



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 ▾

8 Warstwa sieci ▾

9 Odwzorowanie adresów ▲

9.0 Wprowadzenie ▾

9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić
ten moduł?

9.0.2 Czego się nauczę przerabiając ten

[🏠](#) / [Odwzorowanie adresów](#) / [ARP](#)

ARP

9.2.1

Wstęp do ARP



Jeśli sieć korzysta z protokołu komunikacyjnego IPv4, ARP jest tym, czego potrzebujesz do mapowania adresów IPv4 na adresy MAC. W tym temacie wyjaśniono, jak działa ARP.

Każde urządzenie IP w sieci Ethernet ma unikalny adres MAC Ethernet. Gdy urządzenie wysyła ramkę Ethernet warstwy 2 zawiera następujące dwa adresy:

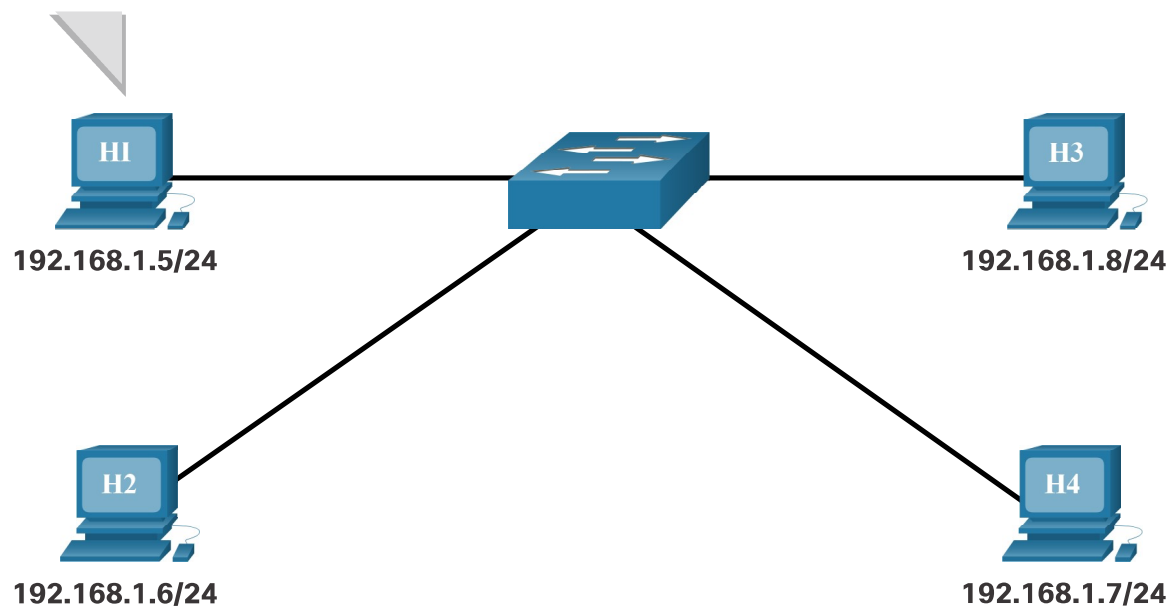
- **Docelowy adres MAC** - Adres MAC Ethernet urządzenia docelowego w tym samym segmencie sieci lokalnej. Jeśli host docelowy znajduje się w innej sieci, adres docelowy w ramce będzie adresem bramy domyślnej (tzn. routera).
- **Źródłowy adres MAC** - Adres MAC karty sieciowej Ethernet hosta nadawcy.

Rysunek ilustruje problem podczas wysyłania ramki do innego hosta w tym samym segmencie w sieci IPv4.

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 ▼
- 8 Warstwa sieci ▼
- 9 Odwzorowanie adresów ▲
- 9.0 Wprowadzenie ▼
- 9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?
- 9.0.2 Czego się nauczę przerabiając ten

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



Aby wysłać pakiet do innego hosta w tej samej lokalnej sieci IPv4, host musi znać adres IPv4 i adres MAC urządzenia docelowego. Adresy IPv4 docelowe urządzenia są znane lub odwzorowane na podstawie nazwy urządzenia. Jednak adresy MAC muszą zostać odkryte.

Urządzenie używa protokołu ARP (Address Resolution Protocol) w celu określenia docelowego adresu MAC urządzenia lokalnego, gdy zna jego adres IPv4.

