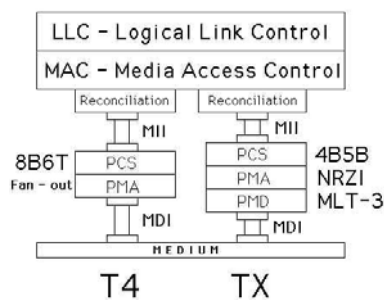


Fast Ethernet - IEEE/802.3u

- technologia łącza oparta o rozwiązania FDDI,
- wsteczna zgodność z IEEE/802.3 10Mbps (CSMA/CD MAC, (slot time 512-bit, max. i min. długość ramki 64B-1518B, IFG 96-bit),
- poprawna interpretacja 10/100 i autonegocjacja,
- praca w trybie *full-duplex* (dwukierunkowym),
- topologia fizyczna gwiazdy



Reconciliation Sublayer - translacja szeregowo/równoległa (4-bit) między MAC i MII

Media Independent Interface - złącze 40-stykowe między MAC i PHY (szyna danych 4-bitowa po 25 Mbps, kabel do 0.5 m)

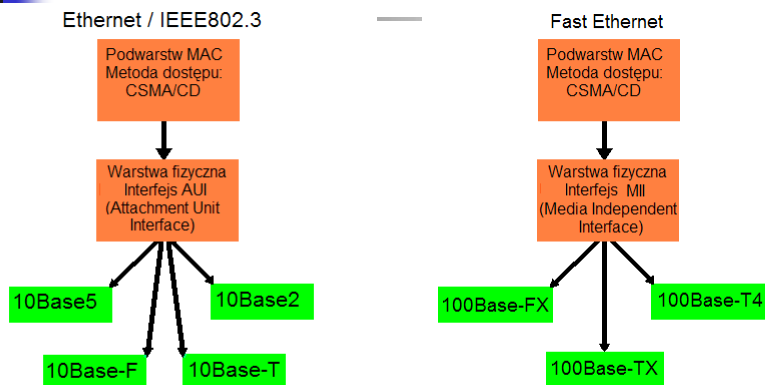
Physical Coding Sublayer - kodowanie danych, obsługa CSMA/CD, transmisja i odbiór

Physical Medium Attachment - przenoszenie sygnałów między PCS i łączem,

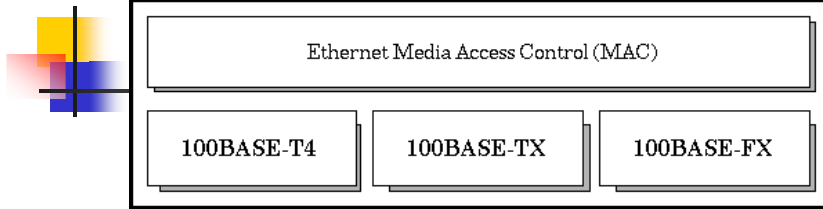
Physical Medium Dependent - definicja parametrów łącza fizycznego

Media Dependent Interface - złącze elektromechaniczne

Porównanie standardów

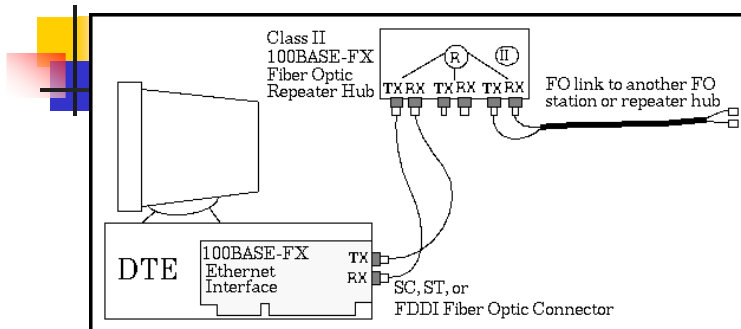


100Base-T - Fast Ethernet / IEEE 802.3u



Characteristics	100BaseTX	100BaseFX	100BaseT4
Cable	Category 5 UTP, or Type 1 and 2 STP	62.5/125 micron multi-mode fiber	Category 3, 4, or 5 UTP
Number of pairs or strands	2 pairs	2 strands	4 pairs
Connector	ISO 8877 (RJ-45) connector	Duplex SCmedia-interface connector (MIC) ST	ISO 8877 (RJ-45) connector
Maximum segment length	100 meters	400 meters	100 meters
Maximum network diameter	200 meters	400 meters	200 meters

100Base-FX



Maximum Segment Length		Maximum Number of MAUs	
100BASE-FX	412 m (1351 ft.) ^a	Per Link Segment	2

a. If a repeater is used to link two fiber segments, then the maximum distance allowed will be less than 412 m. Consult the multi-segment configuration rules for details.

