

АННА КВЯТКОВСЬКА

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
З ДИСЦИПЛІНИ
«СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ ТА РОЗПОДІЛУ ІНФОРМАЦІЇ»**



КИЇВ-2025

УДК 37.621.395:004

ISBN

Рекомендовано вченою радою ДЗВО «Університет менеджменту освіти» НАПН України. Протокол № 3 від 19.02.2025

Програмно-технічні засоби перевірки на оригінальність твору: AntiPlagiarism.NET

Результати перевірки на оригінальність твору

Показник оригінальності (у відсотках): 89%

Рівень унікальності тексту: достатня унікальність

Рецензенти:

Веніамін АНТОНОВ – кандидат технічних наук, доцент кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем, Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Людмила ХАРЛАЙ - кандидат технічних наук, доцент, голова циклової комісії кібербезпеки, електронних комунікацій та економіко-управлінської підготовки Київського фахового коледжу зв'язку.

Квятковська А.О. **Системи комутації та розподілу інформації**/ навчально-методичний посібник. Київ : 2025. – 221 с.

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімким зростанням обсягів інформації та підвищенням вимог до її оперативного і надійного передавання. У цих умовах телекомунікаційна галузь стає однією з ключових складових інфраструктури цифрової економіки, а системи комутації та розподілу інформації – базовим елементом, що забезпечує ефективну взаємодію користувачів, інформаційних ресурсів і технічних засобів. Вивчення дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» спрямоване на формування у здобувачів освіти фундаментальних знань про принципи побудови, функціонування й розвитку комутаційних систем, а також про сучасні методи маршрутизації та розподілу інформаційних потоків у різних середовищах передачі. Особлива увага приділяється аналізу архітектурних рішень, технологій цифрової комутації, пакетної та оптичної передачі, а також інтеграції телекомунікаційних систем у глобальні інформаційні мережі. Методичний посібник має на меті не лише надати теоретичні відомості, але й сприяти практичному оволодінню здобувачами навичками розв'язання типових інженерних завдань у сфері телекомунікацій. Для цього в структурі посібника передбачено приклади, завдання для самостійної роботи, а також методичні рекомендації щодо виконання практичних і лабораторних занять.

Адресовано науковцям та практикам, викладачам та здобувачам закладів фахової передвищої освіти, професійної, вищої.

А.О. Квятковська

ПЕРЕДМОВА

Особливого значення набуває проблема якісної професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі телекомунікацій. Це зумовлено тим, що телекомунікаційні, радіотехнічні й електронні системи, мобільний і супутниковий зв'язок, засоби радіомовлення та телебачення, комп'ютерні та інформаційні системи, а також мережа Інтернет залишаються ключовими чинниками науково-технічного прогресу. Їхнє існування і подальший розвиток забезпечуються завдяки інноваціям у сфері телекомунікаційних технологій.

Сучасний етап становлення інфраструктури електрозв'язку та телекомунікаційних послуг висуває високі вимоги до рівня знань, умінь і професійних компетентностей фахівців цієї галузі, що зумовлює необхідність оновлення змісту та методів їхньої підготовки. Методичний посібник з дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» розроблений таким чином, щоб забезпечити здобувачів освіти цілісним комплексом теоретичних знань та практичних умінь, необхідних для успішного опанування сучасних телекомунікаційних технологій. У ньому систематизовано матеріал щодо принципів побудови та функціонування комутаційних систем, розглянуто особливості передавання та розподілу інформаційних потоків у різних середовищах, висвітлено новітні тенденції розвитку цифрових і пакетних мереж.

Структура посібника орієнтована на поєднання теоретичних положень із прикладними завданнями, що сприятиме формуванню професійних компетентностей здобувачів вищої та фахової передвищої освіти. Для закріплення матеріалу подано запитання для самоконтролю, вправи, приклади розрахунків і методичні рекомендації щодо виконання практичних та лабораторних робіт.

Таким чином, даний посібник покликаний стати ефективним навчально-методичним інструментом як для студентів і курсантів, так і для викладачів, які організовують освітній процес за дисципліною «Системи комутації та розподілу інформації».

ЗМІСТ

ВСТУП	1
РОЗДІЛ 1. ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ, МІКРОФОНИ, ТЕЛЕФОНИ	3
1.1 Організація аналогових телефонних трактів	3
1.2 Класифікація ТА	7
1.3 Принцип дії телефону, мікрофону. Структурні схеми	10
1.4 . Принципи побудови аналогових систем комутації.	22
1.5 Цифрові абонентські мережі ISDN	33
РОЗДІЛ 2. СИНХРОНІЗАЦІЯ В СИСТЕМАХ КОМУТАЦІЇ	39
2.1 Асинхронна передача та синхронна передача	39
2.2 Архітектура АТМ	45
РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРА ТМЗК ТА НУМЕРАЦІЯ	50
3.1 Побудова міської телефонної мережі: районовані та нерайоновані мережі	50
3.2 Побудова сільських телефонних мереж	56
3.3 Роль сигналізації в ТМЗК	60
РОЗДІЛ 4. ЦИФРОВІ АТС, СТРУКТУРА, ПРИНЦИП ДІЇ, ВИКОРИСТАННЯ	76
4.1 ЦАТС типу EWSD	76
4.2 Послуги EWS	82
4.3 Цифровий абонентський блок DLU	84
4.4 Координаційний процесор CP 113.	89
4.5 Лінійні групи LTG	96
4.6 Програмне забезпечення.	98
4.7 Система сигналізації по загальному каналу (CCNC).	99
4.8 Встановлення внутрішньостанційного з'єднання між аналоговими абонентами	100
РОЗДІЛ 5. ЦАТС ТИПУ ALCATEL	104
5.1 Загальні технічні характеристики ALCATEL – 1000 E – 10	104
5.2. Функціональна схема проєктуючої АТСЕ	107

5.3 Підсистема комутації та керування ОСВ - 283	116
РОЗДІЛ 6. ОСНОВИ ТЕЛЕТРАФІКА	127
6.1 Поняття телетрафіку	127
6.2 Комутація в мультисервісних мережах	156
РОЗДІЛ 7. МОДЕЛІ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ ВУЗЛІВ	161
7.1 Характеристики МВ	161
7.2 Архітектура мережі мультисервісних вузлів	164
7.3 Переваги і недоліки мультисервісних вузлів	166
7.4 Побудова мереж доступу для нових груп користувачів	182
8.ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ	184
8.1 Загальна інформація про інтернет-телефонію	184
8.2 ІР-мережа як магістраль для ТМЗК/ISDN	186
8.3 Побудова по протоколу Н.323, домени Н.323	189
8.4 Сімейство протоколів TCP/IP та Н.323	191
8.5 Важливі функції SIP	192
8.6 Побудова по протоколу SIP	194
8.7 Структура SIP-адрес	197
8.8 Приклади використання SIP	199
8.9 SIP-повідомлення - їх значення та структура.	199
РОЗДІЛ 9. VOIP-ШЛЮЗИ: КОНЦЕПЦІЇ ТА ПРОТОКОЛИ	205
9.1 VoIP та класичні системи для голосового зв'язку	205
9.2. Концепція MGCP	208
9.3 Протокол Megaco	210
РОЗДІЛ 10. МАРШРУТИЗАЦІЯ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ ТА VOIP-ПІРІНГ	214
10.1 Типові проблеми з VoIP	214
10.2 Поняття та використання TRIP	216
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	220
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	221

ВСТУП

Розробка навчально-методичного посібника (далі — НМП) з дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» має кілька важливих цілей:

Стандартизація освітнього процесу: НМП допомагає встановити єдині стандарти для викладання дисципліни, забезпечуючи узгодженість та послідовність у подачі матеріалу.

Забезпечення якості освіти: наявність методичних матеріалів сприяє підвищенню якості навчання, оскільки вони містять структуровані та перевірені інформаційні ресурси, завдання, приклади та методи оцінювання.

Полегшення підготовки викладачів: НМП служить корисним інструментом для викладачів, допомагаючи їм планувати заняття, підбирати навчальні матеріали та розробляти завдання для здобувачів.

Підтримка здобувачів: методичні рекомендації полегшують здобувачам розуміння складних тем, надаючи чіткі пояснення, приклади та інструкції для виконання завдань та підготовки до іспитів.

Актуалізація знань: НМП включає сучасні технології та останні досягнення у сфері систем комутації та розподілу інформації, що допомагає студентам бути в курсі новітніх розробок та тенденцій у галузі.

Покращення самостійної роботи здобувачів: завдяки НМП здобувачі отримують інструменти для ефективної самостійної роботи, зокрема, через наявність чітких вказівок, додаткових ресурсів для поглибленого вивчення теми.

Оцінювання знань: методичні рекомендації містять критерії оцінювання та методи перевірки знань, що дозволяє об'єктивно оцінити досягнення здобувачів та їхні прогрес.

Підвищення мотивації до навчання: якісно розроблений НМП може зацікавити здобувачів і підвищити їхню мотивацію до вивчення дисципліни через інтерактивні елементи, практичні завдання та приклади реального застосування знань.

Узагальнюючи, розробка методичного посібника з дисципліни "Системи комутації та розподілу інформації" є необхідною для забезпечення ефективного, стандартизованого та якісного навчального процесу, що відповідає сучасним вимогам та потребам як викладачів, так і здобувачів.

Результати навчання з дисципліни будуть наступні (РН):

РН1. Систематизувати та узагальнювати інформацію про підходи, методи використання протоколів в інфокомунікаційних системах.

РН2. Аналізувати вимоги до застосування протоколів в інфокомунікаційних системах.

РН3. Знати стандарти, основи сучасних технологій, та вміти застосовувати свої знання на практиці

РН4. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди при вирішенні технічних та організаційних задач у професійній діяльності.

РН5. Здійснювати пошук та аналіз інформації для вирішення завдань, працювати з технічною документацією, користуватися типовими інструкціями, технічною, довідниковою літературою та інформаційними ресурсами Інтернет.

РОЗДІЛ 1. ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ, МІКРОФОНИ, ТЕЛЕФОНИ

1.1 Організація аналогових телефонних трактів

Спеціально, для організації телефонного тракту необхідно мати:

1. акустико-електричні перетворювачі - мікрофони М;
2. електро-акустичні перетворювачі - телефони Т - це складові частини

телефонного апарату ТА;

3. лінійні споруди - АЛ і СЛ;
4. телефонні станції АТС.

Телефонні тракти можуть бути:

- Двопровідними;
- Трипровідними;
- Чотирипровідними;
- Сукупність 2-х і 4-х провідних лінійних ділянок.

В телекомунікаційних мережах, обладнаних аналоговими комутаційними системами, з'єднання між кінцевими терміналами здійснюється за окремою парою дротів.

Через високого рівня витрат на утримання телекомунікаційної мережі вже на ранніх етапах розвитку телефонного зв'язку значна увага приділялася пошуку способів багатофункціонального використання ліній. Результатом цих зусиль стало використання ущільнення ліній і каналів.

В основі принципу тимчасового ущільнення лежить положення теорії, згідно з якою для передачі сигналів, які у телефонного зв'язку, не потрібно передача повного аналогового сигналу. Для достовірної передачі досить через регулярні інтервали часу передавати вибірки аналогового сигналу. На стороні прийому за цими вибірками може бути відновлена первісна форма аналогового сигналу.

Перетворення аналогового сигналу в цифрову форму здійснюється в три етапи: дискретизація в часі, квантування по амплітуді і кодування. Ці операції здійснюються в пристрої, званім А-Ц-П (аналого-цифрове перетворення) на

передавальному кінці і Ц-А-П (цифро-аналогове перетворення) на приймальному. АЦП містить дискретизатор Д, квантувач Кв і кодує пристрій Код. Зазвичай Кв і Код суміщені.

Дискретизація безперервного сигналу в часі може бути представлена у вигляді електронного ключа, який періодично замикається з періодом T_d . Частота дискретизації $F_d = 1 / T_d$. На виході відповідної системи створюється АШМ сигнал, який представляє собою сукупність відліків неперервного сигналу.

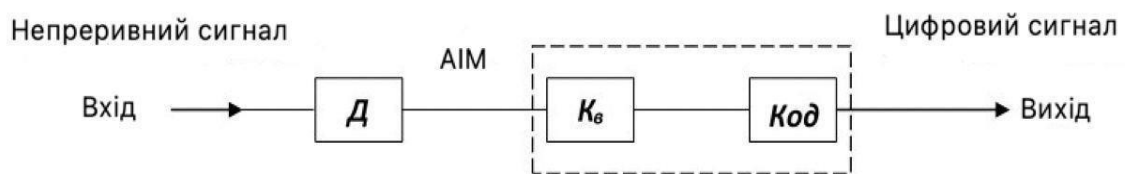


Рисунок 1.1 - Принцип аналого-цифрового перетворення

Відповідно до теореми В. А Котельникова F_d повинна бути в 2 і більше разів більше максимальної частоти спектра безперервного сигналу низькочастотного каналу. Спектр низькочастотного каналу становить $300 \div 3400$ Гц. Тому $F_d = 8$ кГц.

Квантування - це встановлення рівнів, дозволених для передачі. Між двома найближчими дозволеними рівнями є проміжок, званий кроком квантування. Якщо на вхід квантів пристрої потрапляє сигнал амплітуди A , то значення його визначатиметься рівнями, дозволеними для передачі C_i і $C_i + 1$.

В процесі квантування виникає помилка внаслідок того, що передається квантований сигнал відрізняється від істинного на $A - C_i$. Цю помилку можна розглядати як специфічну перешкоду - шум квантування. Останній являє собою випадкову послідовність імпульсів, максимальне значення амплітуди яких не перевищує половини кроку квантування $D_i / 2$. Чим менше крок квантування, тим менше шум квантування, але більше число переданих дозволених рівнів (кількість рівнів квантування може бути до 2000).

Кодування. Для кодування квантованих АШМ сигналів використовується шкала квантування, яка містить вісім рівнів з кроком квантування D. Вісім рівнів квантування прийнято відповідно до вимог якості переданої інформації. Для числа елементів коду $n = \langle 3 \rangle$, число рівнів квантування буде 8 ($2^3 = 8$), а якість переданої інформації будуть «дуже погане». Якщо ж число елементів коду прийняти $n = 8$, то число рівнів квантування буде відповідати 256 ($2^8 = 256$), а якість переданої інформації буде «відмінним». Кожному рівню відповідає своє значення коду. З прикладу рис.4.3 можна бачити, що для кодування вибрано три елементи коду $n = 3$, число рівнів квантування дорівнюватиме 8, кожному з трьох АІМ сигналів відповідає своє значення рівня квантування і своє значення коду.

Для передачі інформації в цифровій формі використовується система передачі ІКМ-30/32 з тридцятьма мовними каналами, одним каналом синхронізації і одним каналом сигналізації, яка має такі характеристики:

Загальна кількість організованих каналів - 32.

Частота дискретизації $F_d = 8$ кГц. Період одного циклу $T = 125$ мкс.

Тривалість каналного інтервалу дорівнює:

$$\tau_{ик} = \frac{T}{32} = \frac{125}{32} = 3,92 \text{ мкс} \quad (1.1)$$

Число елементів коду в групі $n=8$; число рівнів квантування $2^n = 256$.

Час передачі одного елементного коду:

$$\tau_{ик} = \frac{\tau_{ик}}{n} = 0,49 \text{ мкс} \quad (1.2)$$

Частота проходження елементів коду в груповому ІКМ тракті f_3 :

$$f_3 = f * k * n = 8 \text{ кГц} * 32 * 8 = 2048 \text{ кГц} \quad (1.3)$$

Швидкість передачі інформації у лінії зв'язку: $V=2048$ Кбит/с.

Швидкість передачі інформації одного каналу дорівнює 64 Кбит/с

Мережі електрозв'язку виконують дві основні споживчі функції: доступ до мережі і комутація (встановлення з'єднання між користувачами).

Доступ до мережі забезпечується за допомогою певних прикінцевих технічних пристроїв - термінального обладнання (різноманітні телефонні й телеграфні апарати, факсів, модемів, спеціальні термінали одностороннього і двосторонньої дії і т.д.), доступні безпосередньо в абонента. Розглянемо простий принцип організації телефонного зв'язку між двома терміналами, який залишився практично незмінним з часу винаходу телефону. Основу телефонного зв'язку складають процеси перетворення звукових коливань (голоси) в електричні сигнали і назад. При цьому необхідно, щоб форма акустичного сигналу була б точно відображена формою електричного сигналу і навпаки. Отже, на обох кінцях сполучного тракту необхідно мати пристрої, які здійснювали б ці перетворення. Таким перетворювачем при телефонного зв'язку є телефонний апарат (ТА).

Мовні сигнали, отримані від джерела інформації, передаються навколишнього повітря у вигляді звукових хвиль і надходять на вугільний мікрофон телефонного апарату. Під впливом звукових хвиль вугільний порошок піддається механічній дії, відбувається зміна його опору, що призводить до модуляції постійного струму мікрофона (величина постійного струму становить кілька десятків міліампер). Частота модуляції змінного струму відповідає частотам мовного сигналу. На приймальному кінці змінний модульований сигнал зазнає зворотне перетворення за допомогою електромагнітного телефонного капсуля і у вигляді звукового сигналу надходить в слуховий канал слухачеві.

Для організації двостороннього зв'язку слід було б організувати з'єднання терміналів чотирма проводами (тракт передачі і тракт прийому). Проте, враховуючи наявність на мережах великої кількості різноманітних терміналів, така система виявилася б не економічною. Тому була винайдена телефонна система, що забезпечує повне функціонування при двопровідному з'єднанні. У цьому випадку двопровідна лінія, що з'єднує ТА з комутаційною системою, повинна працювати у дуплексному режимі для забезпечення режиму передачі і прийому. Дуплексний режим забезпечується телефонним трансформатором

(диференціальної системою). Така двопровідна система включення кінцевого терміналу стала базовою ланцюгом телефонної системи. Вона використовується навіть у найбільш сучасних цифрових версіях, званих ISDN (в українській транскрипції ЦСІО - цифрова система інтегрованого обслуговування).

Подібна differential система повинна бути обов'язково збалансована уникнути «місцевого ефекту», коли говорить чує свій власний голос у слухавці. Рівень цього ефекту залежить від величини дисбалансу схеми.

У сучасних апаратах немає трансформатора. Він замінений електронною схемою, яка зараз набагато дешевше трансформатора.

1.2 Класифікація ТА

Телефонні апарати можна поділити на наступні 3 групи:

- «класичний» (простий електромеханічний або електронний ТА, включений в міську або АТС по двопровідній лінії);
- бездротовий ТА, що відрізняється від “класичного” тим, що мікротелефонна трубка пов'язана зі станційної частиною не шнуром, а радіоканалом;
- радіотелефон мобільного зв'язку РОТА (стільниковий, супутниковий телефон, транкінговий та ін.), відрізняється від інших видів повною відсутністю провідної лінії зв'язку з АТС.

Класифікацію “класичних” ТА (без ТА спеціального призначення, таксофонів, гучномовних ТА) можна представити так:

- ТА з дисковим номеронабирачем, електромеханічним приймачем виклику, вуГШльним або іншим типом мікрофону — третій клас;
- ТА з кнопковим номеронабирачем, тональним приймачем виклику, вуГШльним або іншим типом мікрофону — другий клас;
- ТА з додатковими функціональними можливостями — перший клас;
- багатофункціональні ТА — вищий клас.

Блок-схему телефонного аппарата наведена на рис .1.2.

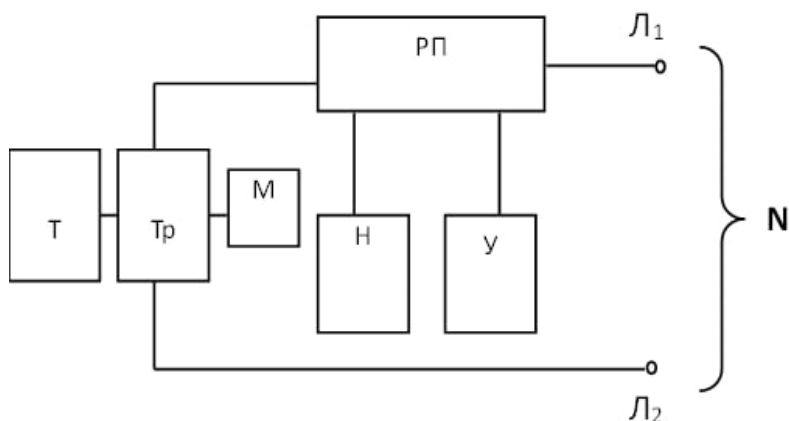


Рисунок 1.2 - Блок схема телефонного аппарата
(<https://studopedia.ua>)

Телефон (Т)

б) Микрофон (М)

в) Трансформатор (Тр)

Трансформатор призначений головним чином для зв'язку окремих елементів схеми та узгодження їх опорів з вхідним опором лінії. Він відділяє ланцюг живлення мікрофона від мережі змінного струму телефону по постійному струму і використовується для створення схеми придушення місцевого ефекту. Застосування телефонного трансформатора дозволяє збільшувати дальність дії телефонного зв'язку.

г) Номеронабирач (ПН)

Номеронабирач призначений для формування сигналів адресної інформації про що викликається абонентської лінії або різних службах телефонної мережі, які передаються на АТС.

д) Дзвінок (ВУ—Зв)

Дзвінок перетворює викличної електричний сигнал частоти 25 Гц акустичні коливання.

Місцевий ефект

Прослуховування абонентом через телефон свого апарату власної мови при розмові і навколишніх шумів називається місцевим ефектом. Що заважає дію місцевого ефекту пов'язано з явищами маскування звуків і адаптацією слуху. Власний розмову і навколишні шуми, що впливають на мікрофон (вуГШльний мікрофон має підсилювальної здатністю з коефіцієнтом $K_m = 1000$), через схему та телефон створюють заважає дію на вухо абонента.

Під маскуванням звуків розуміється зменшення чутливості вуха внаслідок одночасного дії якого-або заважає звуку або шуму більшого рівня гучності.

Під адаптацією слуху розуміється властивість вуха пристосовуватися до перевантаження гучних звуків, що також призводить до зниження його чутливості. Прості схеми ТА за принципом побудови розмовної частини схеми можна розділити на апарати з мостовий схемою і компенсаційних принципом придушення місцевого ефекту.

Кінцеві пристрої тракту телефонної передачі.

Телефонні апарати — кінцеві абонентські пристрої телефонної мережі для передачі та прийому визивних, адресних та мовних сигналів.

ТА бувають: апарати загального призначення)загального застосування та таксофони) та спец призначення (корабельні, шахтні, постові і тд)

По способу живлення мікрофонів ТА бувають:

-апарати системи місцевої батареї (батарея електроживлення з напругою 3 вольти розміщується всередині корпусу або поблизу від ТА);

-апарати системи центральної батареї. (мікрофон ТА отримує живлення по дротам абонентської лінії від батареї, яка знаходиться на станції).

По конструкції:

-стаціонарні;

-переносні.

Основні вузли ТА: викличні пристрої, розмовні пристрої, НН, ричажний перемикач

В стані спокою (чекання на виклик) до лінії через контакти 1-2 ричажного перемикача РП підключений викличний пристрій, який може в б/я момент прийняти виклик з телефонної станції. При відповіді на виклик контакти 1-2 розмикаються та відключаються викличні пристрої, а контакти 2-3 РП замикаються і до лінії підключаються розмовні пристрої, що розуміється телефонною станцією як сигнал відповіді. НН передає на АТС номерну інформацію. Викличним пристроєм в ТА являється дзвінок змінного струму, який перетворює електричний сигнал в звук. Частота – 425 кГц.

1.3 Принцип дії телефону, мікрофону. Структурні схеми

Вугільні мікрофони. Принцип роботи базується на зміні опору вугільного порошку під дією звукових коливань.

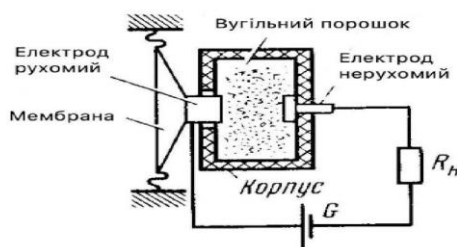


Рисунок 1.3 - Вугільний мікрофон

Основними частинами - мембрана, рухома та нерухомі електроди, вугільний порошок корпус.

На мембрану діє звуковий тиск, вугільний порошок має опір, таким чином виникає струм. Якщо що буде збільшуватися тиск вугільний порошок буде стискатися, опір зменшуватися а струм збільшуватися. В деякий момент тиск на мембрану та величина струму будуть максимальні а опір мінімальний. Таким чином висновок : під дією звукового тиску в колі мікрофона протікає пульсуючий струм, відповідно мікрофон перетворює звук.

Електромагнітні телефони.

Робота електромагнітного телефону базується на взаємодії магнітних потоків, які створюються постійним магнітом та електромагнітом телефона, які діють на мембрану телефона.

Основними частинами електромагнітного телефона з простою магнітною системою є мембрана, електромагніт, який має 2 полюсні надставки з обмотками, постійний магніт. Всі деталі знаходяться в пластмасовому корпусі, який закритий кришкою з отворами.

В залежності від напрямку розмовного змінного струму в обмотці створює мий струмом змінний магнітний потік або збільшує початкову силу притягання мембрани, або зменшує її. В результаті виникає амплітуда , що приводить до виникнення звукових коливань.

Телефонні апарати, основні елементи

На рис.1.4 представлена принципова схема найпростішого ТА-72 мостового типу.

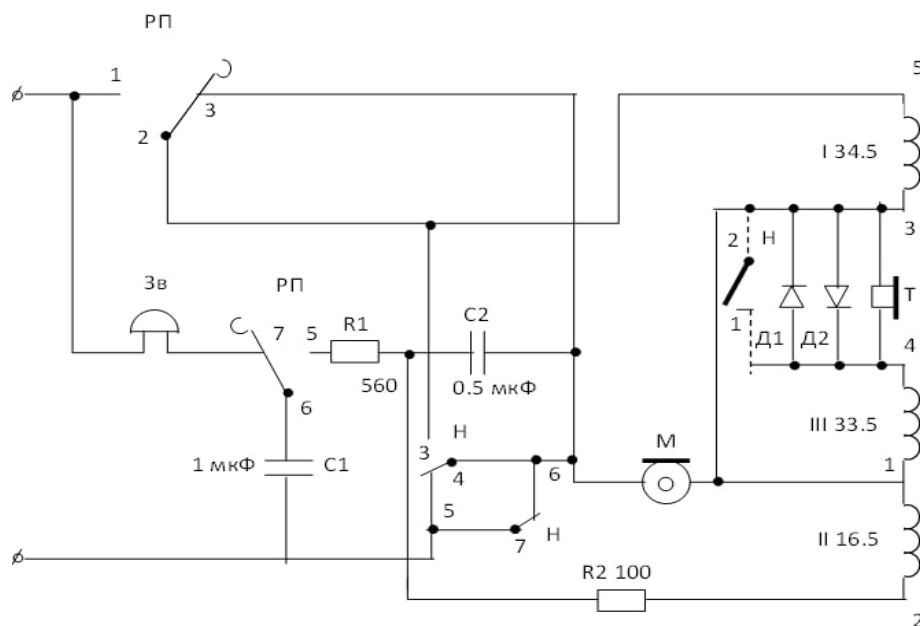


Рисунок 1.4 - Принципова схема ТА-72

Найкращим узгоджувальним елементом є індуктивність. Тому для узгодження опору АЛ з опором ТА застосовується перша обмотка трансформатора. Вона називається лінійною — ще одна обмотка — телефонна, вона необхідна для розділення схеми живлення мікрофона та схеми роботи телефона (змінного струму). Ще одна обмотка-балансна, для боротьби з місцевим ефектом — явище прослуховування свого голосу та шумів/в оточуючого приміщення в своєму телефоні. Для боротьби застосовується схеми

Коло дзвоника:

Л2-Кл2-Кл3-дзвоник-РП7/6 – С1-Кл1-Л1

Коло живлення МК

Л2-Кл2-РП1/2-Тр1-Кл6 – М-Кл5-НН3/4 – Кл1-Л1

Коло вихідної розмови:

По 2 колам

1 коло – мікрофон М- обмотка 1Тр-РП2/1 – Л2-станція – апарат другого абонента – Л1 – контакти3/4 НН – М

2 коло – М – обмотка 2ТР – R3-R2-C2 – М

Телефонні апарати мобільного супутникового зв'язку

При радіотелефонного супутникового зв'язку застосовуються персональні супутникові термінали (PST) і мобільні термінали. За допомогою таких терміналів можна встановити зв'язок між двома абонентами за 2 с. шляхом набору його телефонного номера не залежно від місця їх знаходження. Це стало можливим завдяки об'єднанню наземних і супутникових систем в глобальну систему зв'язку. З такими PST персональна зв'язок стане можливою в глобальному масштабі, оскільки вона не має обмежень по прив'язці до конкретної місцевості землі.

Однак це буде можливо, якщо системи супутникового зв'язку успішно витримали випробування і підтвердять заявлені технічні характеристики і економічні показники в процесі комерційної експлуатації.

Схожість супутникового ТА з мережами стільникового зв'язку забезпечує додатковий пристрій — SIM картка. Телефон володіє простою системою управління. Набір номера здійснюється з кнопкового набірної поля. Система автоматично знаходить вільний канал і закріплює його за абонентом на час розмови.

Автоматична телефонна комутаційна станція (АТСК) має в своєму складі управляючі та комутаційні пристрої

Види і призначення сигналів

Встановлення з'єднання між входом і виходом комутаційної станції (КС) здійснюється під впливом керуючих сигналів, що надходять на комутаційні прилади відповідних ступенів шукання.

Для управління процесом встановлення з'єднань на АТС використовуються управляючі пристрої (УП), які взаємодіють з приладами комутації, а також з лінійними і станційними комплектами.

Основні функції УП:

- Прийом сигналів управління від лінійних і станційних приладів.
- Розподіл прийнятих сигналів по окремих функціональних блокам (ФБ) керуючих пристроїв.
- Визначення стану комутаційних приладів і ліній.

- Вибір з'єднувального шляху між входом виходом в КП (комутаційному полі) станції, щаблі, КБ (комутаційні блоки).
- Включення комутаційних приладів, що відповідають обраному з'єднувального шляху.
- Видача команд для посилки абонентам акустичних сигналів ("відповідь станції", "зайнято", контроль посилки виклику "КПВ", посилка виклику "ПВ").
- Виконувати операції з надання додаткових видів обслуговування (ДВО), обліку навантаження і втрат, технічного обслуговування станції.
- Сукупність сигналів, використовуваних для взаємодії АТС і передачі інформації на різних ЕУС називається системою телефонної сигналізації (рис 19).

Сигнали, що передаються по абонентським і з'єднувальним лініях в прямому і зворотному напрямках розділяються на три групи: лінійні, управління, інформаційні.



Рисунок 1.5 - Сигнали управління

Лінійні сигнали передаються по лініях в прямому і зворотному напрямках.

Сигнали управління передаються між ТА і УП і між самими УП в процесі встановлення з'єднання. Під впливом цих сигналів здійснюється процес встановлення з'єднання. В основному це адресна інформація, спосіб передачі інформації, категорія виклику, запит АВН і т.д.

Інформаційні акустичні сигнали передаються в основному в зворотному напрямку (від АТС в ТА) і служать для інформації абонентів про стан встановлюваного з'єднання. В ЦСК є ще ряд таких сигналів (наприклад, попередження абонента, зайнятого місцевим з'єднанням про надходження міжміського і т.д.)

Передача цих сигналів, складу кожного з них залежить від типу обладнання АТС, структури мережі (місцевий, міжміський), способу побудови УП(індивідуальні, загальні, програмні), способу передачі цих сигналів і т. д.

Лінійні сигнали передаються:

- шлейфним способом (по АЛ);
- частотним по ВСК (виділеним сигнальним каналам);
- двійковим кодом по СКС (спільний канал сигналізації);
- батареїний спосіб (по 2х і 3х проводовим ЗЛ);

Сигнали управління:

За розмовною проводам багаточастотним способом "2 з 6" - АТСК

- двійковий код - по ОКС – ЦСК;
- шлейфного і батареїний спосіб при роботі з ДШАТС.

Склад сигналів визначається експлуатаційний процесом прийнятому на діючої телефонної мережі.

Розрізняють безпосереднє і реєстрове (непряме) управління приладами комутації на АТС.

Безпосереднє управління. Цей спосіб управління застосовується тільки на АТС з індивідуальними УП для кожного комутаційного приладу. Такий УП займається на t встановлення з'єднання і на все t розмови між абонентами.

Імпульси набору N надходять в УП відповідних шукачів і транслуються потім в ЕМ шукачів.

Управління приладами на відповідних щаблях шукання виробляється послідовно, у міру набору номера відповідно до набираються цифрами.

Ці УП порівняно прості і містять 2 -11 реле в залежності від того, на якій ступені шукання прилад встановлений.

Недолік: УП виявляються зайнятими не тільки під т встановлення з'єднання, але і у т розмови, хоча ніяких дій не виробляє.

Це є нераціональним і знижує ефективність використання індивідуальних УП.

Регістрове (непряме) управління.

Такий спосіб управління може використовуватися в системах як з індивідуальним, так і загальними УУ - зазвичай у 2-му випадку.

Загальне УП обслуговує групу комутаційних приладів, наприклад КБ на п входів - див. Схему і управляє в певній послідовності роботою кожного входу. Такі УУ займаються тільки на т встановлення з'єднання.

При регістровому (непрямому) управлінні інформація про N абонента, що викликається сприймається не УП, а надходить у спеціальний прилад, званий регістром, в якому фіксується (запам'ятовується) N абонента, що викликається, а потім отримана інформація в необхідній кількості і необхідної послідовності видається в УП по щаблях шукання. Сходинки шукання формуються з КБ і кожен КБ має свій УП, яке називається маркером. На наведеній схемі УП - регістр, а УП по щаблях шукання - маркери. Подібний спосіб управління використовується на АТС.

Перевага: Маркери займаються тільки на т встановлення з'єднання через КБ, які вони обслуговують. Після цього вони звільняються і можуть обслуговувати інші виклику.

При регістровому управлінні немає жорсткого зв'язку між числом цифр абонентського номера та числом ступенів шукання (як на АТС з безпосереднім управлінням). Це дозволяє більш економічно будувати телефонні мережі.

В електронних та квазіелектронних АТС використовується один УП, яке визначає вільний з'єднувальний шлях через всю комунікаційну систему КС. Тому обсяг УП на них менше, але пред'являється висока вимога до швидкодії ЦУП, щоб витримати необхідну якість обслуговування виклику. Такі можливості дають швидкодіючі ЕУМ (електронні керуючі машини).

На АТС використовуються 2 способи встановлення з'єднання.

Прямий спосіб - коли функції шукання і комутації суміщені за часом, комутація входу з вільним або потрібним виходом на ступені відбувається одночасно з шуканням. Такий спосіб встановлення з'єднання використовується на АТС, що мають індивідуальні УП, на ДШ АТС.

Недоліком прямого способу встановлення з'єднання є непродуктивне заняття приладів у разі неможливості встановлення з'єднання на ступені шукання (наприклад, зайнятості виходу). Це призводить до зайвого зносу приладів, збільшенню тривалості їх заняття, збільшення витрати електроенергії.

Обхідний спосіб - коли функції шукання і комутації розділені в часі.

Це відбувається тому, що функції шукання виконує УП, тобто маркер. Він визначає вхід, на який надходить сигнал заняття, за прийнятою інформації визначає напрям, знаходить ПЛ і вільний вихід і тільки після цього подає керуючі сигнали в УЕ і ЧЕ МКС (на АТСК) і тоді комутаційний прилад МКС здійснює функцію комутації входу і виходу КБ.

Переваги обхідного способу полягає в тому, що виключається непродуктивне заняття комутаційного приладу, т. До. Він може бути зайнятий тільки при наявності шляху комутації. Обхідний спосіб встановлення з'єднання широко використовується на тих АТС, де застосовуються загальні УП: АТСК, АТСКЕ, ЦСК.

Регістри координатних АТС

Регістри (Р) на АТСК — це загально стаціонарні УП, які приймають і запам'ятовують адресну інформацію, а потім в процесі встановлення з'єднання передають її в УУ різних (М) ступенів шукання в потрібному обсязі. Одночасно Р забезпечує кодування інформації, що дозволяє збільшити швидкодію способів передачі інформації і скоротити час заняття як самого реєстра, так і М на щаблях шукання.

Види реєстрів

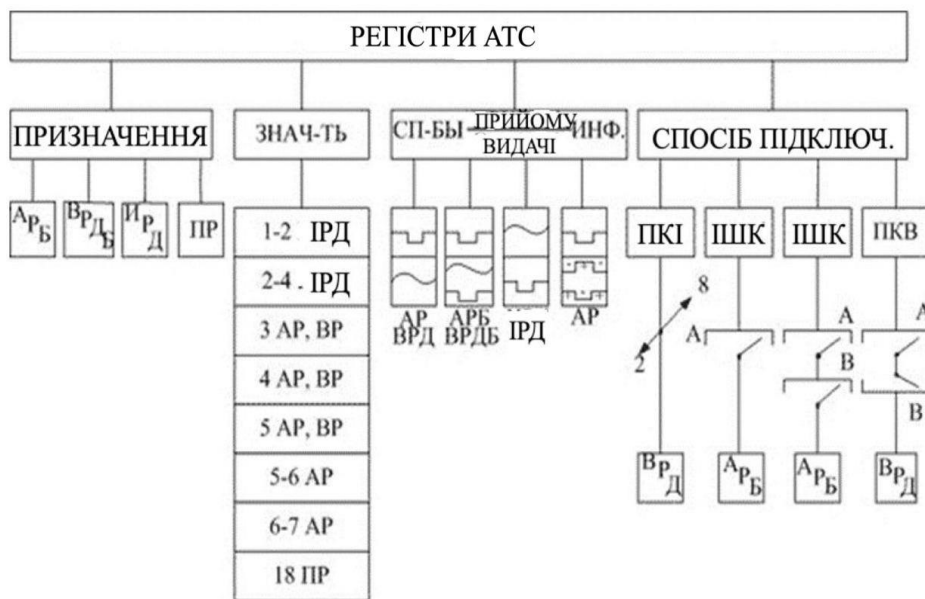


Рисунок 1.6 - Схема видів реєстрів

Умовні позначення:

AP — абонентський реєстр, призначений для прийому інформації про N абонента, що викликається. Запам'ятовує всю інформацію і видає по щаблях шукання тільки багаточастотним способом (для АТСК 100/2000 - полярно-числовим кодом). Взаємодіє тільки з однотипними (координатними) АТС.

IP (IPД) — вихідні реєстри. Використовуються на АТСК в разі, якщо організується зв'язок до ДШ АТС, він включається на виході виходить станції і приймає інформацію з AP частотним способом, а видає її на АТС ДШ батарейним імпульсами.

APБ — абонентський реєстр, виконує всі функції AP, але може видавати інформацію і у вигляді БІ, тому працює з АТС ДШ без допомоги IP. Доцільно використовувати на мережі, де більше% ДШ АТС.

BP (BPД) — входять реєстри. Використовуються при організації вхідного зв'язку від ДШ АТС - приймають інформацію БІ, а видають її в М або IP частотним кодом.

BPДБ — Вхідні у реєстри, використовуються, як BPД, але можуть видавати інформацію і БІ. Стоять на АТС і разом з APБ (AP-BPД, APБ-BPДБ)

ПР - проміжні реєстри, використовуються при встановленні міжміських з'єднань. Можуть запам'ятовувати до 18 знаків номера.

Маркери координатних АТС

Маркер (далі — М) — це УП, яке виконує завдання пошуку і вибору з'єднувальних шляхів через комутаційну систему.

В АТСК розрізняють М функціональні та розподіленими по щаблях шукання. В 1-му випадку, М виконує певні функції (наприклад, підключити АЛ до АР через щаблі АШ і РІ) і здійснює встановлення з'єднання в межах декількох ступенів шукання.

У 2-му випадку, М встановлює з'єднання в межах певної, закріпленої за ним щаблем шукання, без урахування стану інших щаблів.

В досліджуваних нами координатних системах (АТСК, АТСКУ, АТСК 100/2000) використовується М другого типу, тобто закріплені не просто за певними ступенями шукання, а за кожним КБ, що входять в цю щабель. Т. е. Число їх на щабель шукання залежить від числа КБ.

Середня тривалість роботи маркера при встановленні з'єднання в комутаційному блоці КБ $h = 0.6$ сек (0.1-1.0сек).

Маркер працює тільки під час встановлення з'єднання на даному ступені шукання, і потім звільняється.

Всі Маркери обслуговують виклику по системі з очікуванням. Якщо виклик приходить в момент, коли М зайнятий встановленням попереднього з'єднання, то він не губиться, а ставиться на очікування.

Алгоритм дії М і склад його функціональних блоків (ФБ) визначається режимом шукання на щаблі, структурою КБ, елементної базою УП.

Передача інформації між реєстром і маркерами.

При встановленні з'єднання в координатних системах АТС реєстр направляє в маркери інформацію про номер викликаного абонента, а маркер посилає в реєстр керуючі сигнали.

Передача інформації в межах станції може здійснюватися багатопровідним способом за спеціальними проводам між реєстрами і

маркерами або по проводам розмовного тракту. Останній спосіб є більш простим і може бути використаний також при міжстанційному зв'язку для передачі інформації з абонентського реєстра безпосередньо в маркери зустрічної станції без застосування вхідних реєстрів. У вітчизняних координатних системах, наприклад АТСК і К-100/2000, використовується саме цей спосіб встановлення з'єднання.

У багатьох зарубіжних системах координатних АТС інформація всередині станції передається по багатопровідним ланцюгах.

Інформація з реєстра може видаватися відразу про всі знаках номера - «пакетом» або здійснюватися за системою «човника». В останньому випадку інформація про кожного знаку видається реєстром тільки за командою з маркера. При цьому маркер посиляє в реєстр до десятка різних керуючих сигналів

- про передачу наступного знаку
- повторенні попереднього знаку номера
- повторенні всієї виданої інформації
- про зміну способу видачі інформації
- відсутності з'єднувальних шляхів
- закінченні з'єднання і т. д.

Човниковий спосіб передачі інформації, як більш економічний і надійний, використовується у вітчизняних системах КАТС для сільських і міських мереж.

З метою зменшення часу заняття керуючих приладів і прискорення з'єднання інформація передається в кодованому вигляді, т. Е. Умовними сигналами. При цьому кожен сигнал може складатися з однієї або декількох посилок струму.

Для утворення коду використовуються різні ознаки, що відрізняють сигнали між собою. Це - число посилок, частота, полярність, час, амплітуда, фаза тощо. У системах автоматичної комутації найчастіше застосовуються наступні ознаки:

- число посилок

- полярність
- частота
- номер дроту

1.4 . Принципи побудови аналогових систем комутації.

Основи побудови комутаційних полів, комутаційні пристрої.

Одноланкові комутаційні блоки

Необхідність надання абонентам зв'язку з будь-яким іншим абонентом вимагає побудови сполучного тракту на телекомунікаційної мережі. На цій мережі сполучний шлях між двома абонентами утворюється на певний час (час розмови за допомогою комутації. Комутація на мережі - це комплекс технічних операцій і засобів, у результаті яких за певною адресною інформацією встановлюється з'єднання між двома терміналами.

З'єднання між кінцевими терміналами здійснюються за допомогою мереж телекомунікацій та систем комутації, кількість яких в тракті визначається призначенням телекомунікаційного тракту. Будь-яка система комутації, незалежно від призначення і розташування на мережі, має таку загальну модель, що складається з комутаційного поля, керуючого пристрою, кросу, лінійних і станційних комплектів

Основною складовою частиною комутаційної системи є комутаційне поле, що дозволяє виконати комутацію телефонній лінії до необхідної вихідної лінії.

Структура комутаційного поля залежить від типу комутаційної системи і її призначення, елементної бази, на якій реалізовано комутаційне поле, а також від ємності системи і мережевого оточення.

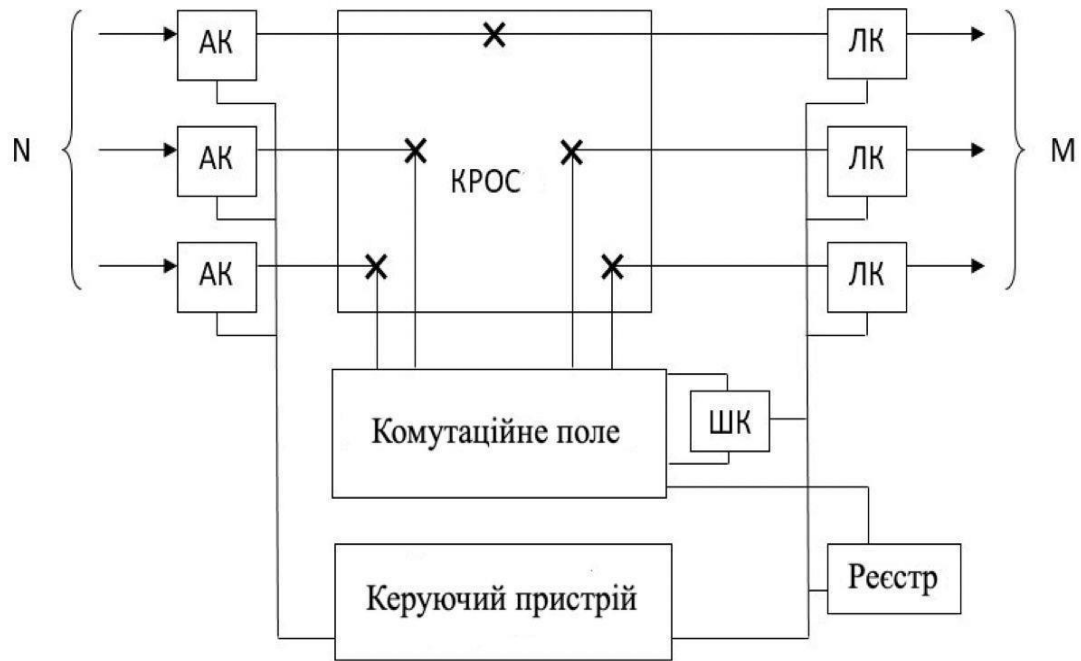


Рисунок 1.7 - Загальна структура комунікаційного вузла

Основи побудови комутаційних полів

У загальному вигляді комутаційне поле аналогових систем комутації (АТСДШ, АТСКУ) являє собою багатополіусник з N входами і M виходами і складається з декількох частин. Кожна частина являє собою ступінь шукання, виконану на основі одного або декількох однотипних комутаційних блоків (КБ), що мають індивідуальні або загальні виходи

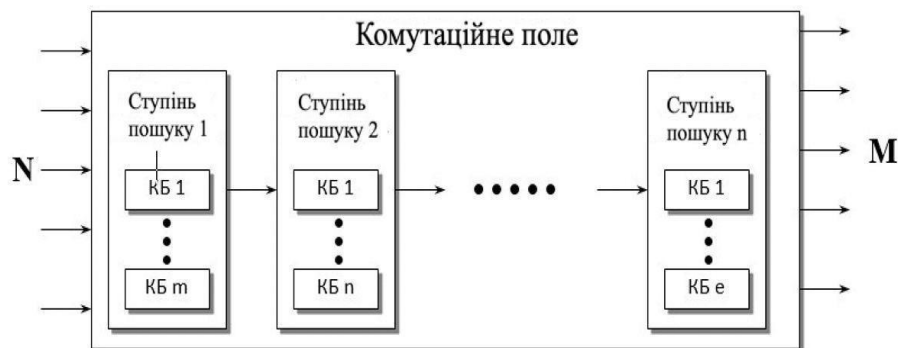


Рисунок 1.8 - Узагальнена структура комутаційного поля системи комутації

Усі N входів включаються в комутаційну систему через КБ першій ступені шукання, кількість яких залежить від ємності АТС:

$n_{KB} = N / N_{KB}$, де N_{KB} - кількість входів в один КБ.

N - ємність АТС.

На входи КБ включаються абонентські комплекти (АК), виходи включаються лінійні комплекти (ЛК).

У кожному КБ з'єднання входу з виходом може здійснюватися через одну або кілька комутаційних точок. Якщо для комутації входу з виходом в КБ використовується одна точка комутації, то такий КБ називається одноланковим. Одноланкові КБ з параметрами N входів і M виходів вимагають для реалізації T_1 комутаційних точок як, наприклад, у схемі на рис.

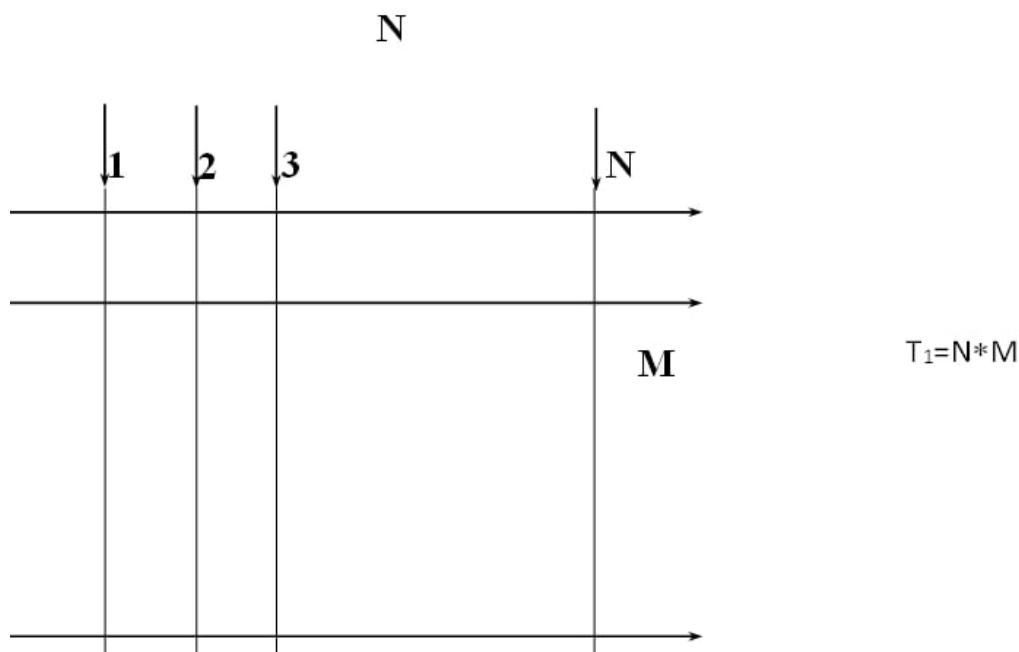


Рисунок 1.9 - Схема одноланкового КБ на N -входів и M -виходів

(<https://studfile.net>)

Комутаційні блоки працюють в трьох режимах шукання: вільному, груповому, вимушеному (лінійному).

Вільним режимом шукання називається такий режим, при якому вхід блоку повинен бути з'єднаний з будь-яким вільним виходом.

У режимі групового шукання вхід блоку повинен бути підключений до будь-якого вільного лінії в групі. Це означає, що всі виходи блоку повинні бути розділені на групи ліній.

У режимі вимушеного шукання вхід блоку повинен бути підключений до певного виходу в залежності від останніх цифр номера.

Комутаційне поле АТС-ДШ являє собою багаторівневу структуру. Кожна ступінь шукання комплектується одноланковими блоками, реалізованими на базі комутаційних приладів типу «шукачі». Число ступенів шукання залежить від нумерації на телефонної мережі. Максимальна ємність АТС-ДШ становить 10000 прикінцевих терміналів.

Комутаційне поле АТС ДШ складається з ступені попереднього шукання (ПП), ступенів групового шукання (ГШ) і ступені лінійного шукання (ЧИ).

Перша ступінь комутаційного поля ПП має одноланкову структуру і комплектується приладами ШИ-17. Штатив ПП містить 100 приладів для підключення ста абонентських ліній.

Ступінь ПШ призначена для підключення ліній абонентів до входів першій ступені групового шукання.

Комутаційні поля координатних систем комутації

Комутаційне поле координатних систем комутації має багатоступінчасту багатоланкову структуру. Кожна ступінь шукання реалізована на багатоланкових комутаційних блоках КБ. Елементна база комутаційного поля - МКС.

Комутаційне поле координатних систем комплектується з наступних рівнів шукання: двостороння ступінь абонентського шукання АШ (що виконує функції попереднього і лінійного шукання АТСДШ), декількох рівнів ГШ, кількість яких залежить від структури мережі і нумерації на мережі. Особливе місце займає ступінь реєстрового шукання абонентська (РША), що служить для підключення реєстрів до комплектів зв'язку.

Ступінь АШ (вихідна зв'язок). Для організації абонентам вихідної і входить зв'язку, тобто для підключення абонентських терміналів, служить двостороння ступінь шукання АШ. Функцією ступені шукання АШ при вихідної зв'язку є підключення викликає лінії до будь-якого вільного доступному вихідного шнуровому комплекту ІШК.

У дволанкових комутаційних блоках, як правило, відбувається стиснення, тобто на кожній ланці кількість вихідних ліній менше числа вхідних ліній. У входи дволанкових схем координатних АТС, включаються абонентські лінії, а в виходи - шнурові комплекти, кількість яких значно менше числа абонентських ліній. Це пояснюється тим, що ІШК є пристроями колективного користування, тобто є загальними для великої групи абонентів.

Статистичними даними встановлено, що для обслуговування 100 абонентських терміналів при вихідної зв'язку досить 15 — 20 ліній, причому підключення може бути до будь-якої лінії пучка. Тому при вихідної зв'язку використаний вільний режим шукання ліній на виході блоку.

При ємності КБ сто терміналів і вільному режимі шукання необхідну якість обслуговування терміналів досягається багатоланковою схемою з двома ланками комутації. Великі абонентські групи АШ-1000 ємністю 1000 номерів (АТСК і АТСКУ) комплектуються для вихідної зв'язку десятьма абонентськими групами ємністю 100 терміналів. На виході кожної групи АШ-1000 для цих десяти сотень однієї тисячі організовується загальний неповний доступ пучок ліній, куди підключаються входи ІШК. Число необхідних ІШК для кожної тисячної групи визначається розрахунком з урахуванням категорій ліній, що включаються на вхід блоків АШ.

Ступінь АШ (входить зв'язок). На ступені АШ при вхідної зв'язку здійснюється завдання підключення станційного тракту до конкретної необхідної (що викликається) абонентської лінії. Задача пошуку по набраній адресі конкретної лінії з безлічі набагато складніше, ніж завдання, що запускається блоком при вихідної зв'язку, коли йде пошук будь-якої вільної лінії пучка. Тому для реалізації вимушеного (лінійного) шукання, зменшення

явищ внутрішніх блокувань і забезпечення необхідної якості обслуговування при організації вхідного зв'язку збільшується кількість ланок комутації.

Тисячна група АШ-1000 комплектується десятьма дволанковими блоками АШ - АВ, а для організації вхідного зв'язку додаються 2 - 4 дволанкових блоків АШ - СД. Необхідну кількість блоків СД залежить від категорії, що обслуговуються джерел навантаження, тобто від інтенсивності вхідного повідомлення до крайовим терміналів розглянутої тисячної групи. На рис.1.10 представлені структурні схеми блоків АШ-АВ і АШ-СД, з яких комплектується тисячна група АШ-1000.

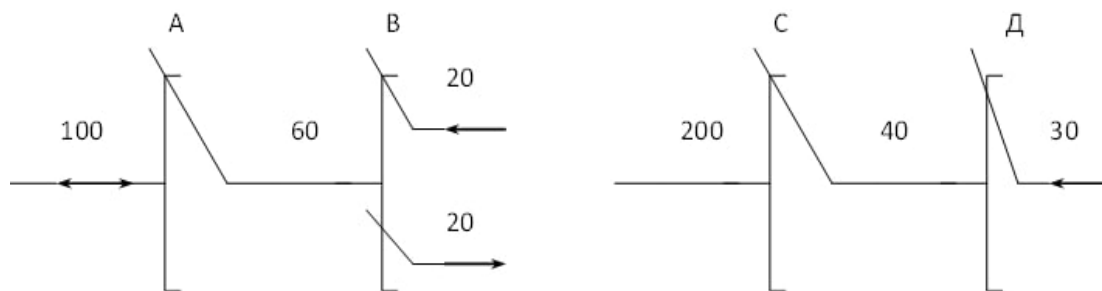


Рисунок 1.10 - Блок АШ -АВ та Блок АШ-СД

Ступені ГШ.

Функціональні схеми АТСКУ містять кілька ступенів шукання ГШ залежно від нумерації на телефонній мережі розглянутої АТСКУ. При п'ятизначній нумерації використовується два щаблі ГШ, при шестизначною - три ступені ГШ, при семизначній - чотири щаблі ГШ. На виходах ступенів (комутаційних блоках) ГШ будь-який ступені шукання повинні бути організовані пучки ліній (напрямів) для організації зв'язку в потрібних напрямках. Місткість кожного пучка визначається доступність напрямку.

1.5 Цифрові абонентські мережі ISDN

Телефонні isdn-апарати досить дорогі, хоча зараз стали з'являтися дешевші пристрої. Крім того, при переході на цифрові лінії ISDN користувач зазвичай вже має аналогове телефонне устаткування — телефони, модеми, факсимільні апарати. І найбільш оптимальним варіантом є використання цього

устаткування спільно з цифровими каналами і сервісом ISDN. Для цього застосовується спеціалізований пристрій - термінальний адаптер, званий А/В-адаптером, який підтримує функції МІНІ АТС. До нього підключається аналоговий телефон (факс, автовідповідач). Випускаються такі пристрої на два, чотири і більша кількість аналогових портів і з одним або декількома bri-портами. Для збільшення кількості підтримуваних портів можна об'єднувати декілька пристроїв. За наявності А/В-адаптера можна отримати вихід через лінію ISDN BRI на міську телефонну мережу загального користування або побудувати усередині isdn-мережі свою накладену телефонну мережу, використовуючи аналогове кінцеве устаткування. Ці адаптери дозволяють виконувати цілий ряд додаткових функцій, які здійснюються за допомогою набору код спеціальних команд кнопками телефонного апарату:

- присвоєння телефонного номера кожному аналоговому порту;
- callback — автоматичне передзвонювання по номеру абонента;
- on-hold — перемикання між декількома активними лініями;
- call Forwarding - перемикання вхідних викликів на інший апарат;
- зміна рівня сигналу в кожному аналоговому каналі;
- швидкий набір номера;
- проведення конференції з декількома учасниками.

