

ГЛОБАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ІНФРАСТРУКТУРА

Лектор – доцент кафедри мереж зв'язку

Кривенко Станіслав Анатолійович

<http://www.slavic.inf.ua>

Структура курсу

- Установча сесія
- ✓ Лекція 1. Ввідна
- ✓ Лекція 2. Загальні відомості
- Залікова сесія
- ✓ Лекція 3. *Канал цифрового зв'язку*
- ✓ Лекція 4. Базові технології

Лекція 3. Канал цифрового зв'язку

□ Порядок денний:

- 1) Термінологія і тлумачення, модель цифрового каналу зв'язку
- 2) Кодування голосу

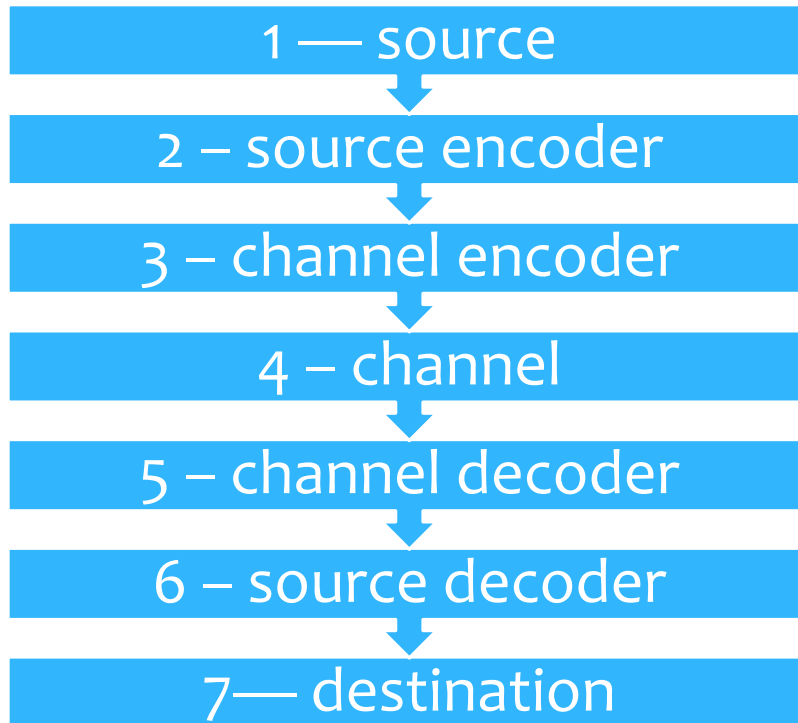
3.1 ТЕРМІНОЛОГІЯ

- * У назві дисципліни є одне поняття – інфраструктура, яке вимагає визначення. Слово це має англійське походження і пояснено в книзі «Словарь активного усвоения лексики английского языка – М.: Рус. Яз., 1988 – 710с.
- * Infrastructure – the system which supports the operation of an organization: the country's transport infrastructure (=its roads, railways, ets.).
- * Таким чином, глобальна інформаційна інфраструктура – це система каналів зв'язку, які підтримують роботу глобальної інформаційної мережі.

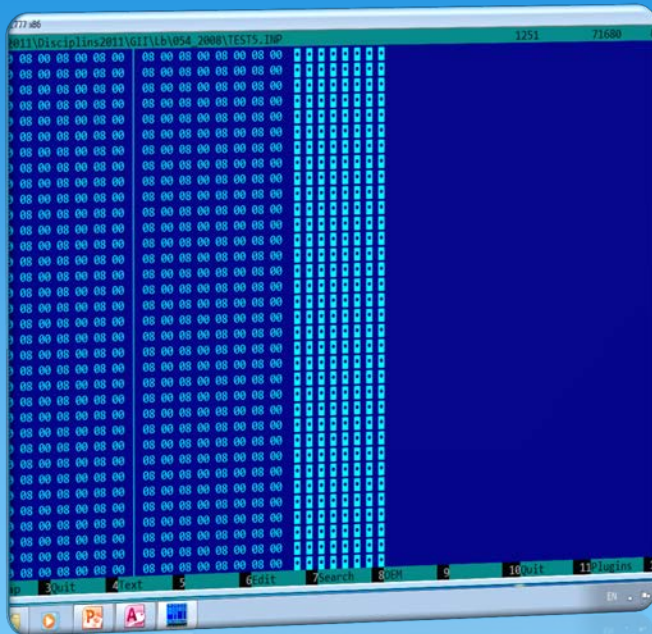
3.1 ТЛУМАЧЕННЯ

- * Interface: The common boundary between two associated systems (source: ITU-T I.112).
- * Інтерфейс: спільна межа між двома зв'язаними системами (джерело: СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦІЇ МІЖНАРОДНОГО СОЮЗУ ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ I.112).

3.1 Основна модель каналу цифрового зв'язку



- * 1 – джерело;
- * 2 – модуль кодування джерела;
- * 3 – модуль кодування каналу;
- * 4 – канал з шумом;
- * 5 – модуль декодування каналу;
- * 6 – модуль декодування джерела;
- * 7 – одержувач

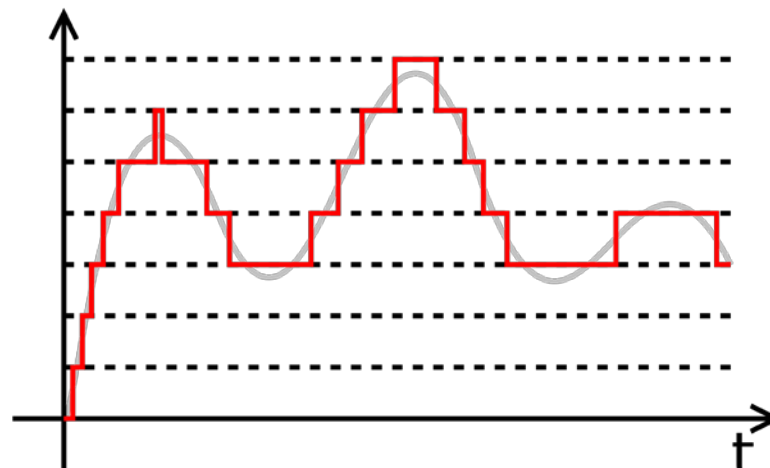


3.1 Аналіз цифрових даних

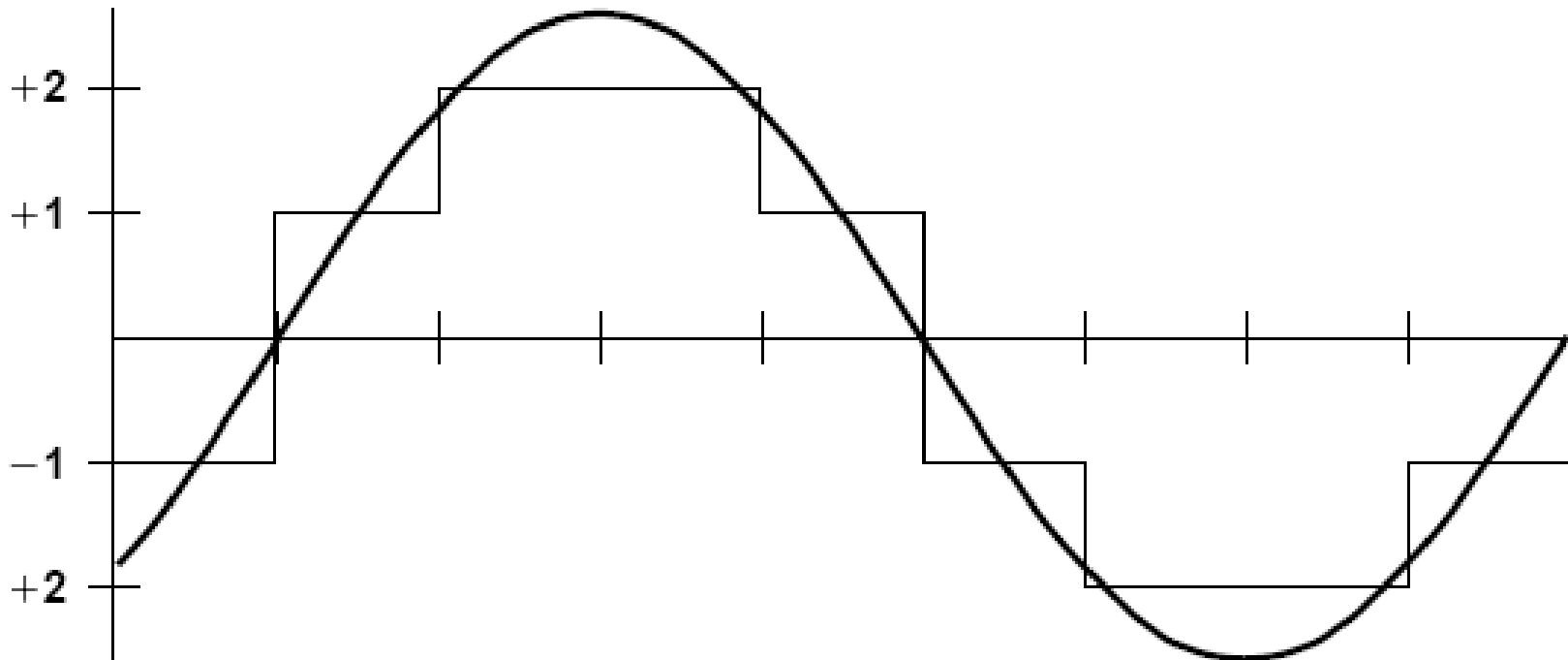
Аналіз цифрових даних за допомогою програми FAR.

