

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Бакалавр

Освітній рівень

Комутаційна система телекомунікаційної мережі

Назва теми

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ

172 Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ

17 Електроніка та телекомунікації

Шифр і назва

ОСВІТНЯ ПРОГРАМА

172 Телекомунікації та радіотехніка

Назва

КПТР. 018003.01.012 ПЗ

Виконав:

здобувач 4 курсу, група ТР-18-1


підпис

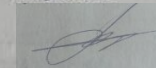
Казіонов НІКІТА
ініціали, прізвище

Керівник: канд. техн. наук, доцент


підпис, дата

Ілона ДРАЧ
ініціали, прізвище

Нормоконтроль: канд. техн. наук, доцент


підпис, дата

Олег ПИВОВАР
ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТМІТ
д-р техн. наук, доцент


підпис, дата
6.06.2022.

Сергій ПІДЧЕНКО
Ініціали, прізвище

«25» травня 2022р.

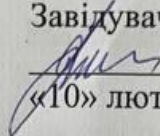
Хмельницький, 2022

Хмельницький національний університет

| | |
|-------------------|---|
| Факультет | інформаційних технологій |
| Кафедра | телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій |
| Освітній рівень: | бакалавр |
| Галузь знань: | 17 Електроніка та телекомунікації |
| Спеціальність: | 172 Телекомунікації та радіотехніка |
| Освітня програма: | 172 Телекомунікації та радіотехніка |

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМІТ

 Сергій ПІДЧЕНКО

«10» лютого 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ**

КАЗІОНОВУ Нікіті Андрійовичу

Прізвище, ім'я по батькові здобувача

1 Тема проєкту: Комутаційна система телекомунікаційної мережі

Керівник проєкту: ДРАЧ Ілона Володимирівна

Затверджено наказом по університету від «01» березня 2022р. № 18

2 Строк подання здобувачем проєкту на кафедру 25 травня 2022 року

3 Вихідні дані до проєкту

| № параметра | Умовне позначення | Значення параметра | Значення |
|-------------|-------------------|--------------------|--|
| 1 | $u_{аб}$ | 0,12 | телефонне навантаження з кожного абонента, Ерл |
| 2 | N | 100000 | загальна ємність АТС-Ц, абонентів |
| 3 | $u_{сл}$ | 0,85 | телефонне навантаження з кожної з'єднувальної лінії, Ерл |
| 4 | $V_{сл}$ | 400 | загальна кількість з'єднувальних ліній |
| 5 | $s_{аб}$ | 48 | пропускна здатність базового потоку, кб/с |
| 6 | S | 2048 | пропускна здатність первинного потоку, кб/с |
| 7 | $t_{ц}$ | 120 | тривалість циклу запису-читання |

| | | | |
|----|----------|---------------------------------------|---|
| | | | |
| 8 | | S-T-S T-S-T ST-S-ST ST-ST-ST | Базова структура – схема побудови комутаційного поля |
| 9 | m_s | 12 | розмірність S-комутаційного елемента |
| 10 | m_{st} | 10 | S-розмірність ST-комутаційного елемента |
| 11 | P | 0,002 | ймовірність втрат телефонного сполучення від абонента до абонента |

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Розрахувати такі параметри комутаційної системи:

1. Кількість абонентів на одному абонентському концентраторі
2. Пропускнну здатність T-ступеню або T-розмірність ST-ступеню комутації
3. Визначити конфігурацію та структурні параметри комутаційного поля, в тому числі:
 - a) оптимальний розмір абонентської групи та кількість груп
 - b) оптимальну кількість комутаційних елементів проміжних ланок
 - c) оптимальне число проміжних ланок
4. Визначити показник складності для кожного комутаційного елемента, загальний показник складності для комутаційного поля початкової та оптимізованої структури.

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень):

- 1) Загальна схема комутації
- 2) Підсумкова схема комутації
- 3) Схема поля S-S-T-T-S
- 4) Схема поля T-S-S-T
- 5) Схема поля ST-S-ST
- 6) Схема поля ST-ST

6 Консультанти розділів кваліфікаційного проєкту

| Розділ | Прізвища, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7 Дата видачі завдання 10 лютого 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Назва етапів (розділів) кваліфікаційного проєкту | Термін виконання етапів проєкту | Примітка |
|---|---------------------------------|----------|
| 1. Розробка завдання на кваліфікаційний проєкт | 15.02.2022р. | виконано |
| 2. Складання індивідуального плану на кваліфікаційний проєкт | 15.02.2022р. | виконано |
| 3. Написання першого (теоретичного) розділу | 10.03.2022р. | виконано |
| 4. Написання другого розділу | 26.03.2022р. | виконано |
| 5. Написання третього розділу | 15.04.2022р. | виконано |
| 6. Написання вступу і загальних висновків та пропозицій до кваліфікаційного проєкту | 30.04.2022р. | виконано |
| 7. Оформлення кваліфікаційного проєкту | 10.05.2022р. | виконано |
| 8. Рецензування кваліфікаційного проєкту | 15.05.2022р. | виконано |
| 9. Презентаційні матеріали за результатами виконання дипломного проєкту | 20.05.2022р. | виконано |

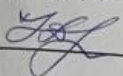
Здобувач



 (підпис, дата)

Нікіта КАЗІОНОВ

Науковий керівник



Ілона ДРАЧ

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційного проєкту: «Комутаційна система телекомунікаційної мережі»

Автор роботи: Казіонов Нікіта Андрійович

Керівник роботи: канд. техн., доц. Драч Ілона Володимирівна

Пояснювальна записка: 92 сторінок, 48 рисунків, 10 таблиць, 27 джерел.

Графічна частина: 2 структурних схеми, 12 презентаційних слайдів.


КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОМУТАЦІЙНЕ ПОЛЕ, ОПТИМІЗАЦІЯ .

Метою кваліфікаційного проєкту є оптимізація різних типів систем комутації полів.

У процесі роботи було проведено дослідження різних типів системи комутації полів , їх аналіз і подальші способи їх оптимізації щоб досягти максимальних результатів їх роботи і зменшити затрати на виробництві.

Внаслідок проведеної роботи я провів певні дослідження та аналіз різних типів систем і їх подальшу оптимізацію і прийшов до висновку що найбільш вигідною є система з структурою ST-S-ST.

Науковий керівник



(підпис, дата)

Ілона Драч

Студент



(підпис, дата)

Нікіта Казіонов

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| 1. ВСТУП | 11 |
| 1.1 СИСТЕМА КОМУТАЦІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ І МЕРЕЖ..... | 11 |
| 1.2 Класифікація комутаційних систем | 14 |
| 1.3 Телекомунікаційна мережа | 16 |
| 1.4 Поняття системи комутації, класифікація, узагальнена структура | 21 |
| 1.5 ПРИНЦИПИ КОМУТАЦІЇ | 23 |
| 1.6 Інтерфейс із мережею TMN. | 27 |
| 2. Загальні розрахунки системи комутації | 31 |
| 2.1. Вхідні данні для розрахунку. | 31 |
| 2.2. Побудова схеми центрального комутаційного поля та розрахунок структурних параметрів | 41 |
| 3. Побудова імовірнісного графа для розрахунку втрат. | 50 |
| 3.1. Імовірнісний граф для комутаційного поля S-T-S..... | 50 |
| 3.2. Імовірнісний граф для комутаційного поля T-S-T. | 56 |
| 3.3. Імовірнісний граф для комутаційного поля ST-S-ST..... | 59 |
| 3.4. Імовірнісний граф для комутаційного поля ST-ST..... | 61 |
| 4. Розрахунок втрат на основі графа | 63 |
| 4.1. Розрахунок для структури S-T-S | 63 |
| 4.2 Розрахунок для структури T-S-T | 66 |
| 4.3 Розрахунок для структури ST-S-ST | 67 |
| 4.4 Розрахунок для структури ST-ST-ST | 68 |
| 5 ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ СХЕМИ КОМУТАЦІЙНОГО ПОЛЯ | 69 |
| 5.1. Оптимізація ЦКП для структури S-T-S | 69 |

| | | | | |
|---|------|---------------|--------------------|-------|
| КПТР. 018003.01.12 ПЗ | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| Розроб. | | Казіонов.Н.А. | <i>[Signature]</i> | 25.05 |
| Перевір. | | Драч І.В. | <i>[Signature]</i> | 25.05 |
| Н. Контр. | | Стецюк І.В. | <i>[Signature]</i> | 8.06 |
| Затверд. | | Підченко С.К. | <i>[Signature]</i> | |
| Комутаційна система телекомунікаційної мережі | | | Літ. | Арк. |
| Пояснювальна записка | | | | 7 |
| ХНУ, гр ТР-18-1 | | | Акрушів | 92 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2. Оптимізація ЦКП для структури T-S-S-T..... | 72 |
| 5.3. Оптимізація ЦКП для структури ST-S-ST | 74 |
| 5.4. Оптимізація ЦКП для структури ST-ST | 76 |
| 6. Структурні схеми елементів | 79 |
| 6.1. Структурні схеми та показники складності окремих елементів | 79 |
| 6.2. Розрахунк та порівняння показників складності | 84 |
| ВИСНОВКИ | 87 |
| Перелік джерел посилання | 88 |

| № строки | Формат | Позначення | Найменування | Кіл. | № | Примітки |
|----------|--------|-----------------------|----------------------------|------|---|----------|
| | | | <u>Текстова частина</u> | | | |
| 1 | A4 | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Пояснювальна записка | 1 | | |
| | | | <u>Графічна частина</u> | | | |
| 2 | A4 | КПТР. 018003.01.12 E1 | Загальна схема комутації | 1 | | |
| | | | Схема структурна | | | |
| 2 | A4 | КПТР. 018003.01.12 E2 | Підсумкова схема комутації | 1 | | |
| | | | Схема структурна | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|--------------------|--|------|-------|---------|--|--|---|
| КПТР.018003.01.12 ВП | | | | | | | | | |
| Арк | № докум. | Підпис | Дат | | | | | | |
| розроб. | Козіонов. Н.А. | <i>[Signature]</i> | 25.05 | | | | | | |
| перевір. | Проє. І.В. | <i>[Signature]</i> | 25.05 | | | | | | |
| конт. | Кивовар. О.С. | <i>[Signature]</i> | | | | | | | |
| атв.. | Підченко С. К. | <i>[Signature]</i> | 25.05 | | | | | | |
| Відомість кваліфікаційного проекту | | | <table border="1"> <tr> <td>Арк.</td> <td>Аркуш</td> <td>Аркушів</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> </table> | Арк. | Аркуш | Аркушів | | | 1 |
| Арк. | Аркуш | Аркушів | | | | | | | |
| | | 1 | | | | | | | |
| | | | ХНУ, гр. ТР-18-1 | | | | | | |

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

БАЛ – блок абонентських ліній;

ГО – генераторне обладнання;

БСЛ – блок сполучних ліній;

КСЛ – комплект з'єднувальних ліній;

АК – абонентський набір;

КП - керуючий пристрій ;

СП - системи передачі ;

СК - система комутації ;

БЗЛ - блоки з'єднувальних ліній

ІКМ - імпульсно-кодова модуляція

КП - комутаційне поле

СУ - система управління

КІ - канальний інтервал

TMN - Телекомунікаційна мережа управління

АК - абонентські концентратори

ММ – математична модель

ЗЗ – зворотній зв'язок

КТЧ - канал тональної частоти

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ВСТУП

Обмін інформацією між двома або кількома особами називається комунікацією. Слово теле – це грецьке слово, що означає відстань. Отже, телекомунікація означає обмін інформацією між двома віддаленими місцями.

Телекомунікації представляють собою передачу інформації від суб'єкта в одному місці до іншого суб'єкта в іншому місці, тоді як інформація може бути у формі даних, голосу або символу.

Суб'єктами можуть бути люди, комп'ютери, факсимільні апарати, телеграфні апарати, телефони або так далі. В випадках передачі інформації суб'єкти, що спілкуються, відомі як Джерело і пункт призначення, відповідно.

У березні 1876 року Олександр Грем Белл винайшов і продемонстрував свій телефонний апарат і можливість голосового зв'язку на відстані. Він продемонстрував точку зв'язку, в якій абонент, що дзвонить, обирає відповідне посилення для встановлення з'єднання з абонентом, що викликається. Ця система також вимагає певного режиму сигналізації сповіщає абонента, що викликається, про вхідний дзвінок і сигналізує про дзвінок абонента, коли викликаний абонент зайнятий.

Необхідність перемикування

З'єднання "точка-точка" для встановлення зв'язку вимагає наявності телефонних апаратів з'єднані за допомогою проводів. Якщо кількість телефонних апаратів або присутніх абонентів невелика, тип підключення буде трохи складним. Однак, якщо ця кількість висока або помірна, тоді з'єднання призведуть до безладу. Щоб зрозуміти складність, розглянемо мережу з 5 абонентів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 СИСТЕМА КОМУТАЦІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ І МЕРЕЖ

Розглянемо мережу з 5 абонентів.

На наступній ілюстрації показано з'єднання «точка-точка» для п'яти абонентів.

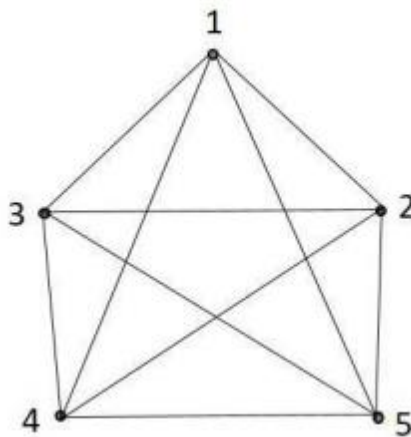


Рисунок 1.1- з'єднання «точка-точка»

У з'єднанні "точка-точка" для n об'єктів нам потрібно $n(n-1)/2$ зв'язків. Усі ці посилення утворюють мережі. Мережі зі зв'язками "точка-точка" між усіма об'єктами відомі як повністю підключені мережі. Кількість посилень, необхідних у повністю підключеній мережі, стає дуже великою навіть при помірних значеннях n .

Отже, між цими абонентами потрібна система комутації мереж.

Олександр Грем Белл рекомендував перемикатися між абонентами за допомогою комутатора, який підтримує телефонні зв'язки.

| | | | | | | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|--|-----------------|------|---------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Казіонов Н.А | | | Комутаційна система телекомунікаційної мережі Аналіз літературних джерел Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Драч І.В | | | | | 11 | |
| Н. Контр. | | Пивовар О.С | | | | ХНУ, гр.ТР-18-1 | | |
| Затверд. | | Підченко С.К | | | | | | |

Системи комутації

Це мережеве з'єднання не можна просто здійснити за допомогою телефонних апаратів і зв'язку проводів, але для встановлення або розриву з'єднання потрібна хороша система. Ця система відома як комутація System або Switch Office або Exchange. З введенням комутації системи, абоненти замість того, щоб підключатися безпосередньо один до одного, підключаються до комутатора, а потім до потрібного абонента..

Наведений нижче малюнок допоможе вам зрозуміти систему комутації

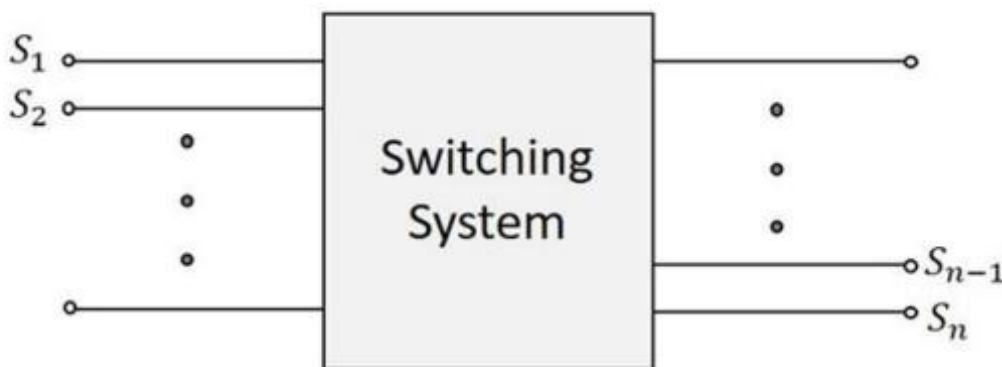


рисунок 1.2- Система комутації

З впровадженням комутаційних систем виникла необхідність традиційних з'єднань. Усі абоненти повинні мати підключення до системи комутації, яка встановлює або розриває будь-яке з'єднання, запитане абонентом, що викликає її.

Система комутації, яку також називають телефонною станцією, дбає про встановлення дзвінків. Отже, загальна кількість таких посилок дорівнює кількості підключених абонентів до системи.

Перші системи вимагали ручних операцій для встановлення телефонних дзвінків. Використовувався оператор щоб отримати дзвінок від абонента, що дзвонить, а потім підключити дзвінок до абонента, що викликає. Згодом систему автоматизували модель телефону

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

Наступний малюнок допоможе вам розібратися з моделлю телефонів на по



рисунок 1.3 – модель телефону

Коли ви бачите телефон на малюнку вище, це частина телефонної котушки для набору номеру та мікрофон що підключається до стаціонарної дерев'яної дошки; динамік, щоб слухати, був з'єднаний за допомогою дрота збоку. У верхній частині телефону з'єднані два дзвіночки – які дзвонять коли надходить вхідний дзвінок. Це одна з попередніх моделей телефону.

Телефонні апарати абонента, що викликає, і абонента, якого викликають, з'єднані через комутаційну систему або телефонну станцію для встановлення запитуваних дзвінків.

У наступних розділах ми докладно дізнаємося про систему комутації.

У цьому розділі ми розберемося, як працюють системи комутації. Система комутації може розумітись як сукупність комутаційних елементів, розташованих і керованих таким чином, як встановлення спільного шляху між будь-якими двома віддаленими точками. Впровадження системи комутації зменшили складність електропроводки та зробили телефонію без проблем.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 13 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2 Класифікація комутаційних систем

На ранніх етапах розвитку телекомунікаційних систем процес і етапи комутації, відігравали важливе значення для встановлення або розриву зв'язків. На початкових етапах перемикання системи керувалися вручну. Пізніше ці системи були автоматизовані. Наступна блок-схема показує, як були класифіковані комутаційні системи.

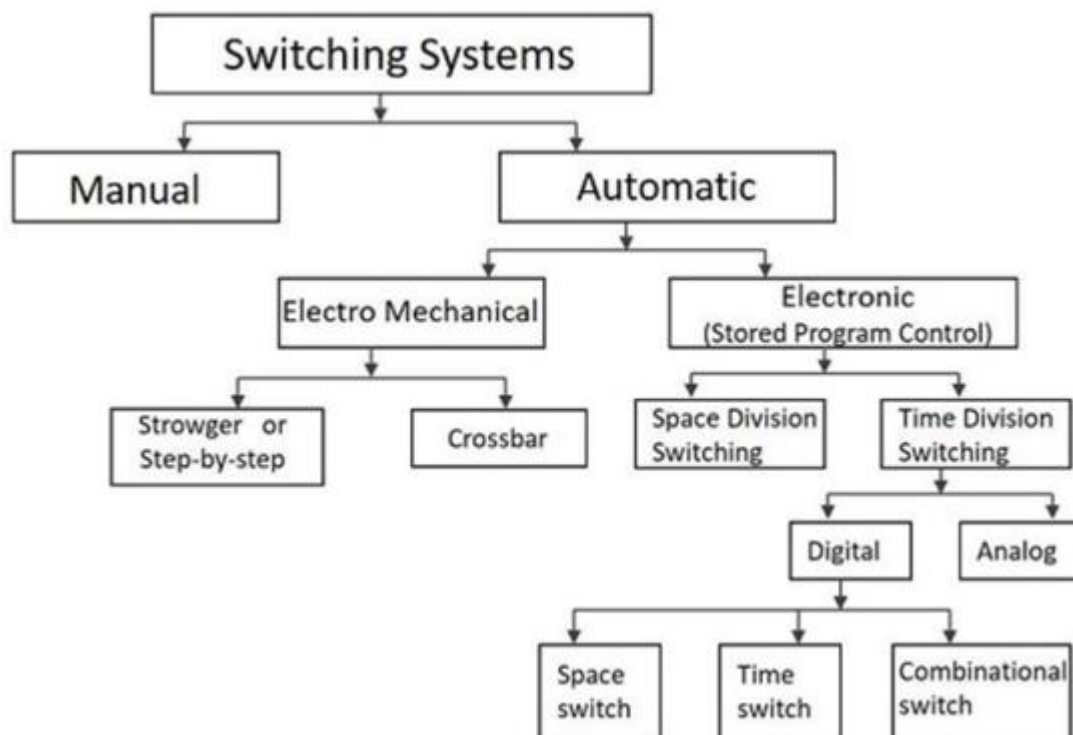


Рисунок 1.4 – Блок схема комутаційної системи

Системи комутації на ранніх етапах керувалися вручну. З'єднання були встановлені операторами телефонних станцій для встановлення з'єднання. Щоб мінімізувати недоліки ручного керування, введені системи автоматичного перемикання.

Системи автоматичного перемикання поділяються на:

- Електромеханічні комутаційні системи - тут механічні перемикачі з електричним приводом.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

- Системи електронного перемикання – тут, використання електронних компонентів, таких як діоди, транзистори та мікросхеми.

Електромеханічні комутаційні системи

Електромеханічні комутаційні системи є комбінацією механічних та електричних типів перемикання. У них розгорнуті електричні схеми та механічні реле. Електромеханічні комутаційні системи далі класифікуються на наступні.

Покрокове

Систему поетапного перемикання також називають системою перемикання Строугера винахідник А. Б. Строугер. Функції керування в системі Строугера виконуються контурами пов'язані з комутаційними елементами в системі.

Поперечне

Системи перемикання мають жорсткі підсистеми керування, які використовують реле та засувки. Ці підсистеми мають обмежені можливості, і їх практично неможливо змінити для надання додаткових функцій.

Електронні системи комутації.

Системи електронного перемикання керуються за допомогою процесора або комп'ютера які контролюють часи перемикання. Інструкції запрограмовані та збережені на процесор або комп'ютер, які керують операціями. Цей метод зберігання програм на процесор або комп'ютер називається технологією управління збереженою програмою (SPC). Нові об'єкти можна додати до системи SPC шляхом зміни програми керування.

Схемою перемикання, що використовується в електронних системах комутації, може бути або простір перемикання поділу або перемикання з поділом часу. У просторовому поділі комутації, виділений шлях встановлюється між абонентами, що викликають, і викликаними абонентами на весь час дзвінка. При перемиканні з тимчасовим поділом вибіркові значення мовних сигналів передаються за фіксованим інтервалом.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Перемикання з тимчасовим поділом може бути аналоговим або цифровим. При аналоговій комутації вибірккові рівні напруги передаються як є. Однак у двійковому перемиканні вони є двійковими кодуються і передається. Якщо закодовані значення передаються протягом того самого інтервалу часу від входу на вихід, метод називається Space Switching. Якщо значення зберігаються і передається на вихід через інтервал часу, методика називається Time Switching. Часовий цифровий комутатор із розділенням також може бути розроблений з використанням комбінації простору та часу методу перемикання.

