



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Poznań University of Technology



Distributed Systems Group

Sieci komputerowe

Wykład 4: warstwa fizyczna i łącza danych

19.03.2024

Wykład w całości przygotowany na
podstawie książki i slajdów: TCP/IP
Protocol suite 4ed, Behrouz A. Forouzan

Przewodowa sieć lokalna

Przewodowa sieć lokalna (LAN) to sieć zaprojektowana dla ograniczonego geograficznie niewielkiego obszaru takiego jak budynek czy kampus. Czasami sieci LAN wykorzystywane są w organizacjach w celu współdzielenia zasobów i mogą być połączone do sieci rozległych (WAN) lub Internetu.

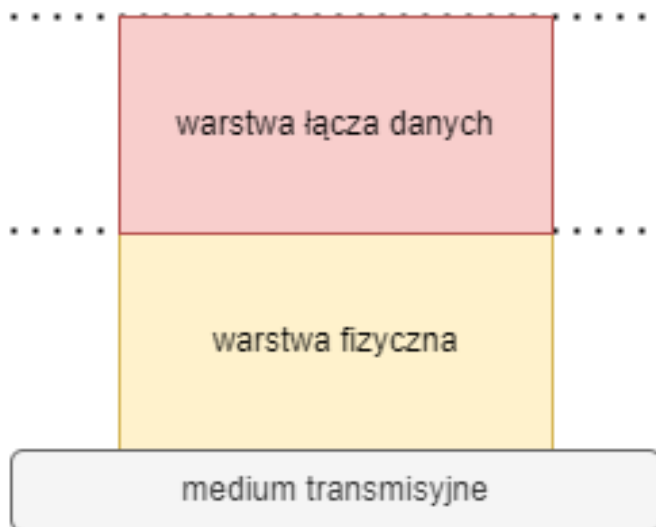
Technologie LAN:

- **Ethernet**
- Token ring
- Token bus
- FDDI
- ATM LAN

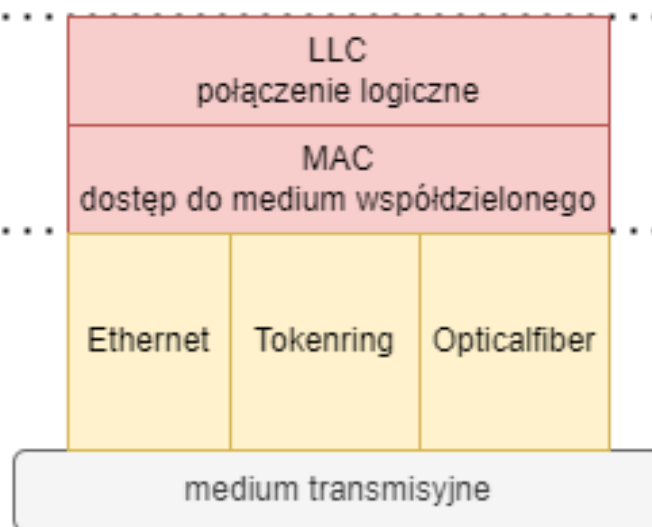
Standard IEEE dla sieci LAN



Warstwy modelu ISO/OSI



Standardy IEEE



LLC, Logical Link Control

sterowanie połączeniem logicznym:

- rozdzielanie i łączenie danych transmitowanych przez warstwę MAC (multiplexing, demultiplexing; np. na podstawie nagłówka, określa do jakiego protokołu warstwy 3 przekazać otrzymaną),
- sterowanie przepływem, wykrywanie błędów, retransmisja danych (w zależności od technologii i protokołów).

MAC, Media Access Control

sterowanie dostępem do mediów:

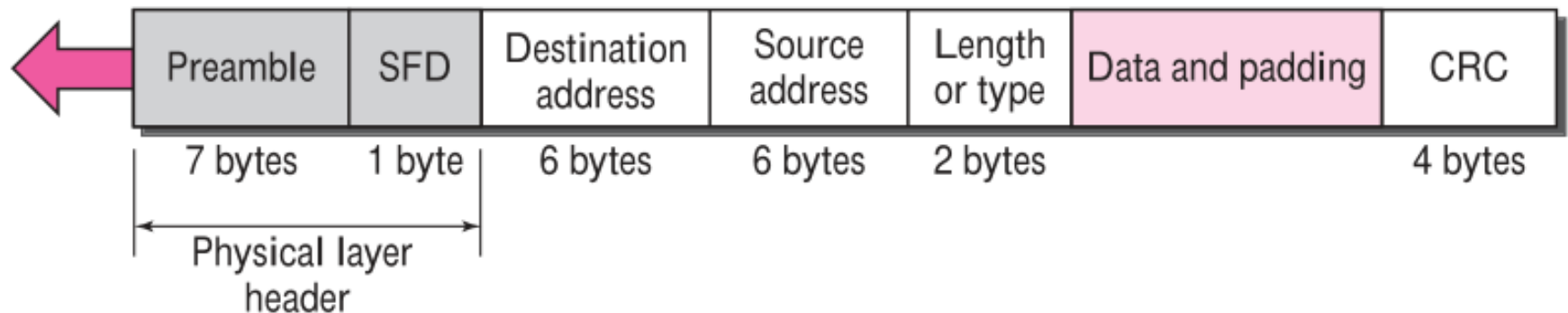
- kontrola dostępu do medium transmisji (interfejs dla LLC),
- dzielenie na ramki i kontrola poprawności,
- adresacja komputerów w segmencie i przekazywanie informacji adresowych.

Ramka Ethernet



Preamble: 56 bits of alternating 1s and 0s.

SFD: Start frame delimiter, flag (10101011)



- Preambuła
 - 7 bajtów (56 bitów) naprzemiennych 0 i 1
 - Ostrzega system odbiorcy o nadchodzącej ramce
 - Umożliwia synchronizację taktowania
 - Dodawana w warstwie fizycznej (w praktyce)
- Start frame delimiter (SFD)
 - 1 bajt (10101011)
 - Sygnalizuje początek ramki
 - Ostatnie dwa bity to 11 i sygnalizują, że następne pole to adres docelowy
 - Pole dodawane w warstwie fizycznej (w praktyce)

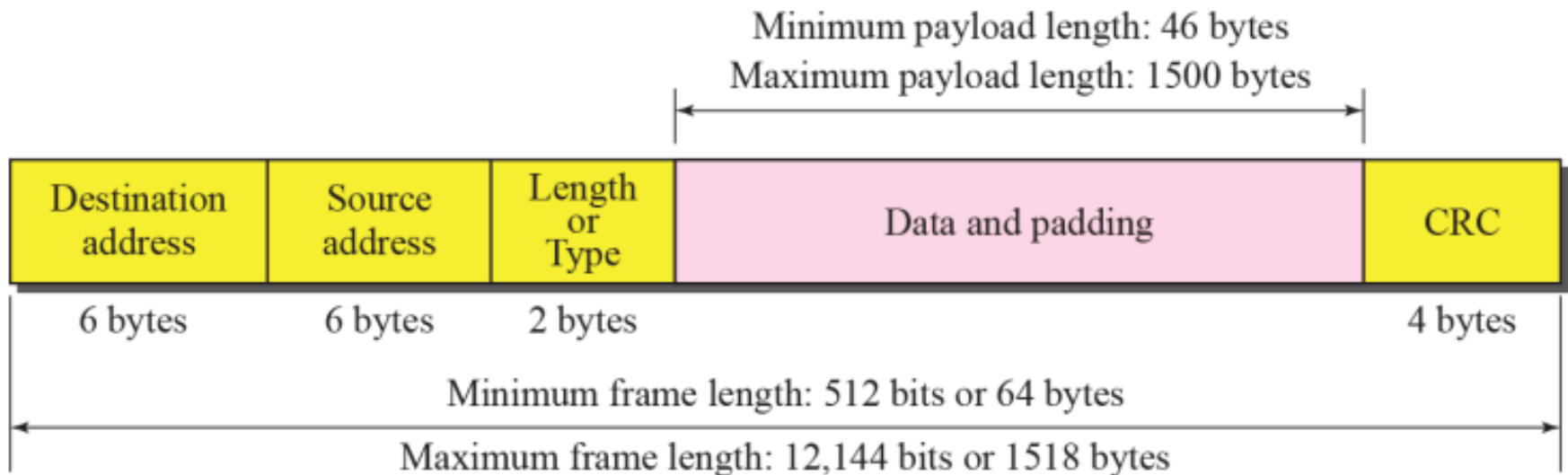
- Adres docelowy (ang. destination address, DA)
 - 6 bajtów
 - Adres fizyczny docelowej stacji do której nadawany jest pakiet
- Adres źródłowy (ang. source address, SA)
 - 6 bajtów
 - Adres fizyczny źródłowej stacji z której nadawany jest pakiet
- Długość lub typ
 - Oryginalny Ethernet wykorzystywał to pole jako pole typu do definiowania protokołu wyższej warstwy przy użyciu ramki MAC
 - Standard IEEE użył go jako pola długości do określenia liczby bajtów w polu danych.
 - Obydwa zastosowania są dziś powszechne.

- Dane
 - dane zawarte w protokołach wyższej warstwy.
 - Jest to minimum 46 i maksymalnie 1500 bajtów,
- CRC
 - Suma kontrola bitów
 - W tym wypadku CRC-32

Podsumowanie

- Ethernet nie zapewnia żadnego mechanizmu potwierdzanie odebranych ramek
- tzw. Zawodne medium komunikacji
- Potwierdzenia muszą zostać wdrożone na wyższych poziomach.

Max. i min. Rozmiar ramki



Max. i min. Rozmiar ramki



Minimalny rozmiar ramki

- Wymagany przez CSMA/CD
- Częściowo nagłówek i ogon np. 18 bajtów (6 bajtów SA, 6 bajtów DA, 2 bajty typ, i 4 bajty CRC)
- Zatem dane warstwy wyżej $64 - 18 = 46$ bajtów
- Jak mniej mamy danych niż 46 bajtów dodajemy „dopełnienie” (ang. padding)

Maksymalny rozmiar ramki

- Standard nie wlicza preambuły i SFD i definiuje maksymalny rozmiar jako 1518 bajtów
- Po odjęciu nagłówka i ogona (18 bajtów) mamy 1500 bajtów na dane. Powody tego ograniczenia są historyczne:
 - Pamięć niezbędna do zbuforowania dużej ilości danych była droga
 - Długi komunikat by na długo zajmował łącze

Każda stacja w sieci ethernet (komputer, drukarka etc.) ma swój interfejs sieciowy (ang. network interface card).

Ma ona swój unikatowy 6 bajtowy adres (48 bitów).

d: Hexadecimal digit

$d_1 d_2 : d_3 d_4 : d_5 d_6 : d_7 d_8 : d_9 d_{10} : d_{11} d_{12}$

6 bytes = 12 hexadecimal digits = 48 bits

For example, the following shows an Ethernet MAC address:

4A:30:10:21:10:1A

d: Hexadecimal digit

$d_1 d_2 : d_3 d_4 : d_5 d_6 : d_7 d_8 : d_9 d_{10} : d_{11} d_{12}$

6 bytes = 12 hexadecimal digits = 48 bits

For example, the following shows an Ethernet MAC address:

4A:30:10:21:10:1A

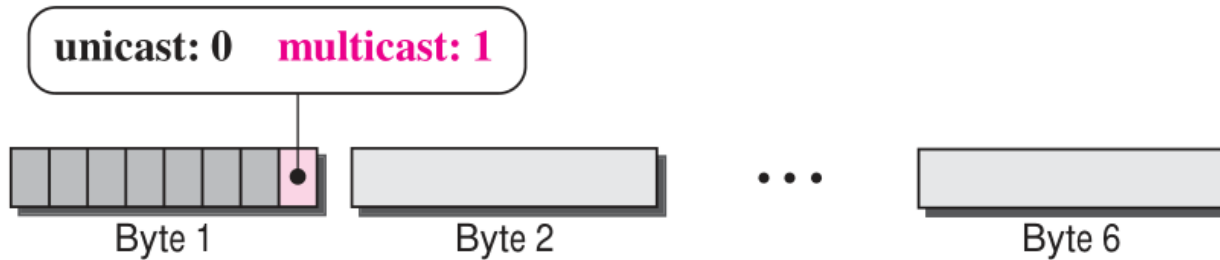
Unicast, Multicast, and Broadcast Addresses



Adres źródłowy jest zawsze adresem typu unicast — ramka pochodzi tylko z jednej stacji.

