

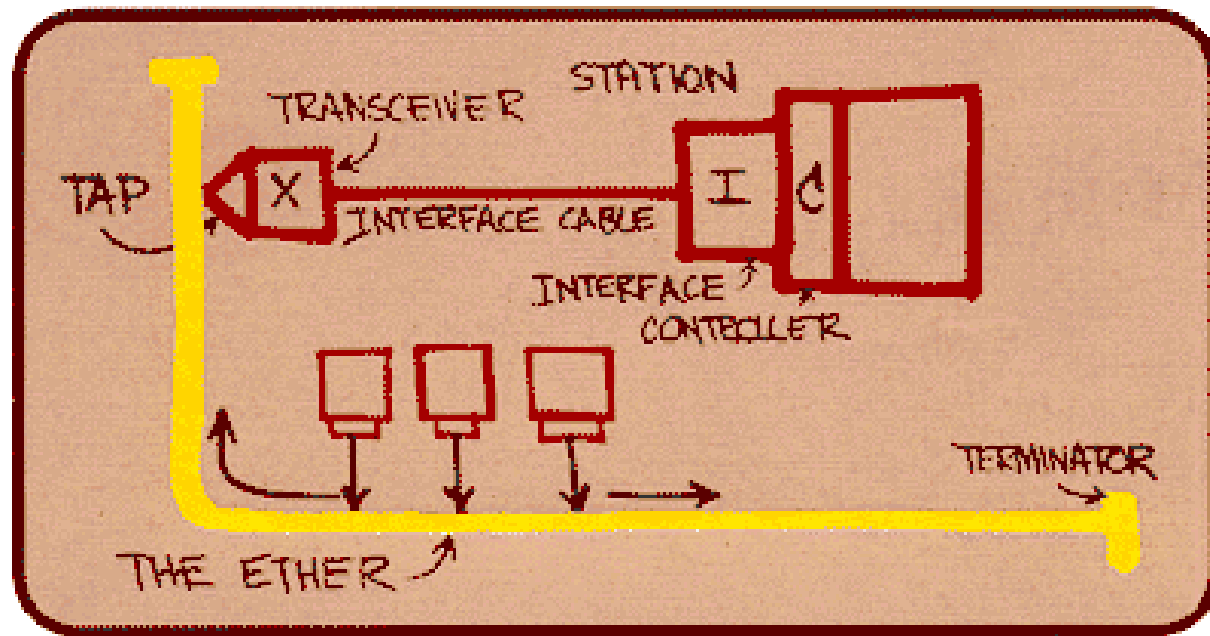


PODSTAWY SIECI KOMPUTEROWYCH

Ethernet

Historia Ethernetu

- Robert Metcalfe i David Boggs rozpoczęli w **1972** roku prace nad nową technologią sieciowej w firmie Xerox
- Technologia została nazwana Ethernet (ether po łacinie to środowisko w którym rozchodzą się fale elektromagnetyczne)



Trzy podstawowe technologie Ethernet

- Ethernet i IEEE 802.3 – jest to kilka specyfikacji określających LAN, z których każda pracuje z przepływnością 10Mb/s
- Ethernet 100Mb/s- jest to pojedyncza specyfikacja, znana również jako Fast Ethernet, określa sieć pracującą z przepływnością 100Mb/s
- Ethernet 1000Mb/s – jest to pojedyncza specyfikacja znana również jako Gigabit Ethernet określa sieć pracującą z przepływnością 1000Mb/s

Warstwy fizyczne IEEE 802.3

	10BASE5	10BASE2	10BASE-T	10BASE-FL
Przepustowość	10Mb/s	10Mb/s	10Mb/s	10Mb/s
Medium	gruby kabel koncentryczny o średnicy 10mm	cienki kabel koncentryczny RG-58	2 pary nieekranowanej skrętki kat. 3	światłowód wielo i jednomodowy, (dwa włókna)
Złącze	AUI	BNC	RJ45	ST
Topologia	magistrala zakończona terminatorami 50omowymi	magistrala zakończona terminatorami 50omowymi	gwiazda	punkt-punkt

