

Лабораторна робота №5

Тема: Побудова локальних обчислювальних мереж з використанням технологій Token Ring і FDDI

Мета роботи: одержати навички вибору обладнання і кабельної системи для побудови інфраструктури локальної обчислювальної мережі рівня підприємства на основі технологій Token Ring і FDDI.

Теоретичні відомості

Стандарти Token Ring і IEEE 802.5

Мережа Token Ring була розроблена компанією IBM в 1970 р. Вона є основною технологією IBM для локальних мереж, поступаючись за популярністю серед аналогічних технологій тільки Ethernet (IEEE 802.3). Стандарт IEEE 802.5 практично ідентичний і повністю сумісний зі стандартом Token Ring IBM. Стандарт IEEE 802.5 був фактично створений за зразком Token Ring IBM. Термін «Token Ring» часто застосовується як при посиланні на мережу Token Ring IBM, так і на мережу IEEE 802.5. Узагальнені характеристики мереж Token Ring і IEEE 802.5 наведені в таблиці:

	IBM Token Ring	IEEE 802.5
Швидкість передачі даних (Mbit/s)	4 або 16	4 або 16
Кількість станцій в сегменті	260 (STP), 72 (UTP)	250
Фізична топологія	Зірка	Не визначено
Тип середовища передачі	Вита пара	Не визначено
Максимальна довжина кабелю між станцією і концентратором (м)	100 (STP), 45 (UTP)	100
Передача сигналу	В основній смузі частот	В основній смузі частот
Метод доступу до середовища передачі	Маркерний	Маркерний
Спосіб кодування	Манчестерський	Манчестерський

Token Ring і IEEE 802.5 є найбільш яскравими прикладами мереж, що використовують маркерний метод доступу до середовища передачі. У цьому випадку по мережі передається невеликий блок даних, так званий маркер. Володіння маркером гарантує право передачі даних. Якщо станція, що одержала маркер, не потрібно виконувати передачу даних, маркер передається наступній станції в кільці. Кожна станція може утримувати маркер протягом певного максимального часу.

Якщо у станції, що отримала вільний маркер, є дані для передачі, вона захоплює маркер, змінює у нього один біт (в результаті чого маркер перетворюється на послідовність «початок блоку даних»), доповнює інформацією, яку вона хоче передати і посилає цю інформацію до наступної станції в кільці. Коли інформаційний блок циркулює по кільцю, маркер в мережі відсутній (якщо тільки кільце не забезпечує «раннього звільнення маркера» – early token release), тому інші станції, що бажають передати інформацію, змушені чекати. Отже, у мережах Token Ring

не може бути колізій. Якщо забезпечується раннє звільнення маркера, то новий маркер може бути випущений після завершення передачі блоку даних.

Інформаційний блок передається по кільцю, поки не досягне станції призначення, яка копіює інформацію для подальшої обробки. Після цього блок передається далі по кільцю, поки не досягне відправника, який повинен видалити цей блок. Відправник може перевірити блок, що повернувся, щоб переконатися, що він був доставлений станції призначення.

На відміну від мереж, що використовують метод доступу CSMA/CD (наприклад, Ethernet), мережі з передачею маркера є детермінованими мережами. Це означає, що можна обчислити максимальний час, що мине, перш ніж будь-яка кінцева станція зможе передавати дані. Ця характеристика, а також деякі характеристики надійності, роблять мережу Token Ring ідеальною для застосування, по-перше, коли затримка передачі повинна бути передбачуваною і, по-друге, коли важлива стійкість функціонування мережі. Прикладами таких застосувань є середовище автоматизованих станцій на промислових підприємствах.

Особливості фізичного рівня в мережах Token Ring

Станції мережі IBM Token Ring напряму підключаються до багатостанційних пристроїв доступу (multistation access unit, MSAU), які можуть бути об'єднані за допомогою кабелів, утворюючи одну велику кільцеву мережу (рис. 1). Кабелі-перемички з'єднують MSAU з суміжними MSAU. Кабелі-пелюстки підключають MSAU до станцій. У складі MSAU є шунтуючі реле для виключення станцій з кільця.