ARP zapewnia dwie podstawowe funkcje:

- Odwzorowanie adresów IPv4 na adresy MAC
- Utrzymanie tablicy mapowań adresów IPv4 na adresy MAC



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	▼
8	Warstwa sieci	▼
9	Odwzorowanie adresów	^
9.0	Wprowadzenie	▼
9.0.1	Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?	
9.0.2	Czego się nauczę przerabiając ten	

Funkcje ARP

Gdy pakiet jest wysyłany do warstwy łącza danych w celu enkapsulacji w ramce Ethernet, urządzenie odwołuje się do tablicy w swojej pamięci, aby znaleźć adres MAC, który odpowiada adresowi IPv4. Tablica ta jest tymczasowo przechowywana w pamięci RAM i nazywana jest tablicą ARP albo pamięcią podręczną ARP.

Urządzenie wysyłające przeszuka tabelę ARP w poszukiwaniu docelowego adresu IPv4 i odpowiedniego adresu MAC.

- Jeśli docelowy adres IPv4 pakietu znajduje się w tej samej sieci co źródłowy adres IPv4, urządzenie przeszuka tabelę ARP w poszukiwaniu docelowego adresu IPv4.
- Jeśli docelowy adres IPv4 znajduje się w innej sieci niż źródłowy adres IPv4, urządzenie przeszuka tabelę ARP w poszukiwaniu adresu IPv4 bramy domyślnej.

W obu przypadkach wyszukiwanie dotyczy adresu IPv4 i odpowiedniego mu adresu MAC urządzenia.

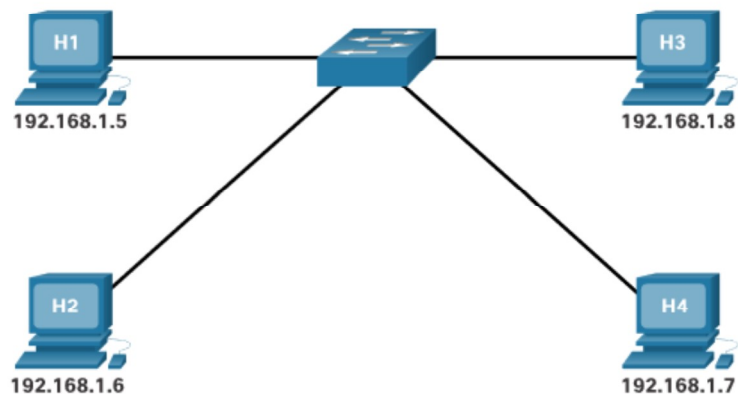
Każdy wpis lub wiersz tablicy ARP wiąże adres IPv4 z adresem MAC. Relację między tymi dwiema wartościami nazywamy mapowaniem. Oznacza to po prostu, że możesz zlokalizować adres IPv4 w tabeli i odkryć odpowiedni adres MAC. Tablica ARP przechowuje tymczasowo (buforuje) mapowania dla urządzeń w lokalnej sieci LAN.

Jeśli urządzenie lokalizuje adres IPv4, jego odpowiedni adres MAC jest używany jako docelowy adres MAC w ramce. Jeśli nie zostanie znaleziony wpis, urządzenie wysyła żądanie ARP.

Kliknij Odtwórz na rysunku, aby zobaczyć animację funkcji ARP.

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 ▼
- 8 Warstwa sieci ▼
- 9 Odzworowanie adresów ▲
- 9.0 Wprowadzenie ▼
 - 9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?
 - 9.0.2 Czego się nauczę przerabiając ten



9.2.3

Wideo - Żądanie ARP














Żądanie ARP jest wysyłane, gdy urządzenie musi określić adres MAC skojarzony z adresem IPv4 i nie ma wpisu dla adresu IPv4 w swojej tablicy ARP.

Komunikaty ARP są enkapsulowane bezpośrednio w ramce Ethernet. Nie ma nagłówka IPv4. Żądanie ARP jest enkapsulowane w ramce Ethernet przy użyciu następujących informacji nagłówka:

- **Docelowy adres MAC** – jest to adres broadcast FF-FF-FF-FF-FF-FF wymagający akceptowania i przetwarzania żądania ARP przez wszystkie karty sieciowe Ethernet w sieci LAN.
- **Źródłowy adres MAC** – Jest to adres MAC nadawcy żądania ARP.

