

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту

Фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка локальної мережі ІТ коледжу Львівської політехніки із застосуванням комутаторів третього рівня у середовищі Cisco Packet Tracer

Виконав студент IV курсу, групи ОК-43
ОПП «Обслуговування комп'ютерних систем та мереж»

Спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

Радь Максим Сергійович

(прізвище, ім'я по батькові)

Керівник

Андрій Селемонавічус

(підпис)

(ім'я прізвище)

Нормоконтролер

Любомира Кужій

(підпис)

(ім'я прізвище)

Рецензент

(підпис)

(ім'я прізвище)

Голова ЕК

Олег Гіщак

(підпис)

(ім'я прізвище)

Члени ЕК

Любомира Кужій

(підпис)

(ім'я прізвище)

Андрій Селемонавічус

(підпис)

(ім'я прізвище)

Дипломний проєкт захищений в ЕК «__» _____ 2025 р.

з оцінкою «_____»

Львів 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Циклова комісія *Комп'ютерних систем і мереж*
Освітньо-професійний ступінь *Фаховий молодший бакалавр*
Освітньо-професійна програма *Обслуговування комп'ютерних систем та мереж*
Спеціальність *123 Комп'ютерна інженерія*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділення

«Комп'ютерних систем і мереж»

_____ Володимир СТАХІВ

« ____ » _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Радь Максим Сергійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема проєкту Розробка локальної мережі ІТ коледжу Львівської політехніки
із застосуванням комутаторів третього рівня у середовищі Cisco Packet Tracer

керівник проєкту Селемонавічус Андрій Альвідасович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом директора від «20» березня 2025 року № 20 - ст

2. Строк подання студентом проєкту «10» червня 2025 року

3. Вихідні дані до проєкту

- середовище для програмування обладнання Equivalent IOS Commander;

- використати програму-симулятор Cisco Packet Tracer;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1 *Огляд реалізації проєкту в середовищі Cisco Packet Tracer*

4.2 *Основи конфігурування комутаторів L3*

4.3 *Моделювання локальної мережі із застосуванням комутатора третього рівня*

4.4 *Техніко-економічне обґрунтування*

4.5 *Охорона праці та безпека життєдіяльності*

5. Перелік графічного матеріалу

5.1.	Моделювання мережі із застосуванням коммутатора третього рівня.
5.2.	Модель мережі із застосуванням алгоритму STP
5.3.	Налаштування маршрутизації між сегментами мережі
5.4.	Техніко-економічне обґрунтування проекту

6 Консультанти розділів проекту

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання отримав
Техніко-економічне обґрунтування	<i>Тетяна Підкуймуха</i>		
Охорона праці та безпека життєдіяльності	<i>Роман Томків</i>		

7. Дата видачі завдання «01»квітня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання	Примітка
1	Огляд реалізації проекту в середовищі Cisco Packet Tracer	20.03.2025	
2	Основи конфігурування комутаторів L3	30.03.2025	
3	Моделювання локальної мережі із застосуванням комутатора третього рівня	15.04.2025	
4	Оформлення пояснювальної записки	25.04.2025	
5	Розробка демонстаційних креслень	01.05.2025	
6	Охорона праці	15.05.2025	
7	Техніко – економічне обґрунтування	25.05.2025	

Студент

Керівник проекту

(підпис)

(підпис)

Максим Радь

(ім'я, прізвище)

Андрій Селемонавічус

(ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломного проекту: 66 с., 33 рис., 4 табл., 12 джерел, 4 демонстраційних аркуші.

Об'єкт дослідження – аналіз програмного середовища моделювання комп'ютерних мереж – Cisco Packet Tracer.

Мета проекту – розробити навчально – методичні матеріали для вивчення технологій моделювання локальної мережі із застосуванням комутаторів L3 Cisco у середовищі Cisco Packet Tracer.

Результати проектування дозволили створити модель локальної комп'ютерної мережі в середовищі Cisco Packet Tracer із застосуванням технології VLAN.

Галузь використання – інформаційні системи.

CISCO PACKET TRACER, ROUTER 2620, XM SWITCH 2950-24, HUB-PT, REPEATER-PT, ACCESSPOINT-PT, HTTP-СЕРВЕРА, VLAN, DHCP

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП	6
1 ОГЛЯД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ В СЕРЕДОВИЩІ CISCO PACKET TRACER.....	7
1.1 Моделювання топології мережі організації на Cisco L2 та L3...	7
2 ОСНОВИ КОНФІГУРУВАННЯ КОМУТАТОРІВ L3.....	13
2.1 Налаштування маршрутизації між VLAN на L3 комутаторах...	13
2.2 Протокол Spanning Tree Protocol (STP).....	17
3 МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМУТАТОРА ТРЕТЬОГО РІВНЯ	31
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	46
4.1 Розрахунок витрат на розробку програмного продукту.....	46
4.2 Розрахунок витрат на налагодження та дослідну експлуатацію програмного продукту на ПК.....	50
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	52
5.1 Електробезпека	52
5.2 Техніка безпеки при роботі за комп'ютером.....	53
5.3 Пожежна безпека.....	55
5.4 Виробниче приміщення та робоче місце.....	57
5.5 Висновки до розділу з охорони праці та безпеки життєдіяльності.....	59
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	61
КОПІЇ ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ АРКУШІВ	62
Лист 1. Моделювання мережі із застосуванням коммутатора третього рівня.....	63
Лист 2. Модель мережі із застосуванням алгоритму STP.....	64
Лист 3. Налаштування маршрутизації між сегментами мережі	65
Лист 4. Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	66

ВСТУП

Ми живемо в столітті інфокомунікаційних систем та технологій, де неможливо уявити жодну організацію без сучасної обчислювальної техніки. Сьогодні на одному підприємстві можуть перебувати близько ста, а то і більше комп'ютерів. Отже, вся сукупність обладнання, поєднана лініями зв'язку та обмінюється даними між собою відповідно до певних правил являє собою локальну обчислювальну мережу.

В даний час комп'ютерні мережі характеризуються складністю топологій, тому часто постає питання попереднього моделювання комп'ютерних мереж. За допомогою моделювання визначають оптимальну топологію майбутньої мережі, необхідне мережеве обладнання, а також можливість майбутнього розвитку. Крім того, моделювання комп'ютерної мережі дозволяє уникнути витрат, що виникають в результаті реального побудови мережі в майбутньому.

Сьогодні відомо безліч програм для моделювання локальних обчислювальних мереж, кожна з яких підходить для реалізації конкретних завдань. Однією з найбільш поширених і популярних середовищ моделювання комп'ютерних мереж є Cisco Packet Tracer, яка дозволяє експериментувати з поведінкою мережі, налаштовуючи її під поставлені завдання, і створювати мережу з необмеженим числом обладнання.

Виходячи з перерахованого вище, тема даної роботи є однією з найактуальніших в даний час, так як проблема попереднього моделювання локальної обчислювальної мережі постає сьогодні як ніколи гостро.

Метою дослідження є: аналіз програмного середовища моделювання комп'ютерних мереж – Cisco Packet Tracer.

1 ОГЛЯД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ В СЕРЕДОВИЩІ CISCO PACKET TRACER

1.1 Моделювання топології мережі організації на Cisco L2 та L3

Розглянемо приклад налаштування локальної мережі наступної конфігурації на пристроях cisco (рис.1.1.).

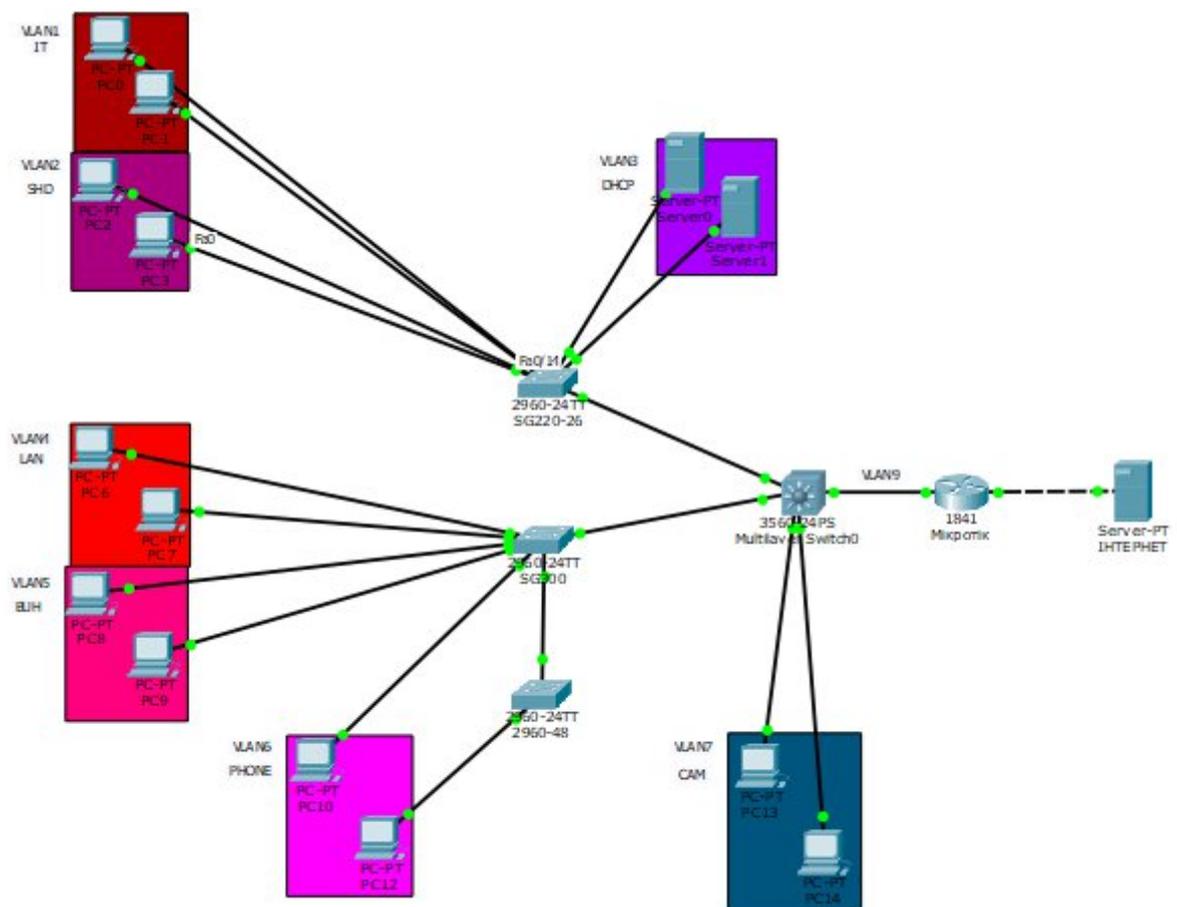


Рисунок 1.1- Приклад локальної мережі.

Опис мережі:

VLAN1(default-IT) – 192.168.1.0/24

VLAN2(SHD) – 10.8.2.0/27

VLAN3(SERV) – 192.168.3.0/24

VLAN4(LAN) – 192.168.4.0/24

VLAN5(BUH) – 192.168.5.0/24

VLAN6(PHONE) – 192.168.6.0/24

VLAN7(CAMERS) – 192.168.7.0/24

VLAN8(резерв)

VLAN9(WAN) – 192.168.9.2/24

Пристрої:

Комутатори cisco c2960 L2-рівня - 3 шт

Комутатор cisco c3560 L2 та L3-рівня - 1 шт

Всі комутатори будуть у VLAN1 і будуть мати мережу 192.168.10/24

Маршрутизатор (наприклад Mikrotik RB750) - 1шт

Сервер Win2008 (DHCP) - для роздавання ір-адрес.

У кожному VLAN по 2 комп'ютери визначені як кінцеві пристрої.

1. Для початку налаштуємо комутатор cisco L2 рівня sw1

За замовчуванням всі порти знаходяться у VLAN1 так що його створювати не будемо.

Підключаємося до консолі: telnet 192.168.1.1

Вводимо пароль. Переходимо в привілейований режим для введення команд)

```
sw1> enable
```

Створюємо VLAN (команди для vlan створюються на всіх пристроях однаково). Переходимо в режим налаштування

```
sw1# conf-t
```

Створюємо VLAN

```
sw1(config)# vlan 2
```

Присвоюємо ім'я цього VLAN2

```
sw1(config-vlan)# name SHD
```

```
sw1(config-vlan)# exit
```

Повторюємо дії якщо необхідно додати VLAN. Перевіряємо, які VLAN створили.

```
sw1# show vlan brief
```

Визначаємо порти для підключення комп'ютерів до VLAN2

- на першому і другому порту комутатора у мене буде VLAN1
- на третьому і четвертому порту VLAN2
- на п'ятому і шостому VLAN3

Переходимо в режим настройки

```
sw1# conf-t
```

Вибираємо інтерфейс для одного порту

```
sw1(config)# int fa0/3
```

Вибираємо інтерфейс для декількох портів відразу

```
sw1(config)# int fa0/3-4
```

Вказуємо що цей порт буде для пристроїв

```
sw1(config-if)# switchport mode access
```

Призначаємо цьому порту VLAN2

```
sw1(config-if)# switchport access vlan 2
```

Вмикаємо інтерфейс

```
sw1(config-if)# no shutdown
```

```
sw1(config-if)# exit
```

Повторюємо дії для необхідних портів. Перевіряємо налаштування пристрою

```
sw1# show run
```

Для з'єднання нашого комутатора (sw1-cisco 2960-L2) з комутатором (sw2-cisco 3560-L2L3) нам необхідно створені VLAN передати (за потребою) іншому комутатору, для цього налаштуємо TRUNK порт (в транк порту ініціалізуємо наші VLAN)

Вибираємо найшвидший порт (так як у ньому будуть задіяні кілька VLAN (підмережі)). Переходимо в режим налаштування

```
sw1# conf-t
```

Вибираємо інтерфейс для одного порту

```
sw1(config)# int gi0/1
```

Для декількох відразу портів Вибираємо інтерфейс

```
sw1(config)# int gi0/1-2
```

Вказуємо що цей порт буде для VLAN

```
sw1(config-if)# switchport mode trunk
```

Вказуємо які VLAN'и будуть задіяні у TRUNK порт

```
sw1(config-if)# switchport trunk allowed vlan 2,3
```

Включаємо інтерфейс

```
sw1(config-if)# no shutdown
```

```
sw1 (config-if) # exit
```

Повторюємо дії для необхідних портів

Підсумок налаштувань комутатора L2:

Так як даний пристрій у нас другого рівня, він не розуміє що таке ір-дреси. Комп'ютери підключені до цих портів можуть бачити один одного в межах свого заданого VLAN. Тобто з VLAN1 ми не потрапимо у VLAN2 і навпаки. Налаштували гігабітний порт для передачі VLAN комутатора sw2 - cisco 3560-L2L3.

Додаємо до вже створеної нами мережі на L2 комутаторі (sw1), комутатор (sw2) cisco-3560 L2L3

2. Налаштуємо комутатор 3560 L3, який (розуміє ір адреси та здійснює маршрутизацію між VLAN)

а) Необхідно створити всі VLAN які будуть описувати нашу топологію мережі, так як даний комутатор L3 буде маршрутизувати трафік між VLAN.

Створюємо VLAN (команди для vlan створюються на всіх пристроях однаково). Переходимо в режим настройки

```
sw# conf-t
```

Створюємо VLAN

```
sw(config)# vlan 4
```

Присвоюємо ім'я цього VLAN2

```
sw(config-if)# name LAN
```

```
sw(config-if)# exit
```

Повторюємо дії якщо необхідно додати VLAN

Перевіряємо створені VLAN.

```
sw# show vlan brief
```

б) Визначаємо порти для підключення комп'ютерів.

- на першому порту комутатора у мене буде VLAN9

- на третьому і четвертому порту VLAN7

Переходимо в режим настройки

```
sw# conf-t
```

Вибираємо інтерфейс для одного порту

```
sw(config)# int fa0/1
```

Вибираємо інтерфейс для декількох відразу портів

```
sw(config)# int fa0/3-7
```

sw(config-if) # switchport mode access (Вказуємо що цей порт буде для пристроїв)

```
sw(config-if)# switchport access vlan 9 (призначаємо цього порту VLAN9)
```

```
sw(config-if)# no shutdown (включаємо інтерфейс)
```

```
sw(config-if)# exit
```

Повторюємо дії для необхідних портів

```
sw # show run (дивимося які налаштування пристрою)
```

3. Створюємо транкові порти

Вибираємо найшвидший порт (так як по ньому будуть взаємодіяти кілька VLAN (підмережі))

переходимо в режим настройки

```
sw # conf-t ()
```

(для одного порту Вибираємо інтерфейс)

```
sw (config) # int gi0/1
```

sw (config) # int gi0 / 1-2 (для декількох відразу портів Вибираємо інтерфейс)

Так як ми налаштовуємо L3 нам необхідно перекидати з фіз.порта в віртуальний порт ір-адреси і навпаки (інкапсуляція)

```
sw(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q (Вказуємо инкапсуляцію)
```

```
sw(config-if)# switchport mode trunk (Вказуємо що цей порт буде для VLAN)
```

```
sw(config-if) # switchport trunk allowed vlan 1-7, (вказуємо який VLAN буде проходити)
```

```
sw(config-if) # no shutdown (включаємо інтерфейс)
```

```
sw(config-if) # exit
```

Повторюємо дії для необхідних портів

4. Переводимо маршрутизатор в режим L3

```
sw# conf-t (переходимо в режим настройки)
```

```
sw(config)# ip routing
```

2 ОСНОВИ КОНФІГУРУВАННЯ КОМУТАТОРІВ L3

2.1 Налаштування маршрутизації між VLAN на L3 комутаторах

В даному прикладі ми розглянемо модель мережі де будемо налаштувати маршрутизацію між VLAN'ами на L3-комутаторі. VLAN (віртуальні мережі) розбивають середовище LAN на окремі "broadcast" домени. Коли хосту в одному VLAN необхідно зв'язатися з хостом в іншому VLAN, трафік повинен бути змаршрутизований між ними. Цей процес називається міжвланна маршрутизація (InterVLAN routing). На Catalyst комутаторі це виконується за допомогою створення L3-інтерфейсів, які називаються віртуальними інтерфейсами (Switch virtual interfaces, SVI).

Ми, як приклад, використовуємо Catalyst 3550. Однак дана концепція може бути також застосована на інших L3-комутаторах, на яких працює Cisco IOS (Catalyst 3560, 3750, Catalyst 4500/4000 або Catalyst 6500/6000).

Логічна діаграма, яка пояснює простий InterVLAN роутинг показана на рисунку 2.1. У даній схемі в комутаторі 3550 визначені три VLAN (Vlan 2, Vlan 3 і Vlan10). Необхідно виконати маршрутизацію InterVLAN, щоб хости в цих VLAN могли взаємодіяти один з одним.

