wartość poprzednia była równa 0, to następna wartość wyjściowa będzie niezerowa, o znaku przeciwnym do ostatniej niezerowej wartości
- Graf :
 - 0 brak zmiany wyjściowej
 - 1 zmiana zgodnie z zasadą



Kodowanie danych – 8B/6T

- Skrętka kat 3 z przepustowością 100Mb/s
- Kodowanie wielopoziomowe (>1bit na 1zmianie sygnału)
- Sekwencja 8 bitów strumienia odwzorowana na 6 symboli trzystanowych
 - Możliwe do zakodowania $3^6 = 729$ ciągów
 - Wykorzystywane $2^8=256$ ciągów
- Dobór ciągów kodowych pod kątem:
 - Detekcji błędów
 - Eliminacji składowej stałej
 - Zmniejszenia efektów wysokoczęstotliwościowych
- W każdym ciągu występują co najmniej 2 poziomy napięć (w celu synchronizacji)
- Specjalne ciągi jako znaczniki



Kodowanie danych – 8B/10B

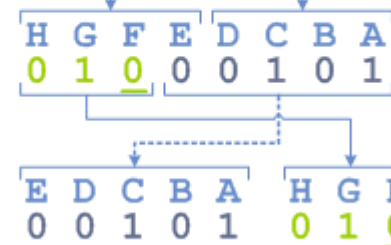
- Przepustowości 1Gb/s i wyższe
- Kodowanie 8b danych w 10b symbolu
- Odpowiednie kodowanie redukuje częstotliwość oraz pozwala na synchronizację zegara
- Wyrównuje ilość 0 i 1 (statystycznie)
- Dopuszczalne jest nie więcej niż 6 kolejnych 0 lub 1
 - 5 bitów kodowane jako 6 bitowy symbol
 - 3 bity jako 4 bitowy symbol
 - Łączone w grupę 10bitów
- Dodatkowo 12 symboli specjalnych

Notation

Hex:

4 5

Bits:



Notation: D

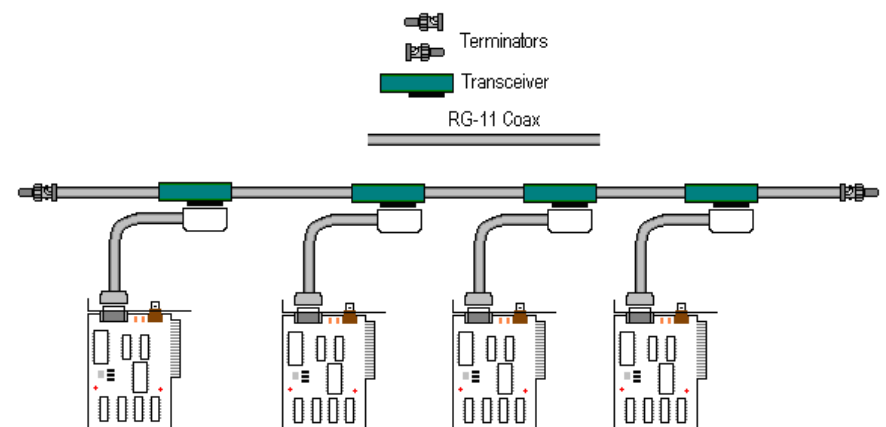
05 . 2

Standardy / przepustowości

przepustowość	standard	topologia	Max długość segmentu	medium
10 Mb/s	802.3, 10Base5	magistrala	500m	Koncentryk, śr 10mm
	802.3a, 10Base2	magistrala	185m	Koncentryk, sr. 5mm
	802.3i, 10Base-T	gwiazda	100m	UTP, 2 pary, kat 3 lub 5
	802.3j, 10Base-F	gwiazda	2000m	Światłowód w.m.
100 Mb/s	802.3u, 100Base-TX	gwiazda	100m	Skrętka, 2 pary, kat 5
1 Gb/s	802.3u, 100Base-FX	gwiazda	412m	Światłowód w.m.
	802.3z, 1000Base-LX	gwiazda	5km / 550m	Światłowód j.m./w.m.
	802.3z, 1000Base-SX	gwiazda	550m	Światłowód w.m.
	802.3z, 1000Base-T	gwiazda	100m	Skrętka, kat.5e,6
10 Gb/s	802.3ae, 10GBASE-SR	gwiazda	400m	Światłowód w.m.
	802.3ae, 10GBASE-LR	gwiazda	10km	Światłowód j.m.
	802.3ae, 10GBASE-ER	gwiazda	40km	Światłowód j.m.