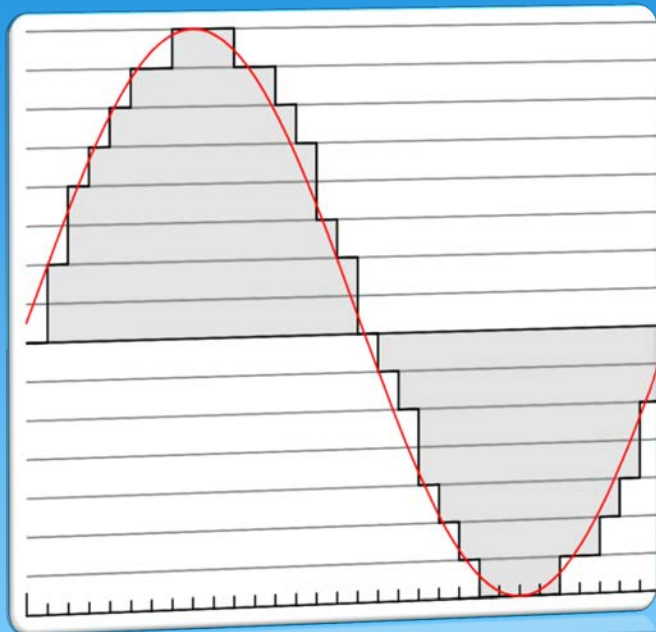
3.1 Сигнал #1 та #2

- 1) Час - безперервний
- 2) Амплітуда - квантова



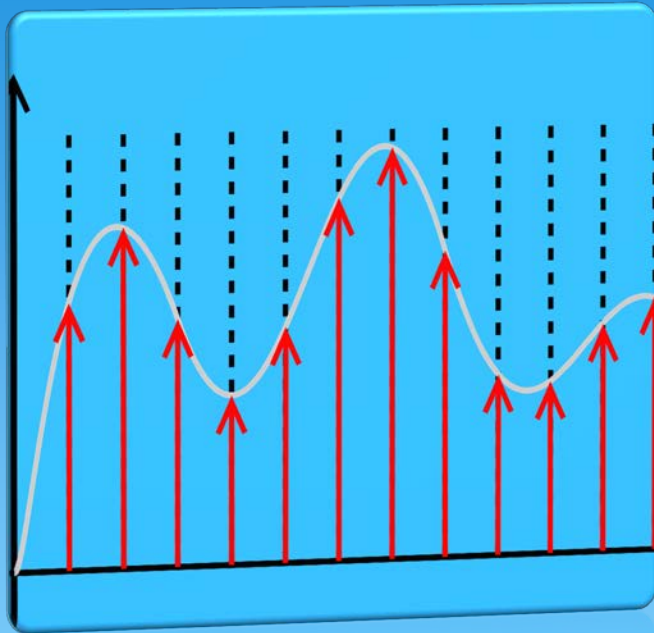
3.1 Сигнал #1 та #2а





3.1 Сигнал #1 та #2b

- 1) Час - безперервний
- 2) Амплітуда - квантова

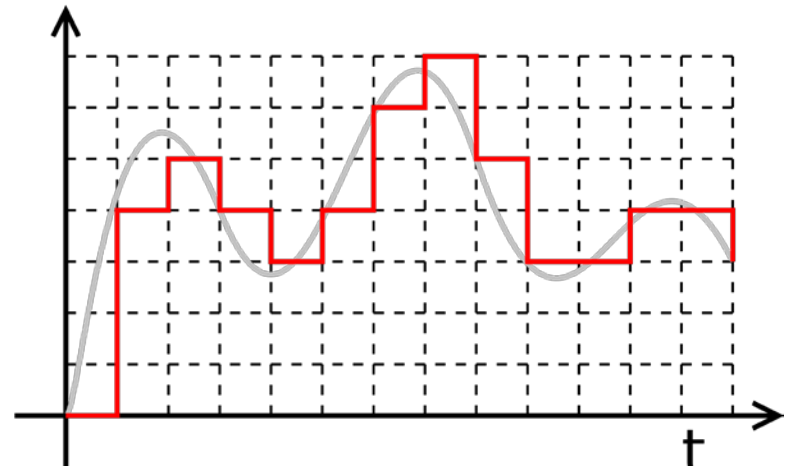


3.1 Сигнал #1 та #3

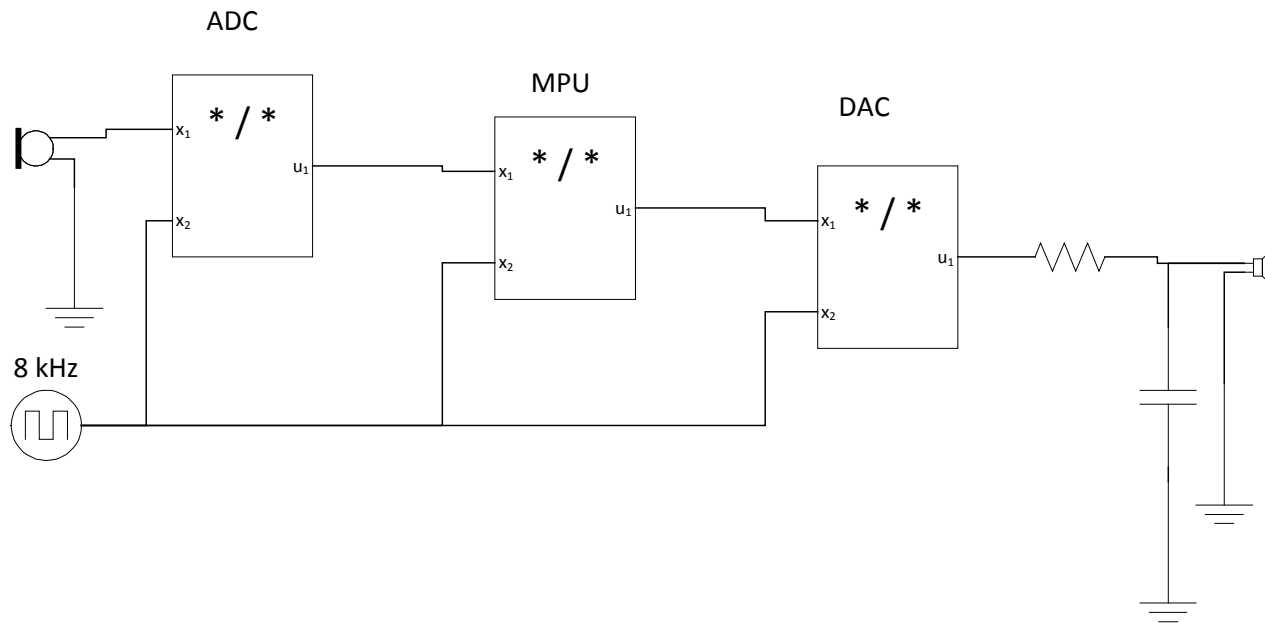
- 1) Час – дискретний
- 2) Амплітуда – безперервна (континуальна)

3.1 Сигнал #4

- 1) Час - дискретний
- 2) Амплітуда - квантова



3.1 Перетворення аналог-цифра



3.1 Математична теорія зв'язку

- * Математична теорія зв'язку майже із самого початку одержала назву теорії інформації. І хоча один з аспектів вказаної теорії пов'язаний з визначенням інформації і з'ясуванням її сенсу з позицій інженера, до головних досягнень теорії слід віднести з'ясування можливостей і обмежень систем цифрового зв'язку у формі, корисній для інженера-зв'язківця.

3.1 Основні терміни

- * Текстове повідомлення (textual message). Послідовність символів. При цифровій передачі даних повідомлення є послідовність цифр або символів, що належать скінченому набору, або алфавіту.
- * Знак (character). Елемент алфавіту або набору символів. Знаки можуть представлятися послідовністю бінарних цифр. Існує декілька стандартних кодів, які використовуються для знакового кодування, зокрема Американський стандартний код для обміну інформацією (American Standard Code for Information Interchange — ASCII), розширений бінарний код обміну інформацією (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code — EBCDIC), код Холлеріта (Hollerith code), код Бодо (Baudot code), код Муррея (Murray code) і код Морзе (Morse code).
- * Бінарна цифра – біт (binary digit – bit). Фундаментальна одиниця інформації для всіх цифрових систем. Термін "біт" також використовується як одиниця об'єму інформації.

3.1 Частота Найквіста

sampling rate F_s

Nyquist rate $F_s=2F_m$

При іншому формулюванні верхню межу T_s можна виразити через частоту дискретизації (sampling rate) . В цьому випадку отримуємо обмеження, що іменується критерієм Найквіста (Nyquist criterion): $F_s > 2F_m$.

Частота дискретизації також називається частотою Найквіста (Nyquist rate) $F_s=2F_m$. Критерій Найквіста — це теоретична достатня умова, яка робить можливим повне відновлення аналогового сигналу з послідовності рівномірно розподілених дискретних вибірок.

Аналогові сигнали перетворюються в бінарні цифри, в результаті цього не виходить нічого фізичного, тільки цифри. Цифри — це просто абстракція, спосіб опису інформації, що міститься в повідомленні. Отже, нам необхідно мати щось фізичне, що представлятиме цифри або буде носієм цифр.

3.1 SNR

- * Будь-хто, хто вивчав аналоговий зв'язок, знайомий з критерієм якості, іменованим відношенням середньої потужності сигналу до середньої потужності шуму (S/N або SNR).
- * У цифровому зв'язку як критерій якості частіше використовується нормована версія SNR, E_b/N_0 . E_b — це енергія біта, і її можна описати як потужність сигналу S , помножену на час передачі біта T_b . N_0 — це спектральна щільність потужності шуму, і її можна виразити як потужність шуму N , що ділиться на ширину смуги W .
- * Оскільки час передачі біта T_b і швидкість передачі бітів R взаємно зворотні, E_b можна замінити на $1/R$:
 $E_b/N_0 = ST_b/(N/W) = (S/R)/(N/W)$.

3.1 Швидкість передачі даних

- * Ще один параметр, який часто використовується в цифровому зв'язку, є швидкість передачі даних в бітах в секунду R . Відношення E_b/N_0 це відношення S/N , яке нормується на ширину смуги і швидкість передачі бітів.

3.1 Графік залежності ймовірності появи помилкового біта

- * Однією з найважливіших метрик якості в системах цифрового зв'язку є графік залежності ймовірності появи помилкового біта від відношення сигнал-шум. Безрозмірне відношення — це стандартна якісна міра продуктивності систем цифрового зв'язку. Отже, необхідне відношення можна розглядати як метрику, що дозволяє порівнювати якість різних систем; чим менше необхідне відношення, тим ефективніше процес детектування при даній ймовірності помилки.

3.1 Причини зниження достовірності передачі

- * Встановлено, що існує дві основні причини зниження достовірності передачі. Перша — це зменшення відношення сигнал/шум. Друга — це спотворення сигналу, яке може бути викликане між символною інтерференцією (intersymbol interference — ISI). Існують певні методи вирівнювання, що зменшують наслідки ISI. До бюджету каналу ми не включатимемо між символну інтерференцію, оскільки її особливістю є те, що підвищення потужності сигналу не завжди усуває спотворення, викликане ISI.

3.1 Завмирання в каналах зв'язку

- * Не дивлячись на те що ефекти завмирання в каналах радіозв'язку з рухомими об'єктами дещо відрізняються від тих, що зустрічаються в іоносферних і тропосферних каналах, ранні моделі все ж таки цілком прийнятні для опису ефектів завмирання в системах мобільного цифрового зв'язку.
- * Особлива увага приділяється так званому релеєвському завмиранню (Rayleigh fading) переважно в діапазоні ультрависоких частот, яке впливає на такі мобільні системи зв'язку, як персональні (Personal Communication Systems — PCS). Крім того, особлива увага приділяється основним проявам завмирання, типам погіршення характеристик і методам боротьби з погіршенням характеристик. Розглядаються два приклади характерних методів боротьби: використання еквалайзера Вітербі, який реалізовано в системі GSM, і RAKE-приймача (RAKE receiver), який вживається в системах CDMA, розроблених згідно вимогам стандарту IS-95 (Interim Standard-95).

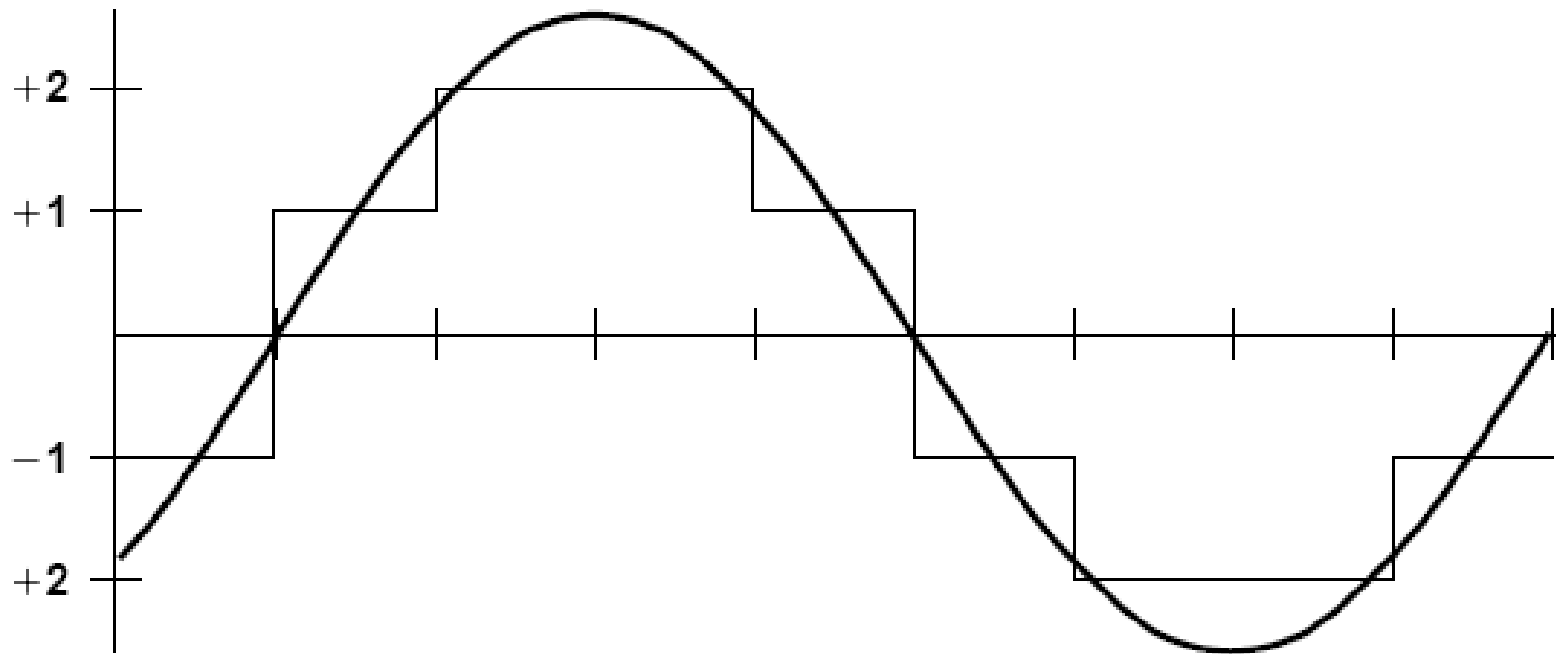
3.1 Системні компроміси

Звичайно, розробник системи може спробувати задовольнити всім вимогам. Проте очевидно, що вимоги 1 і 2 суперечать вимогам 3 і 4; вони передбачають одночасне збільшення швидкості R і мінімізацію P_b , E_b/N_0 , W . Існує декілька стримуючих чинників і теоретичних обмежень, які неминуче спричиняють за собою компроміси в будь-яких системних вимогах: мінімальна теоретично необхідна ширина смуги частот за Найквістом; теорема про пропускну спроможність Шенона-Хартлі (і межа Шенона); державне регулювання (наприклад, розподіл частот); технологічні обмеження (наприклад, сучасна елементна база); інші системні вимоги (наприклад, орбіти супутників). Деякі компроміси між кодуванням і модуляцією краще показувати через зміну положення робочої точки в одній з двох площин — характеристиці ймовірності появи помилки і характеристиці ефективності використання смуги частот як функції.

