

Комп'ютерний практикум № 6

Динамічна маршрутизація на протоколах RIP і OSPF

Маршрутизація – процес визначення в мережі найкращого шляху, по якому пакет може досягти адресата. Динамічна маршрутизація може бути здійснена з використанням одного і більше протоколів (RIP v2, OSPF та ін.).

Динамічна маршрутизація - вид маршрутизації, при якому таблиця маршрутизації заповнюється і оновлюється автоматично за допомогою одного або декількох протоколів маршрутизації (RIP, OSPF, EIGRP, BGP). Кожен протокол маршрутизації використовує свою систему оцінки маршрутів (метрику). Маршрут до мереж призначення будується на основі таких критеріїв:

- кількість ретрансляційних переходів;
- пропускна здатність каналу зв'язку;
- затримки передачі даних та ін.

Маршрутизатори обмінюються один з одним інформацією про маршрути за допомогою службових пакетів по протоколу UDP. Такий обмін інформацією збільшує наявність додаткового трафіку в мережі і навантаження на цю мережу. Можлива також ситуація, при якій таблиці маршрутизації на роутерах не встигають узгоджуватися між собою, що може спричинити появу помилкових маршрутів і втрату даних.

Протоколи маршрутизації діляться на три типи:

- дистанційно векторні протоколи (RIP);
- протоколи з відстеженням стану каналів (OSPF);
- змішані протоколи (EIGRP) та ін.

Протокол RIP

RIP - протокол дистанційно-векторної маршрутизації, який використовує для знаходження оптимального шляху алгоритм Беллмана-Форда. Алгоритм маршрутизації RIP - один з найбільш простих протоколів маршрутизації. Кожні 30 секунд він передає в мережу свою таблицю маршрутизації. Основна відмінність протоколів в тому, що RIPv2 (на відміну від RIPv1) може працювати по мультикасту, тобто розсилаючи на мультикаст адреси. Максимальна кількість "хопів" (кроків до місця призначення), розміщених в RIP1, дорівнює 15 (метрика 15). Обмеження в 15 хопів не дає

застосувати RIP у великих мережах, тому протокол найбільш поширений в невеликих комп'ютерних мережах. Друга версія протоколу - протокол RIP2 було розроблено в 1994 році і є покращеною версією першого. У цьому протоколі підвищена безпека за рахунок введення додаткової маршрутної інформації. Принцип дистанційно-векторного протоколу: кожен маршрутизатор, який використовує протокол RIP періодично ширококомовно розсилає своїм сусідам спеціальний пакет-вектор, що містить відстані (вимірюються в метриці) від даного маршрутизатора до всіх відомих йому мереж. Маршрутизатор який отримав такий вектор, нарощує компоненти вектора на величину відстані від себе до даного сусіда і доповнює вектор інформацією про відомих безпосередньо йому самому мережах або мережах, про які йому повідомили інші маршрутизатори. Додатковий вектор маршрутизатор розсилає всім своїм сусідам. Маршрутизатор обирає з декількох альтернативних маршрутів маршрут з найменшим значенням метрики, а маршрутизатор, який передав інформацію по такому маршруту позначається як наступний (next hop). Протокол непридатний для роботи в великих мережах, так як засмічує мережу інтенсивним трафіком, а вузли мережі оперують тільки векторами-відстаней, не маючи точної інформації про стан каналів і топології мережі. Сьогодні навіть в невеликих мережах протокол витісняється переважаючими його по можливостях протоколами EIGRP и OSPF.

Хід роботи

Завдання №1

Налаштування протоколу RIP версії 2 для мережі з 6 пристроїв

Наша задача – налаштувати маршрутизацію на схемі, що представлена на рис. 6.1.

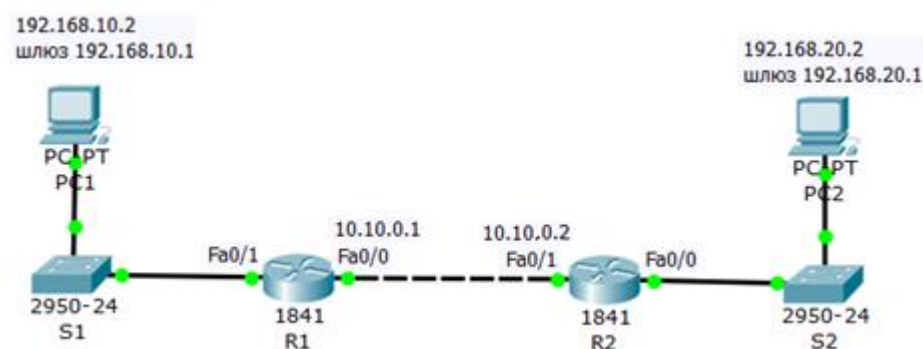
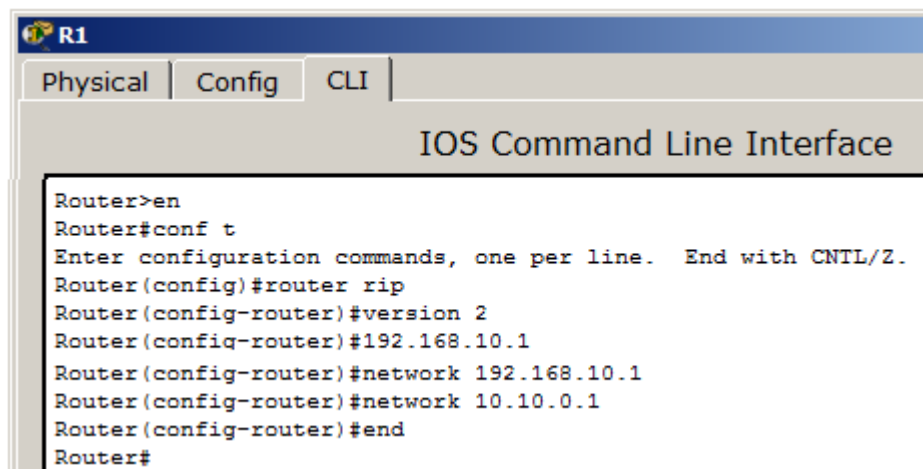