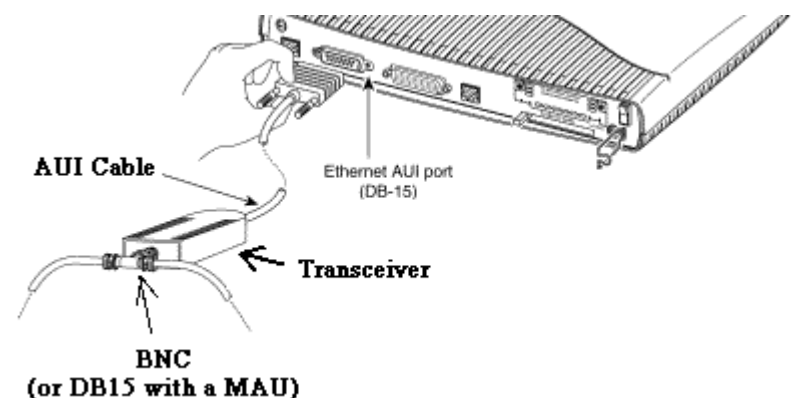
10Base5

- 10 Mb/s
- Kodowanie Manchester
- Wszystkie segmenty połączone repeaterami tworzą jedną domenę kolizyjną
- Repeater (wzmacniacz) regeneruje sygnał
- Do 5 segmentów kabli (4 wzmacniacze)
 - 3 segmenty – koncentryk do 1500m
 - Pozostałe – połączenia punkt-punkt między wzmacniaczami do 1000m
- Maksymalny rozmiar sieci 2800m
- Zakończenie segmentów terminatorami 50 Ohm



10Base2

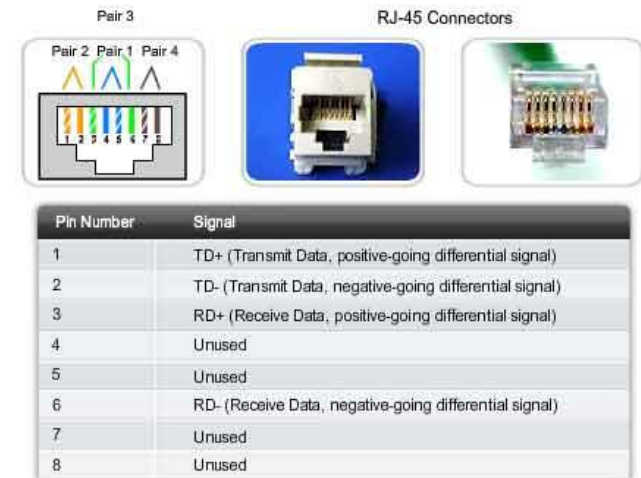
- 10 Mb/s
- Topologia: magistrala, p-p
- Tryb transmisji: tylko half-duplex
- Medium transmisyjne: koncentryk o śr. 5Mm (50 Ohm)
- Maksymalna długość segmentu: 185 m
- Złącza: BNC lub AUI
- Maksymalnie 30 stacji
- Kodowanie Manchester
- Jedna domena kolizyjna



10Base-T

- 10 Mb/s
- Topologia: gwiazda, p-p
- Tryb transmisji: half-duplex, full-duplex (p-p, switch)
- Medium transmisyjne: skrętka UTP/STP kat 3 lub lepsza
- Maksymalna długość kabla 100m (150m kat 5)
- Karty sieciowe z wtykiem RJ45
- Kodowanie Manchester
- Segmenty połączone hubem tworzą domenę kolizyjną
- Maksymalnie 2 repeatery na segment