Телекомунікаційна мережа – це група систем, які здійснюють віддалений виклик. Телекомунаційні системи є частиною телекомунікаційної мережі.

Комунаційні станції забезпечують зв'язок між різними абонентами. Таке перемикання системи можуть бути згруповані, щоб утворити телекомунікаційну мережу. Системи комунації з'єднані за допомогою ліній, які називаються магістралями. Лінії, які прямують до приміщення абонента називають абонентські лінії. На наступному малюнку показано телекомунікаційну мережу.

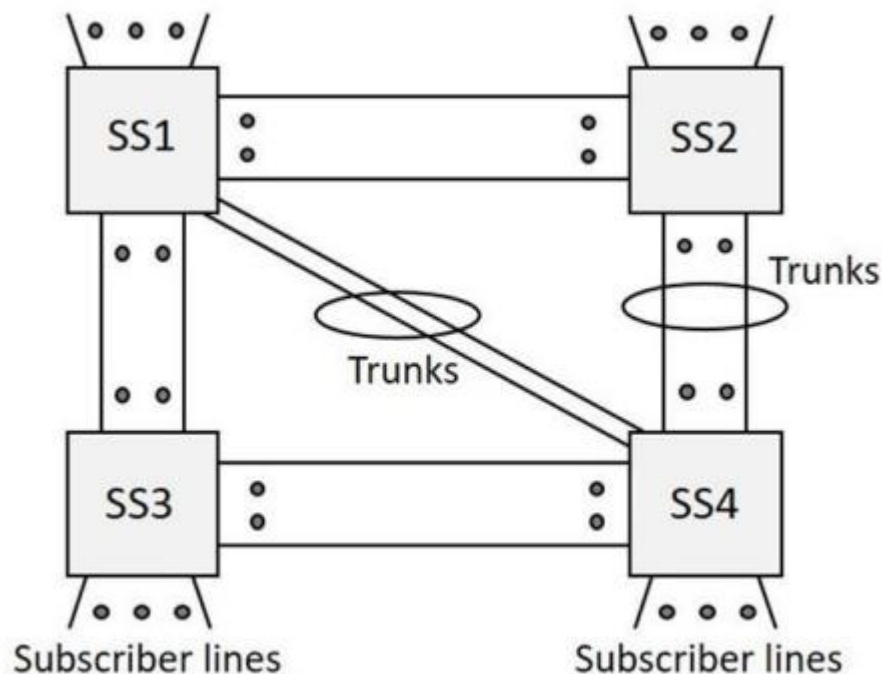


Рисунок 1.5- Телекомунікаційна мережа

Від ранніх до пізніх етапів 20 століття (1900-80), коли людині потрібно було зробити віддалений дзвінок, дзвінок спочатку перенаправлявся до оператора найближчого комутаційного центру, а потім було записано номер і місцезнаходження абонента, який викликав. Тут була робота оператора

Щоб встановити дзвінок до віддаленого центру комутації, а потім відкликати абонента, до якого дзвонять та встановити з'єднання. Цю систему здійснення дзвінків назвали системою магістральних викликів.

Наприклад, людина в Хайдарабаді може замовити дзвінок на магістраль в Мумбаї і чекати оператора передзвонити, коли оператор встановлює з'єднання через магістральні лінії та комутацію системи.

Телефонна комутаційна мережа виконана верхівкою магістралей комутаційних систем абонентських ліній і телефонних приладів. Стовбури та абонентські лінії по суті є каналами зв'язку, які несуть інформаційні сигнали від однієї точки до іншої. В основному існує лише дві форми зв'язку електричні та оптичні. У першому інформація передається за допомогою електричної енергії а в останньому за допомогою світлової енергії.

Інформація, яку необхідно передати, не завжди має форму електричних або оптичних сигналів.

Наприклад, людські мовні сигнали по суті є звуковими хвилями. Як наслідок перетворення може знадобитися передача однієї форми енергії в іншу, перш ніж інформаційні сигнали можуть бути перенесені у зв'язок. Перетворювачі здійснюють це перетворення енергії, для перетворення звукової або світлової або теплової енергію в електричну і навпаки. Але в нинішньому стані в технологічному розвитку не існує жодних відомих перетворювачів, які можуть безпосередньо перетворювати звукову енергію у світлову енергію. У результаті потрібно пройти двоетапний процес перетворення звуку спочатку в електричну енергію, а потім в оптичну енергію, щоб мати можливість використовувати оптичний зв'язок посилення. Іншими словами, сучасні оптичні

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

джерела приймають на вхід тільки електричні сигнали, причому оптичні детектори видають лише електричні сигнали на вихід. Отже, на передавальному кінці оригінальний сигнал спочатку перетворюється в електричний за допомогою відомих перетворювачів. Потім електрику на оптичні перетворювачі (ЕОС) тобто оптичні джерела використовуються для отримання оптичних сигналів. На стороні прийому оптичні перетворюють в електричні перетворювачі (ОЕС) тобто оптичні детектори. спочатку використовуються, а потім перетворювач відтворює вихідний сигнал. Ці станції з'єднані між собою декількома лініями. Ці установки сполучують між собою два сигнали а саме: вхідний і вихідний.

Повідомлення взагалом, що передається від джерела до одержувача, складається з двох частин: адресної та інформації. З допомогою частини адресу станція може вибрати собі напрямок до конкретного абонента. Інформаційна частина містить саме повідомлення.

Сукупність процедур і процесів, за допомогою якої передається повідомлення, прозвали сеансом зв'язку, і правила до яких організується сеанс зв'язку, називається протоколом.

Класифікація мереж, види телефонних мереж.

Різні види електрозв'язку тривалий час розвивалися незалежно друг від друга. Кожен вид електрозв'язку орієнтувався на зародження певних каналів передач сигналу. Я вибирав систему мережі згідно з потоками повідомлень які характерні для мого виду повідомлення. [1, 2].

Мережі електрозв'язку поділяються на такі види:

- Телефонні;
- Телеграфні;
- Передача даних;
- факсимільні;
- Телевізійного мовлення;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

-Звукового-мовлення.

Таблиця 1.1 - Класифікація мереж

| Класифікаційна ознака | Назва мережі |
|---|---|
| Категорія | - мережі загального користування - виділені мережі - технологічні мережі - мережі спеціального призначення |
| Функціональне призначення | - мережі доступу - транспортні мережі |
| Тип абонентських терміналів, що приєднуються | - мережі з виключним зв'язком - мережі непостіного руху |
| Спосіб | - первинні мережі - вторинні мережі |
| За поділом | - міжнародні - міжміські - зонові - місцеві |
| Нумерація (коди) | - мережі коду ABC (географічна система нумерації) - мережі коду DEF (географічна система нумерації) |
| Стійкість та безпека | - магістральні мережі I класу - магістральні мережі II класу |
| Кількість служб електрозв'язку | - моносервісні - мультисервісні |
| Вид комутації | - комутовані - некомутовані |
| Метод комутації | - з комутацією каналів - з комутацією пакетів - з комутацією повідомлень |

За призначенням розрізняють види телефонних мереж:

- Міські;
- сільські;

- Установчі;
- зонові;
- міжміські.

Міські телефонні мережі забезпечують телефонний зв'язок на території міста та найближчих передмість.

Сільські телефонні мережі (СТС) забезпечують телефонний зв'язок у межах сільських адміністративних районів.

Установчі телефонні мережі (УТС) для зв'язку між певними установами і тд.

Ці види телефонних мереж можна назвати місцевою лінією.

Зонові мережі це для того щоб спілкуватись в рамках однієї певної зони навколо тебе, що характеризується наявністю єдиної семизначної нумерації.

Міжміська телефонна мережа (МТС) призначена зв'язку між абонентами місцевих телефонних мереж, розташованих біля різних зон.

На малюнку 1.6 наведено типи топологій телекомунікаційних мереж.

Повнозв'язаний тип побудови або ще називається принцип "кожний з кожним" - між комутаторами існують безпосередні з'єднання (рисунок 1.6 а).

Радіальний тип побудови мережі – зв'язок між комутаторами здійснюється через центральний комутатор (рисунок 1.6 б).

Радіально-вузловий тип має центральний комутатор, вузлові та кінцеві комутатори (рисунок 1.6).

Кільцевий тип побудови мережі дозволяє здійснювати зв'язок як за годинниковою, так і проти годинникової стрілки (рисунок 1.6 г).

При комбінованому типі – комутатори на верхньому ієрархічному рівні пов'язуються за пов'язаною схемою (рисунок 1.6 д).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

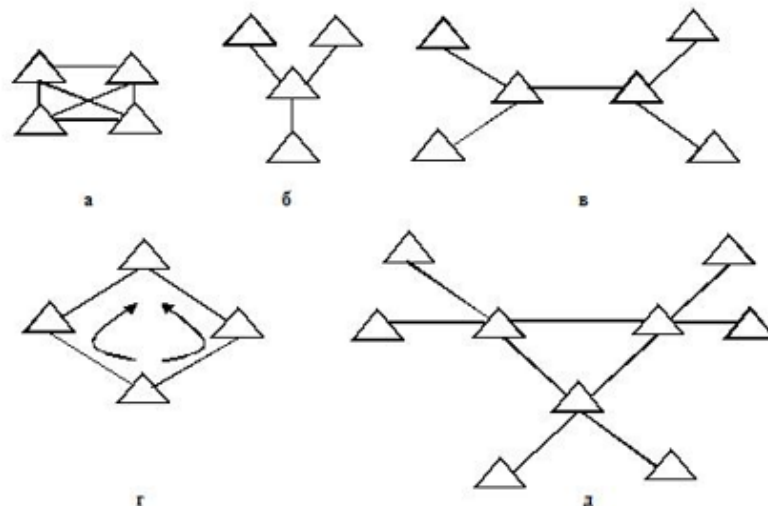


Рисунок 1.6- Типи топологій телекомунікаційних мереж

1.4 Відомості та структура телемережі.

Система комутації- сукупність установ яка потрібна для того щоб прийняти і розподілити інформацію яка надходить із-за зони зв'язку.

Перелік та типи систем наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Класифікація комутаційних систем

| Класифікаційна ознака | Комутаційна система |
|---|--|
| Тип комутаційного та керуючого обладнання | - декадно-крокові – координатні – квазіелектронні – електронні |
| Сигнали(типи) | - аналогові – цифрові |
| Вид інформації, що передається | - телефонні – телеграфні – передачі даних |
| Місце, яке займає в телекомунікаційній мережі | - центральні – вузлові – кінцеві – транзитні – вузли вхідних |

| | |
|-------------------------|---|
| | повідомлень – вузли вихідних повідомлень |
| Поділ за територією | - міжміські – міські – сільські – установчі |
| Загальна ємність | - малої ємності – середньої ємності – великої ємності |
| Поділ каналів | - з просторовим розподілом – з тимчасовим розподілом |
| За способом комутування | - комутація каналів – комутація пакетів – комутація повідомлень |

Для того щоб виконувати всі свої функції КС повинна розглядати у своєму складі такі види обладнання (малюнок 1.7):

- блоки абонентських ліній (БАЛ) підключення абонентів до певних ліній (АЛ) до системи;
- блоки з'єднувальних ліній (БЗЛ), яких через КЗЛ (комплекти з'єднувальних ліній) відбувається підключення з лініями з'єднання.
- Комутаційне поле (КП) забезпечує зв'язок між входом і виходом системи. Комутаційне поле як варіант деколи побудоване на основі просторового поділу каналів, і тоді як комутаційні елементи використовуються багаторазові координатні з'єднувачі, герконові реле, ферриди. Комутаційне поле з тимчасовим поділом каналів інколи розглядають на основі прийому імпульсно-кової модуляції (ІКМ) і залучає до себе такі елементи як: напівпровідникові пристрої та логічні інтегральні мікросхеми;
- система управління (СУ) виконує все що потрібно для з'єднань;
- Для акустичного сигналу краще використати генераторну установку.

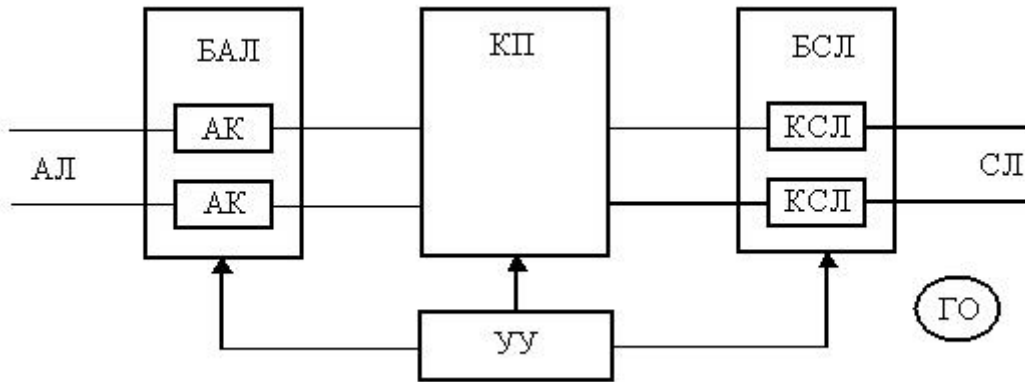


рисунок 1.7 - Узагальнена структура комутаційної системи

БАЛ – блок абонентських ліній; ГО – генераторне обладнання;

БСЛ – блок сполучних ліній; КСЛ – комплект з'єднувальних ліній;

АК – абонентський набір; УУ - керуючий пристрій

1.5 ПРИНЦИПИ КОМУТАЦІЇ

Перетворення безперервного первинного аналогового сигналу на цифровий код називається імпульсно-кодовою модуляцією (ІКМ) [1, 2, 4,5]. У телекомунікаціях як основу коду обрано двійкову завдяки якій ми маємо справу з мінімальними проблемами.

Дискретизацією аналогового сигналу по часовому напрямку прийнято називати перетворенням а саме такий тип перетворення , у якому представляє параметр аналогового сигналу задається сумою значень за проміжок певних моментів дискретизації за часом.

У цифровій системі такі сигнали (відліки цього сигналу проводяться через однакові інтервали часу). При рівномірній дискретизації використовуються: інтервал дискретизації Δt (інтервал часу між двома сусідніми відліками дискретного сигналу) та частота дискретизації F_D . А певну величину цього інрвало прнято обирати згідно формулі а саме теорема Котельникова (Шеннона).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Відповідно до теореми Котельникова будь-який аналоговий (безперервний), сигнал може бути дискретизований, і відновлено на протилежному кінці, якщо частота дискретизації вдвічі перевищуватиме верхню частоту цього сигналу.

$$F_d \geq 2F_{\max}$$

Формула 1.1 – теорема Котельникова

Канал тональної частоти (основний канал аналогового телефонного каналу) має займати смугу 300 Гц...3400 Гц. Отже, частота дискретизації має бути не менше: $F_d = 2 \times 3400 = 6800$ Гц. Відповідно до рекомендацій МСЕ (Міжнародного союзу електрозв'язку) для сигналу, що передається каналом який називають каналом тональної частоти, і частота прийнята для такого каналу приблизно складає 8000 Гц. За допомогою такої частоти легше реалізувати апаратуру фільтрів.

Дискретизовані імпульси відповідають приблизній амплітуді значень цього сигналу. Такі перетворення називають амплітудно-імпульсною модуляцією. Певні дискрети перекидають один за одним циклічно у вигляді тимчасово ущільнених сигналів АІМ, малюнок 2.1 а, б.

При квантуванні звичайно і вся техніка буде мати кінцеву роздільну здатність саме тому немає певної необхідності подавати багато сигналів а можна просто обмежити їхню кількість. Саме таку операцію можна назвати як вибір сткпеня квантування сигналу, вибір їхньої кількості визначає якість передачі електричних сигналів, рисунок 2.1 в.

Отриманий при дискретизації АІМ сигнал піддається квантування за рівнем. Різниця між двома сусідніми дозволеними передачі рівнями називаються кроком квантування- Δ .

Різниця між істинним значенням відліку сигналу та його квантованим значенням називається помилкою чи шумом квантування.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

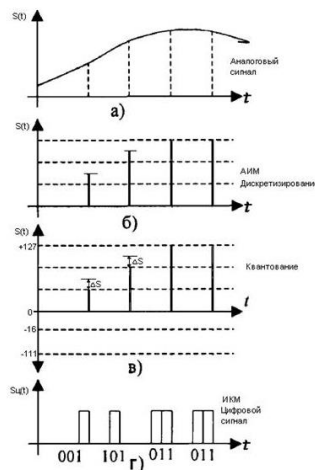


Рисунок 1.8 Перетворення аналогового сигналу на ІКМ сигнал

Кодуванням квантованого відліку прийнято назвати узагальнення відліку з кодовим словом. Насправді в ІКМ апаратурі використовують двійкові кодові слова, кожному слову дається свій певний код унікальності. Відповідно до загальних стандартів і рекомендаціям МСЕ, було прийнято 256 рівнів квантування (128 позитивних та 128 негативних рівнів), а довжина кодового слова – 8 двійкових символів (біт), малюнок 2.1 р.

5,6,7,8 показник рівня сигналу

Структура циклу із швидкістю 2 Мбіт/сек.

Передача відбувається в рамках від 300 Гц до 3400 Гц. Склад циклу та надциклу системи ІКМ-30 наведено на малюнку 2.2. Цикл складається з 32 часових інтервалів. Надцикл має 16 циклів в собі. Продовження цього певного циклу ТЦ = 125 мкс, що показує частоту проходження циклів $f_{Ц} = 8$ кГц. Тривалість надцикла дорівнює $16 \cdot 125 \text{ мкс} = 2 \text{ мс}$. Для кожного каналу у циклі виділяється інтервал $t_{К.І} = 3,9 \text{ мкс}$. Кожен канал розрахований на передачу інформації 8-розрядним бінарним кодом, тоді тривалість одного розряду (біта) становитиме $t_b = 0,49 \text{ мкс}$. Пропускна здатність на один цей часового інтервал 64 кбіт/с тоді стандартна частота цього тракту буде $64 \times 32 = 2048 \text{ кбіт/с}$. У циклі ІКМ часові інтервали 0 та 16 служать для підтримки, а інтервали з 1 по 15 та з 17 по 31 є інформаційними каналами.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 25 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

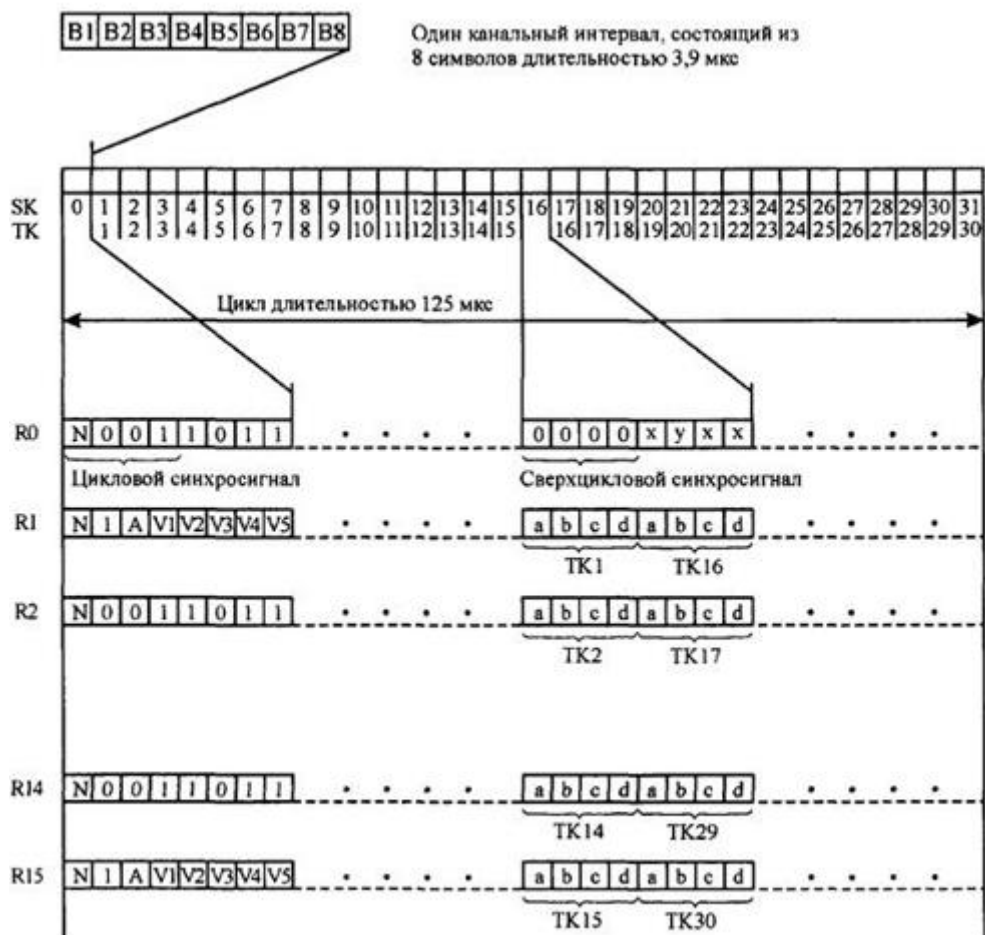


Рисунок 1.8 - Структура цикла та надциклу апаратури ІКМ-30

Як очевидно з малюнка 1.8, цифровий синхросигнал займає позиції 2-8 нульового каналного інтервалу у кожному другому циклі. Комбінація 0011011-це синхросигнал. Для того щоб сигнал не копіювали для нього надається значення 1. Надцикловий синхросигнал, що дозволяє здійснити відлік циклів 0 і 4 каналного інтервалу 16 циклі 0.

Для передавання сигналізації використано сигнал 16. У всіх циклах два сигнали є сигналами сигналізації.

Позначення малюнку 1.8: ТК - номер телефонного каналу; R0, ... RI5 - цикли у надциклі; SK – Інтервал; B1,.. B8 – слово довжина якого 8 біт; N - резервованій для міжнародного використання (значення символу не визначено, в даний час має набувати значення 1); A – передача сигналу аварії до апаратури ІКМ ці символи повинні мати значення 1); x - резервний символ (у разі, коли він

не використовуєте повинен мати значення 1); у - символ, що використовується для виходу і його індикації; а, b, с, d-загальні символи для каналу (ОКС), якщо b, с і d не використовуються для ГКС, приймають : b = 1, с = 0, d = 1.

1.6 Інтерфейс із мережею TMN.

