

Інформаційно-комунікаційні систем. Частина I

Блок змістових модулів 3. Телекомунікаційні системи

Тема 9

Методи комутації

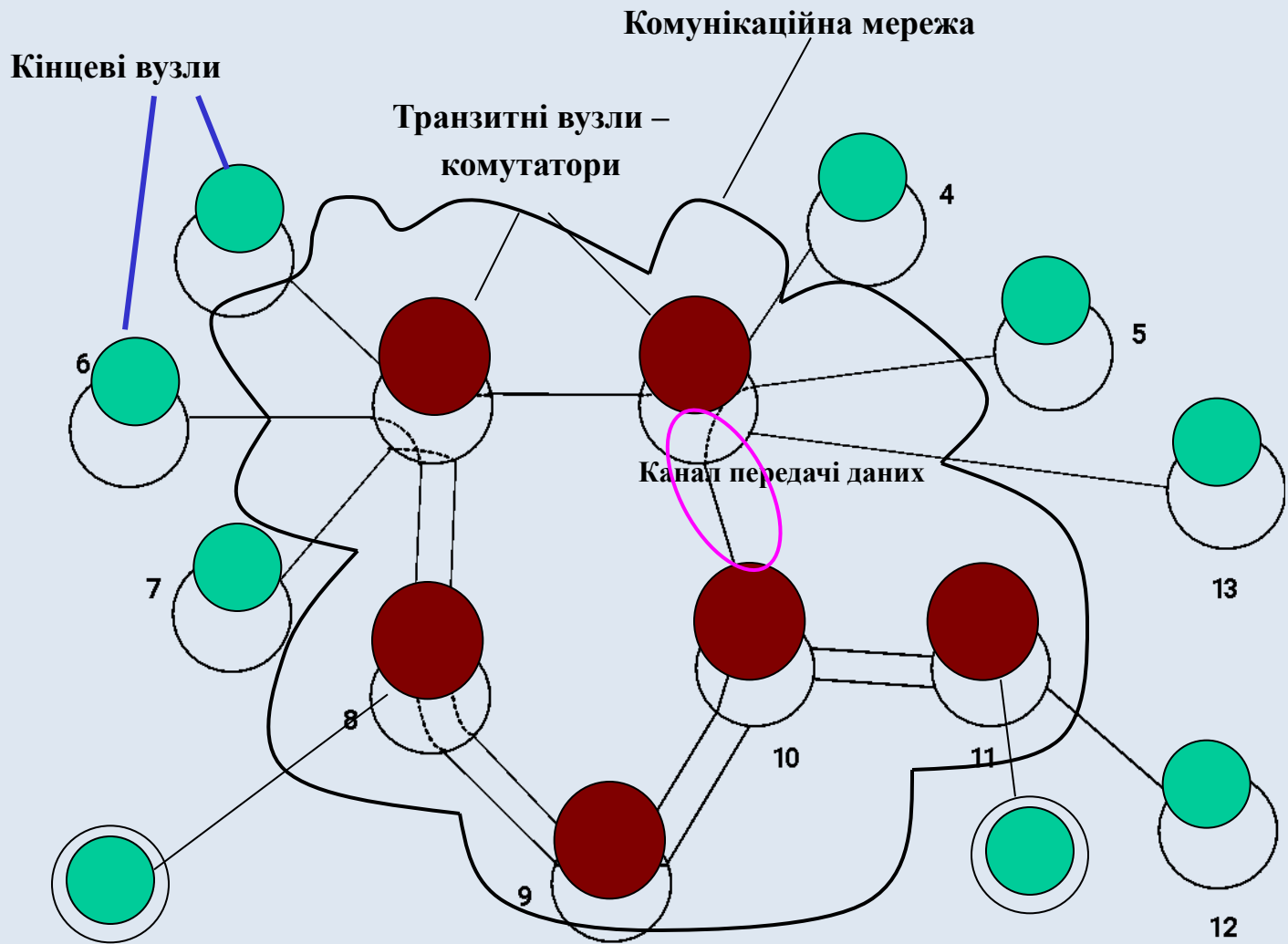
Зміст

- **Поняття комутації та повідомлення**
- **Комутація каналів**
- **Комутація пакетів**
- **Комутація повідомлень**
- **Методи мультиплексування каналів**

1. Поняття комутації та повідомлення

- **Повідомлення –**
 - це логічно завершена порція даних, що підлягають передаванню
 - запит на передачу файлу, відповідь на цей запит, поштовий лист тощо.
- **Якщо топологія не є повнозв'язною, то існують транзитні вузли**
 - Послідовність транзитних вузлів на шляху від відправника до одержувача даних називається **маршрутом**
- **Задачі комутації:**
 - Виявлення інформаційних потоків (тобто таких послідовностей даних, у яких існують спільні ознаки – глобальні та (або) локальні)
 - Визначення маршрутів для інформаційних потоків
 - Інформування транзитних вузлів про знайдені маршрути
 - Просування даних інформаційних потоків
 - Мультиплексування і демюльтиплексування потоків

Принципи комутації



Комутатор

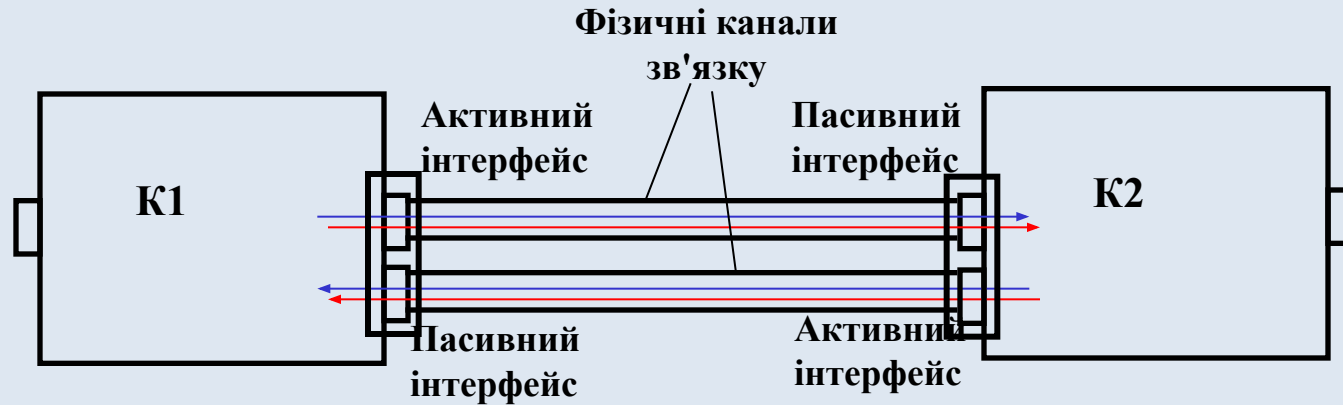


- **Комутатором** в широкому сенсі називається обладнання будь-якого типу, здатне виконувати операції перемикання потоку даних з одного інтерфейсу на інший.
- Комутатором може бути як спеціалізований пристрій, так і універсальний комп'ютер зі вбудованим програмним механізмом комутації.

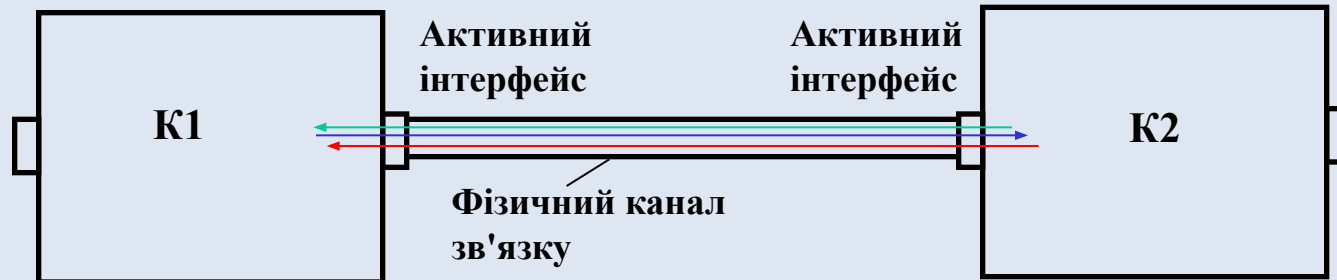
Приклади спільного використання каналу зв'язку інтерфейсами комутаторів