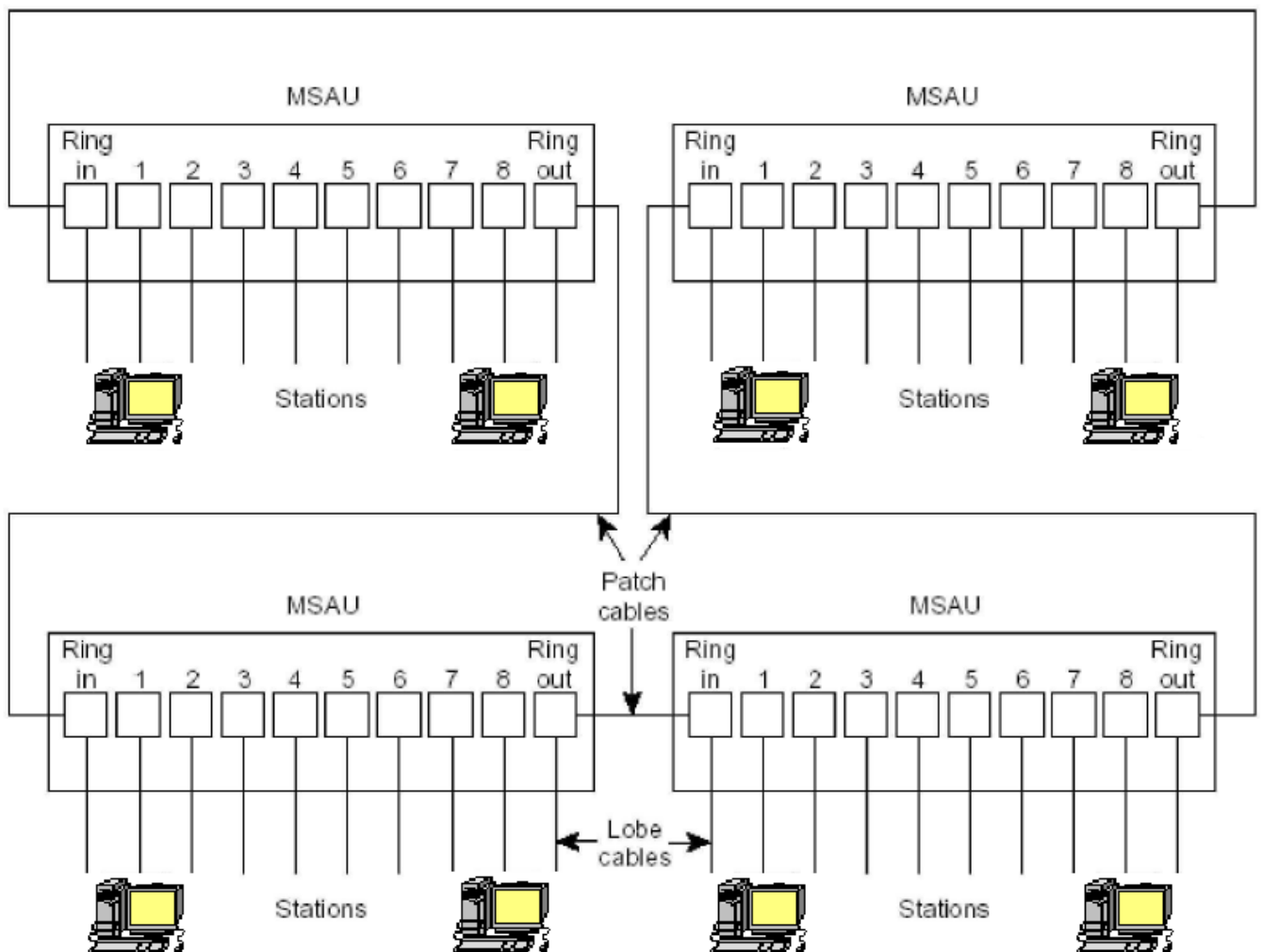


Рис. 1. Приклад підключення станцій до MSAU

Мережі Token Ring використовують складну систему пріоритетів, яка дозволяє деяким станціям з високим пріоритетом (пріоритет призначається користувачем) частіше користуватися мережею. Блоки даних Token Ring містять два поля, які керують пріоритетом: поле пріоритетів і поле резервування. Тільки станції з пріоритетом, що дорівнює або мають значення вищого пріоритету, ніж задано в маркері, можуть заволодіти ним. Після того, як маркер захоплено і змінено (внаслідок чого він перетворився на інформаційний блок), тільки станції, пріоритет яких вище пріоритету станції, що передає інформацію, можуть зарезервувати маркер для наступного проходу по мережі. При генерації наступного маркера в нього включається більш високий пріоритет даної резервуючої станції. Станції, які підвищують рівень пріоритету маркера, повинні відновити попередній рівень пріоритету після завершення передачі.

Мережі Token Ring використовують декілька механізмів виявлення та усунення несправностей в мережі. Так, у мережі вибирається «активний монітор» (active monitor), в ролі якого може виступати будь-яка станція. Ця станція діє як централізоване джерело синхронізуючої інформації для інших станцій кільця і виконує різноманітні функції для підтримки кільця. Однією з таких функцій є видалення з кільця постійно циркулюючих блоків даних. Якщо пристрій, що відправив блок даних, відмовив, то цей блок може постійно циркулювати по кільцю. Це може перешкодити іншим станціям надсилати власні блоки даних і фактично блокує мережу. Активний монітор може виявляти і видаляти такі блоки і генерувати новий маркер.

Зіркоподібна топологія мережі IBM Token Ring також сприяє підвищенню загальної надійності мережі. Оскільки вся інформація мережі Token Ring проглядається активними MSAU, ці пристрої можна запрограмувати так, щоб вони перевіряли наявність проблем і при необхідності вибірково видаляли станції з кільця.

Застосування сигналізуючого (beaconing) алгоритму в мережі Token Ring дає можливість виявляти і усувати деякі несправності мережі. Якщо яка-небудь станція виявить серйозну проблему в мережі (наприклад, обрив кабелю), вона надсилає сигнальний блок даних. Сигнальний блок даних вказує домен несправності, до якого входить: станція, що повідомляє про несправності; її найближчий активний сусід, що знаходиться вище за течією потоку інформації (nearest active upstream neighbor, NAUN); і все, що знаходиться між ними. Сигналізація ініціює процес автореконфігурації (autoreconfiguration), в ході якого вузли, розташовані в межах домену, що відмовив, автоматично виконують діагностику, намагаючись реконфігурувати мережу навколо зони, що відмовила. У фізичному плані MSAU може виконати це за допомогою електричної реконфігурації.

Стандарт FDDI

Стандарт FDDI (Fiber Distributed Data Interface) був випущений комітетом ANSI X3T9.5 в середині 80-х років. В цей період вимоги з боку робочих станцій, почали перевищувати можливості існуючих локальних мереж (в основному Ethernet і Token Ring). Виникла необхідність в новому стандарті для локальних мереж, який задовольнив би вимоги нових робочих станцій і розподілених обчислювальних систем. Разом з цим, все більше уваги приділялось проблемі надійності мережі.

Стандарт FDDI визначає мережу зі швидкістю передачі даних 100 Mbit/s, з подвійним кільцем і передачею маркера (рис. 2). Трафік по подвійному кільцю рухається в протилежних напрямках. У фізичному вираженні кільце складається з двох або більше двоточкових з'єднань між суміжними станціями. Одне з двох кілець FDDI називається первинним кільцем, інше – вторинним кільцем. Первинне кільце використовується для передачі даних, в той час як вторинне кільце звичайно є дублюючим.

