

Лекція 12. Маршрутизація в корпоративних мережах

1. Маршрутизація в комп'ютерних мережах
2. Статична та динамічна маршрутизація.
3. Приклад створення найпростішої мережі зі статичною маршрутизацією.

Мета лекції

- Розкрити сутність маршрутизації
- Показати особливості застосування статичної та динамічної маршрутизації у комп'ютерних мережах
- За допомогою прикладу розглянути створення найпростішої мережі зі статичною маршрутизацією

Router man



William Yeager

Цитата:

В университетский парк (Стэнфордский университет) входили мэйнфреймы, системы DEC10, несколько машин Xerox PARC Lisp и файл-серверы Altos (впоследствии к ним добавились DEC VAX, TI Explorers и системы Symbolic). Все это нужно было соединить, потому что люди устали бегать туда и обратно с магнитными лентами.

Проект по созданию маршрутизатора начался в январе 1980 г.

На надежность и оптимизацию алгоритма маршрутизации пакетов было потрачено все лето. Три последующих месяца ушло на сборку системы, а через шесть – первый маршрутизатор установили в телефонном шкафу в здании, расположенном посередине между медицинским центром и отделом вычислительных машин.

Цитата:

О Cisco все узнали в 1986 г. Именно тогда компания выпустила на рынок свой первый маршрутизатор, который назывался **Advanced Gateway Server**.

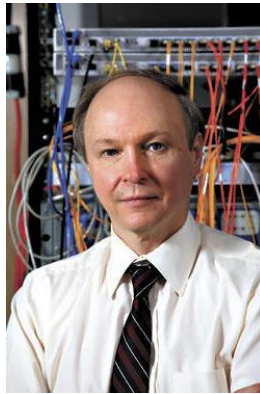
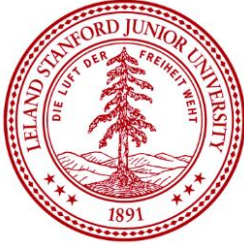
Он базировался на процессоре Motorola 68000 10 MHz, имел 1 MB памяти, 8 слотов для интерфейсных карт, к которым можно было подключить Ethernet, ARPAnet и низкоскоростные последовательные каналы. Производительность составляла 200 пакетов в секунду.



Компанія була заснована у 1984 році

Созданная в 1984 г. сотрудниками Стэнфордского университета Леонардом Босаком (Leonard Bosack) и Сандрой Лернер (Sandra Lerner) компания в 1986 г. вывела на рынок первый многопротокольный маршрутизатор (адаптировал, усовершенствовал и доведя до коммерческого продукта внутреннюю разработку Уильяма Иджера (William Yeager))

Cisco зробила суттєвий внесок в становлення Інтернету. До 2000р. **75%** всього трафіку в Інтернет проходило через її маршрутизатори. У 2009 році компанія відсвяткувала **25-**річний ювілей.



Len Bosack



Sandy Lerner



Cisco 2801

- Маршрутизатор з інтегрованими службами (ISR - Integrated Services Router)

маршрутизатор

комутатор

пристрій, що забезпечує безпеку мережі

засоби голосової передачі

засоби зв'язку між LAN
WAN



Таблица 1. Возможности маршрутизатора Cisco 2801.

Производительность:	
Маршрутизация пакетов:	<ul style="list-style-type: none"> • 90.000 пакетов/сек • 46.08 Мбит/сек
Производительность в приложениях VPN со встроенным ускорителем шифрования:	<ul style="list-style-type: none"> • до 150 VPN-туннелей, • 3DES, AES - 50 Mbps
Производительность в приложениях VPN при установленном модуле AIM-VPN/SSL-2:	<ul style="list-style-type: none"> • до 1500 VPN туннелей • 3DES, AES до 160 Mbps
Производительность межсетевого экрана:	127 Mbps
Число телефонов в IP-PBX CallManager Express или Survivable Remote Site Telephony:	До 24 IP-телефонов
Число одновременных звонков по цифровым каналам:	До 30
Число аналоговых телефонных линий:	До 16 FXS или FXO
Число ящиков голосовой почты:	До 50

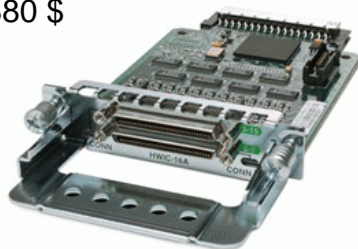
Модулі розширення

90 модулів



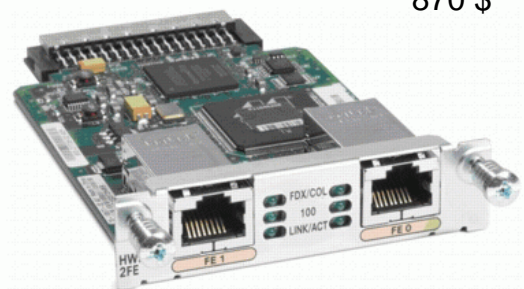
HWIC - High-Performance WAN Interface Card

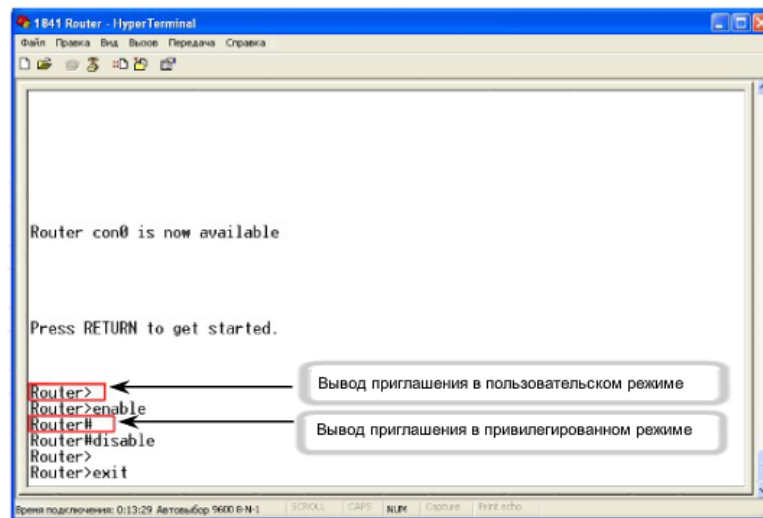
HWIC-16A
1380 \$



16 послідовних портів
230.4 кбіт/с

HWIC-2FE
870 \$





Режими команд: користувальницький і привілейований

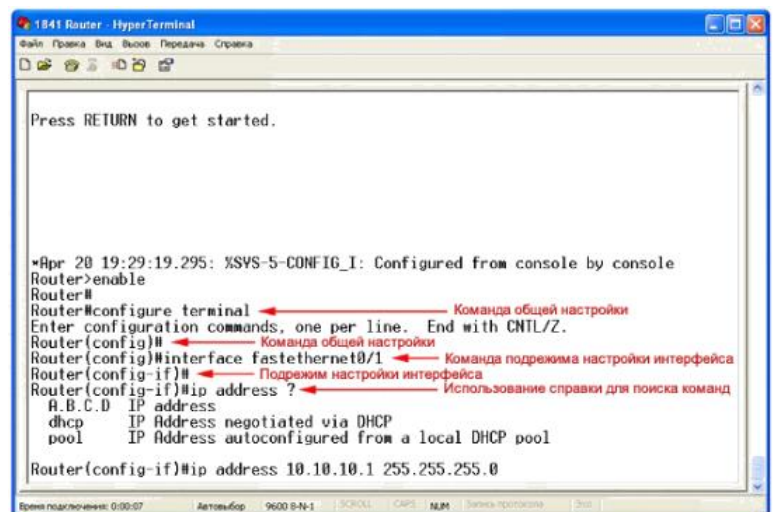
У користувальницькому режимі можна тільки отримувати інформацію про роботу маршрутизатору.

