

УДК 621.391

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.158.2015.62387>

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ЦИФРОВИХ КОМУТАЦІЙНИХ ПОЛІВ

Магістрант Ю.О. Отченаш

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КОММУТАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ

Магистрант Ю.О. Отченаш

ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF DIGITAL SWITCHING FIELDS

Master student Y.A.Otchenash

Стаття присвячена питанням, пов'язаним з побудовою цифрових комутаційних полів. Розглянуто векторне подання каналу у двокоординатному просторі та перетворення координат в процесі комутації, основні варіанти побудови модулів просторової та часової комутації, а також комутаційних полів типу Ч-П-Ч на їх основі.

Ключові слова: комірка, каналний інтервал, комутаційне поле, швидкодія пам'яті, блок, модуль, канал.

Статья посвящена вопросам, связанным с построением цифровых коммутационных полей. В статье рассматривается векторное представление канала в двухкоординатном пространстве и преобразования координат в процессе коммутации, основные варианты построения модулей пространственной и временной коммутации, а также коммутационных полей типа М-П-М на их основе.

Ключевые слова: ячейка, каналный интервал, коммутационное поле, быстродействие памяти, блок, модуль, канал.

The article is devoted to issues related to the construction of digital switching fields. In the article the vector representation of the channel in the space of two-coordinates and coordinate transformations in the process of

switching modules basic variants of spatial and temporal switching, and switching gain fields of type B-P-B based on them.

Keywords: cell, channel spacing, switching field performance memory block, module, channel.

Вступ. Відповідно до концепції розвитку цифрової мережі зв'язку залізничного транспорту впровадження сучасних цифрових систем комутації є одним з перспективних напрямків розвитку телефонних мереж залізничного транспорту [1]. Цифрові системи, що використовуються для комутації мовної інформації в режимі комутації каналів, як правило, реалізують розподіл інформації шляхом перетворення координат сигналів і каналів у комутаційному полі. Задача побудови комутаційного поля на базі комутаційних модулів належить до класичних завдань оптимізації структурно-складних систем комутації. Тому аналіз цифрових комутаційних полів є актуальним завданням.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Визначення ефективності всієї цифрової системи комутації (ЦСК) є складним завданням, однак можна оцінювати ефективність її окремих складових частин, зокрема ефективність комутаційних полів, структури яких значною мірою впливають на ефективність роботи всієї ЦСК [2]. Ефективність структур цифрових комутаційних полів (ЦКП) прийнято оцінювати з точки зору їх економічності, яка в комутаційних системах визначається кількістю еквівалентних точок комутації [3]. Тому аналіз принципів побудови комутаційних полів, а також принципів синтезу модулів і блоків цифрової комутації, що є складовими комутаційних полів, – актуальне завдання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним завданням при аналізі цифрової системи комутації є визначення, як і в якому саме структурному блоці реалізована кожна з функцій кожної з підсистем [4]. Підсистема комутації, як правило, не є єдиним цифровим комутаційним полем. Вона може бути розділеною на ступені пошуку, функції комутації можуть бути реалізовані в різних модулях. Для реалізації функції створюються модулі цифрових з'єднувальних ліній, які включають декілька цифрових з'єднувальних

ліній. Основні принципи побудови цифрового комутатора розглянуто в роботі [5].

Таким чином, проводимо аналіз цифрового комутаційного поля, а саме основних його модулів, які ми зможемо проаналізувати, принцип побудови і роботи просторового та часового комутаторів цифрових каналів і розглянемо детальніше роботу комутаційного поля зі структурою «час – простір – час».

Метою роботи є аналіз принципів побудови цифрових комутаційних полів і їх складових – комутаційних схем типу «простір», «час» і «час-простір».

Основна частина дослідження. Базовими координатами, за якими поділяються цифрові канали, є час і простір. На рис. 1 наведено координати кожного цифрового каналу як об'єкта комутації.

Таким чином, маємо векторне подання каналу у двокоординатному просторі SiT:

$$k_i = \{S_i, t_i\},$$

де i – інтервал комутації каналу;

k_i – цифровий канал об'єкта комутації;

t_i – номер часового інтервалу відведеного каналу;

S_i – номер просторового цифрового тракту.

