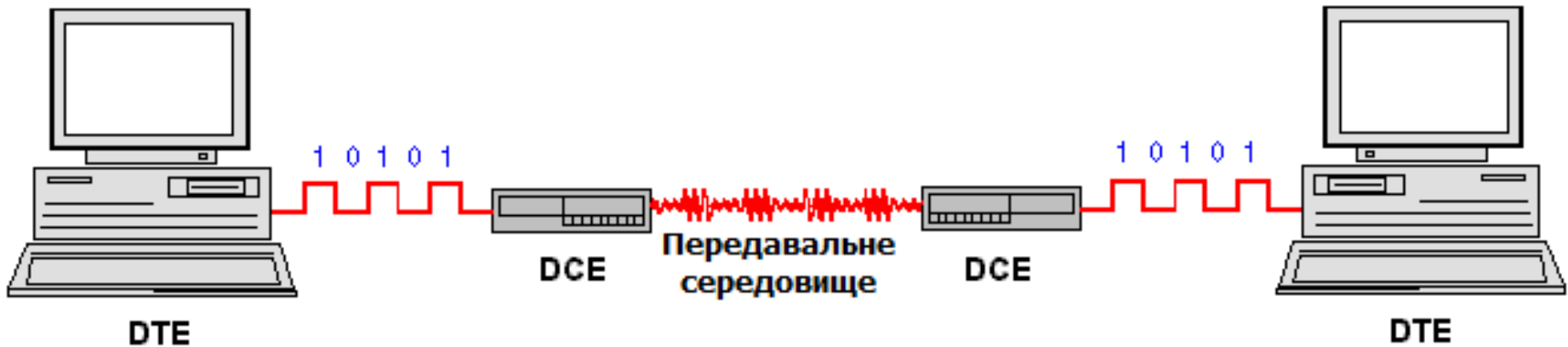


# 2.2 Основні компоненти розподілених інформаційних систем (РІС)

## 2.2.1 Устаткування РІС

РІС містять наступні компоненти.

1. Кінцеве устаткування даних DTE (Data Terminal Equipment) – це узагальнене поняття, використовуване для опису системи кінцевого користувача. Це може бути комп'ютер, програмований контролер, робоча станція або будь-який пристрій введення-виведення інформації.

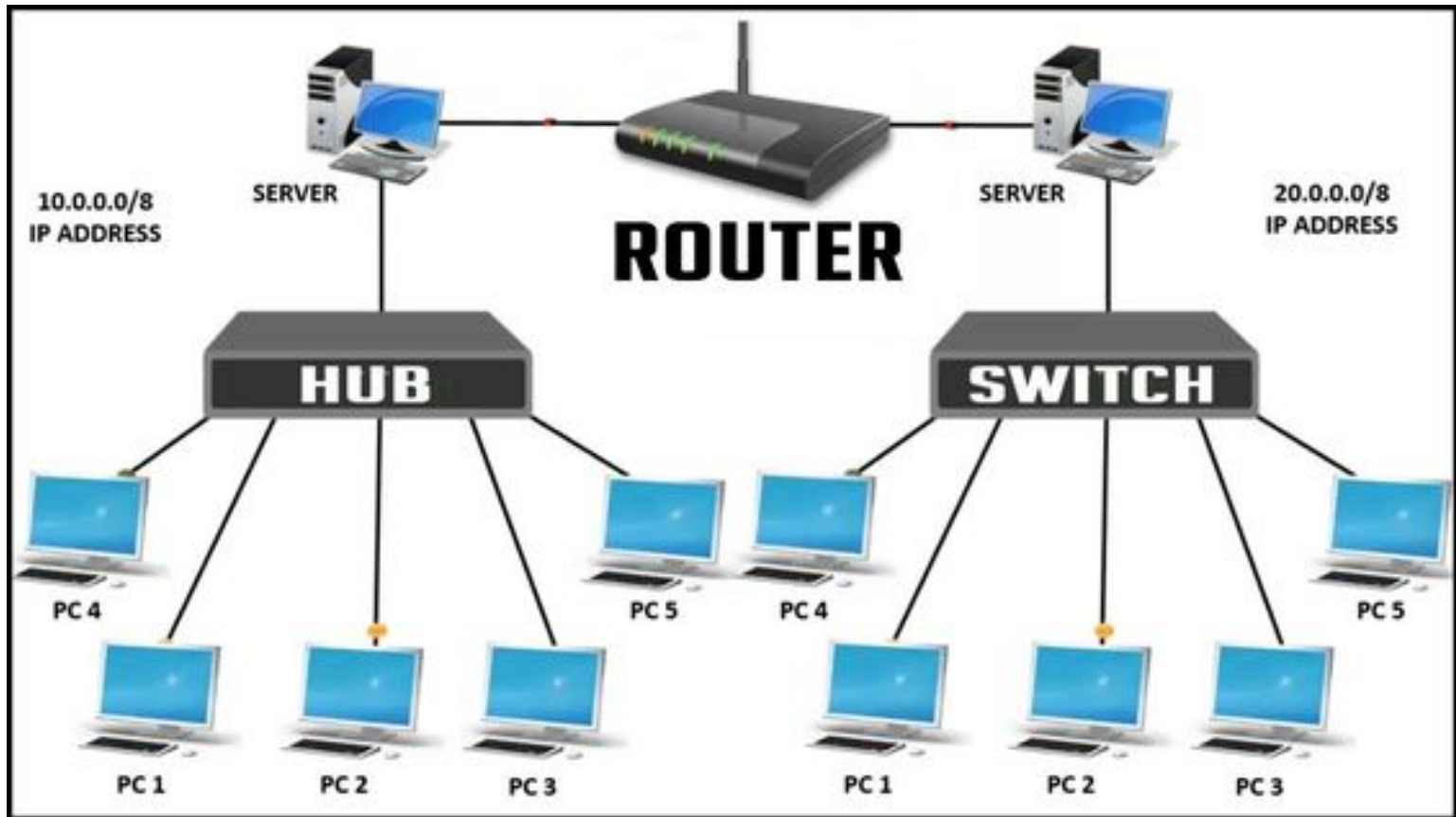


2. Устаткування закінчення каналу даних DCE (Data Circuit-terminal Equipment) забезпечує доступ кінцевого устаткування до передавального середовища. Це пристрій, який встановлює, підтримує і завершує сеанс в мережі.

Він також може перетворювати сигнали для передачі.

3. Передавальне середовище (Transmission Media) являє собою шлях, яким інформація передається від відправника до одержувача, відповідно до його фізичної структури і характеристик передачі.

4. Устаткування комутації та маршрутизації даних DSE (Data Switchin Equipment) використовується в розгалужених мережах для передавання даних від джерела до отримувача, комутації та маршрутизації у мережі.



## 2.2.2 Характеристики передавальних середовищ

Ширина смуги пропускання – різниця частот верхньої  $f_2$  і нижньої  $f_1$  границь смуги пропускання:

$$W = f_2 - f_1.$$

Відношення сигнал-шум  $S/N$  у децибелах, де  $S$  – середня потужність сигналу,  $N$  – середня потужність шуму.

Максимальна швидкість згідно формули Шеннона-Гартлі:

$$C = W \log_2(1+S/N).$$

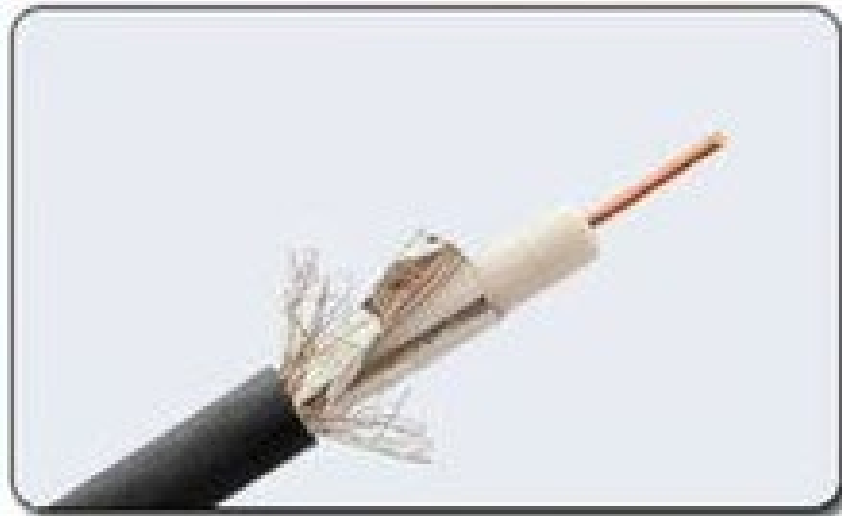
Середня ймовірність помилки.

