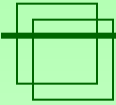
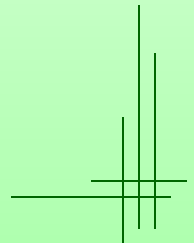


# Цифрова передача

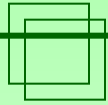


## Деякі аспекти цифрової передачі:

- ✓ Синхронізація джерела і приймача
- ✓ Перетворення послідовності біт в електричний сигнал
- ✓ Зменшення полоси частот (спектра) за допомогою фільтрів
- ✓ Передача сигналів з урізаним спектром
- ✓ Підсилення сигналу і відновлення його форми
- ✓ Перетворення електричного аналогового сигналу в цифровий



# Фізичне кодування



Кодування інформації на фізичному рівні (**фізично кодування**).

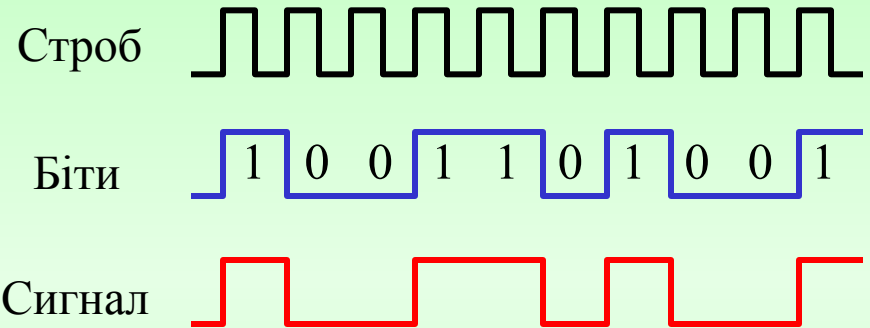
## NRZ

Not Return to Zero

Переваги: простота

Недолік: відсутність самосинхронізації

Застосування: RS232 (S8N1)



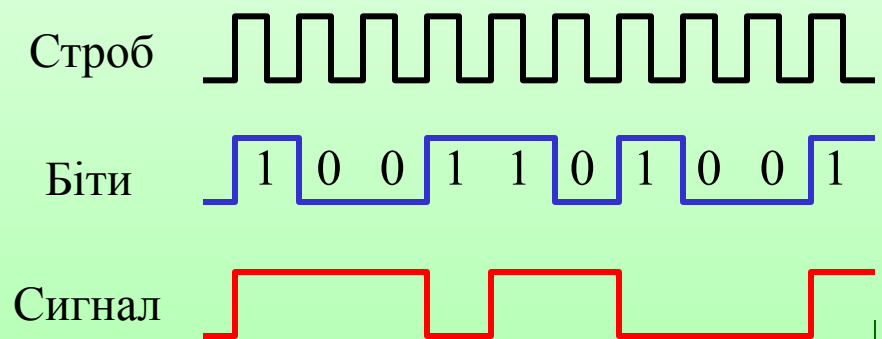
## NRZI

Not Return to Zero Inverted

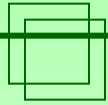
(перехід тільки для логічних "1")

Майже повний аналог NRZI

Застосування: 100BaseFX, FDDI,  
зазвичай використовується додаткове логічне кодування для попередження довгих послідовностей 0



