

Sieci komputerowe – konwersatorium 3

Jarosław Szkoła

Sieć Ethernet

- Agenda
 - Historia sieci Ethernet
 - Zasada działania oraz sposób konfiguracji
 - Najważniejsze standardy stosowane w ramach systemu Ethernet
 - Technologie powiązane ze standardem Ethernet

Rys historyczny - wprowadzenie

- Prekursorem sieci Ethernet była sieć komputerowa Aloha oparta na komunikacji radiowej.
- Sieć Aloha powstała na Uniwersytecie Hawajskim. Jej twórcą był Norman Abramson wraz zespołem.
- Sieć umożliwiała komunikację między wyspami Archipelagu Hawajskiego. Komputer podpięty do sieci Aloha mógł w dowolnym momencie rozpocząć nadawanie.
- Jeżeli po określonym czasie nie było odpowiedzi od adresata, nadawca przyjmował, że nastąpiła kolizja w wyniku jednoczesnego nadawania we współdzielonym medium.

Rys historyczny - wprowadzenie

- W takiej sytuacji obaj nadawcy oczekiwali losowy przedział czasu zanim ponawiali nadawanie, co gwarantowało poprawną transmisję. Jednak przy zwiększającej się liczbie komputerów wykorzystanie kanału spadało do 18%, a po wprowadzeniu synchronizacji transmisji do 37%.
- Bazując na rozwiązaniach zastosowanych w sieci Aloha, Bob Metcalfe opracował nowy system, w którym znalazły się takie mechanizmy jak:
 - wykrywanie kolizji, wykrywanie zajętości kanału,
 - współdzielony dostęp, co doprowadziło do powstania protokołu CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).
- W wyniku dalszych prac nad siecią Ethernet przeprowadzonych w firmie Xerox PARC powstała pierwsza doświadczalna sieć komputerowa Alto Aloha Network.
- W 1980 roku konsorcjum DIX (Digital-Intel-Xerox) opublikowało standard Ethernet pracujący z prędkością 10Mbps znany pod nazwą DIX Ethernet. Ostatnia znana wersja tego standardu to DIX V2.0

Rys historyczny

- 1968 – 1972 – radiowy system ALOHA
- 1972 – 1975 – pierwsze eksperymenty z sieciami Ethernet
- 1976 – notatka z pierwszym rysunkiem sieci Ethernet
- 1977 – w grudniu zgłoszono patent dla Ethernetu (4063220)
- 1979 – 1983 – Ethernet II konsorcjum DIX (Digital, Intel, Xerox)

Rys historyczny

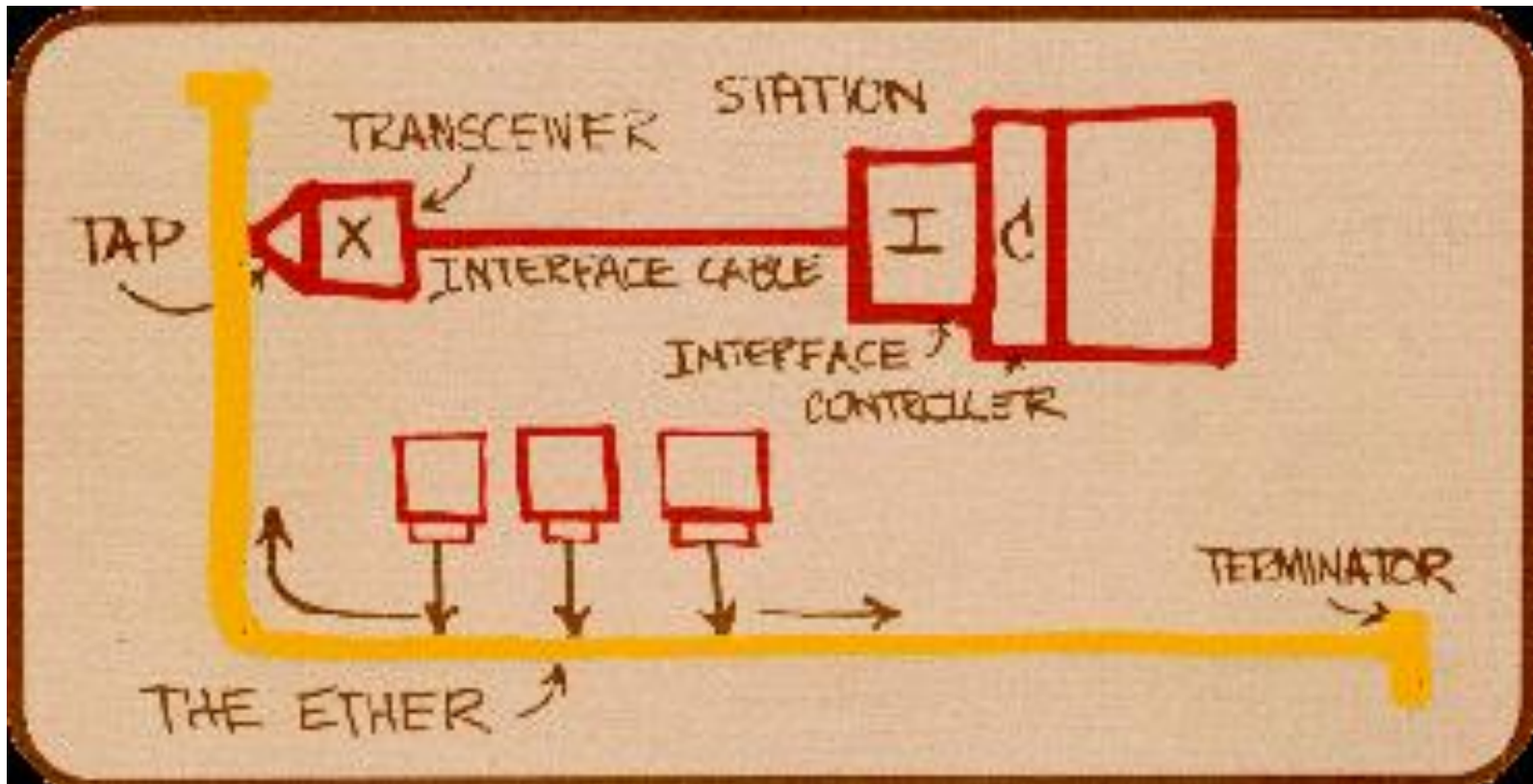
- 1981 – powołanie komisji 802.3
- 1983 – opracowanie 10Base5 (10 Mb/s na odległość do 500 m)
- 1984 – opracowanie 10Base2 (10 Mb/s na odległość do 200 m)
- 1986 – opracowanie 1Base5 (1 Mb/s na odległość do 500 m)
- 1989 – ISO przyjmuje 802.3 jako swój standard 88023

