










Wprowadzenie do sieci

- 1 Komunikacja sieciowa dziś 
- 2 Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego 
- 3 Protokoły i modele 
- 4 Warstwa fizyczna 
- 5 Systemy liczbowe 
- 6 Warstwa łącza danych 
- 7 Przełączanie w sieciach Ethernet 
- 7.0 Wprowadzenie 
- 7.1 Ramki Ethernet 
- 7.1.1 Enkapsulacja Ethernet
- 7.1.2 Podwarstwy łącza danych
- 7.1.3 Podwarstwa MAC

 / Przełączanie w sieciach Ethernet / Ethernetowy adres MAC

Ethernetowy adres MAC

7.2.1

Adres MAC i liczby szesnastkowe

W sieci, adresy IPv4 są reprezentowane za pomocą dziesiętnego systemu liczbowego (o podstawie 10) i binarnego systemu liczbowego (o podstawie 2). Adresy IPv6 i adresy Ethernet są reprezentowane za pomocą szesnastkowego systemu liczbowego (o podstawie 16). Aby zrozumieć system szesnastkowy, musisz najpierw być dobrze zaznajomiony z systemem binarnym i dziesiętnym.

System szesnastkowy używa cyfr od 0 do 9 oraz liter alfabetu od A do F.

Adres MAC Ethernet składa się z 48-bitowej wartości binarnej. System szesnastkowy służy do identyfikacji adresu Ethernet, ponieważ pojedyncza cyfra szesnastkowa reprezentuje cztery bity. Dlatego 48-bitowy adres MAC Ethernet może być wyrażony przy użyciu tylko 12 wartości szesnastkowych.

Rysunek porównuje równoważne wartości dziesiętne i szesnastkowe dla binarnych sekwencji od 0000 do 1111.

Dziesiętne i binarne równowartości dla cyfr szesnastkowych od 0 do F

Wprowadzenie do sieci

1 Komunikacja sieciowa dziś ▼

2 Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego ▼

3 Protokoły i modele ▼

4 Warstwa fizyczna ▼

5 Systemy liczbowe ▼

6 Warstwa łącza danych ▼

7 Przełączanie w sieciach Ethernet ^

7.0 Wprowadzenie ▼

7.1 Ramki Ethernet ▼

7.1.1 Enkapsulacja Ethernet

7.1.2 Podwarstwy łącza danych

7.1.3 Podwarstwa MAC

Dziesiętna
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Binarna
0000
0001
0010
0011
0100
0101
0110
0111
1000
1001
1010
1011
1100
1101
1110
1111

Szesnastkowa
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
A
B
C
D
E
F

Przyjęto, że 8 bitów (bajt) jest powszechnie stosowanym sposobem grupowania liczb binarnych. Binarne liczby od 00000000 do 11111111 mogą być reprezentowane przez szesnastkowe liczby z przedziału od 00 do FF.

Wybrane dziesiętne, binarne i szesnastkowe odpowiedniki

Wprowadzenie do sieci

1	Komunikacja sieciowa dziś	▼
2	Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego	▼
3	Protokoły i modele	▼
4	Warstwa fizyczna	▼
5	Systemy liczbowe	▼
6	Warstwa łącza danych	▼
7	Przełączanie w sieciach Ethernet	^
7.0	Wprowadzenie	▼
7.1	Ramki Ethernet	▼
7.1.1	Enkapsulacja Ethernet	
7.1.2	Podwarstwy łącza danych	
7.1.3	Podwarstwa MAC	

Dziesiętna
0
1
2
3
4
5
6
7
8
10
15
16
32
64
128
192
202
240
255

Binarna
0000 0000
0000 0001
0000 0010
0000 0011
0000 0100
0000 0101
0000 0110
0000 0111
0000 1000
0000 1010
0000 1111
0001 0000
0010 0000
0100 0000
1000 0000
1100 0000
1100 1010
1111 0000
1111 1111

Szesnastkowa
00
01
02
03
04
05
06
07
08
0A
0F
10
20
40
80
C0
CA
F0
FF

W przypadku używania systemu szesnastkowego początkowe zera są zawsze wyświetlane w celu uzupełnienia reprezentacji 8-bitowej. Na przykład w tabeli wartość binarna 0000 1010 jest wyświetlana w systemie szesnastkowym jako 0A.

Liczby szesnastkowe są często reprezentowane przez wartość poprzedzającą **0x** (np. 0x73) w celu rozróżnienia wartości dziesiętnych i szesnastkowych w dokumentacji.

