



Sieci komputerowe

Wykład 2

Tematyka

- Protokół Ethernet
- Protokół ARP (Address Resolution Protocol)
- Przełączniki LAN

Tematyka

- **Protokół Ethernet**
- Protokół ARP (Address Resolution Protocol)
- Przełączniki LAN

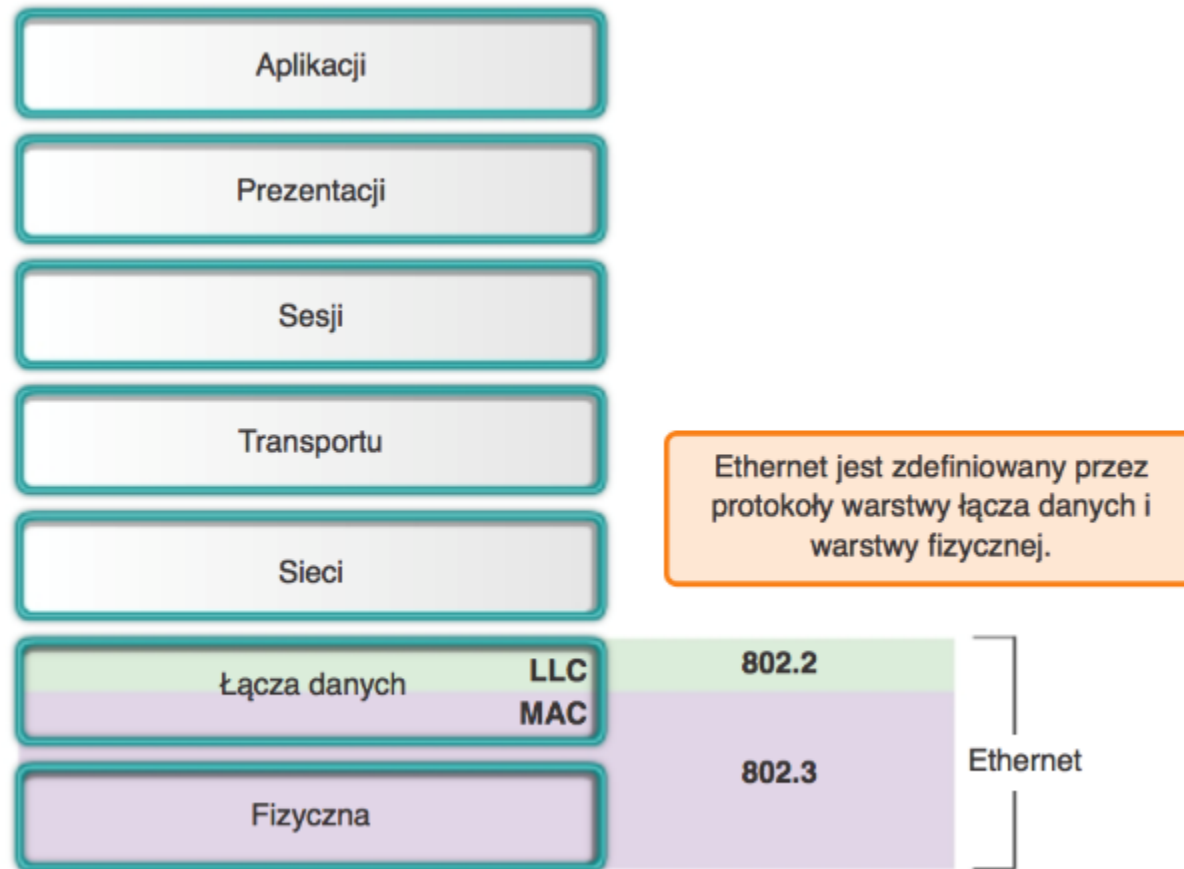
Działanie sieci Ethernet

Podwarstwy LLC i MAC

- Ethernet
 - Jedna z najszerzej stosowanych technologii LAN
 - Działa w warstwie łącza danych i warstwie fizycznej
 - Rodzina technologii sieciowych, które są zdefiniowane w standardach IEEE 802.2 i 802.3
 - Obsługuje przepustowości danych; 10 Mbps, 100 Mbps, 1000 Mbps, 10 000 Mbps, 40 000 Mbps i 100 000 Mbps
 - Standardy Ethernet
 - Definiowanie protokołów warstwy 2 i warstwy 1
 - Dwie oddzielne podwarstwy warstwy łącza danych - podwarstwy Logical Link Control (LLC) i (Media Access Control) MAC

Praca Ethernetu

Podwarstwy LLC i MAC (c.d.)



Praca Ethernetu

Podwarstwy LLC i MAC (c.d.)

LLC

- Utrzymuje komunikację pomiędzy górnymi i dolnymi warstwami.
- Pobiera dane protokołów sieciowych i dodaje informacje kontrolne, które pomogą dostarczyć pakiet do miejsca przeznaczenia.
- MAC
- Stanowi dolną podwarstwę warstwy łącza danych.
- Realizowana sprzętowo zazwyczaj w karcie sieciowej komputera.
- Dwa podstawowe zadania:
 - Enkapsulacja danych
 - Sterowanie dostępem do medium (Media Access Control)

Działanie Ethernet

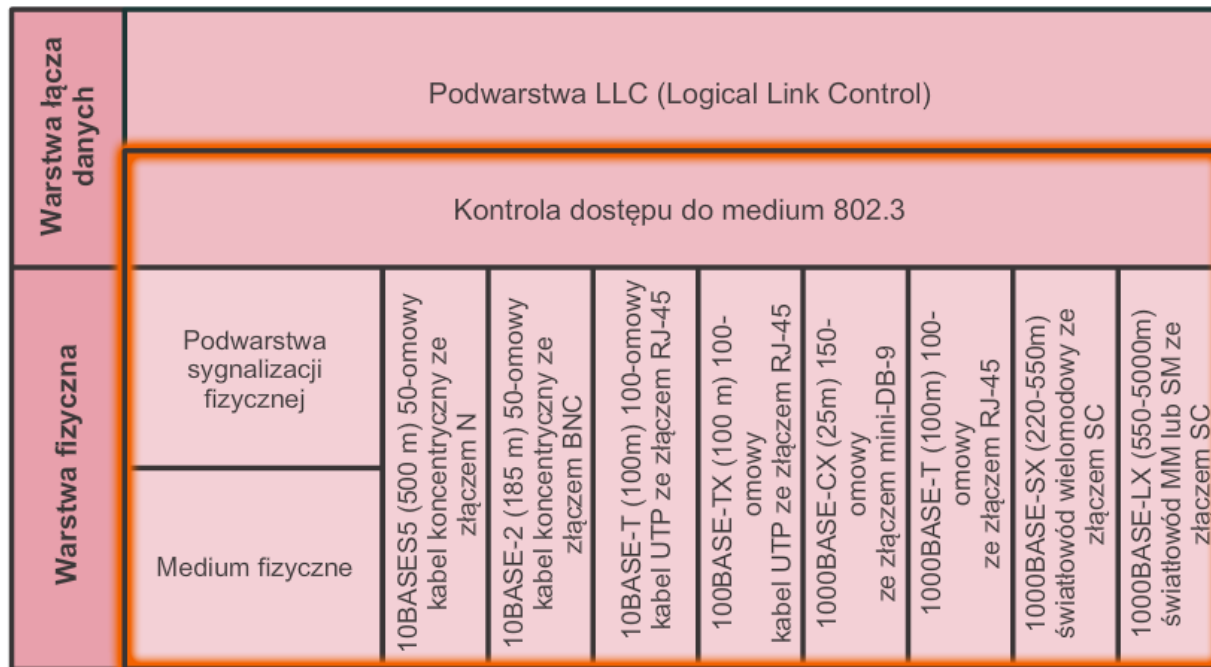
Podwarstwa MAC

Enkapsulacja danych

- Ograniczenie ramki
- Adresowanie
- Wykrywanie błędów

Kontrola dostępu do medium

- Umieszczanie i odbieranie ramki w/z medium
- Zwalnianie medium



Działanie Ethernet

Podwarstwa MAC (c.d.)

- Enkapsulacja danych
 - Ramka jest tworzona przed transmisją i analizowana po jej rozpakowaniu.
 - Podwarstwa MAC dodaje nagłówek i pole końcowe do PDU (paczki) warstwy sieciowej
- Zapewnia trzy podstawowe funkcje:
 - ogranicza ramkę - Określa grupę bitów, które tworzą ramkę oraz synchronizację pomiędzy węzłami nadawczym i odbiorczym.
 - adresowanie - każdy dodany nagłówek Ethernet zawiera adres (adres MAC), który pozwala, aby ramka była dostarczona do węzła docelowego.
 - kontrola błędów - Każda ramka Ethernetowa zawiera pole końcowe z sumą kontrolną (CRC) zawartości ramki.

Działanie Ethernet

Podwarstwa MAC (c.d.)

MAC

- Odpowiedzialna za umieszczanie ramek w mediach i usuwanie ich z nich
- Komunikuje się bezpośrednio z warstwą fizyczną
- Jeśli kilka urządzeń w pojedynczym medium próbują wysłać dane jednocześnie, dochodzi do kolizji, powodując uszkodzenie danych i ich uszkodzenie
- Ethernet zapewnia metodę kontroli dostępu węzłów do medium używając technologii CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

Działanie Ethernet

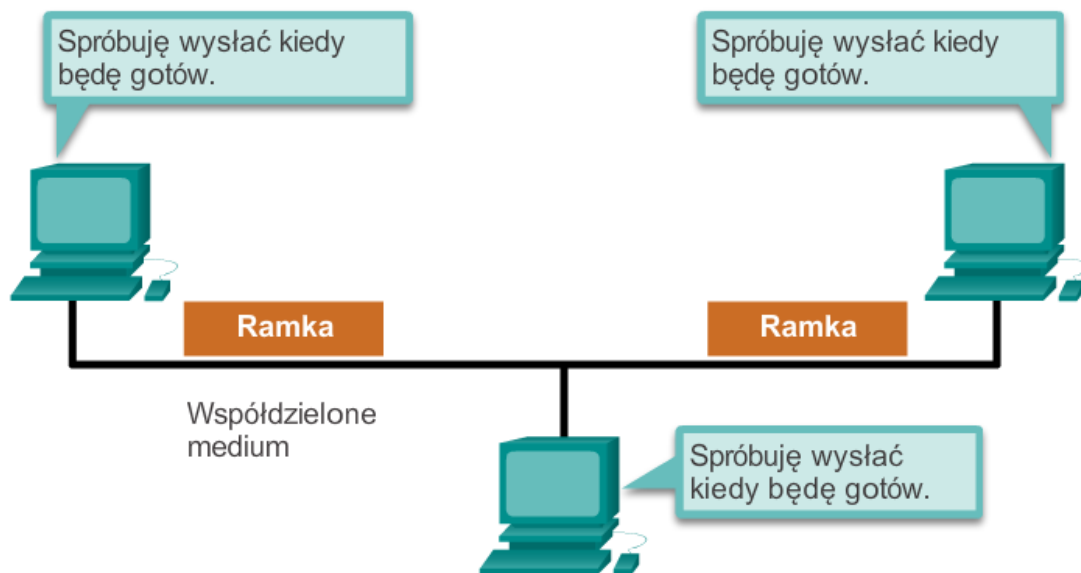
Kontrola dostępu do mediów

- Proces Carrier Sense Multiple Access (CSMA)
- Używany by najpierw wykryć czy media przenoszą sygnał
- Jeżeli nie wykryje sygnału, urządzenie rozpocznie przesyłanie danych
- Jeżeli oba urządzenia transmitują w tym samym czasie - wystąpi kolizja danych

Działanie Ethernetu

Kontrola dostępu do mediów (c.d.)