Мережа керування телекомунікаціями (TMN) була запропонована ІТУ як єдина концепція управління різними мережевими пристроями та різними класами завдань.

TMN концептуально є автономною мережею (рисунок 7.3), підключеною до багатьох точок телекомунікаційної мережі через виділені інтерфейси (інтерфейс Q3) для отримання інформації та керування її роботою. Оператори мережі мають можливість керувати великою кількістю розподілених пристроїв .



Рисунок 1.9 - Взаємодія між телекомунікаційною мережею та TNM

Інтерфейс Q3 це підсистема і містить дві функції:

- Вбудований Q-адаптер для перекодування повідомлень з ОС TMN у внутрішні повідомлення АТС і назад (наприклад, перетворення команд OS MML АТС у формат інтерфейсу Q3 і назад);
- Стек протоколів Q3, спеціально для зміни з'я'взку, що відповідають концепції Взаємодії Відкритих Систем (OSI).

Стек протоколів SS7.

Стек протоколів SS7 складається із чотирьох рівнів. Всі нижні три рівні називаються - підсистема передачі повідомлень. Всі рівні MTP відповідають трьом нижнім рівням семирівневої моделі OSI [4, 5, 7, 8]:

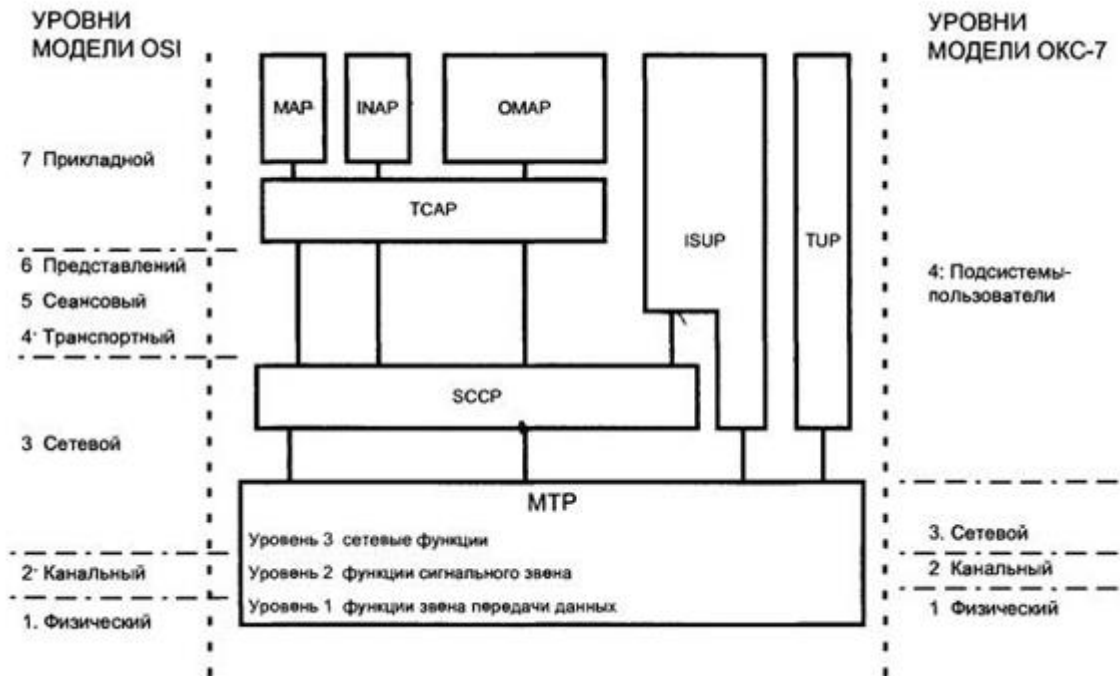


Рисунок 1.10 - Зіставлення рівнів моделі OSI та рівнів моделі ОКС7

- рівень 1 функції ланки передачі;
- рівень 2 функції сигнальної частини;
- Рівень 3 функції сигналізаційні

Рівень каналу сигналізації 1 –Для забезпечення функцій першого рівня, які визначають інтерфейс із середовищем передачі, використовують незалежність функцій вищого рівня (рівні 2-4) від середовища передачі.

Сигнальний зв'язок Рівень 2

- Підсистема MTP визначає функції та процедури, пов'язані з передачею сигнальних повідомлень по лінії сигналізації між двома безпосередньо підключеними точками сигналізації. Функції рівня 2 визначають структуру інформації, що передається по кожному каналу, і процедури виявлення та виправлення помилок. Комбінація функцій рівня 1 і рівня 2 організує елементи

сигналізації, які використовуються для передачі сигнальних повідомлень.

Мережа оповіщення рівня 3

- Підсистема 3 МТР призначена для виконання функцій мережі оповіщення. Процедури рівня 3 забезпечують надійну передачу сигнальної інформації від однієї АТС до іншої, навіть у разі збоїв рівня 1 і рівня 2. Рівень 3 забезпечує контроль над лінком сигналізації і включає в себе функції обробки сигнальних повідомлень для маршрутизації в мережі сигналізації та функції керування самою мережею сигналізації

Четвертий рівень моделі ACS7 складається з користувачів підсистеми послуг МТР та/або SCCP:

- TUP (Telephony User Part) - підсистема користувача, що підтримує сигналізацію телефонної мережі;

-DUP (Data User Part) -;

- ISUP (ISDN User Part) -

- TSAP (Transaction Capability Application Part)

- B-ISUP (B-ISDN User Part)

- MAP (Mobile Application Part)

-INAP (Intelligent Network Application Part)

-OMAP (operation support and management part)

- SCCP

Підсистеми МТР і SCCP разом утворюють частину мережевих служб (NSP). Використовуючи такі функції як МТР, підсистема SCCP забезпечує сигналізацію у мережі віртуальних з'єднань ACS7 і може надавати мережеві послуги для таких з'єднань без необхідності їх створення.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 ЗАГАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЗАГАЛЬНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ

2.1 ВХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

Таблиця 2.1 Перелік вихідних даних для проектування

| № параметра | Умовне позначення | Значення параметра | Значення |
|-------------|-------------------|---------------------------------------|---|
| 1 | $u_{аб}$ | 0,12 | завантаження з кожного телефону ERL |
| 2 | N | 100000 | Загальна ємність АТС-С |
| 3 | $u_{сл}$ | 0,85 | Телефонне навантаження , Ерл |
| 4 | $V_{сл}$ | 400 | Загальна кільк ліній |
| 5 | $s_{аб}$ | 48 | пропускна здатність потоку, кб/с |
| 6 | S | 2048 | пропускна здатність, кб/с |
| 7 | $t_{ц}$ | 120 | тривалість циклу запису-читання, нс |
| 8 | | S-T-S T-S-T ST-S-ST ST-ST-ST | Базова структура |
| 9 | m_s | 12 | розмірність S-комутаційного елемента |
| 10 | m_{st} | 10 | S-розмірність ST-комутаційного елемента |
| | | | |

| | | | | | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|-----------------------|------|---------|
| | | | | | КПТР. 018003.01.12 ПЗ | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |
| Розроб. | | Казіонов Н.А | | | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Драч І.В | | | | 30 | |
| Н. Контр. | | Пивовар О.С | | | ХНУ ,гр тр-18-1 | | |
| Затверд. | | Підченко С.К | | | | | |

Комутаційна система
телекомунікаційної мережі
Розрахунок загальних схем
Пояснювальна записка

На загальній схемі показано такі складові системи комутації: абонентські лінії, абонентські концентратори, з'єднувальні лінії, мультиплексори, мультиплексні лінії, центральне комутаційне поле (рисунок 2.1). У схемі необхідно виконати такі елементи розрахунку: розподіл телефонних втрат, розрахунок кількості користувачів на хабі, розрахунок коефіцієнта повторного використання, розрахунок кількості первинних ліній доступу та мультиплексних ліній.

Давайте розберемо цю схему. Як завжди, починаємо з передплатників. Абонентські лінії підключені до концентратора – на його вході «n» базових ліній доступу пропускною здатністю 48 Кбіт/с (для нашої версії), а на виході – 1 основна лінія доступу пропускною здатністю 2048 Кбіт/с. Просто ділити 2048 на 48, щоб отримати 42,7, неправильно, тому що не всім абонентам потрібна послуга одночасно; необхідно враховувати інтенсивність навантаження телефону. Враховуючи це, кількість користувачів, підключених до одного концентратора, буде вищою, а економічна ефективність даної комутаційної системи - вище.

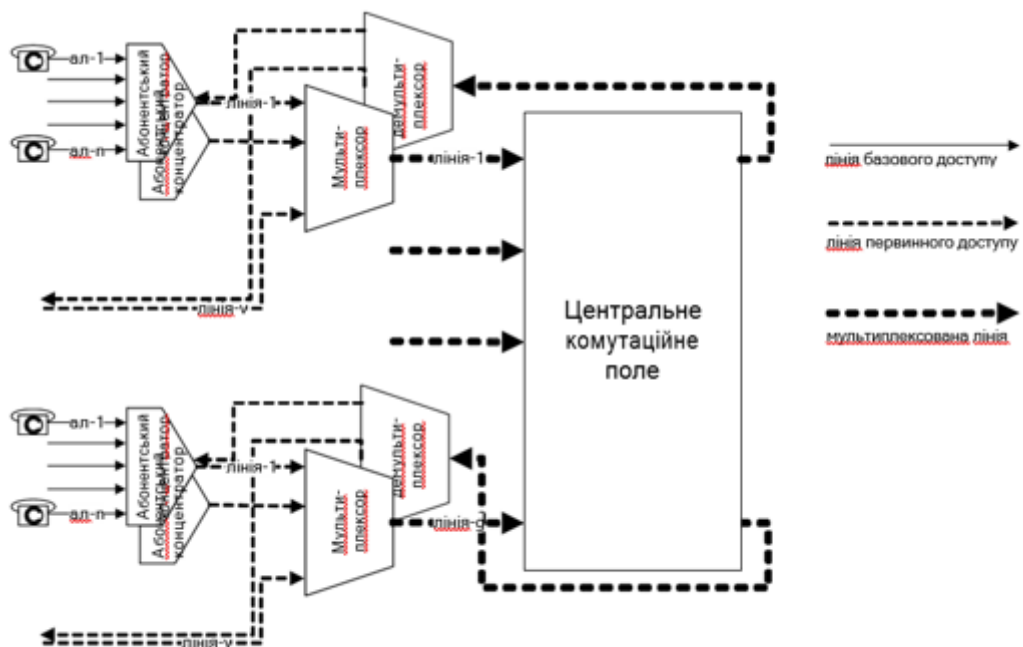


Рисунок 2.1 - Загальна схема системи комутації

Потім основна лінія доступу підключається до мультиплектора. На своєму вході лінія «v» має пропускну здатність 2048 Кбіт/с, на виході – мультиплексовану лінію. Яка пропускну здатність мультиплексованої лінії залежить від швидкості T-елементів центрального комутаційного поля, яка буде визначена нижче, і тут ми бачимо, що мультиплексор об'єднує лінії незалежно від зайнятості лінії. На відміну від абонентських концентраторів, пропускну здатність мультиплексованої лінії є простою арифметичною сумою смуг пропускання всіх основних ліній, підключених до одного мультиплектора.

Далі мультиплексовані лінії входять в центральний домен комутації, який виконує основне завдання: підключає інтервал каналу, відповідний мультиплексованого потоку конкретного вхідного користувача, до потрібного вихідного потоку, точніше, до нього Пропускаємо один з інтервалів каналу. Абонентів можна підключити.

З виходу ЦКП мультиплексна лінія потрапляє на демультимплексор, який розділяє вихідний потік на кілька основних потоків, кожен з яких йде до свого абонентського концентратора. Очевидно, що будь-який інтервал між каналами в мультиплексованому потоці не може бути наданий для підключення до бажаного абонента, а лише той інтервал між каналами, який буде виділений на демультимплексорі і спрямований у правильному напрямку до потрібного концентратора.

Параметри цієї схеми залежать від прийнятної для нашої системи ймовірності відмови в телефонній послуги. Імовірність проходження встановлена на 0,002, але вона складається з кількох елементів із втратами в деяких областях. Для того, щоб розподілити втрати телефонного зв'язку, схему зручно представити як один сеансовий шлях, або, як це називають оператори телефонії, «кусок мотузки» (рисунок 2.2). Умовно можна розділити всю площу на три частини. Перший - від користувача до центрального обмінного поля, йому відповідає ступінь

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

«Попередній пошук». Після того, як користувач підключається через цей сегмент, отримується сигнал «відповідь станції». Другий — центральний домен комутації, який відповідає всім фазам групового пошуку разом узятим. Після проходження цієї частини з'єднання переходять у «Лінійні групи», і ви можете уявити концентратори абонентів на вхідних з'єднаннях. Третій - від центрального поля до абонента, відповідає ступеню «лінійного пошуку». Після всіх цих процедур сигнал вважається встановленим.”. Навіть в епоху технології контактного перемикачання було прийнято наступний розподіл втрат за ступенем пошуку [1]: 50% загальної суми втрат належало ступеню попереднього пошуку, 35% належало груповому пошуку і 15% належало до Є відмінності, тому що нормативна метрика стосується абсолютних втрат на кожному етапі, але співвідношення однакове, немає причин відмовлятися.

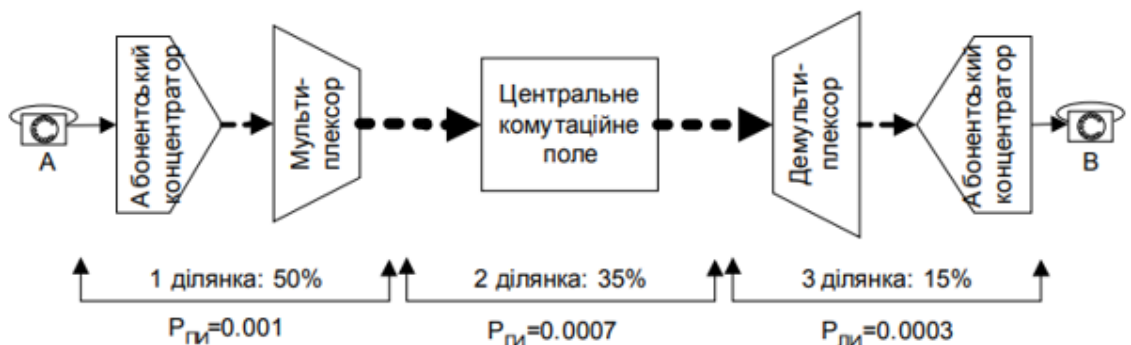


Рисунок 2.2- Схема розподілу втрат у розмовному тракті

Тому швидкість проходження виклику втрачено $P=0,002$ ділиться на 3 сегменти: 1 сегмент $PPSH=0,001$, 2 сегмент $PGSH=0,0007$, 3 сегмент $PLSH=0,0003$. Отримане число буде використано для вибору кількості рядків у кожному розділі. Важливо відзначити, що мультиплексор і демультимплексор не сприяють втратам і не сприяють формуванню сумарних втрат.

Далі обчислюємо кількість ліній, які може обслуговувати абонентський центр. Відстань між каналами m' основного потоку визначається співвідношенням пропускної здатності основного потоку та основного потоку (Рівняння 2.1).

Зверніть увагу, що округлення відбувається не за математичними правилами, а за Правило здорового глузду - в цьому випадку кількість інтервалів каналів може бути тільки менше обчисленого числа.

$$m' = S/S_{аб}m' = 2048/48 = 42.6 \text{ Кі}$$

42 інтервал між каналами - це не означає 42 передплатники. Це кількість ліній, яку може зайняти абонент, так звана «джгут». Він визначає кількість дзвінків, які він може пропустити – з таблиці Кендалла-Башаріна. Його вхідними даними є не кількість інтервалів каналу $m' = 42$, а кількість рядків сеансу $m = 40$ (оскільки для сигналізації та синхронізації використовуються 2 інтервали каналу), а швидкість втрат $P_{рі} = 0,001$.

$$Y_{пш}(m=40, P_{пш}=0,001)=24,4. \quad (2.2)$$

Вам потрібно переключитися з пропускну здатності на кількість абонентів, а для цього потрібно зробити припущення щодо характеру потоку дзвінків. Якщо потік викликів найпростіший, то кількість користувачів можна розрахувати, просто розділивши загальну пропускну здатність на навантаження на одного користувача.

$$n = \frac{Y_{пи}}{Y_{аб}} \quad (2.3)$$

$$n = \frac{24,4}{0.120} = 203$$

Якщо потік виклику є примітивним, це можна зробити за допомогою спеціального випадку формули Енгсета (2.3):

$$V_{пи} = \frac{Y_{аб} * n * (1 - P_{пи})}{1 + Y_{аб} * (1 - P_{пи})} \quad (2.4)$$

Оскільки ймовірність $P_{рі}$ на 3 порядки менша за 1, її можна ігнорувати, а кількість користувачів можна розрахувати з навантаження одного користувача та загального навантаження джгута (2.3). Знову ж таки, округлення — це правило, засноване на здоровому глузді.

$$n = \frac{Y_{пи} * (1 + Y_{аб})}{Y_{аб}}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$n = \frac{24.41 \cdot (1 + 0.121)}{0.121} = 227 \quad (2.5)$$

Які передбачувані припущення? У теорії телетрафіку для розміру групи користувачів менше 300 потоків можна вважати примітивними, а більше 300 — найпростішим. Оскільки розмір групи становить 227 абонентів, ми виконуємо всі обчислення, як і вихідний потік, навіть у випадку, якщо вихідних потоків менше 300.

Загальна кількість абонентів становить 100 000, тому вам знадобиться $100\,000 / 227 = 440,5 \approx 441$ основних ліній доступу. Кожен інтервал каналу в цих лініях буде нести таке телефонне навантаження

$$Y_{ku} = \frac{Y_{\text{пи}}}{m}$$

$$Y_{ku} = \frac{24.41}{40} = 0.61 \text{ Ерл} \quad (2.6)$$

Це число додатково потрібно для розрахунку центрального розподільного пристрою. Крім основної лінії доступу від абонентського хабу, є 400 з'єднувальних ліній, кожна з навантаженням 0,85 Ерл. Отже, результат первинного каналу доступу буде виглядати так: .

концентратори абонентів: 441 лінія по 0,61 Ерл.

Лінії з'єднання: 400 ліній по 0,85 Ерл.

Зараз розраховуємо параметри мультиплектора. Для цього вам потрібна пропускна здатність, щоб визначити ступінь перемикачання часу центрального поля. Цей етап може бути побудований на елементах чистої тимчасової комутації типу «Т» або елементах просторово-часового перемикачання типу «ST», залежно від дещо іншої формули для розрахунку пропускної здатності. Компоненти Т-типу зазвичай використовують схему без перетворення послідовних кодів у паралельні, тому її пропускна здатність розраховується з продуктивності мікросхеми пам'яті - тривалості циклу запису-читання, що дорівнює $t_c = 120$ нс. Максимальна кількість інтервалів каналів, які можна пройти через цю фазу перемикачання часу, визначається рівнянням (2.6). У цій формулі період цифрової дискретизації $T_{\text{аб}} = 125$ мкс прийнятого сигналу користувача є стандартним

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

значенням, яке зазвичай зустрічається в телефонах (на основі частоти дискретизації 8 кГц), зверніть увагу, що обчислене число 520 не є фактично можливим числом цифрових каналів інтервал, А реального буде менше.

$$k_u = \frac{T_{аб}}{2 \cdot t_u}$$

$$k_u = \frac{125}{2 \cdot 0.12} = 520.8 \approx 520$$

Для елементів типу «ST» використовується схема паралельного перетворення послідовних кодів завдяки 8-кратному прискоренню. З іншого боку, оскільки такий елемент містить мультиплексор для відповідної кількості каналів, фактична пропускна здатність є меншою, ніж кратна кількості каналів, які він обслуговує. Отже, формула (2.7) для такого елемента буде містити більше 2 чисел - Кількість бітів інформаційного слова $n_{bt} = 8$, кількість рядків елемента $m_{st} = 10$.

$$k_u = \frac{T_{аб} \cdot n_{bt}}{2 \cdot t_u \cdot m_{st}}$$

$$k_u = \frac{125 \cdot 8}{2 \cdot 0.12 \cdot 10} = 416.65 \approx 416 \quad (2.7)$$

Кількість інтервалів каналу на первинній лінії доступу, розрахована відповідно до рівняння 2.1, становить 42 (також враховуються інтервали обслуговування для синхронізації та сигналізації). Виходячи з цього, мультиплексор об'єднає $520 / 42 \approx 12$ первинних потоків доступу для структур типу S-T-S або T-S T. Оскільки загальна кількість первинних ліній доступу (ліній і з'єднувальних ліній від абонентських хабів) становить $441 + 400 = 841$, центральне комутаційне поле має обробляти $841 / 12 \approx 71$ мультиплексовану лінію з інтервалом між каналами $42 \cdot 12 = 504$ кі - буде не 520 кі за рахунок округлення, а менше.

Якщо поле має структуру типу ST-S-ST або ST-ST-ST, мультиплексор об'єднає $416 / 42 \approx 9$ потоків первинного доступу. У цьому випадку центральне поле комутації оброблятиме $841 / 9 \approx 94$ мультиплексовані лінії, а фактична кількість каналів для таких ліній становить $42 \cdot 9 = 378$

Нижче узагальнено розрахунок загальних параметрів комутаційної системи для різних конструкцій.

Конфігурація S-T-S або T-S-T: центральне розподільне обладнання повинно мати 71 вхід і вихід, кожен з яких має 504 інтервал між каналами. На кожному вході є мультиплексор, а на виході — мультиплексор з лічильником 12. Кожен вхід мультиплексора або вихід демультиплексора підключений до основної лінії доступу, яка несе 42 інтервали каналу. Бітрейт основної лінії доступу насправді не буде 2048 Кбіт/с, як у місії, але враховується округлення $48 \cdot 42 = 2016$ Кбіт/с. Отже, бітрейт мультиплексованої лінії складе $2016 \cdot 12 = 24192$ Кбіт/с. Загальна кількість первинних ліній доступу становить 841, з них 441 лінія обслуговує абонентський хаб, кожна лінія - 227 користувачів. Решта 400 ліній - це лінії зв'язку для дзвінків інших користувачів телефонної мережі. Усі ці параметри наведені на рисунку 2.3. Для кращого розуміння вхідний мультиплексор і вихідний демультиплексор показані з різних сторін поля перемикача. Пам'ятайте, що користувацькі рядки 1 ліворуч і праворуч від області підкачки ведуть до одного і того ж користувача, і ті самі лінії підключення йдуть в одному напрямку - тільки одна з них є вхідною, інша - вихідною.