Щоб розв'язати наступне завдання, необхідно виконати наступне:

Вмикаємо роутинг на комутаторі, використовуючи команду ip routing. Якщо маршрутизація вже була увімкнена раніше, тоді цей крок буде гарантувати, що роутинг буде активований.

```
Switch> enable
```

```
Switch# conf t
```

```
Switch(config)# ip routing
```

Визначимо VLAN'и між якими ми хочемо виконувати маршрутизацію. У даному прикладі, це VLAN2, VLAN3 і VLAN10.

```
Switch(config)# Vlan 2
```

```
Switch(config-vlan)# exit
```

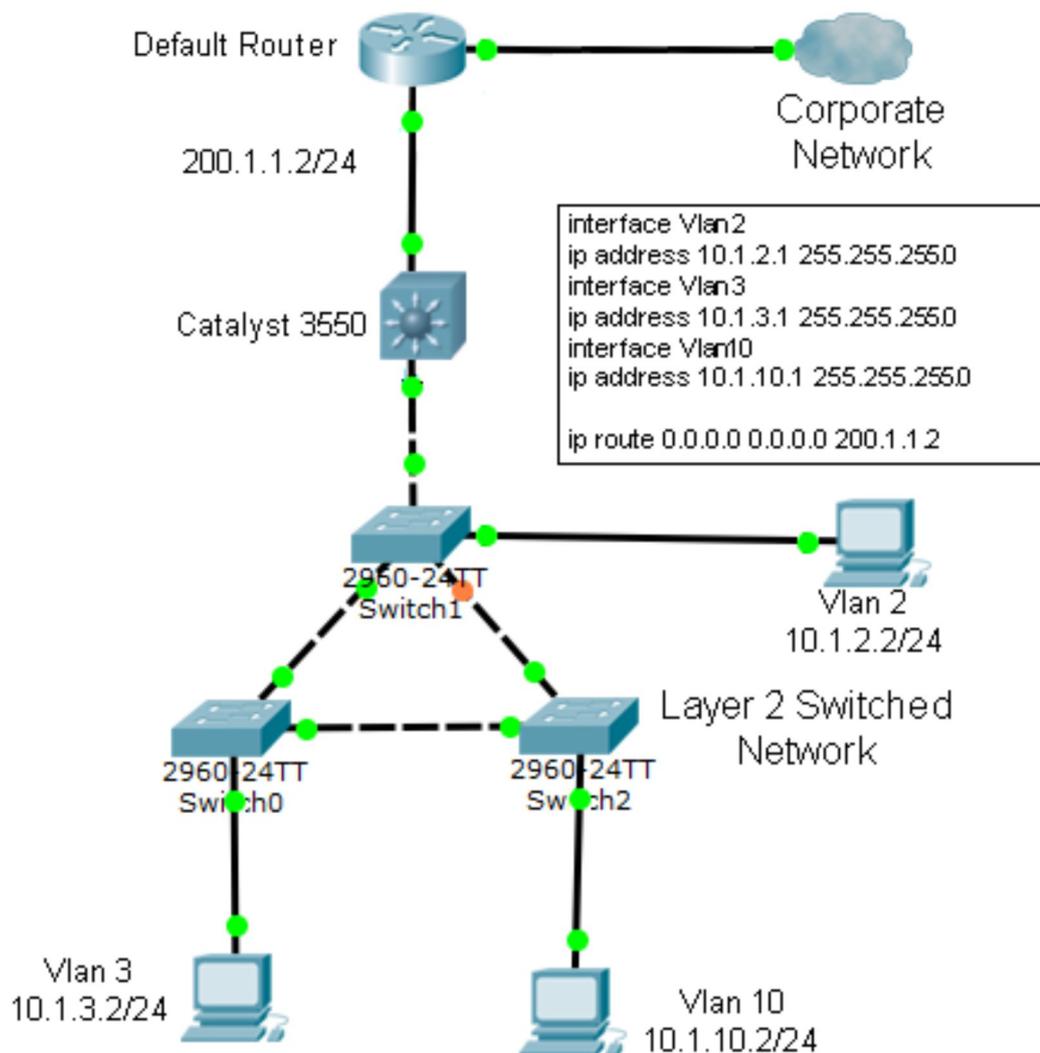
```
Switch(config)# Vlan 3
```

```
Switch(config-vlan)# exit
```

```
Switch(config)# Vlan 10
```

```
Switch(config-vlan)# exit
```

Використовуючи команду `show vlan` перевіримо, що потрібний VLAN існує в базі даних VLAN'ів. Якщо VLAN не існує, то необхідно його додати. У даному прикладі ми додали всі необхідні VLAN'и. (Рис 2.1)



Рисунк 2.1- Логічна діаграма, яка пояснює простий InterVLAN роутинг.

Визначимо IP адреси, які ми хочемо призначити на VLAN інтерфейс. Для того щоб комутатор був здатний виконувати маршрутизацію між VLAN, на VLAN-інтерфейсі повинен бути налаштована IP-адреса. Коли комутатор

приймає пакет, що призначений для іншої мережі (VLAN), комутатор перегладає свою таблицю маршрутизації, щоб визначити куди переслати пакет. Потім пакет передається на потрібний VLAN інтерфейс. Той у свою чергу надсилає пакет на той порт до якого підключений цільовий хост.

Конфігуруємо VLAN-інтерфейси IP-адресами

```
Switch(config)# interface Vlan 2
```

```
Switch(config-if)# ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
```

```
Switch(config-if)# exit
```

```
Switch(config)# interface Vlan 3
```

```
Switch(config-if)# ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
```

```
Switch(config-if)# exit
```

```
Switch(config)# interface Vlan 10
```

```
Switch(config-if)# ip address 10.1.10.1 255.255.255.0
```

```
Switch(config-if)# exit
```

```
Switch(config)#
```

Налаштовуємо кінцеві вузли використовувати відповідний VLAN-інтерфейс на в якості маршрутизатора за замовчуванням (default gateway). Наприклад комп'ютери у VLAN2 повинні використовувати IP-адресу VLAN2, як свій шлюз за замовчуванням.

Виконуємо команду `show ip route`, для того щоб переглянути поточну таблицю маршрутизації.

```
Cat3550# show ip route
```

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
```

```
C 10.1.10.0 is directly connected, Vlan10
```

```
C 10.1.3.0 is directly connected, Vlan3
```

```
C 10.1.2.0 is directly connected, Vlan2
```

В житті будь-якого системного адміністратора або мережевого інженера рано чи пізно виникає необхідність організації відмово стійкої мережі. Власне для чого нам це буде необхідно. Наприклад один комутатор знаходиться на першому поверсі інший на другому і нам потрібно об'єднати ці поверхи в одну

локальну мережу. Звичайно нам необхідно буде об'єднати дані комутатори каналом зв'язку у тому випадку коли ми використовуємо один канал зв'язку то у разі виникнення «обриву» каналу нам необхідно буде затратити багато часу для його відновлення. Нам потрібно буде затратити час на виявлення «обриву» та усунення (перетягування кабелю). Саме для цього використовуються резервні канали зв'язку (лінки).

Розглянемо методи організації відмовостійких каналів:

Агрегування каналів – об'єднання декількох фізичних каналів в один логічний канал. У випадку коли ми використовуємо два канали між комутаторами то обидва канали сприймаються як одне логічне з'єднання. Якщо відбувається розрив одного каналу то передача даних все одно не припиняється (рис. 2.2).



Рисунок 2.2- Агрегування каналів.

Резервування з'єднань. Традиційна надлишкова топологія. Вона полягає у тому що у нас функціонує два канали комутації то із них функціонує тільки один а інший знаходиться у резерві та чекає своєї черги коли відмовить перший канал (рис.2.3). У випадку резервування з'єднань ми отримуємо комутаційну петлю, яка може створювати наступні проблеми: широкомовні «шторми», багато чисельні копії кадрів, багато чисельні петлі. Будь-яка із цих проблеми призводить до непацездатності комп'ютерної мережі.



Рисунок 2.3- Резервування з'єднань.

2.2 Протокол Spanning Tree Protocol (STP)

STP–протокол – це протокол зв'язувального дерева. Даний протокол функціонує на другому рівні моделі OSI. Він реалізує захист від петель в мережі. Дозволяє створювати автоматичне резервування каналів. Час узгодження сходимості становить 30-50 секунд. Тобто це час переключення роботи на резервний канал у випадку відмови активного каналу комутації. Проте у протоколах RSTP (Rapid STP) (покращена версія STP) та MSTP час сходимості становить менше секунди.

Алгоритм роботи протокола STP:

1. Вибирається кореневий порт Root Bridge. Порти кореневого комутатора стають призначеними і переходять у стан передавання рис. 2.4.

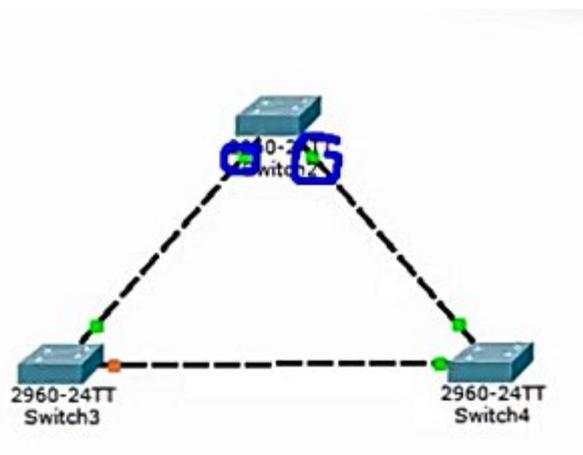


Рисунок 2.4 - Кореневий порт Root Bridge

Тобто всі задіяні порти кореневого комутатора приймають та відправляють пакети.

2. Далі вибирається кореневий порт на не кореновому комутаторі. В даній топології в нас кореневий комутатор вже є, тому інші комутатори є не кореновими. Кореневий порт переходить в стан передавання. Кореневий порт вибирається із розрахунку вартості шляху від некореневого комутатора до кореневого. Вартість шляху розраховується на основі пропускну здатності каналів. Чим більша пропускну здатність тим менше вартість.

Тобто в нашому випадку корневими портами являються дані порти. На рис. 2.5 а). Якщо б в нашій топології дані «лінки» були б 100Мбіт і 10Мбіт. На рис. 2.5 б) то корневим портом був би цей порт, тому що пропускна здатність в нього буде більша.

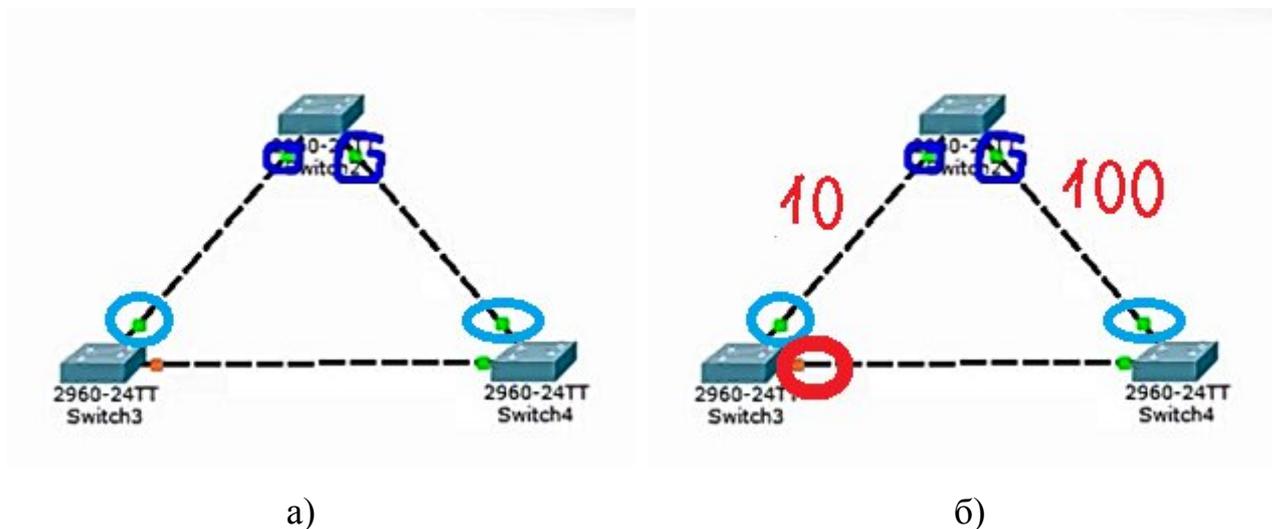


Рисунок 2.5 - Вибір кореневого порту

3. Далі відбувається вибір назначеного порта , в кожному сегменті, під сегментом розуміється «прохідний» комутатор STP створює єдиний назначений для зв'язку із цим сегментом порт. Назначений порт вибирається на комутаторі котрий має самий дешевий, тобто найменш вартісний шлях до кореневого комутатора. Назначений порт переходить в стан передавання. У нашому випадку це даний порт на рис. 2.6.

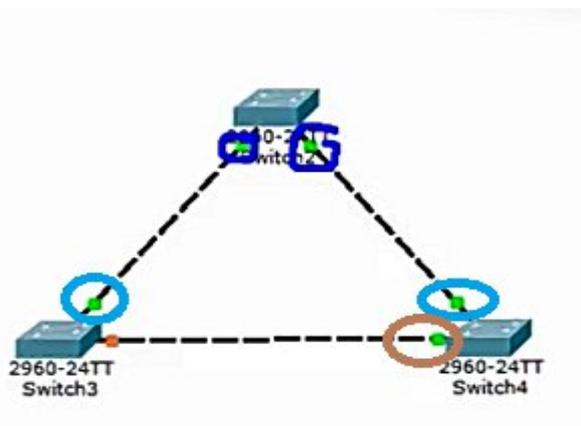


Рисунок 2.6 - Вибір оптимального порту

Алгоритм вибору кореневого коммутатора.

Протокол STP базується на числі біт. Цей параметр об'єднує пріоритет комутатора і його MAC-адресу. Оскільки на всіх комутаторах Cisco пріоритет однаковий, то корневим комутатором стає комутатор з найменшим MAC-адресою. Таким же чином відбувається вибір назначеного порта у випадку якщо у двох комутаторів однакова вартість до кореневого комутатора як і в нашому прикладі назначеним портом буде вибраний порт комутатора що має найменшу MAC-адресу.

Розглядаються наступні *стани* портів:

- 1) Блокування (blocking)
- 2) Прослуховування (listening)
- 3) Навчання (learning)
- 4) Передача (forwarding)

У нашому випадку один порт тимчасово заблокований для того, щоб не утворювалась комутаційна петля. У випадку, якщо одне із з'єднань розірветься то порт перейде у стан передавання після того як пройде стан прослуховування і навчання. Розглянемо наступний приклад в програмі Cisco Packet Tracer.

Для цього в робочу область інтерфейсу додамо три комутатора Cisco 2960-24TT. З'єднаємо їх на рис 2.7.

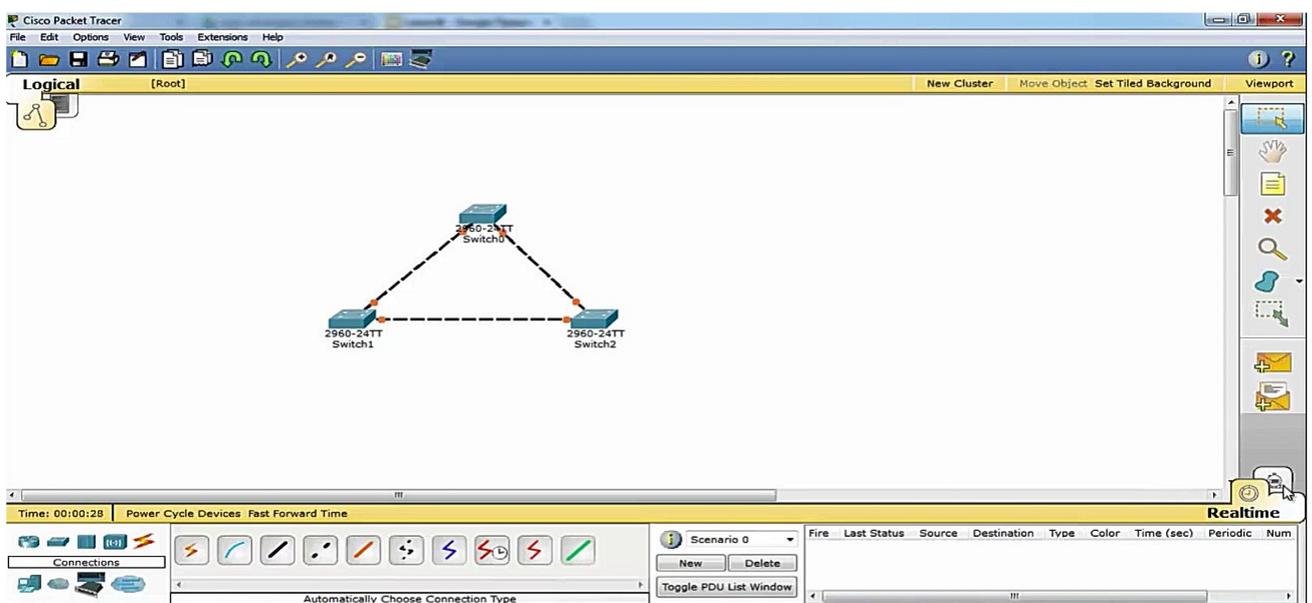


Рисунок 2.7 - Ініціалізація портів

Виконується ініціалізація портів і алгоритм STP вже працює. Це можна побачити, якщо переключити режим Simulation і побачити пакети, що проходять (рис. 2.8).

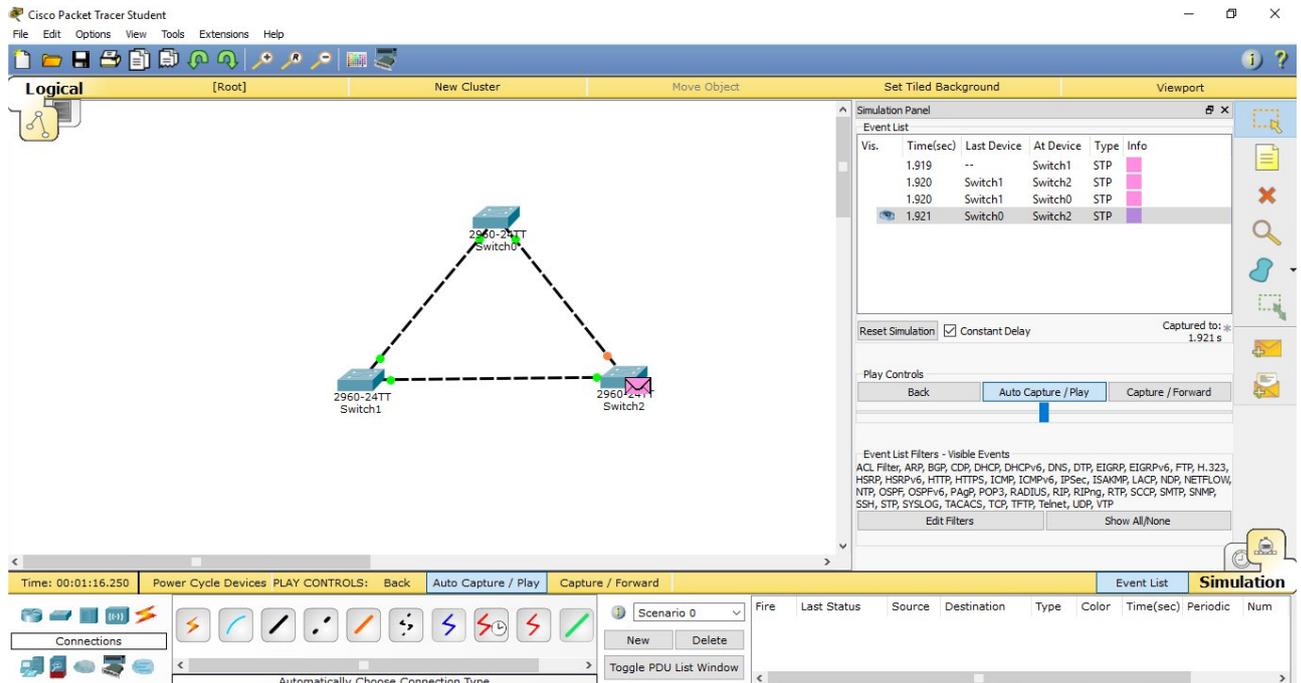


Рисунок 2.8- Режим Simulation

Заглянемо в середину пакету (рис.2.9.).

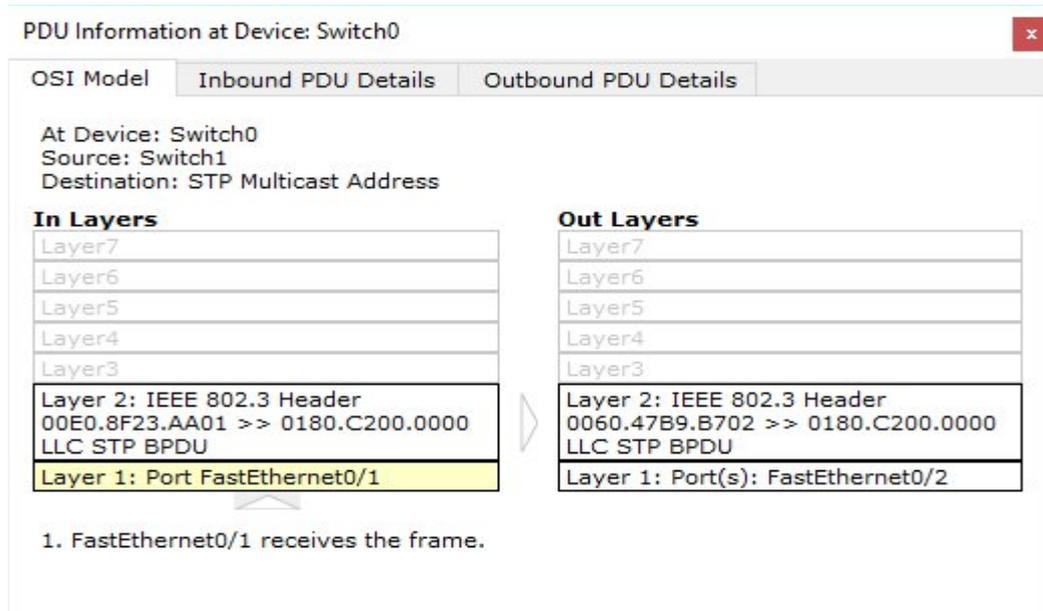
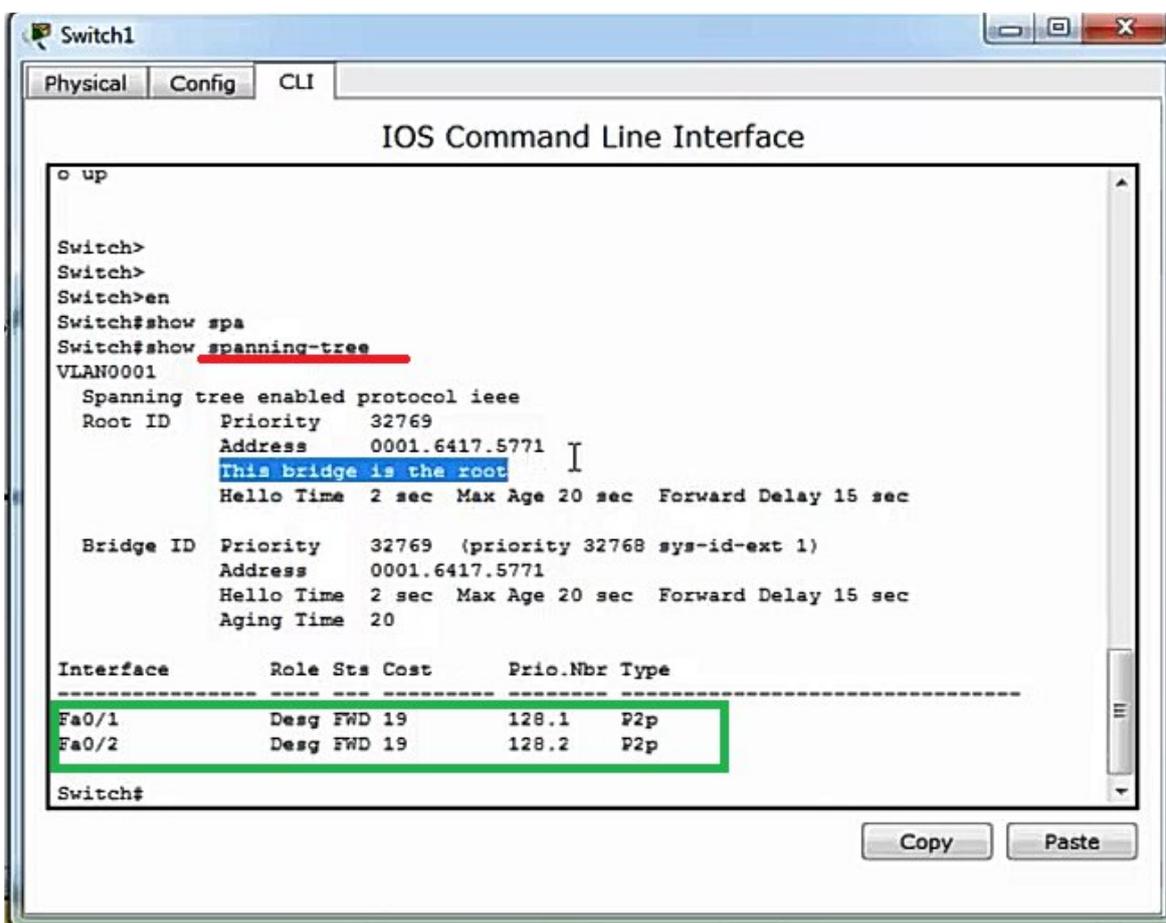


Рисунок 2.9- Передача BPDU кадрів

Як бачимо це протокол STP і передаються BPDU кадри, за замовчуванням вони передаються кожні дві секунди.

Перейдемо в режим Realtime, для того щоб завершити режим ініціалізації портів. Зараз відбувається процес вибору кореневого комутатора. Ініціалізація завершилась.

Для того щоб визначити, який комутатор є корневим перейдемо в CLI. Наприклад Switch1 зайдемо в привілейований режим, за допомогою команди show spanning-tree можемо побачити що даний коммутатор є корневим. Про це свідчить наступний напис -- «This bridge is the root» (рис.2.10).