Adres docelowy może być typu unicast, multicast i broadcast.

Unicast, Multicast, and Broadcast Addresses



**The least significant bit of the first byte defines the type of address.
If the bit is 0, the address is unicast; otherwise, it is multicast.**

**The broadcast destination address is a special case of the multicast address
in which all bits are 1s.**

Adresacja MAC: zadanie 1



Zadanie 1:

Określ typ następujących adresów docelowych:

- a) 4A:30:10:21:10:1A
- b) 47:20:1B:2E:08:EE
- c) FF:FF:FF:FF:FF:FF

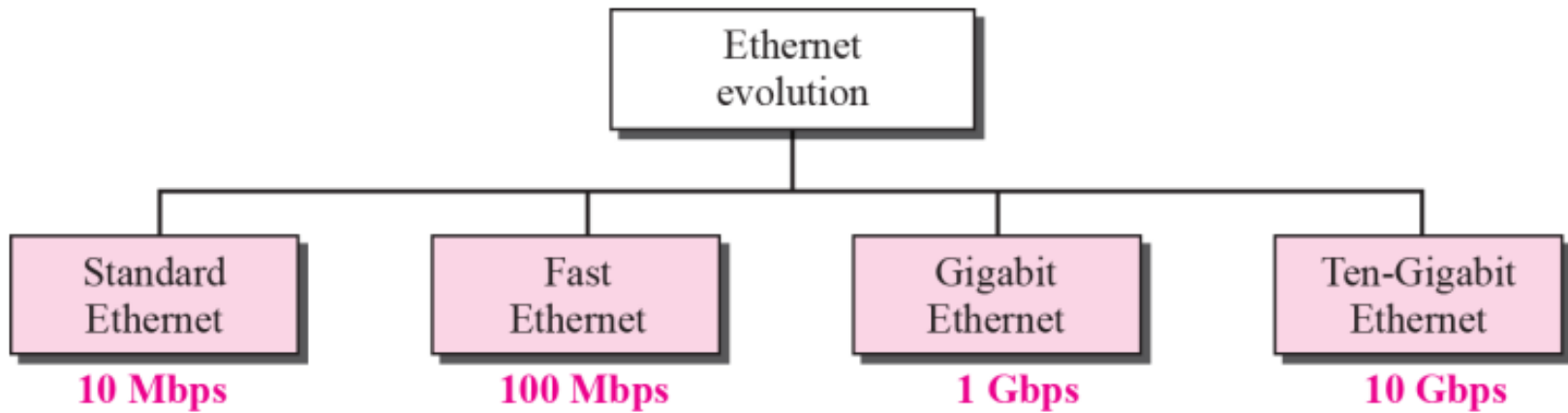
Adresacja MAC: zadanie 2



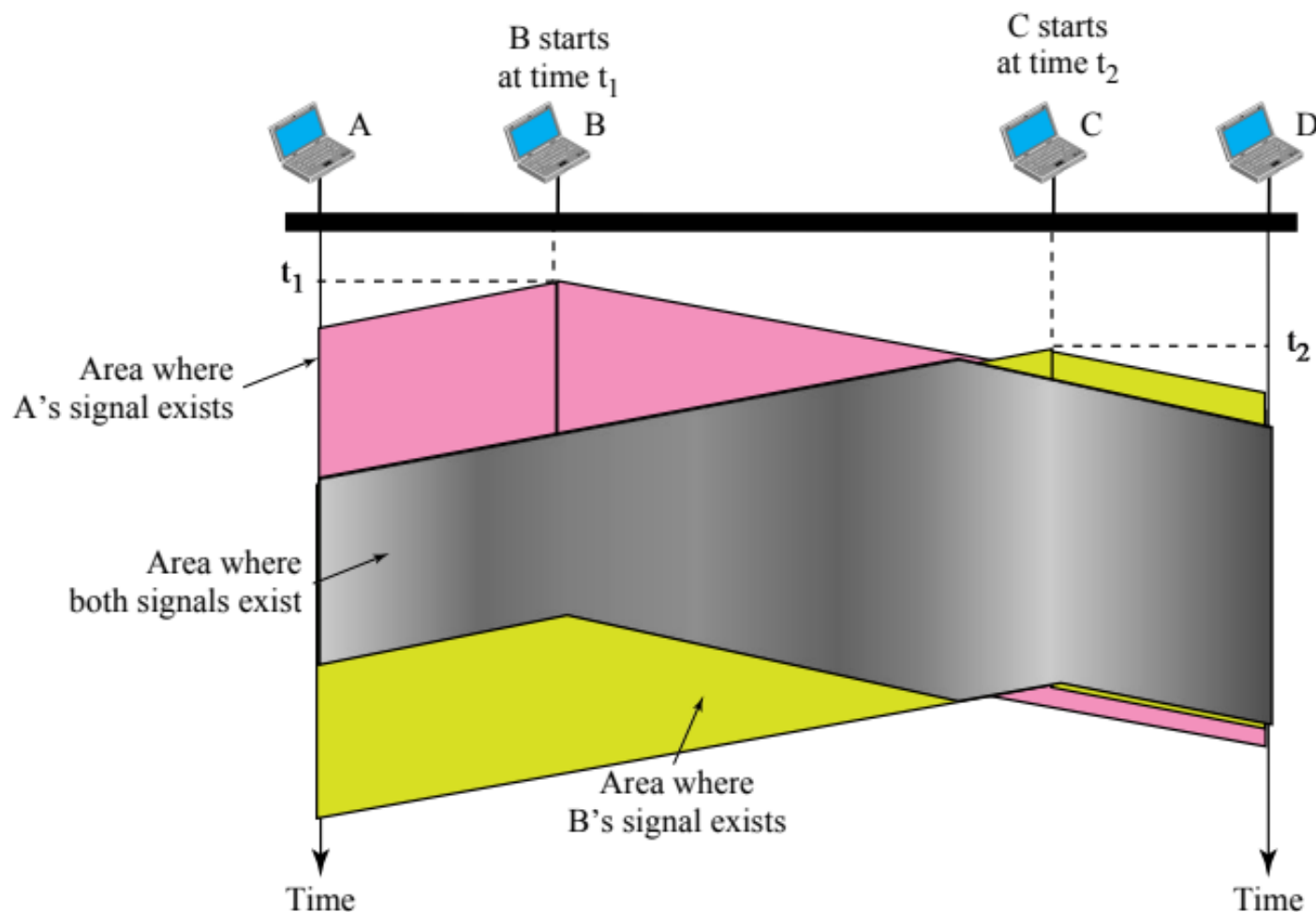
Zadanie 2:

W jakiej kolejności przesyłane są bity dla adresu
47:20:1B:2E:08:EE?

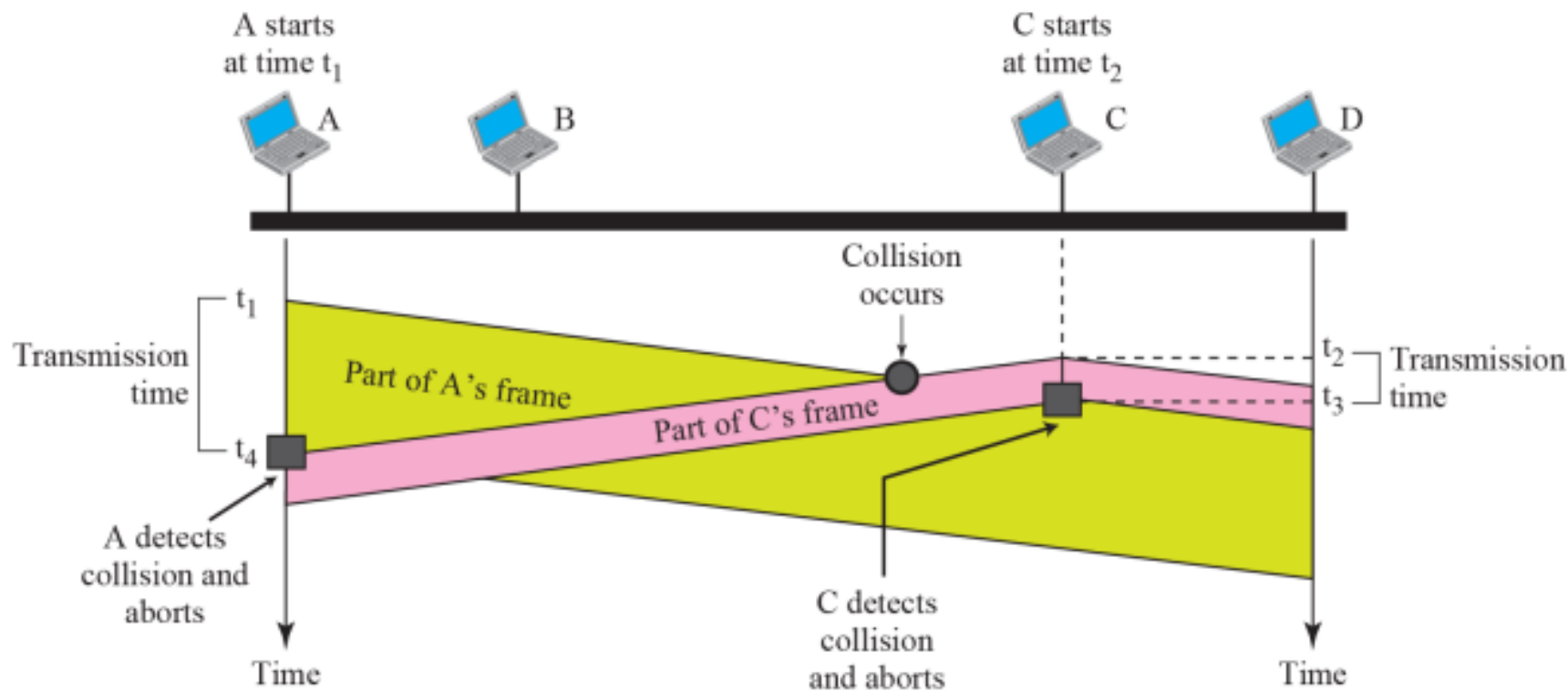
Ewolucja Ethernetu



Kolizje CSMA (Carrier Sense Multiple Access)



CSMA/CD



CSMA/CD by działało wymaga minimalnej długości ramki. Nadawca zanim wyśle ostatni bit nadawanej ramki musi wykryć kolizję i przerwać transmisję, gdyż po wysłaniu ramki zapomina o niej i nie wykrywa kolizji. Zatem czas transmisji ramki T_{fr} musi być co najmniej 2x większy niż czas propagacji T_p .

Zadanie 3:

Zakładając sieć Ethernet, jeśli maksymalny czas propagacji sygnału to 25,6 us, jaka jest minimalna możliwa ramka jaką można przesłać w sieci?

