

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАВИЛ ТА ПРОТОКОЛІВ УСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТЕЙ МІЖ ЛОГІЧНИМИ І ФІЗИЧНИМИ АДРЕСАМИ В IP- МЕРЕЖАХ

Мета заняття: ознайомитися з основними правилами та протоколами встановлення відповідностей між логічними і фізичними адресами в IP-мережах; ознайомитися з правилами встановлення відповідностей для групових та широкомовних адрес; ознайомитися з деталями організації та функціонування протоколу ARP; отримати практичні навички побудови локальної мережі на базі комутатора Ethernet та навички моніторингу, діагностики та керування процесами встановлення відповідностей між логічними і фізичними адресами в IP-мережах для вузлів ОС Windows, ОС Linux та комунікаційних пристроїв Cisco; дослідити процеси встановлення відповідностей між логічними і фізичними адресами та процеси передачі повідомлень протоколу ARP у побудованій мережі.

Хід роботи:

Завдання 1. У середовищі програмного емулятора/симулятора створити проект локальної комп'ютерної мережі (рис. 24). Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, аналогічну табл. 3.

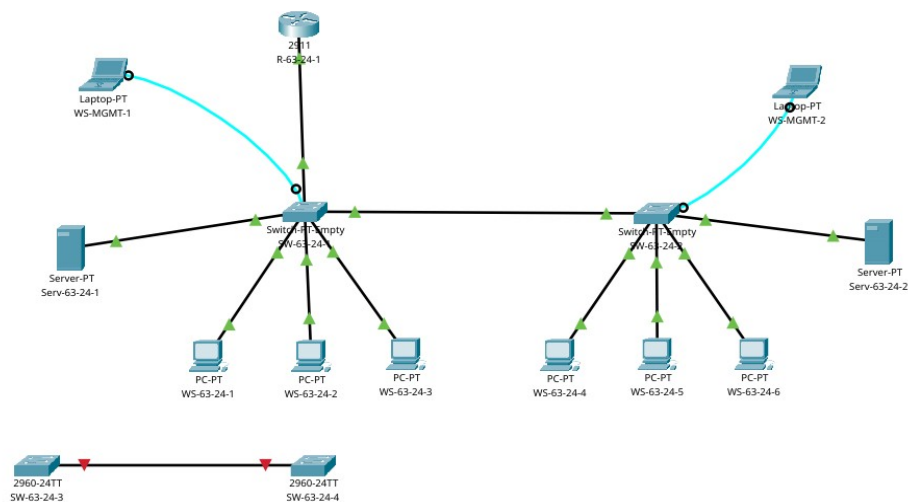


Рис.1. Схема мережі

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Звіт з лабораторної роботи		
Розроб.	Семенчук О.А.						
Перевір.	Хохлов М. О						
Керівник							
Н. контр.							
Затверд.					ФІКТ, гр. ІПЗ-23-1		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	24

Табл. 1. — Описова таблиця локальної комп'ютерної мережі

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-63-24-1	Gig0/0	SW-63-24-1	Fa8/1
Комутатор SW-63-24-1	Fa8/1	R-63-24-1	Gig0/0
	Gig9/1	SW-63-24-2	Gig9/1
	Console	Робоча станція WS-MGMT-1	RS 232
	Fa7/1	Сервер Serv-63-24-1	Fa0
	Fa6/1	Робоча станція WS-63-24-1	Fa0
	Fa5/1	Робоча станція WS-63-24-2	Fa0
	Fa4/1	Робоча станція WS-63-24-3	Fa0
Комутатор SW-63-24-2	Gig9/1	SW-63-24-1	Gig9/1
	Console	Робоча станція WS-MGMT-2	RS 232
	Gig8/1	Сервер Serv-63-24-2	Gig0
	Fa6/1	Робоча станція WS-63-24-4	Fa0
	Fa7/1	Робоча станція WS-63-24-5	Fa0
	Fa5/1	Робоча станція WS-63-24-6	Fa0
Робоча станція WS-MGMT-2	RS 232	SW-63-24-1	Console
Сервер Serv-63-24-2	Fa0		Fa7/1
Робоча станція WS-63-24-1	Fa0		Fa6/1
Робоча станція WS-63-24-2	Fa0		Fa5/1
Робоча станція WS-63-24-3	Fa0		Fa4/1
Робоча станція WS-MGMT-1	RS 232	SW-63-24-2	Console
Сервер Serv-63-24-1	Gig0		Gig8/1
Робоча станція WS-63-24-4	Fa0		Fa6/1
Робоча станція WS-63-24-5	Fa0		Fa7/1
Робоча станція WS-63-24-6	Fa0		Fa5/1

Завдання 2. Розробити схему адресації пристроїв (як кінцевих вузлів, так і комунікаційних пристроїв) мережі. Для цього скористатися даними табл. 5, 6. Під час розрахунку враховувати, що комутатору та інтерфейсу маршрутизатора мережі також виділяється по одній IP-адресі. Результати навести у вигляді таблиці, аналогічної табл. 4.

Табл. 2. — Параметри для розрахунку п. 2

№ варіанта	IP-адреса мережі А	Префікс	IP-адреса шлюзу за замовчуванням/IP-адреса DNS-сервера
1	214.G.N.0	/27	Остання IP-адреса діапазону

Табл. 3. — Дані для визначення параметрів адресації мережі

№ варіанта	IP-адреса альтернативного DNS-сервера 1	IP-адреса альтернативного DNS-сервера 2
24	Securly	Securly

Табл. 4. — Таблиця схеми адресації пристроїв

Мережа/ Пристрій	Інтерфейс/ Мережний адаптер/Шлюз	MAC-адреса	IP-адреса	Маска	Преф ікс
Маршрутиза- тор R-63-24-1	Інтерфейс Gig0/0	00-01-42-86-a9-01	214.63.24.1	255.255.255.224	/27
Комутатор SW-63-24-1	Інтерфейс Vlan 1	00-01-c9-84-9b-94	214.63.24.2	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням				-
	Основний DNS- сервер	-	214.63.24.30	-	-
Комутатор SW-63-24-2	Інтерфейс Vlan 1	00-40-0b-41-99-d5	214.63.24.3	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням				
	Основний DNS- сервер	-	214.63.24.30	-	
Сервер Serv-63-24-1	Мережний адаптер	00-D0-FF-01-C3-73	214.63.24.4	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS- сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Сервер Serv-63-24-2	Мережний адаптер	00-03-E4-71-E6-94	214.63.24.5	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-	-	214.63.24.30	-	-