Dostęp bazujący na rywalizacji



Metoda	Cechy	Przykład
Dostęp bazujący na rywalizacji	• Stacje mogą rozpocząć transmisję w dowolnym czasie • Występują kolizje • Istnieją mechanizmy pozwalające rozwiązać problemy rywalizacji • CSMA/CD dla sieci Ethernet • CSMA/CA dla bezprzewodowych sieci 802.11	• Ethernet • Bezprzewodowy

Działanie Ethernetu

Kontrola dostępu do mediów (c.d.)

- CSMA jest zazwyczaj używany w połączeniu z metodą rozwiązywania konfliktów połączenia z medium. Do powszechnie stosowanych metod należą: CSMA/CD (Wykrywanie kolizji) i CSMA/CA (Unikanie kolizji)
- CSMA/CD
 - Urządzenie monitoruje media sprawdzając czy aktualnie przesyłane są dane
 - Jeżeli nie ma sygnału, to oznacza że medium jest wolne i urządzenie może wysłać dane
 - Jeśli został wykryty sygnał, bo inne urządzenie transmituje w tym samym czasie, wtedy wszystkie urządzenia przestają nadawać i próbują później.
 - Podczas gdy sieci Ethernet są zaprojektowane w technologii CSMA/CD, stosowane dzisiaj urządzenia pośredniczące nie powodują kolizji i dlatego procesy wykorzystywane przez CSMA/CD są naprawdę niepotrzebne
 - Połączenia bezprzewodowe w środowisku sieci LAN nadal muszą brać pod uwagę kolizje

Działanie Ethernetu

Kontrola dostępu do mediów (c.d.)

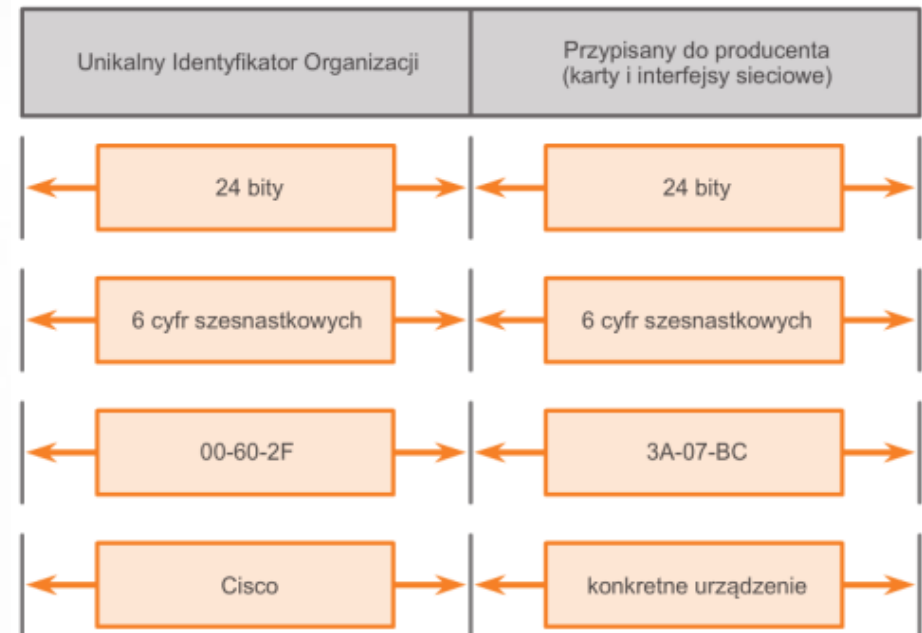
- Metoda dostępu do mediów polegająca na unikaniu kolizji - CSMA/Collision Avoidance (CSMA/CA)
- Urządzenie analizuje media pod kątem obecności sygnału danych –jeśli media są wolne, to urządzenie wyśle powiadomienie wzdłuż całego medium o zamiarze wykorzystania go.
- Następnie urządzenie wysyła dane.
- Używane przez sieciową technologię bezprzewodową 802.11

Działanie Ethernetu.

Adres MAC - Identyfikacja w sieci Ethernet

- Adres MAC w warstwie 2 (Ethernet) to 48-bitowa wartość binarna wyrażona w postaci 12 cyfr szesnastkowych.
- IEEE wymaga od producentów stosowania następujących zasad:
 - Adresy muszą mieć na trzech pierwszych bajtach kod OUI przydzielony producentowi.
 - Wszystkie adresy MAC z taki samym identyfikatorem OUI muszą mieć przydzielone unikatowe wartości na ostatnich 3 bajtach (numer seryjny).

Struktura Ethernetowego adresu MAC



Działanie sieci Ethernet

Przetwarzanie ramki

- Adresy MAC przypisane do stacji roboczych, serwerów, drukarek, przełączników i routerów.
- Przykłady adresów MAC:
 - 00-05-9A-3C-78-00
 - 00:05:9A:3C:78:00
 - 0005.9A3C.7800.
- Gdy urządzenie przekazuje komunikat do sieci Ethernet, to dołącza nagłówki do pakietu, który zawiera informacje o adresach: MAC źródłowy i MAC docelowy.
- Każda karta sieciowa obserwuje ramki i sprawdza czy MAC adres docelowy w ramce pasuje do adresu fizycznego umieszczonego w jej pamięci RAM.
- Jeżeli nie pasuje, to urządzenie odrzuca ramkę.
- Gdy docelowy MAC z ramki pasuje, karta sieciowa przekazuje ramkę do protokołu wyższej warstwy modelu OSI, gdzie następuje proces dekapulacji

Atrybuty ramki Ethernet

Enkapsulacja ramki Ethernet

- Wcześniejsze wersje sieci Ethernet pracowały wolno t.j. z szybkością 10 Mb/s.
- Obecne sieci działają z szybkością 10 Gb/s lub większą.
- Struktura ramki Ethernet składa się z nagłówka i pola końcowego dodanych do PDU warstwy trzeciej by enkapsulować informację, która ma być wysłana.
- Ethernet II jest formatem ramki Ethernet wykorzystywanym w sieciach TCP/IP.

Porównanie rozmiarów pól i struktur ramek w standardach 802.3 i Ethernet II

IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	46 do 1500	4
Preambuła	Znacznik początku ramki	Adres docelowy	Adres źródłowy	Długość	Dane i nagłówek 802.2	Pole sumy kontrolnej

Ethernet II					
8	6	6	2	46 do 1500	4
Preambuła	Adres docelowy	Adres źródłowy	Typ	Dane	Pole sumy kontrolnej

Rozmiar pola w bajtach

Atrybuty ramki Ethernet

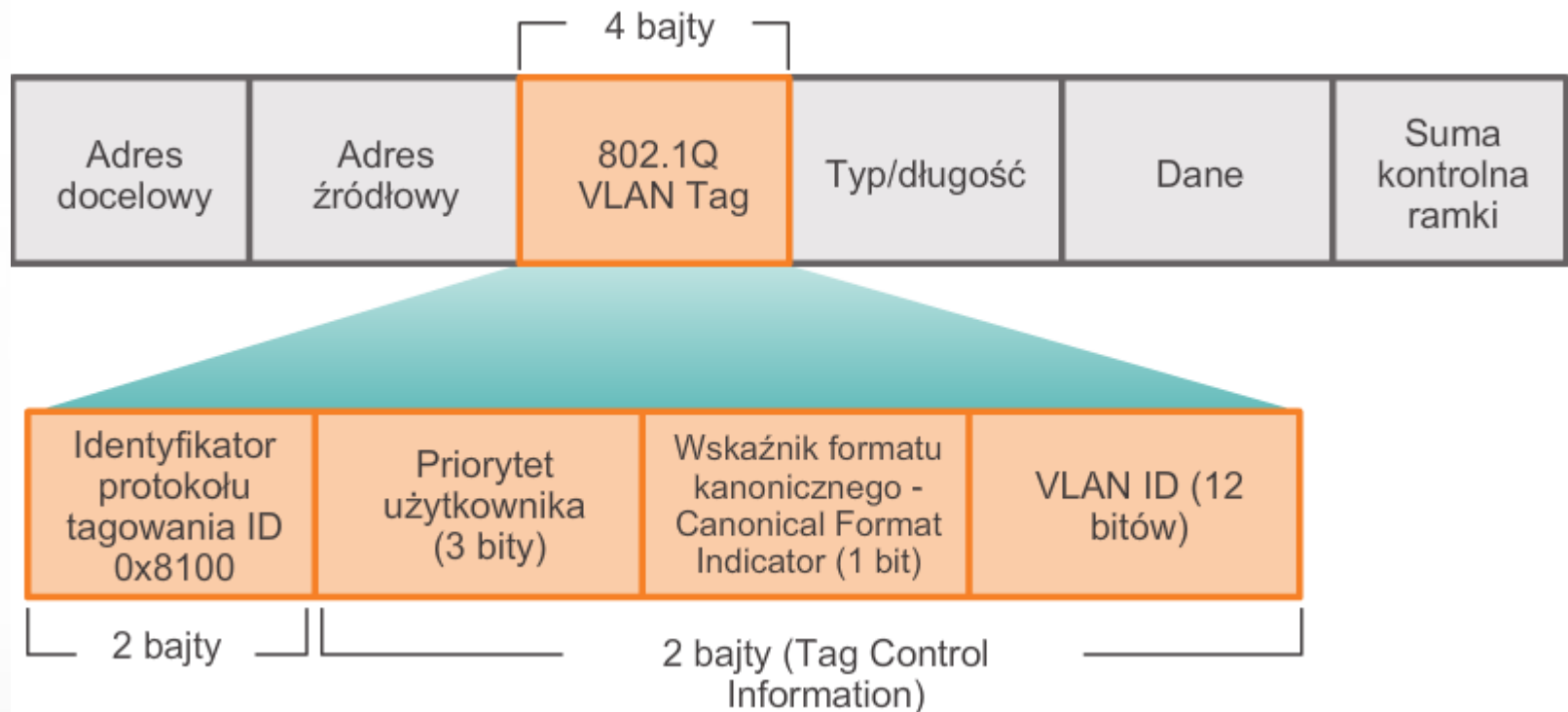
Rozmiar ramki Ethernet

- Ethernet II i standard IEEE 802.3 definiuje minimalny rozmiar ramki równy 64 bajty i maksymalny jej rozmiar równy 1518 bajtów.
- Ramki o długości mniejszej niż 64 bajty są uważane jako "fragmenty kolizyjne" lub "karły".
- Jeżeli rozmiar transmitowanej ramki jest mniejszy niż minimalny lub większy niż maksymalny, to urządzenie odbierające odrzuca taką ramkę.
- W warstwie fizycznej różne wersje Ethernetu różnią się pod względem sposobu wykrywania i wprowadzanie danych do medium.

Atrybuty ramki Ethernet

Rozmiar ramki Ethernet (c.d.)