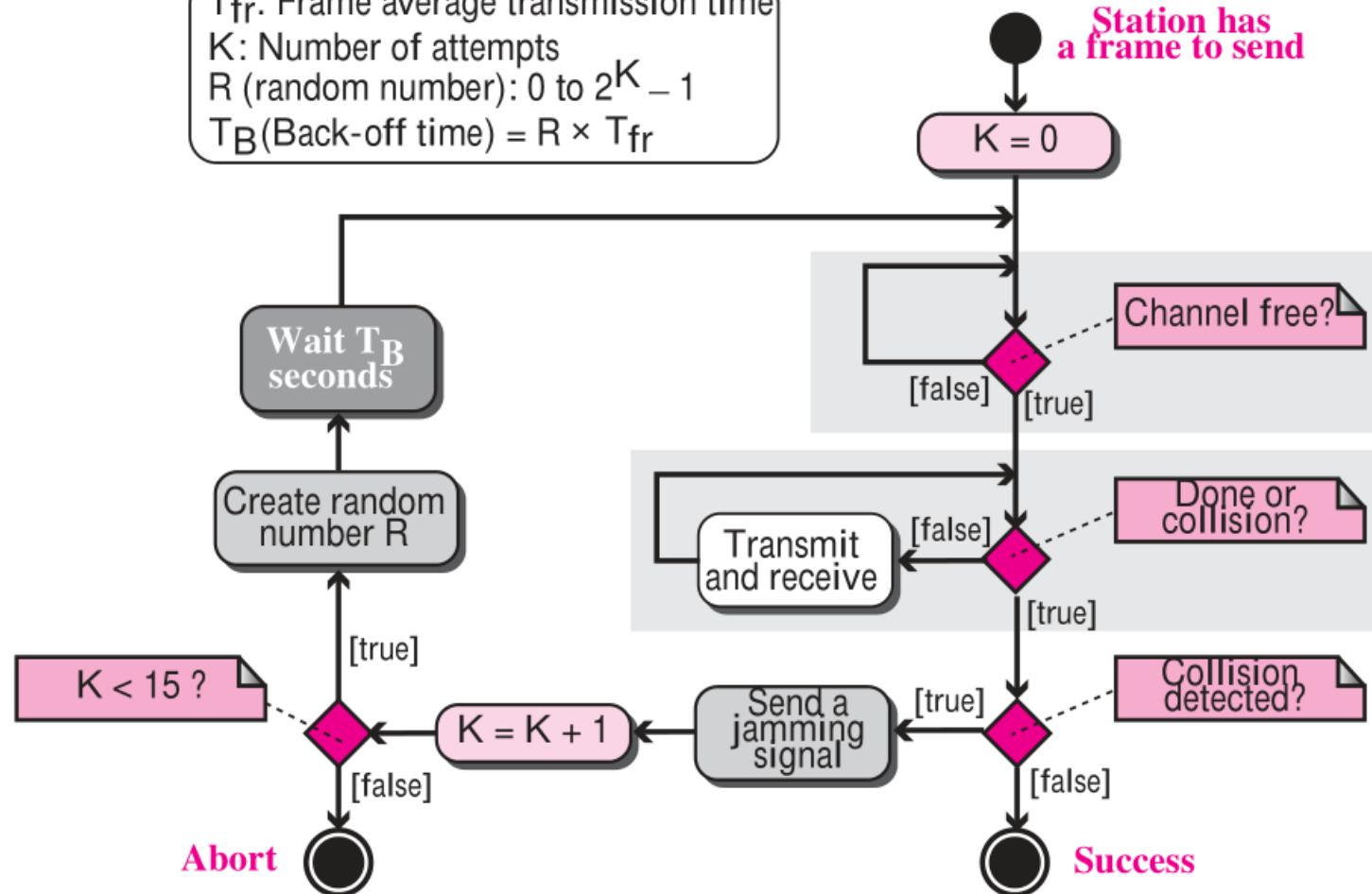
Legend

T_{fr} : Frame average transmission time

K: Number of attempts

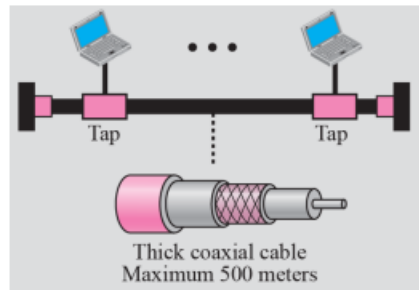
R (random number): 0 to $2^K - 1$

T_B (Back-off time) = $R \times T_{fr}$

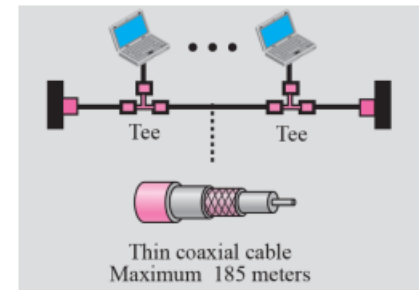


Standardy Ethernet

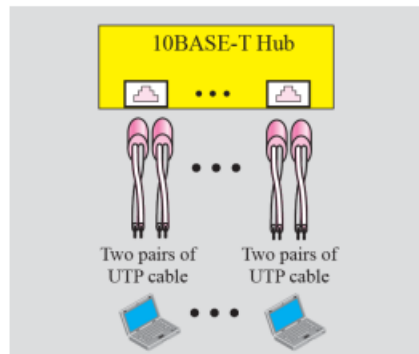
Characteristics	10Base5	10Base2	10Base-T	10Base-F
Medium	Thick coax	Thin coax	2 UTP	2 Fiber
Maximum length	500 m	185 m	100 m	2000 m



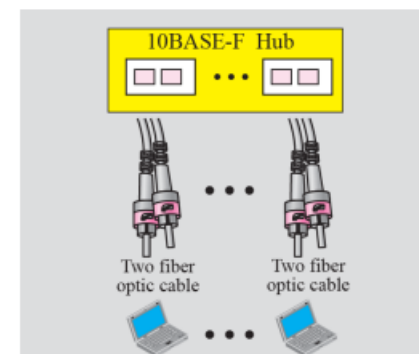
a. 10BASE5



b. 10BASE2



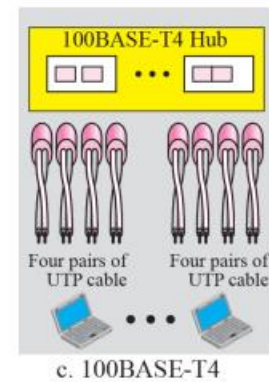
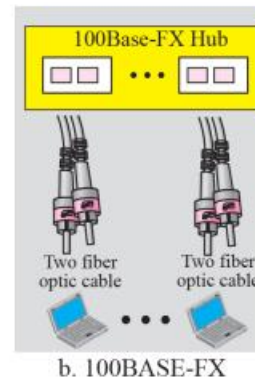
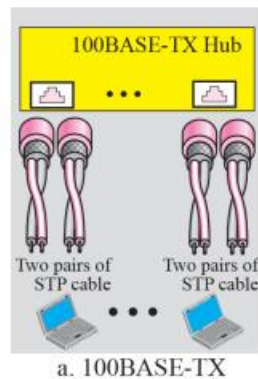
c. 10BASE-T



d. 10BASE-F

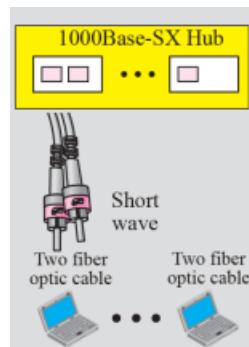
Standardy Fast-Ethernet

Characteristics	100Base-TX	100Base-FX	100Base-T4
Media	STP	Fiber	UTP
Number of wires	2	2	4
Maximum length	100 m	100 m	100 m

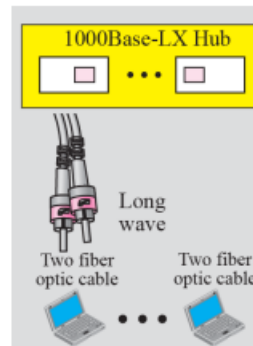


Standardy Gigabit-Ethernet

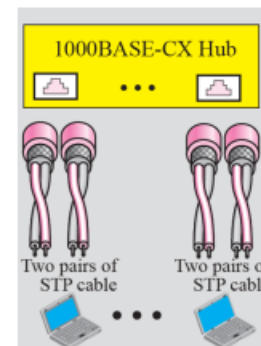
Characteristics	1000Base-SX	1000Base-LX	1000Base-CX	1000Base-T4
Media	Fiber short-wave	Fiber long-wave	STP	Cat 5 UTP
Number of wires	2	2	2	4
Maximum length	550 m	5000 m	25 m	100 m



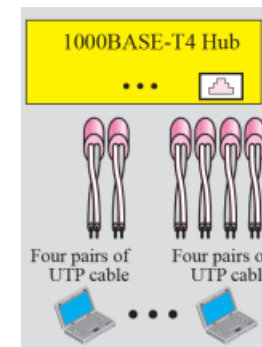
a. 1000BASE-SX



b. 1000BASE-LX



c. 1000BASE-CX



d. 1000BASE-T4

**In the full-duplex mode of Gigabit Ethernet, there is no collision;
the maximum length of the cable is determined by the signal attenuation in the cable.**

- Full duplex
 - W trybie pełnego duplexu wszystkie węzły podłączone są do przełącznika. W tym trybie każdy przełącznik posiada bufory dla każdego portu wejściowego, w których przechowywane są dane do momentu ich przesłania. W tym trybie nie ma kolizji. Oznacza to, że CSMA/CD nie jest używany. Brak kolizji oznacza, że o maksymalnej długości kabla decyduje tłumienie sygnału w kablu, a nie proces wykrywania kolizji.

- Half duplex
 - Koncentrator lub switch pełni rolę wspólnego kabla, w którym może nastąpić kolizja. Podejście półdupleksowe wykorzystuje CSMA/CD ale pozwala wydłużyć zasięg transmisji. Zdefiniowano trzy rozwiązania: tradycyjne, wydłużenie nośnej i rozrywanie ramek.

- Half duplex
 - **Tradycyjny.** W tradycyjnym podejściu zachowujemy minimalną długość ramki jak w tradycyjnym Ethernetie (512 bitów). Jednakże, długość bitu jest o 1/100 krótsza w Gigabit Ethernet niż w 10-Mbps Ethernet, maksymalna długość sieci wynosi 25 m.
 - **Carrier Extension.** Zwiększamy minimalną długość ramki. Metoda rozszerzenia nośnej definiuje minimalną długość ramki na 512 bajtów (4096 bitów). Oznacza to, że minimalna długość jest 8 razy dłuższa. Ta metoda zmusza stację do dodania bitów rozszerzenia (dopełnienia) do dowolnej ramki o długości mniejszej niż 4096 bitów. W ten sposób maksymalną długość sieci można zwiększyć 8-krotnie do długości 200 m.
 - **Frame Bursting.** Wydłużanie ramek jest bardzo nieefektywne, jeśli mamy do wysłania serię krótkich ramek. Zamiast zwiększać rozmiar pojedynczej ramki, wysyłanych jest wiele ramek. Pomiedzy nimi dodawane jest „dopełnienie” – padding (tak samo jak w przypadku metody wydłużania ramki). Dzięki temu inne stacje myślą, że kanał jest cały czas zajęty.

Standardy 10-Gigabit-Ethernet



<i>Characteristics</i>	<i>10GBase-S</i>	<i>10GBase-L</i>	<i>10GBase-E</i>
Media	multi-mode fiber	single-mode fiber	single-mode fiber
Number of wires	2	2	2
Maximum length	300 m	10,000 m	40,000 m

Komunikacja tylko w trybie full-duplex. Nie ma CSMA/CD.