	сервер				
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-1	Мережний адаптер	00-60-5C-42-D3-B6	214.63.24.6	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-2	Мережний адаптер	00-01-42-80-A5-48	214.63.24.7	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-3	Мережний адаптер	00-90-2B-06-A7-D1	214.63.24.8	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-4	Мережний адаптер	00-0D-BD-C6-89-90	214.63.24.9	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-

	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-5	Мережний адаптер	00-0A-F3-10-63-02	214.63.24.10	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-6	Мережний адаптер	00-0A-41-01-70-E6	214.63.24.11	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-

Завдання 3. Сформувати повідомлення ARP-запити, що надсилаються з робочої станції (табл. 8) до комутатора, маршрутизатора та одного з серверів мережі для формування адресних відповідностей. Сформувати повідомлення ARP-відповіді, що надходять від вузлів-відповідачів. ARP-запити та ARP-відповіді показати як такі, що інкапсульовані у кадри Ethernet. Побудувати ARP-таблицю робочої станції після надходження ARP-відповідей.

Табл. 5. — Параметри для виконання п. 3

№ варіанта	Робоча станція
24	WS-63-24-6

1. ARP запит/відповідь WS-63-24-6 — SW-63-24-2

Табл. 6. — ARP запит WS-63-24-6 — SW-63-24-2

Вузел	MAC-адреса	IP-адреса	IP-адреса (hex)
WS-63-24-6	00-0A-41-01-70-E6	214.63.24.11	D63F180B
SW-63-24-2	00-40-0b-41-99-d5	214.63.24.3	D63F1803

ARP-запит формується за загальною структурою ARP-повідомлення. Оскільки вузол WS-63-24-6 належить мережі Ethernet, у якій застосовується протокол IP версії 4, то всі поля ARP-запиту формуються з урахуванням цих параметрів. Тобто, поле H-Туре дорівнює 0001h, а поле P-Туре – 0800h. Поля HA-Len та PA-Len відповідно дорівнюють 06h та 04h. Оскільки формується ARP-запит, то поле OP-Code дорівнює 0001h. Поля SHA та SPA формуються на основі MAC-адреси 00-0A-41-01-70-E6 і IP-адреси 214.63.24.11 відправника (вузла WS-63-24-6) і відповідно дорівнюють 000A410170E6h та D63F180Bh. В ARP-запиті поле THA за замовчуванням дорівнює 000000000000h, поле TPA формується на основі IP-адреси 214.63.24.3 отримувача (вузла SW-63-24-2) і дорівнює D63F1803.

Побудований ARP-запит має вигляд:

0001080006040001000A410170E6

D63F180B000000000000D63F1803

ARP-відповідь також формується за загальною структурою ARP-повідомлення для мереж Ethernet із застосуванням протоколу IP версії 4. Тобто поле H-Туре дорівнює 0001h, а поле P-Туре – 0800h, поле HA-Len – 06h, поле PA-Len – 04h. Оскільки формується ARP-відповідь, то поле OP-Code дорівнює 0002h. Поля SHA та SPA формуються на основі MAC-адреси 00-03-E4-71-E6-94 і IP-адреси 214.63.24.3 відправника (вузла SW-63-24-2) і відповідно дорівнюють 0003E471E694 h та D63F1803h. Поля THA та TPA формуються на основі MAC-адреси 00-0A-41-01-70-E6 і IP-адреси 214.63.24.11 отримувача (вузла WS-63-24-6) і відповідно дорівнюють 000A410170E6h та D63F180Bh.

Побудована ARP-відповідь має вигляд:

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

00010800060400020003E471E694

D63F1803000000000000D63F180B

Загальна довжина ARP-повідомлення у разі застосування технології Ethernet та протоколу IP версії 4 є фіксованою і становить 28 байтів. Така довжина повідомлення дає змогу для інкапсуляції застосовувати Ethernet-кадри мінімальної довжини (64 байти), у яких поле даних (Data) дорівнює 46 байтів. Таке поєднання призводить до необхідності доповнення ARP-повідомлення до 46 байтів заповнювачем – довільною послідовністю довжиною 18 байтів. Як правило, поле заповнювача (Padding) – це послідовність із байтів зі значенням 00h.

ARP-запит інкапсулюється у широкомовний кадр відповідної технології. Для побудованого ARP-запиту вузла А поля заголовка Ethernet-кадру DA-MAC, SA-MAC, Type/Length містять значення відповідно FFFFFFFFh, 000A410170E6h та 0806h.

ARP-відповідь інкапсулюється в унікальний кадр відповідної технології. Для побудованої ARP-відповіді вузла В поля заголовка Ethernet-кадру DA-MAC, SA-MAC, Type/Length містять значення відповідно 000A410170E6h, 0003E471E694h та 0806h.

Результуючий Ethernet-кадр з інкапсульованим ARP-запитом має вигляд

FFFFFFFFFFFF000A410170E60806

0001080006040001000A410170E6

D63F180B000000000000D63F1803

00000000000000000000000000000000

XXXXXXXX

Результуючий Ethernet-кадр з інкапсульованою ARP-відповіддю має вигляд

000A410170E6 0003E471E6940806

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

00010800060400020003E471E694

D63F1803000000000000D63F180B

000000000000000000000000000000000000

XXXXXXXXXX

Для побудованих Ethernet-кадрів контрольні суми (поле FCS) не розраховувалися, замість них записана умовна 4-байтова послідовність XXXXXXXX. У реальному житті контрольні суми розраховуються для всіх полів кадру (крім FCS) за алгоритмом CRC-32 як у разі надсилання кадру в мережу, так і отримання кадру з мережі.