100Base-TX

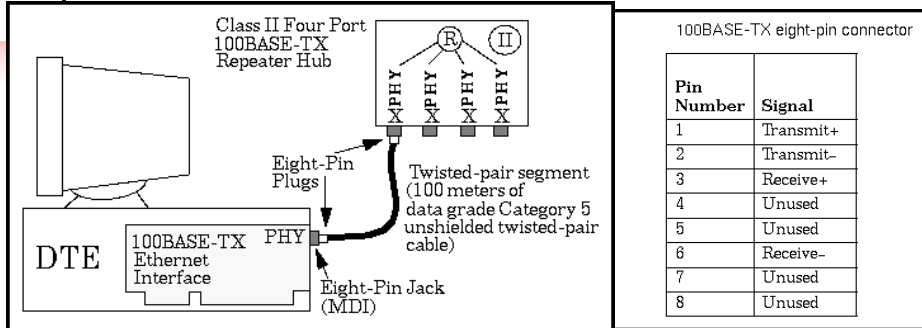


TABLE 0.1 100BASE-TX segment configuration guidelines

Maximum Segment Length		Maximum Number of MAUs	
100BASE-TX	100 m (328 ft.) ^a	Per Link Segment	2

a. 100BASE-TX segments are limited to a maximum of 100 m.

100Base-T4

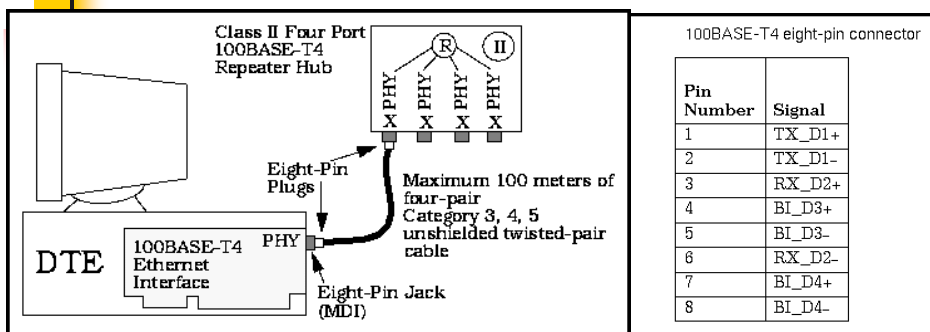


TABLE 0.1 100BASE-T4 segment configuration guidelines

Maximum Segment Length		Maximum Number of MAUs	
100BASE-T4	100 m (328 ft.) ^a	Per Link Segment	2

a. 100BASE-T4 segments are limited to a maximum of 100 m.

Typy repeaterów Fast Ethernet:

- Class I - przeznaczone do łączenia segmentów o różnej budowie (FX, TX, T4), dokonują konwersji formatów kodowania, jest to powodem generowania większych opóźnień, dopuszczalnie tylko jeden w domenie kolizyjnej,



- Class II - przeznaczone do łączenia segmentów o identycznej budowie, dokonują tylko przenoszenia/wzmacniania impulsów, dopuszczalnie dwa w kaskadzie w domenie kolizyjnej



Rozbudowana konfiguracja Fast Ethernet

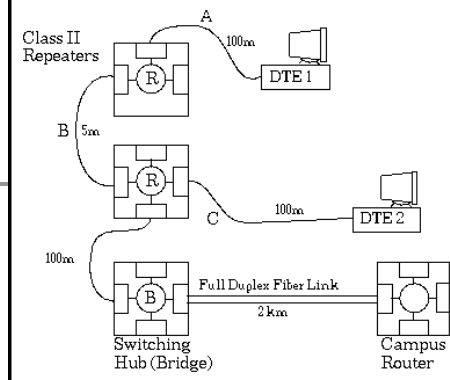


TABLE 0.1

Model 1: Maximum collision domain in meters[§]