```

Switch1
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
o up
Switch>
Switch>
Switch>en
Switch#show spa
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0001.6417.5771
           This bridge is the root
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0001.6417.5771
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1        Desg FWD 19        128.1    P2p
Fa0/2        Desg FWD 19        128.2    P2p
Switch#
Copy Paste

```

Рисунок 2.10 - Привілейований режим Switch1

Як бачимо всі його порти знаходяться в режимі передавання і є назначеними – Designated.

Переглянемо конфігурацію на інших комутаторах – Switch1.

Один порт FastEthernet 0/1 котрий ближче до кореневого коммутатора є корневим портом – Root, другий порт є назначеним – Designated.

Перевіряємо Switch2.

Як бачимо порт FastEthernet 0/2, що найближче розташований до кореневого комутатора є корневим портом – Root, і знаходиться у стані *передавання* другий порт є *заблокованим* – Alternative, так як на даний сегмент є вже назначений порт у комутатора Switch0 (рис. 2.11.). Цей порт є резервним і він активується у випадку розриву одного із з'єднань.

Тут ми ще можемо побачити пріоритет комутатора. Якщо подивитися на пріоритет на інших комутаторах то можна переконатись, що всюди він є однаковим – 32769 (рис.3.12.).

```

Switch0
-----
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface

Switch>
Switch>
Switch>en
Switch#
Switch#
Switch#show spa
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID Priority 32769
Address 0001.6417.5771
Cost 19
Port 1(FastEthernet0/1)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address 0002.4ADC.B936
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 20

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1 Root FWD 19 128.1 P2p
Fa0/2 Desg FWD 19 128.2 P2p

Switch#

```

Рисунок 2.11 - Перевірка Switch0

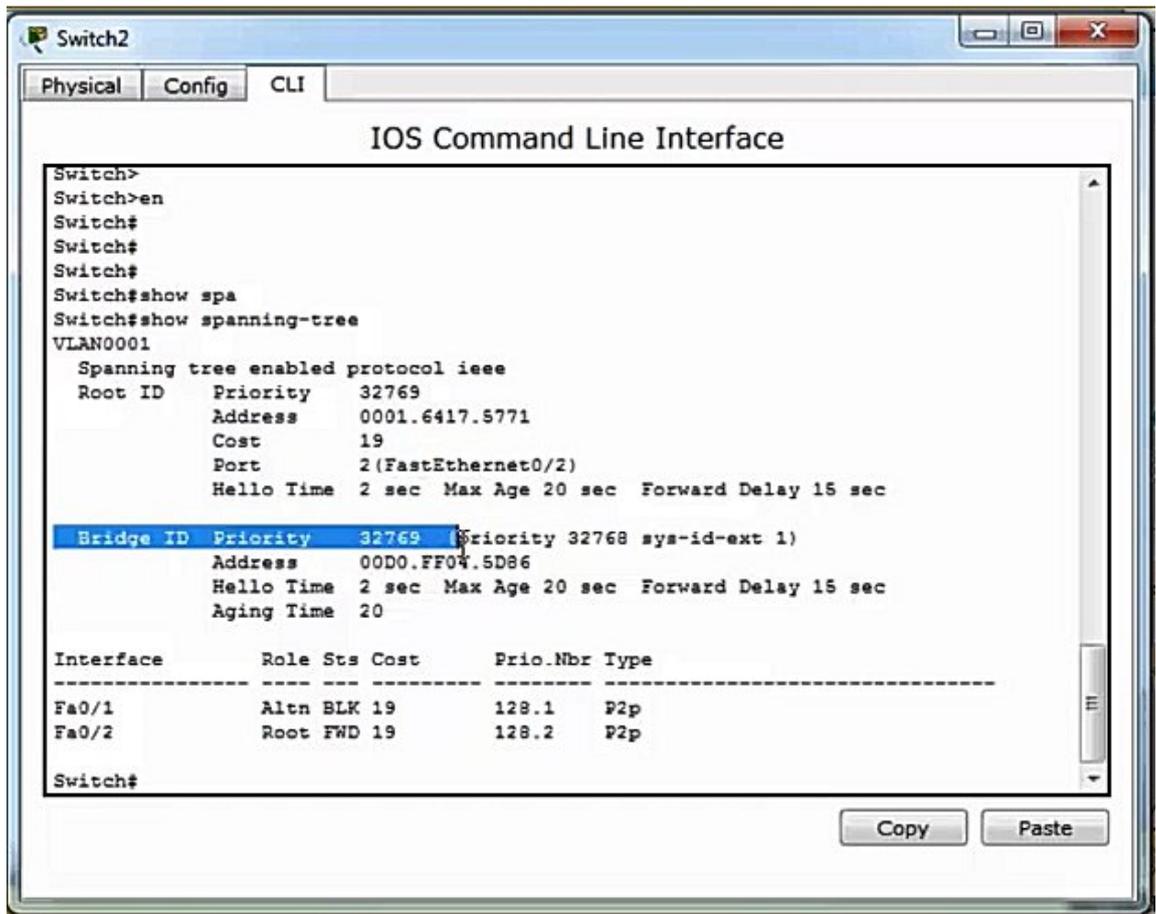


Рисунок 2.12 - Пріоритет комутатора Switch2

Так яким же чином вибраний у нас пріоритет?

Вибраний він у нас за найменшою MAC-адресою. На комутаторі Switch1 він найменший.

Те саме можна сказати про вибір назначеного порта – назначений порт у нас вибраний на Switch0, а заблокований порт – на Switch2.

Все вірно на комутаторі Switch0 MAC-адреса є найменшою.

Тепер перевіримо, що протоколу STP дійсно працює. «Погасимо» link між Switch0 та Switch1

В Switch0 Заходимо в режим глобального конфігурування. Вводимо команди

```
Switch# conf t
```

```
Switch(config)# interface FastEthernet0/1
```

```
Switch(config-if)# shutdown
```

Тепер зайдемо в режим конфігурування комутатора Switch2 (рис.2.13).

Вводимо команди