Дуплексний зв'язок

а) 2 інтерфейси, 2 канали зв'язку, точковий зв'язок



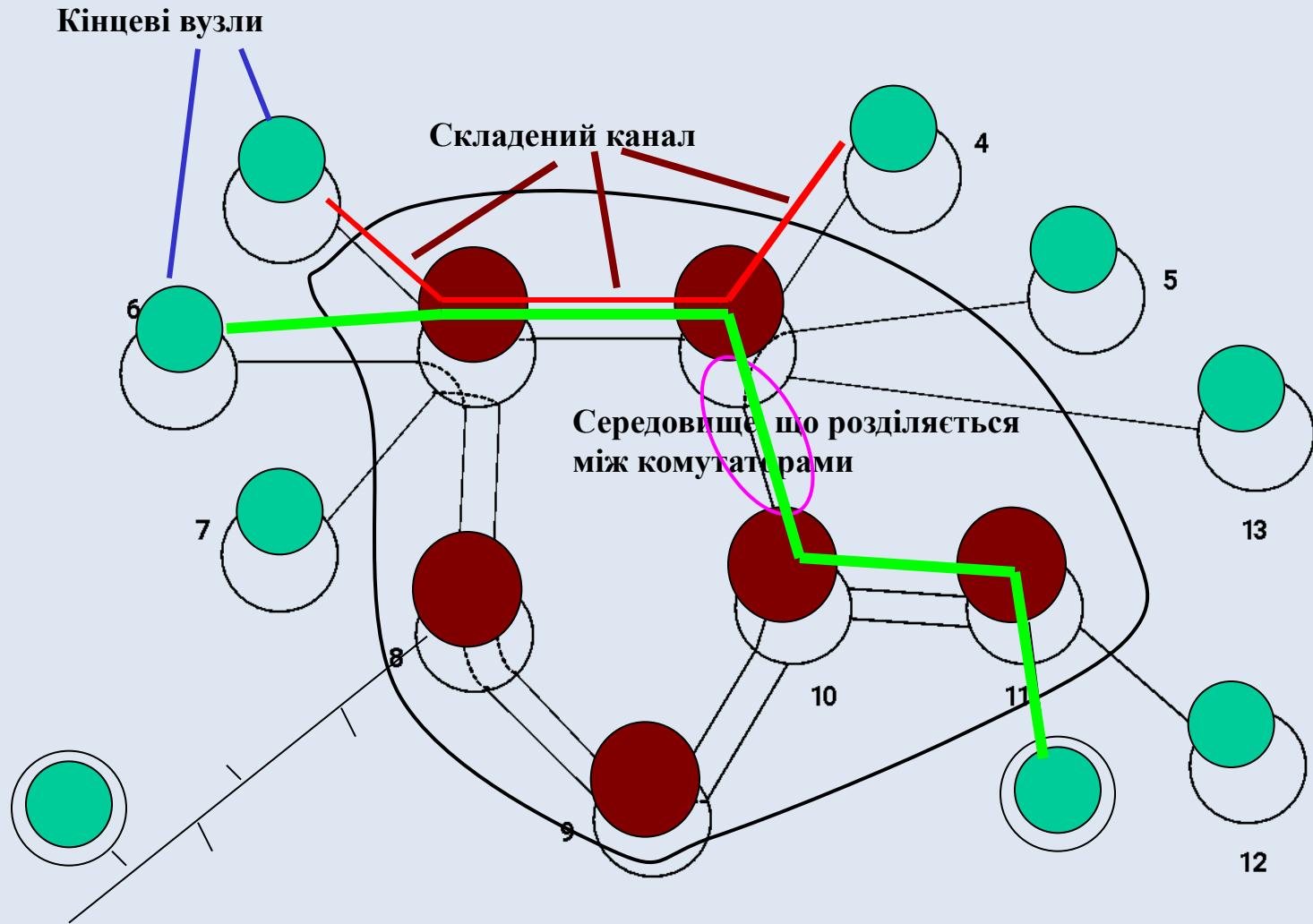
б) 1 інтерфейс, 2 канали зв'язку, точковий зв'язок



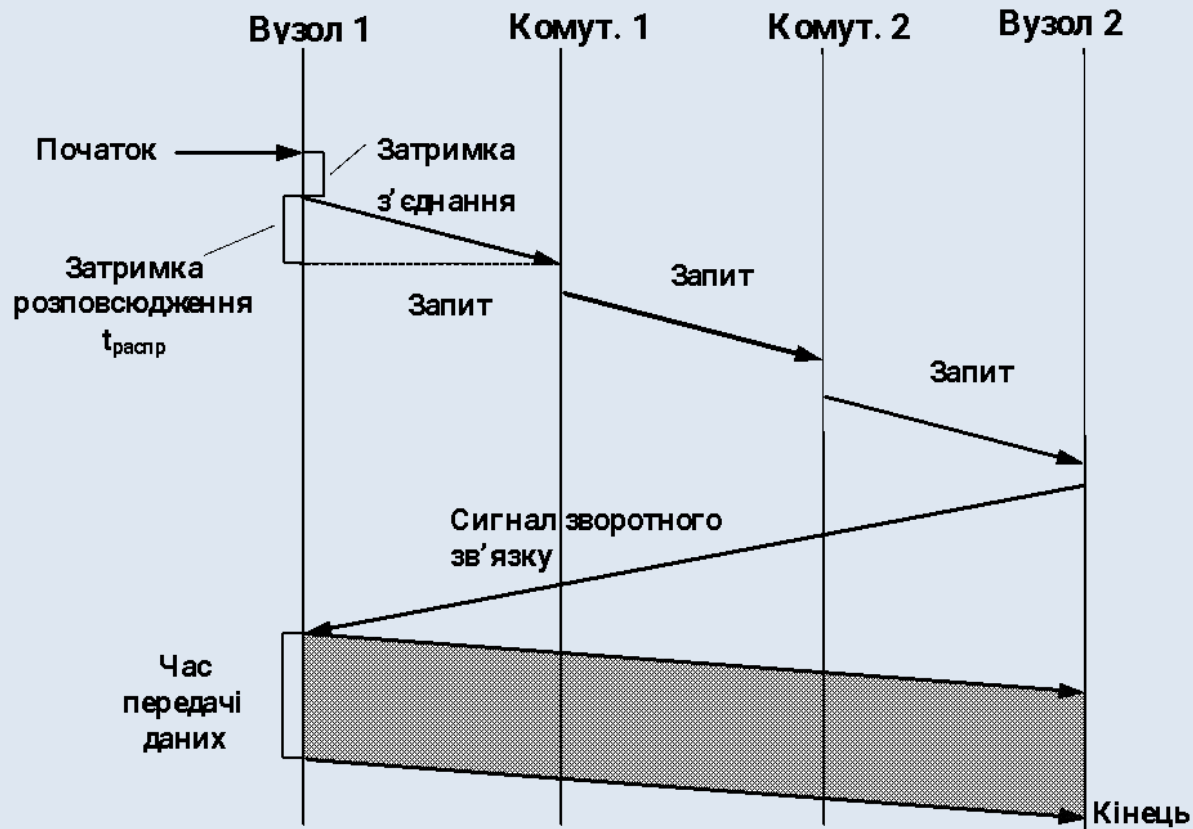
Класифікація методів комутації

- **Комутація каналів:**
 - Утворюється неперервний об'єднаний фізичний канал з окремих ділянок, що з'єднані комутаторами;
 - Характерна ознака – рівність швидкостей передавання в усіх ділянках;
 - Необхідно попереднє встановлення з'єднання
- **Комутація пакетів:**
 - Усі повідомлення розбивають на частини, які називають *пакетами*;
 - Попереднє встановлення з'єднання можливе, але не обов'язкове;
 - Комутація кожного з пакетів здійснюється окремо.
- **Комутація повідомлень:**
 - дані розбивається на повідомлення, які передаються послідовно до найближчого транзитного вузла, який при отриманні повідомлення аналізує його заголовок і передає далі таким же способом.

2. Комутація каналів



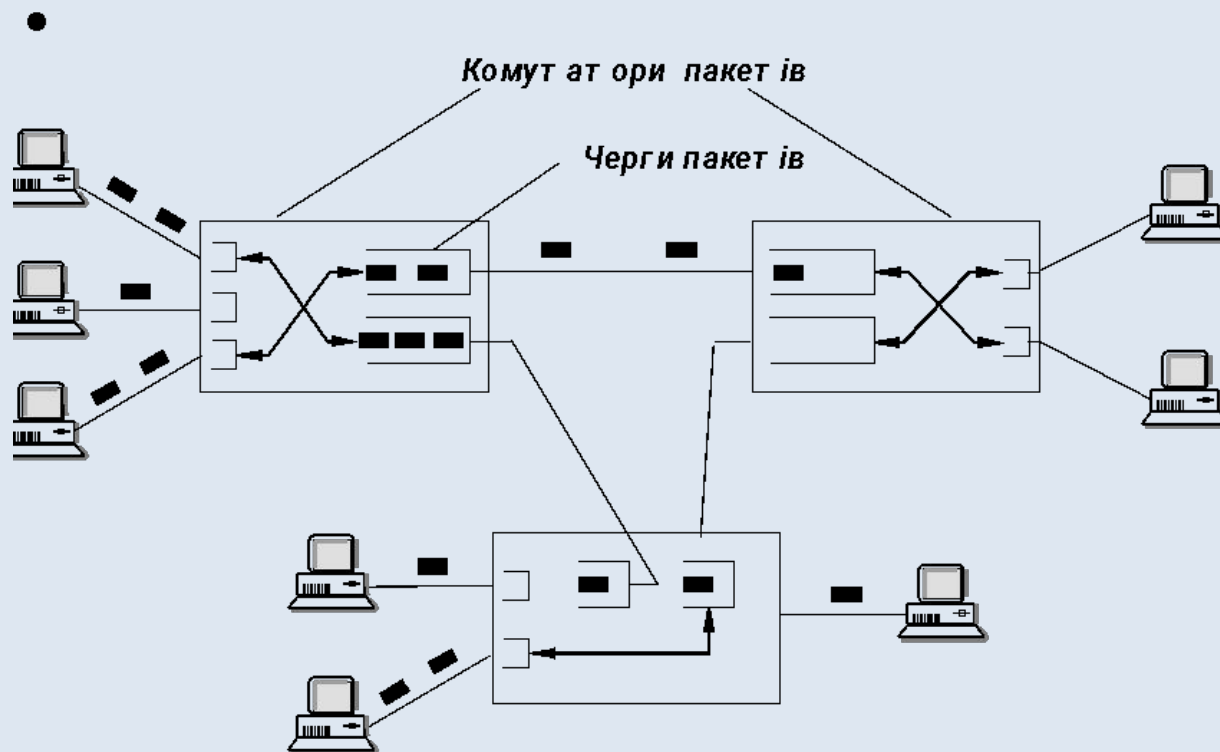
Встановлення з'єднання в мережах з комутацією каналів