Rys historyczny

- 1990 – IEEE przyjmuje standard 802.3 10BaseT, 10 Mb/s oparty na skrętce
- 1997 – standard 802.3x, Full-Duplex, Flow Control
- 1995 – 802.3u, 100BaseTX
- 1998 – 802.5z, 1000BaseSX, 1000BaseLX, 1000BaseCX – Ethernet Gigabitowy
- 1998 – 802.ab, 1000BaseT, Ethernet Gigabitowy oparty na skrętce
- 2009 – 10 Gb
- 2015 – 802.3bm – 100Gb/s optyczny
- 2020 – 302.3cm – 400Gb/s – wielokrotny optyczny (4 lub 8 par światłowodów, transmisja na odległość do 100m)

* - źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3

Pierwszy model sieci Ethernet



Koncepcja sieci Ethernet wg. Boba Metcalfe z roku 1970

Przykładowe standardy Ethernet IEEE

Ethernet jest zdefiniowany w wielu standardach IEEE 802.3. Standardy te określają specyfikacje warstwy fizycznej i łącza danych dla sieci Ethernet. Najważniejsze standardy 802.3 to:

- **10Base-T (IEEE 802.3)** – 10 Mbps kategorii 3 nieekranowane skręcone pary (UTP), do 100 metrów.
- **100Base-TX (IEEE 802.3u)** – znany jako szybki Ethernet, kategorie 5, 5E, or 6 przewód UTP, do 100 metrów.
- **100Base-FX (IEEE 802.3u)** – wersja szybkiego Ethernet`u która stosuje połączenie światłowodowe składające się z wielu włókien. Zasięg do 412 metrów.

Przykładowe standardy Ethernet IEEE

- **1000Base-CX (IEEE 802.3z)** – wykorzystanie skręconych par miedzianych przewodów. Zasięg do 25 metrów.
- **1000Base-T (IEEE 802.3ab)** – Gigabit Ethernet kategorii 5 UTP. Zasięg do 100 metrów.
- **1000Base-SX (IEEE 802.3z)** – 1 Gigabit Ethernet korzystający z połączenia światłowodowego wielomodowego.
- **1000Base-LX (IEEE 802.3z)** – 1 Gigabit Ethernet korzystający z połączenia światłowodowego jednomodowego.
- **10GBase-T (802.3.an)** – 10 Gigabit Ethernet oparty o kable kategorii 5e, 6, and 7 UTP cables.

Wybrane standardy IEEE 802.x

Identyfikator	Przyporządkowanie
802.2	Kontrola logiki połączenia i mostkowanie
802.3	Ethernet
802.4	Magistrala typu Token
802.5	Token Ring
802.6	Miejska sieć komputerowa
802.7	Sieć Lan oparta na kablu koncentrycznym
802.8	Połączenie optyczne
802.9	Zintegrowane usługi sieciowe LAN
802.11	Sieci bezprzewodowe
802.14	Modemy kablowe, telewizja kablowa
802.15	PAN (Personal Area Network)

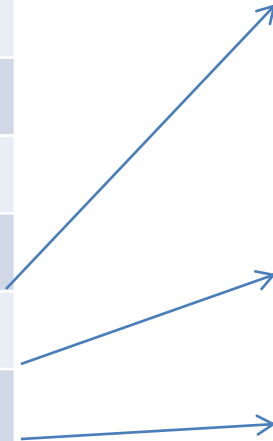
Ethernet – model ISO/OSI

Model ISO/OSI

Warstwa	Zastosowanie
7	Aplikacji
6	Prezentacji
5	Sesji
4	Transportowa
3	Sieci
2	Łącza
1	Fizyczna

Wybrane warstwy Ethernet

Warstwy Ethernet
Podwarstwa dostępu do łącza logicznego (LLC)
Podwarstwa dostępu do nośnika logicznego (MAC)
Fizyczna podwarstwa sygnalizacji
Specyfikacje mediów



Podstawy działania sieci Ethernet

- Lokalną sieć komputerową (LAN) tworzą różnego rodzaju urządzenia sprzętowo-programowe, które współpracując ze sobą umożliwiają przesyłanie danych między komputerami
- W celu poprawnej realizacji tego zadania muszą zostać spełnione ściśle określone warunki, które definiują cztery podstawowe elementy:
 - ramkę
 - protokół sterujący dostępem do medium
 - komponenty sygnalizacji
 - media fizyczne

Składniki systemu Ethernet

- **Ramka** – ustandaryzowany zestaw bitów umożliwiający przesyłanie danych
- **Protokół dostępu do medium (MAC Protocol)** – zestaw reguł działania każdego interfejsu Ethernet umożliwiający współdzielenie kanału Ethernet,
- **Elementy sygnalizacji** – odpowiedzialne za kontrolę transmisji sygnałów w kanale Ethernet
- **Medium fizyczne** – kable oraz inne nośniki wykorzystywane do przesyłania sygnałów między komputerami dołączonymi do sieci Ethernet