# Типи передавальних середовищ

Основні типи передавальних середовищ, використовуваних в інформаційних мережах:

- аналогові телефонні канали;
- цифрові телефонні канали;
- дротові кабельні канали;
- радіоканали;
- супутникові канали зв'язку;
- волоконно-оптичні канали зв'язку.

Найбільше поширення в мережах КІСУ знайшли дротові кабельні канали у вигляді коаксіального кабелю та витої пари. **Коаксіальний кабель** являє собою два циліндричні провідники на одній осі. Перший провідник виконується у вигляді центральної жили, охопленої другим провідником у вигляді металевої трубки або дротового оплетення.



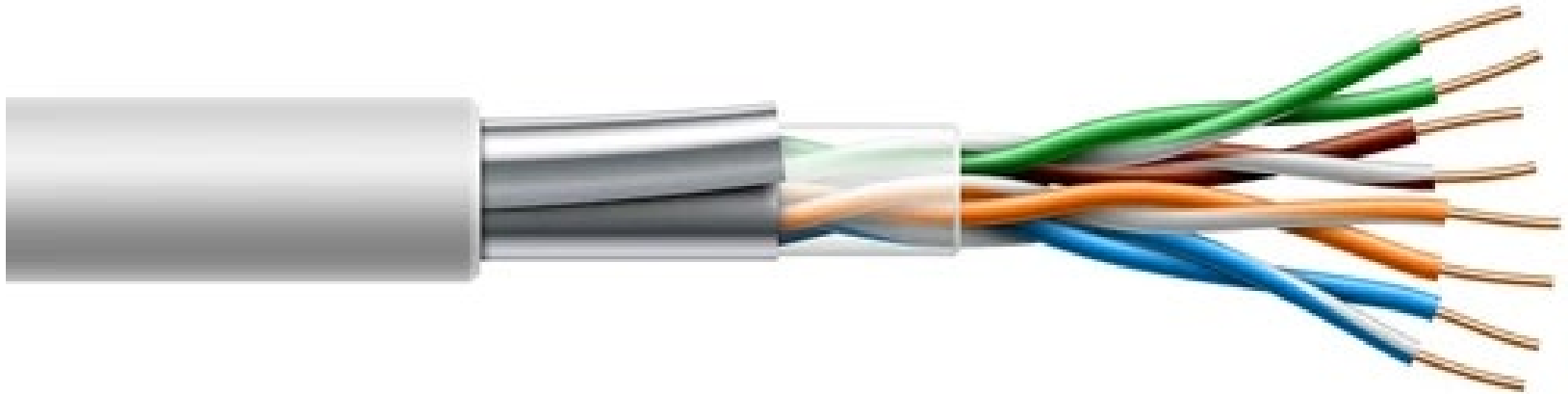
Такий кабель забезпечує мінімальні втрати на випромінювання електромагнітної енергії, що дозволяє передавати сигнали на відносно велику відстань з високими швидкостями.

Існує два основні типи коаксіального кабелю:

- тонкий (thin) кабель, що має діаметр близько 0,5 см, гнучкіший;
- товстий (thick) кабель, що має діаметр близько 1 см, значно жорсткіший.

Тонкий кабель використовується для передачі на менші відстані, чим товстий, оскільки в нім сигнал затухає сильніше. Проте з тонким кабелем набагато зручніше працювати. Підключення до тонкого кабелю (за допомогою конекторів BNC байонетного типу) простіше і не вимагає додаткового устаткування, а для підключення до товстого кабелю треба використовувати спеціальні пристрої. Товстий кабель приблизно удвічі дорожче, ніж тонкий. Тому тонкий кабель застосовується набагато частіше.

**Вита пара** — вид мережевого кабелю, з однією або декількома парами ізольованих провідників, скручених між собою для зменшення взаємних наведень при передачі сигналу і покритих пластиковою оболонкою.



Згідно з міжнародним стандартом ISO/IEC 11801, додаток E, для позначення конструкції екранованого кабелю використовується комбінація з трьох літер: U - неекранований, S - металеве обплетення (тільки загальний екран), F - металізована стрічка (алюмінієва фольга). З цих літер формується аббревіатура виду хх/хТР, що позначає тип загального екрану та тип екрану окремих пар.



# Типи конструкції екрану

- **Неекранований кабель (U/UTP)**

Екранування відсутнє. Категорія 6 та нижче.

- **Індивідуальний екран (U/FTP)**

Екранування фольгою кожної окремої пари. Захищає від зовнішніх завад і перехресних завад між крученими парами.

- **Загальний екран (F/UTP, S/UTP, SF/UTP)**

Загальний екран з фольги, обплетення, або фольги з обплетенням. Захищає від зовнішніх електромагнітних завад .

- **Індивідуальний та загальний екран (F/FTP, S/FTP, SF/FTP)**

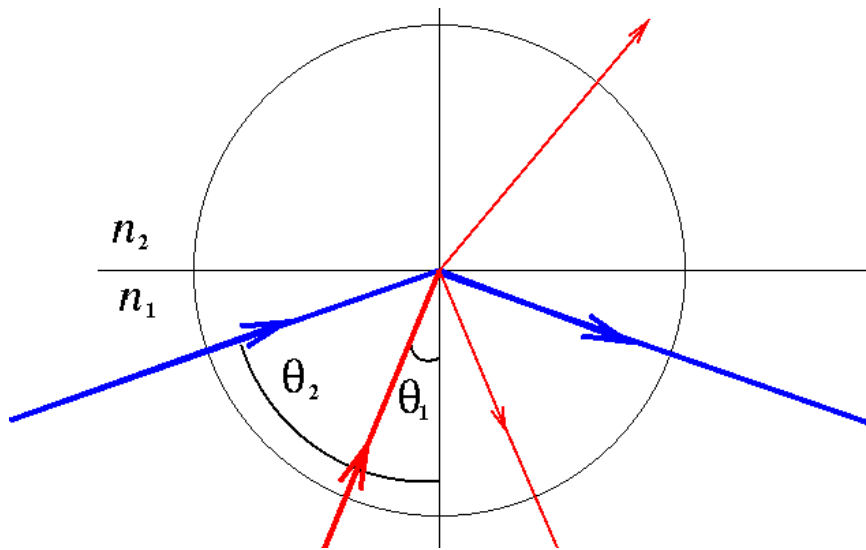
Індивідуальні екрани з фольги для кожної крученої пари, плюс загальний екран з фольги, оплетки, або фольги з оплеткою. Захищає від зовнішніх завад і перехресних завад між крученими парами.

Існує декілька **категорій кабелю** типу вита пара, які нумеруються від CAT 1 (всього одна неекранована пара, смуга частот 0,1-0,4 МГц) до CAT 8.2 (має загальний екран і екрани навколо кожної пари, смуга частот 1600—2000 МГц). Кабель вищої категорії зазвичай містить більше пар дротів і кожна пара має більше витків на одиницю довжини.

Основні достоїнства витих пар – простота монтажу конекторів на кінцях кабелю, а також простота ремонту будь-яких пошкоджень в порівнянні з іншими типами кабелю. Решта всіх характеристик у них гірша, ніж у інших кабелів.

4-х парний кабель CAT5, завдяки високій швидкості передачі, до 100 Мбіт/с при використанні 2-х пар і до 1000 Мбіт/с, при використанні 4-х пар, є найпоширенішим мережевим носієм, що використовується в комп'ютерних мережах.