Основне призначення ISDN — передача даних з швидкістю до 64 кбіт/с по 4-килогерцової дротяної лінії і забезпеченню інтегрованих телекомунікаційних послуг (телефон, факс, і ін.). Використання для цієї мети телефонних дротів має дві переваги: вони вже існують і можуть використовуватися для подачі живлення на термінальне устаткуванням

Базова конфігурація каналів має вигляд $2\ B + D = 2 * 64 + 16 = 144$ кбіт/с. Окрім В-каналів і допоміжного d-каналу ISDN може запропонувати і інші канали з більшою пропускною спроможністю: канал Н10 із смугою 384 кбіт/с, Н11 — 1536 і Н12 — 1920 кбіт/с (реальні швидкості цифрового потоку). Для первинних каналів (1544 і 2048 кбіт/с) смуга d-каналу може складати 64 кбіт/с.

Для об'єднання в мережі ISDN різних видів трафіку використовується технологія TDM (англ. Time Division Multiplexing, мультіплексування за часом). Для кожного типу даних виділяється окрема смуга, що називається елементарним каналом (або стандартним каналом). Для цієї смуги гарантується фіксована, погоджена доля смуги пропускання.

У стандартах ISDN визначаються базові типи каналів, з яких формуються різні призначені для користувача інтерфейси.

Тип	Смуга	Опис
A	—	Аналогова телефонна лінія, 4кГц.
B	64 кб/с	Передача даних або 1 телефонна лінія (1 потік оцифрованого звуку)
C	8/16 кб/с	Передача даних
D	16/64 кб/с	Канал позаканальної сигналізації (управління іншими каналами)
E	64 кб/с	Внутрішня сигналізація ISDN
H0	384 кб/с	Передача даних
H10	1472 кб/с	Передача даних
H11	1536 кб/с	Передача даних
H12	1920 кб/с	Передача даних

Найчастіше застосовуються канали типів B і D

Інтерфейс базового рівня BRI (англ. Basic Rate Interface) — забезпечує користувачеві надання двох цифрових каналів (ОЦК) по 64 кбіт/с (канал B) і односмуговий канал сигналізації D із швидкістю передачі даних 16 кбіт/с. Таким чином, максимальна швидкість передачі в інтерфейсі BRI (2b+d) складає $R_{bmax}=128+16=144$ кбіт/с. Найбільш поширений тип сигналізації — Dss1 (Euro ISDN). Використовується два магістральні режими портів BRI відносно станції або телефонів — S/TE і NT.

ISDN технологія використовує три основних типів інтерфейсу BRI: U, S, T.

U — одна вита пара, прокладена від комутатора до абонента, працює в повному або пів-дуплексі. До U-інтерфейсу можна підключити лише 1 пристрій, званий NT-1 (або Nt-2) Network Termination — мережеве закінчення.

S/T інтерфейс (S0). Використовуються дві виті пари, передача і прийом.

Nt-1, Nt-2 — Network Termination, мережеве закінчення. Перетворює одну пару U в один (Nt-1) або два (Nt-2) 2-х парних S/T інтерфейсу (з роздільними парами для прийому і передачі).

По суті S і T це однакові з вигляду інтерфейси, різниця в тому, що по S інтерфейсу можна подати живлення для ТЕ пристроїв, телефонів наприклад, а по T — ні. Більшість Nt-1 і Nt-2 перетворювачів уміють і те і інше, тому інтерфейси найчастіше називають S/t.

Інтерфейс первинного рівня (Primary Rate Interface, PRI) — використовується для підключення до широкосмугових магістралей, що зв'язують місцеві і центральні АТС або мережеві комутатори. Інтерфейс первинного рівня об'єднує 23 В-канали і один d-канал для стандарту T1 23b+d (поширений в Північній Америці і Японії); або 30 В-каналів і один d-канал для стандарту E1 30b+d (поширений в Європі).

Елементарні канали PRI можуть використовуватися як для передачі даних, так і для передачі оцифрованого телефонного сигналу. Інтерфейс первинного рівня (англ. Primary Rate Interface, PRI) — стандартний інтерфейс мережі ISDN, що визначає дисципліну підключення станцій ISDN до широкосмугових магістралей, що зв'язують місцеві і центральні АТС або мережеві комутатори. Інтерфейс первинного рівня об'єднує 23 В-канали і один d-канал для стандарту T1 ($23b + D = 24 \cdot 64 = 1536 \text{ [kbit/s]}$) або 30 В-каналів для службових даних стандарту E1 ($30b + D + H = 32 \cdot 64 = 2048 \text{ [kbit/s]}$).

Архітектура мережі ISDN Мережа ISDN складається з наступних компонент:

-мережеві термінальні пристрої (NT, англ. Network Terminal Devices)

- лінійні термінальні пристрої (LT, англ. Line Terminal Equipment)
- термінальні адаптери (ТА, англ. Terminal adapters)
- абонентські термінали

Абонентські термінали забезпечують користувачам доступ до послуг мережі.

Існує два види терміналів:

- TE1 (спеціалізовані isdn-термінали).
- TE2 (неспеціалізовані термінали).

TE1 забезпечує пряме підключення до мережі ISDN, TE2 вимагають використання термінальних адаптерів (ТА).

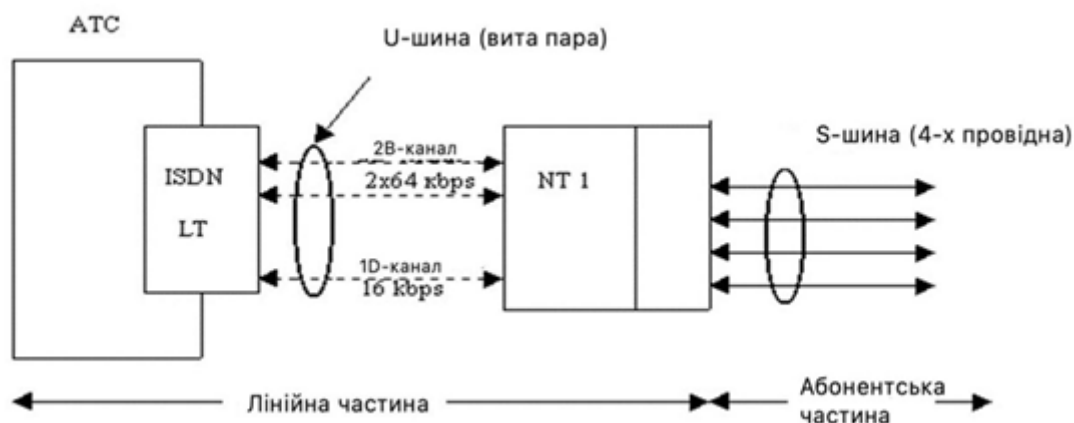


Рисунок 1.11 – Структура базового доступу до ISDN
(<https://life-prog.ua>)

Деякі переваги мереж ISDN в порівнянні з ТМЗК:

- Повністю цифрова мережа, що забезпечує високу надійність передачі інформації
 - Висока швидкість передачі інтегрованої інформації різної природи.
 - Широкий набір функцій для телефонії, висока якість звуку.
 - Швидкий набір номера (менше 1 с).
 - Широка доступність і поширеність в світі.
- Недоліки мереж ISDN
- Проблеми сумісності isdn-устаткування різних постачальників.

- Складність модернізації центральних комутаторів і побудови нової цифрової інфраструктури.
- Складність замовлення сервісу.
- Необхідність великих фінансових вкладень.

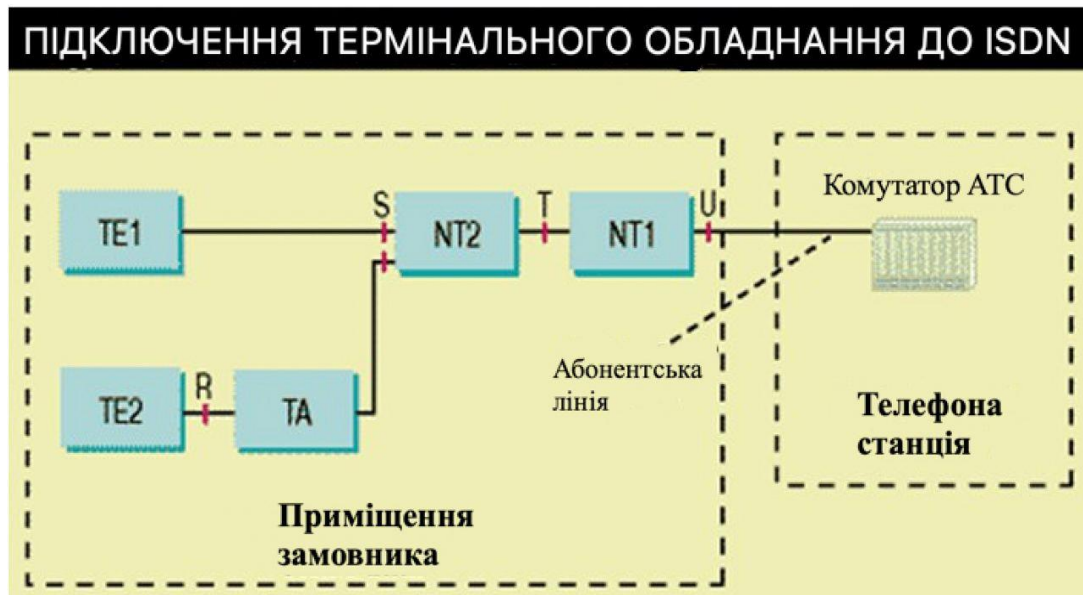


Рисунок 1.12 – Підключення термінального обладнання до ISDN

TE1 підключаються по чотирипровідному цифровому каналу на основі крученої пари, а TE2— за допомогою термінального адаптера. Прикладами TE2 можуть бути звичайні аналогові телефони

Термінальний адаптер є автономним пристроєм або знімною платою всередині TE2. Фактично термінальні адаптери замінюють модем. NT1 встановлюється оператором зв'язку в приміщенні замовника і пов'язує його з комутатором ISDN на центральній АТС по витій парі, по якій раніше підключався звичайний телефон. NT1 має роз'єм для пасивної шини. До цієї шини замовник може під'єднати до восьми isdn-телефонів, терміналів і інших пристроїв аналогічно тому, як подібні пристрої підключаються до локальної мережі

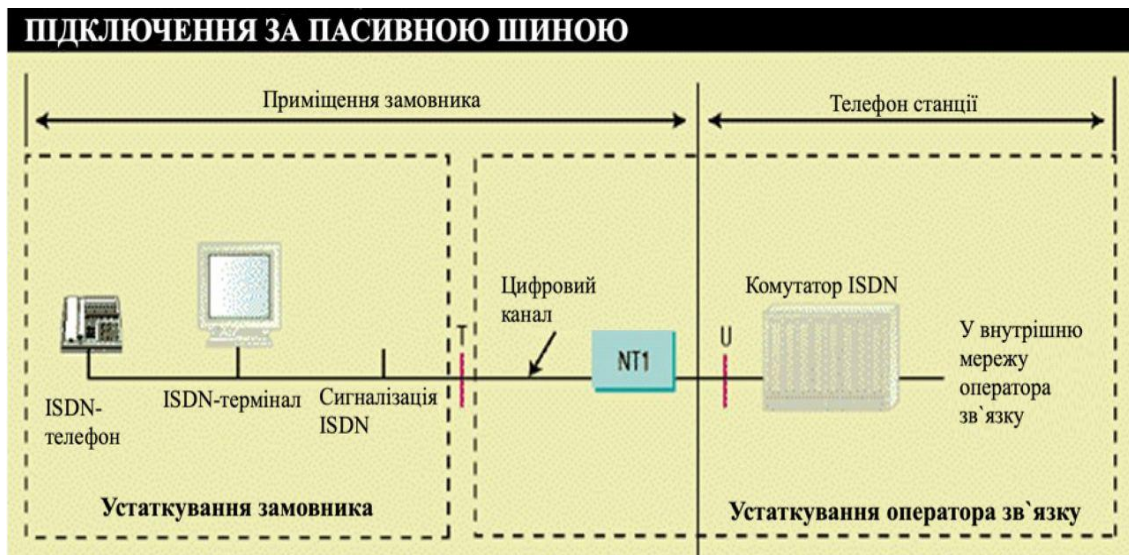


Рисунок 1.13 – Підключення за пасивною шиною

Управління доступом до ISDN

Велику увагу приділено у рекомендаціях ITU-T управління доступом до ISDN. При цьому базовою рекомендацією є M.3600, в якій викладено принципи управління мережами ISDN та вказано взаємозв'язок з іншими рекомендаціями, що стосуються управління.

Мережі ISDN припускають організацію доступу на швидкостях передачі від $2B+D$ до $30B+D$ ($B = 64$ Кбіт/с, $D = 16$ Кбіт/с). Канали типу називають інформаційними, а канали D - сигнальними.

Розрізняються такі види доступу: базовий, із конфігурацією $2B+D$ ($2 \times 64 + 16$ Кбіт/с), первинний, із конфігурацією $30B+D$ ($30 \times 64 + 16$ Кбіт/с): ряд різновидів: $B+D$; $n \times B+D$ та інші.

Для організації доступу передбачені інтерфейси користувача UN I та вузла послуг SNI. Інтерфейси користувача позначені та визначені в рекомендаціях 1.411, 1.412, 1.431 1414, I.964, I.965 та інших. Структура доступу до ISDN та система позначень наведено на малюнку 5.8. Детальний опис інтерфейсів T,V та функцій елементів NT1, NT2, TE, LT можна знайти в літературі та вищезазначених рекомендаціях, а також у таблиці 5.2.

Управління ISDN ґрунтується на принципах управління TMN. Вибрана стратегія управління TMN впливає на модель, що використовується.

Абонентська установка є комплексом, який розташовується на стороні абонента і включає кінцеве обладнання (ТЕ), елементи мережі (NTI, інтерфейс) і персонал, а в разі потреби — і операційні системи, які спільно несуть відповідальність і мають можливості технічної експлуатації абонентської установки.

Постачальник послуг управління надає користувачам послуги управління. Він включає операційні системи та персонал, які спільно забезпечують надання обмежених послуг управління на мережах ISDN

Вузол надання послуг є адміністративним центром, який здійснює експлуатацію та технічне обслуговування місцевих станцій та користувальницьких доступів. Він включає персонал, місцеві станції та експлуатаційні системи місцевих станцій. У станціях реалізуються можливості технічної експлуатації обладнання та мережі ISDN

Центр управління є адміністративним центром, який здійснює експлуатацію та технічне обслуговування мереж та служб (послуг). Центр управління включає персонал і операційні системи, які спільно вирішують завдання управління та мають можливості експлуатації ISDN.

Структура моделі управління доступом до ISDN

Операційна система терміналу абонента виконує функції у терміналі та встановлює зв'язок з іншими операційними системами для керування абонентським доступом та послугами ISDN. Ця операційна система може бути реалізована як частина обладнання, яке може розміщуватись у терміналі.

Операційна система вузла послуг забезпечує функції технічного обслуговування місцевих станцій та абонентських доступів. Ця операційна система може бути реалізована як частина місцевих станцій. Вона встановлює зв'язок з іншими операційними системами для керування абонентським доступом та послугами ISDN.

Операційна система центру керування виконує функції керування, мережі доступу для забезпечення технічного обслуговування апаратури систем

передачі та комутації ISDN. Вона встановлює зв'язок коїться з іншими операційними системами з метою полегшення управління.

Операційна система керування постачальника ПОСЛУГ виконує частину функцій керування в терміналі користувача. Ця операційна система встановлює зв'язок з іншими операційними системами з метою розширення спектра послуг.

Функції керування, що реалізуються в мережі доступу

Функції керування терміналом користувача полягають у наступному:

- управління організацією шлейфів ТЕ;
- ідентифікація служб (послуг) ТЕ;
- керування формуванням випробувальних сигналів технічного обслуговування;
- доступ до даних, що стосуються функціонування терміналу (до протоколів рівнів 2 та 3);
- перевірка запитів від операційної системи постачальника послуг з метою забезпечення безпеки.

Функції керування доступом є групою функцій управління та зв'язку з іншими функціями управління в інших операційних системах. Приклади функцій керування доступом:

- управління організацією шлейфів у NT1 чи LT;
- контроль якості послуги абонентського доступу;
- забезпечення доступу до інформації про функціонування абонентського доступу.

Функції управління центру є групою функцій управління мережею, включаючи елементи та служби (послуги). Приклади функцій керування

- запит операційної системи вузла послуг на керування активацією
- шлейфу, контроль над введенням в експлуатацію абонентського доступу,
- отримання інформації про функціонування абонентського доступу;
- керування телепослугами, що надаються абоненту; перевірити запити від постачальника послуг для отримання повноважень.

Функції керування постачальника послуг є групою функцій управління абонентською установкою або якоюсь її частиною. Ці функції не можуть керувати абонентським доступом. Можливий обмін інформацією про абонентський доступ.

Прикладами функцій керування постачальника послуг можуть бути:

- забезпечення функцій випробувальних відповідачів;
- запит функцій управління центру на дозволена інформацію з управління; запит функцій управління терміналу щодо заходів з технічного обслуговування

Зазначені функціональні блоки та його взаємозв'язку показані малюнку.

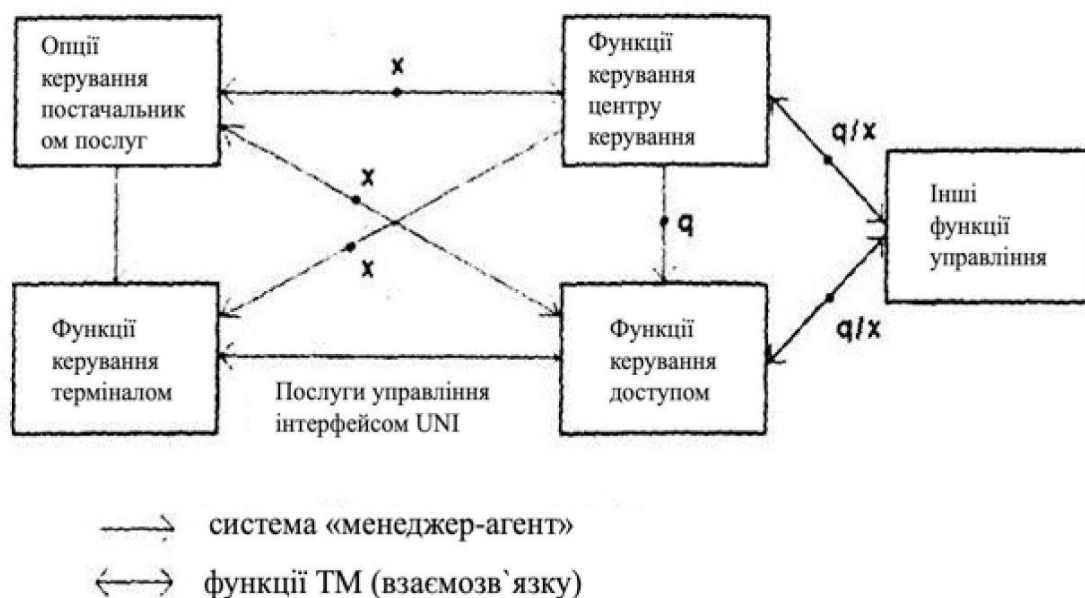


Рисунок 1.14 – Взаємозв'язок функціональних блоків моделі керування

Принципи управління мережі ISDN базуються на основній стратегії технічної експлуатації, викладеної у рекомендації ITU-T M.20 "Концепція технічної експлуатації мереж електров'язку".

Загальні принципи технічної експлуатації на мережі ISDN полягають у наступному:

-чітке розмежування несправностей між абонентським обладнанням та обладнанням мережі доступу;

-чітке розмежування між відмовами мережі доступу та законними діями абонентів,

-проведення випробувань для безперервного контролю та виявлення несправностей;

-термінал ISDN повинен отримувати інформацію про відмову або функціонування мережі;

-мережа повинна отримувати інформацію про відмову або функціонування від терміналу;

-управління станом абонентського доступу та терміналу при випробуваннях (тестуванні) та ряд інших.

Модель інформації, що відноситься до управління мережі ISDN і розглядається як структура управління

Область застосування інформації, що стосується управління, охоплює кілька широких областей, фізичне обладнання (апаратура); з'єднання з комутацією каналів (В-каналів); протоколи та програмне забезпечення; послуги ISDN; операції з технічної експлуатації.

Різні агенти управління ISDN можуть бути представлені:

-фізичною конфігурацією обладнання та мережі доступу;

-з'єднаннями (каналами зв'язку та сигналізації);

-рівнями протоколів (три рівні: фізичний, каналний та мережевий);

-випробувальними шлейфами.

Фізична конфігурація мережі доступу ISDN може бути складена терміналів TE, мережевих закінчень NT1, NT2, лінійних закінчень LT. транзитних мереж, центральних розподільчих модулів (вузлів), інтерфейсів.

Фізичні канали системи управління в ISDN створюються у структурах циклів базового і первинного доступу з певними швидкостями. Наприклад, у терміналі NTBA – 2B1Q. що випускається компанією Siemens, для каналу управління передбачені тимчасові позиції з частотою проходження імпульсів 4

Кбіт/с, а в обладнанні ISDN Pri-mary Rate Access PMXA-KU Siemens нульовий каналний інтервал служить для перенесення сигналів керування.

Питання управління в мережі ISDN з кінця в кінець у цьому посібнику не розглядаються, оскільки це вимагає розгляду загальноканальної сигналізації №7 та управління нею, що є предметом окремого обговорення.

Кінцеве обладнання мережі NT1

Фізично NT1 є невеликим пристроєм, що кріпиться до стіни, зі світловими індикаторами. В разі використання декілька BRI все Nt1 можна встановити в спеціальну стійку з вбудованим джерелом живлення. Принципова схема Nt1 змальована на рис. 1.18.

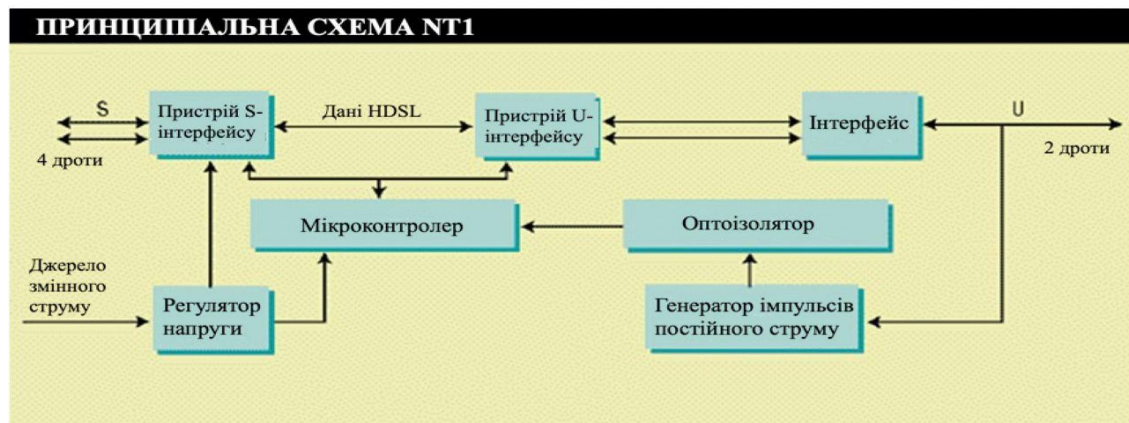


Рисунок 1.15 – Принципова схема Nt1

B-ISDN (Broadband ISDN) або широкосмугова ISDN. Це цифрова мережа з комутацією ATM, що працює на швидкостях, що перевищують 2.048 Мбіт/с. ATM дозволяє передавати і комутувати голос, дані, зображення і відео з використанням однієї і тієї ж інфраструктури.

Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань)
до розділу 1:

1. Назвіть дві основні проблеми якості (шум, загасання, перехресні перешкоди), які були невід'ємною частиною аналогових комутаційних систем
2. Які дві основні функціональні частини мав аналоговий комутатор, і за що відповідала кожна з них?
3. Що означає аббревіатура ISDN, і яка була головна ідея цієї мережі на етапі її розробки?
4. У чому полягає принципова відмінність позасмугової (out-of-band) сигналізації ISDN від аналогової (внутрішньосмугової), і як це вплинуло на швидкість та можливість надання послуг?

Для самостійної роботи здобувачів спеціальності G 5 - «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» переглянути відео за QR кодом

Квятковська А.



РОЗДІЛ 2. СИНХРОНІЗАЦІЯ В СИСТЕМАХ КОМУТАЦІЇ

2.1 Асинхронна передача та синхронна передача

АТМ - режим асинхронної передачі. Це мережева технологія, в якій використовують маленькі пакети фіксованої довжини, які називаються чарунками. Технологія АТМ поєднує в собі підходи двох технологій - комутації пакетів і комутації каналів. Від першої вона взяла на озброєння передачу даних у вигляді адресованих пакетів, а від другої - використання пакетів невеликого фіксованого розміру, внаслідок чого затримки в мережі стають більш передбаченими. За допомогою техніки віртуальних каналів, попереднього замовлення параметрів якості обслуговування каналу і пріоритетного обслуговування віртуальних каналів з різною якістю обслуговування вдається домогтися передачі в одній мережі різних типів трафіку без дискримінації.

Технологія АТМ є основою для побудови цифрових мереж інтегрального обслуговування (ЦМІО). З метою максимального задоволення потреб різних категорій користувачів мереж в передачі різномірної інформації, форум АТМ ввів наступні категорії сервісу:

- CBR (constant bit rate) – передача з постійною швидкістю відео та аудіо інформації;

- VBR (variable bit rate) – передача із змінною швидкістю скомпресованої відео та аудіо інформацію.

- ABR (available bit rate) – передача із доступною швидкістю файлів даних;

- UBR (unspecified bit rate) – передача із невстановленою швидкістю даних електронної пошти, служби новин, тощо.

Важливою особливістю технології АТМ є її здатність забезпечити необхідний рівень якості обслуговування при передачі інформації. З цією метою встановлено такі показники якості обслуговування (Quality of Service), які використовуються при оцінці якості передачі по каналам різних типів (категорій) трафіку

- середня затримка в передачі чарунок – Cell Transfer Delay (CTD)
- варіація величини затримки передачі – Cell Delay Variance (CDV);
- частка (ймовірність) втрачених чарунок – Cell Loss Ratio (CLR).

Метод АТМ є орієнтованим на з'єднання: будь-якій передачі інформації передують організація віртуального з'єднання (що комутується чи постійного) між відправником і одержувачем даних, що згодом спрощує процедури маршрутизації. Дані перед їхньою передачею по каналах зв'язку поділяються на ділянки довжиною 48 байт. До них додається заголовок (5 байт). Утворюються елементи, що передаються з використанням віртуальних каналів, тобто логічних каналів, що мають ідентифікатор, які організуються між двома пристроями для встановлення зв'язку. В одному фізичному каналі зв'язку, як правило, передаються спільно елементи, що належать множині різних віртуальних каналів. Елементи, що надходять від різних комплектів устаткування даних, поєднуються в каналі зв'язку, утворюючи груповий сигнал, і комутуються у вузлах мережі.

У порівнянні з комутацією пакетів, де пакети можуть мати різні розміри з різними відстанями між ними, елементи АТМ мають строго фіксовану довжину, кратну байту, і впливають один за одним без перерв. Це полегшує процедури обробки сигналу, що дозволяє підвищити швидкість передачі інформації і надає можливості широкосмугового зв'язку. На відміну від комутації каналів з тимчасовим ущільненням елементи надаються користувачам тільки на час передачі інформації. При відсутності необхідності передачі інформації користувач не займає ресурси мережі зв'язку, що підвищує ефективність їхнього використання. Звідси відбувається назва методу: термін "асинхронний" означає, що елементи, які належать одному з'єднанню, надходять у канал зв'язку нерегулярно, і тимчасові інтервали надаються джерелу повідомлень відповідно до його реальних потреб.

Невелика довжина елемента дозволяє легко перемешувати елементи, що використовуються для різних додатків, таких як передача даних, мови і

відеозображень. Висока швидкість дає можливість передавати інформацію в реальному масштабі часу.

Чарунка складається з двох частин: заголовка розміром 5 байтів і поля даних розміром 48 байтів. Заголовок містить інформацію для маршрутизації чарунки в мережі. Поле даних несе корисну інформацію, яку й потрібно передати мережею.

Мережні пристрої АТМ аналізують інформацію в заголовку та вибирають спосіб і шлях проходження чарунки мережею. Вони не аналізують вмісту поля даних, який є суттєвим лише для допоміжних програмних продуктів.

На рисунку вказано формат чарунки АТМ в відповідності з стандартом UNI

VCIL	Control	HCS	AL	Дані
Заголовок 5 байт			Поле даних 48 байт	
VCIL- ідентифікатор постійного віртуального каналу (3 байта)				
Control- поле керування (1 байт)				
HCS- поле контрольної суми (1 байт)				
AL- поле адаптаційного рівня (4 байта)				

Рис.2.1 - Формат чарунки АТМ в відповідності з стандартами UNI

Як видно з рис. 2.1, елемент має розмір 53 октети і включає заголовок довжиною 5 октетів і інформаційне поле. Перші чотири двійкових символи заголовка виділені для поля загального керування потоком. Наступні 24 двійкові одиниці використовуються для ідентифікації віртуального шляху (ВШ) і віртуального каналу (ВК). Як відзначалося вище, мережі АТМ є орієнтованими на з'єднання, і необхідний віртуальний ланцюг повинний бути прокладений через мережу АТМ перш, ніж які-небудь дані будуть передані. Для організації цього ланцюга технологія АТМ передбачає використання віртуальних каналів. Частину ВК складає віртуальний шлях. Всі ідентифікатори віртуальних шляхів і віртуальних каналів (ІВШ і ІВК) мають тільки місцеве значення в межах окремої лінії і приймають нові значення в кожному комутаторі мережі АТМ. Ряд ІВК резервується для трафіка сигналізації і різних цілей керування.

Черга-це суттєва ознака, яка зумовлює всі властивості АТМ. Мережа АТМ фактично стоїть у черзі. Оскільки вона має певну довжину, то може переповнюватися, коли надходить надто інтенсивний трафік, який перевищує очікувані межі. Це спричинює втрату чарунки одного або більше з'єднань, яка пересувається чергою. Практично мережа АТМ допускає таку довжину черги, яка робить імовірність згаданої події незначною, тобто меншою від заданої величини. Є декілька типів черг залежно від того, як обробляються чарунки.

Для будь-якої черги ймовірність переповнення залежить від її довжини, тривалості чарунки (часу обслуговування), середньої кількості чарунок, прийнятих протягом цього часу (завантаження черги), а також стохастичного закону, який визначає надходження чарунок, оскільки ймовірність втрати залежить також від виду служби.

Черга вводить джиттер у з'єднаннях, які проходять через неї, тому що тривалість переміщення чарунки (тривалість проходження черги плюс тривалість обслуговування) змінюється відповідно до заповнення черги.

Мультиплексування АТМ дуже гнучке, оскільки не є ієрархічним і діє динамічно на всіх типах трафіка і служб.

Мультиплексування АТМ з чарунками обслуговування та керування може передаватися безпосередньо будь-якими фізичними засобами з забезпеченням ефективності коду. Завдяки асинхронності він може переміщуватися в PDH-кадрах або в SDH-контейнерах. Це спричиняє додавання бітової надшвидкості. У цьому разі використовуються певні функції, які виконуються фізичними рівнями PDH або SDH, особливо для керування та контролю якості бінарних потоків і для зміни форми з'єднань на випадок аварії.

Комутація АТМ асинхронна за часом і впливає на чарунку або, що рівнозначно, на віртуальні з'єднання. Чарунки перемикаються між вхідним портом і одним або більше вихідними портами залежно від ідентифікатора і після того, як підтвердиться правильність їх контрольної послідовності. Коли декілька чарунок від різних з'єднань мають одночасно направлятися в той самий вихідний порт, виникає суперечлива ситуація, і деякі чарунки мають бути

нагромаджені в буфері перед пересиланням. Це означає, що будь-який комутатор АТМ містить черги, а велика різноманітність архітектур має оптимізувати затримку і вартість.

До складу вузла керування комутатора входить таблиця відповідності, яка завантажена при встановленні з'єднань і використовується для маршрутизації вхідних чарунок до різних вихідних портів. Порожні чарунки вилучаються на вході і не надходять до комутатора. Якщо немає інформації, то порожні чарунки формуються на виході. Чарунки швидко формуються тому, що на відміну від традиційної пакетної комутації діють фізичні компоненти без будь-якого протоколу на програмних засобах.

З'єднання «точка-точка» встановлює зв'язок між приймачем і передавачем через мережу, а з'єднання «точка-група точок» — між передавачем і декількома приймачами.

Дуалізм ідентифікатора чарунки дає змогу визначити два типи віртуальних з'єднань: шлях, визначений лише VPI, та канал, визначений парою VPI+VCI.

Віртуальний шлях містить певну кількість віртуальних каналів і тракт передавання може мати декілька віртуальних шляхів. Залежно від того, що він аналізує (лише VPI чи пару VPI+VCI), вузол вмикає віртуальний шлях або віртуальний канал. У першому випадку віртуальні канали переміщуються за типом „з кінця – в кінець” усередині віртуальних шляхів, зберігаючи свій ідентифікатор. З'єднання визначається каскадом ідентифікаторів для досягнення послідовності фізичних ланок між вузлами мережі.

Віртуального з'єднання можна досягти двома шляхами: оператором мережі з центру керування (це напівпостійні, випадкові або резервні з'єднання; вузол є крос-конектором) та самими користувачами (у реальному часі і для певної тривалості) з використанням спеціальної мови сигналізації.

Вузол є оперативним комутатором, який функціонує під керуванням користувача.

Основною функцією заголовка є аналіз ідентифікатора віртуального з'єднання і маршрутизація відповідно до нього. Для цієї мети маємо два роздільних ідентифікатори - ідентифікатор віртуального каналу (virtual channel identifier - VCI) і ідентифікатор віртуального шляху (virtual path identifier - VPI). При цьому VCI визначає динамічно створювані з'єднання, а VPI - статично створювані. Під ідентифікатор VCI у форматі заголовка приділяється 16 біт. Присвоєння VCI виконується на етапі встановлення з'єднання, і цей номер, так само, як і логічні канали в системі X.25, міняються від ділянки до ділянки. Може показатися дивним: навіщо вводити два різних ідентифікатори для того самого з'єднання. При проектуванні технології АТМ передбачалося, що в рамках одного сеансу зв'язку можна робити кілька різних з'єднань. Наприклад, при телемовленні по одному VCI можна передавати відеосигнал, а по іншому - звук. Можна привести ще безліч прикладів такого роду. Крім того, при необхідності можна в рамках одного сеансу встановлювати нові з'єднання, наприклад, якщо два абоненти під час розмови хочуть обмінятися чи факсами файлами даних. Таким чином, у рамках абонентського з'єднання можна оперативно створювати і забирати віртуальні канали, тобто регулювати пропускну здатність. Тому VC є динамічними. Утім, процедура динамічного створення VC у рамках з'єднання дотепер не описана з погляду керування. Поки це тільки теоретична можливість. Більш того, що існують сьогодні вузли комутації установлюють усі свої з'єднання тільки по єдиному віртуальному шляху - $VPI=0$. Це значить, що фактично для ідентифікації з'єднань використовується тільки один ідентифікатор - номер віртуального каналу. Це значить, що між парою абонентів, звичайно, можна установити більш одного з'єднання, але з погляду мережі це будуть зовсім не зв'язані один з одним з'єднання. Іншими словами, сучасні вузли комутації є комутаторами VC, а не VP.

Ще однією функцією заголовка є поділ логічних з'єднань по пріоритетах. Пріоритет означає, що на деякі допускається більша імовірність утрати, чим на інші. Пріоритети можуть задаватися на віртуальний канал, чи ж на кожен селл задатися окремо.

2.2 Архітектура АТМ

Як у моделі АТМ, так і в моделі OSI стандарти для фізичного рівня встановлюють, яким чином біти повинні проходити через середовище передачі. Тобто, стандарти АТМ для фізичного рівня визначають, як одержуються біти із середовища передачі, перетворюються в чарунки і посиляються рівню АТМ.

Фізичний рівень складається з підрівня фізичного середовища і підрівня конвергенції, тобто "підтягування" виду переданих даних до виду, зручному для передачі по каналах. Підрівень фізичного середовища відповідає за коректну передачу і прийом бітів по каналу. Інакше кажучи, з його допомогою здійснюється введення потоку даних у канал зв'язку. Крім того, цей рівень виконує бітову синхронізацію на каналі (відзначимо, що бітова синхронізація на каналі ніяк не зв'язана із синхронізацією селів, про яку говорилося вище - сел може бути виданий у канал у довільний момент часу, тобто бітова синхронізація присутня в будь-якій системі, а кадрова синхронізація може бути відсутньою).

Підрівень конвергенції в першу чергу виконує адаптацію до системи передачі, наприклад, це може бути система 8B/10B чи SONET. Це значить, що цей підрівень виконує функції формування тієї інформаційної структури, що відповідає системі передачі.

Робота рівня АТМ цілком незалежна від роботи фізичного рівня, що видає, перевірені по заголовках і готові до маршрутизації. Відповідно, основними функціями рівня АТМ є мультиплексування потоку з різних віртуальних шляхів в один канал для передачі, необхідні перетворення заголовків, наприклад, перепризначення номера віртуального шляху при переході з ділянки на ділянку, також виконуються деякі функції керування на підставі поля РТІ у заголовка, а також формування і вилучення заголовка.

Стандарти для рівня АТМ описують, як одержувати чарунку, згенеровану на фізичному рівні, додавати 5-байтний заголовок і посилати чарунку рівню адаптації АТМ. Ці стандарти також визначають, яким чином потрібно

встановлювати з'єднання з такою якістю сервісу (QoS), яку запитує АТМ - пристрій чи кінцева станція.

Стандарти встановлення з'єднання для рівня АТМ визначають віртуальні канали і віртуальні шляхи. Віртуальний канал АТМ - це з'єднання між двома кінцевими станціями АТМ, що встановлюється на час їхньої взаємодії. Віртуальний канал є двонаправленими: це означає, що після встановлення з'єднання кожна кінцева станція може як посилати пакети іншій станції, так і одержувати їх від неї.

Після того, як з'єднання встановлене, комутатори між кінцевими станціями одержують адресні таблиці, що містять інформацію про те, куди необхідно направити чарунки. У них використовується наступна інформація:

- адреса порту, з якого приходять чарунки;
- спеціальні значення в заголовках чарунки, що називаються ідентифікаторами віртуального каналу (virtual circuit identifiers - VCI) і ідентифікаторами віртуального шляху (virtual path identifiers - VPI).

Адресні таблиці також визначають, які VCI і VPI комутатори повинні включити в заголовки чарунок перед тим як їх передати.

Існує три типи віртуальних каналів:

- постійні віртуальні канали (permanent virtual circuits - PVC);
- віртуальні канали, що комутуються (switched virtual circuits - SVC);
- інтелектуальні постійні віртуальні канали (англ. smart permanent virtual circuits - SPVC).

PVC - це постійне з'єднання між двома кінцевими станціями, що встановлюється вручну в процесі конфігурування мережі. Користувач повідомляє провайдеру АТМ - послуг чи мережевому адміністратору, які кінцеві станції повинні бути з'єднані, і він встановлює PVC між цими кінцевими станціями. PVC містить у собі кінцеві станції, середовище передачі і всі комутатори, розташовані між кінцевими станціями. Після установки PVC для нього резервується визначена частина смуги пропускання, і двом кінцевим станціям не потрібно встановлювати чи скидати з'єднання.

SVC встановлюється в міру необхідності - щоразу, коли кінцева станція намагається передати дані іншій кінцевій станції. Коли відправляюча станція встановлює запит на з'єднання, мережа ATM поширює адресні таблиці і повідомляє цій станції, які VCI і VPI повинні бути включені в заголовки чарунок. Через довільний проміжок часу SVC скидається.

SVC встановлюється динамічно, а не вручну. Для нього стандарти передачі сигналів рівня ATM визначають, яка кінцева станція повинна встановлювати, підтримувати і скидати з'єднання. Ці стандарти також регламентують використання кінцевою станцією при встановленні з'єднання параметрів QoS із рівня адаптації ATM.

Крім того, стандарти передачі сигналів описують спосіб керування трафіком і запобігання "заторів": з'єднання встановлюється тільки в тому випадку, якщо мережа в стані підтримувати це з'єднання. Процес визначення, чи може бути встановлене з'єднання, називається керуванням визнання з'єднання (connection admission control - CAC).

SPVC - це гібрид PVC і SVC. Подібно PVC, SPVC встановлюється вручну на етапі конфігурування мережі. Однак провайдер ATM - послуг чи мережевий адміністратор задає тільки кінцеві станції. Для кожної передачі мережа визначає, через які комутатори будуть передаватися чарунки.

Велика частина первинного устаткування ATM підтримувала тільки PVC. Підтримка SVC і SPVC починає реалізовуватися згодом.

PVC мають дві переваги над SVC. Мережа, в якій використовуються SVC, повинна витрачати час на встановлення з'єднання, а PVC встановлюються попередньо, тому можуть забезпечити більш високу продуктивність. Крім того, PVC забезпечують кращий контроль над мережею, тому що провайдер ATM - послуг чи мережевий адміністратор може вибирати шлях, яким будуть передаватися чарунки.

Однак і SVC мають ряд переваг перед PVC. Оскільки SVC встановлюється і скидається легше, ніж PVC, то мережі, що використовують SVC, можуть імітувати мережі без встановлення з'єднання. Ця можливість

виявляється корисною в тому випадку, якщо ви використовуєте додаток, що не може працювати в мережі з встановленням з'єднання.

Крім того, SVC використовують смугу пропускання, тільки коли це необхідно, а PVC повинно постійно її резервувати на той випадок, якщо вона знадобиться. SVC також вимагають меншої адміністративної роботи, оскільки встановлюються автоматично, а не вручну. І нарешті, SVC забезпечують відмовостійкість: коли виходить з ладу комутатор, що знаходиться на шляху з'єднання, інші комутатори вибирають альтернативний шлях.

SPVC має кращі властивості цих двох видів віртуальних каналів. Як і у випадку з PVC, SPVC дозволяє заздалегідь задати кінцеві станції, тому їм не доводиться витрачати час на встановлення з'єднання щоразу, коли одна з них повинна передати комірку. Подібно SVC, SPVC забезпечує відмовостійкість. Однак і SPVC має свої недоліки: як і PVC, SPVC встановлюється вручну, і для нього необхідно резервувати частину смуги пропускання - навіть якщо він не використовується.

Стандарти встановлення з'єднання для рівня АТМ також визначають віртуальні шляхи (virtual path). У той час як віртуальний канал - це з'єднання, встановлене між двома кінцевими станціями на час їхньої взаємодії, віртуальний шлях - це шлях між двома комутаторами, що існує постійно, незалежно від того, чи встановлене з'єднання. Іншими словами, віртуальний шлях - це "запам'ятований" шлях, по якому проходить весь трафік від одного комутатора до іншого.

Коли користувач запитує віртуальний канал, комутатори визначають, який віртуальний шлях використовувати для досягнення кінцевих станцій.

По тому самому віртуальному шляху в той саме час може передаватися трафік більш ніж для одного віртуального каналу. Наприклад, віртуальний шлях зі смугою пропускання 120 Мбіт/с може бути розділений на чотири одночасних з'єднання по 30 Мбіт/с кожний.

Рівень адаптації ATM

Рівень адаптації ATM розміщений між рівнем безпосередньо ATM і верхніми рівнями. Він призначений для перетворення трафіка користувача в протокольні блоки даних з метою розміщення їх у полі корисного навантаження одного чи декількох суміжних пакетів ATM і навпаки. У ролі користувача може виступати також система керування (C-plane) чи менеджменту (M-plane).

На рівні безпосередньо ATM усі види користувальної інформації мультиплексуються, демультиплексуються і транспортуються єдиним засобом у вигляді 53-октетних пакетів, у яких заголовок займає 5, а інформаційна частина — 48 октетів. Кожен протокол рівня адаптації має бути пристосований до певного класу трафіка зі своїми специфічними характеристиками, які визначають рівень вимог служби до часової та семантичної прозорості мережі ATM. Всі функції рівня адаптації ATM мають бути реалізовані в термінальному устаткуванні.

Рівень адаптації ATM поділяється на два підрівні: сегментації та складання SAR і конвергенції, або злиття CS.

Основним завданням підрівня сегментації та складання на передавальному боці є поділ протокольних блоків даних на сегменти, придатні для записування в інформаційне поле чарунки (48 октетів), та відновлення на приймальному боці блоків даних, прийнятих з інформаційних полів чарунок рівня безпосередньо ATM.

Підрівень конвергенції залежить від виду служби і надає верхнім рівням послуги рівня адаптації через точки доступу до послуг. Інформаційні блоки, що надходять від кожної служби, можуть бути різними, мати специфічну структуру і ставати різні вимоги до перенесення їх у мережі ATM.

Підрівень конвергенції поділяється на загальну частину конвергенції CPCS та службово орієнтований підрівень конвергенції SSCS. Але службово орієнтованого підрівня може й не бути.

Для мінімізації кількості протоколів рівня адаптації ATM Міжнародна спілка електрозв'язку запропонувала класифікувати всі служби за трьома

ознаками, якими є:

- часова залежність між джерелом і одержувачем (є або немає), яка виражається у вимогах до тривалості доставки інформації;

- швидкість джерела (джерело з постійною або змінною швидкістю передавання);

- режим зв'язку (з установленням з'єднання або без нього).

Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань) до розділу 2:

1. У чому полягає фундаментальна різниця між синхронним та асинхронним режимами передачі даних у системах комутації?
2. Яку функціональну роль виконує система синхронізації у цифрових комутаційних станціях?
3. Що таке джиттер (jitter) та вандер (wander), і як вони впливають на якість синхронізації у мережі?
4. Назвіть основний принцип роботи асинхронної комутації та наведіть приклад технології, яка його використовує.
5. Поясніть, що таке плезіохронна синхронізація і чим вона відрізняється від повної синхронної.
6. Що являє собою Ієрархія Синхронізації (Synchronization Hierarchy) та який пристрій зазвичай знаходиться на її вершині?
7. Які механізми використовуються для вирівнювання швидкостей на інтерфейсах між комутаційними елементами в асинхронних системах?
8. Опишіть, як відбувається синхронізація кадрів у синхронних цифрових системах передачі (наприклад, SDH).
9. Які ризики виникають у синхронній мережі, якщо два комутаційні вузли посилаються на різні еталонні джерела синхросигналу?

РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРА ТМЗК ТА НУМЕРАЦІЯ

3.1 Побудова міської телефонної мережі: районовані та нерайоновані мережі

Міжстанційні зв'язку (МСЗ) на мережах місцевого зв'язку здійснюються за допомогою з'єднувальних ліній, а на мережах міжміського зв'язку - за допомогою міжміських каналів. Дальність дії на місцевих мережах (особливо міських) може досягати 80 км, на зонавих мережах дальність дії досягає сотень км, на міжміських мережах (всередині країни) до 12500 км, при міжнародних міжконтинентальних з'єднаннях - до 25000 км. Вартість лінійних споруд на МСС більше вартість станційних споруд.

З'єднувальні лінії можуть бути одностороннім (тільки виходять, чи вхідними), це застосовується на МТС і СТС, і двосторонніми (з одного й того ж пучку ЗЛ здійснюються та вихідні і, вхідні з'єднання), це застосовується на СТС і ВТС. Однак це справедливо лише для мереж, побудованих з використанням аналогових комутаційних станцій. При застосуванні цифрових комутаційних вузлів можливе використання двосторонніх ЗЛ на будь-яких телефонних мережах. (Це важливо, тому що при використанні двосторонніх пучків загальне число СЛ на мережі скорочується в два рази).

Нерайонована МТМ.

Найпростішою МТМ є нерайонована МТМ. На такій мережі встановлюється одна телефонна станція, куди включаються абонентські лінії.

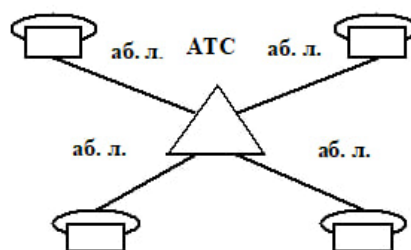


Рисунок 3.1 - Нерайонована МТМ

(<https://studref.com>)

Нерайоновані МТС використовуються в містах з невеликою ємністю і обслуговується територією.

Нумерація на мережі може бути:

- Чотиризначна (якщо ємність АТС не перевищує 10000 номерів):

Т С Д Е,	Т – номер тисячної абонентської групи,
номер АЛ	С – номер сотенної абонентської групи,
	ДЕ – номер лінії всередині сотенної групи

В цьому випадку максимальна ємність мережі 8000 номерів, т. як для першої цифри номера не можна використовувати цифри 0 і 8 (0, в подальшому 1 - вихід на вузол спецслужб; 8, надалі 0 - вихід на АМТС);

- П'ятизначна:

ДТ Т С Д Е,	ДТ – номер десятитисячної абонентської групи,
номер АЛ	Т – номер тисячної абонентської групи,
	С – номер сотенної абонентської групи,
	ДЕ – номер лінії всередині сотенної групи

У цьому випадку у міських районах з високою щільністю абонентів встановлюються концентратори, які містять частина комутаційного обладнання цифрової АТС.

Максимальна ємність мережі 80000 номерів.

Районована МТМ.

При збільшенні абонентської ємності і розмірів території, що обслуговується для зменшення витрат на лінійні споруди доцільно будувати МТМ за принципом районування. У цьому випадку територія міста поділяється на райони. У кожному з районів розміщується районна АТС (РАТС), в яку, як правило, включаються 10000 абонентів цього району. РАТС з'єднуються між собою за принципом «кожна з кожною»

Максимальна ємність мережі 80000 номерів, т. к. як першої цифри номера не можна використовувати цифри 0 (надалі 1) та 8 (в подальшому 0). Економічно вигідна ємність 50-60 тис. номерів.

При такій побудові МТМ капітальні витрати на лінійні споруди скорочуються за рахунок суттєвого зменшення протяжності абонентських ліній, що мають низький коефіцієнт використання та запровадження сполучних ліній з високим коефіцієнтом використання.

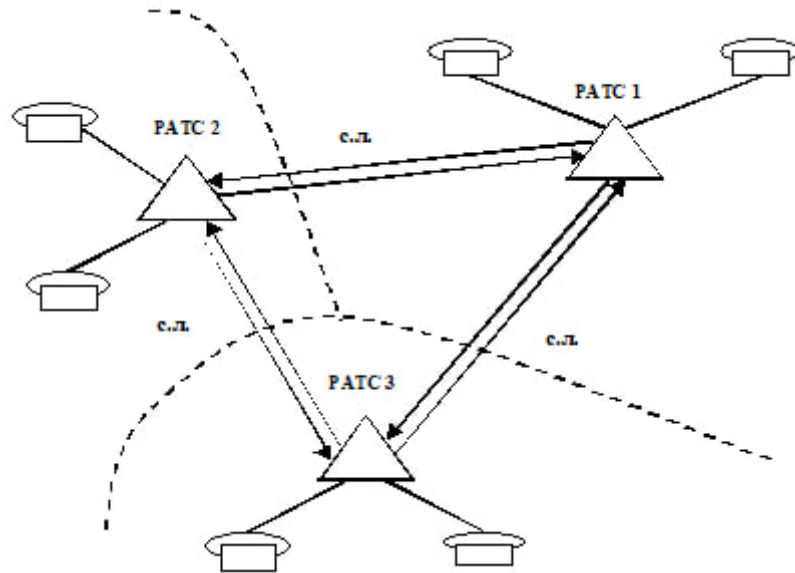


Рисунок 3.2 - Районована МТМ

(<https://studref.com>)

МТМ з вузлами вхідних повідомлень (ВВП).

При великому числі районних АТС організація міжстанційного зв'язку за принципом «кожна з кожною» призводить до збільшення кількості пучків з'єднувальних ліній, у яких знижується пропускна здатність ліній. Одним з найбільш ефективних способів підвищення використання міжстанційних ліній є застосування на МТМ комутаційних вузлів для концентрації навантаження. При збільшенні ємності понад 50-60 тисяч номерів на МТМ використовуються вузли вхідних повідомлень (ВВП). При такій побудові мережі територія міста ділиться на вузлові райони.

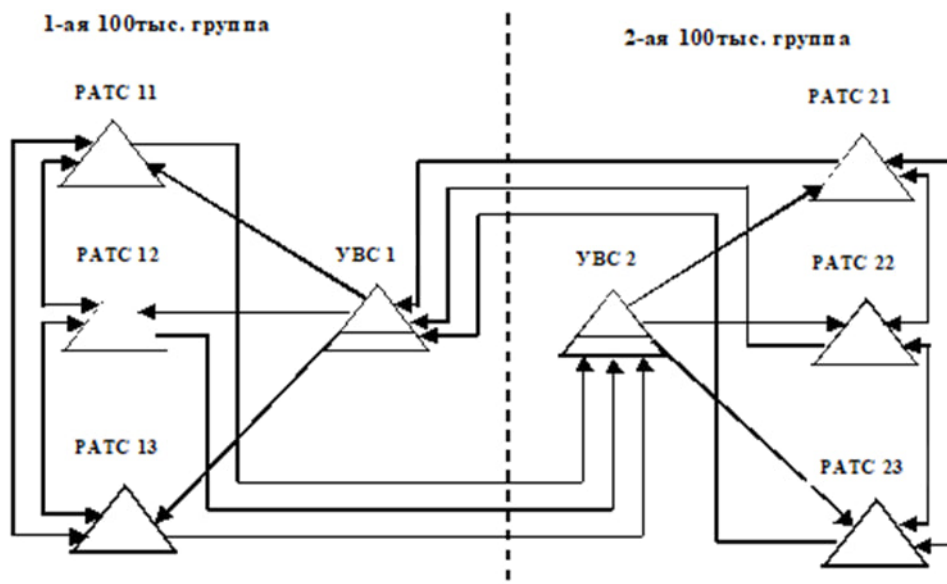


Рисунок 3.3 - МТМ з ВВП

(<https://studfile.net>)

МТМ з вузлами вихідних (ВВихП) і вхідних повідомлень (ВВП).

При місткості понад 500-600 тис. номерів навіть при наявності на мережі ВВП кількість пучків з'єднувальних ліній стає дуже великою, а ефективність використання зменшується. У цьому випадку територія міста ділиться на вузлові райони ємністю до 100 тис. номерів кожен. Для встановлення з'єднань між РАТС різних вузлових районів у кожному вузловому районі вводять комутаційні вузли вихідних повідомлень ВВихП, в яких об'єднується вихідне навантаження станцій інших вузлових районів, і розподіляється за напрямками до ВВП свого вузлового району (максимально 10 ВВП у вузловому районі)

Максимальна ємність мережі 8000000 номерів. Економічно вигідна ємність 5-6 млн. номерів.

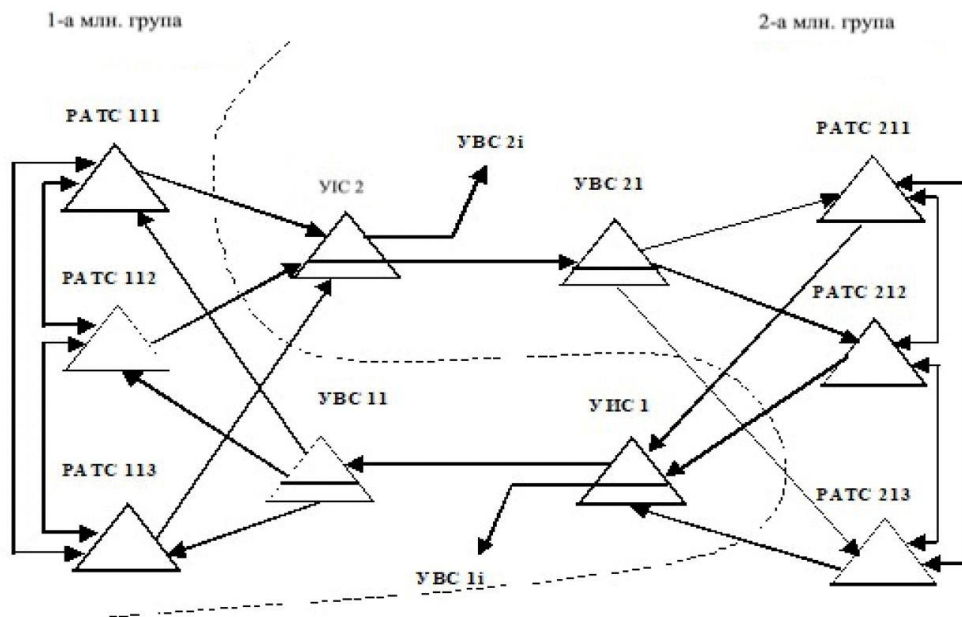


Рисунок 3.4 МТМ ВВихП і ВВП

3.2 Побудова сільських телефонних мереж

СТС - система електрозв'язку сільського адміністративного району і являє сукупність АТС; міжстанційних СЛ, організовуваних по фізичних ланцюгах і каналах систем передачі; абонентських ліній; кінцевих абонентських пристроїв.

Телефонні станції СТС за призначенням діляться на ЦС, КС, ВС.

ЦС - центральна станція - розташована завжди в райцентрі, є міською телефонною станцією для абонентів райцентру і одночасно транзитним вузлом ТУ для абонентів ОС і УС. В ЦС включаються СЛ від ВС і КС, СЛ для зв'язку з МТС, АМТС; АЛ райцентру.

ВС - вузлова станція - може розташовуватися в будь-яких населених пунктах району. В них включаються АЛ населеного пункту, ЗЛ від КС, ЗЛ до ЦС.

КС - кінцева станція розташовується в будь-яких населених пунктах. В них включаються АЛ, ЗЛ, до ВС або ЦС; ЗЛ до інших КС, якщо використовуються поперечні зв'язку.

Способи побудови СТС:

1)Радіальний. ЦС є АТС для абонентів райцентру і ТУ для всіх інших КС.

З КС 1,3,4,5 ЦС пов'язана двосторонніми пучками ЗЛ а з КС2 - односторонніми.

2)Радіально-вузловий.

3)Комбінований спосіб

Комбінована мережа організується, якщо у райцентрі є районована ГТС або нерайонована з АТС великої ємності. І тут використовується УПС – транзитний вузол для міських сільських абонентів. РАТС ГТС пов'язані за схемою “кожна з кожною”, до абонентів СТС до АМТС та ВСС виходять через УПС. Для зв'язку у межах ГТС ВПС не використовується. Абоненти СТС мають вихід у місто через ВПС, на АМТС та ВСС також через ВПС, і між КС у межах СТС – через ВПС.

ВПС – лише транзитний вузол, абоненти до нього не включаються.

На СТС використовуються такі типи аналогових АТС:

АТСК50/200, АТСК50/200М, АТСК100/2000 – координатного типу; квант; Квант-Ц; можуть використовуватися цифрові АТС (але поки що не використовуються через дорожнечу) – DX-200 та S-12, UT.

СТС – сільська телефонна станція.