10Base-T Ethernet RJ-45 Pinouts



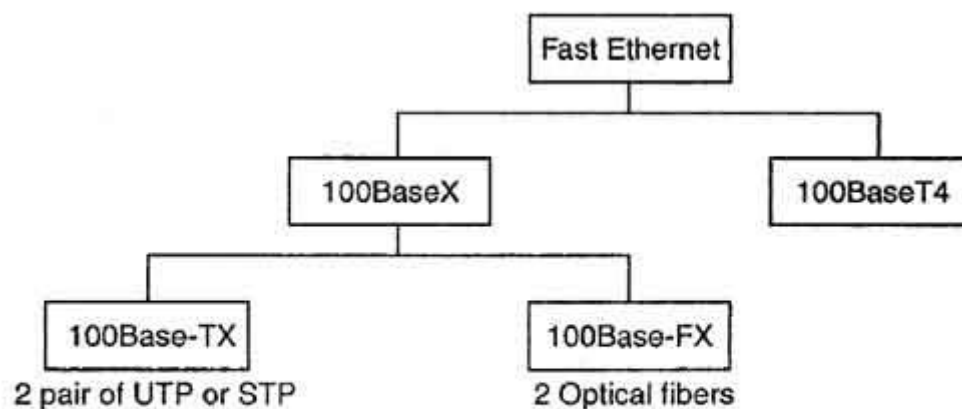
10Base-F (10Base-FL, 10Base-FB, 10Base-FP)

- 10-Base-F (10Mb/s)
 - Niekompatybilne ze sobą
 - Topologia: gwiazda, p-p
 - Kodowanie Manchester
 - Tryby transmisji: half-duplex, full-duplex (p-p, switch)
 - Medium transmisyjne
 - Światłowód wielomodowy – 2km między transceiverami
 - 2 światłowody wielomodowe (TX, RX)
 - Transceiver podłączony przy pomocy AUI do komputera
- 10Base-FL (fiber link)
 - Długość segmentu – 2000m
 - transmisja half-duplex(10Mb/s) i full-duplex(20Mb/s)
 - Złącza SMA lub ST
 - Długość fali 850nm
- 10Base-FB (fiber backbone)
 - Długość segmentu – 2000m
 - transmisja half-duplex(10Mb/s),
 - synchronizacja repeaterów 2,5MHz
- 10Base-FP (fiber passive)
 - Długość segmentu – 500m
 - do 33 komputerów
 - nie został rozpowszechniony



100Base-T

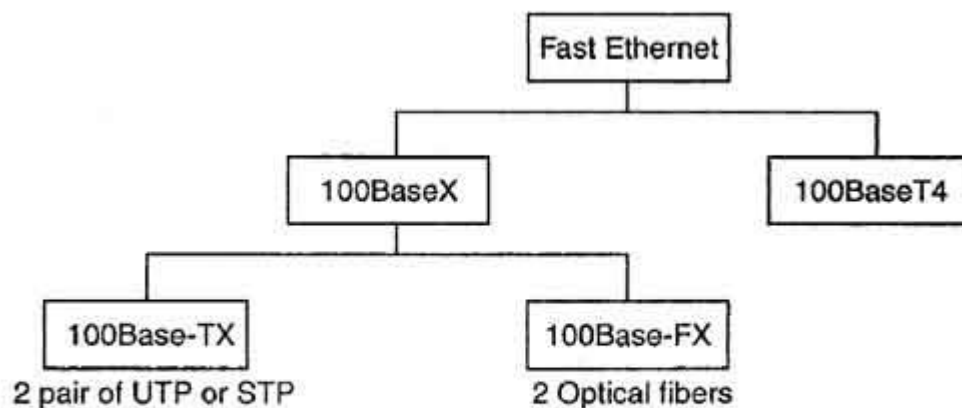
- 100 Mb/s
- FastEthernet
- Topologia p-p, gwiazda
- 100 Mb/s half-duplex, 200 Mb/s full-duplex
- Wspólna warstwa MAC
- Różne warstwy fizyczne