У привілейованому режимі можна змінювати режими роботи маршрутизатору.

Щоб виконати налаштування маршрутизатору потрібно увійти в привілейований режим.

Для отримання доступу до команд налаштування потрібно увійти в режим глобальної конфігурації.
Команда: **configure terminal** або **config t**.

У цьому режимі в командному рядку відображається **Router (config) #**.



Команди, що вводяться у глобальному режимі виконуються негайно і відбиваються на роботі пристрою.

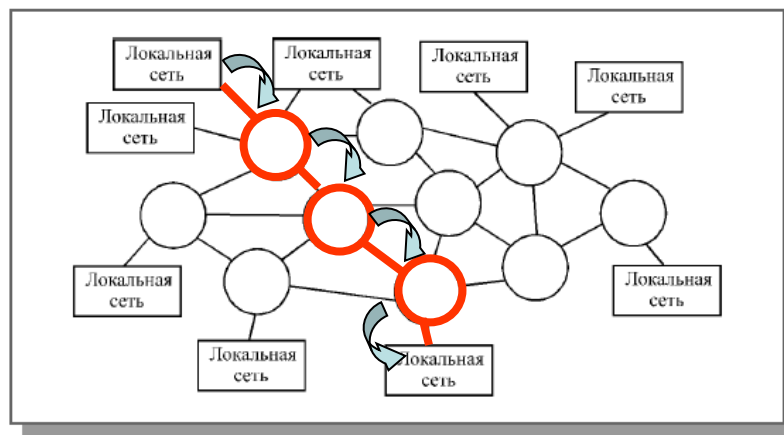
Маршрутизація в комп'ютерних мережах

Методи маршрутизації

Согласно методу одношаговой маршрутизации каждый маршрутизатор и конечный узел принимает участие в выборе только одного шага передачи дейтаграммы. В каждой строке таблицы маршрутизации указывается только один IP-адрес следующего маршрутизатора на том пути, по которому нужно передать дейтаграмму. Таким образом, ни в IP-дейтаграмме, ни в таблице маршрутизации нет сведений обо всем маршруте следования дейтаграммы в виде последовательности IP-адресов маршрутизаторов, через которые она должна пройти.

Каждый маршрутизатор принимает решение о передаче дейтаграммы на основании своей таблицы маршрутизации. В качестве индекса таблицы используется номер сети, полученный из поля «Адрес получателя» в заголовке IP-дейтаграммы.

Однокрокова маршрутизація

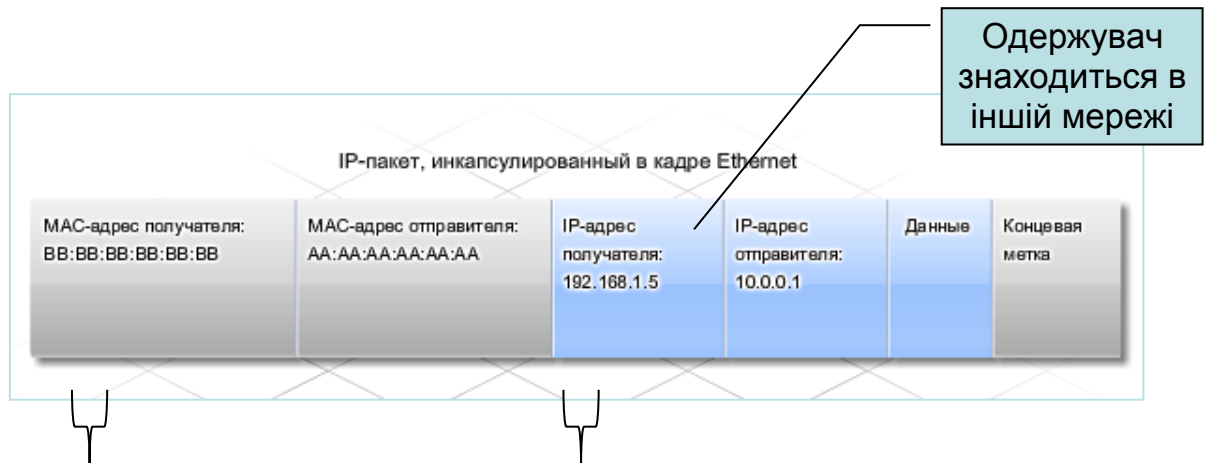


Кожний маршрутизатор приймає участь у виборі тільки одного кроку передачі пакету.

Інформація про маршрут у пакеті та таблицях маршрутизаторів відсутня.

Если сетевая часть IP-адреса отправителя и адресата не совпадает, для пересылки сообщения необходимо использовать маршрутизатор. Если узел, находящийся в сети 1.1.1.0, должен отправить сообщение узлу в сети 5.5.5.0, оно переправляется маршрутизатору. Он получает сообщение, распаковывает и считывает IP-адрес получателя. Затем он определяет, куда переправить сообщение. Затем маршрутизатор снова упаковывает пакет в кадр и переправляет его по назначению.

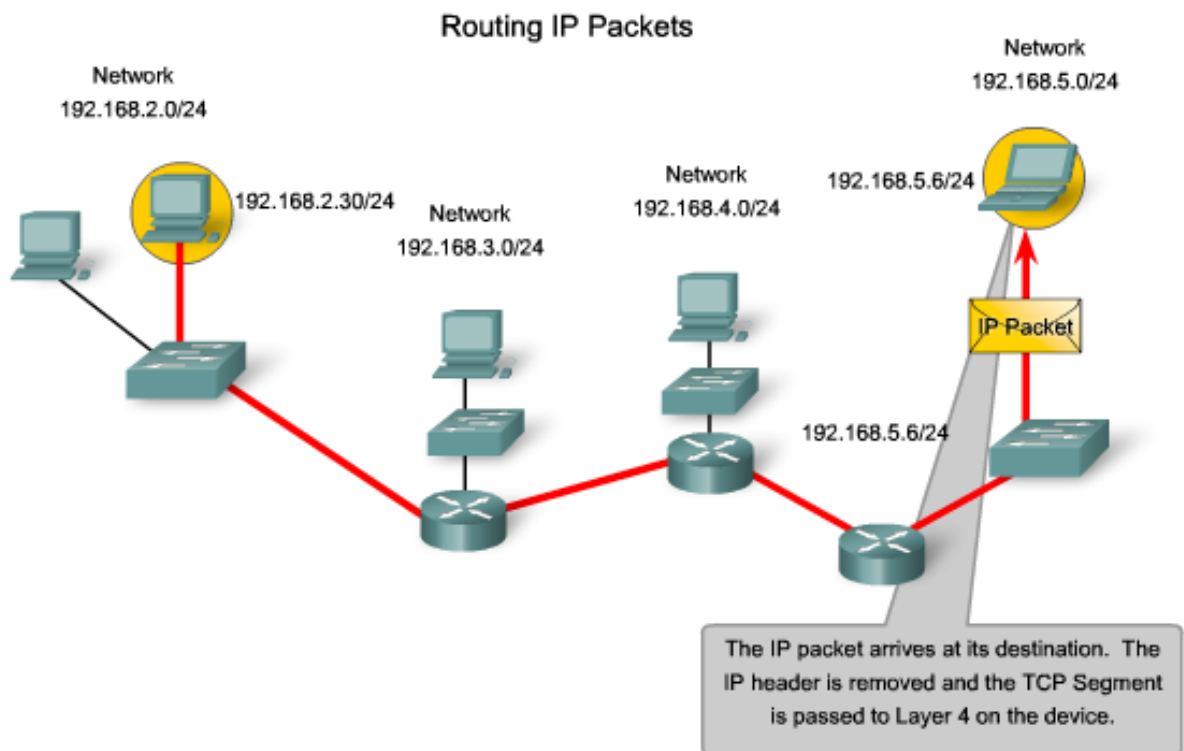
Маршрутизація



MAC-адреси
аналізуються
комутаторами

IP-адреси аналізуються
маршрутизаторами

Маршрутизація – процес перенаправлення пакетів в мережу одержувача, рішення про подальший шлях просування пакету приймає **маршрутизатор**