System szesnastkowy może być również reprezentowany przez indeks 16 lub liczbę szesnastkową, a następnie H (np. 73H).

Być może trzeba będzie konwertować między wartościami dziesiętnymi i szesnastkowymi. Jeśli takie konwersje są wymagane, przekonwertuj wartość dziesiętną lub szesnastkową na binarną, a następnie przekonwertuj odpowiednio wartość binarną na dziesiętną lub szesnastkową.

Wprowadzenie do sieci

1 Komunikacja sieciowa dziś ✓

2 Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego ✓

3 Protokoły i modele ✓

4 Warstwa fizyczna ✓

5 Systemy liczbowe ✓

6 Warstwa łącza danych ✓

7 Przełączanie w sieciach Ethernet ^

7.0 Wprowadzenie ✓

7.1 Ramki Ethernet ✓

7.1.1 Enkapsulacja Ethernet

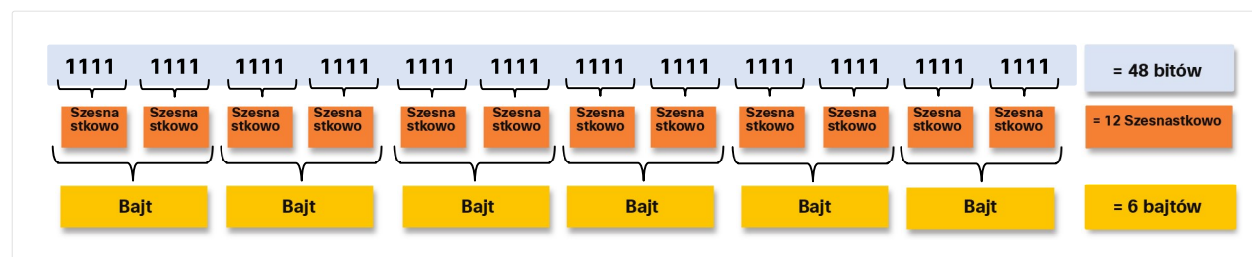
7.1.2 Podwarstwy łącza danych

7.1.3 Podwarstwa MAC

Ethernetowy adres MAC

W sieci Ethernet LAN każde urządzenie sieciowe jest połączone do tego samego współdzielonego medium. Adres MAC służy do identyfikacji fizycznych urządzeń źródłowych i docelowych (kart sieciowych) w segmencie sieci lokalnej. Adresowanie MAC zapewnia metodę identyfikacji urządzenia w warstwie łącza danych modelu OSI.

Adres MAC Ethernet to adres 48-bitowy wyrażony przy użyciu 12 cyfr szesnastkowych, jak pokazano na rysunku. Ponieważ bajt zawiera 8 bitów, możemy również powiedzieć, że adres MAC ma długość 6 bajtów.

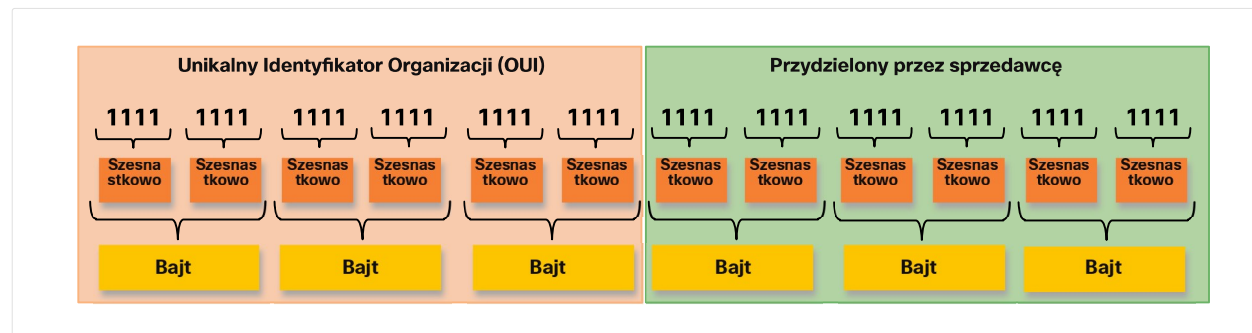


Wszystkie adresy MAC muszą być unikatowe dla urządzenia Ethernet lub interfejsu Ethernet. Aby to zapewnić, wszyscy dostawcy sprzedający urządzenia Ethernet muszą zarejestrować się w IEEE, aby uzyskać unikalny kod 6 cyfrowy szesnastkowy (tj. 24-bitowy lub 3-bajtowy) zwany organizacyjnie unikatowym identyfikatorem (OUI).