Wprowadzenie do sieci

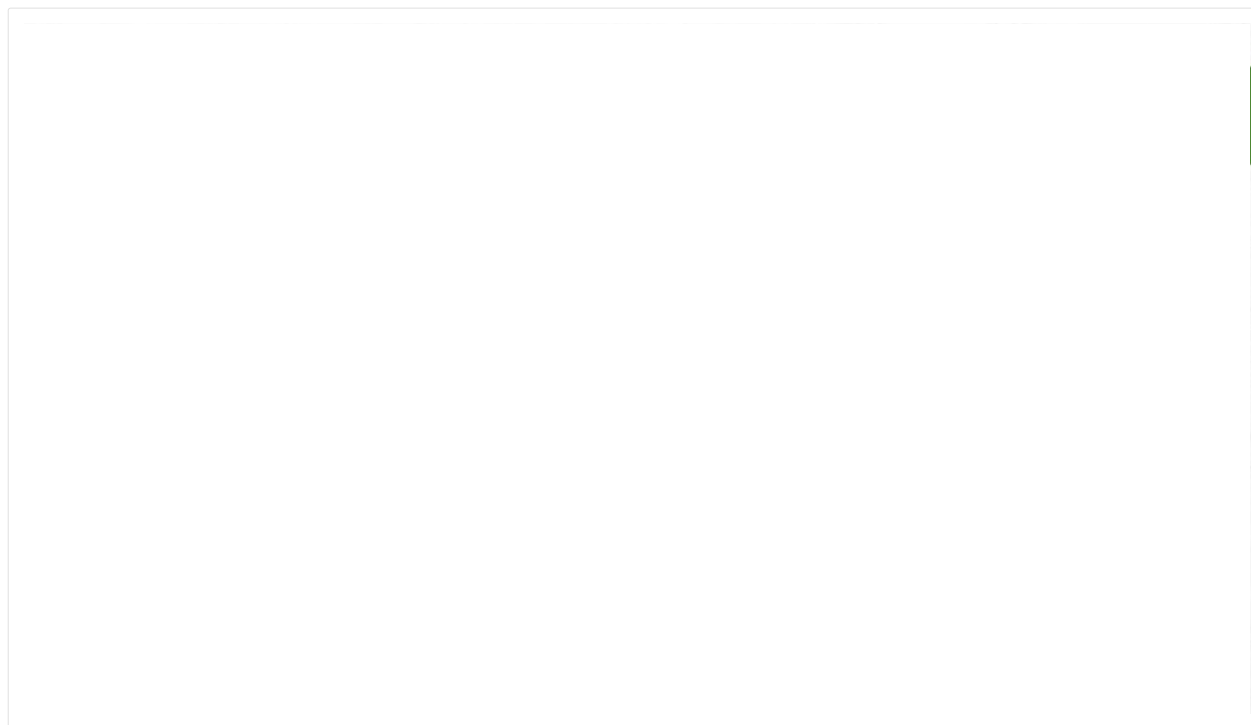
- 1 Komunikacja sieciowa dziś 
- 2 Podstawy konfiguracji przełącznika i urządzenia końcowego 
- 3 Protokoły i modele 
- 4 Warstwa fizyczna 
- 5 Systemy liczbowe 
- 6 Warstwa łącza danych 
- 7 Przełączanie w sieciach Ethernet 
- 8 Warstwa sieci 
- 9 Odzworowanie adresów 
- 9.0 Wprowadzenie 
- 9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić ten moduł? 
- 9.0.2 Czego się nauczę przerabiając ten moduł? 

- **Typ** - komunikaty ARP mają w polu typ wartość 0x806. To informuje odbierającą kartę sieciową, że część danych ramki musi zostać przekazana do procesu ARP.

Ponieważ żądania ARP są broadcastami, są one wysyłane na wszystkie porty przez przełącznik, z wyjątkiem portu odbiorczego. Wszystkie karty sieciowe Ethernet w sieci LAN przetwarzają broadcasty i muszą dostarczyć żądanie ARP do swojego systemu operacyjnego w celu przetworzenia. Każde urządzenie musi przetwarzać żądanie ARP, aby sprawdzić, czy docelowy adres IPv4 odpowiada jego własnemu. Router nie będzie przekazywać broadcastów na inne interfejsy.