Bezprzewodowa sieć lokalna

Bezprzewodowa sieć lokalna (Wireless LAN) to obecnie jedna z najczęściej występujących sieci. Różnica polega na niewykorzystywaniu kabli, ale co za tym wymaga nieco innego podejścia do przesyłania komunikatów.

W ramach wykładu skupimy się na dwóch rodzajach sieci Wireless LAN:

- **IEEE 802.11 wireless LAN – odpowiednik „Ethernetu bez kabli”**
- Bluetooth – mała skala

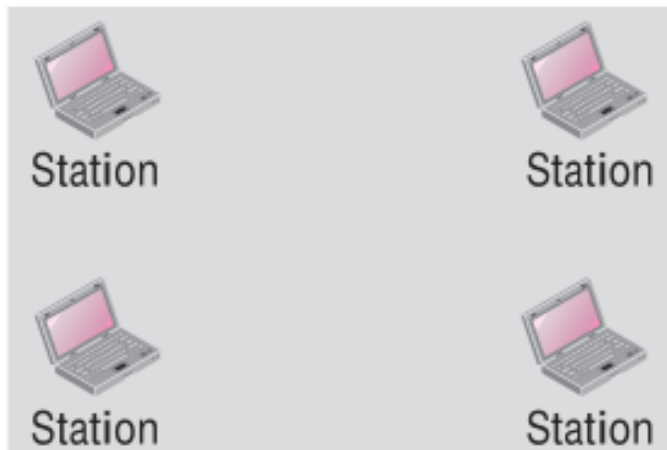
IEEE 802.11 - architektura

IEEE 802.11 wireless LAN definiuje dwa typy usług:

BBS (ang. Basic Service Set) – składa się z stacjonarnych lub mobilnych stacji oraz opcjonalnej stacji bazowej (ang. access point, AP). Bez stacji bazowej sieć nie pozwala komunikować się poza nią (ad-hoc). Ze stacją bazową mówimy o sieci infrastrukturalnej (może komunikować się poza siecią).

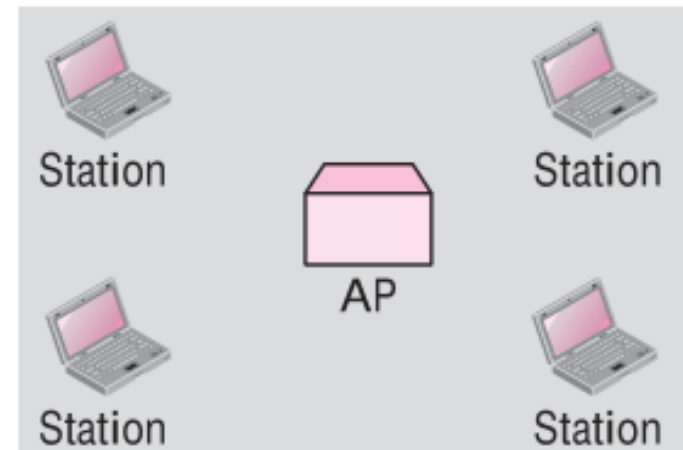
ESS (ang. Extended Service Set) – składa się z dwóch lub więcej BBS, połączonych za pomocą systemu dystrybucji (zwykle sieć LAN). Sieć dystrybucyjna „łączy” AP poszczególnych sieci bezprzewodowych. Stacje mogą być stacjonarne (AP) i mobilne (tak samo jak w BSS).

BSS: Basic service set



Ad hoc network (BSS without an AP)

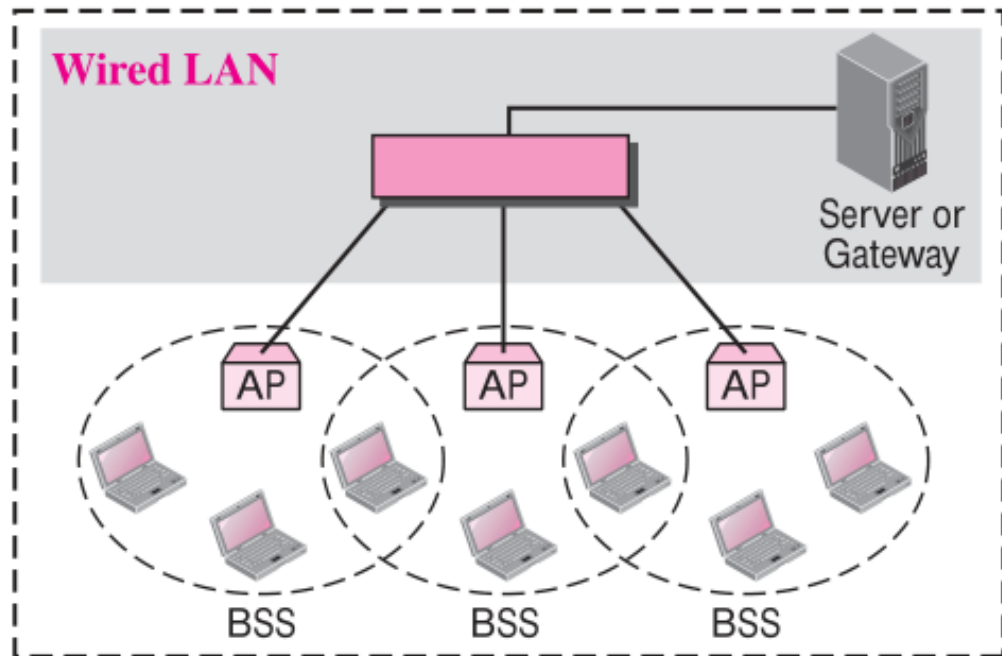
AP: Access point



Infrastructure (BSS with an AP)

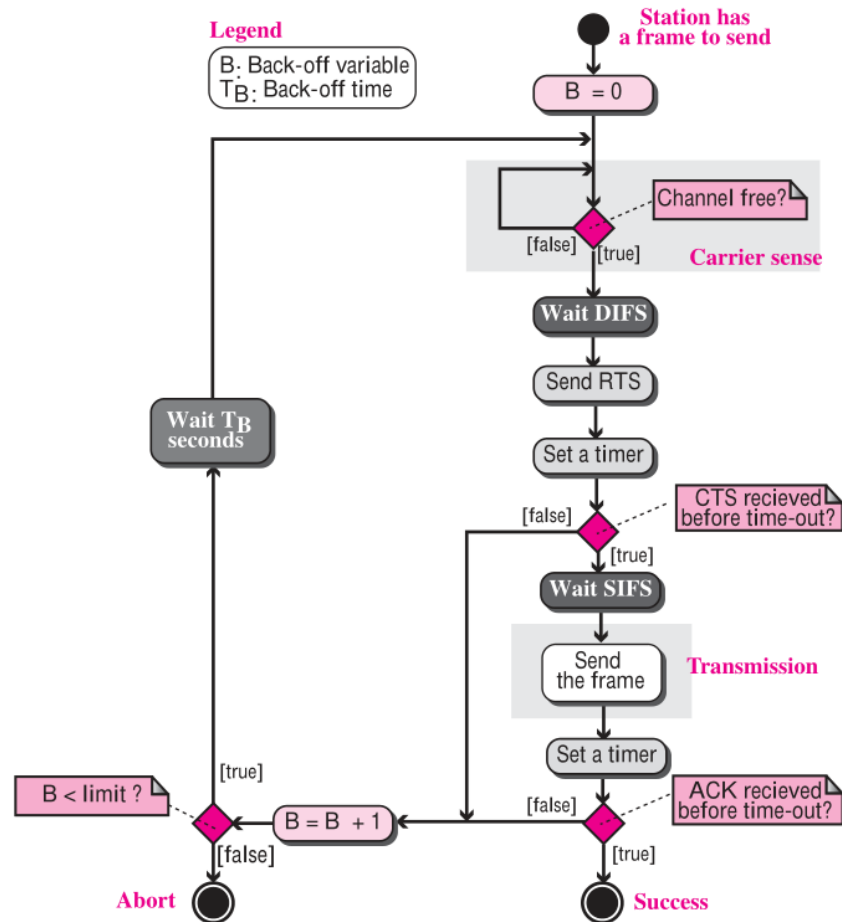
ESS: Extended service set
BSS: Basic service set
AP: Access point

ESS

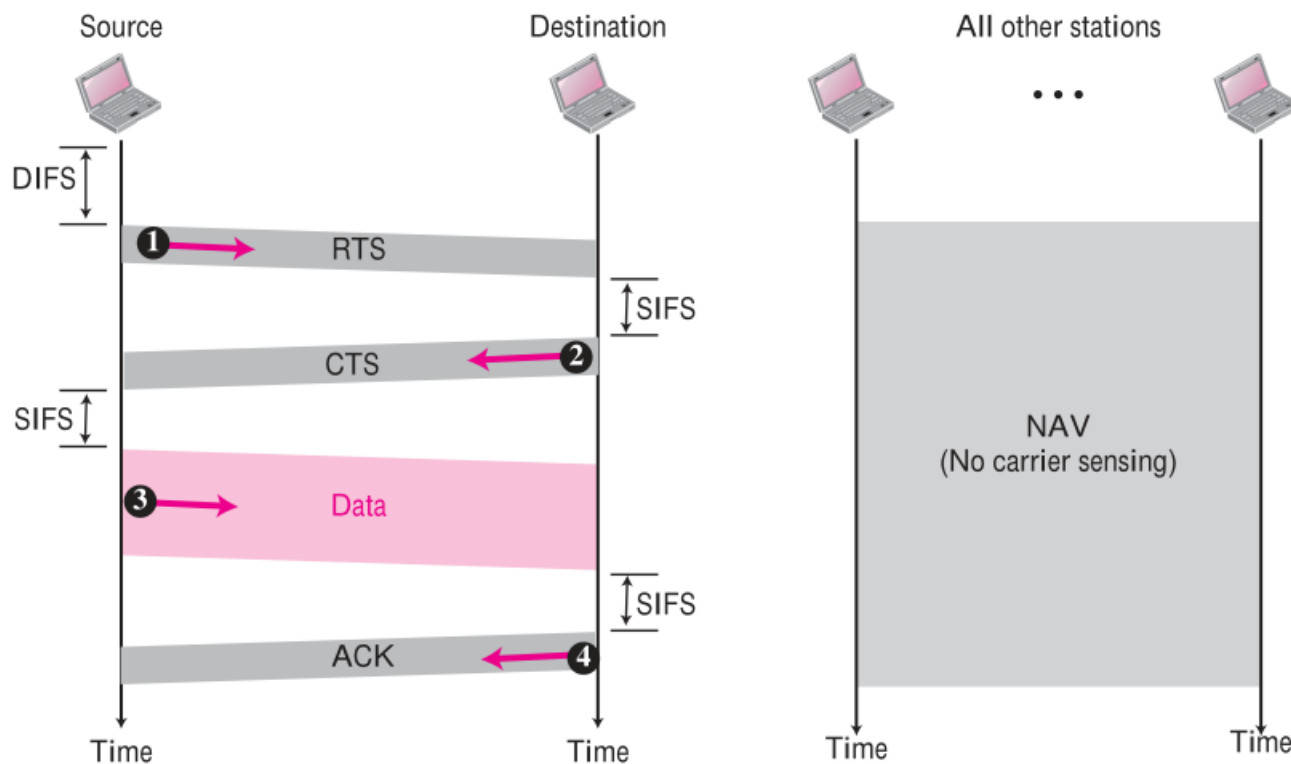


Dlaczego nie można wykorzystać dostępu do łącza współdzielonego tak samo jak w sieci Ethernet (CSMA/CD)?