Gdy dostawca przypisuje adres MAC do urządzenia lub interfejsu Ethernet, dostawca musi wykonać następujące czynności:

- Użyć przypisanego OUI jako pierwszych 6 cyfr szesnastkowych.
- Przypisać unikalną wartość w ostatnich 6 cyfrach szesnastkowych.

Dlatego adres MAC Ethernet składa się z 6-cio cyfrowego szesnastkowego kodu OUI dostawcy, a następnie z 6-cio cyfrowej szesnastkowej wartości przypisanej przez dostawcę, jak pokazano na rysunku.



Założmy na przykład, że Cisco musi przypisać unikalny adres MAC do nowego urządzenia. IEEE przydzielił Cisco OUI o wartości

Wprowadzenie do sieci

1	Komunikacja sieciowa dziś	▼
2	Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego	▼
3	Protokoły i modele	▼
4	Warstwa fizyczna	▼
5	Systemy liczbowe	▼
6	Warstwa łącza danych	▼
7	Przełączanie w sieciach Ethernet	▲
7.0	Wprowadzenie	▼
7.1	Ramki Ethernet	▼
7.1.1	Enkapsulacja Ethernet	
7.1.2	Podwarstwy łącza danych	
7.1.3	Podwarstwa MAC	

00-60-2F. Cisco następnie skonfiguruje urządzenie z unikalnym kodem dostawcy, takim jak **3A-07-BC**. W związku z tym adresem MAC Ethernet tego urządzenia będzie **00-60-2F-3A-07-BC**.

Sprzedawca jest odpowiedzialny za zapewnienie, że żadne z jego urządzeń nie będzie miało tego samego adresu MAC. Możliwe jest jednak istnienie duplikatów adresów MAC z powodu błędów popełnionych podczas produkcji, błędów popełnionych w niektórych metodach implementacji maszyn wirtualnych lub modyfikacji dokonanych przy użyciu jednego z kilku narzędzi programowych. W każdym przypadku konieczne będzie zmienienie adresu MAC za pomocą wymiany karty sieciowej lub dokonanie modyfikacji za pomocą oprogramowania.

7.2.3

Przetwarzanie ramki



Czasami adres MAC jest określany jako wypalony adres (BIA), ponieważ adres jest zakodowany na stałe w pamięci tylko do odczytu (ROM) na karcie sieciowej. Oznacza to, że adres jest trwale zakodowany w układzie ROM.

Uwaga: W przypadku nowoczesnych systemów operacyjnych i kart sieciowych, możliwa jest zmiana adresu MAC poprzez oprogramowanie. Jest to przydatne przy próbie uzyskania dostępu do sieci, która filtruje na podstawie BIA. W związku z tym filtrowanie lub kontrolowanie ruchu na podstawie adresu MAC nie jest już tak bezpieczne.

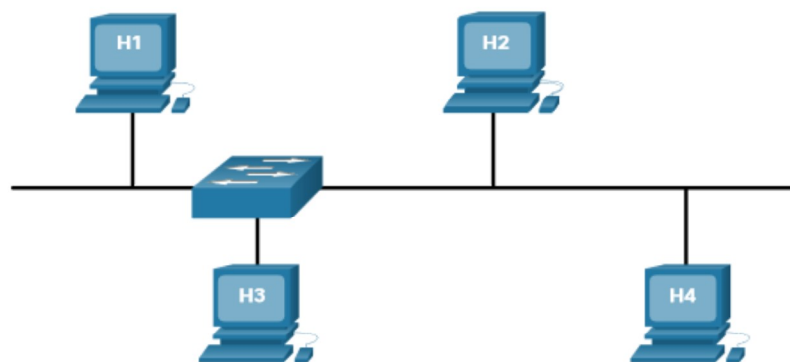
Po uruchomieniu komputera karta sieciowa kopiuje swój adres MAC z pamięci ROM do pamięci RAM. Gdy urządzenie przesyła komunikat do sieci Ethernet, nagłówki Ethernet obejmuje:

- **Źródłowy adres MAC** - Jest to adres MAC karty sieciowej urządzenia źródłowego.
- **Docelowy adres MAC** - Jest to adres MAC karty sieciowej urządzenia docelowego.