Волоконно-оптичні кабелі використовують явище повного внутрішнього відбиття світла від стінок скляного волокна. При падінні косих світлових променів із середовища із більшою оптичною густиною в середовище із меншою оптичною густиною.



При малих кутах падіння світло частково проникає в інше середовище, частково відбивається на границі розділу. При великих кутах світловий промінь повністю відбивається від границі розділу.

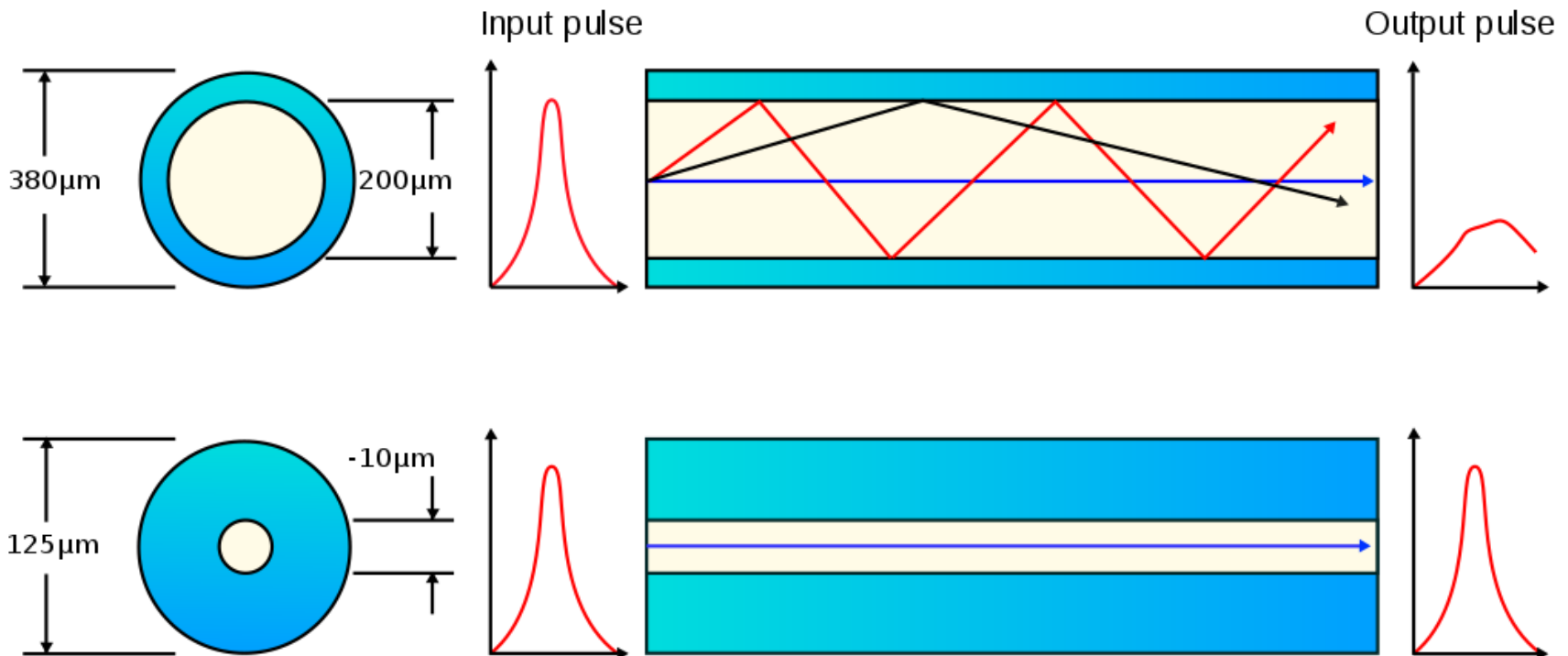
Структура **оптоволоконного кабелю** дуже проста і схожа на структуру коаксіального електричного кабелю, тільки замість центрального мідного дроту тут використовується тонке (діаметром близько 1–10 мкм) скловолокно, а замість внутрішньої ізоляції - скляна або пластикова оболонка, що не дозволяє світлу виходити за межі скловолокна.



Існують два типи оптоволоконних кабелів:

- багатомодовий, або мультимодовий кабель з діаметром волокна 50–62 мкм;
- одномодовий кабель з діаметром волокна 8–9 мкм.

У багатомодових волокнах промені поширюються ламаними лініями, в одномодових поширюється один осьовий промінь.



Розмиття імпульсів в багатомодовому кабелі викликає їх перекриття або навіть злиття, що призводить до появи помилки при передачі на великі відстані. В одномодовому кабелі всі промені проходять один і той же шлях, внаслідок чого всі вони досягають приймача одночасно, і форма сигналу практично не спотворюється.

Сигнал в одномодовому кабелі генерується лазерним джерелом світла. В багатомодовому кабелі як джерело використовується світлодіод, що істотно знижує вартість апаратури.

Застосовують оптоволоконний кабель тільки в мережах з топологією "зірка" і "кільце".

## Основні переваги волоконно-оптичного зв'язку:

- широка смуга пропускання, що забезпечує великі швидкості передачі даних;
- низька ймовірність помилки;
- мале загасання (1 дБ/км);
- захищеність від електромагнітних завад;
- нечутливість до температурних змін.

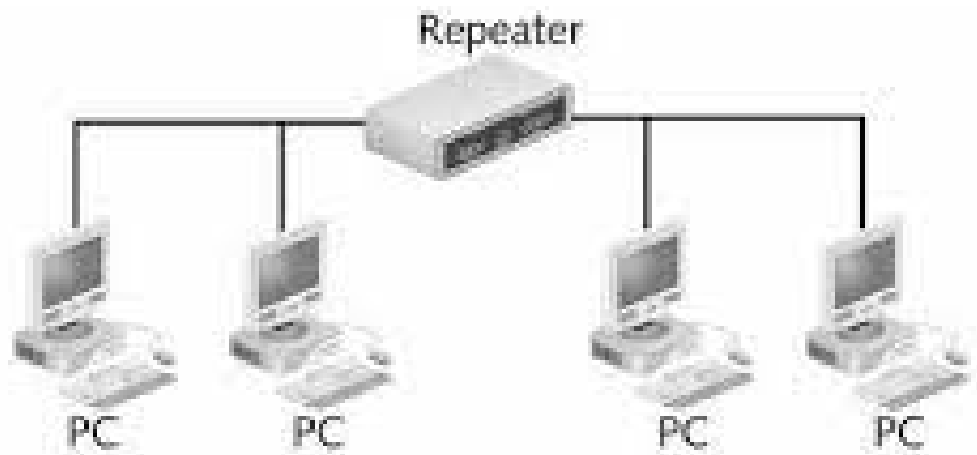
## Недоліки:

- висока складність монтажу;
- чутливість до іонізуючих випромінювань, внаслідок яких знижується прозорість скловолокна;
- чутливість до різких перепадів температури, в результаті яких скловолокно може тріснути;
- чутливість до механічних дій (удари, ультразвук) – так званий мікрофонний ефект.

## 2.2.3 Технічні засоби розгалужених мереж

**Повторювач (repeater)** – пристрій, що застосовується для об'єднання окремих сегментів мережі. Повторювач виконує відновлення значень сигналів, що загасають на кінцях кабелів, а також забезпечує узгодження параметрів кабелів різних типів.

Відноситься до фізичного рівня моделі OSI.



Основна проблема з використанням повторювачів у мережах полягає в тому, що вони посилюють весь шум разом із сигналом, що може збільшити спотворення даних.



**Концентратор (hub)** – пристрій, який забезпечує радіальне підключення мережевих вузлів. Концентратори бувають пасивні та активні. Пасивні концентратори не посилюють сигналів, тому використовуються на невеликих відстанях. Активний концентратор обов'язково відновлює форму і рівень сигналів, що передаються.