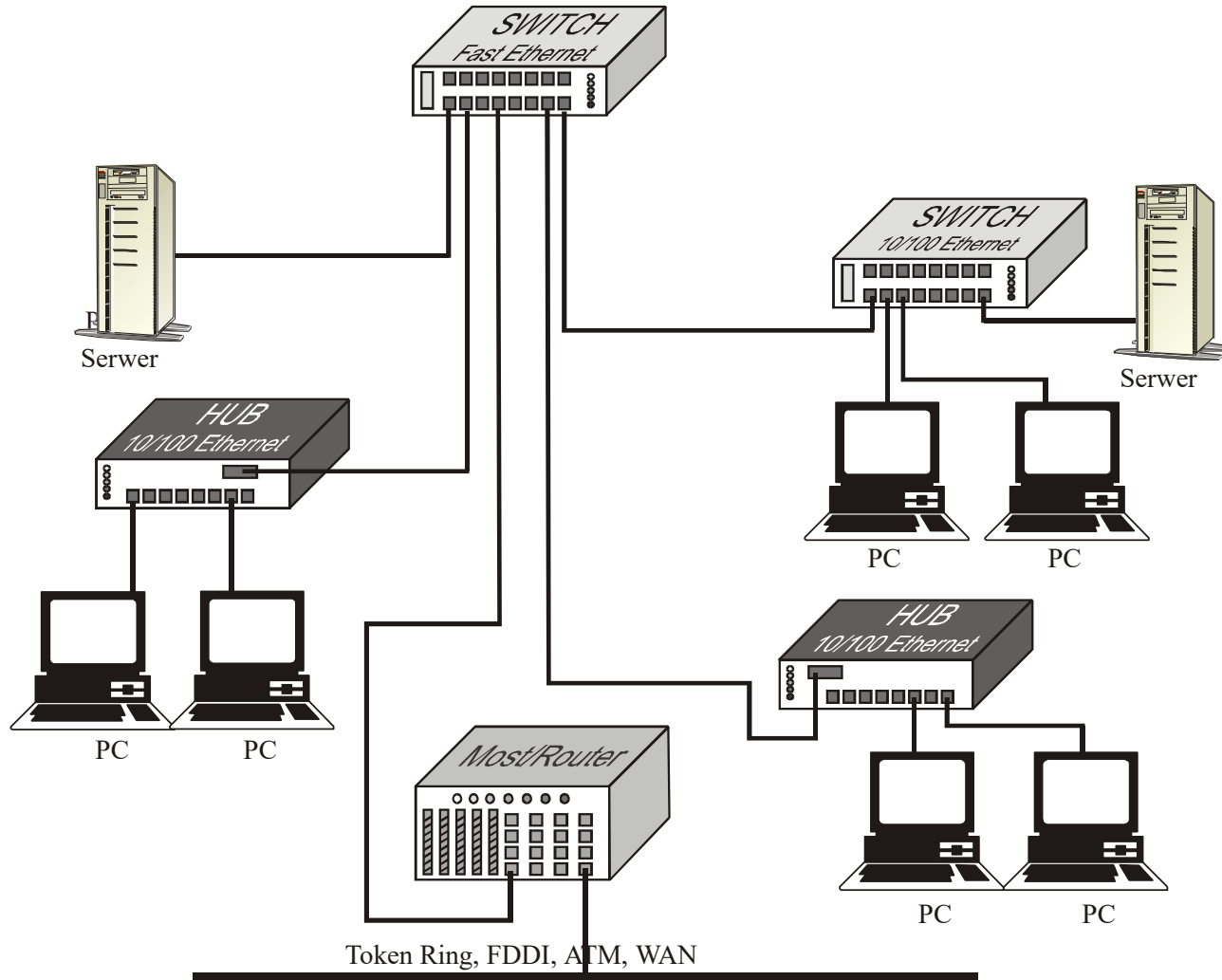
Warstwy fizyczne IEEE 802.3

	10BASE5	10BASE2	10BASE-T	10BASE-FL
Długość segmentu	500 metrów	185 (300) metrów	100 metrów	400-2000 metrów
Liczba węzłów w segmencie	100	30	2	Nie dotyczy
Średnica sieci	2500 metrów	925 metrów	500 metrów	2000 metrów
Maksymalna liczba segmentów	5	5	5	5

Fast Ethernet

- IEEE zatwierdził standard Fast Ethernet w 1995 roku jako IEEE 802.3u
- Fast Ethernet to następca Ethernetu, który pokonał standard 100VG-AnyLAN
- Fast Ethernet zwiększa prędkość transmisji do 100 Mb/s
- Zachowana została metoda dostępu do łącza CSMA/CD oraz format ramki
- Największych zmian dokonano w warstwie fizycznej

Topologia Fast Ethernet



Warstwy fizyczne Fast Ethernet

	100BASE-TX	100BASE-FX	100BASE-T4
Medium	dwie pary kabla UTP lub STP 5 kategorii	dwa włókna światłowodów wielomodowego	cztery pary kabla UTP kategorii 3 lub wyższej
Liczba par	2	2	4
Liczba par nadających	1	1	3
Pełen duplex	TAK	TAK	NIE
Złącze	RJ45	SC, MIC, ST	RJ45
Częstotliwość sygnału	125 MHz	125 MHz	25 MHz
Topologia	gwiazda	gwiazda	gwiazda

Fast Ethernet

- 100Base-TX – podobny do 10BASE-T, ale z szybkością 100Mb/s. Wymaga 2 par z 4 parowej skrętki kategorii 5, używa wtyków RJ45. Obecnie jeden z najpopularniejszych standardów sieci opartych na 'skrętce'.
- 100Base-T4 – Używa 4 par 'skrętki' kategorii 3. Obecnie przestarzały.
- 100Base-T2 – Miał używać 2 par 'skrętki' kategorii 3 jednak nie ma sprzętu sieciowego wspierającego ten typ Ethernetu.