Categories of Fast Ethernet

100Base-X

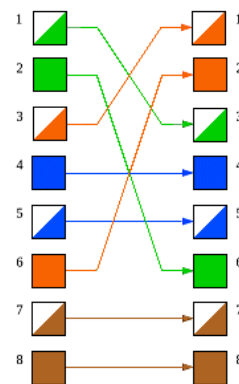
- 100 Mb/s
- Kodowanie 4B/5B
- 100 Mb/s half-duplex, 200 Mb/s full-duplex
- Wspólna warstwa MAC
- 100Base-TX (802.3u)
 - Medium fizyczne: skrętka kat 5, UTP 100Ohm, 150Ohm STP
 - Maksymalna długość: 100m
 - Wykorzystane 2 pary żył
- 100Base-FX
 - 2 światłowody wielomodowe
 - Długość fali – 1300 nm
 - Długość segmentu
 - 412m – half-duplex
 - 2000m – full-duplex
 - Złącza SC-duplex lub ST



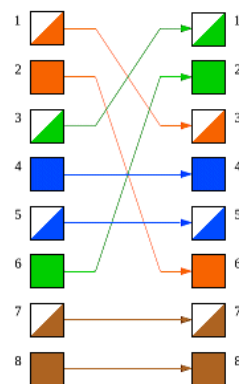
Categories of Fast Ethernet

100Base-T

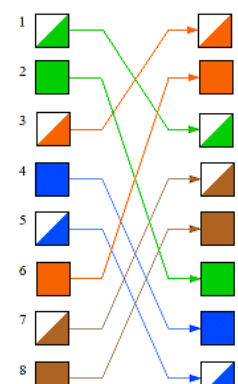
- 100 Mb/s
- 100Base-T4
 - 100Mb/s half-duplex
 - Medium fizyczne
 - skrętka kat 3, UTP 100 Ohm
 - Maksymalnie 100m
 - Wykorzystuje 4 pary
 - Złącze RJ45 (8st)
 - Kodowanie 8B/6T
- 100Base-T2
 - 100Mb/s half-duplex, 200Mb/s full duplex
 - Medium fizyczne
 - Skrętka kat 3, UTP 100 Ohm
 - Maksymalnie 100m
 - Wykorzystuje 2 pary
 - Kodowanie PAM5x5 – pięcio-poziomowa modulacja amplitudy



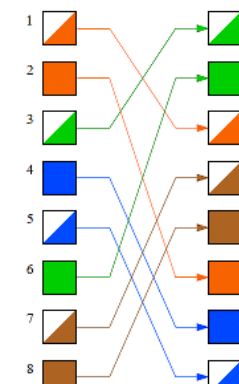
100BASE-T
(TIA 568A)



100BASE-T
(TIA 568B)



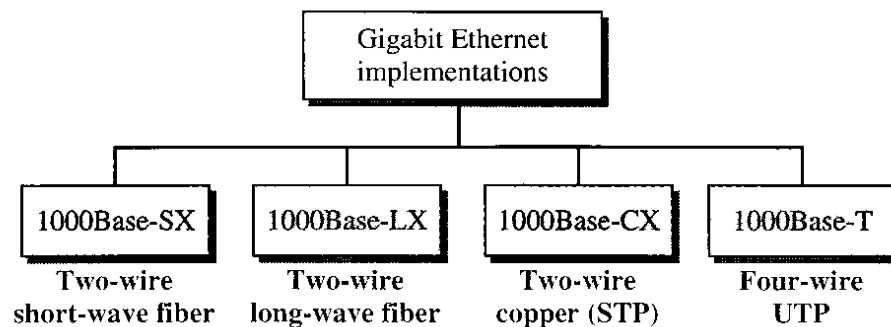
100BASE-T4 – 1000BASE-T
(TIA 568A)



100BASE-T4 – 1000BASE-T
(TIA 568B)