В даний час на СТС використовуються три системи нумерації:

1. Закрита (єдина) – це перспективна система нумерації, коли номер 5-значний незалежно від виду з'єднання, типу та ємності АТС, побудови мережі. Максимальна ємність СС при закритій системі нумерації становить 80 000 номерів. Уся мережа ділиться на десятитисячні, тисячні, сотенні абонентські групи. Перша цифра 5-значного номера – це номер десятитисячної групи, друга – номер тисячної групи всередині десятитисячної, третя цифра – номер сотенної групи всередині тисячної. Не можна використовувати 1 і 0.

Коди АТС на СТС можуть бути одно-, дво-, тризначними. Якщо сумарна ємність СТС менше 10000 номерів, то всі номери починаються на ту саму цифру. Тому для відмінності станцій одна від одної потрібно як мінімум ще одна цифра. Вузлові райони, як правило, розрізняються другою цифрою номера

(і, відповідно, УС теж). А ОС, особливо малою ємністю, відрізняються одна від одної третьою цифрою номера.

1. Відкрита система нумерації.

При відкритій нумерації кількість знаків у номері абонента залежить від виду зв'язку, типу АТС, її ємності, способу побудови мережі.

При відкритій системі нумерації номер абонента всередині станції скорочений (3 або 4-значний). Номер, що набирається при міжстанційного зв'язку, завжди п'ятизначний.

Відкрита система нумерації застосовується дуже широко на СТС і УТС. На СТС це обумовлено великою кількістю застарілих АТС типу АТСК50 / 200 з тризначними регістрами

Відкрита система нумерації застосовується двох типів:

Відкрита з індексом виходу.

Така система використовується на СТС і УТС. При такій системі для зв'язку всередині АТС абонент користується скороченим внутрішнім номером.

Для зв'язку до абонентів, включеним в інші АТС, потрібно набирати спеціальний знак (зазвичай це цифра 9), який для керуючий пристроїв АТС означає зв'язок на зовнішні напрямки. По цифрі "9" ОС підключає абонента до ЗЛ АТС (ЦС і КС), на якій є 5-значний регістр, здатний прийняти наступні 5 знаків номера.

Недолік такої системи - різна значність номера залежно від виду зв'язку. Як правило, індекс "9" використовується, якщо на мережі 5-значна нумерація починається з різних цифр.

Внутрішньо зонові телефонні мережі

Вся територія країни ділиться на зони нумерації. Всі ТА, розташовані на території зони мають єдиний зоновий семизначний номер. Розмір зони підбирається так, щоб принаймні в плинні 50 років не довелося міняти нумерацію на мережі, за 50 років ємність зони не повинна перевищити 8мл. номерів (це максимальна ємність при 7-значної нумерації). Межі зони як правило, збігаються з адміністративними межами областей і країв.

До складу зони нумерації входять місцеві телефонні мережі:

- ГТС обласного центру
- ГТС міст обласного підпорядкування
- СТС районів

Сукупність місцевих телефонних мереж у межах області (тобто зони нумерації) утворює внутрішню зону телефонну мережу, призначену для забезпечення телефонним зв'язком абонентів різних місцевих мереж і виходу їх на міжміську мережу.

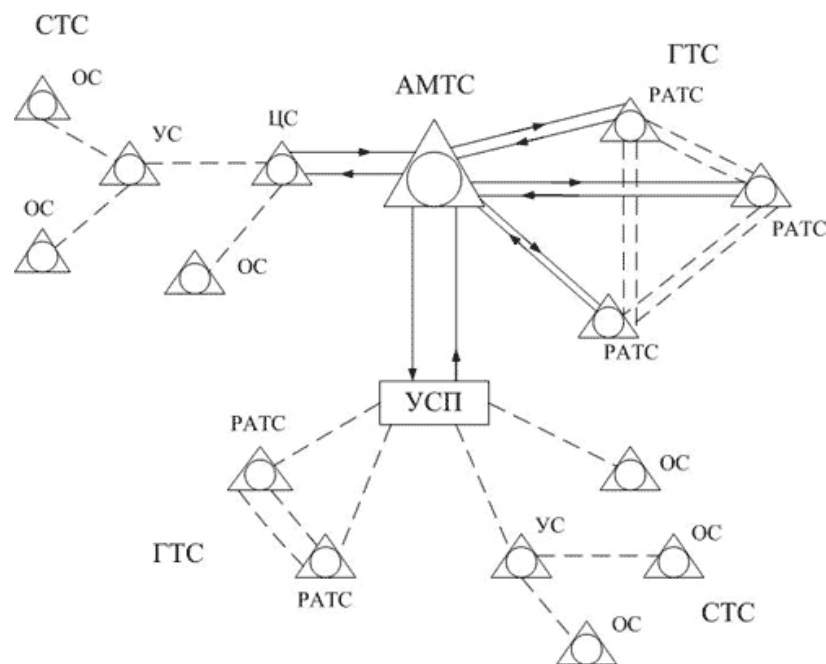


Рисунок 3.5 - Побудова внутрішньозонової мережі
(<https://narod.ua>)

Міжміські телефонні мережі

Автоматично комутуюча міжміська телефонна мережа призначена для встановлення з'єднань між АМТС різних зонних телефонних мереж і включає в себе АМТС, вузли автоматичної комутації першого і другого класів (ВАК1 і ВАК2), пучки телефонних каналів, що зв'язують станції та вузли між собою

3.3 Роль сигналізації в ТМЗК

Процес організації зв'язку і забезпечення взаємодії користувачів утворює телекомунікаційний процес. Телекомунікаційний процес включає три базові компонентні процеси:

- сигналізації;
- управління;
- комутації.

В ході телекомунікаційного процесу об'єкти мережі обмінюються між собою різною інформацією, яка не є повідомленням користувача, і передує, супроводжує або слідує за передачею повідомлення користувача. Це процес сигналізації.

Залежно від ділянки мережі розрізняють наступні види сигналізації:

- абонентська – на ділянці між абонентським терміналом і комутаційною станцією;
 - внутрішньостанційна – між різними функціональними вузлами і блоками всередині комутаційної станції;
 - міжстанційна – між різними комутаційними станціями в мережі.
- Міжстанційна сигнальна інформація може передаватися різними способами, які можна розділити на три основні класу.

Способи передачі сигналів безпосередньо по телефонному каналу, звані іноді «внутрішньо смуговими» системами сигналізації. По телефонних каналах сигнали можуть передаватися постійним струмом (гальванічний, шлейфовий або батарейний способи), струмами тональної частоти, індуктивними імпульсами.

Сигналізація по індивідуальному виділеному сигнальному каналу (ВСК).

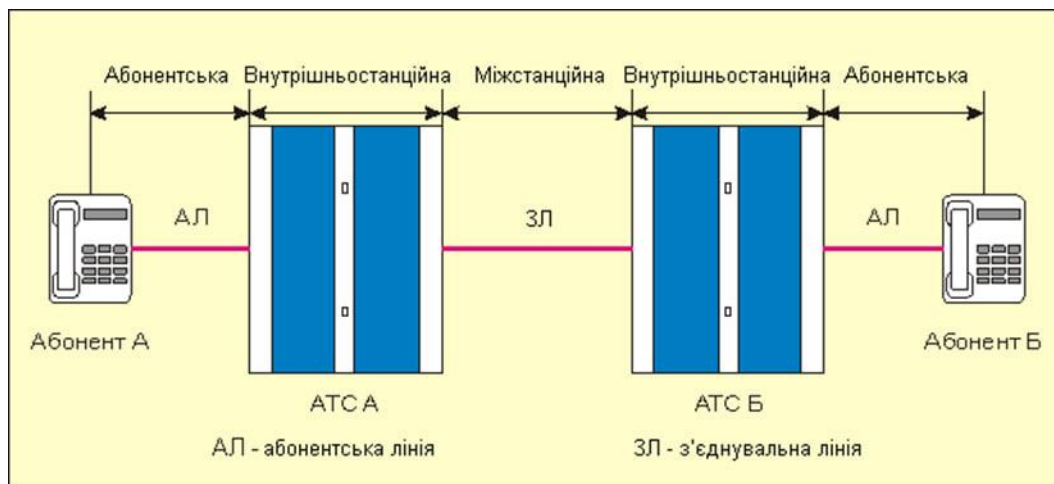


Рисунок 3.6 – Побудова мережі сигналізації

Як правило, в таких системах забезпечується виділені ресурси передачі сигнальної інформації для кожного телефонного каналу в тракті передачі інформації. Це може бути 16-й каналний інтервал в ІКМ-тракті, виділений частотний канал зовні розмовного каналу на частоті 3825 Гц та ін.

Системи загальноканальної сигналізації (ЗКС). В системах цього класу канал передачі даних ЗКС надається для цілого пучка телефонних каналів за принципом адресно-групового використання, тобто сигнали передаються відповідно до своїх адрес і розміщуються в загальному буфері для використання кожним каналом як і коли це буде потрібно.

Системи сигналізації перших двох класів розроблені для вживання в мережах із старими технологіями, а системи ЗКС оптимальні для використання в сучасних мережах, в яких і станції і системи передачі засновані на цифрових технологіях і програмному управлінні.

Абонентська сигналізація поділяється:

- 1) Сигналізація по 2-4х проводовій АЛ та декадним способом.
- 2) сигналізація по інтерфейсу E-DSS1
- 3) сигналізація по інтерфейсу V5.

Декадний набір номера. При декадному наборі номера цифри номера передаються до АТС у вигляді серій шлейфових імпульсів. Кожна цифра представлена відповідною кількістю імпульсів в серії, тобто одиниця представлена одним імпульсом, двійка – двома імпульсами і так далі. Розрив абонентського шлейфу під час розмови або набору номера більш ніж на 150 мс повинен сприйматися станцією як відбій абонента. Короткочасний розрив шлейфу в межах (80 ± 50) мс в процесі розмови або після розмови на тлі сигналу зайнятості сприймається станцією як сигнал повторного реєстрового виклику (натиснення кнопки R або набір цифри 1 на телефонному апараті з дисковим номеронабирачем).

Вказані характеристики прийому автоматичною телефонною станцією декадного набору номера визначаються необхідністю забезпечити упевнений прийом інформації при ваганні швидкості поворотного руху номеронабирача від 7 до 13 імпульсів/с і імпульсному коефіцієнті (відношенні часу розмикання до часу замикання) в межах 1,3–1,9.

Частотний набір номера

В даний час в сучасних цифрових АТС найбільшого поширення набув багаточастотний спосіб передачі сигналів набору номера, DTMF, що позначається (Dual-tone Multiple-frequency). При цьому способі передачі сигналів управління (набору номера) кожен багаточастотний сигнал цифри номера складається з двох тональних сигналів верхньої (1209, 1336, 1477 і 1633 Гц) і нижньої (697, 770, 852 і 941 Гц) груп частот. Зазвичай використовуються лише 12 сигналів (сигнали А, В, С і D використовуються досить рідкий). Умови, при яких повинен здійснюватися нормальний прийом сигналів, наступні: наявність в сигналі двох частот, одна з яких вибрана з нижньої групи, а інша – з верхньої; частоти не відрізняються від своїх номінальних значень більш ніж на 1,8%; рівень кожною з двох частот лежить в межах від – 7 до – 30 дБ. Різниця рівнів двох частот не перевищує 3 дБ; тривалість частотного сигналу не менше 40 мс. Якщо тривалість частотного

сигналу менше 20 мс, то такий частотний сигнал не фіксується. Тривалість паузи між сигналами не менше 40 мс.



Рисунок 3.7 – Частотний набір номера

Система абонентської сигналізації по цифрових лініях (E-dss1)

Система цифрової абонентської сигналізації E-dss1 (European Digital Subscriber Signalling) призначена для передачі цифрової інформації. І хоча цифрова інформація передається по аналогових абонентських лініях вже досить тривалий час (факсимільний зв'язок), можливості передавального середовища були обмежені і зокрема була обмежена швидкість передачі (в кращому разі 28,8 кбіт/с). Цифрові абонентські лінії ISDN (Integrated Services Digital Network) можуть забезпечити набагато більші швидкості передачі інформації по існуючих мідних парах. Існують і інші переваги цифрових ліній перед аналоговими: можливість мультиплексування декількох розмовних каналів за принципом тимчасового ущільнення; простота кодування; нові можливості абонентської сигналізації; більш розширений перелік послуг, що надаються абонентам; використання сучасної елементної бази.

Основні види абонентського доступу ЦМІО: базовий BRA (Basic Rate Access) і первинний PRA (Primary Rate Access).

Базовий доступ (2b+d) надає абонентові 2В канали 64 кбіт/с, і один канал D 16 кбіт/с. Загальна “інформаційна” швидкість передачі базового доступу складає 144 кбіт/с.

Канали В: незалежні, зазвичай вони використовуються для послуг комутації каналів, напівпостійних з’єднань і пакетної комутації.

Канал D: використовується лише для послуг пакетної комутації і сигналізації між абонентом і мережею. Самі канали послуг не надають, вони лише забезпечують абонентам доступ до послуг ЦМІО (доставка інформації, надання зв’язку, додаткові послуги). Базовий доступ спроектований так, щоб ресурс передачі по існуючих мідних парах дротів міг надавати абонентам ширший діапазон послуг, чим це можливо в аналоговій мережі. Найширше базовий доступ використовується для підключення цифрових терміналів до АТС з реалізацією функцій ЦМІО. Інколи базовий доступ використовується для підключення відомчих (офісних) АТС з функціями ЦМІО до опорних АТС.

Первинний доступ або ще його називають доступ на первинній швидкості (30b+d) – це доступ на швидкості передачі 2 Мбіт/с, який надає 30 В каналів із швидкістю 64 кбіт/с кожен і один D канал із швидкістю 64 кбіт/с. На відміну від базового доступу, доступ на первинній швидкості в основному використовується для підключення відомчо – виробничих АТС до опорної станції.

Сигналізація по інтерфейсу V5

Інтерфейс V5 з’явився порівняно недавно. Перші рекомендації були затверджені Міжнародним союзом електрозв’язку МСЕ-т в 1995 р. Інтерфейс V5 ділиться на 2 інтерфейси: V5.1 і V5.2.

Інтерфейс V5.1 дозволяє підключити до АТС по цифровому тракту 2048 кбіт/с до 30 аналогових абонентських ліній або В-каналів без концентрації. Сигналізація здійснюється по загальному каналу.

Інтерфейс V5.2 орієнтований на групу до 16 трактів 2048 кбіт/с і підтримує концентрацію. У кожному тракті може бути передбачене декілька каналів сигналізації. Інтерфейс V5, як правило, використовується для підключення до опорної АТС устаткування мережі абонентського доступу (наприклад, устаткування WLL), до якої вже безпосередньо може підключатися крайове абонентське устаткування. По інтерфейсу V5 передається або сигналізація ТМЗК, або сигналізація ISDN.

Протоколам сигналізації інтерфейсу V5 присвячений окремий методичний посібник. Деякі зарубіжні фірми-виробники телекомунікаційного устаткування використовують в своїх системах (АТС) своїх власних типів абонентських сигналізацій (так звані *proprietary-інтерфейси*), призначених для підключення до АТС спеціальних цифрових телефонних апаратів власного виробництва, які надають абонентам даної АТС специфічні додаткові можливості і послуги. Ці типи сигналізацій застосовуються лише в відомчо-виробничих АТС

Інтерфейс V5.1 містить наступні протоколи:

- протокол ТМЗК,
- протокол управління, що містить протокол управління портами і протокол загального управління.

Інтерфейс V5.2 містить протоколи інтерфейсу V5.1 і протоколи:

- протокол управління трактами,
- протокол захисту,
- протокол розміщення несучих каналів.

По функціональному призначенню сигнали, що використовуються в перерахованих класах сигналізації, діляться на три категорії:

1) абонентські сигнали – управляють каналом передачі по абонентській лінії і надають адресну інформацію для реєстрації в місцевій системі комутації, а також інформують абонентів про стан з'єднання (акустичні і зумерні сигнали);

2) лінійні сигнали – управляють каналом передачі по каналах зв'язку між станціями. Лінійні сигнали передаються як в прямому, так і в зворотному

напрямах, в початковому стані і під час встановлення з'єднання до повного звільнення пристроїв. Ці сигнали наголошують на основних етапах встановлення і завершення з'єднання;

3)регістрові сигнали – надають адресну інформацію для маршрутизації викликів до місця призначення (наприклад, інформація про номер абонента, що викликається, інформація про категорію і номер викликаємого абонента, сигнали категорії виклику і ін.).

Сукупність відповідних сигналів і способів їх передачі утворюють абонентську сигналізацію, лінійну сигналізацію і регістрову сигналізацію.

Адресна інформація може посилатися між станціями двома способами:

1)методом «від ланки до ланки», згідно якій вся адресна інформація посилається і обробляється на кожній станції на шляху проходження. Наприклад, вихідна станція А передає всю інформацію на станцію б, і її передавач звільняється. Станція б обробляє адресну інформацію і посилає її до наступної станції В і т.д.

2)методом «з кінця в кінець», коли здійснюється крізна сигналізація. Наприклад, станція А викликаючого абонента передає тільки частину інформації, необхідної для маршрутизації виклику на наступній станції Б, потім частина інформації передається із станції А на наступну станцію В і т.д.

Принципи часової, просторової та часово-просторової комутації.

Блок просторової комутації часових каналів (БПК) виконує перенесення кодового слова певного КІ в однойменний КІ інших ЦЛ. У загальному випадку БПК складається з управляючого пристрою і з комутаційної матриці, в горизонталь якої включені вхідні (ВхЛ), а у вертикаль – вихідні ЦЛ (ВЛ).

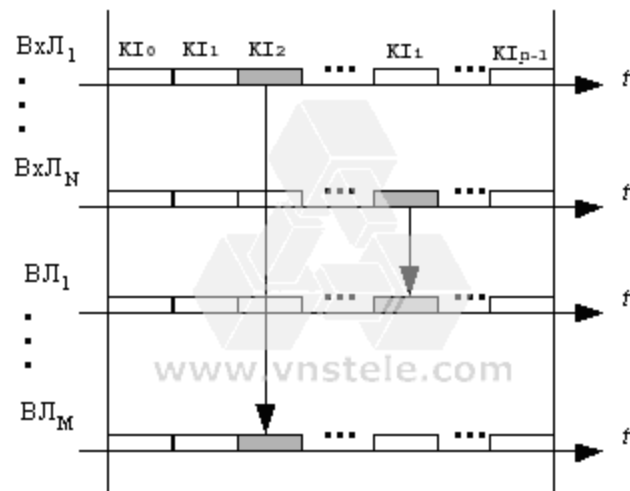


Рисунок 3.8 – Блок просторово-часової комутації

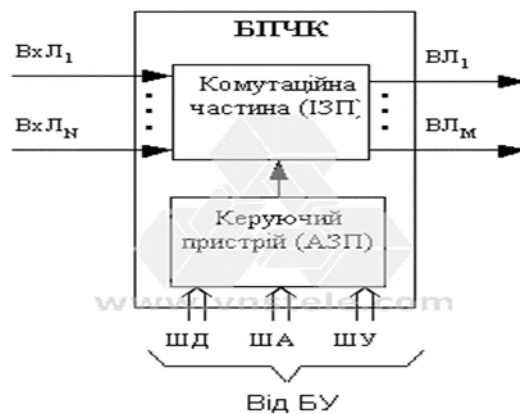


Рисунок 3.9 – Блок просторової-часової комутації

Комутаційна матриця є комбінаційним автоматом з N інформаційними входами, M інформаційними виходами і $N \times M$ точками комутації, керованими від управляючих входів k , причому кількість останніх визначається типом елементів, на яких побудована комутаційна матриця.

Управляючою інформацією для БПК є адреси ВхЛ і ВЛ, які повинні бути зкомутовані в заданому КІ. Ці адреси повинні бути занесені в управляючий пристрій БПК (УП) і зберігаються в ньому до закінчення з'єднання, тому УП будується на елементах, що запам'ятовують, і називається адресним запам'ятовувальним пристроєм (АЗП) або керуючою пам'яттю (КП).

Управляючий пристрій керується блоком управління (БУ) вищого рівня шинами даних (ШД), шинами адреси (ША) і шинами управління (ШУ).

Структура і об'єм пам'яті АЗП визначається побудовою комутаційної матриці і параметрами N і M . У разі реалізації матриці на електронних контактах (рис. 14, а) або на мікросхемах І-АБО кожній точці комутації необхідний власний управляючий вхід, тому їхня кількість є $N \times M$. На кожний управляючий вхід подається один з n можливих часових сигналів, які визначають номер КІ, в якому повинна здійснюватися комутація.

Якщо ж комутаційна матриця реалізується на мультиплексорах МХ (рис. 14, в) або демультиплексорах DMX (рис. 14, г), то кількість управляючих входів зменшується, оскільки управляючі сигнали передаються ними в кодованому вигляді.

Незалежно від способу реалізації комутаційної матриці з'єднання між вхідними і вихідними ЦЛ повинні встановлюватися на тривалість каналного інтервалу, тому на відповідну точку комутації управляючий сигнал потрібно подавати протягом заданого КІ. Звідси зрозуміло, що адреса точки комутації повинна бути записана в ту комірку АЗП, яка рахується в цьому КІ. Кількість елементів пам'яті АЗП повинна збігатися з числом каналів n в комутуваних цифрових трактах. Розмір комірки визначається способом реалізації комутаційної матриці і кількістю точок комутації.

Згідно з визначенням, просторово-часова комутація забезпечує перенесення інформації з будь-якого КІ вхідної ЦЛ в будь-який КІ вихідної ЦЛ.

Часова діаграма комутації

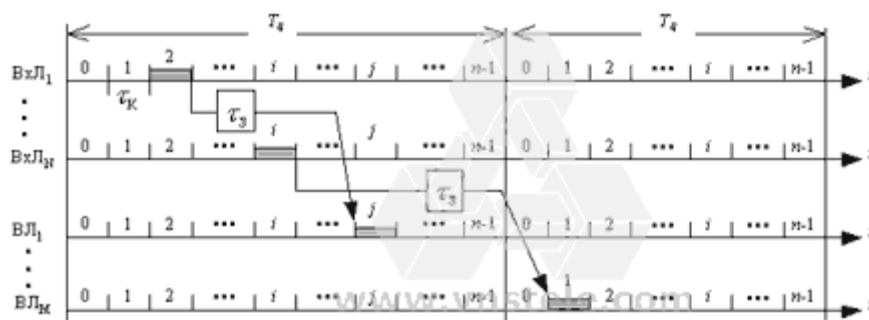


Рисунок 3.10 – Процес просторово-часової комутації

(<http://vnstele.com>)

Блок просторово-часової комутації будується на статичних запам'ято-вувальних пристроях. Розбиття на групи вхідних і вихідних групових трактів використовується для зменшення вимог до швидкодії елементів пам'яті.

Особливості роботи КБ показано на прикладі блока $[32 \times 32]$ групових трактів (ГТ) по 32 цифрових канали в кожному. Блок побудований за принципом "ЧАС-ПРОСТІР", що означає: будь-який вхідний цифровий канал будь-якого ГТ комутується з будь-яким вихідним цифровим каналом вихідного ГТ. З метою зменшення вимог до швидкодії елементної бази групові тракти в блоці розділені на дві групи по 16 ГТ в кожній.

Просторово-часовий комутатор

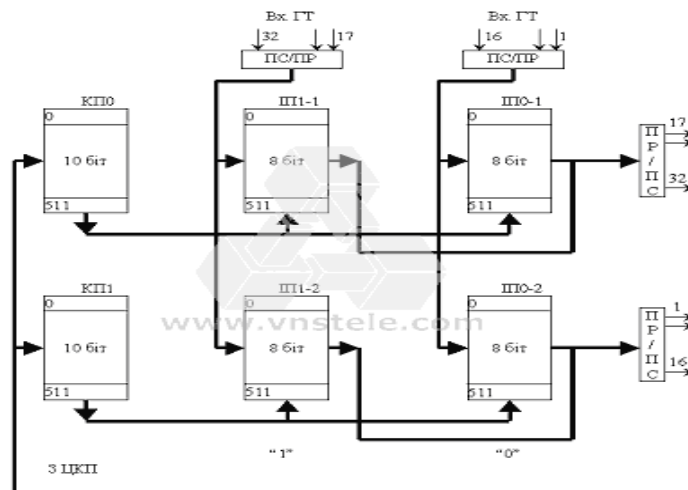


Рисунок 3.11 - Схема блока просторово-часової комутації (2 групи вх./вих.)

(<http://vnstele.com>)

Блок має такі основні складові частини:

1) перетворювачі послідовного коду в паралельний на вході (ПС/ПР), що дає можливість збільшувати кількість вхідних ГТ (каналів) у 8 разів, не збільшуючи тактову частоту блока, або збільшувати кількість каналів у 16, 32... разів, збільшуючи тактову частоту в 2, 4... разів.

2) перетворювачі паралельного коду в послідовний на виході (ПР/ПС), що необхідне для цифрових систем передавання, які працюють з послідовними кодами;

3) інформаційна пам'ять (ІП), в яку записується мовний сигнал у вигляді паралельного коду ІКМ-сигналу;

4) ЦКП – центральний керуючий пристрій, з якого надходять команди для реалізації з'єднання вхідних каналів з вихідними;

5) інформаційна пам'ять (ІП), в яку записується інформація з вхідних групових трактів;

6) керуюча пам'ять (КП), в яку записується із ЦКП адреса вхідного каналу за адресою вихідного каналу.

Потрібно відзначити, що БПЧК в різних цифрових АТС і в цифрових системах комутації мають різні параметри N , M , n і r і реалізуються переважно на спеціалізованих НВІС, хоча застосовують і БПЧК, побудовані на мікросхемах середнього ступеня інтеграції (мультиплексорах, регістрах, де-шифраторах, оперативних і постійних запам'ятовувальних пристроях). Звичайно окремий БПЧК займає окрему друковану плату, яку за необхідності можна замінити (ТЕЗ – типовий елемент заміни). Для зручності порівняння параметри БПЧК подаємо у вигляді: $N/nr \times M/nr$. Такий запис означає, що в БПЧК включено N вхідних цифрових ліній, кожна на n КІ по r розрядів, і M ЦЛ, що виходять, по n r -розрядних КІ (параметри n і r можна не вказувати у разі використання стандартних значень $n=32$ і $r=8$).

Часова комутація полягає в передаванні кодових слів будь-якого КІ вхідної ЦЛ в будь-який КІ вихідної ЦЛ, тому блок часової комутації (БЧК) під керівництвом АЗП повинен здійснювати перенесення (зсув) кодового слова з одного КІ в інший.

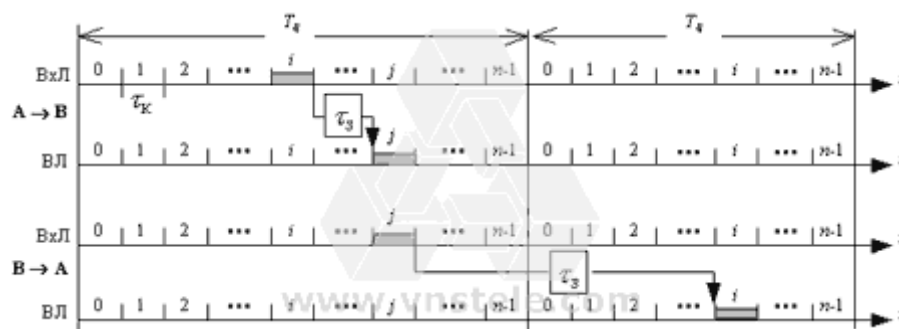


Рисунок 3.12 – Перенесення кодового слова з одного КІ на інший

Як видно з рисунка, для цього необхідна затримка інформації каналного інтервалу на якийсь час, який визначається співвідношенням номерів KI_i та j , але не може перевищувати тривалості циклу передачі $T_{ц}$, оскільки в останньому випадку інформація в комутованому KI вхідної лінії замінилася б наступним кодовим словом.

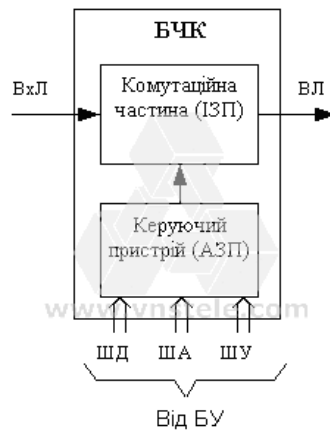


Рисунок 3.13 – Структура БЧК

Узагальнена структура БЧК зображена на рис. 3.13. Комутаційна частина блоку може будуватися на елементах затримки динамічного або статичного типу, які створюють інформаційний запам'ятовуючий пристрій (ІЗП), керований від АЗП. Під час використання елементів динамічної затримки ІЗП називають зсуваючим пристроєм (ЗсП). Цей ЗсП є сукупністю $n-1$ послідовно з'єднаних комірок затримки (кожна на тривалість KI), а також логічних схем I і схеми АБО. Керуючий АЗП є одно секційним на n елементів пам'яті, кожна з яких відповідає однойменному KI вихідної ЦЛ. В комірки АЗП записуються номери схем I , що забезпечує з'єднання потрібних каналів.

Функції BORSCHT

Живлення від батареї	Battery	(B)
Захист від перенапруги	Overload	(O)
Здійснення виклику	Ringing	(R)
Контроль стану	Supervision	(S)
Кодування	Coding	(C)
Дифсистема	Hybrid	(H)
Тестування	Test	(T)

Рисунок 3.14 – Функції BORSCHT

На протилежній від абонентського комплексу стороні двопровідної аналогової абонентської лінії знаходиться абонентський термінал, який створює телефонну навантаження мережі зв'язку. З точки зору АТС абонентські лінії разом з терміналами є джерелами телефонного навантаження. У загальному випадку до типової АТС можливе підключення наступних джерел абонентського навантаження:

- абонентських ліній з телефонними апаратами, обладнаними дисковими або кнопковими номеронабирачами, які забезпечують передачу імпульсів набору номера розмиканням шлейфу
- абонентської лінії, і приймачем індуктивного виклику;
- абонентських ліній з телефонними апаратами обладнаними(кнопковим номеронабирачем, який передбачає частотний спосіб передачі набору номера), а також приймачем сигналу індукторного виклику і (необов'язково) додатковою кнопкою «R»;
- абонентських ліній з терміналами передачі даних та факсимільного зв'язку, передбачають створення і порушення з'єднань згідно телефонному алгоритму;
- абонентських ліній віддалених абонентів;

— абонентських ліній, організованих з використанням апаратури систем передачі, систем мало каналні радіотелефонного зв'язку та мало каналні радіорелейної апаратури;

— абонентських ліній телефонних концентраторів;

— абонентських ліній обладнання пожежної, громадянської, аварійної та ін.

— абонентських ліній таксофонів місцевого зв'язку з оплатою розмови за допомогою монет або кредитними картками, з дисковим або кнопковим номеронабирачем, без обмеження часу розмови, а також таксофонів місцевого телефонного зв'язку, що вимагають з боку АТС обмеження часу розмови з можливістю його продовження при внесенні додаткової плати;

— абонентських ліній таксофонів міжміського виходить зв'язку, телефонів переговорних пунктів для ведення вихідних і вхідних міжміських переговорів, а також таксофонів для зв'язку з платними службами з оплатою монетами або кредитними картками.

Ці таксофони можуть бути як з автономним управлінням тарифікацією (за допомогою вбудованого пристрою), так і з централізованим управлінням тарифікацією від АТС з імпульсами на частоті 16 КГц.

Як вже зазначалося в першому томі монографії, з точки зору системи автоматичного визначення номера абонента мається 10 категорій абонентських ліній (категорій АВН):

Категорія 1. Телефон квартирний, установчий з можливістю виходу на автоматичну зону, міжміську та міжнародну мережі.

Категорія 2. Телефон готелі з можливістю виходу на автоматичну зону, міжміську та міжнародну мережі.

Категорія 3. Телефон квартирний, установчий, готельний з можливістю виходу до абонентів місцевої мережі, але без права виходу на автоматичну зону, міжміський і міжнародну мережі і до платних (довідково-інформаційним, замовним і т.п.) службам.

Категорія 4. Телефон установчий з можливістю виходу на автоматичну зонову, міжміську та міжнародну мережі і до платних служб; забезпечується пріоритет при встановленні з'єднань на внутрішньо зоновий і міжміського мережах.

Категорія 5. Телефон установчий для установ Мінзв'язку з можливістю виходу на автоматичну зонову, міжміську та міжнародну мережі і до платних служб.

Категорія 6. Міжміський таксофон і телефон переговорного пункту з можливістю виходу на автоматичну зонову і міжміський мережі, а також універсальний таксофон з можливістю виходу на міжміську та місцеву мережі; розмови ведуться за готівковий розрахунок; таксофон для зв'язку з платними службами.

Категорія 7. Телефон квартирний, установчі з можливістю виходу на автоматичну зонову, міжміську та міжнародну мережі і до платних служб.

Категорія 8. Телефон установчі з підключенням пристрої передачі даних, факсимільних повідомлень і повідомлень електронної пошти і з можливістю виходу на автоматичну зонову, міжміську мережі.

Категорія 9. Місцевий таксофон.

Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань)
до розділу 3

1. Пояснити принцип побудови районованої мережі.
2. Пояснити чому цифри 0 та 1 не враховуються в нумерації?
3. Яка максимальна ємність 1 району при 6-значній нумерації?
4. У чому полягає фундаментальна відмінність між методами передачі адресної інформації "від ланки до ланки" та "з кінця в кінець" з точки зору обробки цієї інформації на проміжних станціях?

РОЗДІЛ 4. ЦИФРОВІ АТС, СТРУКТУРА, ПРИНЦИП ДІЇ, ВИКОРИСТАННЯ

4.1 ЦАТС типу EWSD

Таблиця 4.1. Технічні характеристики електронних АТС

Тип АТС	Макс. Ємність N(АЛ)	Продуктивність, Ук, Ерл	Кількість з'єдн. ліній	Кількість викликів ГНН	Площа на 10000 номерів, м.кв	Споживання електроенерг. на 1N, Вт
5ESS	350000	45000	90000	900000	50	2.7
EWSD	250000	25000	60000	1250000	35	1.5
Alcatel	200000	25000	60000	2000000	30	1.0

З приведеної вище таблиці слідує, найоптимальнішими для даного проекту можуть бути АТС на базі обладнання EWSD та Alcatel. Вони на відміну від 5ESS займають меншу площу, споживають менше електроенергії і мають велику кількість викликів в ГНН. Окрім того EWSD має ряд особливостей, які роблять її надійною та ефективною. Таким чином, враховуючи викладене, для проєктації АТС вибираємо АТСЕ типу EWSD.

EWSD фірми Siemens — це потужна і гнучка цифрова електронна комутаційна система для мереж зв'язку загального користування. Вона задовільняє всім поточним вимогам і обладнана так, щоб задовольняти вимоги майбутнього.

EWSD — це унікальна система на усі випадки застосування з погляду розмірів телефонних станцій, їхньої продуктивності, діапазону наданих послуг і середовища, яке оточує мережу. Вона рівною мірою може використовуватися як не велика сільська телефонна станція мінімальної ємності, так і велика місцева або транзитна станція максимальної ємності. Потужність і продуктивність апаратного і програмного забезпечення дозволяють EWSD

пристосовуватися до будь-якого оточуючого мережу середовища. Одним із чинників, що сприяють її гнучкості, є використання розподілених процесів з функціями локального керування. Координаційний процесор займається загальними функціями.

На основі EWSD можлива реалізація цифрової мережі інтегрального обслуговування (ЦМІО), яка надійна і економічна, відповідно до потреб користувача дозволяє одночасно здійснювати комутацію і передачу телефонних викликів, даних, текстів і зображень.

Система EWSD відповідає міжнародним стандартам і рекомендаціям, затвердженим МККТТ. Прикладами введення в EWSD стандартів МККТТ є постійне використання мови програмування високого рівня CHILL, застосування мови специфікацій і описів SDL, мови спілкування людини з машиною MML, використання системи сигналізації по загальному каналу N 7 і можливостей ЦМІО. Нові технології можуть впроваджуватися в EWSD без зміни архітектури її системи.

Переваги EWSD:

- цілком цифрова система із самого початку;
- кожна телефонна станція EWSD - це потенційний комутаційний центр цифрової мережі інтегрального обслуговування ЦМІО;
- модульність апаратного і програмного забезпечення;
- апаратне забезпечення - автономні підсистеми з розподіленим керуванням;
- програмне забезпечення - функціональний поділ на програмні блоки, підсистеми і модулі;
- механічна конструкція - компактна, що заощаджує площу, цілком з'ємна система компонування;
- широка система захисних заходів, що забезпечує безперебійність виробничого процесу;
- висока зручність в експлуатації;
- дуже висока надійність передачі даних;

-простота, зручність і швидкість монтажу і запровадження в експлуатацію за рахунок системного тестування стативів на заводі;

-широкий діапазон можливостей обслуговування, додаткові технічні, операційні і комерційні можливості для ЦМІО.

EWSD пропонує оптимальні рішення для широкого діапазону можливостей застосування.

Місцеві телефонні станції обслуговують абонентів усередині окремої зони, наприклад, району, міста або населеного пункту. Вони комутують вхідне навантаження до підключених абонентів, а також вихідне від них навантаження. Число абонентів, підключених до телефонної станції EWSD може бути як невеликим, що складає декілька сотень, так і великим, до 250000.

Телефонна станція EWSD може використовуватися як транзитна станція. До такої станції може бути підключено до 60000 вхідних, вихідних або двохсторонніх з'єднувальних ліній. Міська/транзитна телефонна станція опрацьовує транзитне, що входить і виходить, або міжміське навантаження. Кількість підлеглих вмиканню абонентських і сполучних ліній визначається максимально можливим навантаженням (до 25200 Ерл) відповідної станції.

Міжнародна телефонна станція EWSD забезпечує виконання всіх спеціальних функцій, які використовуються у міжнародних телефонних станціях, таких як міжнародні системи сигналізації, ехокомпенсація на міжконтинентальних з'єднаннях і супутникових каналах зв'язку, а також збір статистичних даних із розрахунку з адміністраціями зв'язку інших країн.

На базі устаткування EWSD можна організувати комутаційний центр для рухливих об'єктів. Сучасні мережі для переносних радіотелефонів мають щільникову структуру, що служить для забезпечення багатократного використання наявних у їхньому розпорядженні частот у всій зоні.

Для малонаселених районів передбачені сільські телефонні станції, що обслуговують від декількох сотень до 7500 абонентів. Вони можуть бути змонтовані в контейнерах.

У EWSD є цифрові комутатори для установлення викликів і для забезпечення спеціальних абонентських послуг. Цифрові комутатори - це автоматизовані робочі місця з інтерфейсом оператора, керованим за допомогою "меню". Комутаторна система управляється мікропроцесором. Вона рівномірно розподіляє вхідні запити на послуги по робочих місцях чергових телефоністок. Система в потрібний час видає телефоністкам виклики, що були замовлені заздалегідь.

Телефонні станції EWSD можуть експлуатуватися й обслуговуватися як на місцях, так і з загального центру експлуатації і техобслуговування (ОМС), що дозволяє раціонально розміщувати персонал, гнучко пристосовуватися до організаційних структур експлуатаційних компаній і централізовано берегти дані.

Телефонні станції EWSD, що використовують ефективну систему загально каналної сигналізації №7 відповідно до вимог МККТТ (СС№7), обладнані керуючим пристроєм для системи загально каналної сигналізації (ССМС). Одне ССМС може опрацювати сигнальний графік, що надходить від 254 сигнальних каналів. Функції, виконувані ССМС, містять у собі функції і пункту опрацювання сигнальної інформації (SP), і транзитного пункту сигналізації (STP).

Система EWSD надає своїм абонентам ряд послуг.

Послуги для аналогових абонентів:

- скорочений набір номера;
- з'єднання без набору номера, без витримки часу;
- заборона деяких видів вихідного зв'язку;
- передача вхідного виклику при відсутності абонента на:
 - а) службу відсутніх абонентів;
 - б) фразу автоінформатора;
 - в) будь-який номер;
- тимчасова заборона вхідного зв'язку;
- постановка виклику на чекання;

- переадресація при зайнятості абонента;
- наведення довідки під час розмови;
- конференц-зв'язок;
- напівпостійне з'єднання;
- реєстрація зловмисних викликів;
- обмеження послуг по запити абонента;
- пріоритет викликів;
- категорія переваги 1,2 при катастрофах;
- багаточастотний і декадний набір номера.

ЦМІО додає істотно нові функції до діапазону послуг:

- одночасне опрацювання декількох послуг;
- розмова, яка оплачується викликаючим абонентом;
- виведення на дисплей інформації;
- передача даних, текстів, зображень і інше.

Основні технічні дані EWSD:

- кількість абонентських ліній - до 250000;
- кількість з'єднувальних ліній - до 60000;
- комутаційна спроможність - до 25200 Ерл;
- кількість абонентських ліній у цифровому абонентському блоці - до 944;
- число спроб установлення з'єднання в ГНН - більш 1000000 відповідно

до рекомендації МККТТ 0.504;

- координаційний процесор;
- робоча напруга: -48 В постійного струму або -60 В постійного струму;
- робота і надійність - дані відповідно до МККТТ 0.514;
- стабільність частоти генератора рахункових імпульсів, максимальна

відносна девіація частоти - плезіохронно 10-9, синхронно 10-11;

- умови навколишнього середовища:

- 1) температура помешкання 5 ... 40 С°;
- 2) відносна вологість 10 ... 80 %.

Послуга "відеотелефон" відноситься до телепослуг. Основна послуга характеризується одночасної передачі безперервних рухомих кольорових зображень і мови, які беруть участь у виклику абонентів. Для відеотелефона необхідні два В-канали по 64 кбіт / с для аудіовізуальної зв'язку. Один В - канал використовується для передачі мови, а інший для передачі зображень. Послуга "Телетекст (Teletex)" входить до групи теле послуги. Грунтуючись на автоматичному обміні інформації "пам'ять - пам'ять", вона забезпечує зв'язок між пристроями, що використовуються для підготовки, редагування та друку письмової кореспонденції. Необхідною характеристикою телепослуг є те, що вона гарантує базову ступінь сумісності між усіма пристроями, що використовують послугу. Базовим елементом обміну кореспонденцією між абонентами є сторінка, складова найменший блок тексту і обробна як об'єкт. Обмеження способів генерації тексту або позиціонування тексту всередині області роздруківки відсутні. Послуга телетекст дозволена для між користувачький зв'язку. Вона забезпечує сумісність між двома ISDN терміналами.

Послуга "Телефакс (Telefax)" входить до групи телепослуг. Вона визначає характеристику ISDN - терміналу, призначеного для факсимільного зв'язку в мережі ISDN, Вона використовує стандартизоване кодування і роздільну здатність зображень, і стандартні протоколи зв'язку. Телепослуга підходить для передачі документів та інформації з терміналу факсимільного зв'язку, і ця інформація може мати наступну форму:

- роздруковані тексти;
- зображення;
- графіка;
- креслення;

рукописні коментарі або що-небудь інше, виконане на папері.

Телепослуга телефакс дозволяє використовувати термінали факсимільного зв'язку. Це забезпечує більш високу швидкість передачі і кращу якість в порівнянні зі стандартними терміналами факсимільного зв'язку.

Послуга "відеотекс (videotex)" входить до групи телепослуг. ISDN-послуга відеотекс - це розширення вже існуючої послуги відеотекс з функціями поштового ящика та пошуку ISDN - послуга відеотекс розроблена як віртуальна пам'ять документів, в якій документи можуть генеруватися, зберігатися, відшукувати і змінюватися. Ці документи можуть містити текст, графіку, фотографію та звукову інформацію. Послуга "відеотекс" дозволена для між користувачького зв'язку. Вона забезпечує сумісність між двома ISDN - терміналами. За сумісність протоколів верхнього рівня самих ISDN - терміналів відповідають користувачі ISDN - терміналів.

Попит на нові послуги, керовані процеси забезпечують впровадження нових послуг в EWSD після їх відповідного аналізу та узгодження з відділом Маркетингу, Збуту і розробок. Основною метою завжди є надання зручних для користувача інтерфейсів для експлуатаційних компаній і абонентів і забезпечення всебічної гнучкості.

4.2 Послуги EWS

ЦМІО додає нові функції до діапазону послуг. Вона дозволяє експлуатаційній компанії надавати абонентам можливості та послуги, які не можуть бути забезпечені звичайними телефонними системами.

Доступ до ЦМІО в цифровій мережі інтегрального обслуговування підключені до EWSD абоненти, а також середні та невеликі ВАС, забезпечуються основними засобами доступу, кожне з яких має два канали В і один канал D ($2 \cdot 64$ кбіт/с + 16 кбіт/с). Середні та великі ВАС з виходом в місто можуть бути підключені до EWSD через структуру доступу на первинній швидкості (30 або $23 \cdot 64$ кбіт/с + 64 кбіт/с). Головна структура доступу та структура доступу на первинній швидкості відповідають рекомендаціям МККТТ. До інтерфейсу основної структури доступу може бути підключено до 16 гнізд до 8 кінцевих приладів. Кінцеві обладнання можуть вийматися і знову вставлятися в будь-яке з гнізд та можуть набиратися прямо за допомогою

індивідуальних адрес. Зручність збільшується завдяки можливостям одночасного оброблення декількох послуг з індикаторами послуги та її зміною за час виклику.

При одночасній обробці декількох послуг абонент має можливість користуватись двома послугами паралельно, наприклад, передавати факсимільні та вести телефонну розмову в один і той же час. Обидва з'єднання можуть направлятись до різних пунктів призначення і бути повністю незалежними одне від одного.

Архітектура апаратного забезпечення дозволяє мати багато комбінацій підсистем. Це створює основу для економічного ефективного використання EWSD в усіх областях широкого спектру використання. Функції, визначені навколишнім середовищем мережі, обробляються цифровими абонентськими блоками (DLU), пристроями перетворення сигналів і мультиплексування (SC-MLX), та лінійними групами (LTG). Функція комутаційного поля (SN) зводиться до встановлення міжзв'язків між абонентськими та з'єднувальними лініями згідно з вимогами абонентів. Обладнання управління підсистемами одне від одного виконують всі задачі, які виникають в їх зоні. Тільки для системних і координаційних функцій, таких як наприклад, вибір маршруту, їм потрібна допомога координаційного процесора (CP). Для міжпроцесорної комутації комутаційне поле встановлює з'єднання 64 кбіт/с таким же чином, що і з'єднання між абонентами. Проте з'єднання між процесорами залишаються в установленому стані, тому вони відносяться до напівпостійних з'єднань. Це дає можливість обійтись без самостійної міжпроцесорної керуючої мережі.

Телефонні станції всіх типів і ємностей можуть бути забезпеченими кількома типами підсистем та відповідним програмним забезпеченням. Цифрові абонентські блоки та лінійні групи являються головними одиницями збільшення ємності телефонної станції.

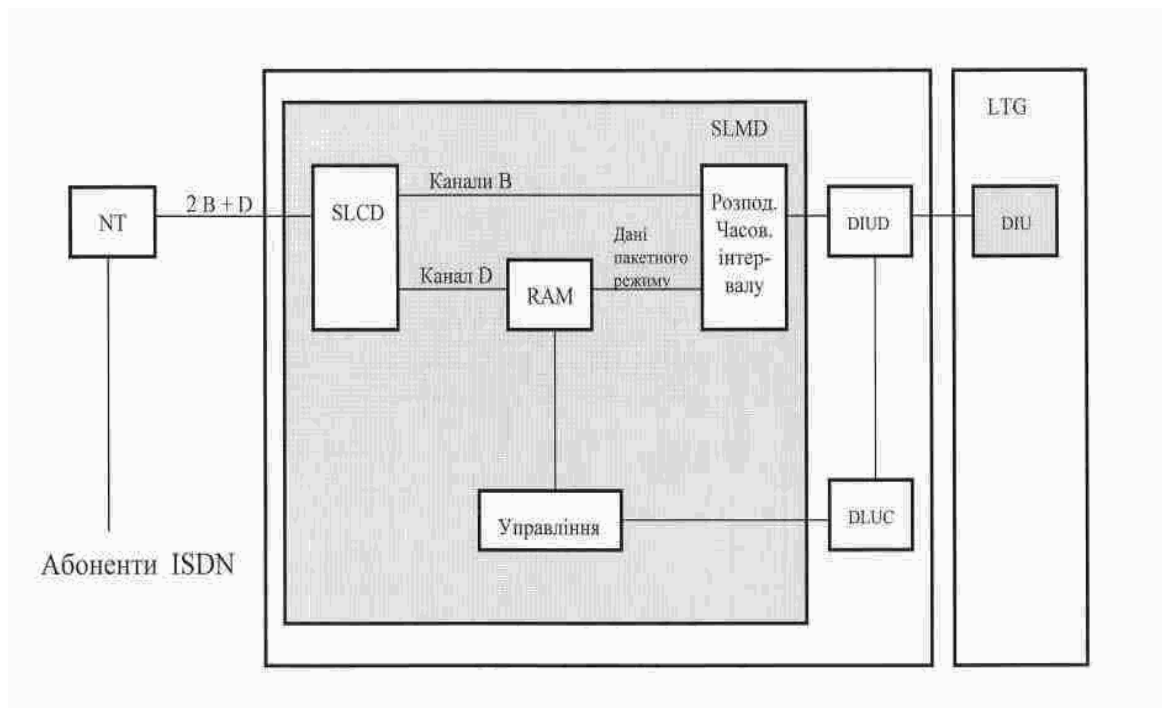


Рисунок 4.2 - Організація доступу до абонентів ISDN.

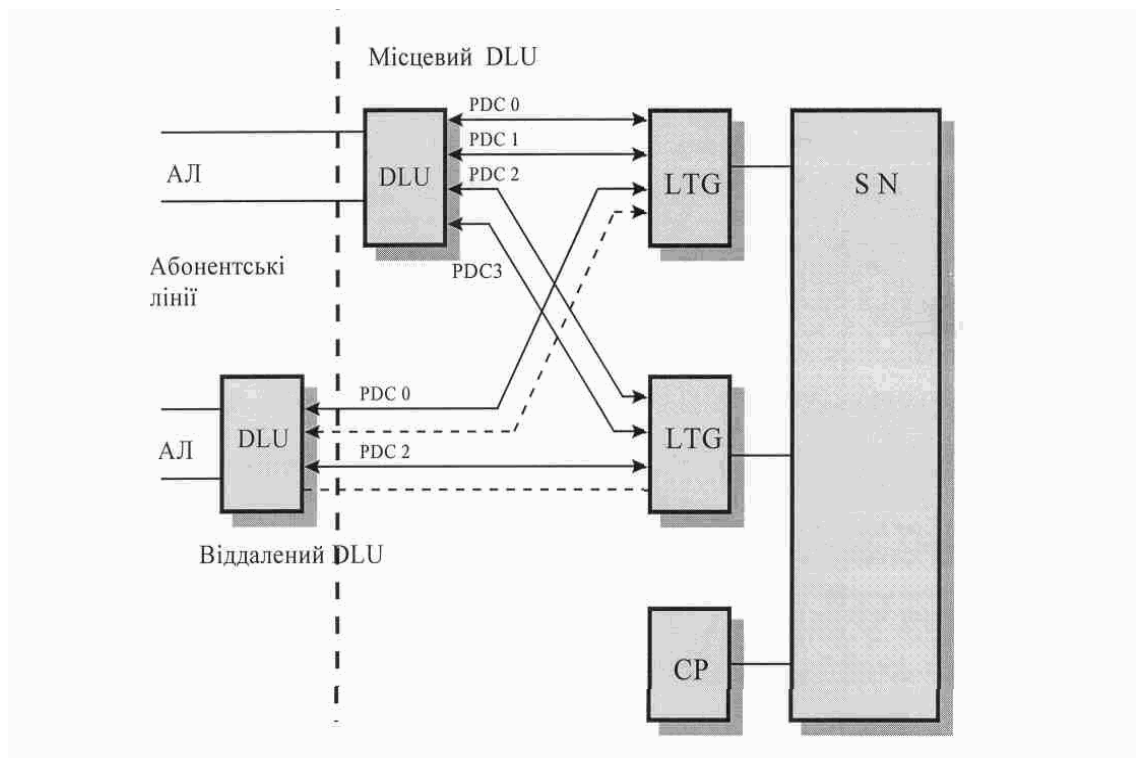


Рисунок 4.3 - Блок-схема місцевої опорної телефонної станції.

4.3 Цифровий абонентський блок DLU

Цифровий абонентський блок (DLU) може використовуватися для підключення абонентських ліній і ліній доступу PBX. Блоки DLU можуть бути встановлені або на самій станції, або на місцях, віддалених від станції. Виносні DLU поміщаються поблизу груп абонентів. При цьому зменшується довжина абонентських ліній, а трафік на цифрових лініях концентрується у сітьовому вузлі, що призводить до раціоналізації витрат на організацію сіті розподілення і підвищує якість передачі.

Блоки DLU підключаються до комутаційного поля EWSD за допомогою лінійних груп LTG(C). До LTG(C) DLU підключається за допомогою тракту з первинною цифровою системою передачі 2048 Кбіт/с, який працює у самій станції, сполучені з LTG(B) за допомогою трактів із швидкістю цифрового потоку 4096 Кбіт/с.

До одного LTG максимально можна підключити 944 абонентських ліній. Абонентські лінії, що підключаються можуть бути з декадним, багаточастотним набором номера, контрольним лічильником тарифних імпульсів і таксофоном. З метою забезпечення надійності кожний DLU підключається до двох різноманітних лінійних груп. У випадку вихода з строю одної з лінійних груп зв'язок здійснюється через другий LTG. DLU сполучені з LTG за допомогою від 2 до 4 первинних цифрових систем передачі (PDC). Для сигналізації по загальному каналі N 7 (CCS7) між блоками DLU і груповими процесорами в два LTG використовується підкомплект системи сигналізації по загальному каналі M7 (CCS7) по МККТТ.

У самому цифровому абонентському блоці абонентські лінії залучені до модулів аналогових абонентських ліній (SLMA). Кожен модуль SLMA містить 8 аналогових абонентських комплектів (SLCA) для підключення телефонних апаратів з батареїним або частотним набором номера, міжміських телефонів - автоматів і таксофонів і одної керуючої секції з процесором (SLMCP). Один DLU у найбільшому варіанті може вмістити до 118 модулів SLMA. Всі DLU

оснащені іспитовим блоком (TU) для проведення іспитів і вимірів на комплектах SLMA, абонентських лініях і телефонних апаратах. SLMA сполучений із двома цифровими інтерфейсами для цифрового абонентського блока (DIUD 0 і DIUD 1) за допомогою двох мереж з швидкістю 4096 Кбіт/с.

Кожна мережа 4096 Кбіт/с має 64 канали для обох напрямків передачі (64 каналні пари). Швидкість передачі в бітах складає в кожному каналі 64 Кбіт/с ($64 \cdot 64 \text{ Кбіт/с} = 4096 \text{ Кбіт/с}$). Таким чином між SLCA і DIUD) у розпорядженні є сумарна кількість 128 каналних пар:

- 120 пар для передачі інформації користувача (можливо 120 одночасних з'єднань при станційному підключенні через 4 PDC);
- 8 пар для передачі тональних сигналів, для рутинного іспиту шлейфа.

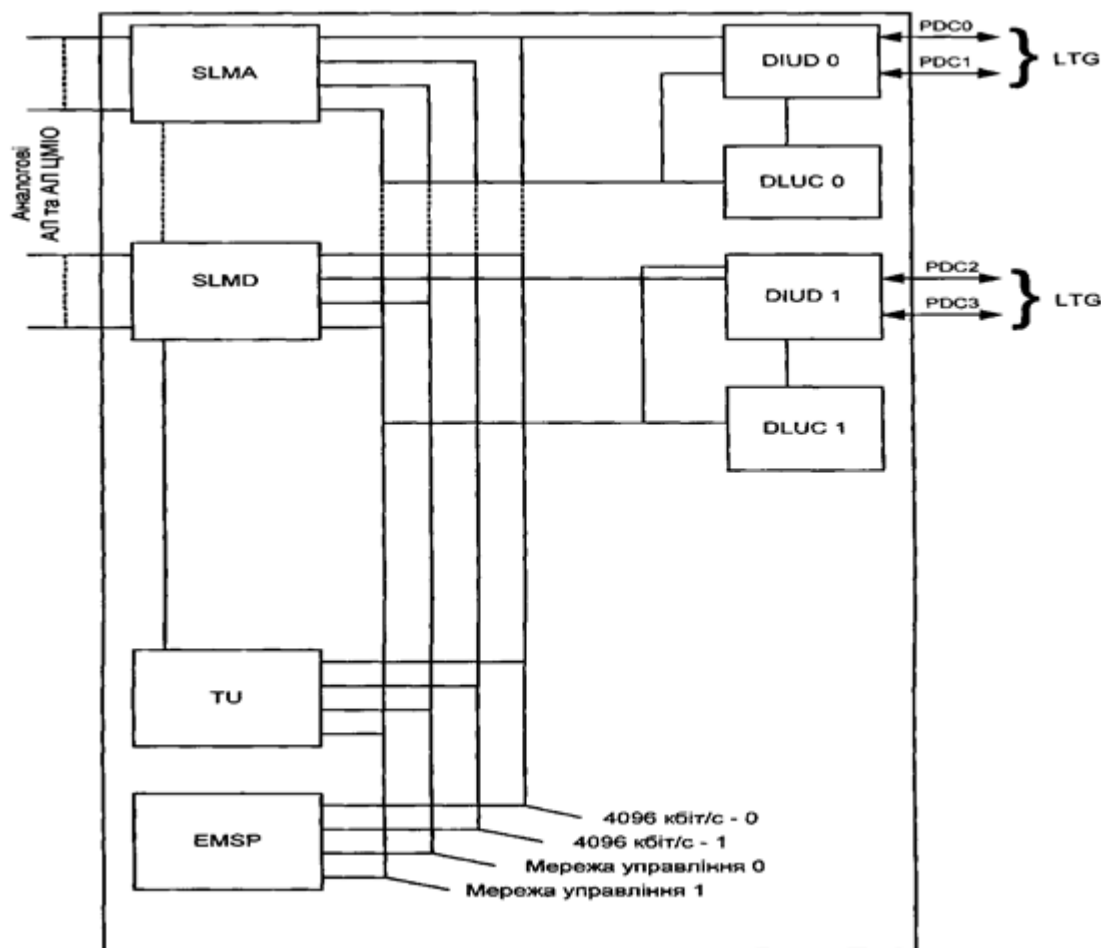


Рисунок 4.4 - Конфігурація модульних касет DLU

Конфігурація модульних касет DLU

F:DLU (A) - основна касета (184 абон. лінії)

D C C	S L M	S L M	SACS or S L M		S L M	S L M	S L M	S L M	M	B D B 0	B D C G 0	D L U C 0	D I U D B 0	F M T U or S L M	L C M M or S L M	S L M	E M S P or S L M		D C C
D C C	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M		B D B 1	B D C G 1	D L U C 1	D I U D B 1	E M S P or S L M	E M S P or S L M	M T A or S L M	L T B A M		D C C

F:DLU (B) - (256 абон. лінії)

D C C	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M		B D E 1	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	
D C C	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M		B D E 1	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	

F:DLU (C)- (128 абон. лінії)

D C C	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M		B D E 1	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	S L M	
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--	------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--

Рисунок 4.5 - Конфігурація модульних касет DLU.