```
Switch# show spanning-tree
```

Відбувається переініціалізація портів. І бачимо що порт пройшов стан *прослуховування, навчання і передавання*.

Тут і спрацювала наша відмовостійкість. Тобто зв'язок відновився після «падіння» одного із лінків.

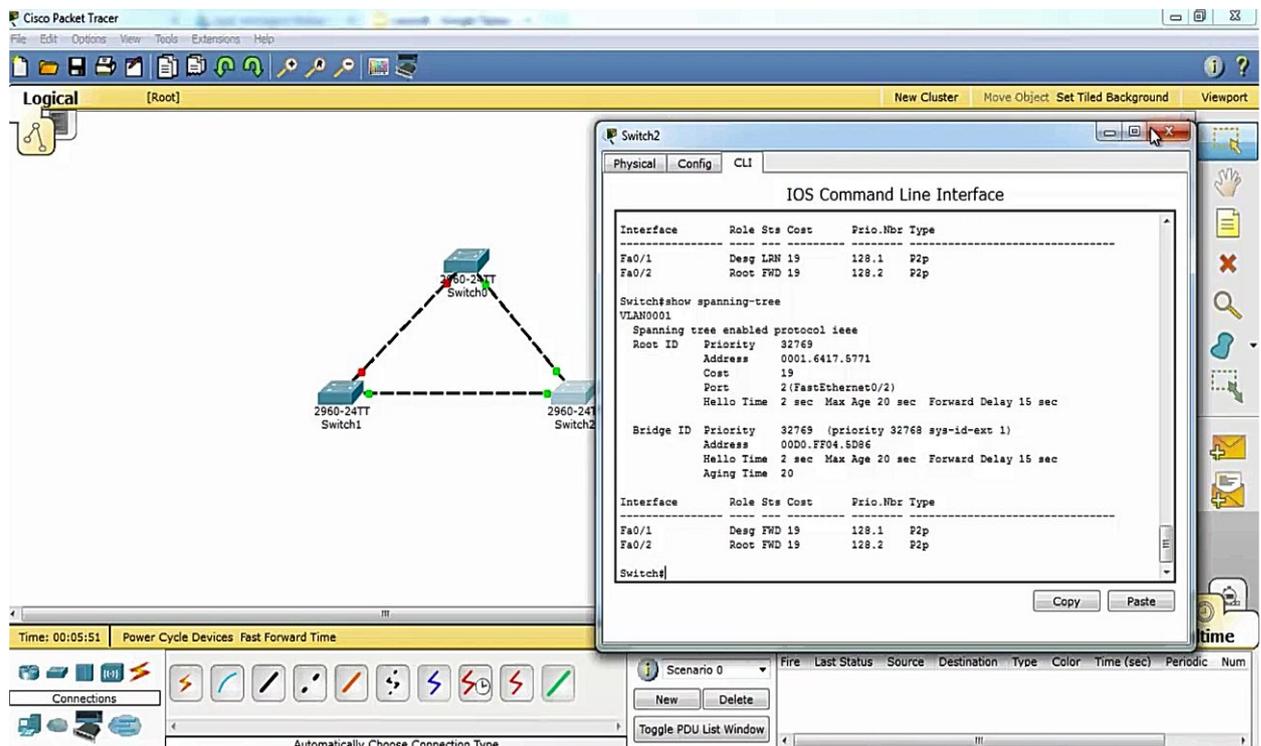


Рисунок 2.13 - Режим конфігурування комутатора Switch2

Розглянемо наступний приклад

В Cisco Packet Tracer зберемо наступну схему.

Комутатори 2960-24ТТ – 2 шт.

Робочі станції PC0, PC1 – 2 шт.

З'єднаємо елементи за наступною схемою, що показана на рис. 2.14.

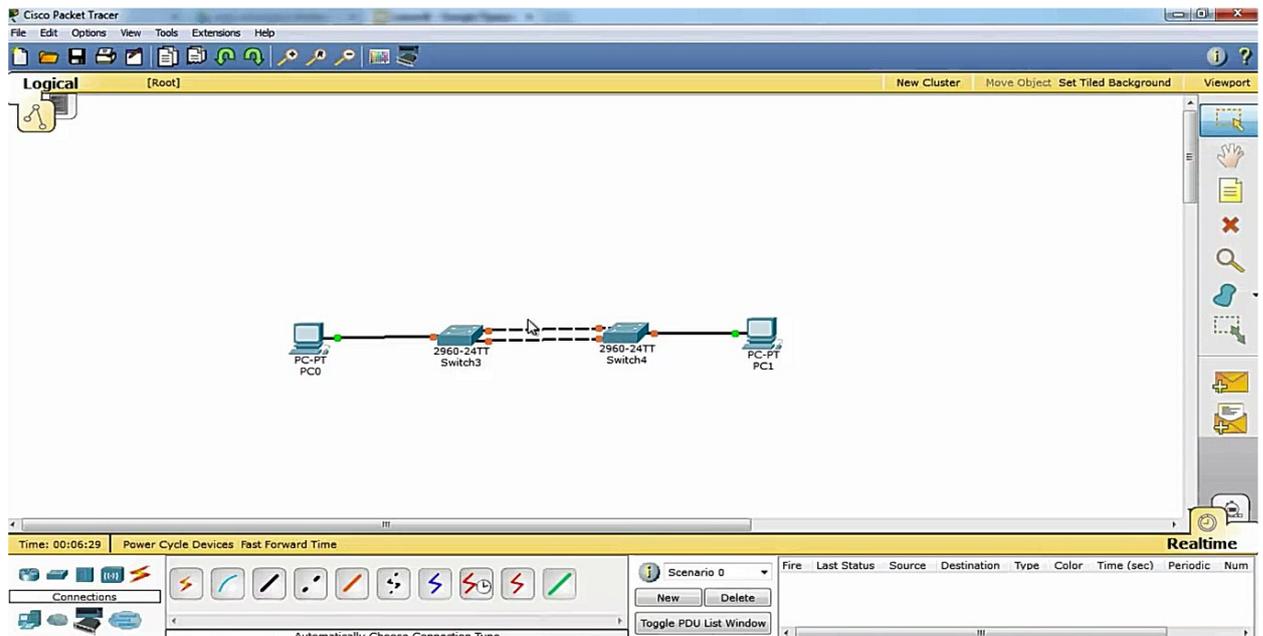


Рисунок 2.14 - Схема з комутаційною петлею

У даному випадку в нас утворилась комутаційна петля та починає роботу алгоритм STP. Налаштуємо ір-адресацію робочих станцій PC0 та PC1 (рис.2.15-2.16).

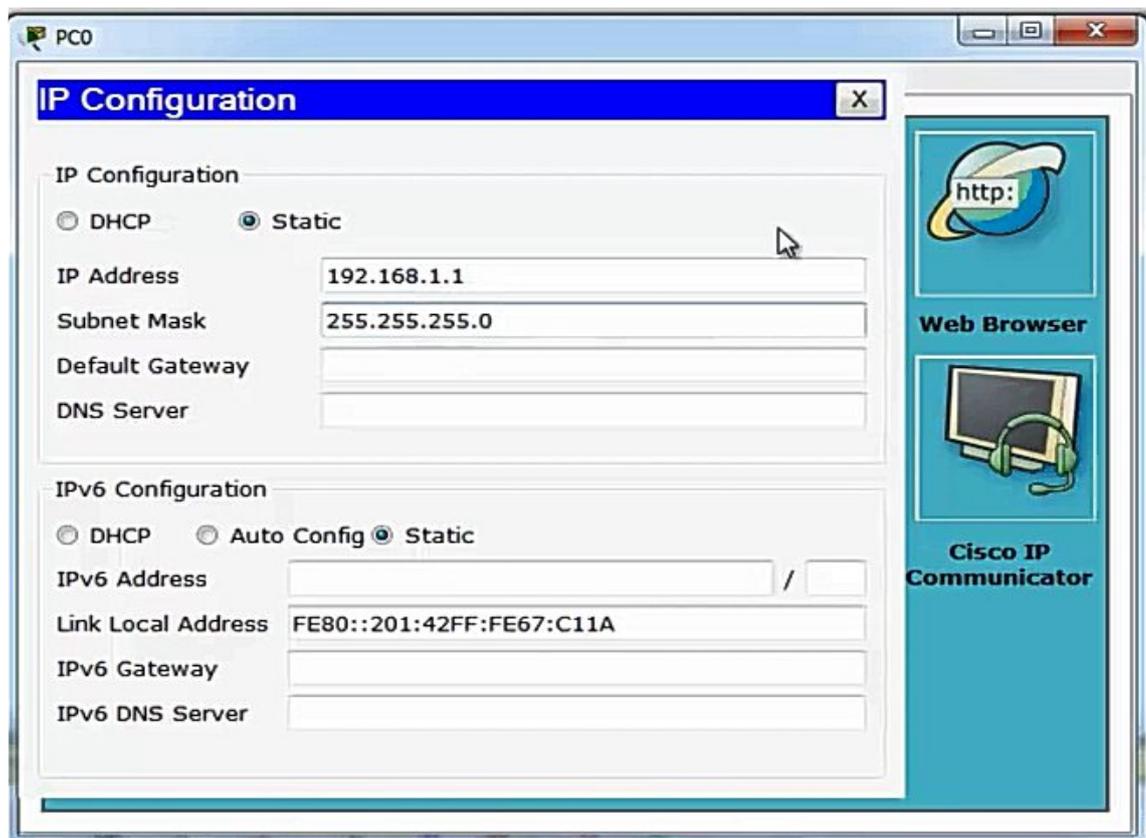


Рисунок 2.15 - Налаштування ір-адресації робочої станції PC0

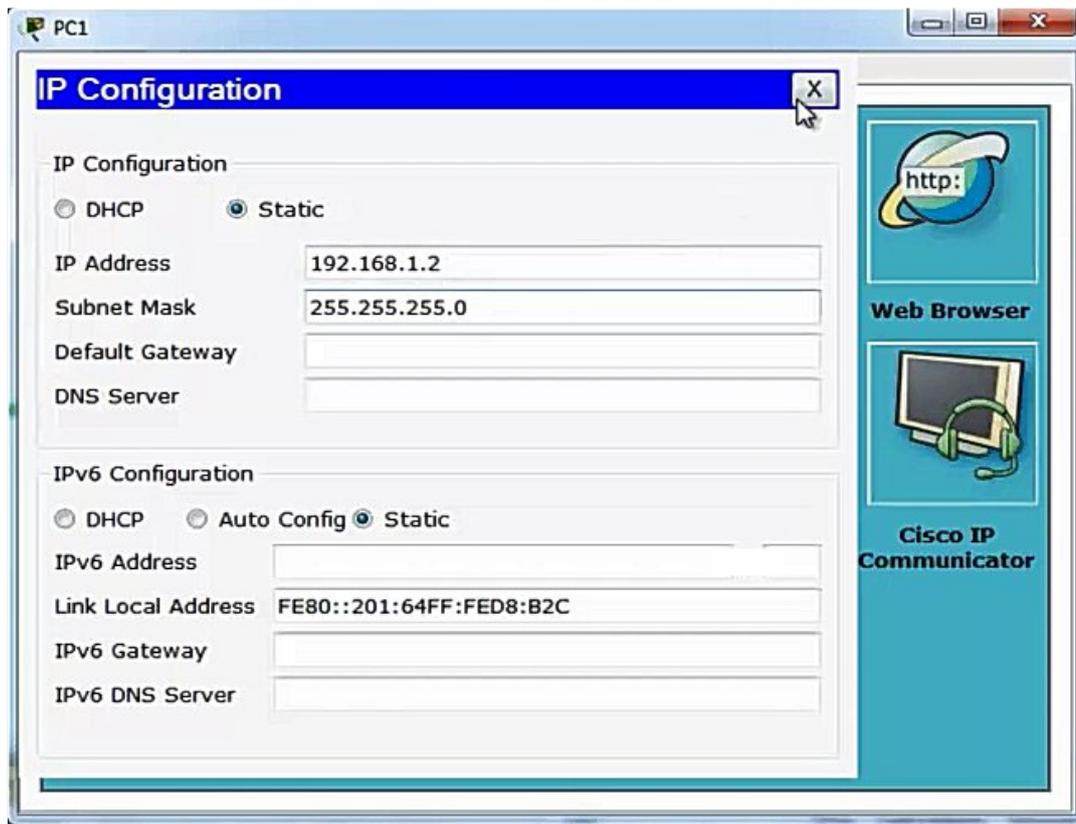


Рисунок 2.16 - Налаштування ір-адресації робочої станції PC1

Перевіримо чи є в нас зв'язок за допомогою команди ping (рис. 2.17.).

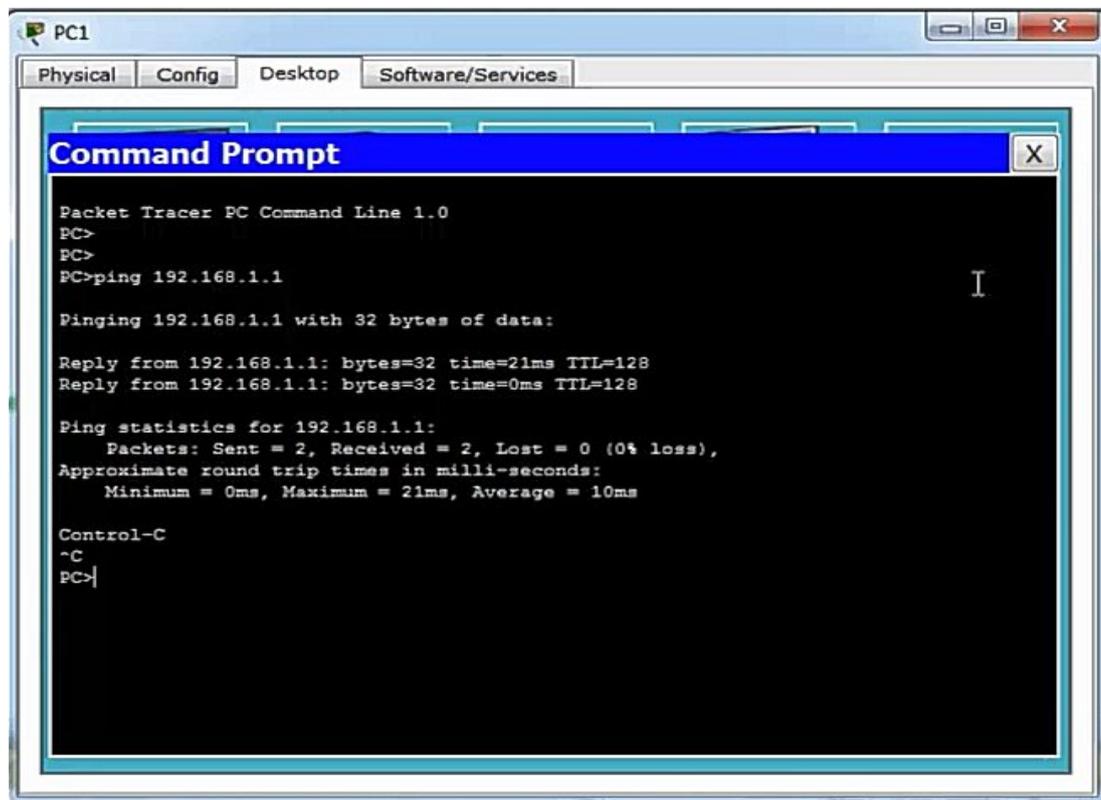


Рисунок 2.17 - Перевірка зв'язку робочих станцій PC0 та PC1

Зв'язок працює. Тут протокол STP зробив свою роботу і один з портів – заблокований (рис.2.18.).

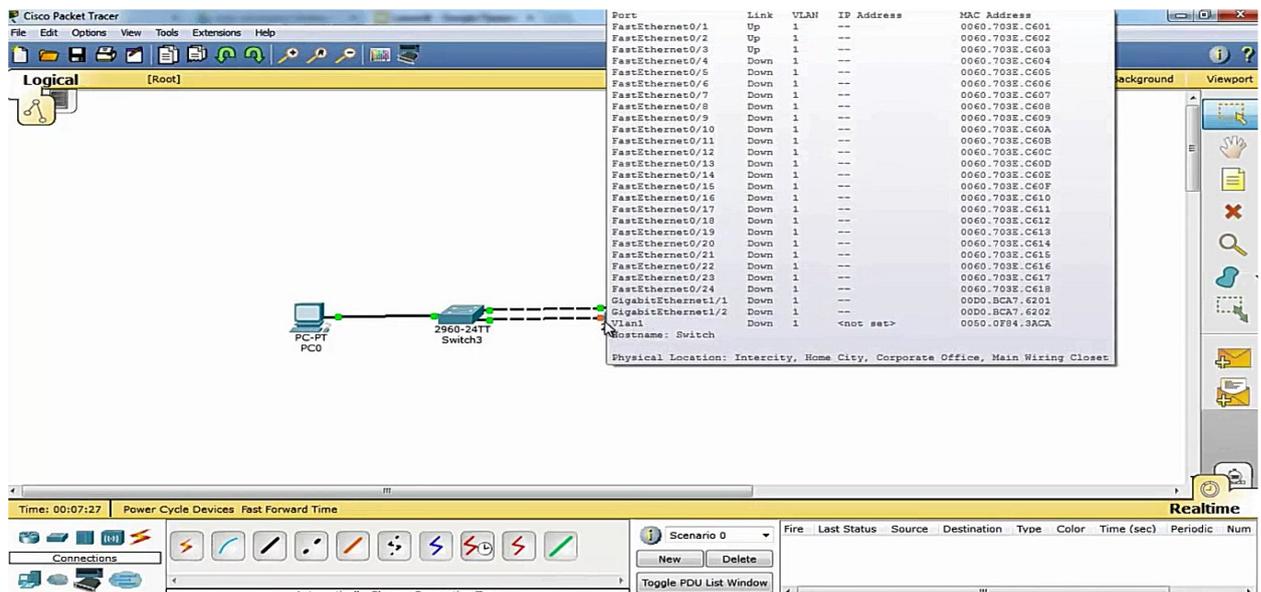


Рисунок 2.18 - Результати роботи протоколу STP

Подивимося за допомогою команди `show spanning-tree` чи коммутатор кореневий (рис. 2.19.). Всі його порти знаходяться в режимі передачі.

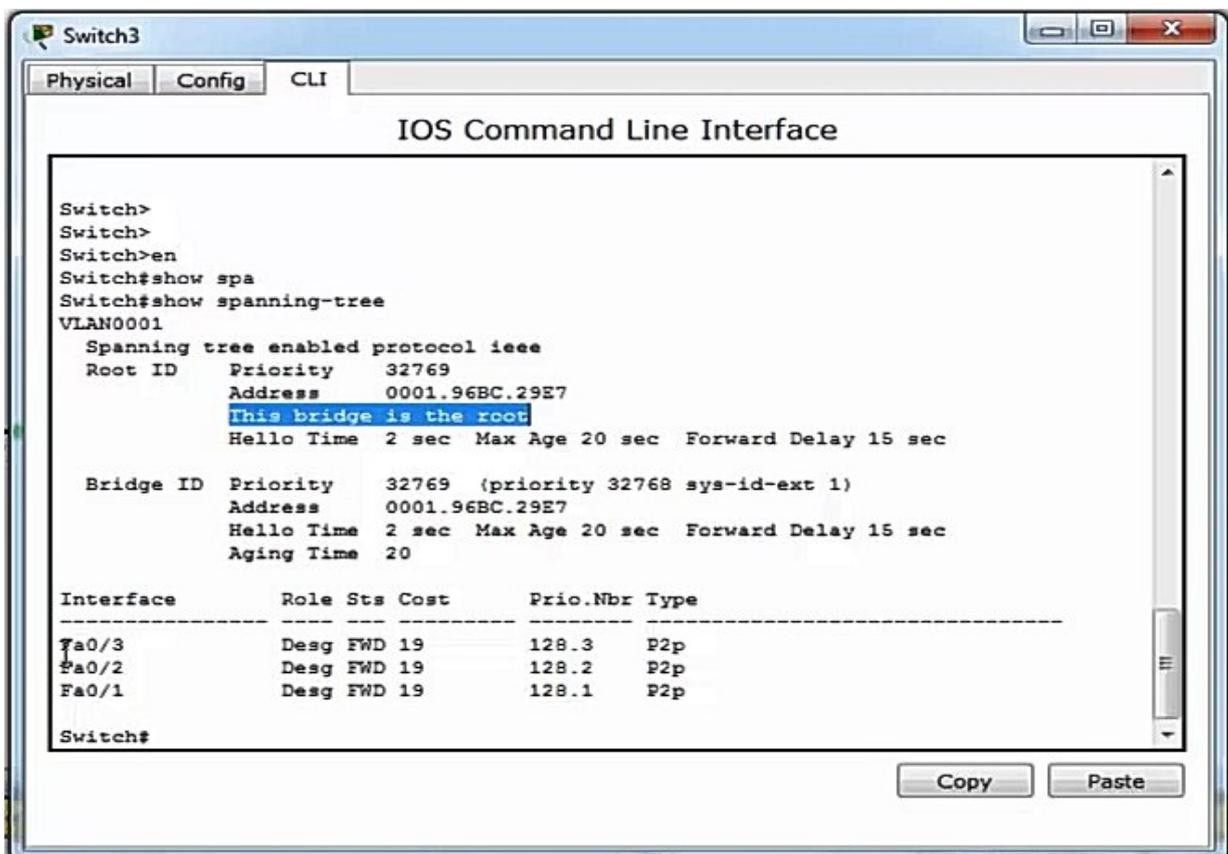
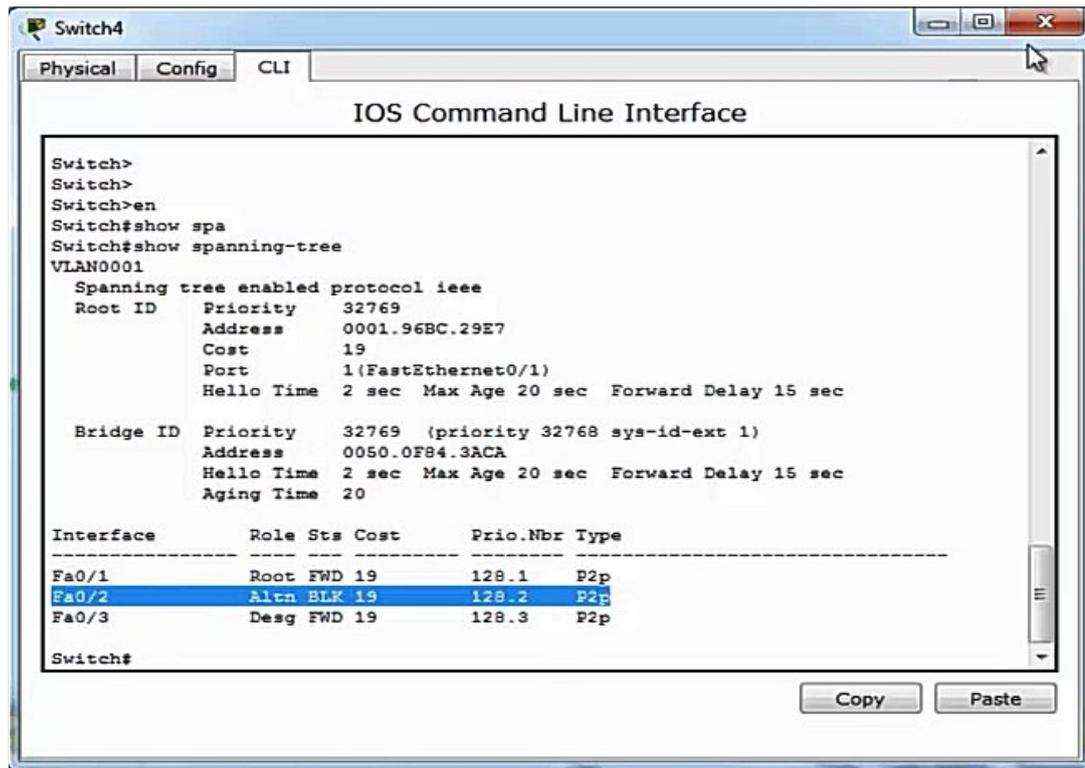


Рисунок 2.19 - Результати виконання команди `show spanning-tree` для Switch3

Аналогічно на комутаторі Switch4 ми бачимо що в нього один порт заблокований (рис.2.20).



```

Switch4
-----
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface

Switch>
Switch>
Switch>en
Switch#show spa
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID Priority 32769
Address 0001.96BC.29E7
Cost 19
Port 1(FastEthernet0/1)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

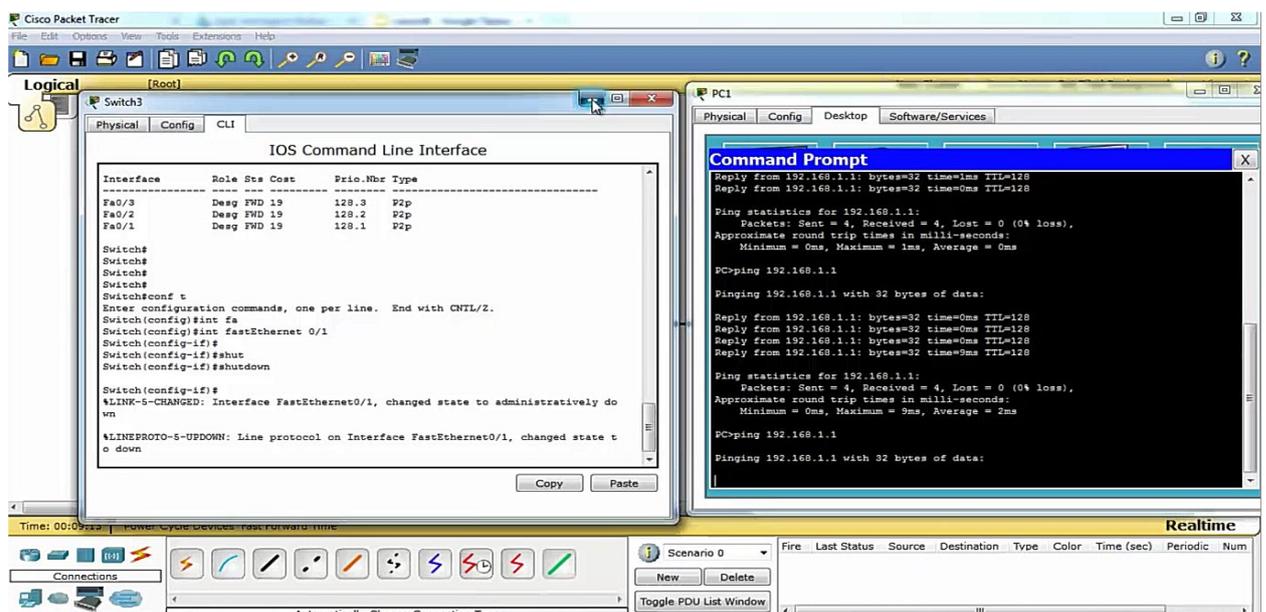
Bridge ID Priority 32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address 0050.0F84.3ACA
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 20

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1 Root FWD 19 128.1 P2p
Fa0/2 Altn BLK 19 128.2 P2p
Fa0/3 Desg FWD 19 128.3 P2p

Switch#
  
```

Рисунок 2.20 - Результати виконання команди show spanning-tree для Switch4

Перевіримо час сходимості протокола STP. Для цього погасимо порт FastEthernet 0/1 на комутаторі Switch3. Запустимо ще раз ping. Як бачимо зв'язок порушено (рис.2.21.).