Fast Ethernet

- 100BASE-FX – Ethernet 100Mb/s za pomocą włókien światłowodowych wielomodowych.
Zasięg rozwiązania wynosi do 2km.
- 100Base-LX – Ethernet 100Mb/s za pomocą włókien światłowodowych.
- 100Base-LX10 – Ethernet 100Mb/s za pomocą włókien światłowodowych jedno i wielomodowych.
Zasięg dla jednomodów wynosi 10km, dla wielomodów 550m.
- 100Base-SX – Ethernet 100Mb/s za pomocą włókien światłowodowych wielomodowych.
Zasięg około 460 m.
- 100Base-CX – Ethernet 100Mb/s za pomocą 2 par skrętki.
Zasięg około 25 m.

Gigabit Ethernet

- 1000BASE-T – 1 Gb/s na kablu miedzianym - popularnej skrętce kat. 5 lub wyższej. Ponieważ kabel kategorii 6 może bez strat przenosić do 125 Mb/s, osiągnięcie 1000 Mb/s wymaga użycia czterech par przewodów oraz modyfikacji układów transmisyjnych dającej możliwość transmisji ok. 250 Mb/s na jedną parę przewodów w skrętce.
- 1000BASE-SX – 1 Gb/s na światłowodzie (do 550 m).
- 1000BASE-LX – 1 Gb/s na światłowodzie. Zoptymalizowany dla połączeń na dłuższe dystanse (do 10 km) za pomocą światłowodów jednomodowych.

Gigabit Ethernet

- 1000BASE-LH – 1 Gb/s na światłowodzie (do 10 km).
- 1000BASE-CX – 1 Gb/s na specjalnym kablu miedzianym zwanym kablem koncentrycznym na odległość do 25 m używany kiedyś do łączenia ze sobą koncentratorów, przełączników. Obecnie przestarzały i wyparty przez 1000BASE-T.

10 Gigabit Ethernet

- 10GBASE-SR – 10 Gb/s przeznaczony dla światłowodów wielomodowych o maksymalnym zasięgu od 26 do 82 m (przy 850nm). Umożliwia także zasięg 300 m na nowych światłowodach wielomodowych 2000MHz/km.
- 10GBASE-LX4 – stosując modulację typu 'WDM' umożliwia zasięg 240 lub 300 m za pomocą światłowodów wielomodowych (przy 1310nm) lub 10 km za pomocą jednomodowych.
- 10GBASE-LR – Ethernet za pomocą światłowodów jednomodowych na odległość 10 km.

10 Gigabit Ethernet

- 10GBASE-ER – Ethernet za pomocą światłowodów jednomodowych na odległość 40 km.
- 10GBASE-SW, 10GBASE-LW i 10GBASE-EW – odpowiedniki 10GBASE-SR, 10GBASE-LR i 10GBASE-ER używające transmisji synchronicznej na tych samych typach światłowodów i na te same odległości.
- 10GBASE-T – najnowszy standard w tej kategorii. Umożliwia transmisję o prędkości 10 Gb/s na odległość 100 m kablem nieekranowanym UTP kategorii 6a/7. Możliwe jest również wykorzystanie kabla kategorii 6 – wtedy maksymalna długość kabla nie powinna przekraczać 55m.

Autonegocjacja

- Urządzenia Fast Ethernetu mogą współpracować z urządzeniami Ethernet
- Wprowadzono mechanizm Autonegocjacji (ang. Autonegotiation) umożliwiający rozpoznawanie trybu pracy urządzeń i wybranie trybu o najwyższym, akceptowanym przez oba urządzenia
- Mechanizm Autonegocjacji używa serii szybkich impulsów łącza FLP (ang. Fast Link Pulse), które jest zmodyfikowaną wersją sygnału NLP (ang. Normal Link Pulse) używanego w sieciach 10BASE-T

