

Wersje Ethernet

Najbardziej popularną na dzień dzisiejszy wersją Ethernet jest Ethernet 100 Mb/s, który nazywany jest jako Fast Ethernet. Oryginalny Ethernet działał z przepływnością 10 Mb/s. Kolejnymi wersjami są Gigabit Ethernet pracujący z szybkością 1Gb/s (1000 Mb/s) i 10 Gigabit Ethernet z szybkością 10 Gb/s.

Standardy definiujące poszczególne wersje Ethernet to:

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

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

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 25m segment
- IEEE 802.3z, 1000Base-T Gigabit Ethernet, topologia gwiazdy, do 100m segment

10 Gb/s (10 Gigabit Ethernet)

- IEEE 802.3ae - 10 Gigabit Ethernet

- Urządzenia pracujące w sieci Ethernet wykorzystują standard CSMA/CD (Carrier Sence Multiple Access / Collision Detection), czyli rywalizują o dostęp do medium i wykrywają kolizje w sieci Ethernet. Wyjątkiem jest praca w trybie pełnego duplexu (full-duplex), gdzie dwa porty nie muszą wykrywać kolizji i transmitują z szybkością 2x większą niż w pół duplexie (half-duplex), mówimy wtedy o pracy w trybie punkt-punkt.
- Zobacz standard Ethernet IEEE 802.3 "Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications"

Format ramki Ethernet 802.3

Poniższy rysunek przedstawia budowę ramki Ethernet, zdefiniowaną przez standard IEEE 802.3 (wartości liczbowe określają ilość bajtów danego pola ramki):



Rys.1 Ramka Ethernet 802.3

Preambuła Preambuła jest sekwencją 7 bajtową (56 bitów) z naprzemiennymi wartościami 1 i 0, stosowanymi dla synchronizacji. Służy przede wszystkim po to by dać czas komponentom sieci na wykrycie sygnału i odczytanie go, zanim nadejdzie ramka Ethernet z danymi.

SFD (Start Frame Delimiter) SFD jest sekwencją 8 bitów w postaci 10101011, która wskazuje na początek ramki Ethernet z danymi.

DA MAC i SA MAC Pole adresu przeznaczenia DA MAC (Destination Address Medium Access Control) identyfikuje urządzenie lub wiele urządzeń, które mają odebrać ramkę Ethernet. Pole adresu źródła SA MAC (Source Address MAC) identyfikuje urządzenie, które wysłało tą ramkę ethernet. Możemy wyróżnić trzy typy adresów MAC: unicastowy, czyli konkretny adres MAC pojedynczego urządzenia; multicastowy, czyli identyfikujący grupę urządzeń; oraz broadcastowy, czyli taki, który ma wszystkie bity ustawione na "1", taką ramkę odbiorą wszystkie urządzenia w sieci LAN.

DI/Typ - Jeśli to pole ma wartość mniejszą lub równą 1500, to określa liczbę bajtów w polu Dane. Jeśli wartość jest większa niż 1536, wtedy pole określa naturę przesyłanego protokołu użytkownika. (patrz niżej EtherType)

Dane Dane klienta MAC, pole to zawiera dane transmitowane od stacji źródłowej do stacji przeznaczenia. Maksymalna wielkość tego pola to 1500 bajtów, a gdy wartość tego pola spada poniżej 46 bajtów to wykorzystywane jest pole Dopełnienia (Dop.), by ramka Ethernet osiągnęła minimalną długość.

Dop. Pole dopełnienia, wypełnione dodatkowymi bitami danych, stosowane tylko wtedy, gdy trzeba uzupełnić ramkę Ethernet do minimalnej długości 64 bajtów, licząc od pola DA MAC do FCS.

FCS Pole FCS (Frame Check Sequence) zawiera 4 bajty cyklicznej kontroli nadmiarowej CRC (Cyclic Redundancy Check). Przed wysłaniem ramki MAC, stacja źródłowa dokonuje kalkulacji CRC z wszystkich bitów ramki Ethernet od pola DA MAC, aż do pola Dop. (czyli z wszystkich pól oprócz preambuły, SFD i FCS), następnie wpisuje ją do pola FCS. Gdy ramka zostanie odebrana przez stację przeznaczenia, wykonywana jest ponowna kalkulacja CRC i jeśli wartość przeliczenia nie jest identyczna z wartością w polu FCS odebranej ramki Ethernet, to uważa się taką ramkę za błędną i odrzuca.

ETHERNET MTU

Standard Ethernet zakłada, że minimalna długość ramki Ethernet wynosi 64 bajty, a maksymalna 1518 bajtów (ale standard 802.3ac dodaje 4 bajty dla tagowania VLAN, więc na dzień dzisiejszy jest 1522 bajtów, bądź 1526 z Q-in-Q), licząc od wszystkich bitów od DA MAC aż do FCS włącznie.

Urządzenia ethernetowe dla poprawnego odebrania następnej ramki muszą pozostać w tzw. stanie beczynności, który nazywamy **IPG (InterPacket Gap)** - przerwa między pakietami, w domyśle ramkami). Minimalny czas beczynności musi być równoważny czasowi przesłania 96 bitów, a więc dla 10 Mb/s Ethernet ma wartość 9.6 mikrosekundy, dla 100 Mb/s Ethernet (Fast Ethernet) ma wartość 960 nanosekund, a dla 1 Gb/s Ethernetu (GigabitEthernet) wynosi 96 nanosekund.