Рис. 6.1. Схема мережі

Примітка: при налаштуванні мережі не забувайте включати порти.

Налаштування протоколу RIP на маршрутизаторі R1

Увійдіть в конфігурації у консолі роутера і виконайте наступні налаштування(рис. 6.2).



```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router rip
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#network 192.168.10.1
Router(config-router)#network 10.10.0.1
Router(config-router)#end
Router#
```

Рис. 6.2. Налаштування протоколу RIPv2 на маршрутизаторі Router1

Примітка:

Router(config)#router rip (Вхід в режим конфігурування протоколу RIP).

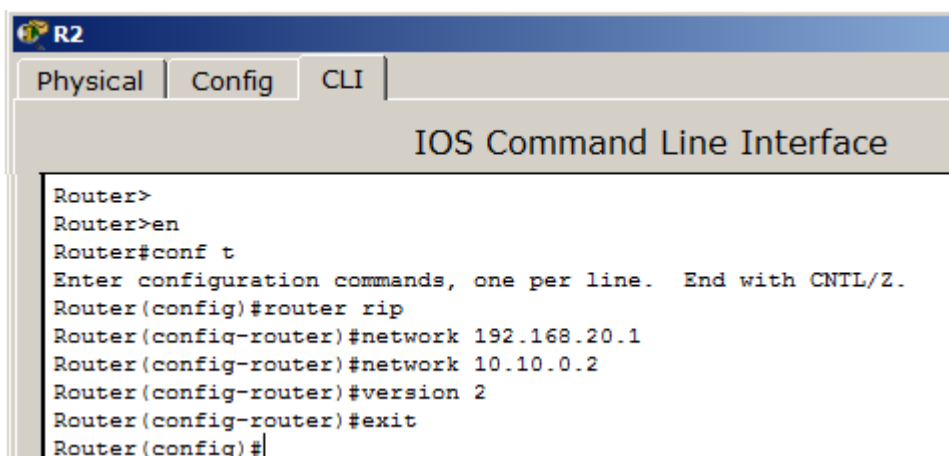
Router(config-router)#network 192.168.10.1(Підключення клієнтської мережі до роутера за сторони комутатора S1).

Router(config-router)#network 192.168.20.1 (Підключення другої мережі, тобто мережі між роутерами).

Router(config-router)#version 2 (Задання використання другої версії протоколу RIP).

Налаштування протоколу RIP на маршрутизаторі R2

Увійдіть в конфігурації роутера 2 і виконайте наступні налаштування (рис. 6.3).



```
Router>
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.168.20.1
Router(config-router)#network 10.10.0.2
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#exit
Router(config)#
```

Рис. 6.3. Налаштування протоколу RIPv2 на маршрутизаторі R2

Перевіряємо налаштування комутаторів і протоколу RIP

Переглянемо налаштування протоколу RIPv2 на маршрутизаторах R1 і R2(рис. 6.4).

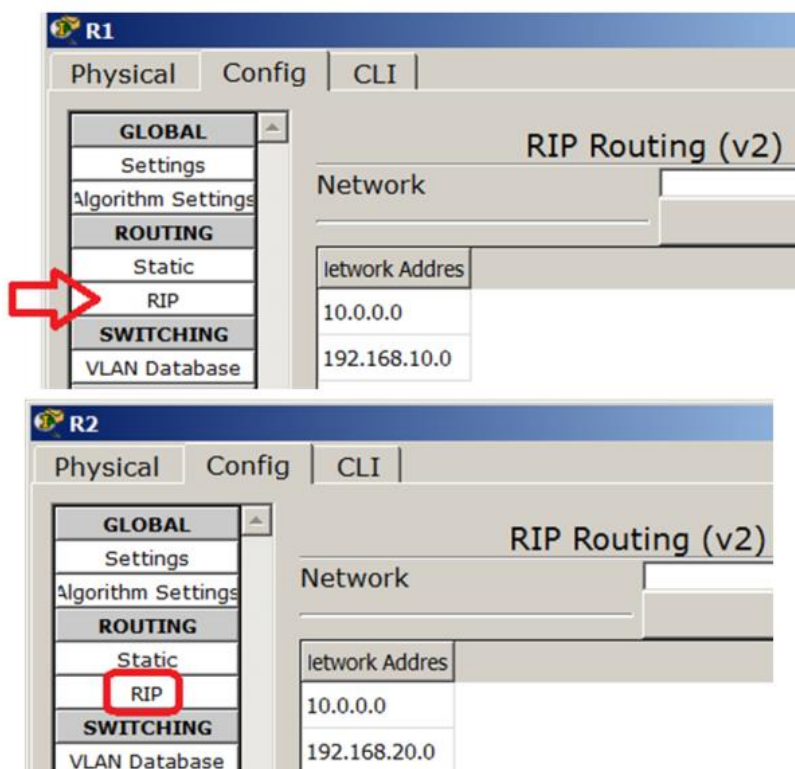


Рис. 6.4. Налаштування маршрутизаторів R1 і R2

Щоб переконатися у тому, що маршрутизатори дійсно правильно сконфігуровані і працюють коректно, перегляньте таблицю RIP роутерів, використовуючи команду: **Router#show ip route rip** (рис. 6.5 і рис. 6.6).