Ramka Ethernet 1 - IEEE 802.3

Ramka Ethernet IEEE 802.3

Preambuła	Znacznik SFD	Cel	Źródło	Długość / Typ	Dane / Wypełnienie	Kod FCS	Inter Frame Gap
-----------	--------------	-----	--------	---------------	--------------------	---------	-----------------

Znacznik	Rozmiar (B)	Opis
Preambuła	7	Preambuła
Znacznik SFD	1	Znacznik początku ramki (SFD)
Cel	6	Adres MAC odbiorcy
Źródło	6	Adres MAC nadawcy
Długość / Typ	2	Pole długości lub typ protokołu
Dane	46 – 1500	Dane, jeśli jest ich mniej niż 46, to należy dodać wypełnienie
Kod FCS	4	Suma kontrolna CRC ramki
Inter Frame Gap	-	Przerwa w transmisji na 9.6 us

Frame Check Sequence (**FCS**) – pole służące do przechowywania sumy kontrolnej ramki, dodawane w protokołach komunikacyjnych w celu wykrywania potencjalnych błędów transmisji danych. Do obliczania **FCS** wykorzystywany jest cykliczny **kod** nadmiarowy (**CRC**).

Wariant ramki Ethernet IEEE 802.3

- Ta przybliżona wersja pakietu 802.3, o niefortunnej nazwie „Ethernet 802.3”, została wydana przez firmę Novell przed powszechnym wprowadzeniem standardów IEEE 802.3 i popularnego protokołu IPX/SPX, co niestety prowadziło do częstych pomyłek ze standardem IEEE.
- W związku z tym Novell dodał „surowy” do nazwy. W przeciwieństwie do klasycznego modelu Ethernet II, ta ramka określa dokładny koniec sekwencji bitów dla SFD. To identyfikuje pakiet danych jako standard 802.3 dla odbiornika.
- Ramki 802.3raw nie zawierają identyfikatora protokołu, ponieważ można ich używać tylko dla Novell IPX. Ponadto przesyłane dane są zawsze poprzedzone 2 bajtami, które zawsze składają się z jednego.
- Jest to jedyny sposób na odróżnienie „surowej” ramki od innych ramek z rodziny 802.3.

Wariant ramki Ethernet IEEE 802.3

- Ramka IEEE 802.3raw może być używana tylko dla protokołu IPX, ponieważ brakuje identyfikatora protokołu pola typu. Nazwa „IEEE 802.3raw” jest również nieco myląca, ponieważ Novell użył nazwy protokołu bez angażowania IEEE w rozwój ramki.
- Użycie tej ramki oznacza dodatkową pracę dla użytkownika, ponieważ między urządzeniami mogą pojawić się problemy z kompatybilnością. Od 1993 r. sam Novell zalecał standard „Ethernet 802.2”, który wykorzystywał ramkę IEEE 802.3, aby uniknąć prawdopodobieństwa pomyłki z ramką „surową”.

Ramka Ethernet IEEE 802.3raw

Ramka Ethernet IEEE 802.3

Preambuła	Cel	Źródło	Długość	0xFFFF	Dane	Kod FCS	Inter Frame Gap
-----------	-----	--------	---------	--------	------	---------	-----------------

Znacznik	Rozmiar (B)	Opis
Preambuła	8	Preambuła
Cel	6	Adres MAC odbiorcy
Źródło	6	Adres MAC nadawcy
Długość	2	Pole długości
0xFFFF	2	Znacznik – zawsze wartość 0xFFFF
Dane	44 – 1498	Dane, jeśli jest ich mniej niż 46, to należy dodać wypełnienie
Kod FCS	4	Suma kontrolna CRC ramki
Inter Frame Gap	-	Przerwa w transmisji na 9.6 us

Frame Check Sequence (**FCS**) – pole służące do przechowywania sumy kontrolnej ramki, dodawane w protokołach komunikacyjnych w celu wykrywania potencjalnych błędów transmisji danych. Do obliczania **FCS** wykorzystywany jest cykliczny **kod** nadmiarowy (**CRC**).

Ramka Ethernet II

Ramka Ethernet II						
Preambuła	Cel	Źródło	Typ	Dane / Wypełnienie	Kod FC	Inter Frame Gap

Znacznik	Rozmiar (B)	Opis
Preambuła	8	Preambuła
Cel	6	Adres MAC odbiorcy
Źródło	6	Adres MAC nadawcy
Długość / Typ	2	Pole długości lub typ protokołu
Dane	46 – 1500	Dane, jeśli jest ich mniej niż 46, to należy dodać wypełnienie
Kod FCS	4	Suma kontrolna CRC ramki
Inter Frame Gap	-	Przerwa w transmisji na 9.6 us

Frame Check Sequence (**FCS**) – pole służące do przechowywania sumy kontrolnej ramki, dodawane w protokołach komunikacyjnych w celu wykrywania potencjalnych błędów transmisji danych. Do obliczania **FCS** wykorzystywany jest cykliczny **kod** nadmiarowy (**CRC**).