Dodatkowe 4 bajty umożliwiają zastosowanie technologii QoS i VLAN



Rysunek pokazuje pola zawarte w znaczniku VLAN standardu 802.1Q.

Atrybuty ramki Ethernet

Wprowadzenie do ramki Ethernet

IEEE 802.3

7	1	6	6	2	46 do 1500	4
Preambuła	Początek ogranicznika ramki	Adres docelowy	Adres źródłowy	Długość	Nagłówek i dane 802.2	Suma kontrolna ramki

Pola Preambuła i Znacznik początku ramki (SFD) –

Używane do synchronizacji pomiędzy urządzeniem wysyłającym a odbierającym.

Pole Długość/Typ –

Określa dokładną długość pola danych w ramce; opisuje protokół, który jest realizowany.

Pola Dane i Wypełnienie (ang. Pad Field) –

Zawiera enkapsulowane dane z wyższej warstwy pakietu IPv4.

Atrybuty ramki Ethernet

Wprowadzenie do ramki Ethernet (c.d.)

IEEE 802.3

7	1	6	6	2	46 do 1500	4
Preambuła	Początek ogranicznika ramki	Adres docelowy	Adres źródłowy	Długość	Nagłówek i dane 802.2	Suma kontrolna ramki

Pole Suma kontrolna ramki (ang. Check Sequence Field)

Służy do detekcji błędów w ramce za pomocą sumy CRC (4 bajty), jeśli obliczenia zgadzają się u źródła i odbiorcy, oznacza to że błędy się nie pojawiły.

Ethernet MAC

Adres MAC i liczby szesnastkowe

Dziesiętne i binarne równowartości 0 do F szesnastkowo

Dziesiętne	Dwójkowo	Szesnastkowo
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Wybrane dziesiętne, binarne i szesnastkowe równowartości

Dziesiętne	Dwójkowo	Szesnastkowo
0	0000 0000	00
1	0000 0001	01
2	0000 0010	02
3	0000 0011	03
4	0000 0100	04
5	0000 0101	05
6	0000 0110	06
7	0000 0111	07
8	0000 1000	08
10	0000 1010	0A
15	0000 1111	0F
16	0001 0000	10
32	0010 0000	20
64	0100 0000	40
128	1000 0000	80
192	1100 0000	C0
202	1100 1010	CA
240	1111 0000	F0
255	1111 1111	FF

Ethernet MAC

Reprezentacje adresu MAC

```
C:\>ipconfig/all
```

Ethernet adapter Local Area Connection:

```
Connection-specific DNS Suffix . : example.com
Description . . . . . : Intel(R) Gigabit Network Connection
Physical Address . . . . . : 00-18-DE-C7-F3-F8
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.67(Prefixed)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Monday, November 26, 2012 12:14:48 PM
Lease Expires . . . . . : Saturday, December 01, 2012 12:15:02 AM
Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
DHCP Server . . . . . : 192.168.1.254
DNS Servers . . . . . : 192.168.1.254
```