2. ARP запит/відповідь WS-63-24-6 — R-63-24-1

Табл. 7. — ARP запит WS-63-24-6 — R-63-24-1

Вузел	MAC-адреса	IP-адреса	IP-адреса (hex)
WS-63-24-6	00-0A-41-01-70-E6	214.63.24.11	D63F180B
R-63-24-1	00-01-42-86-a9-01	214.63.24.1	D63F18001

ARP-запит:

H-Type: 0001h

P-Type: 0800h

HA-Len: 06h

PA-Len: 04h

OP-Code: 0001h

SHA (MAC-адреса відправника): 000A410170E6

SPA (IP-адреса відправника): D63F180B

THA: 000000000000h

TPA (IP-адреса отримувача): D63F18001

Результуючий Ethernet-кадр з інкапсульованим ARP- запитом має вигляд:

FFFFFFFFFFFF000A410170E60806

0001080006040001000A410170E6

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

D63F180B000000000000D63F18001

000000000000000000000000000000000000

XXXXXXXXXX

ARP-відповідь:

H-Type: 0001h

P-Type: 0800h

HA-Len: 06h

PA-Len: 04h

OP-Code: 0002h

SHA (MAC-адреса відправника): 00014286a901

SPA (IP-адреса відправника): D63F180B

THA: 000000000000h

TPA (IP-адреса отримувача): D63F18001

Результуючий Ethernet-кадр з інкапсульованою ARP-відповіддю має вигляд:

FFFFFFFFFFFF00014286a9010806

000108000604000100014286a901

D63F18001000000000000D63F180B

000000000000000000000000000000000000

XXXXXXXXXX

3. ARP запит/відповідь WS-63-24-6 — WS-63-24-1

Табл. 8. — ARP запит WS-63-24-6 — WS-63-24-1

Вузел	MAC-адреса	IP-адреса	IP-адреса (hex)
WS-63-24-6	00-0A-41-01-70-E6	214.63.24.11	D63F180B
WS-63-24-1	00-60-5C-42-D3-B6	214.63.24.6	D63F1806

ARP-запит:

H-Type: 0001h

P-Type: 0800h

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		


```

SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-1(config)#interface vlan 1
SW-63-24-1(config-if)#ip address 214.63.24.2 255.255.255.224
SW-63-24-1(config-if)#no shutdown

SW-63-24-1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to up

SW-63-24-1(config-if)#exit
SW-63-24-1(config)#ip default-gateway 214.63.24.30
SW-63-24-1(config)#ip name-server 214.63.24.30
SW-63-24-1(config)#no ip domain-lookup
SW-63-24-1(config)#

```

Рис. 4. Налаштування параметрів IP-адресації SW-63-24-1

```

SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-1(config)#interface vlan 1
SW-63-24-1(config-if)#ip address 214.63.24.2 255.255.255.224
SW-63-24-1(config-if)#no shutdown

SW-63-24-1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to up

SW-63-24-1(config-if)#exit
SW-63-24-1(config)#ip default-gateway 214.63.24.30
SW-63-24-1(config)#ip name-server 214.63.24.30
SW-63-24-1(config)#no ip domain-lookup
SW-63-24-1(config)#

```

Рис. 5. Налаштування параметрів IP-адресації SW-63-24-2

Завдання 5. Провести налаштування тайм-ауту утримання ARP-записів в ARP-таблицях пристроїв мережі. Для вибору значення тайм-ауту скористатися даними табл. 9 (необов'язково).

Табл. 9. — Параметри для виконання п. 5

№ варіанта	Тайм-аут, хв
24	3

```

SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-1(config)#interface vlan1
SW-63-24-1(config-if)#arp timeout 180
SW-63-24-1(config-if)#exit
SW-63-24-1(config)#exit
SW-63-24-1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

SW-63-24-1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
SW-63-24-1#

```

Рис. 6. Налаштування тайм-ауту утримання ARP-записів SW-63-24-1

```

SW-63-24-2>enable
SW-63-24-2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-2(config)#interface vlan 1
SW-63-24-2(config-if)#arp timeout 180
SW-63-24-2(config-if)#exit
SW-63-24-2(config)#exit
SW-63-24-2#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

SW-63-24-2#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
SW-63-24-2#

```

Рис. 7. Налаштування тайм-ауту утримання ARP-записів SW-63-24-2

```

R-63-24-1>enable
R-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R-63-24-1(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R-63-24-1(config-if)#arp timeout 180
R-63-24-1(config-if)#exit
R-63-24-1(config)#exit
R-63-24-1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

R-63-24-1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
R-63-24-1#

```

Рис. 8. Налаштування тайм-ауту утримання ARP-записів R-63-24-1

Завдання 6. Перевірити можливість інформаційного обміну між робочою станцією (табл. 8) та рештою робочих станцій та комунікаційних пристроїв мережі за допомогою команд ping та arping (за можливості).

```

C:\>arping
Invalid Command.

C:\>

```

Рис. 9. Команда arping недоступна

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

```

C:\>ping 214.63.24.1

Pinging 214.63.24.1 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 214.63.24.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 214.63.24.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 214.63.24.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 214.63.24.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 214.63.24.2

Pinging 214.63.24.2 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.2: bytes=32 time=13ms TTL=255
Reply from 214.63.24.2: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 214.63.24.2: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 214.63.24.2: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 214.63.24.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 13ms, Average = 3ms

C:\>ping 214.63.24.3

Pinging 214.63.24.3 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.3: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 214.63.24.3: bytes=32 time=7ms TTL=255
Reply from 214.63.24.3: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 214.63.24.3: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 214.63.24.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 7ms, Average = 1ms

```

Рис. 10. Перевірка можливості інформаційного обміну між робочою станцією WS-63-24-6 та рештою робочих станцій (Частина 1)

```

Ping statistics for 214.63.24.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 8ms, Average = 2ms

C:\>ping 214.63.24.5

Pinging 214.63.24.5 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.5: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 214.63.24.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