Усі SLMCP і всі інші блоки (модулі), що мають свої власні мікропроцесори, пов'язані з двома керуючими пристроями для цифрового абонентського блоку (DLUC) за допомогою двох мереж керування:

- мережі керування 0 із DLUC 0;
- мережі керування 1 із DLU 1.

Ці дві мережі використовуються для передачі керуючої інформації в обох напрямках:

- передача команд від DLUC до SLMCP;
- передача повідомлень і сигналізації від SLMCP до DLUC.

Швидкість передачі в мережах керування складає в кожному напрямку 136 Кбіт/с. Кожний DLUC також приймає і посилає керуючу інформацію в одну групу LTG через закріплений за ним DIUD і по каналній парі в первинний цифровий системі передачі (OKC).

Блок DLU оснащений також двома генераторами тактової частоти (CG). Всі CG знаходяться на модулі розподільника шин із тактовим генератором (BDCG). Для внутрішньої синхронізації генератори CG забезпечують блок DLU тактовими імпульсами 4096 кГц; - бітом позначення циклу 8 кГц.

Всі генератори CG синхронізуються від LTG за допомогою вхідного тактового імпульсу, якій поступає в PDC. Обидві мережі працюють одночасно, подача тактових імпульсів провадиться одним CG, а другий являє собою резерв. Центральні функціональні блоки, DIUD 0, DIUC 0 і CG 0 утворюють систему 0 блока DLU, а блоки DLUD1, DLUC1 і CG1 утворюють систему 1 блока DLU. Ці дві системи являють собою окремі одиниці на випадок відмови (принципи резервування). Якщо з'явиться несправність в одному центральному блоці однієї системи DLU, є можливість нормального опрацювання викликів за допомогою другої системи DLU.

Для передачі управляючої інформації (сигналізація, команди та повідомлення) між DLUB та лінійними групами використовуються спрощена система сигналізації по загальному каналу (CCS). На рис. 2.5 зображена схема обміну сигналами між DLU та LTG.

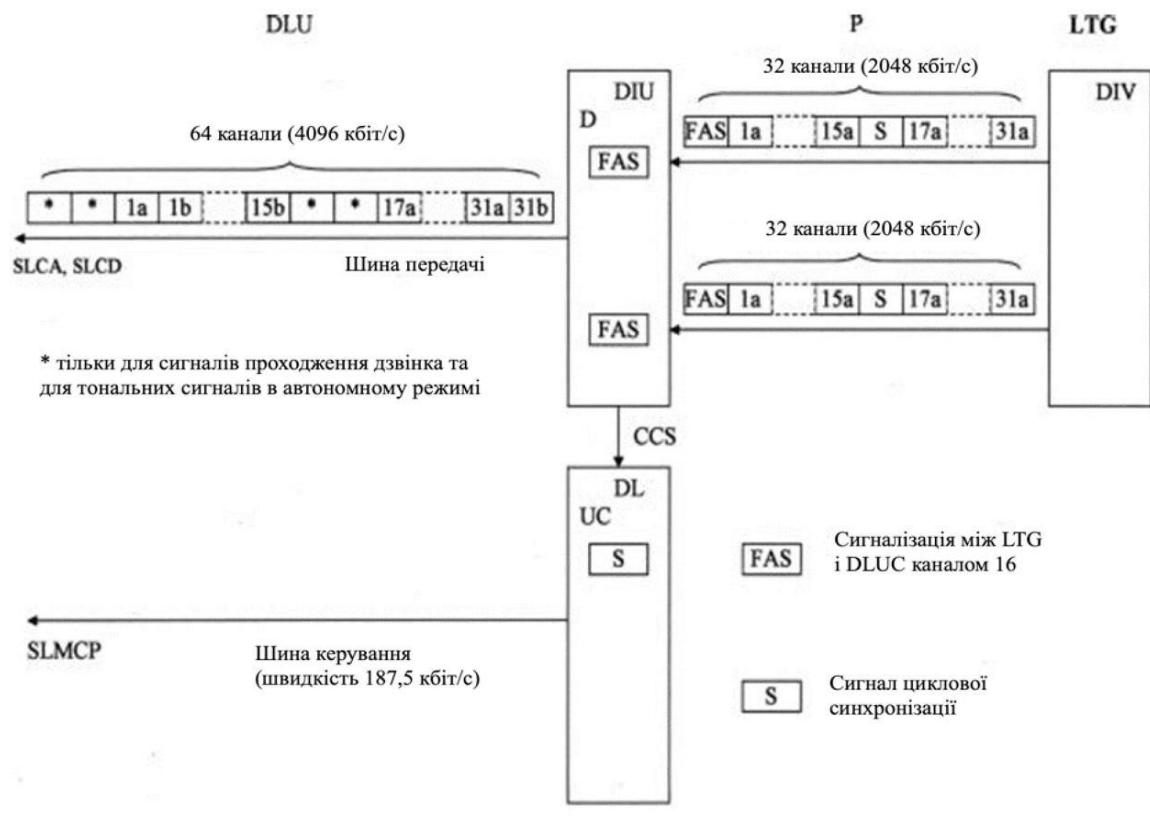


Рисунок 4.6 - Схема обміну сигналами між DLU та LTG.

4.4 Координаційний процесор CP 113

Координаційний процесор (CP) здійснює координацію роботи розподілених з системі керуючих пристроїв і передачу даних між ними. Він виконує задачі по обробці викликів (переведення цифр; керування маршрутизацією; зонування; вибір шляху в комутаційному полі; облік вартості телефонної розмови; адміністративне керування даними в трафіку; керування мережею), по експлуатації і технічному обслуговуванню (здійснення вводу в зовнішні запам'ятовуючі пристрої (ЕМ) і виводу з них; зв'язок з терміналом експлуатації і технічного обслуговування (ОМТ); зв'язок з процесором передачі даних (DPC) і по забезпеченню надійності.

Тому що функції розподіляються між декількома керуючими пристроями мікропроцесорів (виникає потреба в передачі даних), надзвичайно корисним надається використання загального процесора для виконання координаційних

задач. У кожній телефонній станції EWSD такі задачі виконуються координаційним процесором. У коло обов'язків цього процесора входять:

- задача по опрацюванню викликів; задача по експлуатації і техобслуговуванню;
- задача по забезпеченню надійності (захисту).

Координаційний процесор 113 (CP 113) виконує координаційні задачі в середніх і великих телефонних станціях і відповідає усім вимогам по функціональній надійності і робочим характеристикам. CP 113 має стандартний інтерфейс для периферії опрацювання викликів. Головними характерними рисами CP 113 є:

- використання модульної мікропроцесорної системи;
- пристосованість до телефонних станцій різних розмірів;
- продуктивність складає - від 250000 до 1238000 спроб викликів у ЧНН;
- об'єднання задач і розподіл навантаження;
- резервування за допомогою дублювання загального устрою, що запам'ятовує, системи шин, основних процесорів, пристрої керування і введення /виведення;
- 32-бітна ширина опрацювання;
- 4-гігабітна спроможність адресації;
- загальний устрій, що запам'ятовує, із ємністю до 64 Мегабайт (основа 256-Кбіт динамічного ЗУПВ);
- 7 рівнів переривання з постійним пріоритетом ;
- гнучкість у підключенні периферійних пристроїв завдяки використанню індивідуальних процесорів введення/виведення ;
- мова програмування CHILL, що рекомендується МККТТ.

Мультипроцесорна система координаційного процесора 113 містить у собі такі системні блоки:

- основні процесори (BAP), складаються з:
 - а) дубльованого пристрою опрацювання даних (PU);
 - б) логічного блоку, що зв'язує (CL);

в) локального устрою, що запам'ятовує (LMY);

г) загального інтерфейсу (CI);

-процесор опрацювання виклику (CAP), що складаються з таких же компонентів апаратного забезпечення, що й основні процесори;

-шина для загального ЗУ (B: CMY), дубльована;

-процесори введення/виведення (IOP) для периферії опрацювання викликів і робочої периферії.

Один із двох процесорів працює в якості головного процесора (BAPM), а другий - у якості резервного (BAPS). У нормальних умовах, тобто коли немає помилок, BAPM виконує операційні задачі і частину функцій по опрацюванню викликів. Якщо один із них відмовляє, то усі його функції виконуються другим процесором. Процесори опрацювання виклику (CAP) виконують тільки функції опрацювання викликів. Вони працюють за принципом поділу навантаження.

Концепція двохрівневої пам'яті CP 113 значною мірою сприяє його високій продуктивності по опрацюванню викликів. Короткий час доступу досягається завдяки розподілу даних і програм, що запам'ятовують. І одним устроєм, що запам'ятовує, для всіх процесорів. Специфічні запам'ятовуючі пристрої є локальними запам'ятовувачами (LMY); вони містять динамічно релевативні програми і дані. Загальний устрій, що запам'ятовує, (CMY) використовується для запам'ятовування більш рідко необхідних програм і даних, а також усіх загальних даних. У такий спосіб обмін даними між процесорами здійснюється через загальний устрій, що запам'ятовує.

Керуючі пристрої введення/виведення (IOP) створюють інтерфейси між шиною загального ЗУ і процесорами введення/виведення. Вони служать для розширення інтерфейсів, виконують функції необхідного перетворення адреси і поточного контролю за доступом, а також для поділу центральної і периферійної області. Керуючі пристрої введення/виведення розраховані так, що б вони могли виконувати функції і свого власного устаткування й устаткування партнера у випадку несправності.

Система шин для керуючого пристрою введення/виведення (В:ІОС) залучена до кожного (ІОС). Ця система зв'язує керуючі пристрої введення/виведення з максимально 16 процесорами введення/виведення (ІОР). Ці процесори введення/виведення управляють обміном даних із підключеним до них устаткуванням EWSD опрацювання викликів, операційним устаткуванням і устаткуванням опрацювання даних.

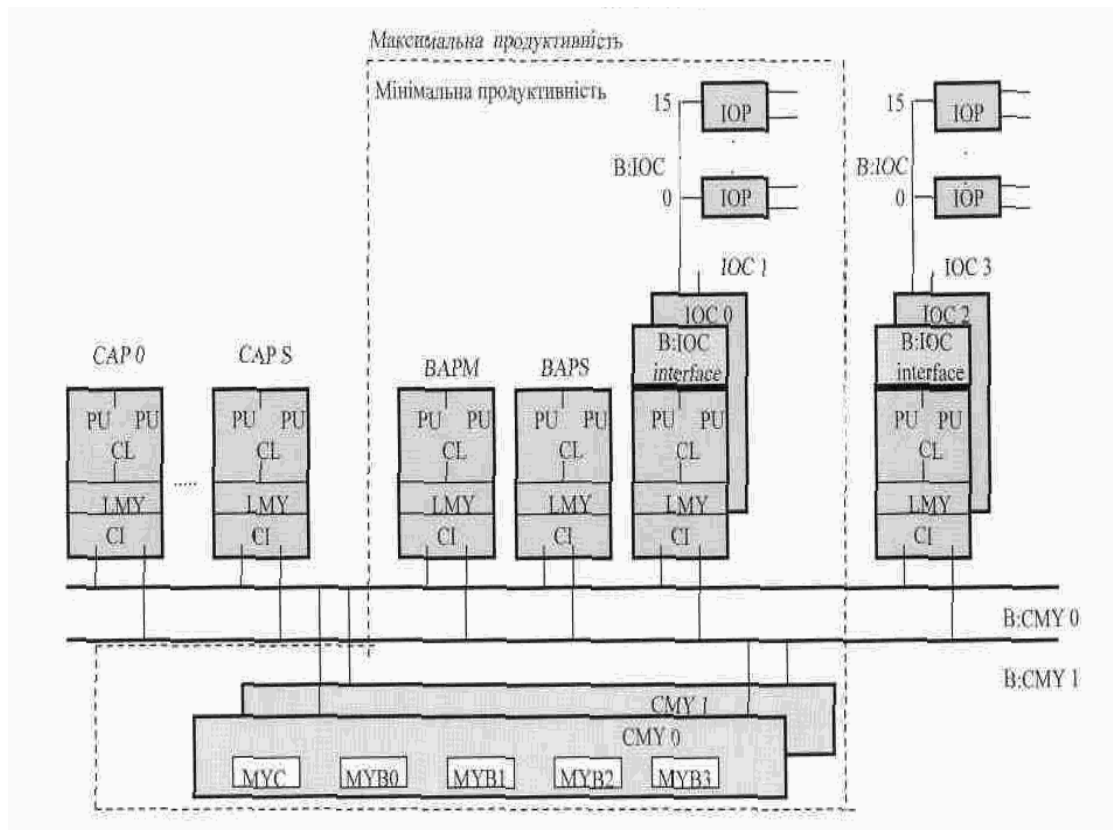


Рисунок 4.8 - Координаційний процесор CP 113.

Буфер повідомлень (МВ(Y)) є частиною координаційної області цифрової електронної системи EWSD. Функціональні блоки підсистеми МВ(Y) виконують функцію керування обміном повідомленнями між перерахованими нижче підсистемами:

- координаційним процесором (CP) і лінійними групами (LTG);
- повідомлення опрацювання виклику для встановлення з'єднання між користувачами, повідомлення адміністративного керування, забезпечення надійності або техобслуговування;
- LTG і повідомлення опрацювання виклику;

- LTG і керуванням мережею сигналізації (CCNC);
- повідомлення опрацювання виклику між телефонними станціями по загальному каналу сигналізації;
- СР і керуючими пристроями керуючої групи (SGS);
- настановні інструкції для комутаційного поля.

Внутрішня структура MB (Y) цілком дубльована і складається з MB(Y)0 і MB(Y)1, функція яких, полягає в поділі навантаження. Станція EWSD містить системну панель (SYP). Функція системної панелі полягає в забезпеченні оптичних і акустичних сигналів для аварій сигналізації, що надходять від системних внутрішніх і зовнішніх (не стосовних до системи) контрольних пристроїв. SYP дає постійний огляд моментального функціонального стану всіх пристроїв, залучених до системної панелі. Кінцеві пристрої для експлуатації технічного обслуговування.

Зовнішній устрій, що запам'ятовує (ЕМ) служить для:

- введення/виведення програм і даних, що не обов'язково повинні бути резидентними в координаційному процесорі;
- збереження всіх резидентних програм і даних призначених для автоматичного відновлення;
- дані по обліку вартості розмов і зміні навантаження.

Для забезпечення зберігання цих програм і даних при будь-яких умовах, зовнішній устрій, що запам'ятовує, є дубльованим. Тому воно складається з двох накопичувачів на магнітних дисках. Зовнішній устрій, що запам'ятовує, має також накопичувач на магнітній стрічці і накопичувач на касеті для введення і виведення.

Комутаційне поле.

Комутаційне поле (SN) EWSD складається з тимчасових просторових ступеней. На тимчасових ступенях комутації октети міняють тимчасові інтервали і багатоканальну шину (ущільнена лінія передачі) відповідно до їх пункту призначення. На просторових ступенях ці октети змінюють багатоканальну шину без зміни тимчасових інтервалів.

Таблиця 4.2 - Градація ємності комутаційного поля

Ступені ємності КП	SN:504 LTG	SN:252 LTG	SN:126 LTG	SN:63 LTG	SN:15 LTG
Макс.навант Ерл	25200	12600	6300	3150	750
Кількість АЛ	250000	125000	60000	30000	75000
Кількість ЗЛ	60000	30000	15000	7500	1800

Параметри ступеней:

- тимчасова 4/4 (4*128/4*128) канали (512/512),
- просторова 16/16; 8/15; 15/8 при швидкості передачі 8 Мбіт/сек.

З'єднувальні дороги через тимчасові і просторові ступені підключається за допомогою пристроїв комутаційної групи (SGC), що управляють, відповідно до комутаційної інформації, що поступає від координаційного процесора (CP). Пристрої комутаційної групи (SGC), що управляють, працює відповідно до команд, що поступають від координаційного процесора. У своїй максимальній конфігурації комутаційне поле EWSD підключає 504 лінійних групи, може обслуговувати навантаження 25200 Ерл і містить 7 різних типів модулів. Комутаційне поле може нарощуватися невеликими рівнями за допомогою додавання знімальних модулів і кабелів. 1 статів може забезпечити 30 000 абонентських ліній або 7500 сполучних ліній при повній його укомплектованості. Комутаційне поле завжди дубльоване (плоскість 0 або 1).

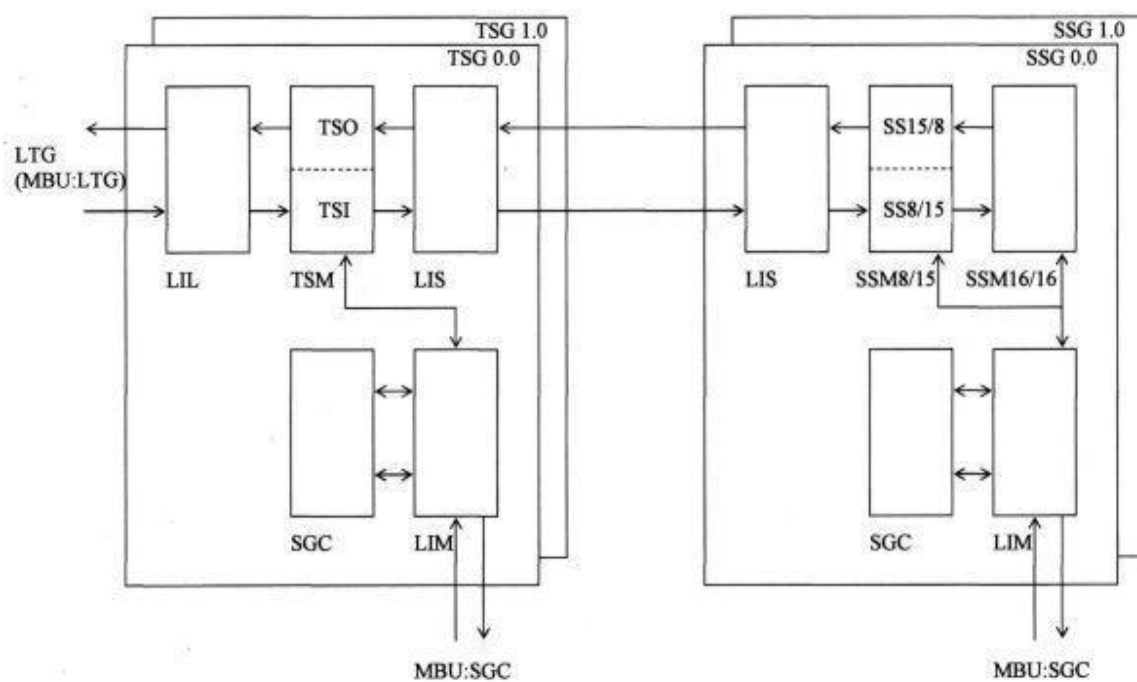


Рисунок 4.9 - Структурна схема КП

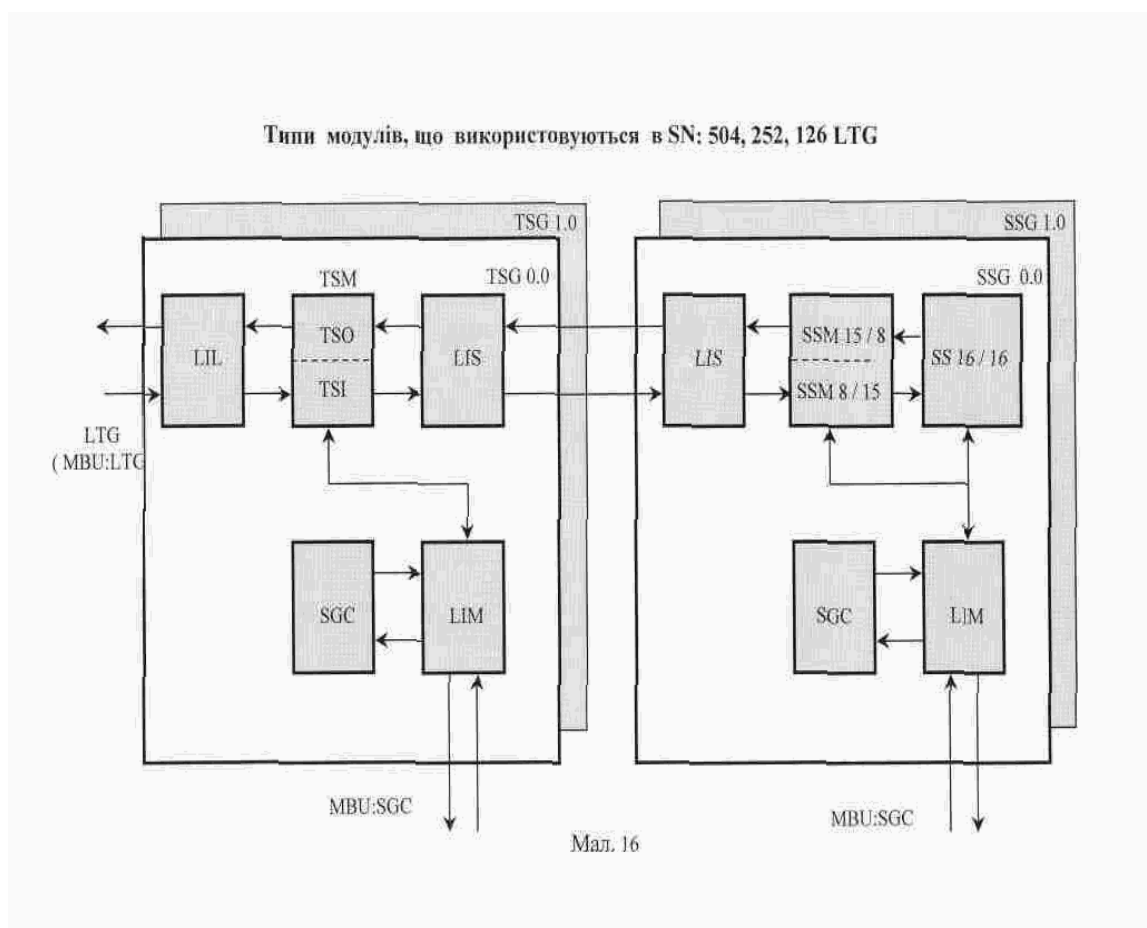


Рисунок 4.10 -Типи модулів, які використовуються в різних комутаційних полях.

4.5 Лінійні групи LTG

Лінійні групи (LTG) утворюють інтерфейс між цифровим устаткуванням телефонної станції EWSD і цифровим полем (SM). До основних функцій LTG відносяться функції опрацювання виклику і функції забезпечення надійності. До функцій опрацювання виклику відносяться:

- прийом сигналів, що надходять від сполучних і абонентських ліній;
- передача тональних сигналів;
- передача повідомлень до СР і прийняття команд від СР;
- передача відліків до групових процесорів (СР) і приймання повідомлень від СР;
- керування сигналами переданими до DLU,
- перетворення чотирьох трактів ІКМ 2048 Кбіт/с на один стик 8192 Кбіт/с до комутаційного поля SN;
- підключення повідомлень і інформації користувача .

До функцій забезпечення надійності відносяться :

- виявлення помилок у LTG (без втручання іспитового устаткування);
- виявлення помилок у сполучних шляхах у межах телефонної станції за допомогою внутрішньостанційної перевірки (CDC) і рахунок частоти появи помилок по бітах (BERC);
- ініціалізація мір відповідно до наслідків помилок (наприклад блокування окремих каналів або функціональних блоків LTG;
- обмін повідомленнями про рутинні іспити зі СР із метою виявлення координаційним процесором помилок LTG, навіть якщо це LTG може передати повідомлення про помилки.

Швидкість передачі в повторному цифровому потоку (SDC) від (LTG) до SN і в зворотному напрямку складає 8192 Кбіт/с. Кожна з таких мультиплексорних систем на 8 Мбіт/с містить 127 часових інтервалів по 64 Кбіт/с для передачі повідомлень для здійснення міжпроцесорного обміну між СР і GP LTG, якій називається каналом повідомлень (MCH-message channel).

Інформація користувача і сигнальні повідомлення передаються спільно і комутуються в комутаційному полі SN. Повідомлення використовуються для міжпроцесорного зв'язку LTG з координаційним процесором (CP) і іншими LTG. Лінійні групи можуть працювати з усіма стандартними системами сигналізації і тому можуть бути легко включені в будь-яку комутаційну мережу.

Кожна лінійна група містить такі функціональні блоки:

- груповий процесор GP; груповий перемикач GS;
- інтерфейс підключення до комутаційного поля LIU;
- сигнальний устрій SU для прийняття і передачі акустичних сигналів, лінійних сигналів реєстрової сигналізації, багаточастотних сигналів і сигналів тестового устаткування;
- цифровий інтерфейс DIU для підключення чотирьох трактів ІКМ.

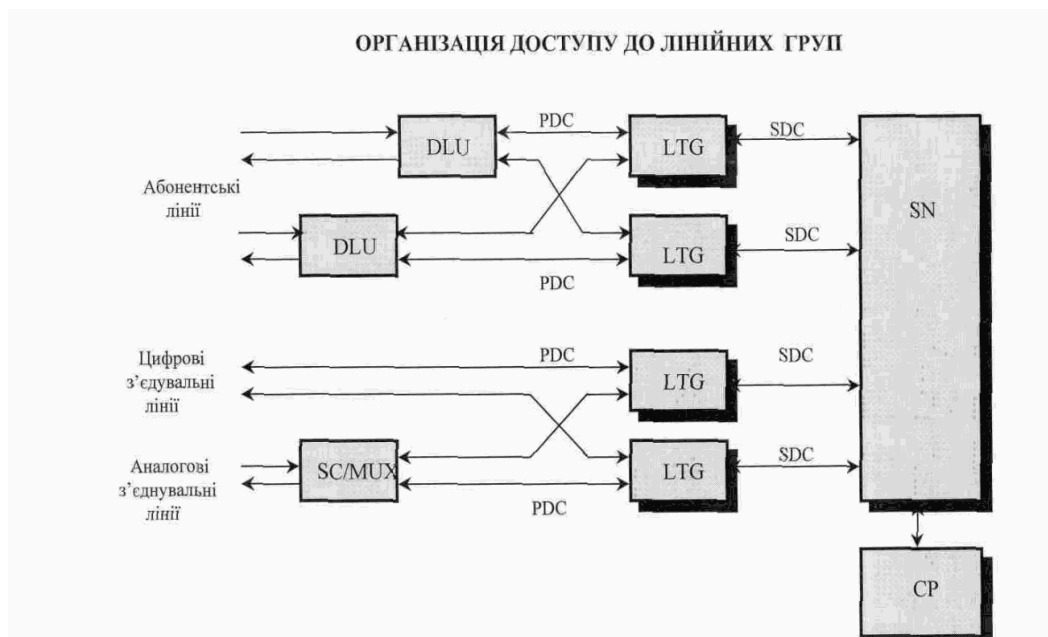


Рисунок 4.6 - Організація доступу до лінійних груп.

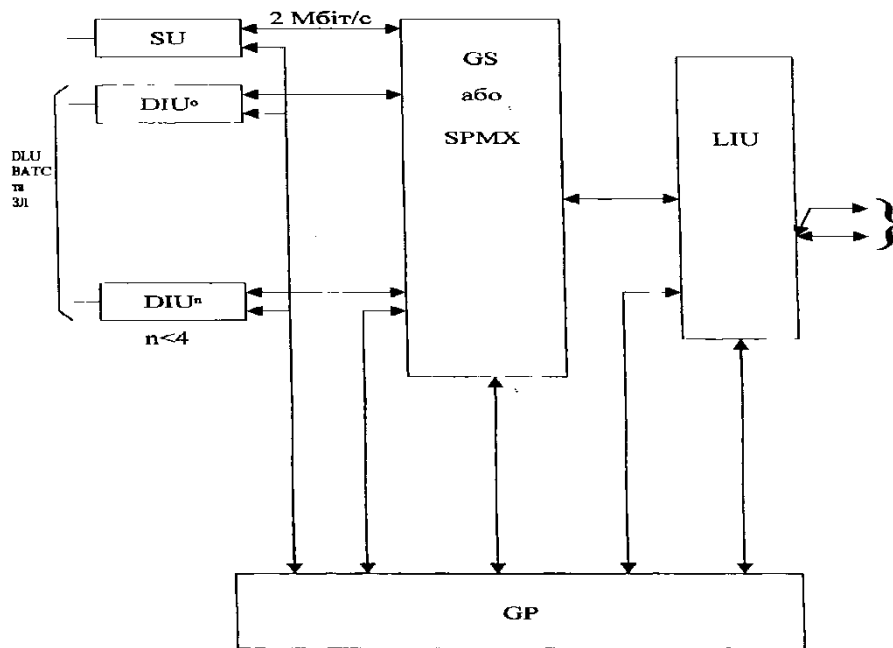


Рисунок 4.7 - Лінійні групи.

4.6 Програмне забезпечення

Велика гнучкість системи EWSD являється результатом широкого використання перезавантажуючого програмного забезпечення. Перезавантажуване програмне забезпечення для телефонної станції, включаючи специфічні для станції дані, формує систему прикладних програм (APS)

Апаратні засоби технологічно дуже швидко змінюються. Програмне забезпечення EWSD спроектовано так, що тільки невелика частина його залежить від апаратних засобів. Відповідно до розподіленого управління всередині системи EWSD кожен процесор потребує своє власне програмне забезпечення.

Архітектура програмного забезпечення показана на рис.4.11

Програмне забезпечення окремих процесорів характеризується за звичай широкими різноманітними функціями. Тому вони діляться на підсистеми. Важливим елементом програмного забезпечення EWSD являються різні типи

даних. Специфічні для станції дані знаходяться в базі даних, яка являється частиною програмного забезпечення користувача.

Програми обробки викликів управляють встановленням зв'язку згідно з вимогами абонентів. Програми забезпечення надійності та програми обслуговування гарантують безперебійну роботу системи. Всі операційні системи керуються по перериванням та працюють згідно з пріоритетами. Програмне забезпечення користувача виконує обробку викликів, функції управління та обслуговування.

В координаційному процесорі (СР) програми обробки викликів оперують тільки тими функціями, які потрібні для доступу до даних. Організуючі програми (СР) обробляють команди MML, а також запам'ятовують дані по обліку вартості телефонних розмов, тощо.

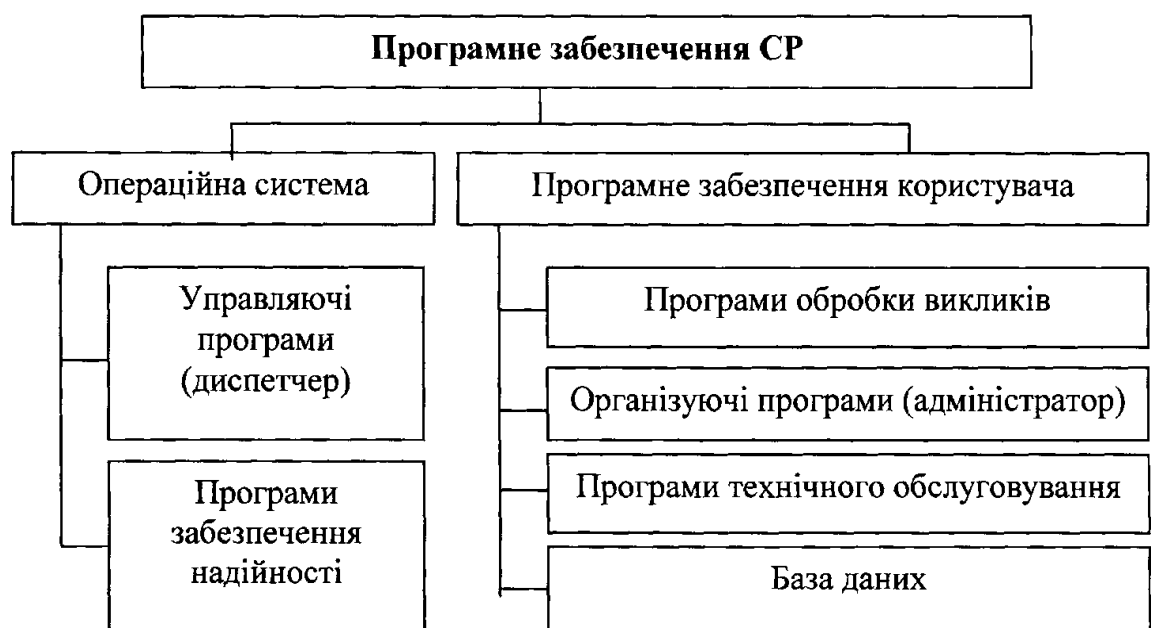


Рисунок 4.11 - Архітектура програмного забезпечення

4.7 Система сигналізації по загальному каналу (CCNC)

Станції EWSD із сигналізацією по загальному каналу за системою № 7 МККТТ (CCS7) обладнані спеціальним керуючим пристроєм мережі сигналізації по загальному каналу (CCNC). До CCNC можна підключити до 254

ланок сигналізації через аналогові або цифрові лінії передачі даних. Цифрові тракти проходять від лінійних груп через обидві площини дубльованого комутаційного поля і мультиплексори до CCNC. CCNC підключається до комутаційного поля по ущільненим лініях, що мають швидкість передачі 8 Мбіт / с. Між CCNC і кожної площиною комутаційного поля є 254 каналу для кожного напрямку передачі (254 пари каналів). По каналах передаються дані сигналізації через обидві площини комутаційного поля до лінійних груп і від них зі швидкістю 64 Кбіт / с. Аналогові сигнальні тракти підключаються до CCNC за допомогою модемів.

Для забезпечення надійності CCNC має дубльований процесор (процесор мережі сигналізації по загальному каналу, CCNP), який підключається до СР через систему шин, яка в свою чергу, також є дубльованою. CCNC складається з:

- Максимально 32 групи з 8 кінцевими пристроями сигнальних трактів кожна;
- Одного дубльованого процесора системи сигналізації за загальним каналу (CCNP).

4.8 Встановлення внутрішньостанційного з'єднання між аналоговими абонентами

З'єднання між аналоговими абонентами здійснюється таким чином. Абонент А (викликаючий) піднімає трубку. Аналоговий абонентський комплект (A-SLCA) виявляє замикання шлейфу. Процесор для модуля абонентських ліній цифрового абонентського блоку (A-SLMCP) сканує A-SLCA і встановлює, що є запит на з'єднання. A-SLMCP при замиканні шлейфу пропускає повідомлення до керуючого пристрою для цифрового абонентського блоку (A-DLUC), який направляє повідомлення через цифровий інтерфейс (A-GP). A-CP шукає категорію лінії та категорію послуг викликаючого абонента в списках, призначає часовий інтервал і повідомляє

про це A-SLMCP. Процесор A-SLMCP загрузає часовий інтервал в абонентський комплект A-SLCA. A-GP підключає з'єднання до групового перемикача (A-GS) та ініціює перевірку шляху передачі від лінійної групи (A-LTG) до A-SLCA і назад до A-LTG.

Генератор тональних сигналів (TOG) через сигнальний комплект (A-SU) передає випробний тон. Один приймач коду (СК) в A-SU приймає цей тон. Після завершення перевірки A-GP дає команду A-SLMCP на підключення розмовного тракту A-SLCA. A-GP підключає з'єднання через A-GS для процедури набору номера. Генератор тональних сигналів (TOG) передає сигнал "відповідь станції" до A-SLCA. CR готовий для прийняття адресної інформації. A-SLMCP підключає сигнал відповіді станції через АЛ до телефонного апарата. Абонент А починає передавати цифри за допомогою тостатурного набору. CR в A-SY готовий до прийому набраних цифр. CR пропускає перетворену у цифрову форму і інформацію набору до A-CP.

Після прийняття першої цифри A-GP відключає сигнал "відповідь станції". A-GP добавляє початкову інформацію до інформації набору номера та передає її координаційному процесору (CP). Координаційний процесор перевіряє в своєму запам'ятовуючому пристрої, чи є вільний абонент В і ідентифікує цифровий абонентський блок (DLU), абонентський комплект (SLCA) і лінію. CP встановлює, яка із двох LTG підключена до якого DLU. Якщо абонент В вільний, CP промаркує у своєму запам'ятовуючому пристрої викликаєму лінію, як зайнятому. CP видає команди для підключення з'єднувального шляху через комутаційне поле (SN) між A-LTG та B-LTG для внутрішньої станційної перевірки. Після цього A-GP дає команду A-GS на підключення з'єднання через SN і передачу звіту про результати до групового процесора абонента В (B-GP).

B-GP назначає часовий інтервал для з'єднання і повідомляє про це B-SLMCP, який підключає часовий інтервал у B-SLCA. B-GP підключає з'єднання через B-GS при цьому ініціює перевірку на тракті передачі від B-LTG до B-SLCA та назад до B-LTG. Потім TOG в B-SU передає

випробувальний тон. CR в B-SU приймає його. Якщо перевірка була вдалою, то B-GP передає викликаєму команду до B-DLUC. B-GP підключає з'єднання через B-GS для контролю посилки виклику (КПВ) до абонента А. B-DLUC забезпечує прийом абонентом В посилки виклику (ПВ).

Абонент А приймає контроль посилки виклику від генератора тональних сигналів у сигнальному комплекті B-SU. B-SLCA приймає посилку виклику для лінії абоненту В. Коли абонент В зняв трубку, він показав, що готовий прийняти виклик. B-SLCA розпізнає замикання шлейфу. B-SLMCP при скануванні B-SLCA встановлює, що абонент В хоче прийняти виклик. B-SLMCP передає повідомлення до B-DLUC, який відключає ПВ. B-DLUC передає повідомлення до B-GP. B-GP відключає ПВ від абонента А і підключає з'єднувальний шлях через груповий перемикач, B-GP передає сигнал від того до групового процесору А.

**Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань)
до розділу 4:**

1. Створіть концептуальний проєкт із трьох ключових етапів, який демонструє розуміння архітектури EWSD та її інтеграційних можливостей. При наступних вихідних даних:

Місто N має 15 000 існуючих аналогових абонентів (POTS) і планує протягом 5 років збільшити загальну ємність до 25 000 абонентів, включаючи 3 000 ліній ISDN (цифрові послуги) та організацію 500 транкінгових ліній (Trunk Lines) для зв'язку з міжміською мережею та мобільними операторами.

Завдання:

- Визначте, які основні функціональні блоки EWSD (наприклад, CP - Coordination Processor, SN - Switching Network, LTG - Line/Trunk Group) будуть необхідні для початкової ємності (15 000 POTS).
- Запропонуйте, як буде здійснюватися підключення аналогових (LTG-A) та цифрових (LTG-D, ISDN) абонентів.
- Обґрунтуйте, як архітектура EWSD забезпечить плавне масштабування до 25 000 абонентів без зупинки роботи станції (використання модульності).

Для самостійного опрацювання перегляньте відео за темою розділу.



РОЗДІЛ 5. ЦАТС ТИПУ ALCATEL

5.1 Загальні технічні характеристики ALCATEL – 1000 E – 10

ALCATEL – 1000 E – 10 – це потужна та гнучка цифрова електронна комутаційна система для мереж зв'язку загального користування. Вона задовольняє усім поточним вимогам та обладнана так, щоб задовільнити вимогам майбутнього.

З часу своєї появи на світовому ринку система ALCATEL завоювала чудову репутацію. Цю репутацію вона заслужила завдяки своїй надійності, економічній ефективності та розмаїттю послуг, котрі надаються абонентам і експлуатаційним організаціям.

Система ALCATEL відповідає міжнародним стандартам та рекомендаціям, котрі затверджені Міжнародним союзом електричного зв'язку, а також національним стандартам.

Завдяки підтримці та розробкам, котрі продовжуються неперервно, ALCATEL постійно утримується на найсучаснішому рівні. Діапазон характеристик постійно удосконалюється для задоволення перспективних потреб. Нові технології можуть впроваджуватися в ALCATEL без зміни архітектури її системи.

Обладнання ALCATEL призначена для обробки швидко зростаючих обсягів трафіку та забезпечує швидке реагування на широкомасштабні зміни у структурі мережі.

Система ALCATEL є готовим розв'язком для задоволення майбутніх вимог, котрі забезпечують високу якість, стабільність та працездатність систем зв'язку.

Для забезпечення підприємств зв'язку засобами гнучкого та економічного задоволення майбутніх вимог, котрі пред'являються до мереж зв'язку, у системі запроваджена множина нових розв'язків.

ALCATEL базується на існуючій архітектурі мережі, а це дозволяє

підприємству зв'язку розширити можливості своєї мережі на базі уже існуючої мережевої інфраструктури та забезпечити їх відповідність вимогам нового тисячоліття.

Потужна платформа ALCATEL для побудови високоефективної мережі – це нові засоби та нові рішення, котрі закликані допомогти Коростишівській телефонній мережі здійснити перехід до використання можливостей телекомунікацій майбутнього.

ALCATEL-1000E – 10 – це цифрова комутаційна система французької фірми ALCATEL CIT. Багатофункціональна система ALCATEL служить у якості внутрішньої мережі для різних закладів, а також як комутатор або потужний міжмережевий інтерфейс. Вона придатна для роботи у будь – якому середовищі проживання: від густозаселених мегаполісів до малозаселених зон, та працює у будь – яких кліматичних умовах.

Супроводження та технічне обслуговування системи може бути локальним або спільним для декількох комутаторів, або і тим і другим одночасно. Система ALCATEL-1000E – 10 забезпечує всі сучасні комунікаційні послуги: ISDN, стільникову радіотелефонію, усі види інтелектуальної мережі та інші. Система оперує усіма прийнятими системами сигналізації та побудована у відповідності із загальноприйнятими міжнародними стандартами.

До системи можуть бути підключені наступні зовнішні інтерфейси:

- дво-, три або чотирипровідні абонентські лінії;
- мережа ISDN з базовим доступом 144 кбіт/с (2B+D);
- мережа ISDN з базовим доступом 2 Мбіт/с (30B+D);
- стандартний ІКМ – тракт (2 Мбіт / сек, 32 канали);
- аналогова або цифрова лінія даних 64 кбіт / сек;
- цифрова лінія 64 кбіт / с або аналогова лінія зі швидкістю більше 19200біт/сек.

До основних послуг аналогових абонентів відносяться: автоматична побудова; переадресація виклику при відсутності викликаємого абонента;

ідентифікація зловмисних викликів (постійно або за бажанням); індикація очікуваного виклику; конференцзв'язок; скорочений набір номера; заборона вихідного зв'язку (постійно або за бажанням), автодозвін при зайнятій лінії, можливість надання пріоритету та інші.

Цифрові абоненти можуть використовувати всі доступні аналоговому абоненту можливості плюс наступні: телесервіс (комутація ліній 64 кбіт/с; факсиміле 64 Кбіт/с; буквенно-мозаїчний відеотекст); додаткові функції (одно- і чотиризначна під адреса; загальна вартість виклику; тимчасова передача терміналу; ідентифікація викликаючого абонента; можливість викликів по маршрутам та інші).

Система ALCATEL-1000E – 10 може бути представлена в чотирьох варіантах:

- 1) Компактна (С) конфігурація. Продуктивність приблизно дорівнює 18 000 спроб викликів за секунду у годину найбільшого навантаження (ГНН).
- 2) Мала (Р) конфігурація. Продуктивність - 130 000 викликів.
- 3) Середня (М) конфігурація. Продуктивність - 360 000 викликів.
- 4) Велика (G) конфігурація. Продуктивність - 800 000 викликів.

Продуктивність будь-якої комутаційної системи в великій мірі залежить від умов її роботи. Максимальна продуктивність ALCATEL-1000E – 1000000 викликів.

Комутаційна спроможність головної комутаційної матриці до 2048 ІКМ-трактів, що дозволяє обробляти трафік до 25000 Ерл, підключити до 200000 абонентів або до 60 000 з'єднувальних ліній;

Крім того, система має складний регулюючий механізм, котрий дозволяє уникнути перевантаження системи. Дія цього механізму, встановленого на кожному рівні системи, заснована на підрахунку прийнятих і опрацьованих викликів, а також на спостереженні за завантаженістю процесора (ступінь завантаження, довжина черги).

5.2. Функціональна схема проєктуючої АТСЕ

Система ALCATEL-1000E – 10 складається з трьох незалежних функціональних блоків :

1) підсистеми абонентського доступу, яка забезпечує підключення аналогових і цифрових абонентських ліній;

2) підсистеми комутації і управління, яка виконує обробку і комутацію викликів;

3) підсистеми супроводження і технічного обслуговування, якій належать всі функції адміністрування мережі.

Кожен функціональний блок має своє програмне забезпечення, яке відповідає його функціям.

Підсистеми комутації, управління, супроводження і технічного обслуговування ALCATEL-1000E – 10 утворюють серцевину комутаційної системи, яка називається ОСВ 283. Вона об'єднує головну управляючу станцію SMC, комутаційну матрицю MCX, комунікаційний мультиплекс, додаткове (периферійне) обладнання та блоки сигналізації.

Основними компонентами системи Alcatel-1000E – 10 є:

1. Комутатор ОСВ283 - системний пристрій комутації і управління. У його функції входить: виконання основних функцій управління, комутація (головна комутаційна матриця), синхронізація, забезпечення доступу до ІКМ-трактів, управління різноманітними блоками системи (частотними приймачами і тональними генераторами), управління конфігурацією, опрацювання викликів.

2. Підсистема абонентського доступу для підключення аналогових і цифрових абонентських ліній, яка складається з:

-цифрових блоків абонентського доступу (CSN), що забезпечують підключення абонентських та з'єднувальних ліній до ОСВ 283 через мережу сигналізації №7. CSN має значні власні можливості в обробці навантаження і

може встановлювати з'єднання місцевих абонентів між собою у випадку порушення зв'язку з ОСВ283.

-виносних цифрових концентраторів CN (CNE), які під'єднані до CSN за допомогою цифрових з'єднувальних ліній і служать для підключення абонентів у периферійних регіонах.

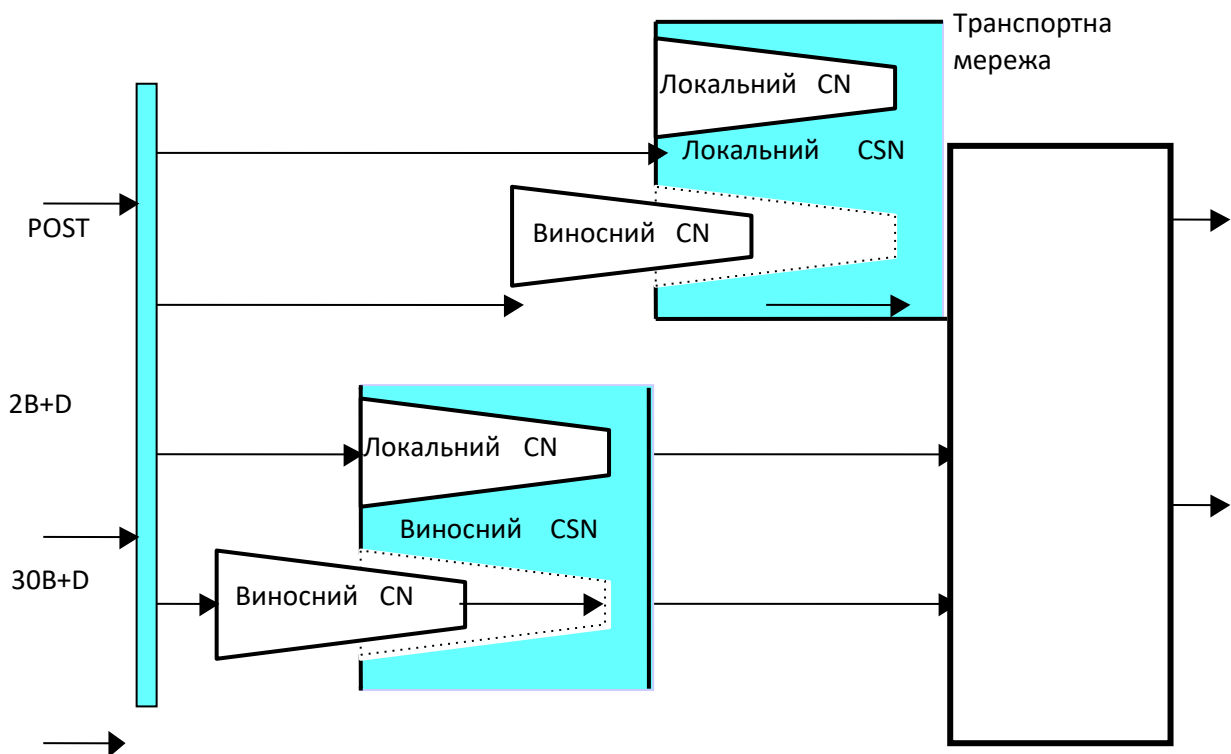


Рисунок 5.2 - Підключення абонентів до станції

Підсистема абонентського доступу CSN

Підсистема абонентського доступу CSN Alcatel-1000E – 10 децентралізовано з метою під'єднання груп віддалених абонентів, що дозволяє мінімізувати середню довжину абонентських ліній і оптимізувати використання ресурсів ліній передачі та технічного обслуговування локальних мереж.

Основою підсистеми абонентського доступу є цифровий блок абонентського доступу CSN.

CSN був спроектований, виходячи із задач підвищення ефективності абонентської мережі, забезпечення поступового переходу до ISDN, а також підвищення пропускної спроможності для задоволення потреб, котрі пов'язані із надзвичайно швидким розвитком послуг.

Цей блок з'єднаний із підсистемою комутації та керування (OCB 283) АТС Alcatel-1000E – 10 стандартними ІКМ - трактами відповідно до рекомендацій МСЕ.

CSN має такі характеристики:

- повністю цифрове обладнання із аналогово – цифровим перетворювачем у кожній лінії для дискретизації сигналів аналогової лінії; багатобічність: підтримується будь - яке з'єднання аналогових та цифрових ISDN - ліній, а кожне таке з'єднання може бути легко змінене шляхом заміни або додавання плат абонентських комплектів;

- децентралізація: CSN може бути змонтований локально або на відстані без яких - небудь модифікацій (він може включати місцеві (CNL) або винесені (CNE) цифрові концентратори);

- автономне функціонування у випадку порушення зв'язку з OCB 283, а це припускає встановлення місцевих викликів незалежно від підсистеми комутації та управління OCB 283;

- дистанційне завантаження програмних засобів аж до рівня плат абонентських комплектів.

Для організації усіх зв'язків між CSN та OCB 283, а також між CSN та виносними цифровими концентраторами використовуються стандартні ІКМ - тракти. Місцеві та виносні CSN взаємодіють із OCB 283 з використанням системи сигналізації № 7 МСЕ.

CSN має ємність 5120 аналогових ліній або 2560 цифрових ліній. Ці абонентські лінії розділяють між собою трафік, котрий утворюється 16 ІКМ - трактами. Кожний місцевий або винесений CSN може обслуговувати до 20 віддалених пунктів.

Цифровий блок абонентського доступу CSN складається із двох частин: цифрового блоку управління UCN та цифрових концентраторів CN. Блок UCN може бути як локальним, так і віддаленим відносно комутатора ОСВ 283. Цифрові концентратори, відносно UCN, також можуть бути локальними CNL і віддаленими CNE.

Цифровий блок управління UCN представляє собою інтерфейс між концентраторами та комутатором ОСВ 283 і включає:

1) два блоки управління та комутації UCX, котрі працюють у режимі “активний/резервний”. Активний здійснює управління усім трафіком, а у випадку його відмови ці функції приймає на себе резервний UCX.

2) блок додаткового обладнання GTA, котрий виконує додаткові функції для UCX.

До UCN можуть підключатися концентратори наступних типів: CNLM – локальний цифровий концентратор для цифрових та аналогових абонентів; CNEM – віддалений цифровий концентратор для цифрових та аналогових абонентів.

В зв’язку з тим, що віддалені цифрові концентратори CNE підключаються до UCX за допомогою ІКМ - трактів, між ними встановлюється інтерфейс ICNE, функції якого заключається у синхронізації трактів ІКМ та в перетворенні їх у внутрішні матричні лінії LR до UCN.

Блок UCX складається з 2 частин: комутаційної матриці RCX та блоку управління UC. Таким чином, CSN має два рівні концентрації: перший - у концентраторах CN, другий - у комутаційній матриці RCX

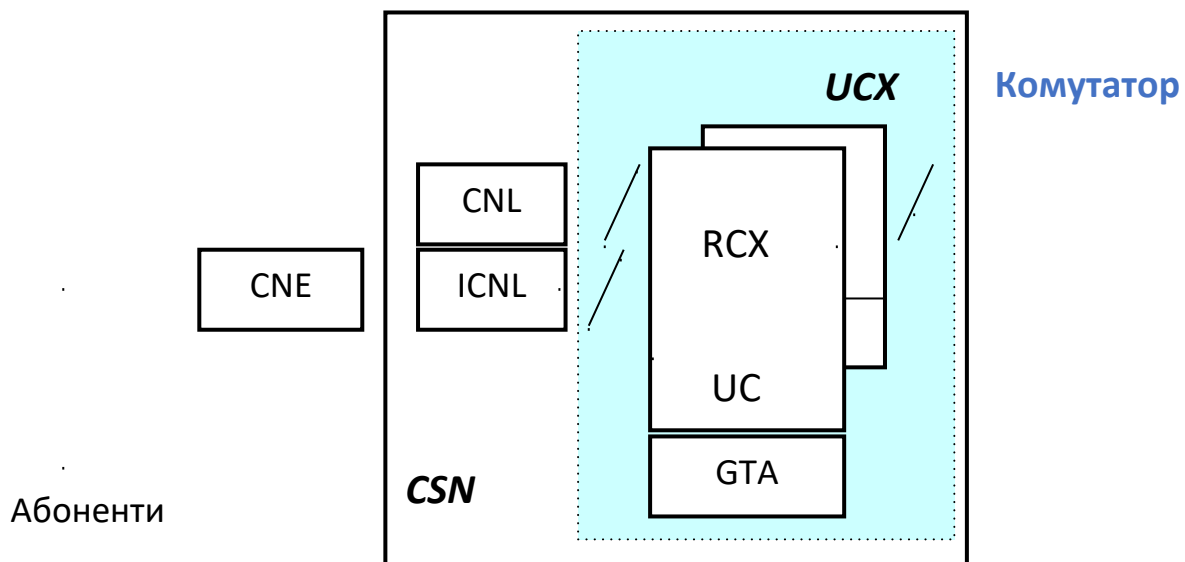


Рисунок 5.3 - Функціональна структура блоку CSN

Для прямого підключення локального CSN до головної комутаційної матриці (MCX) ОСВ 283 використовується від 2 до 16 ліній LR. Перші дві лінії (LR0+ +LR1) передають сигналізацію по 16 каналу сигналізації (TS16). TS0 не може бути використаний для передачі мовних сигналів, тоді як TS16 використовується і для даної функції.

Віддалений CSN підключається до головної комутаційної ОСВ 283 через мультипроцесорну станцію SMT. Для підключення використовується від 2 до 16 трактів ІКМ. При цьому:

- TS0 використовується для передачі слова синхронізації циклу;
- TS16 ІКМ – 0 та ІКМ - 1 – для передачі сигналів управління;
- Всі інші канали – для передачі мовних сигналів та даних.

-Для підключення локальних цифрових концентраторів CNL до матриці RCX використовується від 2 до 4 внутрішніх ліній LRI (див. рис. 5.4). Всі часові канали TS16 цих ліній використовуються для передачі сигналів HDLC (управління лініями даних високого рівня) між блоками концентратора та UCN.

Віддалені концентратори CNE підключаються до матриці RCX по такому шляху: CNE --- 1 - 4 тракти ІКМ ---- ICNE ---- 1 - 4 LRI.

В максимальному варіанті через 42 лінії LRI до RCX можна підключити 19 локальних або 20 віддалених концентраторів. У першому випадку 42 LRI розподіляються серед 19 CNL відповідно до навантаження. У другому - 20 CNE підключаються до 1 - 4 трактів ІКМ, котрі інтерфейс ICNE розподіляє між 42 внутрішніми трактами LRI.

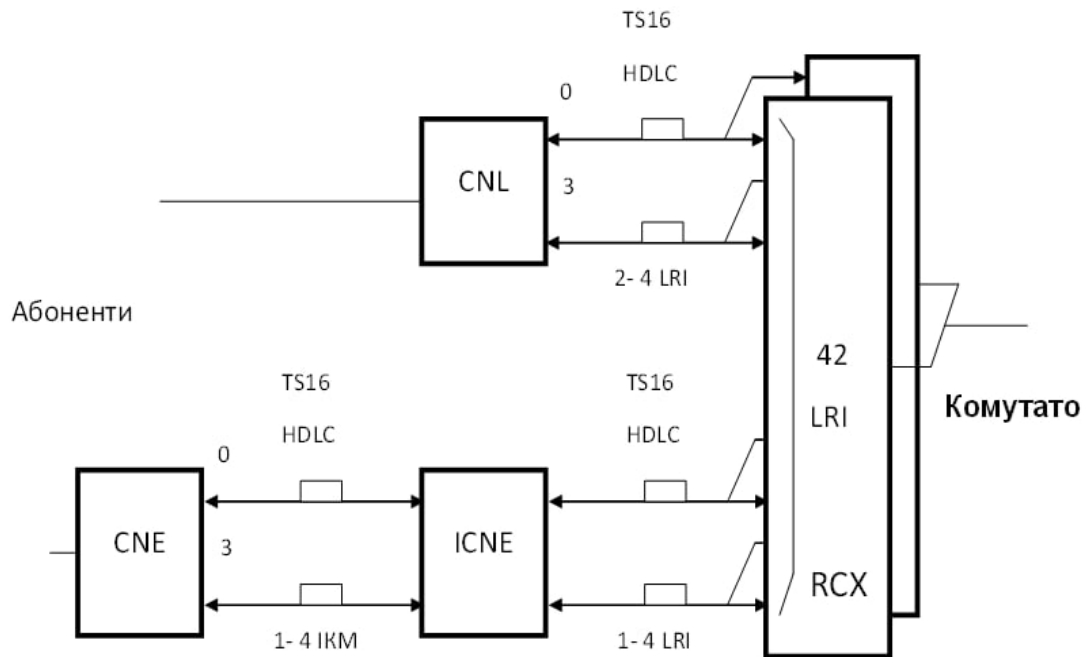


Рисунок 5.4 - Підключення CN до комутаційної матриці (RCX)

Кожен CSN може обслуговувати 460 Ерл. вихідного та вхідного трафіку та 16 ІКМ - трактів, котрі з'єднують його з ОСВ 283. Кількість ІКМ-трактів залежить від прогнозованого трафіку для ліній, котрі включені до даного CSN, а також від рівня обслуговування. Кожен цифровий концентратор може обслуговувати до 256 аналогових ліній та включає 16 плат абонентських комплектів, кожна з яких підключає 16 аналогових або 8 цифрових ліній з базовим (основним) доступом.