Рис. 6.5. Таблиця маршрутизації R1

Дана таблиця показує, що до мережі 192.168.10.0 є тільки один маршрут: через R1(мережа 10.10.0.1).

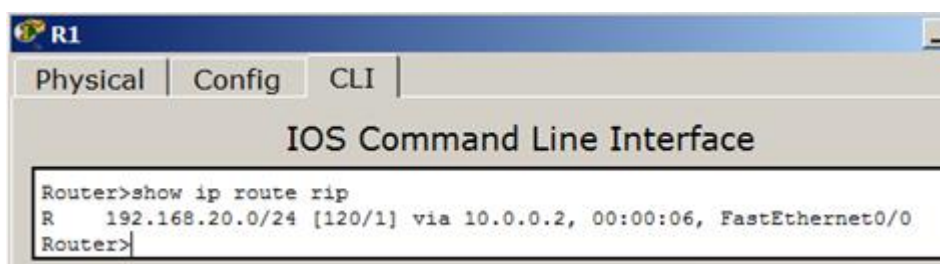


Рис. 6.6. Таблиці маршрутизації R2

Дана таблиця показує, що до мережі 192.168.20.0 є тільки один маршрут: через R2 (мережа 10.10.0.2).

Перевірка зв'язку між PC1 і PC2

Перевіримо, що маршрутизація виконується правильно (рис. 6.7).

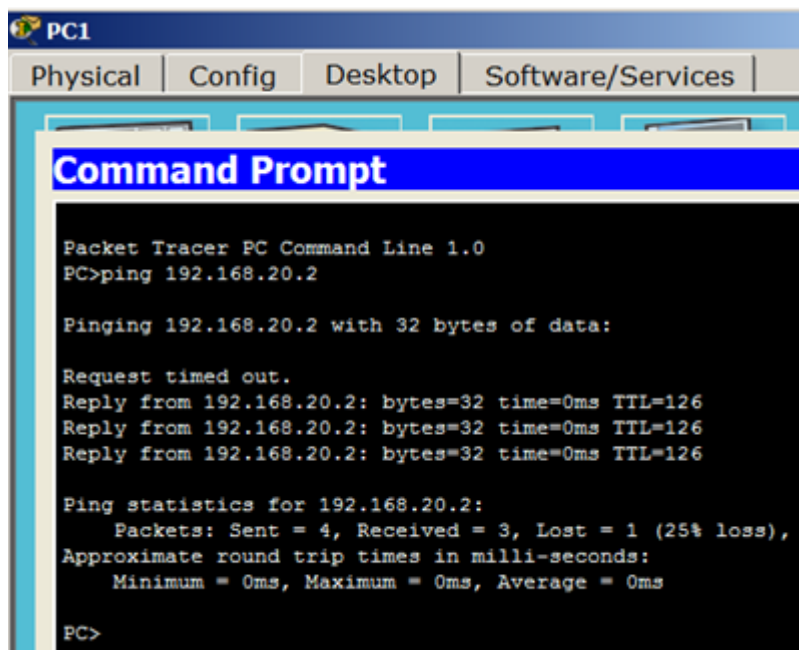


Рис. 6.7. Пінг з PC1 на PC2

Робоча мережа даного прикладу представлена  файлом [task-8-1.pkt](#).

Протокол OSPF

Алгоритм роботи протоколу динамічної маршрутизації OSPF заснований на використанні усіма маршрутизаторами єдиної бази даних, яка описує, з якими мережами пов'язаний кожен маршрутизатор. Описуючи кожен зв'язок, маршрутизатори пов'язують з нею метрику - значення, що характеризує "якість" каналу зв'язку. Це дозволяє маршрутизаторам OSPF (на відміну від RIP, де всі канали рівнозначні) враховувати реальну пропускну здатність каналу і виявляти найкращі маршрути. Важливою особливістю протоколу OSPF є те, що використовується групова, а не широкомовна розсилка (як в RIP), тобто, навантаження каналів менше.

OSPF (*Open Shortest Path First*) - протокол динамічної маршрутизації, заснований на технології відстеження стану каналу link-state (LSA). Заснований на алгоритмі для пошуку найкоротшого шляху. Відстеження стану каналу вимагає відправки ого-

лошень про стан каналу (LSA) на активні інтерфейси всіх доступних маршрутизаторів зони. У цих оголошеннях міститься опис усіх каналів маршрутизатора і вартість кожного каналу. LSA повідомлення відправляються, тільки якщо відбулися які-небудь зміни в мережі, але раз в 30 хвилин LSA повідомлення відправляються в примусовому порядку. Протокол реалізує поділ автономної системи на зони (areas). Використання зон дозволяє знизити навантаження на мережу і процесори маршрутизаторів і зменшити розмір таблиць маршрутизації.