Схеми ST-S-ST або ST-ST-ST: центральний розподільний прилад повинен мати 94 входи та виходи кожен - 378 інтервалів каналів. На кожному вході є мультиплексор, на виході - демультиплексор з мультиплексором 9. Інші елементи такі ж самі як структури до цього, номер поля не вказуються - він різниться лише цифрами.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

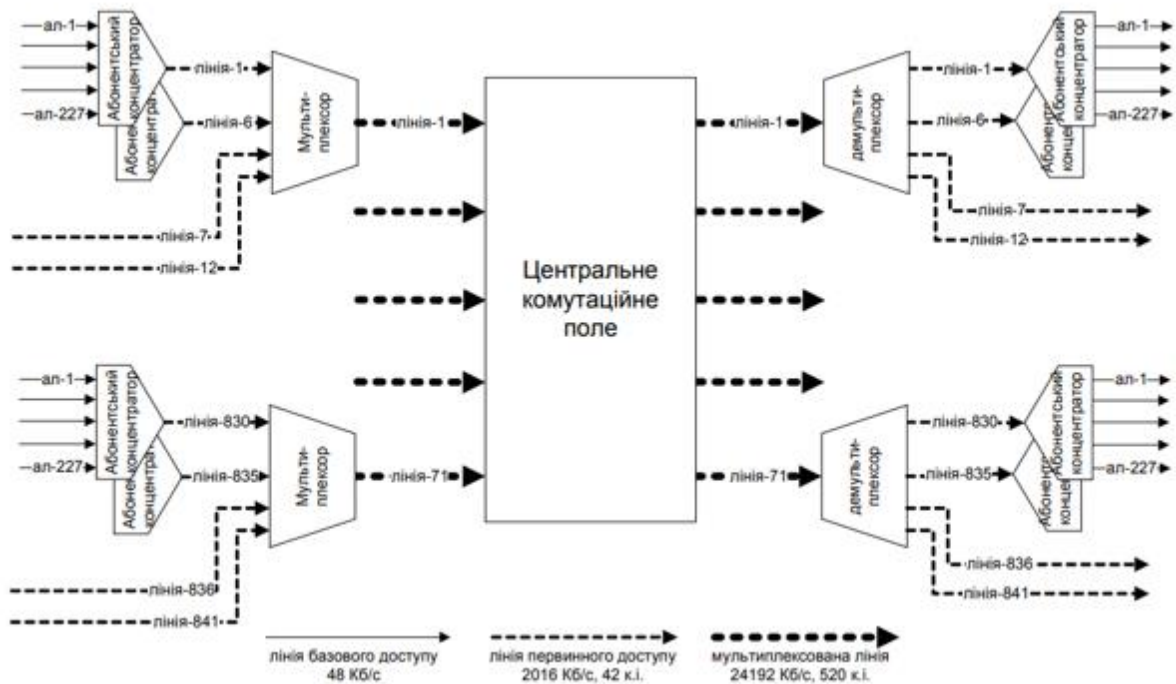


Рисунок 2.3 – Схема підсумкова

2.2 Побудова схеми центрального комутаційного поля та розрахунок структурних параметрів

Якщо вказана структура, загальна схема обміну полями є стандартною. Це так звані поля перемикача «структурні параметри». Вони залежать від відношення кількості входів, необхідних ЦКП, до кількості входів доступних комутаційних елементів. Кількість входів і виходів елемента є межею «зверху вниз»; це нормально, якщо вам потрібно менше введів для створення полів у будь-якому посланні.

Конфігурація S-T-S

На входах і виходах є елемент S, розмірність якого (кількість входів-виходів) становить 12 залежно від завдання. Отже, базова структура без розширень дозволяє побудувати поля комутації лише для 12 входів-виходів, але 71 входів і виходів згідно з розрахунком. Очевидно, вам потрібно побудувати поле, яке розширює базову структуру, наприклад, S-S-T-S-S. У цій структурі 12

елементів першого ланки підключені до одного елемента другої ланки, який також має 12 входів, тому в нашому випадку максимальна кількість входів для цієї структури буде $12 * 12 = 144$, що є достатньо.

Для обслуговування такої кількості треба взяти 12 елементів.

Якщо вказана структура, загальна схема обміну полями є стандартною. Це так звані поля перемикача «структурні параметри». Вони залежать від відношення кількості входів, необхідних ЦКП, до кількості входів доступних комутаційних елементів. Кількість входів і виходів елемента є межею «зверху вниз»; це нормально, якщо вам потрібно менше входів для створення полів у будь-якому посиланні.

$$n_{a=} \frac{g}{ms} \quad n_{a=} \frac{71}{12} = 5.91 \approx 6 \quad (2.8)$$

де: g –кількість входів для поля;

ms – значення елемента S .

Уважно, округлення тут завжди має бути більшим числом, а не за правилами арифметики для наближених чисел. Кількість елементів для ланки "А" - 6, а кількість елементів для ланки "В" - 12, оскільки кожен елемент ланки "А" має 12 виходів. Але кожен елемент ланка "В" - 6 входів, тому що ланка "А" має забагато елементів; кількість входів не перевищує вказаного розміру. Посилання "С" складається з 12 загальних груп би елементів типу "Т" (один вхід), посилання "D" є симетричним відображенням посилання "В", а посилання «Е» - відображення ланки «А». Блок-схема домену комутатора для цієї конфігурації показана на малюнку 3.1, яка має 72 входи та виходи — із необхідним запасом. У правій частині блок-схеми зображені Абонентські концентратори (АК) - вони не є елементами ЦКП, але відіграють важливу роль в процесі підключення, всі подальші розрахунки повинні враховувати той факт, що телефонне з'єднання проходить через АК Кожен вихідний рядок S-елемента є багатостороннім мультиплексованим, він містить 12 основних ліній доступу - тому кожен вихід S-елемента описується як набір з 12 ліній, підключених до 12 різних АК. Насправді з 12 ліній лише 6 підключені до змінного струму, а решта

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

підключені до сполучних ліній, але з точки зору обчислень це не має значення. Ми будемо вважати, що метою встановлення з'єднання є підключення до користувача.

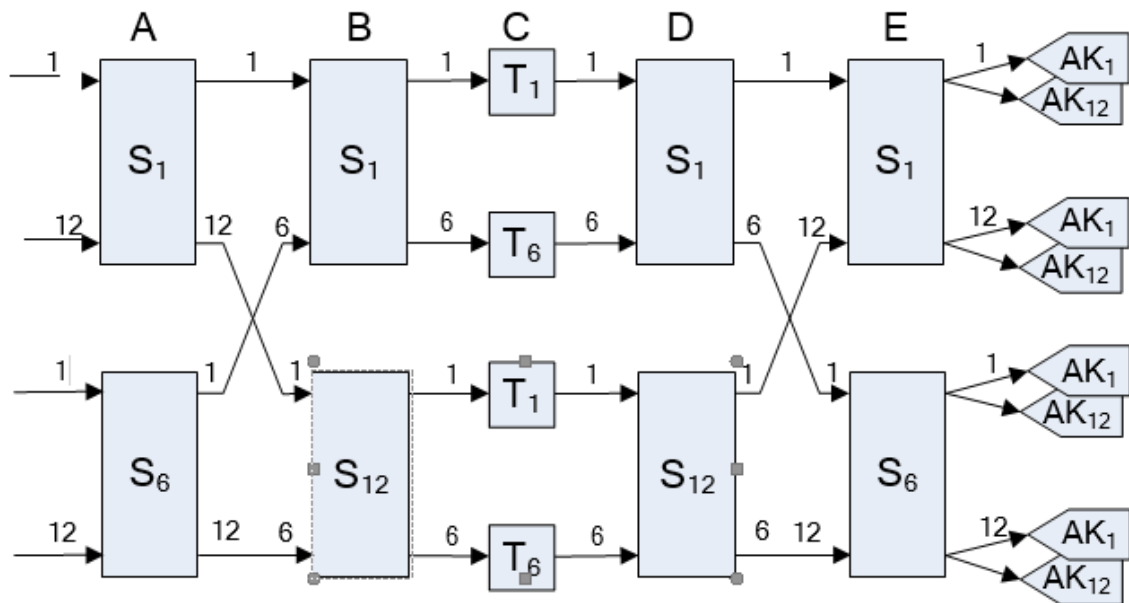


Рисунок 2.4 - Структурна схема комутаційного поля S-S-T-S-S

Після побудови структурної схеми потрібно побудувати еквівалент – за ним обчислюють втрату. При побудові еквівалентної схеми необхідно відобразити наявність розносу каналів. Як розраховано в розділі 2, наша система використовує 504 інтервали каналу. Що стосується елементів S, це означає, що в еквівалентній схемі кожен з них буде виглядати як набір з 504 еквівалентних пробільних перемикачів, 12x12 в ланці "A" або 6x6 в ланці "B". Для кращого розуміння всі S-елементи, що працюють в інтервалі 1-го каналу, розміщені в коробках, як і ті, що працюють у 504. Усі інші елементи, які працюють в інших інтервалах каналів, розташовані між ними і не відображаються. Для елементів T відстань між каналами відображається як відповідна кількість входів і виходів. Справжній елемент T має 1 вхід і 1 вихід, але оскільки входи та виходи мають 504 слоти, еквівалентний елемент матиме 504 входи та виходи. Тому T- елемент з'єднує лінії з того самого елемента S, але з його різним інтервалом між каналами, що показано на малюнку як з'єднання всіх 504 еквівалентних S елементів до 504 входів елемента T. Зверніть увагу на абонентські хаби - кожна

група складається з 12 АК, підключених до мультиплексованої лінії. На малюнку показано 40 шляхів від кінцевого елемента S до кожного АК - стільки просторів каналу несуть первинну лінію доступу. Еквівалентна схема структури S-S-T-S-S показана на рисунку 2.5.

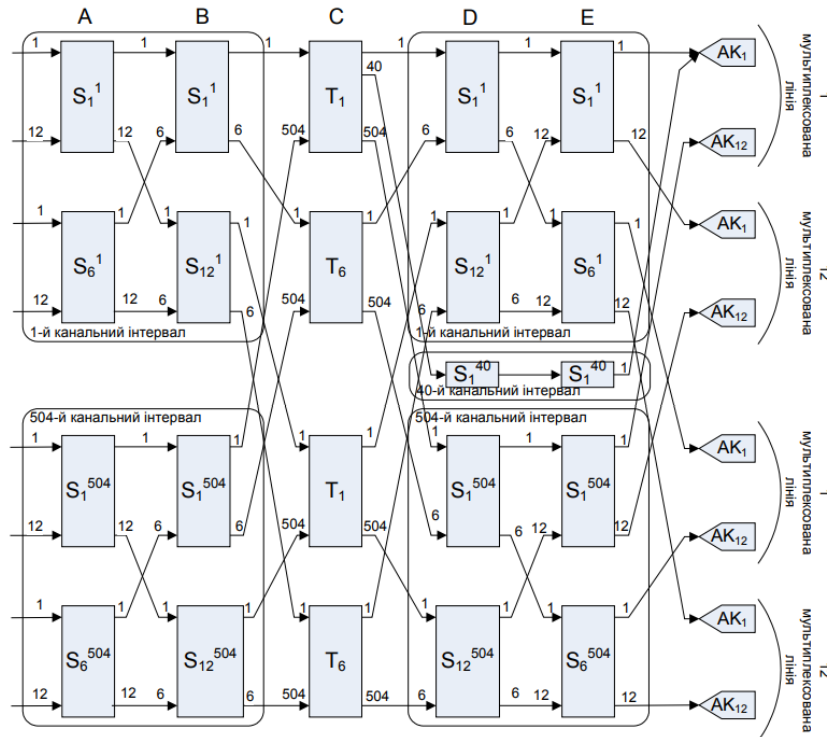


Рисунок 2.5 - Еквівалентна схема комутаційного поля S-S-T-S-S

Конфігурація T-S-T

На вході і виході такого поля є один вхідний елемент T, а між ними є елемент S. Таким чином, базова структура може обслуговувати лише 12 входів-виходів, а це означає, що потрібно використовувати розширення базової структури, наприклад T-S-S-T. Щоб обробити 71 вхід, вам потрібно взяти наступні 12 вхідних S-елементів у посиланні «В»

$$n_b = \frac{71}{12} = 5.91 \approx 6 \quad (2.9)$$

Схема однакова більш менш, тому в ланці «С» також буде 6 загальних функцій і 12 виходів. Але в цьому випадку навантаження телефону переходить на елемент «В» на 12 входах і йде - на 6 входах. Це означає, що лінія між лінками "В" і "С" буде перевантажена, що призведе до втрати телефонного зв'язку. Вийти

з цієї ситуації можна двома різними способами. Ви можете подвоїти лінію між посланнями "В" і "С", що дасть нам двосторонню схему. І ви можете використовувати структуру розширення T-S-S-S-T - кількість елементів, пов'язаних посередині, може бути відповідно до наших потреб. Що краще - покаже розрахунок втрат і метрики складності. Однак фактично використовується схема T-S-S-T - вона краща з точки зору модульності. Блок-схема T-S-S-T показана на малюнку 2.6

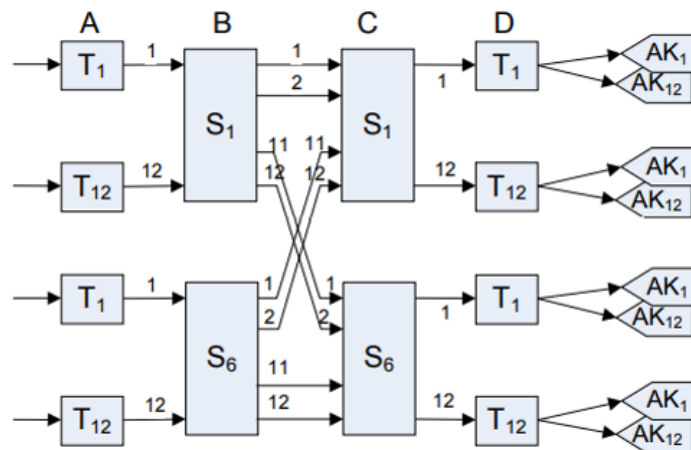


Рисунок 2.6 - Структурна схема комутаційного поля T-S-ST

Еквівалентна схема для поля T-S-S-T показана на рисунку 2.7. Конструкція еквівалентної схеми схожа на структуру S-S-T-S-S. Варто зазначити, що всі 40 інтервалів між каналами, які вписуються в абонентський хаб, походять з одного елемента T в порівнянні з S-S-T-S-S.

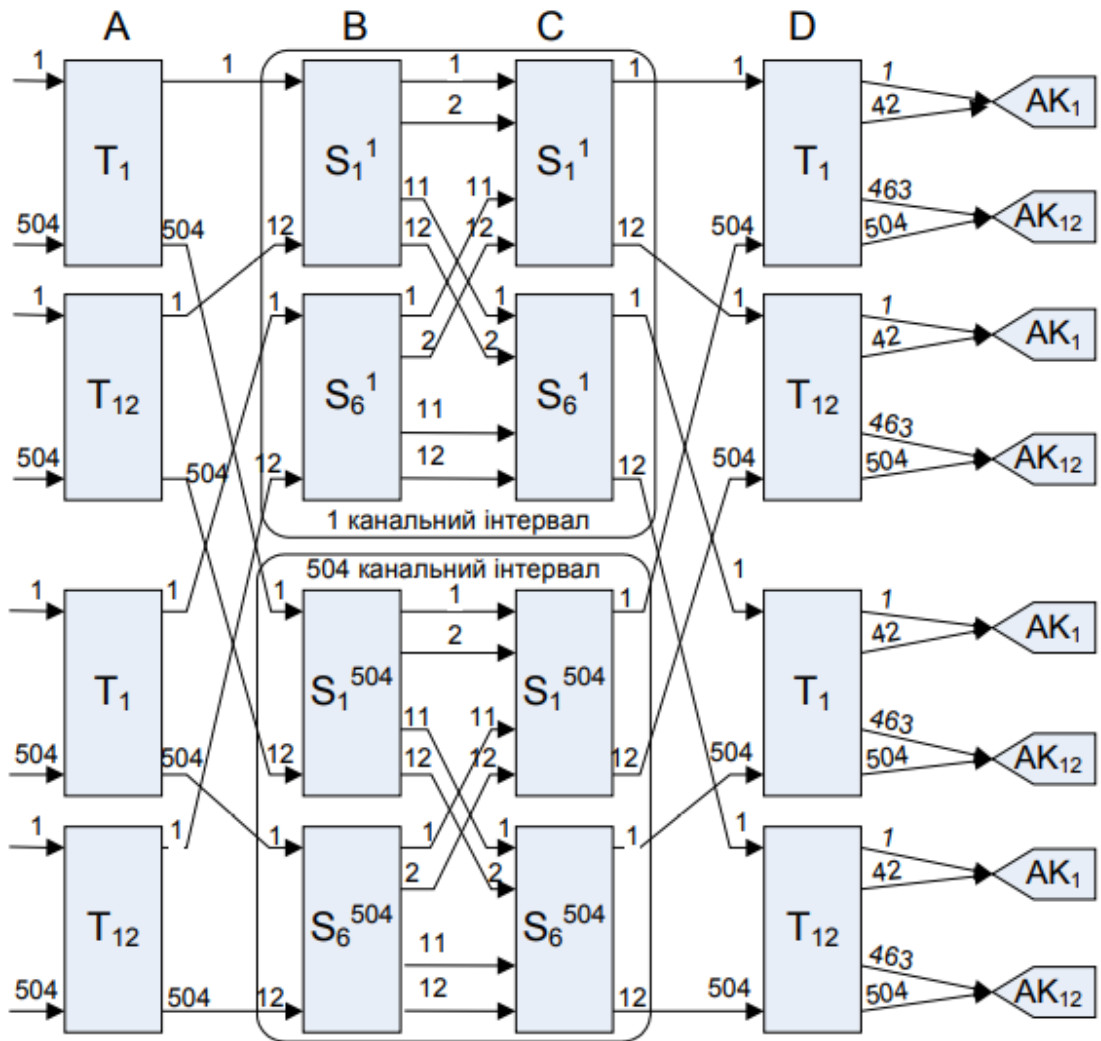


Рисунок 2.7 - Еквівалентна схема комутаційного поля T-S-S-T

Конфігурація ST-S-ST

На входах і виході, між ними встановлений елемент ST розміром 10 - S-елемент розміру 12. Ця схема працює дуже добре - для побудови ССР достатньо трьох ланок, оскільки кожен елемент S можна підключити до 12 елементів ST і 10 входів - зазвичай в результаті виходить 120 входів, а за попередніми розрахунками потрібно лише 94. Саме тому ця схема широко використовується в області комутації сучасних ЦКП

Щоб забезпечити 94 входи, вам потрібна така кількість з 10 вхідних елементів ST у ланці «А»:

$$n_b = \frac{94}{10} = 9.40 \approx 10 \quad (2.10)$$

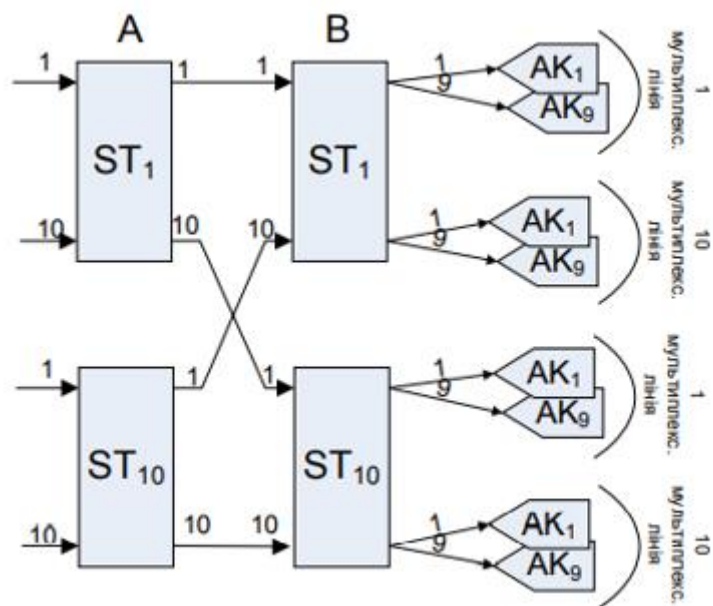


Рисунок 2.10 - Структурна схема комутаційного поля ST-ST

Еквівалентна схема цього поля майже ідентична структурній схемі - оскільки кожен елемент ST показаний у блоці на структурній схемі та еквівалентній схемі. Заміна лише одного проміжного дроту між ланками A і B буде еквівалентним джгутом проводів - 378 смугами. Схема показана на рисунку 2.11. Входи та виходи позначаються так само, як і на схемі ST-S-ST.

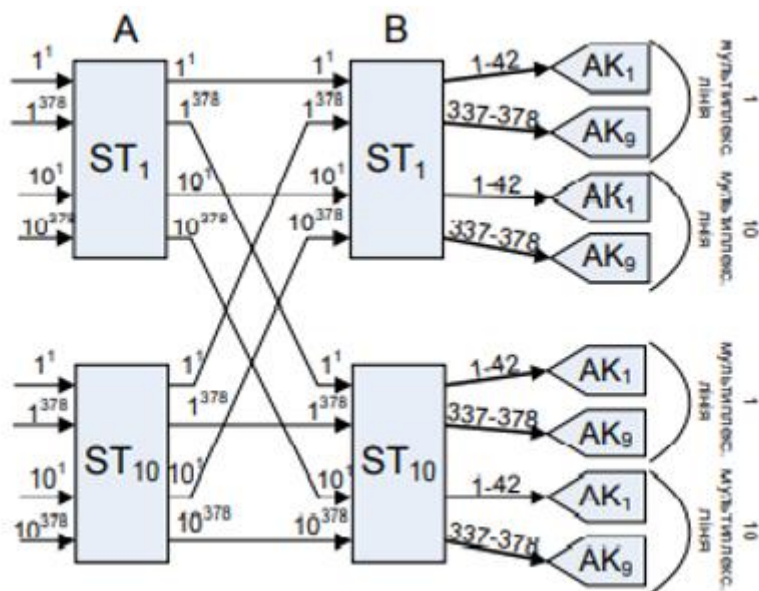


Рисунок 2.11 – Еквівалентна схема комутаційного поля ST-ST

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

3 ПОБУДОВА ІМОВІРНІСНОГО ГРАФА ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ВТРАТ

3.1 Імовірнісний граф для комутаційного поля S-T-S

Побудована структурна схема не є остаточною – в ній необхідно розрахувати ймовірності втрат, а якщо ці втрати не відповідають критеріям, потрібне уточнення. Стандартна втрата ССР розраховується у двох частинах: $P_{gi} = 0,0007$ і $R_{LI} = 0,0003$. Тепер нам потрібно розрахувати втрати ССР і порівняти з цим числом. Розрахунки проводяться методом ймовірнісних графіків, інакше відомим як «метод фігури Лі». Для цього потрібно побудувати схему, щоб показати процес встановлення з'єднання. Кожна з його вершин відображає точку, через яку проходить з'єднання - вхід або вихід одного з комутаторів ССР. Кожне ребро представляє перехід від попередньої точки до наступної з числовим значенням - ймовірністю того, що перехід не вдасться. Послідовне або паралельне з'єднання кількох ребер має ймовірність відмови, яка залежить від ймовірності кожного з'єданого ребра. Отже, за цим способом ми можемо дійти до загального сткпеню втрат.