1. Aby wykryć kolizję, stacja musi mieć możliwość wysyłania danych i odbierania sygnałów o kolizji jednocześnie. Może to oznaczać kosztowne stacje z dużą przepustowością.
2. Kolizja może nie zostać wykryta ze względu na problem z ukrytą stacją (omówiony później).
3. Odległość pomiędzy stacjami może być duża. Zanik sygnału może uniemożliwić odebranie informacji o kolizji od stacji będącej daleko od niej.



CSMA/CA



NAV i czas „handshaking”



Jak unikana jest kolizja? Skąd stacja wie, że nie może nadawać?

- jak stacja wysyła ramkę RTS, dodaje czas zajęcia kanału potrzebny na przesłanie danych.
- stacje objęte tą transmisją tworzą zegar zwany wektorem alokacji sieci (NAV)
- NAV odlicza, ile czasu musi upłynąć, zanim stacje te będą mogły sprawdzić kanał pod kątem dostępności.
- za każdym razem, gdy stacja uzyskuje dostęp do systemu i wysyła ramkę RTS, inne stacje uruchamiają swoje NAV.
- każda stacja przed sprawdzeniem, czy nośnik fizyczny jest dostępny, najpierw sprawdza swój NAV

Kolizja podczas przesyłania RTS i CTS (czas uzgadniania, ang. handshake)?

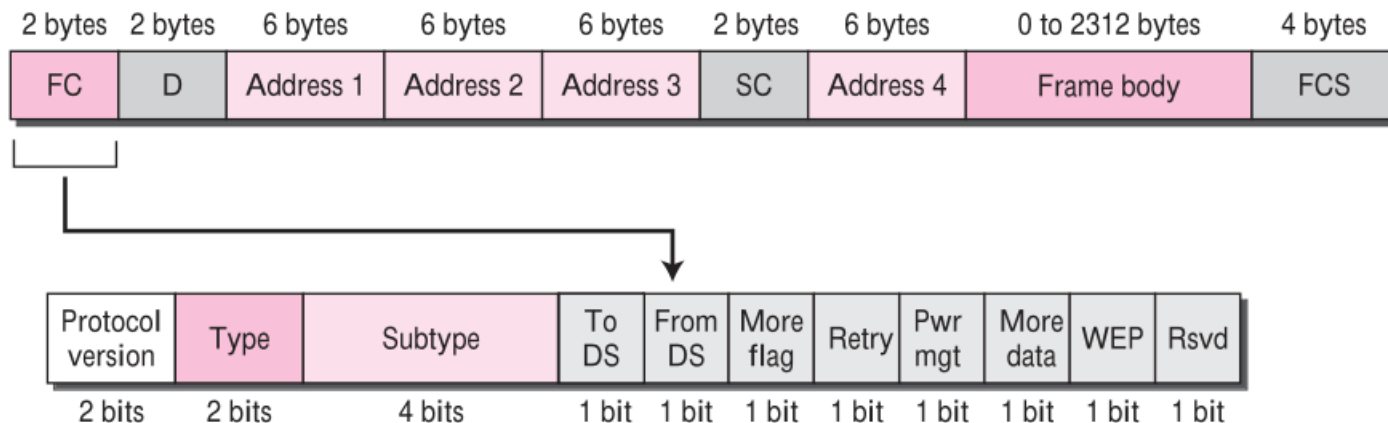
- Dwie lub więcej stacji może próbować wysłać ramki RTS w tym samym czasie. Te ramki sterujące mogą kolidować.
- Nie ma mechanizmu wykrywania kolizji!
- Nadawca zakłada, że doszło do kolizji, jeśli nie otrzymał ramki CTS od odbiorcy
- Stosowana jest strategia wycofywania się, a nadawca próbuje ponownie.

Fragmentacja i ramka



Fragmentacja w sieciach bezprzewodowych

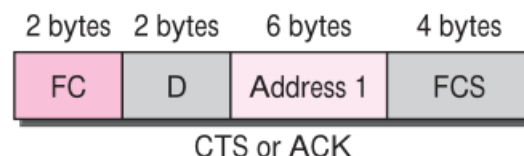
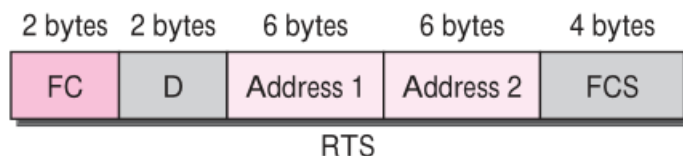
Środowisko bezprzewodowe jest bardzo zawodne i pełne szumów. Niekompletna ramka musi zostać ponownie przesłana. Protokół zaleca zatem fragmentację – podział dużej ramki na mniejsze. Bardziej efektywne jest ponowne wysłanie małej ramki niż dużej.



- **frame control (FC)** - Pole FC ma długość 2 bajtów i określa typ ramki oraz niektóre informacje sterujące.

<i>Field</i>	<i>Explanation</i>
Version	Current version is 0
Type	Type of information: management (00), control (01), or data (10)
Subtype	Subtype of each type (see Table 3.6)
To DS	Defined later
From DS	Defined later
More flag	When set to 1, means more fragments
Retry	When set to 1, means retransmitted frame
Pwr mgt	When set to 1, means station is in power management mode
More data	When set to 1, means station has more data to send
WEP	Wired equivalent privacy (encryption implemented)
Rsvd	Reserved

- **Ramki zarządzające (ang. management frames)** służą do początkowej komunikacji pomiędzy stacjami i punktami dostępowymi.
- **Ramki kontrolne (ang. control frames)** służą do dostępu do kanału i potwierdzania ramki.



Dla ramek kontrolnych wartość pola typu wynosi 01; wartości pól podtypu dla ramek

Subtype	Meaning
1011	Request to send (RTS)
1100	Clear to send (CTS)
1101	Acknowledgment (ACK)

- **Ramki danych (ang. data frames)** służą do przenoszenia danych i informacji sterujących.

- **D** - We wszystkich typach ramek z wyjątkiem jednego pole to określa czas trwania transmisji używany do ustawiania wartości NAV. W jednej ramce sterującej pole to definiuje identyfikator ramki.
- **Address** - Istnieją cztery pola adresowe, każde o długości 6 bajtów. Znaczenie każdego Adres zależy od wartości podpól **To DS** i **From DS** (patrz dalej)
- **Kontrola sekwencji (ang. sequence control)** - To pole określa numer kolejny ramki, która ma zostać użyta podczas kontroli przepływu
- **Frame body** - To pole, które może mieć długość od 0 do 2312 bajtów, zawiera informacje w oparciu o typ i podtyp zdefiniowany w polu FC
- **FCS** - Pole FCS ma długość 4 bajtów i zawiera wykrycie błędu CRC-32 sekwencja.

Mechanizm adresacji w sieciach bezprzewodowych

Mechanizm adresowania w standardzie IEEE 802.11 określa cztery przypadki adresowania. Są one zdefiniowane przez wartość dwóch flag w polu **FC: To DS i From DS**. Każda flaga może mieć wartość 0 lub 1, co daje cztery różne sytuacje. Interpretacja czterech adresów (adres 1 do adresu 4) w ramce MAC zależy od wartości tych flag.

Address 1 – następne urządzenie

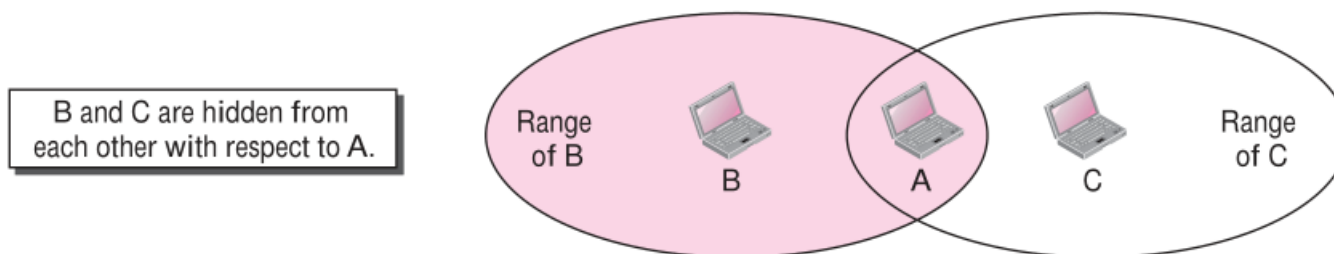
Address 2 – poprzednie urządzenie

Address 3 – adres docelowy jeśli nie jest on już w Address 1

Address 4 – adres źródłowy jeśli nie jest on już w Address 2.

<i>To DS</i>	<i>From DS</i>	<i>Address 1</i>	<i>Address 2</i>	<i>Address 3</i>	<i>Address 4</i>
0	0	Destination	Source	BSS ID	N/A
0	1	Destination	Sending AP	Source	N/A
1	0	Receiving AP	Source	Destination	N/A
1	1	Receiving AP	Sending AP	Destination	Source

Problem ukrytej stacji (!)



Stacja B ma zasięg zaznaczony na różowo. Każda stacja w tym zasięgu słyszy dowolny sygnał nadawany przez stację B.

Stacja C ma zasięg transmisji zaznaczony na białą. Każda stacja znajdująca się w tym zasięgu słyszy dowolny sygnał nadawany przez stację C.

Stacja C znajduje się poza zasięgiem transmisji stacji B

Stacja B znajduje się poza zasięgiem transmisji C.

Stacja A znajduje się jednak w obszarze objętym zarówno przez B, jak i C

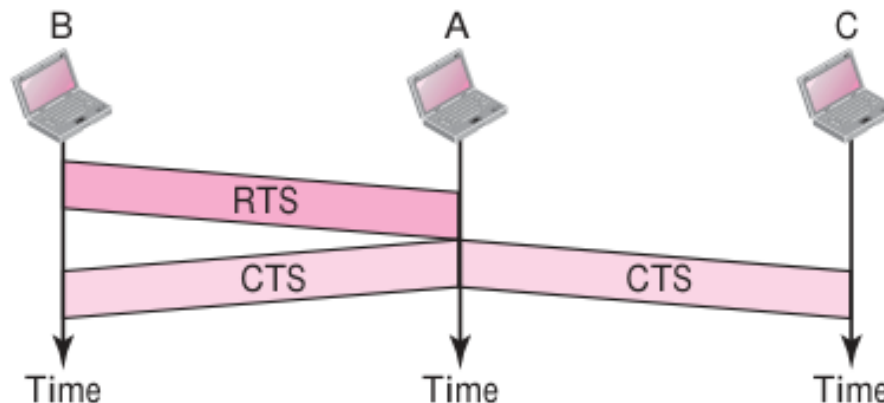
Stacja A słyszy każdy sygnał nadawany przez B lub C.

Problem ukrytej stacji - handshake

Rozwiązanie.

Wykorzystanie ramek uzgadniania (RTS i CTS),

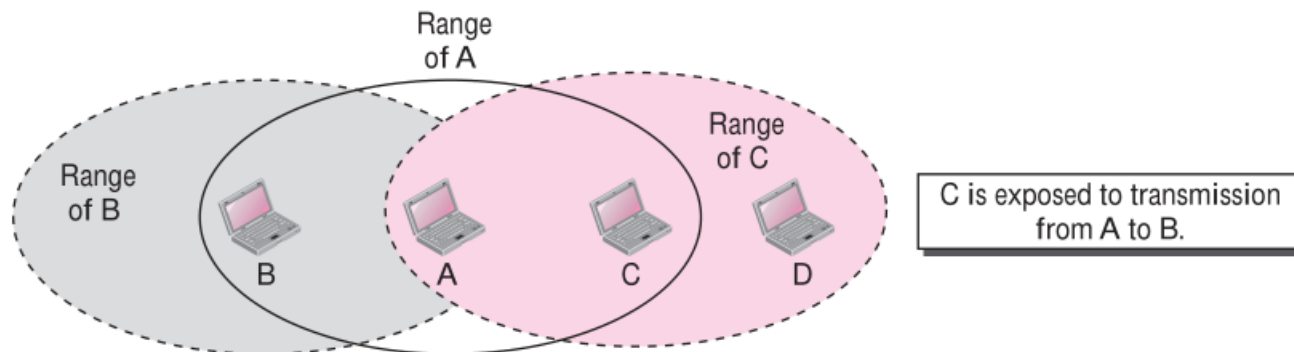
komunikat RTS z stacji B dociera do stacji A, ale nie do stacji C.