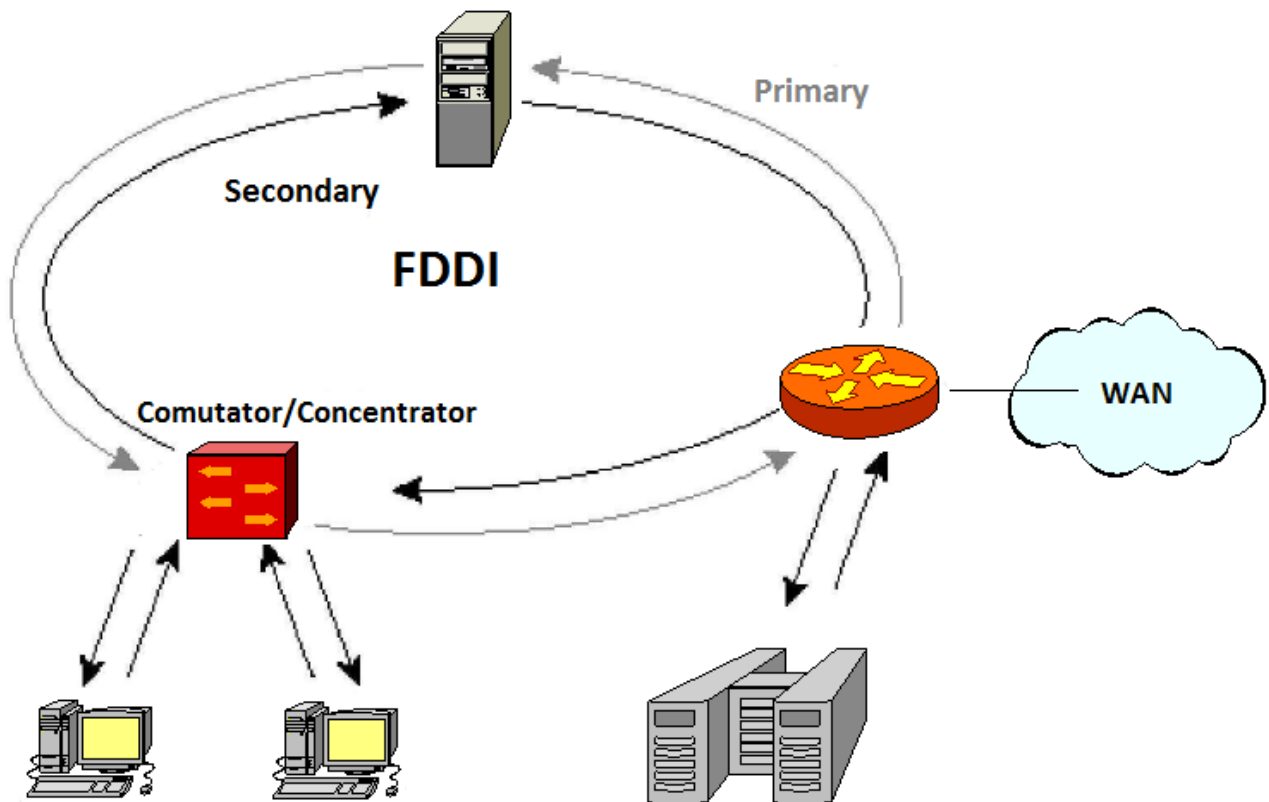


Рис. 2. Мережа FDDI

В якості середовища передачі використовується волоконно-оптичний кабель. Оптичне волокно забезпечує ряд переваг у порівнянні з мідними провідниками, включаючи захист даних (не випромінює електричні сигнали, які можна перехоплювати), надійність (стійкість до електричних перешкод) і швидкість (потенційна пропускна здатність набагато вище, ніж у мідного кабелю). Стандарт FDDI визначає для використання два типи оптичного волокна: одномодове (іноді називають мономодовим) і багатомодове. Моді – це світлова хвиля, що входить в оптичне волокно під певним кутом. Одномодове волокно дозволяє розповсюджуватися через оптичне волокно тільки однієї моді, в той час як багатомодове – одночасно кільком. Так як моди світла, що розповсюджуються по оптичному кабелю, можуть проходити різні відстані (в залежності від кута входу), а, отже, досягати пункту призначення в різний час (явище, зване модальною дисперсією), одномодове оптичне волокно здатне забезпечувати більшу смугу пропускання та передачу сигналу на більші відстані, ніж багатомодове. Завдяки цим характеристикам одномодове оптичне волокно часто використовується в якості основи великомасштабних мереж, у той час як багатомодове часто використовується в мережах рівня робочих груп. У багатомодовому оптичному кабелі в якості генераторів світла використовуються діоди, що випромінюють світло (LED), у той час як у одномодовому зазвичай застосовуються лазери.

Також існує стандарт, іменованій CDDI (Copper Distributed Data Interface) або TPDDI (Twisted-Pair Distributed Data Interface), аналогічний FDDI, але в якості середовища передачі він визначає виту пару. Основні характеристики мережі FDDI наведено в таблиці:

	FDDI	CDDI
Швидкість передачі даних (Mbit/s)	100	100
Кількість станцій у кільці	500	250
Фізична топологія	Змішана (кільце,	Деревовидна

	деревовидна)	
Тип середовища передачі	Оптоволокно	Вита пара (STP Type 1, UTP cat 5)
Максимальна відстань між станціями (м)	2000	200
Метод доступу до середовища передачі	Маркерний	Маркерний
Спосіб кодування	4В/5В	4В/5В

Особливості фізичного рівня стандарту FDDI

Відмінною рисою мереж FDDI є використання пристроїв з різним типом підключення до фізичного середовища передачі:

- станції з одиночним підключенням (Single-attachment station, SAS);
- станції з подвійним підключенням (Dual-attachment station, DAS);
- концентратори.