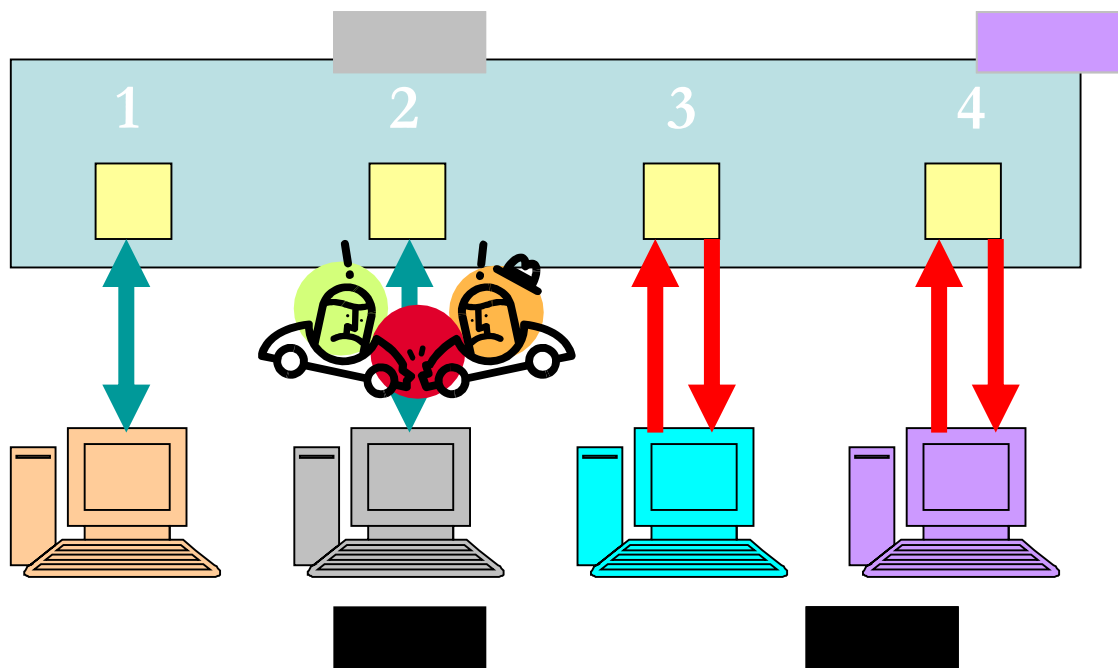
Autonegocjacja

Autonegocjacja wybiera tryb o najwyższym, akceptowanym przez oba urządzenia priorytecie według następującej kolejności:

- 100BASE-TX Full Duplex
- 100BASE-T4
- 100BASE-TX
- 10BASE-T Full Duplex
- 10BASE-T

Half duplex vs. Full duplex

— Łącze half duplex — Łącze full duplex



Half duplex vs. Full duplex

Half duplex:

- Współdzielony Ethernet
- Łącze współdzielone dla transmisji w obie strony
- Metoda dostępu do łącza to CSMA/CD

Full duplex:

- Przełączany Ethernet
- W każdą stronę dostępna pełna przepustowość
- Nie ma potrzeby stosowania CSMA/CD, czyli znikają ograniczenia związane z CSMA/CD

Ewolucja technologii Ethernet

- Ethernet oparty na współdzielonym kablu koncentrycznym z występowaniem kolizji
- Ethernet oparty na skrętce UTP z występowaniem kolizji i zastosowaniem koncentratora
- Ethernet oparty na skrętce UTP bez kolizji, pełen duplex z zastosowaniem przełącznika

Gigabit Ethernet

- Gigabit Ethernet to dalsze rozwinięcie technologii, zwiększając prędkość transmisji do 1 Gb/s
- Został zaakceptowany w 1998 roku jako standard IEEE 802.3z
- Zachowana została metoda zarządzania łączem CSMA/CD, co przy 10-krotnym zwiększeniu szybkości transmisji spowodowało dalsze ograniczenie dopuszczalnej rozpiętości sieci
- Gigabitowy Ethernet umożliwia pracę pełnodupleksową
- Rozszerzono mechanizm autonegocjacji uwzględniając technologię Gigabit Ethernet

Autonegocjacja

Autonegocjacja wybiera tryb o najwyższym, akceptowanym przez oba urządzenia priorytecie według następującej kolejności:

- 1000BASE-T full duplex
- 1000BASE-T half duplex
- 100BASE-T2 full duplex
- 100BASE-TX full duplex
- 100BASE-T2 half duplex
- 100BASE-T4
- 100BASE-TX half duplex
- 10BASE-T full duplex
- 10BASE-T half duplex

Warstwa łącza danych Gigabit Ethernet

- Gigabit Ethernet korzysta z formatu ramki 802.3
- Podobnie jak wolniejsze wersje Gigabit Ethernet może działać w trybie pół- oraz pełnego duplexu
- Minimalna długość ramki została zwiększona z 64 do 512 bajtów, w celu zwiększenia średnicy sieci dla metody CSMA/CD
- Dla krótkich ramek Gigabit Ethernet staje się nieefektywny, dlatego wprowadzona tryb transmisji typu burst. W tym trybie stacja może transmitować małe ramki aż do osiągnięcia ich sumy równej 8192 bajty. Przerwy między ramkami będą wypełnione transmisją, czyli medium będzie zajęte przez cały czas

Warstwy fizyczne Gigabit Ethernet

	1000BASE-T	1000BASE-SX	1000BASE-LX	1000BASE-CX
Medium	kabel kat 5e lub lepszej kategorii	50 lub 62,5 μ m. MMF	50 lub 62,5 μ m. MMF oraz 8-10 μ m. SMF	150 Om Twinax
Liczba par	4	2 włókna	2 włókna	2
Pełen duplex	TAK	TAK	TAK	NIE
Złącze	RJ45	SC	SC	HSSC, DB-9
Długość kabla	100 m	220-550 m	5000 m (SMF) 550 m (MMF)	25 m
Kodowanie	4D-PAM5	8B/10B	8B/10B	8B/10B