Tylko jedno urządzenie w sieci LAN będzie miało adres IPv4 zgodny z docelowym adresem IPv4 w żądaniu ARP. Wszystkie inne urządzenia nie odpowiedzą.

Kliknij przycisk Odtwórz na rysunku, aby wyświetlić demonstrację żądania ARP dla docelowego adresu IPv4 znajdującego się w sieci lokalnej.



9.2.4

Wideo - Działanie ARP - odpowiedź ARP



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	▼
8	Warstwa sieci	▼
9	Odwzorowanie adresów	^
9.0	Wprowadzenie	▼
9.0.1	Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?	
9.0.2	Czego się nauczę przerabiając ten	

Tylko urządzenie z docelowym adresem IPv4 powiązany z żądaniem ARP odpowie na odpowiedź ARP. Odpowiedź ARP jest enkapsulowana w ramce Ethernet przy użyciu następujących informacji nagłówka:

- **Docelowy adres MAC** - Jest to adres MAC nadawcy żądania ARP.
- **Źródłowy adres MAC** - Jest to adres MAC nadawcy odpowiedzi ARP.
- **Typ** - komunikaty ARP mają w polu typ wartość 0x806. To informuje odbierającą kartę sieciową, że część danych ramki musi zostać przekazana do procesu ARP.

Tylko urządzenie, które pierwotnie wysłało żądanie ARP, otrzyma odpowiedź ARP unicast. Po otrzymaniu odpowiedzi ARP urządzenie doda adres IPv4 i odpowiedni adres MAC do swojej tablicy ARP. Pakiety przeznaczone dla tego adresu IPv4 mogą być teraz enkapsulowane w ramach przy użyciu odpowiedniego adresu MAC.

Jeżeli żadne urządzenie nie odpowie na zapytanie ARP, to pakiet zostanie odrzucony, ponieważ nie ma możliwości utworzenia ramki.

Wpisy w tablicy ARP mają znacznik czasu. Jeśli urządzenie nie otrzyma ramki z określonego urządzenia przed upływem licznika czasu, wpis dla tego urządzenia zostanie usunięty z tabeli ARP.

Dodatkowo do tablicy ARP można wprowadzać statyczne odwzorowania adresów, ale jest to rzadki przypadek. Statyczne wpisy do tablicy ARP nie tracą ważności z upływem czasu i muszą być usuwane ręcznie.

Uwaga: Protokół IPv6 wykorzystuje proces podobny do ARP dla IPv4, znany jako ICMPv6 Neighbor Discovery (ND). IPv6 wykorzystuje komunikaty neighbor solicitation i neighbor advertisement, podobne do żądań i odpowiedzi ARP dla IPv4.

Kliknij przycisk Odtwórz na rysunku, aby wyświetlić demonstrację odpowiedzi ARP.

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 łączy danych	▼
7	Przełączanie w sieciach Ethernet	▼
8	Warstwa sieci	▼
9	Odwzorowanie adresów	▲
9.0	Wprowadzenie	▼
9.0.1	Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?	
...	Czego się nauczę przerabiając ten	

9.2.5

Wideo - Rola ARP w komunikacji zdalnej



Gdy docelowy adres IPv4 nie znajduje się w tej samej sieci co źródłowy adres IPv4, urządzenie źródłowe musi wysłać ramkę do swojej bramy domyślnej. To jest na interfejs routera lokalnego. Ilekroć urządzenie źródłowe ma pakiet z adresem IPv4 w innej sieci, będzie enkapsulować ten pakiet w ramce przy użyciu docelowego adresu MAC routera.

Adres IPv4 bramy domyślnej jest przechowywany w konfiguracji IPv4 hostów. Gdy host tworzy pakiet dla docelowego węzła, to porównuje docelowy adres IPv4 ze swoim adresem, aby określić, czy te dwa adresy IPv4 są ulokowane w tej samej sieci warstwy 3. Jeśli host docelowy nie znajduje się w tej samej sieci, źródło sprawdza tablicę ARP dla wpisu z adresem IPv4 bramy domyślnej. Jeśli nie ma wpisu, używa procesu ARP do określenia adresu MAC bramy domyślnej.