Комутація каналів

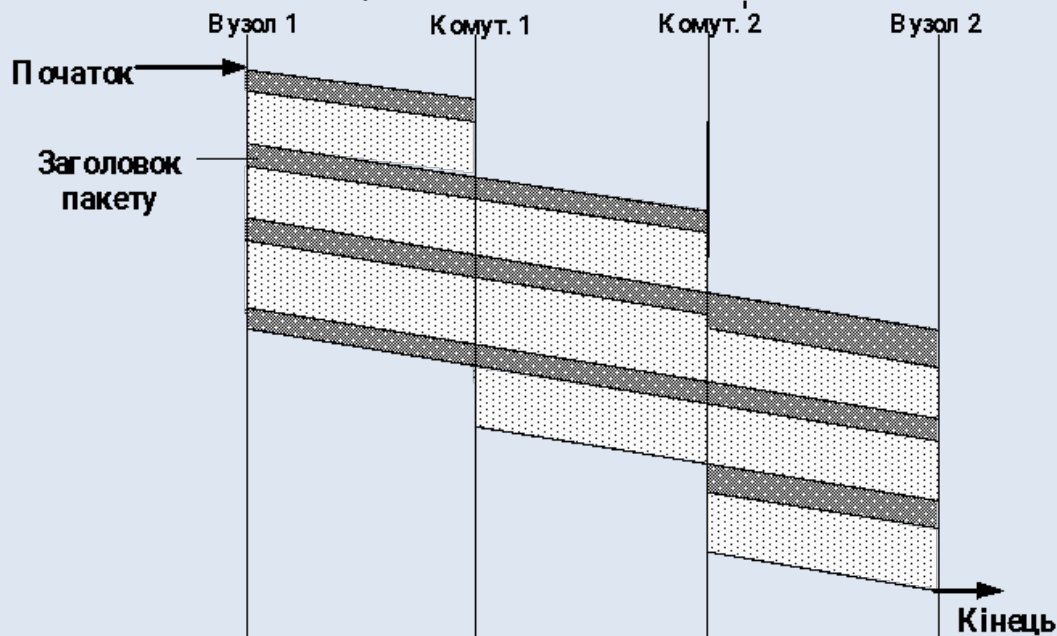
- **Переваги**
 - Використовується для передачі трафіку з постійною швидкістю і чутливого до затримок.
 - Не потрібна буферизація (рівна швидкість на усіх ділянках, монопольне використання каналу)
 - Гарантована пропускна спроможність
 - Низькі та постійні затримки часу під час передавання даних
 - Висока ефективність при передачі даних великих об'ємів
- **Недоліки**
 - Обов'язкова затримка перед передаванням даних для встановлення з'єднання
 - Всі проміжні канали зв'язку повинні мати однакову пропускну здатність
 - Можлива відмова в комутації ("зайнято")
 - Нераціональне використання пропускної спроможності фізичних каналів

3. Комутація пакетів



- Дані нарізаються порціями - пакетами, кожен з яких обробляється комутаторами незалежно
- Не потрібно виконувати попередню процедуру встановлення з'єднання
- Кожен пакет містить адресу призначення і адресу відправника

Комутація пакетів



- **Кожний пакет містить заголовок:**
 - **адресну інформацію;**
 - **номер пакету, який буде використуватися вузлом призначення для збірки повідомлення**

Комутація пакетів

- **Переваги:**
 - Висока пропускна спроможність при передаванні пульсуючого трафіку
 - Можливість динамічно перерозподіляти пропускну спроможність між каналами
 - Середовище передачі даних не монополізується
- **Недоліки:**
 - Невизначеність швидкості передавання даних між абонентами
 - Можливі втрати даних через переповнення буферів
 - Необхідно відновлювати повідомлення з множини пакетів
 - Змінні затримки часу передавання:
 - час на передачу заголовка;
 - затримки, викликані інтервалами між передачею кожного наступного пакету;
 - час буферизації пакету;
 - час комутації, який складається із:
 - часу очікування пакету в черзі(змінна величина);
 - часу переміщення пакету у вихідний порт.

Оцінка затримки передачі в мережах з комутацією каналів

Об'єм тестового повідомлення - 200 Кбайт.

Відстань - 5000 км

Швидкість поширення - 2/3 швидкості світла(200000 км/с)

Пропускна спроможність - 2 Мбіт/с.

Час передачі = час поширення сигналу + час передачі повідомлення

час поширення сигналу - $5000/200000=0,025(с)$

час передачі повідомлення - $200 \times 1000 \times 8 / 2000000 = 0,8(с)$

Час передачі - 0,825 с

Оцінка затримки передачі в мережах з комутацією пакетів

Об'єм тестового повідомлення - 200 Кбайт.

Відстань - 5000 км

Швидкість поширення - $2/3$ швидкості світла(200000 км/с)

Пропускна спроможність - 2 Мбіт/с

10 проміжних комутаторів, час комутації 0,020 с

Початкове повідомлення розбивається на пакети в 1 Кбайт, всього 200 пакетів

Інтервал між відправкою пакетів - 0,001 мс

Заголовки пакетів, по відношенню до загального об'єму повідомлення 10 %.

Время передачі = время распространения сигнала + время передачі сообщения + затримки на передачу заголовків і затримки в проміжних вузлах

Додаткова затримка, пов'язана з передачею заголовків пакетів, складає 10 % від часу передачі цілого повідомлення, тобто 0,08 с.

Додаткові втрати за рахунок інтервалів складуть 0,20с.

Кожен з 10 комутаторів вносить 0,240 с.

1) затримку комутації 0,02,

2) затримку буферизації - $1\text{Кбайт}/2\text{Мбіта/с} = 0,004\text{с}$

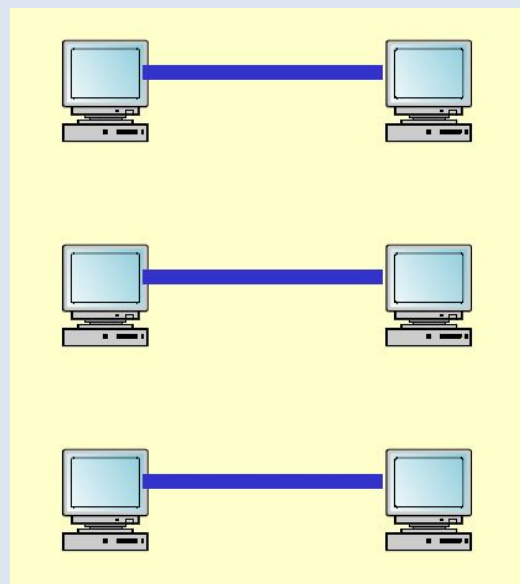
Додаткова затримка, створена мережею з комутацією пакетів, склала 0,520 с.