# Фізичне кодування



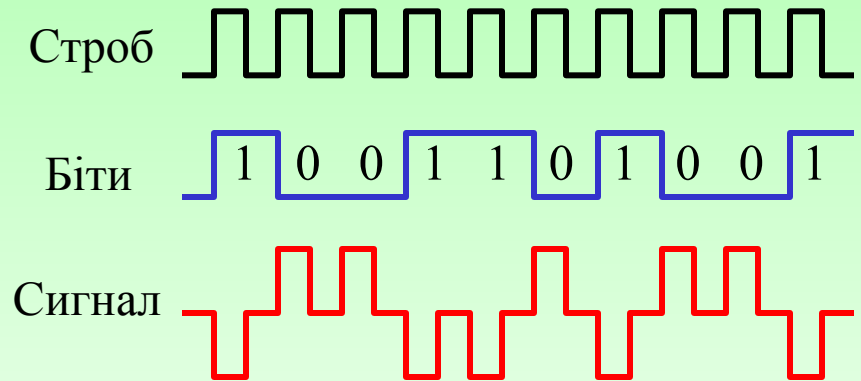
## RZ

Return to Zero

Трьохрівневий код

Переваги: хороша самосинхронізація

Недолік: потрібна в два рази більша  
полоса пропускання, ніж для NRZ



## Manchester II

Двохрівневий диференційний код з  
самосинхронізацією та

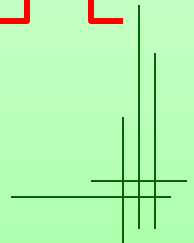
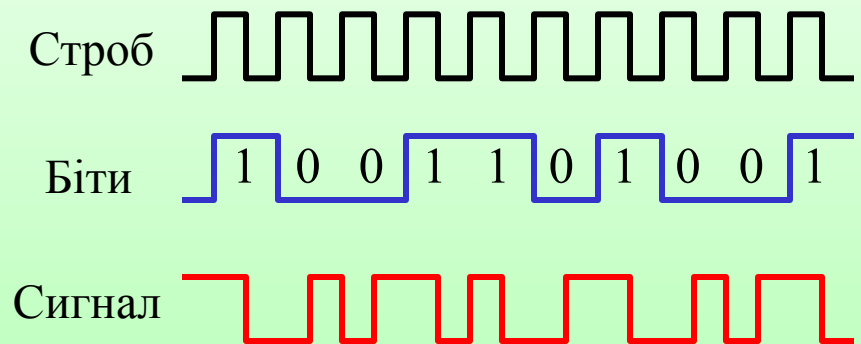
покращеною шумозахищеністю

("0" - перехід ввверх, "1" - перехід вниз  
посередині біта)

Переваги: відсутня постійна складова,  
в спектрі тільки дві частоти (5 та 10

МГц для 10Мбіт/сек)

Застосування: 10BaseTX



# Фізичне кодування

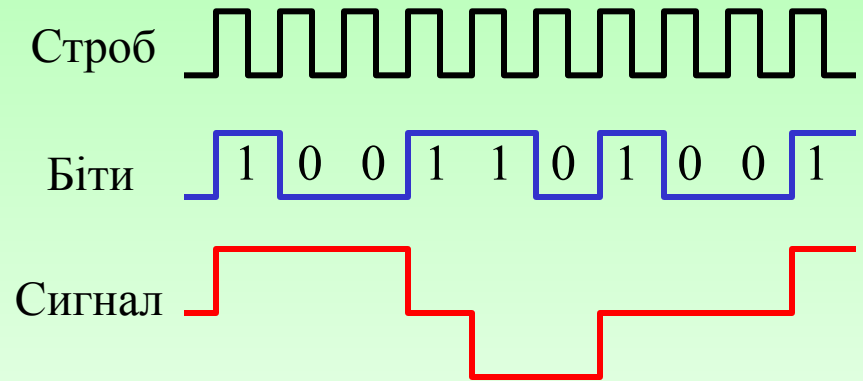
## MLT-3

MultiLevel Transition 3

Трьохрівневий код,  
последовний перехід з одного рівня  
на інший, якщо "1"

Недолік: відсутність  
самосинхронізації

Використання: 100BaseTX



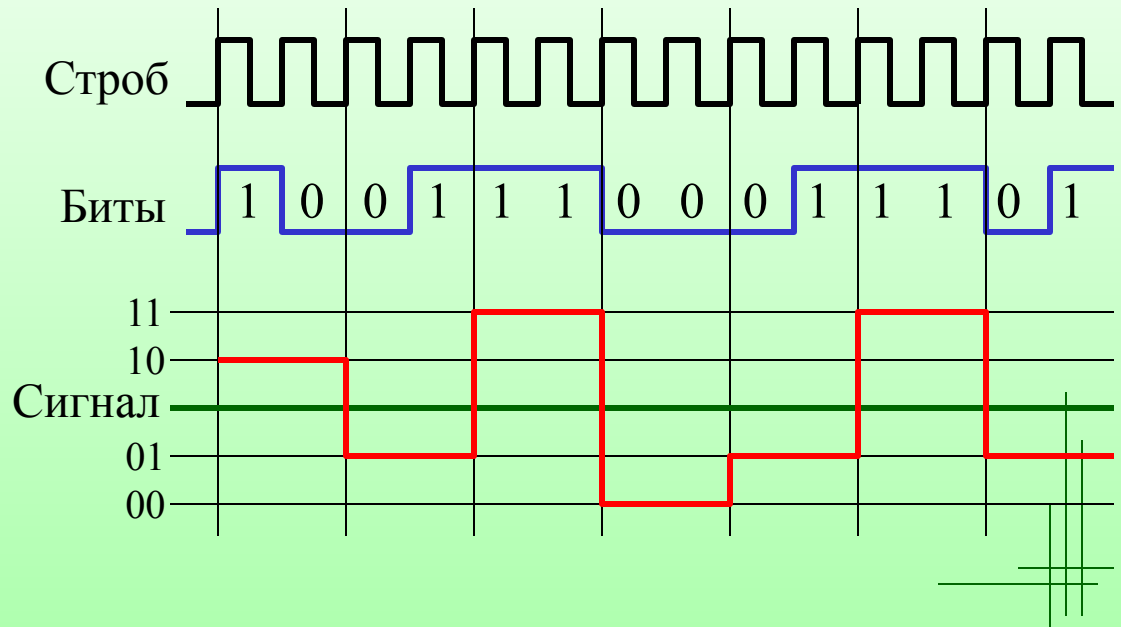
## РАМ-5

Схожий на 2В1Q (2 біта - 1  
квартет)