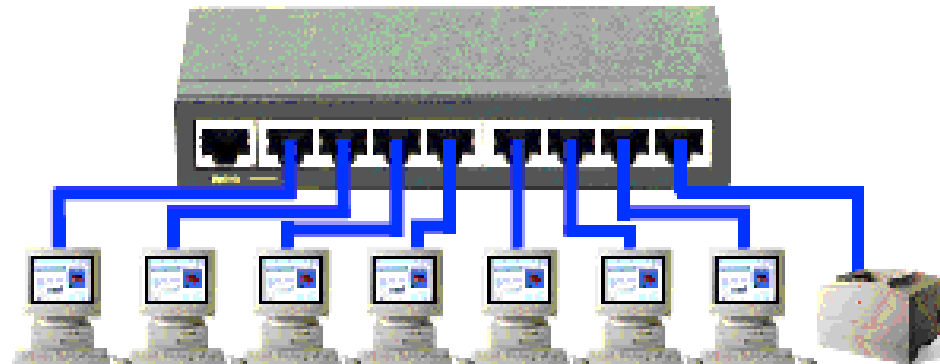
## Hub



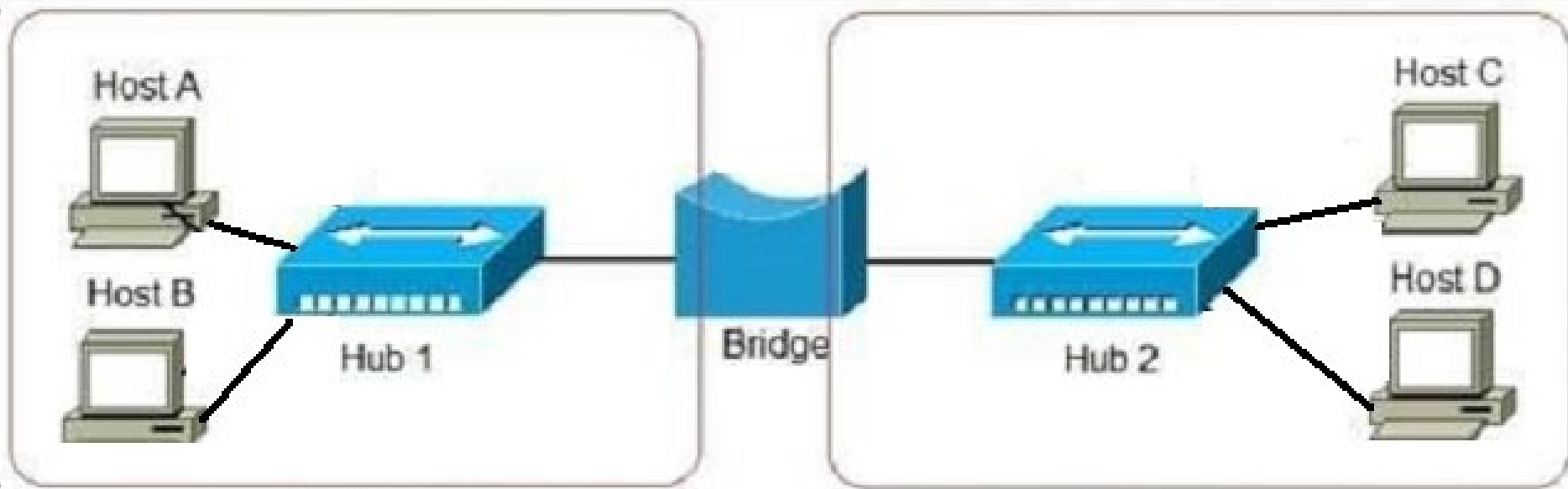
Відноситься до фізичного рівня моделі OSI.

**Комутатор (switch)** зберігає запис MAC-адрес (Media Access Control) всіх пристроїв, приєднаних до нього. Тому коли кадр отримано, він точно знає, який порт його відправляти, без значного збільшення часу реакції мережі. Отже, незалежно від кількості ПК, користувачі завжди будуть мати доступ до максимальної пропускнуої спроможності. Відноситься до каналного рівня моделі OSI.

# Switch

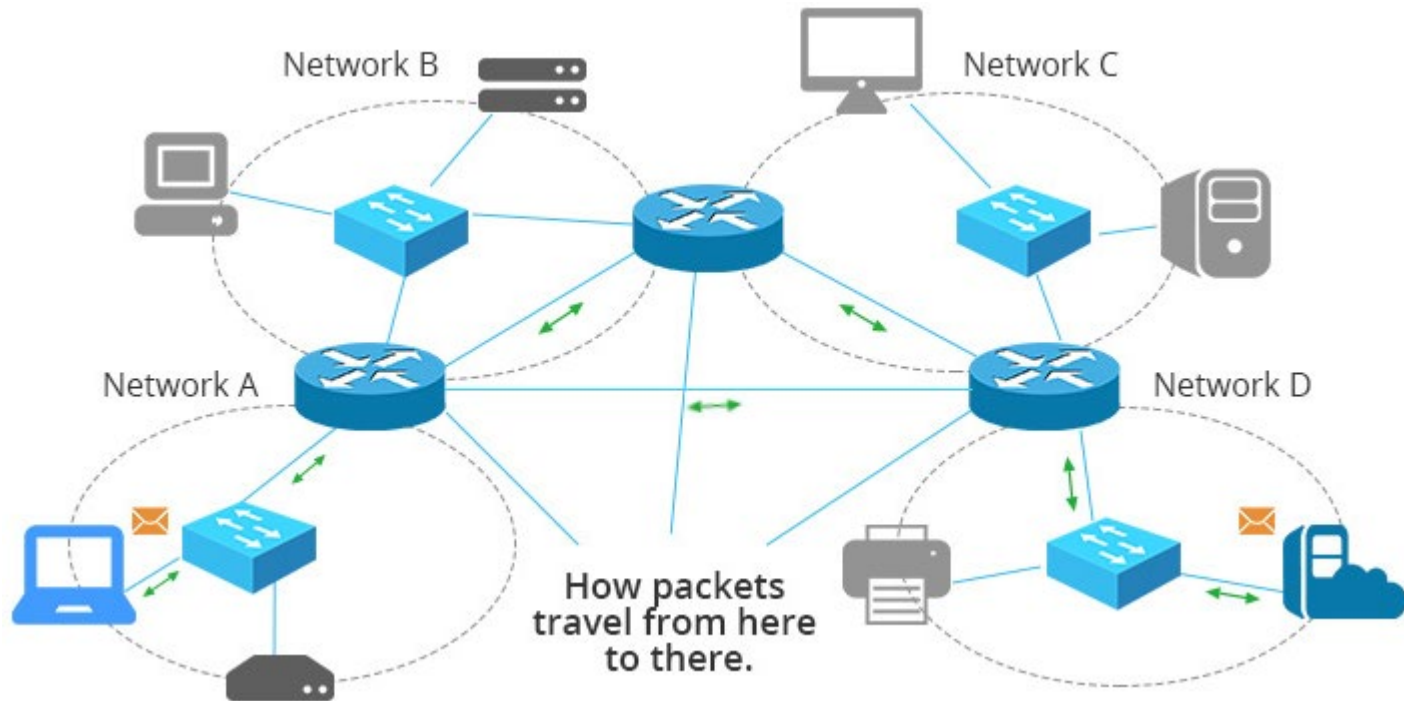


**Міст (bridge)** – пристрій для об'єднання різнорідних сегментів мереж. Характерною особливістю моста є спроможність здійснювати фільтрацію, тобто вибірккову трансляцію боків даних з одного сегменту в інший. Кожен вхідний кадр перевіряється на наявність MAC-адреси призначення. Якщо міст визначає, що вузол призначення знаходиться в іншому сегменті мережі, він пересилає кадр у цей сегмент.