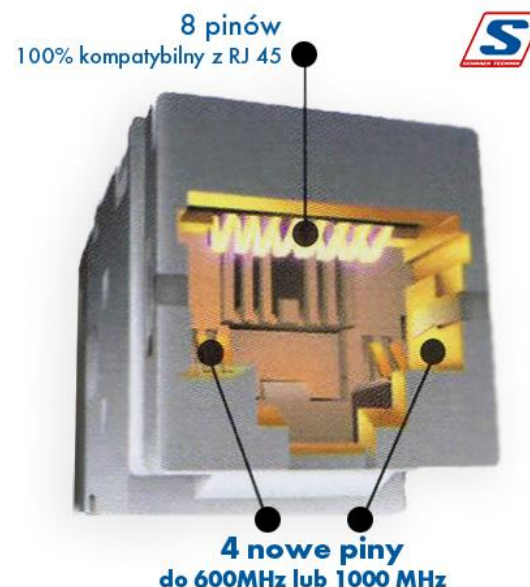
1000Base-X

- 1000 Mb/s (1Gb/s) (802.3z)
(1000Base-LX, 1000Base-SX, 1000Base-CX)
 - 1000 Mb/s half-duplex, 2000 Mb/s full-duplex
 - 2 przewody
 - Kodowanie 8B10B
 - 1000Base-LX
 - Medium fizyczne (2 światłowody jedno lub wielomodowe)
 - Długość fali 1270 do 1355
 - Długość segmentu
Half-duplex MMF/SMF: 316m
Full-duplex MMF: 550m
Full-duplex SMF: 5000m
 - 1000Base-CX
 - Długość segmentu – 25m
 - Kabel miedziany twinax
- 1000Base-T (802.3ab)
 - Skrętka kat 5,5e,6
 - 1000 Mb/s half-duplex, 2000 Mb/s full-duplex
 - 4 pary
 - Maks 100m
 - Kodowanie PAM5x5



10GBase

- 10GBase-X (802.3ae) (10GBase-S, 10GBase-R, 10GBase-W)
 - 10 Gb/s half-duplex, 20 Gb/s full-duplex
 - światłowód
 - Kodowanie 8B10B (10GBase-X), 64/66B (10GBase-R)
- 10GBase-L4
 - 2 wielomodowe włókna (2-300m)
 - 2 jednomodowe włókna (2m-10km)
 - WDM - Wave division multiplexing
- 10GBase-E
 - 2 jednomodowe włókna,
 - Długość fali 1550 nm
- 10GBase-T (802.3an 2006r)
 - Skrętka kat 6 (55m), 6a i 7 (100m)
 - Kodowanie 64B/66B
 - Modulacja PAM16
 - Wtyczki GG45 (zgodne z RJ45) i TERRA
- 10GBase-CX-4 i KX4/KR
 - Odległość - 1m



Podsumowanie

- Zalety
 - Prostota i przejrzystość
 - Łatwość w implementacji, utrzymaniu i rozbudowie
 - Niskie koszty sieci
 - Rozpowszechnienie standardu
- Wady
 - Ograniczenie ilości urządzeń w segmencie sieci
 - Ograniczenie wydajności sieci przy dużych obciążeniach
 - Brak możliwości rezerwacji łącza lub pasma (QoS) – ograniczone zastosowanie w sieciach rozległych i transmisji multimedialnej



Literatura i bibliografia

- Mark Sportack, Sieci komputerowe, Księga Eksperta, Helion, Warszawa 1999
- L.L.Peterson, B.S.Davie – Sieci komputerowe – podejście systemowe”, Nakom, Poznań 2000
- W.Graniszewski, E.Grochocki, G.Świątek, Ethernet – Studia Informatyczne, Sieci Komputerowe, <http://wazniak.mimuw.edu.pl/>
- D.E.Comer, „Sieci i intersieci”, WNT, Warszawa 2001
- V.Amato, W.Lewis „Akademia sieci CISCO”, Mikom, Warszawa 2001
- J.Durak – Ethernet – ZIP 2008.
- M.Kostka, M.Piechota :Kody Transmisyjne, Politechnika Opolska, Wydział elektrotechniki, automatyki i informatyki.