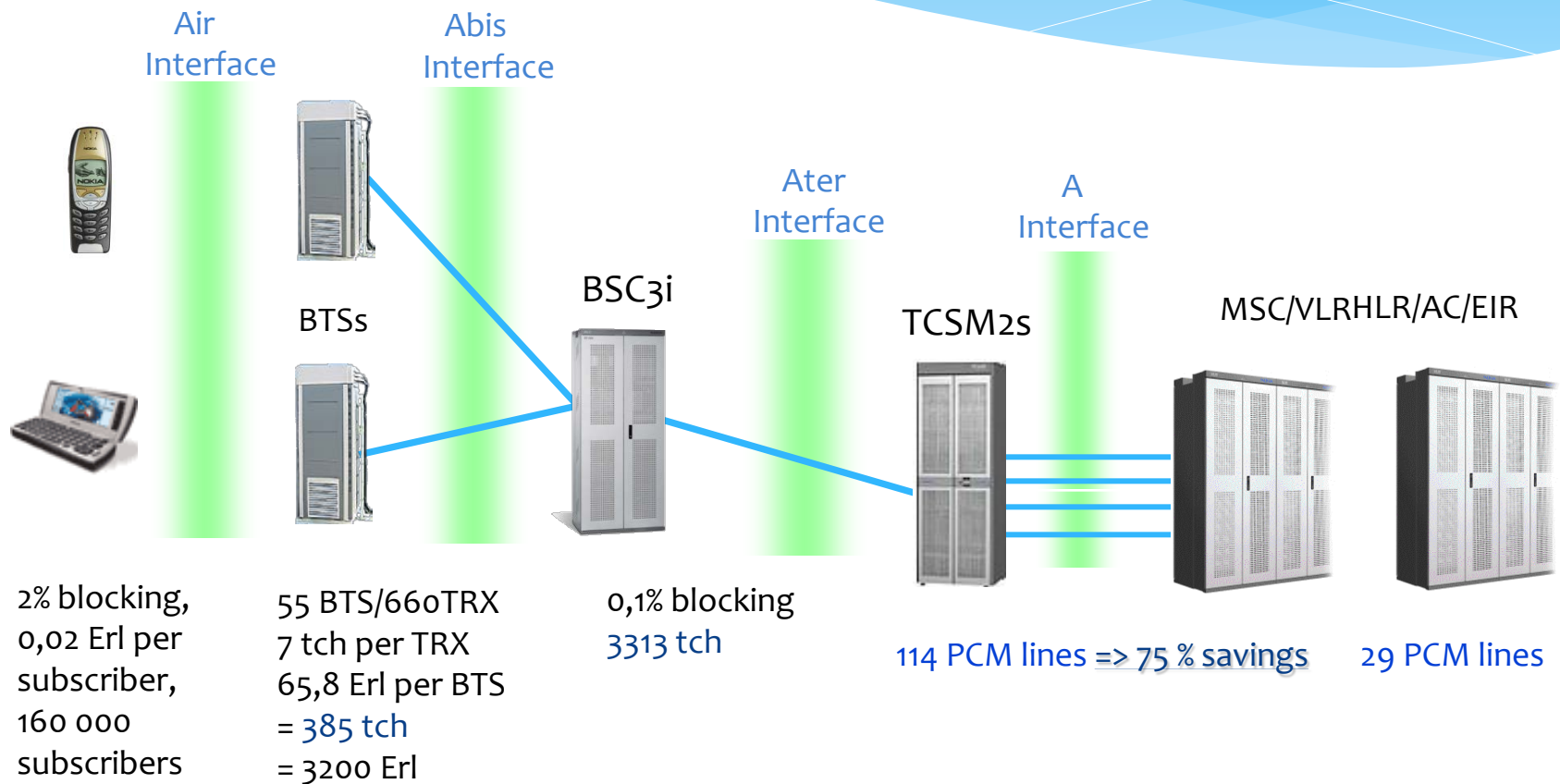
Розробник повинен прагнути:

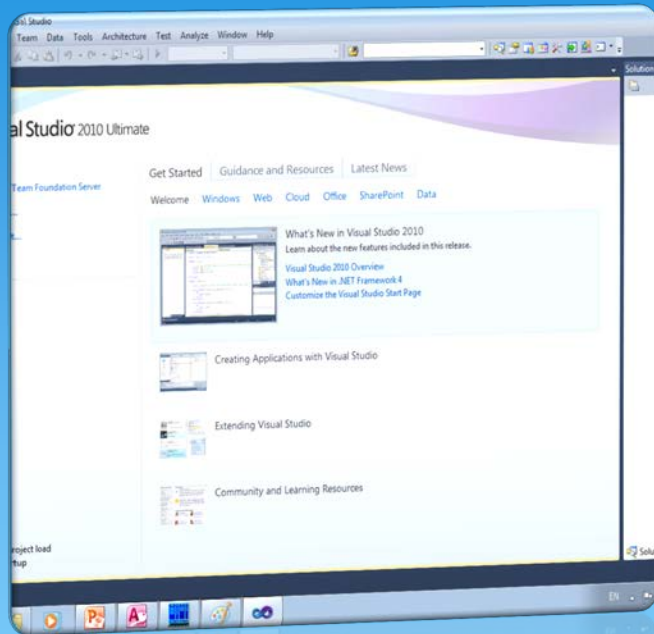
- 1) до збільшення швидкості передачі біт до максимально можливої;
- 2) мінімізації ймовірності появи бітової помилки;
- 3) мінімізації споживаної потужності, або, що те ж саме, мінімізації необхідного відношення енергії одного біта до спектральної щільності потужності шуму;
- 4) мінімізації ширини смуги пропускання W ;
- 5) збільшення ефективності використання системи, тобто до забезпечення надійного обслуговування, максимального числа користувачів з мінімальними затримками і максималістю до виникнення конфліктів;
- 6) мінімізації конструктивної складності системи, обчислювального навантаження і вартості системи.

3.2 Кодування голосу в мережі



3.2 Optimised Transmission Concentration by Nokia BSS





3.2 Проектування модулів кодування

Проектування модулів кодування в
середовищі MS Visual Studio 2010

3.2 Голосові органи людини

- * Кодове перетворення засноване на використанні особливостей голосових органів людини.
- * По суті справи голосові зв'язки людини генерують частоту, яка далі модулюється горлом і ротом, як фільтром. Знаючи в кожен момент часу частоту і параметри фільтру, можна відновити вихідний сигнал.
- * Враховуючи особливості голосових органів людини, можна вважати, що за невеликий проміжок часу (10-30мс) вони не змінюють свого стану, тобто залишаються постійними частота і параметри фільтру. Отже, якщо брати відрізки мовного сигналу по 20мс, визначати частоту основного тону і параметри фільтру мовного тракту, то по ним легко можна відновити вихідний сигнал.
- * Так, наприклад, при кодуванні з лінійним прогнозуванням визначається і передається наступна інформація: параметри моделі мовного тракту; признак збудження; період основного тону; коефіцієнт посилення.

3.2 Крок 1

- * Блок попередньої обробки здійснює формування вхідного сигналу за допомогою цифрового фільтру, що підкреслює верхні частоти; розбиття сигналу на сегменти 160 вибірок (20мс); зважування кожного з сегментів вікном Хеммінга.

3.2 Короткострокове передбачення

- * Далі для кожного 20мс сегменту оцінюються параметри фільтру короткочасного лінійного прогнозу – 8 коефіцієнтів часткової кореляції $i=1-8$ (порядок прогнозу $M=8$), які для передачі по каналу зв'язку перетворюються в логарифмічні відносини площ, причому для функції логарифма використовується лінійна апроксимація.

3.2 Довгострокове передбачення

- * Сигнал з виходу блоку попередньої обробки фільтрується фільтром-аналізатором короткочасного лінійного прогнозу і за його вихідним сигналом залишку прогнозу оцінюються параметри довготермінового прогнозу LTP: коефіцієнт прогнозу g і затримка d .
- * При цьому 160-вибірковий сегмент залишку короткочасного прогнозу розділяється на 4 часткові сегменти, 40 вибірок в кожному. Параметри g , d оцінюються для кожного з часткових сегментів окремо, причому для оцінки затримки d для поточного часткового використовується рухомий частковий сегмент з 40 вибірок, що переміщається в межах попередніх 128 вибірок сигналу залишку прогнозу.
- * Сигнал пропускається через фільтр-аналізатор LTP, а вихідний сигнал останнього залишку прогнозу фільтрується, і на ньому формуються параметри сигналу збудження окремо для кожного з 40-вибіркових часткових сегментів.

3.2 Сигнал збудження

- * Сигнал збудження одного часткового сегменту складається з 13 імпульсів, які надходять через рівні проміжки часу втричі більші, ніж інтервал дискретизації вхідного сигналу, і що мають різні амплітуди.

3.2 Формування сигналів збудження

- * Для формування сигналу збудження 40 імпульсів часткового сегменту згладженого залишку обробляються таким чином. Останній (40-й) імпульс відкидається, а перші 39 імпульсів розбиваються на три послідовності: у першій – імпульси 1, 4..., 37, в другій – імпульси 2, 5..., 38, в третій – імпульси 3, 6..., 39.
- * Як сигнал збудження вибирається та з послідовностей, енергія якої більше.
- * Амплітуди імпульсів нормуються по відношенню до імпульсу з найбільшою амплітудою, і нормовані амплітуди кодуються трьома бітами кожна при лінійній шкалі квантування.
- * Абсолютне значення найбільшої амплітуди кодується шістьма бітами в логарифмічному масштабі. Положення імпульсів 13-елементної послідовності кодується двома бітами, тобто номер послідовності, вибраної як сигнал збудження для даного часткового сегменту.

3.2 ВИСНОВКИ

- * Таким чином, вихідна інформація модуля кодування мови для одного сегменту тривалістю 20мс мови включає параметри:
- * фільтру короткочасного лінійного прогнозу – 8 коефіцієнтів логарифмічного відношення площ - один набір на весь сегмент;
- * фільтру довготермінового лінійного прогнозу – коефіцієнт прогнозу g і затримка d – для кожного з чотирьох часткових сегментів;
- * сигналу збудження - номер послідовності, максимальна амплітуда, нормовані амплітуди $i=1-13$, імпульсів послідовності для кожного з чотирьох часткових сегментів.

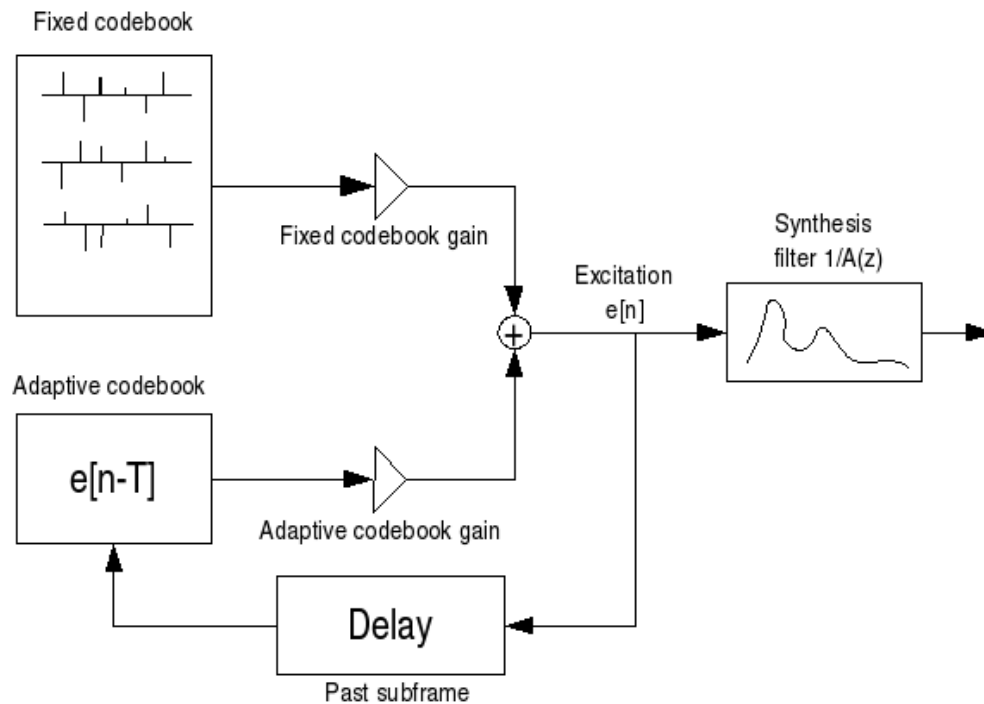
3.2 Стиснення інформації

- * Всього для одного 20-мс сегменту мови передається 260 біт інформації, тобто модуль кодування мови здійснює стиснення інформації майже в 10 разів ($2080:260=8$).
- * Перед видачею в канал зв'язку вихідна інформація модуля кодування мови також піддається додатково каналному кодуванню.

3.2 Декодер

- * Декодер виконує такі операції.
- * Блок формування сигналу, використовуючи прийняті параметри сигналу збудження, відновлює 13-імпульсну послідовність сигналу збудження для кожного з часткових сегментів сигналу мови, включаючи амплітуди імпульсів і їх розташування в часі.
- * Сформований таким чином сигнал збудження перетворюється фільтром-синтезатором довгострокового прогнозу.
- * На його виході формується відновлений залишок прогнозу фільтру-аналізатора короткочасного лінійного прогнозу, який поновлюється фільтром-синтезатором короткочасного лінійного прогнозу. Причому параметри фільтру заздалегідь перетворюються з логарифмічних відносин площ, в коефіцієнти часткової кореляції.
- * Вихідний сигнал фільтру-синтезатора короткочасного лінійного прогнозу надходить в блок остаточної фільтрації, який поновлює амплітудні співвідношення частотних складових сигналу мови. Таким чином компенсуються зміни, які внесені вхідним фільтром блоку попередньої обробки модуля кодування.
- * Сигнал на виході фільтру є відновленим цифровим сигналом мови.

3.2 Декодер CELP



3.2 The AMR codec

- * Sampling frequency 8 kHz/13-bit (14.20 samples for 20 ms frames), filtered to 200-3400 Hz.
- * The AMR codec uses eight source codecs with bit-rates of 12.2, 10.2, 7.95, 7.40, 6.70, 5.90, 5.15 and 4.75 kbit/s.
- * Generates frame length of 95, 103, 118, 134, 148, 159, 204, or 244 bits for bit rates 4.75, 5.15, 5.90, 6.70, 7.40, 7.95, 10.2, or 12.2 kbit/s, respectively
- * AMR utilizes [Discontinuous Transmission \(DTX\)](#), with [Voice Activity Detection \(VAD\)](#) and [Comfort Noise Generation \(CNG\)](#) to reduce bandwidth usage during silence periods
- * Algorithmic delay is 20 ms per frame. For bit-rates of 12.2, there is no 'algorithm' look-ahead delay. For other rates, look-ahead delay is 5 ms. Note that there is 5 ms 'dummy' look-ahead delay, to allow seamless frame-wise mode switching with the rest of rates.
- * AMR is a hybrid speech coder which uses [Algebraic Code Excited Linear Prediction \(ACELP\)](#)
- * The complexity of the algorithm is rated at 5, using a relative scale where [G.711](#) is 1 and [G.729a](#) is 15.
- * [PSQM](#) testing under ideal conditions yields [Mean Opinion Scores](#) of 4.14 for AMR (12.2 kbit/s), compared to 4.45 for [G.711](#) (u-law)
- * [PSQM](#) testing under network stress yields [Mean Opinion Scores](#) of 3.4.39 for AMR (12.2 kbit/s), compared to 4.13 for [G.711](#) (u-law)

Лекція 4. Базові технології

План лекції:

- ❑ 1) огляд технологій;
- ❑ 2) еталонна модель взаємодії відкритих систем;
- ❑ 3) типи каналів.