Станції з одиночним підключенням приєднуються тільки до одного (основного) кільця за допомогою концентратора. Перевагою такого способу підключення станції до мережі є те, що стан станції не впливає на роботу всього кільця, навіть при фізичному відключенні від середовища або вимкненні живлення.

Станції з подвійним підключенням містять два порти, що іменуються А та В, і забезпечують з'єднання з первинним і вторинним кільцем. Як показано на рис. 3, станції з подвійним підключенням визначають структуру подвійного кільця і впливають на працездатність всієї мережі.

Концентратори мережі FDDI, також іменуються як концентратори з подвійним підключенням (Dual-attached concentrator, DAC), є базовими елементами мережі. Вони підключаються безпосередньо до первинного та вторинного кільця і забезпечують контроль відмов або відключення живлення станцій з одиночним підключенням, тим самим запобігаючи розриву кільця. На рис. 3 представлена типова конфігурація FDDI, що включає всі типи вузлів.

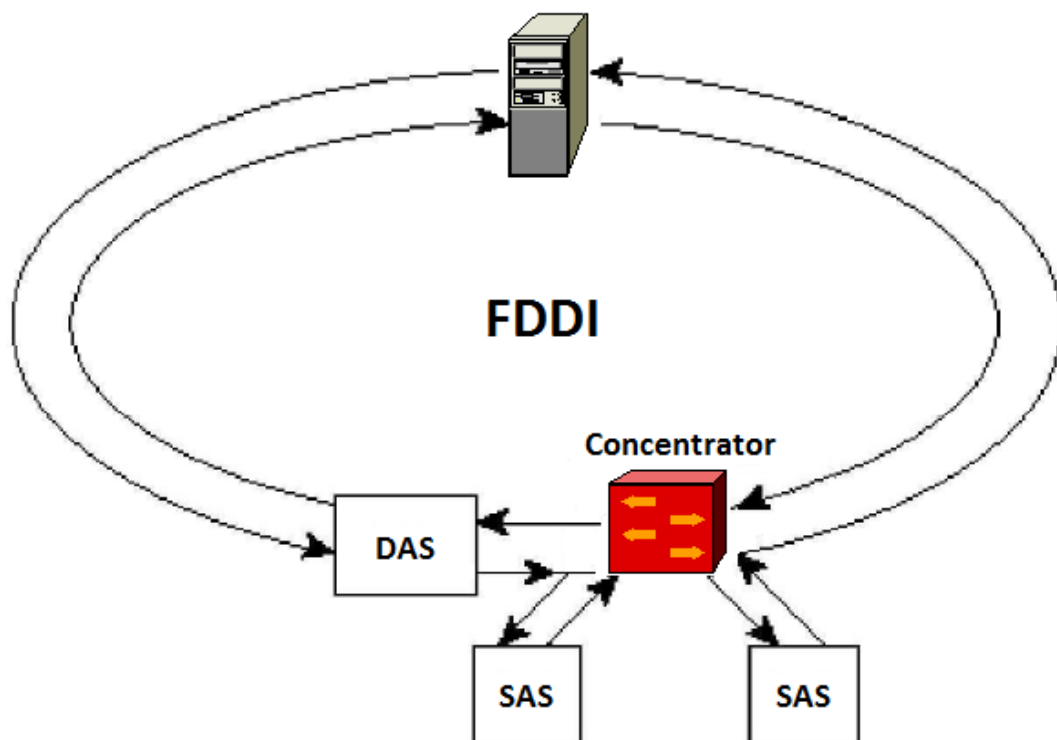


Рис. 3. Приклад конфігурації FDDI

Наявність подвійної кільцевої мережі підвищує надійність функціонування. Якщо яка-небудь станція, підключена до подвійної кільцевої мережі, відмовляє, в неї відключається живлення, або ушкоджений мережевий кабель, то подвійна кільцева мережа автоматично «згортається» в одне кільце, як показано на рис. 4.