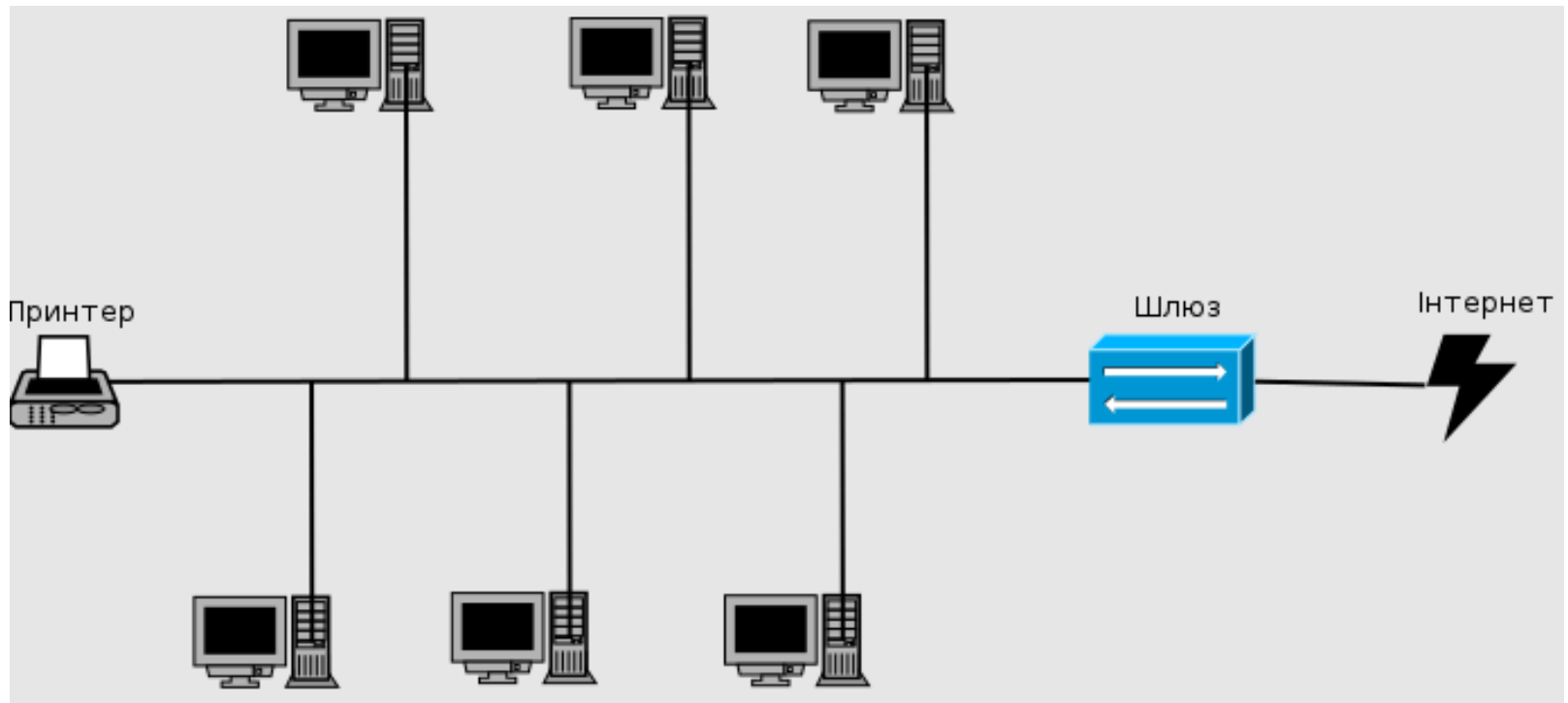
Відноситься до каналного рівня моделі OSI.

**Маршрутизатор (router)** призначений для вибору оптимального напрямку передачі інформації у розгалужених мережах. Маршрутизатор має кілька входів і виходів, з'єднаних з різними вузлами, а також містить таблицю шляхів між вузлами і може вибирати оптимальний маршрут передачі даних.



Відноситься до мережевого рівня моделі OSI.

**Шлюз (Gateway)** – провідник для передачі інформації між комп'ютерними мережами з різними протоколами даних (наприклад, між глобальною і локальною мережами). Він конвертує в потрібний протокол інформацію, що надходить. Основне завдання – перетворити інформацію в потрібний формат для подальшої передачі.



## 2.2.4 Стандартизація в моделі OSI

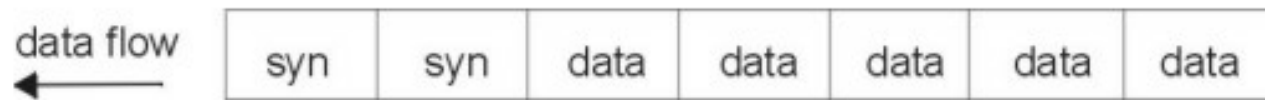
На фізичному рівні стандартизуються електричні сигнали і режими передавання. Канал передавання даних може працювати в одному з трьох режимів:

- а) симплексному (передаванні даних тільки в одному напрямі);
- б) півдуплексному (передавання в обох напрямках, але по черзі);
- в) дуплексному (одночасне передавання в обох напрямках).

Для передачі використовують двопровідні та чотирипровідні кабелі. У чотирипровідному каналі одну пару проводів використовують для передачі в одному напрямі, другу – у зворотному.

Дані можуть передаватись у синхронному або асинхронному режимах.

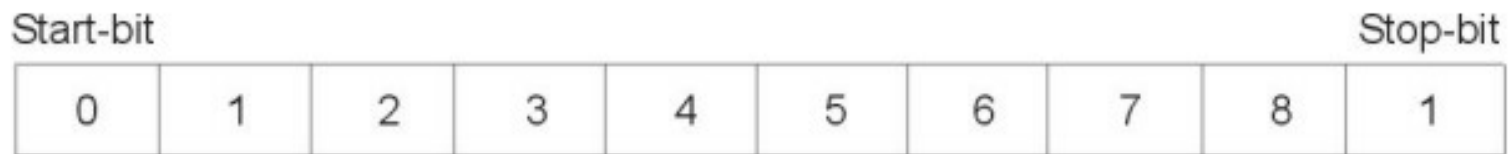
У разі синхронного передавання використовують додаткові засоби синхронізації для того, щоб забезпечити одночасну роботу передавача і приймача. Блоки даних згруповані і розташовані через рівні проміжки, і їм передують спеціальні символи *syn*, які називають синхронні холості символи. Після правильної синхронізації з'єднання може розпочатися передача даних.



Швидкість передачі даних висока, хоча буде відбуватися більше помилок, оскільки робота передавача і приймача з часом розсинхронізується, і приймаючий пристрій втратить правильний час, який був узгоджений у протоколі для відправки/при прийомі даних, тому деякі байти можуть бути пошкоджені (втрата бітів). Необхідна повторна синхронізація.

В асинхронному режимі передавач може починати передачу в будь-який момент часу. Для того, щоб приймач підготувався для приймання інформації, кожному байту інформації передують стартові імпульси, в кінець даних додається стоповий імпульс.

Після одержання стопового імпульсу приймач припиняє приймання до наступного стартового імпульсу.



Стартовий та стоповий біти повинні мати протилежну полярність. Це дозволяє приймачеві розпізнати, коли надсилається наступний байт інформації.



**На каналному рівні** стандартизуються розміри і формати кадрів, що передаються по каналу, а також процедури оброблення помилок. Протоколи та інтерфейси фізичного і каналного рівнів істотно залежать від використовуваного передавального середовища.

**На мережевому рівні** визначаються методи керування потоком даних між вузлами, а також методи комутації. Використовуються три технології комутації.

- **Комутація каналів** дозволяє за допомогою комутаторів установити пряме з'єднання між вузлами мережі.
- У випадку **комутації повідомлень** комутаторами виступають комп'ютери, які збирають повідомлення і розсилають їх відповідно до заданої системи маршрутизації.
- За **пакетної комутації** дані розбиваються на менші порції – пакети, причому кожний пакет передається незалежно.

На **транспортному рівні** визначається організація обміну даними між прикладними процесами в різних вузлах. Забезпечуються перевірка отриманих даних щодо помилок і правильного збору даних з різних пакетів, переданих на мережевому рівні, зокрема, повторне передавання загублених пакетів.