Опис роботи протоколу: усі маршрутизатори обмінюються спеціальними Hello-пакетами через всі інтерфейси, на яких активований протокол OSPF. Таким чином, визначаються маршрутизатори-сусіди, що розділяють загальний канал передачі даних. Надалі hello-пакети надсилаються з інтервалом раз в 30 секунд. Маршрутизатори намагаються перейти в стан сусідства зі своїми сусідами. Перехід в даний стан визначається типом маршрутизаторів і типом мережі, по якій відбувається обмін hello-пакетами, за зонною ознакою. Пара маршрутизаторів в стані сусідства синхронізує між собою базу даних стану каналів. Кожен маршрутизатор посилає оголошення про стан каналу своїм сусідам, а кожен який отримав таке оголошення записує інформацію в базу даних стану каналів і розсилає копію оголошення іншим своїм сусідам. При розсилці оголошень по зоні, всі маршрутизатори будують ідентичну базу даних стану каналів. Кожен маршрутизатор використовує алгоритм SPF для обчислення графа (дерева найкоротшого шляху) без петель. Кожен маршрутизатор будує власну маршрутизацію, ґрунтуючись на побудованому дереві найкоротшого шляху.

Пряма і зворотна маска

В обладнанні Cisco іноді доводиться використовувати зворотний маску, тобто не звичну 255.255.255.0 (Subnet mask - пряма маска), а 0.0.0.255 (Wildcard mask - зворотна маска). Зворотна маска використовується в листах допуску (access list) і при описі мереж в протоколі OSPF. Пряма маска використовується у всіх інших випадках. Відмінність масок полягає також в тому, що пряма маска оперує мережами, а зворотна - хостами. За допомогою зворотної маски можна, наприклад, виділити в усіх підмережах хости з конкретною адресою і дозволити їм доступ в Інтернет. Так, як най-

частіше за все в локальних мережах використовують адреси типу 192.168.1.0 з маскою 255.255.255.0, то найпоширеніша Wildcard mask (шаблонна маска або зворотна маска, або інверсна маска) - маска 0.0.0.255.

Шаблонна маска (wildcard mask) - маска, яка вказує на кількість хостів мережі. Є доповненням для маски підмережі. Обчислюється за формулою для кожного з октетів маски підмережі як 255-маска_підмережі. Наприклад, для мережі 192.168.1.0 і маскою підмережі 255.255.255.242 шаблонна маска буде виглядати як 0.0.0.13. Шаблонна маска використовується в налаштуванні деяких протоколів маршрутизації, а також є зручним параметром обмежень в списках доступу.

Розрахунок Wildcard mask

Існує зв'язок, між зворотною та прямою маскою: у сумі ці маски по кожному розряду повинні складати 255. Нехай наша мережа 192.168.32.0 / 28.

Розрахуємо wildcard mask: префікс / 28 це 255.255.255.240 або 11111111.11111111.11111111.11110000. Для wildcard mask нам потрібні тільки нулі, тобто, 11110000 переводимо в десяткове число і вважаємо: 128/64/32/16/8/4/2/1 це буде 8 + 4 + 2 + 1 = 15, тобто наша wildcard mask буде дорівнює 0.0.0.15.

Самостійно: Дано пряму маску **255.255.255.248**. Виконайте розрахунок і доведіть, що обернена дорівнює **0.0.0.7**.

Завдання №2

Приклад конфігурування протоколу OSPF для 4-х пристроїв

Зберіть схему, що зображена на рис. 6.8.

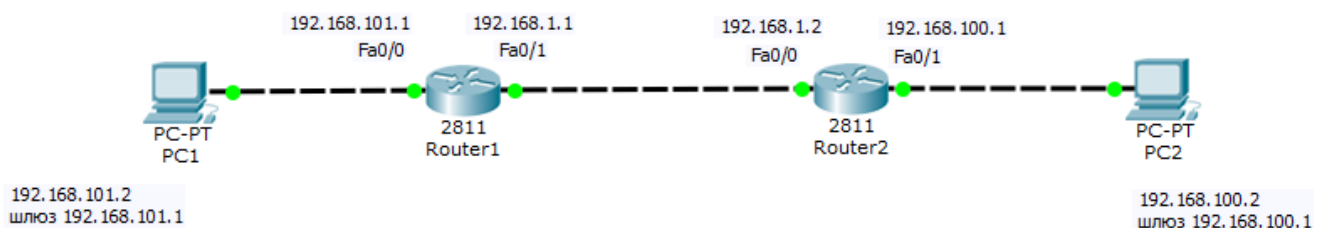


Рис. 6.8. Схема для конфігурації протоколу OSPF

Налаштування роутерів

Виконаємо конфігурування R1(рис. 6.9).

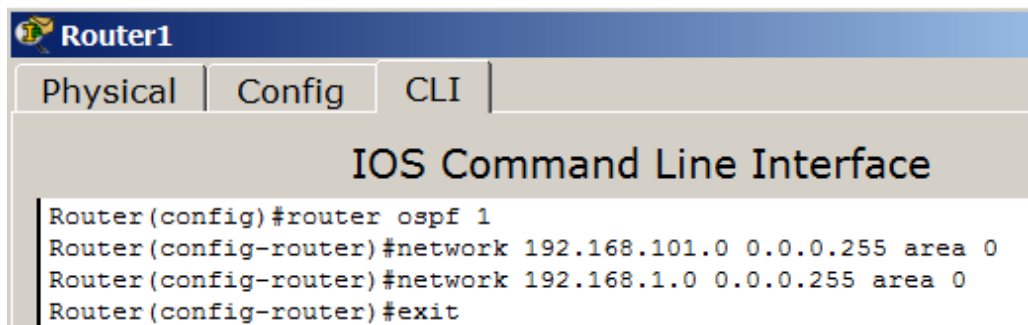


Рис. 6.9. Налаштування R1

Тепер виконаємо налаштування R2 (рис. 6.10).