Kliknij przycisk Odtwórz w animacji, aby wyświetlić proces przekazywania ramek.

Wprowadzenie do sieci

- 1 Komunikacja sieciowa dziś ▼
- 2 Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego ▼
- 3 Protokoły i modele ▼
- 4 Warstwa fizyczna ▼
- 5 Systemy liczbowe ▼
- 6 Warstwa łącza danych ▼
- 7 Przełączanie w sieciach Ethernet ^
 - 7.0 Wprowadzenie ▼
 - 7.1 Ramki Ethernet ▼
 - 7.1.1 Enkapsulacja Ethernet
 - 7.1.2 Podwarstwy łącza danych
 - 7.1.3 Podwarstwa MAC



Gdy karta sieciowa odbiera ramkę Ethernet, sprawdza docelowy adres MAC, aby sprawdzić, czy jest zgodny z fizycznym adresem MAC przechowywanym w pamięci RAM. Jeżeli nie ma zgodności adresów, to urządzenie odrzuca ramkę. Jeśli istnieje dopasowanie, przesuwa ramkę w górę warstw OSI, w których ma miejsce proces dekapulacji.

Uwaga: Karty sieciowe Ethernet akceptują również ramki, jeśli docelowym adresem MAC jest broadcast lub multicast, której członkiem jest host.

Każde urządzenie, które jest nadawcą lub odbiorcą ramki Ethernet, będzie miało kartę sieciową Ethernet, a zatem adres MAC. Obejmuje to stacje robocze, serwery, drukarki, urządzenia mobilne i routery.



Wprowadzenie do sieci

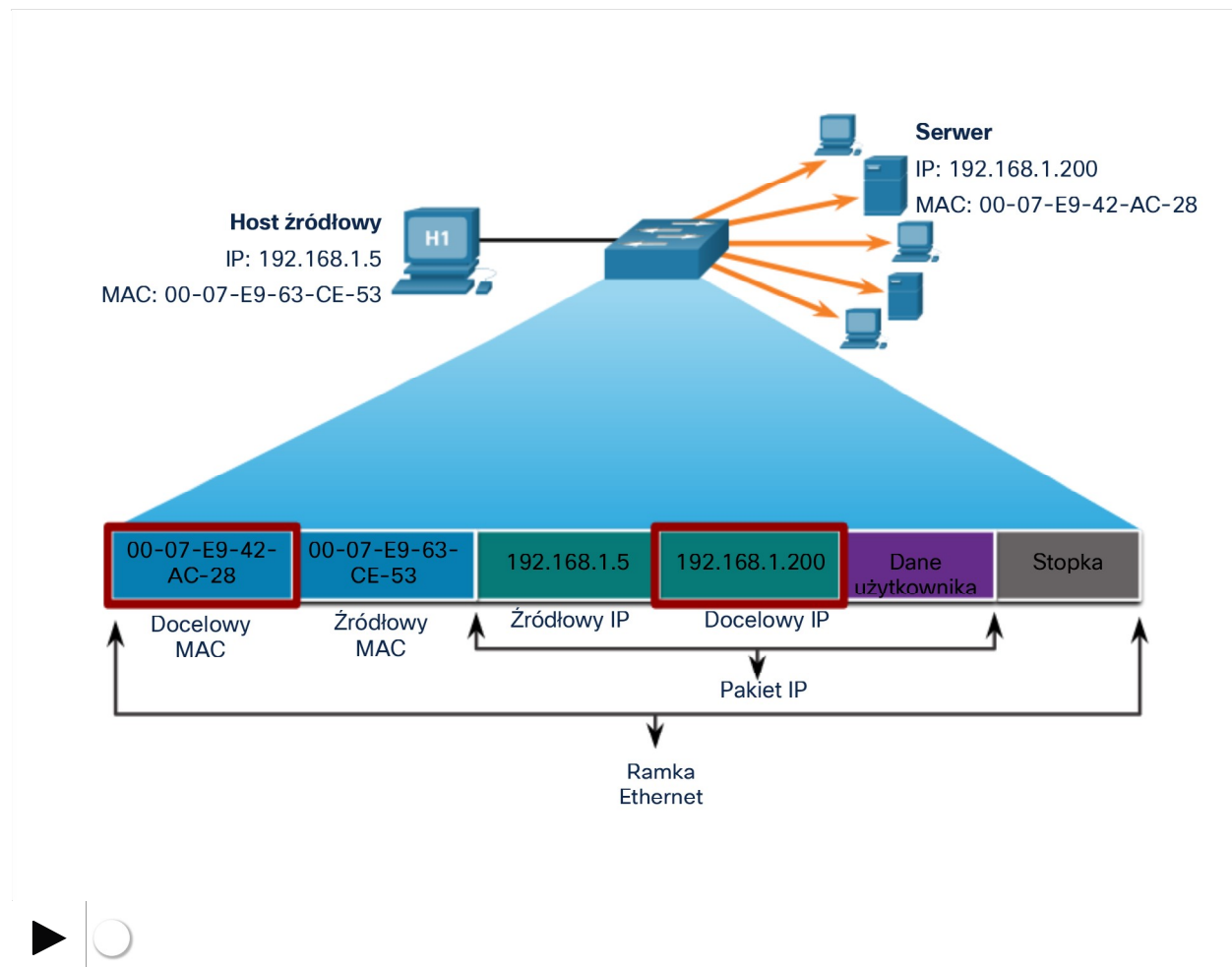
- 1 Komunikacja sieciowa dziś ▼
- 2 Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego ▼
- 3 Protokoły i modele ▼
- 4 Warstwa fizyczna ▼
- 5 Systemy liczbowe ▼
- 6 Warstwa łącza danych ▼
- 7 Przełączanie w sieciach Ethernet ^
- 7.0 Wprowadzenie ▼
- 7.1 Ramki Ethernet ▼
- 7.1.1 Enkapsulacja Ethernet
- 7.1.2 Podwarstwy łącza danych
- 7.1.3 Podwarstwa MAC