```

Cisco Packet Tracer
-----
Logical [Root]
Switch3
-----
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2 Desg FWD 19 128.3 P2p
Fa0/1 Desg FWD 19 128.1 P2p

Switch#
Switch#
Switch#
Switch#
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa
Switch(config)#int fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#
Switch(config-if)#shut
Switch(config-if)#shutdown

Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to administratively do
wn
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to
down

PC1
-----
Physical Config Desktop Software/Services
Command Prompt

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.1:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

PC>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=9ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.1:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 0ms, Maximum = 9ms, Average = 2ms

PC>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:
  
```

Рисунок 2.21 - Результати перевірки часу сходимості протокола STP

Повернемось в коммутатор Switch3 на якому ми «погасили» порт та відновимо роботу порта.

```
Switch# conf t
```

```
Switch(config)# interface FastEthernet0/1
```

```
Switch(config-if)# no shutdown
```

Тепер відновлення зв'язку відбулося практично миттєво.

Цікаво відмітити, що на всіх комутаторах Cisco протокол PVST включений за замовчуванням. Але для того, щоб забезпечувалось швидке переключення нам необхідно переключитись на протокол RSTP.

3 МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМУТАТОРА ТРЕТЬОГО РІВНЯ

У даному розділі розглянемо комутатори третього рівня. Для початку нагадаємо властивості комутаторів другого рівня мережевої моделі OSI:

- Комутатори другого рівня комутують трафік на основі MAC-адрес. Маршрутизувати дані комутатори не вміють. Єдину IP-адресу, яку вони розуміють – це своя IP-адреса, що використовується для віддаленого підключення. L2 комутатори передають трафік із порта в порт та із VLAN до VLAN на основі MAC-адрес та VLAN-міток тегів.

- Використовуються в якості комутаторів рівня доступу. До комутаторів рівня доступу підключається кінцеве обладнання (комп'ютери, сервери, IP-відеокамери, IP-телефони і т.д.). Ці комутатори здійснюють первинну сегментацію мережі за допомогою відомої нам технології VLAN тобто комутатор дозволяє нам розбити мережу на декілька сегментів, зв'язок між якими можливий завдяки L3 комутатора та маршрутизатора.

- L2 комутатори володіють самою низькою вартістю порта та ідеально підходять для підключення користувачів до мережі, що означає низька вартість порта? Наприклад, якщо ми візьмемо стандартний комутатор Cisco 2960 вартість котрого близько 2000 – 2500\$ то вартість одного порта буде коливатись в межах 100\$, серед обладнання Cisco мабуть це найдешевший варіант.

Тепер розглянемо комутатори третього рівня мережевої моделі OSI або як їх ще називають L3-комутатори:

- Дані комутатори підтримують IP-маршрутизацію, тобто вони можуть не тільки розбити мережу на VLAN, але і маршрутизувати трафік між цими сегментами;

- Дані комутатори найчастіше використовуються як комутатори рівня розподілення та призначені для рівня агрегації комутаторів рівня доступу;

- L3-комутатори володіють високою продуктивністю в плані маршрутизації. Маршрутизатор із заданою продуктивністю коштував би набагато дорожче. L3-комутатори використовуються для маршрутизації трафіка в середині мережі, але ніяк не назовні. Наприклад в Інтернет. L3-комутатори у жодному разі не замінюють маршрутизатори. Маршрутизатори як правило встановлюються на межі із зовнішніми мережами, наприклад в якості інтернет-шлюза.

Розглянемо наступний приклад.

Нехай у нас комп'ютери PC3 та PC5 знаходяться у Vlan2, а комп'ютери PC4 та PC6 знаходяться у Vlan3 (рис.3.1.). Тобто ми можемо уявити, що комутатор Switch 2 знаходиться на першому поверсі, а комутатор Switch 3 на другому поверсі і всі вони сходяться на комутаторі третього рівня в даному випадку він виступає в ролі комутатора розподілу.

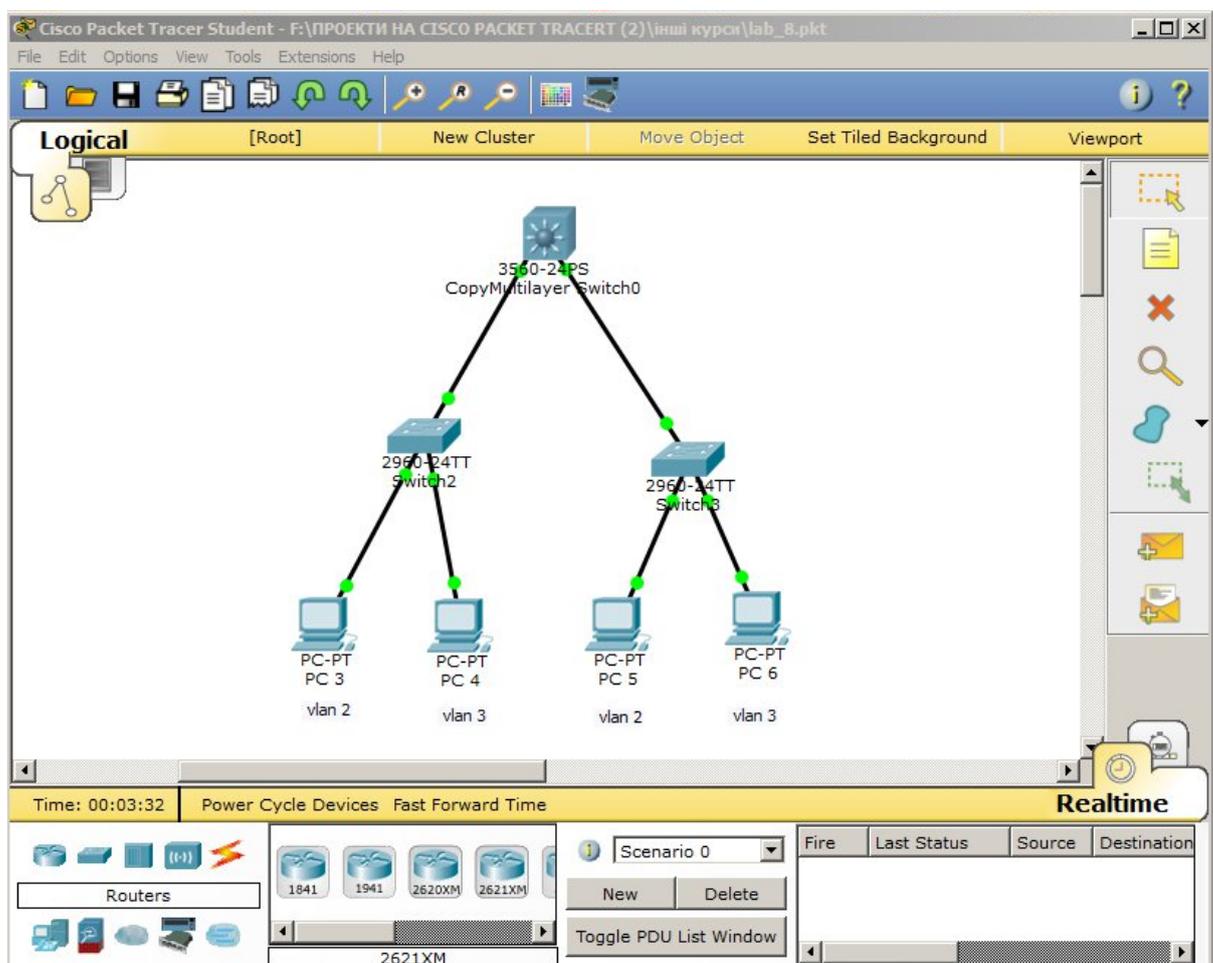


Рисунок 3.1 - Розробка моделі мережі

Спочатку налаштуємо комутатори рівня доступу. Для цього заходимо в інтерфейс конфігурації комутатор Switch2 та вводимо наступне:

```
Switch# conf t
Switch(config)# interface FastEthernet0/1
Switch(config-if) #switchport mode access
Switch(config-if) #switchport access vlan 2
% Access vlan does not exist. Crating vlan 2
Switch(config-if)# exit
```

Налаштовуємо інтерфейс FastEthernet0/2 та прописуємо його у vlan 3.

```
Switch(config)# interface FastEthernet0/2
Switch(config-if) #switchport mode access
Switch(config-if) #switchport access vlan 3
% Access vlan does not exist. Crating vlan 3
Switch(config-if)# exit
```

Access-порти ми налаштували, тепер потрібно налаштувати trunk-порт до центрального комутатора. В доному випадку краще використовувати лінки GigbitEthrnet тому що між комутаторами повинні використовуватись найшвидші лінки для забезпечення найбільшої продуктивності. Налаштовуємо порт GigbitEthrnet0/1

```
Switch(config)# int GigabitEthernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Одразу записуємо два VLAN у trunk-порт
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 2,3
Switch# wr mem
Building configuration...
[OK]
Switch#
```

Абсолютно аналогічні дії проводимо на комутаторі Switch3

```
Switch# conf t
Switch(config)# interface FastEthernet0/1
```

```

Switch(config-if) #switchport mode access
Switch(config-if) #switchport access vlan 2
% Access vlan does not exist. Crating vlan 2
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# interface FastEthernet0/2
Switch(config-if) #switchport mode access
Switch(config-if) #switchport access vlan 3
% Access vlan does not exist. Creating vlan 3
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# int GigabitEthernet0/2
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 2,3
Switch# wr mem

```

Тепер перейдемо до налаштування L3-комутатора. Тут комутатор Switch2 підключений до комутатора через порт GigabitEthrnet0/1, а комутатор Switch3 через порт GigabitEthrnet0/2. Оскільки це з'єднання між комутаторами і сюди приходить trunk-лінк – ми налаштуємо дані порти в trunk.

Заходимо у інтерфейс налаштування L3-комутатора

```

Switch(config)# int GigabitEthernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode trunk

```

Command rejected: An interface whose trunk encapsulation is “Auto” can not be configured to “trunk” mode

Далі нам необхідно вказати інкапсуляцію. Вибираємо єдиний тип інкапсуляції dot1q.

```

Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk

```

Вказуємо VLAN'и

```

Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 2,3
Switch(config-if)# exit

```

```

Switch(config)# int GigabitEthernet0/2

```

```
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

```
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 2,3
```

```
Switch(config-if)# exit
```

І тепер на створені інтерфейси призначимо IP-адреси

```
Switch(config)# interface vlan2
```

```
Switch(config-if)# ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
```

```
Switch(config-if)# exit
```

```
Switch(config)# interface vlan3
```

```
Switch(config-if)# ip address 3.3.3.3 255.255.255.0
```

```
Switch(config-if)# exit
```

Вмикаємо ip-routing

```
Switch(config-if)# ip routing
```

```
Switch# wr mem
```

Налаштуємо комп'ютери.

Для комп'ютерів PC3-PC5

IP Address – 2.2.2.2 (PC3), IP Address – 2.2.2.4 (PC5)

Subnet Mask – 255.255.255.0

Default Gateway – 2.2.2.1

Для комп'ютерів PC4-PC6

IP Address – 3.3.3.2 (PC4), IP Address – 3.3.3.4 (PC6)

Subnet Mask – 255.255.255.0

Default Gateway – 3.3.3.1

Перевіримо доступ комп'ютерів у VLAN'і та між VLAN'ами.

Перевіряємо зв'язок між комп'ютерами PC3 та PC5 (рис.3.2.).

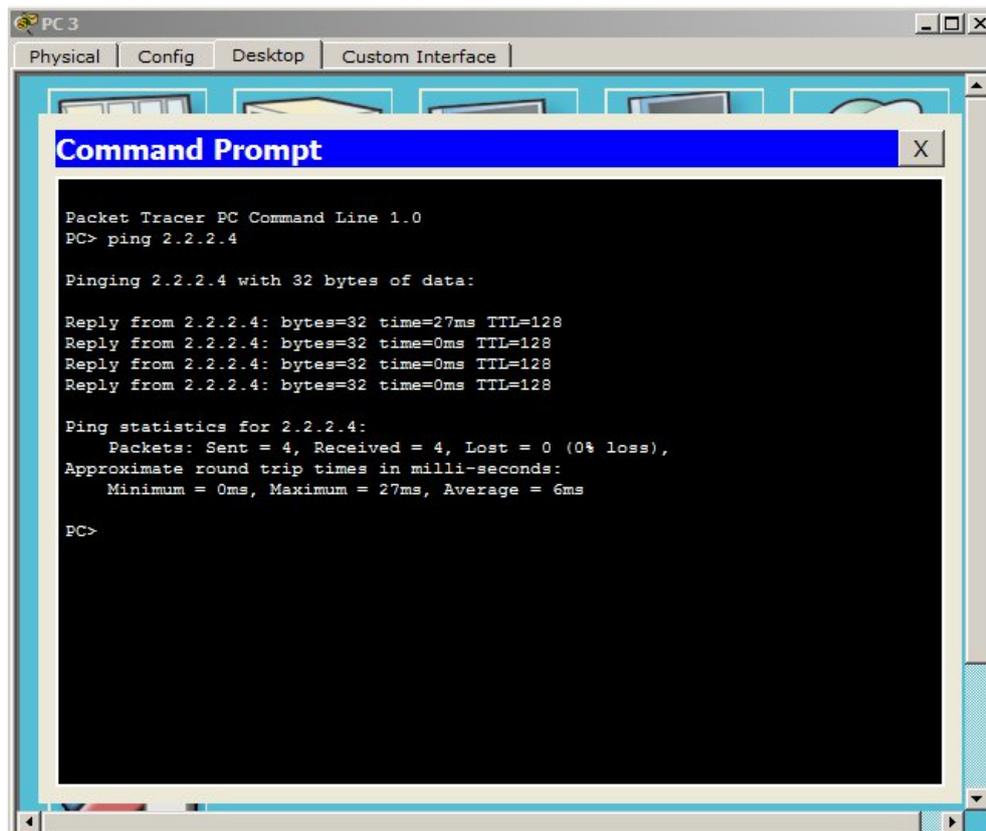


Рисунок 3.2 - Перевірка зв'язку між PC3 та PC5

Зв'язок є. Перевіримо зв'язок між VLAN'ами (рис.3.3).

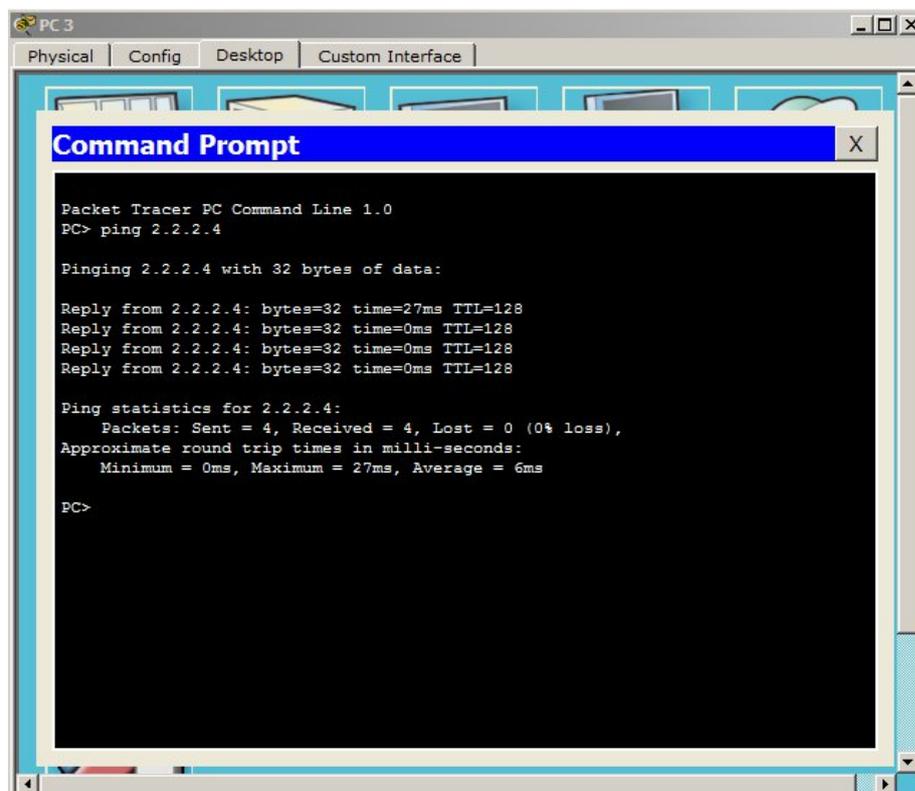


Рисунок 3.3 - Перевірка зв'язку між VLAN'ами

Зв'язок між VLAN'ами також ініціалізується.

Додамо у схему ще чотири комп'ютера та створимо ще два VLAN'и (рис.3.4).