4.1 Розподілена мережа

- * Розподілена мережа є мережею передачі даних, сфера дії якої тягнеться за межі локальної мережі.
- * Однією з відмінностей розподіленої мережі від локальної є те, що для використання розподіленої мережі потрібно укласти договір із зовнішнім провайдером таким, наприклад, як регіональна дирекція підприємства Укртелеком.
- * Це дозволяє в розподіленій мережі скористатися послугами мережевих провайдерів (carrier network services).

4.1 Передавання даних

- ❑ У розподіленій мережі використовуються канали передавання даних, такі як інтегровані служби цифрових мереж (Integrated Services Digital Network, ISDN) і ретрансляція фреймів Frame Relay, що надається мережевими провайдерами, для отримання доступу до виділеної смуги пропускання в межах області дії розподіленої мережі.
- ❑ Розподілена мережа з'єднує:
 - один з одним окремі офіси однієї організації;
 - офіси компанії з іншими організаціями, із зовнішніми службами (такими як бази даних) і з віддаленими користувачами.
- ❑ Розподілені мережі звичайно передають дані різних типів, такі як звук, цифрові дані і відео.

4.1 Еталонна модель взаємодії відкритих систем

- ❑ Open System Interconnection, OSI
- ❑ International Standards Organization, ISO7498
- ❑ International Telecommunication Union, ITU-T, X.200

В 1983 році робота в продовж 6 років Міжнародної організації з стандартизації, ISO щодо еталонної моделі архітектури мережі передавання даних була закінчена та був оприлюднений міжнародний стандарт ISO7498.

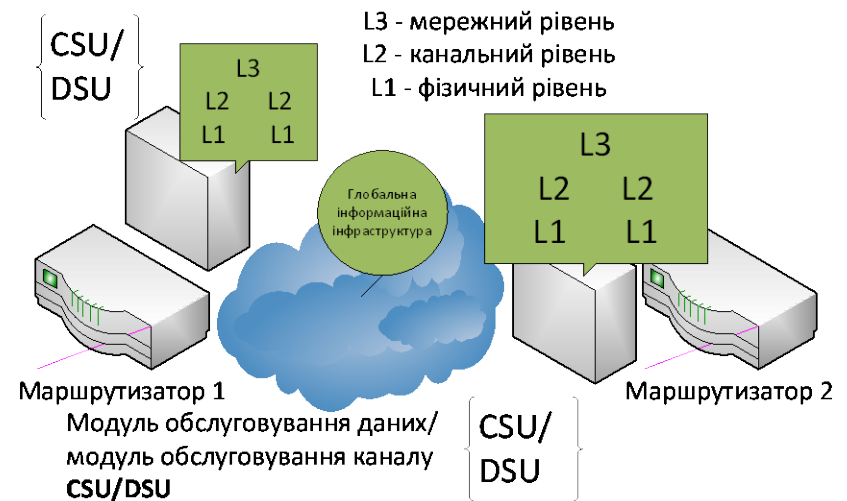
Стандарт був використаний Міжнародним союзом електрозв'язку ITU-T під час розробки стандарту X.200.

Обидва документа мають однакову назву – еталонна модель взаємодії відкритих систем OSI.

Сім рівнів моделі OSI розглянуті в літературі [Хелд, стор.425-429].

4.1 Технології

Технології розподілених мереж функціонують на трьох нижніх рівнях еталонної моделі OSI.



4.1 Технології

channel service unit/digital
service unit, CSU/DSU

Блок обслуговування
каналу/блок
обслуговування даних
CSU/DSU.

Пристрій цифрового
зв'язку, що з'єднує
устаткування кінцевого
користувача і відгалуження
локальної телефонної
станції.

4.1 Служби

Point Of Presence, POP

Central Office, CO

Найчастіше використовуються такі служби розподілених мереж, як телефонний зв'язок і передача даних.

Ці служби функціонують на ділянці між точкою присутності POP і телефонною станцією CO провайдера.

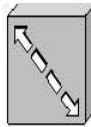
Телефонна станція це офіс місцевої телефонної компанії, до якого приєднані всі локальні відгалуження даного регіону і в якому відбувається комутація ліній абонентів.

4.1 Три типи провайдерів послуг



Телефонна станція

- Базова телефонна служба
- Служба даних



Провайдери

- 1) Служба виклику (SS7)
- 2) Канали TDM
 - (56/64kbit/s)
 - (T1/E1)
- 3) X.25
- Frame Relay



Телефонна станція

- Базова телефонна служба
- Служба даних

4.1 Служба ВИКЛИКУ

call setup

Signaling System 7 , SS7

Служба виклику встановлює і припиняє зв'язок між користувачами телефонів.

Звана також сигналізацією, служба установки виклику використовує окремий телефонний канал, який не використовується для інших цілей.

Для установки виклику найчастіше використовується система сигналізації SS7, яка передає і приймає телефонні управляючі повідомлення і сигнали на шляху від точки передачі до пункту призначення.

4.1 Служба часового мультиплексування

Time-division multiplexing, TDM

Для передачі інформації від багатьох джерел використовується смуга пропускання фіксованої ширини в одному і тому ж передавальному середовищі.

Метод комутації каналів використовує сигналізацію для визначення маршруту виклику, який є виділений шлях між відправником і одержувачем.

Здійснюючи мультиплексування потоків даних у фіксований часовий проміжок, TDM дозволяє уникнути перевантаження пристроїв і зміни значень затримки.

Канали TDM використовуються базовою телефонною службою і ISDN.

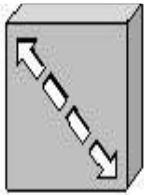
4.1 Служба протоколу Frame Relay

- * Інформація, що міститься у фреймах, передається в певній смузі пропускання спільно із інформацією від інших передплатників.
- * Служба Frame Relay являється статистичною службою мультимплексування, на відміну від TDM, вона використовує ідентифікатори 2-го рівня і постійні віртуальні канали.
- * Крім того, комутація пакетів протоколом Frame Relay використовує маршрутизацію 3-го рівня, при якій адреси відправника і адресата містяться в самому пакеті.

4.1 Термінологія

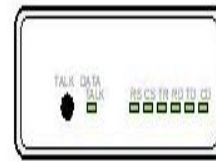
- * Технологічний прогрес останнього десятиліття зробив доступними для проєктувальників мереж ряд нових рішень.
- * При виборі оптимального варіанту розподіленої мережі необхідно оцінити переваги і вартість послуг різних провайдерів
- * При укладенні договору організацією на використання ресурсів зовнішнього провайдера мережевих послуг останній пред'являє передплатнику певні вимоги до з'єднань, що стосуються, зокрема, типу устаткування, призначеного для отримання цих послуг.
- * Рисунок ілюструє найбільш часто використовувані терміни, пов'язаними з основними типами послуг в розподілених мережах.

4.1 З'єднання типу «точка-точка»



Міжміська мережа
провайдера послуг

- Магістралі
- Комутатори
- Комутатор телефонної станції



Абонентський канал

- Демаркація
- Стаціонарне устаткування користувача

4.1 Стаціонарне устаткування користувача

Customer's Premises Equipment, CPE.

Пристрої, фізично розташовані в приміщеннях користувача.

Вони включають як пристрої, що належать споживачу, так і пристрої, орендовані у провайдера.

4.1 Демаркація (або демарк)

Demarcation or demarc

Точка, в якій закінчується СРЕ і починається локальне відгалуження служби провайдера.

Часто ця точка перебуває в точці присутності будівлі.

4.1 Абонентський канал

або «остання миля»

Кабель (звичайно мідний дріт), прокладений від точки демаркації до телефонної станції провайдера.

4.1 Комутатор телефонної станції

CO switch

Комутуючий пристрій, який є найближчим до точки присутності для служби провайдера розподіленої мережі.

4.1 Зонова мережа

toll network, trunk

Зонова мережа. Транзитні комутатори і інші пристрої колективного користування (також звані магістралями) в середовищі провайдера.

Потік даних клієнта на своєму шляху до місця призначення може проходити магістраллю до первинного центру, потім до районного центру і далі до регіонального або міжнародного центру.

4.1 Кінцеве устаткування каналу

- ❑ data terminal equipment, DTE
- ❑ data circuit-terminating equipment, DCE
- ❑ modem
- ❑ channel service unit/data service unit, (CSU/DSU)
- ❑ terminal adapter/network terminator 1, TA/NT1.

На ділянці користувача основна взаємодія відбувається між устаткуванням терміналу даних DTE і кінцевим устаткуванням каналу DCE.

Звичайно DTE це маршрутизатор, а DCE це пристрій, який використовується для перетворення даних користувача з форми, використовуваної DCE у форму, відповідну пристрою служби розподіленої мережі.

В якості DCE може застосовуватися приєднаний модем, модуль обслуговування каналу/модуль обслуговування даних **CSU/DSU** або термінальний адаптер/мережне закінчення 1 TA/NT1.

4.1 Відрізок шляху між двома DTE

- * Відрізок шляху між двома DTE називають каналом, ланцюгом або лінією.
- * Спочатку DCE забезпечує інтерфейс для доступу DTE до каналу середовища розподіленої мережі.
- * Інтерфейс DTE/DCE виступає як межа, на якій відповідальність за передачу потоку даних переходить від передплатника розподіленої мережі до провайдера.
- * Інтерфейс DTE/DCE використовує різні протоколи (такі, наприклад, як HSSI v.3.5), які встановлюють коди, які використовуються пристроями для взаємного обміну інформацією.
- * Цей інтерфейс визначає, яким чином працює служба виклику і як потік даних користувача проходить розподіленою мережею.

4.1 Віртуальні канали розподілених мереж

- * Віртуальний канал (virtual circuit) створюється для забезпечення надійного зв'язку між двома пристроями мережі.
- * У протилежність каналу типу “ точка-точка ”, він є не фізичний, а логічний ланцюг.
- * Існують два типу віртуальних каналів: комутовані віртуальні канали (switched virtual circuit) і постійні віртуальні канали (permanent virtual circuit).

4.1 Комутовані віртуальні канали

- * Комутовані віртуальні канали створюються динамічно за запитом і припиняють своє існування після закінчення передачі.
- * Процес здійснення зв'язку комутованим віртуальним каналом складається з трьох етапів: створення каналу, передача даних і відключення каналу.
- * Фаза установки каналу включає створення віртуального ланцюга між пристроями джерела і адресата.
- * На етапі передачі даних здійснюється передача інформації.
- * Фаза закінчення дії каналу включає розрив зв'язку між пристроями джерела і одержувача.

4.1 Особливості

- * Комутовані віртуальні канали використовуються в ситуаціях, коли обмін інформацією між пристроями носить поодинокий характер.
- * Такому каналу потрібна велика смуга пропускання в зв'язку з наявністю фаз установки і розриву зв'язку, проте при цьому забезпечується зниження витрат в порівнянні з ситуацією постійно включеного віртуального каналу.

4.1 Постійний віртуальний канал

- * Постійний віртуальний канал має тільки один режим роботи — передавання даних.
- * Такі канали використовуються в тих випадках, коли обмін даними між пристроями носить постійний характер.
- * Постійні віртуальні канали використовують меншу смугу пропускання за рахунок відсутності фаз установки і розриву ланцюга, але збільшують витрати у зв'язку з постійною готовністю каналу до передачі даних.

4.1 Стандарти сигналів і швидкості передачі

- * У провайдера розподіленої мережі можна замовити канали з різною швидкістю передачі даних, яка вимірюється в бітах в секунду (біт/с).
- * Ця швидкість визначає, як швидко дані передаватимуться розподіленою мережею.
- * Наприклад у США ширина смуги пропускання звичайно регламентується Північноамериканською класифікацією цифрових ліній (North American Digital Hierarchy), яку приведено в таблиці.

4.1 Типи каналів

Тип каналу	Стандарт сигналу	Швидкість передавання, кбіт/с
56	DS0	56
64	DS0	64
T1	DS1	1544
E1	ZM	2048
E3	M3	34064
J1	Y1	2048
T3	DS3	44736

4.1 Типи оптичних каналів

Тип каналу	Стандарт сигналу	Швидкість передавання, Мбіт/с
OC-1	SONET	51,84
OC-3	SONET	155,54
OC-9	SONET	466,56
OC-12	SONET	622,08
OC-18	SONET	933,12
OC-24	SONET	1244,16
OC-38	SONET	1866,24
OC-48	SONET	2488,32

4.1 Типи пристроїв

- * Маршрутизатори, що виконують різноманітні функції, зокрема, регулювання мережевих процесів і управління портами інтерфейсів.
- * Комутатори, що здійснюють передачу голосових, цифрових і відеосигналів в межах смуги пропускання розподіленої мережі.
- * Модеми, які реалізують інтерфейс для служб голосових даних. Модеми включають пристрої CSU/DSU і TA/NT1, що підтримують інтерфейс із службами ISDN.
- * Комунікаційні сервери, основним завданням яких є установка і відключення зв'язку з користувачем.

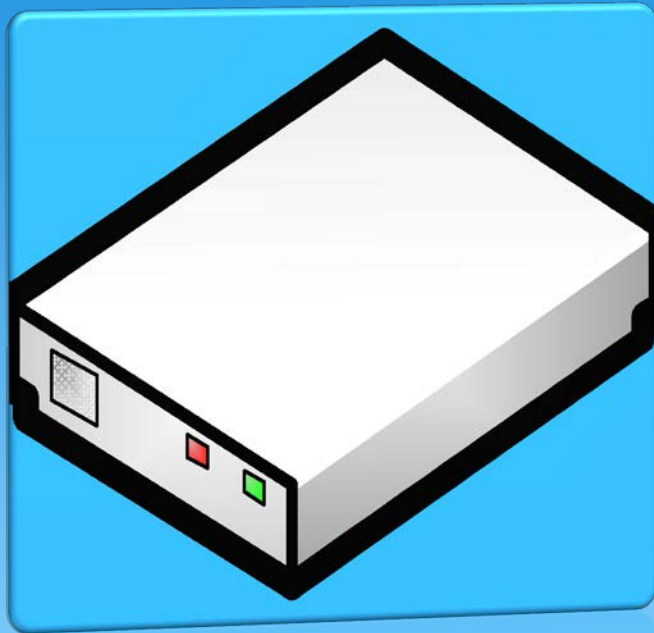


4.1 Маршрутизатори

Маршрутизатори це пристрої, що реалізують мережеві служби.