Cisco 3845
ISR - Integrated Services Router

Задача маршрутизації – задача вибору найкращого шляху передачі пакету. Рішення задачі здійснюється на основі даних **таблиці маршрутизації**. Формування і оновлення таблиці маршрутизації, як правило, здійснюється в автоматичному режимі на основі інформації, яку маршрутизатори передають один одному за допомогою **протоколів маршрутизації**.

Приклади протоколів маршрутизації:

RIP (Routing Information Protocol), **OSPF** (Open Shortest Path First)

Таблиця маршрутизації (ТМ)

Перегляд таблиці маршрутів здійснюється командою **show ip route**

IOS Command Line Interface

```
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile,
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - C
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA e
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external ty
       i - IS-IS inter area, * - candidate default, U -
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 192.168.1.2 to network 0.0.0.0

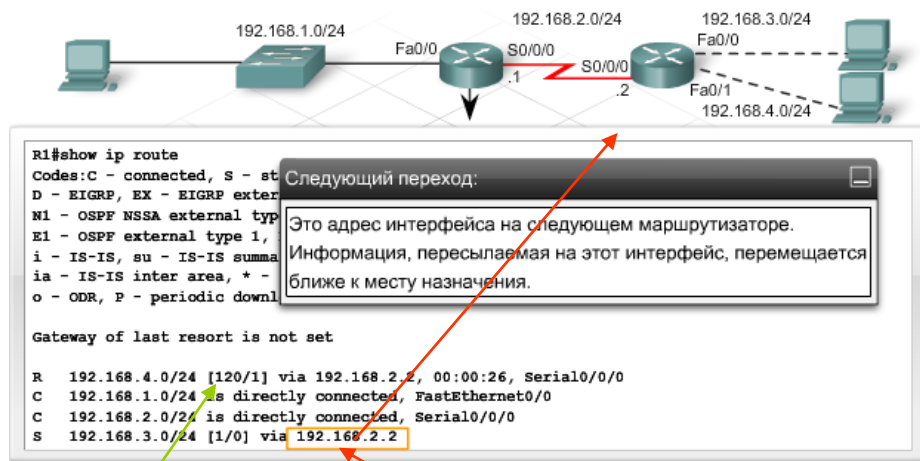
C    172.16.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/24
S    10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
     10.10.10.0 [1/0] via 192.168.1.2
C    192.168.0.0/24 is directly connected, serial0/1
R    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.1.2, 00:00:23,
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.1.2
```

Непосредственно подключенный маршрут

Статический маршрут

Динамически обновленный маршрут

Маршрут по умолчанию



В таблиці маршрутизації кожна мережа безпосереднє зв'язана з інтерфейсом маршрутизатору або для неї вказується наступний перехід (шлюз).

Крім того, в таблиці кожному маршруту призначається номер, що відображає достовірність та точність джерела відомостей маршрутизації - **адміністративна відстань**.

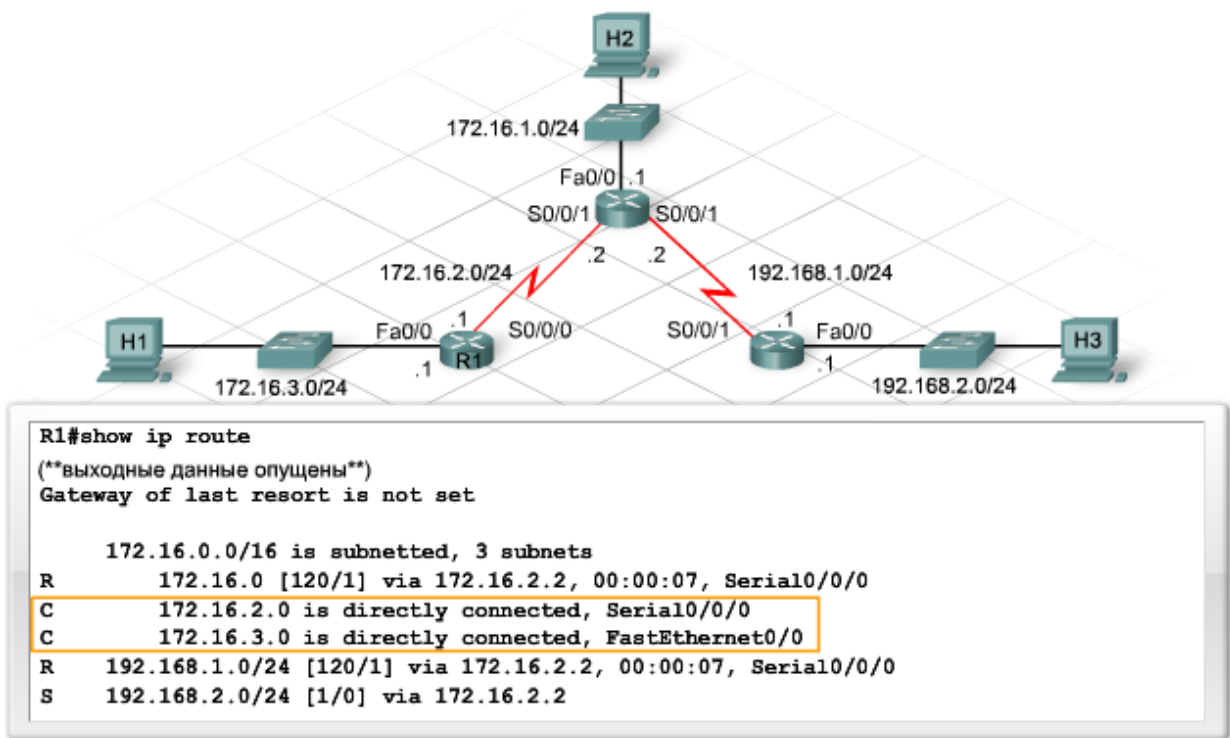
Адміністративна відстань

Источник маршрута	Значения расстояний по умолчанию
Подключенный интерфейс	0
Статический маршрут	1
Объединенный маршрут по протоколу EIGRP	5
Протокол BGP	20
Внутренний протокол EIGRP	90
Протокол IGRP	100
Протокол OSPF	110
Протокол IS-IS	115
Протокол RIP	120
Протокол EGP	140
Протокол ODR	160
Внешний протокол EIGRP	170
Внутренний протокол BGP	200
Неизвестный протокол*	255

Чим менше значення адміністративної відстані, тим надійніше протокол.