Repeater Type	Copper	Fiber	Copper and Fiber (T4 and FX)	Copper and Fiber (TX and FX)
DTE-DTE Single Segment	100	412	N/A	N/A
One Class I Repeater	200	272	231 ^b	260.8 ^b
One Class II Repeater	200	320	N/A ^c	308.8 ^b
Two Class II Repeater	205	228	N/A ^c	216.2 ^d

a. Segment lengths in meters, no timing margin.

b. Note: Assumes 100 meter copper link and one fiber link.

c. Not Applicable: T4 and FX cannot be linked with typical Class II repeater.

d. Note: Assumes 105 meters of copper link and one fiber link.

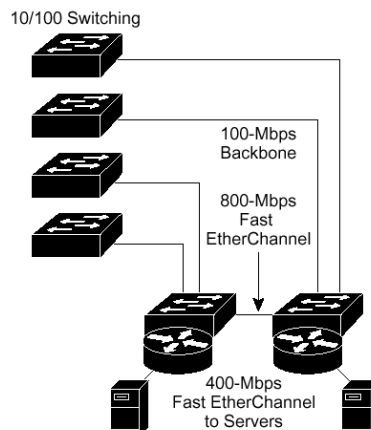
Full-Duplex Ethernet / IEEE 802.3x

- dwukierunkowa niezależna i jednoczesna transmisja z pominięciem metody CSMA/CD,
- łącza typu punkt-punkt (*link*) z oddzielnymi torami przesyłowymi 10Base-T, FL, 100Base-TX, FX, itp.
- brak ograniczenia na czas propagacji, tylko na czas między ramkami,
- większa wydajność, brak kolizji,
- kontrola przepływu za pomocą ramek PAUSE (opcjonalna): pole *MAC Control Parameters* zawiera ilość 512-bitowych okresów, którą należy odczekać przed wznowieniem transmisji (0 = wznowienie).

Preamble (7-bytes)	Start Frame Delimiter (1-byte)	Dest. MAC Address (6-bytes) = (01-80-C2-00-00-01) or unique DA	Source MAC Address (6-bytes)	Length/Type (2-bytes) = 802.3 MAC Control (88-08)	MAC Control Opcode (2-bytes) = PAUSE (00-01)	MAC Control Parameters (2-bytes) = (00-00 to FF-FF)	Reserved (42-bytes) = all zeros	Frame Check Sequence (4-bytes)
--------------------	--------------------------------	--	------------------------------	--	---	--	------------------------------------	--------------------------------

Link Aggregation / IEEE 802.3ad

- równoległe połączenie kilku łączy *Full-Duplex*, o tej samej przepustowości każde,
- dodatkowa podwarstwa ponad MAC,
- dla wyższych warstw widoczne jako pojedynczy adres MAC,
- zwiększona przepustowość,
- zwiększona odporność na awarie,
- rozwiązania firmowe np. Cisco EtherChannel.



Auto-Negotiation

- *Fast Link Pulses* - przesyłane między ramkami informują o poprawnej pracy łącza (odpowiedniki *Normal Link Pulses 10Base-T*),
- mechanizm umożliwiający optymalny dobór parametrów transmisji w łączu Ethernet (IEEE 802.3u),
- priorytety połączeń:

Technology Ability Field:

100Base-TX full duplex	A3
100Base-T4	A4
100Base-TX	A2
10Base-T full duplex	A1
10Base-T	A0

Selector Field = < 00001 > dla 802.3

Remote Fault - wykrycie błędu

Acknowledge - potwierdzenie 3 FLP

Next Page - możliwe dodatkowe opcje

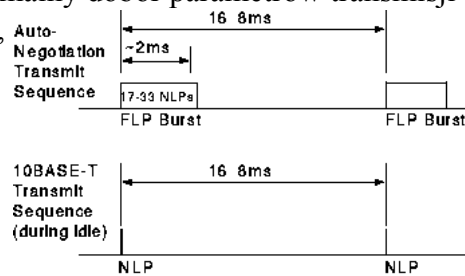


Figure 2. FLP Burst Timing

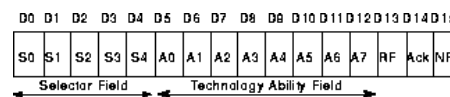


Figure 3. Base Link Code Word Encoding

Auto-Negotiation - c.d.