```

Рис. 11. Перевірка можливості інформаційного обміну між робочою станцією WS-63-24-6 та рештою робочих станцій (Частина 2)

```

C:\>ping 214.63.24.6

Pinging 214.63.24.6 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.6: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.6: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.6: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.6: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 214.63.24.6:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 214.63.24.7

Pinging 214.63.24.7 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.7: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 214.63.24.7:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 214.63.24.8

Pinging 214.63.24.8 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.8: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.8: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.8: bytes=32 time=8ms TTL=128
Reply from 214.63.24.8: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 214.63.24.8:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 8ms, Average = 2ms

C:\>ping 214.63.24.9

Pinging 214.63.24.9 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.9: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 214.63.24.9: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.9: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.9: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 214.63.24.9:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 7ms, Average = 1ms

```

Рис. 12. Перевірка можливість інформаційного обміну між робочою станцією WS-63-24-6 та рештою робочих станцій (Частина 3)

```

C:\>ping 214.63.24.10

Pinging 214.63.24.10 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 214.63.24.10: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 214.63.24.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 214.63.24.11

Pinging 214.63.24.11 with 32 bytes of data:

Reply from 214.63.24.11: bytes=32 time=20ms TTL=128
Reply from 214.63.24.11: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from 214.63.24.11: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from 214.63.24.11: bytes=32 time=5ms TTL=128

Ping statistics for 214.63.24.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 5ms, Maximum = 20ms, Average = 8ms

```

Рис. 13. Перевірка можливість інформаційного обміну між робочою станцією WS-63-24-6 та рештою робочих станцій (Частина 4)

Завдання 7. Вивести ARP-таблицю робочої станції (табл. 8) та порівняти її з отриманою у п. 3. Вивести ARP-таблиці решти пристроїв мережі.

У ARP- таблиці вузла WS-63-24-6 є 10 записів, оскільки це всі адреси, до яких здійснювався запит. У моїй таблиці наведено лише 3 записи.

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

Internet Address	Physical Address	Type
214.63.24.1	0001.4286.a901	dynamic
214.63.24.2	0001.c984.9b94	dynamic
214.63.24.3	0040.0b41.99d5	dynamic
214.63.24.4	00d0.ffa1.c373	dynamic
214.63.24.5	0003.e471.e694	dynamic
214.63.24.6	0060.5c42.d3b6	dynamic
214.63.24.7	0001.4280.a548	dynamic
214.63.24.8	0090.2b06.a7d1	dynamic
214.63.24.9	000d.bdc6.8990	dynamic
214.63.24.10	000a.f310.6302	dynamic

Рис. 14. ARP таблиця WS-63-24-6

```
R-63-24-1>show arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	214.63.24.1	-	0001.4286.A901	ARPA	GigabitEthernet0/0

Рис. 15. ARP таблиця R-63-24-1

```
SW-63-24-1>show arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	214.63.24.2	-	0001.C984.9B94	ARPA	Vlan1

Рис. 16. ARP таблиця SW-63-24-1

```
SW-63-24-2>show arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	214.63.24.3	-	0040.0B41.99D5	ARPA	Vlan1

Рис. 17. ARP таблиця SW-63-24-2

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

Internet Address	Physical Address	Type
214.63.24.11	000a.4101.70e6	dynamic

Рис. 18. ARP таблиця Serv-63-24-1

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

Internet Address	Physical Address	Type
214.63.24.6	0060.5c42.d3b6	dynamic
214.63.24.11	000a.4101.70e6	dynamic

Рис. 19. ARP таблиця Serv-63-24-1

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

Internet Address	Physical Address	Type
214.63.24.5	0003.e471.e694	dynamic
214.63.24.8	0090.2b06.a7d1	dynamic
214.63.24.11	000a.4101.70e6	dynamic

Рис. 20. ARP таблиця WS-63-24-1


```
C:\>arp -a
Internet Address      Physical Address      Type
214.63.24.11         000a.4101.70e6       dynamic
```

Рис. 21. ARP таблиця WS-63-24-2

```
C:\>arp -a
Internet Address      Physical Address      Type
214.63.24.6          0060.5c42.d3b6       dynamic
214.63.24.11         000a.4101.70e6       dynamic
```

Рис. 22. ARP таблиця WS-63-24-3

```
C:\>arp -a
Internet Address      Physical Address      Type
214.63.24.11         000a.4101.70e6       dynamic
```

Рис. 23. ARP таблиця WS-63-24-4

```
C:\>arp -a
Internet Address      Physical Address      Type
214.63.24.11         000a.4101.70e6       dynamic
```

Рис. 24. ARP таблиця WS-63-24-5

Завдання 8. Очистити ARP-таблиці всіх вузлів мережі. На робочій станції (табл. 8) запустити програмний аналізатор трафіка, здійснити інформаційний обмін та провести перехоплення ARP-повідомлень, що передаються між цією станцією і рештою пристроїв мережі під час обміну.

```
R-63-24-1#clear arp
R-63-24-1#show arp
Protocol Address      Age (min)  Hardware Addr  Type  Interface
Internet 214.63.24.1 - 0001.4286.A901 ARPA  GigabitEthernet0/0
```

Рис. 25. Очищення ARP таблиці R-63-24-1

```
SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#clear arp
SW-63-24-1#show arp
Protocol Address      Age (min)  Hardware Addr  Type  Interface
Internet 214.63.24.2 - 0001.C984.9B94 ARPA  Vlan1
SW-63-24-1#
```

Рис. 26. Очищення ARP таблиці SW-63-24-1

```
SW-63-24-2>enable
SW-63-24-2#clear arp
SW-63-24-2#show arp
Protocol Address      Age (min)  Hardware Addr  Type  Interface
Internet 214.63.24.3 - 0040.0B41.99D5 ARPA  Vlan1
```

Рис. 27. Очищення ARP таблиці SW-63-24-2

```
C:\>arp -d
C:\>arp -a
No ARP Entries Found
C:\>
```

Рис. 28. Очищення ARP таблиці WS-63-24-6, очищення таблиці для всіх інших кінцевих вузлів є аналогічним.