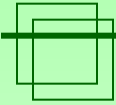
П'ятирівневий, кодування -  
пара біт - 4 потенціали

Переваги: нижчі вимоги до  
пропускної здатності  
кабельної системи

Застосування: 1000BaseT



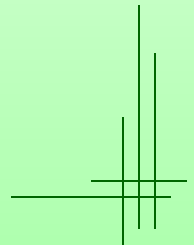
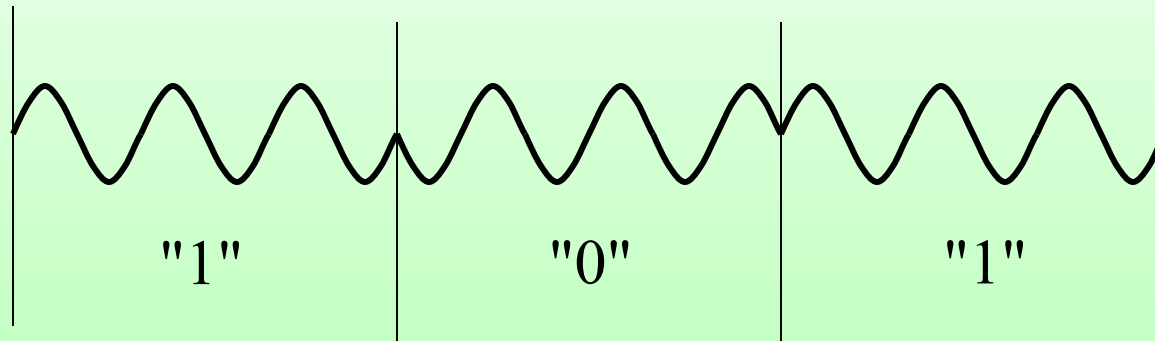
# Фізичне кодування



**Тимчасове фізичне кодування** ("0" - мала довжина імпульса, "1" - велика, код Морзе)

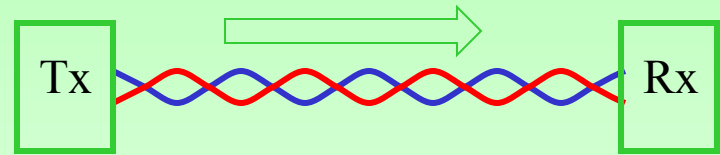
**Частотне** ("0" та "1" - імпульси с заповненням різними частотами)

**Фазово** (імпульси змінного струму різних фаз)

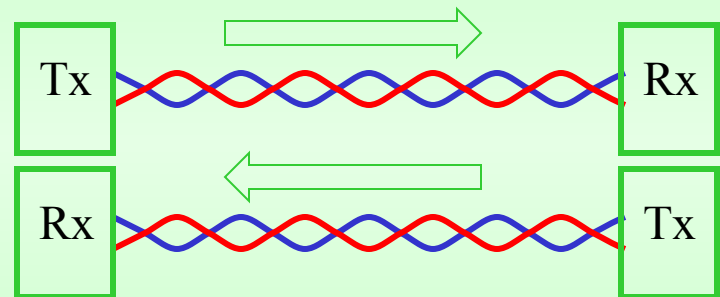


# Способи передачі

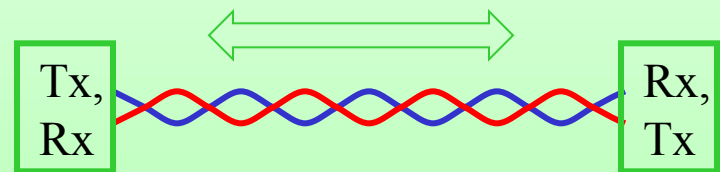
**Симплексна передача**  
(однонаправлена)



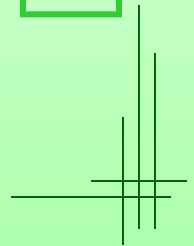
**Дуплексна (повнодуплексна)**  
(одновчасна передача в двох напрямках, не менше двох витих пар або оптоволокон)



**Напівдуплексна** (в різний час передача ведеться в різних напрямках, може бути тільки один канал передачі).

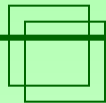


Tx - передавач  
Rx - приймач



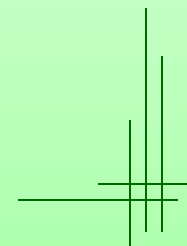
# Типи послідовної передачі

---

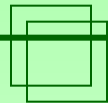


**Асинхрона передача** (посимвольна: старт біт, данні, біт парності, стоп біт(и)), неможливість відслідкувати множинні помилки, проста, відпрацьована, недорога, третина пропускної здатності каналу втрачається на передачу службових біт);

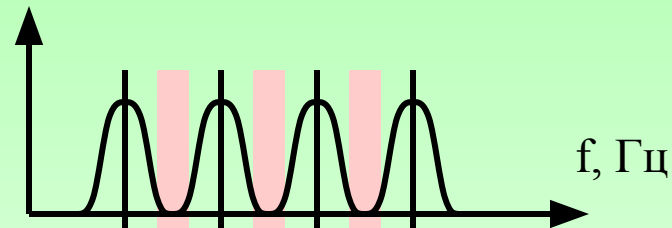
**Синхронна передача** (передача блоками, послідовність синхронізуючих біт та закриваючих біт, висока швидкість передачі даних (до кількох Гб/с), надійний механізм пошуку помилок (протокольний), дорогше апаратне забезпечення).