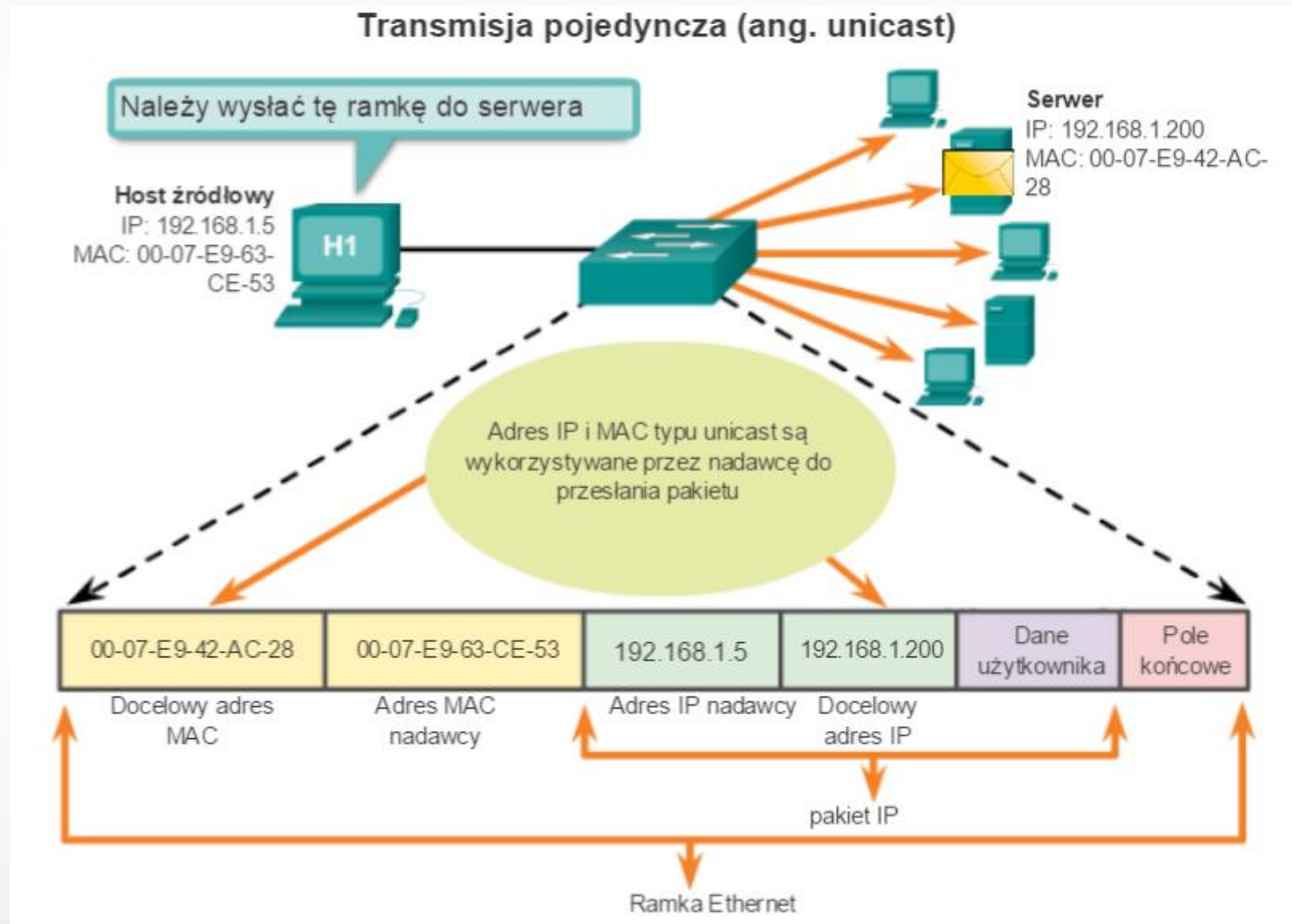
Z myślnikami 00-60-2F-3A-07-BC

Z dwukropkami 00:60:2F:3A:07:BC

Z kropkami 0060.2F3A.07BC

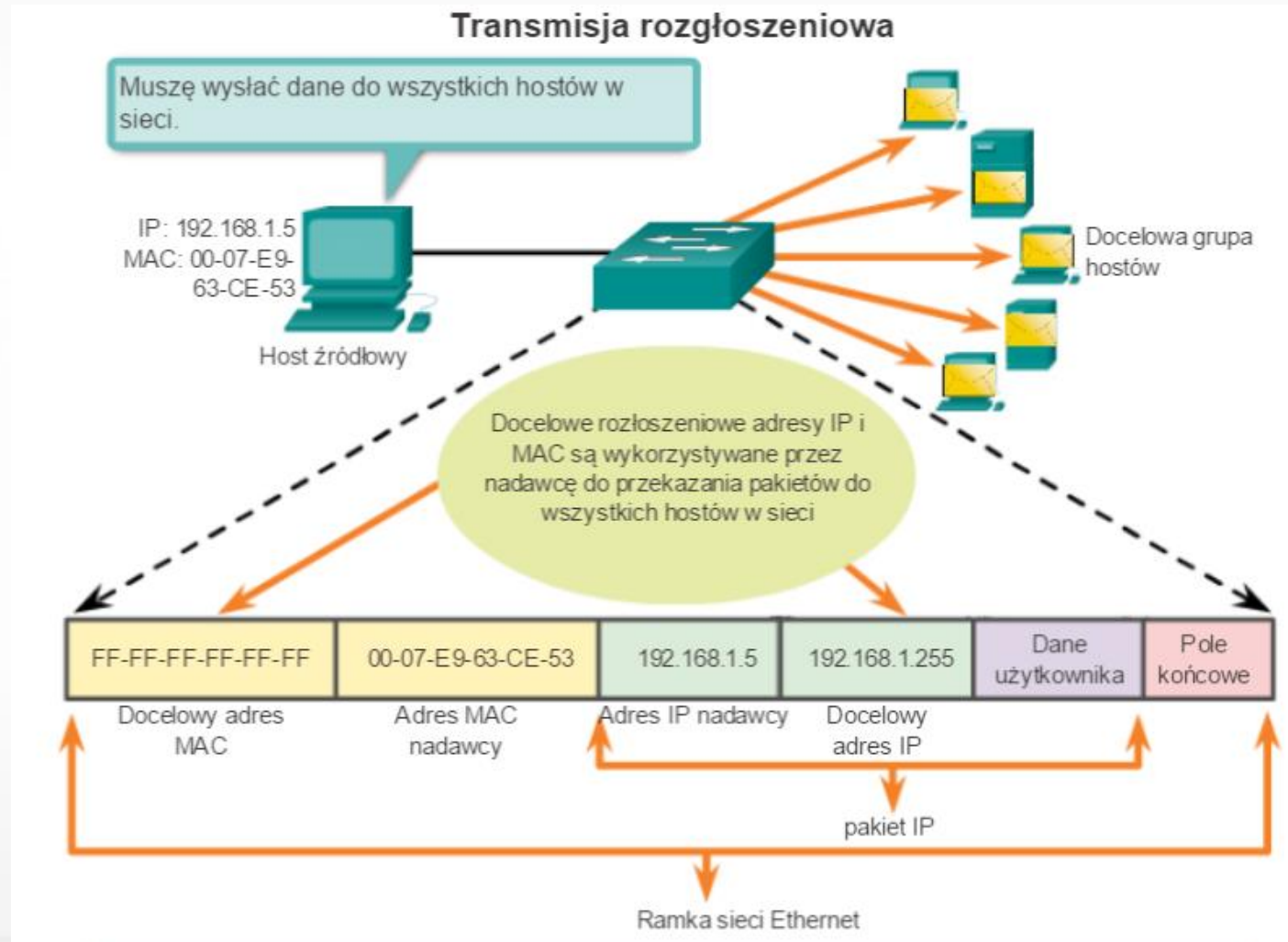
Ethernet MAC

Adres MAC typu unicast



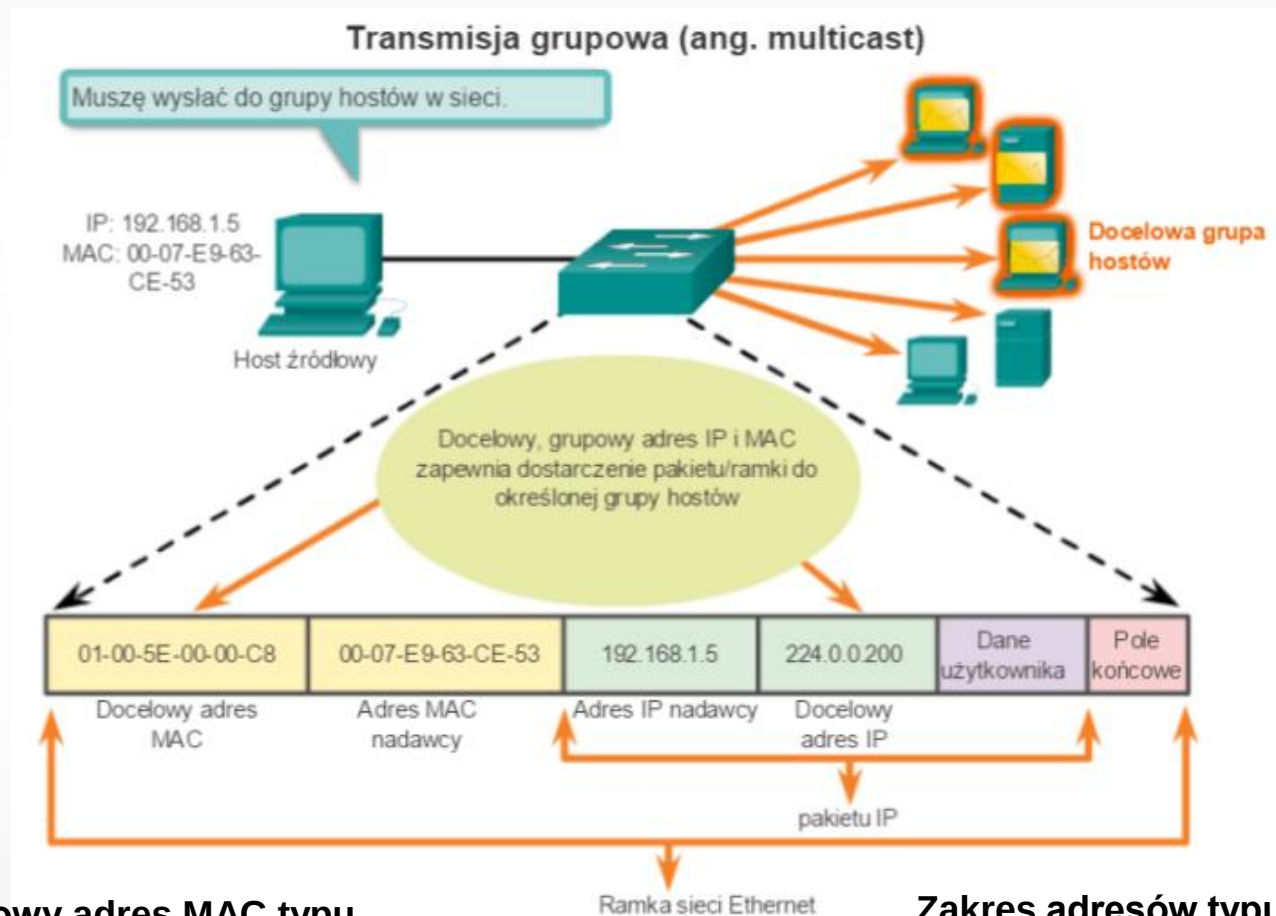
Ethernet MAC

Adres MAC typu broadcast



Ethernet MAC

Adres MAC typu multicast



Przykładowy adres MAC typu multicast w systemie szesnastkowym.

Zakres adresów typu multicast dla IPv4 wynosi od 224.0.0.0 do 239.255.255.255

Adres MAC i adres IP

Adres MAC i adres IP

Adres MAC

- Ten adres się nie zmienia
- Podobny do imienia osoby
- Znany jako adres fizyczny, ponieważ fizycznie przypisany jest do karty sieciowej hosta

Adres IP

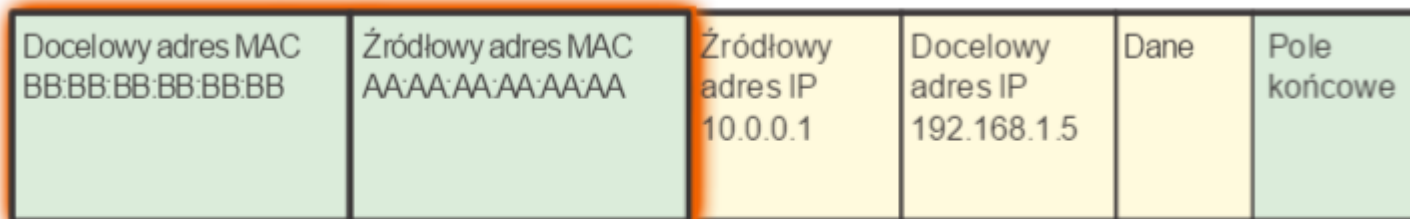
- Podobny do adresu osoby
- Oparty na tym, gdzie aktualnie znajduje się host
- Znany jako adres logiczny, ponieważ przypisany jest logicznie do każdego komputera przez administratora sieci

Zarówno adresy fizyczne MAC jak i logiczne IP są wymagane dla komputera do komunikowania się, tak jak imię i adres osoby są potrzebne do przesłania do nas listu.

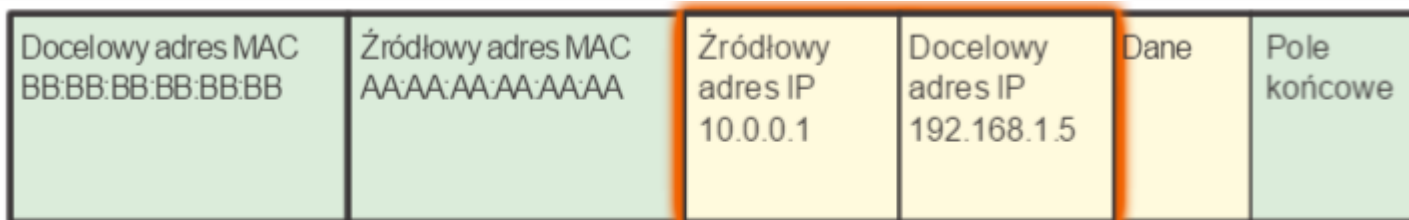
Ethernet MAC

Połączenie punkt-punkt, adres MAC i adres IP

Pakiet IP opakowany w ramkę Ethernet



Przełącznik sprawdza
adresy MAC.



Router sprawdza adresy IP.

Ethernet MAC

Połączenie punkt-punkt, adres MAC i adres IP (c.d.)

Warstwa łączy danych

Warstwa łączy danych określa rodzaj ramki używanej w różnych mediach.

Różne protokoły mogą być używane w różnych mediach.



Tematyka

- Protokół Ethernet
- **Protokół ARP (Address Resolution Protocol)**
- Przełączniki LAN

ARP

Wprowadzenie do ARP

Cel ARP

- Wysyłający węzeł potrzebuje sposobu, aby znaleźć docelowy adres MAC dla danego adresu logicznego

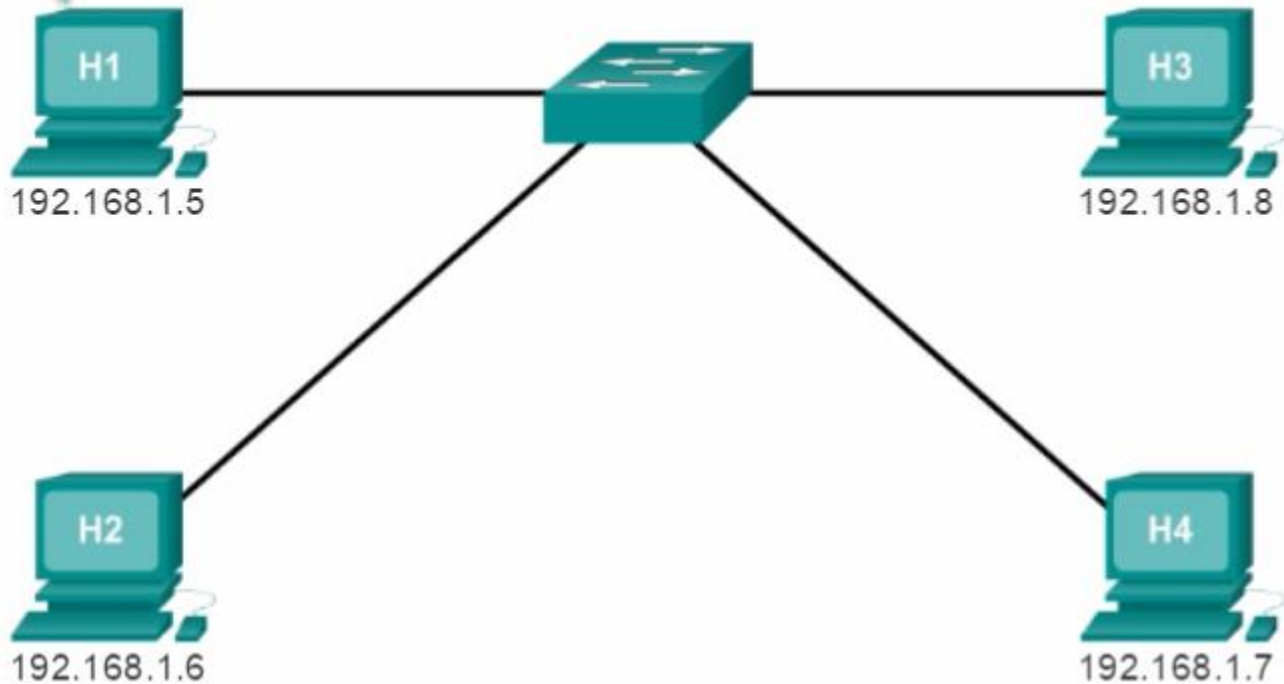
Protokół ARP dostarcza dwóch podstawowych funkcji:

- Odwzorowanie adresów IPv4 na adresy MAC
- Utrzymanie tablicy odwzorowania (mapowania)

ARP

Wprowadzenie do ARP (c.d.)

Muszę wysłać informację do 192.168.1.7, ale mam tylko adres IP. Nie znam adresu MAC urządzenia, które posiada ten adres IP.



ARP

ARP - funkcje i operacje

Tablica ARP

- Używana aby znaleźć adres warstwy łącza danych, który jest mapowany z docelowym adresem IPv4.
- Gdy węzeł odbiera ramki z medium, to zapisuje adres IP źródłowy i adres MAC (mapowanie adresów) w tabeli ARP.