Адміністративне відстань - це функція, використовувана маршрутизаторами для вибору оптимального маршруту за наявності двох і більше різних маршрутів до мережі призначення. Адміністративна відстань визначає надійність протоколу маршрутизації. Кожному протоколу маршрутизації призначається пріоритет надійності (достовірності).

Таблиця маршрутизації



За допомогою налаштування інтерфейсу з IP-адресою і маскою мережі інтерфейс стає вузлом в підключеній мережі

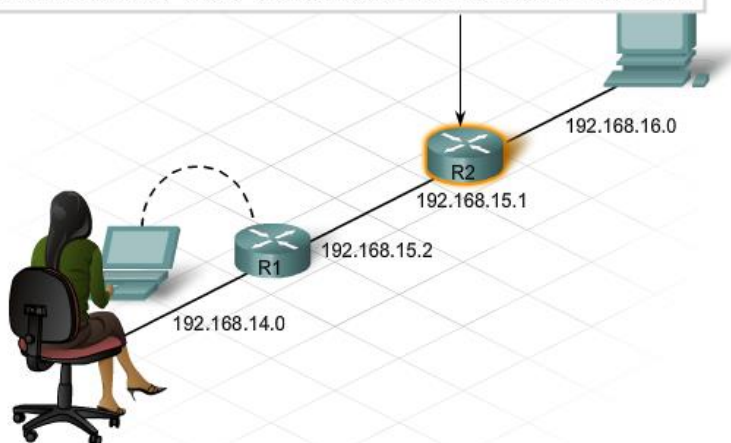
Статична маршрутизація

Зміни в топології мережі відслідковує адміністратор. У випадку недосяжності деякої мережі внаслідок несправності каналу, адміністратор мережі формує новий маршрут і вручну вводить його в таблицю маршрутизації.



Введення маршруту

```
Router2(config)#ip route 192.168.14.0 255.255.255.0 192.168.15.2
```



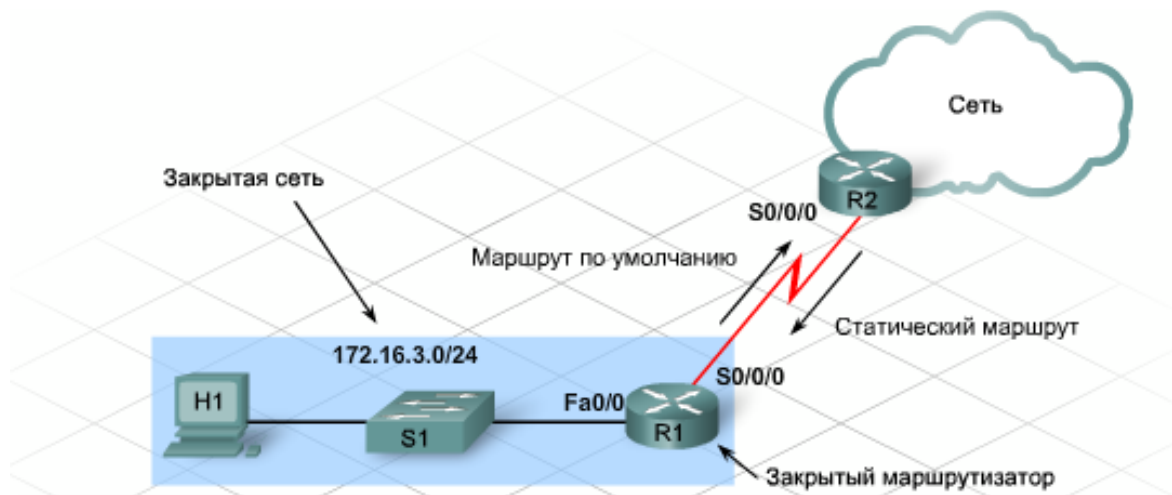
Для введення **статичного** маршруту використовується команда **ip route**:
ip route [мережа_призначення] [маска_підмережі] [адреса_шлюзу]

Статична маршрутизація

Випадки, коли доцільно використання статичного маршруту



Маршрут за замовчуванням



```
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 s0/0/0
R1(config)#end

R1#show ip route
(**выходные данные опущены**)

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S    0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/0
```

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.2.2

Динамічна маршрутизація

Дозволяє виключити трудомістку і відповідальну процедуру настройки статичних маршрутів. Динамічна маршрутизація дозволяє маршрутизаторам реагувати на зміни в мережі і коригувати таблиці маршрутизації без втручання системного адміністратора. Реалізується на основі використання **протоколів динамічної маршрутизації**.



Оновлення таблиць маршрутизації здійснюється поетапно.

Порівняння

	Статическая маршрутизация	Динамическая маршрутизация
Сложность конфигурирования	Повышается с увеличением размера сети	Обычно не зависит от размера сети
Изменения топологии	Требуется участие администратора	Изменяется автоматически в соответствии с изменениями топологии
Масштабирование	Подходит для простых топологий	Подходит для простых и сложных топологий
Безопасность	Более высокий уровень безопасности	Более низкий уровень безопасности
Использование ресурсов	Не требует дополнительных ресурсов	Использует ЦП, память, полосу пропускания канала
Предсказуемость	Маршрут к месту назначения всегда один и тот же	Маршрут зависит от текущей топологии