4. Комутація повідомлень

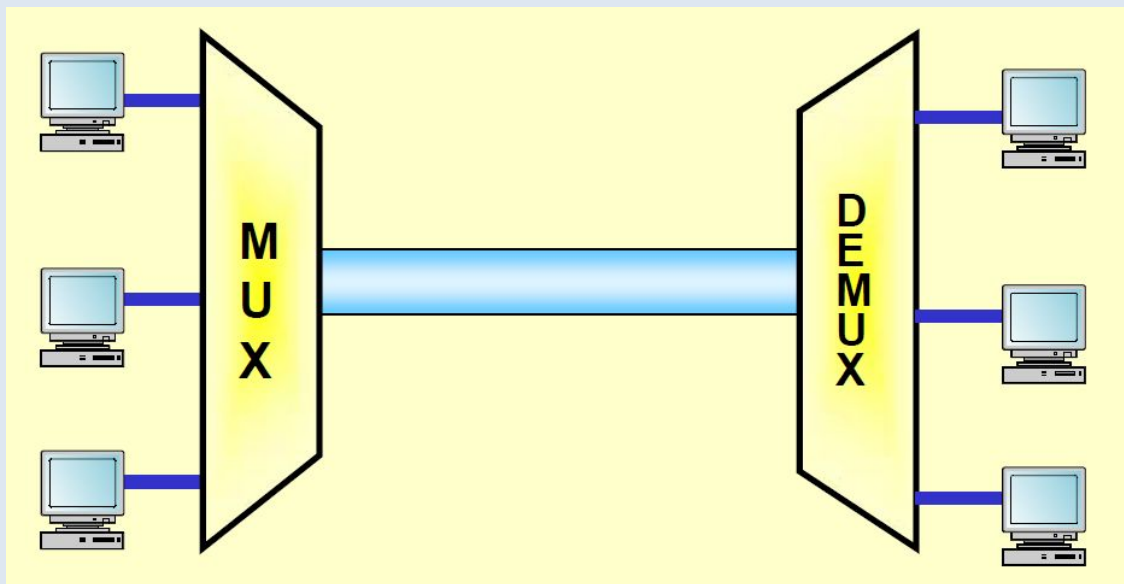
- **Комутація повідомлень** відрізняється від комутації пакетів, тим що повідомлення можуть бути довільної довжини
 - Поштове повідомлення – 1,5 КБ
 - Файл – 1,5 ГБ
- **Переваги:**
 - Відсутня процедура попереднього встановлення з'єднань
 - Канали зв'язку на протязі всього маршруту можуть мати різну пропускну здатність
- **Недоліки:**
 - Необхідно зберігати повідомлення, що передаються на проміжних вузлах
 - Затримка в проміжних вузлах може бути занадто великою
 - Монополізація середовища передачі

5. Методи мультиплексування каналів

- **Мультиплексування –**
 - це операція об'єднання декількох окремих інформаційних потоків даних в один загальний агрегований потік, який можна передавати по каналу зв'язку.
- **Демультиплексування –**
 - розділення сумарного агрегованого потоку на декілька інформаційних потоків.