Żądanie ARP

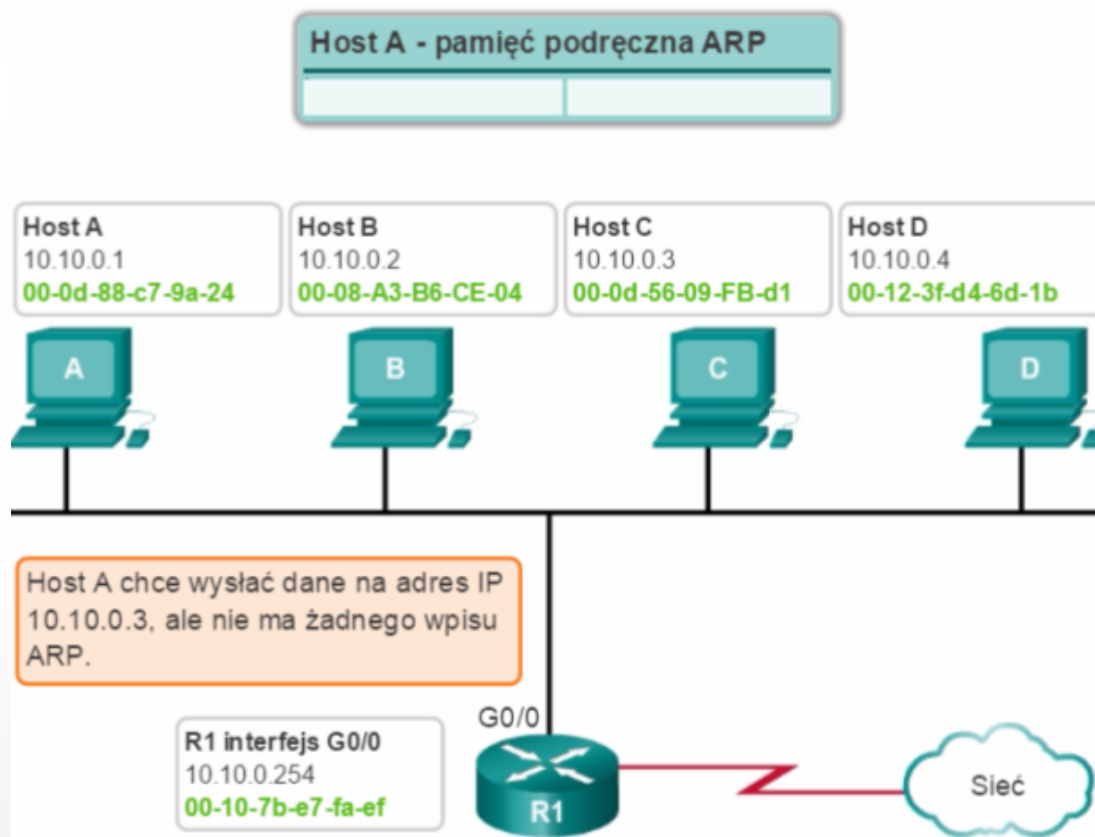
- Protokół warstwy 2 wysyła ramkę rozgłoszeniową do wszystkich urządzeń w lokalnej sieci Ethernet.
- Jeżeli adres IP węzła zgadza się z adresem IP w ramce rozgłoszeniowej, to węzeł odpowie.
- Jeżeli żadne urządzenie nie odpowie na zapytanie ARP, to pakiet zostanie odrzucany, ponieważ nie ma możliwości utworzenia ramki.

Uwaga: Statyczne wpisy mapowania mogą być wprowadzone w tabeli ARP, ale czyni się to bardzo rzadko.

ARP

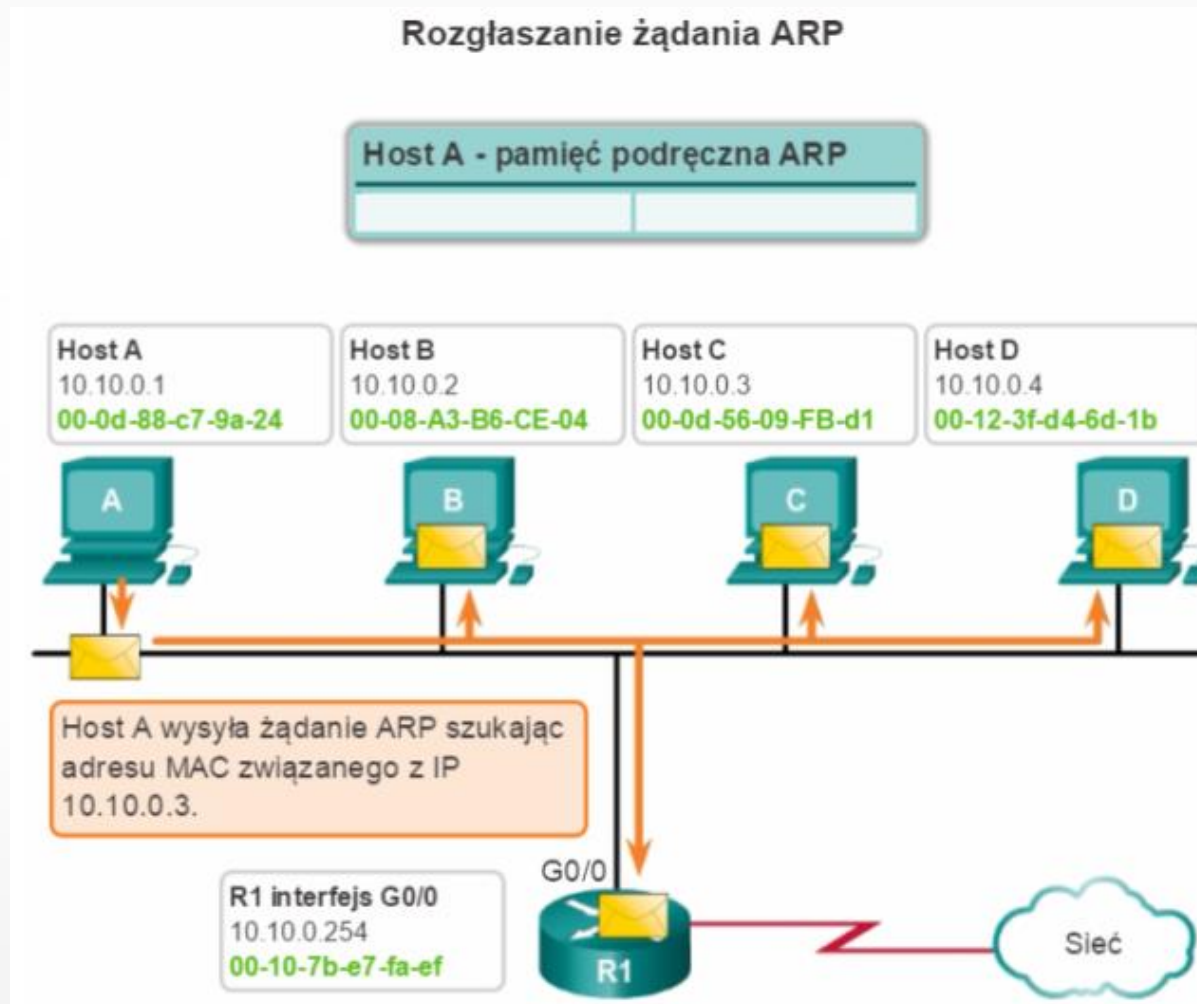
ARP - operacje

Proces ARP - Komunikowanie lokalne



ARP

ARP - operacje (c.d.)

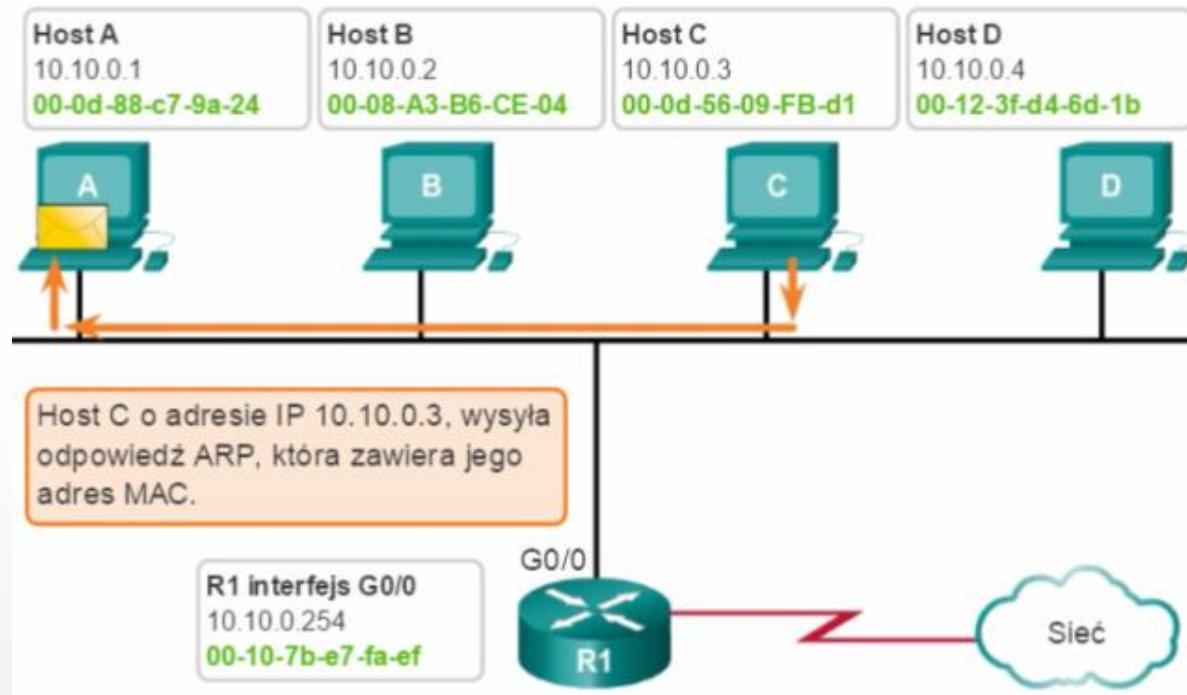


ARP

ARP - operacje (c.d.)

Odpowiedź ARP z informacją MAC

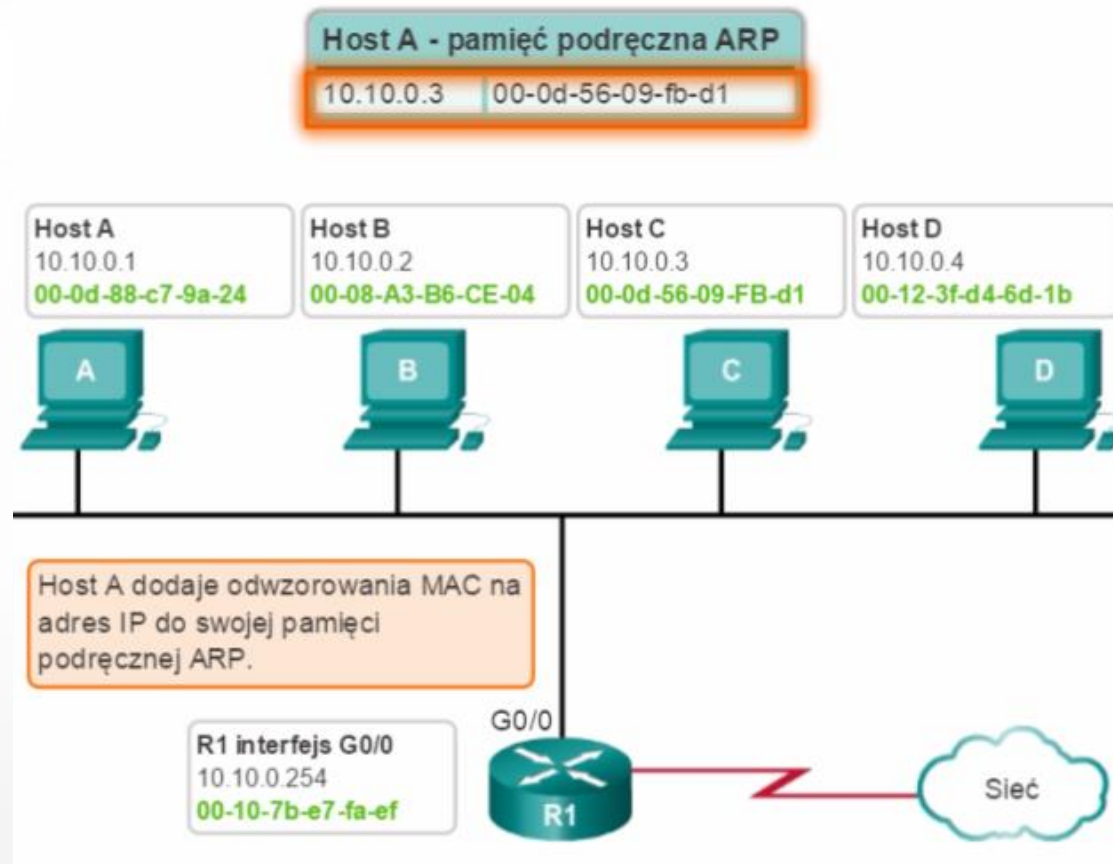
Host A - pamięć podręczna ARP



ARP

ARP - operacje (c.d.)