Kliknij przycisk Odtwórz, aby wyświetlić demonstrację żądania i odpowiedzi ARP skojarzonej z bramą domyślną.

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 łączy danych	▼
7	Przełączanie w sieciach Ethernet	▼
8	Warstwa sieci	▼
9	Odwzorowanie adresów	^
9.0	Wprowadzenie	▼
9.0.1	Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?	
9.0.2	Czego się nauczę przerabiając ten	

9.2.6

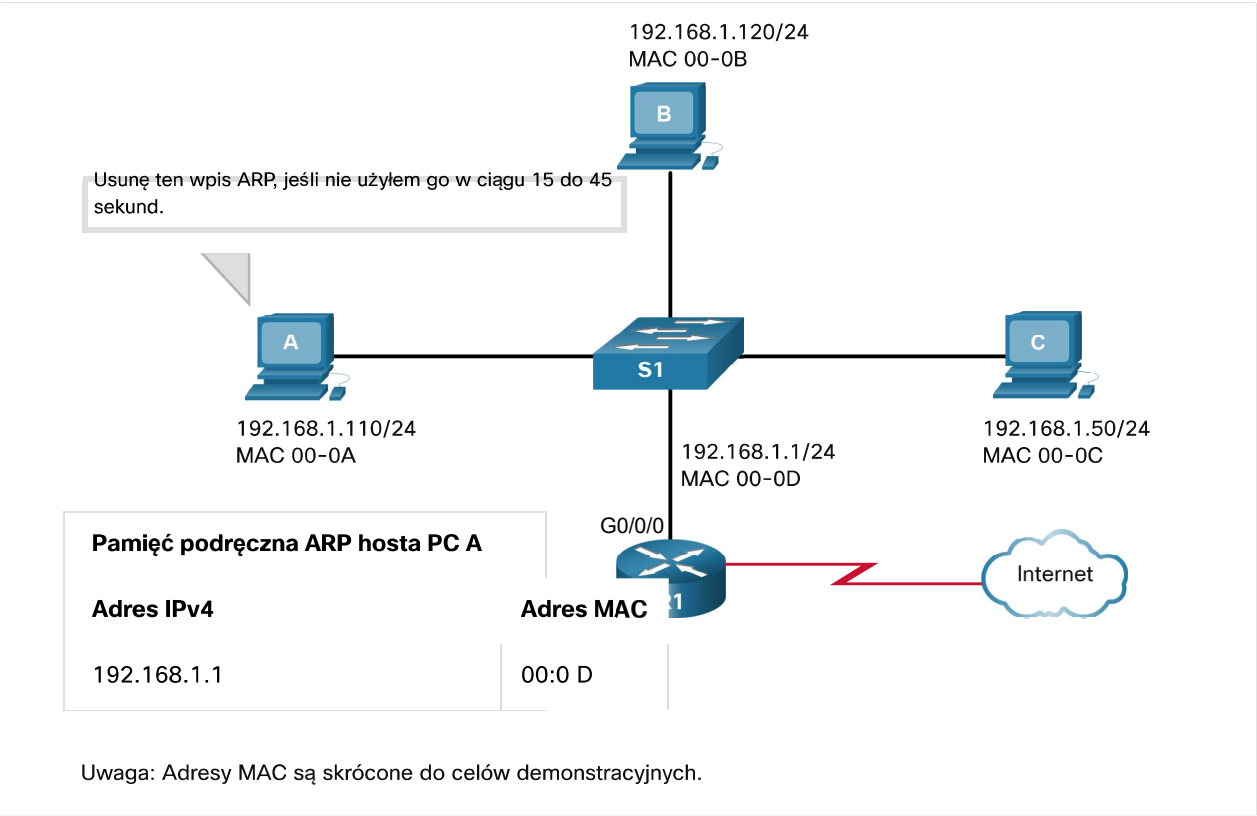
Usuwanie wpisów z tablicy ARP



Dla każdego urządzenia licznik czasu pamięci podręcznej usuwa pozycje ARP, które nie były używane przez określony okres czasu. Czasy różnią się w zależności od systemu operacyjnego urządzenia. Na przykład nowsze systemy operacyjne Windows przechowują wpisy tabeli ARP od 15 do 45 sekund, jak pokazano na rysunku.