Standaryzowana ramka Ethernet

IEEE 802.3

Nazwa pól ramki
Preambuła
Cel
Źródło
Długość / Typ
DSAP
SSAP
Pole Kontrole
Dane
Kod FCS
Inter Frame Gap

Standaryzowana ramka Ethernet

IEEE 802.3

Znacznik	Rozmiar (B)	Opis
Preambuła	8	Preambuła
Cel	6	Adres MAC odbiorcy
Źródło	6	Adres MAC nadawcy
Długość / Typ	2	Pole długości lub typ protokołu
DSAP	1	D estination S ervice A ccess P oint
SSAP	1	S ource S ervice A ccess P oint
Pole kontrolne	1	Pole definiuje logiczne połączenie (LLC) danego protokołu
Dane	46 – 1500	Dane, jeśli jest ich mniej niż 46, to należy dodać wypełnienie
Kod FCS	4	Suma kontrolna CRC ramki
Inter Frame Gap	-	Przerwa w transmisji na 9.6 us

Format adresu MAC

- Adres MAC jest dwuczęściową 48-bitową wartością dwójkową przedstawianą w formie 12 cyfr szesnastkowych.
- Format zapisu adresu MAC może być różny, najczęściej można spotkać się z następującymi postaciami tego adresu:
 - C8-60-00-C7-89-EB,
 - C8:60:00:C7:89:EB
 - bądź C860.00C7.89EBwszystkie formy są poprawne i dozwolone.
- Jak wiadomo adres MAC jest adresem, który jest na trwałe zapisany w pamięci ROM karty sieciowej choć zdarzają się producenci sprzętu sieciowego, którzy pozwalają na lokalną zmianę tego adresu.

Format adresu MAC

- Adres MAC jest składową dwóch części:
 - Pierwsze 24 bity adresu zostały przeznaczone na tzw. **identyfikator OUI** (ang. Organizational Unique Identifier),
 - natomiast drugie 24 bity są **identyfikatorem urządzenia**.

Nadawanie identyfikatora OUI jest regulowane przez organizację IEEE natomiast zagospodarowaniem pozostałej przestrzeni zajmuje się producent urządzenia.

Dodatkowo w identyfikatorze OUI zostały zarezerwowane dwa bity:

- **bit transmisji rozgłoszeniowej bądź grupowej** - określa do jakiej grupy odbiorców ma dotrzeć ramka – transmisja rozgłoszeniowa bądź grupowa,
- **bit adresu administrowanego lokalnie** - bit określa możliwość zmiany lokalnego adresu MAC.

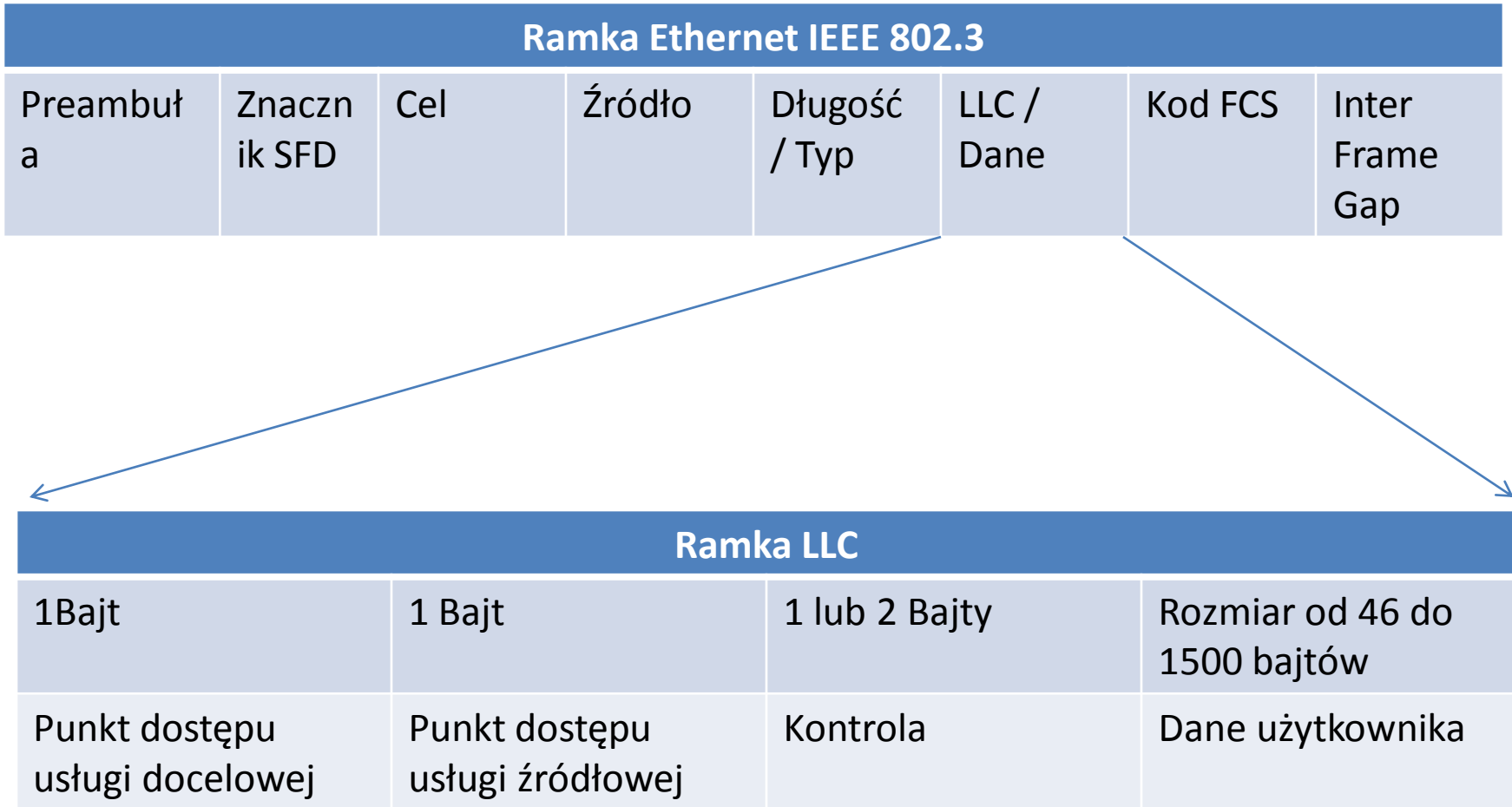
Format adresu MAC

Unikatowy identyfikator organizacyjny (OUI)	Przypisany przez producenta (karty i interfejsy sieciowe NIC)
24 bity	24 bity
6 cyfr szesnastkowych	6 cyfr szesnastkowych
C8-60-00	C7-89-EB
Identyfikator organizacji: Cisco, ASus	Identyfikator urządzenia