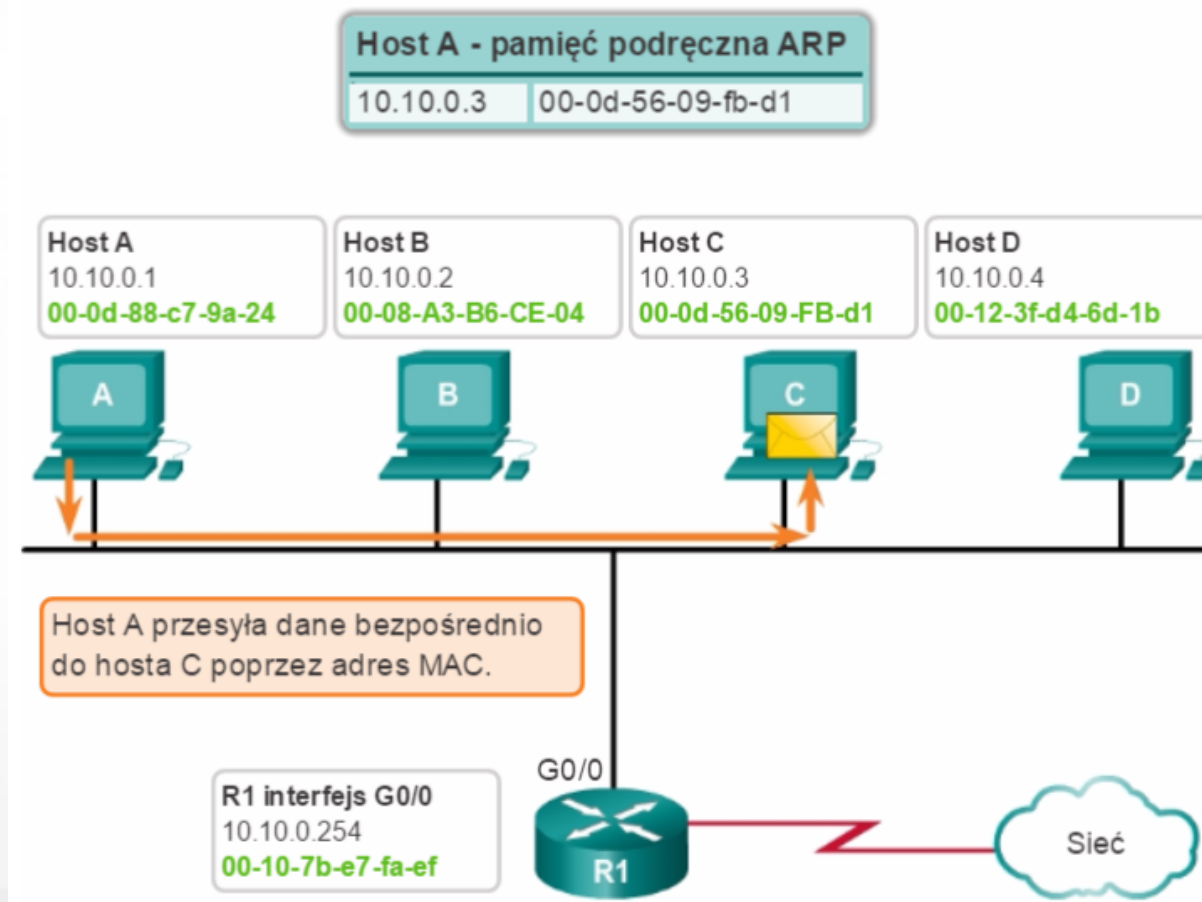
Dodawanie odwzorowania MAC na IP w pamięci podręcznej ARP



ARP

ARP - funkcje i operacje (c.d.)

Przekazywanie danych z informacją o adresie MAC



ARP

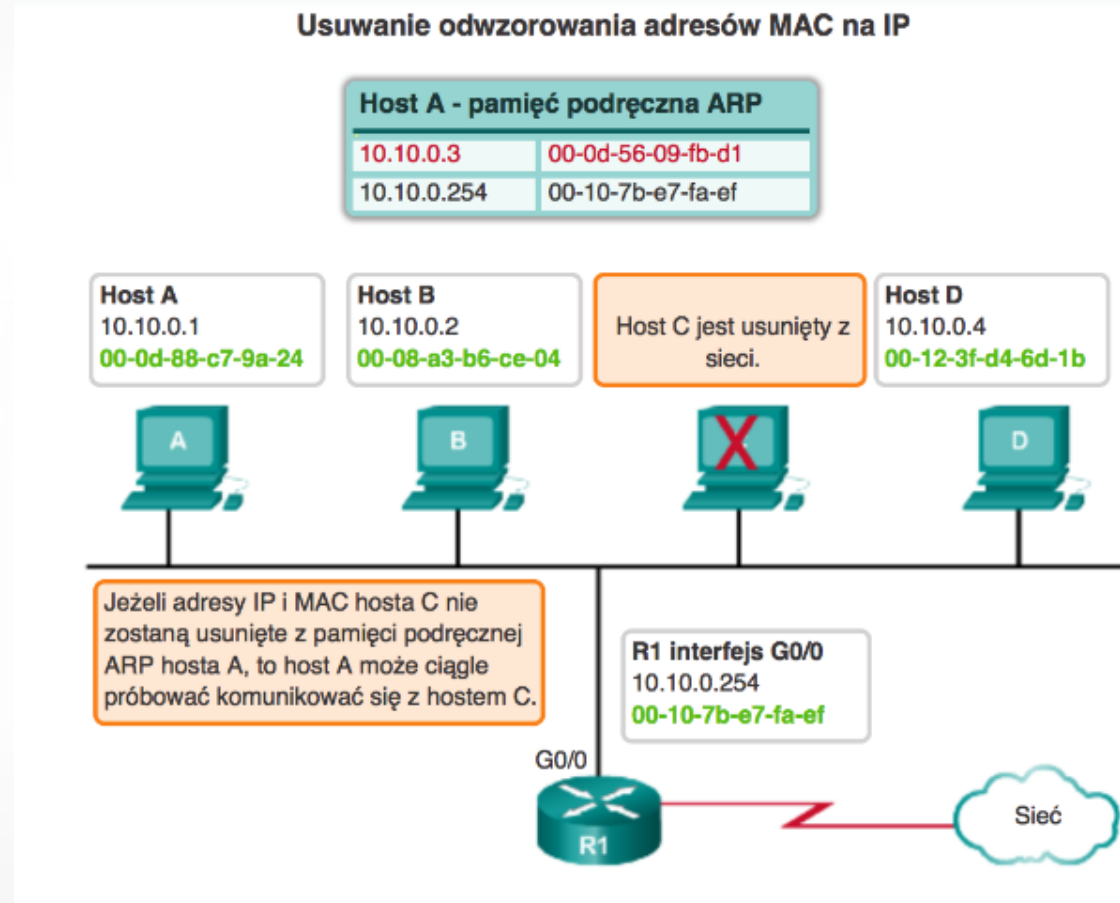
ARP - rola w zdalnej komunikacji

- Jeżeli docelowy host IPv4 jest w lokalnej sieci, to ramka użyje adresu MAC tego urządzenia jako adresu docelowego MAC.
- Jeśli host docelowy IPv4 nie znajduje się w sieci lokalnej, to źródło użyje procesu ARP do określenia adresu MAC interfejsu routera pełniącego rolę bramy domyślnej.
- W przypadku, gdy nie ma w tablicy wpisu bramy domyślnej, zapytanie ARP jest użyte do pobrania adresu IP interfejsu routera.

ARP

Usuwanie wpisów z tablicy ARP

- Zegar bufora ARP usuwa wpisy ARP nieużywane przez określony czas.
- Do ręcznego usuwania wszystkich lub wybranych pozycji z tablicy ARP mogą zostać użyte również polecenia.



ARP

ARP - tablice ARP w urządzeniach sieciowych

```
Router#show ip arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	172.16.233.229	-	0000.0c59.f892	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.233.218	-	0000.0c07.ac00	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.168.11	-	0000.0c63.1300	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.168.254	9	0000.0c36.6965	ARPA	Ethernet0/0