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
- 8 Warstwa sieci
- 9 Odzworowanie adresów
- 9.0 Wprowadzenie
- 9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?
- 9.0.2 Czego się nauczę przerabiając ten



Można także użyć poleceń do ręcznego usunięcia niektórych lub wszystkich wpisów w tabeli ARP. Po tym jak zapis zostanie usunięty, proces wysyłania zapytań ARP i odbierania odpowiedzi ARP musi się powtórzyć, aby wprowadzić odzworowania do tablicy ARP.

9.2.7

Tablica ARP w urządzeniu sieciowym

W routerze Cisco do wyświetlenia tablicy ARP służy polecenie **show ip arp**, jak pokazano na rysunku.

```
R1# show arp
Protocol Address Age (min) Hardware Addr Type Interface
```

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 ▼

8 Warstwa sieci ▼

9 Odzworowanie adresów ▲

9.0 Wprowadzenie ▼

9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?

~ ~ ~ Czego się nauczę przerabiając ten

```
Internet 192.168.10.1 - a0e0.af0d.e140 ARPA GigabitEthernet0/0/0
Internet 209.165.200.225 - a0e0.af0d.e141 ARPA GigabitEthernet0/0/1
Internet 209.165.200.226 1 a03d.6fe1.9d91 ARPA GigabitEthernet0/0/1
R1#
```

Na komputerze z systemem Windows 10 do wyświetlenia tablicy ARP służy polecenie **arp -a**, jak pokazano na rysunku.

```
C:\Users\PC > arp -a
Interface: 192.168.1.124 --- 0x10
    Internet Address Physical Address Type
    192.168.1.1 c8-d7-19-cc-a0-86 dynamic
    192.168.1.101 08-3e-0c-f5-f7-77 dynamic
    192.168.1.110 08-3e-0c-f5-f7-56 dynamic
    192.168.1.112 ac-b3-13-4a-bd-d0 dynamic
    192.168.1.117 08-3e-0c-f5-f7-5c dynamic
    192.168.1.126 24-77-03-45-5d-c4 dynamic
    192.168.1.146 94-57-a5-0c-5b-02 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
    239.255.255.250 01-00-5e-7f-ff-fa static
    255.255.255.255 ff-ff-ff-ff-ff-ff static
C:\Users\PC >
```

9.2.8

Aspekty ARP - Rozgłoszenia ARP i ARP spoofing

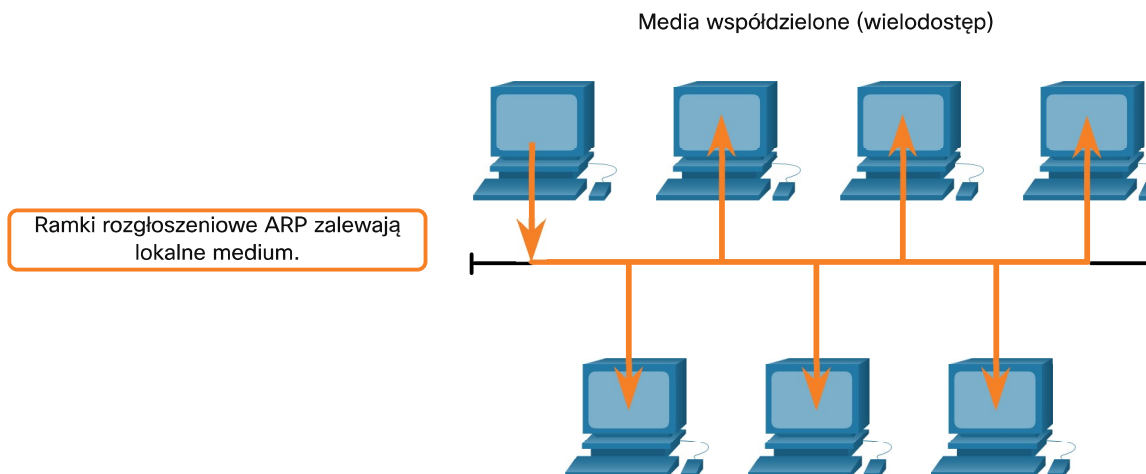


Jako ramka rozgłoszeniowa zapytanie ARP jest odbierane i przetwarzane przez każde urządzenie w lokalnej sieci. W typowej sieci firmowej te rozgłoszenia miałyby prawdopodobnie minimalny wpływ na wydajność sieci. Gdyby jednak włączyć dużą liczbę urządzeń i wszystkie zaczęłyby uzyskiwać dostęp do usług sieciowych w tym samym czasie, mogłaby nastąpić niewielka redukcja wydajności przez krótki czas, jak pokazano na rysunku. Po tym, jak urządzenia wyślą początkowe broadcasty ARP i poznają niezbędne adresy MAC, wpływ na sieć zostanie zminimalizowany.