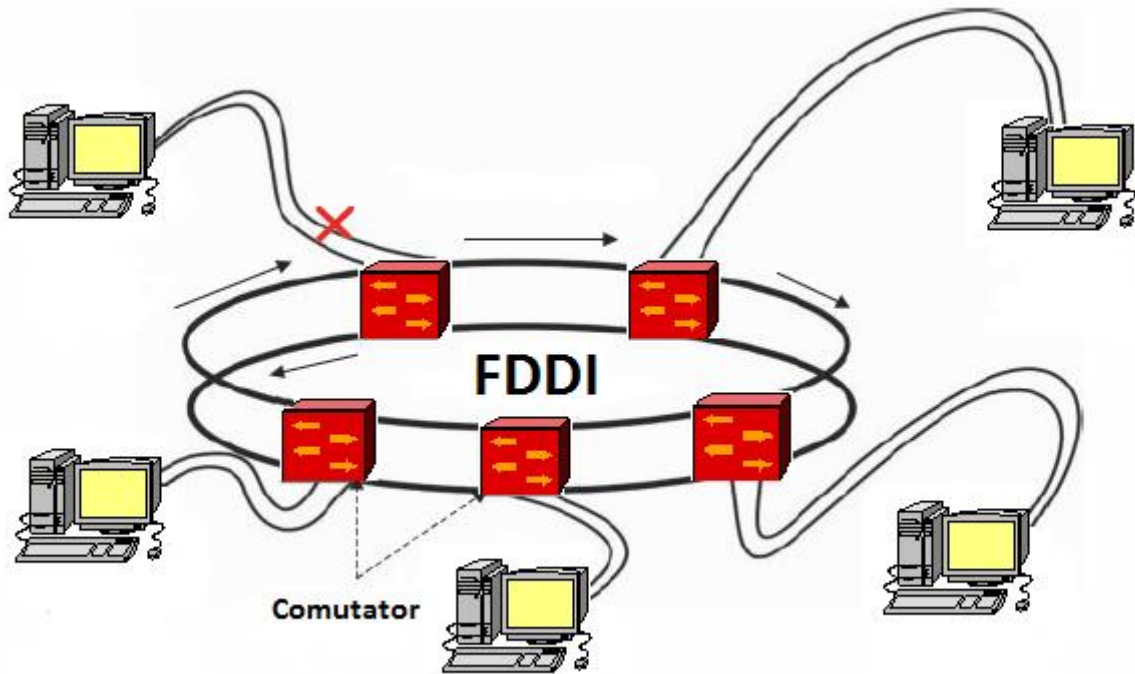


Рис. 4. Ізоляція однієї станції

При збільшенні розмірів мережі FDDI зростає ймовірність збільшення числа відмов мережі. Якщо мають місце дві відмови, то кільце буде згорнуто в обох випадках, що приводить до фактичного сегментування кільця на два окремих кільця. Наступні відмови викличуть додаткову сегментацію кільця. Для запобігання сегментації кільця можуть бути використані оптичні шунтувальні перемикачі, які виключають станції, що відмовили, з кільця.

Пристрої, критичні до відмов, такі як маршрутизатори або шлюзи, а також серверні системи, можуть використовувати іншу технологію підвищення відмовостійкості, названу двоадаптерним підключенням (dual homing), для того, щоб підвищити ступінь працездатності. При двоадаптерному підключенні (рис. 5) критичні до відмов пристрої приєднуються до двох концентраторів одночасно. Одна пара каналів концентраторів вважається активною, інша пара – пасивною. Пасивний канал перебуває в режимі підтримки доти, поки не буде встановлено, що основний канал (або концентратор, до якого він підключений) відмовив. Якщо це відбувається, то пасивний канал автоматично активується.

Таким чином, мережі, що використовують технологію FDDI, відрізняються наступними важливими властивостями:

- високий ступінь відмовостійкості;
- більша довжина;
- висока швидкість передачі даних;
- гнучкий механізм розподілу пропускної здатності мережі та призначення пріоритетів станціям;
- можливість максимального використання пропускної здатності мережі.

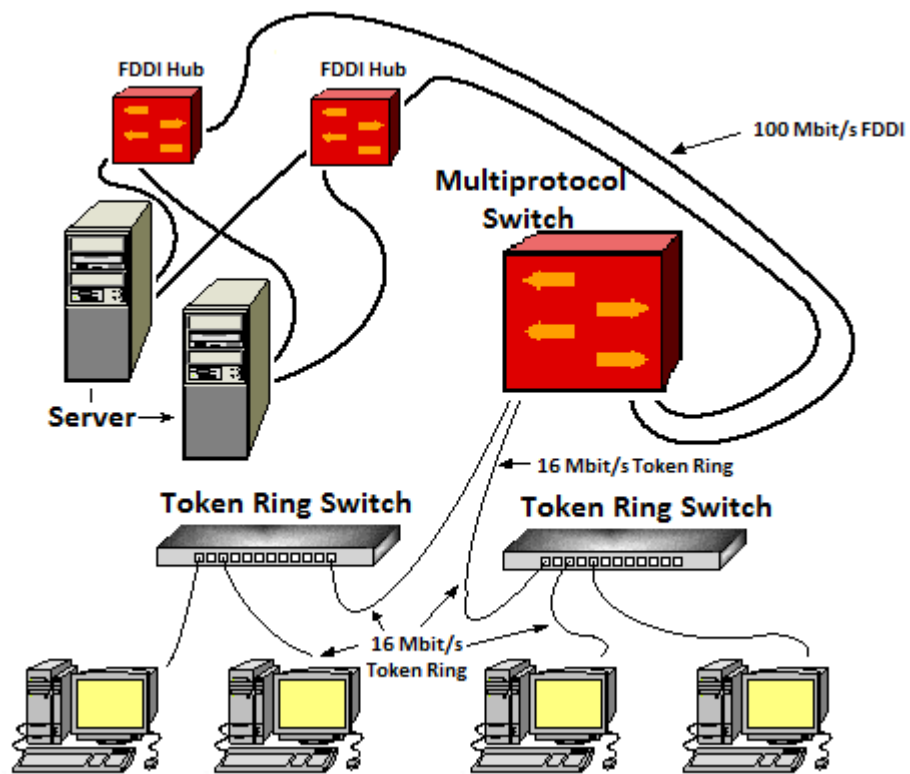


Рис. 5. Технологія двоадаптерного підключення

Завдання

1. Використовуючи пакет **NetCracker**, відповідно до варіанта побудувати проект локальної мережі на основі технологій Token Ring і FDDI з наступними параметрами:

Варіанти завдань

№ варіанта	Тип інфраструктури	Тип трафіку	Кількість робочих станцій
1	2	5	30
2	3	5	26
3	5	5	34
4	4	4	34
5	2	2	31
6	2	1	32
7	3	3	31
8	5	1	30
9	4	3	31
10	1	5	33
11	4	5	26
12	2	3	27
13	5	2	33

14	2	4	26
15	1	4	34
16	1	3	30
17	5	4	33
18	3	2	31
19	2	6	30
20	5	3	29
21	3	1	31
22	4	2	27
23	6	2	26
24	5	4	34
25	4	1	31

Тип інфраструктури

№	Кількість будинків	Відстань між будинками (м)	Кількість поверхів	Кількість кімнат на поверсі
1	2	400	4	2
2	3	200	2	3
3	4	350	2	2
4	3	150	3	2
5	4	100	4	1
6	2	250	3	3

Тип трафіку

№	Кількість файлових серверів	Кількість HTTP серверів	Кількість FTP серверів	Кількість серверів баз даних
1	1	3	1	2
2	3	1	1	2
3	2	2	1	2
4	3	1	2	1
5	1	2	2	2
6	2	3	1	1

1.1. Розмістити будинки (кількість визначено в варіанті завдання). Приклад розміщення будинків наведено на рис. 6.