# «Ущільнення» ліній зв'язку

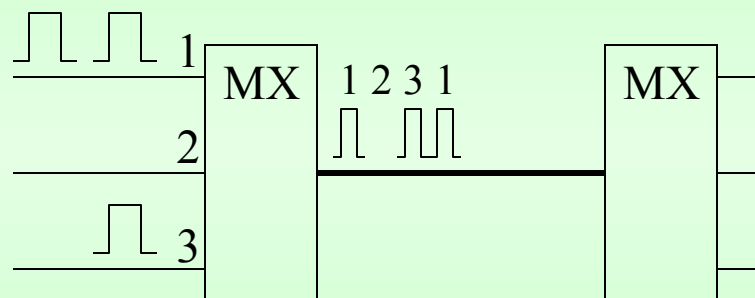


**Частотне** (широкополосна передача, захисні частотні інтервали, стабільність несучих частот).

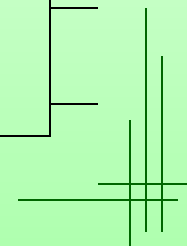
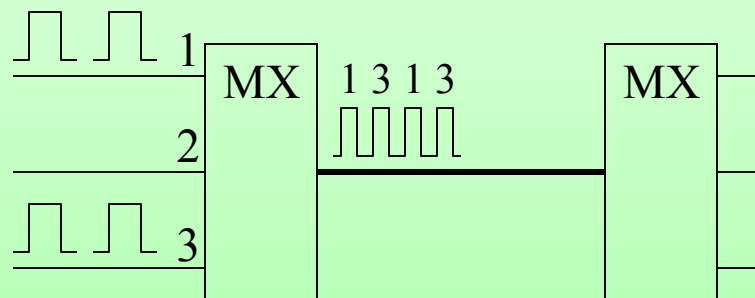


**Тимчасове:**

**синхронне** (всім мультиплексованим лініям завжди надаються рівні проміжки часу)

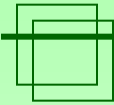


**асинхронне** («активним» лініям - більше часових відрізків, складніше).





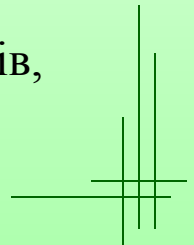
# Способи комутації



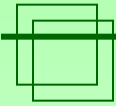
- **некомутовані канали;**
- **комутація каналів** (довший час налаштування фізичних з'єднань, немає необхідності мати великий буфер в пристроях комутації);
- **комутація повідомлень** (стирання повідомлень в попередньому вузлі відбувається після отримання сигналу зворотнього зв'язку від наступного вузла, пропускна здатність каналів може відрізнятися, великі затримки при передачі повідомлень, великий об'єм пам'яті в вузлах, приклад: передача потових повідомлень від відправника до адресата);
- **пакетна комутація** (в кожного пакета є заголовок та порядковий номер, зменшення часу передачі за рахунок розпаралелювання потоків пакетів, зменшення об'єма пам'яті в вузлі).

Два способи передачі пакетів при пакетній комутації:

- **дейтаграмний** (різні маршрути і збірка пакетів)
- **спосіб віртуального каналу** (передача повідомлень з ланцюжка пакетів, ускладнює алгоритми керування в вузлі комутації).

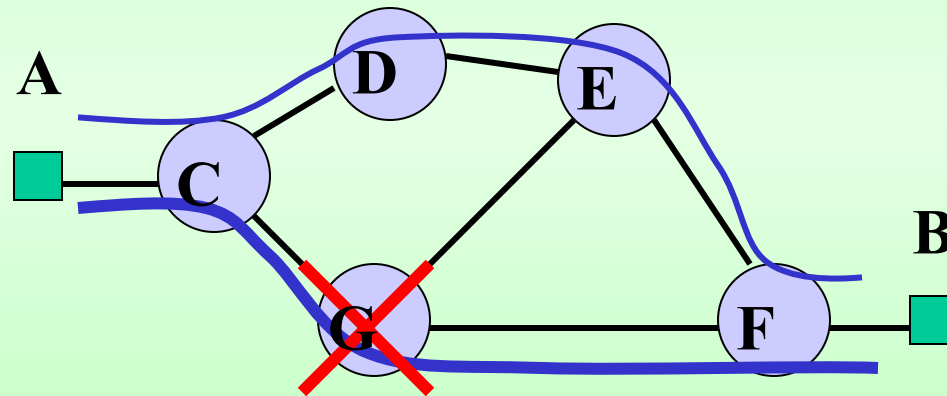


# Маршрутизація в мережах

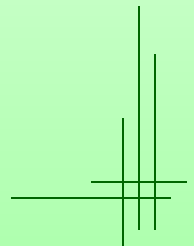


Маршрутизація - процес перенаправлення руху даних від вузла до вузла (мережевий рівень). Проміжні вузли на шляху - маршрутизатори.