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	▼
8	Warstwa sieci	▼
9	Odwzorowanie adresów	^
9.0	Wprowadzenie	▼
9.0.1	Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?	
...	Czego się nauczę przerabiając ten	

Wszystkie urządzenia włączone w tym samym czasie

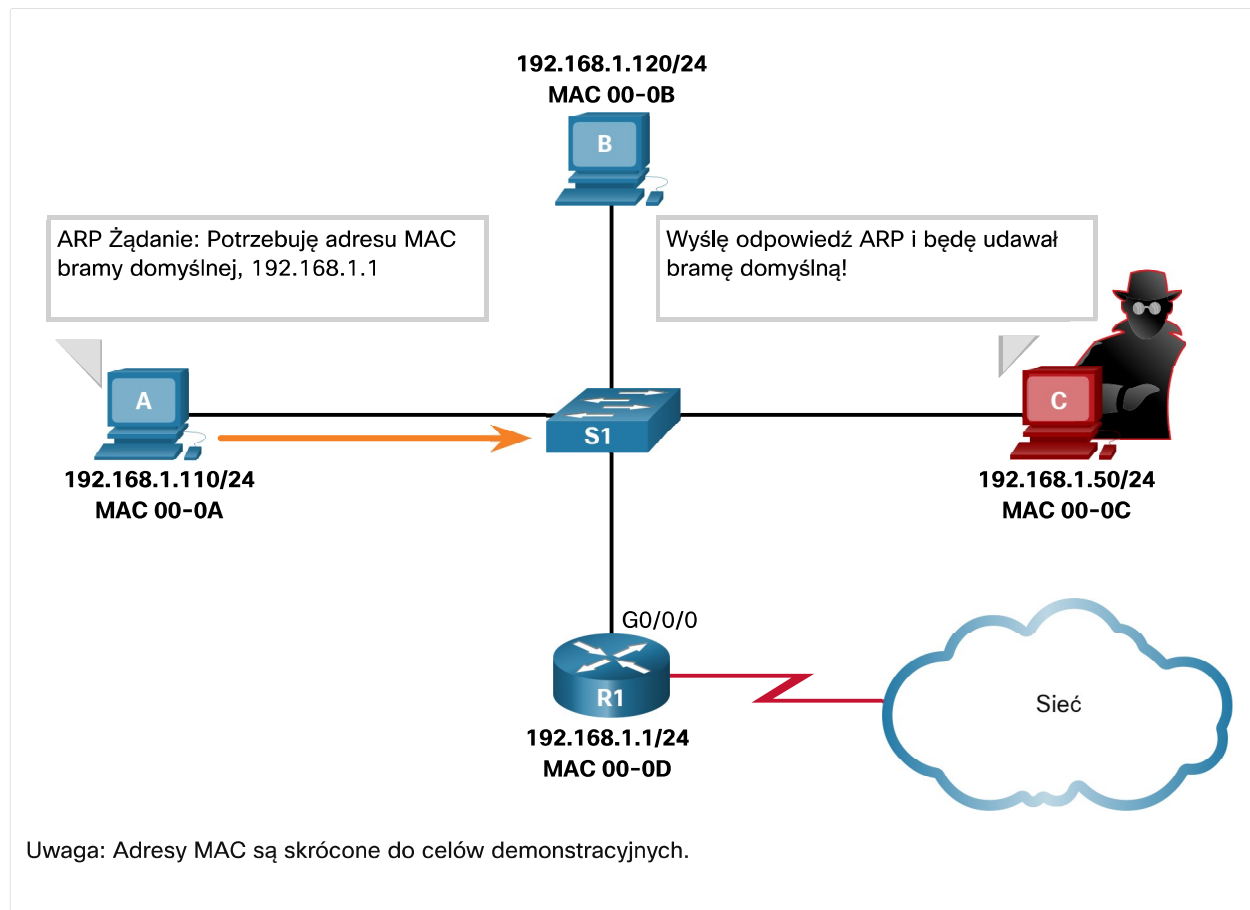


W wielu przypadkach używanie ARP może prowadzić do potencjalnego ryzyka związanego z bezpieczeństwem. Aktor zagrożenia może użyć fałszywych ARP (ARP spoofing) do przeprowadzenia ataku zatrucia ARP. Jest to technika stosowana przez podmiot zagrożenia w odpowiedzi na żądanie ARP dotyczące adresu IPv4 należącego do innego urządzenia, takiego jak brama domyślna, jak pokazano na rysunku. Aktor zagrożenia wysyła odpowiedź ARP z własnym adresem MAC. Odbiorca odpowiedzi ARP doda niewłaściwy adres MAC do swojej tablicy ARP i wyśle te pakiety do aktora zagrożenia.

Przełączniki klasy enterprise obejmują techniki ograniczania ryzyka znane jako dynamiczna inspekcja ARP (DAI). DAI wykracza poza zakres tego kursu.

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 ▼
- 8 Warstwa sieci ▼
- 9 Odzworowanie adresów ▲
- 9.0 Wprowadzenie ▼
- 9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?
- 9.0.2 Czego się nauczę przerabiając ten












9.2.9

Packet Tracer - Badanie tablicy ARP

Celem tego ćwiczenia w Packet Tracer jest realizacja następujących zadań:


- Zbadaj zapytanie ARP
- Sprawdź tablicę adresów MAC przełącznika.
- Zbadaj proces ARP w komunikacji zdalnej

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 
- 8 Warstwa sieci 
- 9 Odwzorowanie adresów 
- 9.0 Wprowadzenie 
- 9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić ten moduł?