```
C:\>ping 214.63.24.6

Pinging 214.63.24.6 with 32 bytes of data:
```

Рис. 29. Виконана команда для інформаційного обміну WS-63-24-6 — WS-63-24-1

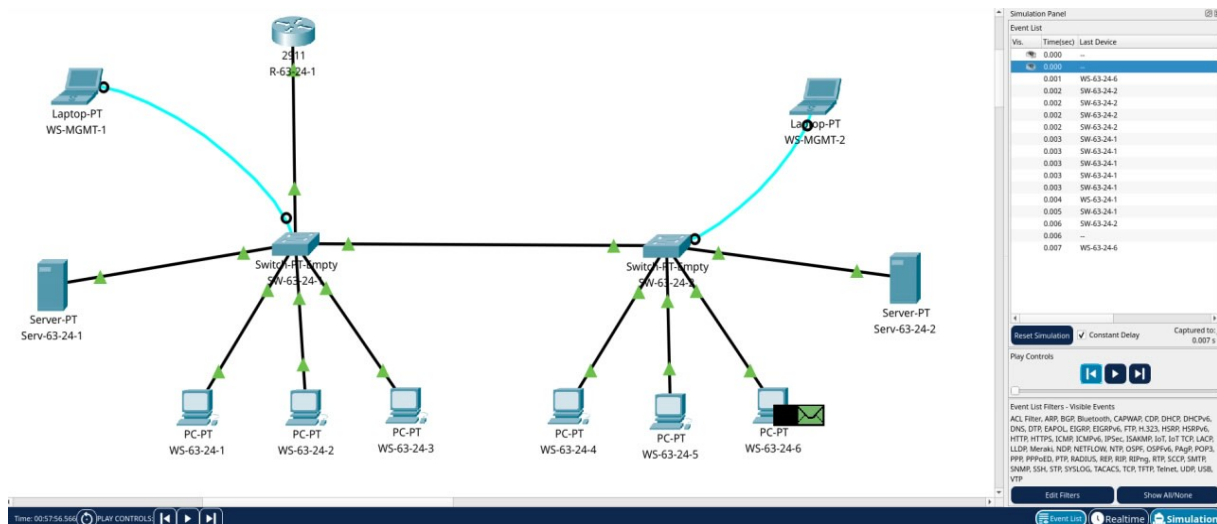


Рис. 30. Пакунок з'явився WS-63-24-6

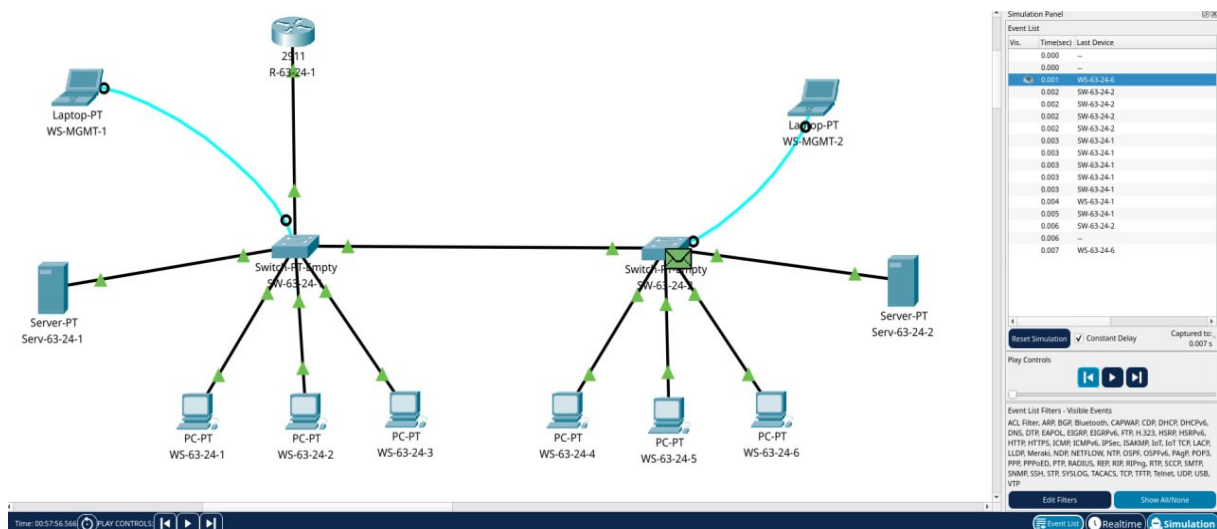


Рис. 31. Пакунок потрапив до комутатора SW-63-24-2

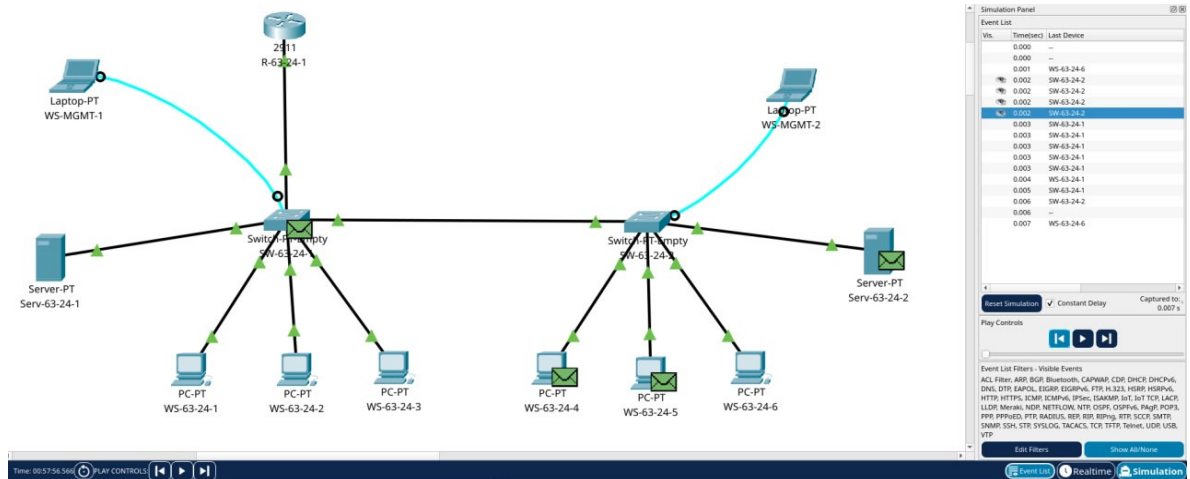


Рис. 32. Комутатор SW-63-24-2 розіслав пакунки по всім своїм інтерфейсам

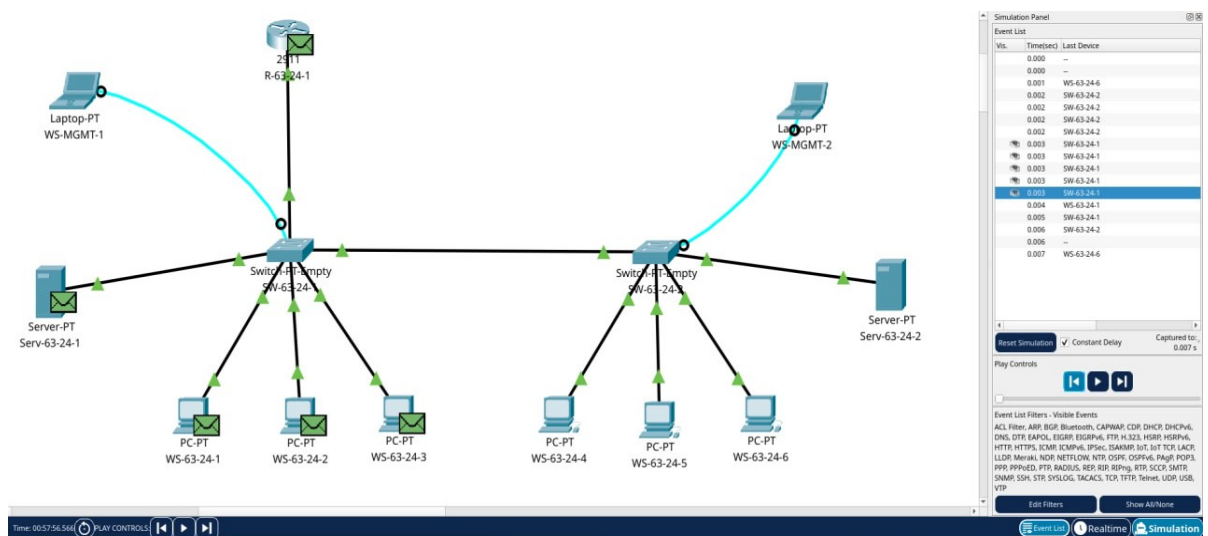