```
C:\>arp -a
```

```
Interface: 192.168.1.67 --- 0xa
```

Internet Address	Physical Address	Type
192.168.1.254	64-0f-29-0d-36-91	dynamic
192.168.1.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	static
224.0.0.251	01-00-5e-00-00-fb	static
224.0.0.252	01-00-5e-00-00-fc	static
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static

Przypadki ARP:

Jak ARP może powodować problemy



Zagadnienia związane z ARP:

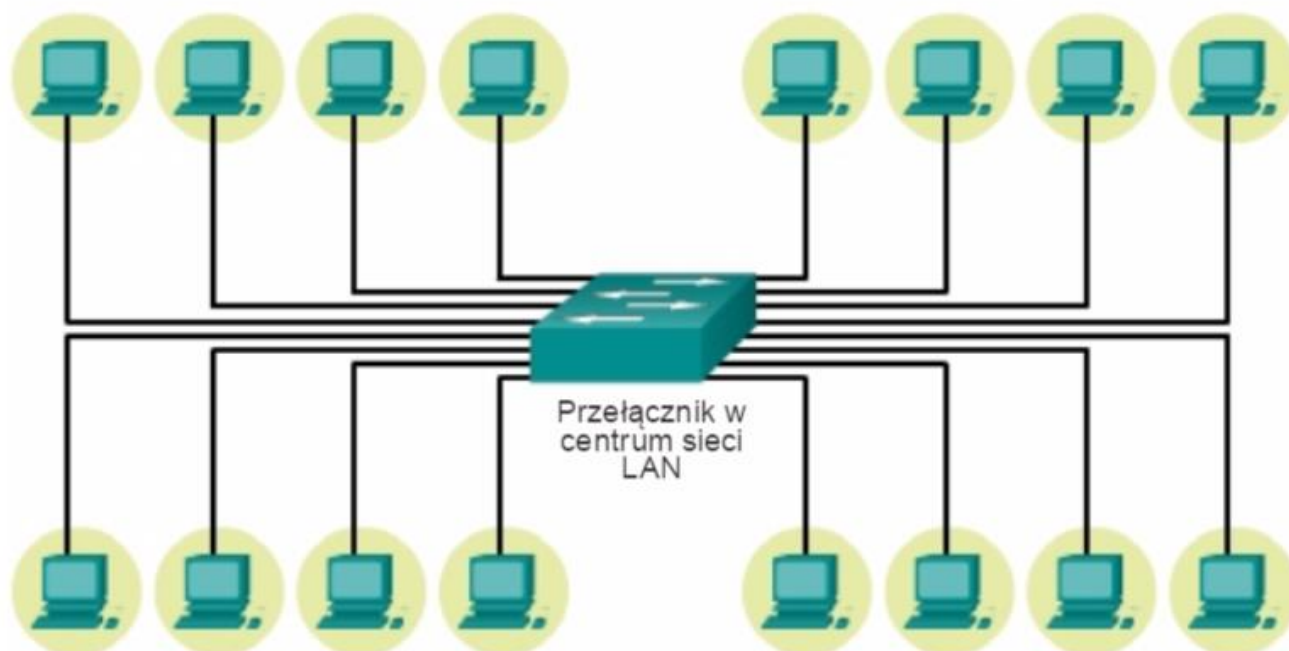
- Transmisja rozgłoszeniowa - narzut komunikacyjny w medium
- Bezpieczeństwo

Fałszywy komunikat ARP dostarcza niepoprawnego adresu MAC, który następnie może być wykorzystany do przechwytywania ramek (podsywania się - spoof).

Przypadki ARP:

Eliminowanie problemów ARP

Segmentacja



Każdy z komputerów ma swoją domenę kolizyjną.

Tematyka

- Protokół Ethernet
- Protokół ARP (Address Resolution Protocol)
- **Przełączniki LAN**

Przełączanie

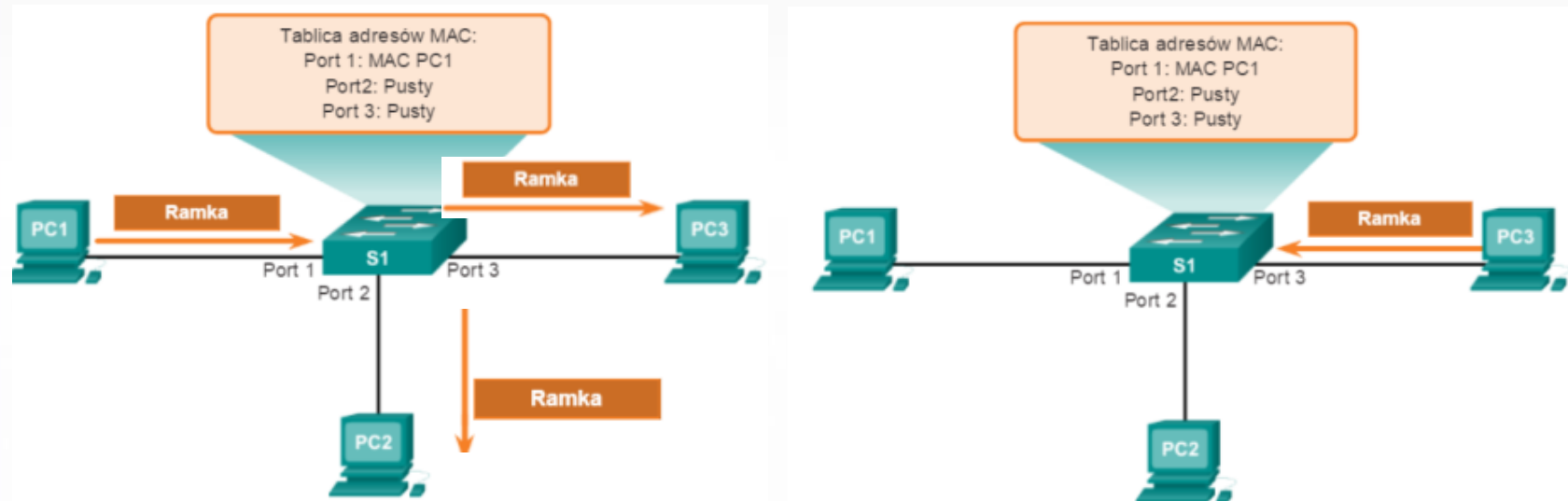
Podstawy działania portów przełącznika

Przełącznik LAN warstwy 2

- Służy do podłączania urządzeń końcowych do centralnego urządzenia pośredniczącego w większości sieci Ethernet.
- Wykonuje przełączanie i filtrowanie oparte tylko na adresach MAC.
- Tworzy tablicę adresów MAC, którą wykorzystuje do podejmowania decyzji "którędy wysłać ramkę".
- Korzysta z routerów które przekazują dane pomiędzy podsieciami IP.

Przełączanie

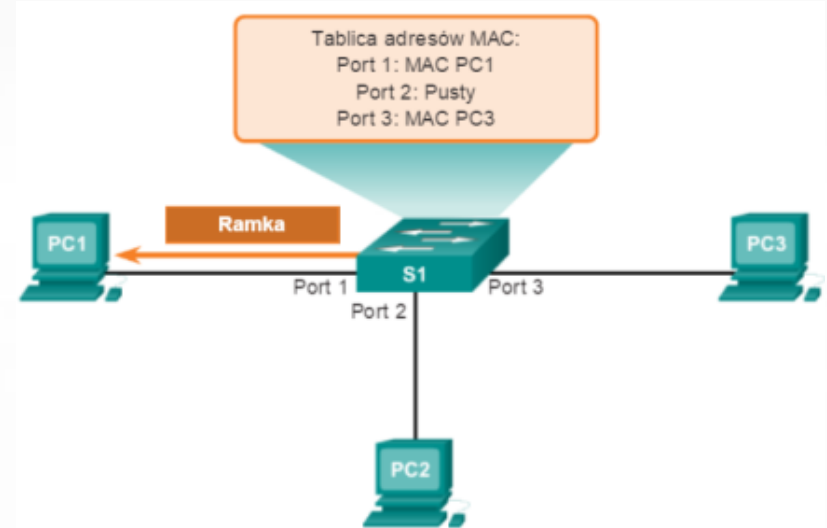
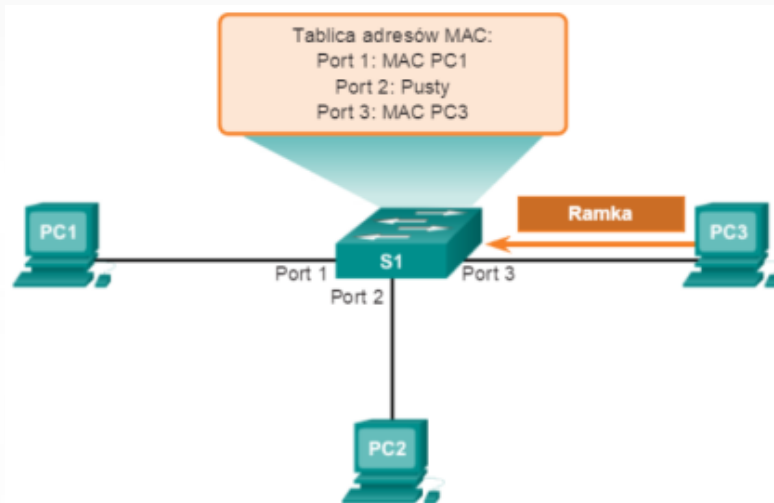
Tablica adresów MAC w przełączniku



1. Przełącznik odbiera ramkę rozgłoszeniową wysłaną przez komputer PC1 przez port 1.
2. Przełącznik wprowadza do tablicy adresów zarówno źródłowy adres MAC otrzymanej ramki, jak i port, przez który została odebrana.
3. Ponieważ adres docelowy jest adresem rozgłoszeniowym, przełącznik kieruje ramkę do wszystkich portów (proces zalewania) oprócz tego, przez który została odebrana.
4. Urządzenie docelowe odpowiada na wiadomość rozgłoszeniową, wysyłając ramkę typu unicast zaadresowaną do komputera PC 1.

Przełączanie

Tablica adresów MAC w przełączniku (c.d.)



5. Przełącznik wprowadza do tablicy adresów źródłowy adres MAC komputera PC2 oraz numer portu, przez który ramka została odebrana. Adres docelowy ramki i powiązany z nim port zostają zamieszczone w tablicy adresów MAC.
6. Przełącznik może teraz przekazywać ramki między urządzeniem źródłowym i docelowym, nie korzystając z procesu zalewania, ponieważ ma w swojej tablicy adresów wpisy identyfikujące porty powiązane z tymi urządzeniami.

Przełączanie

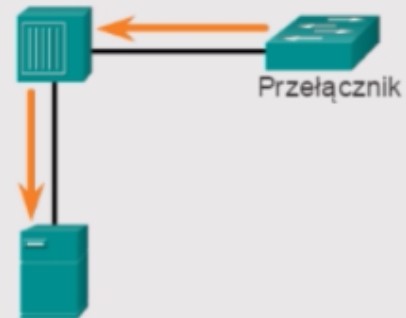
Ustawienia duplexu

Ustawienia duplexu

Pół duplex (CSMA/CD)

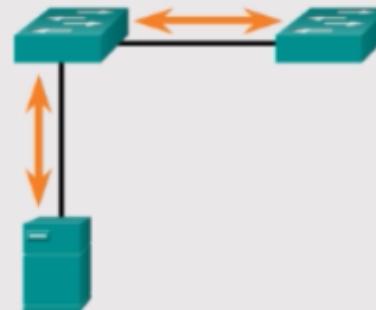
- Jednokierunkowy przepływ danych
- Większe ryzyko wystąpienia kolizji
- Połączenie koncentratora

Koncentrator



Pełny duplex

- Tylko punkt-punkt
- Połączony do dedykowanego portu przełącznika
- Wymaga pełnego duplexu na obu końcach
- Wolny od kolizji
- Obwód wykrywania kolizji wyłączony



Przełączanie

Auto-MDIX

Auto-MDIX

MDIX automatycznie wykrywa typ wymaganego połączenia i odpowiednio konfiguruje interfejs.



Przełączanie

Metody przesyłania ramek w przełącznikach Cisco

Przełączanie typu