Warstwa LLC

- Warstwa LLC służy do przenoszenia informacji dotyczącej typu ramki. Sytuacja taka występuje wtedy, gdy pole typ/długość zawiera długość ramki, albo gdy do budowy sieci LAN wykorzystano inny protokół niż Ethernet.
- Dane warstwy LLC zgodnie z IEEE 802.2 zajmują kilka pierwszych bitów pola danych.
- **DSAP** (Destination Service Access Point) – identyfikuje protokół warstwy wyższej
- **SSAP** (Source Service Access Point) Dane kontrolne

Warstwa LLC



Dostęp do medium

Niezwykle istotnym elementem systemu LAN są zasady dostępu do medium. Określają one reguły działania urządzeń nadawczych podczas transmisji sygnałów.

Metody dostępu:

- Deterministyczne
 - Token Ring
 - FDDI
- Niedeterministyczne
 - Ethernet

Protokoły deterministyczne

Typowymi protokołami deterministycznymi stosowanymi w sieciach LAN są rozwiązania obecne w systemach Token Ring oraz FDDI.

Komputery w tych systemach połączone są za pomocą topologii pierścienia, w którym krąży znacznik (token), przekazywany między komputerami.

Komputer, będący w posiadaniu znacznika, może nadawać przez określony czas, po czym przekazuje znacznik następnemu komputerowi. Dzięki temu w sieci nie występują kolizje, gdyż w danym momencie tylko jeden komputer wysyła dane do sieci.

Protokoły niedeterministyczne

Ethernet dla odmiany jest systemem niedeterministycznym. Obowiązuje tu zasada rywalizacji o dostęp do medium.

W takim środowisku zjawiskiem normalnym są częste kolizje wynikające stąd, że w danym momencie dwa lub więcej urządzeń, współdzielących medium, może rozpocząć transmisję danych.

W związku z tym, wprowadzono mechanizm umożliwiający rozwiązywanie sytuacji kolizyjnych w postaci protokołu CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).

Protokół CSMA/CD opiera się na trzech prostych mechanizmach: wykrywania kanału, rozpoznawania kolizji, wyznaczania czasu po którym nastąpi próba retransmisji.

Protokół CSMA/CD

Protokół CSMA/CD odpowiedzialny jest za cały proces transmisji danych:

- wysyłanie i odbieranie ramek z danymi,
- dekodowanie ramek i sprawdzanie poprawności zawartych w nich adresów przed przekazaniem ich do wyższych warstw modelu OSI,
- wykrywanie błędów wewnątrz ramek lub w sieci.

Pracując w oparciu o protokół CSMA/CD urządzenie przechodzi w stan nasłuchiwania przed rozpoczęciem nadawania.

Nasłuchiwanie ma na celu sprawdzenie zajętości kanału transmisji.

Protokół CSMA/CD

- Jeżeli w kanale transmisji zostanie wykryta nośna (obecność jakiegokolwiek sygnału w sieci) oznacza to że inne urządzenie wysyła dane, czyli kanał jest zajęty.
- Jeżeli w kanale nastąpi cisza i będzie utrzymywana się przez z góry ustalony okres czasu (przerwa międzyramkowa), to urządzenie stwierdza, że kanał jest wolny i rozpoczyna nadawanie.
- Podczas nadawania pierwszej, ściśle określonej liczby bitów (minimalna długość ramki) urządzenie sprawdza, czy nie wystąpiła kolizja.