4.1 Маршрутизатори

- * Маршрутизатори це пристрої, що реалізують мережеві служби.
- * Вони забезпечують інтерфейс для різних каналів і частин мереж у великому діапазоні швидкостей.
- * Маршрутизатори являються активними мережевими вузлами і тому можуть здійснювати управління мережею.
- * Це управління мережею здійснюється шляхом динамічного контролю ресурсів і оцінкою рівня виконання мережею своїх цілей і завдань. Такими цілями є надійний зв'язок, ефективність, контроль управління і гнучкість.



4.1 Модеми

Модеми це пристрої, які перетворюють один в одного цифрові і аналогові сигнали шляхом модуляції і демодуляції, що дозволяє передавати цифрові дані звичайними телефонними лініями.

4.1 Модеми

- * Модеми це пристрої, які перетворюють один в одного цифрові і аналогові сигнали шляхом модуляції і демодуляції, що дозволяє передавати цифрові дані звичайними телефонними лініями.
- * У відправника цифрові сигнали перетворюються у форму, потрібну для передачі даних аналоговими каналами зв'язку.
- * У пункті призначення ці аналогові сигнали перетворюються в первинну цифрову форму.



4.1 Піктограми

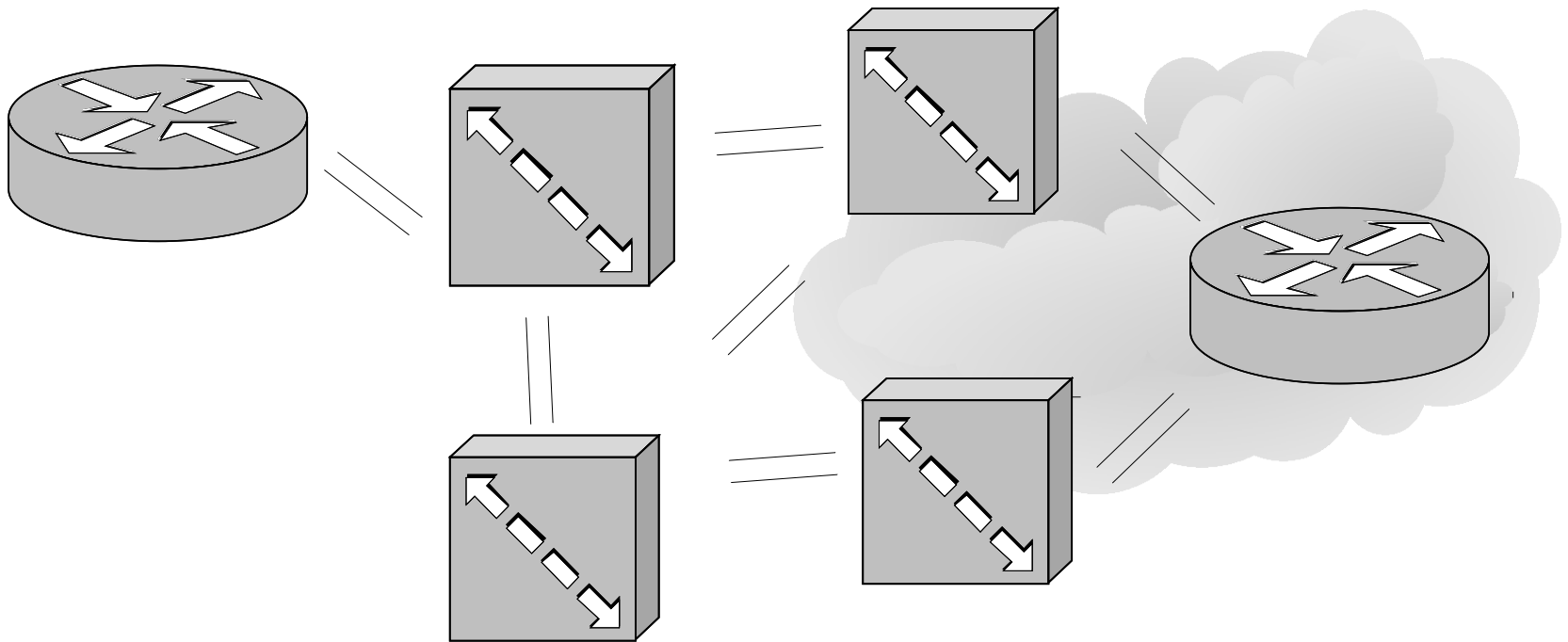
Комутатори

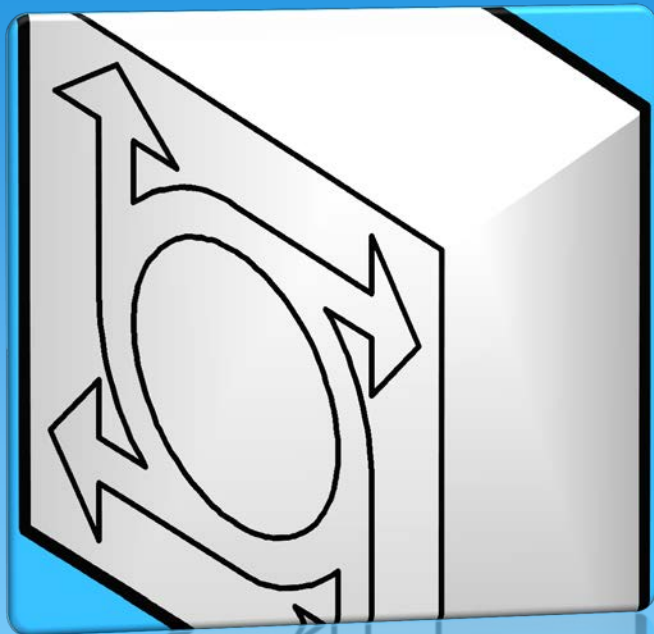
4.1 Комутатори розподілених мереж

- * Комутатори розподіленої мережі представляють собою мережеві пристрої з декількома портами, які звичайно комутують потоки даних таких протоколів, як Frame Relay, X.25 і комутована багатомегабітна служба даних (Switched Multimegabit Dataservice, SMDS).
- * Комутатори розподілених мереж функціонують на каналному рівні еталонної моделі OSI.

4.1 Комутатори розподілених мереж

На рисунку показані два маршрутизатори, розташовані на різних кінцях розподіленої мережі і з'єднані комутаторами. У даному прикладі комутатори фільтрують, спрямовують і підтримують потік кадрів на основі адреси пункту призначення кожного кадру.



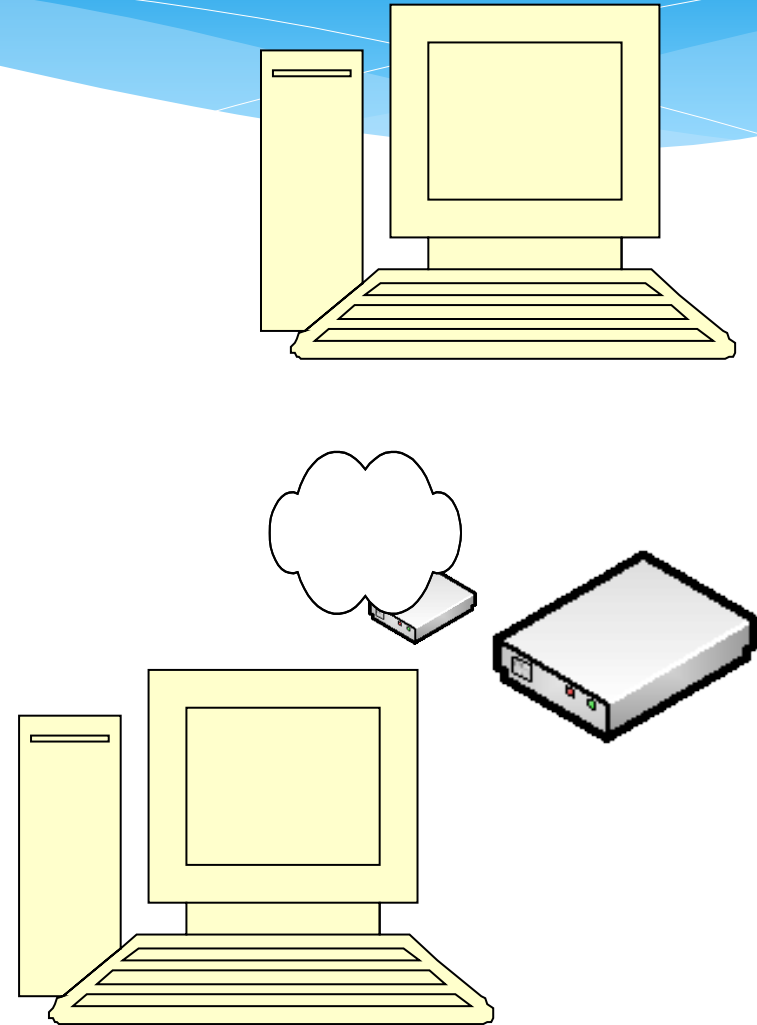


4.1 Піктограми

Комунікаційні сервери

4.1 Застосування модемів в розподіленій мережі

На рисунку показаний приклад зв'язку між модемами, здійснюваний через розподілену мережу. Застосування модемів дозволяє розподіленій мережі працювати як з аналоговими, так і з цифровими сигналами

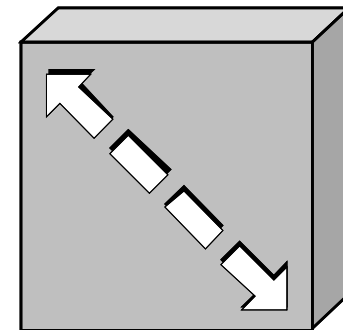
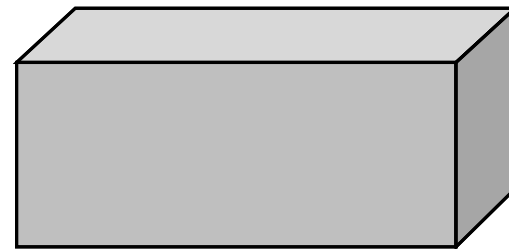
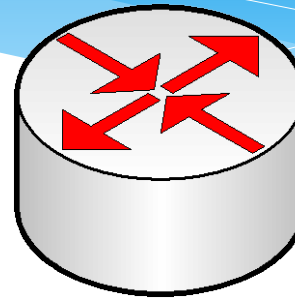


4.1 Пристрої CSU/DSU

- * Пристрій CSU/DSU це пристрій з цифровим інтерфейсом (іноді два окремі цифрові пристрої), який адаптує фізичний інтерфейс на пристрої DTE (такого, наприклад, як термінал) до інтерфейсу на DCE-пристрої (такому, як комутатор) в мережі з комутованим носієм.

4.1 Розміщення CSU/DSU в розподіленій мережі

На рисунку показане розміщення CSU/DSU в розподіленій мережі. Іноді пристрої CSU/DSU в одному корпусі з маршрутизатором.

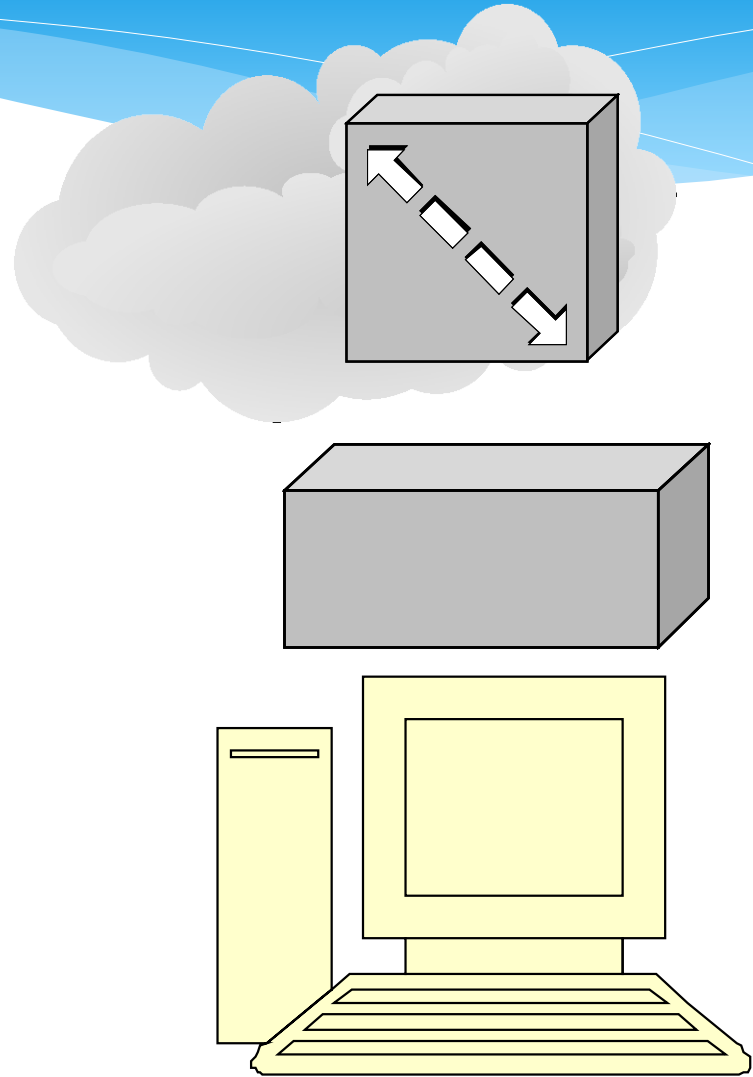


4.1 Термінальний адаптер ISDN

- * Термінальний адаптер ISDN є пристрій, який використовується для з'єднання інтерфейсу базової швидкості передачі (Basic Rate Interface, BRI) з іншими інтерфейсами.
- * Термінальний адаптер звичайно є ISDN-модемом.