Stacja B i stacja C znajdują się w zasięgu stacji A, komunikat CTS, który zawiera czas trwania transmisji danych z stacji B do stacji A, dociera do stacji C.

Stacja C wie, że jakaś ukryta stacja korzysta z tego kanału i wstrzymuje się od nadawania do czasu upłynięcia tego czasu.

Problem „odstłoniętej” stacji



stacja A nadaje do stacji B

Stacja C ma pewne dane do wysłania do stacji D (można wysłać bez zakłócania transmisji z A do B)

stacja C jest narażona na transmisję z A, „słyszy”, co wysyła A, i dlatego powstrzymuje się od wysyłania.

Stacja C marnuje przepustowość kanału bo działa zbyt zachowawczo

Problem „odstłoniętej” stacji



Stacja C słyszy RTS od stacji A, ale nie słyszy CTS od stacji B.

Stacja C po usłyszeniu RTS od stacji A może poczekać jakiś czas, aż CTS z stacji B dotrze do stacji A

Stacja C wysyła RTS do stacji D, aby pokazać, że musi się porozumieć z stacją D.

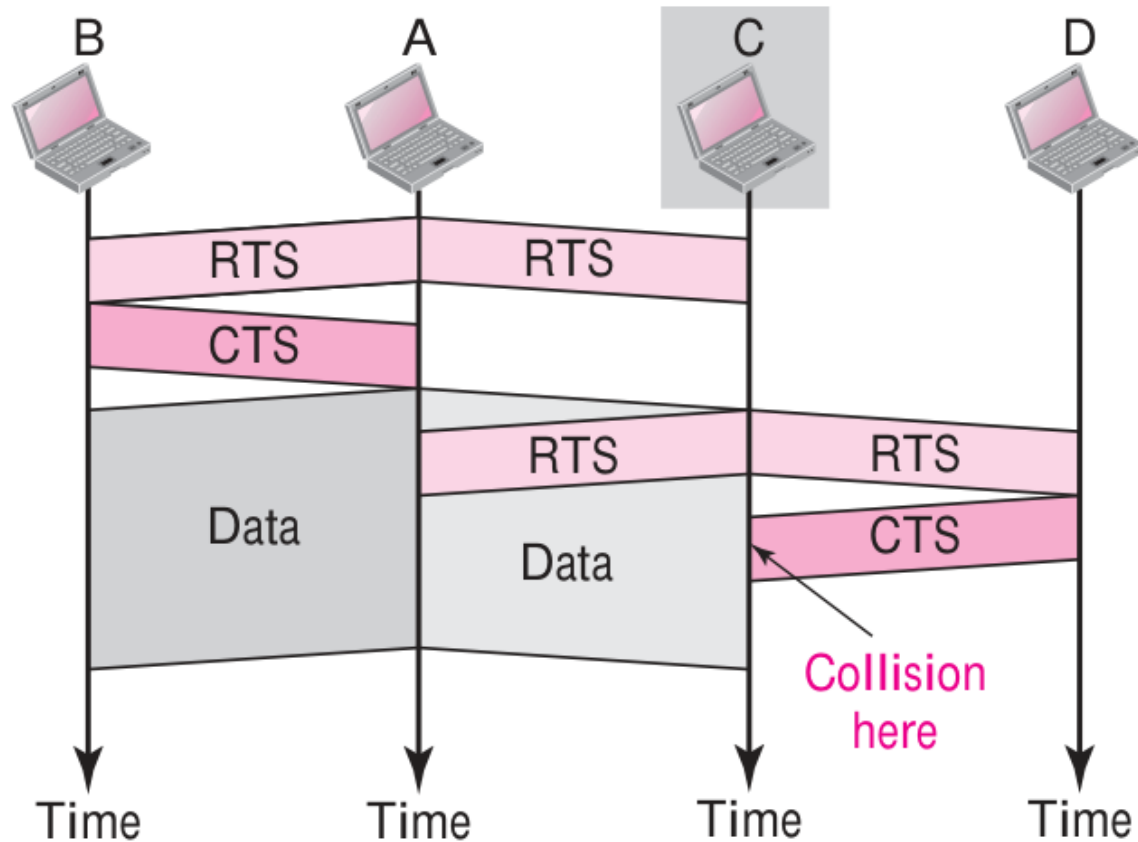
stacje D i A mogą słyszeć ten RTS, ale stacja A jest w stanie nadawania, a nie odbierania.

Stacja D, odpowiada CTS.

Jeżeli stacja A rozpoczęła wysyłanie swoich danych, stacja C nie słyszy CTS ze stacji D z powodu kolizji; Stacja C nie może wysłać swoich danych do stacji D.

Pojawia się problem „odstłoniętej stacji”. C nie może wysłać danych, dopóki stacja A nie zakończy wysyłania swoich danych.

Problem „odstłoniętej” stacji



C is exposed to
A's transmission

Bluetooth

Bluetooth technologia bezprzewodowej sieci LAN przeznaczona do łączenia urządzeń o różnych funkcjach (np. telefony, notebooki, drukarki, ekspresy do kawy itd.).

Bluetooth jest siecią ad hoc:

- Urządzenia odnajdują się nawzajem i tworzą sieć zwaną piconetem.
- Sieć LAN Bluetooth można nawet połączyć z Internetem,
- Służy dla bardzo małych sieci (do 8 urządzeń)

Bluetooth został pierwotnie zapoczątkowany jako projekt firmy Ericsson. Został nazwany na cześć Haralda Blaatanda, króla Danii (940–981), który zjednoczył Danię i Norwegię. Blaatand oznacza Bluetooth w języku angielskim.

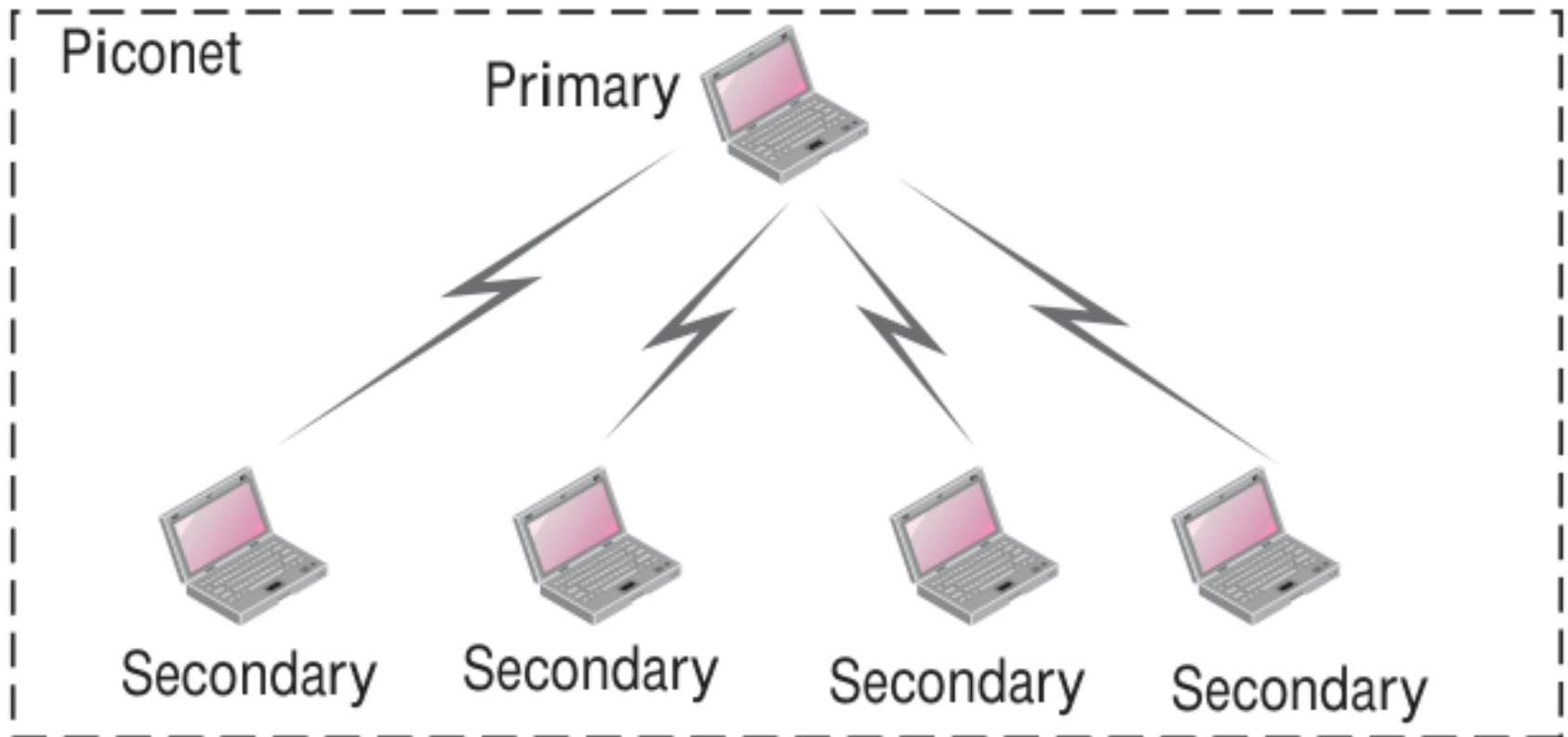
Obecnie Bluetooth jest implementacją protokołu IEEE 802.15. Norma definiuje bezprzewodową sieć osobistą (PAN).

Bluetooth ma dwa typy: piconet i scatternet.