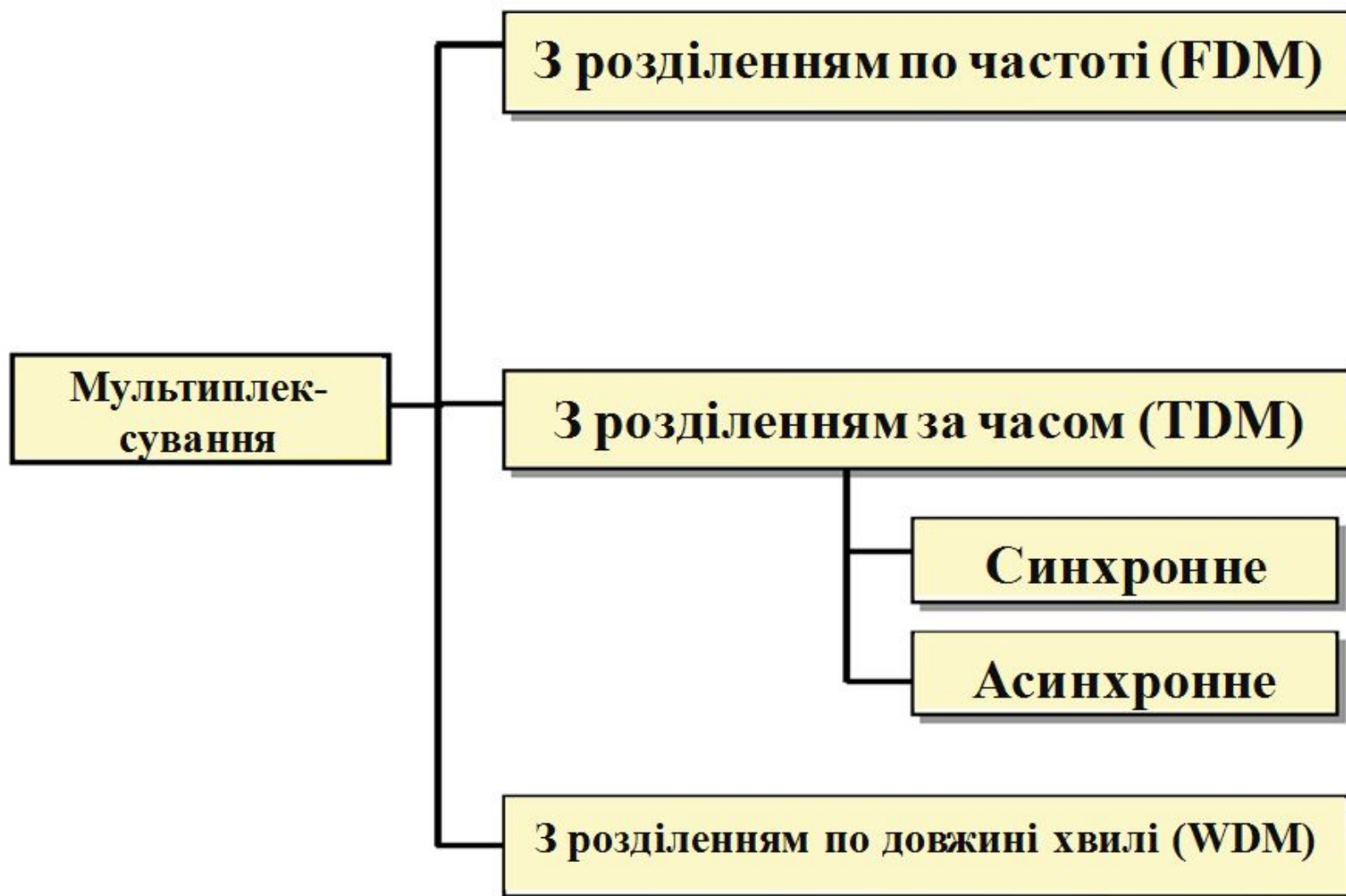


Без
мультиплексування



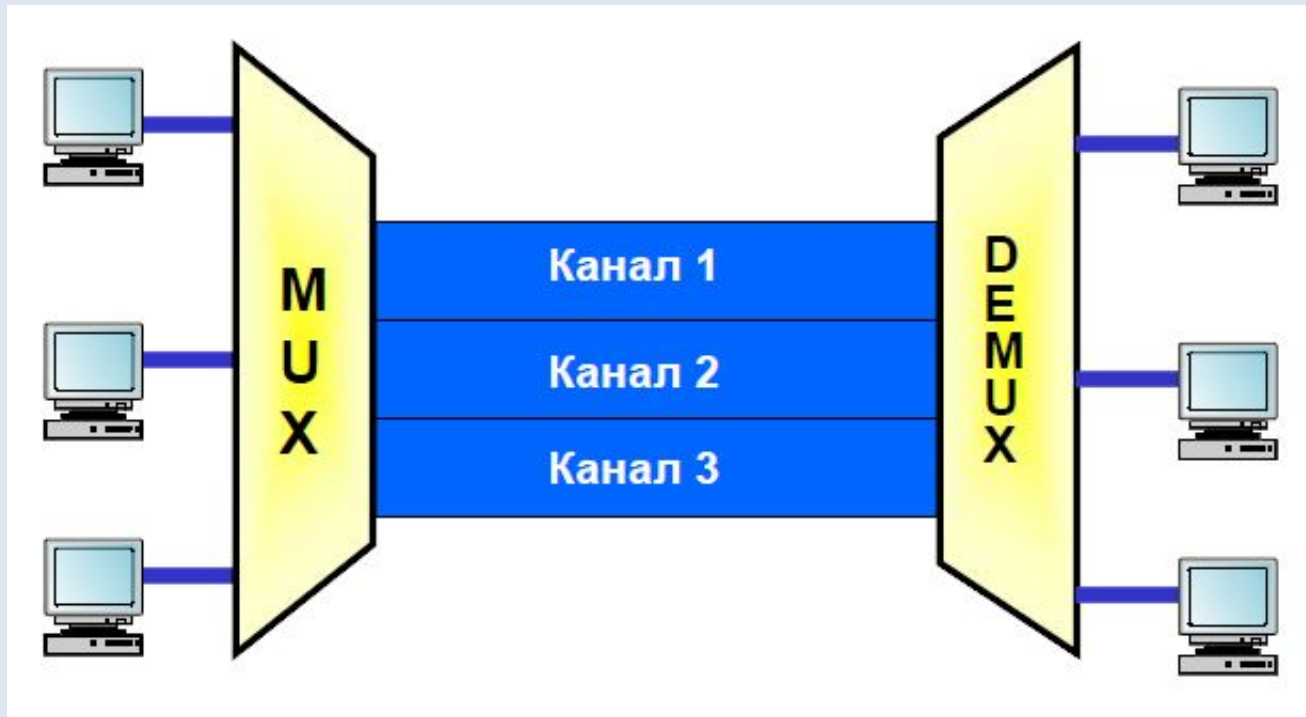
Із застосуванням мультиплексування

Методи мультиплексування

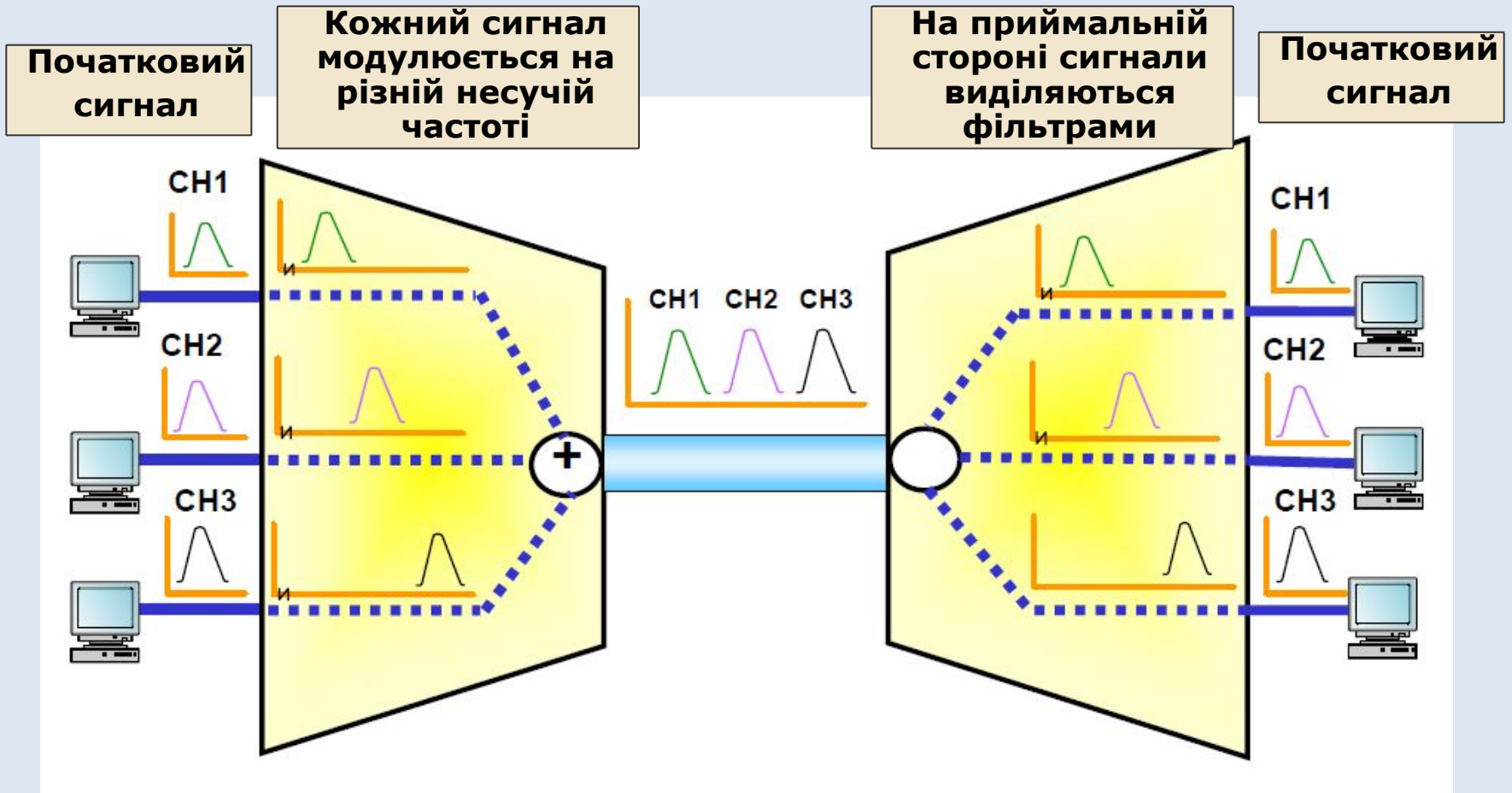


Частотне розділення каналів (ЧРК / FDM)

- дозволяє в межах смуги пропускання F лінії зв'язку сформувати декілька логічних каналів зв'язку (Канал 1, Канал 2, ...) зі смугою пропускання $f \ll F$
- для розмежування каналів використовується частотне рознесення $\Delta f < f$