4.1 Розміщення термінального адаптера в середовищі ISDN.

В розподіленій мережі термінальний адаптер з'єднує ISDN з іншими інтерфейсами, такими, наприклад, як комутатори



4.2 Фізичний рівень

- * Розподілені мережі використовують для інкапсуляції підхід декомпозиції еталонної моделі OSI, так само як це роблять локальні мережі, проте в розподілених мережах ці операції сконцентровані в основному на фізичному і каналному рівнях.

4.2 Інкапсуляція

- * Стандарти розподілених мереж звичайно описують як методи доставки фізичного рівня, так і вимоги канального рівня, включаючи адресацію, управління потоком і інкапсуляцію.
- * Інкапсуляція (encapsulation). У мережному контексті – розміщення даних в пакеті або фреймі деякого протоколу.

4.2 Стандарти розподілених мереж

- * Стандарти розподілених мереж розробляються і підтримуються ряд авторитетних організацій, частина з яких перерахована нижче.
- * Відділ стандартизації при міжнародному телекомунікаційному союзі (International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector, ITU-T). Раніше називався Консультативним комітетом з міжнародної телефонії і телеграфії (Consultative Committee for International Telegraph and Telephone, CCITT).

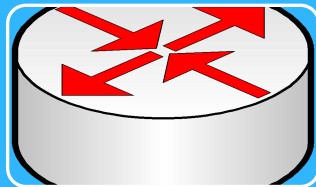
4.2 Міжнародні організації з стандартизації

- * Міжнародна організація з стандартизації (International Standardization Organization, ISO).
- * Інженерна група для розв'язання конкретних задач в Internet (Internet Engineering Task Force, IETF).
- * Асоціація електронної індустрії (Electronic Industries Association, EIA).
- * Асоціація індустрії телекомунікації (Telecommunications Industries Association, TIA).
- * Вимоги, що пред'являються до інтерфейсу між DTE і DCE, визначаються декількома протоколами фізичного рівня.

4.2 Інтерфейс між DTE і DCE

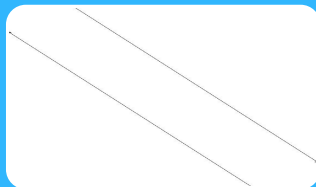
- * Протоколи фізичного рівня розподіленої мережі описують роботу служб розподілених мереж, що здійснюють електричні, механічні, операційні і функціональні з'єднання.
- * Розподілені мережі вимагають наявності з'єднання, яке забезпечується провайдером комунікаційної служби (таким, наприклад, як Укртелеком), іншим провайдером таким, наприклад, як провайдер послуг Internet або агенцією пошти, телеграфу і телефону (post, telegraph and telephone agency, PTT).
- * Фізичний рівень розподіленої мережі також описує інтерфейс між DTE і DCE.

4.2 Канал провайдера послуги



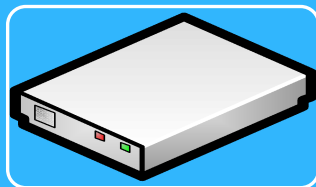
DTE

- прикінцевий пристрій користувача, підключений до каналу розподіленої мережі



Протоколи фізичного рівня

- EIA / TIA-232
- V.92 та інші



DCE (CSU / DSU, модем)

- прикінцевий пристрій провайдера, підключений до комунікаційного пристрою розподіленої мережі

4.2 Протоколи фізичного рівня EIA / TIA

- * EIA / TIA - 232 — спільний стандарт інтерфейсу фізичного рівня, розроблений EIA і TIA, який підтримує незбалансовані мережі із швидкістю передачі до 64 Кбіт /с. Він багато в чому аналогічний стандарту специфікації V.24 і був раніше відомий як RS-232. Цей стандарт використовувався протягом багатьох років.
- * Протокол EIA/TIA-449 — популярний стандарт інтерфейсу фізичного рівня, розроблений EIA і TIA. Його можна розглядати як швидшу версію (до 2 Мбіт /с) протоколу EIA/TIA-232, здатну працювати при більшій довжині кабелю.
- * EIA/TIA-612/613 — стандарт, що описує високошвидкісний послідовний інтерфейс (High Speed Serial Interface, HSSI), який забезпечує доступ до служб із швидкостями передачі: T3 (45 Мбіт/с), E3 (34 Мбіт/с) і до синхронної оптичної мережі STS-1 (Synchronous Optical Network, SONET) із швидкістю 51,82 Мбіт/с. Реальна швидкість інтерфейсу залежить від зовнішнього DSU і від типу служби, до якої він приєднаний.
- * EIA-530 — дві реалізації протоколу EIA / TIA RS-422 (для збалансованої передачі) і RS-423 (для незбалансованої передачі).

4.2 Протоколи фізичного рівня ІТУ-Т

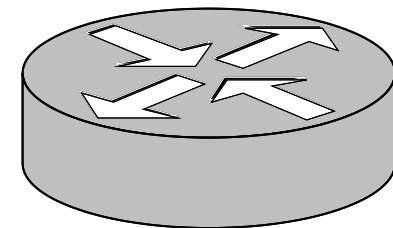
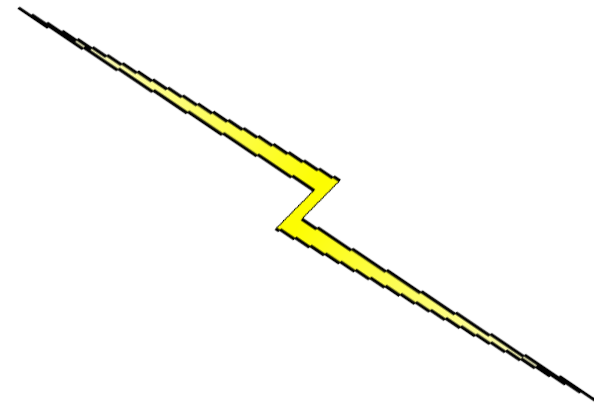
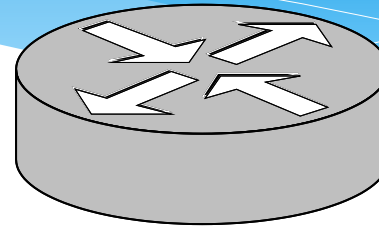
- * Протокол V.24 — стандарт ІТУ-Т для інтерфейсу фізичного рівня між устаткуванням DTE і DCE.
- * Протокол V.35 — стандарт ІТУ-Т, що описує синхронний протокол фізичного рівня, використовуваний для здійснення комунікації між пристроєм мережевого доступу і пакетною мережею. Протокол V.35 являється найбільш поширеним в США і Європі протоколом і рекомендується для швидкостей передачі до 48Кбіт/с.
- * Протокол V.92 — самий сучасний стандарт ІТУ-Т, що модернізує стандарт V.90. Протокол V.92 рекомендується для швидкостей передачі 56Кбіт/с (DS0) для каналу вниз та 48,6 Кбіт /с для каналу вверх, реально в цьому каналі часто застосовується технологія протоколу V.34 на швидкості 33.6Кбіт/с.
- * Протокол X.21 — стандарт ІТУ-Т для послідовних з'єднань синхронними цифровими лініями. Цей протокол використовується головним чином в Європі і в Японії.
- * Q.703 — електрична і механічна специфікація ІТУ-Т для здійснення зв'язку між устаткуванням телефонної компанії і DTE з використанням англійського морського з'єднувача (British Naval Connector, BNC), здійснюваної із швидкістю ліній типу E1.

4.2.2 Канальний рівень OSI

- * Канальний рівень розподіленої мережі визначає спосіб інкапсуляції даних для передачі їх на віддалені ділянки.
- * Протоколи канального рівня розподілених мереж описують, яким чином кадри передаються від однієї системи до іншої.
- * На наступних слайдах показані основні типи інкапсуляції, використовувані в каналах зв'язку розподілених мереж.

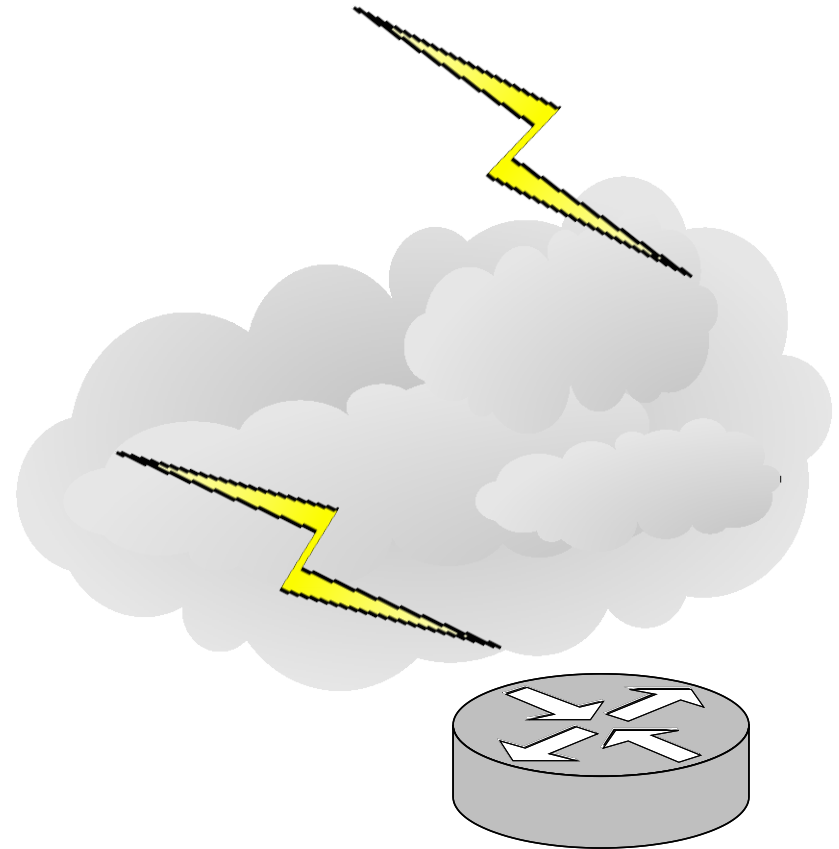
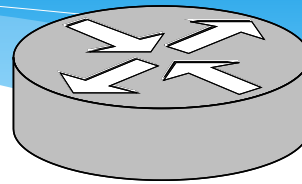
4.2 Виділений канал типу точка-точка

Вибір протоколів інкапсуляції Cisco HDLC, PPP, LAPB залежить від технології розподіленої мережі і від типу устаткування, що здійснює зв'язок



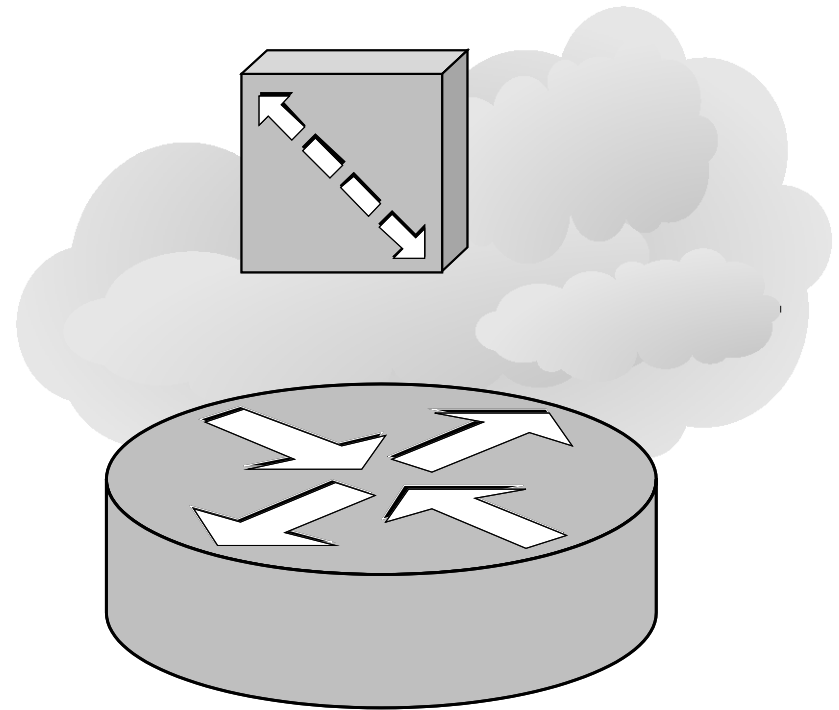
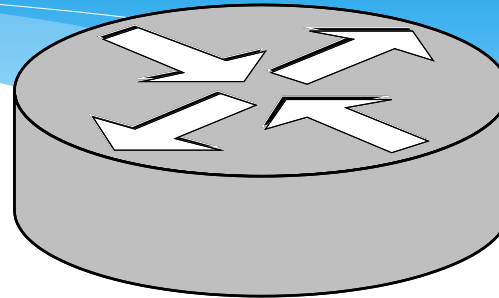
4.2 Комутація пакетів

Вибір протоколів IETF ретрансляції кадрів: X.25; Frame Relay; SMDS; залежить від технології розподіленої мережі і від типу устаткування, що здійснює зв'язок



4.2 Комутація каналів

ISDN D-канал LAPD;
ISDN B-канал PPP.



4.2 Протокол типу “ точка-точка ”

(Point-to-Point, PPP).