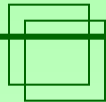
Адаптивний вибір маршрута.



A, B – комп'ютери,  
C, D, E, F, G - проміжні маршрутизатори

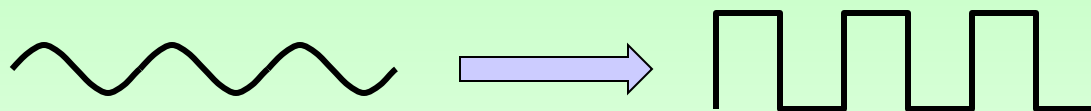


# Комунікаційні пристрої



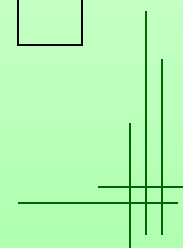
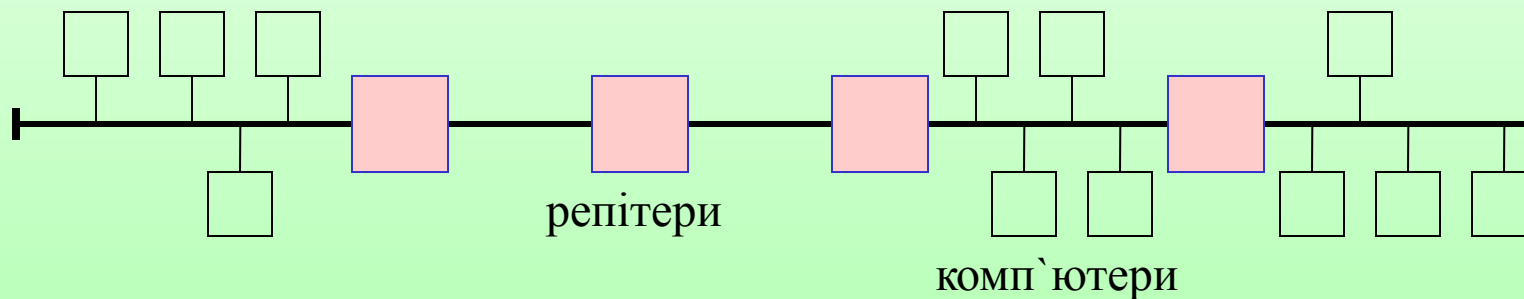
**Репітер** (концентратор, хаб, повторювач, фізичний рівень)

Звичайне підсилення або перетворення в оптичний для подальшої передачі.

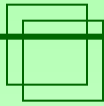


**Правило 5-4-3** (для Ethernet)

При побудові кабельної мережі на концентраторах (репітерах) можна використовувати максимально 5 сегментів, з'єднавши їх між собою 4-ма концентраторами, причому можна зробити "активними" тільки 3 сегменти ("активність" означає наявність комп'ютерів, підключених до даного сегменту).



# Комунікаційні пристрої

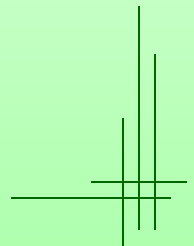
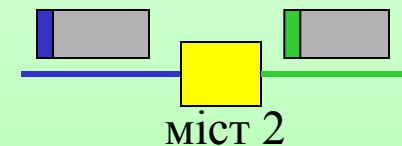
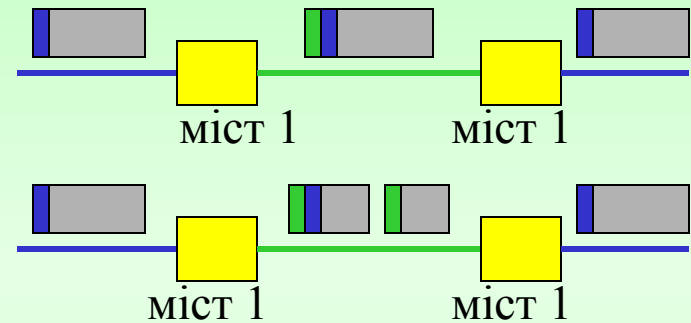


**Міст** (bridge, фізичний та каналний рівні).

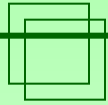
З'єднує дві ідентичні мережі незначними фізичними відмінностями на рівнях 1 і 2.

**Міст 1 типу** не обробляє пакети, а просто упаковує їх в стандарт суміжної мережі (інкапсуляція, іноді фрагментація). Ці мости використовуються для зв'язку двох однотипних мереж через деяку іншу.