10 Gigabit Ethernet

- 10 Gigabit Ethernet to kontynuacja technologii Ethernet, zwiększająca prędkość transmisji do 10 Gb/s
- Podobnie jak Fast oraz Gigabit Ethernet pracuje na pełnym duplexie
- Nie jest stosowana metoda dostępu CSMA/CD, w związku z tym ograniczenie dotyczące rozmiaru sieci nie jest już tak restrykcyjne
- Zachowano format ramki według standardu IEEE 802.3

Obszary zastosowań 10 Gigabit Ethernet

- Sieci LAN: połączenia międzyserwerowe, połączenia przełącznik-przełącznik, połączenia serwer-przełącznik
- Sieci MAN: połączenia między przełącznikami rdzeniowymi do 80 km z wykorzystaniem światłowodu jednomodowego
- Sieci WAN: dzięki unifikacji standardu Ethernet 10 Gigabit ze standardami OC192c (SONET) oraz VC64c (SDH), możliwe będzie budowa sieci WAN heterogenicznych używających technologii Ethernet 10 Gb/s, SONET lub SDH

10 Gigabit Ethernet end-to-end

- Stosowania technologii 10 Gigabit Ethernet we wszystkich rodzajach sieci, pozwala na budowę dużych sieci stosujących wyłącznie Ethernet jako środka transportu end-to-end
- Redukuje to potrzebę konwersji i stosowania technik intersieciowych, które powodują zwiększenie opóźnienia w sieciach komputerowych

Porównanie 10 Gigabit z poprzednimi wersjami Ethernet

- 10 Gigabit Ethernet pracuje tylko w trybie pełnego duplexu, czyli nie obsługuje transmisji półduplex i metody CSMA/CD
- Minimalna długość ramki wynosi 64 bajty (jak dla Fast Ethernet i Ethernet), nie ma potrzeby wydłużania ramki do 512 bajtów jak dla Gigabit Ethernet
- Sieci 10 Gigabit Ethernet będą dysponować różnymi interfejsami PMD
- Interfejs WAN PHY umożliwiający stosowanie 10 Gigabit Ethernet w sieciach WAN
- Jako medium transmisyjne stosowany jest głównie światłowód

Warstwa fizyczna 10 Gigabit Ethernet

- MDI (Media Independent Interface) pełni rolę interfejsu sprzęgającego warstwę MAC z warstwą fizyczną
- PCS (Physical Coding Sublayer) odpowiada za kodowanie i dekodowanie strumieni danych przesyłanych do warstwy MAC
- PMA (Physical Medium Attachment) odpowiada za serializację i synchronizację grup sygnałów
- PMD (Physical Medium Dependent) odpowiada za transmitowanie sygnałów

Warstwy fizyczne dla światłowodu

Interfejs	Opis	Typ światłowodu	Maksymalna odległość
10GBASE-SR	850 nm (szeregowy interfejs LAN)	wielomodowy	300 m
10GBASE-LX4	1310 nm (równoległy interfejs LAN typu WDM)	wielomodowy	300 m
10GBASE-LR	1310 nm (szeregowy interfejs LAN)	jednomodowy	10 km
10GBASE-ER	1550 nm (szeregowy interfejs LAN)	jednomodowy	40 km
10GBASE-SW	850 nm (szeregowy interfejs WAN)	jednomodowy	65 m
10GBASE-LW	1310 nm (szeregowy interfejs WAN)	jednomodowy	10 km
10GBASE-EW	1550 nm (szeregowy interfejs WAN)	jednomodowy	40 km

10 Gigabit Ethernet w kablu miedzianym

- Grupa robocza 802.3ak przyjęła w 2004 standard 10GBASE-CX4 okablowania Twinax, które pozwala budować połączenia o długości do 15 metrów
- Grupa robocza 802.3an przyjęła w 2006 standard 10GBASE-T
- Połączenia 10GBASE-T powinny być budowane wykorzystując okablowanie kat. 6a i 7 przy ograniczeniu długości połączenia do 100 metrów
- Można też korzystać z usług starszych kabli kat. 6, jednak długość połączenia nie powinna przekraczać 55 metrów

100 Gigabit Ethernet

- 23 listopada 2006 r. naukowcy z IEEE rozpoczęli prace nad opracowaniem technologii, która umożliwiłaby wprowadzenie nowego standardu sieci Ethernet o prędkości do 100 Gb/s.
- W czerwcu 2010 roku standard ten (802.3ba) został zaakceptowany przez IEEE.

100 Gigabit Ethernet

- został zaprojektowany z myślą o łączeniu serwerów, lub tworzenia sieci WAN.