Описується специфікацією RFC 1661; був розроблений IETF. У заголовку міститься спеціальне поле протоколу, в якому вказується тип протоколу мережевого рівня.

4.2 Збалансований протокол доступу до каналу

(Link Access Procedure, Balanced, LAPB).

Цей протокол використовується в мережах з комутацією пакетів для інкапсуляції пакетів на 2 рівні стека X.25. Він також може бути використаний в каналі типу точка-точка у разі, коли канал має невисоку надійність або має внутрішню затримку, наприклад, в супутникових каналах. Протокол LAPB забезпечує високу надійність передачі і управління потоком на основі з'єднання типу точка-точка.

4.2 Управління каналом передавання даних високого рівня

(High-Level Data Link Control, HDLC).

Не дивлячись на відповідність стандарту ISO, різні типи протоколів HDLC придбані у різних виробників, можуть виявитися несумісними один з одним, оскільки кожен виробник може вибирати свій спосіб реалізації цього протоколу. Протокол HDLC підтримує обидві конфігурації: точка-точка і багато точкову конфігурацію.

4.2 Типи інкапсуляції

Frame Relay

Завдяки використанню спрощеної інкапсуляції без механізмів корекції помилок і передачі через високоякісні цифрові пристрої Frame Relay може передавати дані із значно більшою швидкістю, ніж інші протоколи розподілених мереж.

4.2 Типи інкапсуляції

ISDN

Набір цифрових служб для передачі голосових цифрових даних існуючими телефонними лініями.

4.2 Типи інкапсуляції

Cisco/IETF.

Використовується для інкапсуляції потоків даних протоколу Frame Relay. Опція Cisco може бути використана тільки при обміні даними між маршрутизаторами Cisco.

4.2 Формати інкапсуляції фреймів

Двома основними типами інкапсуляції типу “ точка-точка ” *
являються HDLC і PPP. Всі типи інкапсуляції в послідовних з'єднаннях використовують загальний формат фрейму, який *
містить такі поля.

Тип	Найменування поля						
PPP	Прапор	Адреса	Управління	Протокол	Данні	FCS	Прапор
HDLC	Прапор	Адреса	Управління	Виробник	Данні	FCS	Прапор

4.2 Поля фрейму

- * Прапор — указує на початок кадру; цьому полю привласнюється значення 7F (у шістнадцятирічному вигляді).
- * Адреса — поле з одного або двох байтів для адресації кінцевої станції в середовищах із множинною розсилкою.
- * Управління — поле вказує на тип фрейму: інформаційний, службовий або нумерований. Містить також конкретні коди функцій.
- * Дані – це дані для інкапсуляції
- * FCS — послідовність перевірки фрейму (frame check sequence, FCS).
- * Прапор — ідентифікатор трейлера, йому привласнюється значення 7E.

4.2 Необхідно задавати тип конфігурації 2-го рівня

- * Кожен тип з'єднання при передачі даних каналами розподіленої мережі використовує для інкапсуляції протокол 2-го рівня.
- * Для того, щоб бути упевненим в правильності протоколу, використовуюваного для інкапсуляції, необхідно задати тип конфігурації 2-го рівня для кожного послідовного інтерфейсу маршрутизатора.
- * Вибір протоколу інкапсуляції залежить від використовуюваної технології розподіленої мережі і від типу комунікаційного устаткування.
- * Протоколи HDLC і PPP це два типу протоколів інкапсуляції, які можна використовувати для з'єднань, які наведені в даній темі.

4.2 Інкапсуляція протоколу PPP

Password Authentication
Protocol, PAP

Challenge Handshake
Authentication Protocol, CHAP

Протокол PPP надає стандартний метод інкапсуляції для послідовних з'єднань (описаний в стандартах RFC 1332 і RFC 1661). Цей протокол може, крім усього іншого, перевіряти якість каналу при установці зв'язку.

Протокол PPP також надає можливість перевірки автентичності за допомогою протоколу перевірки пароля PAP або протоколу перевірки автентичності із попереднім узгодженням виклику CHAP.

4.2 Довготривалий конспект: обговорення каналу PPP

Point-to-Point Protocol, PPP

Link Control Protocol, LCP

IP Control Protocol, IPCP

Для забезпечення спільної роботи версій програм, придбаних у різних виробників, протокол PPP використовує декілька додаткових протоколів:

- 1) протокол LCP для узгодження взаємодії на основній лінії;
- 2) сімейство мережевих протоколів управління, для узгодження індивідуальних протоколів 3-го рівня і їх IP-опцій (таких, як IP-протокол управління, IPCP) і інших опцій, таких як стиснення даних.

При узгодженні параметрів каналу PPP спочатку вибирається протокол управління каналом, а потім додаткові мережеві протоколи управління.

4.2 Команди управління

```
Router (config) # interface serial 0
```

```
Router (config-if) # encapsulation ppp
```

Для перевірки статусу LCP і мережевих протоколів, що управляють, можна використовувати команду `show interfaces`, а для тестування взаємодії мережевих рівнів можуть бути використані мережеві протоколи управління.

Для усунення помилок існує дуже зручна команда `debug ppp`.

Для створення конфігурації послідовного з'єднання з використанням PPP використовується команда `encapsulation ppp`.

4.2 Інкапсуляція протоколу HDLC

- * Протокол HDLC це протокол канального рівня, що створений на базі протоколу управління синхронним каналом даних (Synchronous Data Link Control).
- * Інкапсуляція протоколу HDLC використовується за умовчанням для послідовних каналів між маршрутизаторами Cisco.
- * Реалізація цього протоколу є дуже примітивною: відсутні вікна і контроль потоку, допускаються лише з'єднання типу «точка-точка».
- * У адресному полі всі біти завжди рівні одиниці. Крім того, після поля управління вставлений 2-байтовий код виробника; це означає, що тип фреймів використовуваних HDLC несумісний із устаткуванням інших виробників.

4.3 Типи каналів

Глобальна мережа

Канали з комутацією

Виділені
лінії

Комутація
каналів

Комутація
пакетів

Орендовані
лінії
(STM-1/E1)

PSTN,
ISDN

X.25, Frame
Relay, ATM,
SMDS

4.3 Виділені лінії

- * Виділені лінії, також звані орендованими лініями (leased lines), забезпечують постійне користування службою.
- * Вони звичайно використовуються для передачі цифрових даних, голосових даних і, іноді, відеоданих.
- * При проектуванні мережі передачі даних виділені лінії звичайно забезпечують базове або магістральне з'єднання між основними ділянками або сайтами.
- * Використання виділених ліній вважається основним варіантом при проектуванні розподілених мереж.

4.3 Дві точки з'єднані виділеною лінією

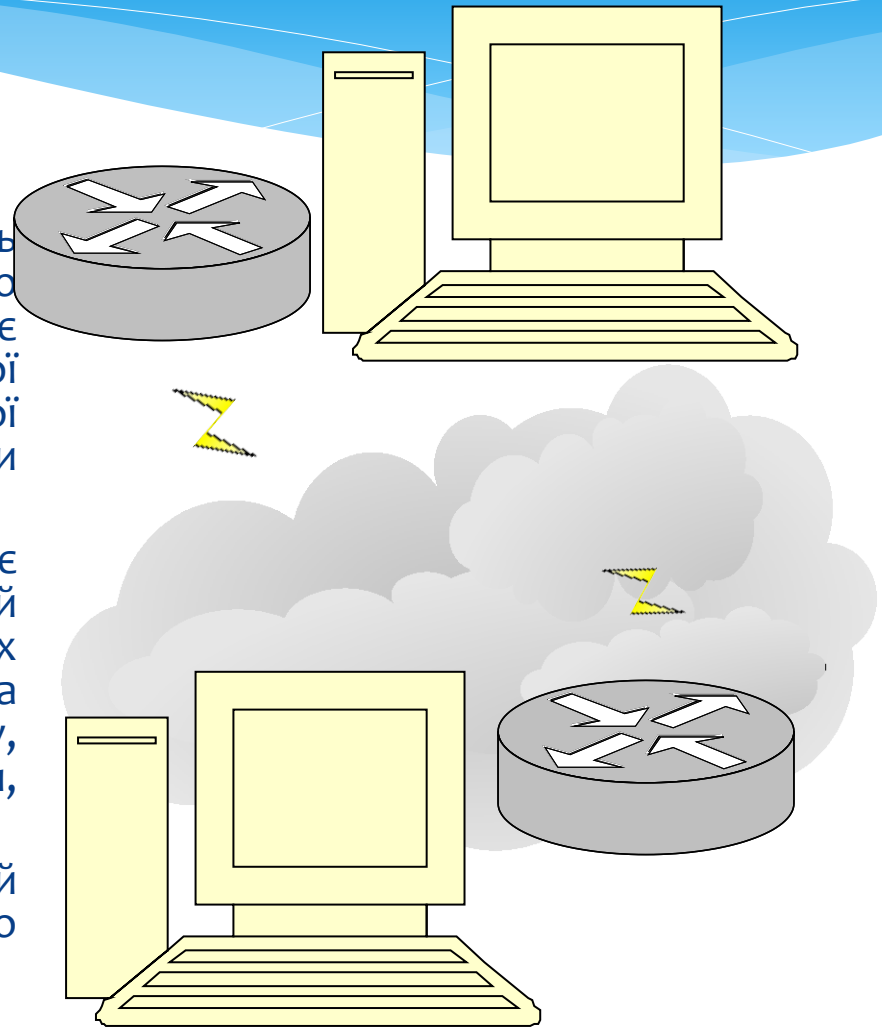
- * Якщо дві точки з'єднані виділеною лінією, для кожної з них необхідний порт маршрутизатора, пристрій CSU/DSU і реальна лінія від провайдера служби.
- * Вартість підтримки виділених ліній може стати досить великою, якщо вони використовуються для з'єднання між собою великої кількості ділянок.
- * Зв'язок виділеною лінією з постійним доступом здійснюється каналами типу точка-точка.
- * З'єднання звичайно здійснюють з використанням синхронних послідовних портів маршрутизаторів, при цьому звичайно використовується до 2Мбіт/с (E1) смуги пропускання, що стає можливим завдяки використанню CSU/DSU. Різні методи інкапсуляції на каналному рівні забезпечують гнучкість і надійність при передачі даних користувача.

4.3 Типовий канал типу точка-точка

Виділені лінії також часто називають каналами типу точка-точка, тому що встановлений для них шлях є постійним і фіксованим для кожної віддаленої мережі, доступ до якої забезпечується мережевими пристроями.

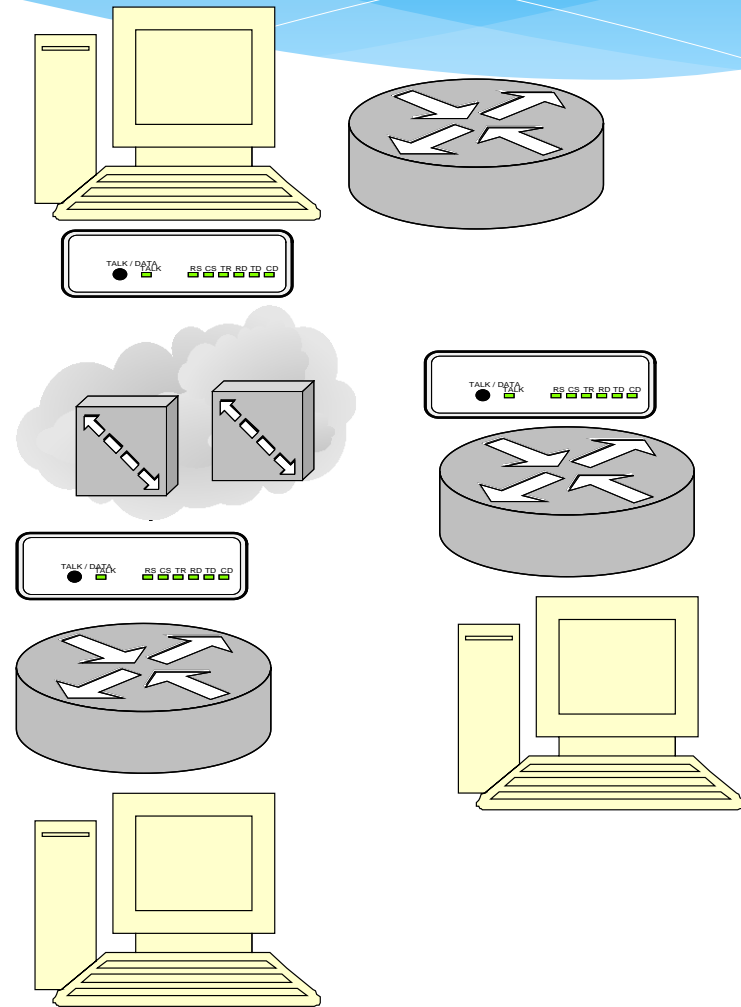
Канал типу точка-точка забезпечує окремий, заздалегідь встановлений шлях комунікації в розподілених мережах від офісу користувача через мережу носіїв, таку, наприклад, як телефонна компанія, до віддаленої мережі.

Провайдер послуг резервує такий канал тільки для одного користувача.



4.3 З'єднання з комутацією пакетів

Комутація пакетів є такий метод комутації в розподілених мережах, при якому мережеві пристрої спільно використовують окремий канал типу точка-точка для транспортування пакетів від джерела до адресата через мережу-носії. Як приклад технологій з комутацією пакетів можна привести Frame Relay, SMDS, X.25.