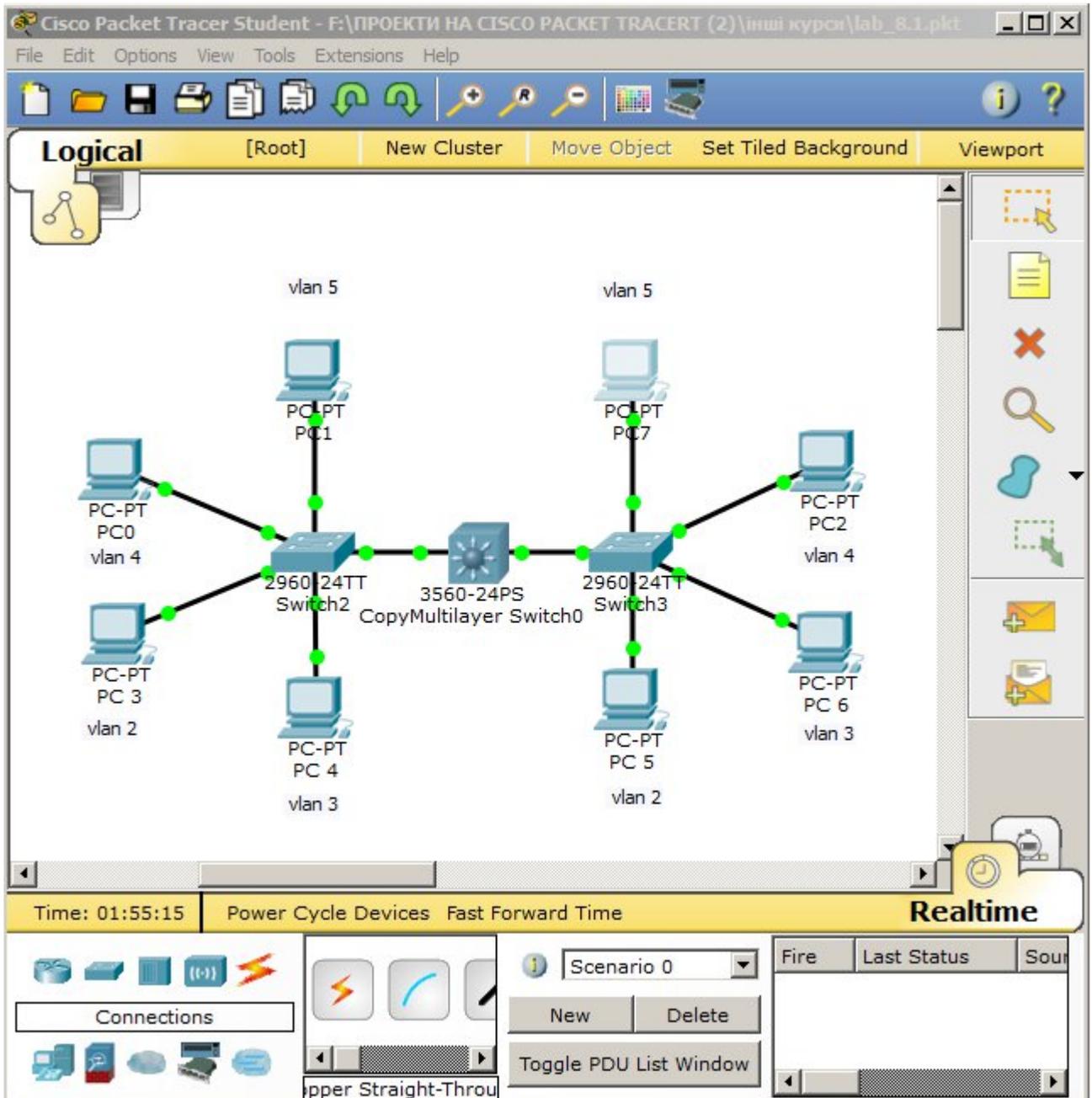


Рисунок 3.4 - Додаємо ще два VLAN'и

У Cisco Packet Tracer підключаємо комп'ютер PC0 до комутатора Switch2 через інтерфейс FastEthernet0/3, комп'ютер PC1 підключаємо до комутатора Switch2 через інтерфейс FastEthernet0/4
У інтерфейсі конфігурації комутатора Switch2 створюємо VLAN 4.

```
Switch# conf t
Switch(config)# interface FastEthernet0/3
Switch(config-if) #switchport mode access
Switch(config-if) #switchport access vlan 4
% Access vlan does not exist. Creating vlan 4
Switch(config-if)# exit
```

Створюємо VLAN 5

```
Switch# conf t
Switch(config)# interface FastEthernet0/4
Switch(config-if) #switchport mode access
Switch(config-if) #switchport access vlan 5
% Access vlan does not exist. Creating vlan 5
Switch(config-if)# exit
```

Перевіряємо вірність наших налаштувань

```
Switch# show vlan
```

Як бачимо з рисунка 3.5 інтерфейси FastEthernet0/3 та FastEthernet0/4 наявні у відповідних VLAN'ах.

Тепер переходимо до налаштувань на комутаторі Switch3.

```
Switch# conf t
Switch(config)# interface FastEthernet0/3
Switch(config-if) #switchport mode access
Switch(config-if) #switchport access vlan 4
% Access vlan does not exist. Creating vlan 4
Switch(config-if)# exit
```

Створюємо VLAN 5

```
Switch# conf t
Switch(config)# interface FastEthernet0/4
Switch(config-if) #switchport mode access
Switch(config-if) #switchport access vlan 5
% Access vlan does not exist. Creating vlan 5
```

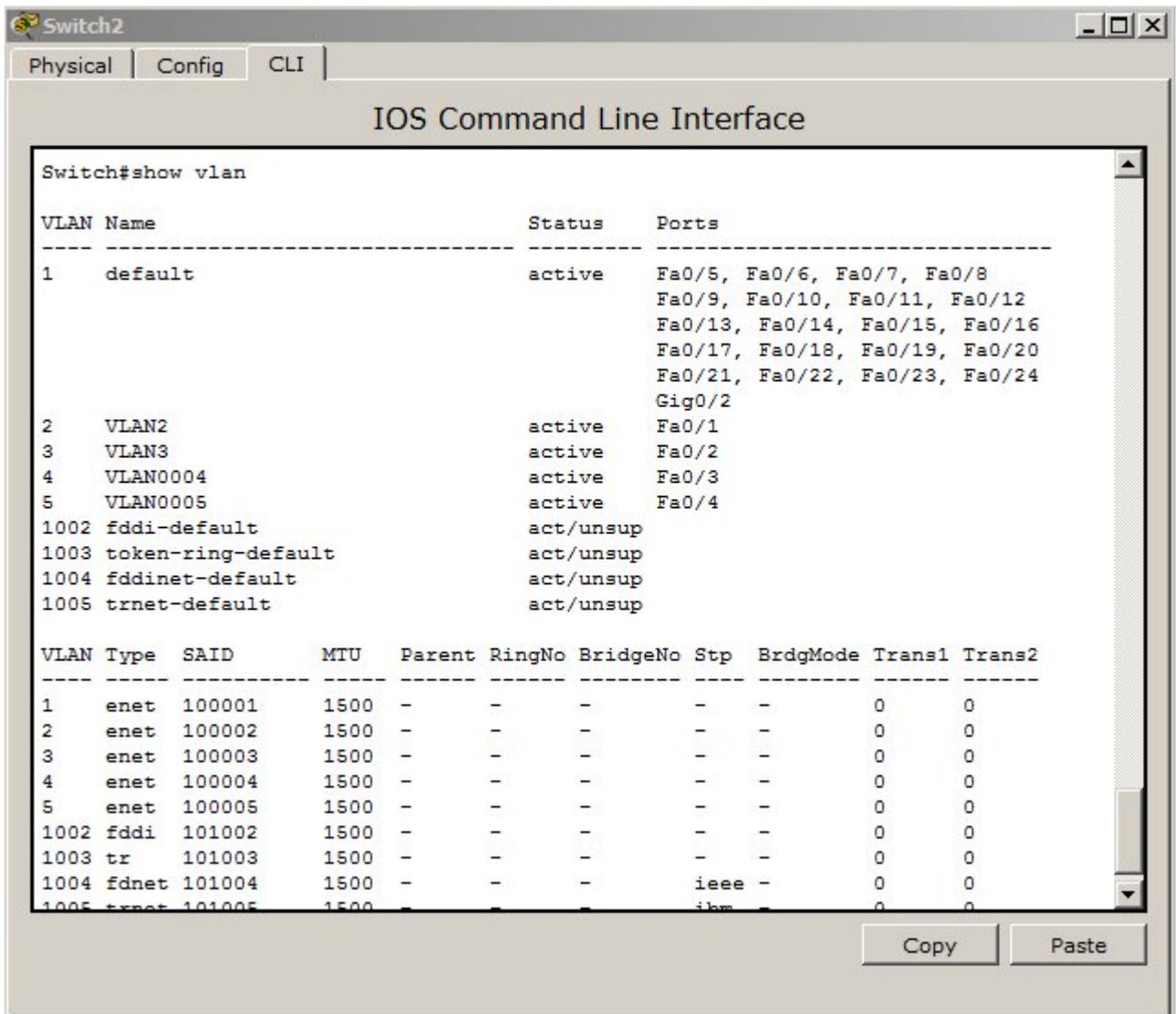


Рисунок 3.5 -Перегляд VLAN'ів

Налаштовуємо trunk-порт на комутаторі Switch2.

```
Switch# conf t
```

```
Switch(config)# int GigabitEthernet0/1
```

```
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

Записуємо VLAN 4 та VLAN 5 у trunk-порт.

```
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 3,4,5
```

```
Switch# wr mem
```

Building configuration...

[OK]

```
Switch#
```

Зауважимо, що коли ми перезаписуємо нові VLAN'и у trunk-порт, старі VLAN'и видаляються. У даному випадку ми забезпечуємо зв'язок між третім, четвертим і п'ятим VLAN'ами, а другий VLAN – ізолюємо.

Налаштовуємо trunk-порт на комутаторі Switch3.

```
Switch# conf t
```

```
Switch(config)# int GigabitEthernet0/2
```

```
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

Записуємо VLAN 4 та VLAN 5 у trunk-порт.

```
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 3,4,5
```

```
Switch# wr mem
```

```
Building configuration...
```

```
[OK]
```

```
Switch#
```

Налаштовуємо L3-комутатор

```
Switch# conf t
```

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
Switch(config)# vlan 4
```

```
Switch(config-vlan)# exit
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan4, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan4, changed state to up
```

```
Switch(config-vlan)# exit
```

```
Switch(config)# vlan 5
```

```
Switch(config-vlan)# exit
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan5, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan5, changed state to up
```

```
Switch(config-vlan)# exit
```

```
Switch(config)# int vlan 4
```

```
Switch(config-if)# ip address 4.4.4.1 255.255.255.0
```

```
Switch(config-if)# exit
```

```
Switch(config)# int vlan 5
```

```
Switch(config-if)# ip address 5.5.5.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# int gi0/1
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 3,4,5
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# int gi0/2
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 3,4,5
Switch(config-if)# end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch# wr mem
Building configuration...
[OK]
```

Switch#

Налаштуємо комп'ютери.

Для комп'ютерів PC0, PC2

IP Address – 4.4.4.2 (PC3), IP Address – 4.4.4.4 (PC5)

Subnet Mask – 255.255.255.0

Default Gateway – 4.4.4.1

Для комп'ютерів PC1, PC7

IP Address – 5.5.5.2 (PC4), IP Address – 5.5.5.4 (PC6)

Subnet Mask – 255.255.255.0

Default Gateway – 5.5.5.1

Перевіряємо зв'язок між VLAN3, VLAN4 та VLAN5. На рисунку 3.6. ми перевірили зв'язок комп'ютера PC1 із L3-комутатором та комп'ютером PC2. Зв'язок є.

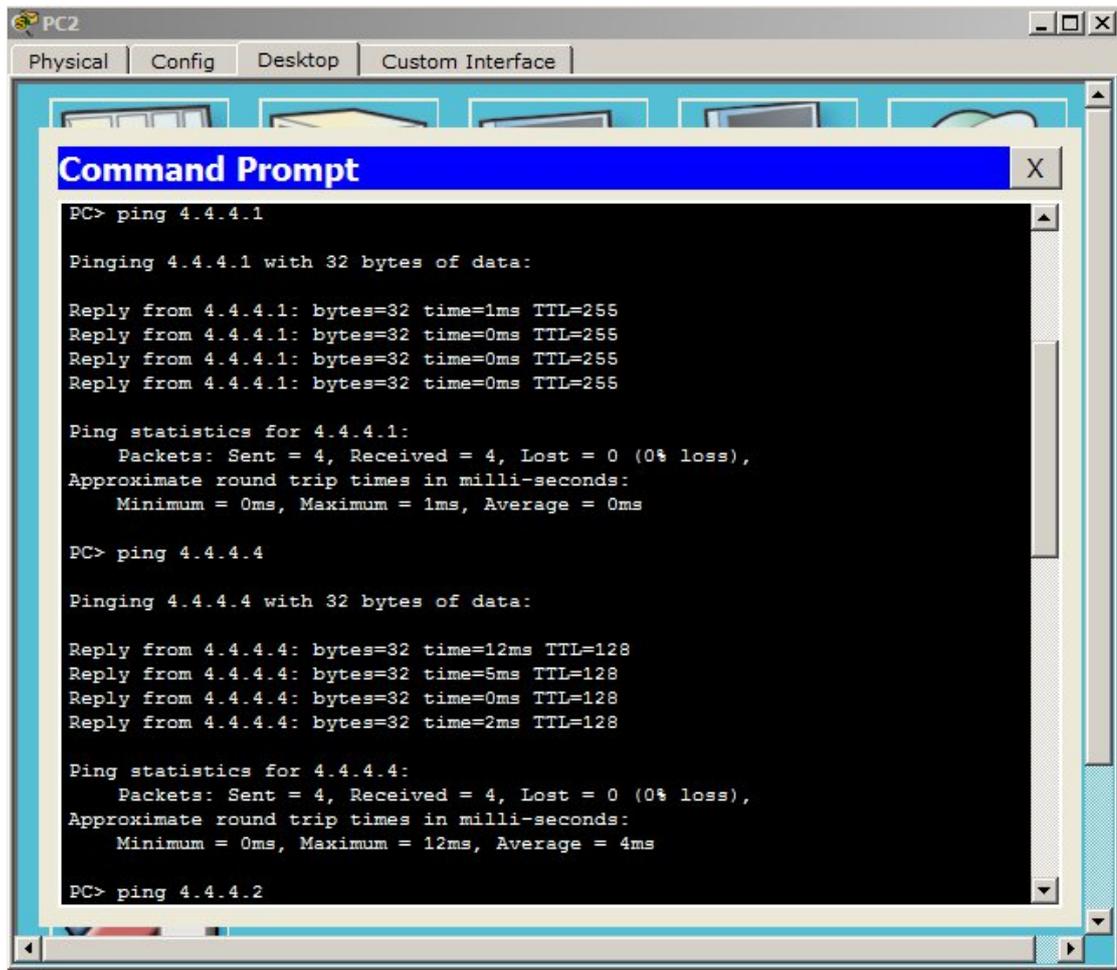


Рисунок 3.6 - Перевірка зв'язок комп'ютера PC1 із L3-комутатором

На даному рисунку ми перевірили зв'язок комп'ютера PC1 із L3-комутатором та комп'ютером PC2. Зв'язок є.

Перевіряємо зв'язок між VLAN 5 та VLAN 3. Зв'язок є.

```

PC2
Physical | Config | Desktop | Custom Interface |
-----|-----|-----|-----|
Command Prompt X
PC>ping 3.3.3.2

Pinging 3.3.3.2 with 32 bytes of data:

Reply from 3.3.3.2: bytes=32 time=0ms TTL=127

Ping statistics for 3.3.3.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

PC>ping 5.5.5.4

Pinging 5.5.5.4 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 5.5.5.4: bytes=32 time=12ms TTL=127
Reply from 5.5.5.4: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 5.5.5.4: bytes=32 time=13ms TTL=127

Ping statistics for 5.5.5.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 13ms, Average = 8ms

PC>

```

Рисунок 3.7 - Перевірка зв'язку між VLAN 5 та VLAN 3

```

PC4
Physical | Config | Desktop | Custom Interface |
-----|-----|-----|-----|
Command Prompt X
PC>ping 5.5.5.4

Pinging 5.5.5.4 with 32 bytes of data:

Reply from 5.5.5.4: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 5.5.5.4: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 5.5.5.4: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 5.5.5.4: bytes=32 time=7ms TTL=127

Ping statistics for 5.5.5.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 7ms, Average = 2ms

PC> ping 3.3.3.4

Pinging 3.3.3.4 with 32 bytes of data:

Reply from 3.3.3.4: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 3.3.3.4: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 3.3.3.4: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 3.3.3.4: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 3.3.3.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

PC>

```

Рисунок 3.8 - Перевірка зв'язку між PC3 та PC 5

Перепідключимо комп'ютер PC3 на Switch3 через інтерфейс FastEthernet0/5 та перевіримо зв'язок із PC 5.

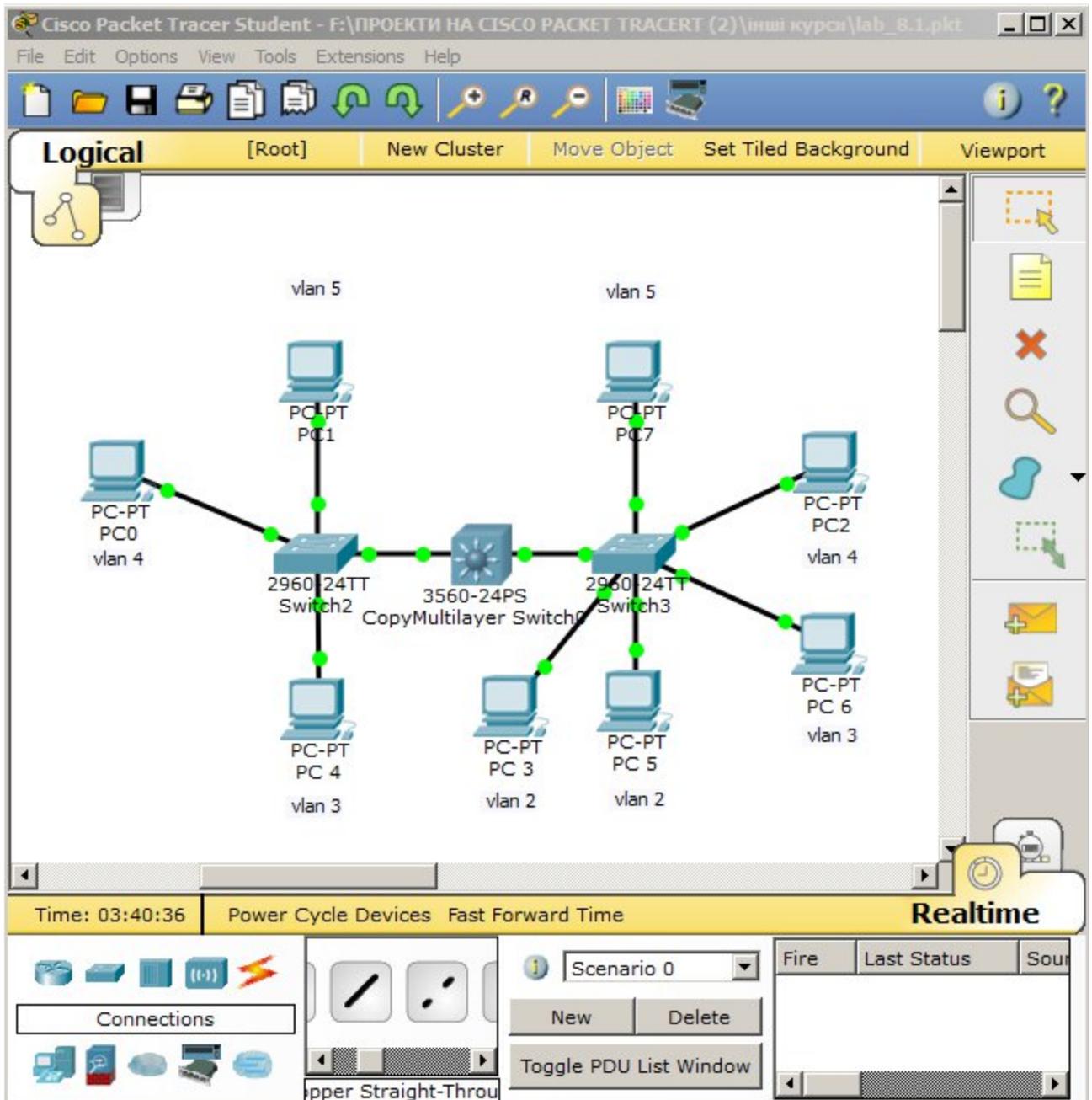


Рисунок 3.9 - Результуюча схема мережі

Налаштуємо зміни.