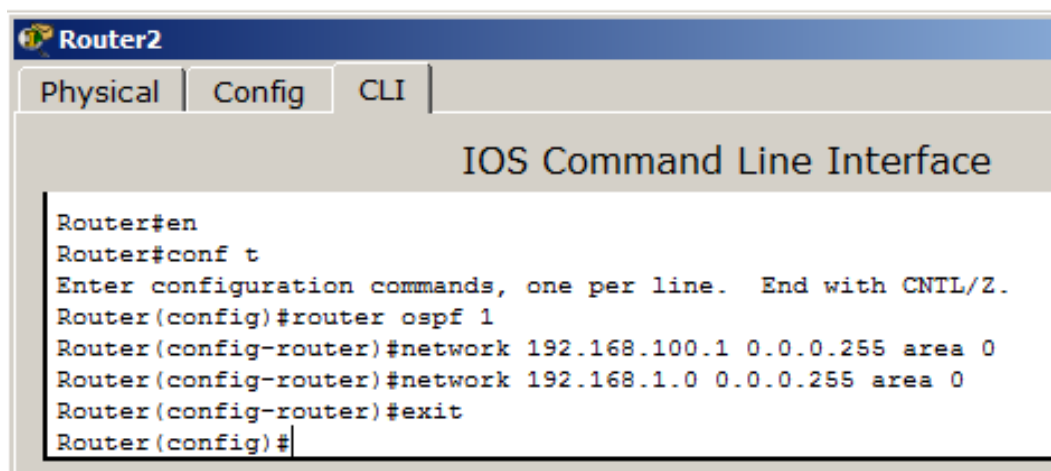


Рис. 6.10. Налаштування R2

Порада: якщо потрібно в СРТ скинути налаштування роутера, то необхідно виключити його тумблер живлення, а потім знову включити.

Перевірка результату

Для перевірки маршрутизації пропінгуємо ПК з різних мереж(рис. 6.11).