„store and forward”



Przełącznik „store and forward” odbiera całą ramkę i oblicza kod CRC. Jeśli kod CRC jest poprawny, przełącznik wyszukuje w tablicy adres odbiorcy określający interfejs wyjściowy. Następnie ramka zostaje wysłana przez odpowiedni port.

Przełączanie:

Przełączanie typu Cut-through

Przełączanie za pomocą metody Fast-forward:

- Najniższy poziom opóźnień. Pakiet zostaje niezwłocznie przekazany po przeczytaniu adresu docelowego. Zachowanie typowe dla metody przełączania "cut-through".

Przełączanie typu „cut-through”



Przełącznik typu „cut-through” przekazuje ramkę, zanim zostanie ona odebrana w całości. Przed rozpoczęciem przesyłania ramki musi zostać odczytany co najmniej jej adres docelowy.

Przełączanie za pomocą metody Fragment-free:

- Przełącznik zapisuje pierwsze 64 bajty ramki przed jej wysłaniem, większość błędów sieciowych i kolizji występuje w pierwszych 64 bajtach.

Przełączanie:

Buforowanie w pamięci w przełącznikach

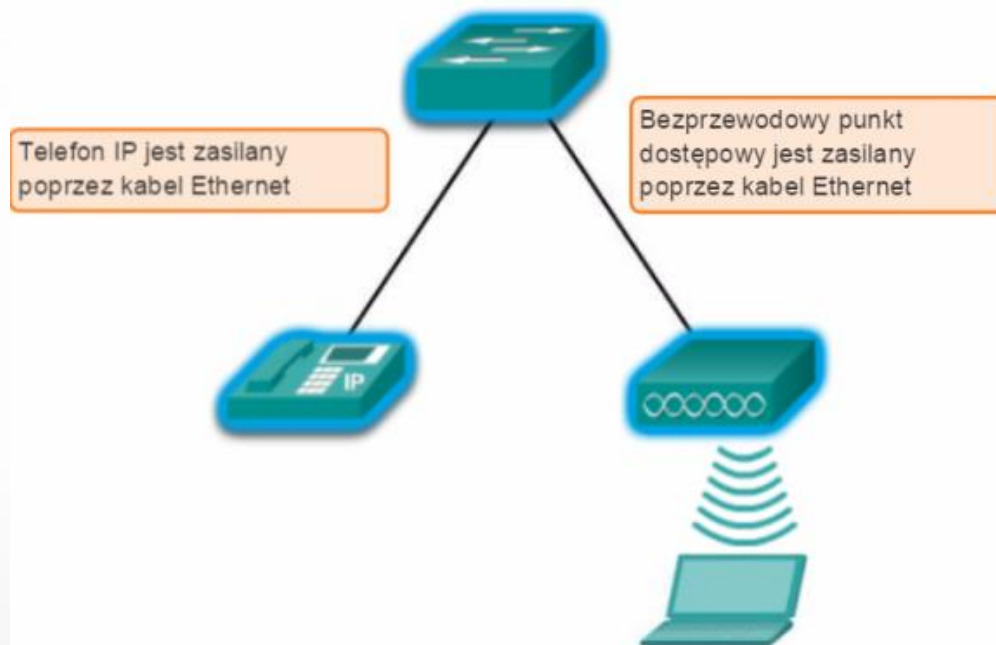
Buforowanie w pamięci każdego portu i we wspólnej pamięci

Pamięć dedykowana portu	W przypadku buforowania opartego na portach ramki są przechowywane w kolejkach, które są powiązane z konkretnymi portami wejściowymi i wyjściowymi.
Pamięć współużytkowana	Buforowanie w pamięci współużytkowanej powoduje umieszczanie wszystkich ramek we wspólnym buforze pamięci, z którego korzystają wszystkie porty przełącznika.

Stała czy modułowa?

Porównanie konfiguracji stałej i modułowej

Zasilanie przez Ethernet (PoE)



Kliknij niebiesko podświetlone ikony aby zobaczyć więcej szczegółów.

Stała czy modułowa?

Porównanie konfiguracji stałej i modułowej (c.d.)

Współczynniki kształtów przełączników



Przełączniki stałej konfiguracji

Właściwości i opcje są ograniczone do tych, które pierwotnie są dostarczane wraz z przełącznikiem.



Przełączniki konfiguracji modularnej

Obudowa jest dostosowana do kart zawierających porty.



Przełączniki w konfiguracji wieżowej

Zestawione w wieżę przełączniki, połączone specjalnym kablem, skutecznie działają jak jeden duży przełącznik.

Stała czy modułowa?

Opcje modułów dla gniazd w przełącznikach Cisco

Moduły SFP



Cisco Optical Gigabit Ethernet SFP



Cisco 1000BASE-T Copper SFP

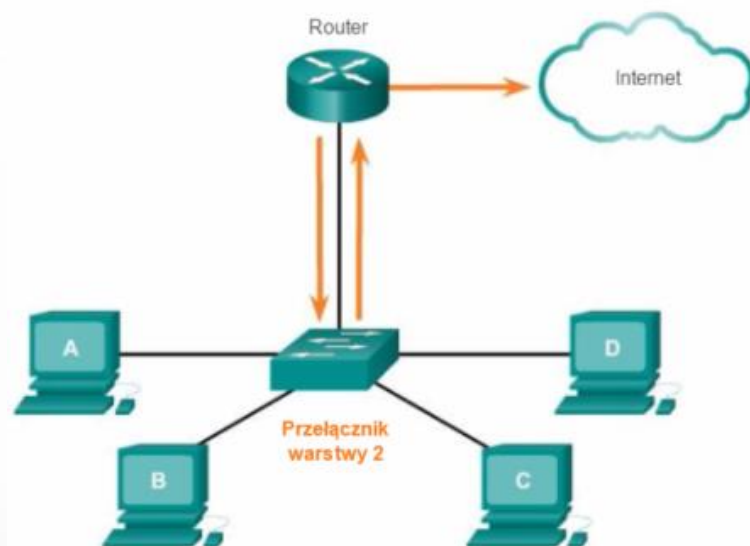


Cisco 2-channel 1000BASE-BX
Optical SFP

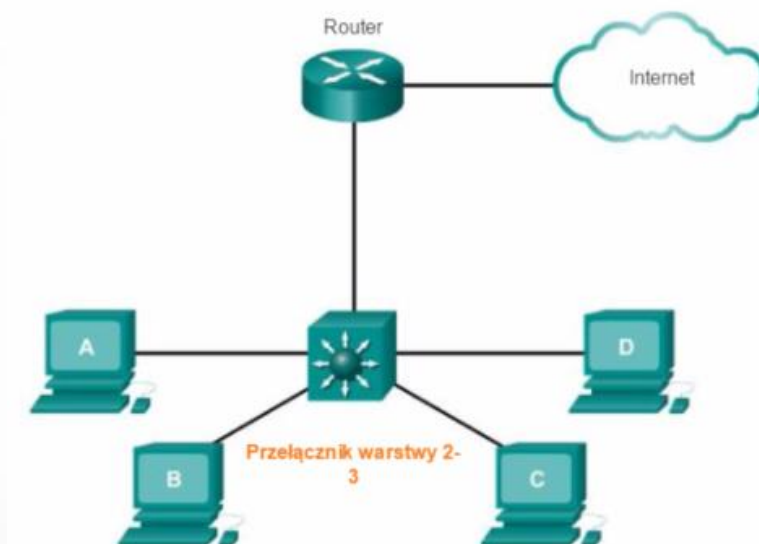
Przełączanie w warstwie 3:

Porównanie przełączania w warstwie 2 z
przełączaniem w warstwie 3

Przełączanie w warstwie 2



Przełączanie w warstwie 3

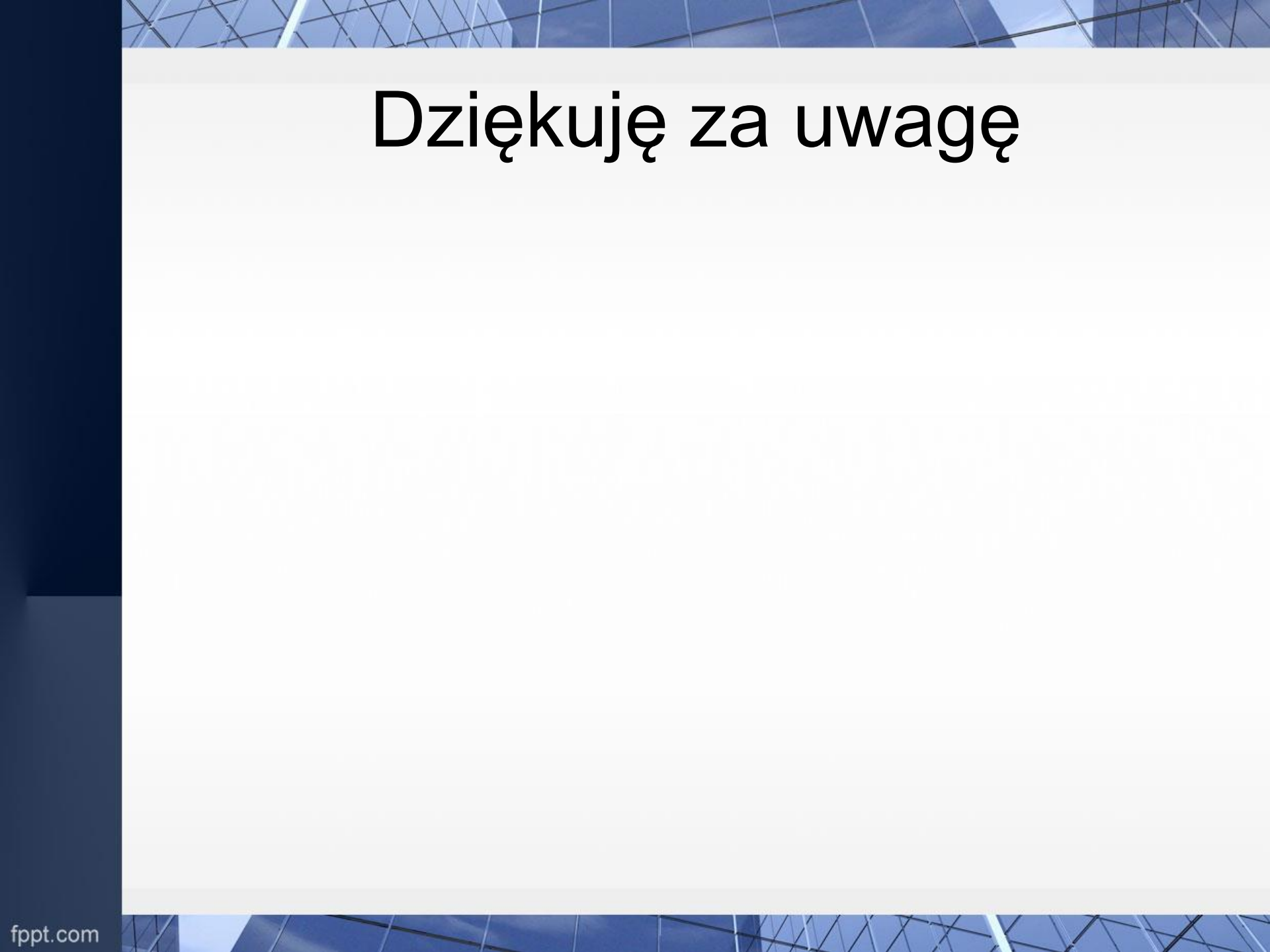


Przełączanie w warstwie 3

Typy interfejsów w warstwie 3

Głównymi rodzajami interfejsów warstwy 3 są:

- Wirtualny interfejs przełącznika (SVI) – Interfejs logiczny w przełączniku połączony z wirtualną siecią LAN (VLAN).
- Routowalny port – fizyczny port w przełączniku warstwy 3, skonfigurowany tak aby zachowywał się jak port routera. Skonfigurowanie portów routowalnych poprzez umieszczenie interfejsu w tryb warstwy trzeciej dokonujemy poleceniem konfiguracyjnym `no switchport interface` .
- Etherchannel warstwy 3 – logiczny interfejs na urządzeniu Cisco połączony z większą ilością portów routowalnych.



Dziękuję za uwagę