Рис. 33. Комутатор SW-63-24-1 розіслав пакунки по всім своїм інтерфейсам

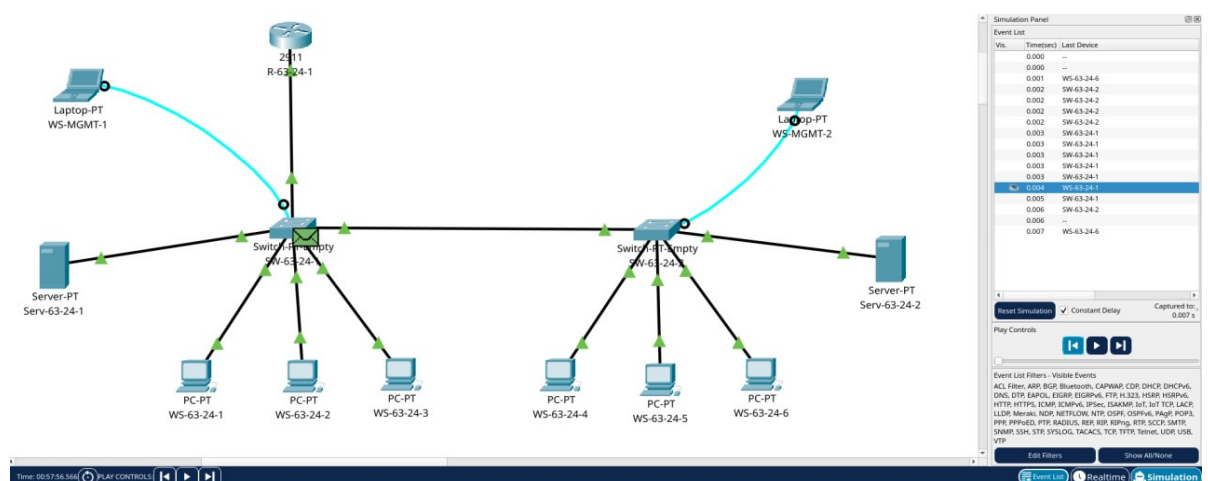


Рис. 34. Робоча станція WS-63-24-1 дала відповідь

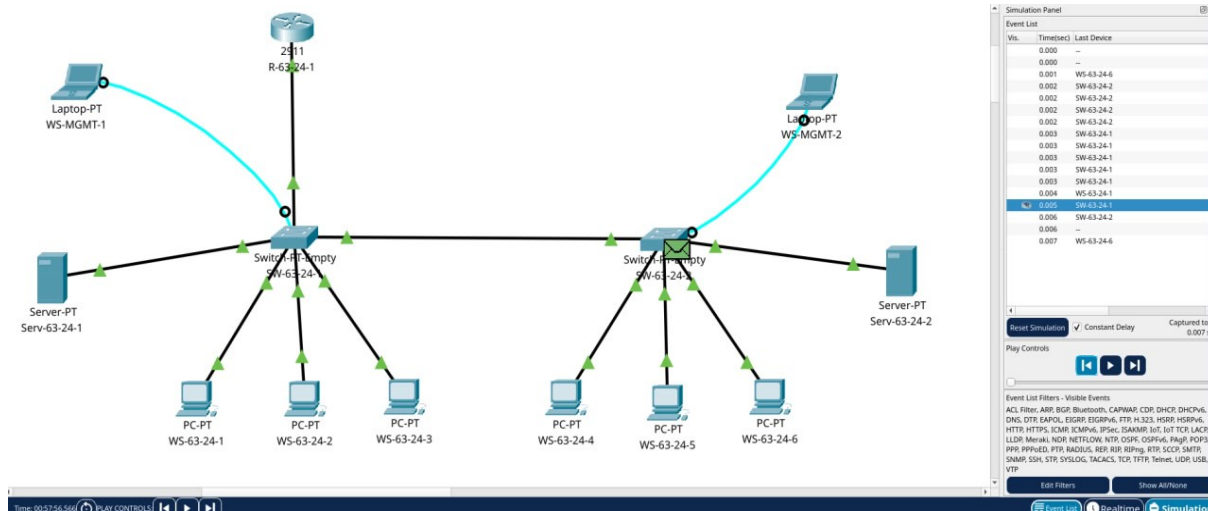


Рис. 35. Пакунок дійшов до комутатора SW-63-24-2

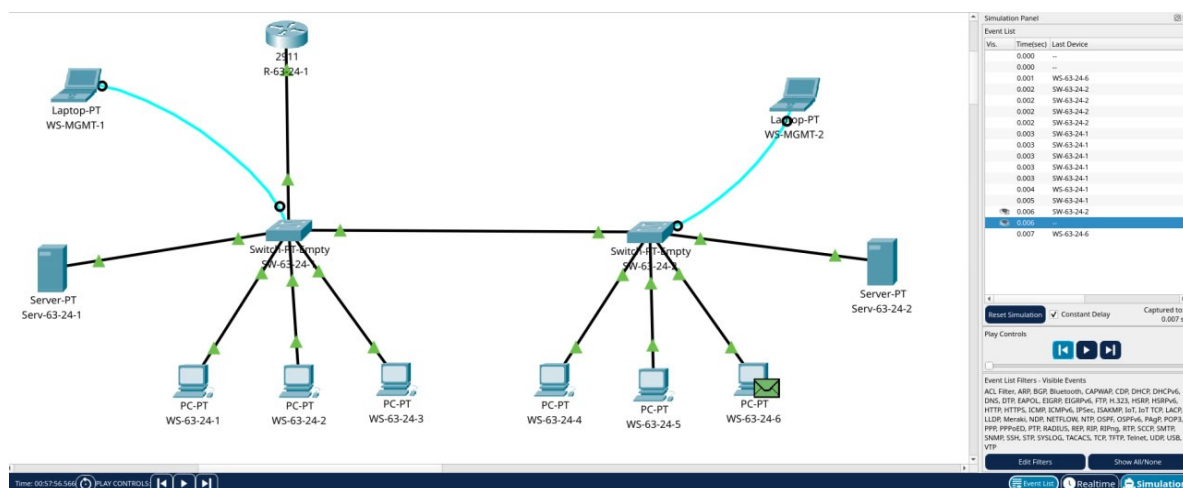


Рис. 36. Пакунок повернувся до робочої станції SW-63-24-6

Завдання 9. Дослідити перехоплені програмним аналізатором трафіка ARP-повідомлення та порівняти їх із сформованими у п. 3.