MAC adres typu unicast

W Ethernetie różne adresy MAC są wykorzystywane w warstwie 2 do komunikacji pojedynczej, grupowej i rozgłoszeniowej.

Adres MAC typu unicast jest unikalnym adresem wykorzystywanym, gdy wiadomość jest wysyłana z pojedynczego urządzenia nadawczego do innego pojedynczego urządzenia odbiorczego.

Kliknij Odtwórz w animacji, aby zobaczyć, jak przetwarzana jest ramka unicast. W tym przykładzie docelowy adres MAC i docelowy adres IP są adresami unicast.



Wprowadzenie do sieci

1	Komunikacja sieciowa dziś	▼
2	Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego	▼
3	Protokoły i modele	▼
4	Warstwa fizyczna	▼
5	Systemy liczbowe	▼
6	Warstwa łącza danych	▼
7	Przełączanie w sieciach Ethernet	^
7.0	Wprowadzenie	▼
7.1	Ramki Ethernet	▼
7.1.1	Enkapsulacja Ethernet	
7.1.2	Podwarstwy łącza danych	
7.1.3	Podwarstwa MAC	

W przykładzie przedstawionym na rysunku, host z adresem IP 192.168.1.5 (źródło) żąda strony z serwera WWW o adresie unicast IP 192.168.1.200. Aby pakiet IP typu unicast mógł być wysłany i odebrany, w jego nagłówku musi być zawarty docelowy adres IP. Jednocześnie, odpowiadający mu docelowy adres MAC musi być obecny w nagłówki ramki ethernetowej. Zestaw adresów IP i MAC umożliwia przekazanie danych do jednego określonego hosta docelowego.

Proces wykorzystywany przez hosta źródłowego do ustalenia docelowego adresu MAC powiązanego z adresem IPv4 jest znany jako Address Resolution Protocol (ARP). Proces wykorzystywany przez host źródłowy do ustalenia docelowego adresu MAC powiązanego z adresem IPv6 jest znany jako Neighbor Discovery (ND).

Uwaga: Źródłowy adres MAC musi zawsze być adresem unicast.

7.2.5

Adres rozgłoszeniowy MAC



Ramka rozgłoszeniowa Ethernet jest odbierana i przetwarzana przez każde urządzenie w sieci Ethernet LAN. Funkcje transmisji rozgłoszeniowej Ethernet są następujące:

- Ma docelowy adres MAC FF-FF-FF-FF-FF-FF w systemie szesnastkowym (48 w binarnym).
- Zalewane są wszystkie porty przełącznika Ethernet z wyjątkiem portu, który ramkę odebrał.
- Nie jest przekazywana przez router.