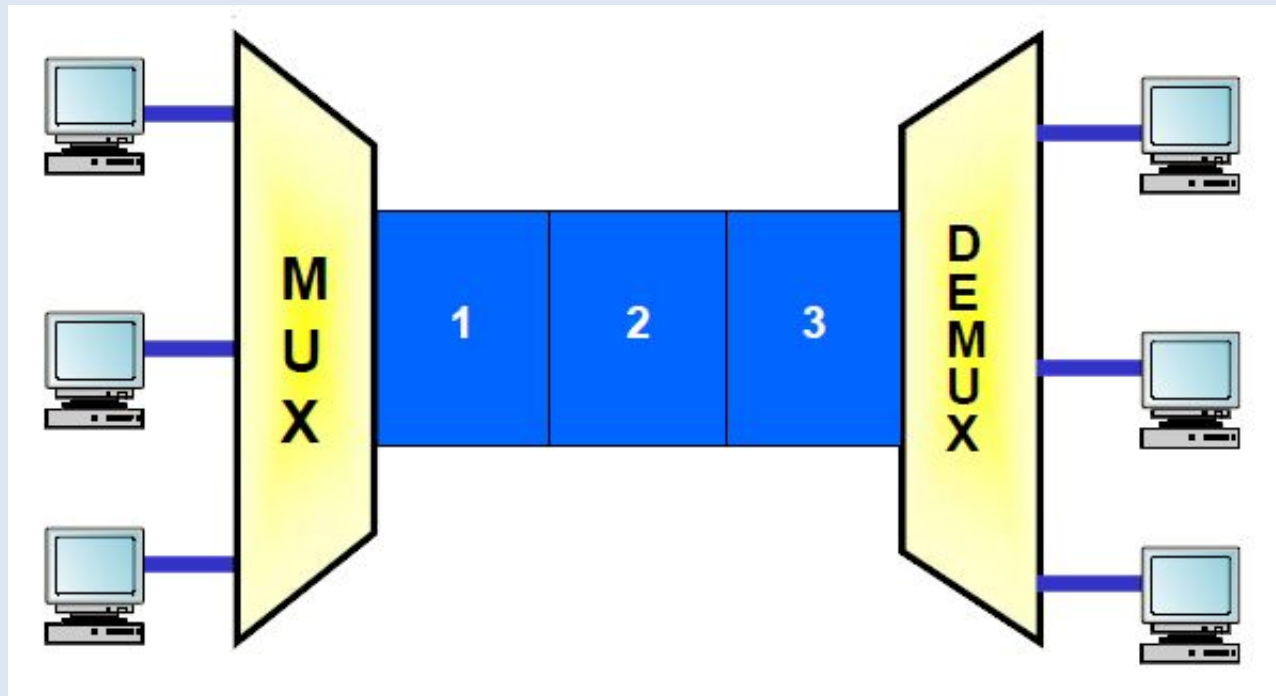


Частотне розділення каналів FDM MUX/DEMUX



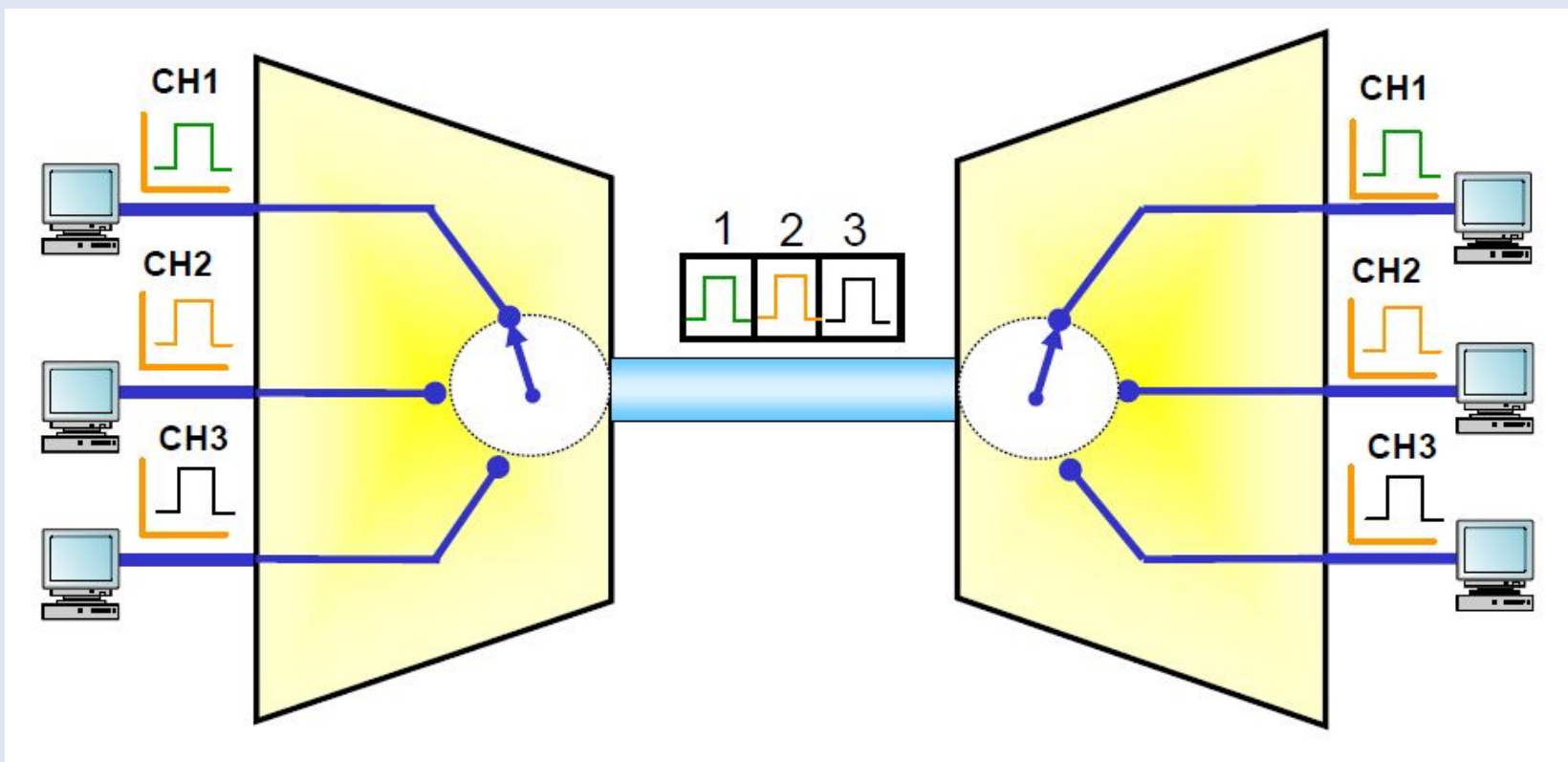
Розділення каналів за часом (РКЧ / TDM)

- Передбачає виділення кожному абоненту мережі на визначений проміжок часу (часовий слот) всієї пропускної спроможності лінії зв'язку
- В якості такого часового слоту може бути обраний інтервал передачі одного байта, кадру або пакету

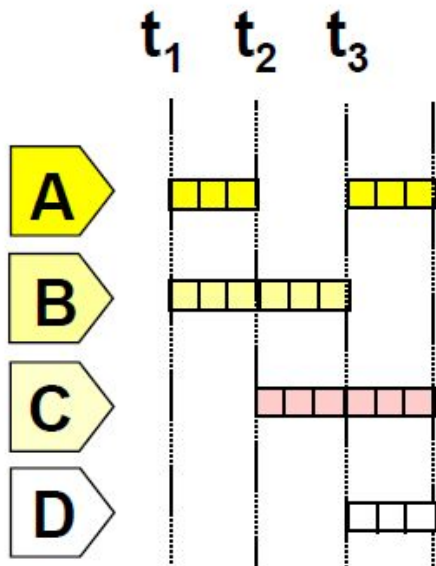


Розділення каналів за часом - TDM MUX/DEMUX

- Кожному каналу виділяється свій часовий інтервал (тайм-слот)
- Тайм-слоти строго фіксовані