Блок керування УС. Для забезпечення надійності та з метою безпеки блок управління та комутації УСХ дубльовано і розділено на 2 частини: комутаційну матрицю і блок управління УС.

Комутаційна матриця RCX включає від 1 до 3 плат TRCX, які складаються із матриць 16х16. До кожної плати можна під'єднати 16 LRI.

Блок UC складається з наступних плат (рис. 5.5):маркер комутаційної мережі TMQR, процесора TPUCB, плати пам'яті TMUC2M, двох каплерів TCCS, які управляють сигналізацією СКС №7 та HDLC, плати вибору блоку управління TSUC. Всі перераховані блоки UC з'єднані за допомогою шини управління.

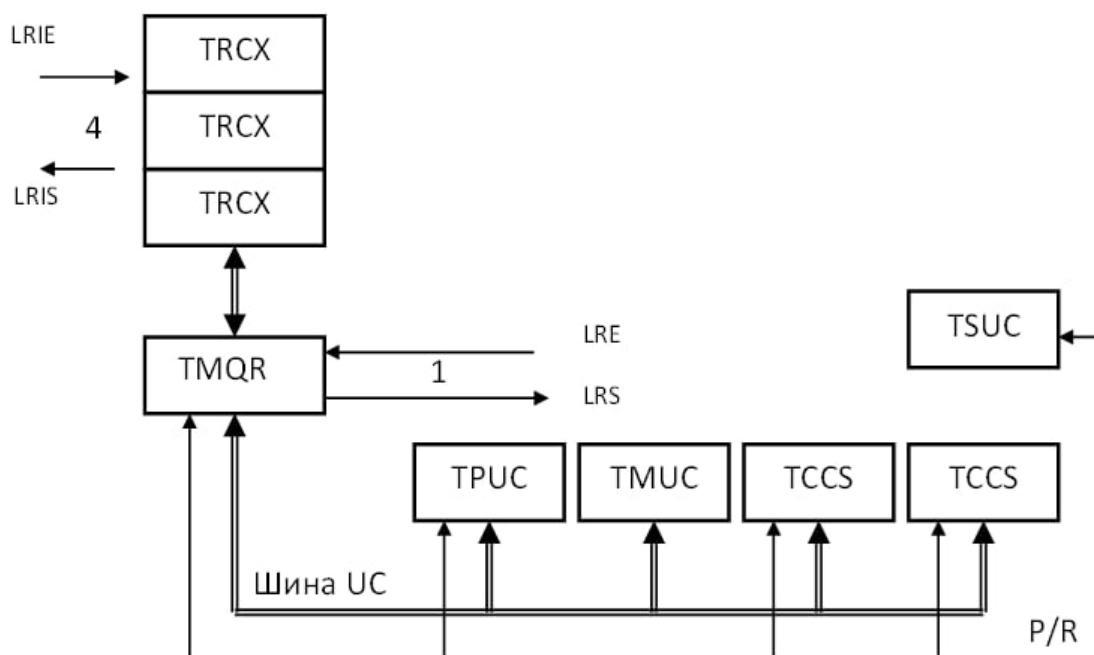


Рисунок 5.5 - Блок керування UC

(<https://studfile.net>)

Плата TMQR виконує функції маркера для плат TRCX і, одночасно, є інтерфейсом блоку управління UC.

Процесор (плата TPUCB) виконує і контролює функції комутації, обробки та технічного обслуговування CSN. Вона зв'язана з концентраторами та GTA через каплер TCCS для HDLC, а з MCX – через каплер TCCS для СКС№7.

Пам'ять блоку управління (плата TMUC2M) служить для обміну інформацією між різними блоками UCX, оскільки прямого доступу один до одного вони не мають.

Каплери TCCS призначені для обробки діалогу між концентраторами і UCX – з однієї сторони й між ОСВ 283 та UCX – з другої сторони.

Плата вибору блоку управління TSUC управляє режимом UCX “активний/резервний” за допомогою сигналу P/R. Якщо $P/R = 0$, то активним є UCX-0, якщо $P/R = 1$ - активний UCX-1.

Допоміжний пристрій обробки GTA. Крім UCX в блоці управління UCN розташовано також допоміжний пристрій обробки GTA, який призначений для обслуговування локальних викликів (в межах одного концентратора). До його складу входять: до 2 терміналів для забезпечення незалежної роботи CSND, 1 термінал для тестування аналогових абонентів, що включені в CSND, 1 термінал для захисту та відображення тривоги CSN, 2 інтерфейси для розподілу синхроімпульсів і внутрішніх ліній в касеті.

Інтерфейс ICNE виконує функції узгодження сигналів, що надходять від віддаленого CNE і передаються до RCX. Він може вміщувати не більше 42 плат TTRS та 2 плати TATI. Плати TTRS мають таку ж структуру що і в віддаленому концентраторі. До кожної плати під'єднана одна дубльована внутрішня лінія LRI (від комутаційних матриць RCX0 - RCX1). Плата TATI знаходиться на зворотній стороні касети ICNE і виконує функції підсилення вхідних синхросигналів та їх розподілу між блоками касети.

CSN представляє собою модульний блок, який призначений для підключення абонентських ліній до підсистеми комутації. Його реалізовано у наступних стативах (рис. 5.9):

- базовий статив, який включає концентратори CNL або CNE, інтерфейси UCN, IOC і ICNE, а також джерело електроживлення;

- статив розширення, в якому встановлюються концентратори CNL або CNE та обладнання електроживлення.

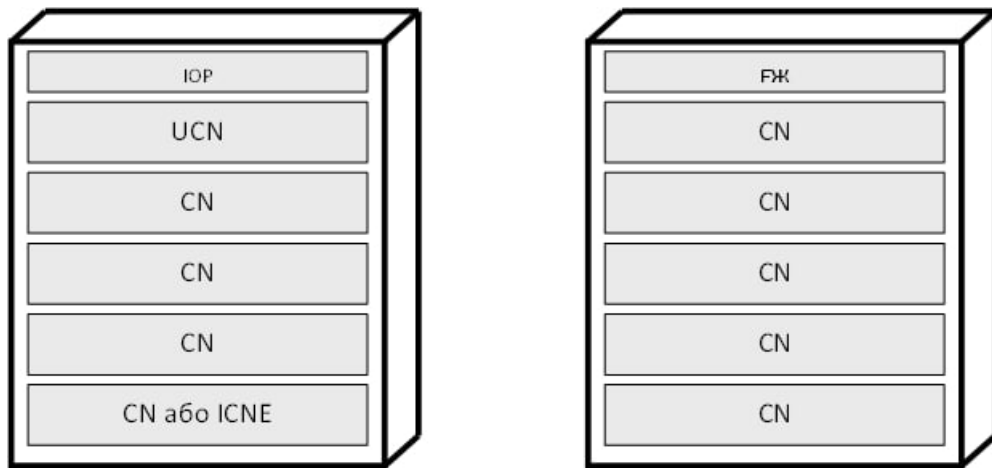


Рисунок 5.9 - Конфігурація стативів CSN

(<https://geti2p.net>)

У випадку, якщо всі абонентські лінії є місцевими, CSN включає :

-базовий статив, у якому встановлюються UCN та 4 місцевих цифрових концентратори;

-до трьох стативів розширення, кожний з яких включає п'ять місцевих цифрових концентраторів.

А у випадку, якщо під'єднані як місцеві, так і віддалені абонентські лінії, CSN включає: один базовий статив з касетами UCN, ICNE та трьома касетами CN, і до трьох стативів розширення по 5 касет CN у кожному.

Виносні CN можуть бути організовані у виді незалежних груп зі своїм власним джерелом живлення, кросом і т.д. Як правило, вони встановлюються в закритих приміщеннях в невеликих контейнерах. У такому випадку конфігурація CSN має вигляд, представлений на рис. 5.10.

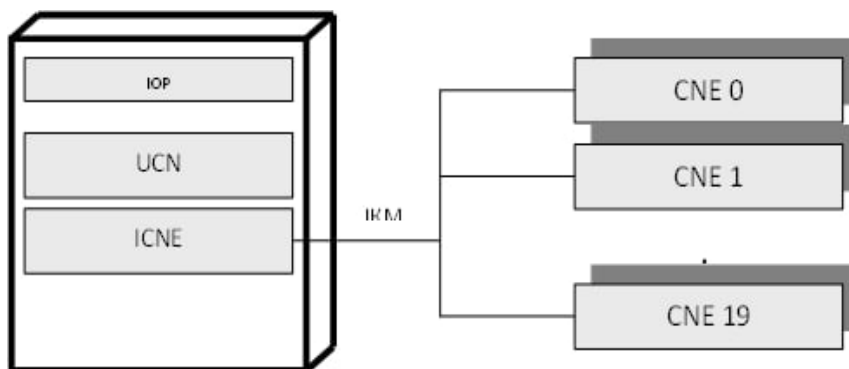


Рисунок 5.10 - Виносний CSN

(<https://geti2p.net>)

5.3 Підсистема комутації та керування ОСВ - 283

Основою цифрової комутаційної системи Alcatel 1000 E10 є комутатор ОСВ 283, який включає дві незалежні підсистеми: підсистему комутації і управління й підсистему супроводження та технічного обслуговування.

Архітектура підсистеми комутації та управління ОСВ283 базується на розподілених функціях управління, які реалізуються мультипроцесорними станціями SM і контролюються станцією технічного обслуговування.

До складу ОСВ 283 входять: головна мікропроцесорна (МП) станція управління SMC, управляюча МП-станція додаткового обладнання SMA, МП-станція підключення ІКМ-трактів SMT, управляюча МП-станція комутаційної матриці SMX, МП-станція синхронізації та бази часу STS та МП-станція технічного обслуговування SMM. Взаємодія МП-станцій між собою здійснюється через комунікаційний мультиплекс, який включає головну шину станційного доступу MAS, та міжстанційну шину MIS.

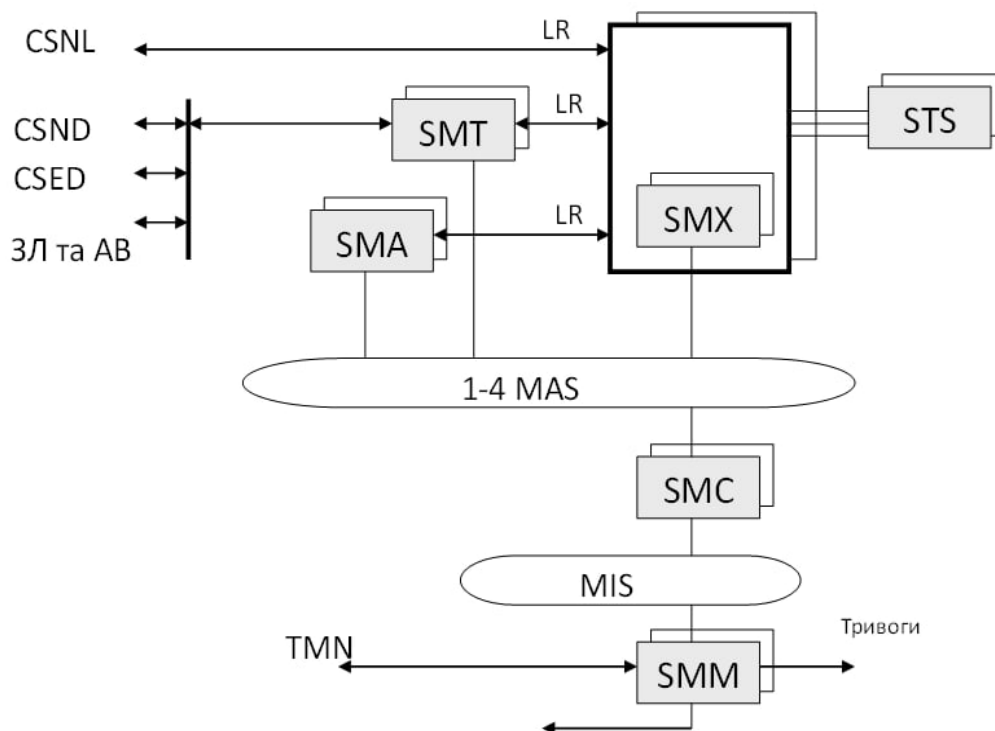


Рисунок 5.11 - Архітектура апаратного забезпечення ОСВ283

(<https://studfile.ne>)

За кожною МП-станцією, у відповідності з функціональною схемою, закріплені визначені функції, які виконуються логічними машинами ML.

В ОСВ 283 використовуються наступні типи ML:

- головна комутаційна матриця MCX з контролером COM;
- контролер ІКМ-трактів URM;
- база часу BT;
- менеджер додаткового обладнання ETA;
- оброблювач системи сигналізації №7 PUPE;
- оброблювача викликів MR;
- менеджера баз даних абонентів TR;
- таксувальника та вимірювача трафіка TX;
- контролера комутаційної матриці GX;
- маркера-розподільювача повідомлень MQ;
- логічної машини техобслуговування та експлуатації OM.

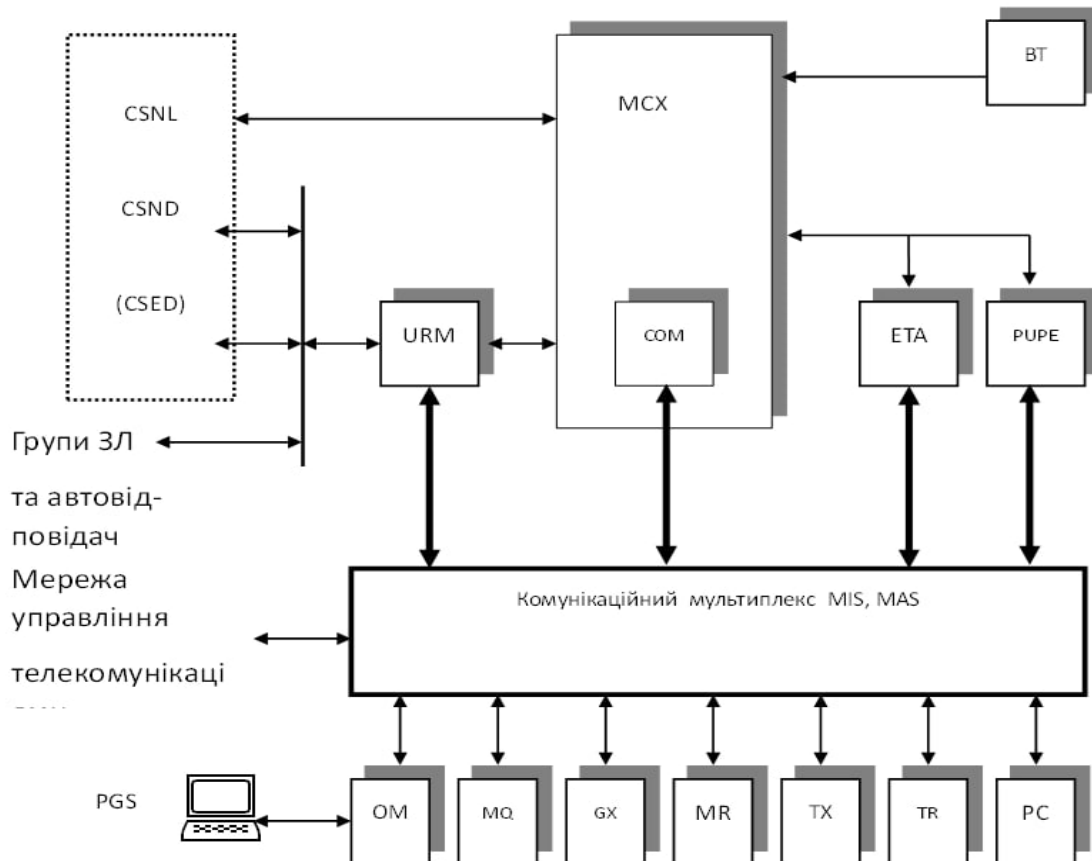


Рисунок 5.12 - Типи ML

Головна мультипроцесорна станція управління комутатора ОСВ 283 представляє собою мікропроцесор Alcatel 8300, який використовується у всіх конфігураціях цифрової системи, включаючи інтелектуальні мережі та мережі мобільного радіозв'язку. Кожна станція SMC виконує функції управління системою і реалізується програмним модулем або логічною машиною.

Основними функціональними блоками SMC є:

-оброблювач викликів MR - відповідає за встановлення з'єднання в системі, обробляє виклики та приймає необхідні рішення після аналізу інформації менеджером TR, відповідає за тестування та нагляд за абонентськими та з'єднувальними лініями;

-менеджер баз даних абонентів TR - виконує функції управління базами даних абонентів, аналізує інформацію про виклики, стан абонентських та з'єднувальних ліній, передає інформацію про це в MR;

-таксувальник та вимірювач трафіка TX - виконує функції по нарахуванню плати за телефон (лінію);

-контролер комутаційної матриці GX - відповідає за встановлення та захист з'єднань між абонентами, виконує моніторинг внутрішніх ліній центральної комутаційної системи;

-маркер-розподільувач повідомлень MQ – відповідає за розподіл та форматування визначених внутрішніх повідомлень та передачу їх між комутаційними мультиплексами;

-контролер системи сигналізації № 7 PC - виконує функцію управління мережею сигналізації та захист оброблювача PUPE.

Обмін повідомленнями між станцією SMC та іншими МП - станціями системи здійснюється через наступні мультиплекси: MIS - обмін з іншими SMC та SMM; MAS – обмін зі станціями SMA, SMT, SMX, які підключені до цих MAS; MAL – передає тривоги по живленню від SMC до SMM.

Головна керуюча мультипроцесорна станція SMC.

Кожна мультипроцесорна станція SMC організована на основі стандартизованої мультиплексорної станційної шини BSM (рис. 1.13), до якої підключені процесори, пам'ять, каплери (драйвери ліній) тощо.

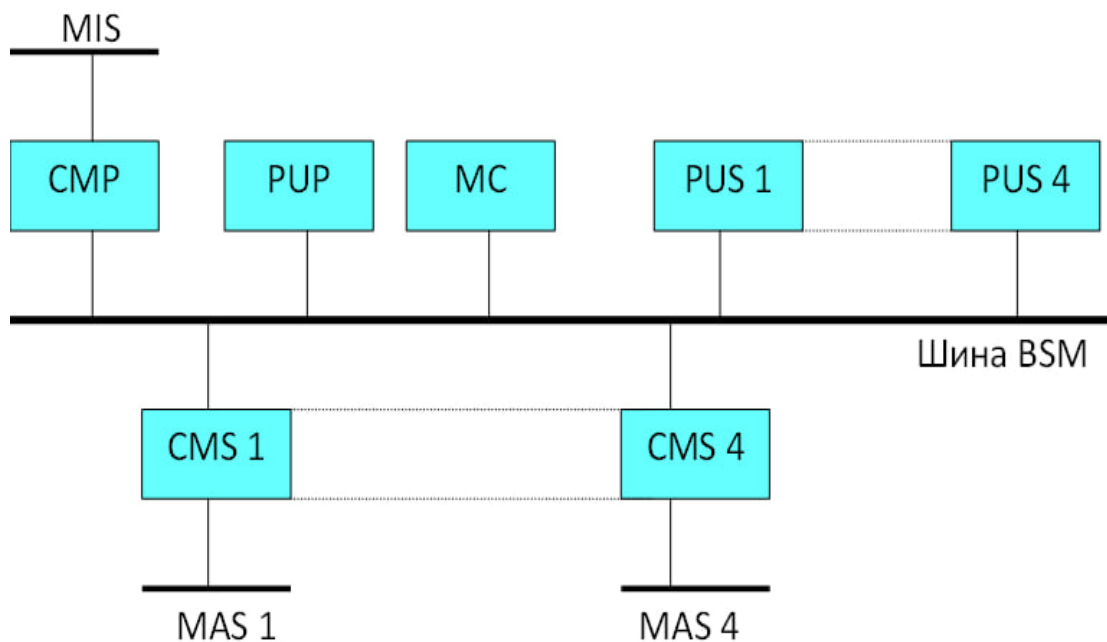


Рисунок 5.13 - Головна керуюча мультиплексорна станція SMC

(<https://www.opennet.ua>)

До складу однієї SMC можуть входити: один головний процесор PUP; до 4 допоміжних процесорів PUS; загальна пам'ять MC; головний мультиплексний каплер CMP; до 4 допоміжних мультиплексних каплерів CMS.

Ядром системи є шина BSM та головний процесор PUP з пам'яттю.

Мультиплексорна станційна шина BSM має розрядність 16 біт і може підключати до 32 плат з'єднувальних ліній. Головний та допоміжні процесори включають власну пам'ять, локальну шину та логічні машини в залежності від функцій. Каплери SMC призначені для підключення станції до комутаційного мультиплексу (MAS, MIS) і можуть виконувати роль контролера.

Мультипроцесорна станція допоміжного обладнання SMA. Управляюча станція допоміжного обладнання SMA виконує функції управління тональними елементами обладнання та обробляє протоколи сигналізації ССІТТ №7. У відповідності з конфігурацією та оброблюваним трафіком одна і та ж SMA може підтримувати логічну машину менеджера допоміжного

обладнання ЕТА та логічну машину оброблювача сигналізації ССІТТ №7 РUРЕ.

Станція SMA підключається до комутаційної мережі через 8 матричних ліній та комунікаційного мультиплексу МАL для обміну з іншими станціями ОСВ 283.

Станція SMA включає допоміжне обладнання комутатора ОСВ 283: приймачі й генератори частот та тональних сигналів, ланцюги конференц зв'язку та управління часом, приймачі та передавачі сигналізації ССІТТ № 7.

В загальному вигляді станція SMA також організована на основі 32-бітної стандартизованої шини BSM, до якої підключені: головний мультиплексний каплер СМР, головний РUР і допоміжний РUС процесори, загальну пам'ять МС, до 12 мультиплексних каплерів для обробки тональних викликів CTSV, мультипротокольної сигналізації CTSV та управління часом СLОСK HОUR.

Каплери CTSV виконують функції прийому частот, забезпечення конференц-зв'язку, генерації тональних сигналів. Каплери CSMP обробляють протоколи ССІТ №7 та HDLC.

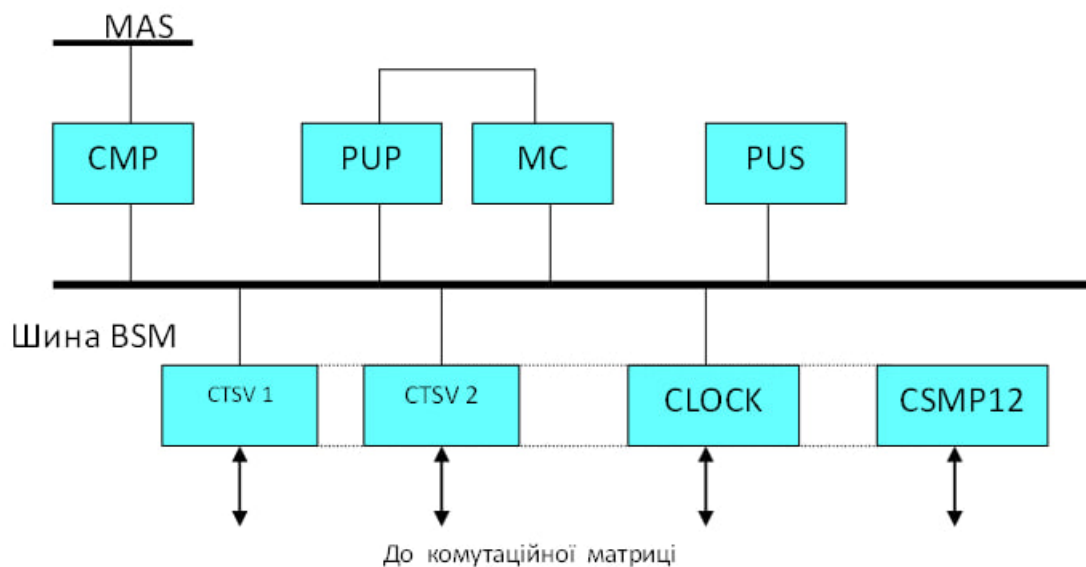


Рисунок 5.14 - Конфігурація SMA

Модулі станції ALCATEL 1000 E10 можна розподілити по групах:

-термінальні модулі, що мають прямий і непрямий інтерфейс з зовнішнім світом. Ця група включає модулі абонентських і з'єднувальних ліній, а також службові комплекти;

-системні модулі. Це модуль периферії та завантаження і модуль тактів і тонів.

Модуль аналогових абонентів (ASM).

Модуль ASM призначений для підключення аналогових абонентських ліній. Максимальна кількість обслуговуваних ліній - 128. Цей модуль розроблено з урахуванням перехресного з'єднання (програмного та апаратного) з іншим аналогічним модулем. Це зроблено для підвищення надійності роботи станції. При відмові процесора одного з модулів ASM таке з'єднання дає можливість процесору парного модуля ASM обробляти не тільки свої 128 ліній, але і 128 ліній відмовившого модуля.

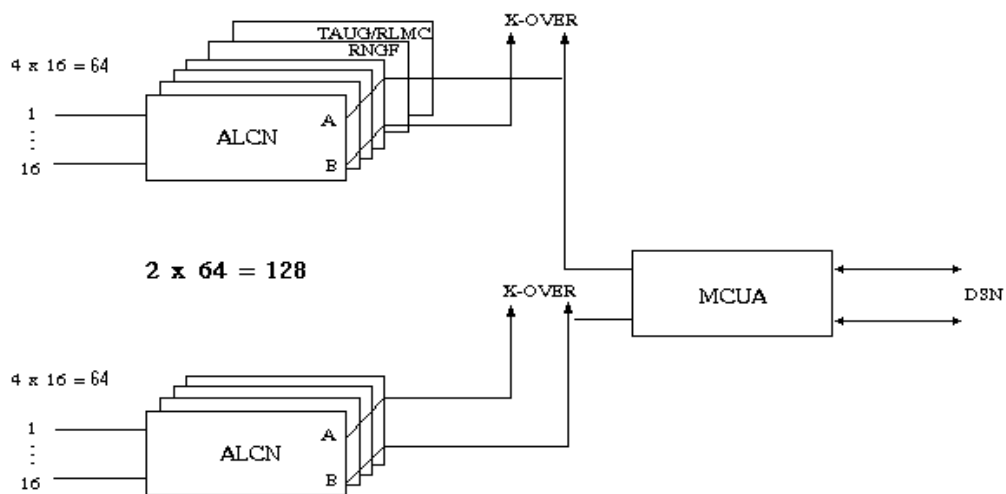


Рисунок 5.15. Модуль ASM

(<https://wikipedia.org>)

Модуль абонента ЦМІО (ISM)

Модуль цифрових абонентів (ЦСІО) обслуговує базові доступи (ВА). Кожен ВА має два інформаційних каналу (каналу) по 64 кбіт/с, і один D-канал 16 кбіт/с для передачі даних і сигналізації. Один модуль ISM може обробляти до 64 ВА.

Модулі ISM працюють у перехресному режимі аналогічно модулів ASM.

Змішаний абонентський модуль (MSM)

Модуль MSM може обслуговувати комбінацію аналогових і цифрових ліній. Ці модулі використовуються для економії обладнання шляхом змішаного заповнення стативів аналоговими і цифровими платами і є хорошим перехідним варіантом при впровадженні послуг ЦМІО на мережі. Ці модулі так само працюють у перехресному режимі.

Модуль цифрових магістралей (DTM)

В даний час на мережі використовуються цифрові тракти (з'єднувальні лінії) з різними видами сигналізації. Для взаємодії з цими трактами, а так само для зв'язку з RSU у станції є декілька магістральних модулів, які поділяються на дві основні групи:

- нижчі прикінцеві магістральні модулі. Вони містять 31 магістральний канал або 30 магістральних каналів з або без ТСК в 16-му каналі.

- вищі прикінцеві магістральні модулі. Їх називають модулями тракту з інтегральним пакетом (IPTM).

Модулі цифрових магістралей використовуються в станції без резервування, тому для підвищення надійності роботи з'єднувальних ліній одного напрямку їх необхідно розподіляти між кількома однотипними модулями.

Модуль загального каналу високої продуктивності (HCCM).

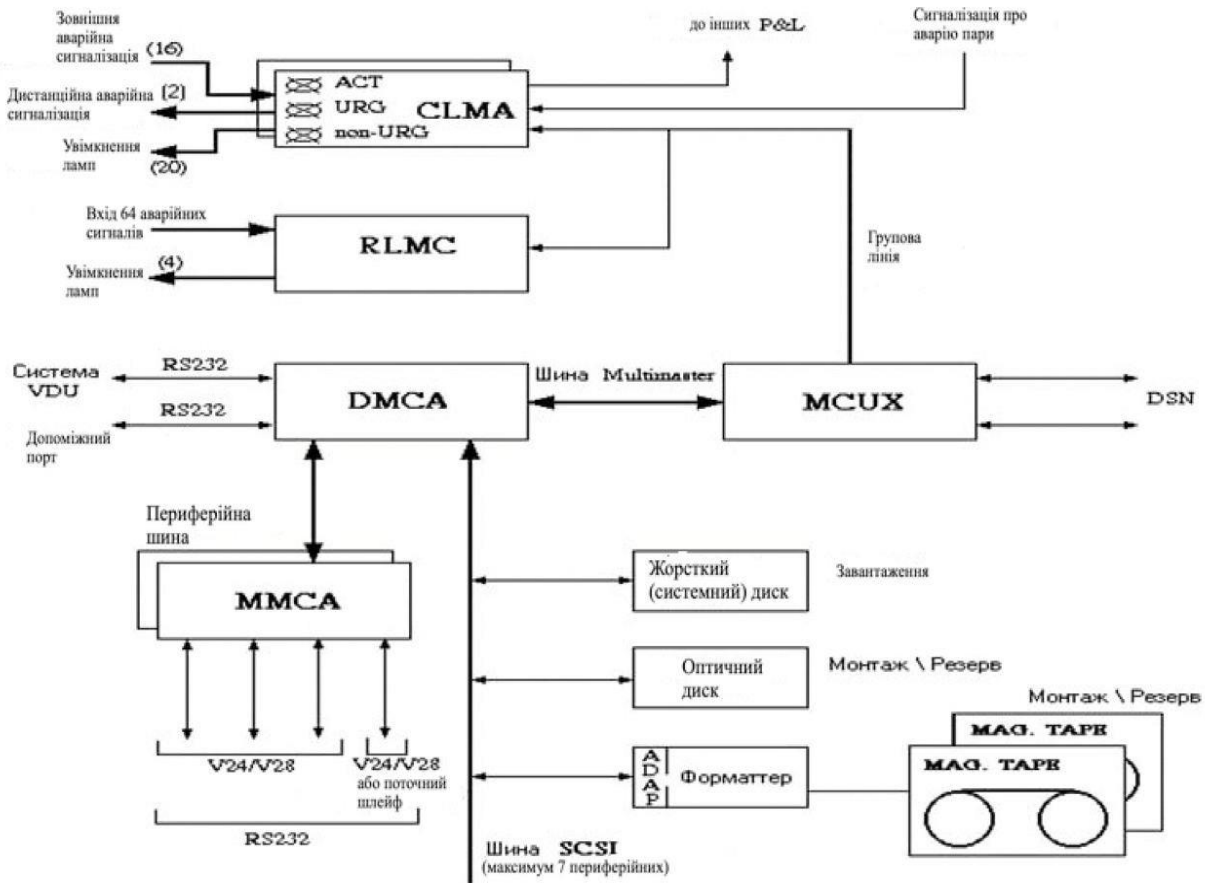
Модуль HCCM обробляє сигналізацію ОКС №7 МККТТ. Тракт СКС №7, підключений до DTM, постійно пов'язаний з модулем HCCM. Один HCCM може обслуговувати максимум вісім трактів сигналізації СКС №7. Модуль інтерфейсу винесеного абонентського блоку ISDN (IRIM). Модуль IRIM є одним з найвищих кінцевих магістральних модулів. Він підтримує до 2-х інтерфейсів 2 Мбіт/с потоків до одного виносному абонентського блоку ЦМІО (IRSU).

Модуль службових каналів (SCM).

Модуль SCM підтримує обробку реєстрової сигналізації. При цьому можлива організація як міжстанційного багаточастотного сигналізації, так і обробки багаточастотної тонального набору телефонного апарату. Крім того, цей модуль служить для організації конференц - зв'язку.

Модуль тестування з'єднувальних ліній (TTM).

Модуль TTM використовується для тестування сигналізації, комутації і якості передачі у вихідних напрямках.



Рисуснок 5.16 - Модуль TTM

Модуль периферійних пристроїв і завантаження (P&L)

Модуль P&L виконує наступні функції:

- підтримку інтерфейсів "людина-машина", тобто інтерфейсів і ПК операторів системи та принтерів;
- обробку вводу/виводу до 7-ми пристроїв пам'яті, таких як магнітний диск, оптичний диск;
- управління завантаженням ПО розподілені процесори станції;

-обробку аварійних сигналів

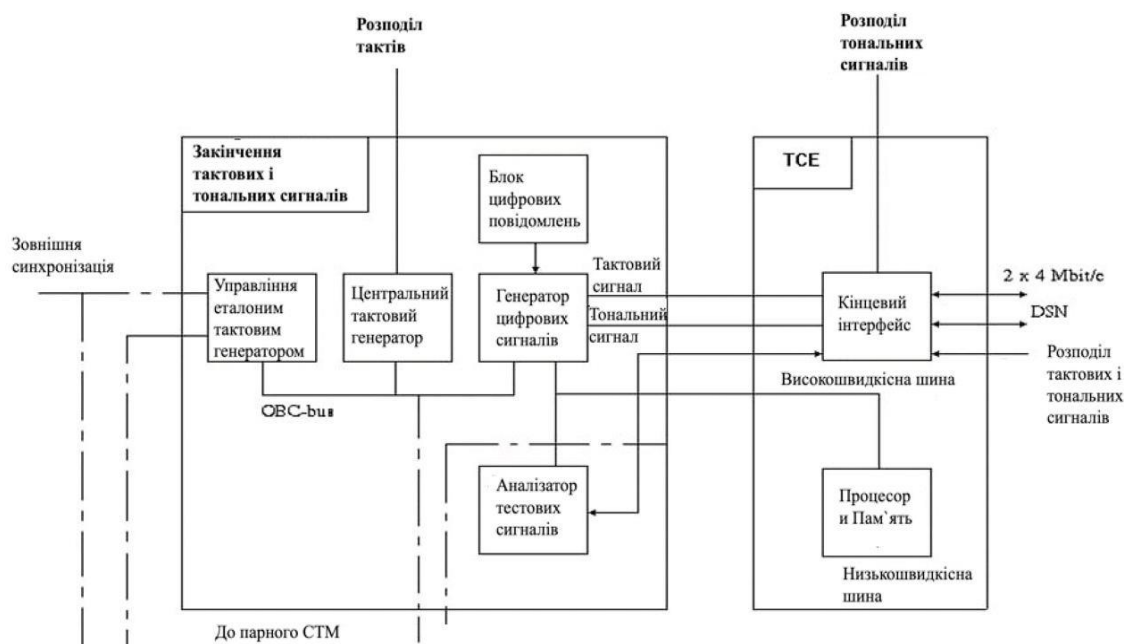


Рисунок 5.17 - Модуль Р&Л

Модуль тактових і тональних сигналів (С&Т).

Модуль С&Т здійснює синхронізацію станції сигналом основний тактової частоти 8192 МГц, а також генерує тональні сигнали і сигнали реального часу, які розподіляються по всім модулям і цифрового поля. У станції є два модуля С&Т, що виконують однакові функції і працюють в режимі гарячого резерву. Може здійснюватися також режим зовнішньої синхронізації, при якому на С&Т надходить еталонний синхросигнал або сигнал від “головної” станції.

Додатковий елемент керування (АСІ).

АСІ забезпечує додаткову обчислювальну потужність для виконання ряду функцій. Будь модуль має доступ до всього. У станції завжди є один або кілька резервних АСЕ, здатних взяти на себе функції несправного чи перевантаженого керуючого елемента.

Цифровий інтегральний модуль сповіщень (DIAM).

Модуль DIAM може надсилати абоненту записані в цифровому вигляді голосові повідомлення. Повідомлення надсилається за запитом в абонентську лінію або по з'єднувальним лініях в інші станції.

Модуль операторського інтерфейсу (OIM).

Один модуль OIM може об'єднувати цифрові робочі місця операторів (телефоністів). Завдання OIM - виконувати функції інтерфейсу між ALCATEL і групами робочих місць телефоністів. Для доступу до системи оператор використовує термінал на базі EOM.

Модуль ланки даних (DLM).

До одного модуля DLM підключаються два (V24) модему. До інших модулів станції підключати модеми не можна.

РОЗДІЛ 6 ОСНОВИ ТЕЛЕТРАФІКА

6.1 Поняття телетрафіку

Основними поняттями системи масового обслуговування (СМО) є заявки (вимоги) і сервери, звані також обслуговуючими приладами. Заявки утворюють вхідний потік на вході СМО і робота системи полягає в обслуговуванні цих заявок, витрачаючи на кожну деякий час. Якщо число серверів недостатньо для обслуговування всіх заявок, що надійшли, то виникає конфлікт, вирішення якого полягає в тому, що частина заявок відкидається або поміщається в чергу. Тому в зарубіжній літературі, зазвичай використовується термін *Queuing Theory* (теорія черг).

В телекомунікаційних системах заявка асоціюється, перш за все, зі спробою абонента отримати доступ до ресурсів системи для передачі або прийому повідомлень. Наприклад, знімаючи трубку телефонного апарату, абонент телефонної мережі породжує сигнал, який є заявкою на обслуговування його цією мережею. Якщо апарат включений через блокіратор, і який зняв трубку не почує нічого - то мережа відмовляє йому в обслуговуванні, заявка відкидається. Наявність гудка означає, що заявка прийнята і абонент отримує обслуговування. Абонент телефонної мережі породжує заявки та іншого типу - набір номера абонента, що викликається. Ця заявка також може бути задоволена, якщо ресурси мережі дозволять встановити сполучення між усіма телефонними станціями, які забезпечують передачу мовного сигналу від телефону викликає до телефону абонента, що викликається. Однак, це відбудеться не завжди. Заявка на встановлення з'єднання може бути не задоволена. Ймовірність такої події для абонентів телефонної мережі розглядається як характеристика якості обслуговування цієї мережі і розрахунок імовірності відмови в обслуговуванні є однією з найважливіших задач теорії телетрафіка. Розглянемо тепер користувачів інший, комп'ютерної мережі, наприклад Internet. Тут якість мережі асоціюється з іншого

характеристикою - часом доступу до того чи іншого ресурсу. Причиною уповільнення роботи є утворюються в маршрутизаторах черги, що складаються з пакетів, в які упакована вся передається по мережі інформація. У комп'ютерних мережах заявка на передачу інформації від одного вузла до іншого навіть в разі нестачі ресурсу, як правило, не відкидається, а поміщається в чергу на очікування звільнення необхідного ресурсу. Тому характеристикою якості обслуговування в цьому випадку вважають час знаходження заявки в черзі на обслуговування. Задача розрахунку часу очікування також вирішується в теорії телетрафіка.

Таким чином, вивчивши основні методи теорії телетрафіка, ви зможете розрахувати характеристики якості обслуговування в телекомунікаційних системах, управляти основними параметрами якості обслуговування реальних мереж і систем і вимірювати їх, а також запропонувати оптимальні з точки зору якості обслуговування технічні рішення при проектуванні нових мереж і систем. Питання побудови мереж з гарантованою якістю послуг є предметом уваги ITU-International Telecommunication Union (Міжнародного Союзу Електрозв'язку) особливо у зв'язку з розгортання робіт зі створення глобальних мереж третього і четвертого поколінь в третьому тисячолітті.

Інформаційні процеси і конфлікти обслуговування .

Основу всіх процесів в телекомунікаційних системах становить передача та обробка повідомлень, під якими ми розуміємо деякий одномірне уявлення інформації з виділеними початком і кінцем. Поява в системі кожного повідомлення будемо ототожнювати з вимогою (arrival) на його передачу або обробку. Обробка або передача кожного повідомлення займає деякий кінцевий час, зване в теорії телетрафіка час обслуговування (holding time). Частина системи, що бере участь у процесі передачі або обробки повідомлення так, що одночасно з ним ніяке інше повідомлення не може оброблятися цією частиною, назовемо сервером (server). Таким чином, якщо система містить рівно один сервер, то в кожен момент часу вона здатна обслуговувати не більше ніж одна вимога. Якщо на таку систему, зайняту обслуговуванням, протягом інтервалу

часу обслуговування надійде ще одна вимога, то воно не зможе бути обслуговано. Це найпростіший випадок ресурсного конфлікту - вимоги, що надходять один за одним, не можуть бути обслужені негайно при надходженні або як кажуть в реальному масштабі часу через те, що сервер не встигає обслужити вимоги за час між їх по-злочинами. Конфлікт не виникне, якщо система буде містити не один, а кілька серверів, включених так, щоб вступники вимоги розподілялися б для обслуговування на будь-який вільний з них в даний момент. Однак, очевидно, що якщо час обробки не безкінечна мало в порівнянні з інтервалом між надходженням вимог, то і в системі з декількома серверами може виникнути ресурсний конфлікт - надійшло вимога не зможе отримати негайного обслуговування, так як всі сервери опиняться зайнятими в даний момент. В цьому випадку система може просто проігнорувати надійшло вимога. Воно буде відкинуте, а система, як кажуть, буде вважатися заблокованою. Ймовірність такої події є важливою характеристикою системи. Її прийнято називати ймовірністю блокування (blocking probability). Щоб жодна вимога не було втрачено в результаті ресурсного конфлікту, в системі може бути передбачений спеціальний буфер пам'яті, в який будуть поміщатися вимоги, які не можуть бути обслужені негайно при надходженні через зайнятість усіх серверів. В цьому випадку говорять, що в системі організується черга (queue) вимог або що розглядається система з чергами (queuing system). У черзі може виявитися не одне, а кілька вимог, якщо число вступників вимог за деякий інтервал часу перевищить число звільнених за цей час серверів. Якщо черга не буде нескінченно наростати, всі вимоги рано чи пізно будуть обслужені, однак час їхнього перебування в черзі буде різним і може розглядатися як випадкова величина. Розподіл цієї випадкової величини також є найважливішою характеристикою системи обслуговування. Часто для оцінки якості використовується тільки її середнє значення - середній час очікування обслуговування (average waiting time). Таким чином, недостатність ресурсів у телекомунікаційній системі може приводити або до втрат вступників на обробку або передачу повідомлень, або до затримки їх обслуговування.

Як було показано вище, основними складовими частинами моделі телекомунікаційної системи з погляду теорії телетрафіка є: потік вимог на обслуговування, сервери, що здійснюють це обслуговування, і черга з вимог, що очікують обслуговування. Ця модель повністю відповідає більш широкій за своїм додаткам і глибоко математичність по підходу теорії систем масового обслуговування. Ця теорія розглядає процеси обслуговування не тільки стосуються передачі і обробці інформації, а будь-які завдання, які можуть бути зведені до наведеної вище моделі. Це може бути, наприклад, обслуговування клієнтів в перукарні. У ролі серверів тут виступають майстри-перукарі, клієнти можуть розглядатися як що надходять вимоги, а чергу вимог ототожнюється з клієнтами в залі очікування. Іншими завданнями теорії масового обслуговування є відома проблема обробки однотипних деталей групою верстатів або перевезення вантажів декількома транспортними засобами.

Основною кількісною характеристикою, що описує функціонування системи масового обслуговування, є виконана нею робота за деякий інтервал часу. Визначимо величину роботи U , виконаної системою масового обслуговування за інтервал часу T , як сумарний час, витрачений на обслуговування вимог у цій системі усіма вхідними в неї серверами протягом цього інтервалу. Позначимо виконання роботи як $U = U(t, t + T)$.

Для системи, що містить один сервер, максимальна робота, яка може бути виконана за годину T дорівнює $U_{\max} = T$. Якщо система містить n серверів, то цей час може бути виконана робота $U \leq U_{\max} = nT$.

У практичній телефонії роботу часто вимірюють величиною, званої часозаняттям, тобто вимірюють роботу СМО у годинах. Ми будемо користуватися також терміном секундзаняттям, щоб не плутати величину виконаної роботи і часу, за який ця робота була виконана.

Розглянемо, як може бути визначена робота, виконана системою, со-тримає, наприклад, три сервера, зайнятих обслуговуванням вступників вимог у відповідність з тимчасовою діаграмою, представленою на рис. 6.1.

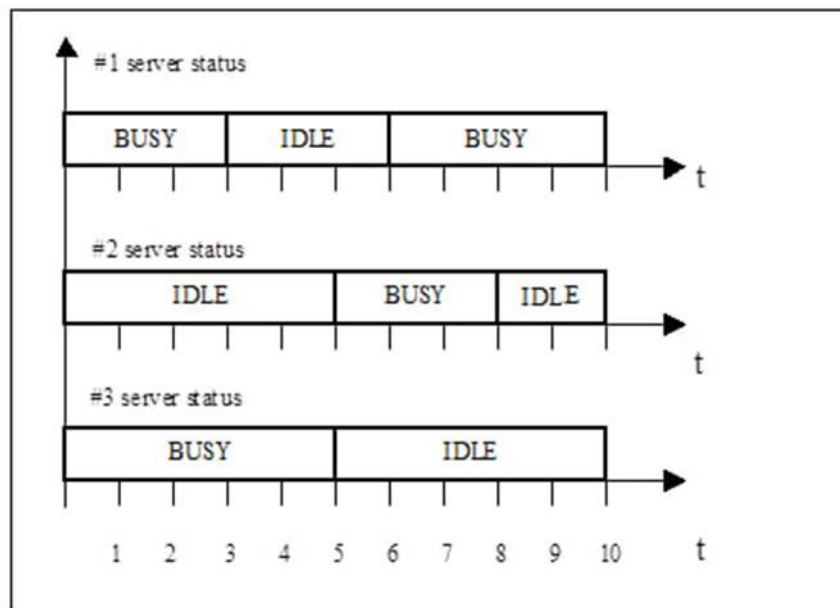


Рисунок 6.1 - Тимчасова діаграма СМО з 3 серверів.

(<https://gadgetshelp.com>)

Перші три інтервали часу (вважатимемо кожен з них для визначеності секундою), зайняті перший і третій сервер, наступні два інтервали - тільки третій, потім одну секунду працює тільки другий, потім, дві секунди другий і перший, і останні дві секунди працює тільки перший. Тому неважко записати

$$U(0,T) = 3*2 + 2*1 + 1*1 + 2*2 + 2*1 = 15[s]. \quad (6.2)$$

Значить в розглянутому випадку робота, виконана трьома серверами за 10 секунд дорівнює 15 секундозайняттям. Зауважте відразу, що максимальна робота, яка могла б бути виконана ними за цей час, дорівнює 30 секундозанятій.

Поняття роботи характеризує ступінь зайнятості (завантаження) серверів тільки спільно із зазначенням інтервалу часу, за який ця робота була виконана.

Для кожного сервера робота дорівнює нулю, якщо в інтервал сервер не зайнятий, і дорівнює, якщо сервер зайнятий, тому, що стоїть під знаком межі відношення дорівнює 0 або 1. Значить для системи з n серверів фізичний зміст миттєвої навантаження - це число серверів, зайнятих обслуговуванням в даний момент часу. Оскільки миттєва навантаження величина випадкова, то зазвичай використовується її математичне сподівання:

$$A(t) = M \left\langle \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{U(t, t + \Delta t)}{\Delta t} \right\rangle, \quad (6.3)$$

Зване інтенсивністю навантаження (traffic intensity), тобто середня кількість серверів, зайнятих на даний момент часу.

Символ « $M\langle \rangle$ » позначає тут і надалі математичне очікування випадкової величини.

На практиці інтенсивність навантаження оцінюється на кінцевому інтервалі. При цьому вважають:.

$$A \approx \frac{U(t_1, t_2)}{t_2 - t_1}$$

(6.4)

Одиницею виміру інтенсивності навантаження є один Ерланг (1 Ерл). З визначення інтенсивності навантаження ясно, що 1 Ерланг - це інтенсивність навантаження, яка вимагає повної зайнятості СМО з одним сервером або інтенсивність, при якій одним сервером виконується робота завбільшки в одне секундозаняття за час в 1 секунду. У практичній телефонії говорять про інтенсивність навантаження в 1 Ерланг як про інтенсивність, визначальною одне часозайняття на годину.

Зазвичай інтервал часу довжиною в годину, інтенсивність навантаження, протягом якого буває максимальною, повторюється кожні добу, наприклад з 11 до 12 годин. Такий інтервал прийнято називати годиною найбільшого навантаження (ГНН).

Рекомендація ITU E.500 визначає навантаження в фіксований ЧНН як середнє значення за 30 найбільш завантажених днів 12-місячного періоду (нормальна інтенсивність навантаження ГНН, або рівень А) і за 5 найбільш навантажених днів 30-денного періоду (підвищена інтенсивність або рівень В).

Усюди вище ми говорили про реально вимірної навантаженні, яка відповідає досконалої СМО роботі. Таке навантаження називається зазвичай обслугованим навантаженням. Якщо частина надійшли вимог не була обслугована

системою зважаючи перевантаження серверів, то можна ввести поняття потенційної навантаження і надходить навантаження. Потенційна навантаження - це гіпотетична обслугованих СМО навантаження в припущенні, що всі вимоги були обслужені. Надходить навантаження визначається як добуток середнього числа вступників вимог в одиницю часу на середній час одного обслуговування. Різниця між потенційною і обслугованих навантаженням називають втраченої, а різниця між надходить і обслугованих - надмірним навантаженням.

Нульове значення втраченої або надлишкового навантаження говорить про ненульовий ймовірності блокування або пропуску вимог або ненульовому значенні затримки вимог у вхідній черзі. Як було вже зазначено вище, значення ймовірності блокування або пропуску, а також параметри функції розподілу затримки, найчастіше середнє значення затримки, визначають так звані показники якості обслуговування (QoS-Quality of Service).

Важливими характеристиками системи масового обслуговування є її продуктивність і пропускна здатність.

Пропускна здатність системи - це інтенсивність обслугованих навантаження при заданій якості обслуговування.

Продуктивність системи - це граничне, статистично усереднене число обслуговувань в одиницю часу при заданій якості обслуговування.

Потік викликів (вимог, заявок, подій) - є послідовність викликів, що надходять через які-небудь інтервали або в будь-які моменти часу.

Потоки викликів бувають детерміновані та випадкові. Випадковий потік викликів відрізняється від детермінованого тим, що моменти надходження викликів і проміжки часу між викликами не є суворо фіксованими (як це має місце для детермінованого потоку), а випадковими величинами.

Детерміновані потоки є окремий випадок випадкових потоків і зустрічаються на практиці рідко. У теорії телетрафіка основну увагу приділяють розгляду випадкових потоків викликів.

Потік викликів може бути визначений трьома еквівалентними способами:

- 1.) Послідовністю викликають моментів $t_1, t_2, \dots, t_n$;
- 2.) Послідовність проміжків часу між що викликають моментами $z_1, z_2, \dots, z_n$;
- 3.) Послідовністю чисел $k_1, k_2, \dots, k_n$, що визначають кількість викликів, що надходять протягом заданого відрізка часу $[t_0, t_1), [t_0, t_2), \dots, [t_0, t_n)$.

Зухвальний момент - це момент одночасного надходження одного, двох і більше викликів.

Випадкові потоки викликів задаються імовірнісними характеристиками по-послідовності викликають моментів, або послідовності проміжків між викликами, або послідовності числа викликів, що надходять протягом відрізків часу $[t_0, t_1), [t_0, t_2), \dots, [t_0, t_n)$.

Потоки викликів класифікуються за такими властивостями:

-Стационарність - незалежність ймовірності характеристик від часу. Така ймовірність надходження певного числа подій за проміжок часу довжиною t для стаціонарного потоку не залежить від вибору початку його вимірювання, а залежить тільки ті довжини цього проміжку;

-Післядія - ймовірність надходження подій в інтервалі часу (t_1, t_2) залежить від подій, що відбулися до моменту t_1 ;

-Ординарність - ймовірність надходження двох і більше подій за нескінченно малий інтервал часу Δt , є величина нескінченно мала, більш високого порядку малості, ніж Δt .

Найважливішими чисельними параметрами випадкового потоку є інтенсивність потоку $\mu(t)$ і параметр потоку $\lambda(t)$.

Інтенсивністю потоку називають математичне сподівання кількості подій в одиницю часу в даний момент, тобто, це межа відносини середнього числа подій $(\bar{N})$ на інтервалі $(t, t + \Delta t)$ до довжини цього інтервалу, котрий прагне нулю.

Параметром потоку називається межа відносини ймовірності надходження хоча б однієї події на інтервалі $(t, t + \Delta t)$ до довжини цього інтервалу, котрий прагне нулю:

Для стаціонарного процесу інтенсивність і параметр потоку - величини постійні не залежать від часу, тобто $\lambda(t) = \lambda$ і $\mu(t) = \mu$. Для ординарних потоків величина параметра потоку та інтенсивності потоку збігаються, тобто $\lambda = \mu$.

Класифікацію потоків, представлену на рис.3, зручно здійснювати, беручи за основний ознака післядію потоку.

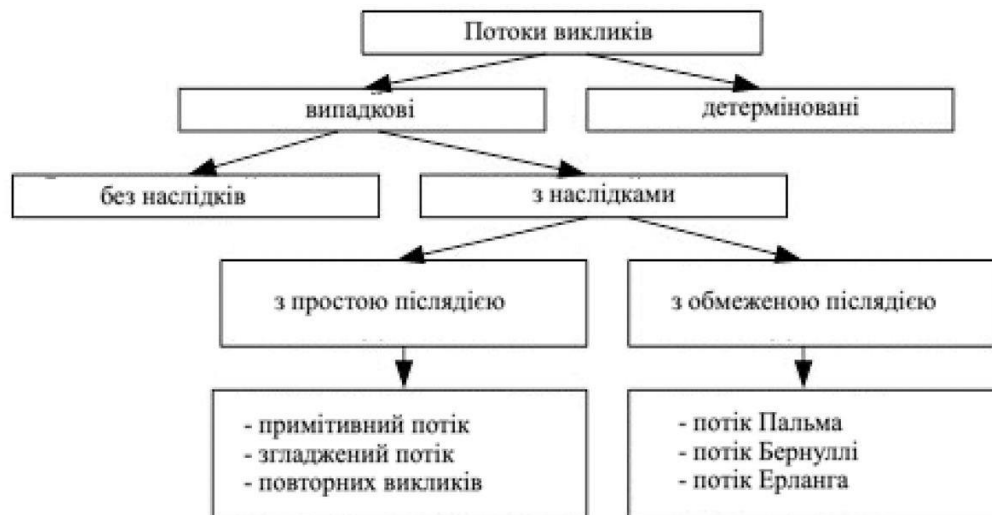


Рисунок 6.5-Класифікація потоків

Найпростіший потік викликів або потік Пуассона. Найпростішим потоком викликів називається стаціонарний ординарний потік без післядії.

Потік Пальма - це стаціонарний ординарний рекурентний потік з запізнюваннями або стаціонарний ординарний потік з обмеженим післядією.

Потік Ерланга утворюється в результаті просіювання вихідного найпростішого потоку викликів.

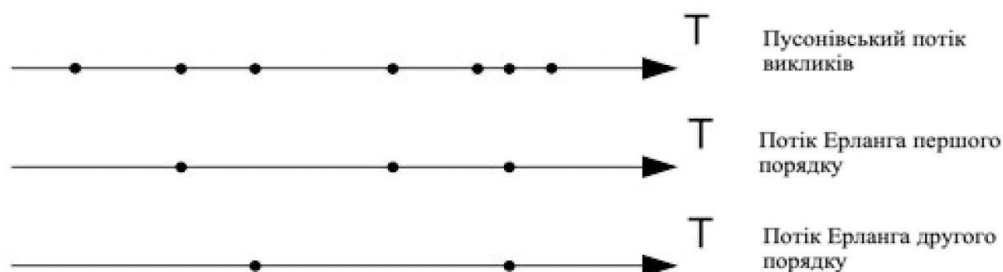


Рисунок 6.6 - Потік з повторними викликами

Найбільш реальний потік до систем телефонного зв'язку. Цей потік складається з потоку первинних викликів і потоку повторних спроб встановлення з'єднання.

Параметр потоку дорівнює сумі параметрів потоків первинних і повторних викликів:

де - число джерел, зайнятих обслуговуванням;

Число джерел, які повторюють виклику

Інтенсивність джерела повторює виклики;

N-загальне число джерел.

Обслуговування з явними втратами припускає, що повідомлення і відповідний йому виклик при отриманні відмови в негайному з'єднанні повністю губляться і на обслуговування більше не надходять.

Обслуговування з умовними втратами припускає, що більшість викликів отримує негайне обслуговування, а інші обслуговуються із затримкою понад допустимого терміну.

Обслуговування з умовними втратами може бути організовано за системою з очікуванням з'єднання і з повторними викликами.

На практиці доцільно використовувати обслуговування з втратами для систем з комутацією каналів (рис. 6.7).

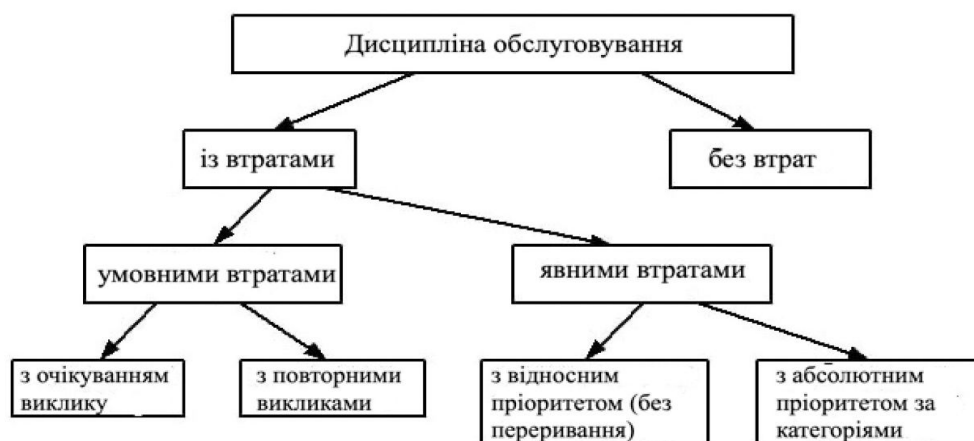


Рисунок 6.7- Дисципліни обслуговування

Модель з явними втратами

На вхід КС надходить вхідний потік викликів, до виходів підключеного пучка вихідних ліній ємністю, це означає, що одночасно система може обслужити лише вхідні дзвінки (рис. 5).