Утворення з'єднувального тракту двох цифрових каналів може бути подано як

$$\{S_i, t_i\} \rightarrow \Phi\{S_j, t_j\},$$

$$k_i \rightarrow \Phi\{k_j\}$$

де Φ – процес комутації.

Послідовність процесів перетворення кожної координати, а також кількість етапів перетворення кожного виду можуть бути різною, але кожному з них відповідає певний клас структур комутаційних полів. У таблиці наведено основні з них.

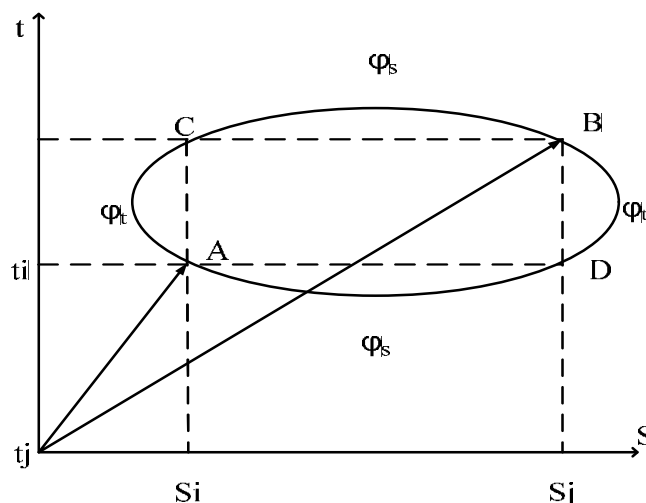


Рис. 1. Вектор сигналу у двокоординатному просторі SiT

Таблиця

Послідовність процесів перетворення в комутаційних полях

Послідовність	Структура комутаційного поля
$L_1 = \{ \varphi_s, \varphi_t \}$	Простір – час ($S - T$)
$L_2 = \{ \varphi_t, \varphi_s \}$	Час – простір ($T - S$)
$L_3 = \{ \varphi_t, \varphi_s, \varphi_t \}$	Час – простір – час ($T - S - T$)
$L_4 = \{ \varphi_s, \varphi_t, \varphi_s \}$	Простір – час – простір ($S - T - S$)

Реалізація кожного типу перетворень здійснюється в окремому модулі – у модулях просторової, часової та просторово-часової комутації/комутації цифрових каналів.

Реалізація модуля просторової комутації при декомпозиції по виходах є найбільш ефективною при використанні мультиплексорів. Розглянемо приклад побудови модулю просторової комутації (МПК) з 16 входами та 16 виходами на мультиплексорах. Кожен мультиплексор реалізує логічну функцію

$$Z_j \bigvee_{i=1}^{16} x_i f_i(a),$$

де Z – вихідна змінна, за виходом мультиплексора;

x_i – вхідна змінна (вхід мультиплексора);

$f_i(a)$ – функція адреси i -го входу,

$$f_i(a) = s \& a_1^{\alpha 1 i} \& a_2^{\alpha 2 i} \& a_3^{\alpha 3 i} \& a_4^{\alpha 4 i}.$$

Отримана структура МПК називається однокаскадною (рис. 2). Ця структура отримана в тому разі, коли кількість вхідних трактів МПК не перевищує кількості входів мультиплексора.

Комутація цифрових каналів у часі полягає в забезпеченні можливості передачі інформації, що надходить в одному часовому інтервалі t_i протягом іншого часового інтервалу t_j . На рис. 3 показано, як за допомогою модуля часової комутації інформаційний каналний інтервал пересилається в інший каналний інтервал, і навпаки, а в модулі часової комутації здійснюється по суті обмін інформацією комутуваних каналних інтервалів.

Реалізація процесу часової комутації в модулі вимагає двох звернень до пам'яті протягом одного часового інтервалу для кожного вхідного і вихідного каналу, а якщо відомий цикл системи передачі і заданий той запам'ятовуючий пристрій, то можна визначити максимальну кількість каналів, яку може обслуговувати модуль часової комутації.