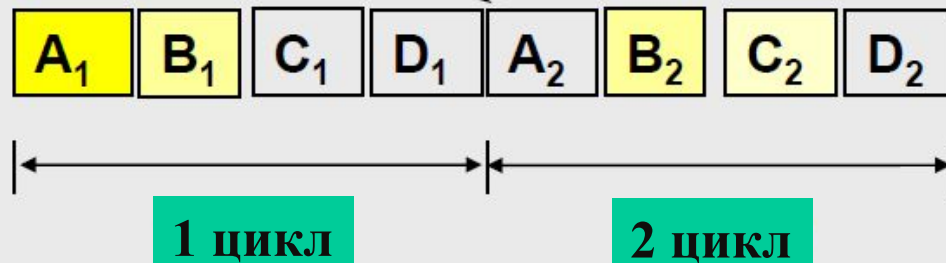


Асинхронне розділення каналів за часом

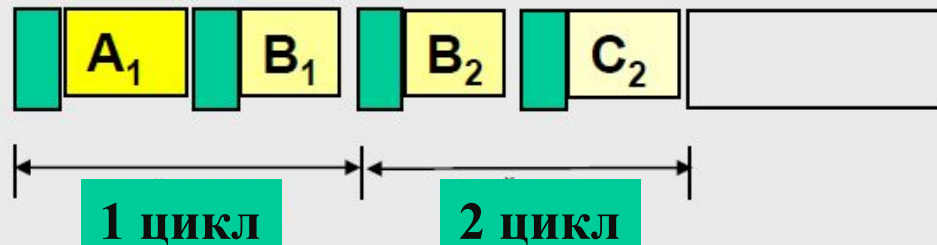


Дані, що передаються

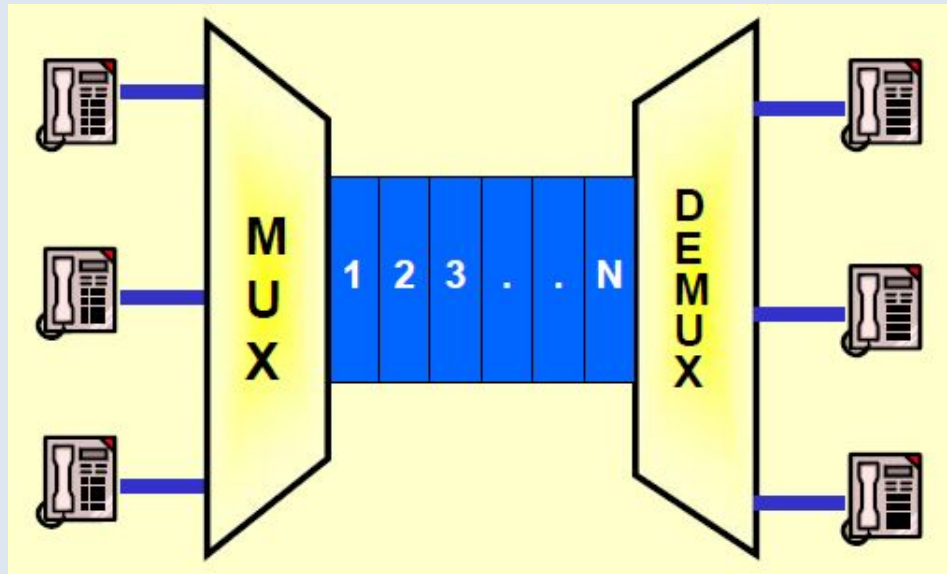
Синхронне TDM



Асинхронне TDM



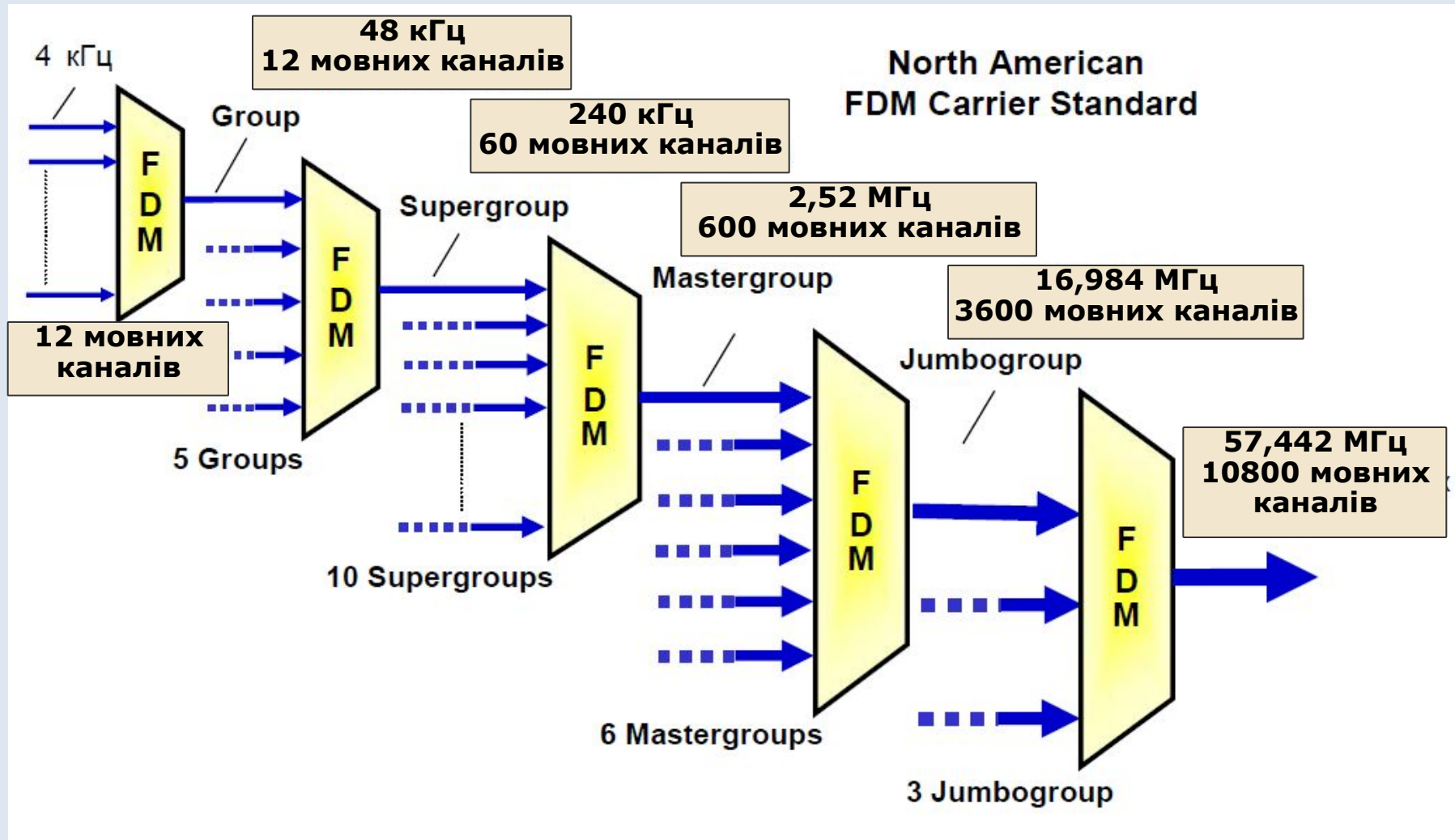
Застосування TDM в телефонній мережі



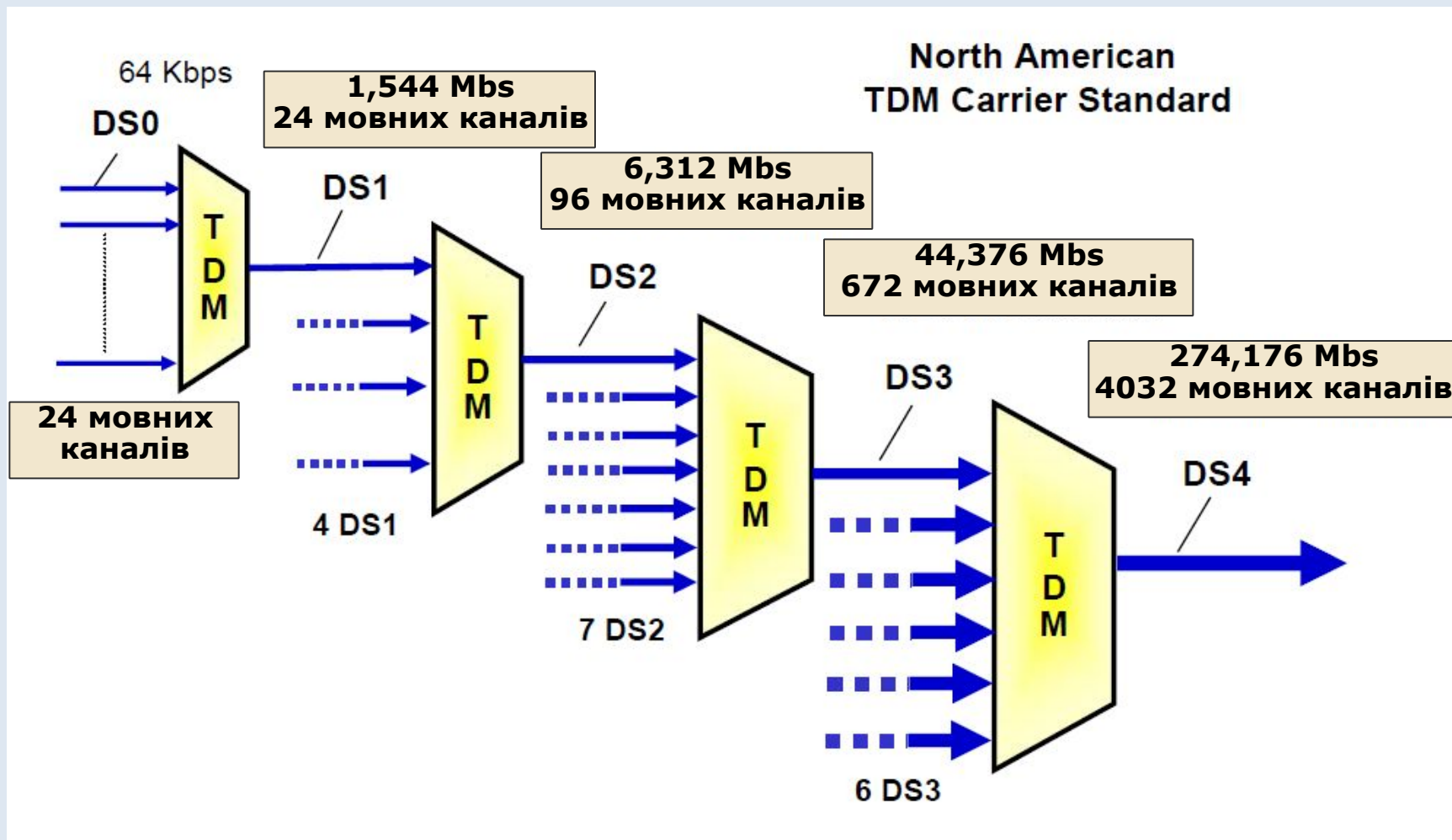
- Для $N=32$ телефонних каналів необхідна пропускна спроможність 2048 Кбіт/с:
 $8 \text{ біт} * 8000 \text{ Гц} = 64 \text{ Кбіт/с}$
 $64 \text{ Кбіт/с} * 32 = 2048 \text{ Кбіт/с}$

- РКЧ найчастіше використовується в телефонних мережах
- Аналогові голосові сигнали оцифровуються при допомозі АЦП