Algorytm:

- nadawanie FLP ze słowem kodowym,
- rozpoznanie obecności AN w ciągu 6-17 FLP,
- po odbiorze 3 pełnych FLP transmisja własnych FLP z Ack,
- po odbiorze 3 FLP z Ack transmisja 6-8 FLP z Ack,
- przejście do realizacji opcji *Next Page*: wymiana opcjonalnych danych, najpierw *Message Page*, potem *Unformatted Pages*.

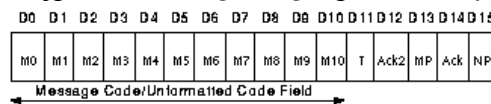


Figure 5. Next Page Link Code Word Encoding

MCF/UCF - określa typ, a następnie zawartość (zależną od producenta) wiadomości,

T - zmienia wartość w następnej wiadomości (synchronizacja),

Ack2 - potwierdza zdolność obsługi danej wiadomości,

MP - 0 = *Unformatted Message*, 1 = *Message Page*,

Ack - równy 1 w czasie całej transmisji *Next Page*,

NP - 0 = będą następne strony, 0 = koniec transmisji.

Auto-Negotiation - c.d.



Parallel Detection - jeśli tylko jedna strona łącza wspiera auto-negocjację, to ustalenie typu połączenia następuje po rozpoznaniu formatu sygnałów nadsyłanych przez drugą stronę łącza np. NLP dla 10Base-T, *Idle signal* dla 100Base-TX,
- nie stosuje się w tej sytuacji wymiany FLP,
- dopuszczalne tylko połączenie *half-duplex*.

UWAGA: Auto-negocjacja nie rozpoznaje jakości okablowania!
Przesył sygnałów FLP wykorzystuje mniejsze pasmo przeniesienia niż transmisja ramek.

W 100Base-FX zamiast FLP stosuje się modulację czasu sygnału *idle* (wcześniej auto-negocjacja nie była obsługiwana).

Kodowanie danych w sieci Fast Ethernet



10Base - kodowanie Manchester - nie nadaje się do szybkich transmisji - wymaga za dużego pasma częstotliwości.

W celu ograniczenia wymaganego pasma 100Base stosuje kodowanie:

100Base-FX - 4B/5B + NRZI

100Base-TX - 4B/5B + (MLT-3) NRZI-3

100Base-T4 - 8B/6T (kombinacja 4B/5B i MLT-3)

Celem kodowania jest zmniejszenie ilości przesyłanych znaków w stosunku do przesyłanych bitów i zapewnienie synchronizacji zegarów (wyeliminowanie ciągów powtarzających się zer i jedynek).

100Base-FX, TX

Synchronizacja jest realizowana za pomocą kodowania 4B/5B w podwarstwie PCS - każde 4 bity odebrane z MII są zamieniane na ciąg (słowo) 5-bitowy wg predefiniowanej tabeli kodowej. Istnieją 32 kody 5-bitowe - wybrano 16 słów reprezentujące dane (min. 2 zmiany stanu) plus 4 słowa sterujące, oznaczające początek i koniec każdej ramki oraz tzw. *Idle signal* (max. ilość zmian). *Idle signal* jest wymieniany nieustannie między transmisjami.

4B5B Encoding Table
Data (Hex) Data (Binary) 4B5B Code

0	0000	11110
1	0001	01001
2	0010	10100
...
D	1101	11011
E	1110	11100
F	1111	11101

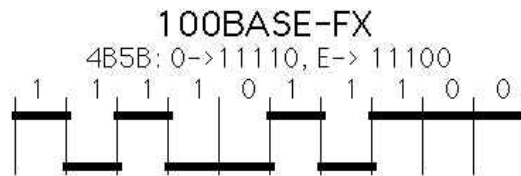
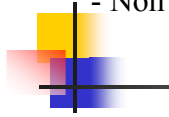
Kody 4B/5B

4 bits data	5 bits code	4 bits data	5 bits code
0000	11110	1000	10010
0001	01001	1001	10011
0010	10100	1010	10110
0011	10101	1011	10111
0100	01010	1100	11010
0101	01011	1101	11011
0110	01110	1110	11100
0111	01111	1111	11101