Protokoły przenoszone w Ethernet (EtherType)

Pole Dł/Typ w ramce Ethernet przenosi informację o protokole, który jest przesyłany w polu danych protokołu Ethernet. Protokoły przenoszone w Ethernet (numery protokołów podane są w postaci szesnastkowej - hex) to m.in.:

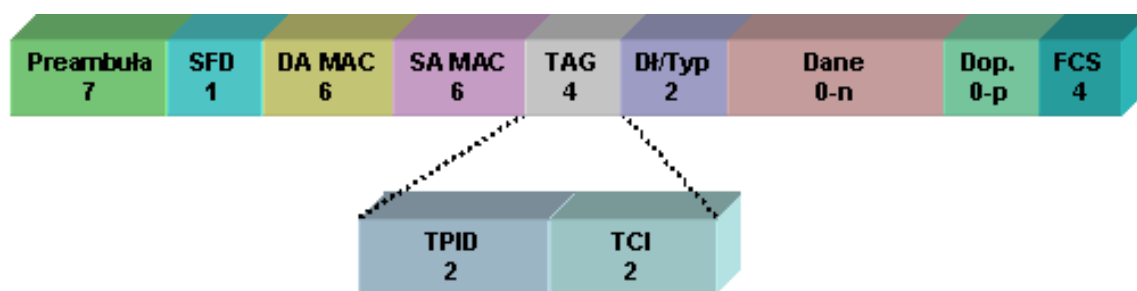
0000-05DC	IEEE802.3 Length Field (długość pola danych w Ethernet)
0800	IPv4
0806	ARP
0808	Frame Relay ARP
6559	Raw Frame Relay
8035	Reverse ARP
809B	Appletalk
8100	IEEE 802.1Q/p VLAN-tagged frames
814C	SNMP
823E-8240	Advanced Encryption System
86DD	IPv6

876B	TCP/IP Compression
876C	IP Autonomous Systems
880B	PPP
8847	MPLS Unicast
8848	MPLS Multicast
8863	PPPoE Discovery Stage
8864	PPPoE Session Stage
9000	Loopback

Tagowanie VLAN (VLAN tagging)

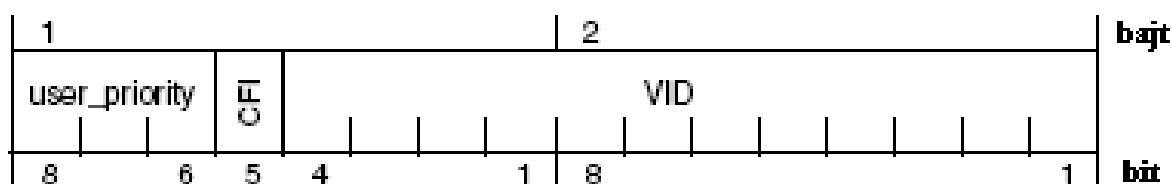
Tagowanie 802.1Q/802.1p

Standard IEEE 802.3ac definiuje rozszerzenia ramki Ethernet w celu obsługi wirtualnych sieci lokalnych VLAN (Virtual LAN) w sieciach Ethernet. Sam protokół VLAN został określony w standardzie IEEE 802.1Q, a 802.3ac wprowadza szczegóły implementacji tego protokołu charakterystyczne dla Ethernet. Pisząc bardziej precyzyjnie, protokół VLAN umożliwia włożenie znacznika (tag 802.1Q, patrz rys.2) do ramki Ethernet by zidentyfikować wirtualny LAN (VLAN), do którego należy ta ramka. Dzięki temu tworzy się logiczne grupy, do których przydziela się ramki (a przecież w konsekwencji ruch pochodzący od stacji Ethernetowych generujących te ramki), co daje korzyści w postaci: łatwiejszego zarządzania siecią, zwiększenia bezpieczeństwa sieciowego, możliwością tworzenia grup roboczych oraz ograniczenia domen broadcastowych.



Rys.2 Ramka Ethernet z tagiem 802.1Q

Tag VLAN, który jest 4-bajtowy, jest wkładany pomiędzy pola SA MAC a DI/Typ. Pierwsze 2 bajty tagu, TPID (Tag Protocol Identifier), określają "802.1QTagType", który ma zawsze wartość 0x8100. Informacja w tym polu wskazuje, że włożony jest tag VLAN i informuje, że oryginalne pole DI/Typ można znaleźć w ramce Ethernet z przesunięciem 4-bajtowym. Kolejne 2 bajty tagu zawierają następujące informacje (rys.3):



Rys.3 TCI - Tag Control Information w 802.1Q/p.

user priority: 3 bity pozwalające na przydzielenie odpowiedniego poziomu priorytetu dla ramki Ethernet, to pole jest traktowane jako 802.1p;

CFI: 1 bit Canonical Format Indicator wskazuje, czy jest obecne pole RIF (ROuting Information Field);

VID: 12 bitów identyfikatora VLAN (VLAN ID), który jednoznacznie identyfikuje VLAN, do którego należy ramka Ethernet, to pole jest traktowane jako 802.1Q.

Należy pamiętać, że dodanie tagu VLAN zwiększa maksymalną długość ramki Ethernet o 4 bajty, czyli do 1522 bajtów.