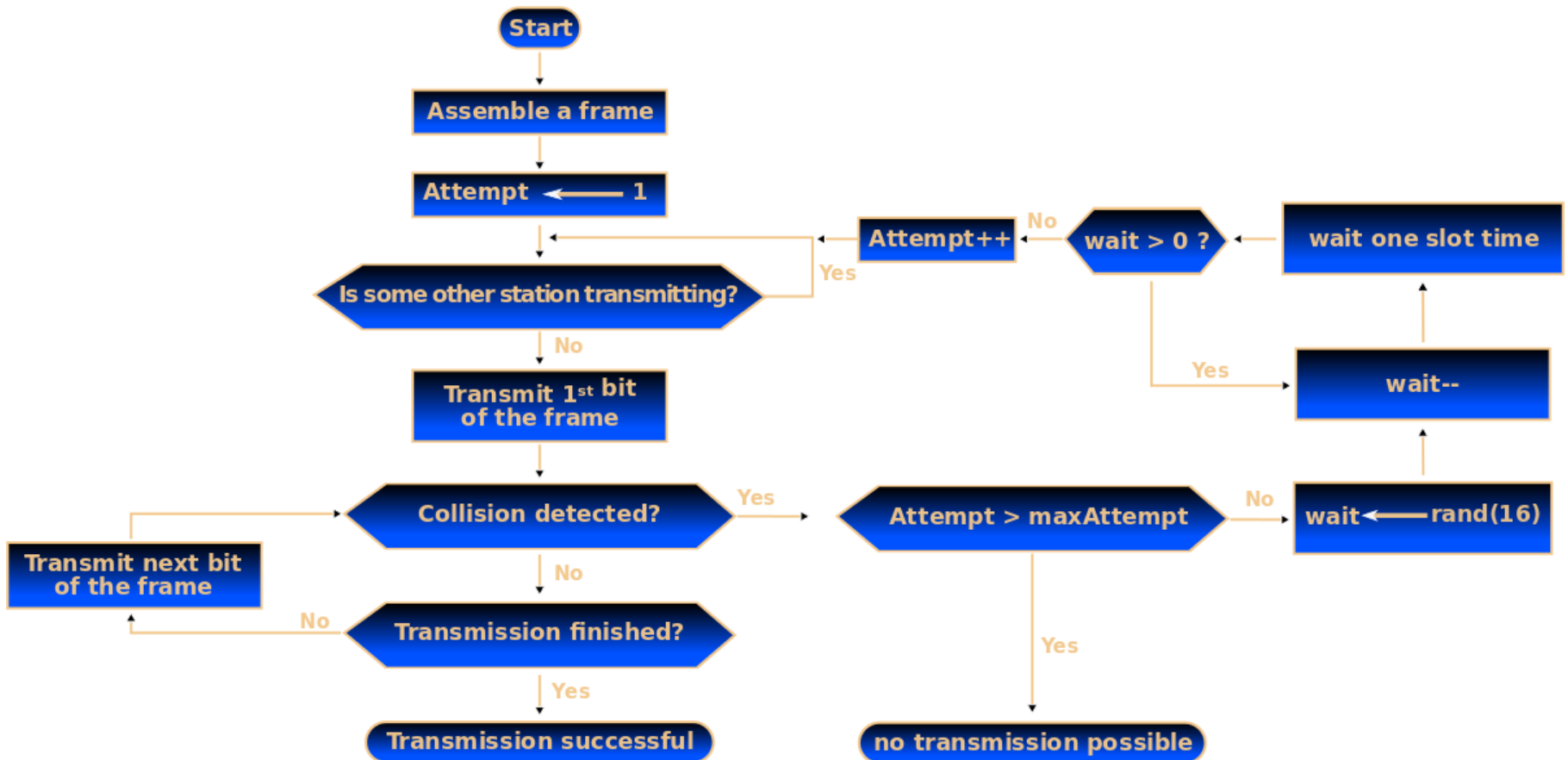
Protokół CSMA/CD

- Jeżeli transmisja dobiegła końca i nie stwierdzono kolizji, urządzenie zakłada, że operacja zakończyła się powodzeniem.
- Jeżeli jednak wykryto kolizję (nadmierny wzrost amplitudy sygnału świadczący o nałożeniu się sygnałów) następuje wysłanie do sieci specjalnego sygnału.
- Wszystkie urządzenia, które brały udział w kolizji zaprzestają nadawania oraz obliczają losowy odcinek czasu, po którym ponowią próbę transmisji.

Protokół CSMA/CD

- Jeżeli ponownie wystąpi kolizja, obliczony wcześniej losowy odcinek czasu jest podwajany i po tak obliczonym czasie wykonywana jest kolejna próba transmisji.
- Podwajanie losowo obliczonego odcinka czasu może występować najwyżej 16 razy, jeżeli każda kolejna próba transmisji zakończyła się kolizją.
- Po przekroczeniu dopuszczalnej liczby kolejnych kolizji urządzenie odczeka pewien czas i uruchamia proces nadawania od początku.

Protokół CSMA/CD



Przerwa międzyramkowa

Prędkość transmisji	Przerwa międzyramkowa	Wymagany czas przerwy
10 Mbps	96 bit-times	9,6 mikrosekundy
100 Mbps	96 bit-times	0,96 mikrosekundy
1 Gbps	96 bit-times	0,096 mikrosekundy
10 Gbps	96 bit-times	0,0096 mikrosekundy

Prędkość transmisji	Czas potrzebny na przesłanie bitu
10 Mbps	100 ns
100 Mbps	10 ns
1000 Mbps = 1 Gbps	1 ns
10 Gbps	0.1 ns

Half/Full Duplex

- **Half Duplex** – tryb pracy, w którym urządzenie w danej chwili może tylko nadawać lub odbierać dane
- **Full Duplex** – tryb pracy, w którym urządzenie w danej chwili może zarówno nadawać jak i odbierać dane

Minimalna długość ramki

- Mechanizm wykrywania kolizji w protokole CSMA/CD zakłada, że wszystkie urządzenia sieciowe zostaną poinformowane o wystąpieniu kolizji.
- Przyjmując skrajny przypadek, w którym kolizja wystąpiła na jednym krańcu sieci, to stacja nadawcza, znajdująca się na drugim krańcu otrzyma informację o kolizji z pewnym opóźnieniem, równym czasowi propagacji sygnału w medium o długości dwukrotnie większej niż maksymalny rozmiar sieci.
- Do celów projektowych przyjęto z pewną nadwyżką czas propagacji sygnału przez całą sieć na poziomie 25,6us.
- W związku z tym stacja nadająca otrzyma sygnał o wystąpieniu kolizji nie później niż 51,2us.

Minimalna długość ramki

- Ponieważ analiza dotyczy sieci o szybkości 10Mbps, oznacza to że sygnał o wystąpieniu kolizji powinien dotrzeć do nadawcy nie później niż podczas wysyłania maksimum pierwszych 512 bitów (64 oktety).
- Zatem jeżeli nadawca wyśle pierwsze 64 oktety ramki i nie otrzyma sygnału kolizji kontynuuje wysyłanie pozostałej części ramki.
- Jeżeli długość ramki byłaby mniejsza niż 64 oktety nadawca nie mógłby wiedzieć, czy transmisja zakończona została sukcesem, czy nie.
- Dlatego przyjęto, że minimalnym rozmiarem ramki gwarantującym pewność poprawności transmisji jest rozmiar równy 64 oktetom.