Перехоплені ARP-повідомлення, отримані за допомогою програмного аналізатора трафіка, за своєю структурою дуже схожі на ті теоретичні, що були сформовані у п. 3.

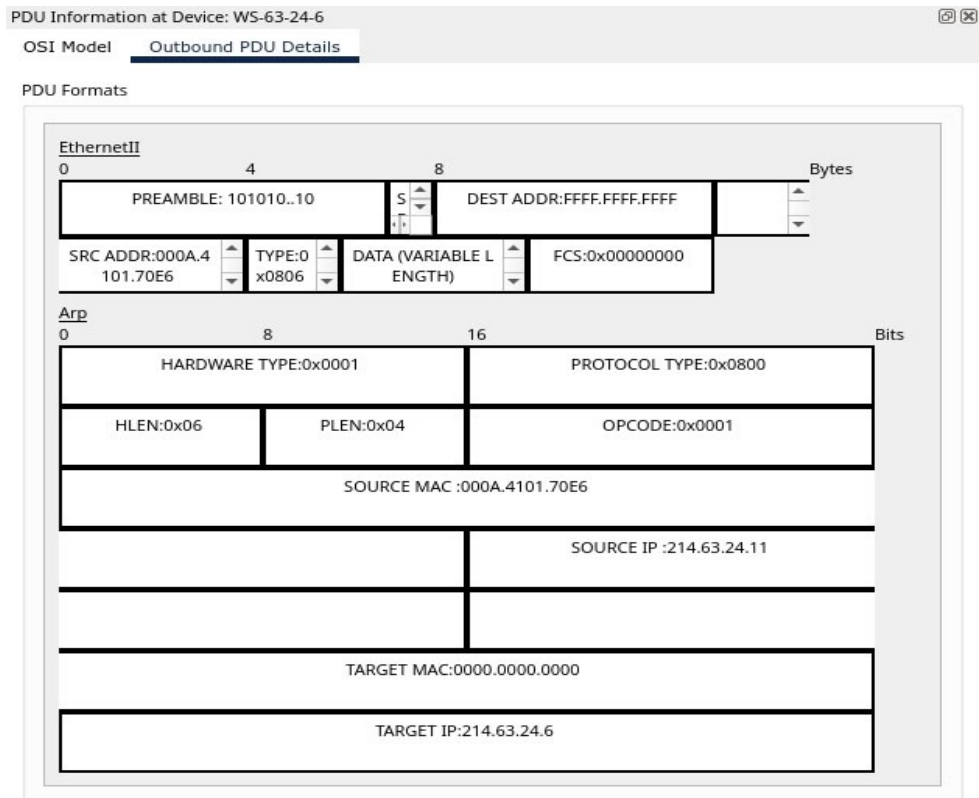


Рис. 36. Запит WS-63-24-6 — WS-63-24-1

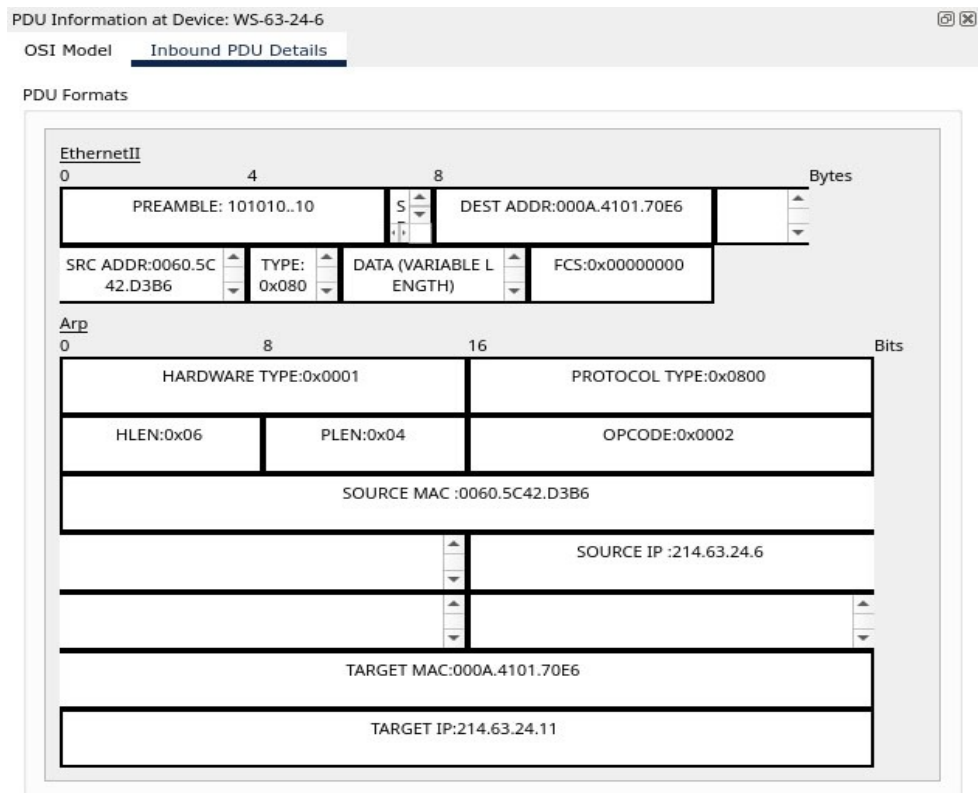


Рис. 37. Відповідь WS-63-24-1 — WS-63-24-6

Завдання 10. Очистити ARP-таблиці всіх робочих станцій та комунікаційних пристроїв мережі. Внести статичні ARP-записи у ARP-таблиці серверів мережі та комунікаційних пристроїв мережі.