**Міст 2 типу** читає вміст пакету, читає дані та керуючу інформацію і переупаковує її в стандарт суміжної мережі. Цей тип мостів використовується для з'єднання мереж, які використовують різні протоколи. Мости можуть фільтрувати ті повідомлення, які ідуть до них в мережу.

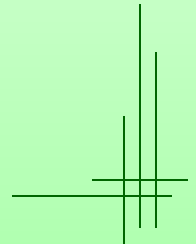
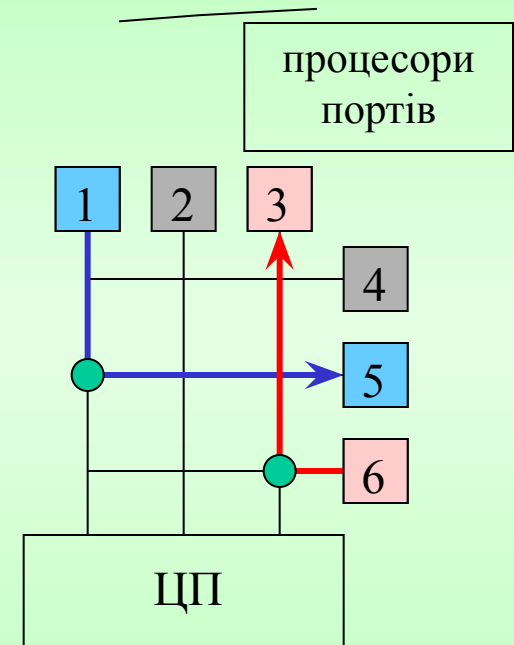


# Комунікаційні пристрої

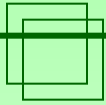


## Комутатор (switch, каналний рівень)

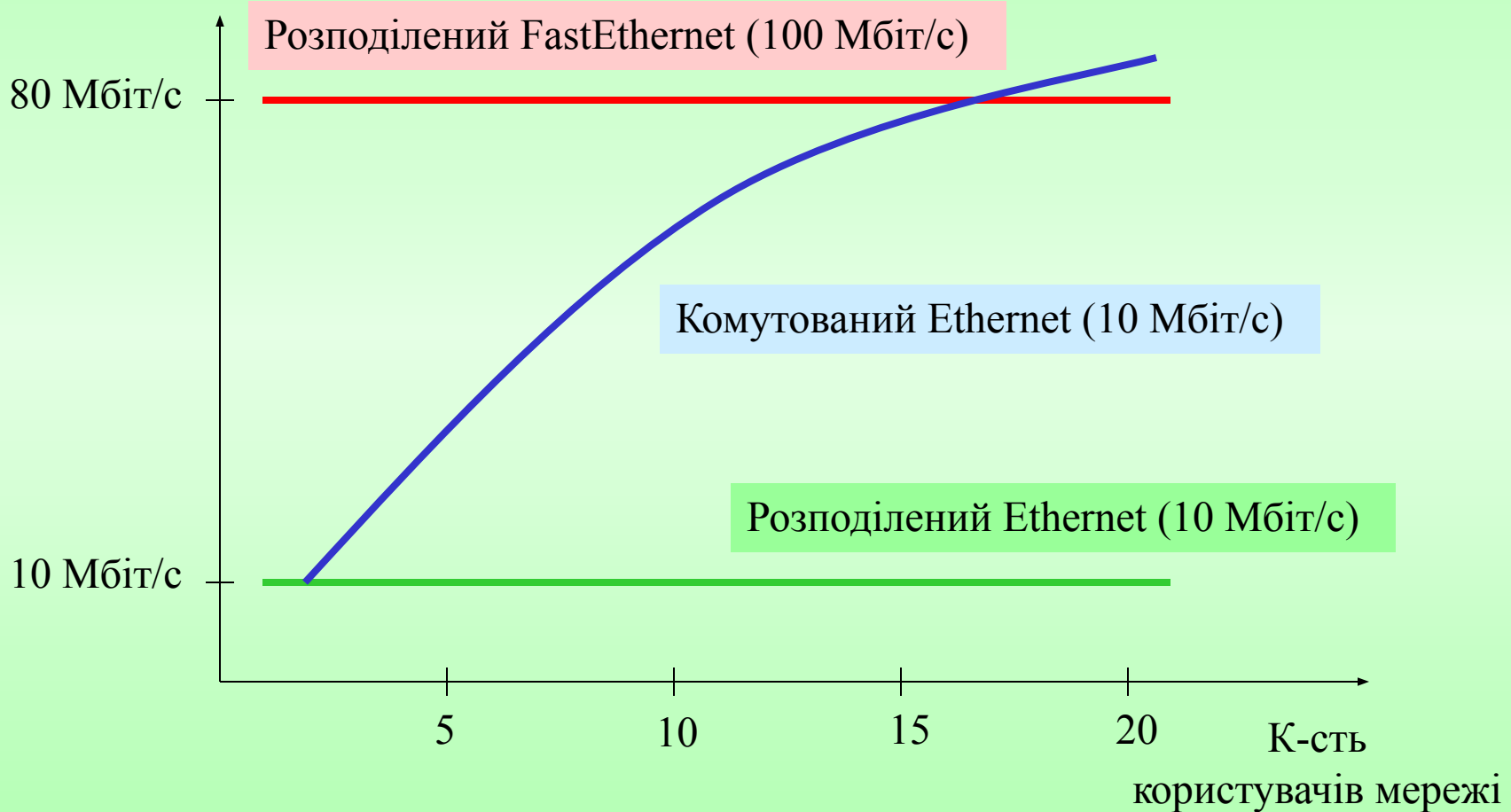
Високошвидкісний багатопортовий мст. Не тільки перенаправляє кадри, але вивчає конфігурацію мережі. Можливість паралельної обробки кадрів, які надходять з різних портів. Схильні до широкосмугових штормів (зобов'язані пропускати далі широкосмуговий трафік). На вході и виході можуть бути відміння архітектури мереж (Token Ring | Ethernet).