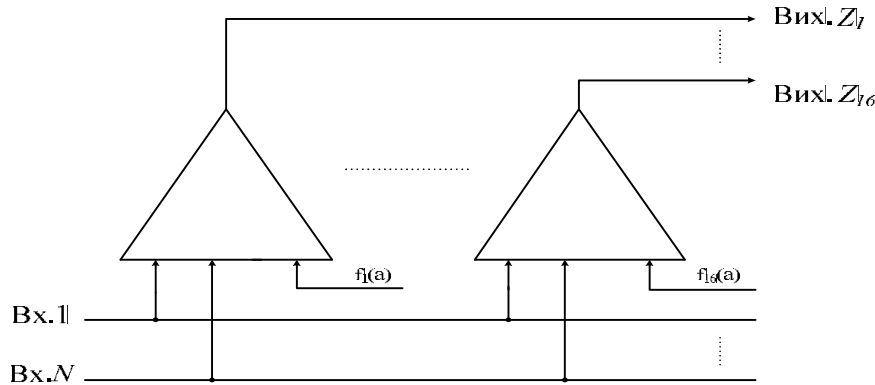


Рис. 2. Структурна схема одно каскадного модуля просторової комутації 16 x 16

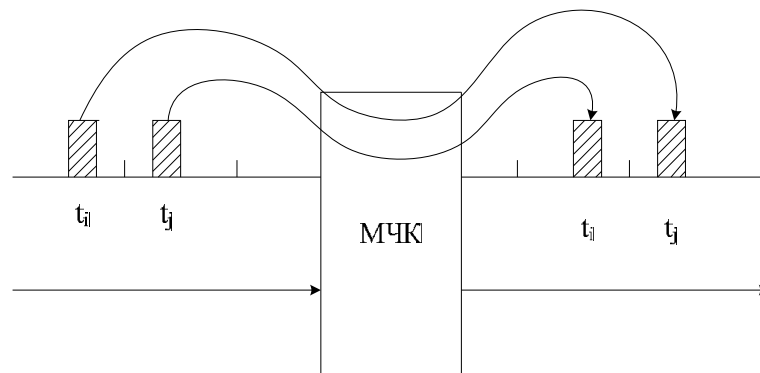


Рис. 3. Схема переміщення вмісту каналних інтервалів у процесі часової комутації

Тривалість звернення до пам'яті одного каналного інтервалу для модуля часової комутації визначається як

$$\tau \leq T_{\text{ц}} / 2S.$$

Максимальна кількість каналів МЧК при заданій швидкості ЗП - τ

$$S_{\text{макс}} \leq T_{\text{ц}} / 2\tau.$$

Розглянуті раніше процеси комутації припускали для своєї реалізації поділ блока просторової і часової комутації цифрових каналів. Проте теоретично була доведена ефективність просторово-часової комутації.

Розглянемо далі принципи побудови цифрових комутаційних полів. Цифрове комутаційне поле може бути побудовано за двома принципами: ланковим і матричним. Принцип застосування матричного способу побудови комутаційного поля на основі модулів просторово-часової комутації показано

на рис. 4, де в основу полягає запам'ятовуючий пристрій керування (ЗПК) і комбінований комутатор (КК). У таких ЦКП ймовірність внутрішніх блокувань дорівнює нулю, а час затримки інформації мінімальний.

Як правило, забезпечення необхідної надійності може бути реалізовано за допомогою структурного резервування (рис. 5). При структурному резервуванні необхідні можливості ЦКП розділені між декількома незалежними рівноправними «шарами» (зазвичай не більше чотирьох). Всі «шари» беруть участь у комутації розмовних сигналів. Всі цифрові лінії за допомогою додаткової ступені, побудованої на цифрових комутаторах доступу (ЦКД), мають доступ до кожного з «шарів». При виході з ладу одного з «шарів» всі встановлені з'єднання, які він забезпечував, втрачаються, а всі ті «шари», що залишилися, беруть на себе додаткове навантаження. Це призводить до деякого зниження якості обслуговування. Однак такий підхід не вимагає 100 % надмірності.