Логіка побудови графіка така. Виклик, що надійшов на вхід комутаційного елемента ланки «А» (рис. 3.2), повинен бути підключений до якогось виходу ЦПК, неважливо який, тоді розберемо канал, що дзвонить на перший вихід цього поля. Елемент перемикача S має 12 виходів, тому, якщо один з них зайнятий, дзвінок може бути переключений будь-яким іншим.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|-----------------|-------------|----------------|
| | | | | | КПТР. 018003.01.12 ПЗ | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | Казіонов Н.А | | | Комутаційна система телекомунікаційної мережі Побудова ймовірнісних графів Пояснювальна записка | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | Драч І.В | | | | | 47 | |
| <i>Н. Контр.</i> | | Пивовар О.С | | | | ХНУ, зр TP-18-1 | | |
| <i>Затверд.</i> | | Підченко С.К | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Графік виглядає наступним чином: від точки «А» є 12 ребер, кожне ребро має значення w_l — ймовірність того, що цей вихід буде зайнято (рис. 3.1)

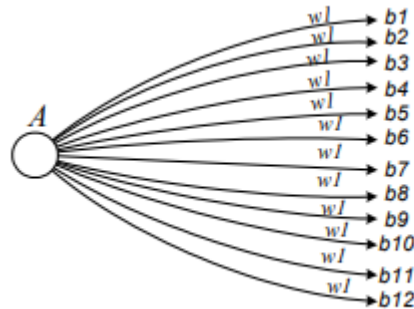


Рисунок 3.1 – етап 1 побудови графа

Шанс того що він зайнятий буде залежати від навантаження , що діє на вихід перемикача лінії «А», яке розраховується в розділі 2.

Навантаження від абонентських хабів і інтерконекторів неоднакові, але це легко врахувати. якщо ці рядки буде рівномірно розподілено по вхідним комутаційним елементам, і ви можете просто розрахувати середнє арифметичне навантаження відповідно до рівняння 3.1.

$$y_{cp} = \frac{y_{ал} n_{ал} + y_{сл} n_{сл}}{n_{ал} + n_{сл}}$$

$$y_{cp} = \frac{0.61 * 441 + 0.85 * 400}{441 + 400} = 0.724 \quad (3.1)$$

Шанс того, що один вихід комутатора ланки «А» буде зайнятий напряму буде залежити від середнього вхідного навантаження y_{sr} , кількості входів на та кількості виходів m_a , розрахованих за рівнянням 3.2. При цьому кількість входів і виходів однакова, тому ймовірність втрати буде дорівнювати вхідному завантаженню телефону, що буває не завжди. У процесі проектування може знадобитися підключити різну кількість входів і виходів

$$w1 = y_{cp} * \frac{n_a}{m_a}$$

$$w1 = 0.724 * \frac{12}{12} = 0.724 \quad (3.2)$$

Фактично, коли графік будується, перше і останнє ребра відображаються, а всі інші ребра відображаються. Далі вершини графа з'єднуються шляхом від виходу комутаційного елемента ланки «А» (який є таким же, як і відповідний вхід комутаційного елемента ланки «В») до виходу комутаційного елемента. послання «В». Елементи ланки «В» мають 6 виходів, підключених до відповідних елементів ланки «С», тому з кожної вершини «b» буде 6 ребер до точки «с». Результат цієї побудови показано на рисунку 3.2

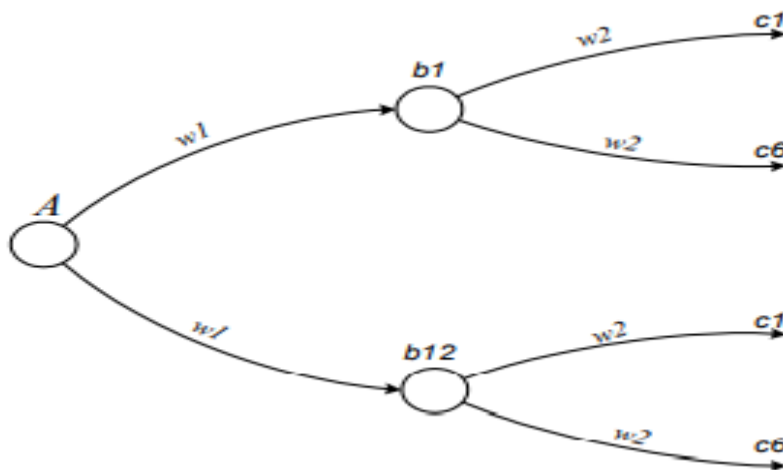


Рисунок 3.2 – 2 етап побудови графа

Існує ймовірність втрати $w2$ на ребрі b-с. Їх значення подібні до обчислення $w1$ за рівнянням 3.3. Як показано в рівнянні 3.2, кількість входів і виходів елементів не обов'язково однакова - в результаті оптимізації числа можуть бути абсолютно різними.

$$w2 = w1 * \frac{n_b}{m_b}$$

$$w2 = 0.724 * \frac{6}{6} = 0.724$$

Щоб побудувати діаграму далі, слід звернути увагу на наступні моменти. На виході лінії "С" - рядок 504 це загальна кількість міжканальних інтервалів на

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 49 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

комутаційному елементі типу "Т". Але для отримання виклику до центру користувачів, який нам потрібен, ми не можемо використовувати жодного з цих 504 СІ, тому що на виході ССР є демультимплексор, який розділяє потік 504 СІ на 12 42 потоків СІ, кожен з яких розвивається у своєму напрямку. І в потрібному нам напрямку (наприклад, до 1 абонентського центру) також є лише один потік на 42 СІ. Звідси видно, що поки на виході каналу "С" є 504 лінії, ви можете взяти лише 40 з них (оскільки 2 лінії є сервісами, які використовуються для сигналізації та синхронізації). Отже, наступний етап побудови графіка дасть наступний графік – 3.3

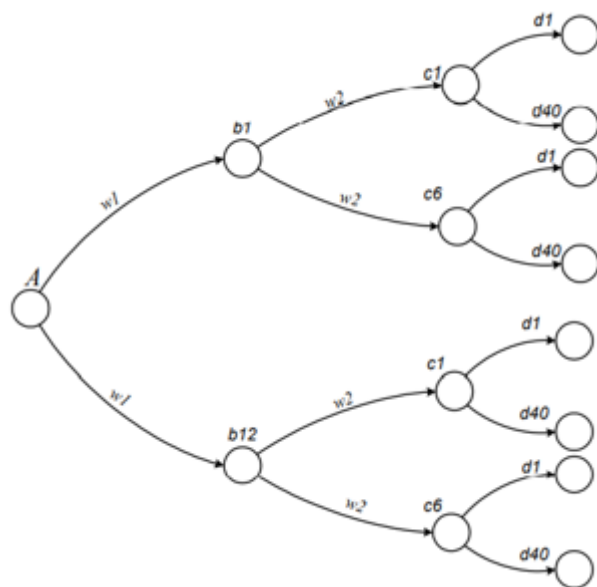


Рисунок 3.3 – 3 етап побудови 3 графа

А тут ми будемо розбиратись чи все правильно побудували.

У посиланні "В" шлях може проходити через 12 елементів - таким чином, точка "b" у стовпці 12. У посиланні «С» шлях може проходити через 72 елементи - у стовпці 72 пункти «С» (12 по 6 пунктів). Але на діаграмі ми бачимо 72 по 40 точок «d», що становить 2880 балів – але це не так, насправді є лише 40 по 12 точок «d», що становить лише 480 пунктів. Придивившись уважніше до еквівалентної схеми, можна помітити, що з виходу ланки «С» лінії збігаються на вході елемента ланки «D». Тобто перший рядок виходу першого елемента ланки «С» підключений до входу першого елемента ланки «D», а перший рядок виходу

6-го елемента ланки «С» є підключений до посилання той же перший елемент входу

"D". Правильно: елемент посилання "D" - це вхід 6. Тому правильно об'єднати виходи 6 точок «С» в одну точку «Г». Такий графік корекції виглядає наступним чином.

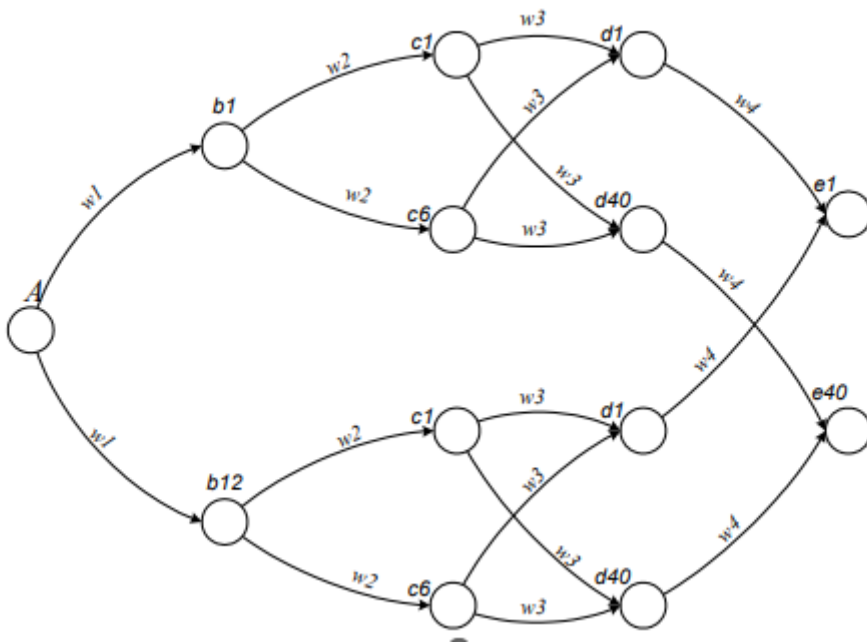


Рисунок 3.4 – Виправлений третій етап побудови імовірнісного графа

Ймовірність відсутності w_3 буде такою ж, як w_2 , оскільки в цьому випадку елемент «Г» має однакову кількість входів і виходів: $w_3 = w_2 = 0,724$. Щоб побудувати графік далі, спостерігаємо, що вихід 12 елементів ланки «D» збігається з одним елементом посилання «Е», а всього таких елементів 40. Почніть з одного елемента типу "S", але з'явиться як 40 окремих еквівалентних елементів на еквівалентній схемі. Наступний етап побудови графіка показаний на рис 3.5.

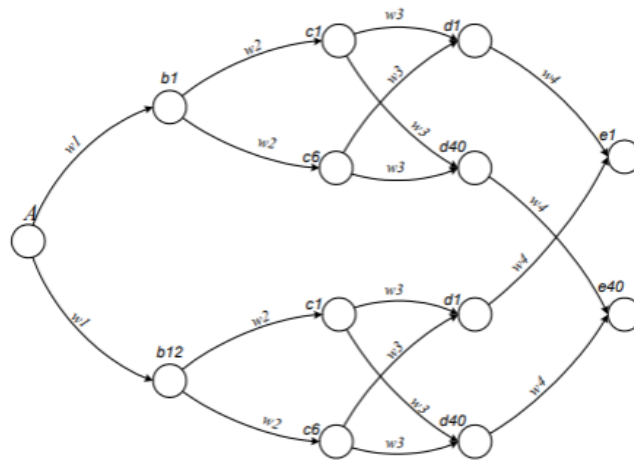


Рисунок 3.5 – 4 етап побудови графа

Ймовірність відмови w_4 на краю графіка від точки «d» до точки Розрахунок «E» подібний до ймовірності w_2 , тільки взявши кількість входів і виходів для комутаційних елементів ланки «D». Також зверніть увагу, що в цьому випадку кількість входів і виходів однакова, але може стати різною через оптимізацію.

$$w_4 = w_3 * \frac{n_d}{m_d}$$

$$w_4 = 0.724 * \frac{6}{6} = 0.724$$

Нарешті, завершальний етап побудови графіка – всі лінії збігаються в точці, це виходи елементів ланки «E», підключених до хабу користувача. Насправді між ЦКП і концентратором є демультимплексор, але з іншого ракурсу розрахунків втрат він не впливає на роботу схеми комутації. .

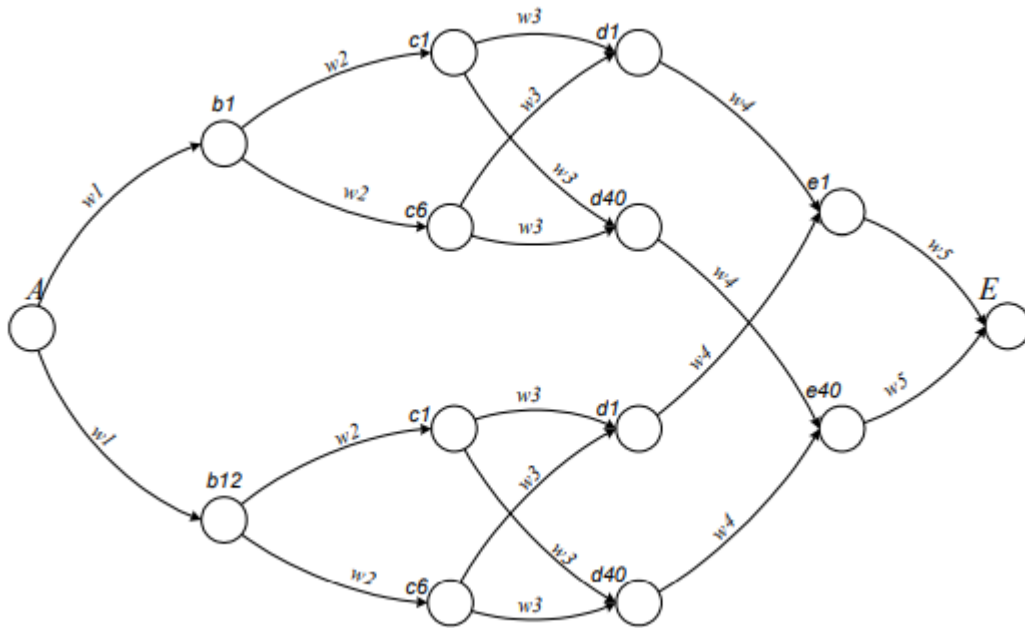


Рисунок 3.6 – 5 етап побудови графа

Можна сказати точно, що ймовірність втрат w_5 розраховується з w_4 та кількості введів-виходів комутаційних елементів ланки «Е», яка в даному випадку також становить 0,724. Слід також зазначити, що w_5 – це втрати на ступені лінійного пошуку, тобто, повертаючись до рисунка 2.2, ми бачимо, що загальні втрати СРС – це сума втрат на другому та третьому етапах всієї системи комутації $0,0007 + 0,0003 = 0,001$. Це довідковий номер для розрахунку – фактична сума збитків не повинна перевищувати його. Але він не повинен бути набагато меншим за нього, оскільки це свідчить про те, що КПК побудований не ідеально - зони з більшими втратами будуть дешевшими.

3.2 Імовірнісний граф для комутаційного поля Т-S-T

Ціль побудови графіка для структури Т-S-T схожа. Розглянемо еквівалентну схему структури Т-S-S-T, яка побудована в розділі 2.2, як показано на рисунку 2.4. На вході схеми знаходиться елемент з 504 входами і виходами. Це означає, що загальне навантаження включає навантаження 504 інтервали

вхідного каналу, вхідні дзвінки можуть проходити через 504 вихідні канали. Отже, перший етап побудови діаграми дає таку картину – малюнок 3.7.

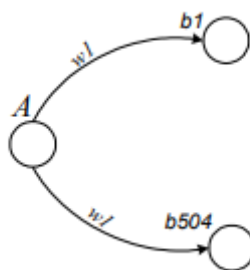


Рисунок 3.7 – 1 етап побудови графа

Імовірність $w1$ того, що телефонне з'єднання буде втрачено, обчислювати не слід - вона чисельно дорівнює навантаженню телефону на вході, оскільки елемент типу «Т» має однакову кількість входів і виходів і не змінюється:

$$w1 = y_{cp} = 0,724 \quad (3.5)$$

Далі розглянемо вихідні лінії комутаційних елементів ланки «В». По-перше, сама точка «б» - 504. По-друге, кожен залишає 12 рядків, але не всі вони ведуть до цілі - тільки лінія, що з'єднує перший елемент ланки "В" і перший елемент ланки "С". До таких комутаційних елементів ведуть інші лінії, без виходу в потрібному нам напрямку. елемент посилення «В» і «С» з'єднуються двома проводами – це так звана схема «подвійного з'єднання». Отже, стовпець між точками «b» і «c» також повинен показувати 2 ребра. Другий етап побудови діаграми дає такий малюнок - рисунок 4.8. Відповідно до рівняння 4.3 ймовірність відмови на її краю розраховується так само, як і для конструкції S-S-T-S-S, з тими ж значеннями: $w2 = 0,724$, тільки кількість входів і виходів - 12, а не 6.

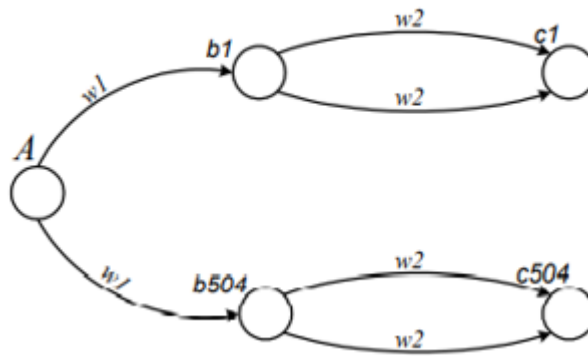


Рисунок 3.8 – 2 етап побудови графа

Тоді вихідна лінія з елемента посилення «С» збігається з елементом ланки «D» - відповідно, ребро графіка, що виходить з точки «с», буде збігатися з точкою «d» - тому що тільки лінія посилення «D» Елемент перемикача виходить у потрібному нам напрямку. Результат показаний на рисунку 3.9. Відповідно до рівняння 3.4 ймовірності втрат на ребрах подібні, а значення в цьому випадку однакове: $w_3 = 0,724$.

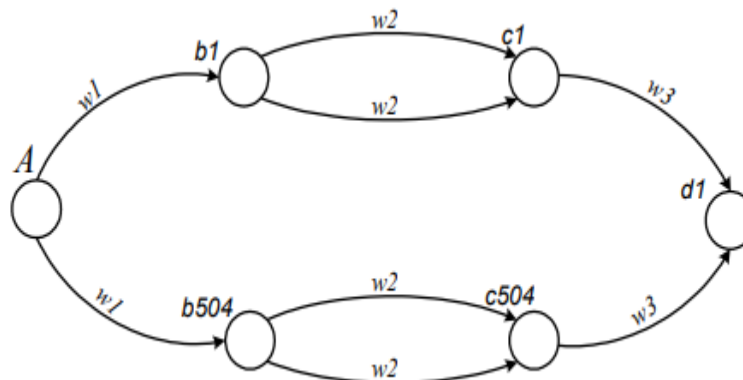


Рисунок 3.9 – 3 етап побудови 3 графа

Тоді на виході комутаційних елементів ланки "D" є 504 канали. Але лише 40 з них ведуть до нашої мети – як у структурі S-S-T-S-S. Але з іншого боку, ребра графіка виходять з точки "D" являє собою комутаційний елемент і міститься в крапці "D", яка представляє пункт призначення - абонентський концентратор. На рисунку 4.10 показані завершальні етапи побудови графіка. Ребра графа пронумеровані від 1 до 40, що означає, що 40 ребер графа включені паралельно, а ребро між точками «b» і «с» включає 2 ребра. Очевидно, що

ймовірність відмови w_4 буде дорівнює w_3 , оскільки кількість входів і виходів ланки «D» однакова - 504. Для розрахунку виразимо: $w_4 = 0,724$.