Jeśli enkapsulowane dane są pakietem rozgłoszeniowym IPv4, oznacza to, że pakiet zawiera docelowy adres IPv4, który ma wszystkie jedynki (1) w części reprezentującej hosta. Taki sposób numerowania w adresie oznacza, że wszystkie hosty w tej lokalnej sieci (domenie rozgłoszeniowej) odbiorą i będą przetwarzać ten pakiet.

Kliknij przycisk Odtwórz w animacji, aby wyświetlić sposób przetwarzania ramki rozgłoszeniowej. W tym przykładzie docelowy adres MAC i docelowy adres IP są broadcastami.

Wprowadzenie do sieci

1 Komunikacja sieciowa dziś ▾

2 Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego ▾

3 Protokoły i modele ▾

4 Warstwa fizyczna ▾

5 Systemy liczbowe ▾

6 Warstwa łącza danych ▾

7 Przełączanie w sieciach Ethernet ^

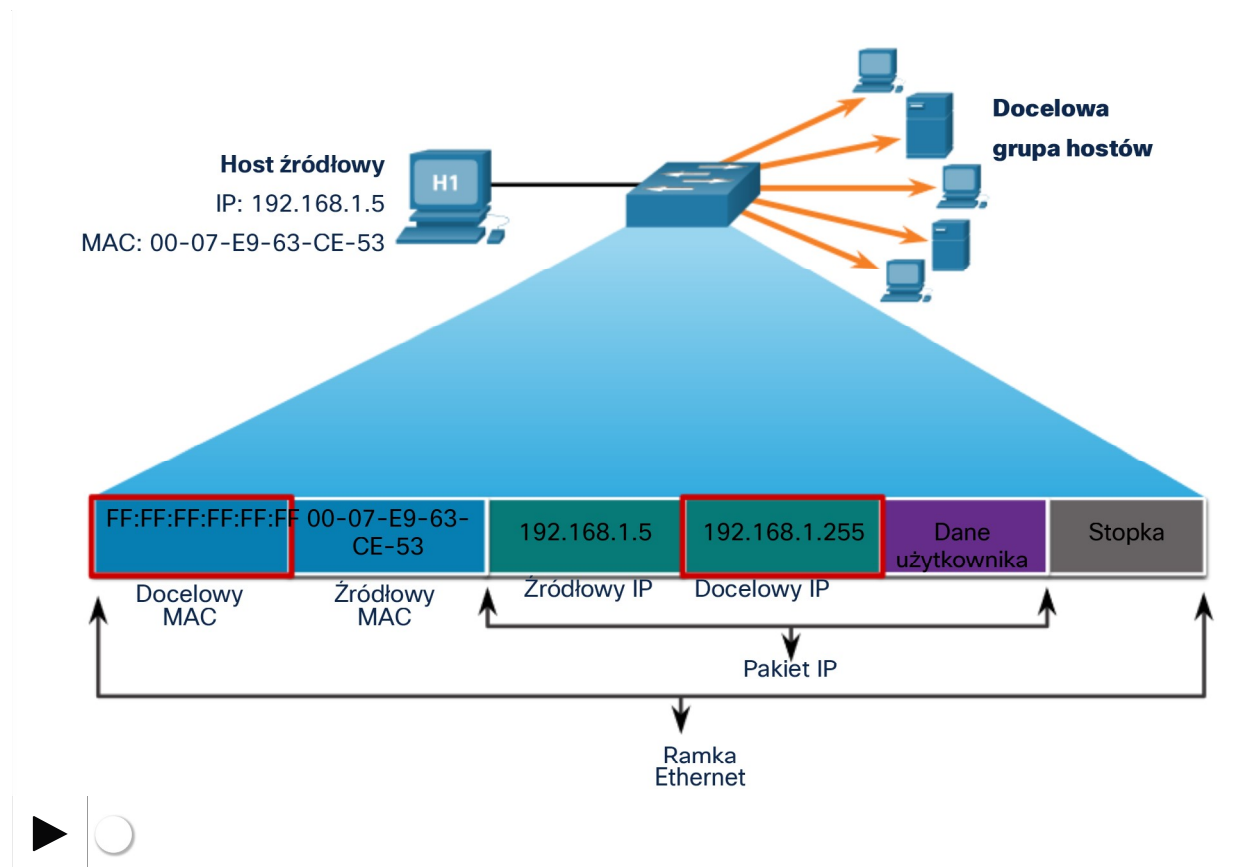
7.0 Wprowadzenie ▾

7.1 Ramki Ethernet ▾

7.1.1 Enkapsulacja Ethernet

7.1.2 Podwarstwy łącza danych

7.1.3 Podwarstwa MAC



Jak pokazano w animacji, host źródłowy wysyła pakiet rozgłoszeniowy IPv4 do wszystkich urządzeń w swojej sieci. Adres docelowy IPv4 to adres broadcast 192.168.1.255. Gdy pakiet rozgłoszeniowy IPv4 jest enkapsulowany w ramce Ethernet, docelowy adres MAC jest broadcastem FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF w formacie szesnastkowym (48 jedynek w wersji binarnej).