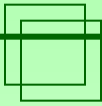
# Пропускна здатність



## загальна пропускна здатність локальної мережі



# Властивості комутаторів



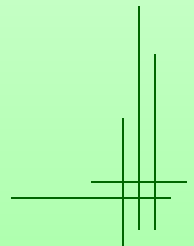
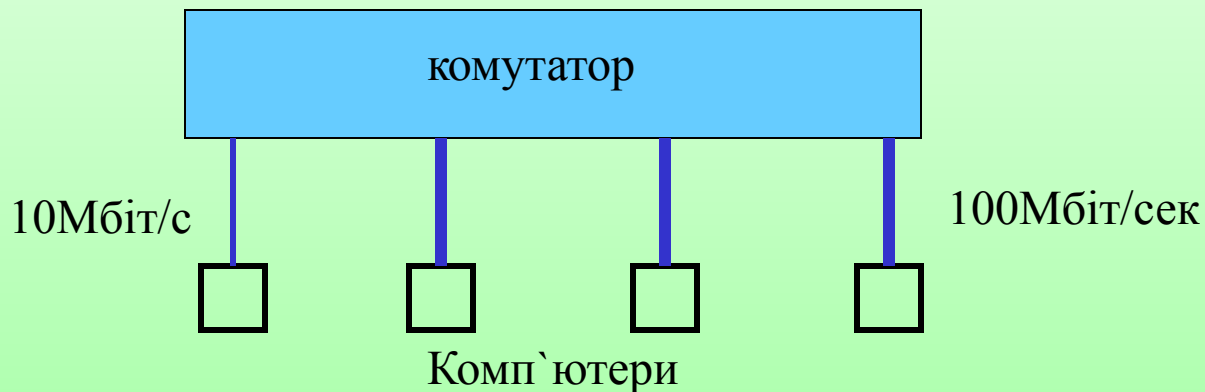
## Розвантаження комутаторів

В випадку, якщо комутатор перевантажений, тобто змушений відкидати вхідні пакети, тому, що не справляється з трафіком, він може спробувати зменшити його.

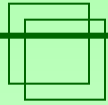
Агресивна поведінка (сам комутатор засмічує мережу, поподаючи в свої порти кадри, щоб на деякий час передачі не було вхідної інформації)

Метод зворотнього тиску (комутатор посилає в відповідь на кожен кадр один свій фіктивний, займаючи серидовище передачі).

Без комутаторів неможлива сумісна робота мережу з пристороями 100 та 1000Мбіт/сек. на швидкості 1000Мбіт/сек.



# Робота комутатора



## Таблиця відповідності MAC адрес та номерів портів

MAC 1 == порт 1

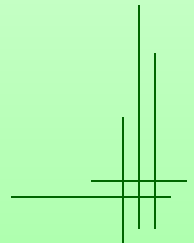
MAC 2 == порт 2

MAC 3 == порт 1

MAC 4 == порт 3

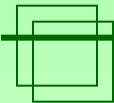
Дана таблиця формується при надходженні кадрів на різні порти комутатора. При надходженні кадра на один з портів комутатор читає MAC адресу відправника і заносить її в таблицю.

Якщо MAC адреса отримувача відома комутатору, він перенаправляє кадр в відповідний порт, якщо ні - в усі порти крім того, з якого прийшов кадр.