Завдання

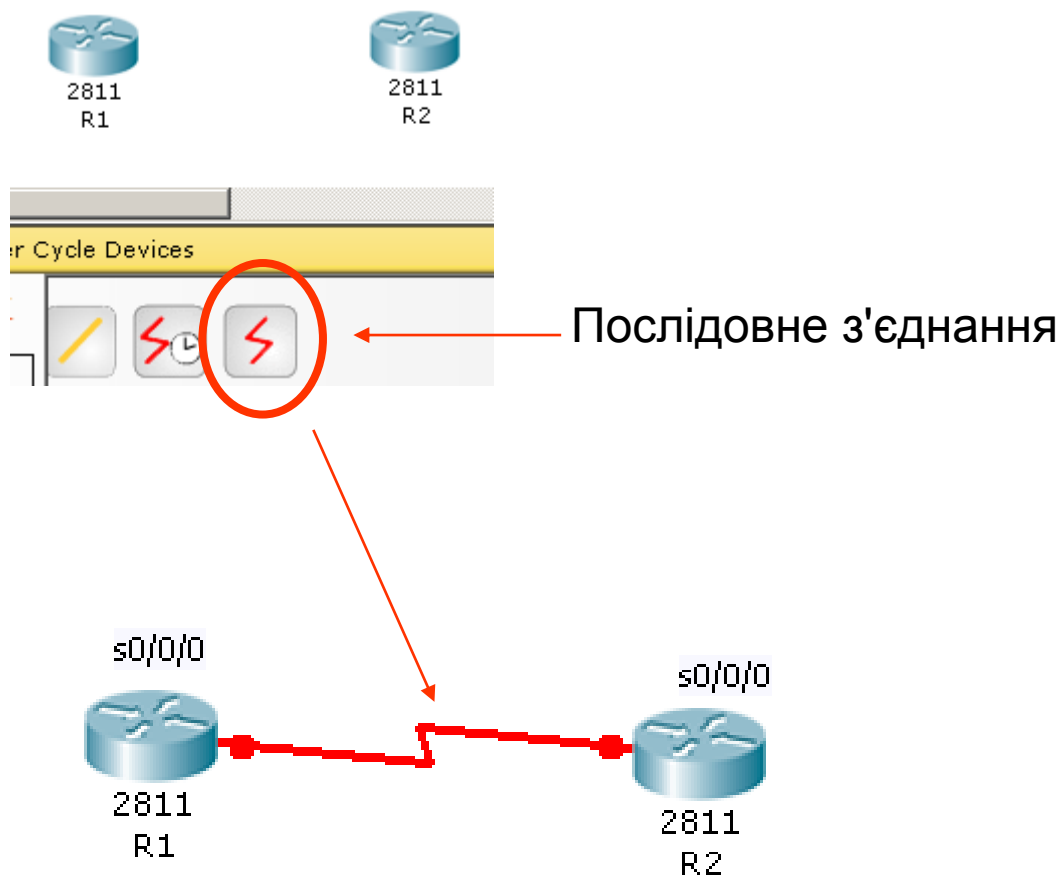
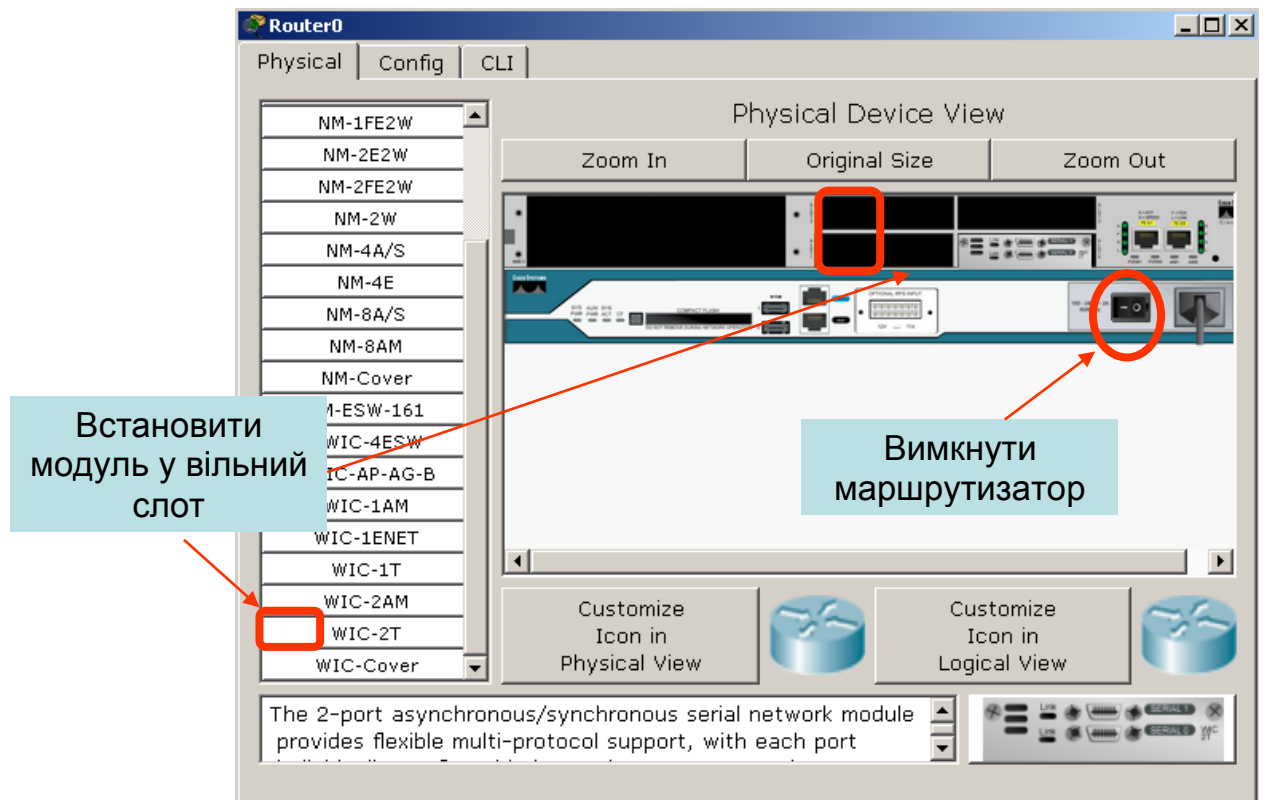
Створити модель комп'ютерної мережі на основі маршрутизаторів зі статичною маршрутизацією за допомогою програми Packet Tracer.



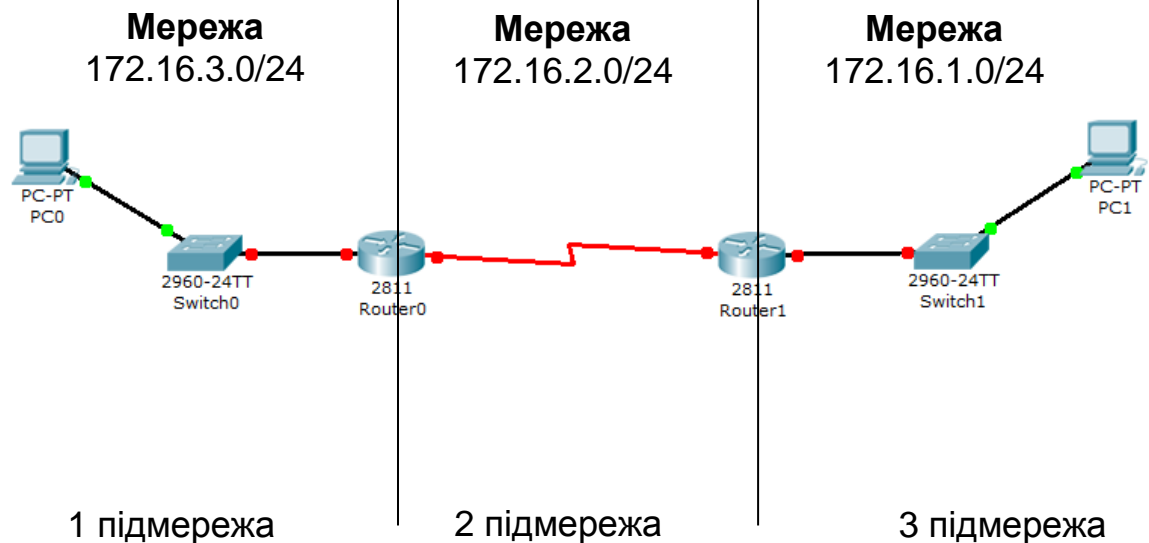
Статична маршрутизація

1. Створити мережу за зазначеною топологією.
2. Визначити IP-адреси 3-х підмереж.
3. Задати IP-адреси PC0 і порту маршрутизатору Router0 з діапазону доступних адрес 1-ї підмережі.
4. Задати IP-адреси PC1 і порту маршрутизатору Router1 з діапазону доступних адрес 2-ї підмережі.
5. Задати IP-адреси портам маршрутизаторів, за допомогою яких вони з'єднуються з діапазону доступних адрес 3-ї підмережі.
6. Визначити статичні маршрути для кожного маршрутизатору і ввести їх.
7. Перевірити таблицю маршрутів маршрутизаторів і роботу мережі.

Налаштування маршрутизатору



Визначити IP-адреси підмереж



Послідовний інтерфейс

Router>enable

Router#configure terminal

Enter configuration commands, one per line.