```
Switch# conf t
```

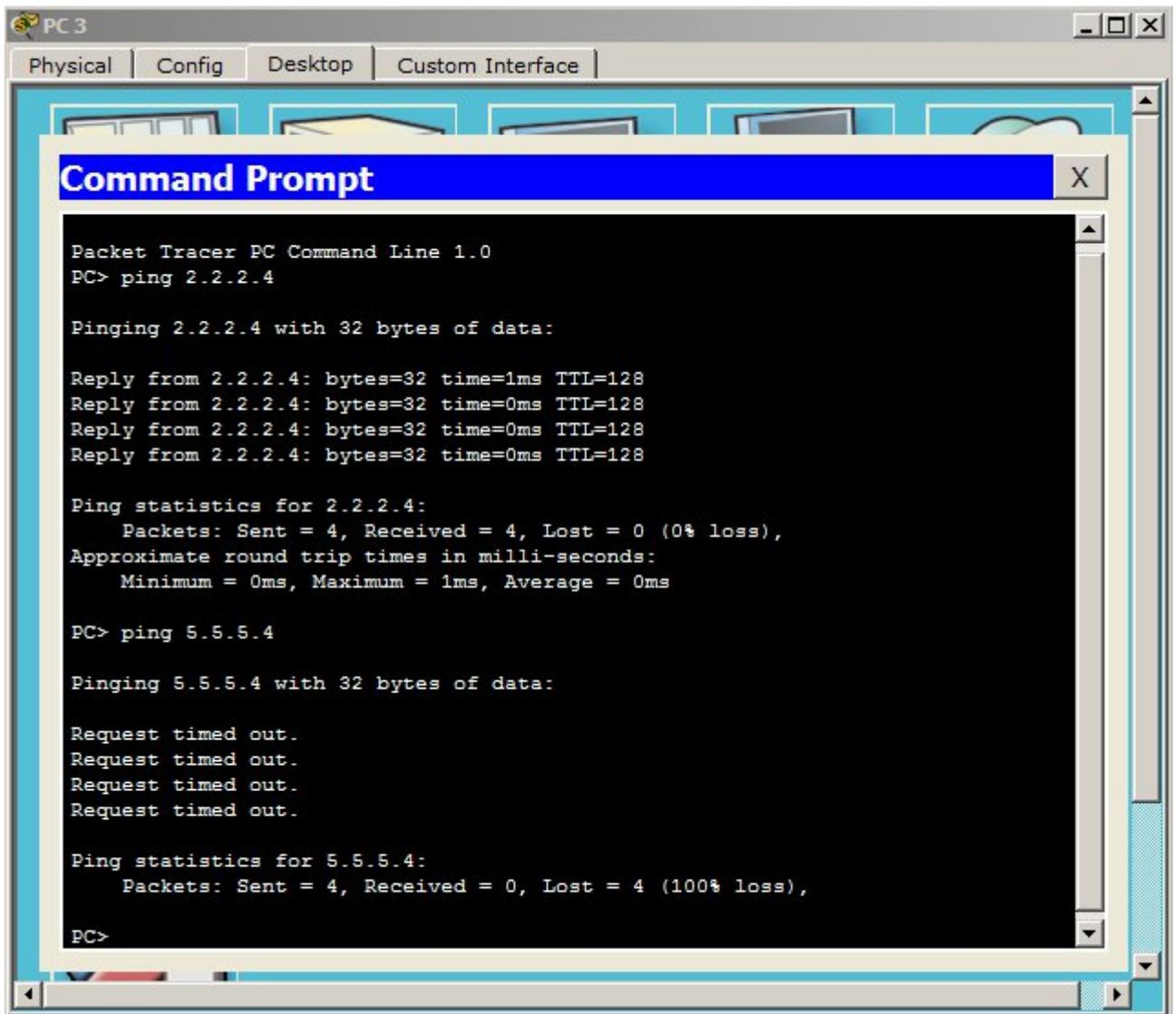
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
Switch(config)# int fa0/5
```

```
Switch(config-if)# switchport mode access
```

```
Switch(config-if)# switchport access vlan 2
Switch(config-if)# exit
Switch(config)# exit
Switch#
```

На рисунку 3.10 видно, що зв'язок між комп'ютерами у VLAN 2 є, а з іншими комп'ютерами – відсутній.



```
PC 3
Physical | Config | Desktop | Custom Interface
Command Prompt
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC> ping 2.2.2.4

Pinging 2.2.2.4 with 32 bytes of data:

Reply from 2.2.2.4: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 2.2.2.4: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 2.2.2.4: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 2.2.2.4: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 2.2.2.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

PC> ping 5.5.5.4

Pinging 5.5.5.4 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 5.5.5.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

PC>
```

Рисунок 3.10. -Зв'язок між комп'ютерами VLAN 2 є, а з іншими комп'ютерами – відсутній

Таким чином ми налаштували чотири сегменти. Три сегменти через trunk-порт ідуть на L3 комутатор на якому прописана адреса для кожного із VLAN'ів. Один сегмент є ізольований.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1 Розрахунок витрат на розробку програмного продукту

Витрати на розробку та впровадження програмного продукту (К) включають:

$$K=K1+K2,$$

де К1 – витрати на розробку програмного продукту, грн.

К2 – витрати на налагодження та дослідну експлуатацію програмного продукту на ПК, грн.

Витрати на розробку програмного продукту включають:

- витрати на оплату праці розробників (Воп);
- нарахування на зарплату (Нз);
- витрати на куповані вироби (Вк);
- накладні витрати (Нв);
- інші витрати (Він).

Для розробки програмного продукту потрібні 4 спеціалісти-розробники, а саме:

- керівник проекту (Кп);
- консультант з економічної частини (Ке);
- консультант з охорони праці (Коп);
- студент-дипломник (Сд).

Згідно з штатним розписом ВСП «Фаховий коледж інформаційних технологій «НУ ЛП», одна година навантажень становить для:

- керівник проекту (Кп) – 118,13 грн;
- консультант з економічної частини (Ке) - 118,13 грн;
- консультант з охорони праці (Коп) - 103,48 грн;

- студент-дипломник (Сд) - 8,73 грн.

Денна оплата студента дипломника визначається:

$$\text{Стипендія} / 173,$$

де 173 - місячний фонд робочого часу, год.

$$1510,00 / 173 = 8,73 \text{ грн/год}$$

Розрахунок витрат на оплату праці всіх спеціалістів проекту визначається за формулою:

$$\text{Воп} = \sum P_i * t_i * \text{Зпі},$$

де P_i – чисельність розробників проекту i -спеціальності, роб.;

t_i – час, витрачений за розробку проекту розробником i -спеціальності,

год.;

Зпі – погодинна заробітна плата розробника i -спеціальності, грн..

Таким чином, витрати на оплату праці розробників складають:

$$\text{Зкп} = 1 * 14 * 118,13 = 1\ 653,82 \text{ грн}$$

$$\text{Зке} = 1 * 1 * 118,13 = 118,13 \text{ грн}$$

$$\text{Зкоп} = 1 * 1 * 103,48 = 103,48 \text{ грн}$$

$$\text{Зсд} = 1 * 180 * 8,73 = 1\ 571,4 \text{ грн}$$

Сумарні витрати на оплату праці:

$$\begin{aligned} \text{Воп} &= (1 * 4 * 118,13) + (1 * 1 * 118,13) + (1 * 1 * 103,48) + (1 * 180 * 8,73) = \\ &= 1\ 653,82 + 118,13 + 103,48 + 1\ 571,4 = 3\ 446,83 \text{ грн} \end{aligned}$$

Розрахунок витрат на оплату праці розробників наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок витрат на оплату праці

Спеціальність розробника	Кількість розробників в, роб.	Час роботи, год.	Погодинна заробітна плата розробника, грн.	Витрати на оплату праці, грн.
Керівник проекту	1	14	118,13	1 653,82
Консультант з економічної частини	1	1	118,13	118,13
Консультант з охорони праці	1	1	103,48	103,48
Студент-дипломник	1	180	8,73	1 571,4
Всього	4	-	-	3 446,83

Нарахування на зарплату визначаються за формулою:

$$Нз = (Воп - Зсд) * 22,0 / 100,0$$

де Воп – витрати на оплату праці, тис.грн.

22 – норматив нарахувань на зарплату, %

$$Нз = (3\,446,83 - 1\,571,4) * 22,0 / 100 = 412,59 \text{ грн}$$

Витрати на куповані вироби визначаються за їх фактичними цінами з врахуванням найменування, номенклатури та необхідної кількості в проекті. Транспортно-заготівельні витрати становлять 10% від суми витрат на куповані вироби.

У таблиці 4.2 наведено розрахунок витрат на куповані вироби

Таблиця 4.2 – Розрахунок витрат на куповані вироби.

Найменування купованих виробів	Одиниця виміру	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Сума витрат, грн.
Папір А4 New Future Laser 80 г/м2	Пачка	1	150	150
Роздрук пояснювальної записки	Аркуш	80	3	240
Папка для дипломного проекту	-	1	230	230
Разом	-	-	-	520
Транспортно-заготівельні витрати (10%)	-	-	-	52
Всього	-	-	-	572

Витрати на куповані вироби становлять:

$$Вк = 250 + 240 + 230 + 52 = 572 \text{ грн}$$

Накладні витрати становлять 30% від витрат на оплату праці:

$$Нв = 3\,446,83 * 30 / 100 = 1\,034,05 \text{ грн}$$

Інші витрати обчислюються по їх питомій вазі у структурі собівартості (10%) :

$$Він = (Воп + Нз + Нв + Вк) * 10 / 90$$

$$Він = (3\,446,83 + 412,59 + 1\,034,05 + 572) * 10 / 90 = 607,27 \text{ грн}$$

Витрати на розробку програмного продукту визначаються за формулою:

$$K1 = B_{оп} + H_з + H_в + B_к + B_{ін},$$

$$K1 = 3\,446,83 + 412,59 + 1\,034,05 + 472 + 607,27 = 5\,972,74 \text{ грн}$$

4.2 Розрахунок витрат на налагодження та дослідну експлуатацію програмного продукту на ПК

Програма була розроблена на протязі 30 днів із розрахунком 6 годин на день ($t = 180$ год.).

Потужність комп'ютерної техніки (P) включає ПК який споживає 1,2 кВт/год. Вартість однієї машино-години роботи визначається за формулою:

$$S_{m.r.} = P * T_{ф},$$

де P – потужність комп'ютерної техніки, кВт;

$T_{ф}$ - вартість 1 кВт-год електроенергії, грн. ($T_{ф} = 7,50$).

$$S_{m.r.} = 1,2 * 7,50 = 9 \text{ грн/год}$$

Витрати на налагодження та дослідну експлуатацію програмного продукту на ПК визначаються за формулою:

$$K2 = S_{m.r.} * t,$$

де $S_{m.r.}$ – вартість однієї машино-години роботи, грн \ год.

t – машинний час, витрачений на налагодження та дослідну експлуатацію програмного продукту, год.

$$K2 = 9 * 180 = 1\,620 \text{ грн}$$

Таким чином, витрати на розробку та впровадження програмного продукту становлять:

$$K = 5\,972,74 + 1\,620 = 7\,592,74 \text{ грн}$$

У таблиці 4.3 наведено кошторис витрат на розробку та впровадження програмного продукту.

Таблиця 4.3 Кошторис витрат на розробку та впровадження програмного

Найменування елементів витрат	Сума витрат, грн.
Витрати на оплату праці	3 446,83
Нарахування на зарплату	412,59
Витрати на куповані вироби	572
Накладні витрати	1 034,05
Інші витрати	607,27
Витрати на налагодження та дослідну експлуатацію	1 620
Всього:	7 592,74

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Охорона праці – це надзвичайно важлива система, яка складається з різноманітних правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів. Вона має на меті збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі трудової діяльності. У цьому контексті, важливими об'єктами охорони праці є людина в процесі праці, середовище виробництва та організації праці на ньому.

На підприємствах вкрай важливо створювати безпечні умови праці, адже це не тільки зберігає здоров'я та життя працівників, але й сприяє ефективнішому виробництву. Відповідно, слід дотримуватися вимог, викладених у нормативних документах. Це значно знизить наслідки несприятливої дії на працівників шкідливих та небезпечних факторів, які супроводжують роботу з відеодисплейними терміналами.

5.1 Електробезпека

Для забезпечення безпечної та ефективної експлуатації ЕОМ та ВДТ необхідно дотримуватись певних принципів та правил. Перш за все, регулярні щомісячні діагностичні огляди та чистка пристроїв допоможуть уникнути накопичення пилу, які можуть спричинити утворення електростатичного струму та пробою. Під час оглядів також необхідно оцінювати стан радіокомпонентів та замінювати їх на компоненти аналогічних номіналів за необхідності, щоб забезпечити найвищу продуктивність пристроїв. Крім того, монтаж електропроводів, кабелів та ЕОМ, а також їх ремонт та обслуговування має проводитись за допомогою діелектричних засобів та при повному відімкненні від загальної мережі для усунення можливості утворення струмів короткого замикання або струмів перенавантаження.

Електропроводи та кабелі, а також ЕОМ з ВДТ і ПП мають відповідати виконанням та ступеню захисту класу зони за НПАОП 40.1-1.32-01. Для забезпечення безпеки працівників, які працюють з ЕОМ та персональними комп'ютерами, необхідно дотримуватись вимог електробезпеки, встановлених нормативними документами, зокрема: «Правила улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилах охорони праці під час експлуатації електронно-обчислюваних машин» (НПАОП 0.00-1.28-10.). Також важливо враховувати, що лінія електромережі для живлення ЕОМ з ВДТ має бути виконана як окрема групова трипровідна мережа з фазового, нульового та захисного провідника. Усі провідники мають відповідати вимогам НПАОП 40.1-1.32-01. Нульовий захисний провідник має бути прокладений від стійки групового розподільного щита. ЕОМ з ВДТ має під'єднуватись до електромережі лише за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення.

У приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більше ніж п'ять персональних ЕОМ, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення. Неприпустимим є підключення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі — з використанням перехідних пристроїв. Загалом, дотримання цих принципів та правил забезпечить безпечну та ефективну роботу ЕОМ та ВДТ.

5.2 Техніка безпеки при роботі за комп'ютером

Під час роботи на комп'ютері можуть діяти шкідливі фактори, які можуть вплинути на здоров'я користувача. Інформаційна безпека та електробезпека забезпечуються за допомогою ряду профілактичних заходів. Один з найважливіших аспектів є саме електробезпека. Для усунення ризику ураження

струмом необхідно розміщувати обладнання та кабелі відповідно до вимог безпеки. Це може бути досягнуто за допомогою захисного заземлення, використання безпечних розеток та електропроводки, розрахованих на потужність системи, а також ізоляції всіх проводів.

Для забезпечення ефективності та продуктивності роботи комп'ютера важливо регулярно чистити внутрішні частини від пилу, користуватися окремими вогнетривкими столами для комп'ютерів та іншого устаткування. Щоб запобігти іскрінню, необхідно рідше вставляти та виймати вилки з розеток.

Освітлення на робочому місці повинно відповідати характеру зорової роботи, який визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення, фоном та контрастом об'єкта і фону. Потрібно забезпечити рівномірне розподілення яскравості на моніторі та навколишньому просторі, відсутність різких тіней, відблисків та стабільну освітленість під час роботи. Вибирати оптимальну спрямованість світлового потоку та необхідний склад світла. Для забезпечення здоров'я користувача можна використовувати спеціальні світильники та підсвічування, які забезпечують оптимальні умови для зорової роботи. КПО > 1,5%.

Правила безпеки при роботі за комп'ютером:

- Увімкніть кондиціонер у приміщенні, щоб уникнути перегрівання пристроїв та забезпечити комфортну температуру для користувача.
- Переконайтесь у стабільному розташуванні обладнання на столі. Не забудьте, що нестабільна підставка для монітора може призвести до його падіння та пошкодження. Відкрийте монітор так, щоб було зручно спостерігати екран – прямо (не збоку) і трохи зверху вниз, з нахилом екрана, його нижній край ближче до користувача.
- Перевірте загальний стан обладнання, справність електропроводки, кабелів, вилок, розеток та заземлення захисного екрана. Якщо щось несправне, виправте це перед роботою.

- Налаштуйте освітлення робочого місця. Краще мати якісне та достатнє освітлення, щоб зменшити навантаження на очі та запобігти їх перевтомленню.

-Регулюйте та фіксуйте висоту крісла та зручний нахил спинки для користувача. Важливо, щоб користувач почував себе комфортно та міг працювати тривалий час без відчуття дискомфорту.

-Під'єднайте необхідне обладнання до системного блоку. Кабелі, що з'єднують системний блок з іншими пристроями, слід вставляти та виймати при вимкненому комп'ютері, щоб уникнути пошкодження пристроїв та пошкодження даних.

- Увімкніть комп'ютерне обладнання послідовно: монітор, системний блок, принтер (якщо потрібно друкувати). Це дозволить уникнути перезавантаження системи та забезпечити її стабільну роботу.

-Налаштуйте яскравість монітора та контрастність. Не робіть зображення надто яскравим, щоб не перевтомлювати очі. Також важливо відпочивати та робити паузи під час тривалої роботи за комп'ютером, щоб не перенапружувати очі та запобігти втомі.

5.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека об'єкта – це важливий стан об'єкта, про який регламентом визначено імовірність виникнення та розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Цей стан регулюється нормативними актами, зокрема ДБН В.1.1-7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва", ДСТУ 2272:2006 "Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять", НАПБ А.01.001-2004 "Правила пожежної безпеки в Україні".

Важливою складовою пожежної безпеки є належне ознайомлення всіх працівників з правилами пожежної безпеки, проходження протипожежних інструктажів та перевірки знань з питань пожежної безпеки. Зокрема,

автоматична пожежна сигналізація повинна завжди бути у ввімкненому, черговому стані.

Приміщення для роботи повинно відповідати нормам, зазначеним у НАПБ А.01.001.-2004 про будівлі та приміщення для ЕОМ. Зокрема, підлога та стіни в такому приміщенні повинні входити в групу горючості Г1. Заборонено зберігати легкозаймисті та горючі речовини в будь-яких кількостях в приміщенні з ЕОМ. Важливо не залишати ЕОМ без нагляду під час роботи та вимикати їх від глобальної електромережі по закінченню роботи з ними. На робочому місці має бути встановлений легкий доступ до двох газових вогнегасників як засобів первинної пожежної безпеки. Меблі та обладнання повинні розміщуватися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (завширшки не менше 1 м). Евакуаційні шляхи та виходи необхідно постійно утримувати вільними, нічим не захащувати. Документи, папір та інші горючі матеріали слід зберігати на відстані не менше 1 м від електрощитів і електрокабелів; 0,5 м від електросвітильників; 0,6 м від сповіщувачів пожежної сигналізації та 0,15 м від приладів центрального водяного опалення. Засоби протипожежного захисту слід утримувати у справному стані. Відстань від найбільш віддаленого місця до вогнегасника не повинна бути більшою за 20 м.

Приміщення, у яких розміщені ПЕОМ, слід оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-2 або один ВВПА-400 на три ПЕОМ, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.