Рисунок 6.8 – Модель з явними втратами

Якщо позначити число викликів, що перебувають на обслуговуванні в момент, то дану дисципліну обслуговування з втратами можна описати так: потік викликів, що надходить у стані, отримує негайне обслуговування.

При виклику отримує відмову і більше на обслуговування не поступає. Виклик і пов'язане з ним інформаційне повідомлення губляться.

Характеристики якості обслуговування

Для систем з явними втратами якість обслуговування оцінюється за допомогою ймовірності втрат повідомлень. Розрізняють втрати за часом () і втрати за викликами ().

Імовірність втрат за викликами - це відношення математичного сподівання, втрачених викликів до математичного сподівання надійшли.

$$P_L(t_1, t_2) = \frac{C_{\Pi}(t_1, t_2)}{C(t_1, t_2)}$$

(6.9)

Пропускна здатність системи

Під пропускнуою здатністю комутаційної системи розуміється інтенсивністю обслугованих комутаційної системою навантаження при заданій якості обслуговування у розглянутий проміжок часу, тобто ймовірності втрат викликів в системі з явними втратами.

Пропускна здатність системи залежить від:

- 1) властивостей потоку викликів;
- 2) закону розподілу часу обслуговування;
- 3) структури, ємності комутаційної системи;
- 4) дисципліни обслуговування;
- 5) норми якості обслуговування.

Найпростіша модель обслуговування

Розглянемо модель обслуговування, показану на рис. 6.10

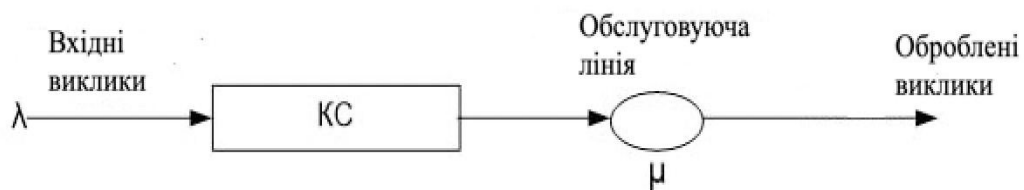


Рисунок 6.10 - Модель однолінійної системи обслуговування

Виклики надходять випадковим чином із середньою інтенсивністю і обслуговували з середньою швидкістю. Параметр називається середньою тривалістю заняття. Якщо інтенсивність надходження викликів наближається до швидкості обробки викликів, то і надходження подальших викликів буде заблоковано. Таким чином стабільність роботи системи забезпечується при $\rho < 1$. Введемо параметр - коефіцієнт використання каналу (лінії), який визначається як відношення навантаження системи до її пропускнуої здатності. Таким чином для існування рівноваги необхідно, щоб інтенсивність надходжень або навантаження системи повинна бути менше її інтенсивності обслуговування, тобто $\rho < 1$.

Якщо ця умова порушується, то система не буде працювати стабільно.

Моделі потоку вимог

Поступаючи на вхід системи масового обслуговування вимоги (заявки, запити) утворюють потік дискретних подій, повністю визначається безліччю моментів часу їх надходження. Для детермінованого потоку значення t_n задаються таблицею або формулою. На практиці цей потік випадковий і значення моментів надходження запитів є значення випадкової величини, що задається функціями розподілу ймовірності t_n або інтервалу між надходженнями Δt .

Залежно від виду функції розподілу ймовірності потоки вимог наділяють відповідними назвами. У загальному випадку випадкові потоки можна класифікувати за наявністю або відсутністю трьох основних властивостей: стаціонарності, післядії і ординарності.

Стаціонарність - незалежність імовірнісних характеристик від часу. Так ймовірність надходження певного числа вимог в інтервал часу довжиною t для стаціонарних потоків не залежить від вибору початку його вимірювання.

Післядія - ймовірність надходження вимог в інтервалі (t_1, t_2) за-висить від подій, які сталися до моменту t_1 .

Ординарність - ймовірність надходження двох і більше вимог за нескінченно малий інтервал часу Δt є величина нескінченно мала більш високого порядку, ніж Δt .

До основних характеристик випадкових потоків відносять провідну функцію, параметр потоку і інтенсивність потоку.

Провідною функцією потоку називають математичне сподівання кількості вимог у проміжку часу $(0, t)$.

Параметр потоку разом з інтенсивністю потоку є найважливішими характеристиками темпу надходження вимог.

Трирівнева модель мереж наступного покоління (NGN).

Мультисервісна мережа наступного покоління - те, чим зайняті в усьому світі думки фахівців в області телекомунікації. Звичайна телефонний зв'язок, стільниковий зв'язок, величезні ресурси мережі Інтернет, IP-телефонія, кабельне телебачення (домашнє відео за запитом) - все це має бути об'єднано в єдину архітектуру.

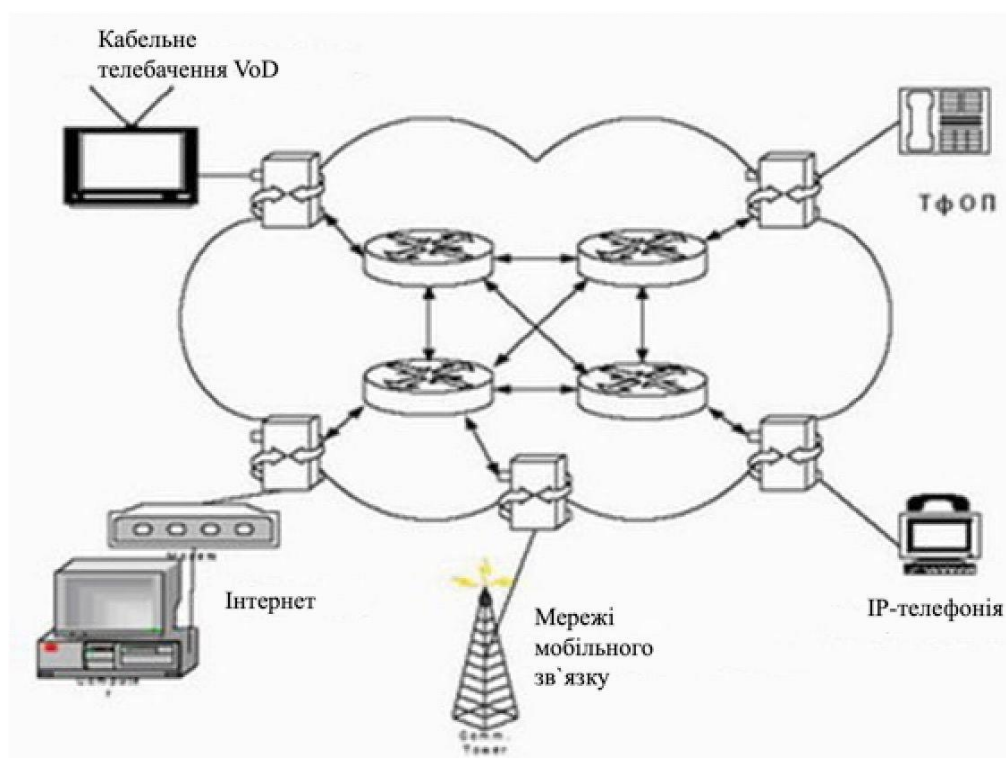


Рисунок 6.11 – Архітектура NGN

Таким чином, мережа NGN повинна забезпечувати необмежений набір послуг, надавати гнучкі можливості щодо їх управління, персоналізації та створенню нових видів сервісу за рахунок уніфікації мережевих рішень. Останнє передбачає реалізацію універсальної транспортної мережі з розподіленою комутацією, винесення функцій надання послуг в кінцеві мережеві вузли і інтеграцію з традиційними мережами зв'язку.

В основі NGN лежить пакетна мережа передачі даних. Інноваційна сутність технології NGN полягає навіть не в тому, що вона забезпечує більш

гнучку, швидкісну і ефективне середовище передачі, а в тому, що вона не прив'язана до концепції каналу та забезпечує повно-мережі або VPN (віртуальної приватної мережі) клієнта. Дані будь-якого типу (голос, відео, інформація системи охоронно-пожежної сигналізації тощо. П.) Доставляються туди, куди потрібно, і тоді, коли потрібно. Це досягається за рахунок фізичного та логічного відділення передачі та маршрутизації пакетів, а також обладнання передачі (каналів, маршрутизаторів, комутаторів, шлюзів) від пристроїв і логіки управління викликами і послугами.

Використовувана в мережі логіка підтримує всі типи послуг в мережі з комутацією пакетів, починаючи від базової телефонного зв'язку і закінчуючи передачею даних, зображень, мультимедійної інформації, широкосмуговими додатками і додатками управління. Усі інформаційні ресурси стають загальнодоступними по будь-якому середовищі, за якою ці ресурси можуть бути доставлені, незалежно від того, де знаходиться людина.

Зазначені особливості відрізняють мережі NGN від звичайних телефонних та IP-мереж, найбільш широко поширених в світі телекомунікацій. Мережі NGN, будучи результатом злиття звичайних телефонних мереж та мережі Інтернет, об'єднують в собі їхні кращі риси:

- Адаптованість для передачі трафіку будь-якого виду, що можна порівняти з адаптованістю мережі Інтернет в протилежність відсутності гнучкості передачі даних в ТМЗК;

- Гарантована якість голосового зв'язку і критично важливих додатків передачі даних, що відповідає надійності ТМЗК в протилежність негарантованої якості зв'язку в мережі Інтернет;

- Низька вартість передачі в розрахунку на одиницю об'єму інформації наближається до вартості передачі даних в мережі Інтернет, а не ТМЗК

Трирівнева модель NGN

За своєю архітектурою мережу NGN є три рівнева і складається з наступних рівнів:

- 1) транспортного рівня;

2) рівня управління комутацією і передачею інформації;

3) рівня послуг та управління послугами.

Завданням транспортного рівня є комутація і «прозора» передача інформації користувача.

Завданням рівня управління комутацією і передачею є обробку інформації сигналізації, маршрутизація викликів і керування потоками.

Рівень управління послугами містить функції управління логікою послуг і додатків і являє собою розподілене середовище, яке забезпечує:

- 1) надання інфокомунікаційних послуг;
- 2) управління послугами;
- 3) створення та впровадження нових послуг;
- 4) взаємодія різних послуг.

Особливістю технології NGN є відкриті інтерфейси між транспортним рівнем і рівнем управління комутацією.

Трирівнева модель мережі NGN представлена на рисунку 6.12

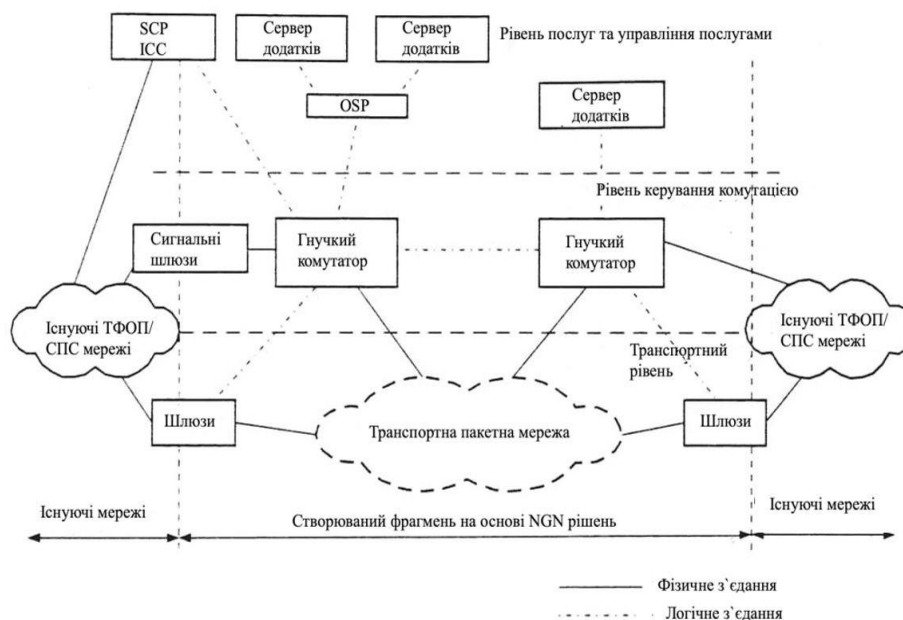


Рисунок 6.12 – Трирівнева модель мережі NGN

Транспортний рівень мережі NGN будується на основі пакетних технологій передачі інформації. Основними використовуваними технологіями є ATM і IP.

Як правило, в основу транспортного рівня мультисервісної мережі лягають існуючі мережі ATM або IP, т. Е. Мережу NGN може створюватися як накладена на існуючі транспортні пакетні мережі.

Мережі, що базується на технології ATM, що має вбудовані засоби забезпечення якості обслуговування, можуть використовуватися при створенні NGN практично без змін. Використання в якості транспортного рівня NGN існуючих мереж IP зажадає реалізації в них додаткової функції забезпечення якості обслуговування.

У разі, якщо на маршрутизаторі / комутаторі ATM / IP реалізується функція комутації під зовнішнім управлінням, то в них повинна бути реалізована функція управління з боку гнучкого комутатора з реалізацією протоколів H.248 / MGCP (для IP) або BICC (для ATM).

Типова структура транспортної мережі представлена на рисунку

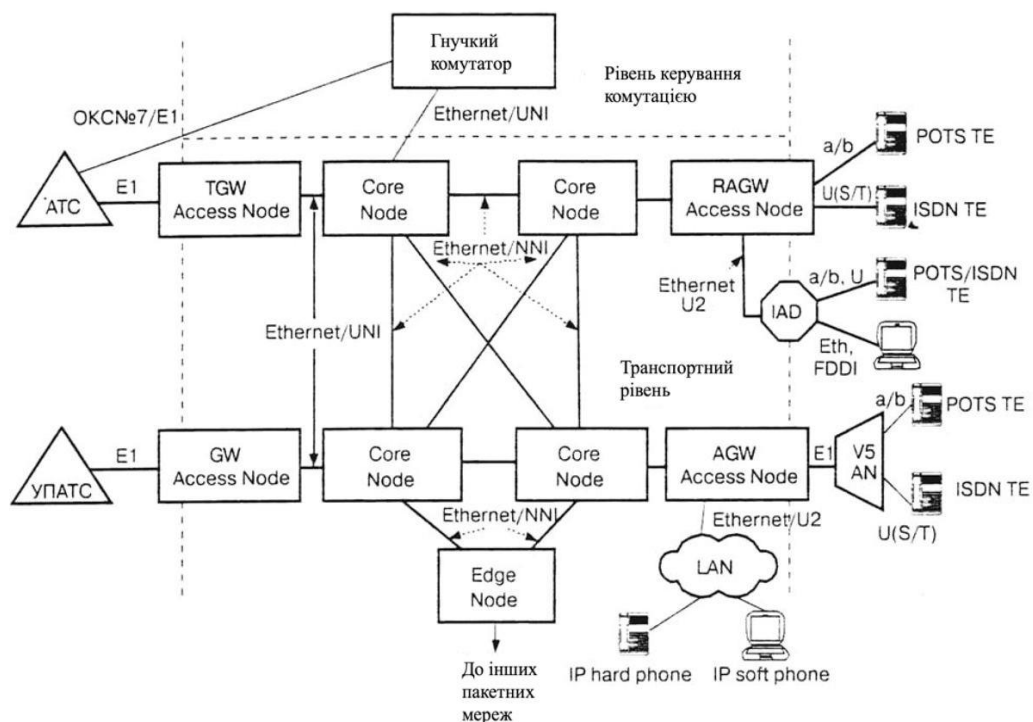


Рисунок 6.13 – Типова структура транспортної мережі

Рівень управління комутацією

Завданням рівня управління комутацією і передачею є управління встановленням з'єднання в фрагменті NGN.

Функція встановлення з'єднання реалізується на рівні елементів транспортної мережі під зовнішнім управлінням обладнання гнучкого комутатора. Винятком є АТС з функціями MGC, які самі виконують комутацію на рівні елемента транспортної мережі.

Гнучкий комутатор повинен здійснювати:

- 1) обробку всіх видів сигналізації, що використовуються в його домені;
- 2) зберігання і управління абонентськими даними користувачів, підключаються до його домену безпосередньо або через обладнання шлюзів доступу;
- 3) взаємодія з серверами додатків для надання розширення списку послуг користувачам мережі.

При встановленні з'єднання обладнання гнучкого комутатора здійснює сигнальний обмін з функціональними елементами рівня управління комутацією. Такими елементами є всі шлюзи, термінальне обладнання мультисервісної мережі [інтегровані пристрої доступу (IAD), термінали SIP та H. 323], обладнання інших гнучких комутаторів та АТС з функціями контролера транспортних шлюзів (MGC).

Для передачі інформації сигналізації мережі ТМЗК через пакетну мережу використовуються спеціальні протоколи. Так, для передачі інформації сигналізації ОКС7. надходить через сигнальні шлюзи від ТМЗК до обладнання гнучкого комутатора, використовується протокол MxUA технології SIGTRAN (у той же час у ряді реалізацій гнучкого комутатора передбачений безпосереднє введення сигналізації ОКС7).

У разі використання на мережі кількох гнучких комутаторів вони взаємодіють по міжвузловими протоколам (як правило, сімейство SIP-T) і забезпечують спільне управління встановленням з'єднання

На підставі аналізу прийнятої інформації і рішення про наступні маршрутизації виклику обладнання гнучкого комутатора, використовує відповідні протоколи, здійснює сигнальний обмін по встановленню з'єднання з мережевим елементом призначення та керує з використанням протоколу H.248 (для IP комутації) або BICC (для АТМ комутації) встановленням з'єднання для передачі інформації. При цьому потоки користувацької інформації не проходять через гнучкий комутатор, а замикаються на рівні транспортної мережі.

Структура рівня управління комутацією мультисервісної мережі представлена на малюнку

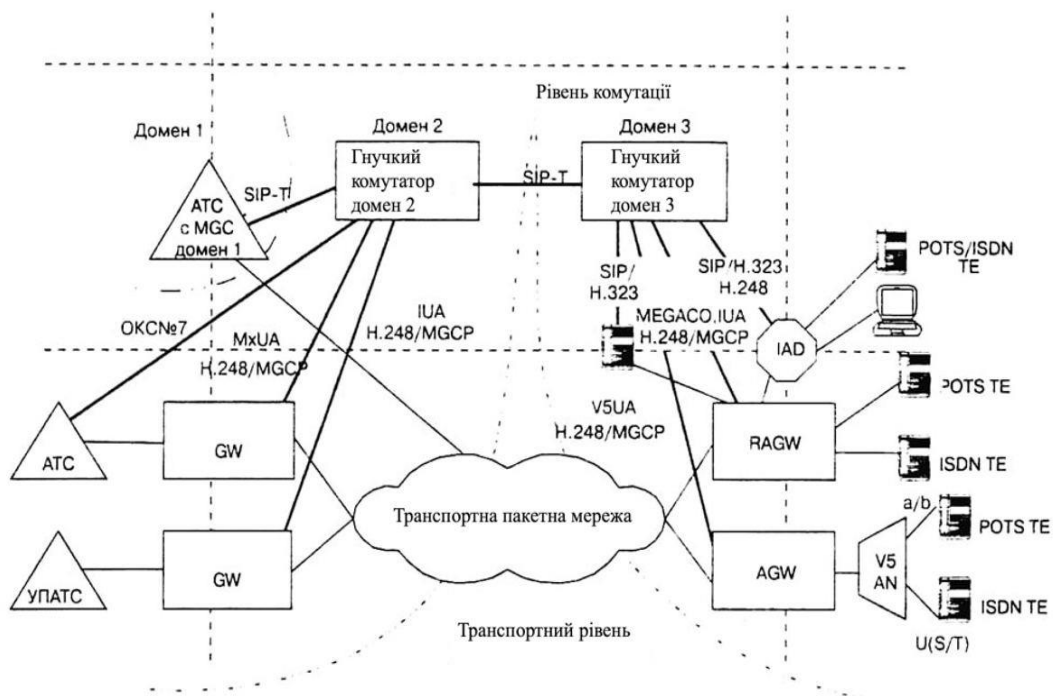


Рисунок 6.14 – Структура рівня управління комутацією мультисервісної мережі

Термінальне обладнання пакетної мережі взаємодіє з обладнанням гнучкого комутатора з використанням протоколів SIP та H. 323. Інформація користувача від термінального обладнання надходить на рівень вузлів доступу пакетної мережі і далі маршрутизується під управлінням гнучкого комутатора.

Вся інформація, пов'язана зі статистикою роботи мультисервісної мережі, урахуванням вартості за напрямками і урахуванням вартості для користувачів, накопичується і обробляється на рівні гнучкого комутатора для передачі в напрямку відповідних систем (АСР, ТОіЕ)

Рівень послуг та управління послугами

Основною послугою, що надається як в класичних мережах зв'язку, так і в мультисервісної мережі, є передача інформації між користувачами мережі. Використання пакетних технологій на рівні транспортної мережі дозволяє забезпечити єдині алгоритми доставки інформації для різних видів зв'язку.

Крім послуг з доставки інформації, в мультисервісних мережах реалізована можливість підтримки надання розширених списків послуг.

Стосовно до послуги телефонії, точкою надання додаткових послуг є обладнання гнучкого комутатора або пристрій серверів додатків.

Для користувачів, що використовують термінали мультимедіа (SIP та H. 323 ТІ), можуть надаватися різні види мультимедійних послуг.

Реалізація логіки обслуговування виклику в обмеженому числі мережевих точок дозволяє оптимізувати структуру доступу до послуг, що надаються з боку інтелектуальних мереж зв'язку. Для цієї мети на рівні гнучкого комутатора реалізується функція SSP.

Використання пакетних технологій дозволяє забезпечувати спільне надання розширеного списку послуг незалежно від типу доступу, використовуваного користувачем.

В мультисервісних мережах реалізується можливість надання однотипних послуг з різними параметрами класів обслуговування (QoS).

Слід зазначити, що на сьогодні питання взаємодії між гнучким комутатором і серверами послуг недостатньо опрацьований на рівнів міжнародних стандартів, у зв'язку з чим можлива несумісність

обладнання різних виробників

Основними функціями NGN є

1) Функції транспортного рівня

- 2) Транспортні функції
- 3) Функції контролю транспортного рівня
- 4) Функції транспорту користувача профілю
- 5) Функції рівня послуг
- 6) Функції контролю послуг
- 7) Функції підтримки Додаток / Послуга
- 8) Функції профілю послуг користувача
- 9) Функції кінцевих користувачів
- 10) Функції менеджменту

Для більш детального розбору і визначення внутрішньої функціональності, визначення призначення і ступеня їхньої відповідальності, представлені технічні засоби NGN можуть реалізовувати в своєму складі відразу декілька функцій.

Функції транспортного рівня

Дані функції припускають реалізацію та відповідності наступних можливостей:

- підключення користувача до мережі NGN. Агрегування від кінцевого устаткування користувачів, включаючи аналогове і цифрове кінцеве обладнання мереж загального користування, всього трафіку і подальшу його передачу в загальну транспортну мережу;

- передача трафіку з мережі доступу в загальну транспортну мережу з підтримкою всіх механізмів і функцій, схожих з ATF і додатковою можливістю маршрутизації;

- передачу і керування всіма типами інформації, переданої по транспортній мережі (медіа потоків, сигналізаційних повідомлень і сигналів системи управління).

Функції контролю транспортного рівня

Дані функції припускають реалізацію та відповідності наступних можливостей:

-управління QoS з розширеними можливостями з управління ресурсами (resource reservation), управління NAPT і процедурою проходження через Firewall (Traversal) на рівні доступу та транспорту. Тестування повинне розділятися для кожного з рівнів, виділяючи при цьому окремі тести, як для Access Transport Resource Control (ATRC), так і для Core Transport Resource Control (CTRC). Функції управління ресурсами включають перевірку наступних обов'язкових процедур: фільтрації пакетів, класифікації трафіку, політик пріоритетів обслуговування, резервуванні смуги пропускання, трансляції мережесхемних адрес.

-управління доступом користувача до мережесхемних ресурсів мережі (Admission control Function). Перевіряється авторизація користувача за профілем (SLA; пріоритет обслуговування; політики доступу), що визначаються типом використовуваної модельної мережі (опис і склад модельних мереж буде наведений нижче); доступні користувачеві ресурси транспорту та / або доступу).

-управління доступом користувача до послуг NGN. Використовуються такі обов'язкові функції: динамічне виділення IP адрес і додаткових конфігураційних параметрів, необхідних для ідентифікації / аутентифікації користувача; аутентифікація користувача на мережесхемному рівні (IP-layer); авторизація користувача для доступу до мережі, заснована на профілі користувача; визначення місця положення користувача (NACF: T-10, T-11, T-13).

Функції контролю послуг. Дані функції припускають реалізацію та відповідності наступних можливостей:

-реєстрації та авторизації користувачів на рівні послуг (S-6);

-управління медіа потоками, термінальним обладнанням і шлюзами (S-1, S-11, S-8, S-2, S-15, S-3, S-12, S-7, S-10, S-9, S-13).

Функції підтримки Додаток / Послуга. Дані функції припускають реалізацію та відповідності наступних можливостей:

-реєстрації та авторизації користувачів на рівні додатків, для доступу користувачів до надаваних серверами додатків послуг зв'язку (S-5, S-4);

-управління медіа потоками та послугами зв'язку (S-14).

Функції профілю послуг користувача. Дані функції припускають реалізацію можливості конфігурації та зміни інформації, що міститься в профілі користувача на рівні управління послугами (Service Control) і перевірку можливості взаємодії з базами даних профілю користувача інших рівнів архітектури NGN.

Функції кінцевих користувачів. Дані функції припускають взаємодія термінального обладнання від шлюзу, до якого підключаються традиційні телефонні апарати, до багатофункціональних апаратів, розроблених спеціально для мереж NGN. У тому числі, кодеків, систем ехо компенсації, систем сигналізації та функцій взаємодії з різними рівнями мережі NGN.

Функції менеджменту. Дані функції припускають управління на різних рівнях - як рівня даних, так і рівня додатків. Для кожного з цих рівнів повинні реалізовуватися наступні можливості:

- управління обробкою помилок;
- управління конфігураціями обладнання;
- управління системою тарифікації;
- управління послугами;
- управління безпекою.

Основні технічні засоби NGN, застосовуваних на мережах загального користування система управління з'єднаннями (Call Session Control System)

- контролер управління шлюзами (MGC)
- Гнучкий комутатор (SoftSwitche)
- Proxy Server SIP (PS)
- система передачі голосової е сигналізаційної навантаження
- медіа шлюз (GW)
- шлюз сигналізації (SG)

- транспортне обладнання зв'язку, що використовується для передачі мовних, сигналізаційних є сигналів системи моніторингу є конфігурування а підсистемі транспорту (TNE)

- сервера послуг
- сервер додатків (AS)
- медіа сервер (MS)
- сервер повідомлень (MeS)
- обладнання створення додатків (ACE)
- обладнання мультимедійної підсистеми NGN (IMS)
- система управління є взаєморозрахунків
- системи моніторингу є конфігурації (MS)
- системи білінгу (BS)
- пристрої доступу
- універсальний пристрій доступу, що використовується для підключення терміналів NGN (NGN-AD)

- абонентські термінали (існуюче аналогове термінальне обладнання (legacy terminal), IAD, обладнання NGN і т.д.) (TE)

Контролер управління шлюзами (MGC)

Основним завданням MGC є управління одним або більшою кількістю медіа шлюзів (Trunk Media Gateway).

MGC здійснює управління викликами між абонентами мережі. MGC має прямий інтерфейс для взаємодії з серверами додатків і здатний керувати наданими AS послугами.

Кожен MGC повинен надавати базову частину функціональності при управлінні сеансами зв'язку, що включають у тому числі: передачу таблиць маршрутизації, перетворення систем нумерації між різними номерними планами, здійснення управління MG допомогою протоколів сигналізації (MGCP, H.248 / Megaco, H.323, SIP) і т.д.

MGC є основним елементом Softswitch (обладнання гнучкою комутації) і застосовується в мережах NGN в якості головного комутаційного пристрою,

керуючого різними сеансами зв'язку. Застосування в рішеннях Softswitch різних елементів, що входять до складу NGN, дозволяє використовувати Softswitch в якості різноманітних типів устаткування, від розподілених УПАТС, до центрального елементу мультисервісних мереж зв'язку.

Гнучкий комутатор (Softswitch)

Реалізує функції за лоГШкою обробки виклику, доступу до серверів додатків, доступу до ІДС, збору статистичної інформації, тарифікації, сигнальному взаємодію з мережею ТМЗК і всередині пакетної мережі, управлінню встановленого з'єднання та ін. Гнучкий комутатор є основним пристроєм, реалізовує функції рівня управління комутацією і передачею інформації.

В обладнанні гнучкого комутатора повинні бути реалізовані такі основні функції:

Функція управління базовим викликом, що забезпечує прийом і обробку сигнальної інформації та реалізацію дій щодо встановлення з'єднання в пакетної мережі;

Функція аутентифікації і авторизації абонентів, підключених в пакетну мережу як безпосередньо, так і з використанням обладнання доступу ТМЗК;

Функція маршрутизації викликів в пакетної мережі;

Функція тарифікації, збору статистичної інформації;

Функція управління обладнанням транспортних шлюзів;

Функція надання ДВО. Реалізується в обладнанні гнучкого комутатора або спільно з сервером додатків;

Функція ОАМ & Р: експлуатація, управління (адміністративне), технічне обслуговування та надання тієї інформації, яка не потрібна безпосередньо для управління викликом і може передаватися до системи управління елементами через логічно окремий інтерфейс;

1) функція менеджменту: забезпечує взаємодію з системою менеджменту мережі.

2)додатково в обладнанні гнучкого комутатора можуть бути реалізовані наступні функції:

3)функція SP / STP мережі ОКС7;

4)функція надання розширеного списку ДВО. Реалізує самостійно або з використанням серверів додатків;

5)функція взаємодії з серверами додатків;

6)функція SSP;

Основні характеристики гнучкого комутатора:

1) Продуктивність. Гнучкий комутатор обслуговує виклики від різних джерел навантаження, якими є:

-виклики від терміналів, призначених для роботи в мережах NGN (термінали SIP та H. 323, а також IP-УПАТС);

-виклики від терміналів, не призначених для роботи в мережах NGN (аналогові і ISDN термінали) і підключаються через обладнання резидентних шлюзів доступу;

-виклики від обладнання мережі доступу, не призначеного для роботи в мережах NGN (концентратори з інтерфейсом V5) і підключеного через обладнання шлюзів доступу;

-виклики від обладнання, що використовує первинний доступ (УВАТС) і підключається через обладнання шлюзів доступу;

-виклики від мережі ТМЗК. обслуговувані з використанням сигналізації ОКС7 з включенням сигнальних каналів ОКС7 небудь безпосередньо в гнучкий комутатор, або через обладнання сигнальних шлюзів;

-виклики від інших гнучких комутаторів, які обслуговуються з використанням сигналізації SIP-T.

Продуктивність обладнання гнучкого комутатора різна при обслуговуванні викликів від різних джерел, що пояснюється як різним обсягом і характером надходження сигнальної інформації від різних джерел, так і закладеними алгоритмами обробки сигнальної інформації.

2) Надійність. Вимоги по надійності до обладнання гнучкого комутатора характеризується середньою напруженістю на відмову, середнім часом відновлення, коефіцієнтом готовності, терміном служби.

3) Підтримувані протоколи. Устаткування гнучкого комутатора може підтримувати такі види протоколів.

При взаємодії з існуючими фрагментами мережі ТМЗК:

а) безпосередня взаємодія: OKC7 в частині протоколів MTP, ISUP і SCCP;

б) взаємодія через сигнальні шлюзи: M2UA, M3UA,

M2PA для передачі сигналізації OKC7 через пакетну мережу,

V5UA для передачі сигнальної інформації V5 через пакетну мережу, IUA для передачі сигнальної інформації первинного доступу ISDN через пакетну мережу;

в) MEGACO (H.248) для передачі інформації, що надходить

по системам сигналізації по виділених сигнальним каналам (2BCK).

При взаємодії з термінальним обладнанням:

а) безпосередня взаємодія з термінальним обладнанням пакетних мереж: SIP і H.323;

б) взаємодія з обладнанням шлюзів, які забезпечують

підключення термінального обладнання ТМЗК:

MEGACO (H.248) для передачі сигналізації по аналоговим абонентським лініях; IUA для передачі сигнальної інформації базового доступу ISDN.

При взаємодії з іншими гнучкими комутаторами: SIP-T.

При взаємодії з обладнанням інтелектуальних платформ (SCP): INAP.

При взаємодії з серверами додатків: в даний час взаємодію з серверами додатків, як правило, базується на внутрішньо фірмових протоколах, в основі яких лежать технології JAVA, XML, SIP та ін.

При взаємодії з обладнанням транспортних шлюзів:

а) для шлюзів, що підтримують транспорт IP або IP / ATM:

H.248, MGCP, IPDC і ін .;

б) для шлюзів, що підтримують транспорт АТМ: ВІСС.

4) Підтримувані інтерфейси. Устаткування гнучкого комутатора підтримує такі види інтерфейсів:

а) інтерфейс Е1 (2048 кбіт / с) для підключення сигнальних каналів ОКС7, що включаються безпосередньо в гнучкий комутатор;

б) інтерфейси сімейства Ethernet для підключення до ІР мережі. Через Ethernet-інтерфейси передається сигнальна інформація в напрямку пакетної мережі.

Сервер додатків (AS)

AS являє собою програмний сервер, що надає користувачам нові послуги.

AS надає можливість отримання ряду нових послуг, наприклад електронна комерція (e-commerce) та електронна торгівля (e-market).

У мережах NGN, AS має найважливіше значення. AS може виконувати функції більшості елементів мережі NGN в області «ОБЛАСТЬ УПРАВЛІННЯ сесій ЗВ'ЯЗКУ ТА ПОСЛУГАМИ», а саме: MGC, Медіа сервер, Сервер повідомлень і т.д. Використання AS дозволить більш гнучко управляти мережевими можливостями і створювати нові та перспективні мережеві сценарії.

Медіа сервер (MS)

MS надає послуги по взаємодії користувача, за допомогою голосових і DTMF команд, з додатками та іншими додатковими послугами зв'язку.

MS за своєю архітектурою ділиться на:

-Блок управління медіа ресурсами, що забезпечує: DTMF розпізнавання, синтез мови, розпізнавання мови і т.д.

-Блок управління послугами, що забезпечує: видачу в лінію повідомлень, запис повідомлень, передачу факсимільних послуг, організацію конференцій

Реалізація MS можлива на різних програмно-апаратних платформах з використанням мов VoiceXML та інших.

Сервер повідомлень (MeS)

MeS відповідає за збереження і передачу повідомлень користувачам. Також, MeS дозволяє забезпечити користувачів додатковими послугами зв'язку. MeS, також, як і MS може бути виконаний на різних програмно-апаратних платформах з використанням різноманітних мов програмування.

Устаткування створення додатків в галузі зв'язку (ACE)

ACE надає можливість розробки і створення закінчених додатків і послуг, імпортованих в AS. При створенні додатків необхідно забезпечити: аналіз вимог, створення додатків, тестування, розвиток додатків.

ACE може бути реалізована на різних програмно-апаратних платформах з використанням різноманітних мов програмування.

Шлюзи (Gateways)

Шлюзи (Gateways) - пристрої доступу до мережі та створення пари з існуючими мережами. Устаткування шлюзів реалізує функції з перетворення сигнальної інформації мереж з комутацією пакетів в сигнальну інформацію пакетних мереж, а також функції з перетворенням інформації транспортних канатів в пакети IP / осередку ATM і маршрутизації пакетів IP / осередків ATM. Шлюзи функціонують на транспортному рівні мережі.

Для реалізації можливості підключення до мультисервісної мережі різних видів устаткування ТМЗК використовуються різні програмні і апаратні конфігурації шлюзового обладнання:

Транспортний шлюз [Media Gateway (MG)] - реалізація функцій перетворення мовної інформації в пакети IP / комірки ATM і маршрутизації пакетів IP / осередків ATM;

Сигнальні шлюзи [Signalling Gateway (SG)] - реалізація функцій перетворення систем міжстанційної сигналізації мережі OKC7 (квазізв'язний режим) в системи сигналізації пакетної мережі [SIGTRAN (MxUA)];

Транкінгового шлюз [Trunking Gateway (TGW)] - спільна реалізація функцій MG і SG;

Шлюз доступу [Access Gateway (AGW)] - реалізація функцій MG і SG для обладнання доступу, що підключається через інтерфейс V5;

Резидентний шлюз доступу [Residential Access Gateway (RAGW)] - реалізація функції підключення користувачів, що використовують термінальне обладнання ТМЗК / ЦСИС до мультисервісної мережі.

Устаткування транспортного шлюзу повинно виконувати функції пристрою, що виробляє обробку інформаційних потоків середовища передачі.

Устаткування сигнального шлюзу повинно виконувати функції посередника при сигналізації між пакетної мережею і мережею з комутацією каналів.

Основними характеристиками шлюзів є наступні:

Ємність, обумовлена як в напрямку ТМЗК, так і в направленні до пакетної мережі.

У напрямі до ТМЗК ємність визначається кількістю підключених потоків Е1 в напрямку мережі ТМЗК для транспортних шлюзів, а також кількістю аналогових абонентських ліній і кількістю і (S / T) -Інтерфейс для підключення абонентів базового доступу ISDN для резидентних шлюзів доступу.

В напрямку до пакетної мережі ємність визначається кількістю і типом інтерфейсів. Система моніторингу та конфігурування (MS)

Система моніторингу та конфігурування повинна забезпечувати контроль і управління всіма технічними засобами NGN. Подібні системи повинні будуватися з використанням розподіленої, об'єктно-орієнтованої структури і повинні бути мультипротокольними. Інтерфейси систем управління повинні бути відкритими.

6.2 Комутація в мультисервісних мережах

Враховуючи нові реалії ринку, характерними особливостями яких є : відкрита конкуренція операторів у зв'язку з дерегулюванням ринків, вибухове зростання цифрового трафіку, наприклад, у зв'язку із збільшенням використання мережі Інтернет, підвищення попиту на нові мультимедійні послуги, зростання потреби в загальній мобільності зв'язку, конвергенція мереж

і послуг зв'язку і т. д., мультисервісних вузлів вважають конкретною реалізацією ГІІ (глобальної інформаційної інфраструктури).

Існує декілька підходів до визначення мультисервісних вузлів. Проте усі вони ґрунтуються на принципах організації способів надання послуг. Одне з найбільш коректних визначень звучить таким чином: "мережі наступного покоління - це всеосяжне поняття для інфраструктури, що реалізовує перспективні послуги, які мають бути в майбутньому запропоновані Операторами мобільних і фіксованих мереж, одночасно з продовженням підтримки усіх існуючих на сьогодні послуг. Мережі наступного покоління використовують пакетні технології передачі і комутації, базуються на фізичному шарі оптичних каналів, забезпечують повноцінну взаємодію з існуючими мережами".

Згідно з міжнародними рекомендаціями, мережі мультисервісних вузлів повинні виконувати наступні функції:

- сприяти чесній конкуренції;
- заохочувати приватні інвестиції;
- визначати принципи архітектури і можливості для приведення у відповідність з різними регламентуючими вимогами;
- забезпечувати відкритий доступ до мереж;
- забезпечувати універсальне надання послуг і доступ до них;
- сприяти забезпеченню рівних можливостей для усього населення;
- сприяти різноманітності змісту, включаючи культурну і мовну різноманітність.

Основними характеристиками мереж мультисервісних вузлів є:

- передача з пакетною комутацією;
- розподіл функцій управління між пропускнуою спроможністю каналу-носія, викликом/сеансом, а також застосуванням/послугами;
- розв'язка між наданням послуг і транспортуванням і надання відкритих інтерфейсів;

-підтримка широкого спектру послуг, застосувань і механізмів на основі уніфікованих блоків обслуговування (включаючи послуги в реальному масштабі часу, в потоковому режимі, в автономному режимі і мультимедійні послуги);

-можливості широкосмугової передачі з наскрізною функцією QoS (якості обслуговування);

-взаємодія з існуючими мережами за допомогою відкритих інтерфейсів;

-універсальна мобільність;

-необмежений доступ користувачів до різних постачальників послуг;

-різноманітність схем ідентифікації;

-єдині характеристики обслуговування для однієї і тієї ж послуги з точки зору користувача;

-зближення послуг між фіксованим і рухливим зв'язком;

-незалежність пов'язаних з обслуговуванням функцій від використовуваних технологій транспортування;

-підтримка різних технологій "останньої милі";

-виконання усіх регламентуючих вимог, наприклад, для аварійного зв'язку, захисту інформації, конфіденційності, законного перехоплення і т. д.

Можливості мультисервісних вузлів

Мережа мультисервісних вузлів повинна надавати можливості (транспортні ресурси, протоколи і т. д.) для цілей створення, розгортання і управління усіма можливими видами послуг (відомими або доки не відомими). Сюди входять послуги, що використовують середовище різного виду (аудіо, візуальну, аудіовізуальну) з усіма типами схем кодування і послуги передачі даних, діалогових, з адресацією конкретному пристрою, груповою адресацією і мовленням, послуги передачі повідомлень, простої передачі даних в реальному масштабі часу і в автономному режимі, з регулюванням затримки і стійкі до затримки послуги. Послуги з різними вимогами до ширини смуги від декількох кбит/з до сотень Мбіт/з, з гарантованою смугою або без неї, повинні підтримуватися у рамках можливостей технології транспортування. У

мультисервісних вузлах робиться особливий упор на забезпечення відповідності вимогам замовника з боку постачальників послуг, причому деякі з постачальників пропонуватимуть своїм клієнтам можливість налаштування своїх власних послуг. Мультисервісні вузли повинні включати пов'язані з обслуговуванням інтерфейси програмування застосувань (API), щоб підтримувати створення, надання і управління послугами.

**Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння
знань) до розділу 6:**

Дати відповіді на контрольні питання:

1. Яка основна одиниця вимірювання навантаження (інтенсивності трафіку) в телекомунікаційних мережах?
 - А) Біт за секунду
 - Б) Виклик за годину
 - В) Ерланг
 - Г) Секунда
2. Який закон розподілу найчастіше використовується для моделювання потоку викликів, що надходять на комутаційну систему?
 - А) Нормальний розподіл (Гауса)
 - Б) Розподіл Пуассона
 - В) Експоненційний розподіл
 - Г) Біноміальний розподіл
3. Поясніть різницю між потоком викликів і потоком навантаження (інтенсивністю трафіку) та наведіть формулу, що їх пов'язує
4. Опишіть поняття "система з відмовами та "система з очікуванням" та поясніть, у яких випадках використовується кожна з них

РОЗДІЛ 7 МОДЕЛІ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ ВУЗЛІВ

7.1 Характеристики МВ

Однією з основних характеристик мультисервісних вузлів служить розв'язка між послугами і транспортуванням, що дозволяє пропонувати їх окремо і розвивати незалежно. Тому в архітектурі мультисервісних вузлів має бути чіткий розподіл між функціями обслуговування і функціями транспортування. Мультисервісні вузли дозволяють надавати як існуючі, так і нові послуги незалежно від використовуваної мережі і типу доступу.

Таким чином, в базовій функціональній моделі мультисервісних вузлів виділяють два шари: транспортний і сервісний.

Транспортний шар включає рівні 1 – 3. Він забезпечує перенесення інформації між двома географічно розділеними точками. Зокрема, транспортний шар забезпечує обмін інформацією між наступними об'єктами:

- користувач - користувач;
- користувач - сервісна платформа;
- сервісна платформа - сервісна платформа.

Взагалі кажучи, в транспортному шарі можуть застосовуватися усі типи мережевих технологій, а саме: орієнтована на з'єднання комутація каналів (connection - oriented circuit - switched - CO - CS), орієнтована на з'єднання комутація пакетів connection - oriented packet - switched - CO - PS), неорієнтована на з'єднання комутація пакетів (connectionless packet - switched - CLPS). Проте для побудови мультисервісних вузлів перевага віддається технології IP з підтримкою якості обслуговування.

Сервісний шар може включати складний набір географічно розподілених сервісних платформ або в простому випадку набір функцій, реалізований двома кінцевими користувачами. Для надання повного набору послуг в сервісний шар включаються прикладні функції. Прикладами служб, що реалізуються на

цьому рівні, можуть бути передача мови, даних, відео або будь-яка їх комбінація. На рис.7.1 наведений приклад послуг (сервісів), що забезпечується мережею мультисервісних вузлів.

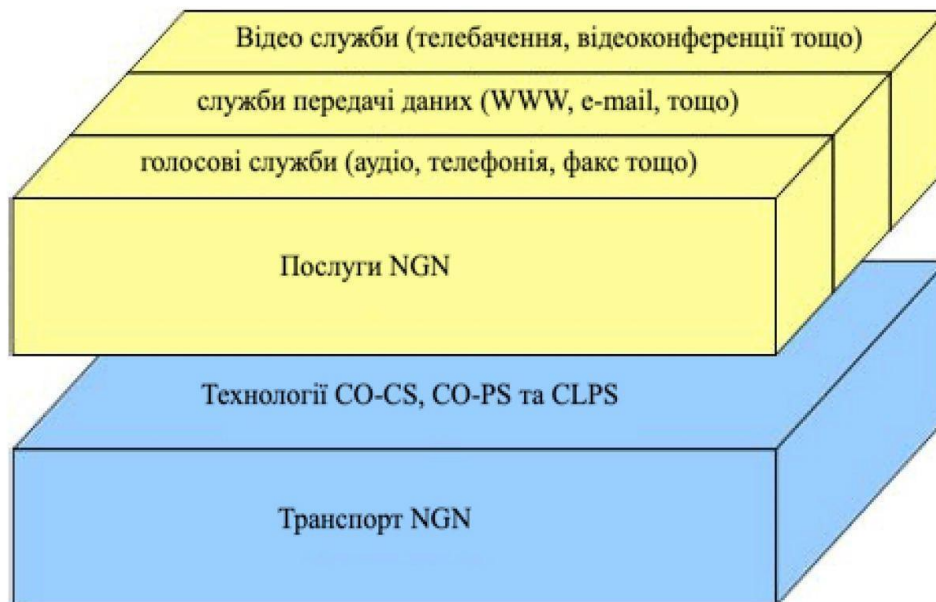


Рисунок 7.1 - Розподіл послуг і транспорту в мультисервісних вузлах
(<http://www.vestnik-sviazы.ua>)

Кожен шар містить один або декілька рівнів. Рівень складається з трьох площин рис.7.2:

- площина користувача;
- площина контролю;
- площина менеджменту.



Рисунок 7.2 - Основна еталонна модель мультисервісних вузлів
(<http://www.vestnik-sviazy.ua>)

Для побудови мережі, що задовольняє концепції ГП, у функціональній моделі мультисервісних вузлів ІТУ виділяє три категорії об'єктів : функції, сервіси, ресурси. Сервіси реалізуються різними функціями за допомогою доступних ресурсів. Один і той же сервіс може реалізовуватися різним набором функцій і навпаки, одна функція може використовуватися для реалізації різних сервісів. Їх взаємозв'язок показаний на рис. 7.3.



Рисунок 7.3 - Узагальнена функціональна модель мультисервісних вузлів

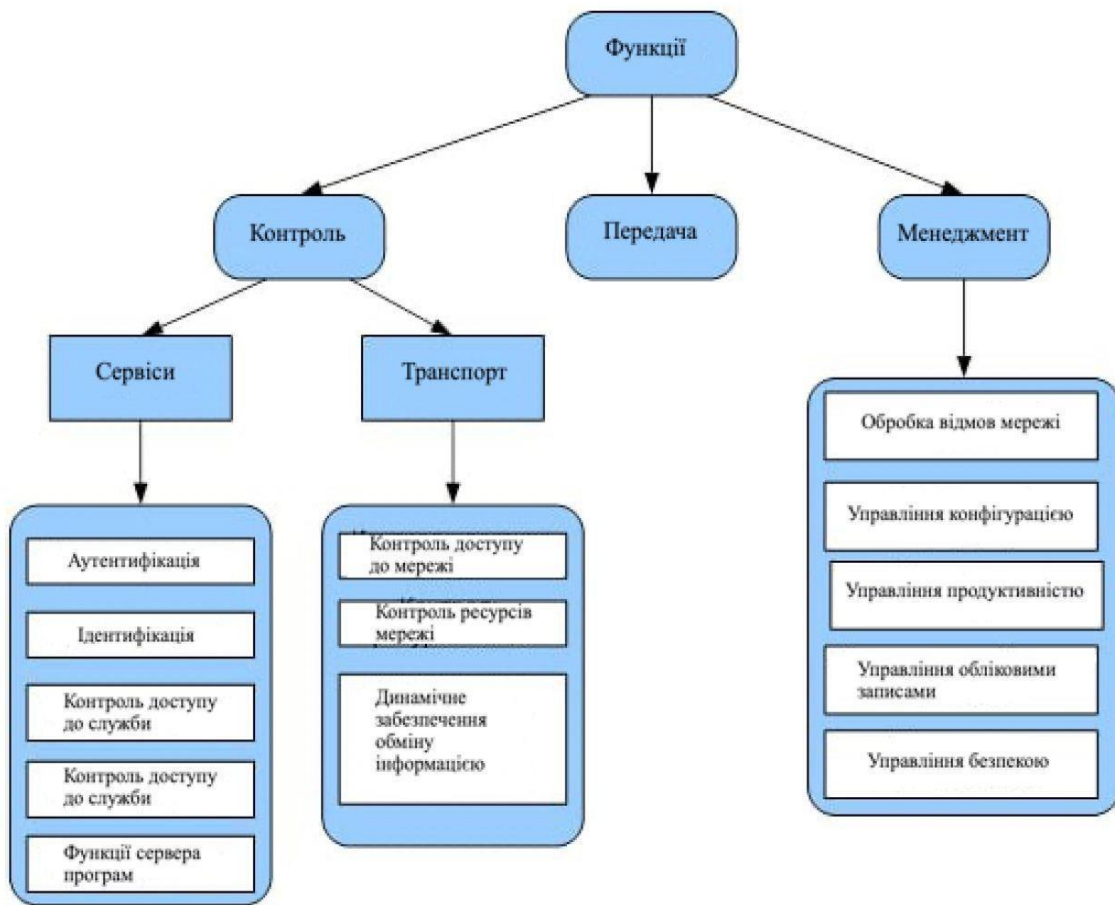


Рисунок 7.4 - Функції мультисервісних вузлів

(<http://uad.exdat.com>)

7.2 Архітектура мережі мультисервісних вузлів

Основу мережі мультисервісних вузлів складає універсальна транспортна мережа, що реалізовує функції транспортного рівня і рівня управління комутацією і передачею. До складу транспортної мережі мультисервісних вузлів можуть входити:

- транзитні вузли, що виконують функції перенесення і комутації;
- крайові (граничні) вузли, що забезпечують доступ абонентів до мультисервісної мережі;
- контролери сигналізації, що виконують функції обробки інформації сигналізації, управління викликами і з'єднаннями;

-шлюзи, що дозволяють здійснити підключення традиційних мереж зв'язку (ТМЗК, СПД, СПС).

Контролери сигналізації можуть бути винесені в окремі пристрої, призначені для обслуговування декількох вузлів комутації. Використання загальних контролерів дозволяє розглядати їх як єдину систему комутації, розподілену по мережі. Таке рішення не лише спрощує алгоритми встановлення зв'язань, але і є найбільш економічним для операторів і постачальників послуг, оскільки дозволяє замінити дороГШ системи комутації великої місткості невеликими, гнучкими і доступними за вартістю навіть дрібним постачальникам послуг. Призначенням транспортної мережі є надання послуг перенесення. Реалізація інфокомунікаційних послуг здійснюється на базі вузлів служб (SN) і/або вузлів управління послугами (SCP).

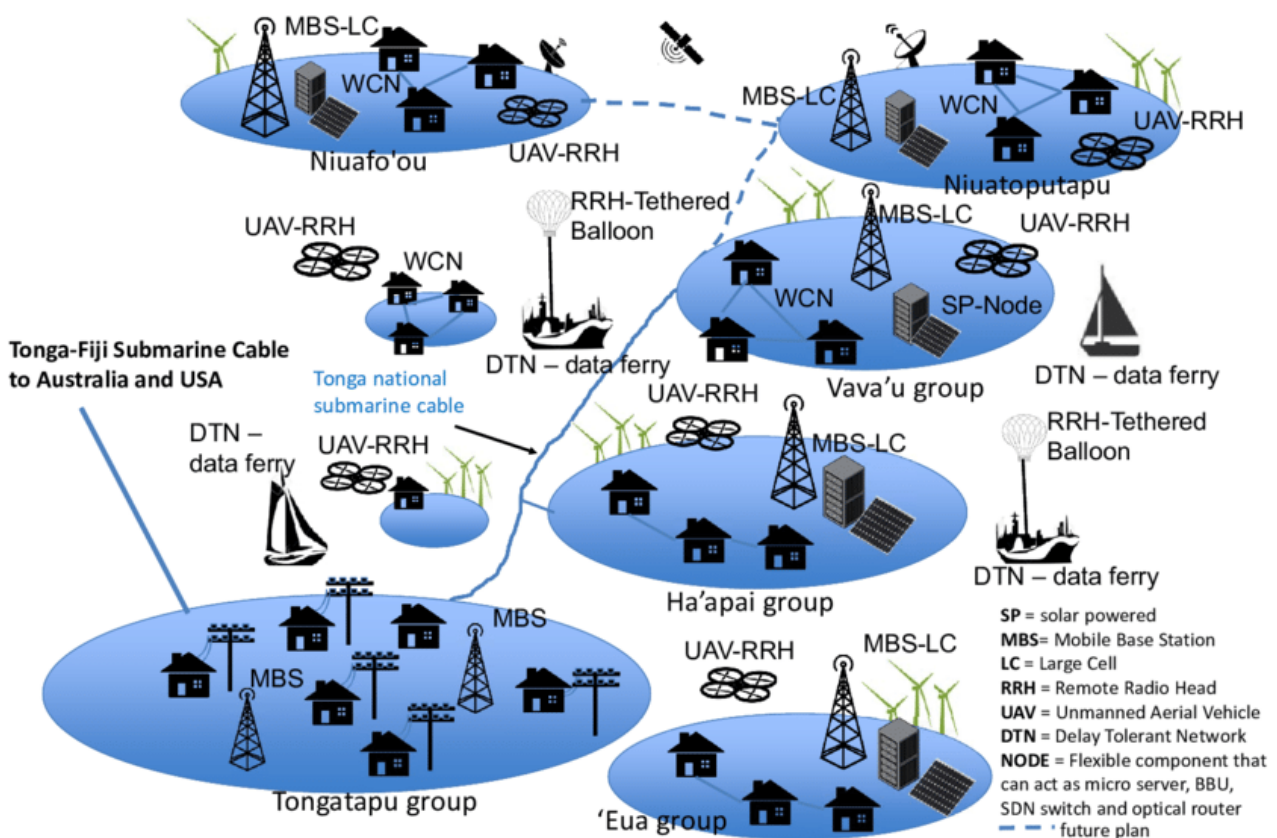


Рисунок 7.5 - Мережа, побудована відповідно до концепції
мультисервісних вузлів
(<http://d66/products.ua>)

SN є устаткуванням постачальників послуг і може розглядатися як сервер застосувань для інфокомунікаційних послуг, клієнтська частина яких реалізується крайовим устаткуванням користувача. SCP є елементом розподіленої платформи ICC і виконує функції управління лоГШкою і атрибутами послуг. Сукупність декількох вузлів служб або вузлів управління послугами, задіяних для надання однієї і тієї ж послуги, утворюють платформу управління послугами. До складу платформи також можуть входити вузли адміністративного управління послугами і сервери різних застосувань. Крайові/крайово-транзитні вузли транспортної мережі можуть виконувати функції вузлів служб, тобто склад функцій граничних вузлів може бути розширений за рахунок додавання функцій надання послуг. Для побудови таких вузлів може використовуватися технологія гнучкої комутації (Softswitch).

Концепція МВ багато в чому спирається на технічні рішення, вже розроблені міжнародними організаціями стандартизації. Так, взаємодія серверів в процесі надання послуг передбачається здійснювати на базі протоколів, специфікованих IETF (MEGACO), ETSI, Форумом 3GPP і так далі. Для управління послугами будуть використані протоколи H.323, SIP і підходи, вживані в інтелектуальних мережах зв'язку.

7.3 Переваги і недоліки мультисервісних вузлів

Переваги мультисервісних вузлів

Створення єдиної конвергентної мережі, як було відмічено вище, стало можливе при розвитку інфокомунікацій і проникненні електронно-обчислювальної техніки в класичне телефонне середовище.

При використанні однієї конвергентної мережі замість декількох спеціалізованих зменшується число необхідного обслуговуючого персоналу. Зменшується число різноманітного устаткування. Моніторинг мережі здійснюється ефективніший від за рахунок застосування одного центру експлуатації.

При впровадженні мережі спрощується управління мережею. Це обумовлено двома причинами: по-перше, об'єднанням спеціалізованих мереж в одну, і, по-друге, застосуванням технологій пакетної комутації на базі протоколу IP. У традиційних мережах з комутацією каналів не передбачається маршрутизація у разі перевантаження конкретного напрямку (якщо не здійснено повноцінне впровадження TMN). Основною ж властивістю пакетних мереж є динамічна маршрутизація. При правильному налаштуванні ця властивість може істотно підвищити сумарну продуктивність мережі. Застосування пакетної комутації дозволяє організовувати обхідні шляхи і при відмові деяких елементів транспортної мережі.

Застосування МВ спрощує створення корпоративних мереж. При класичному підході до побудови мереж підприємству необхідно окремо орендувати канал доступу в інтернет і певну кількість телефонних ліній, причому частенько у різних операторів. Застосування єдиного транспорту дає можливість обійтися всього одним підключенням. Крім того, створення корпоративної мережі на базі IP -телефонії (VPN) дозволяє використовувати на підприємстві єдиний пул скорочених телефонних номерів. Варто відмітити, що інтелектуальна мережа на базі комутації каналів також дозволяє організувати подібну послугу, проте вона не знайшла широкого застосування із-за високої вартості і обмежених функціональних можливостей.