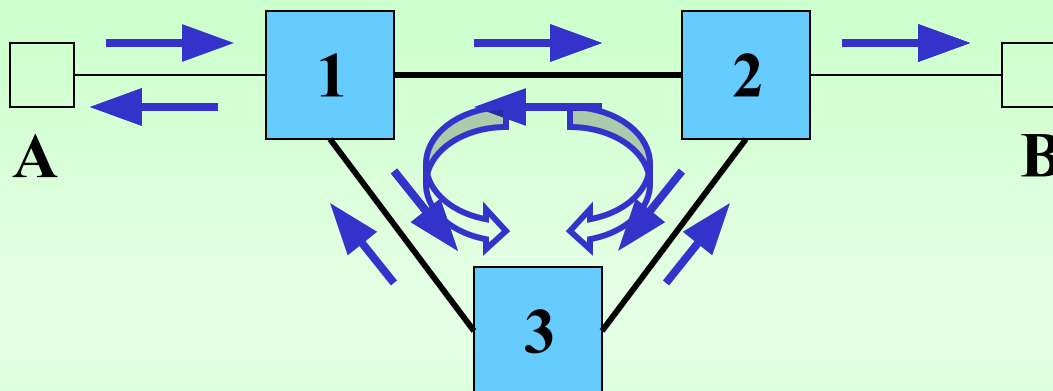




# Логічні петлі

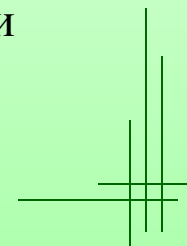


## Логічні петлі при роботі комутаторів

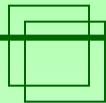


## Широкосмугові шторми

Коммутатори схильні до створення широкосмугових штормів, оскільки зобов'язані перенаправляти широкосмугові (для всіх станцій мережі) кадри в усе порти крім вхідного. Розсилаючи широкосмугові запити і вимагаючи відповіді одна станція може завантажити зв'язку комутаторів.



# Spanning Tree Algorithm



## Spanning Tree Algorithm (алгоритм охоплюючого дерева)

Створений для попередження появи логічних петель.

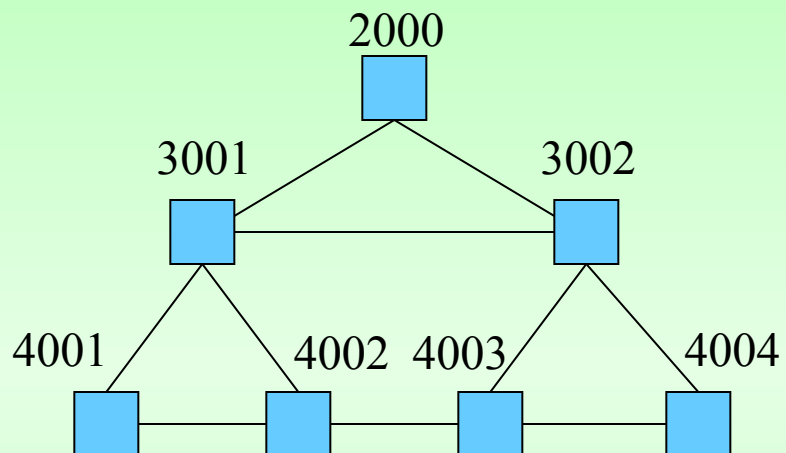
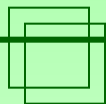
Кожному комутатору адміністратор приписує унікальний номер (наприклад, пріоритет + MAC адреса у випадку моста), чим менший номер, тем головніший комутатор.

На початку роботи всі комутатори надсилають в мережу **BPDU** (Bridge Protocol Data Unit) пакети, в яких, в якості кореневого комутатора вказують свою адресу та ідентифікатор. Якщо який-небудь комутатор отримав пакет з меншим за свій ID, то він починає надсилати всім цей отриманий ID. Таким чином, всі дізнаються про корінь, який і буде розсилати пакети BPDU.

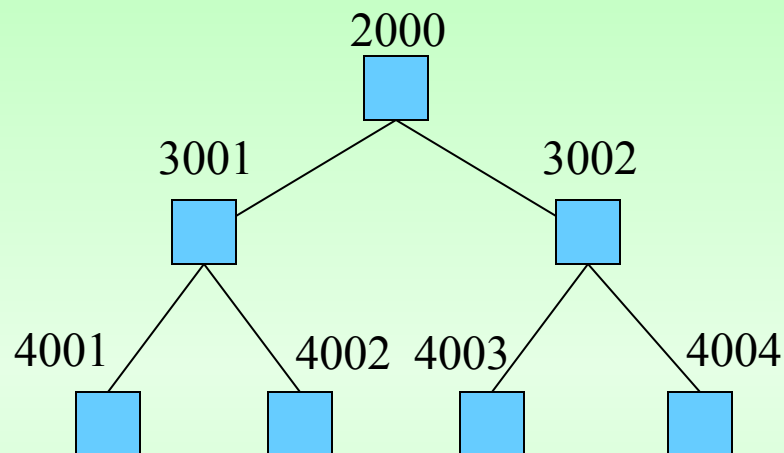
Для визначення структури дерева в пакети включається інформація про вартості свого каналу. Корневим портом кожного комутатора призначається той, на який приходить BPDU пакет з мінімальною ціною. Всі інші порти надалі не реагують на BPDU пакети. Якщо довго немає BPDU, то комутатор знову переходить в стан навчання.



# Spanning Tree Algorithm



До



Після