Parametry szczeliny czasowej

- Wersje technologii Ethernet pracujące z szybkością 10 Mb/s i wolniejsze są asynchroniczne.
- Asynchroniczność oznacza, że każda stacja odbierająca wykorzystuje osiem oktetów informacji taktowania do zsynchronizowania obwodu odbiorczego dla nadchodzących danych, po czym odrzuca je.
- Implementacje technologii Ethernet pracujące z szybkością 100 Mb/s i szybsze są synchroniczne.
- Synchroniczność oznacza, że informacja taktowania nie jest wymagana, lecz dla utrzymania zgodności pole preambuły i znacznik początku ramki (SFD) są obecne.
- We wszystkich odmianach technologii Ethernet o szybkości transmisji nieprzekraczającej 1000 Mb/s standard wyznacza minimalny czas pojedynczej transmisji nie krótszy niż szczelina czasowa.
- Szczelina czasowa dla technologii Ethernet 10 i 100 Mb/s jest równa czasowi transmisji 512 bitów (czyli 64 oktetów).

Parametry szczeliny czasowej

- Szczelina czasowa dla technologii Ethernet 1000 Mb/s jest równa czasowi transmisji 4096 bitów (czyli 512 oktetów). Szczelina czasowa jest obliczana przy założeniu maksymalnych długości kabli w największej dopuszczalnej architekturze sieciowej.
- W przybliżonych szacunkach często wykorzystywana jest wartość 20,3 cm (8 cali) na nanosekundę do obliczania opóźnienia propagacji w kablu UTP. Oznacza to, że w 100 metrach kabla UTP przesłanie sygnału 10BASE-T na całej długości przewodu trwa krócej niż czas transmisji pięciu bitów.

Parametry szczeliny czasowej

- Dla funkcjonowania metody CSMA/CD stosowanej w sieciach Ethernet konieczne jest, aby stacja wysyłająca wiedziała o wystąpieniu kolizji zanim zostanie zakończona transmisja ramki o minimalnym rozmiarze.
- Przy szybkości 100 Mb/s taktowanie systemu jest ledwie w stanie obsłużyć sieci o długości kabla równej 100 metrów.
- Przy szybkości 1000 Mb/s wymagane są specjalne korekty, gdyż prawie cała ramka o minimalnym rozmiarze zostałaby wysłana, zanim pierwszy bit pokonałby pierwsze 100 metrów kabla UTP.
- Z tego powodu tryb półdupleksu nie jest dozwolony w technologii 10 Gigabit Ethernet.

Błędy transmisji danych w sieci Ethernet

- Podczas transmisji danych w sieci mogą zdarzyć się różnego rodzaju sytuacje, które nie zostały przewidziane w standardzie.
- Tego typu przypadki traktowane są jako błędy transmisji. Należą do nich:
 - Kolizje 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, błędny zakres
 - niedopuszczalnie długa transmisja
 - Krótka ramka, fragment kolizji lub runt
 - niedopuszczalnie krótka transmisja

Błędy transmisji danych w sieci Ethernet

- Błąd FCS
 - uszkodzona ramka
- Błąd wyrównania
 - zbyt duża albo zbyt mała liczba wysyłanych bitów
- Błąd zakresu
 - liczba otrzymanych bitów różna od liczby zadeklarowanej
- Ghost lub jabber
 - niedopuszczalnie długa preambuła lub zakłócenie

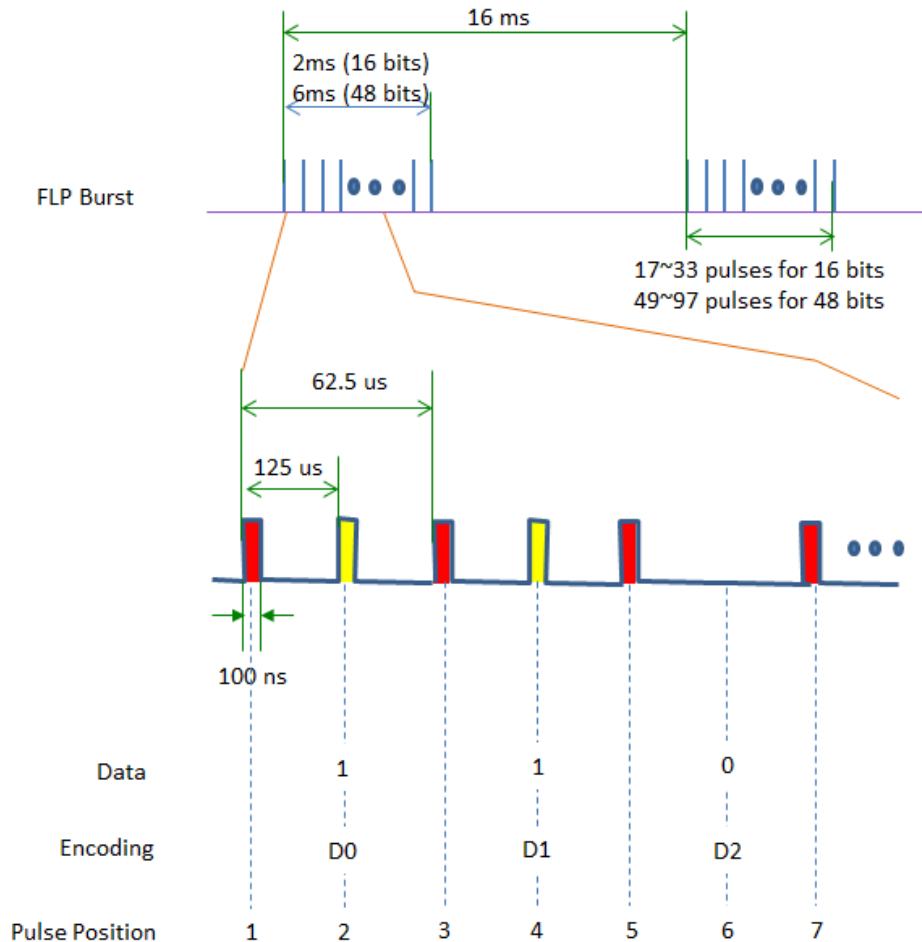
Negocjacje trybu pracy sieci Ethernet

- Negocjowanie trybu pracy ma na celu ustalenie największej wspólnej szybkości pracy połączonych ze sobą urządzeń.
- Mechanizm automatycznej negocjacji szybkości parametrów łącza bazuje na sygnalizacji typu FLP (Fast Link Pulse).
- Sygnalizacja ta stanowi zmodyfikowaną postać sygnalizacji NLP (Normal Link Pulse) używanej w standardzie 10BASE-T do sprawdzania integralności łącza.