Piconet

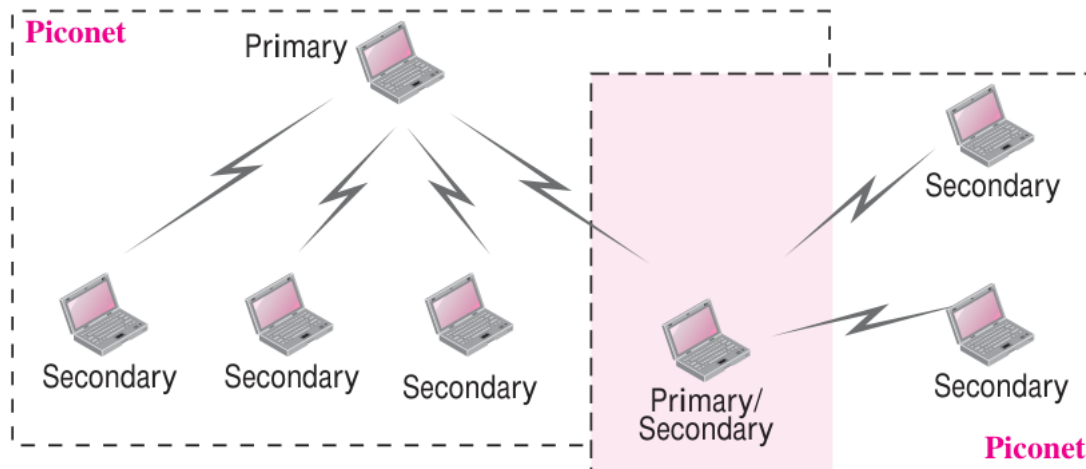
- Składa się maksymalnie ośmiu stacji,
- Jedna stacja nazywana jest główną; reszta nazywana jest wtórnymi.
- Wszystkie stacje dodatkowe synchronizują swoje zegary i sekwencję przeskoków ze stacją podstawową.
- Komunikacja pomiędzy pierwotnym i wtórnym może być jeden do jednego lub jeden do wielu.
- dodatkowych osiem stacji wtórnych może znajdować się w stanie „zaparkowanym”.
- Urządzenia „zaparkowane” (ang. parked) jest zsynchronizowane z urządzeniem podstawowym, ale nie może brać udziału w komunikacji,
- Aby można było „od parkować” stację, musi być dla niej miejsce (zaparkowanie jednej aktywnej)

Bluetooth

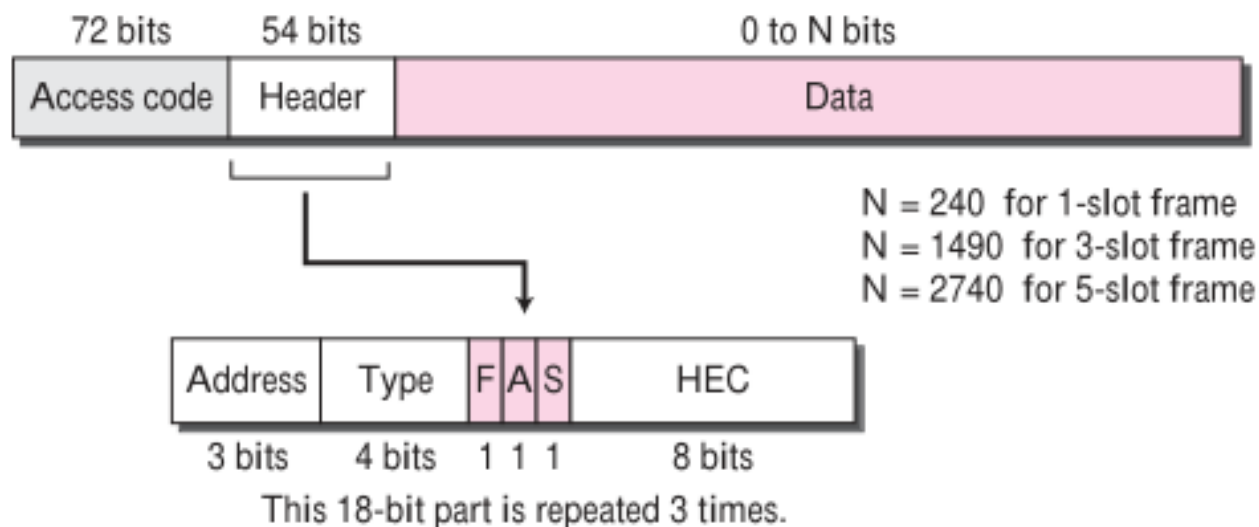


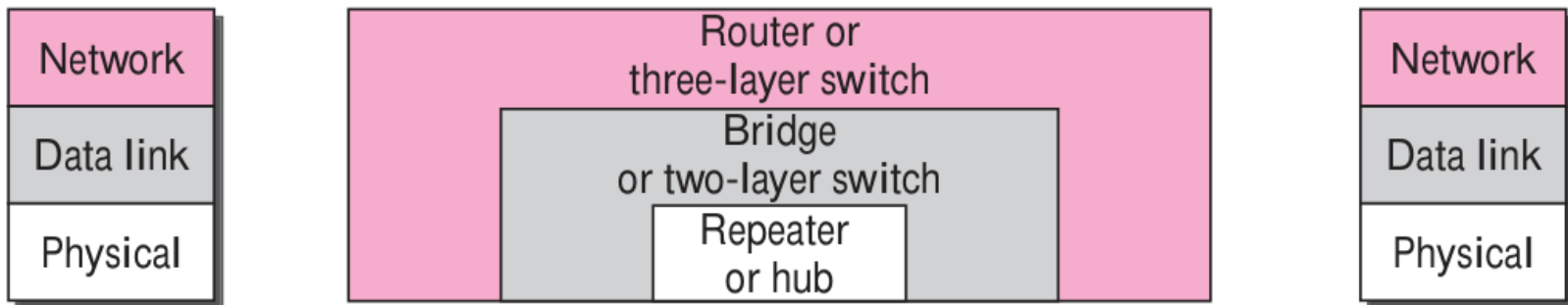
Scatternet

- Sieci piko-netowe można łączyć, tworząc tak zwaną sieć scatternet.
- Stacja dodatkowa w jednym piconecie może być stacją podstawową w innym piconecie.
- Stacja ta może odbierać komunikaty od stacji podstawowej w pierwszej piconecie (jako stacja wtórna) równolegle pełniąc rolę stacji podstawowej, dostarczać je do sieci drugorzędnych w drugiej piconecie.
- Stacja może należeć do dwóch pikonetów.



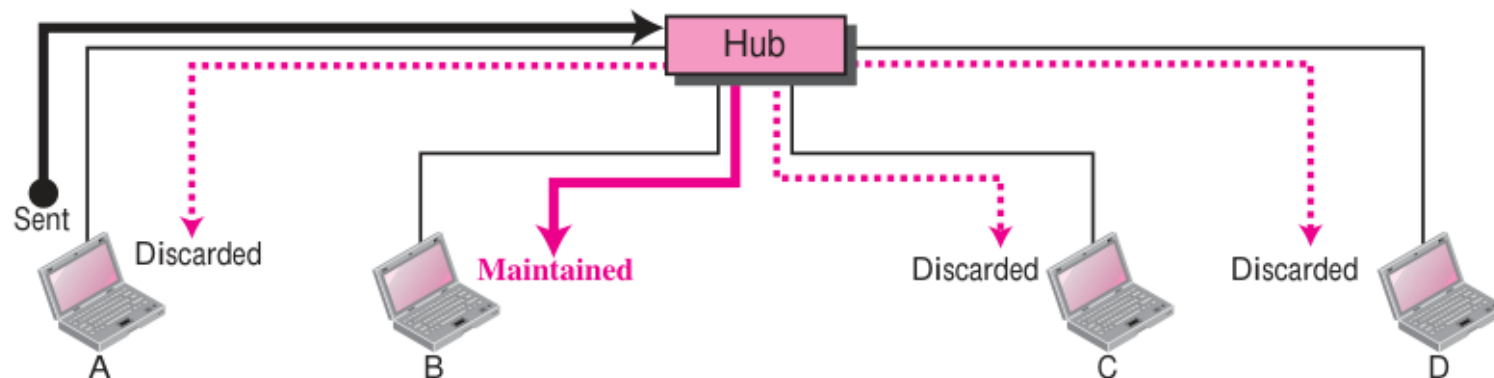
Bluetooth





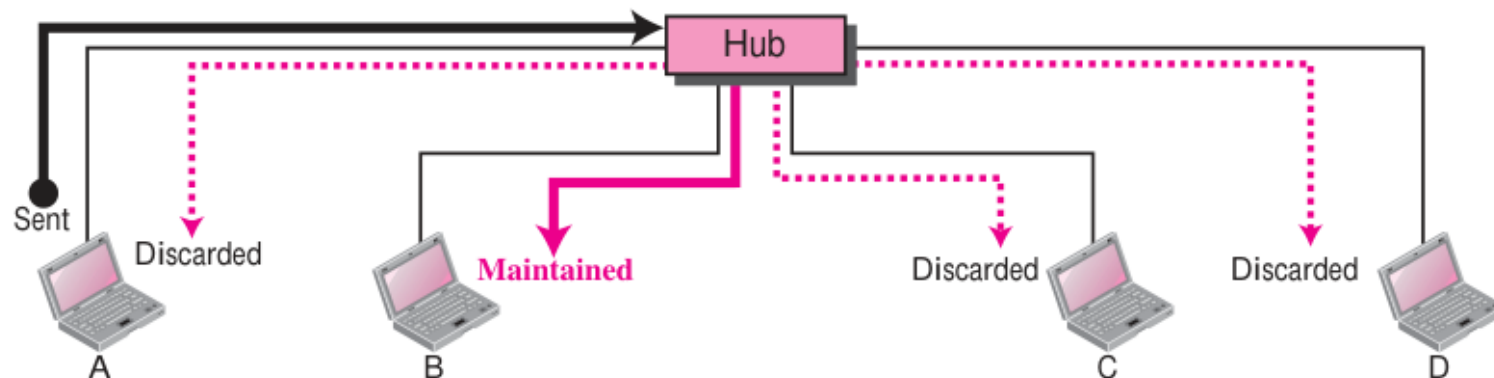
Wzmacniacz (ang. repeater)

- Urządzenie działające na warstwę fizycznej
- Odbiera sygnał i go wzmacnia (bo sygnał słabnie z odległością - tłumienność)
- Wzmocniony sygnał (przed utratą integralności) wysyła dalej
- Wzmacniacz przesyła dalej każdy bit (nie „zagląda” do środka)
- Kiedyś wykorzystywany by wydłużyć zasięg sieci.
- Wieloportowy wzmacniacz to **hub (koncentrator)**



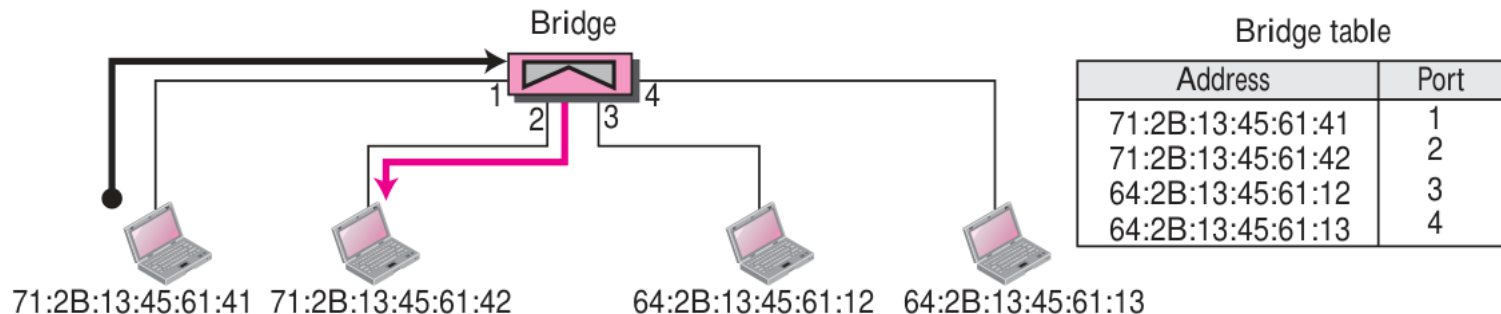
Wzmacniacz (ang. repeater)

- Urządzenie działające na warstwę fizycznej
- Odbiera sygnał i go wzmacnia (bo sygnał słabnie z odległością - tłumienność)
- Wzmocniony sygnał (przed utratą integralności) wysyła dalej
- Wzmacniacz przesyła dalej każdy bit (nie „zagląda” do środka)
- Kiedyś wykorzystywany by wydłużyć zasięg sieci.
- Wieloportowy wzmacniacz to **hub (koncentrator)**



Mostki (ang. bridges) // Przełącznik (ang. Switch) – warstwy 2

- Urządzenie działające warstwie fizycznej, jak i w warstwie łącza danych
- W warstwie fizycznej regeneruje sygnał
- W warstwie łącza danych most może sprawdzać adresy MAC (źródłowe i docelowe) zawarte w ramce.
- Most ma zdolność filtrowania. Może sprawdzić adres docelowy ramki i zdecydować, z którego portu wyjściowego ramka powinna zostać wysłana (na bazie tablicy przekierowań – forwarding table - adresów MAC).
- Most nie zmienia adresu MAC w ramce (nawet jak do niej „zagląda”).