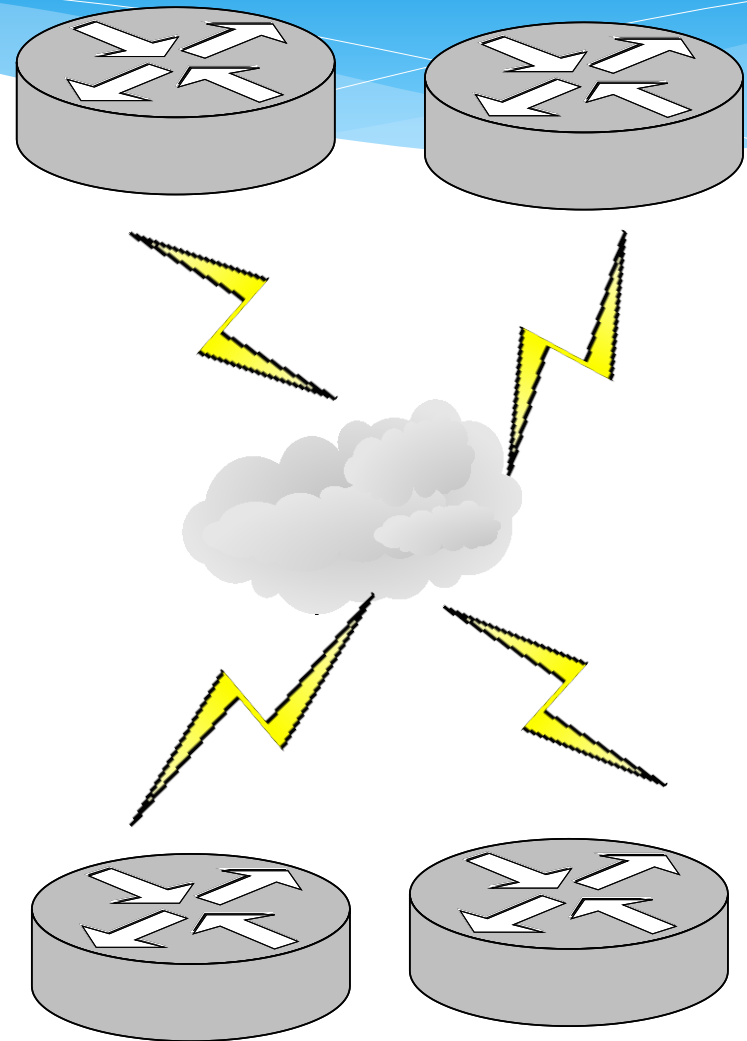


4.3 Протокол Frame Relay

- * Комутовані мережі можуть переносити фрейми (пакети) змінного розміру або комірки постійного розміру.
- * Найбільш типовим прикладом мережі з комутацією пакетів є мережа, що використовує протокол Frame Relay.
- * Протокол Frame Relay був розроблений для роботи у високошвидкісних і надійних каналах передачі даних.
- * Така постановка задачі привела до того, що цей протокол не володіє могутніми засобами для пошуку помилок і має невисоку надійність; для вирішення цих задач використовуються протоколи верхніх рівнів.

4.3 Протокол Frame Relay забезпечує швидкість більшу ніж X.25

Протокол Frame Relay це приклад комунікаційної технології з комутацією пакетів, яка дозволяє з'єднати декілька мережевих пристроїв до багато точкової розподіленої мережі.



4.3 Проектування розподіленої мережі з використанням Frame Relay

- * Проектування розподіленої мережі з використанням Frame Relay може чинити дію на роботу протоколів верхнього рівня, таких як IP, IPX і AppleTalk , зокрема, на розщеплювання горизонту.
- * Протокол Frame Relay називається технологією множинного доступу без широкомовлення, оскільки в ньому відсутній можливості широкомовлення.
- * Широкомовні повідомлення передаються цим протоколом шляхом розсилки індивідуальних пакетів всім пунктам призначення.

4.3 Віртуальні канали в мережі Frame Relay

- * Frame Relay визначає з'єднання між користувачем DTE і провайдером DCE. Звичайно DTE є маршрутизатор, а DCE це комутатор Frame Relay. В даному випадку DTE і DCE відносяться не до фізичного рівня, а до канального. Frame Relay забезпечує доступ з швидкостями 56Кбіт/с, 64Кбіт/с або 1,544 Мбіт/с.
- * Використання Frame Relay являється ефективною у фінансовому відношенні альтернативою проектуванню каналів точка-точка. Кожна ділянка може бути з'єднана із будь-якою іншою за допомогою віртуального каналу. Кожному маршрутизатору потрібен тільки один фізичний інтерфейс до провайдера. Протокол Frame Relay звичайно реалізується у вигляді послуги, що надається провайдером, але він може також бути використаний для приватних мереж.

4.3 Ідентифікатор каналу з'єднання DLCI

- * Ретрансляція фреймів звичайно здійснюється через постійні віртуальні канали. Як канал передачі даних, канал PVC володіє невисокою надійністю.
- * Ідентифікатор каналу з'єднання (data-link connection identifier, DLCI) використовується для вказівки конкретного постійного віртуального каналу.
- * Номер DLCI являється локальним ідентифікатором в середовищі між DTE і DCE. Він описує логічний зв'язок між пристроями відправника і одержувача.

4.3 Узгоджена швидкість передачі інформації

- * Угода про DLCI визначає узгоджену швидкість передачі інформації (committed information rate), що надається провайдером і вимірюється в бітах в секунду.
- * Це швидкість, з якою комутатор Frame Relay зобов'язується передавати дані.

4.3 Топологія технології Frame Relay

- * Повно зв'язна топологія (fully meshed technology). У цій топології кожен мережевий пристрій має постійний віртуальний канал з будь-яким іншим пристроєм багато точкової розподіленої мережі. Кожне оновлення, надіслане яким-небудь пристроєм доступне будь-якому іншому пристрою.
- * Якщо вибраний такий метод проектування, то вся мережа ретрансляції фреймів може розглядатися як один канал передачі даних.
- * Частково-зв'язна топологія (partially-meshed topology). Таку топологію часто називають зіркоподібною топологією. У цій топології не всі пристрої мають постійні віртуальні канали з рештою пристроїв.

4.3 З'єднання з комутацією каналів

- * Комутація каналів є метод комутації в розподілених мережах, при якому виділена фізична лінія встановлюється, підтримується і ліквідується для кожного сеансу зв'язку через мережу-носії.
- * Цей тип комутації широко використовується мережами телефонних компаній і діє багато в чому аналогічно звичайному телефонному виклику. Прикладом комутації ліній може служити протокол ISDN.

4.3 Застосування комутації каналів

- * З'єднання з комутацією каналів встановлюються при необхідності і звичайно не вимагають великої смуги пропускання.
- * З'єднання, що побудовані на основі звичайних телефонних служб без ущільнення, як правило, використовують обмежену ширину смуги в 28,8 Кбіт/с, а з'єднання протоколу ISDN обмежені швидкостями від 64 до 128Кбіт/с.
- * Комутація каналів використовується в першу чергу для з'єднання віддалених і мобільних користувачів з корпоративною локальною мережею.
- * З'єднання з комутацією каналів також використовуються як запасні лінії для високошвидкісних каналів, таких як Frame Relay і виділені лінії.

4.3 Маршрутизація з підключенням за запитом

- * Маршрутизація з підключенням за запитом (dial-on demand, DDR) це режим роботи, при якому маршрутизатор може динамічно ініціювати і закривати сеанси з комутацією каналів в той час, коли це потрібно передавальним прикінцевим станціям.
- * Коли маршрутизатор отримує потік даних, спрямований у віддалену мережу, створюється канал і потік прямує ним звичайним шляхом.

4.3 Маршрутизатор підтримує роботу таймера зайнятості

- * Маршрутизатор підтримує роботу таймера зайнятості, який встановлюється заново тільки тоді, коли отриманий необхідний потік даних (під необхідним потоком даних розуміється потік, який маршрутизатор повинен відправити).
- * Проте, якщо час очікування таймера закінчився, то канал ліквідується.
- * Аналогічно, якщо поступає сторонній потік даних, а канал для нього відсутній, то цей потік маршрутизатором відкидається, якщо маршрутизатор одержує важливий потік даних, то створюється новий канал.

4.3 Резервна лінія

- * Маршрутизація за запитом дозволяє встановлювати стандартне телефонне єднання або з'єднання ISDN тільки у тому випадку, коли цього вимагає великий об'єм мережевих потоків. Вона може виявитися більш економічною, ніж виділена лінія або багато точковий варіант.
- * Маршрутизація за запитом означає, що з'єднання встановлюється тільки у тому випадку, коли особливий тип потоку даних ініціює виклик або у разі, коли потрібна резервна лінія такого роду.
- * Маршрутизація за запитом є еквівалентом виділеної лінії у тому випадку, коли не потрібен постійний доступ. Крім того, такий тип маршрутизації може бути використаний для заміни каналів типу точка-точка і комутованих служб множинного доступу до розподілених мереж.

4.3 При необхідності перерозподілу навантаження

- * Комутація за запитом може бути використана при необхідності перерозподілу навантаження або як резервний інтерфейс. Наприклад, припустимо, що існує декілька послідовних ліній, але потрібно, щоб друга лінія використовувалася тільки у тому випадку, коли перша лінія завантажена настільки, що може відбутися перерозподіл навантаження. Коли розподілена мережа використовується для критично важливих застосувань, може виникнути необхідність в установці конфігурації, при якій лінія з маршрутизацією по виклику включається у тому випадку, коли перша лінія виходить з ладу. У такій ситуації друга лінія дозволяє забезпечити передачу даних.
- * В порівнянні з локальними мережами або мережами підприємства потік даних, що використовує DDR, має не великий об'єм і носить періодичний характер. Маршрутизація за запитом ініціює виклик віддаленої ділянки тільки у тому випадку, коли є дані, які потрібно передати.

4.3 При установці конфігурації для DDR

- * При установці конфігурації для DDR необхідно ввести конфігураційні команди, які вказують який тип пакетів повинен ініціювати запит. Для цього необхідно внести в переліки управління доступом директиви, що визначають адреси відправника і адресата, і задати критерій вибору протоколу, який буде ініціювати виклик.
- * Після цього необхідно вказати інтерфейси, які ініціюють виклик DDR. Тим самим призначається група набору (dialer group). Ця група набору контролює результати порівняння пакетів на основі директив переліку управління доступом і інтерфейсів маршрутизатора при здійсненні виклику в розподіленій мережі.

4.3 Протокол ISDN

- * Протокол ISDN був розроблений телефонними компаніями з метою створення повністю цифрової мережі. В мережі ISDN можуть застосовуватися наступні пристрої.
- * Термінальне устаткування 1-го типа (TE1). Цей термін позначає пристрій, сумісний з ISDN. Термінальне обладнання підключається до обладнання NT 1-го та 2-го типа.
- * Термінальне устаткування 2-го типа (TE2). Під ним розуміється пристрій, який несумісний з мережею ISDN і вимагає використання термінального адаптера.
- * Термінальний адаптер (TA). Цей пристрій перетворює електричні сигнали у формат, який використовується ISDN внаслідок чого до мережі ISDN можуть бути підключені пристрої, які відносяться до ISDN.

4.3 Мережеві термінали

- * NT устаткування 1-го типу (NT1). Цей пристрій з'єднує 4-дротовий кабель абонента ISDN до звичайного дводротового кабелю локального відгалуження.
- * NT устаткування 2-го типу (NT2). Ці пристрої спрямовують потоки даних на різні пристрої передплатника ISDN і на устаткування типу NT1, а також в зворотному напрямку. NT2 є пристрій, який виступає в якості комутатора і концентратора.

4.3 Особливі точки інтерфейсу ISDN

- * Інтерфейс S/T, який є інтерфейс між TE1 і NT використовується також як інтерфейс від термінального адаптера до NT
- * R- інтерфейс є інтерфейс між TE2 і TA
- * Під U розуміється дводрововий інтерфейс між NT і середовищем ISDN

4.3 Два види служб ISDN

- * Мають два види служб ISDN: інтерфейс базової швидкості (Basic Rate Interface, BRI) і інтерфейс первинної швидкості передачі даних (Primary Rate Interface, PRI).
- * BRI працює головним чином з використанням витих мідних пар телефонних дротів, вже встановлених на даний момент. BRI розділяє загальну ширину смуги пропускання 144 Кбіт/с на три канали. два з цих каналів, званих В-каналами (bearer channel, канал-носії), працюють із швидкістю 64 Кбіт/с і використовуються для передачі голосових повідомлень або для передачі цифрових даних. Третій канал, званий D-каналом (delta channel) є сигнальний канал із смугою 16 Кбіт/с і використовується для передачі інструкцій, які вказують телефонній мережі режим роботи з кожним з В-каналів BRI часто позначають як 2В+1.

4.3.3 Гнучкість протоколу ISDN

- * Протокол ISDN надає проектувальнику мережі велику гнучкість, оскільки він дозволяє використовувати кожний з В-каналів для окремих голосових або цифрових застосувань.
- * Наприклад, один В-канал ISDN що має смугу пропускання 64 Кбіт/с, може завантажувати великий документ з корпоративної мережі, тоді як другий В-канал дозволяє проглядати В-сторінку.
- * При проектуванні розподіленої мережі слід ретельно вибирати устаткування, яке здатне ефективно використовувати гнучкість протоколу ISDN.

Резюме

- * Глобальна інформаційна інфраструктура використовуються для зв'язку між собою локальних мереж, що знаходяться на значних відстанях одна від одної.
- * Глобальна інформаційна інфраструктура забезпечує шлях передачі даних між маршрутизаторами (локальними мережами).
- * Абонентам розподіленої мережі надаються різні види послуг у відповідності до угоди із провайдером глобальної інформаційної інфраструктури.
- * Пристрої розподілених мереж включають комутатори, модеми і термінальні адаптери ISDN
- * Розподілені мережі функціонують головним чином на фізичному і канальному рівнях еталонної моделі OSI
- * Для інкапсуляції в розподілених мережах використовуються формати протоколів PPP, HDLC та MPLS.
- * У розподілених мережах використовуються такі типи каналів, як виділені лінії для з'єднання типу “ точка-точка ”, з'єднання з комутацією пакетів(такі як Frame Relay) і з'єднання з комутацією каналів (такі як DDR та ISDN)