Впровадження МВ дозволяє організовувати розподілені контакт-центри. Співробітники підприємства, що використовує цю функціональність, можуть в певних випадках взагалі не виходити з будинку. Традиційні контакт-центри також можуть надавати таку можливість, проте застосування IP дозволяє не купувати окремий телефонний номер, а використовувати динамічно IP -адрес, що призначається.

Створення розподіленого контакт-центра особливо важливе для транснаціональних компаній. Використання архітектури "follow the sun" дозволяє організувати цілодобову тех. підтримку з використанням співробітників різних країн.

Мережа МВ дозволяє організувати підтримку послуг абсолютно протилежними властивостями - від телеметрії до широкосмтового відео. Користувачеві може бути надана така смуга пропускання і якість обслуговування, які він замовить.

У концепції МВ передбачається, що багато терміналів будуть самі формувати цифровий сигнал, тобто, функції абонентського комплексу виносяться із станції в само абонентське устаткування, зокрема, електроживлення.

Недоліки мультисервісних вузлів

Разом з явними достоїнствами, мережі МВ, на сьогодні, мають ряд недоліків, які необхідно відмітити для повного формування уявлення про мережі зв'язку наступного покоління.

Одним з найважливіших чинників, що гальмують розвиток МВ, є відсутність чіткої нормативної бази, що визначає архітектуру МВ. Для вибору конкретної технології операторові необхідно мати рішучість і багатий власний досвід, який не завжди підказує оптимальні рішення. Частенько операторам і виробникам самим доводиться складати необхідні документи.

За відсутності чіткої нормативної бази часто виникає проблема взаємодії устаткування різних постачальників. У травні минулого року завершена перша фаза випробувань, в ході якої вивчалася функціональність устаткування і визначалася можливість його використання при модернізації телефонної мережі. Практично жоден з виробників не пройшов усі тести без помилок. В процесі доопрацювання устаткування і повторних випробувань була знята приблизно третина зауважень. Що залишилися можна розділити на наступні основні групи:

- розбіжність в реалізації протоколів, викликані неоднозначністю специфікацій;

- трансляція помилок, генерованих Softswitch -обладнанням, в мережу СКС- 7 через протоколи SIGTRAN;

- використання фірмових протоколів;

- обмеження при передачі сигналів аналогових модемів і факсів;
- обмежена підтримка функцій v 5.2.

Поза сумнівом, ці недоробки надалі будуть усунені, але вони знижують довіру потенційних покупців устаткування, тим самим відсовуючи терміни остаточного доопрацювання функціональності.

Надійність ТМЗК в останні 10-15 років оцінюється коефіцієнтом готовності, який виражається в числі "дев'яток" і дорівнює "5 дев'яткам", тобто 99.999%. Це дуже високий показник. Для порівняння:

- 99% - простій 3,7 дні в рік;
- 99.9% - простій 9 годин в рік;
- 99.99% - простій 53 хв. в рік;
- 99.999% - простій 5,5 хв. в рік .

Архітектура МВ припускає застосування на транспортному рівні пакетної комутації, а традиційне устаткування даних для ІР не забезпечує готовності "5 дев'яток". Надійність комп'ютерних систем сьогодні оцінюється величиною $K_g = 98,5$. Ця величина визначається не лише мережею ПД, але і реалізацією застосувань з використанням серверів і хост-машин. Основні причини системної ненадійності вказані на рис.2.6

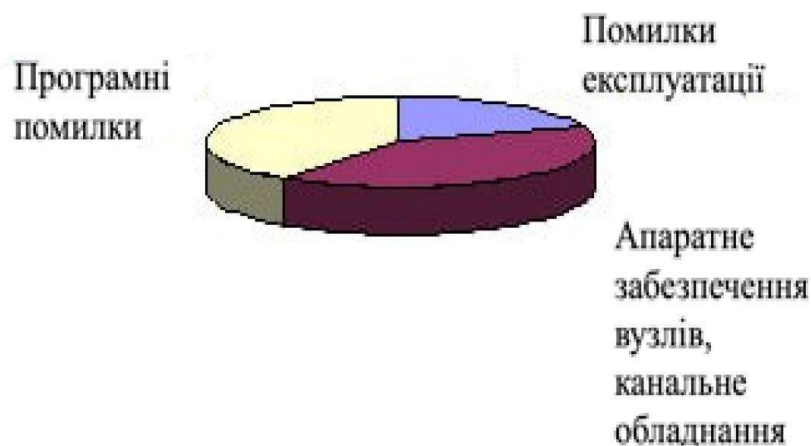


Рисунок 7.6 - Причини системної ненадійності

У мережі МВ надійність також визначається на двох рівнях - транспортному і рівні застосувань, відповідно, коефіцієнт готовності системи визначається як твір коефіцієнтів готовності її складових.

Надійність транспортної системи цілком і повністю визначається оператором. А ось надійність рівня застосувань може залежати як від оператора (у разі надання усього спектру послуг оператором), так і від сторонніх провайдерів.

Надійність серверів застосувань може знаходитися в залежності не лише від оператора, що надає транспортну мережу, але і від постачальника контенту. Крім того, необхідно зважати на специфіку послуг, що надаються. Наприклад, простій сервера електронної пошти протягом півгодини не порівнянний по економічних і "іміджевих" втратах з півгодинною відсутністю телефонного зв'язку.

Слід особливо відмітити проблему живучості МВ. Живучість - здатність системи протистояти дії ззовні. Цифрову телефонну станцію практично неможливо "покласти" зловмисно. Мережа ОКС - виділена і дістати несанкціонований доступ до неї практично нереально. У мережах МВ сигналізація і призначені для користувача дані передаються по одному середовищу, що, в принципі, не унеможливорює атак на пристрої управління мережею МВ.

На сьогодні немає чіткої відповіді на питання забезпечення якості обслуговування. Очевидно, що при переході від традиційних мереж до мереж наступного покоління якість обслуговування, щонайменше, не повинна погіршати. Сьогодні багато маршрутизаторів, використовуваних на магістральних ділянках інтернет, не підтримують пріоретизацію трафіку, отже, в інфраструктурі МВ використовувати їх буде не можна. Буде потрібно заміну дуже великих об'ємів устаткування.

Не до кінця визначена і технологія забезпечення якості обслуговування. На ранніх етапах розвитку мультисервісної мережі пропонувалося

використовувати АТМ, яка блискуче справлялася з поставленим завданням. На жаль, рішення із застосуванням АТМ виявилися занадто дорогими. Кілька років тому основним механізмом забезпечення QoS в МВ вважали MPLS. Проте сьогодні це твердження не може бути сприйняте безумовно. З'являються пропозиції використання Ethernet як транспортна технологія.

Таким чином, питання забезпечення якості обслуговування в МВ залишається відкритим.

Однією з проблем МВ є недостатня кваліфікація персоналу основних операторів. Досвіду і знань в цій області не вистачає усім, проте в нашій країні ця особливість виражена найбільш явно. У реальному розумінні як технічних, так і комерційних законів МВ фахівці не мають достатньої кваліфікації.

Однією з головних проблем є недостатня зрілість послуг нового покоління в новій бізнес-моделі. Багато інтернет-провайдерів жадають цікавого контенту, проте ніхто не хоче платити за його розробку. Для нормального розвитку мереж МВ потрібний потужний і якісний контент.

Представляється два сценарії його формування : оптимістичний і песимістичний. При першому сценарії кожна людина стає генератором контенту, при другому цього не відбувається. На сьогодні на користь першого варіанту розвитку подій говорить існування пірінгових мереж обміну інформацією. Проте в таких мережах, часто-густо, відбувається порушення авторських прав. Користувач, фактично, платить не за інформацію, а лише за переданий трафік. Майбутнє цього виду обміну інформацією дуже невизначене.

Джерелом локального контенту можуть стати домашні мережі, де зароджуються і ідеї локального контенту, і думки про те, що каскадує доступ до контенту, і проекти мінімізації витрат по його створенню. Звичайно, є ідеї і інтерактивних ігор між будинковими мережами.

Послуга - це товар, який треба не лише "надати", але і продати, щоб отримати дохід. Тому при переході до МВ в главу кута повинен ставитися не лише (і не стільки) технологічний аспект, скільки економічний і маркетинговий

Мережа МВ для чистої голосової телефонії неефективна. Нині багато хто помилково вважає, що недорогий маршрутизатор, придатний для десяти комп'ютерів, з легкістю обслуговуватиме десять телефонів. Але цього не станеться, оскільки в телефонії інші вимоги до продуктивності і якості, адже це послуга діє в реальному часі. За оцінками деяких фахівців, створення якісної потужної інфраструктури для МВ -сети зажадає в 1,3 разу більше засобів, чим купівля самої телефонної станції.

Однією з основних перешкод розвитку МВ є інертність людського мислення, так званий "чинник бабусі".

Перспективи розвитку МВ

На сьогодні практично значущим є сценарій розвитку МВ на базі існуючої мережі ТМЗК, які можна розділити на три великі групи: мережі без вузлоутворення; мережі з вузлами повідомлень, що входять; мережі з вузлами повідомлень, що входять і витікаючих. Розглянемо приклад розвитку МТМ без вузлоутворення.

Мережа без вузло утворення будується, як правило, в невеликих містах. Під модернізацією інфокомунікаційних системи розуміється створення сучасної мережі класу "Triple - Play Services", що забезпечує передачу трьох видів інформації, : мова, дані і відео. Значна частина міських телефонних мереж (МТМ) побудована за принципом зв'язку комутаційних станцій "кожна з кожною". Раніше подібний спосіб організації міжстанційних зв'язків використовувався в містах при місткості МТМ не більше 80 тис. номерів. При використанні цифрових комутаційних станцій топологія "кожна з кожною" стає економічно доцільною для МТМ місткістю у декілька разів більше.

Для МТМ без вузлів можуть використовуватися різні сценарії переходу до МВ. Проте, можна розробити загальний підхід, який містить базові рішення по переходу до МВ. Для ілюстрації пропонованих рішень вибрана модель МТМ, показана на рис. 2.7. Вона складається з шести РАТС - районних автоматичних телефонних станцій. РАТС 4 виконує також функції вузла сільсько-приміського зв'язку (СТМ), який потрібний для зв'язку з

автоматичною міжміською телефонною станцією (АМТС), розташованою в центрі суб'єкта Федерації. Зазвичай такі РАТС називають комбінованою станцією. Передбачається, що РАТС1, РАТС3 і РАТС4 - аналогові комутаційні станції. Цифрове комутаційне устаткування використане для побудови РАТС2, РАТС5 і РАТС6.

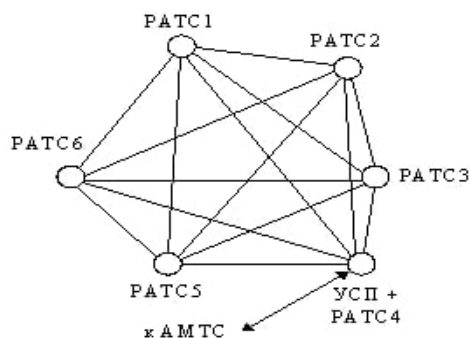


Рисунок 7.7 - Модель модернізованої МТМ
(<http://ukrdoc.com.ua>)

Безліч усіх можливих структур МВ для даної моделі невелика. Тому можна використовувати метод перебору усіх допустимих рішень, щоб вибрати оптимальну структуру МВ. Структуру МВ можна вважати оптимальною, якщо при вибраному критерії (як правило, при мінімальних витратах оператора на реалізацію проекту) і заздалегідь заданих обмеженнях визначені основні атрибути мережі. Їх характерними прикладами можна вважати:

- чисельність комутаторів (включаючи шлюзи) різного призначення;
- місця розташування цих комутаторів і їх пропускну спроможність;
- схему зв'язку комутаторів між собою.

Допустимо, що оптимальна структура МВ відома. Вона буде показана на рис. 7.8. Відомо, що МВ починає формуватися з рівня міжміського зв'язку. Тому передбачається, що замість АМТС буде встановлений магістральний комутатор (МК), який забезпечує транзит ІР -пакетів, що містять інформацію будь-якого виду (мова, дані, відео), в мережі міжміського і міжнародного зв'язку. На рис. 2.8 показаний початковий етап модернізації ГТС. Цей рисунок складається з

двох площин. Верхня площина ілюструє основні зміни, що стосуються мережі сигналізації. У нижній площині показана структура мережі, по якій передається інформація користувачів (для МВ - ІР -пакети).

У місті починає формуватися мережа ІР, що підтримує показники якості обслуговування (QoS), які визначені для МВ. Перелік таких показників має бути встановлений Адміністрацією зв'язку. Основою для нормування показників QoS може служити, наприклад, Рекомендація Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЗ) Y.1541. На початковому етапі створення МВ в мережі ІР може використовуватися всього один комутатор.

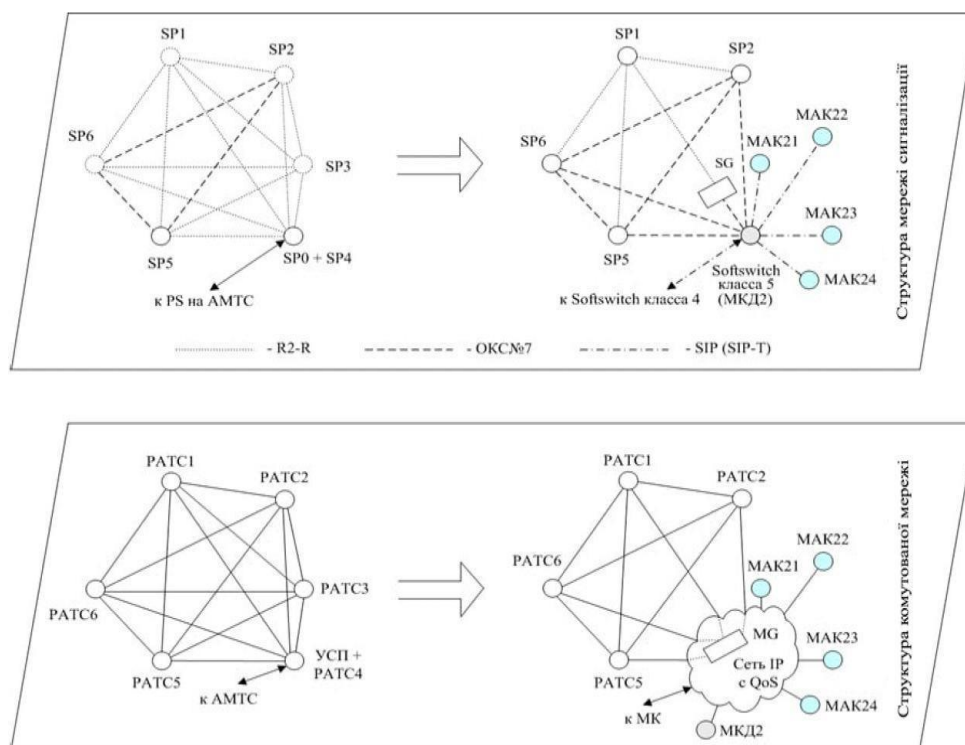


Рисунок 7.8 - Перший етап модернізації МТМ без вузлів
(<http://cozap.com.ua/text/8346/index-1.html>)

У даному прикладі чотири мультисервісних абонентські концентратори (МАК) забезпечують обслуговування абонентів, які раніше були включені в РАТС3 і РАТС4. Передбачається, що обидві станції, що демонтуються, були аналоговими.

Вибір оптимального числа МКД і МАК - самостійне завдання, для вирішення якої необхідно провести досить складні економіко-математичні розрахунки. Для визначення загального підходу до модернізації ГТС, точне значення числа МКД і МАК не представляється істотним. У межах ІР -сети показаний також транспортний шлюз MG (Media Gateway), який забезпечує взаємодію МАК з усіма РАТС, що використовують технологію "комутація каналів". У мережу ІР включений ще один елемент - мультисервісний комутатор доступу (МКД). Він є Softswitch класу 5. П'ятий клас відповідає комутаційному устаткуванню, що функціонує на рівні місцевих станцій. Для аналізу функцій МКД необхідно звернутися до верхньої площини рис.7.8. Шість РАТС, незалежно від типу використовуваного устаткування комутації, можна розглядати як пункти сигналізації - SP (signaling point). Таке трактування було запропоноване МСЭ при розробці специфікацій для системи загально каналної сигналізації (ОКС). Номери SP і РАТС співпадають. Для УСП виділений нульовий пункт сигналізації.

Основою мережі сигналізації в МВ стає комутатор Softswitch. Його функції - в даному прикладі - виконують три МКД, що забезпечує високу надійність інфокомунікаційної системи міста. МКД підтримує усі протоколи сигналізації, необхідні і в МВ, і для взаємодії з експлуатованими РАТС. Ці РАТС можуть використовувати СКС- 7 або систему сигналізації, яка прийнята для електромеханічних комутаційних станцій. Для сигналізації на ділянках МАК - МКД, між МКД, а також між МКД і Softswitch класу 4 (який встановлюється на МК) передбачається використання протоколів SIP або SIP - Т , але можливі і інші рішення, відповідні міжнародним стандартам.

Слід підкреслити, що для взаємодії з аналоговими станціями (у нашому прикладі - з РАТС1) потрібний шлюз сигналізації SG (Signalling Gateway). Річ у тому, що комутатори Softswitch не підтримують процеси обміну сигналами управління і взаємодії, які використовуються у вітчизняних аналогових комутаційних станціях. Передбачається, що в даній моделі ГТС тільки РАТС1 побудована на електромеханічному комутаційному устаткуванні.

В результаті установки нового устаткування створюється база для формування МВ. У правій частині нижньої площини даної моделі показаний тільки один маршрут між кожним МАК і мережею ІР. Цей маршрут ілюструє логічний зв'язок МАК з мережею ІР. Для надійного зв'язку зазвичай використовуються кільцеві топології, які забезпечують включення кожного МАК в мережу ІР по двох незалежних шляхах.

На рис. 7.9 показаний один з можливих сценаріїв подальшої побудови МВ. Він розглядається як другий етап модернізації МТМ і заснований на заміні двох комутаційних станцій : РАТС1 і РАТС2. Одночасна заміна двох РАТС - один з варіантів розвитку міської інфокомунікаційної системи. Він цікавий з точки зору мінімізації витрат на мережу доступу.

Установка МКД1 має на увазі реконструкцію мережі доступу, в якій з'являються ще три МАК. Між абонентами семи експлуатованих МАК усі види інформації передаються у вигляді ІР - пакетів. Управляють з'єднаннями два МКД. Перехід до технології "комутація каналів" потрібний тільки для з'єднань, які встановлюються з терміналами, включеними в РАТС5 або РАТС6.

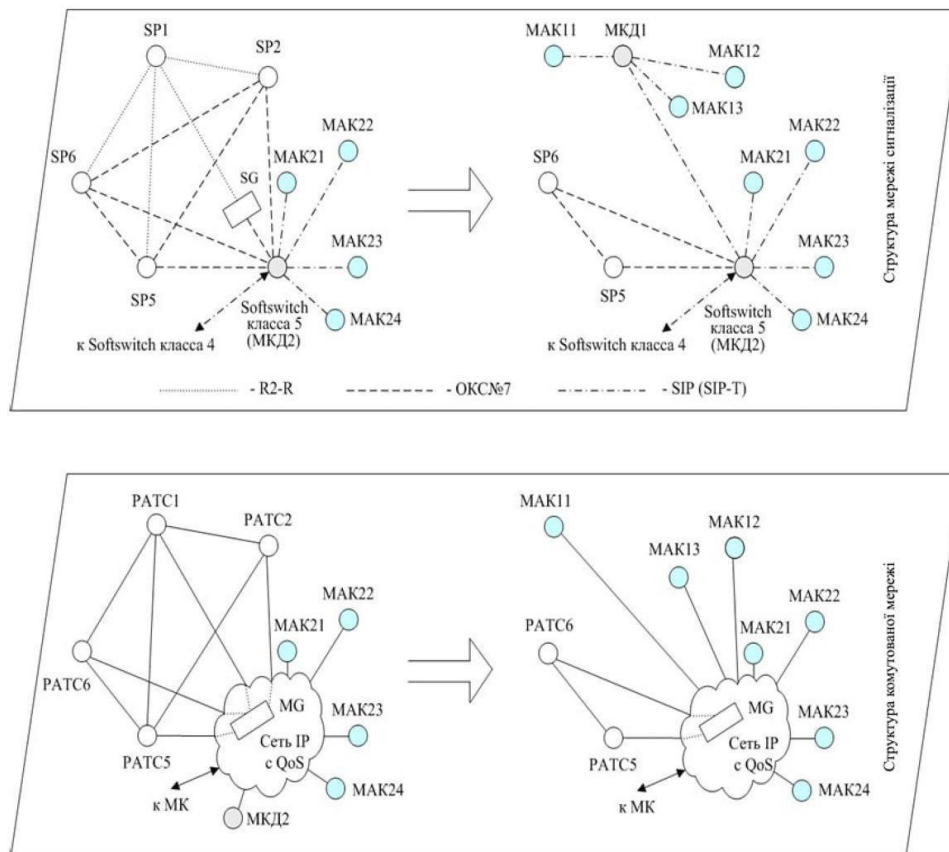


Рисунок 7.9 - Другий етап модернізації МТМ без вузлів
(<http://cozap.com.ua/text/8346/index-1.html>)

Радикальні зміни властиві мережі сигналізації. Тільки для РАТС5 і РАТС6 використовуються системи сигналізації, реалізовані для телефонного зв'язку. Усі інші елементи міської мережі (МАК і МКД) взаємодіють між собою по єдиній системі сигналізації, прийнятої для МВ. Топологія мережі стає усе більш схожою на структуру МВ, формування якої завершується на третьому - завершальному - етапі.

Цей етап рис 7.10 призводить до створення мережі із структурою, яка була вибрана заздалегідь як оптимальне рішення. Вибір структури - предмет окремого дослідження, але його результат не впливає на пропоновану методологію модернізації МТМ. Передбачається, що усі МКД мають бути пов'язані між собою для забезпечення високої надійності системи сигналізації МВ. Крім того, передбачена організація двох незалежних напрямів для обміну

інформацією з устаткуванням Softswitch класу 4, який, швидше за все, розташовуватиметься в центрі суб'єкта Федерації. Вихід до цього Softswitch може здійснюватися через МКД1 і через МКД2. Таке рішення гарантує надійний зв'язок модернізованої міської мережі з верхніми рівнями ієрархії національної інфокомунікаційної системи.

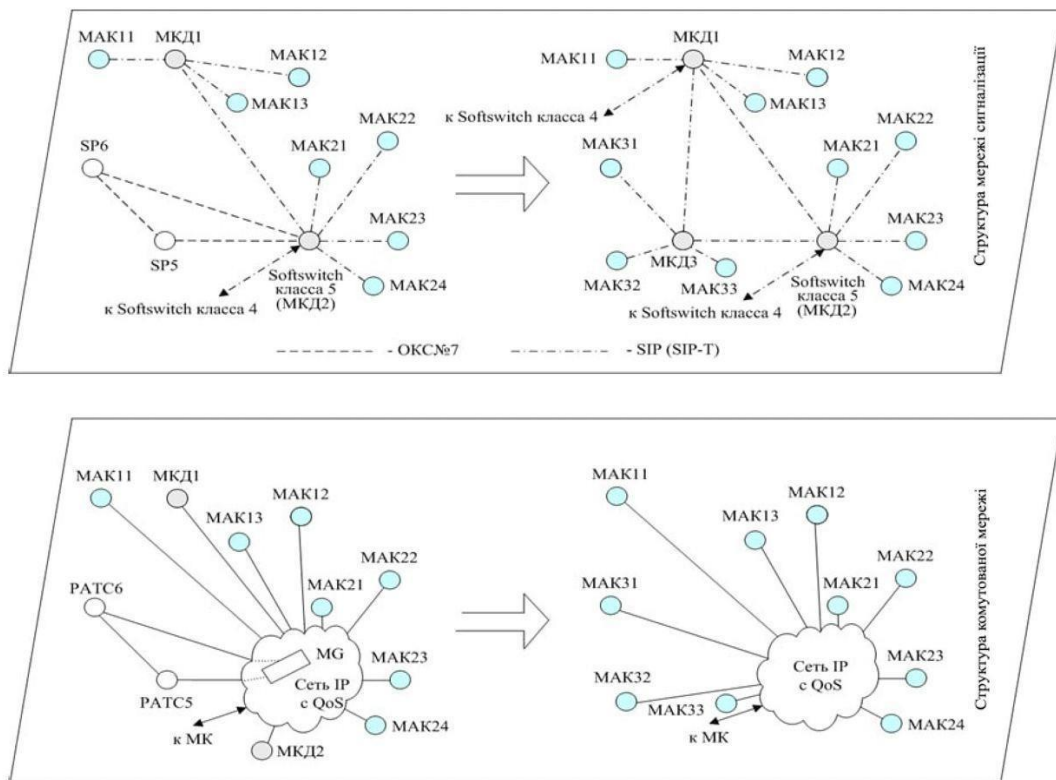


Рисунок 7.10 - Третій етап модернізації МТМ без вузлів

(<http://cozap.com.ua/text/8346/index-1.html>)

Сценарії модернізації МТМ можуть розрізнятися темпами заміни експлуатованого комутаційного устаткування, чисельністю МКД і МАК в IP - мережі, а також іншими атрибутами. Вони не впливають на методику поетапного створення МВ. Вона універсальна. Необхідно згадати ще одну проблему - вибір структури мережі IP і тих технологій, які потрібні для підтримки показників QoS. Не зменшуючи актуальності рішення цих завдань, слід зазначити, що витрати оператора на створення мережі IP істотно менше тих інвестицій, які буде потрібно для заміни усіх РАТС і реалізації сучасної мережі доступу.

Основне призначення магістральної мережі доступу МВ - пропуск ІР - пакетів. Вона має бути побудована на базі наступних принципів:

- має бути заснована на технології комутації ІР -пакетів;

- має бути побудована так, щоб забезпечувати безперебійну роботу навіть у разі обриву ліній зв'язку, тобто з підтримкою самовідновлення у разі збоїв. Як базовий принцип резервування пропонується використання архітектури типу "кільце". Після виникнення аварії трафік переводиться на інший маршрут. Резервний канал має бути фізично і/або географічно розділений з основним;

- повинна підтримувати технолоГШю багатоадресної розсилки;

- повинна підтримувати віртуальні локальні мережі (VLAN);

- окрім безпосередньо трафіку ІР, повинна мати можливість пропуску трафіку для інших видів зв'язку : даних, відео та ін. При цьому потрібно логічний розподіл ресурсів мережі між різними сервісами.

Як середовище передачі може використовуватися ВОЛС, радіо-канал, транспортна мережа з передачею трактів Е1. Вибір конкретного середовища залежить від необхідної пропускної спроможності, а також від наявності існуючих ліній зв'язку.

Для модернізації мереж доступу розроблена безліч нових технологій, але з очевидних економічних міркувань оператори ТМЗК не поспішають із заміною двопровідних фізичних ланцюГШв. Нові технології доступу можна класифікувати різними способами. Один з таких способів - ділення технологій на дві групи. Перша група включає технології, які використовують (повністю або частково) двопровідні фізичні ланцюги. Технології другої групи такої можливості не передбачають. Пропонована класифікація приведена на рис.3.1.

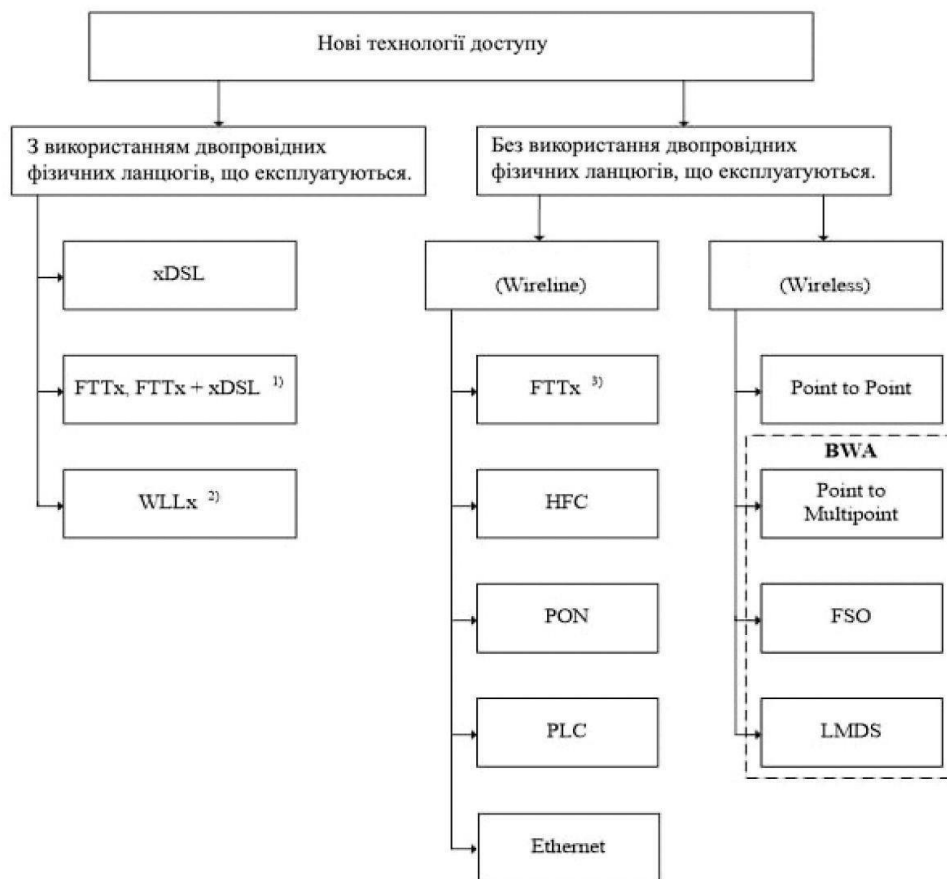


Рисунок 7.11 - Класифікація технологій

(<http://masters.donntu.edu.ua/2005/kita/nosach/diss/index.htm>)

Технології, що утворюють першу групу, цікаві, принаймні, з двох точок зору. По-перше, вони забезпечують підтримку ряду нових інфокомунікаційних послуг. По-друге, ці технології дозволяють понизити витрати на модернізацію мережі доступу, навіть якщо платоспроможний попит на нові послуги відсутній.

Питання практичного використання технологій, що входять в сімейство xDSL, активно обговорюються в зарубіжній технічній літературі, а також на Інтернет-сайтах. Нині популярніші асиметричні цифрові тракти, що створюються устаткуванням ADSL, що пояснюється основною сферою застосування даного сімейства технологій : доступ в Інтернет. Очікується, що в перспективі активніше використовуватимуться симетричні тракти, що створюються, зокрема, устаткуванням SHDSL. Типовий приклад їх застосування - об'єднання рознесених офісів однієї компанії в єдину мережу.

Технології FTTx мають на увазі доведення кабелю з оптичним волокном до деякої точки "х", після якої інформація передається з використанням іншого середовища поширення сигналів. Для першої групи технологій цікаві ті рішення FTTx, для яких після точки "х" використовується фізичний двопровідний ланцюг. Такий спосіб побудови мережі доступу може виявитися економічно вигідним, якщо в точці "х" встановлюється виносний концентратор цифрової комутаційної станції. Якщо деяким користувачам потрібний широкосмуговий доступ, то така можливість може забезпечуватися поєднанням технологій FTTx і технологією xDSL.

В деяких випадках (найчастіше в сільській місцевості) застосовуються технології безпроводних абонентських ліній (WLL) у поєднанні з фізичними ланцюгами. Існує декілька різновидів технологій WLL, які розрізняються способом розподілу каналів (частотний, часовий і кодовий), а також іншими характеристиками.

Технології, що входять до другої групи, у свою чергу, діляться на два види: дротяні (wireline) і безпроводні (wireless). Для технологій першого виду наведено чотири приклади:

- підмножина FTTx, яка призначена для доведення оптичного волокна до мережі, розташованої в приміщенні користувача;

- комбіноване середовище "волокно-коаксіал", відома по аббревіатурі HFC (спосіб, який був розроблений і апробований операторами кабельного телебачення);

- пасивна оптична мережа PON, що забезпечує широкосмугові послуги для декількох груп потенційних клієнтів;

- технологія PLC, яка використовує лінії електроживлення як середовище передачі сигналів через мережу доступу.

Технології другого виду також представлені чотирма прикладами. Три останні приклади утворюють загальну підмножину технологій BWA, яке орієнтоване на підтримку широкосмугових послуг. Устаткування, що використовує конфігурацію зв'язку "Point to Point", застосовується для

організації тракту між двома приймачами. Перше покоління устаткування "Point to Point" призначалося для включення телефонного апарату в абонентський комплект комутаційної станції. Серед фахівців таке устаткування дістало назву "радіоподовжувач". Конфігурація "Point to Multipoint" забезпечує підключення терміналів або виносних модулів, розташованих в зоні обслуговування відповідної базової станції. Перші системи "Point to Multipoint" були призначені виключно для телефонного зв'язку. Широкосмугові послуги ними не підтримувалися. Нині в більшості систем, що використовують конфігурацію "Point to Multipoint", передбачена підтримка широкосмугових послуг. Характерним прикладом такого рішення вважається устаткування, відповідне сімейству стандартів IEEE802.16. Воно відоміше по аббревіатурі WiMAX.

Наступний приклад технологій безпроводного широкосмугового доступу - системи лазерного зв'язку, відоміші по аббревіатурі FSO. Вдало відбиває сенс цієї технології назва "Fiber Optics Without Fiber" - оптичне волокно без волокна. Для передачі сигналів використовується лазер, промінь якого поширюється у відкритому просторі. Завершує перелік прикладів безпроводного доступу технологія LMDS (LMCS). Ця технологія спочатку була призначена для подачі телепередач. З підтримуваних послуг слід виділити "відео за замовленням", яка останніми роками стає все популярніше.

7.4 Побудова мереж доступу для нових груп користувачів

Очевидно, що вимоги підтримки широкосмугових послуг, мобільності і ряд інших мають на увазі досить високі тарифи на інфокомунікаційні послуги. Оплачувати такі послуги готові не усі користувачі. Для операторів і постачальників послуг цікавий аналіз потенційної клієнтської бази, який дозволяє виділити характерні групи з ідентичним рівнем платоспроможного попиту.

На рис. 3.2. показана Класифікація потенційних клієнтів оператора. Усіх потенційних клієнтів оператора по рівню приношуваного доходу можна умовно розділити на п'ять груп.

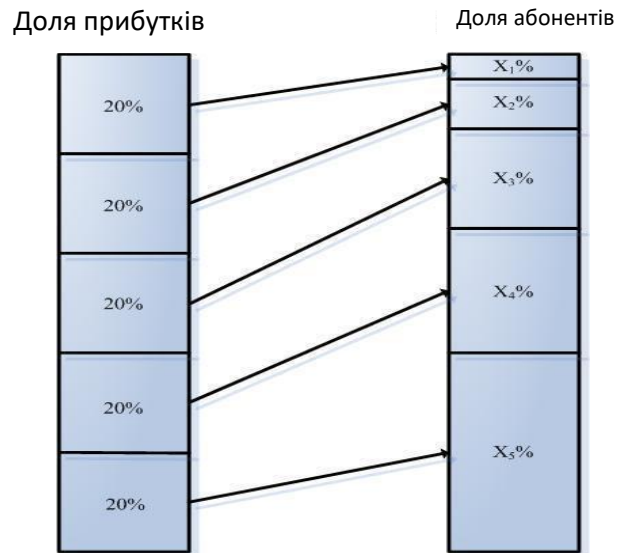


Рисунок 7.12- Класифікація потенційних клієнтів оператора
(<http://masters.donntu.edu.ua/>)

Найбільш численна група абонентів приносить мінімальний рівень доходу, проте відмовитися від її обслуговування оператор не може із-за соціальної значущості надання послуг цим абонентам.

У структурі користувачів можна виділити незначне число абонентів, готових використовувати максимальну кількість послуг, що надаються. Питома доля доходу цих абонентів найвища. Як правило, серед операторів ведеться боротьба саме за цю частину користувачів. Швидше за все, це корпоративні користувачі, споживаючі увесь спектр послуг "Triple Play". Поза сумнівом, для організації обслуговування цього сектора доведеться організувати широкосмуговий доступ. За оцінками аналітичної групи J'son & Partners, на сьогодні використання широкосмугового доступу в офісі спостерігається майже в 85% випадків.

8 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ

8.1 Загальна інформація про інтернет-телефонію

ІР-телефонія — це технологія, що дозволяє використовувати будь-яку ІР-мережу як засіб організації та ведення телефонних розмов, передачі відеозображень та факсів у режимі реального часу. У традиційній телефонії використовується принцип встановлення з'єднання, що має назву комутація каналів. Це означає, що під час зв'язку відбувається тимчасове з'єднання, якому виділяється весь канал зв'язку, незалежно від його завантаженості. Перевагою такого типу зв'язку є дуже незначний час затримки.

Під час передачі інформації через Internet відбувається зв'язок з комутацією пакетів. Це означає, що вся інформація розбивається на пакети, кожен з яких передається окремо від вузла до вузла без попереднього зв'язку між початковим та кінцевим пунктом. Кожен вузол мережі, через який передається ІР-пакет повинен аналізувати цей пакет (тип, адреса відправлення і призначення, контроль цілісності та інші параметри).

Телефонія через Інтернет означає, що голос передається в реальному часі в ІР-пакетах через Інтернет. Протокол TCP (Transmission Control Protocol), який використовується як транспортний протокол для передачі даних і в якому підтвердження використовуються для ініціювання повторної передачі неправильно отриманих або втрачених даних, не може використовуватися з VoIP. Замість нього використовується протокол RTP (Real-time Transport Protocol). Тому кожен ІР-телефон повинен підтримувати RTP.

Рис. 8.1 ілюструє принцип роботи інтернет-телефонії. Комп'ютер (наприклад, ПК), на якому встановлені специфічні для VoIP функціональні компоненти (плата аудіо/відео адаптера, протокол RTP тощо), слугує ІР-телефоном. У цьому випадку ми говоримо про голосовий зв'язок між ПК і ПК.

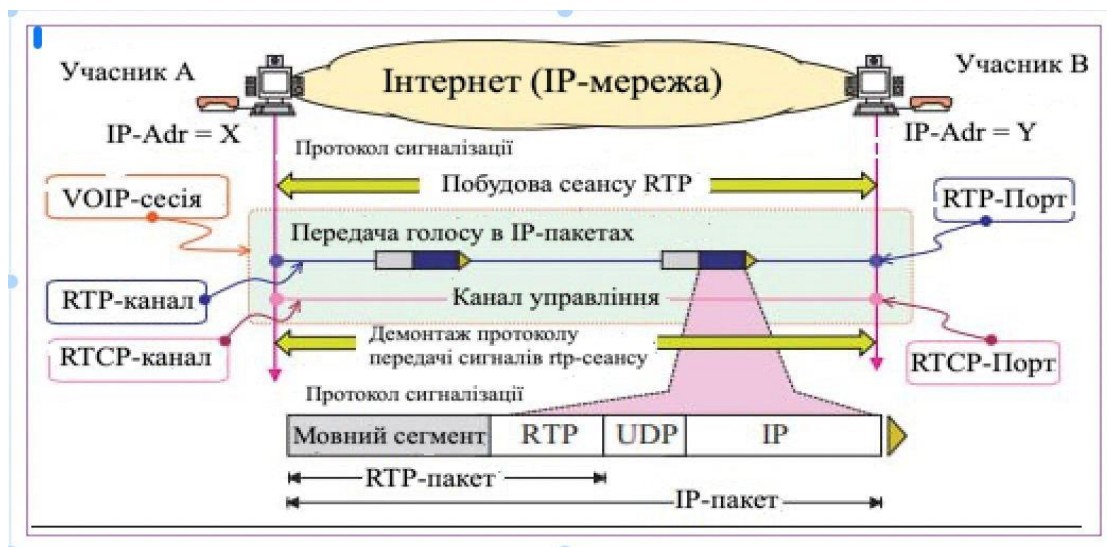


Рисунок 8.1 - Принцип передачі голосу через Інтернет

Як і у випадку голосового зв'язку через аналогову або цифрову телефонну мережу, VoIP також вимагає встановлення телефонного з'єднання перед телефонним дзвінком через Інтернет і роз'єднання після телефонного дзвінка. Оскільки Інтернет - це мережа з комутацією пакетів, то телефонне з'єднання моделюється шляхом з'єднання відповідних ділянок пам'яті - так званих портів - в IP-телефонах, що називається сеансом VoIP або скорочено сеансом. Як правило, в кожному IP-телефоні для VoIP-сесії зарезервовано два порти, які використовуються наступним чином:

Перший порт використовується для надсилання та отримання голосу в цифровому вигляді за допомогою протоколу RTP. Це створює віртуальний голосовий канал - тобто медіа-канал - між двома IP-телефонами. Нижче він називається RTP-каналом.

Звіти передаються між IP-телефонами через другий порт, за допомогою якого вони можуть повідомляти один одному про хід - включаючи якість - передачі голосу.

Це робиться відповідно до протоколу RTCP (RTP) Control Protocol). Таким чином створюється канал управління, також відомий RTCP-канал.

Сесія VoIP - як копія фізичного телефонного з'єднання між IP-телефонами - складається з каналу RTP як медіа-каналу і каналу RTCP як

каналу управління. Якщо між двома IP-телефонами існує с е а н с V o I P , оцифрований голос може передаватися між ними в IP-пакетах через цей сеанс.3

Як і у випадку з ТМЗК/ISDN, для встановлення та завершення сеансу VoIP потрібен протокол сигналізації. Для цього можна використовувати протокол SIP (Session Initiation Protocol) або протоколи H.225.0 і H.245.

У кожному IP-телефоні аналогові голосові сигнали перетворюються в цифрову форму. Це називається оцифруванням мови. Для кодування голосу використовуються складні процедури. Найпоширеніший тип кодування голосу за стандартом G.729 вимагає пропускної здатності лише 8 кбіт/с для телефонної розмови з відносно гарною якістю. Для особливо високої якості можна використовувати метод кодування голосу РСМ (імпульсно-кодова модуляція) відповідно до стандарту G.711, в цьому випадку необхідна смуга пропускання 64 кбіт/с. У ситуації, показаній на рисунку 1.1-1, слід зазначити, що мова кодується з обох сторін за однаковим принципом. IP-телефон зазвичай підтримує кілька методів кодування голосу. Принцип кодування голосу узгоджується між IP-телефонами під час встановлення VoIP-сесії.

Як показано на рисунку 8.1, кожному переданому голосовому сегменту спочатку передують RTP-заголовок довжиною щонайменше 12 байт, потім UDP-заголовок довжиною 8 байт і, нарешті, IP-заголовок довжиною щонайменше 20 байт. Наприклад, якщо голосовий запис тривалістю 20 мс передається як голосовий сегмент довжиною 20 байт, кожному 20-байтовому голосовому сегменту передують RTP/UDP/IP-заголовок довжиною щонайменше 40 байт. Таким чином, загальний попередній заголовок довший, ніж власне голосовий сегмент в IP-пакеті. З цієї причини стиснення заголовка RTP/UDP/IP має велике значення в деяких ситуаціях.

8.2 IP-мережа як магістраль для ТМЗК/ISDN

Щоб абонент в IP-мережі міг дзвонити іншому абоненту в ТМЗК/ISDN, IP-мережа повинна бути інтегрована з ТМЗК/ISDN відповідним чином.

Оскільки комп'ютер в IP-мережі може діяти як IP-телефон, IP-мережа - з функціональної точки зору - являє собою просторове продовження ТМЗК/ISDN. IP-телефону в IP-мережі, який зазвичай має IP-адресу, також повинен бути присвоєний телефонний номер, щоб до нього можна було додзвонитися з ТМЗК/ISDN.

Послуги VoIP також можуть пропонувати інтернет-провайдери (ISP). Якщо деякі провайдери пропонують послуги VoIP, можна використовувати IP-мережі і, зокрема, Інтернет як своєрідну магістраль для телефонної мережі загального користування (ТМЗК). Рисунок 8.2 ілюструє це. Тут припускається, що два провайдери в Німеччині та США уклали відповідну угоду і що відповідні ресурси в IP-мережі були зарезервовані для передачі голосу між ними, щоб гарантувати достатню якість передачі голосу.

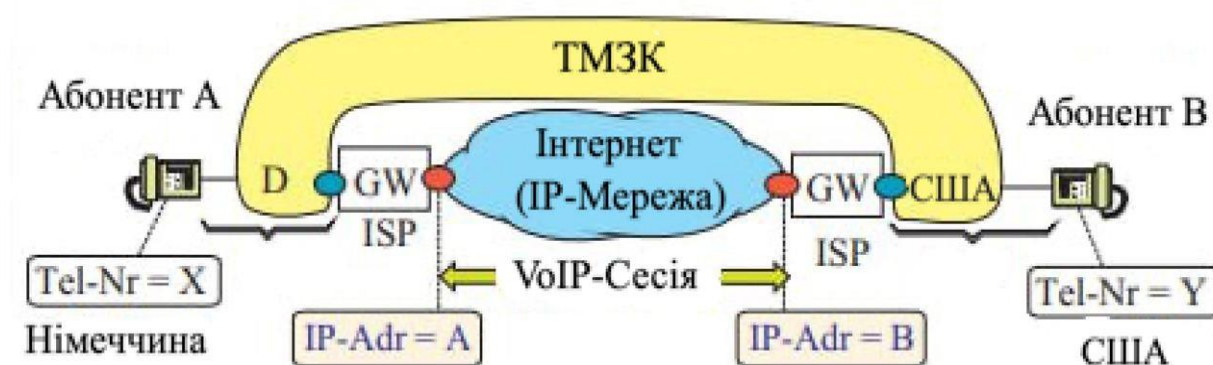


Рисунок 8.2 - Надання послуг VoIP за допомогою шлюзів у провайдерів
GW: шлюз, Tel-No: номер телефону, IP-Adr: IP-адрес

Якщо абонент А в Німеччині хоче зателефонувати абоненту В в США, він спочатку набирає номер свого провайдера і вводить цифру як код послуги VoIP. Потім він отримує гудок на свій телефон, щоб ввести номер телефону абонента В. Після набору коду в США шлюз у провайдера в Німеччині вирішує, за якою IP-адресою, тобто з яким шлюзом у США, має бути встановлена необхідна VoIP-сесія. Коли VoIP-сесія встановлюється, телефонний номер абонента В також передається на шлюз у США. Це дозволяє шлюзу в США

переадресовувати вхідний дзвінок абоненту В.

Телефонне з'єднання між абонентом А і абонентом В складається з телефонного з'єднання між абонентом А і провайдером в Німеччині, VoIP-сесії через IP-мережу і телефонного з'єднання між провайдером і абонентом В в США. Оскільки вартість передачі даних через Інтернет є низькою, витрати на міжнародний телефонний зв'язок можуть бути значно зменшені.

На рис. 8.2 показано випадок, коли VoIP-шлюзи були встановлені між IP-мережею та телефонною мережею загального користування у провайдерів. Однак, VoIP-шлюзи також можуть бути інтегровані безпосередньо в телефонні станції ТМЗК або ISDN. Рисунок 8.3 ілюструє таке рішення. Воно може використовуватися як розширення ТМЗК до інтелектуальної мережі (IN).

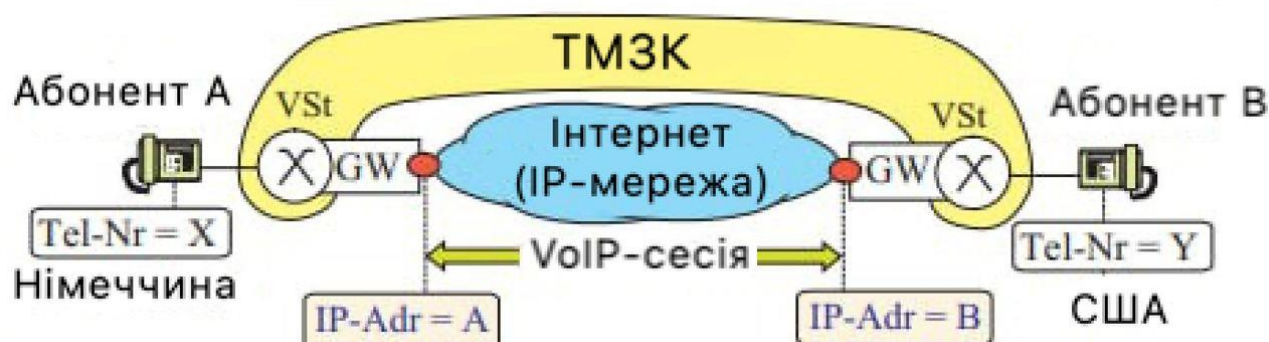


Рисунок 8.3 - Послуга VoIP як послуга IN - надання Інтернет-телефонії

GW: шлюз, VSt: центр комутації

Наприклад, якщо абонент А в Німеччині хоче зателефонувати абоненту В в США він просто набирає його номер телефону, як зазвичай. В результаті, для цього телефонного дзвінка встановлюється VoIP-сесія через Інтернет між АТС в Німеччині та АТС в США. Таким чином, витрати на міжнародні дзвінки можуть бути значно знижені.

Однак, як видно з рисунку 8.2, тут є проблема. Вона полягає в тому, що спочатку потрібно визначити IP-адресу шлюзу в США, через який можна зв'язатися з абонентом В. При використанні SIP як протоколу сигналізації VoIP,

тобто як протоколу для встановлення сеансу VoIP, потрібна IP- адреса визначається за допомогою DNS.

8.3 Побудова по протоколу H.323, домени H.323

H.323 в основному описує архітектуру та функції окремих системних компонентів для передачі аудіо та відео в мережах IP. Кінцеві пристрої називаються терміналами H.323. Так званий воратар виконує важливу функцію в H.323. Він відповідає за керування групою терміналів, а також за підтримку QoS (якість обслуговування). Група терміналів, керованих воратаром, утворює зону H.323 як квазі підмережу H.323. Рисунок 8.4 зображує таку зону

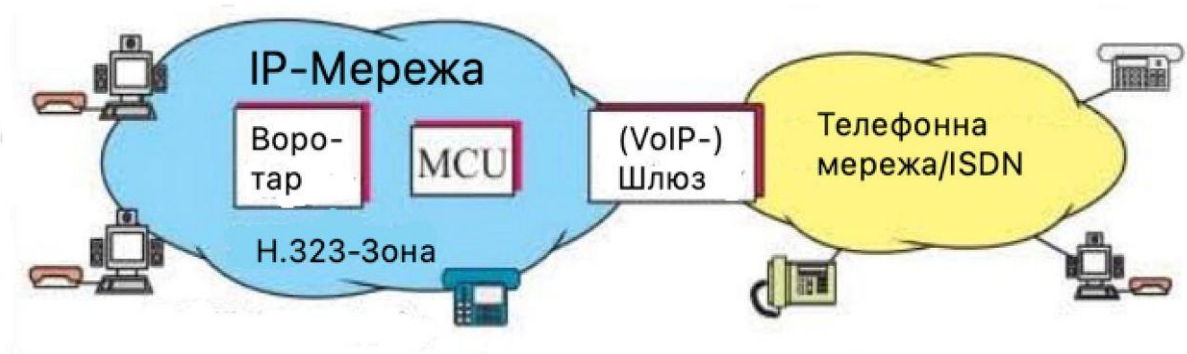


Рисунок 8.4 - Ілюстрація зонального воратаря H.323, тобто центральної контрольної точки, MCU-облаштування управління конференціями

Номери телефонів, адреси електронної пошти або URL-адреси H.323 можна використовувати для адресації терміналів. Важливим завданням воратаря є визначення IP-адрес викликаних терміналів під час ініціювання сеансів. Для цього він підтримує таблицю зіставлення телефонних номерів з IP-адресами терміналів у своїй зоні. Оскільки голосовий і відеозв'язок призводить до зайнятості смуги пропускання ліній, не всім терміналам дозволено «використовувати» стільки смуг пропускання, скільки їм потрібно. Таким чином, кожен термінал повинен бути зареєстрований у воратаря своєї зони,

крім того, повинен контролювати зайнятість «лінії обміну» і таким чином, усі вихідні з'єднання (наприклад, до Інтернету).

У великій мережі адміністративної одиниці (наприклад, компанії, установи), в якій різні місця об'єднані в мережу. У кожному місці має сенс налаштувати зону Н.323. Таким чином, мережа міститиме кілька зон Н.323. Як на малюнку 8.5 показано, кілька зон Н.323 у домені Н.323, які потім об'єднуються в адміністративну одиницю.

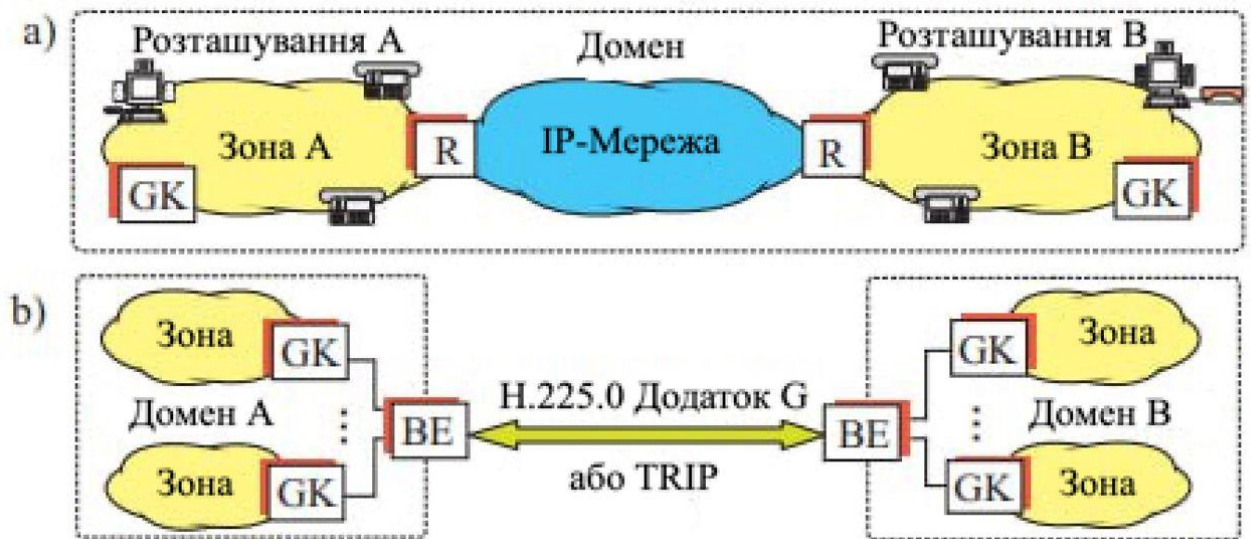


Рисунок 8.5 - Домени Н.323 а) Структура домену; б) Мережа доменів.

BE: прикордонний елемент, GK: воротар, R: маршрутизатор, TRIP:

маршрутизація телефонії через IP

Передача контролю для встановлення та очищення з'єднань для аудіо- та відеозв'язку між різними доменами описана в додатку G до стандарту H.225.0. Протокол RAS (Registration, Admission and Status) між терміналами та воротарем містить, відповідні повідомлення (наприклад, запит про місцезнаходження) для підтримки зв'язку між різними доменами.

Поняття зон і доменів Н.323 повністю відповідає поняттю підмереж і доменів в протоколах IP-маршрутизації. Таким чином, зона Н.323 відповідає підмережі. Домен Н.323 можна порівняти з автономною системою. BE в Н.323 відповідає прикордонному шлюзу в IP-маршрутизації. BGP-4 використовується як протокол маршрутизації між двома прикордонними шлюзами.

8.4 Сімейство протоколів TCP/IP та H.323

TCP/IP - це стек протоколів, що використовується для передавання даних в мережі Інтернеті, містить велику кількість протоколів. Побудований на відкритих стандартах стек протоколів, який є у вільному доступі для широкого загалу та може вільно використовуватись будь-яким розробником чи виробником обладнання та ПЗ.

На рисунку 1.4-1 показана архітектура протоколу для мультимедійного зв'язку відповідно до H.323. Аудіо- та відеозв'язок створює зв'язки з певною пропускнуою здатністю, що гарантія QoS має велике значення. RSVP (Res source ReSevation Protocol) можна використовувати для підтримки QoS з H.323.

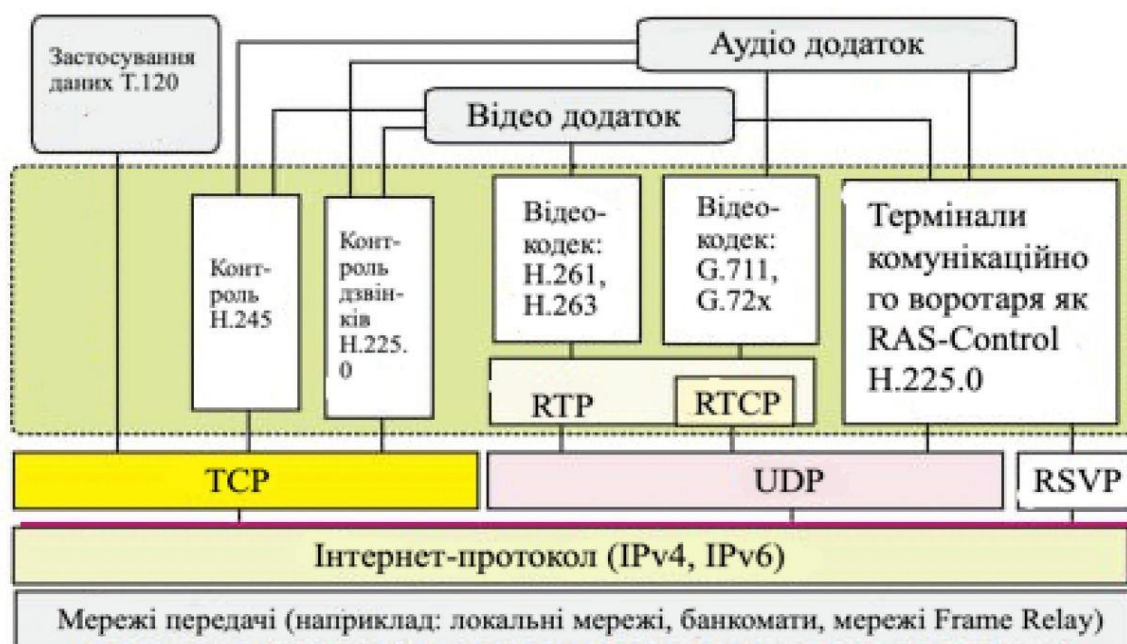


Рисунок 8.6 - Сімейство протоколів TCP/IP і компоненти H.323.

РАН: Реєстрація, Допуск, Статус

Сфера застосування H.323 включає наступні функції:

- 1)Контроль RAS (Registration, Admission and Status)

Це контроль, який працює між терміналами та воротарем. Воротар по суті представляє штаб-квартиру всередині однієї зони Н.323, може ініціювати з'єднання, лише якщо він уже зареєстрований у воротарі.