- 9.0.2 Czego się nauczę przerabiając ten

To ćwiczenie dotyczy przeglądania i analizy jednostek PDU. Wszystkie urządzenia zostały już skonfigurowane. Twoim zadaniem będzie zebranie informacji zawartych w datagramach PDU w trybie symulacji, ich analiza oraz udzielenie odpowiedzi na kilka pytań.

 Badanie tablicy ARP

 Badanie tablicy ARP

9.2.10

Sprawdź, czy zrozumiałeś - ARP



Sprawdź swoją wiedzę na temat ARP wybierając NAJLEPSZĄ odpowiedź na poniższe pytania.

1. Jakie dwie funkcje są zapewniane przez ARP? (Wybierz dwie odpowiedzi).













- ☐ Utrzymuje tablicę przypisać adresów IPv4 do nazw domen
- ☐ Utrzymuje tablicę mapowania IPv4 do MAC
- ☐ Utrzymuje tablicę mapowania IPv6 do MAC
- ☐ Odwzorowuje adresy IPv4 na nazwy domen
- ☐ Odwzorowuje adresy IPv4 na adresy MAC
- ☐ Odwzorowuje adresy IPv6 na adresy MAC

2. Gdzie jest przechowywana tabela ARP na urządzeniu?

- ☐ Pamięci ROM
- ☐ pamięć flash
- ☐ pamięć NVRAM
- ☐ pamięć RAM

3. Które stwierdzenie jest prawdziwe o ARP?

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 
- 8 Warstwa sieci 
- 9 Odzworowanie adresów 
- 9.0 Wprowadzenie 
- 9.0.1 Dlaczego powinienem przerobić ten moduł? 
- 9.0.2 Czego się nauczę przerabiając ten moduł? 

- ☐ Pamięć podręczna ARP nie może zostać ręcznie usunięta.
- ☐ Wpisy ARP są buforowane na stałe.
- ☐ Wpisy ARP są buforowane tymczasowo.

4. Które polecenie może być użyte na routerze Cisco do wyświetlenia tablicy ARP?

- ☐ **arp -a**
- ☐ **arp -d**
- ☐ **show arp table**
- ☐ **show ip arp**


5. Który to atak za pomocą ARP?

- ☐ broadcast ARP
- ☐ skoki ARP
- ☐ zatrucie ARP
- ☐ zagłodzenie ARP

Sprawdź

Rozwiązanie

Resetuj

 ^{9.1} MAC i IP

^{9.3} Wykrywanie sąsiadów IPv6 