PHY	40 Gigabitów Ethernet	100 Gigabit Ethernet
co najmniej 1 m ponad backplane	40GBASE-KR4	
co najmniej 10 m miedzianych kabli	40GBASE-CR4	100GBASE-CR10
co najmniej 100 m nad OM3 MMF	40GBASE-SR4	100GBASE-SR10
co najmniej 125 m nad OM4 MMF ^[7]	40GBASE-SR4	100GBASE-SR10
co najmniej 10 km na SMF	40GBASE-LR4	100GBASE-LR4
co najmniej 40 km na SMF		100GBASE-ER4

Metro Ethernet

- Klasyczny Ethernet nie zapewnia odpowiedniej skalowalności, bezpieczeństwa i efektywności dla zastosowań w dużych sieciach miejskich i rozległych
- Dlatego powstała koncepcja Metro Ethernet, zawierająca szereg nowych rozwiązań umożliwiających stosowanie Ethernetu w sieciach miejskich i rozległych
- Rozwojem koncepcji Metro Ethernet zajmuje się Metro Ethernet Forum (metroethernetforum.org)
- Metro Ethernet używa technologii Carrier Ethernet

Carrier Ethernet

- Carrier Ethernet współpracuje z technologiami transportowymi stosowanymi powszechnie w sieciach rozległych i miejskich (np. SDH/SONET, MPLS)
- Technologia Carrier Ethernet jest rozwijana w celu zapewnienia następujących funkcjonalności:
 - Ustandaryzowane usługi
 - Skalowalność
 - Niezawodność
 - Jakość usług
 - Zarządzanie usługami

Zasilanie przez okablowanie Ethernet

- Standard IEEE802.3af (Power over Ethernet) pozwala zasilać urządzenia sieciowe przez okablowanie Ethernet
- Został on zaakceptowany przez IEEE w 2003 r
- Standard precyzuje dostarczanie energii ze źródła zasilania PSE (Power Sourcing Equipment) do urządzenia odbiorczego PD (Powered Device), za pośrednictwem tego samego kabla, w którym są przesyłane dane

Power over Ethernet

- Specyfikacja 802.3af przewiduje, że urządzenie sieciowe jest zasilane przez okablowanie UTP (kat. 3, 5, 5e lub 6) napięciem zmiennym 48 V
- Natężenie prądu zasilającego każdy węzeł jest ograniczone do 400 mA, a ciągła moc dostarczana do każdego węzła nie może przekraczać 15,4 W
- Grupa robocza IEEE 802.3at prowadzi prace nad nowym standardem Power over Ethernet przeznaczonym dla kabli od kat. 5 z maksymalną mocą 56 W

Zalety zasilanie przez Ethernet

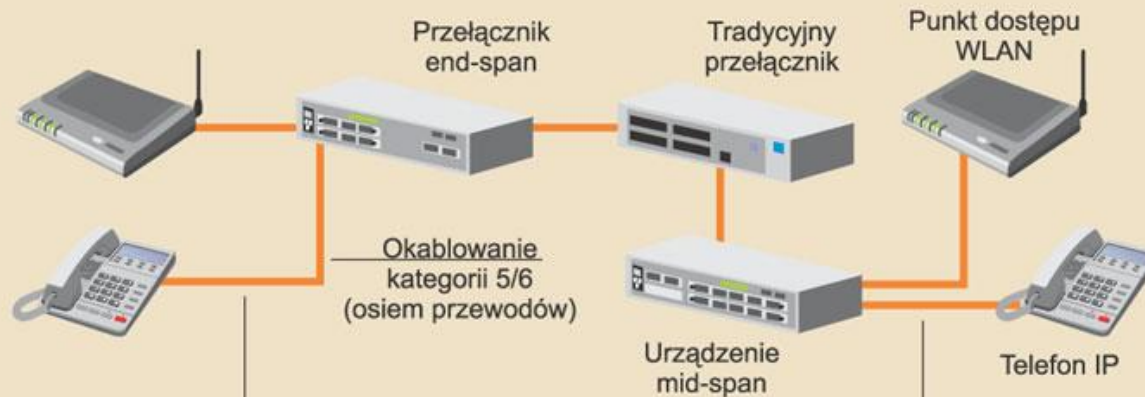
- 👍 Ułatwia instalowanie telefonów IP i punktów dostępu bezprzewodowych sieci LAN
- 👍 Zmniejsza koszty związane z wdrażaniem tego typu rozwiązań
- 👍 Sieć dystrybuująca zasilanie ma taką samą architekturę, jak sieć LAN, co umożliwia instalacje w centralnym punkcie sieci LAN jeden zasilacz UPS, który chroni wszystkie urządzenia sieciowe
- 👍 Zapewnia zdalny dostęp i możliwość zarządzania z wykorzystaniem technologii SNMP/Web

Źródła zasilania

Standard 802.3af definiuje dwa rodzaje urządzeń zasilających, które dostarczają końcowym urządzeniom sieciowym napięcie przez standardowe okablowanie UTP

End-span - przełącznik nowej generacji wyposażony w moduł Power over Ethernet

Mid-span: patchpanel instalowany między tradycyjnym przełącznikiem i końcowym urządzeniem sieciowym



Pary przewodów 1/2 i 3/6 (transmitujące dane) dostarczają urządzeniu końcowemu napięcie 48 V



Nie używane pary przewodów 4/5 i 7/8 dostarczają urządzeniu końcowemu napięcie 48 V, a dane są transmitowane przez pozostałe pary przewodów.