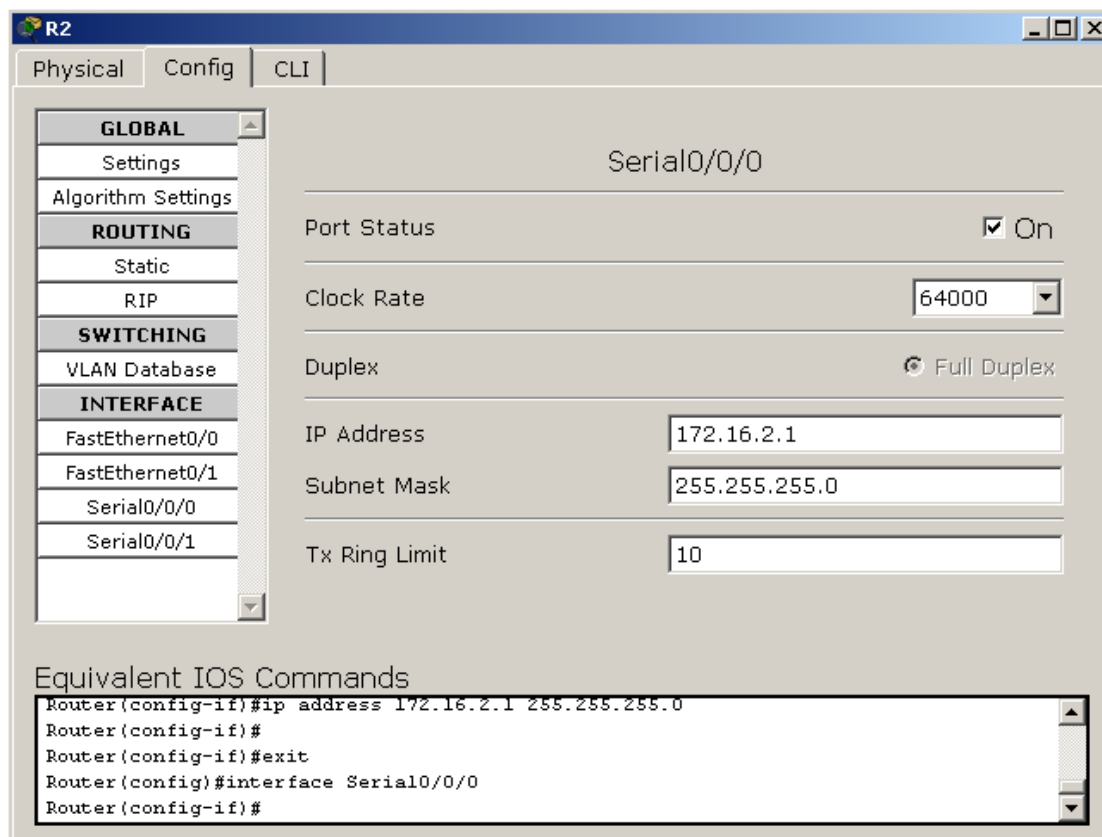
End with CNTL/Z.

Router(config)#interface Serial0/0/0

Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#clock rate 64000

Router(config-if)#ip address 172.16.2.1 255.255.255.0



Налаштування
послідовного
інтерфейсу 2
маршрутизатору

Перевірка
працездатності
з'єднання між
маршрутизатора
ми

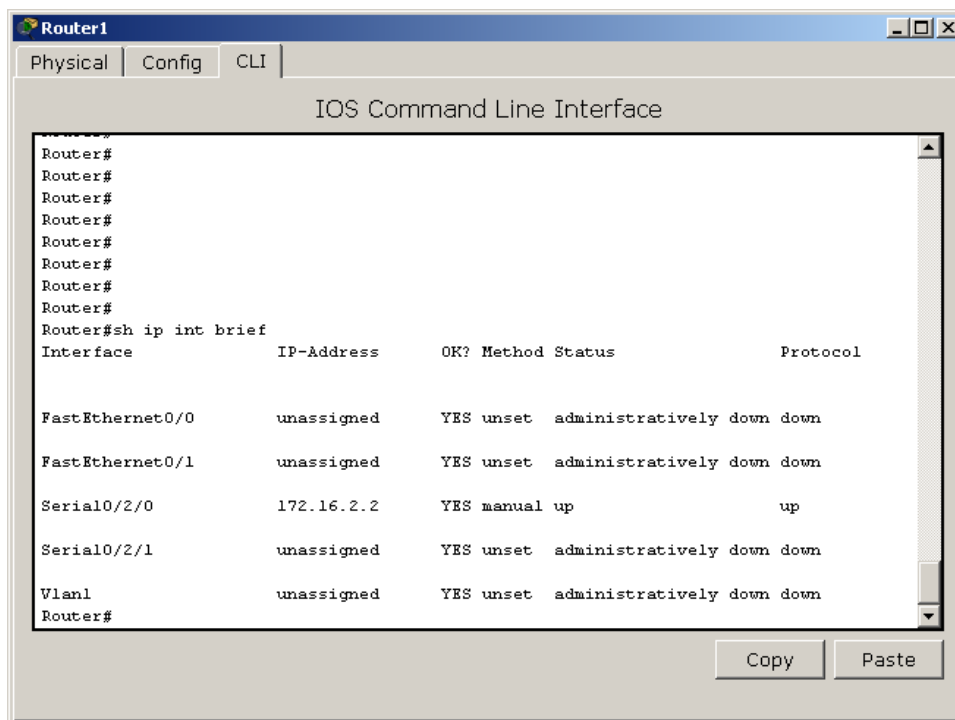
```
Router(config)#interface Serial0/0/0
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to up
no shutdown
Router(config-if)#clock rate 56000
Router(config-if)#clock rate 64000
Router(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to up

ip address 172.16.2.2 255.255.0.0
Router(config-if)#ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
Router(config-if)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#ping 172.16.2.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.2.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/26/50 ms
```

Show Ip Interface Brief



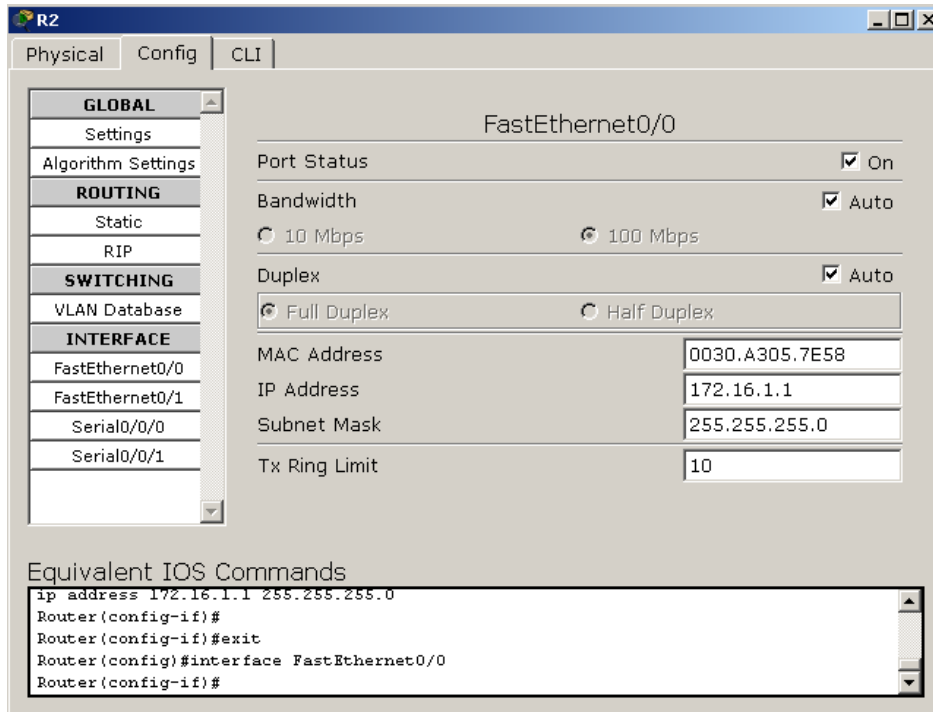
Status – описує стан фізичного рівня: підключений кабель або ні, правильний це кабель або ні, є живлення або ні