2) Контроль дзвінків (сигналізація дзвінків) згідно Н.225.0

Це принципи, згідно з якими створюється канал керування для протокол Н.245, тобто канал керування Н.245, між двома терміналами будується та демонтується. Канал керування Н.245 майже не відрізняється від каналу D на ISDN. Було прийнято стандарт Q.931, який визначає протокол D-каналу в ISDN.

3) Контроль Н.245

Йдеться про контроль налаштування та поломки логічних каналів для передачі аудіо та відео. Ці логічні канали представляють канали RTP (транспортний протокол реального часу) і в основному відповідають каналам В в ISDN. Управління під час налаштування та очищення логічних каналів здійснюється між двома терміналами через Н.245.

4) Передача медіа в реальному часі (аудіо/голос, відео)

Аудіо та відео передаються через канали RTP. Як транспортний протокол використовує UDP без підключення. Щоб контролювати доставку медіа в реальному часі, RTP використовує додатковий допоміжний протокол RTCP (RTP Control Protocol).

8.5 Важливі функції SIP

Найважливіші особливості SIP:

1) SIP — це протокол від IETF для сигналізації про виклики в аудіовізуальних комунікаціях і має величезне значення для реалізації VoIP. SIP був вперше схвалений IETF у березні 1999 року як RFC. Зараз SIP знайшов широке визнання отримав подальший розвиток. Оскільки специфікація нової версії SIP в RFC 3261 – червень 2002 р. – було опубліковано різноманітні RFC в якому представлені різні аспекти використання SIP. В серпні 2009 рік – у тій чи іншій формі існує вже понад 100 Інтернет-документів SIP.

2) Сеанс, встановлений між двома комп'ютерами за допомогою протоколу SIP, можна використовувати для обміну різними медіафайлами (голос, відео, дані) за допомогою протоколу RTP.

3) SIP працює за принципом запит/відповідь. Комп'ютер – як ініціатор зв'язку – посилає іншому комп'ютеру – своє SIP-повідомлення як запит. Він відповідає ініціатору із повідомленням SIP як відповідь. Принцип запит/відповідь в значній мірі відповідає принципу клієнт/сервер, тому в цьому контексті говорять про SIP-клієнт і SIP-сервер.

4) У SIP учасники реєструються за допомогою так званого SIP URI (Uniform Resource Identifier). SIP URI – як SIP-адреса – схожий на адресу електронної пошти. Використання URI для адресації IP-телефонів має величезну перевагу. Цей домен може поширюватися по всьому світу – як «кочівник», який використовує кожен комп'ютер як свій IP-телефон. Тому це також називають кочовим використанням Інтернету.

5) Повідомлення SIP надсилаються з використанням того самого синтаксису, що й закодованого протоколу HTTP/1.1

6) Щоб гарантувати безпеку зв'язку, було запропоновано декілька розширень SIP – наприклад, RFC 3329, 4474, 4538, 4916 і 5009. SIP дозволяє, серед інших, взаємну автентифікацію комп'ютерів.

7) За допомогою SIP можна реалізовувати різноманітні додаткові сервісні функції – так звані додаткові послуги. До них належать: переадресація виклику, переадресація виклику та утримання виклику, підключення (утримання виклику). Для цього були розроблені різні розширення SIP вказано в кількох RFC. Дзвінки можна перенаправляти, коли зайнято або коли викликана сторона відсутня.

8) Вже було кілька пропозицій щодо реалізації групового спілкування – особливо мультимедійних конференцій з SIP.

8.6 Побудова по протоколу SIP

Протокол Session Initiation Protocol (протокол ініціювання сеансів зв'язку SIP) - це протокол сигналізації, що використовується для встановлення, зміни і переривання сесій (або дзвінків) між одним або декількома користувачами IP-мереж. Протокол прикладного рівня, в типовому варіанті застосовується поверх UDP або TCP. Орієнтований на модель встановлення з'єднання IP з кінця в кінець.

SIP не залежить від моделі і масштабів зв'язку або конференц-зв'язку і від пакетного рівня, вимагаючи лише послуг доставки дейтаграм без підтвердження, так як надійність їх доставки забезпечується його власним механізмом. Призначений для ініціації сеансів протокол SIP забезпечує визначення адреси користувача і встановлення з'єднання з ним. Крім цього, він є основою для застосування інших протоколів, що реалізують функції захисту, аутентифікації, опису каналу мультимедійної зв'язку і т.д.

У протоколі SIP визначено два види сигнальних повідомлень - запит і відповідь. Вони мають текстовий формат і базуються на протоколі HTTP. У запиті зазначаються процедури, що викликаються для виконання необхідних операцій, а у відповіді - результати їх виконання.

Перевагою цього протоколу є:

1)Інновації SIP надає нові сервіси і додатки, недоступні в H.323 (або інших протоколах IP телефонії) Наприклад, SIP використовує просту інкапсуляцію на основі тексту (засновану на Інтернет стандарті MIME), що дозволяє передавати дані або запускати додатки одночасно з голосовим з'єднанням, полегшуючи відправку фото, візиток, MP3 при дзвінку абоненту.

2)Масштабованість - SIP використовує Інтернет-модель - швидкість і простота ядра і перефії. В рамках протоколів точка-точка, SIP більш ефективний (В той час, як H.323 потрібно обмін 13 повідомленнями, SIP використовує тільки 7.

Простота розгортання мереж - розгортання та підтримка SIP схожа з HTTP. Він використовує стандартні протоколи і функції, вже існуючі в IP мережах і легкий для розуміння мережесих адміністраторів і технічного персоналу.

Архітектура

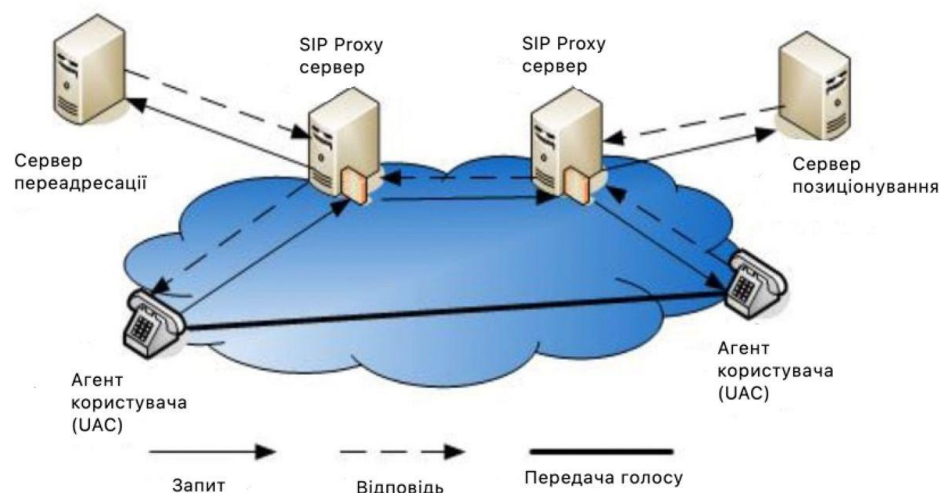


Рисунок 8.7 - Архітектура по протоколу SIP

1)Агенти - є додатками термінального обладнання і включають в себе дві складові: агент користувача - клієнт (User Agent Client - UAC) і агент користувача - сервер (User Agent Server - UAS), інакше звані клієнт і сервер відповідно.

2)User agent server (UAS) - Серверне додаток, яке відповідає на запити користувача при отриманні SIP запиту від клієнта. Зазвичай, більшість програм працюють і як UAC і як UAS. SIP Клієнт може бути програмою для PC, IP- телефоном або SIP шлюзом.

3)Proху- сервери - діють "від імені інших клієнтів" і містить функції клієнта (UAC) і сервера (UAS). Цей сервер інтерпретує і може перезаписувати заголовки запитів перед відправленням їх до інших серверів. Проксі-сервер

може виконувати додаткові функції, такі як аутентифікація, авторизація, маршрутизація, безпека, контроль доступу і передача достовірних запитів.

4)Сервери визначення місця розташування - визначають поточне місце розташування абонента і дає команду обладнанню абонента встановлювати з'єднання з абонентом за новою адресою. Для визначення поточного місцезнаходження абонента сервер переадресації звертається до сервера визначення місця розташування. Дозволяють розширити можливості мобільності абонента.

Нижче представлений алгоритм встановлення з'єднання за допомогою протоколу SIP за участю проксі-сервера:

1)Проксі-сервер приймає запит з'єднання INVITE від устаткування викликає користувача.

2)Проксі-сервер установлює місцезнаходження клієнта за допомогою сервера позиціонування (location server).

3)Проксі-сервер передає запит INVITE викликається користувачеві.

4)Обладнання викликається користувача повідомляє останнього про вхідний дзвінок і повертає проксі-сервера повідомлення про те, що запит INVITE обробляється (код 100). Проксі-сервер, у свою чергу, направляє цю інформацію обладнанню викликає користувача.

5)Коли абонент, що викликається приймає виклик, його обладнання сповіщає про це проксі-сервер (код 200), який переправляє інформацію про те, що дзвінок, до обладнання викликає користувача.

6)Викликаюча сторона підтверджує встановлення з'єднання передачею запиту АСК, яке проксі-сервер переправляє викликається стороні. Встановлення з'єднання закінчено, абоненти можуть обмінюватися мовною інформацією.

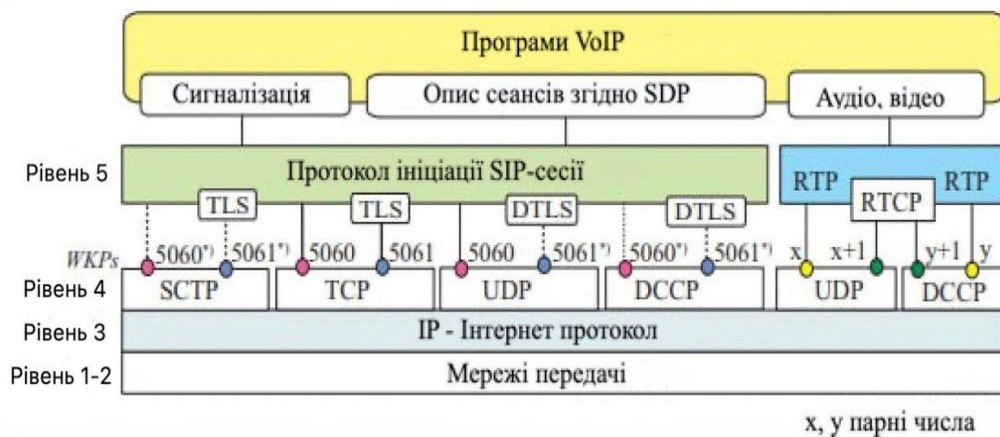


Рисунок 8.8 - SIP в моделі рівня та використання різних транспортних протоколів DCCP: Протокол керування перевантаженням дейтаграм, DTLS: TLS дейтаграм, SDP: Протокол опису сеансу, TLS: Безпека транспортного рівня.

Коли розроблявся SIP, спочатку передбачалося - ще в 1999 році - що це буде ненадійний транспортний протокол без підключення. Тому SIP має свої прості механізми, для надійної передачі повідомлень через мережу IP. У порівнянні з використанням TCP, сеанс встановлюється під час використання UDP більш ефективний і набагато швидший.

8.7 Структура SIP-адрес

Щоб «запросити» користувача до мультимедійного спілкування, це має бути розглянуто відповідно. З SIP це робиться за допомогою т.зв SIP URI (уніфікований ідентифікатор ресурсу). Таким чином, SIP-адреса є одним із найважливіших протоколів Інтернету і використовується не тільки для VoIP, але також для IPTV. Як показано на рисунку 8.9, це значно вплинуло на структуру SIP-URI.

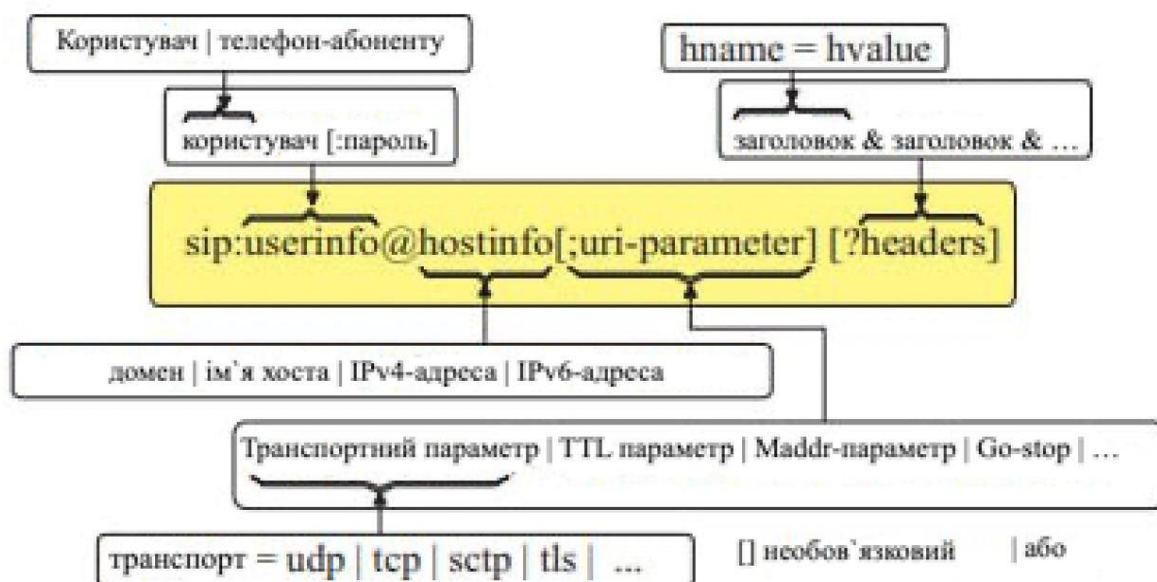


Рисунок 8.9 - Спрощена структура URI SIP – на основі RFC 3261

Тому URI SIP для VoIP може мати таку структуру, наприклад:

1) sip:user@domain

Наприклад, представляє (приховану) адресу користувача Bob, точніше його IP-телефону, для VoIP з SIP в Інтернет-домени хуз.de часто використовується SIP URI із цією структурою та повністю відповідає адресі електронної пошти. SIP URI цього типу не тільки ідентифікує користувача на IP-телефоні, але також користувач в домені Інтернету

2) sip:user@hostname

Означає, що комп'ютер із іменем хоста знаходиться в домені хуз.de служить IP-телефоном користувача Bob. У разі використання SIP URI із цією структурою SIP-проксі більше не потрібен.

3) sip:user@hostname;transport=tcp

За допомогою цього URI, на додаток до SIP URI, сказано, що комп'ютер в домені хуз.de для передачі SIP-повідомлень використовується транспортний протокол TCP.

З цих прикладів видно, що схема адресації від SIP до адаптовано концепцію адресації в Інтернеті і DNS можна використовувати для

перетворення SIP-адрес в IP-адреси. Це величезна перевага порівняно з VoIP з Н.323.

Слід підкреслити, що вказувати пароль в SIP URI теоретично можливо, але навіть у RFC 3261, де така можливість була вказана, вказувати ідентифікатор користувача у вигляді звичайного тексту не рекомендується.

8.8 Приклади використання SIP

SIP можна використовувати різними способами в мережах IP як протокол сигналізації для VoIP. За допомогою SIP визначаються різні сервери SIP, які є специфічними

Сервери SIP:

- 1)Проксі-сервер – часто називають SIP-проксі
- 2)Сервер перенаправлення
- 3)Реєстратор, який часто також виконує роль сервера розташування.

Усі SIP-сервери зазвичай реалізуються як програмні функціональні модулі та розміщуються на відповідних виділених комп'ютерах.

Важливим завданням проксі-сервера є підтримка мобільності, щоб користувач, якій телефонує – міг «переміщатися» між різними доменами DNS і залишатися доступним. Викликана особа може мати свій домашній домен, який надається абоненту з SIP URI сторони, який можна залишити та стати гостем в іншому іноземному домені який ще не відомий абоненту. Якщо абонент «переїхав» на чужий домен, для встановлення сесії VoIP-зв'язку використовуються кілька SIP-серверів, за допомогою яких вхідні дзвінки переадресовуються на чужі домени.

Замість SIP-проксі також можна використовувати так званий сервер переадресації. Його завдання може полягати в тому, щоб повідомити відправника, від якого він отримав запит INVITE - наприклад, IP-телефон, в якому іноземному домені зараз знаходиться особа, якій телефонують. Таким

чином, сервер перенаправлення лише інформує відправника про те, до якого домену має бути встановлено або перенаправлено вже ініційований сеанс.

8.9 SIP-повідомлення - їх значення та структура.

Повідомлення SIP представляє або запит від ініціатора зв'язку його партнеру по зв'язку, або відповідь від ініціатора. Таким чином, існує два типи SIP-повідомлення: запит і відповідь. Кожен запит описує необхідну дію, а кожна відповідь передає реакцію на запит.

Специфікація SIP у RFC 3261, яка вважається основною специфікацією SIP, визначає такі шість типів запитів, також відомих як методи:

1) INVITE. З запитом INVITE IP-телефон ініціює новий сеанс для передачі медіа в реальному часі. INVITE містить, серед інших SIP-адрес сторони, що викликаються і сторони що телефонують, а також опис сеансу, який буде ініційовано згідно з протоколом SDP. В описі ініціатор сеансу пропонує, методи кодування голосу, щоб можна було перевірити сумісність обох IP-телефонів.

2) BYE. Запит BYE ініціює припинення існуючого сеансу з'єднання VoIP між двома учасниками.

3) ACK. Запит ACK (ACKnowledgement) служить «позитивним» підтвердженням. ACK завершує встановлення сеансу

4) CANCEL. Запит CANCEL використовується для скасування встановлення вже розпочатого сеансу - з боку IP-телефону або його SIP-сервера - і таким чином завершити його передчасно.

5) REGISTER. У запиті REGISTER так званому реєстратору надається, інформація про місцезнаходження користувачів, тобто коли вони використовують IP-телефони. Реєстратор може бути розміщений як функціональний модуль на проксі-сервері або сервері перенаправлення або на виділеному сервері розташування.

6) OPTIONS. Запит OPTIONS можна використовувати для отримання медіа-можливостей IP-телефону абонента. Наприклад, можна запитати IP-

телефон про те, які типи медіа (аудіо, відео) він може отримувати та які методи кодування цих медіа він підтримує.

7) INFO. Запит INFO можна використовувати між комп'ютерами, що спілкуються під час нього передається додаткова керуюча інформація або додаткова інформація, яка безпосередньо не відноситься до існуючого сеансу. У INFO повідомлення від системи сигналізації SS7 можуть передаватися вбудованими під час підключення систем ISDN або GSM через IP-мережі. Запит INFO визначено в RFC 2976.

8) PRACK (підтвердження попередньої відповіді) Деякі відповіді, наприклад дзвінок 180, мають тимчасовий характер у SIP - це так звані тимчасові відповіді, тому зазвичай вони не підтверджуються одержувачем. Оскільки SIP використовує ненадійний транспортний протокол UDP, тимчасова відповідь може бути втрачена під час передачі. У запиті PRACK просто зазначено: «Ми очікуємо на остаточну відповідь». PRACK використовується, наприклад, під час налаштування мультимедійних сеансів із резервуванням пропускної здатності в мережах нового покоління. Використання PRACK описано в RFC 3262.

9) UPDATE. Запит UPDATE можна використовувати для зміни певних параметрів, які визначають сеанс можуть бути змінені під час структури цієї сесії. В UPDATE часто надсилається модифікований опис сеансу відповідно до протоколу SDP. Використання UPDATE описано в RFC 3311.

10) MESSAGE. У RFC 3428 запит MESSAGE було визначено для ввімкнення обміну миттєвими повідомленнями (IM) за допомогою SIP. Інформація (повідомлення) у системі обміну миттєвими повідомленнями інкапсулюється в запити MESSAGE транспортовано.

Повідомлення SIP, тобто як запити, так і відповіді, є текстовими та структуровані рядок за рядком. Кодування тексту відповідає принципам, викладеним у RFC 3629. Кожне SIP-повідомлення складається з початкового рядка, заголовка повідомлення та тіла повідомлення. Тіло повідомлення є

необов'язковим.¹⁴ Ім'я (тип) повідомлення міститься у початковому рядку, який показує, чи це запит чи відповідь.

Структура повідомлення SIP

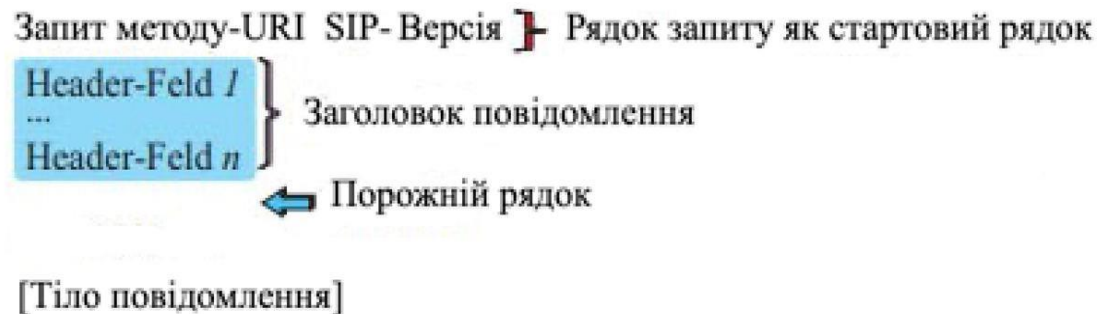


Рисунок 8.10 - Загальна структура SIP-повідомлень

Кожен запит SIP починається з рядка запиту як початкового рядка, який містить таку інформацію: Метод представляє тип запиту; такі як ЗАПРОШЕННЯ, ДО ПОБАЧЕННЯ, ПІДТВЕРДЖЕННЯ, ОПЦІЇ, ПОСИЛАННЯ, ОНОВЛЕННЯ. Таким чином, встановлення кожного сеансу ініціюється запитом INVITE у INVITE спеціальні функції сеансу, який потрібно встановити, вказуються як тіло повідомлення відповідно до протоколу SDP (Session Description Protocol), щоб перевірити, серед іншого, сумісність між IP-телефонами. Наприклад, у запиті UPDATE як тіло можна надати деяку інформацію, щоб відповідно змінити існуючий сеанс, тобто змінити його властивості.

Протокол SIP також використовується для надання послуг обміну миттєвими повідомленнями та присутності. У цьому випадку, наприклад, інформація може передаватися в запитах MESSAGE, NOTIFY або PUBLISH - у форматі S/MIME або у вигляді файлів XML - про певні об'єкти, які не стосуються існуючої сесії.

Структура SIP-відповідей

Відповіді SIP структуровані рядок за рядком подібно до запитів SIP мають структуру, показано на рисунку 8.11.

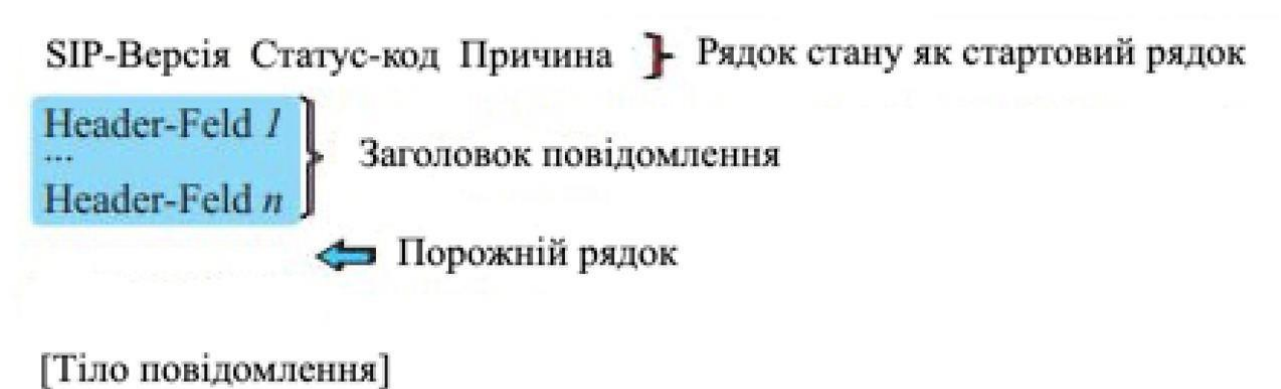


Рисунок 8.11 - Загальна структура SIP-відповідей

Початковий рядок у відповідях називається рядком стану. Код статусу в рядку стану починається із зазначення версії SIP - як SIP/2.0, після чого йде тризначне число як код статусу, що вказує на значення відповіді, і, нарешті, назва відповіді в звичайний текст як причина. Перша цифра в коді стану вказує, який це клас відповіді.

Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань) до розділу 8:

Перегляньте відео

Квятковська А.



Дайте відповіді на наступні запитання:

- Опишіть архітектуру протоколу SIP, чітко розмежувавши ролі ключових елементів: SIP User Agent (UA), SIP Proxy Server (Проксі-сервер), SIP Registrar Server (Сервер реєстрації) та SIP Redirect Server (Сервер перенаправлення). Поясніть, яку *основну функцію* виконує кожен із цих елементів у процесі встановлення, модифікації та завершення мультимедійного сеансу.
- Проаналізуйте типовий сценарій встановлення простого голосового виклику між двома абонентами (UA1 та UA2) через проксі-сервер. Складіть послідовність SIP-повідомлень (наприклад, INVITE, TRYING, RINGING, OK, ACK, BYE) та кодів відповідей (наприклад, 100, 180, 200), які передаються між учасниками. Окремо поясніть, яке повідомлення використовується для узгодження параметрів медіасеансу і до якого протоколу (наприклад, SDP) це повідомлення має відношення.

РОЗДІЛ 9. VOIP-ШЛЮЗИ: КОНЦЕПЦІЇ ТА ПРОТОКОЛИ

9.1 VoIP та класичні системи для голосового зв'язку

Щоб гарантувати, що абонент із класичним телефоном у телефонній мережі зможе зустрітися з абонентом із IP-телефоном у мережі IP, існують системні компоненти та мережі для голосового зв'язку з IP-мережами. Вони повинні бути відповідним чином інтегровані. Для цього необхідно налаштувати спеціальні VoIP-шлюзи, також відомі як медіа-шлюзи.

Під час об'єднання в мережу звичайних компонентів для голосового зв'язку через IP-мережу необхідно встановлювати та розривати віртуальні з'єднання між медіа-шлюзами. Для цього потрібні спеціальні протоколи, також відомі як протоколи медіашлюзу. Уже є два таких протоколи, а саме MGCP (Media Gateway Control Protocol) від IETF і Megaco (Media Gateway Control), який спільно визначено IETF і ITU-T. Медіашлюзи з їхніми протоколами є найважливішими компонентами платформ шлюзів або так званих програмних комутаторів, які мають велике значення при переході до мереж наступного покоління.

Перехід до використання VoIP вимагає розумної інтеграції наявних системних компонентів для голосового зв'язку з IP-мережею. Для цього визначено певні типи шлюзів VoIP, які часто називають медіа-шлюзами. Для інтеграції всіх систем і мереж, які вже використовуються для голосового зв'язку з IP-мережами, використовуються різні типи медіа-шлюзів.

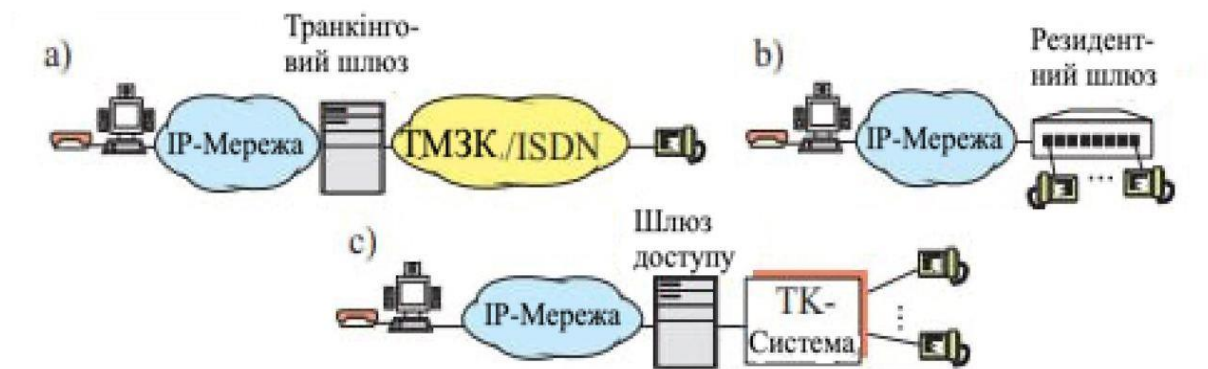


Рисунок 9.1 -Типи медіашлюзів: а) транкінговий шлюз; б) резидентний шлюз;с) шлюз доступу

1) Транкінгові шлюзи для інтеграції IP-мереж із TM3K або ISDN.

2) Резидентні шлюзи для підключення класичних телефонів до IP-мережі.

Ці шлюзи забезпечують інтерфейси для підключення аналогових телефонів до IP-мереж.

3) Шлюзи доступу для підключення класичних телекомунікаційних систем до IP-мереж з підтримкою VoIP.

Медіашлюз (MG) являє собою компонент між IP-мережею та класичною системою або кінцевим пристроєм для голосового зв'язку. MG має завдання кодувати голосові сигнали під час передачі голосу в IP-мережу та перетворювати їх у IP-пакетів і при передачі голосу у зворотному напрямку генерувати відповідні голосові сигнали з отриманих IP-пакетів.

Рисунок 9.2 ілюструє завдання протоколу MG. MG можна розглядати як компонент, який дає змогу підключати класичні компоненти для голосового зв'язку (такі як телефони, телекомунікаційні системи) до IP-мережі з підтримкою VoIP.

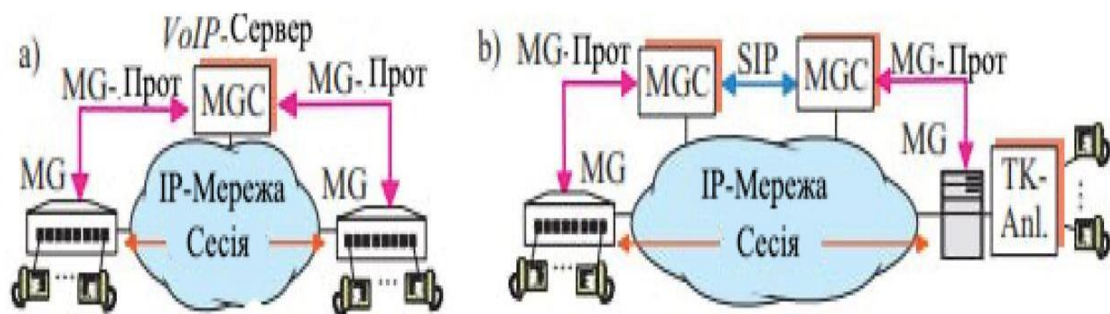


Рисунок 9.2 - Ілюстрація завдань протоколу MG: а) Використання MGC;
б) Використання кількох MGC

Рішення на рисунку 9.2 представляє IP-АТС із сервером VoIP. Протокол MG визначає повідомлення та правила для «конфігурації» відповідних MG, щоб між ними можна було передавати голос або відео за допомогою протоколу RTP. Якщо використовується кілька MGC, вони повинні передавати певну керуючу інформацію один одному. Для цього дуже підходить протокол SIP. Також можна використовувати H.323. Кожному MG має бути призначено MGC. Один MGC може керувати кількома MG. Якщо IP-мережа інтегрована з ТМЗК/ISDN за допомогою MG, голосовий зв'язок може відбуватися між телефонами в IP-мережі та телефонами в ТМЗК/ISDN. Як показано на малюнку 9.3, MGC реалізує необхідний контроль над MG за допомогою протоколу MG, такого як MGCP або протоколу Megaco.



Рисунок 9.3 - Важливість протоколів MG при інтеграції IP-мережі з ISDN.

Компоненти MG і MGC є найважливішими компонентами шлюзових платформ, які забезпечують міграцію до мереж наступного покоління.

9.2. Концепція MGCP

MGCP (Media Gateway Control Protocol) Третій підхід до побудови мереж IP-телефонії, заснований на використанні протоколу MGCP, також запропонований комітетом IETF, робочою групою MEGACO.

Протокол управління телефонними шлюзами зовнішніми пристроями управління - media gateway controllers або call agents.

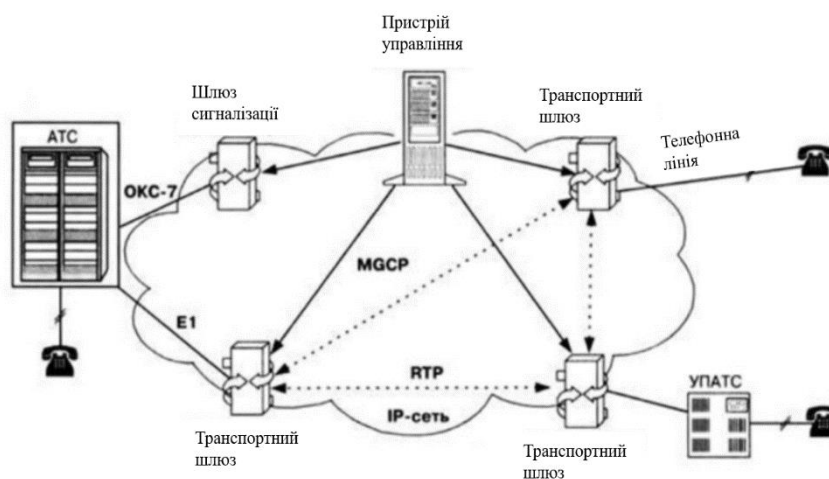


Рисунок 9.4 - Архітектура мережі на базі протоколу MGCP

Транспортний шлюз (Media Gateway) – функції перетворення мовної інформації в вигляд, придатний для передачі по мережах з маршрутизацією пакетів IP: кодування і упаковка в RTP / UDP / IP

Контролер шлюзу (Call Agent) - виконує функції управління шлюзом

Шлюз сигналізації (Signaling Gateway) – забезпечує доставку сигнальної інформації, що надходить з боку PSTN до пристрою управління шлюзом і назад

Весь «інтелект» функціонально-розподіленого шлюзу розміщується в пристрої управління, функції якого, в свою чергу можуть бути розподілені між кількома платформами.

За допомогою MGCP можна керувати різними типами MG. Для визначення єдиного набору правил для цього в MGCP визначено певні терміни. До них належать, серед іншого: кінцева точка, виклик, з'єднання, подія та пакет – рисунок 9.5.

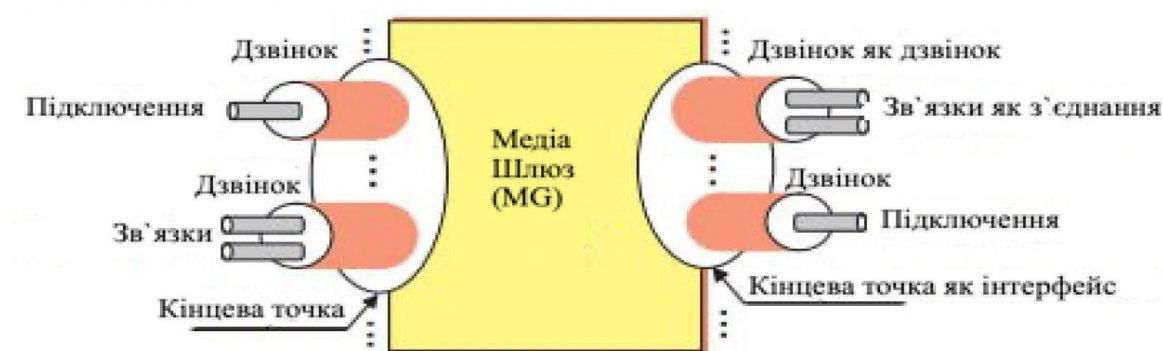


Рисунок 9.5 - Інтерпретація кінцевої точки, виклику та підключення.

Кілька дзвінків можуть виконуватися одночасно через одну кінцеву точку. Дзвінок може складатися з кількох з'єднань, напр. один для голосового зв'язку та один для відеозв'язку.

Для однакового відображення сигналізації на всіх типах кінцевих точок визначаються події та пакети. Подія представляє певну послідовність сигналів у кінцевій точці. Група подій і сигналів у кінцевій точці утворює пакет. Таким чином, пакет містить список подій, які можуть відбуватися на типі кінцевої точки.

MGCP працює за схемою команда/відповідь і визначає кілька команд, які в основному використовуються агентом виклику (CA). Команди MGCP включають:

1)Endpoint Configuration (EPCF) – за допомогою EPCF CA може налаштувати кінцеву точку в MG.

2)NotificationRequest (RQNT) і Notify (NTFY) – із запитом RQNT CA отримує повідомлення від MG про особливі події в кінцевій точці.

3)CreateConnection (CRCX) – за допомогою CRCX CA запитує MG для створення встановлення з'єднання.

4)ModifyConnection (MDCX) – за допомогою MDCX CA викликає MG змінити властивості підключення.

5)DeleteConnection (DLCX) – DLCX видаляє CA і MG використовується для завершення з'єднання.

Команда має структуру, показану на рисунку 9.6.

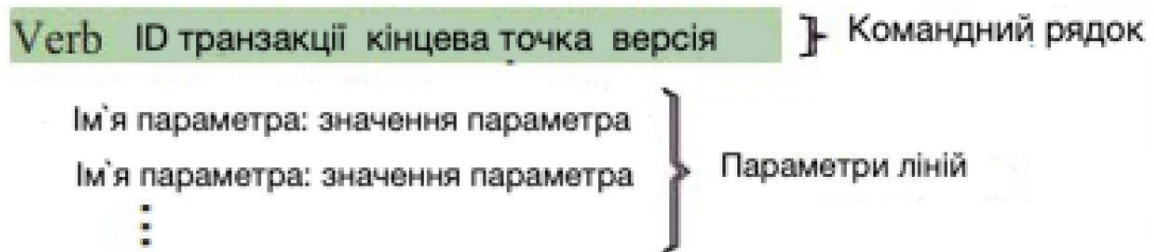


Рисунок 9.6 - Строкова структура команд MGCP, ID: Ідентифікація.

9.3 Протокол Megaco

У MGCP є деякі недоліки та обмеження. З іншого боку, конкуруюча пропозиція, розроблена ITU-T, виявилася більш перспективною, тому відповідна робоча група IETF також звернулася до пропозиції, розробленої ITU-T, і обидва органи погодилися щодо спільного протоколу MG називається Megaco. Megaco було схвалено IETF – спочатку як RFC 3015, а пізніше як RFC 35252, а також опублікований ITU-T як H.248.

Megaco — це протокол зв'язку між MG і MGC і відповідає функції за протоколом MGCP. У Megaco два MG контролюються в IP-мережі таким чином, що голос або відео можуть передаватись між ними через IP-мережу за допомогою протоколу RTP.

Для досягнення сумісності між обмінюваними MG використовується протокол SDP. За допомогою SDP MG можуть повідомляти один одному, які формати аудіо/відео вони підтримують, таким чином погоджуючи загальний формат.

Протокол Megaco, також званий протоколом керування шлюзом, використовує деякі нові терміни: включаючи припинення, пакет, дескриптор і

текст Con. Megaco базується на моделі медіашлюзу (MG), у якій визначено так звані термінації. Рисунок 9.7 ілюструє це більш детально.

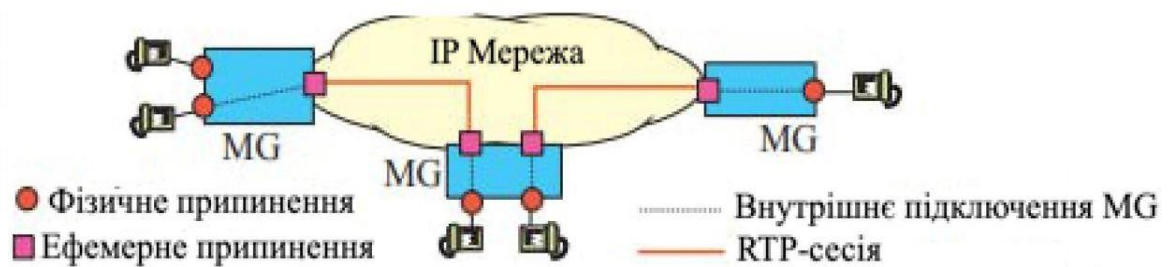


Рисунок 9.7 - Ілюстрація терміну: Припинення.

Для опису завершення (тобто порту MG) зазвичай потрібна така інформація: загальні властивості, можливі події, можливі сигнали та статистика. Специфікація припинення, у якій може бути надана перерахована інформація, у Megaco називається пакетом. Як показано на малюнку 9.8, Package описує хід сигналізації на лінії, яка починається або закінчується в кінці.

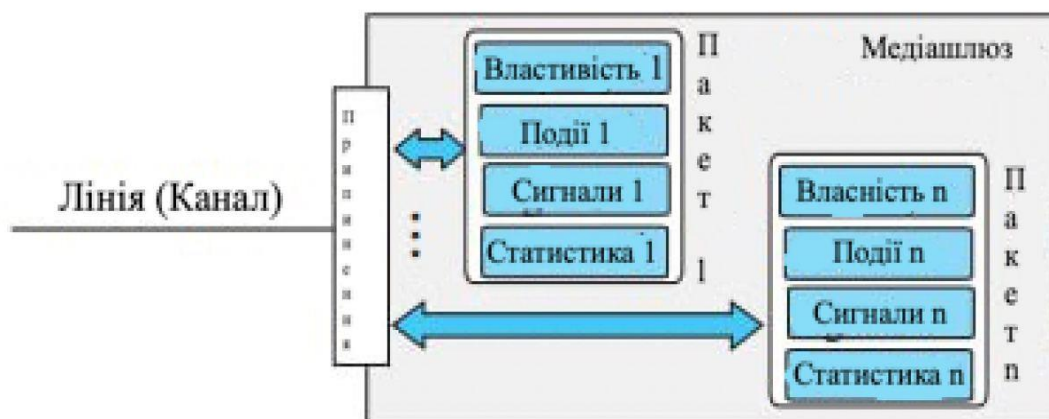


Рисунок 9.8 - Ілюстрація терміну пакет в Megaco

Деякі термінації можна налаштувати для кількох пакетів підтримка. Пакет в Megaco повністю відповідає пакету в MGCP.

Процес Megaco призводить до двох завершень у двох різних MG, які з'єднуються разом, щоб голос або відео могли передаватись між ними. Якщо два закінчення мають бути віртуально «з'єднані» одне з одним, вони повинні інформувати один одного про те, якими властивостями вони володіють.

На малюнку 9.8 показано процес Megaco під час демонтажу сеансу VoIP, у якому MG, що спілкуються, контролюються за допомогою MGC. Після того, як учасник А кладе слухавку, MG1 повідомляє про цю подію MGC за допомогою Notify. У відповідь MGC використовує Subtract, щоб запитати два медіашлюзи MG1 і MG2 завершити сеанс. Два шлюзи підтверджують це відповіддю. Коли абонент В кладе слухавку, MG2 сигналізує MGC сповіщенням. Нарешті, MGC просить два шлюзи за допомогою Modify дати йому сигнал підняти трубку на телефоні.

Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань)
до розділу 9

➤ Опишіть архітектуру сигналізації Megaco/H.248, чітко розмежувавши функціональні ролі двох основних елементів: Медіашлюз (Media Gateway, MG) та Контролер Медіашлюзів (Media Gateway Controller, MGC). Поясніть, чому Megaco/H.248 класифікується як протокол управління (control protocol) і як саме він забезпечує розділення функцій транспортування медіа (MG) та управління сигналізацією (MGC).

➤ Проаналізуйте структуру команд і повідомлень Megaco/H.248, пояснивши, що таке контекст (Context), кінцеві точки (Terminations) та команди/дії (Commands/Actions). На прикладі встановлення з'єднання між аналоговою телефонною лінією (POTS) та IP-мережею, опишіть логічну послідовність команд, які MGC надсилає до MG для створення нового контексту, конфігурації кінцевих точок та зв'язування медіапотоків.

РОЗДІЛ 10 МАРШРУТИЗАЦІЯ IP-ТЕЛЕФОНІЇ ТА VOIP-ПІРІНГ

10.1 Типові проблеми з VoIP

Завдяки VoIP кожен IP-телефон повинен мати можливість встановити з'єднання для голосового зв'язку з будь-яким іншим телефоном у ISDN або в цифровій чи аналоговій телефонній мережі. Щоб зробити це можливим, необхідно вирішити кілька проблем, які тепер будуть пояснені більш детально за допомогою типової ситуації, показаної на рис. 10.1.

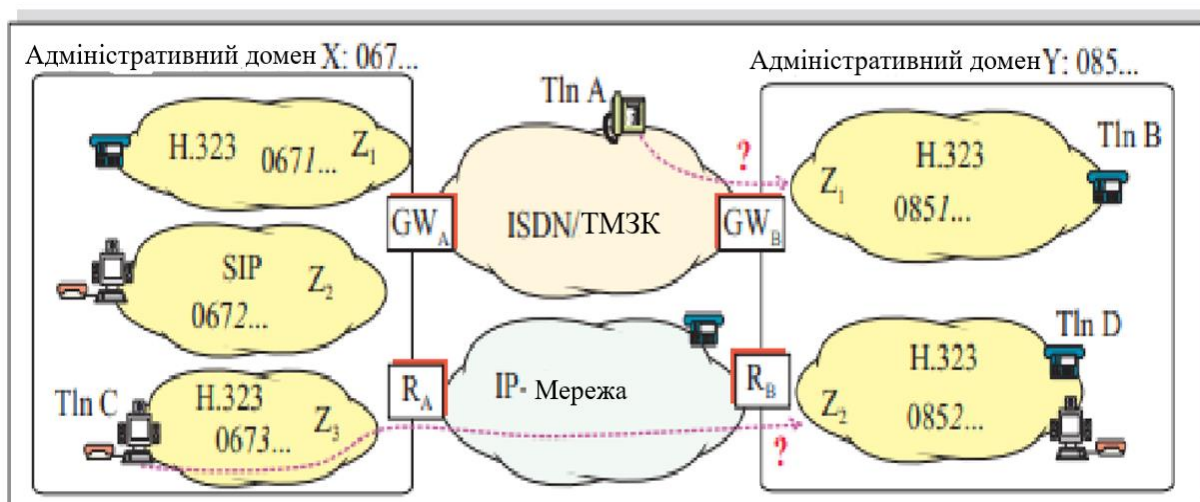


Рисунок 10.1 - Типова ситуація з VoIP – на яку IP-адресу направляється виклик

GW: шлюз, ISDN: цифрова мережа інтегрованих послуг,

TM3K: телефонна мережа загального користування, R: маршрутизатор,

Z: зона VoIP

Об'єднання комп'ютерів у велику адміністративну область, таку як велика компанія, міська адміністрація, університет тощо, зазвичай відбувається через IP-мережу з перехресним розташуванням. З точки зору голосового зв'язку місце розташування можна розглядати як зону VoIP. У зоні VoIP як протокол сигналізації можна використовувати або H.323 або SIP. Для H.323 зону VoIP слід замінити зоною H.323. З SIP зона VoIP відповідатиме Інтернет-домену.

Адміністративний домен зазвичай може містити кілька зон VoIP з різними протоколами сигналізації, деякі з яких використовують H.323, а інші використовують SIP як протокол сигналізації.

Голосовий зв'язок між телефоном у ISDN/TM3K та IP-телефоном у адміністративному домені обробляється через відповідний (GW).¹ Однак голосовий зв'язок між зовнішнім IP-телефоном в Інтернеті та внутрішнім IP-телефоном у адміністративному домені займає місце завжди через маршрутизатор. Як видно з рисунка 10.1, голосовий зв'язок між IP-телефоном може здійснюватися з адміністративний домен.

1) Проблема з вхідними дзвінками з ISDN/PSTN – Абонент А Наприклад, ISDN/TM3K ініціює виклик до абонента В в адміністративному домені Y. Оскільки IP-телефон абонента Б реалізує сигналізацію відповідно до H.323, шлюз GWB повинен надіслати повідомлення SETUP згідно з протоколом H.225.0 від H. 323 -Сім'я на IP-телефон абонента Б, щоб повідомити йому про вхідний дзвінок. Однак IP-адреса IP-телефону абонента Б невідома шлюзу GWB. IP-адреси часто динамічно призначаються комп'ютерам і, отже, IP-телефонам серверами DHCP. Шлюз обов'язково повинен знати, де він може отримати потрібний номер телефону та відображення IP-адреси. Таким чином він дізнається, яку IP-адресу зараз має IP-телефон абонента В. Цю проблему можна вирішити, наприклад, за допомогою TRIP.

2) Проблема з вихідними дзвінками. Наприклад, абонент С з адміністративного домену X ініціює дзвінок абоненту D в адміністративному домені Y. Із зони VoIP Z3 домену абонент D надсилається з домену Y. Однак IP-адреса IP-телефону абонента D невідома IP-телефону абонента С у зоні VoIP Z3. Тому в Z3 має бути місце, де ви можете отримати необхідний номер телефону та призначення IP-адреси в адміністративному домені Y. Цю проблему також можна вирішити за допомогою TRIP.

10.2 Поняття та використання TRIP

Щоб увімкнути необмежений голосовий зв'язок між різними адміністративними доменами, у кожному домені має бути відомо, як IP-телефони, встановлені в ньому, можуть бути досягнуті «ззовні» як пункти призначення виклику. Цю інформацію можна переглядати як маршрути телефонії. Як показано на малюнку 10.2, TRIP — це протокол, за допомогою якого сервери розташування адміністративних доменів можуть повідомляти один одному маршрути телефонії. За допомогою TRIP адміністративний домен називається ITAD (IP Telephony Administrative Domain) і позначає два взаємодіючі сервери розташування як однорангові, а з'єднання між ними — як однорангове з'єднання.



Рисунок 10.2 - Анонс маршрутів телефонії між адміністративними доменами.

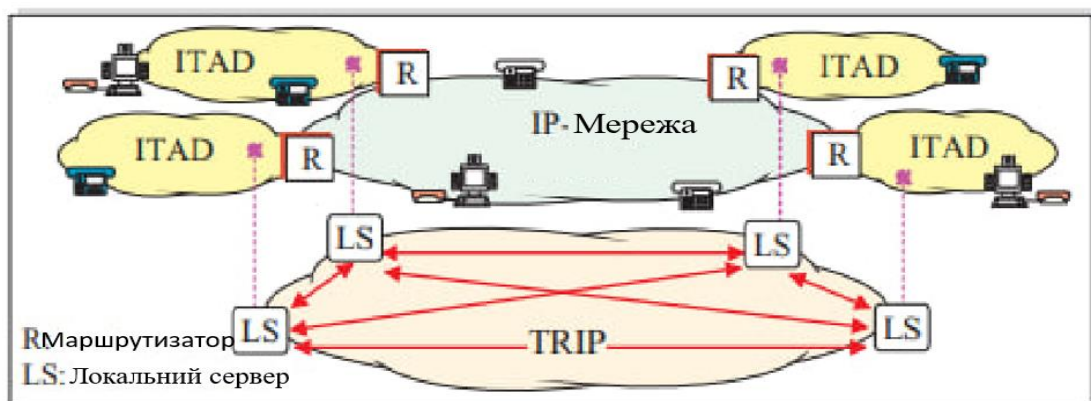
TRIP був розроблений переважно для використання між ITAD. Однак його також можна використовувати в ITAD для зв'язку між внутрішніми серверами визначення місцезнаходження. Це означає, що однорангове з'єднання може бути встановлене як всередині ITAD (внутрішні однорангові вузли), так і між різними ITAD (зовнішні однорангові вузли).

TRIP не залежить від протоколу сигналізації та може використовуватися як з H.323, так і з SIP. TRIP — це не протокол маршрутизації, а програма, яка використовує надійний транспортний протокол TCP. Це гарантує, що протокол TCP бере на себе гарантію передачі повідомлень TRIP. Тому TCP-з'єднання встановлюється між двома вузлами для обміну телефонними маршрутами.

Після встановлення TCP-з'єднання між одноранговими серверами розташування між ними «встановлюється» оточення TRIP. Це можна розглядати як взаємну готовність обмінюватися повідомленнями та представляє однорангове з'єднання. Щоб встановити сусідство, кожен одноранговий вузол надсилає повідомлення OPEN, у якому вказується ідентифікатор ITAD (My ITAD) і однорангового «відправника».

Якщо голосовий зв'язок має відбуватися між двома IP-телефонами з різних адміністративних доменів, IP-телефон, який ініціює з'єднання, повинен знати адресата виклику у вигляді IP-адреси в іншому домені, щоб сигналізувати про виклик повідомленням. Маршрут телефонії підключається до кожного адресата виклику через мережу IP.

Як показано на рисуюнок 10.3, виникає така проблема: як адресати виклику у вигляді IP-адрес в одному домені можуть бути відомі іншим доменам. Це та сама проблема, яка виникає з маршрутизацією в IP-мережах. Щоб вирішити цю проблему, ви можете встановити сервер розташування в кожному адміністративному домені, щоб зберігати всі адресати викликів у своєму домені. Сервери розташування окремих доменів мають повідомляти один одному адресати викликів, як у випадку з IP-маршрутизацією.



Рисуюнок 10.3 - TRIP і BGP як взаємодоповнюючі підходи BG:
прикордонний шлюз (маршрутизатор); LS: локальний сервер; SN: підмережа
IP; Z: зона VoIP.

Як показано на рисунку 10.2, TRIP — це протокол, згідно з яким сервери визначення місцезнаходження окремих доменів роблять телефонні маршрути, а отже і пункти призначення викликів відомими один одному.

Під час використання TRIP сервер розташування кожного ITAD може вивчати маршрути телефонії в інших ITAD з інших серверів розташування.

Оскільки TRIP використовує транспортний протокол TCP для передачі телефонних маршрутів, TCP-з'єднання повинні бути встановлені між серверами розташування. Таким чином, рішення, показане на рисунку 10.2, має той недолік, що кожен сервер розташування повинен мати TCP-з'єднання один з одним у інших ITAD. Про таке рішення у «відкритій» системі, в якій новий ITAD можна легко додати в будь-який момент, не може бути й мови.

Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань)
до розділу 10

Дати відповіді на тестові питання:

1. Який протокол маршрутизації використовує алгоритм вектора відстані (Distance Vector) і є протоколом внутрішнього шлюзу (Interior Gateway Protocol, IGP)?
А) BGP (Border Gateway Protocol)
Б) RIP (Routing Information Protocol)
В) OSPF (Open Shortest Path First)
Г) IS-IS (Intermediate System to Intermediate System)
2. Що є основною метрикою (метричною величиною) для протоколу маршрутизації OSPF при обчисленні найкоротшого шляху?
А) Кількість переходів (Hop Count)
Б) Затримка (Delay)
В) Вартість каналу (Cost/Bandwidth)
Г) Надійність (Reliability)
3. Яка функція є основною для протоколу BGP (Border Gateway Protocol)?
А) Маршрутизація між автономними системами (Inter-Autonomous System Routing)
Б) Визначення найкоротшого шляху в локальній мережі (LAN)
В) Автоматичне призначення IP-адрес (DHCP) Г) Кешування DNS-запитів

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Азарова, А. О. Комп'ютерні мережі та телекомунікації: навчальний посібник / Азарова А. О., Лисак Н. В. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 293 с.
2. Бадах А. Голосовий зв'язок через ІР ТехнолоГШю. 511 с.
3. Воцевська Р. Локальні мережі на базі обладнання компанії Cisco. Навчальний посібник. Харків. 2012.
- 4.Омельченко А. Системи комутації та розподілу інформації URL:<https://www.slideshare.net/morkowin/1-41002158>(дата звернення 1.05.2023)
5. Мережева академія Cisco. URL: <https://www.netacad.com>
- 6.Дузь В. І. Системи комутації і розподілу інформації. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013. 164 с.
- 7.Соловська І.М. Цифрові системи комутації: навч. посіб. з дисципліни «Системи комутації в електрозв'язку». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2007.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

Скорочення	Розшифрування (українською)	Пояснення (призначення)
PSTN ТМЗК	Public Switched Telephone Network	Традиційна комутована телефонна мережа загального користування.
NGN	Next Generation Network	Мережа наступного покоління, що об'єднує послуги передачі голосу, даних та мультимедіа на базі IP-протоколу.
IP	Internet Protocol	Основний мережевий протокол, що відповідає за маршрутизацію пакетів даних у глобальних та локальних мережах.
VoIP	Voice over IP	Технологія передачі голосового трафіку через IP- мережі.
SIP	Session Initiation Protocol	Протокол сигналізації для встановлення, модифікації та завершення мультимедійних сеансів (голос, відео).
SS7 / СКК-7	Signalling System No. 7 / Загальноканальна Система Сигналізації № 7	Традиційна система сигналізації, що використовується для управління викликами у мережах PSTN та взаємодії з NGN.
MGC	Media Gateway Controller	Контролер медіашлюзів; керуючий елемент у децентралізованій архітектурі (наприклад, Megaco/H.248).
MG	Media Gateway	Медіашлюз; пристрій, що перетворює медіапотоки між

Скорочення	Розшифрування (українською)	Пояснення (призначення)
		різними мережами (наприклад, PSTN та IP).
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Технологія комутації та передачі даних на основі осередків фіксованого розміру; використовувалася у магістральних мережах.
LAN	Local Area Network	Локальна обчислювальна мережа, що охоплює обмежену територію.
WAN	Wide Area Network	Глобальна (територіально-розподілена) обчислювальна мережа.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	Протокол динамічного налаштування вузлів, що автоматично призначає IP-адреси.
DNS	Domain Name System	Система доменних імен, що перетворює доменні імена на IP-адреси.
OSPF	Open Shortest Path First	Протокол внутрішньої маршрутизації (IGP), що використовує алгоритм визначення найкоротшого шляху.
BGP	Border Gateway Protocol	Протокол зовнішньої маршрутизації, що використовується для обміну інформацією між автономними системами (АС) в Інтернеті.
SDH / SONET	Synchronous Digital Hierarchy / Synchronous Optical Network	Стандарти для передачі великих обсягів даних через оптичне волокно на синхронних швидкостях.

Скорочення	Розшифрування (українською)	Пояснення (призначення)
ISDN	Integrated Services Digital Network	Цифрова мережа з інтеграцією служб, що забезпечує передачу голосу та даних по цифровій лінії.
DSL	Digital Subscriber Line	Технологія передачі даних по існуючих телефонних мідних лініях.
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Мультиплексор доступу абонентської лінії, що об'єднує трафік від багатьох DSL- користувачів.