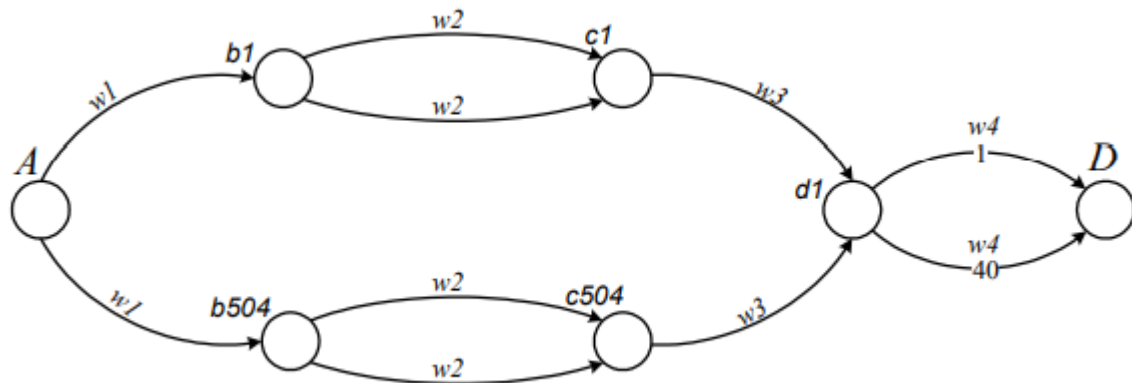


Рисунок 3.10 – 4 етап побудови 4 графа

Нарешті, слід нагадати, що загальна ймовірність відмови в процесі від точки «A» до точки «d1» дорівнює затратам у частині 2 рисунка 2.2, РГШ = 0,0007. А сумарна ймовірність від точки «d1» до точки «D» — це втрата в ділянці 3, РЛШ = 0,0003. Однак ніхто не втручається в процес оптимізації для зміни цих значень, тому лише їх сума має бути – 0,001

3.3 Імовірнісний граф для комутаційного поля ST-S-ST

Блок-схеми ST-S-ST майже така ж, як і T-S-T, або навіть простіше, потрібно лише правильно зрозуміти еквівалентну схему. Навантаження телефону досягає елементів посилення "A" на 10 рядках і потім Кожен - 378 інтервалів каналів. Це означає, що вхід має навантаження 3780 еквівалентних рядків, кожна - 0,724 Ерл. Вихід у цій конфігурації ЦКП також 10 рядків, 378 СІ. Крім того, враховуючи спосіб встановлення з'єднань для вхідних дзвінків, ми бачимо, що він може проходити через 3780 ліній – стільки ж рядків, скільки в еквівалентній структурі S-елемента. Перший етап побудови графіка показаний на рис 3.11

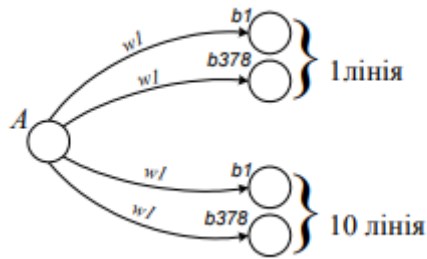


Рисунок 3.11 – 1 етап побудови графа

Імовірність втрати $w1$ розраховується за рівнянням 3.2. Порівняно зі структурою T-S-T втрати можуть відрізнятися від навантаження телефону на вхідний канал, оскільки кількість входів і виходів може відрізнятися. Для початкової вхідної схеми стільки, скільки виходів, тому розрахунок виглядає наступним чином:

$$w1 = 0.724 * \frac{10}{10} = 0.724$$

На виході ланка "B" може бути тільки один шлях до пункту призначення - до єдиного елемента перемикавання ланка "C", тому другий етап діаграми очевидний - усі виходи ланка "B" у виді "C1". Імовірність пропуску $w2$ може відрізнятися від $w1$ (наприклад, якщо структура розширена - ST-S-S-ST або ST-S-S-S-ST), але в цьому випадку кількість входів і виходів каналу "B" однакова, Отже, $w2 = w1 = 0,724$. Діаграма наведена на рисунку 4.12. Для простоти замість 10 пучків по 378 рядків на малюнку показано лише 3780 рядків - розрахунково це нормально

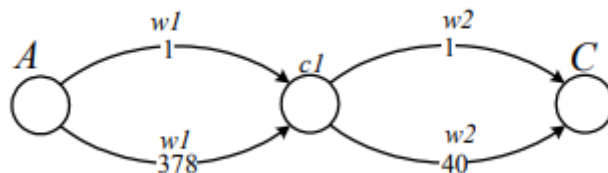


Рисунок 3.12 – 2 етап побудови графа

Третій етап графіка в точності схожий на структуру T-S-T - існує 40 паралельних шляхів між точкою "c1" і кінцевим пунктом призначення "С", ймовірність втрати дорівнює $w3$, а вихід розраховується з відношення $w2$ до вхід:

$$w3 = 0.724 * \frac{10}{10} = 0.724$$

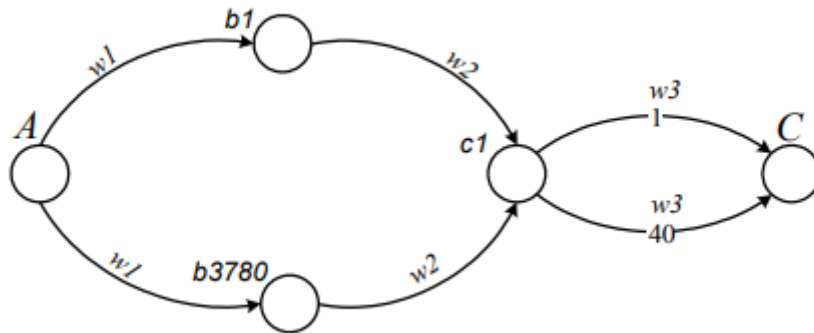


Рисунок 3.13 – 3 етап побудови графа

3.4 Імовірнісний граф для комутаційного поля ST-ST

Схема еквівалентного поля ST-ST складає між собою 378 ліній зв'язку між каналами А і В, без обходу, але 378 еквівалентних ліній (відстань між каналами) між ними. Вхідні дзвінки можна здійснювати з будь-яким інтервалом між каналами. Тобто існує 378 паралельних шляхів між посланнями А і В і 40 послань від послання В до користувача, подібно до структури ST-S-ST. Графік такого поля наведено на рисунку 3.14.

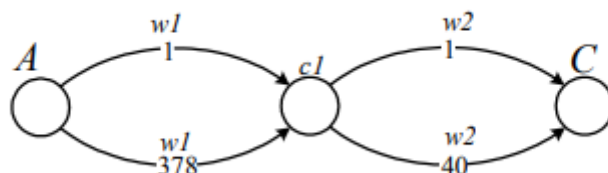


Рисунок 3.14 – Імовірнісний граф для структури ST-ST

З цієї ж причини значення ймовірності втрат на виході ланки «А» буде подібним до структури ST-S-ST, оскільки комутаційні елементи в обох схемах використовуються однаково, з однаковою кількістю входів і виходів.

$$w1 = 0.724 * \frac{10}{10} = 0.724$$

Те ж саме стосується ланка "С" - вихідна схема використовує ті ж компоненти, а втрати на її виході також залежать від вхідного навантаження і відношення кількості входів до кількості виходів:

$$w2 = 0.724 * \frac{10}{10} = 0.724$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 59 |

4. РОЗРАХУНОК ВТРАТ ТЕЛЕФОННИХ СПОЛУЧЕНЬ НА ОСНОВІ ІМОВІРНІСНОГО ГРАФА

4.1 Розгляд структури S-T-S

Побудова графа виконання призначена для обчислення втрат з'єднань. Для цього потрібно кілька етапів перетворення графа залежно від його топології. Перетворення здійснюється на основі наступних правил. Якщо два ребра графіка з'єднати послідовно (рисунок 4.1), загальна ймовірність втрат буде більшою за ймовірність втрат кожного ребра, розраховану за рівнянням 4.1. Якщо ребра з'єднати паралельно (рисунок 4.2), загальна ймовірність втрат буде меншою за ймовірність для кожного ребра, розраховану за рівнянням 4.2

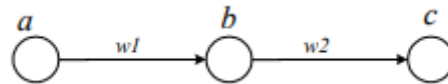


Рисунок 4.1 – Послідовне сполучення ребер графа

$$W_{ac} = 1 - (1 - w_1) * (1 - w_2)$$



Рисунок 4.2 – Паралельне сполучення ребер графа

$$W_{ab} = w_1 * w_2 \quad (4.2)$$

Існує також структура, яка називається «діаграма мосту», показана на рисунку 4.3. Таку структуру не можна уявити ні як послідовність, ні як паралель, вона розраховується за рівнянням 4

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|---------------------|---------------|-------------|--|------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | КПТР. 018003.01.12 ПЗ | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Казіонов Н.А</i> | | | Комутаційна система телекомунікаційної мережі Розрахунок втрат Пояснювальна записка | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Драч І.В</i> | | | | | 60 | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Пивовар О.С</i> | | | | ХНУ, зр ТР-18-1 | | |
| <i>Затверд.</i> | | <i>Підченко С.К</i> | | | | | | |

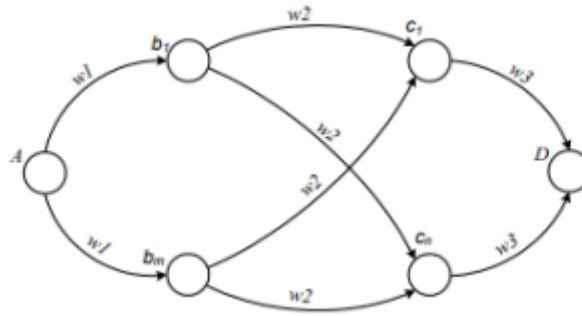


Рисунок 4.3 – „Містковий” граф

$$P = \sum_{k=1}^n C_n^k w_3^{n-k} (1 - w_e)^k (w_1 + w_2^k (1 - w_1))^m \quad (4.3)$$

де: m - кількість вузлів „b”

n - кількість вузлів „c”

w - ймовірність втрат на відповідних ребрах

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} - \text{кількість сполучень з „n” по „k”}$$

Структурна діаграма S-T-S, показана на малюнку 3.6, дуже складна і нелегка для обчислення. Тому в практичному використанні використовуються так звані оціночні графіки, які легко обчислити. Щоб побудувати граф оцінки, існуючий граф трансформується: деякі ребра опускаються або повторно з’єднуються з іншими вершинами.

Отриманий графік буде навмисно більш імовірним, ніж існуючий графік. Проблема з перетвореннями графів неоднозначна. Наприклад, ви можете зробити це. Імовірність збою такого графіка буде свідомо вищою, ніж вихідний графік, оскільки він має менше шляхів між точками входу та виходу. Отже, якщо оцінений графік задовольняє умову швидкості втрат, істинний графік буде більш задоволеним.

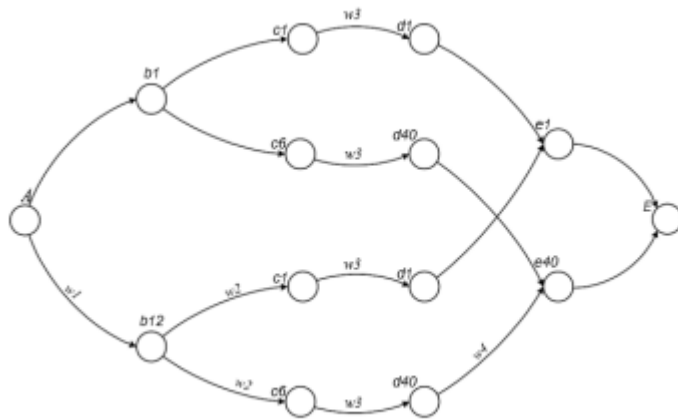


Рисунок 4.4 –Оцінний граф (оцінка занижена)

Далі графік можна перетворити наступним чином. Відповідно до рівняння 5.1 - заміна ребер b1-c1, c1-d1, d1-e1 еквівалентним ребром з ймовірністю втрат w', обчислюється як:

$$w' = 1 - (1 - 0.724) \cdot (1 - 0.724) \cdot (1 - 0.724) = 0.979$$

Перетворений графік буде виглядати як на малюнку 4.4 – це те, що відомо як «мостовий» графік. Імовірність його втрати можна розрахувати за рівнянням 4.3.

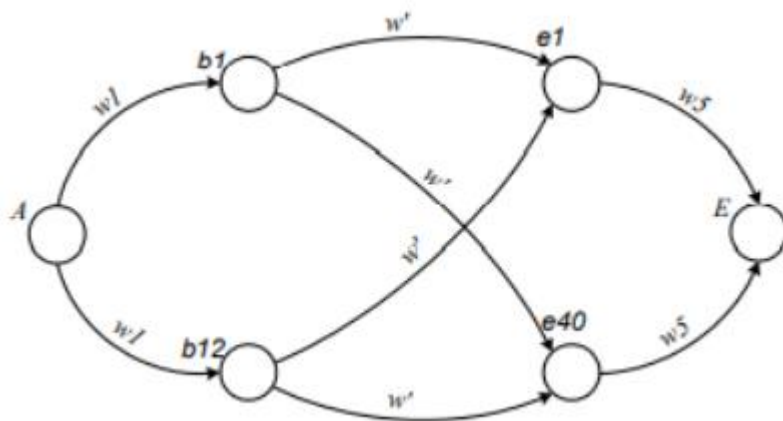


Рисунок 4.5 – Оцінний граф після перетворення – „містковий”

$P = \sum_{k=1}^{40} C_{40}^k \cdot 0.724^{40-k} (1 - 0.724)^k (0.979 + w_2^k (1 - 0.724))^{12}$ Треба брати до уваги що– ймовірність втрат $P=0,498$. Це набагато більше, ніж допустима норма : $P=0,001$. Отже, структурна схема потребує подальшої оптимізації

4.2 Розгляд структури T-S-T

Структурна діаграма T-S-T, показана на малюнку 3.10, є класичною послідовно-паралельною діаграмою, яку дуже легко розрахувати. Перший етап розрахунку полягає в заміні паралельного з'єднання двостороннього «b-c» на еквівалентні значення згідно з рівнянням 4.2:

$$w(b - c)_{\text{екв}} = (w2)^2 = 0.724^2 = 0.525$$

На другому етапі нам краще замінити це сполучення на еквівалентне яке представлено нижче у формулах.

$$w(a - d)_{\text{екв}} = 1 - (1 - w1) * (1 - w(b - c)_{\text{екв}}) * (1 - w3)$$

$$w(a - d)_{\text{екв}} = 1 - (1 - 0.724) * (1 - 0.524) * 1 - 0.724 = 0.96375$$

Третій етап - заміна паралельного з'єднання 504 еквівалентних сторін "A-d" приймає еквівалентне значення відповідно до рівняння 4.2; це буде втрата на рівні групового пошуку:

$$P_{\text{ГШ}} = (w(A - d)_{\text{екв}})^{504} = 0.96374^{504} = 8.25 * 10^{-9}$$

Видно, що втрати групового пошуку приблизно в раз більше за канонічний показник який = 0,0007. Очевидно, що така блок-схема також потребує оптимізації.

Потім є частина "d-D" - лінійний пошук. Він розраховується не методом ймовірнісних графіків, а просто таблицею Кендалла-Башаріна - оскільки ця частина є звичайним з'єднувальним джгутом, і на відміну від каскадної схеми утримання, згідно до формули Ерланга можем отримати більш точне значення. Значення ми можем отримати, подивившись на еквівалентну принципову схему на малюнку 3.4 Кожен блок комутації останньої ланки включає 504 рядки, залишаючи також 504 рядки. Тому навантаження на кожен лінійний вхід і вихід буде однаковою - 0,724 Ерл. Існує 40 відстаней між каналами в напрямку

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 63 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

кожного абонентського концентратора після мультиплексора, тому загальне навантаження на промінь буде

$$Y_{лш}=40 \cdot 0,724=28,96 \text{ Ерл}$$

Далі з таблиці ми знаходимо відсутню ймовірність для рядка 40 і загальне навантаження 28,96:

$$P_{лш}(V = 40; Y = 28.96) \approx 0.01$$

Як видно, ця ймовірність на два порядки вище стандартної (0,0003). Очевидно, що і тут потрібна оптимізація, оскільки пропускної здатності 40-рядкового променя явно недостатньо для вхідного навантаження.

4.3 Розгляд структури ST-S-ST

Графік структури ST-S-ST, показаний на рисунку 3.13, подібний до графіка T-S-T - послідовно-паралельний, а обчислення майже такі самі або навіть простіші. Між точками «А» і «с» ребра графіка є послідовними включеннями двох ребер, для яких еквівалентна ймовірність відмови розраховується за рівнянням 4.1:

$$w(a - c)_{\text{екв}} = 1 - (1 - w1) * (1 - w2)$$

$$w(a - c)_{\text{екв}} = 1 - (1 - 0.724) * (1 - 0.724) = 0,923824$$

Певний шанс втрати між цими точками це результат підключення 3780 ребер, і він являється втратою групового гукання і розрахувати можна за формулою 4.2.

$$P_{ГШ} = (w(A - c)_{\text{екв}})^{3780} = 0.9238^{3780} = 8.46 * 10^{-131}$$

Видно, що втрати телефонного зв'язку в цій зоні значно нижчі за норму – отже, є резерв для оптимізації параметрів системи комутації. Що стосується області лінійного пошуку, то в даному випадку все розраховане для попередньої структури правильно, але з такою приміткою. На відміну від T-елементів, які зазвичай мають однакову кількість входів і виходів, елементи ST можуть мати різні номери. У нашому сценарії - 10 входів і 10 виходів, але після оптимізації

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 64 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

може бути іншим. Тому в цілому навантаження на вихідну балку слід розраховувати за співвідношенням кількості входів і виходів

$$Y_{лш} = Y_{ki} * k_i \frac{n}{m} \quad (4.4)$$

де: Y_{ki} - навантаженість останньої ланки на вході;

k_i - загальна кількість абонентів на одному концентраторі;

n - загальні входи на ост ланці;

m - загальні виходи на ост ланці

$$Y_{лш} = 0.724 * 40 \frac{10}{10} = 28.96 \text{ Ерл}$$

Очевидно, що при однаковій кількості входів і виходів навантаження буде таким же, як у конструкції T-S-T, а втрати будуть такими ж, як і норма: $P = 0,01$. Також потрібна оптимізація втрат на рівні лінійного пошуку

4.4 Розгляд структури ST-ST-ST

Карту ймовірностей для структури ST-ST-ST (яка фактично стає структурою ST-ST), показано на малюнку 3.14, обчислити легше, ніж попередню. Від точки «А» до точки «с» є 378 паралельних ребер, кожне $w_1 = 0,724$. Еквівалентні втрати виглядають так:

$$w' = 0.724 \cdot 378 = 9.58 \cdot 10^{-54}$$

Це втрата на рівні групового пошуку - тому що нижче, лінійний пошук починається в точці "с". Навантаження на нього таке ж, як за схемою ST-S-ST і також не стандартне: $P = 0,01$. Отже, висновок для структури ST-ST буде схожий на такий для структури ST-S-ST: втрати на рівні групового пошуку набагато менші, ніж вимагається стандартом, а на рівні лінійного пошуку - набагато більші. . Загальні втрати - більше норми, потрібно оптимізувати.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 65 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5. ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ СХЕМИ КОМУТАЦІЙНОГО ПОЛЯ.

5.1 Оптимізація ЦКП для структури S-T-S

Очевидно, завдання розрахунку полягає в тому, щоб підтвердити, що прохідна втрата телефонного зв'язку від користувача до користувача задовольняє критерію: $P = 0,002$. Але загальні втрати (включаючи втрати в трьох областях) дають вищі цифри загалом для всіх планів ЦКП, головним чином через лінійний пошук - Таблиця 6.1. Зверніть увагу, що для конфігурації S-T-S втрати в градусах ГШ і ЛШ розраховуються разом.

| Схема ЦКП | $P_{\text{ЛШ}}$ | $P_{\text{ГШ}}$ | $P_{\text{ЛШ}}$ | $P_{\text{загальні}}$ |
|-----------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| S-T-S | 0,0011 | | 0,498 | 0.497 |
| T-S-T | 0,0011 | $8,24 \cdot 10^{-9}$ | 0,01 | 0,011 |
| ST-S-ST | 0,0011 | $8,46 \cdot 10^{-131}$ | 0,01 | 0,011 |
| ST-ST | 0,0011 | $9,58 \cdot 10^{-54}$ | 0,01 | 0,011 |

Тому наступним етапом є оптимізація параметрів, які будуть змінюватися відповідно до схеми та метрики втрат, отриманих під час розрахунку.

Існує два основних способи оптимізації системи комутації. Перший – змінити співвідношення входу і виходу S-елемента. Щоб зменшити втрати, ви можете встановити елемент S у ланці «А», який матиме більше виходів, ніж входів. У таблиці 5.2 показаний процес оптимізації для різних значень кількості входів для ланка А. Кількість виходів завжди 12.

| | | | | | | | | |
|-----------|------|--------------|--------|------|---|-----------------|------|---------|
| | | | | | КПТР. 018003.01.12 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Казіонов Н.А | | | Комутаційна система телекомунікаційної мережі Оптимізація | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Драч І.В | | | | | 66 | |
| Н. Контр. | | Пивовар О.С | | | Пояснювальна записка | ХНУ, зр TP-18-1 | | |
| Затверд. | | Підченко С.К | | | | | | |

Таблиця 5.2 Оптимізація кількості входів ланки А для структури S-T-S

| Кількість входів вітки А | Кількість входів вітки В | Загальний показник втрат |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 12 | 6 | 0,471850 |
| 11 | 7 | 0,224620 |
| 10 | 7 | 0,087830 |
| 9 | 8 | 0,034150 |
| 8 | 9 | 0,012650 |
| 7 | 10 | 0,003950 |
| 6 | 12 | 0,000974 |

Видно, що для досягнення стандартної швидкості втрат пакетів необхідно побудувати ЦКП за допомогою двох розширень телефонного трафіку - кожен комутатор каналу А має розмір 6x12, а канал В потребує 12 комутаторів 12x12. Канал С буде складатися з 144 елементів Т-перемикача, зв'язок D такий же, як В, а зв'язок Е - те ж, що і А. Зауважте, що немає жодних застережень щодо подальшої оптимізації в цій області – подальше зменшення кількості входів до каналу А призведе до недостатньої кількості входів у ланці В, оскільки елемент S S розрахований на 12 входів-виходів.

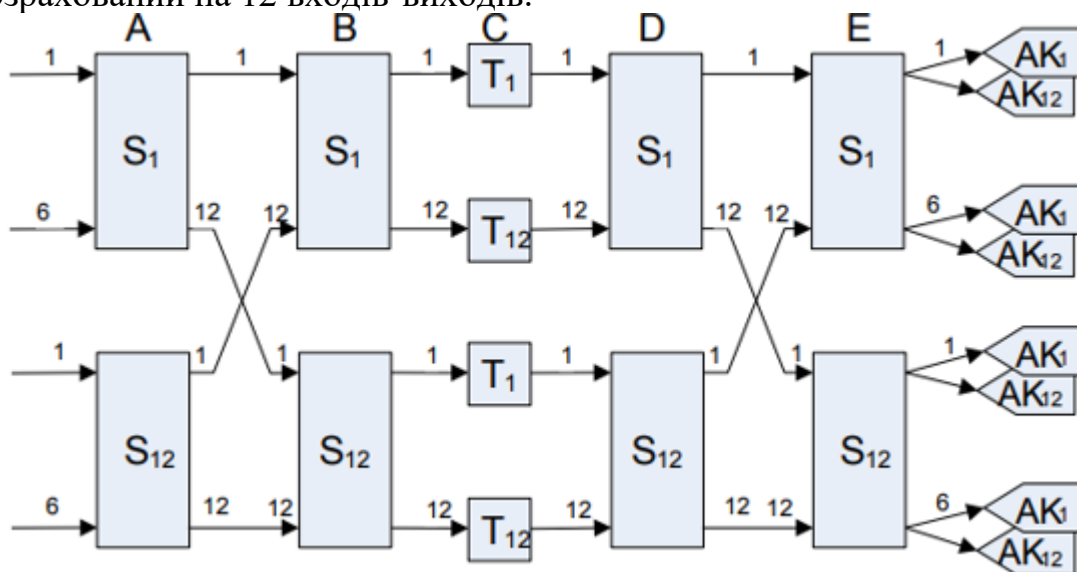


Рисунок 5.1 – Оптимізована структурна схема ЦКП для 1 варіанту

Другий метод оптимізації полягає в зменшенні навантаження на хаб користувача. Цей підхід не настільки ефективний, оскільки використання самих концентраторів і основних ліній доступу буде меншим, але в деяких випадках його можна запропонувати, коли можливості оптимізації СРС вичерпані. У таблиці 6.2 показано хід оптимізації для різних значень розміру групи користувачів. Перемикач А ланки А має завжди однакову кількість входів - 12.