Negocjacje trybu pracy sieci Ethernet

- Standard 10BASE-T wymaga, aby każde urządzenie wysyłało co ok. 16ms ciąg impulsów.
- Protokół auto-negocjacji zaadoptował ten mechanizm do ogłaszania pełnej funkcjonalności danego interfejsu.
- W tym celu wysyłane jest tyle 16-bitowych wiadomości ile potrzeba do opisanie możliwości interfejsu.

Negocjacje trybu pracy FLP

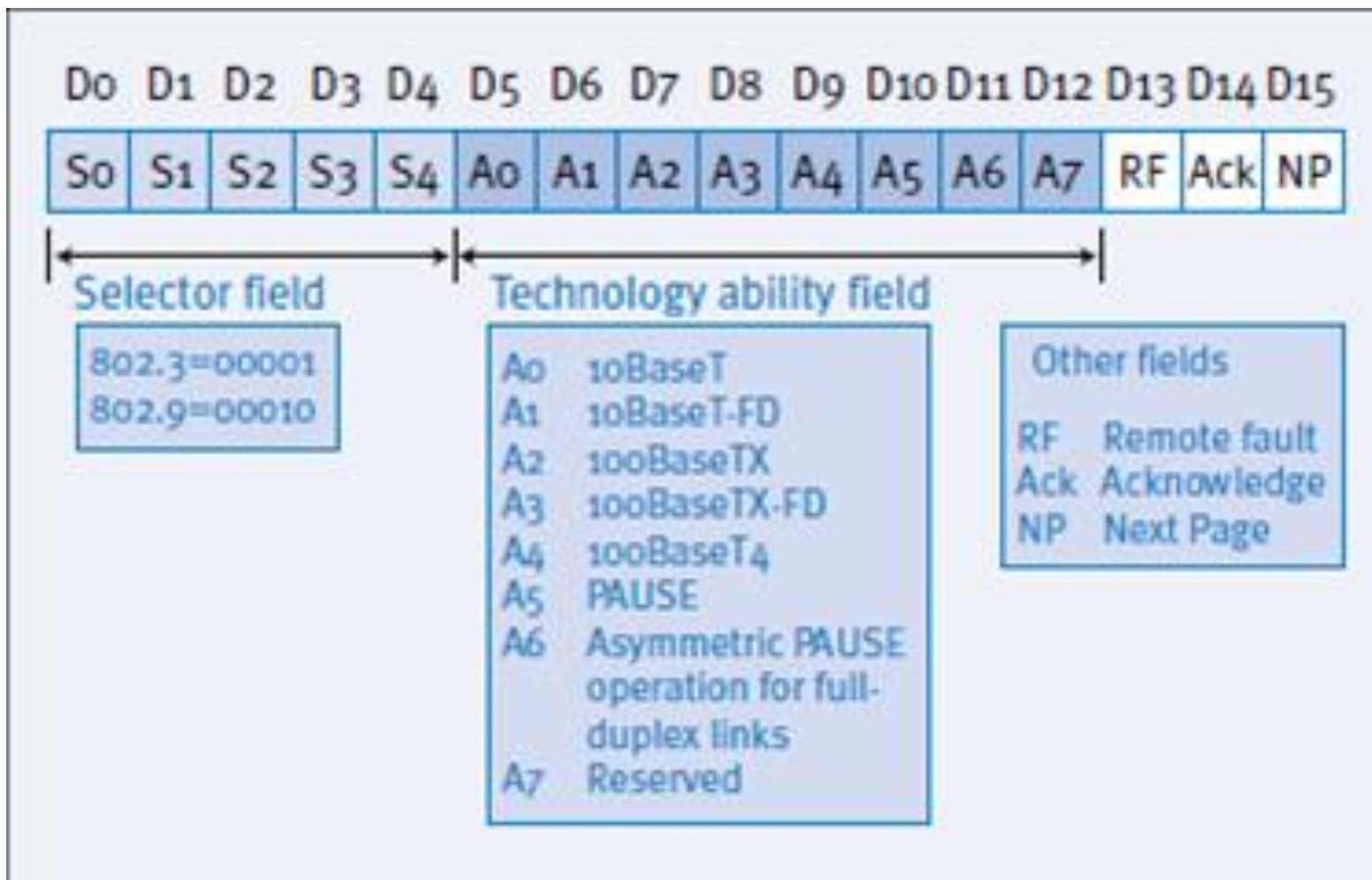


Ramka wiadomości FLP

Ramka wiadomości FLP zajmuje 16-bitów, znaczenie poszczególnych bitów jest następujące:

- D0 – D4 – identyfikator technologii LAN
- D5 – D12 – identyfikator technologii sieciowych
- D13 – wskaźnik błędu
- D14 – bit potwierdzenia odbioru wiadomości
- D15 – sygnalizacja kontynuacji w następnej wiadomości

Ramka wiadomości FLP



Standardy Ethernet wykorzystujące mechanizm negocjowania trybu pracy

- 10Base-T
- 100Base-TX (tylko UTP)
- 100Base-T4
- 100Base-T2
- 100Base-T

Dziękuję za uwagę