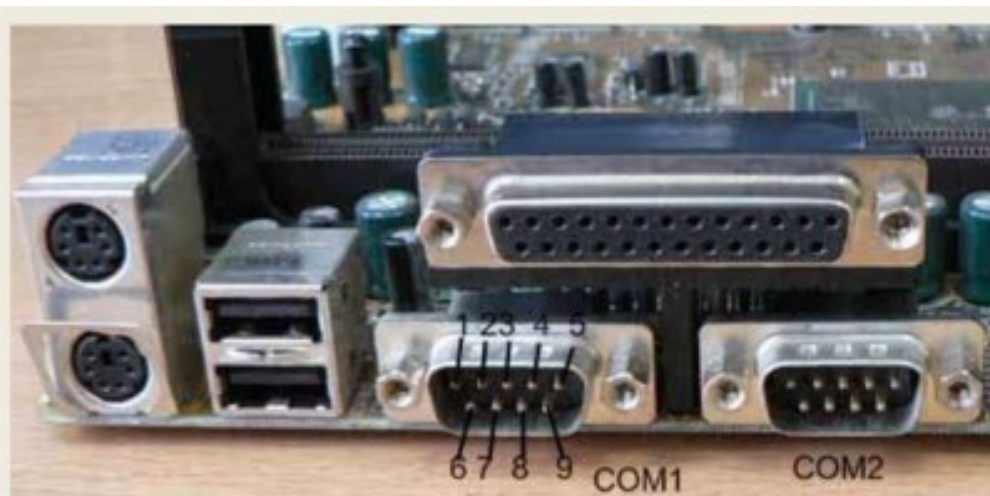
# Послідовні інтерфейси

Послідовні інтерфейси для передачі даних в одному напрямку використовують одну сигнальну лінію, по якій інформаційні біти передаються один за одним послідовно.

Найбільш поширеним послідовним інтерфейсом є інтерфейс RS-232C. Цей інтерфейс був розроблений в 1969 році як стандарт для з'єднання комп'ютерів і різних периферійних пристроїв. Йому відповідає вітчизняний аналог ІРПС (інтерфейс радіальний послідовний), введений ГОСТ 18145-81.



25 контактів



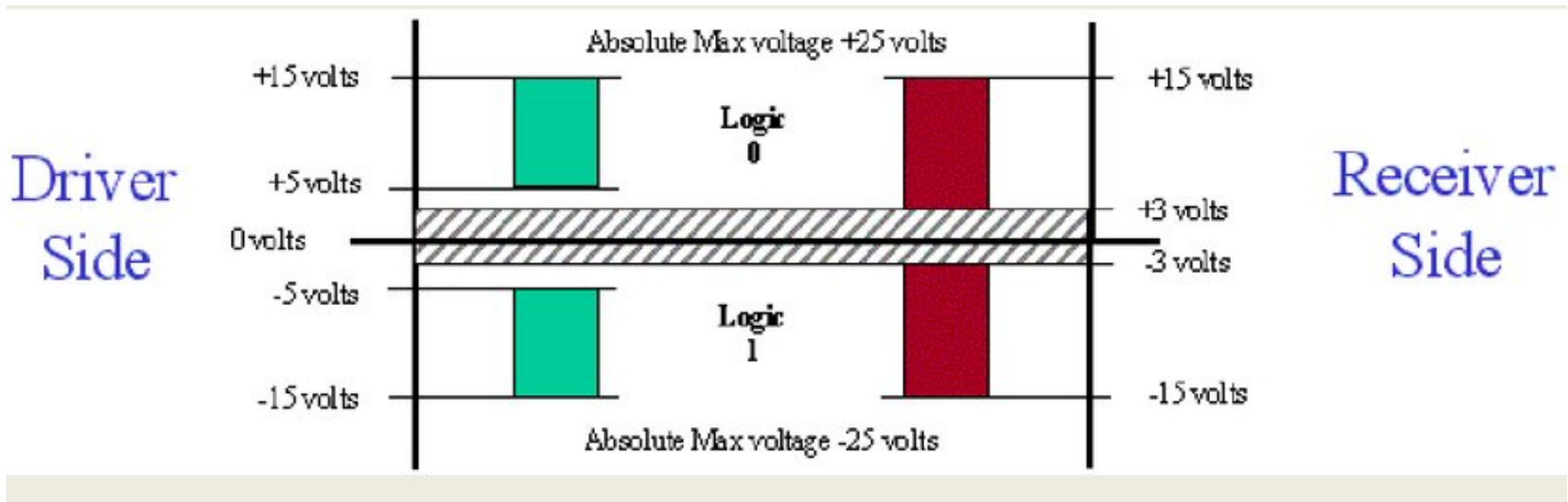
9 контактів

Стандарт визначає несиметричні передатчики і приймачі – сигнал передається відносно загального проводу – “схемної землі”.

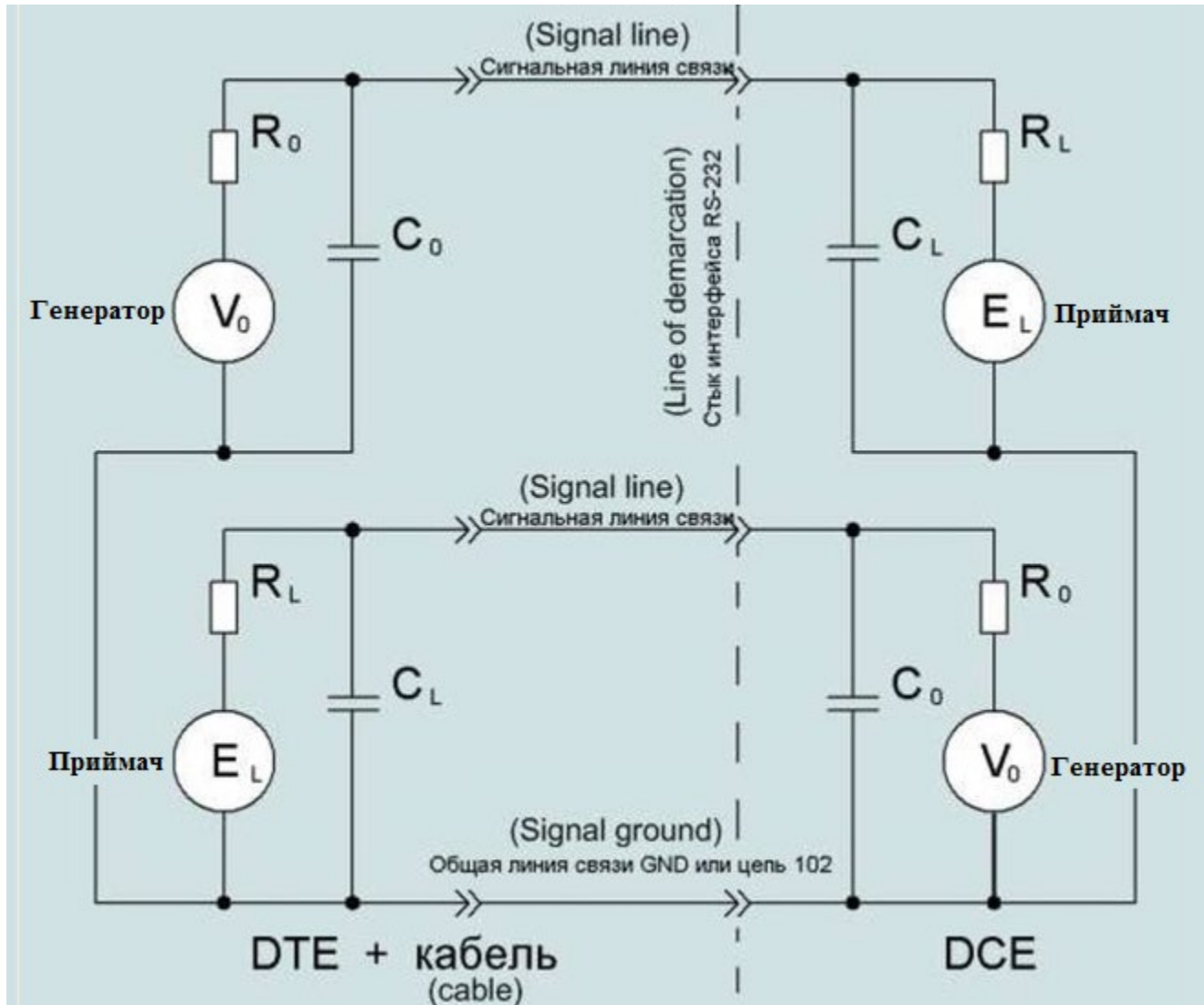
Логічній одиниці відповідає напруга на вході приймача в діапазоні – 12... – 3 В. Логічному нулю відповідає діапазон +3...+12

В. Діапазон від –3 В до +3 В є зоною нечутливості.