Interpretation	Coding
Idle	11111
Start of stream delimiter 1 (First 5 bits of delimiter)	11000
Start of stream delimiter 2 (Second 5 bits of delimiter)	10001
End of stream delimiter 1 (First 5 bits of delimiter)	01101
End of stream delimiter 2 (Second 5 bits of delimiter)	00111
Transmit error	00100
Invalid codes	other 10 patterns left

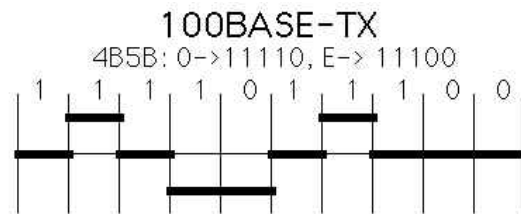
Kodowanie NRZI

- Non Return to Zero, Invert on One, podwarstwa PMA



Kodowanie MLT-3

- Multi-Level Transition 3-state , podwarstwa PMD



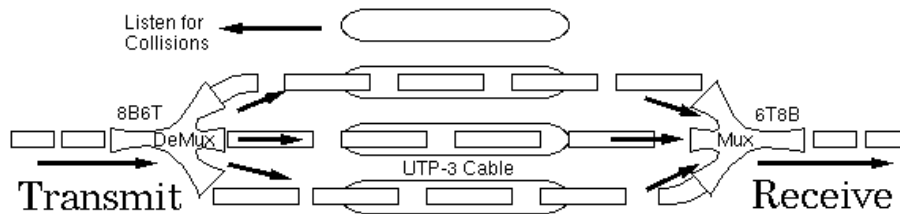
100Base-T4

Kodowanie jest realizowane algorytmem 8B/6T, który zamienia ciąg 8 bitów (znaków 2-stanowych) na ciąg 6 kodów 3-stanowych. $3^6 = 729$ możliwych kodów: 256 reprezentuje dane, 9 oznacza kody startu, stopu i sterujące. Dopuszczalne są dowolne przejścia między poziomami sygnału (inaczej niż w MLT-3).

8B/6T Encoding Table		
Data (Hex)	Data (Binary)	8B6T Code
00	0000 0000	+00+-
01	0000 0001	0+-+0
...
0E	0000 1110	-+0-0+
...
FE	1111 1110	-+0+00
FF	1111 1111	+0-+00

100Base-T4 MULTIPLEXING AND DEMULTIPLEXING

Kolejne kody 6T (reprezentujące bajty) są przesyłane na przemian kolejną z 3 par przewodów kabla UTP (czwarta para służy do detekcji kolizji).



Preambuła została zmodyfikowana tak, aby umożliwiać rozpoznanie kolejności przesyłanych bajtów. Na końcu ramki przesyłanych jest 5 znaków końca.

Wydajność kodowania:

100Base-FX: MII → 100 Mbps, 4B/5B → 125 Mbps (125 MHz),
NRZI → 62.5 MHz (światłowód)

100Base-TX: MII → 100 Mbps, 4B/5B → 125 Mbps (125 MHz),
NRZI → 62.5 MHz, MLT-3 → 31.25 MHz (UTP-5)
(opcjonalny *scrambler* - obniżenie EMI)

100Base-T4: MII → 100 Mbps, 8B/6T → 75 Mbps (37.5 MHz),
Multiplexing → 12.5 MHz (UTP-3)

100Base-T2



- wykorzystuje "dual duplex baseband transmission",
- modulacja "Five-level Pulse Amplitude Modulation" (PAM5),
 - pięć poziomów sygnału: -2, -1, 0, +1, +2,
 - 4 bity na jeden kod: 25 Mbaud,
 - zaaprobowany w 1997, praktycznie nie używany.

100Base-T2 Facts	
Transmission Rate	100 Mb/s (200 Mb/s in optional full-duplex mode)
Cable Type	two pairs of Category 3 unshielded twisted pair (UTP) cabling, 100-ohm impedance rating
Maximum Segment Length	100 meters (328 feet)
Maximum Number of Transceivers per Segment	2
Connector Technology	RJ-45 style modular jack (8-pins)
Signal Encoding	PAM5x5