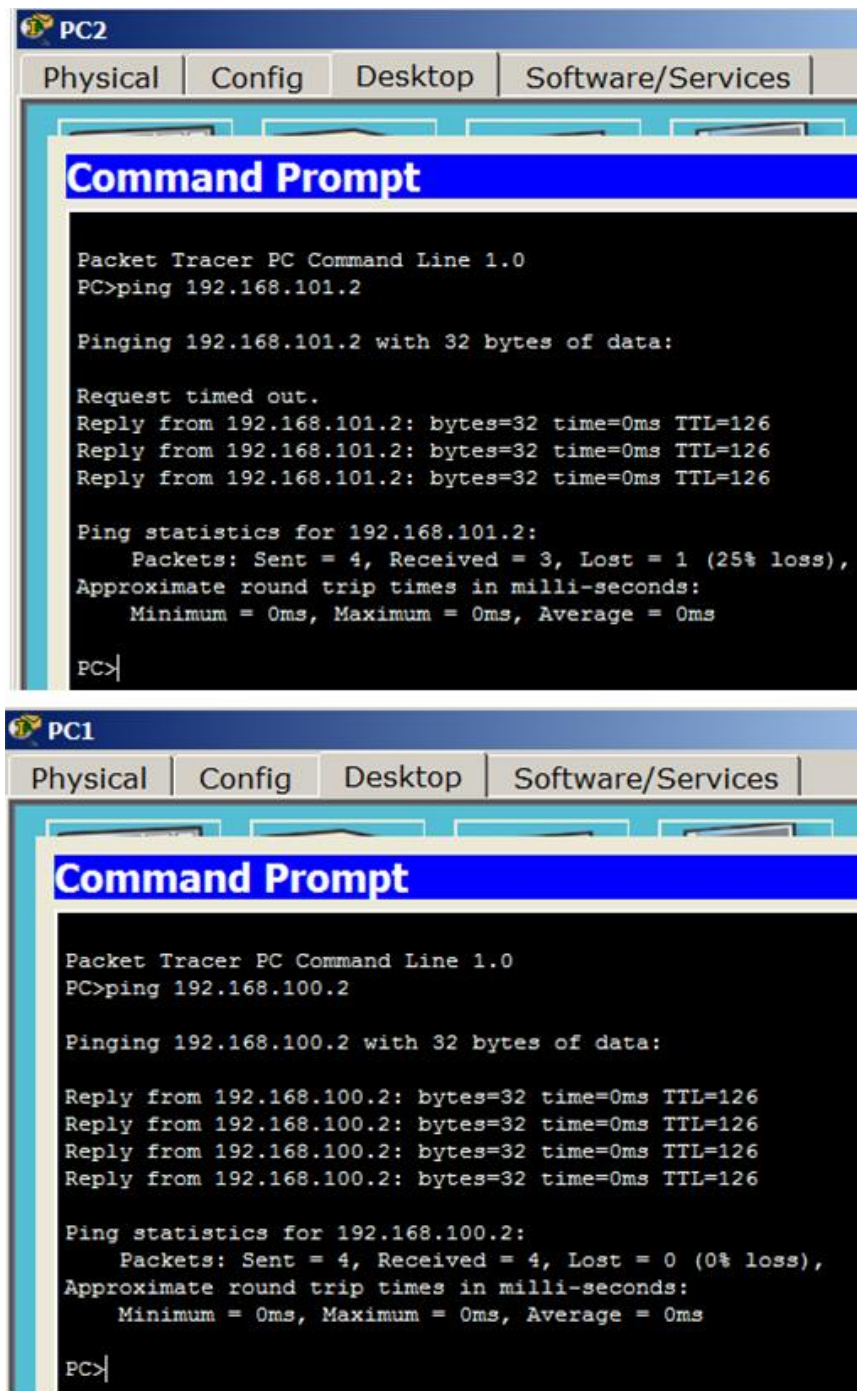


Рис. 6.11. Результат перевірки працездатності OSPF

Робоча мережа даного прикладу представлена  файлом [task-8-4.pkt](#).

Налаштування маршрутизації по протоколу OSPF для 6 пристроїв
Побудуйте наступну схему (рис. 6.12).

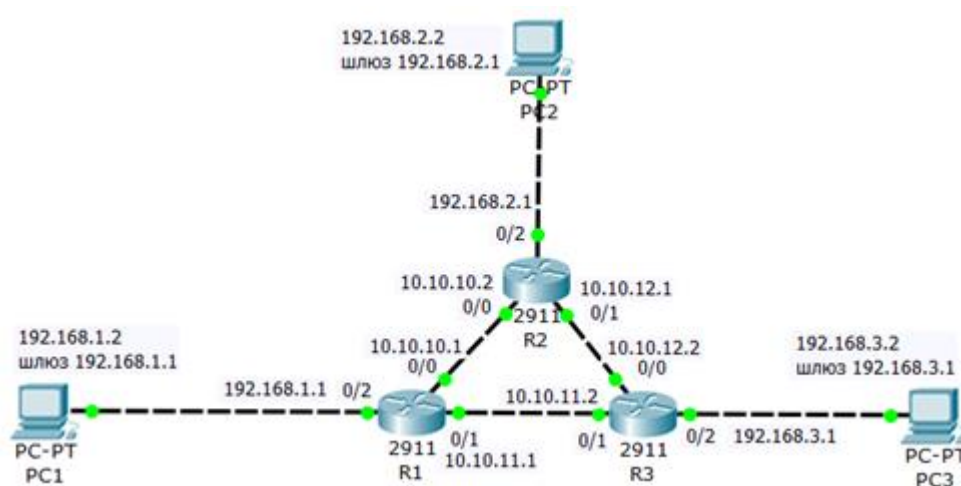


Рис. 6.12. Початкова схема мережі для нашої роботи

Мета роботи – налаштувати маршрутизацію в даній мережі по протоколу *OSPF*.

Налаштуємо loopback інтерфейс на R1

На R1 налаштуємо програмний **loopback інтерфейс** — алгоритм, який направляє отриманий сигнал (чи дані) назад відправнику (рис. 6.13).

Примітка: IPv4-адреса, призначена loopback-інтерфейсу, може бути необхідна для процесів маршрутизатора, у яких використовується IPv4-адреса інтерфейсу в цілях ідентифікації. Один з таких процесів — алгоритм найкоротшого шляху (*OSPF*). При включенні інтерфейсу loopback для ідентифікації маршрутизатор буде використовувати завжди доступну адресу інтерфейсу loopback, а не IP-адресу, призначену фізичному порту, робота якого може бути порушена. На маршрутизаторі можна активувати декілька інтерфейсів loopback. IPv4-адреса для кожного інтерфейсу loopback має бути унікальним і не має бути задіяний іншим інтерфейсом.



Рис. 6.13. Налаштовуємо інтерфейс loopback на R1

Налаштовуємо протокол OSPF на R1

Включаємо *OSPF* на R1, всі маршрутизатори мають бути в одній зоні **area 0** (рис. 6.14).

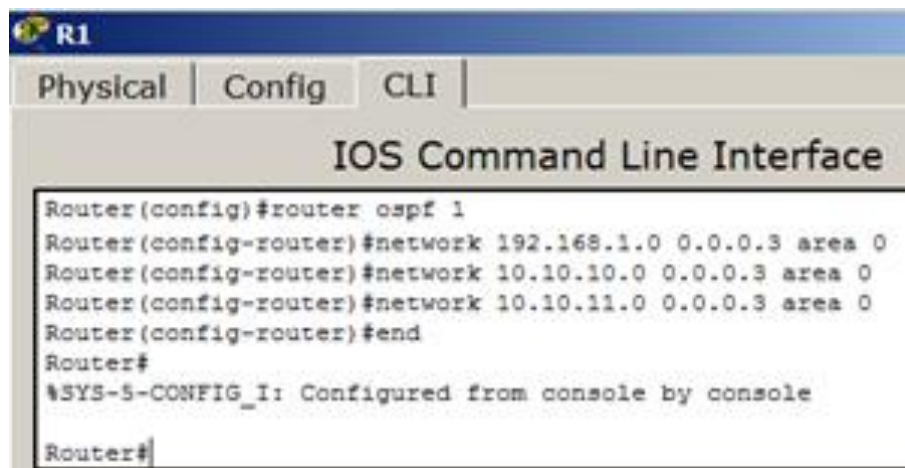


Рис. 6.14. Включаємо протокол OSPF на R1

Підводимо курсор мишки до R1 і спостерігаємо результат наших налаштувань(рис. 6.15).