Інтерфейс RS-232C має обмеження на довжину з'єднувального кабелю до 15 м при швидкості передачі 20 Кбіт/с.



# Практична схема стику інтерфейсу RS-232

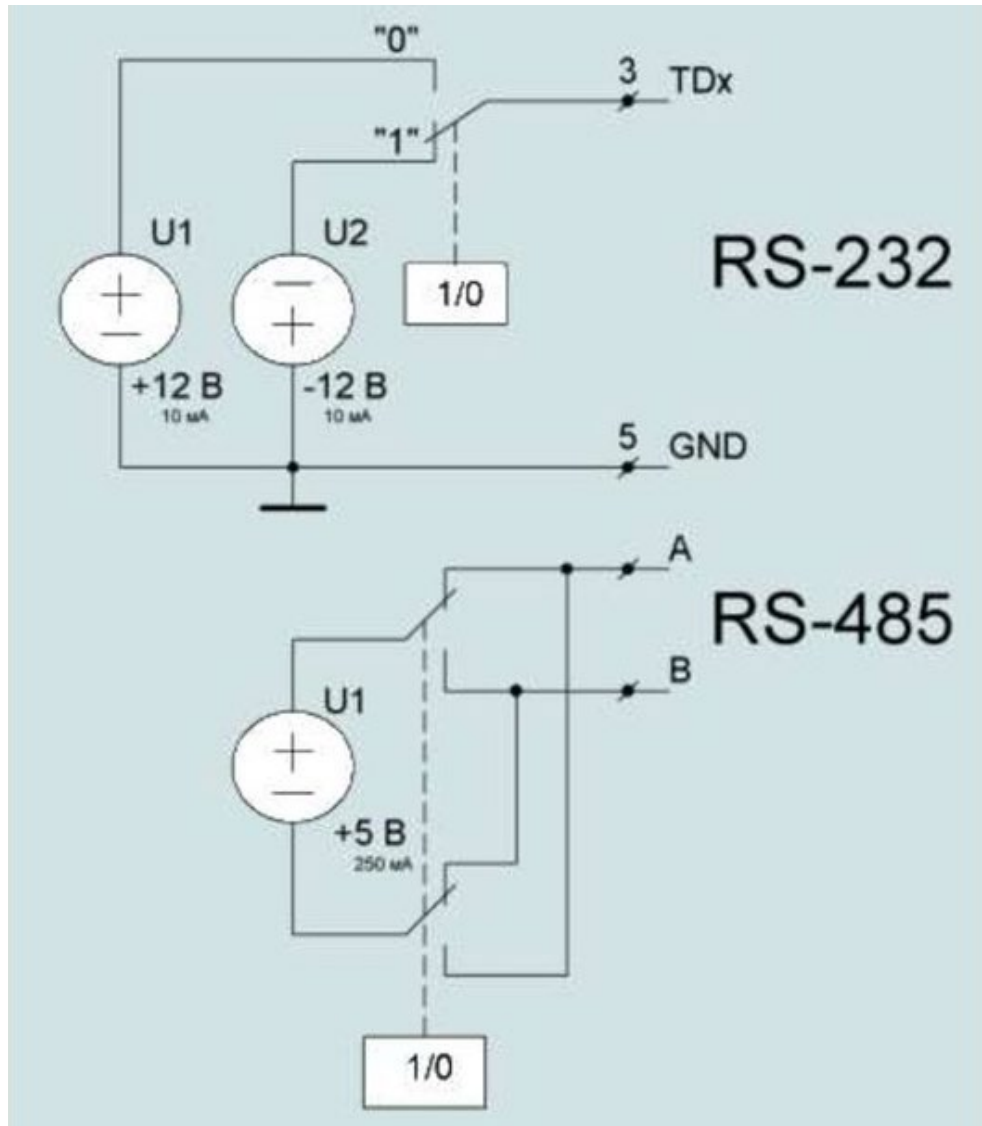


Інтерфейс RS-485 є промисловим стандартом, що підтримує багатоточкові з'єднання, забезпечуючи створення мереж з кількістю вузлів до 32 і передачу на відстань до 1200 м при швидкості передачі 10 Мбіт/с. Для передачі і прийому даних досить однієї скрученої пари провідників, в той час як кабель RS-232C містить 9 проводів.

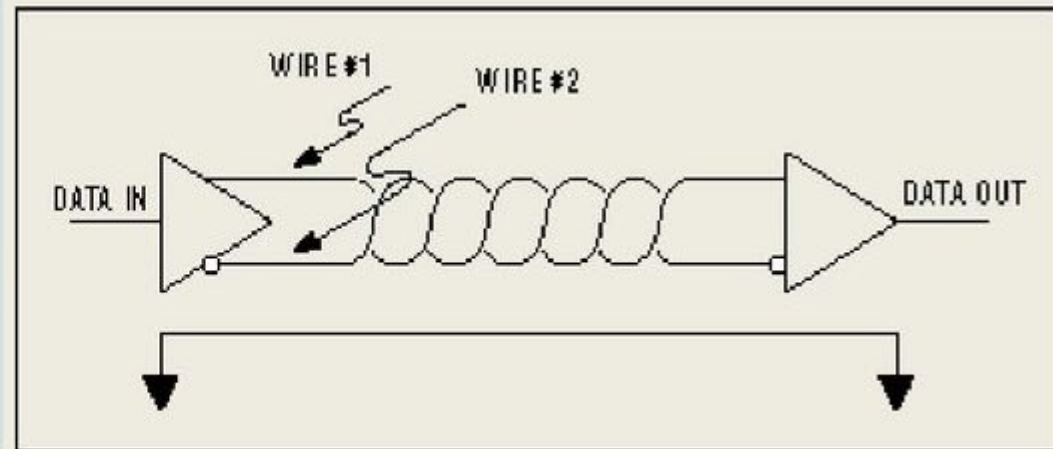
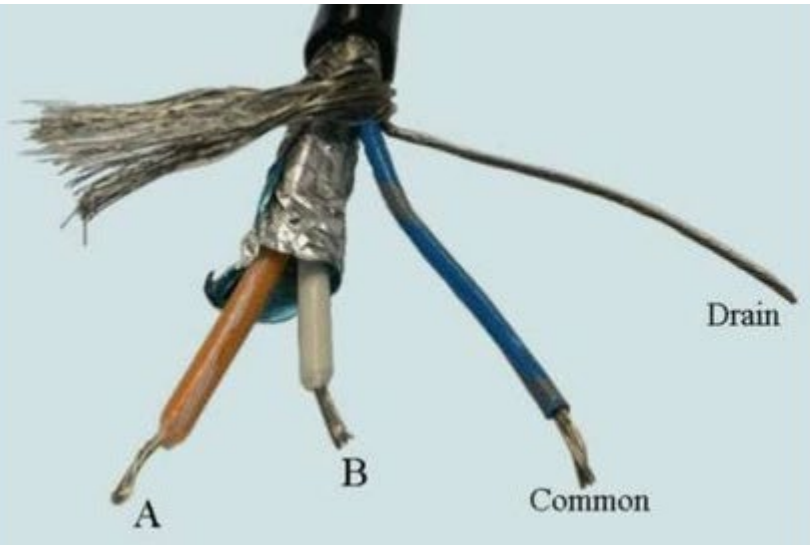
Передача корисного сигналу здійснюється зміною напрямку протікання струму (1 - у прямому напрямку, 0 - у зворотному).