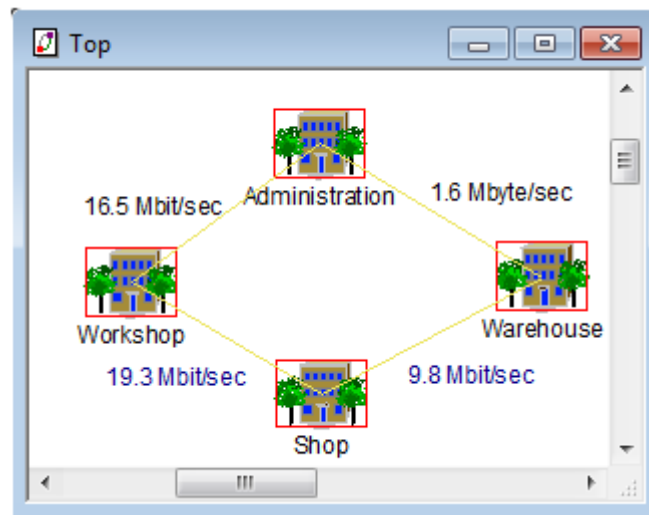


Рис. 6. Приклад розміщення будинків

1.2. В кожному з будинків розмістити мультипротокольний комутатор («**Multiprotocol Switch**»). Приклад розміщення мультипротокольних комутаторів наведено на рис. 7.

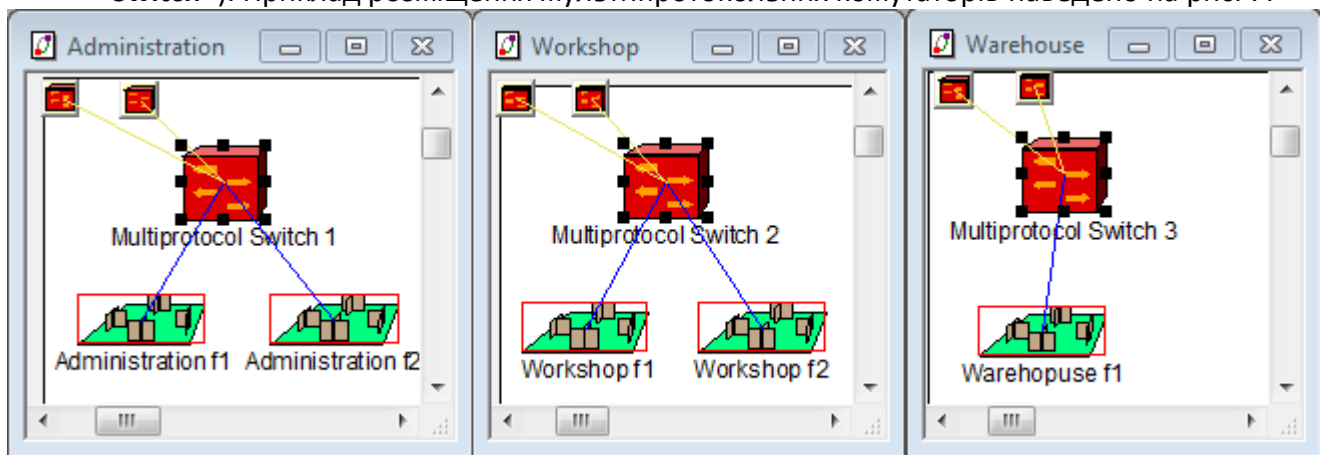


Рис. 7. Приклад розміщення мультипротокольних комутаторів в будинках

1.3. З'єднати розміщені в будинках комутатори послідовно, один за одним (**топологія типу кільце**) згідно стандарту FDDI. В якості середовища передачі даних використати **оптоволокну**. Відстані між комутаторами визначається згідно варіанта (Відстань між будинками).

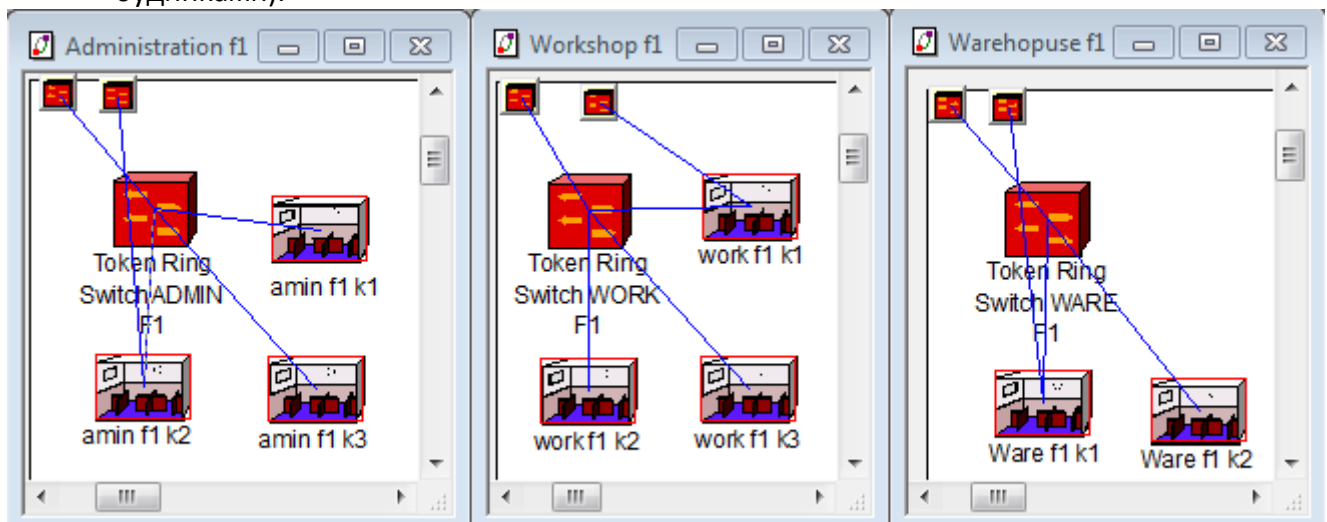


Рис. 8. Приклад розміщення кімнат на поверхах в будинках

- 1.4. В будинках розмістити визначену варіантом кількість поверхів (рис. 7) та кімнат (рис. 8).
- 1.5. В кімнатах розмістити робочі станції («Token Ring Workstation»). Кількість робочих станцій визначена варіантом завдання. Кожна кімната повинна містити хоча б **одну робочу станцію**. На всі робочі станції встановити наступне програмне забезпечення: «File server», «FTP server», «Small office database server», «HTTP server».