Port	Link	VLAN	IP Address
GigabitEthernet0/0	Up	--	10.10.10.1/30
GigabitEthernet0/1	Up	--	10.10.11.1/30
GigabitEthernet0/2	Up	--	192.168.1.1/24
Loopback0	Up	--	192.168.100.1/32

Рис. 6.15. Маршрутизатор R1 налаштований

Примітка: зверніть увагу, що фізично порту 192.168.100.1 немає, він існує тільки логічно (програмно).

Налаштуємо loopback інтерфейс на R2

На R2 налаштуємо програмний loopback інтерфейс по аналогії з R1 (рис. 6.16).

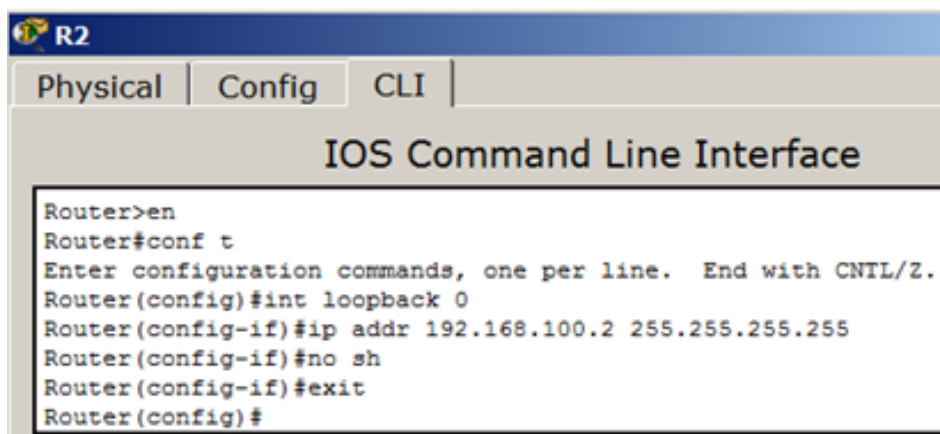


Рис. 6.16. Налаштовуємо логічний інтерфейс loopback на R2

Налаштовуємо OSPF на R2

Включаємо протокол OSPF на R2, усі маршрутизатори мають бути в одній зоні area 0 (рис. 6.17).

```

R2
Physical | Config | CLI |
IOS Command Line Interface

Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.3 area 0
Router(config-router)#network 10.10.12.0 0.0.0.3 area 0
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#

```

Рис. 6.17. Включаємо протокол OSPF на R2
Підводимо курсор до R2 і спостерігаємо результат налаштувань(рис. 6.18).

Port	Link	VLAN	IP Address
GigabitEthernet0/0	Up	--	10.10.10.2/30
GigabitEthernet0/1	Up	--	10.10.12.1/30
GigabitEthernet0/2	Up	--	192.168.2.1/24
Loopback0	Up	--	192.168.100.2/32

Рис. 5.18. Маршрутизатор R2 налаштований
Налаштовуємо loopback інтерфейс на R3
Робимо все аналогічно (рис. 6.19).

```

R3
Physical | Config | CLI |
IOS Command Line Interface

Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int loopback 0
Router(config-if)#ip addr 192.168.100.3 255.255.255.255
Router(config-if)#no sh
Router(config-if)#exit
Router(config)#

```

Рис. 6.19. Налаштовуємо логічний інтерфейс loopback на R3
Налаштовуємо протокол OSPF на R3
Робимо аналогічно (рис. 6.20).

```

R3
Physical | Config | CLI |
IOS Command Line Interface

Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#network 10.10.12.0 0.0.0.3 area 0
Router(config-router)#network 10.10.11.0 0.0.0.3 area 0
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#wr mem
Building configuration...
[OK]
Router#

```

Рис. 6.20. Включаємо протокол OSPF на R2

Перевіряємо результат (рис. 6.21).

Port	Link	VLAN	IP Address
GigabitEthernet0/0	Up	--	10.10.12.2/30
GigabitEthernet0/1	Up	--	10.10.11.2/30
GigabitEthernet0/2	Up	--	192.168.3.1/24
Loopback0	Up	--	192.168.100.3/32

Рис. 6.21. Маршрутизатор R3 налаштований

Перевіряємо роботу мережі

Переконуємося, що роутер R3 бачить R2 і R1(рис. 6.22).