Dostępowy Ethernet na przewodach miedzianych

- Grupa IEEE 802.3ah przyjęła w 2004 standard Ethernet in the First Mile dotyczący przesyłania Ethernetu na łączach miedzianych służących do przekazu głosu
- Przykładem tego typu rozwiązania jest Long-Reach Ethernet (LRE)
- LRE zwiększa zasięg Ethernetu, wykorzystując bez dodatkowych warunków skrętkę miedzianą przewodu telefonicznego
- LRE zapewnia transmisję w pełnym duplexie

Long-Reach Ethernet

Zasięg LRE:

- 15 Mb/s w obie strony na odległość do 1 km
- 10 Mb/s w obie strony na odległość do 1,2 km
- 5 Mb/s w obie strony na odległość do 1,5 km

Dzięki uzyskiwanym przez LRE szybkościom i zasięgowi ta technologia zapewnia:

- Szerokopasmowe połączenia internetowe
- Wsparcie dla telefonii IP
- Konwergencję aplikacji wideo/głos/dane

Podsumowanie Ethernet

- Ethernet to najbardziej popularna technologia sieci lokalnych
- Początkowo Ethernet używał metody CSMA/CD, ale obecnie używany jest przełączany Ethernet w trybie pełnego duplexu
- W konsekwencji ograniczenia związane z CSMA/CD są już nieaktualne
- Obecnie pracuje się nad kolejną wersją 100 Gigabit Ethernet
- Największym konkurentem Ethernetu jest WiFi

Standardy Ethernet:

10 Mb/s (Ethernet)

- IEEE 802.3, 10Base5 Ethernet, topologia szyny, do 500m segment
- IEEE 802.3a, 10Base2 Ethernet, topologia szyny, do 185m segment
- IEEE 802.3i, 10Base-T Ethernet, topologia gwiazdy, do 100m segment
- IEEE 802.3j, 10Base-FL Ethernet, topologia gwiazdy, do 2000m segment

Standardy Ethernet:

100 Mb/s (Fast Ethernet)

- IEEE 802.3u, 100Base-TX Fast Ethernet, topologia gwiazdy, do 100m segment
- IEEE 802.3u, 100Base-FX Fast Ethernet, topologia gwiazdy, do 100m segment

Standardy Ethernet:

1 Gb/s (Gigabit Ethernet)

- IEEE 802.3z, 1000Base-LX Gigabit Ethernet, topologia gwiazdy, do 310m segment
- IEEE 802.3z, 1000Base-SX Gigabit Ethernet, topologia gwiazdy, do 310m segment
- IEEE 802.3z, 1000Base-CX Gigabit Ethernet, topologia gwiazdy, do 310m segment
- IEEE 802.3z, 1000Base-T Gigabit Ethernet, topologia gwiazdy, do 25m segment

Standardy Ethernet:

10 Gb/s (10 Gigabit Ethernet)

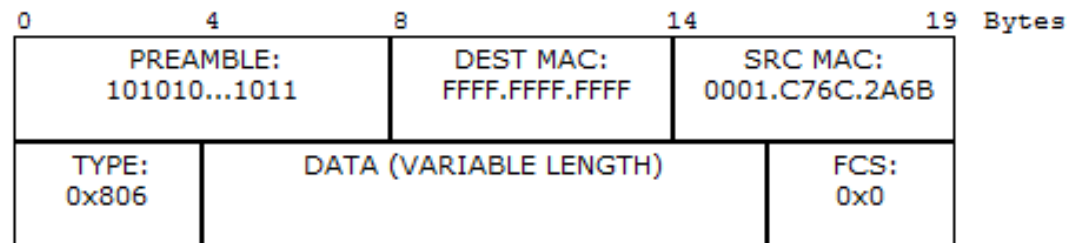
- IEEE 802.3ae - 10 Gigabit Ethernet

100 Gb/s (100 Gigabit Ethernet)

- 802.3ba - 100 Gigabit Ethernet

CPT

Ethernet II



```

▶ Frame 41558 (54 bytes on wire, 54 bytes captured)
▼ Ethernet II, Src: 89:8a:2c:48:c0:d8 (89:8a:2c:48:c0:d8), Dst: 70:a2:b2:4b:49:74 (70:a2:b2:4b:49:74)
  ▶ Destination: 70:a2:b2:4b:49:74 (70:a2:b2:4b:49:74)
  ▶ Source: 89:8a:2c:48:c0:d8 (89:8a:2c:48:c0:d8)
    Type: IP (0x0800)
    Trailer: DA3FDA2352F13DE10000000005002020036420000
  