DHCP dla protokołu IPv4 jest przykładem protokołu używającego rozgłoszeniowych adresów Ethernet i IPv4.

Jednak nie wszystkie transmisje Ethernet mają w ładunku pakiet rozgłoszeniowy IPv4. Na przykład żądania ARP nie używają protokołu IPv4, ale wiadomość ARP jest wysyłana jako Ethernet broadcast.



Wprowadzenie do sieci

1	Komunikacja sieciowa dziś	▼
2	Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego	▼
3	Protokoły i modele	▼
4	Warstwa fizyczna	▼
5	Systemy liczbowe	▼
6	Warstwa łącza danych	▼
7	Przełączanie w sieciach Ethernet	^
7.0	Wprowadzenie	▼
7.1	Ramki Ethernet	▼
7.1.1	Enkapsulacja Ethernet	
7.1.2	Podwarstwy łącza danych	
7.1.3	Podwarstwa MAC	

Adres MAC typu multicast

Ramka multicast Ethernet jest odbierana i przetwarzana przez grupę urządzeń w sieci Ethernet LAN należących do tej samej grupy multicastowej. Funkcje multicastów Ethernet są następujące:

- Docelowy adres MAC to 01-00-5E, gdy enkapsulowane dane to pakiet multicastowy IPv4, a docelowy adres MAC 33-33, gdy enkapsulowane dane to pakiet multicastowy IPv6.
- Istnieją inne zastrzeżone adresy multicast MAC, gdy enkapsulowane dane nie są pakietem IP, takie jak protokół Spanning Tree Protocol (STP) i Link Layer Discovery Protocol (LLDP).
- Zalewane są wszystkie porty przełącznika Ethernet z wyjątkiem portu odbierającego, chyba że przełącznik jest skonfigurowany funkcją multicast snooping.
- Nie jest przesyłany dalej przez router, chyba że router jest skonfigurowany do routowania multicastów.

Jeśli enkapsulowane dane są pakietem multicast IP, urządzenia należące do grupy multicast mają przypisany adres IP grupy multicastowej. Zakres adresów IPv4 typu multicast mieści się od 224.0.0.0 do 239.255.255.255. Zakres adresów multicast IPv6 rozpoczyna się od ff00::/8. Ponieważ adresy grupowe (multicast) oznaczają grupę adresów (czasami nazywane grupą hostów), mogą być używane w pakiecie tylko jako adresy docelowe. Adres źródłowy zawsze będzie adresem unicast.

Tak jak w przypadku adresów IP unicast i broadcast, z adresami multicast IP związane są odpowiednie adresy multicast MAC umożliwiające dostarczanie ramek w lokalnej sieci. Adres MAC multicastowy jest skojarzony z informacją adresową multicast IPv4 lub IPv6.

Kliknij przycisk Odtwórz w animacji, aby wyświetlić sposób przetwarzania ramki multicast. W tym przykładzie docelowy adres MAC i docelowy adres IP są multicastami.