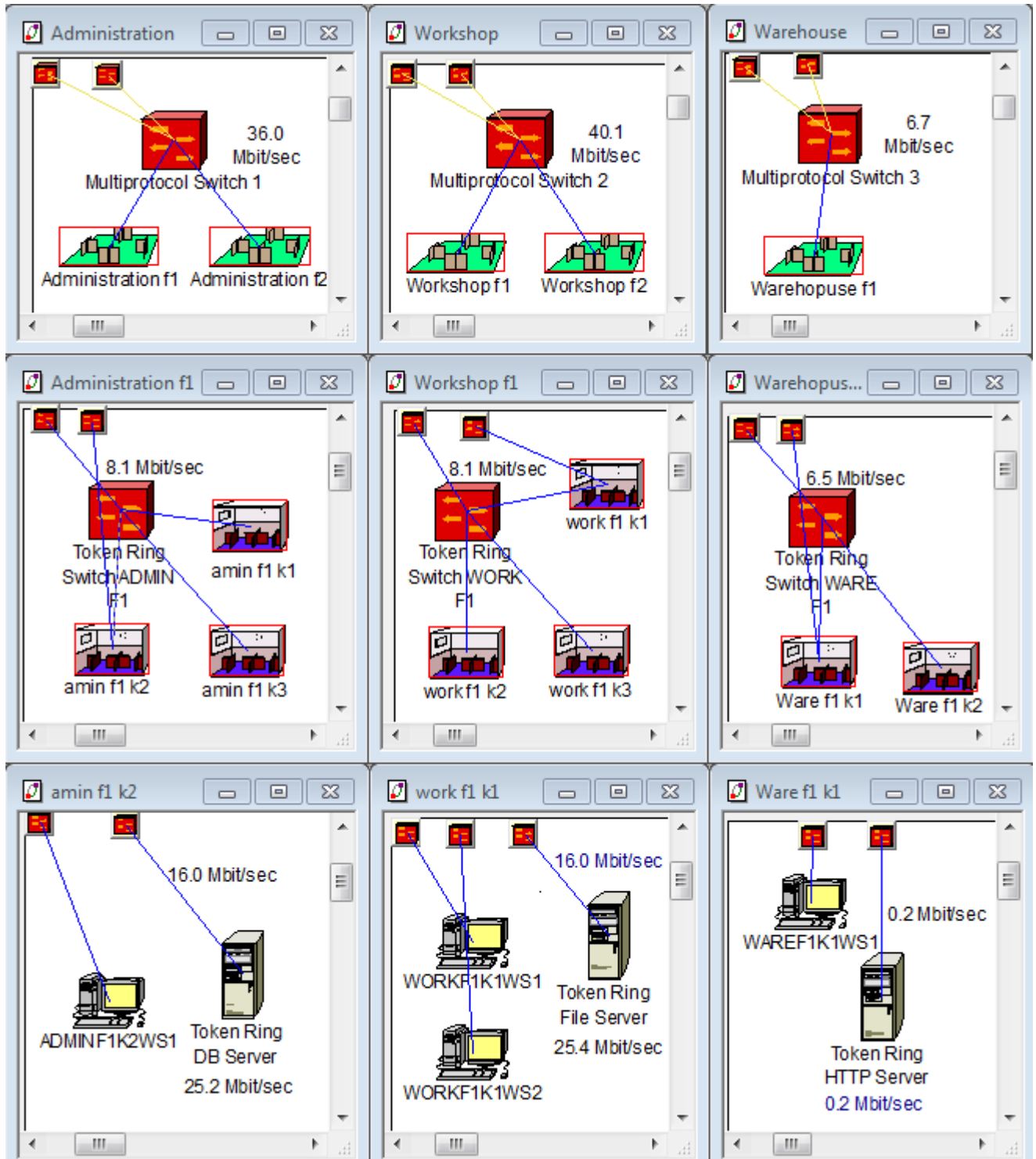


Рис. 9. Статистичні характеристики середньої завантаженості основних вузлів локальної мережі підприємства

- 1.6. Проаналізувати структуру мережі, обрати оптимальне місце розташування та розмістити, в кімнатах, сервери («**Token Ring Server**»). Кількість серверів визначена варіантом завдання. Встановити на сервери відповідне **програмне забезпечення**.
- 1.7. На кожному поверсі розмістити Token Ring комутатор («**Token Ring Switch**») (рис. 8).
- 1.8. Використовуючи технологію Token Ring з'єднати: робочі станції з відповідними комутаторами на поверсі (рис. 8); комутатори на поверхах з комутатором в будинку (FDDI кільце); сервери з комутатором в будинку. При з'єднанні встановити: значення пропускної здатності («**Bandwidth**») – **16 Mbit/s**; тип середовища передачі даних («**Media**») – вита пара («**Twisted Pair**»); довжину кабелю («**Length**») – від **1** до **45** метрів.
2. Задати трафік від кожної робочої станції до кожного сервера та в зворотному напрямку. Тип трафіка, що задається між робочою станцією та сервером, визначається типом сервера («**FTP server**» – «**FTP client**»; «**File server**» – «**File server's client**»; «**Small office database server**» – «**Small office database server's client**»; «**HTTP server**» – «**HTTP client**»).
3. Вивести **статистичні характеристики** середньої завантаженості («**Average workload**») для наступних елементів мережі: **мультипротокольних комутаторів** FDDI кільця (рис. 9); **Token Ring комутаторів** (рис. 9); **серверів** (рис. 9); проміжних ліній зв'язку між **комутаторами FDDI кільця** (рис. 6); проміжних ліній зв'язку між **серверами та комутаторами** (рис. 9).
4. Провести імітаційне моделювання та зафіксувати статистичні характеристики для вузлів та ліній зв'язку, вказаних в пункті «**3**» завдання.
5. Проаналізувати отримані в результаті виконання пункту «**3**» дані та зробити висновки щодо **уразливих** до перевантаження участків мережі. Визначити засоби підвищення **надійності функціонування** мережі.
6. Скласти звіт про проведені дослідження.
7. **Підшити звіт в папку-швидкозшивач.**