Protocol – описує стан канального рівня, якщо Status = Up, а Protocol = Down, те неправильно налаштований протокол канального рівня

Інтерфейс Fast Ethernet

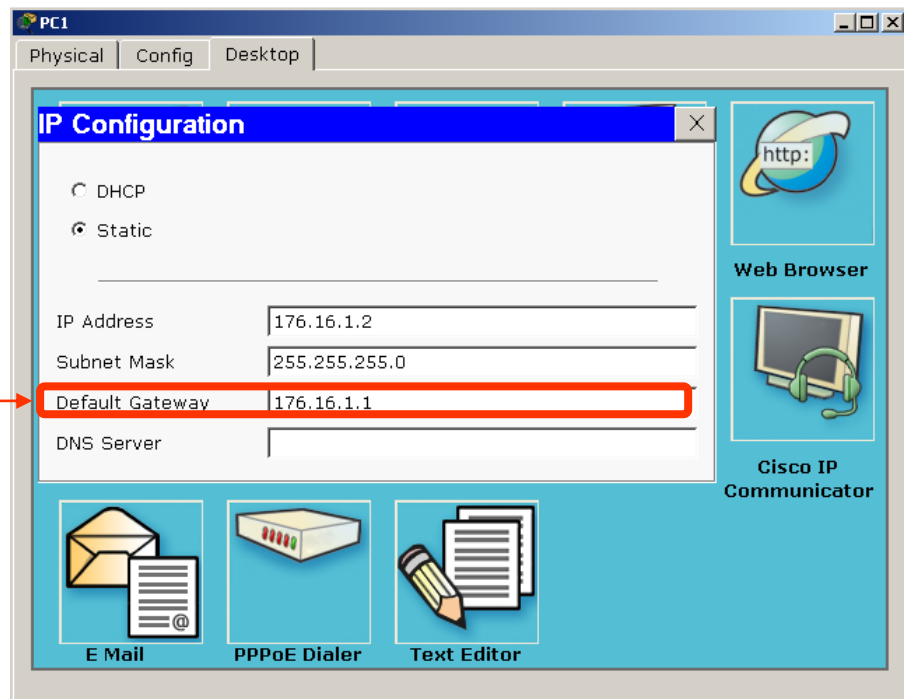
- Router>enable
- Router#configure terminal
- Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
- Router(config)#interface FastEthernet0/0
- Router(config-if)#no shutdown

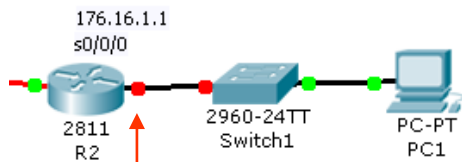
- Router(config-if)#
- %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
- %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
- ip address 172.16.1.1 255.255.255.0



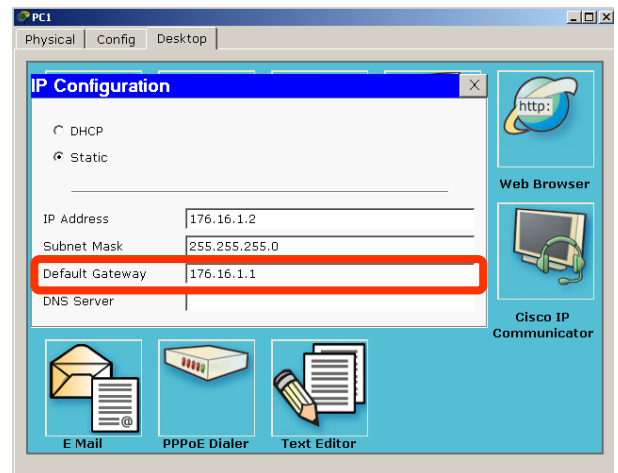
Налаштування ПК

Обов'язково
вказати IP-адресу
шлюзу за
замовчуванням

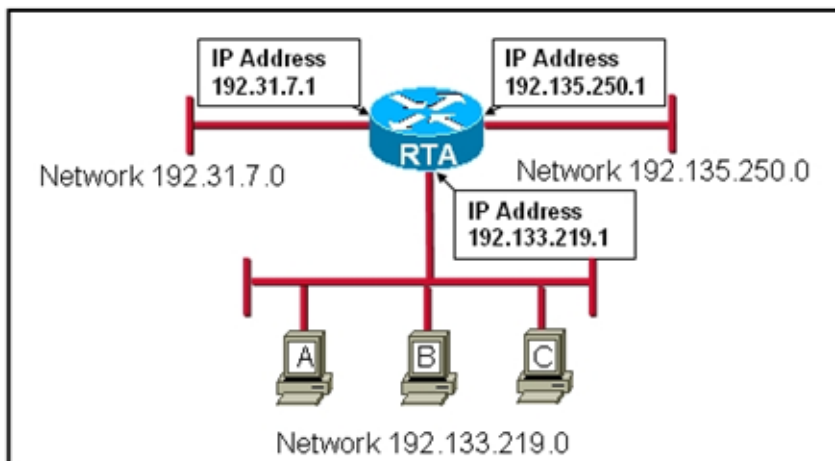




IP-адреса шлюзу за
замовчуванням



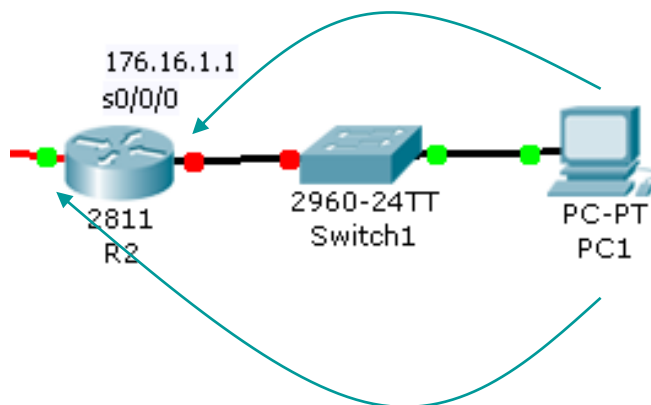
Default Gateway



Refer to the exhibit. Using the network in the exhibit, what would be the default gateway address for host A in the 192.133.219.0 network?