# Порівняння схем формування сигналів 1/0



Зазвичай вхід приймача і вихід передавача об'єднані разом, і зв'язок здійснюється по двох проводах (витій парі). Крім того, прокладається і третій провід, так званий дренажний провідник (drain), який приєднується до сигнальних земель кожного пристрою

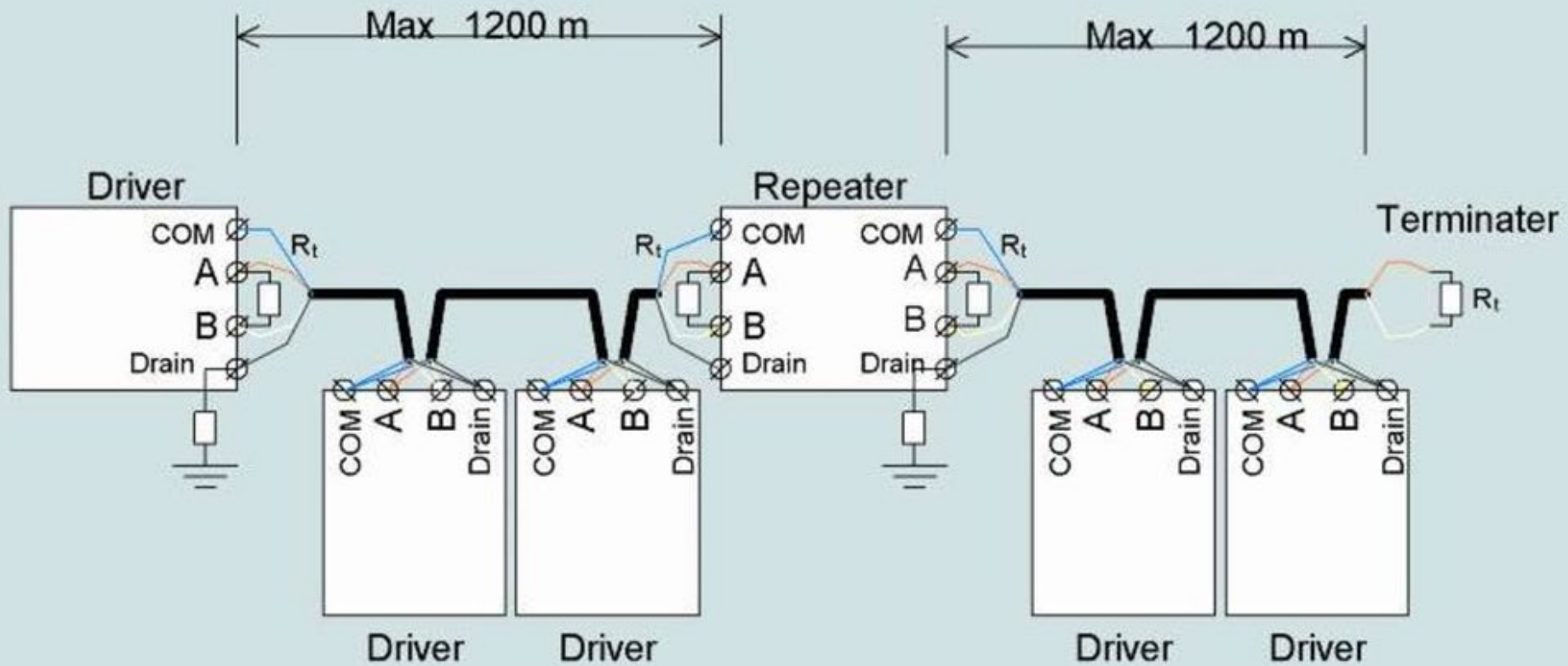




При реалізації інтерфейсу RS485 існує головний пристрій, іменованій хостом і пристрої, якими він керує - клієнти. Кожному клієнту звичайно привласнюється унікальна адреса. Клієнти постійно знаходяться в стані приймання сигналу. Хост посилає в мережу команду, на початку якої вказується адреса клієнта, якому вона призначається. Команда виконується тільки у випадку збігу адреси клієнта й адреси, зазначеної в самій команді. Інші пристрої знаходяться в пасивному стані.

Стандарт RS485 визначає тільки електричні і фізичні характеристики інтерфейсу. Програмна ж реалізація визначається конкретним застосуванням.

# Топологія мережі RS-485



# HART-протокол

HART – це гібридний протокол обміну даними, що передбачають одночасне використання цифрового сигналу, в основному для передачі службової інформації, і керуючого сигналу 4–20 мА. Обидва сигнали: аналоговий і цифровий, можуть одночасно передаватися по тому самому проводу.

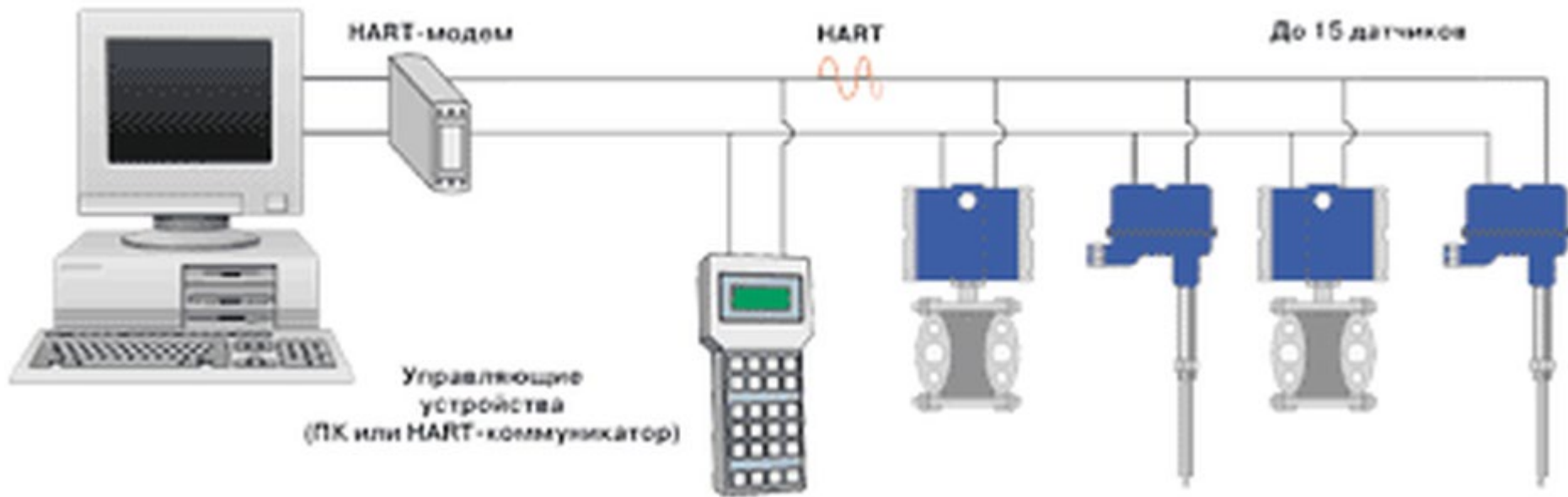
Протокол HART використовується в двох режимах підключення.

Один являє собою з'єднання “точка-точка”, і застосовується в системах з одним веденим пристроєм і максимум двома ведучими (основним і вторинним) пристроями. Ведучим пристроєм може бути пристрій зв'язку з об'єктом або програмувальний логічний контролер. Як вторинний – або HART-термінал, або будь-який інший пристрій з HART-модемом.



Передача інформації може здійснюватися в обох напрямках, причому передача аналогової інформації з цього ж каналу не переривається.

Другий тип підключення – “шина” припускає з'єднання один з одним до 15 ведених пристроїв з тими ж двома ведучими пристроями. У цьому випадку передбачається обмін даними тільки в цифровій формі. У колі контролерів передбачене додаткове джерело струму, що забезпечує по 4 мА на кожного споживача.



Для передачі цифрової інформації HART-протокол використовує принцип частотної модуляції. Цифрова інформація передається частотами 1200 Гц (логічна "1") і 2200 Гц (логічний "0"), що накладаються на аналоговий струмовий сигнал. Швидкість передачі даних складає 1,2 кбіт/с.