Зміст звіту

1. Титульний аркуш з назвою лабораторної роботи, номером варіанта, прізвищем студента і назвою групи, в якій він навчається.
2. Опис проекту локальної мережі.
Приклад оформлення опису проекту локальної мережі:

FDDI кільце					
Multiprotocol Switch 1, Multiprotocol Switch 2, Multiprotocol Switch 3, Multiprotocol Switch 4					
Будинки					
Administration, Workshop					
Будинок Administration					
Multiprotocol Switch 1					
Поверхи в Administration					
Administration f1			Administration f2		
Комутатори на поверхах в Administration					
Token Ring Switch ADMIN F1			Token Ring Switch ADMIN F2		
Кімнати в Administration					
amin f1 k1	amin f1 k2	amin f1 k3	amin f2 k1	amin f2 k2	amin f2 k3
	Token Ring DB Server				
Робочі станції в Administration					

ADMINF1K1WS1 ADMINF1K1WS2	ADMINF1K2WS1	ADMINF1K3WS1 ADMINF1K3WS2 ADMINF1K3WS3	ADMINF2K1WS1	ADMINF2K2WS1	ADMINF2K3WS1 ADMINF2K3WS2
Будинок Workshop					
Multiprotocol Switch 2					
Поверхи в Workshop					
Workshop f1			Workshop f2		
Комутатори на поверхах в Workshop					
Token Ring Switch WORK F1			Token Ring Switch WORK F2		
Кімнати в Workshop					
work f1 k1	work f1 k2	work f1 k3	work f2 k1	work f2 k2	work f2 k3
Сервери в Workshop					
Token Ring File Server					
Робочі станції в Workshop					
WORKF1K1WS1 WORKF1K1WS2	WORKF1K2WS1 WORKF1K2WS2	WORKF1K3WS1	WORKF2K1WS1 WORKF2K1WS2 WORKF2K1WS3 WORKF2K1WS4 WORKF2K1WS5	WORKF2K2WS1 WORKF2K2WS2 WORKF2K2WS3	WORKF2K3WS1

3. Статистичні характеристики результатів імітаційного моделювання, отримані в результаті виконання пункту «4» завдання.

Приклад оформлення звітної таблиці отриманих статистичних характеристик:

Проміжні лінії зв'язку між комутаторами FDDI кільця (Mbit/s)	
Multiprotocol Switch 1 ↔ Multiprotocol Switch 2	25,2
Multiprotocol Switch 1 ↔ Multiprotocol Switch 3	6,6
Multiprotocol Switch 2 ↔ Multiprotocol Switch 4	14,8
Multiprotocol Switch 3 ↔ Multiprotocol Switch 4	0,1
Мультипротокольні комутатори FDDI кільця (Mbit/s)	
Multiprotocol Switch 1	36,0
Multiprotocol Switch 2	40,1
Multiprotocol Switch 3	6,7
Multiprotocol Switch 4	14,9
Token Ring комутатори (Mbit/s)	
Token Ring Switch ADMIN F1	8,1
Token Ring Switch ADMIN F2	6,6
Token Ring Switch WORK F1	8,1
Token Ring Switch WORK F2	6,5
Token Ring Switch WARE F1	6,5
Token Ring Switch SHOP F1	8,3
Token Ring Switch SHOP F2	6,5
Сервери (Mbit/s)	
Token Ring DB Server	25,2
Token Ring File Server	25,4
Token Ring HTTP Server	0,2
Token Ring FTP Server	0,2

Проміжна лінія зв'язку між серверами та комутаторами (Mbit/s)	
Token Ring DB Server ↔ Multiprotocol Switch 1	16,0
Token Ring File Server ↔ Multiprotocol Switch 2	16,0
Token Ring HTTP Server ↔ Multiprotocol Switch 3	0,2
Token Ring FTP Server ↔ Multiprotocol Switch 3	0,2

4. Висновки про **уразливі** до перевантаження участки мережі та пропозиції щодо підвищення **надійності функціонування** мережі.

Увага!!! При здачі обов'язково мати при собі електронний варіант виконаної в NetCracker лабораторної роботи. В разі відсутності електронного варіанту, робота вважається незарахованою.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняттю Token Ring.
2. Що описує стандарт IEEE 802.5?
3. Назвіть основні характеристики стандарту Token Ring.
4. Назвіть основні характеристики стандарту IEEE 802.5.
5. Опишіть принцип дії мережі Token Ring і IEEE 802.5.
6. Опишіть принцип дії системи пріоритетів в мережі Token Ring.
7. Опишіть механізмів виявлення та усунення несправностей в мережі Token Ring.
8. Опишіть принцип дії сигналізуючого алгоритму в мережі Token Ring.
9. Що описує стандарт FDDI?
10. Назвіть середовище передачі даних для FDDI мереж.
11. Назвіть основні характеристики мережі FDDI.
12. Назвіть переваги FDDI мереж.
13. Що описує стандарт CDDI?
14. Назвіть основні відмінності стандартів FDDI і CDDI.
15. Опишіть особливості фізичного рівня стандарту FDDI.
16. Що таке і навіщо використовується «двоадаптерне підключення»?