Перевірка

Ping



```
Command Prompt

PC>ping 172.16.1.2

Pinging 172.16.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 172.16.1.2: bytes=32 time=10ms TTL=128
Reply from 172.16.1.2: bytes=32 time=10ms TTL=128
Reply from 172.16.1.2: bytes=32 time=10ms TTL=128
Reply from 172.16.1.2: bytes=32 time=10ms TTL=128

Ping statistics for 172.16.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 10ms, Maximum = 10ms, Average = 10ms

PC>ping 172.16.1.1

Pinging 172.16.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 172.16.1.1: bytes=32 time=70ms TTL=255
Reply from 172.16.1.1: bytes=32 time=41ms TTL=255
Reply from 172.16.1.1: bytes=32 time=40ms TTL=255
Reply from 172.16.1.1: bytes=32 time=41ms TTL=255

Ping statistics for 172.16.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
```

Show Ip Route

Перегляд
таблиці
маршрутизації

Маршрутів не
має, але є
мережі, що
безпосереднє
підключені до
пристрою →

```
R1
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface

*LINK-S-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

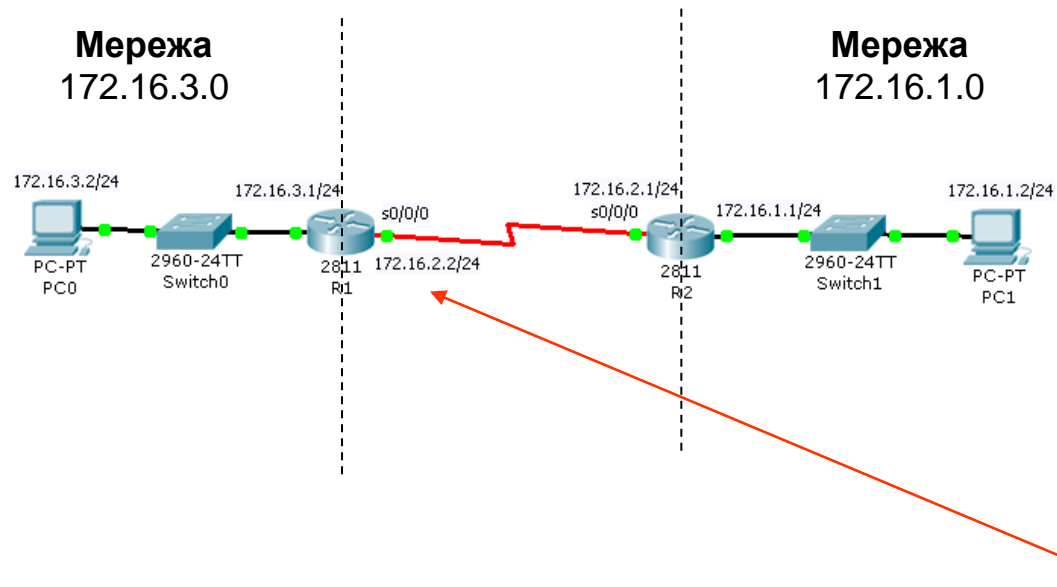
*LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
Router(config-if)#end
Router#
*SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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

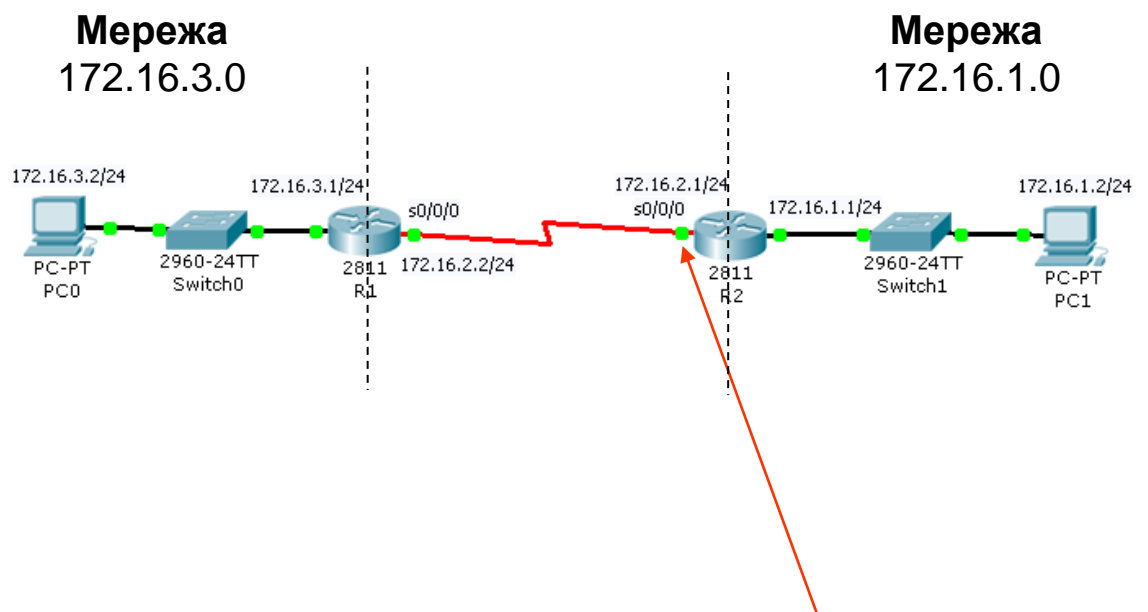
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
Router#
```

Визначення Маршрутів



R2 Ip route **172.16.3.0** 255.255.255.0 **172.16.2.2**

Маршрути



R1 Ip route **172.16.1.0** 255.255.255.0 **172.16.2.1**

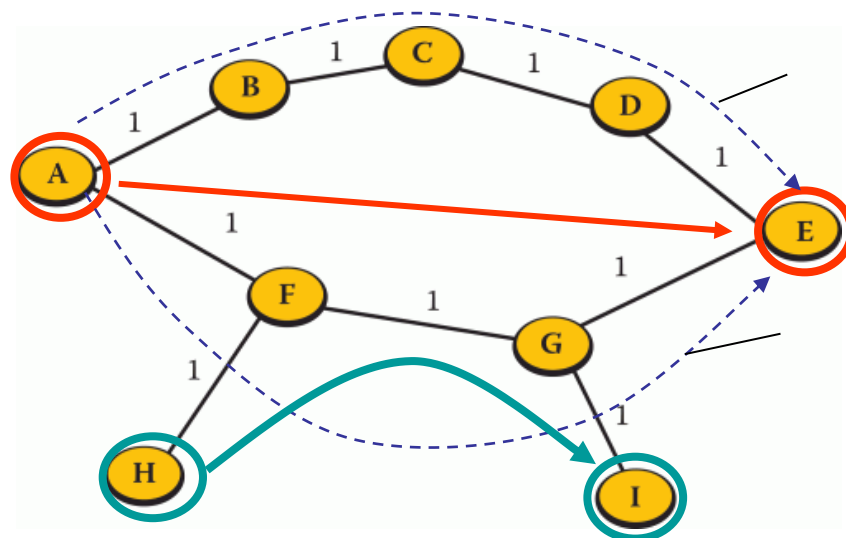
Маршрутизатор Cisco CRS-3

Магістральний маршрутизатор Carrier Routing System (CRS) забезпечує перепускну здатність 322 Тб/с

Нова платформа за обсягом трафіку більш, ніж у 12 разів перевершує найближчу конкурентну пропозицію. Вона також втричі продуктивніше свого безпосереднього попередника, Cisco CRS-1. Найвища швидкодія (до 322 Тб / с) дозволяє завантажити весь друкований зміст Бібліотеки Конгресу США всього за одну секунду, або всім жителям Китаю одночасно зробити відеодзвінок.



Проблема



Формируя маршрут от А к Е, и RIP, и OSPF выберут путь AFGE. Маршрут через узлы В, С и D будет отвергнут, как более длинный. Теперь представим себе, что с узла Н на узел I пересылаются большие объемы данных. Это приведет к тому, что пакет, переданный с А и адресованный Е, будет поставлен в хвост длинной очереди на передачу сначала на узле F, а потом и на G. В сложившейся ситуации маршрут ABCDE оказался более предпочтительным, но используемые в настоящее время протоколы не позволяют обнаружить этот факт.