Таблиця 6.2 Оптимізація розміру абонентської групи для структури S-T-S

| Розмір абонентської групи | Кількість входів ЦКП | Кількість входів комутатора вітки В | Загальний показник втрати |
|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| 228 | 71 | 6 | 0,471870 |
| 201 | 76 | 7 | 0,267870 |
| 151 | 90 | 8 | 0,052426 |
| 101 | 118 | 10 | 0,005066 |
| 79 | 142 | 12 | 0,000998 |

Як видно з таблиці, лише кількість користувачів одного концентратора 78 може досягти бажаного коефіцієнта втрат, при цьому комутаційна здатність S-елемента використовується повністю - і немає подальшого резерву оптимізації. Для довідки ви також можете вказати навантаження між каналами для основного потоку з розміром групи користувачів 78 - він дорівнює 0,209 Ерл, що вказує на дуже низьке використання лінійних пристроїв.

| Розмір абон груп и | Кіль кіст ь ко му тат . ла нк и В | Навант аж. каналь ного інтерв алу | Навант аж. абоне нт. конце нтр. | Вихід нава нт. ЦК П | Втр ат и П Ш | Втр ат и Г Ш | Втр ати Л Ш | Зага льні втра ти |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------|---------------|-------------|-------------------|
| 227 | 6 | 0,6 08 | 24,3 2 | 28,93 | 0,001 | 7,174E- 09 | 0,01 | 0,011 |
| 200 | 7 | 0,5 36 | 21,4 3 | 27,02 | 0,000 1 | 1,21E- 13 | 0,00 4 | 0,004 1 |
| 183 | 7 | 0,4 90 | 19,6 1 | 25,69 | <0,000 1 | 7,94E- 18 | 0,00 2 | <0,00 21 |
| 180 | 7 | 0,4 82 | 19,2 9 | 25,45 | <0,000 1 | 1,10E- 18 | 0,00 19 | <0,00 2 |

Таблиця 6.3 Оптимізована абонентська група T-S-T

Примітка – в результаті оптимізації втрата на рівні лівого боку більша за розрахункову, але загальна втрата відповідає критерію – 0,002. мають Значення показника загальних втрат; якщо втрати в стадіях ЛШ і ГШ менші за норму, то можна допустити більшу втрату в ЛШ. Оптимізована блок-схема ЦКП рис. 5.3.

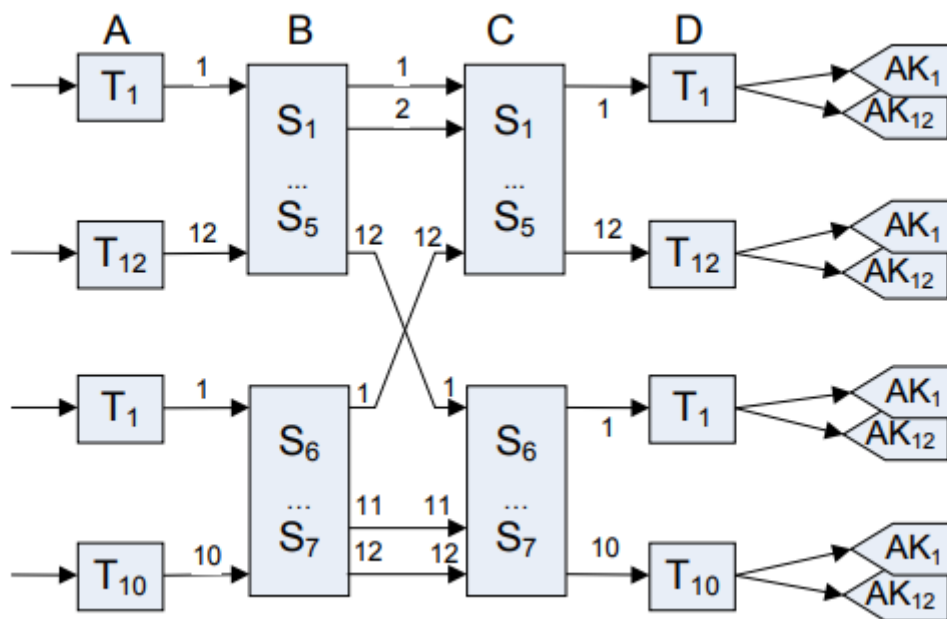


Рисунок 5.3 – Структурна схема оптимізованого ЦКП структури T-S-S-T

Програма має наступний опис. Схема подвійна, з 7 елементами в каналі В і С, тому для кожного елемента потрібно 14 вихідних портів, але лише 12; 2 вихідних портів недостатньо для побудови схеми. Ви можете вирішити проблему так: кількість рядків буде неоднаковою між елементами, що зв'язують В і С. Наприклад, 2 лінії з'єднуються з елементами з 1 по 5, а 1 лінія – з елементами 6 і 7. Очевидно, що такі лінії можуть бути перевантажені, але кількість вхідних рядків ССР трохи більше, ніж потрібно. Для заданої кількості абонентів потрібно 79 мультиплексованих ліній і 7 елементів з 12 ліній – це 84 лінії. Тому мультиплексні лінії 10 і мультиплекси можуть бути підключені до елементів 6 і 7. Через саме такі вихідні і вхідні навантаження менші за обчислене значення, тому проблема втрат не така серйозна. У реальній системі комутації цю проблему також можна вирішити, підключивши до таких блоків менш навантажені з'єднувальні лінії.

5.3 Оптимізація ЦКП для структури ST-S-ST

Для структури ST-S-ST оптимізація дещо відрізняється від T-S- T. Швидкість втрат майже однакова, оскільки оптимізація цієї блок-схеми

прийнятна через розмір групи користувачів, але співвідношення входу та виходу посилання А (і відповідно посилання С) можна оптимізувати. Показник втрат на рівні лінійного пошуку перевищує норму, а рівень втрат на рівні групового пошуку також значно нижчий за норму. Спочатку ми оптимізуємо структуру точно так, як Т-S-S-T. Хід оптимізації показаний у таблиці 5.4

Таблиця 5.4 Хід оптимізації для структури ST-S-ST

| Розмір Груп | Кількість ланок А | Навантаж. | навант. ЦКП | Втрати | Втрати | Втрати | Загальні втрати |
|-------------|-------------------|-----------|-------------|--------------|------------------------|-------------|-----------------|
| 227 | 10 | 24,36 | 28,96 | 0,0011 | $8,48 \cdot 10^{-131}$ | 0,011 | 0,0113 |
| 200 | 10 | 21,48 | 27,35 | 0,00011 | $1,56 \cdot E-183$ | 0,0042 | 0,00415 |
| 183 | 11 | 19,65 | 25,56 | <0,0001 1 | $1,8 \cdot E-225$ | 0,0023 | <0,0021 5 |
| 180 | 11 | 19,23 | 25,78 | <0,0002 1 | $9,43 \cdot E-234$ | 0,0019 2 | <0,0027 |

Тепер, порівнюючи структуру Т-S-S-T, можна зробити ще один раунд оптимізації - кількість виходів ланки А. Очевидно, що кількість виходів ланки А можна зменшувати до тих пір, поки еквівалентні втрати від точки А до точки С не досягнуть значення, близького до 1, піднявши його до рівня 3780. Розмір групи був визначений у попередньому турі – 180 передплатників. Хід оптимізації показано в таблиці 5.5

Таблиця 5.5 структура ST-S-ST хід оптимізації

| Кількість ланок А її виходів | Еквівалентні втрати | Втрати ПШ | Втрати ГШ | Втрати ЛШ | Загальні втрати |
|------------------------------|---------------------|-----------|--------------------|-----------|-----------------|
| 10 | 0,867663491 | <0,0001 | $9,29 \cdot E-234$ | 0,0019 | <0,002 |
| 9 | 0,914098348 | <0,0001 | $1,99E-133$ | 0,0019 | <0,002 |
| 8 | 0,958087238 | <0,0001 | $5,87E-57$ | 0,0019 | <0,002 |

| | | | | | |
|---|-------------|---------|----------|------------|-------------|
| 7 | 0,991697965 | <0,0001 | 2,63E-10 | 0,001 9 | <0,002 |
| 6 | 0,996356037 | <0,0001 | 0,00025 | 0,001 9 | 0,0021 5 |

Як бачимо, оптимізація значно скорочує кількість елементів у посиланні В – вартість такого поля буде значно нижчою за вихідну версію. Блок-схема оптимізованої версії ССР показана на рисунку 5.4.

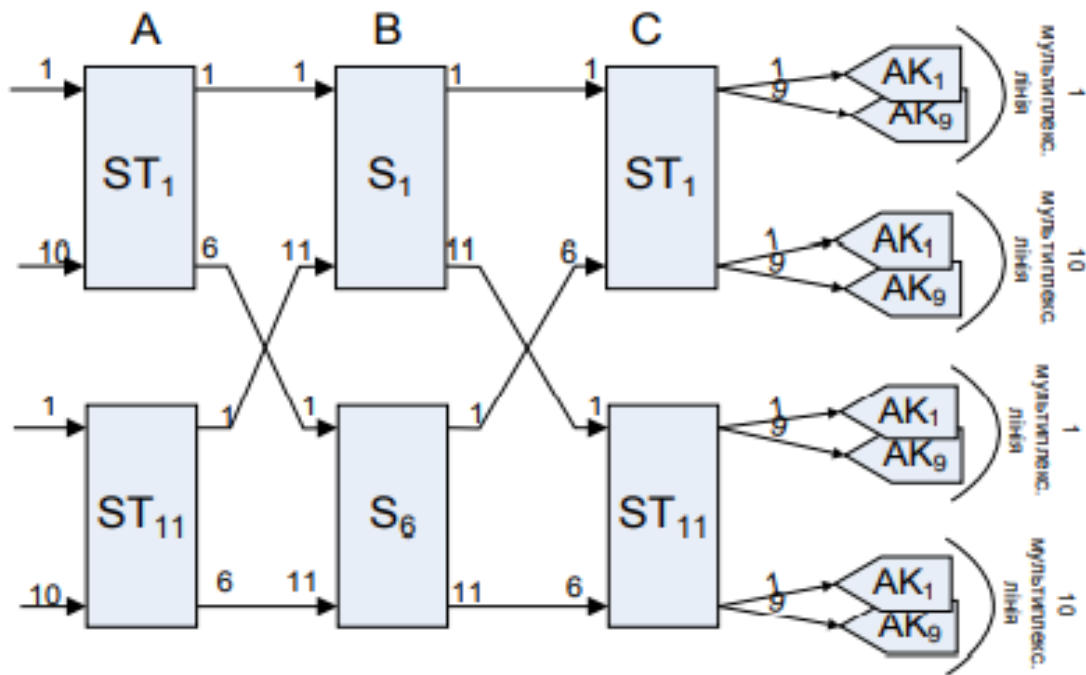


Рисунок 5.4 – Структурна схема оптимізованого ЦКП структури ST-S-ST

5.4 Оптимізація ЦКП для структури ST-ST

Структура ST-ST за своєю будовою логічно схожа на структуру T-S-S-T - вона симетрична і модульна, не має центральної ланки. Тому він оптимізований лише для розміру групи користувачів - оскільки кількість виходів посилання А залежить від кількості S елементів посилання В, це в цьому випадку не вплине. Для того, щоб втрата ступеня лінійного пошуку відповідала специфікації, початкове навантаження від абонентського концентратора необхідно зменшити,

тобто зменшити розмір групи абонентів. Процес оптимізації показаний у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 Оптимізація розміру абонентської групи для структури ST-ST

| Розмір або н. Групи | Кількість комутат. ланки А | Навантаж. каналного інтервалу | Навантаж. абонент. концентр. | Вихідне навант. ЦКП | Втрачено ПШ | Втрачено ГШ | Втрачено ЛШ | Загальні втрати |
|---------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| 227 | 10 | 0,608 | 24,32 | 28,93 | 0,001 | 6,49E-54 | 0,01 | 0,011 |
| 200 | 10 | 0,536 | 21,43 | 27,02 | 0,0001 | 3,74E-65 | 0,004 | 0,0041 |
| 183 | 11 | 0,490 | 19,61 | 25,69 | <0,0001 | 2,14E-73 | 0,002 | <0,0021 |
| 180 | 11 | 0,482 | 19,29 | 25,45 | <0,0001 | 5,80E-75 | 0,0019 | <0,002 |

Можна помітити, що необхідний індекс втрат рівня лінійного пошуку може бути досягнутий лише в групі користувачів у масштабі 183 користувача, але в такому масштабі для посилення А потрібно 11 перемикачів. Розгортається, оскільки посилення В не може містити більше елементів, ніж вихід посилення А. Висновок: оптимізація показує, що потрібна структура має розширення, наприклад ST-ST-ST-ST. У той же час здоровий глузд підказує, що додавання до структури ще двох елементів ST значно збільшує вартість системи комутації, а додатково додаткові елементи ST додають додаткову затримку сигналу. З цієї точки зору доцільніше додати не елементи ST, а 11-портові S-елементи, або,

якщо таких мультиплексорів немає у продажу, додати 2 10-портові S-елементи посилення.

Очевидно, це означає, що фактично структура буде відповідати не варіанту з полем ST-ST-ST, а іншому - варіанту з полем ST-S-ST. Подальша оптимізація тоді призведе до тих же результатів, що й у параграфі 6.3. Остаточний висновок: найкращий результат дає не структура набору, а інший - додаткове посилення на S-елемент

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 75 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

6. СТРУКТУРНІ СХЕМИ ЕЛЕМЕНТІВ ТА РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКА СКЛАДНОСТІ

6.1 Схеми та показники складності вибраних елементів

Для порівняння різних варіантів побудови комутаційного поля використовується так звана «метрика складності» - яка відображає відносну вартість побудови схеми та враховує кількість точок перемикання S- елемент (або елемент ST) і обсяг пам'яті, необхідний для побудови елемента T (або елемента ST). Для обчислення індексу складності необхідно скласти структурну схему споріднених елементів.

Ці елементи зазвичай будують на пристроях запам'ятовування- один для зберігання в інший для управління.Схему показано нижче.

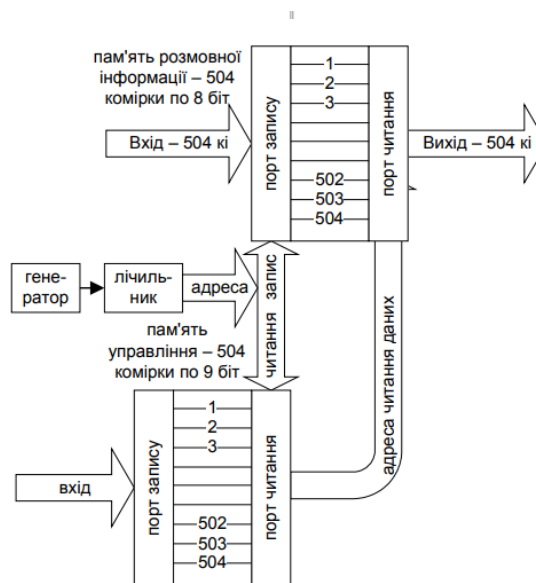


Рисунок 6.1 – Структурна схема T-елемента

| | | | | | | | | |
|-----------|--------------|----------|--------|------|---|------|------|---------|
| | | | | | КПТР. 018003.01.12 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | Казіонов Н.А | | | | Комутаційна система телекомунікаційної мережі Розрахунок показника складності | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | Драч І.В | | | | | | 76 | |
| Н. Контр. | Пивовар О.С | | | | Пояснювальна записка | | | |
| Затверд. | Підченко С.К | | | | ХНУ, зр ТР-18-1 | | | |

Оскільки в ЦКП необхідно обробити 504 інтервали каналу, інформаційна пам'ять і керуюча пам'ять будуть мати по 504 комірки. Пам'ять для повідомлення буде 8 біт - тому що це бітовий розмір слова повідомлення. Пам'ять управління буде 9 біт - так як вона повинна адресувати 504 місця інформаційної пам'яті. Розрядність керуючої пам'яті визначається рівнянням 6.1.

$$r_{упр} = [\log_2 k_i] \quad (6.1)$$

Щоб побудувати комутаційний T-елемент нам треба обсяг пам'яті в бітах

$$N_b = k_i(r_{інф} + r_{упр}) \quad (6.2)$$

$$N_b = 504 \cdot (8 + 9) = 8568 \text{ біт}$$

S-елементи будуються поверх мультиплексора або демультимплексора, залежно від того, що має більше входів або виходів. Якщо вхід менший за вихідний, S-елемент можна вигідніше побудувати на демультимплексорі; на малюнку 6.2 показана елементна структура зв'язку А, що обмінюється полями S-S-T-S-S. Мультиплексори економічніші, якщо вхідних даних більше, ніж виходів; на малюнку 6.3 показана елементна структура ланки Е.

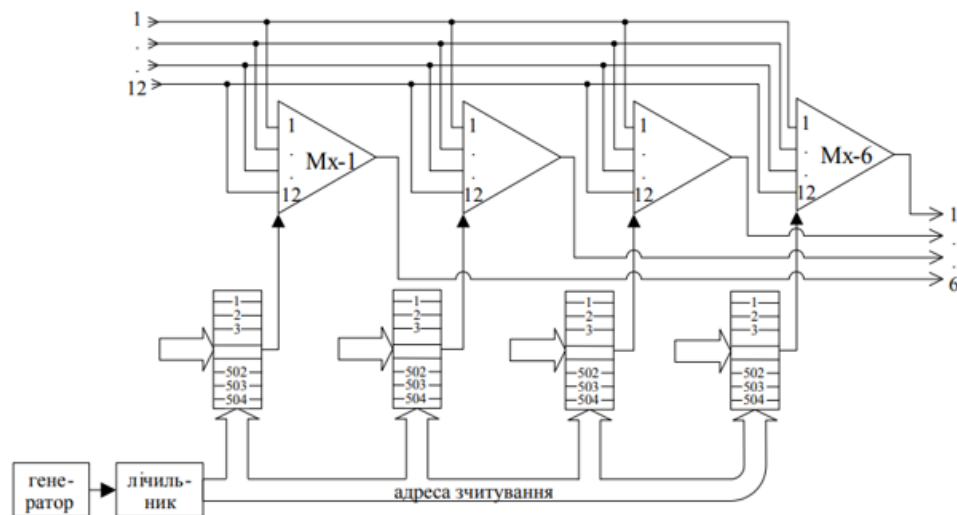


Рис.6.2 – S-елемент на демультимплексора

Структура комутаційного елемента на малюнку 6.2 має 6 демультимплексорів і 12 портів - це $6 \cdot 12 = 72$ точки перемикання, на малюнку 6.3 - 6 мультиплексорів з 12 портами і 72 точками комутації. Обидва елементи керування вимагають 6 блоків пам'яті на 504 осередки, а розмір розряду вимагає

4 біти для адресації 12 портів. Загальний обсяг пам'яті для елементів S Івиглядає так:

$$N_b = 6 \cdot 504 \cdot 4 = 12096 \text{ біт}$$

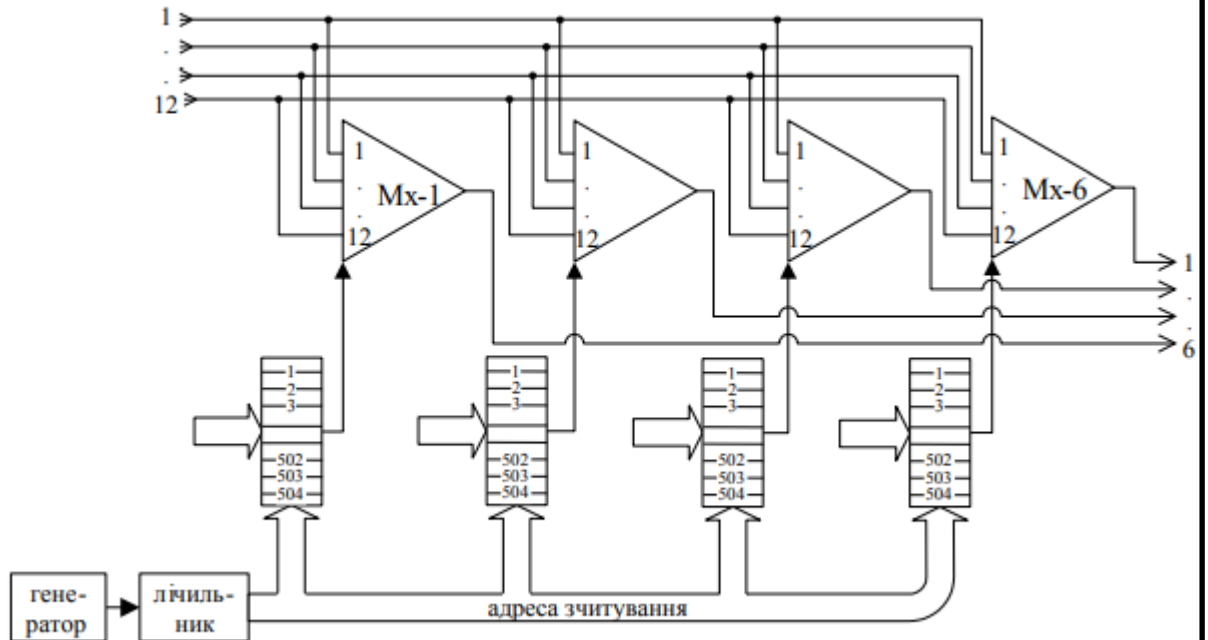


Рис.6.3 – S-елемент на мультиплексорах

Для S елементів індекс складності розраховується за рівнянням 6.3 – як сума кількості точок перемикавання та обсягу пам'яті з урахуванням ціни, за ринковими цінами зазвичай приймається рівним 100.

$$C = N_x + \frac{N_b}{k_u} \quad (6.3)$$

де: N_x – загальна кількість точок

N_b – пам'ять у бітах

k_u – ціновий коефіцієнт

Показник складності для S-елемента буде:

$$C = 72 + \frac{12096}{100} \approx 192$$

Якщо кількість входів і виходів таке ж, як у ланках B і D, то схема, в якій побудовані елементи S, значення не має. У цих зв'язках елемент має 12 входів і

виходів, точка перемикання $N_x = 12 \cdot 12 = 144$, біти пам'яті $N_b = 12 \cdot 504 \cdot 4 = 24192$, а індекс складності:

$$C = 144 + \frac{24192}{100} \approx 385$$

ST елементи можуть бути побудовані на мультиплексорах і запам'ятовуючих пристроях - це "гібрид" між S і T елементами. Він має дещо іншу структуру залежно від того, чи має він більше входів чи виходів. Якщо входних даних більше, ніж виходів, найкраще побудувати елементи ST за схемою «послідовний запис-випадкове читання», як показано на рисунку 6.4. І навпаки, якщо виходів більше, ніж входів, то – за схемою «зчитування випадкового порядку запису», як показано на рисунку 6.5. У будь-якому випадку елемент буде складатися з пам'яті голосової інформації з такою кількістю стовпців, скільки рядків введення (у разі послідовного запису) або виведення (у разі послідовного читання), і пам'яті управління. багато стовпців, оскільки є рядки на вході або виході, залежно від випадку.