Крім того, рекомендується забезпечити додатковий простір для працівників, який забезпечить їм додаткові можливості для руху та роботи з ПЕОМ, а також забезпечити доступ до відповідних джерел електроживлення. З метою забезпечення повної пожежної безпеки рекомендується проводити щорічні перевірки на відповідність пожежним нормам та стандартам. Для гасіння пожеж класу В (горючі рідини) та класу Е (електроустановки, що знаходяться під напругою) вуглекислотні вогнегасники (ВВК) ефективно

застосовуються. Їх механізм дії полягає в тому, що вони працюють шляхом витіснення кисню з зони горіння та охолодження матеріалів, що горять. Вогнегасники ВВК не залишають слідів після використання, що робить їх ідеальними для гасіння пожеж в електронному обладнанні та на об'єктах з цінними матеріалами. Вуглекислотний вогнегасник ВВК-2 наведено на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Вогнегасник вуглекислотний ВВК-2

5.4 Виробниче приміщення та робоче місце

Згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.2.007-98, приміщення, в яких планується робота з ВДТ, повинні відповідати проєктній документації будинку, погодженій з уповноваженими державними органами. Якщо ви плануєте працювати з відомчими документами та матеріалами на комп'ютері, то вам необхідно взяти до уваги правила розташування робочого місця, які забезпечать вам максимальний комфорт та безпеку під час роботи.

Розміщення робочих місць з ВДТ у підвальних приміщеннях та на цокольних поверхах заборонено. Якщо ваше робоче місце знаходиться в приміщенні, то зверніть увагу на доступність основних умов, необхідних для продуктивної роботи. На одного працівника площа робочого місця має становити не менше ніж $6,0 \text{ м}^2$, а об'єм – не менше ніж $20,0 \text{ м}^3$.

У залежності від того, яку роботу ви виконуєте, має бути враховано чинні санітарні норми освітлення, температури, відносної вологості повітря, сили та ступеня вібрації, звукового шуму, вогнестійкості, а також характеристики електромагнітного, ультрафіолетового та інфрачервоного полів. Приміщення повинно бути укомплектоване системами центрального або індивідуального опалення, кондиціонування чи вентиляції повітря.

Щоб забезпечити високий рівень комфорту та безпеки під час роботи з комп'ютером, на кожну кімнату, де працюють співробітники, повинні бути наявні елементи природного та штучного освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006. Для досягнення максимального рівня безпечності та охорони праці при роботі з комп'ютером виробничі приміщення необхідно обладнати аптечками першої медичної допомоги, системами автоматичної пожежної сигналізації й вогнегасниками. На вікнах повинні бути встановлені сонцезахисні плівки.

При розташуванні елементів робочого місця користувача ПК необхідно враховувати робочу позу користувача, простір для розміщення користувача, можливість огляду елементів робочого місця, можливість ведення записів, розміщення документації та матеріалів, якими користуватиметься працівник. Робочі місця з ПК мають бути розташовані від стіни з вікнами на відстані не менше ніж $1,5 \text{ м}$, від інших стін – на відстані не менше ніж 1 м . Недопустиме таке розташування ПК, при якому працівник повернутий обличчям або спиною до вікон кімнати або до задньої частини ПК, у яку вмонтовані вентилятори. Загальні рекомендації до робочої пози та робочого місця наведені на рисунку 5.2

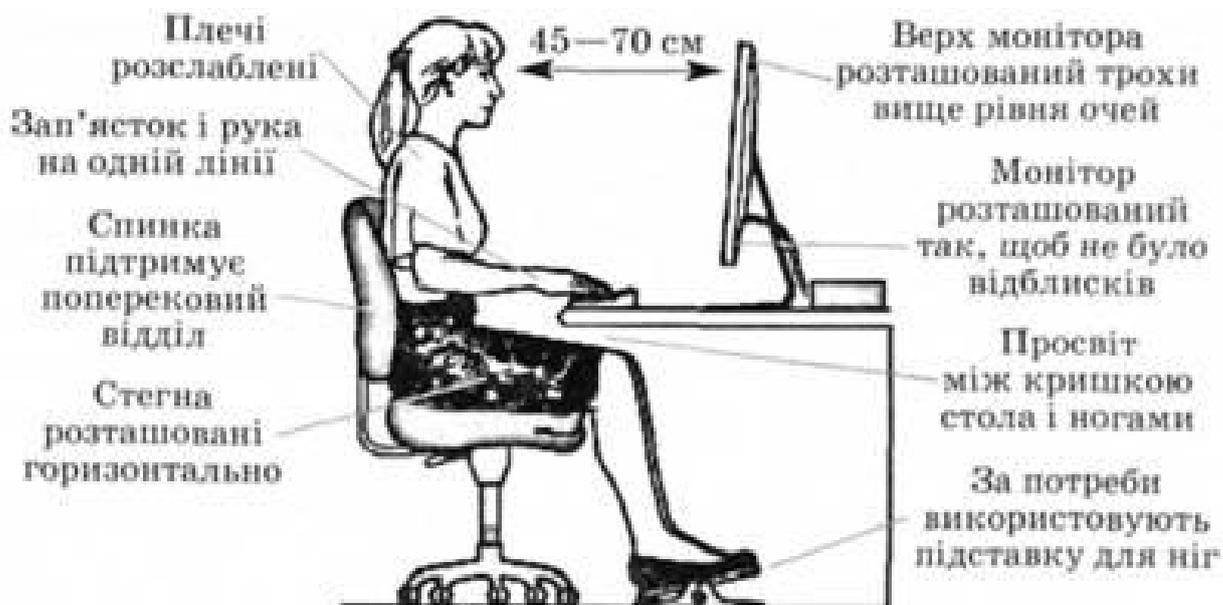


Рисунок 5.2 – Рекомендації до робочої пози та робочого місця

5.5 Висновки до розділу з охорони праці та безпеки життєдіяльності

Дипломний проєкт був виконаний з дотриманням усіх зазначених нижче стандартів та норм, що гарантували мою безпеку під час роботи:

- Електробезпека. Під час використання комп'ютера, були виконані всі вимоги електробезпеки, вказані в технічній документації виробника;
- Техніка безпеки при роботі за комп'ютером. Всі вимоги щодо безпеки користувача під час роботи за комп'ютером, такі як правильне розташування апаратури, ергономіка робочого місця, перерви в роботі та забезпечення зорового комфорту, були дотримані належним чином;
- Пожежна безпека. Умови зберігання та експлуатації, що забезпечують пожежну безпеку, згідно з технічною документацією;
- Виробниче приміщення та робоче місце. Робота над дипломним проєктом відбувалась в приміщенні з робочим місцем, яке відповідало всім стандартам та ергономічним нормам;

Таким чином, у процесі виконання дипломного проєкту, було дотримано всіх вказаних у даному розділі стандартів та норм забезпечення безпеки. Це допомогло забезпечити безпечний та комфортний процес роботи над проєктом.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було проведено налаштування мережевого обладнання (комутатора третього рівня), моделювання локальних корпоративних мереж та дослідження технології забезпечення надійності роботи каналів зв'язку у середовищі Cisco Packet Tracer з метою виявлення особливостей програми. До недоліків середовища можна віднести обмежений обсяг команд віртуального обладнання у порівнянні із реальним обладнанням. Cisco Packet Tracer 6.2 надає можливість моделювати мережі використовуючи 10 моделей маршрутизаторів, 5 моделей комутаторів другого рівня, один комутатор третього рівня, одну модель моста, два види концентраторів, один повторювач, 13 видів кінцевих пристроїв та ін. До переваг програми можна віднести безкоштовність встановлення та роботи симулятора, а також можливість вільного використання віртуального обладнання будь-якої кількості із максимально наближеними властивостями до реального обладнання, що дозволяє створювати моделі як малих так і великих мереж заощаджуючи час та кошти.

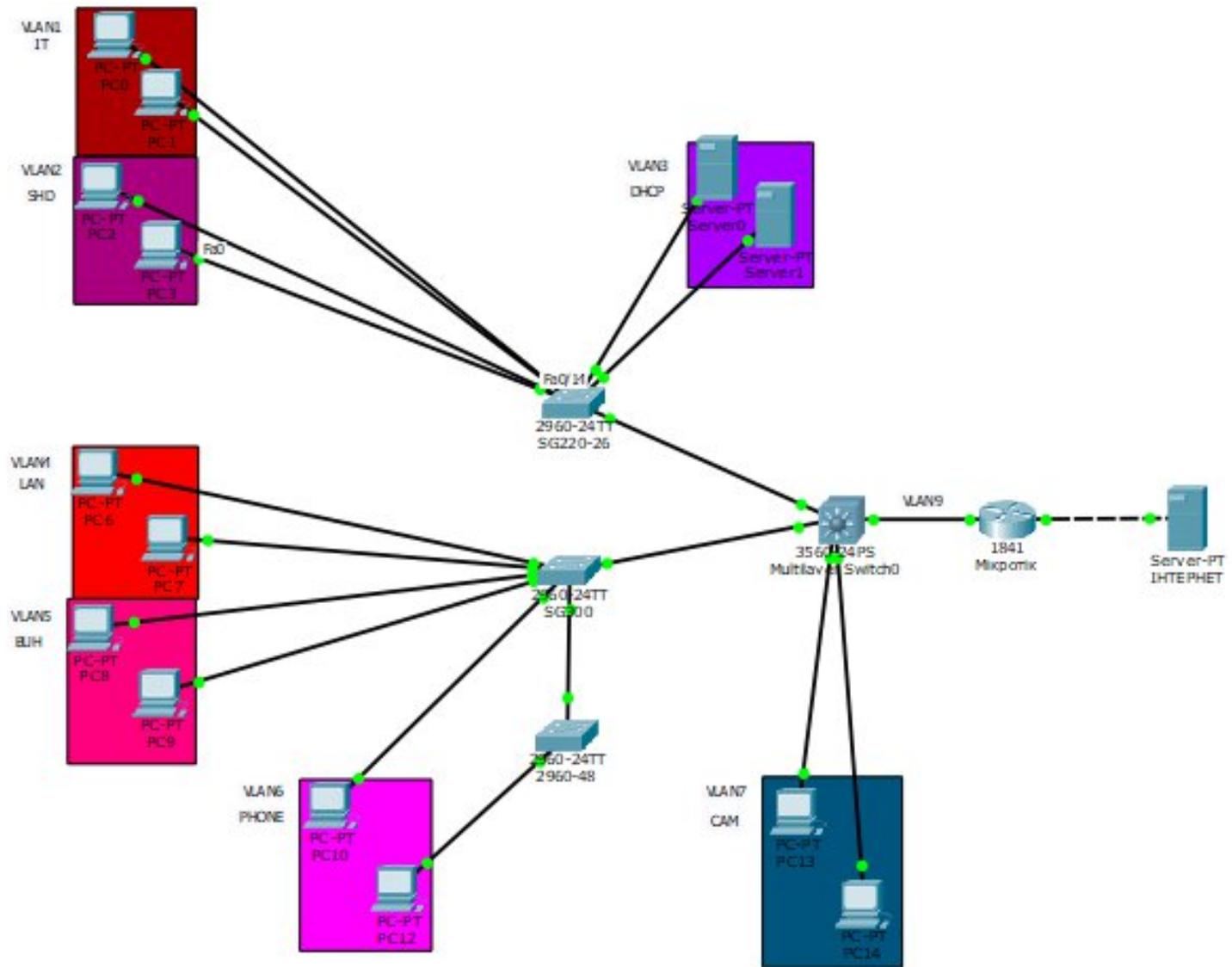
Проведені роботи будуть сприяти створенню методичних матеріалів для виконання студентами практичних, лабораторних та дослідницьких робіт із навчальних дисциплін, а програмний продукт Cisco Packet Tracer в повному обсязі може бути використаний у освітньому процесі освітньої організації вищої освіти для здійснення проєктування та конфігурування мереж передачі даних (дротових, бездротових, «змішаних»), реалізації курсових та дипломних проєктів (робіт), випускних кваліфікаційних робіт, «що торкаються» області інформаційних та телекомунікаційних технологій для формування у студентів – знань, вмінь та навиків в області інформаційних та телекомунікаційних технологій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Одом У. **Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ICND1 100-101** Изд.«ВИЛЬЯМС», 2015. – 896 с.
2. Одом У. **Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ICND2 200-101** Изд.«ВИЛЬЯМС», 2016. – 736 с.
3. Берлин А.Н. Основные протоколы Интернет / – М.: НОУ "Интуит", 2016. – 602 с.
4. Запечников С.В., Милославская Н.Г., Толстой А.И. Основы построения виртуальных частных сетей /Изд.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 248 с.
5. Troy McM. Cisco Networking Essentials, 2nd Edition // Sybex, 2015. – 624 p.
6. David H. CCNA Wireless 200-355 Official Certification Guide // Cisco Press, 2016. – 608 p.
7. Allan J. 31 Days Before Your CCNA Routing & Switching Exam: A Day-By-Day Review Guide for the ICND1/CCENT (100-105), ICND2 (200-105), and CCNA (200-125) Certification Exams // Cisco Press, 2017. – 544 p.
8. Bekim D. CCENT/CCNA: ICND1 100-105 Certification Guide / Packt Publishing, 2018. – 362 p.
9. Nagendra K. N. Network Analysis using Wireshark 2 Cookbook, 2nd Edition // Packt Publishing, 2018. – 626 p.
10. Networking Essentials: A CompTIA Network+ N10-006 Textbook, 4th Edition // Jeffrey S. Beasley, Piyasat Nilkaew – Pearson IT Certification, 2016 – 304 p.
11. Dr. James Aweya Switch/Router Architectures: Shared-Bus and Shared-Memory Based Systems // Wiley-IEEE Press, 2018. – 336 p.
12. Shaun H. CCNA ICND1 100-105: Certification Study Guide // Packt Publishing, 2018. – 499 p.

КОПІ ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ АРКУШІВ

					Розробка локальної мережі ІТ коледжу Львівської п застосуванням комутаторів третього рівня у середови Tracer						
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>	Моделювання мережі із застосуванням коммутатора третього рівня.						
<i>Розроб.</i>		<i>Радь М.С.</i>							<i>Літера</i>	<i>Л</i>	
<i>Керівник</i>		<i>Селемонавічус А.А.</i>									
<i>Реценз.</i>		.									
<i>Консульт.</i>									<i>Арк. 1</i>		
<i>Консульт.</i>											
<i>Н.контр.</i>		<i>.Кужій Л.І.</i>									



Розробка локальної мережі ІТ коледжу Львівської п
 застосуванням комутаторів третього рівня у середови
 Tracer

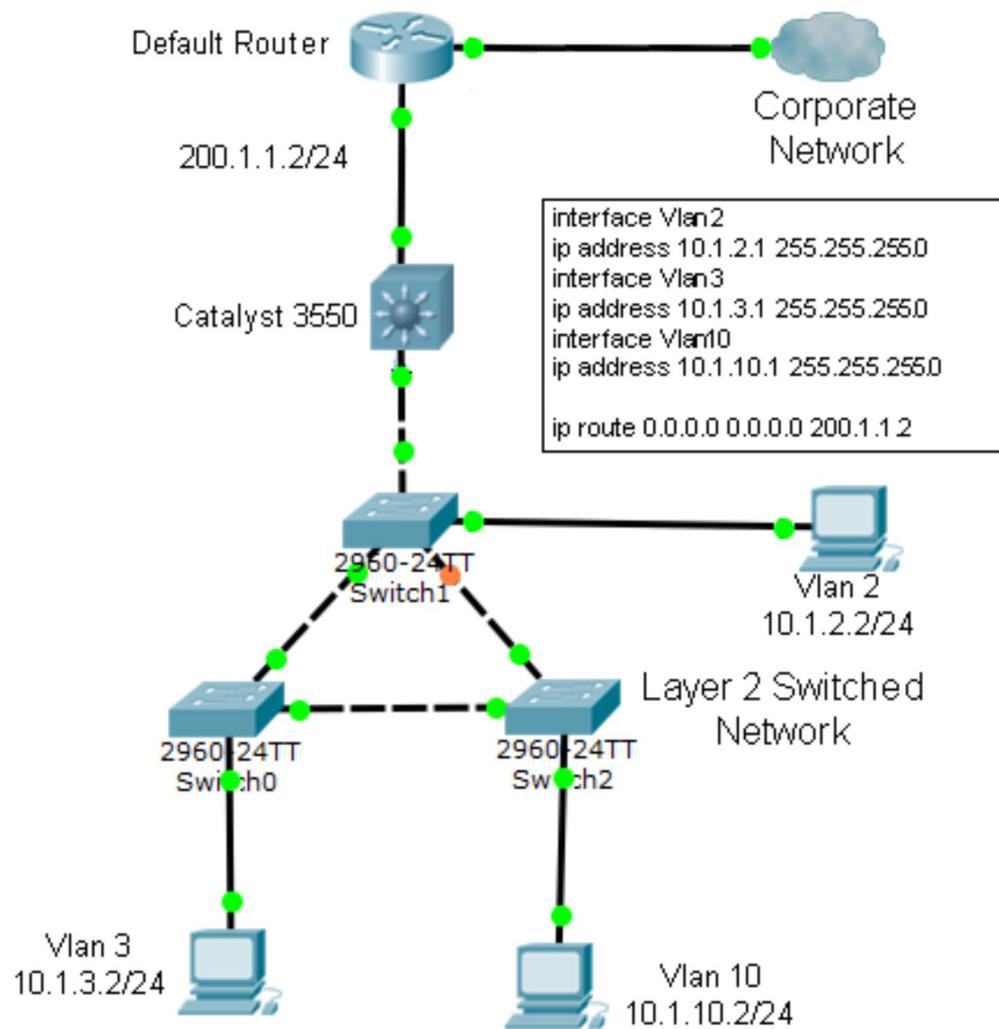
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>	Техніко-економічне обґрунтування проекту	<i>Літера</i>
<i>асистаб</i>		<i>Радь М.С.</i>				
<i>Керівник</i>		<i>Селемонавічус А.А.</i>				
<i>Реценз.</i>		.				
<i>Консульт.</i>		.				
<i>Консульт.</i>		.				
<i>Н.контр.</i>		<i>Кужій Л.І.</i>				<i>Арк. 4</i>

Кошторис витрат на розробку та впровадження проєктного рішення

Найменування елементів витрат	Сума витрат, грн.
Витрати на оплату праці	3 446,83
Нарахування на зарплату	412,59
Витрати на куповані вироби	572
Накладні витрати	1 034,05
Інші витрати	607,27
Витрати на налагодження та дослідну експлуатацію	1 620
Всього:	7 592,74

Розробка локальної мережі ІТ коледжу Львівської п
 застосуванням комутаторів третього рівня у середови
 Tracer

<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>	Модель мережі із застосуванням алгоритму STP	<i>Літера</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Радь М.С.</i>				
<i>Керівник</i>		<i>Селемонавічус А.А.</i>				
<i>Реценз.</i>		.				
<i>Консульт.</i>						
<i>Консульт.</i>						
<i>Н.контр.</i>		<i>Кужій Л.І.</i>				<i>Арк. 2</i>



Розробка локальної мережі ІТ коледжу Львівської п
 застосуванням комутаторів третього рівня у середови
 Tracer

<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>	Налаштування маршрутизації між сегментами мережі	<i>Аркуш</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Радь М.С.</i>				
<i>Керівник</i>		<i>Селемонавічус А.А.</i>				
<i>Реценз.</i>		.				
<i>Консульт.</i>						
<i>Консульт.</i>						
<i>Н.контр.</i>		<i>Кужій Л.І.</i>				<i>Арк.3</i>

Cisco Packet Tracer Student - F:\ПРОЕКТИ НА CISCO PACKET TRACERT (2)\иши курси\lab_8.1.pkt

File Edit Options View Tools Extensions Help

Logical [Root] New Cluster Move Object Set Tiled Background Viewport

Time: 01:55:15 Power Cycle Devices Fast Forward Time Realtime

Connections

Scenario 0

New Delete

Toggle PDU List Window

Fire	Last Status	Sour
------	-------------	------