```

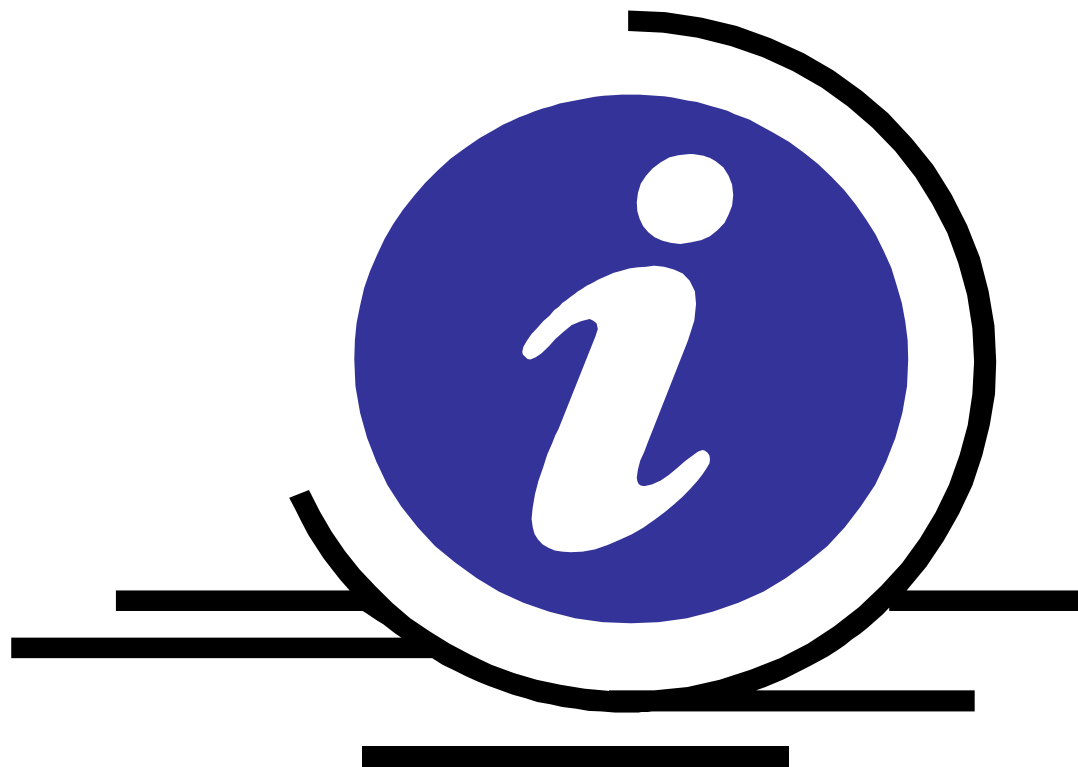
```

▼ Frame 11805: 90 bytes on wire (720 bits), 90 bytes captured (720 bits)
  ▶ Radiotap Header v0, Length 26
  ▼ IEEE 802.11 Data, Flags: ..m...F.C
    Type/Subtype: Data (0x20)
    ▼ Frame Control: 0x2208 (Normal)
      Version: 0
      Type: Data frame (2)
      Subtype: 0
      ▶ Flags: 0x22
      Duration: 0
      Destination address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
      BSS Id: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
    0010  10 02 85 09 a0 00 ba 01 00 00 08 22 00 00 ff ff  .....".
    0020  ff ff ff ff 00 00 00 00 00 00 00 22 fb cc 2f 10  ....."/.
    0030  a0 cd aa aa 03 00 00 00 08 06 00 01 08 00 06 04  .....
    0040  00 01 00 22 fb cc 2f 10 c0 a8 01 0b 00 00 00 00  ....."/.
  
```

```
[Frame is ignored: False]
[Protocols in frame: wlan]
⊖ IEEE 802.11 Probe Response, Flags: ....R...
  Type/Subtype: Probe Response (0x05)
  ⊖ Frame Control: 0x0850 (Normal)
    Duration: 0
    Destination address: IntelCor_70:f7:96 (00:1f:3c:70:f7:96)
    Source address: AskeyCom_68:4d:1b (00:24:d2:68:4d:1b)
    BSS Id: AskeyCom_68:4d:1b (00:24:d2:68:4d:1b)
    Fragment number: 0
    Sequence number: 914
⊖ IEEE 802.11 wireless LAN management frame
  ⊖ Fixed parameters (12 bytes)
  ⊖ Tagged parameters (29 bytes)
    ⊖ Tag: SSID parameter set: 4NG3B
    ⊖ Tag: Supported Rates 1(B), 2(B), 5.5(B), 6, 9, 11(B), 12, 18, [Mbit/sec]
    ⊖ Tag: DS Parameter set : Current Channel: 1
    ⊖ Tag: ERP Information
    ⊖ Tag: Extended Supported Rates 24, 36, 48, 54, [Mbit/sec]
```

```
0000  00 00 00 00 00 1f 3c 70  f7 96 00 24 d2 68 4d 1b  |.....|
```


Pytania



Warstwa sieci / OSI