Аналогова система частотного розділення каналів

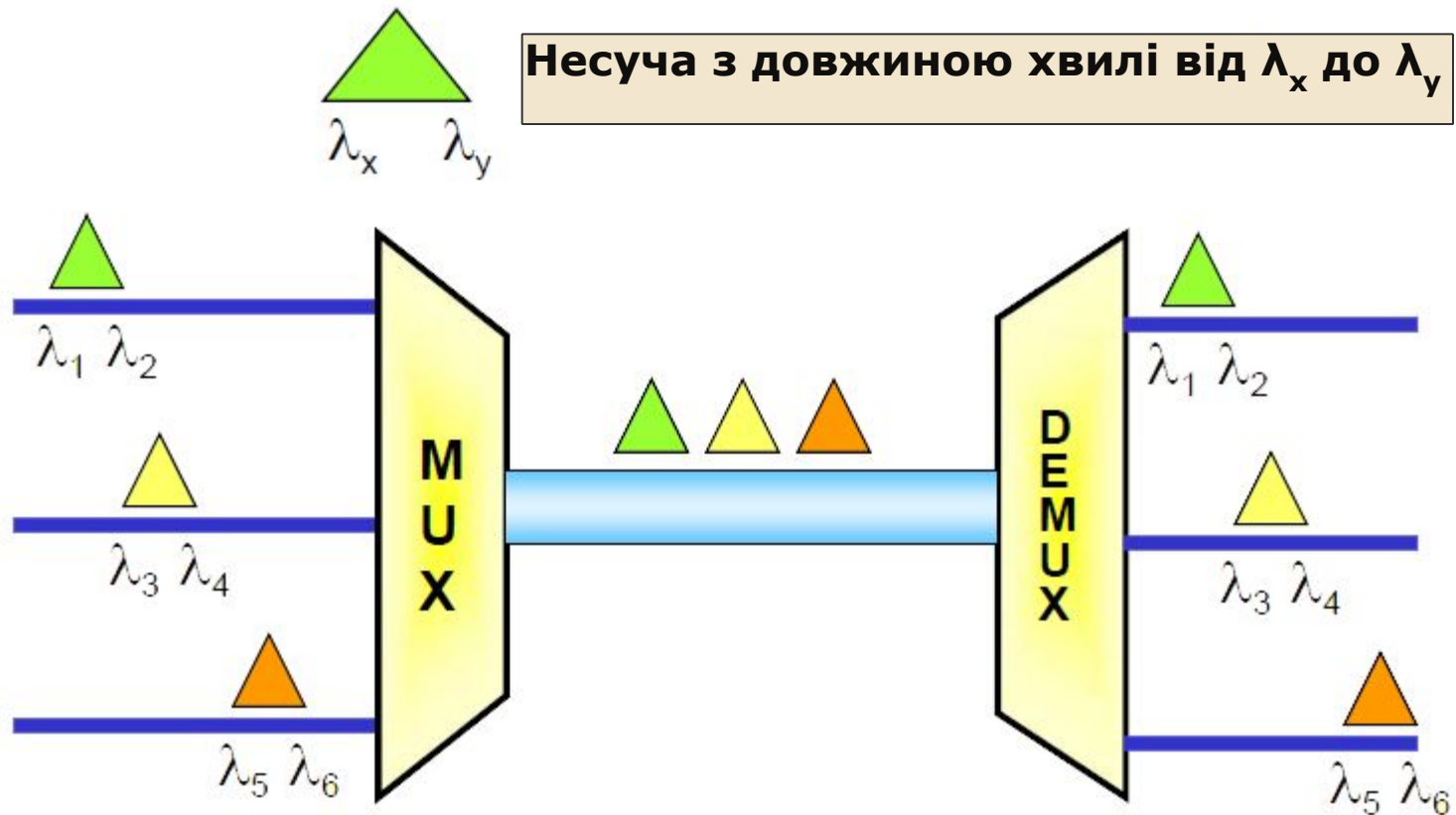


Цифрова система розділення каналів за часом

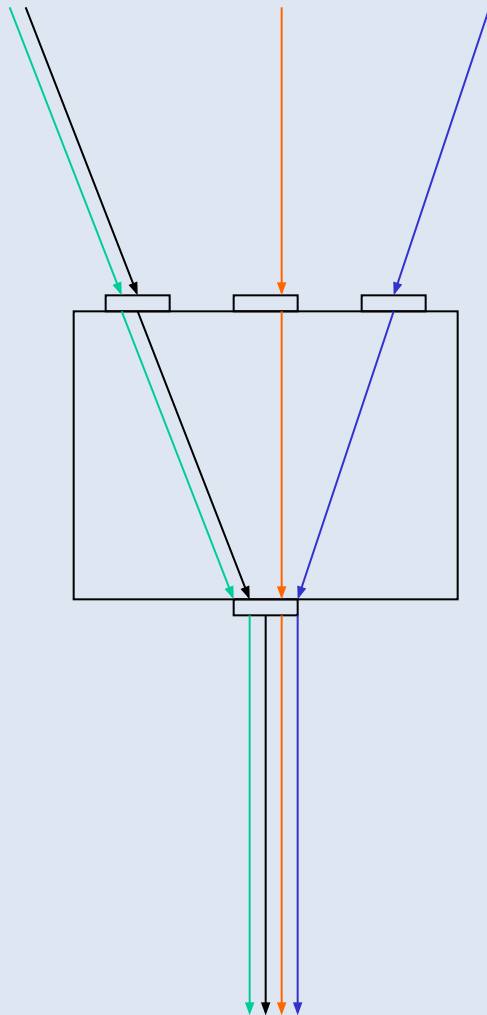


Мультиплексування за довжиною хвилі (WDM)

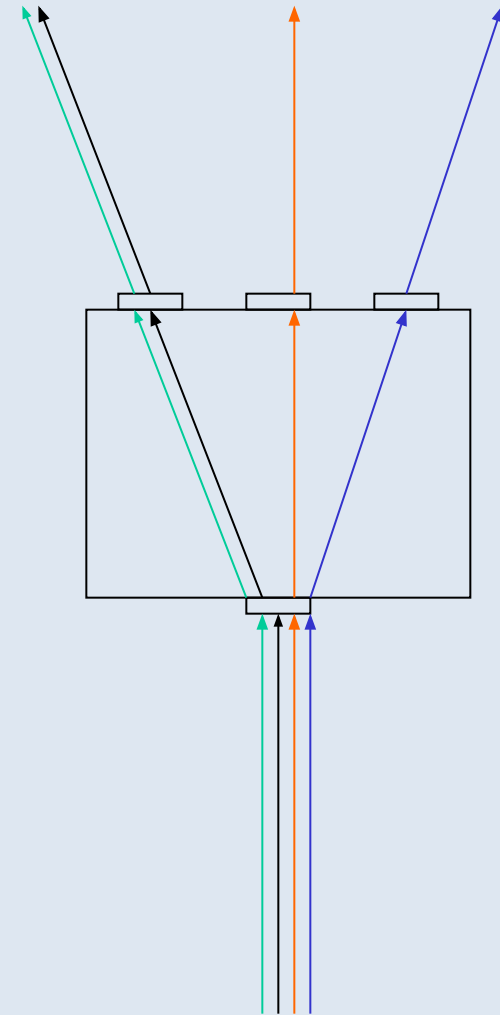
- Для передачі даних від декількох абонентів використовуються різні частоти світлового діапазону (або іншими словами різні довжини світлових хвиль)



Мультиплексування та демюльтиплексування потоків

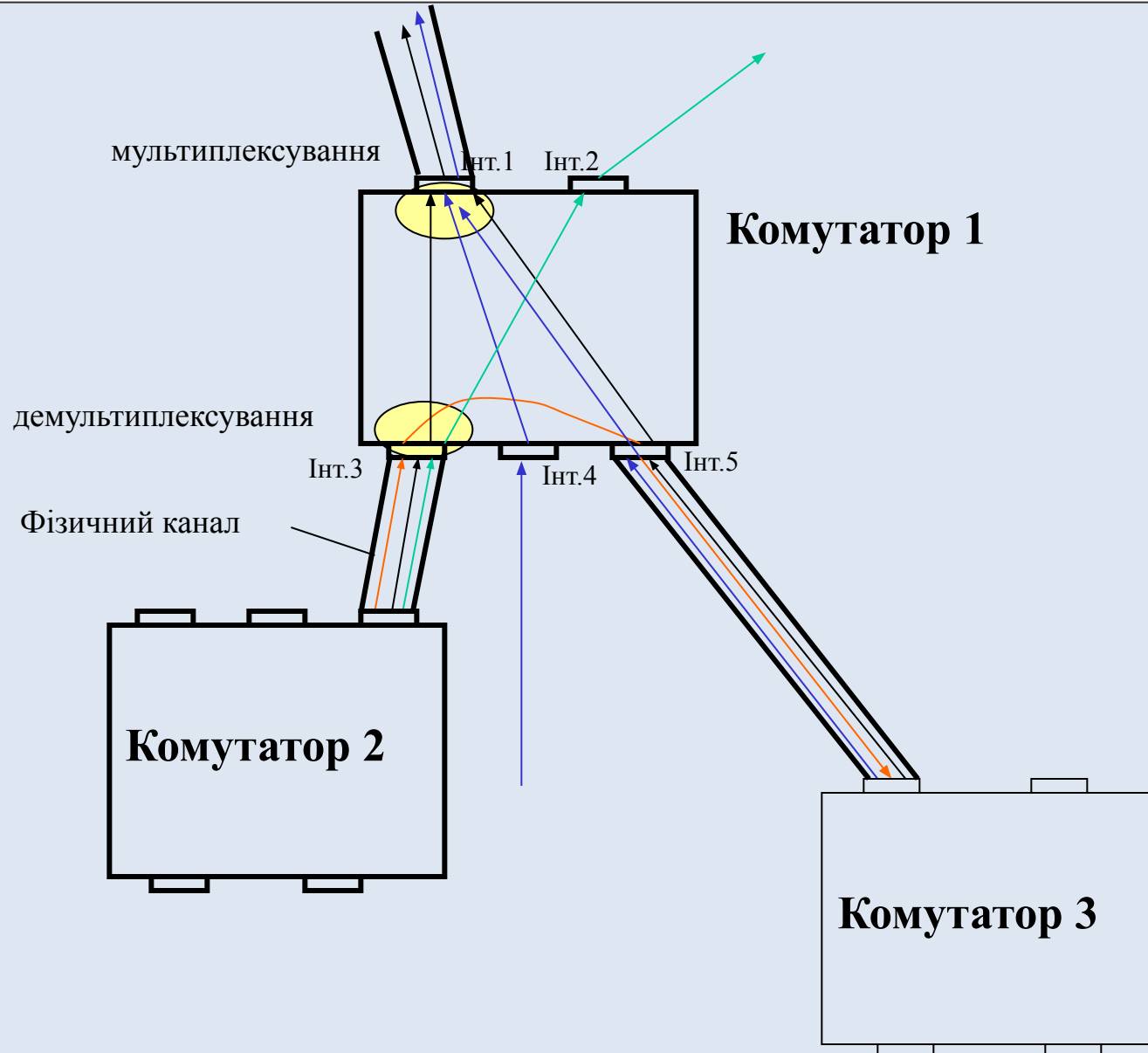


Мультиплексор



Демюльтиплексор

Операції мультиплексування і демультимплексування потоків при комутації



Самостійна робота студента

- **Глава 1.5. Принципы функциональной организации компьютерных сетей – С. 41 – 54, С. 61 – 68.**
 - Алиев Т. И. Сети ЭВМ и телекоммуникации. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 400 с.: ил.
- **Глава 3. Коммутация каналов и пакетов – С. 77-105**
 - Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер . – Изд. 4-е. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с. — ISBN: 978-5-49807-389-7