Кількість рядків у пам'яті сеансу та пам'яті керування буде такою ж, як і кількість інтервалів каналів. Розрядність слова інформаційної пам'яті відповідає розрядності мовного тракту (у нашому випадку 8), а розрядність керуючої пам'яті залежить від кількості одиниць інформаційної пам'яті, подібно до елементів T і розраховується за рівнянням 6.4. У цьому випадку кількість стовпців буде 10.

$$r_{упр} = [\log_2(k_i * n_l)] \quad (6.4)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 79 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

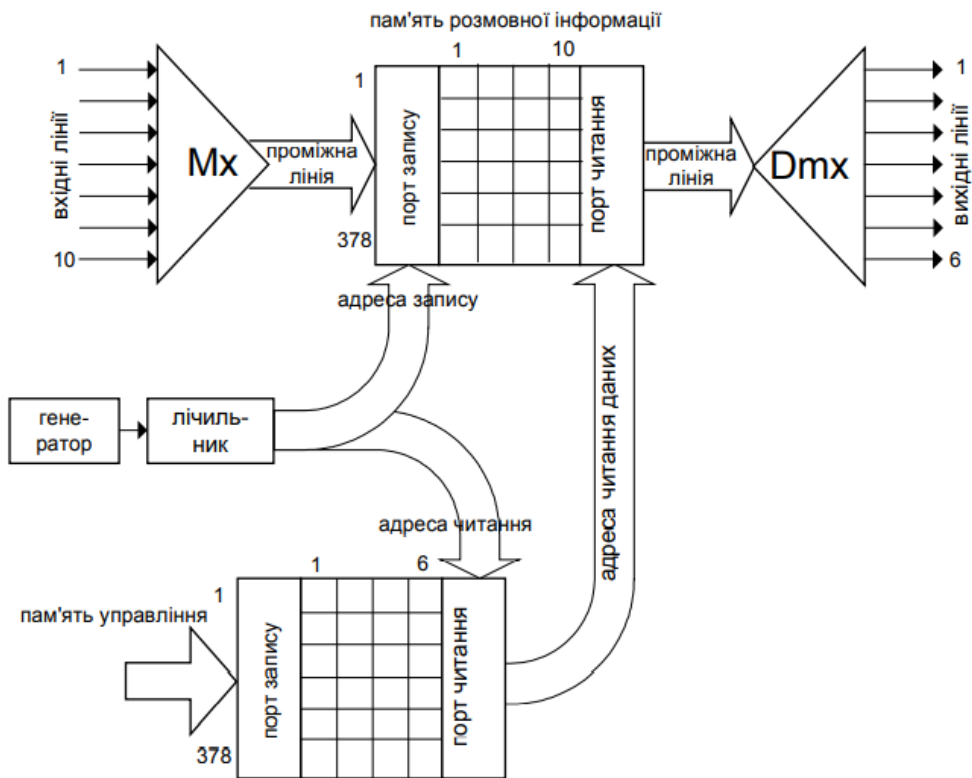


Рисунок 6.4 – ST-елемент типу “послідовний запис - довільне читання”

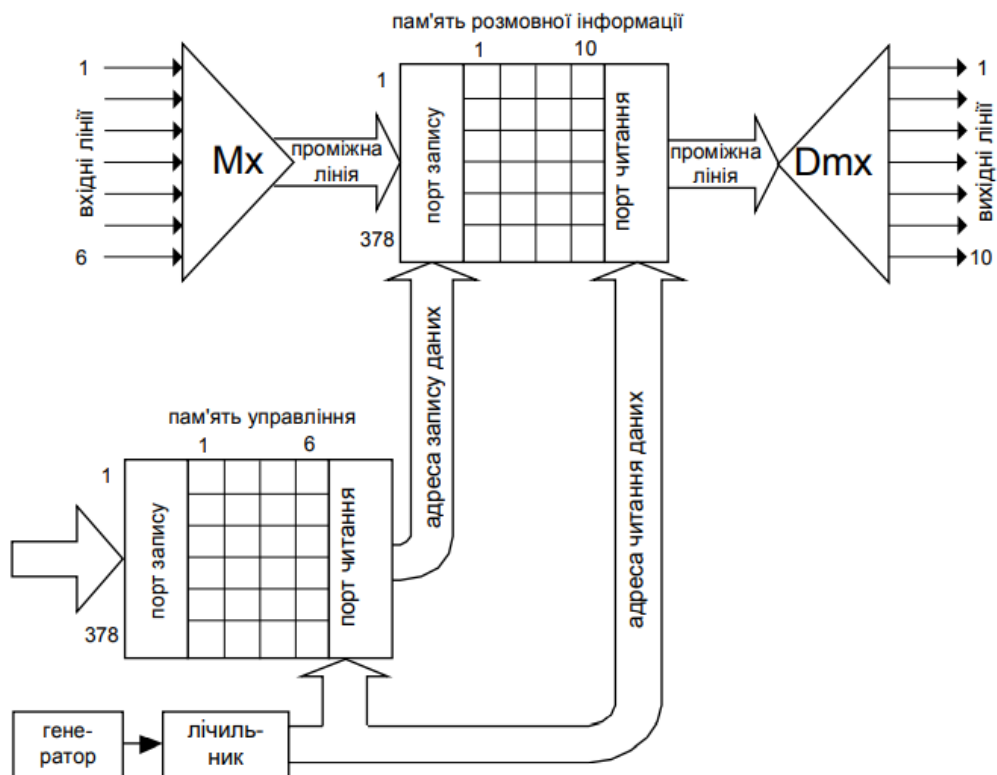


Рисунок 6.5 – ST-елемент типу “довільний запис-послідовне читання”

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Складність елемента ST розраховується так само, як і складність попередніх елементів - на основі точки перемикання та обсягу пам'яті. Кількість точок перемикання визначається параметрами мультиплексора, який перетворює послідовний код в паралельний - він має кількість входів, що відповідає кількості елементів входу ST, і кількість виходів, що відповідає слову розряду. інформація та демультимплексор. Кількість точок перемикання буде відповідно до рівняння 6.5

$$N_x = r_{\text{інф}} * (n + m) \quad (7.5)$$

де: $r_{\text{інф}}$ – розряд слова

n – загальна кількість входу

m – загальна кількість виходів

Отже, в обох випадках кількість точок перемикання елемента ST буде $N_x = 8 \cdot (10 + 6) = 128$. Обсяг пам'яті розраховується на основі діаграми елементно-бітової структури та кількості стовпців/рядків у пам'яті для інформації та керування. Для елемента ST, показано на малюнку 6.4, обсяг пам'яті такий:

$$N_b = 378 \cdot (10 \cdot 8 + 6 \cdot 12) = 57456$$

Для елемента ST, показано на малюнку 7.5, обсяг пам'яті буде однаковим – він має однаковий масив інформації та керуючу пам'ять. Якщо вибраний тип елемента не відповідає відношенню кількості входів до кількості виходів, обсяг пам'яті буде більшим і неекономічним. Показники складності такі

$$C = 128 + \frac{57456}{100} \approx 702$$

6.2 Загальне порівняння всіх показників складності системи

На основі структурної схеми комутаційного елемента розраховано початкову схему КПК (структура S-S-T-S-S) та складність після оптимізації. Початкова схема складається з 6 S елементів з 12 входами і 12 виходами в ланках А і Е, і 12 S елементів з 6 входами-виходами і ще 72 Т елементів в ланках В і D.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 81 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Показники складності такі – таблиця 6.1. Для посилання С (Т клітини) розділіть обсяг пам'яті на коефіцієнт ціни.

Таблиця 6.1. Показник складності S-S-T-S-S

| Ланка | Параметри елемента | Кількість елементів | Показник для 1 елемента |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| A | 12вх 12вих 505кі | 6 | 389 |
| B | 6вх 6вих 505кі | 12 | 124 |
| C | 505 кі | 72 | 84 |
| D | 6вх 6вих 505кі | 12 | 127 |
| E | 12вх 12вих 505кі | 6 | 389 |
| Загальний показник для поля: | | | 13871 |

Після того як ми провели оптимізації параметри та кількість елементів змінилися, а новий індекс складності наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. оптимізована структура S- S-T-S-S

| Ланка | Параметри елемента | Кількість елементів | Показник для 1 елемента |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| A | 6вх 12вих 505кі | 12 | 194 |
| B | 12вх 12вих 505кі | 12 | 385 |
| C | 505 кі | 144 | 87 |
| D | 12вх 12вих 505кі | 12 | 387 |
| E | 12вх 6вих 505кі | 12 | 195 |
| Загальний показник для поля: | | | 26281 |

Як бачимо, коефіцієнт складності зріс в 1,9 раза - витрати, які необхідно понести для забезпечення якості телефонного зв'язку, відповідають специфікації.

Тепер розглянемо ту ж схему будови T-S-S-T. У таблиці 6.3 наведено дані для основних структур, а в таблиці 6.4 – оптимізовані дані.

Таблиця 6.3. Розрахунок показника складності для первинної структури T-S-S-T

| Ланка | Параметри елемента | Кількість елементів | Показник для 1 елемента |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| A | 504 кі | 72 | 86 |
| B | 12вх 12вих 504кі | 6 | 386 |
| C | 12вх 12вих 504кі | 6 | 386 |
| D | 504 кі | 72 | 86 |
| Загальний показник для поля: | | | 17016 |

Таблиця 6.4. показник складності T- S-S-T

| Ланка | Параметри елемента | Кількість елементів | Показник для 1 елемента |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| A | 504 кі | 80 | 86 |
| B | 12вх 12вих 504кі | 5 | 386 |
| | 10вх 12вих 504кі | 2 | 322 |
| C | 12вх 12вих 504кі | 5 | 386 |
| | 10вх 12вих 504кі | 2 | 322 |
| D | 504 кі | 80 | 86 |
| Загальний показник для поля: | | | 18908 |

Як бачимо, загальна складність зросла в 1,1 раза. Порівняно зі структурою S-S-T-S-S, оптимальна структура T-S-S-T є економічнішою - головним чином тому, що осередки пам'яті в 100 разів дешевші за мультиплексор.

Тепер розглянемо ту саму структуру ST-S-ST. Дані для основної та оптимізованої структур наведені в таблицях 6.5 та 6.6 відповідно.

Таблиця 6.5. Розрахунок показника складності для первинної структури ST-S- ST

| Ланка | Параметри елемента | Кількість елементів | Показник для 1 елемента |
|-------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| A | 10вх 10вих 379кі | 10 | 917 |
| B | 10вх 10вих 379кі | 10 | 252 |
| C | 10вх 10вих 379кі | 10 | 917 |

| | |
|--------------------------------|-------|
| Загальний показник цього поля: | 20830 |
|--------------------------------|-------|

Таблиця 6.6. показник складності для ST- S-ST

| Ланка | Параметри елемента | Кількість елементів | Показник для 1 елемента |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| А | 10вх 6вих 379кі | 11 | 704 |
| В | 11вх 11вих 379кі | 6 | 288 |
| С | 6вх 10вих 379кі | 11 | 704 |
| Загальний показник для поля: | | | 17189 |

Складність структури ST-ST ми не розглядали, але її оптимізація показує, що її найкраще спростити до структури ST-S-ST, тому розраховувати метрики в даному випадку немає сенсу. Видно, що загальна складність зменшується в 1,2 рази, що є найкращим серед усіх схем. Можна зробити висновок, що за прийняттого коефіцієнта ціни для кількості користувачів і апаратних характеристик пристрою оптимальним було б побудувати центральне обмінне поле на структурі ST-S-ST з параметрами, показаними на рисунку 6.4 і Таблиця 6.6.

ВИСНОВОК

Цей теоретичний розрахунок практично втілюється в життя з деякою корекцією – в промислових системах ЦКП будується за структурою ST- S-S-ST. Така структура не є оптимальною з точки зору мінімізації показника складності, але набагато краще з точки зору модульності та масштабування – вона дозволяє продавати обладнання покупцям з розрахунком на те, що вони будуть розширювати свій бізнес у галузі зв'язку та додавати до своєї системи комутації модулі один за одним. Як звичайно, маркетингові міркування впливають на процес сильніше за інженерні

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КПТР.018003.01.12 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 84 |

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Росляков, А.В. Системы коммутации : учеб. пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / Поволж. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики; А.В. Росляков .— Самара : Изд-во ПГУТИ, 2017 .— 144 с. : ил. —
2. Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие / Паринов А.В., Ролдугин С.В., Мельник В.А. - Воронеж:Научная книга, 2016. - 178 с. ISBN 978-5-4446-0906-4.
3. Гольдштейн Б.С. Сети связи: Учебник для ВУЗов. / Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. : СПб., БХВ-Петербург, 2010. – 400 с.
4. Мірталібов А.Я., Мірталібов Ф.А. «Системи комутації в електрозв'язку». Навчальний посібник. Частина II. Державний університет інформаційнокомунікаційних технологій. Київ – 2003р. - 255с.
5. Кривуца В.Г. «Цифрові системи комутації електрозв'язку». Монографія. Державний університет інформаційнокомунікаційних технологій. / В.Г. Кривуца, В.Л. Булгач, А.Я. Мірталібов, Ф.А. Мірталібов – К.: 2006. – 394с.
6. Switching Systems in Telecommunication Networks — URL: <https://www.carritech.com/news/switching-systems-in-telecommunication-networks/> (date of the application: 12.09.2021)
7. Telecommunication Switching Theory and Applications : Lecture Notes / P.Ashok babu, U.Soma naidu, A.Karthik — URL: https://www.iare.ac.in/sites/default/files/IARE_TSTA_LECTURE%20NOTES_0.pdf (date of the application: 12.09.2021)
8. Основи будови телекомунікаційних систем : навч. посібник / І. С. Катеринчук, Д. А. Мул, Р. В. Рачок, Є. В. Прокопенко. – Хмельницький : НАДПСУ, 2014. – 156 с.
9. Сети связи и системы коммутации. Конспект лекций для студентов специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. / Г.К. Булешова, А.Д. Мухамеджанова, Ю.М. Гармашова. - Алматы: АУЭС, 2016.- 52 с.10. Довгий С.О., Савченко.

10. Семенов А.Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов. М.: – ДМК Прогресс; М.: Компания АйТи. 2003. – 416 с.
11. Назаров А.Н., Симонов М.В. АТМ: технология высокоскоростных сетей. М.: Эко-Трендз, 1999. –252 с.
12. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH. – М.: Эко-Трендз, 1998. – 148 с.
13. Убайдулаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. – М.: ЭкоТрендз, 1998. – 267 с.
14. Денисьева О.М., Мирошников Д.Г. Средства связи для последней мили. – М.: Эко-Трендз, 1999. – 146 с.
15. Тененбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. – СПб. Питер. 2005. – 992 с.
16. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Самсонов М.Ю. и др. Сети следующего поколения NGN / Под ред. А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 424 с.
17. Величко В.В., Катунин Г.П., Шувалов В.П. Основы инфокоммуникационных технологий. Учебное пособие для вузов/Под ред. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 712 с.
18. Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф. Телекоммуникационные сети и системы. Учебное пособие. Том 3. – Мультисервисные сети/Под ред. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.
19. Иртегов Д.В. Введение в сетевые технологии. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 560 с.
20. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами.-М.:Радио и связь ,1985 .-384с.
21. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра./ Пер. с англ. Под ред. В.И. Журавлева.-М.:Радио и связь ,2000 .-519с.
22. Климаш М.М., Пелішок В.О., Михайленіч П.М. Технології без провідного зв'язку. – Львів, 2007.-818с.

23. Поповский В.В., Лосев Ю.И., Сабурова С.А., Марчук В.С., Марчук В.С. Многоканальная электросвязь и телекоммуникационные технологии: Учебник .- Харків:ООО "Компания СМІТ",2006 .-596с.
24. Андреев О.В., Рихальський О.Р., Топольницький П.П., Фриз С.П. Інформаційно радіотелеметричні системи. Частина 3. Будова та експлуатація приймально-реєструючих телеметричних засобів. Житомир: ЖВІРЕ.– 2006. – 288с.
25. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. – М.: Эко-Трендз, 2005. –384с.:-- ил.
26. Нарытник Т.Н., Бабак В.П., Ильченко М.Е., Кравчук С.А. Микроволновые технологии в телекоммуникационных системах .- Київ:Техніка,2000 .-304 с.
27. Котоусов А.С., Крук Б.И., Попантопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие/Под ред. В.П. Шувалова.Т.1:Современные технологии .-3-е изд., испр. и доп.-М.:Горячая линия - Телеком,2004 .-647с.

ВІДГУК НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Здобувач Казіонов Нікіта Андрійович

Тема "Комутаційна система телекомунікаційної мережі

Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Обсяг кваліфікаційного проєкту:

Кількість листів креслень 2, кількість сторінок записки 87.

1. Короткий зміст КП та прийнятих рішень

У кваліфікаційному проєкті Казіонова Нікіти Андрійовича розглядаються способи оптимізації сучасних систем телекомунікацій. В ході проведення досліджень, розглянуто 3 типи систем комутації зв'язку, обрані для них певні набори значень для оптимізації, розглянуті їх структури і ефективності. Складені таблиці цих структур, проведена оптимізація цих систем і визначені їх втрати, і побудовані графіки втрат та їхньої ефективності в цілому.

2. Висновок про відповідність КП поставленому завданню

Завдання КП виконанні в повному обсязі і на високому технічному рівні.

3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи:

Всі розділи виконані відповідно до теми і розкрита актуальність теми.

4. Позитивні сторони роботи

Використані сучасні методи та технології комп'ютерного проєктування телекомунікаційних та радіотехнічних систем, пристроїв.

Проєкт виконаний на високому науково-технічному рівні з аналізом і обґрунтуванням вимог технічного завдання, вибором , розрахунком і аналізом структурних, схемної бази

5. Негативні сторони роботи

Розрахунки забезпечують можливість реалізації пристроїв але є деякі неточності. Результати моделювання комутаційної системи носять рекомендаційний характер.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи

Графічний матеріал оформлений згідно стандартів.

7. Відгук про роботу в цілому

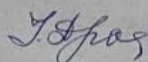
Системотехнічні, схемотехнічні і конструкторські рішення прийняті виходячи з аналізу можливих варіантів, здійснено вибір та обґрунтування оптимальних варіантів технічних рішень виконані на високому сучасному рівні в результаті вивчення і аналізу закордонної літератури, використані оригінальні ідеї яка є перспективною.

8. Інші зауваження

В цілому робота виконана на високому рівні, значних зауважень немає.

9. Оцінка кваліфікаційного проєкту – добре.

Керівник кваліфікаційного проєкту
канд. техн. наук, доцент



Ілона Драч

" 6 " червня 2022 р.

Рецензія
на бакалаврську кваліфікаційну роботу виконану за
темою:
«Комутаційна система телекомунікаційної мережі
для мобільних телекомунікацій» студента гр. ТР-18-1
Казіонова Н.А.

В кваліфікаційному проєкті студента Казіонова Н.А. проведено дослідження різних типів систем комутаційних полів, їх аналіз і оптимізація для досягнення максимальних результатів їх роботи і зменшення затрат на виробництво.

Визначено, що найкращий результат оптимізаційного моделювання має система з структурою ST-S-ST. Критеріями оптимізації є мінімізація показника складності і втрат.

Проєкт складається з :загальної схеми комутаційної системи; початкової (неоптимізованої) структури та еквівалентної схеми центрального комутаційного поля; оптимізованої структури та еквівалентної схеми комутаційного поля; імовірнісних графів для обох структур – неоптимізованої та оптимізованої; схеми комутаційних елементів кожної ланки поля; пояснювальної записки з розрахунками, опису логіки роботи елементів та ходу оптимізації структурних параметрів поля.

В цілому кваліфікаційний проєкт виконано на високому технічному рівні, він має актуальність в галузі сучасних технологій телекомунікацій, однак є недостатнє обґрунтування вибору оптимальних варіантів технічних рішень, а результати проєктування носять рекомендаційний характер. Студент Казіонов Нікіта заслуговає оцінки “добре”

Рецензент:
завідувач кафедри АКІТ
д.т.н., професор

Валерій Мартинюк

Завідувачу кафедри телекомунікацій,
медійних та інтелектуальних
технологій ХНУПідченку Сергію

Костянтиновичу

здобуває

Казіонова Нікіти Андрійовича
факультету
інформаційних технологій, 4-
го курсу, група ТР-18-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу мого кваліфікаційного проекту виконаного за темою «Радіоприймальний пристрій з цифровою фільтрацією» для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

30.05.2022

дата



підпис

РІШЕННЯ КАФЕДРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Комутаційна система телекомунікаційної мережі

Автор Казіонов Нікіта Андрійович

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Драч Ілона Володимирівна

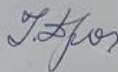
Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

| № | Висновок | Позначка про відповідність |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту. | - |
| 2 | Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи | відповідає |
| 3 | Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат. | - |
| 4 | Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укріплення запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту. | - |
| 5 | Інше: | - |

Підтвердження: Виявленні запозичення не є плагіатом так як розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження (є власні терміни, визначення тощо), складають 6,36% та мають посилання на приведений список літературних джерел.

«7» червня 2022 р.

Науковий керівник



Ілона Драч.

Завідувач кафедрою ТР



Сергій Підченко.

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 6%

| | | | | |
|---|----------|---------|-------------------------------------|---------|
| ID: 104481 Название: Комунаційна система телекомунікаційної мережі Добавлено в БД: 2022-06-04 Авторы: Казіонов Нікіта Андрійович Руководители: Драч Ілона Володимирівна Консультанты: Оponentы: | Документ | | Суммарное совпадение по Базе Данных | |
| | Символы | Лексемы | Символы | Лексемы |
| | 75554 | 1153 | 881 (1%) | 13 (1%) |

Источник плагиата

| ID | Описание | Наличие плагиата в документе | |
|----|----------|------------------------------|---------|
| | | Символы | Лексемы |
| | | | |

Имя пользователя:
Kafedra TMIT KhNUID проверки:
1011498304Дата проверки:
07.06.2022 23:52:25 EESTТип проверки:
Doc vs InternetДата отчета:
08.06.2022 00:04:09 EESTID пользователя:
100005657

Название файла: Казіонов TP18 (2)

Количество страниц: 92 Количество слов: 14301 Количество символов: 100010 Размер файла: 5.06 MB ID файла: 1011374035

6.36% Совпадения

Наибольшее совпадение: 2.2% с Интернет-источником (https://otherreferats.allbest.ru/radio/00846577_0.html)

6.36% Источники из Интернета

130

Страница 94

Поиск совпадений с Библиотекой не производился