Przeźroczystość mostków

Mostki są „przeźroczyste” dla innych użytkowników sieci, czyli nie są oni świadomi ich istnienia. Aby to było możliwe sieć musi spełniać następujące kryteria:

- Ramki muszą być przekazywane z jednej stacji do drugiej.
- Tabela przekierowań tworzona jest automatycznie poprzez uczenie się ruchu ramek w sieci
- Nie ma pętli w systemie

Uczenie się tablicy przekierowań

Mostek uczy się sukcesywnie adresów MAC węzłów sieci na podstawie ruchu ramek w sieci. W tym celu most sprawdza zarówno adres docelowy, jak i źródłowy. Adres docelowy jest używany do decyzji o przekazaniu (przeszukiwanie tabeli); adres źródłowy służy do dodawania wpisów do tabeli oraz do celów aktualizacji.

Gradual building of Table

Address	Port
---------	------

a. Original

Address	Port
71:2B:13:45:61:41	1

b. After A sends a frame to D

Address	Port
71:2B:13:45:61:41	1
64:2B:13:45:61:13	4

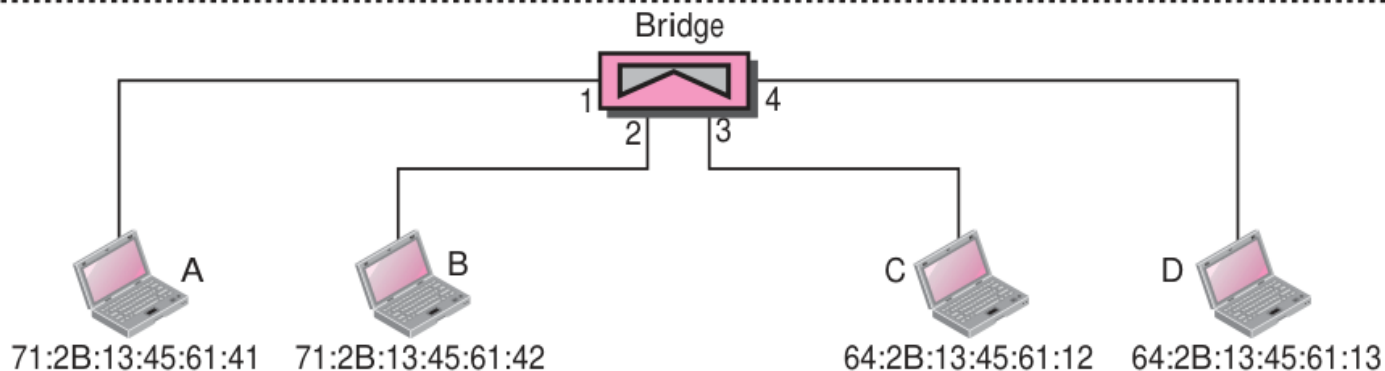
c. After D sends a frame to B

Address	Port
71:2B:13:45:61:41	1
64:2B:13:45:61:13	4
71:2B:13:45:61:42	2

d. After B sends a frame to A

Address	Port
71:2B:13:45:61:41	1
64:2B:13:45:61:13	4
71:2B:13:45:61:42	2
64:2B:13:45:61:12	3

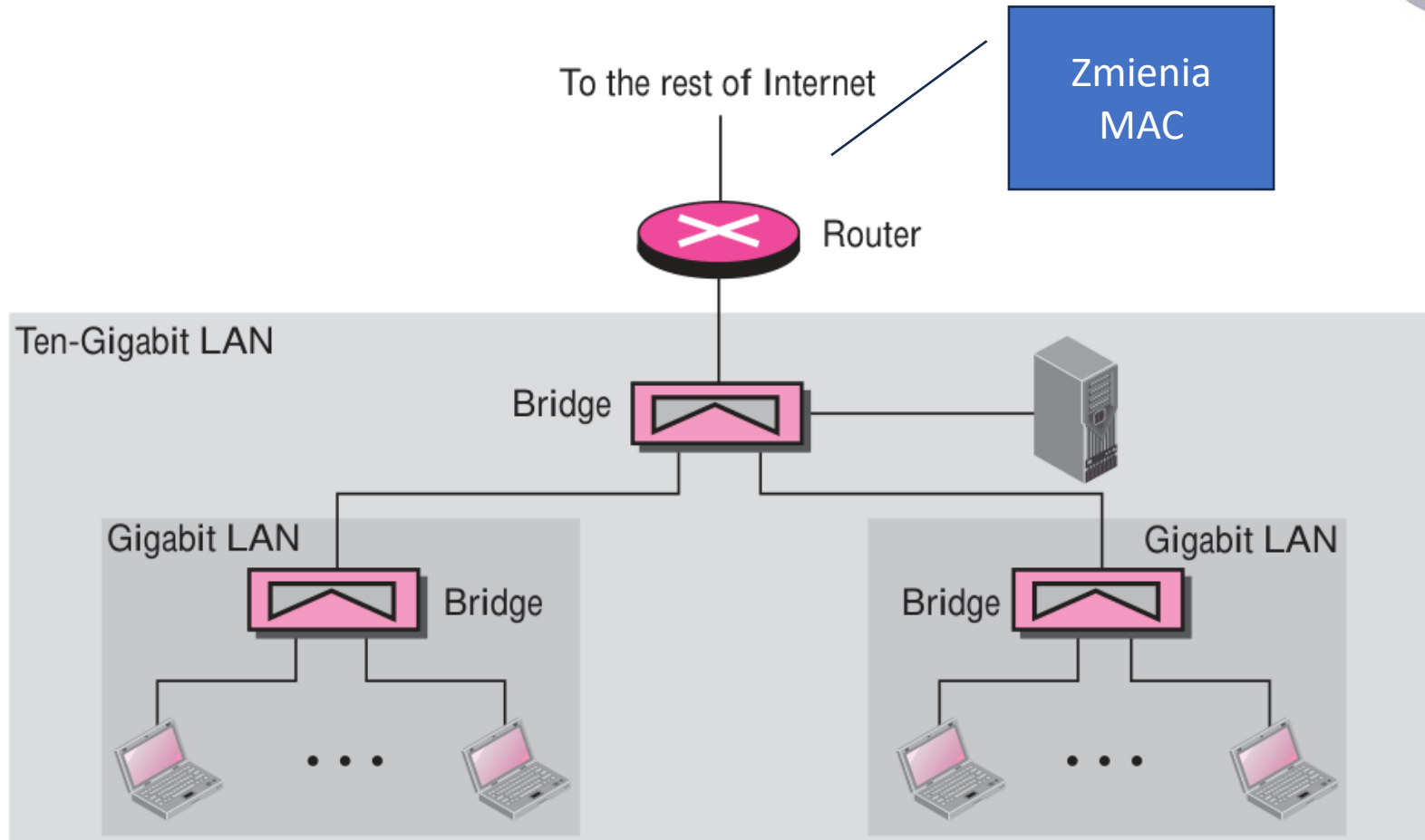
e. After C sends a frame to D



Trasownik (ang. router) // Przełącznik (ang. Switch) – warstwy 3

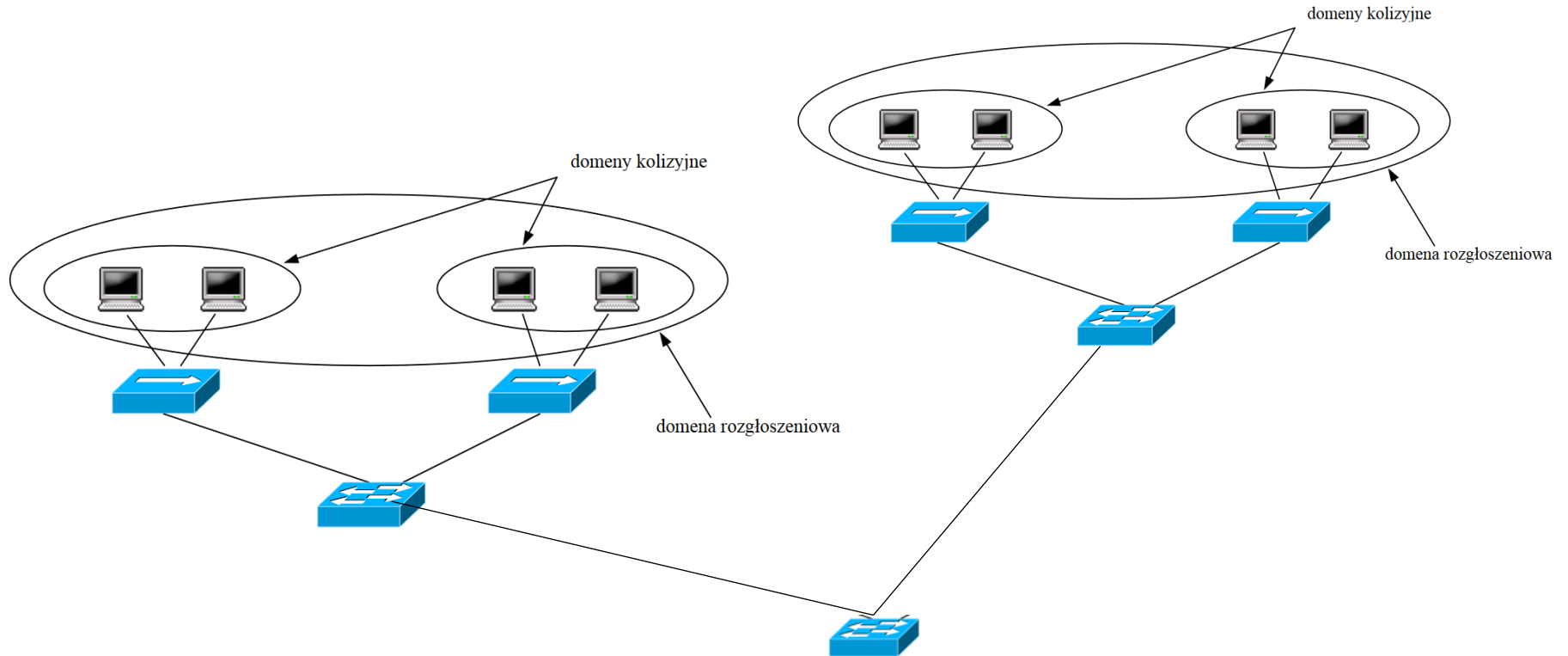
- działa w warstwie fizycznej, łączy danych i sieciowej.
- W warstwie fizycznej regeneruje odbierany sygnał.
- W warstwie łączy danych router sprawdza adresy fizyczne (źródłowe i docelowe) zawarte w pakiecie.
- W warstwie sieciowej router sprawdza adresy warstwy sieciowej (adresy w warstwie IP).
- łączy niezależne sieci, tworząc intersieć

Urządzenia tech. Internet



Trasownik (ang. router) vs Przełącznik (ang. Switch w. 2)

1. Router ma adres fizyczny i logiczny (IP) dla każdego ze swoich interfejsów.
2. Router działa tylko na te pakiety, w których znajduje się fizyczny adres docelowy odpowiada adresowi interfejsu, na który przybywa pakiet.
3. Router zmienia adres fizyczny pakietu (zarówno źródłowy, jak i docelowy), gdy przekazuje pakiet dalej.
4. Należy pamiętać, że mosty zmieniają domeny kolizyjne, ale routery ograniczają domeny rozgłoszeniowe.



Dziękuję za uwagę. Pytania?