```
C:\>arp -d
C:\>arp -a
No ARP Entries Found
```

Рис. 38. Очищення ARP таблиці WS-63-24-6, очищення таблиці для всіх інших кінцевих вузлів є аналогічним.

```
R-63-24-1>enable
R-63-24-1#clear arp
R-63-24-1#show arp
Protocol Address Age (min) Hardware Addr Type Interface
Internet 214.63.24.1 - 0001.4286.A901 ARPA GigabitEthernet0/0
```

Рис. 39. Очищення ARP таблиці R-63-24-1

```
SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#clear arp
SW-63-24-1#show arp
Protocol Address Age (min) Hardware Addr Type Interface
Internet 214.63.24.2 - 0001.C984.9B94 ARPA Vlan1
```

Рис. 40. Очищення ARP таблиці SW-63-24-1

```
SW-63-24-2>enable
SW-63-24-2#clear arp
SW-63-24-2#show arp
Protocol Address Age (min) Hardware Addr Type Interface
Internet 214.63.24.3 - 0040.0B41.99D5 ARPA Vlan1
```

Рис. 41. Очищення ARP таблиці SW-63-24-2

```
C:\>arp -s
Invalid Command.

C:\>arp
Cisco Packet Tracer PC ARP
Display ARP entries: arp -a
Clear ARP table: arp -d
```

Рис. 42. Команда arp -s відсутня на серверах

```
R-63-24-1>enable
R-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R-63-24-1(config)#arp 214.63.24.11 000A.4101.70E6 arpa gigabitEthernet 0/0
^
% Invalid input detected at '^' marker.
```

Рис. 43. Невдається додати статичний запис для R-63-24-1

```
SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-1(config)#arp 214.63.24.11 000A.4101.70E6 arpa vlan1
^
% Invalid input detected at '^' marker.
```

Рис. 44. Невдається додати статичний запис для SW-63-24-1

```
SW-63-24-2>enable
SW-63-24-2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-2(config)#arp 214.63.24.11 000A.4101.70E6 arpa vlan1
^
% Invalid input detected at '^' marker.
```

Рис. 45. Невдається додати статичний запис для SW-63-24-2

Завдання 11. На робочій станції (табл. 8) повторно запустити програмний аналізатор трафіка, здійснити інформаційний обмін та дослідити процес функціонування засобів протоколу ARP на робочій станції за умови застосування статичних ARP-записів.

Додати статичні ARP-записи не вдалося через відсутність команд у Packet Tracer, тому дослідження ARP із статичними записами провести не вдалося.

Завдання 11. Для заданої IP-адреси версії 4 (табл. 10) визначити MAC-адресу групової розсилки. За можливості визначити, повідомлення якого протоколу передається за допомогою даної адреси.

Табл. 10. — Параметри для розрахунку п. 12

№ варіанта	IP-адреса
24	224.0.0.22

Для розв'язання даного прикладу переводимо задану IP-адресу 224.0.0.22 з десяткової у двійкову систему числення:

11000000.00000000.00000000.00010110

Для формування ідентифікатора групи використовуються 23 молодших біти вихідної IP-адреси. У даному випадку це біти:

00000000.00000000.00010110

Додаємо до цієї послідовності ліворуч старший 24-й біт зі значенням 0.
Отримаємо бітову послідовність:

000000000.00000000.00010110

У шістнадцятковому вигляді як частина MAC-адреси ця бітова послідовність записується так:

00-00-16

Результуюча групова MAC-адреса має вигляд:

01-00-5E-00-00-16

Табл. 11. — Зарезервована групова IP-адреса 224.0.0.22

Групова адреса	Призначення/Протокол
224.0.0.22	Протокол IGMP v3 (Internet Group Management Protocol)

Висновок: У ході дослідження було детально розглянуто принципи встановлення відповідностей між логічними та фізичними адресами в IP-мережах, а також особливості функціонування протоколу ARP. Отримано практичні навички побудови локальної мережі на основі комутатора Ethernet, проведено моніторинг і діагностику процесів адресного відображення. Результати роботи дозволили глибше зрозуміти механізми адресації в IP-мережах і значення протоколу ARP у забезпеченні ефективної взаємодії мережевих вузлів.