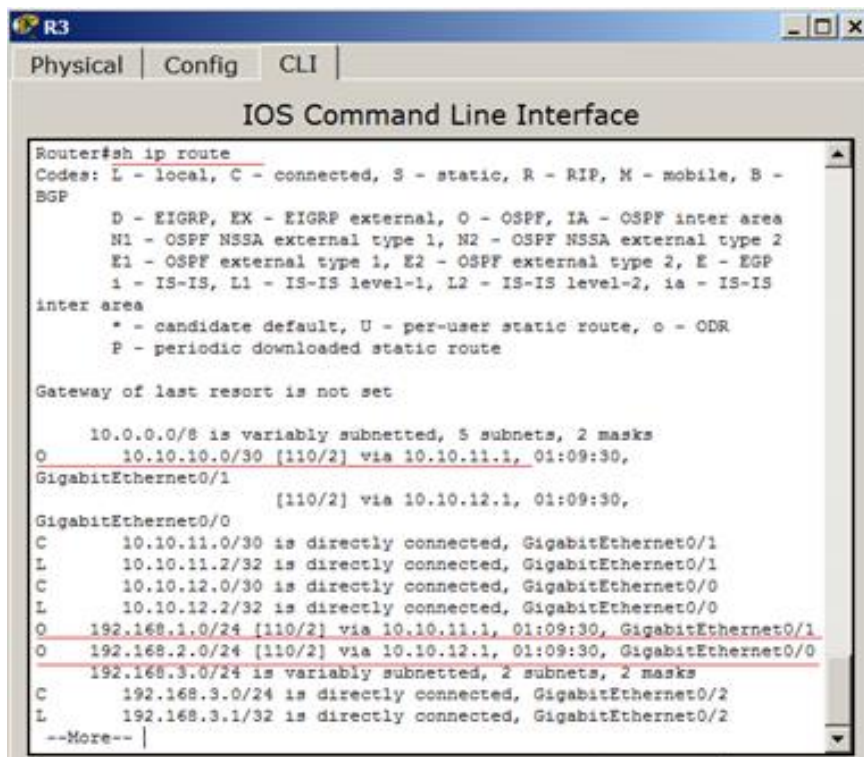


The screenshot shows the CLI of Router R3 with the command 'Router#sh ip ospf neighbor' executed. The output displays two neighbors in a FULL/BDR state.

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address
192.168.100.2	1	FULL/BDR	00:00:31	10.10.12.1
192.168.100.1	1	FULL/BDR	00:00:31	10.10.11.1

Рис. 6.22. Роутер R3 бачить своїх сусідів

Тепер переглянемо таблицю маршрутизації для R3 (рис. 6.23).



The screenshot shows the CLI of Router R3 with the command 'Router#sh ip route' executed. The output displays the IP routing table with various routes and their status.

Codes:	L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D	EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1	OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1	OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i	IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
*	candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P	periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

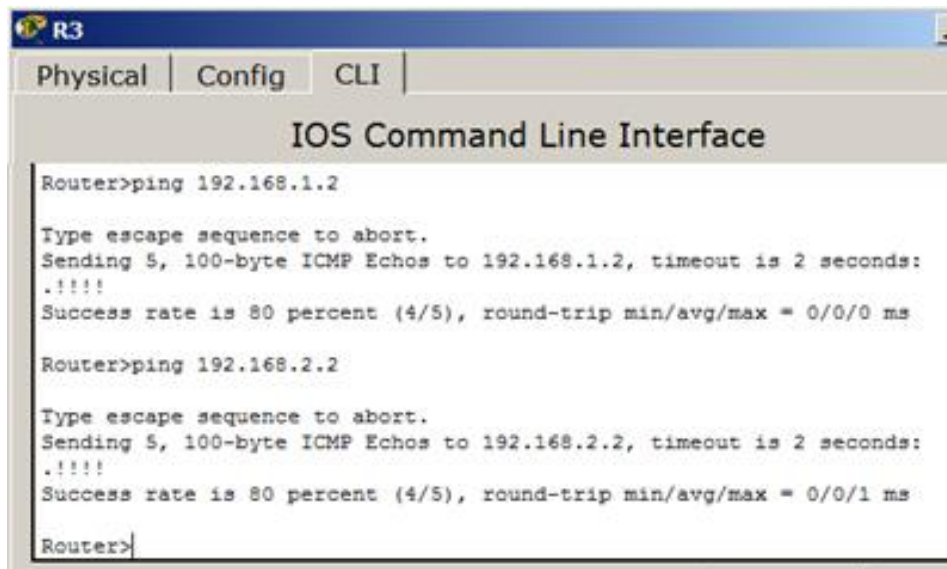
10.0.0.0/8	is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
O	10.10.10.0/30 [110/2] via 10.10.11.1, 01:09:30, GigabitEthernet0/1
	[110/2] via 10.10.12.1, 01:09:30, GigabitEthernet0/0
C	10.10.11.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L	10.10.11.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C	10.10.12.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L	10.10.12.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O	192.168.1.0/24 [110/2] via 10.10.11.1, 01:09:30, GigabitEthernet0/1
O	192.168.2.0/24 [110/2] via 10.10.12.1, 01:09:30, GigabitEthernet0/0
	192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C	192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L	192.168.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2

Рис. 6.23. Таблиця маршрутизації для R3

Примітка: у цій таблиці запис з буквою "O" каже про те, що даний маршрут прописаний протоколом OSPF. Бачимо, що мережа 192.168.1.0 доступна для R3 через адресу 10.10.11.1 (цей порт gig0/1 маршрутизатора R1). Аналогічно, мережа

192.168.2.0 доступна для R3 через адресу 10.10.12.1 (це порт gig0/1 маршрутизатора R2).

Тепер перевіряємо доступність різних мереж(рис. 6.24).



```
R3
Physical | Config | CLI |
IOS Command Line Interface

Router>ping 192.168.1.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.2, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms

Router>ping 192.168.2.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.2.2, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 0/0/1 ms

Router>
```

Рис. 6.24. Мережі 192.168.1.0 і 192.168.2.0 доступні

Робоча мережа даного прикладу представлена  файлом [task-8-5.pkt](#).