Wprowadzenie do sieci

1 Komunikacja sieciowa dziś ▼

2 Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego ▼

3 Protokoły i modele ▼

4 Warstwa fizyczna ▼

5 Systemy liczbowe ▼

6 Warstwa łącza danych ▼

7 Przełączanie w sieciach Ethernet ^

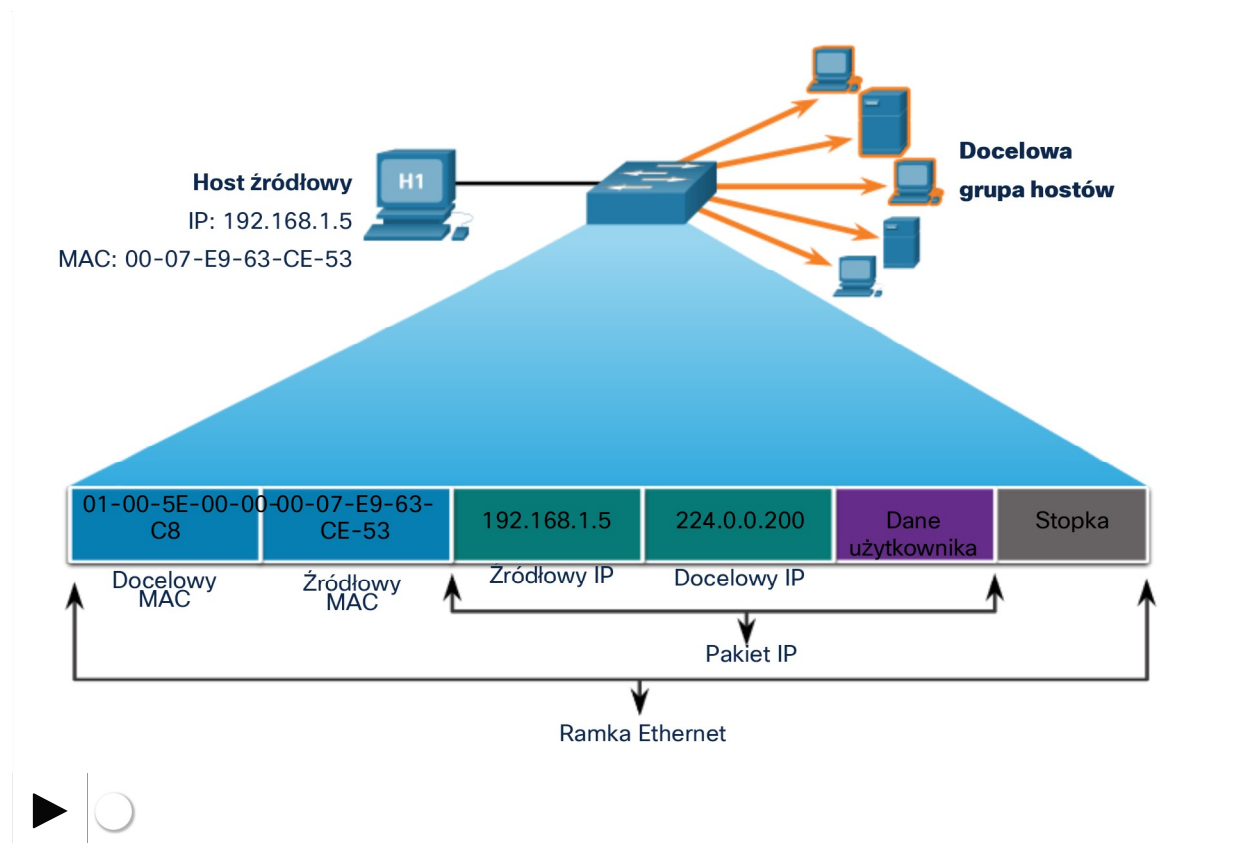
7.0 Wprowadzenie ▼

7.1 Ramki Ethernet ▼

7.1.1 Enkapsulacja Ethernet

7.1.2 Podwarstwy łącza danych

7.1.3 Podwarstwa MAC



Protokoły routingu i inne protokoły sieciowe używają adresowania multicastowego. Aplikacje takie jak oprogramowanie do przetwarzania wideo i obrazu mogą również wykorzystywać adresowanie multicast, chociaż aplikacje multicastowe nie są tak powszechne.

7.2.7

Laboratorium - Odczytywanie adresów MAC urządzeń sieciowych



Celem tego ćwiczenia jest realizacja następujących zadań:

Wprowadzenie do sieci

1	Komunikacja sieciowa dziś	▼
2	Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego	▼
3	Protokoły i modele	▼
4	Warstwa fizyczna	▼
5	Systemy liczbowe	▼
6	Warstwa łącza danych	▼
7	Przełączanie w sieciach Ethernet	^
7.0	Wprowadzenie	▼
7.1	Ramki Ethernet	▼
7.1.1	Enkapsulacja Ethernet	
7.1.2	Podwarstwy łącza danych	
7.1.3	Podwarstwa MAC	

- Część 1: Zestawienie topologii i zainicjowanie urządzeń
- Część 2: Konfigurowanie urządzeń i weryfikacja połączeń
- Część 3: Prezentacja, opis oraz analiza ethernetowych adresów MAC.

 Odczytywanie adresów MAC urządzeń sieciowych

 ^{7.1} [Ramki Ethernet](#)

^{7.3} [Tablica adresów MAC](#) 