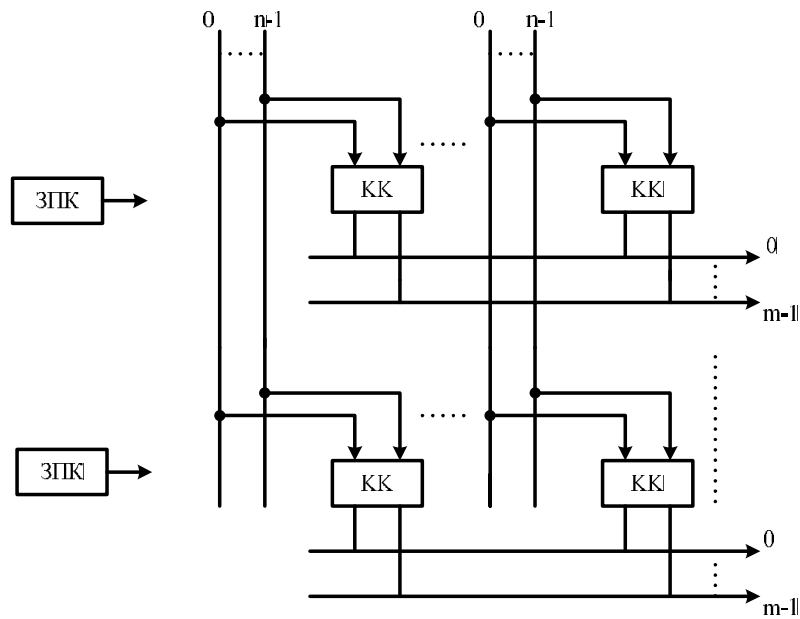


Рис. 4. Матричний принцип побудови ЦКП

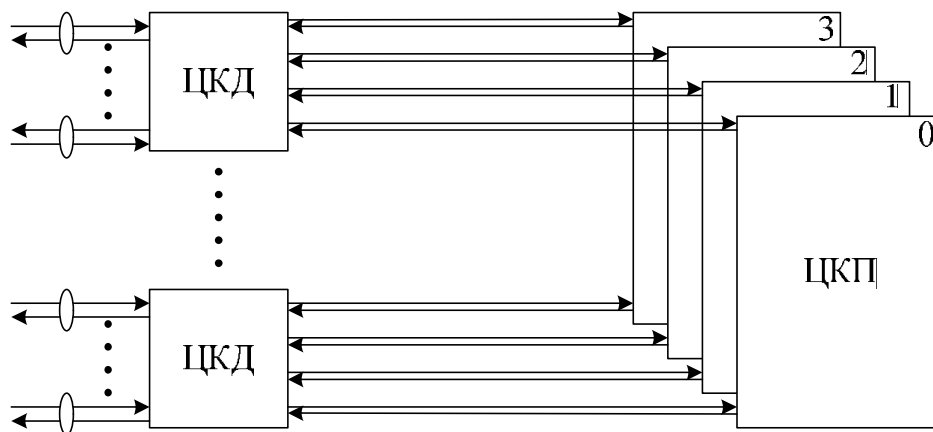


Рис. 5. Структурне резервування ЦКП

Іншим принципом побудови цифрових комутаційних полів є ланковий принцип. Найчастіше в цифрових системах комутації використовується три ланкова комутаційна система «час-простір-час» (Ч-П-Ч), що показана на рис. 6.

Висновки. Таким чином, з'ясовано, що цифрове комутаційне поле здійснює з'єднання

кожного входу з кожним виходом, має модульну побудову, яка дозволяє будувати цифрове комутаційне поле різною ємністю та забезпечує дуплексне з'єднання. При аналізі систем комутації маємо зауважити, що, як правило, цифрове комутаційне поле не являє собою єдине ціле. Воно може бути розділеним на ступені пошуку, функції комутації в різних блоках або модулях.

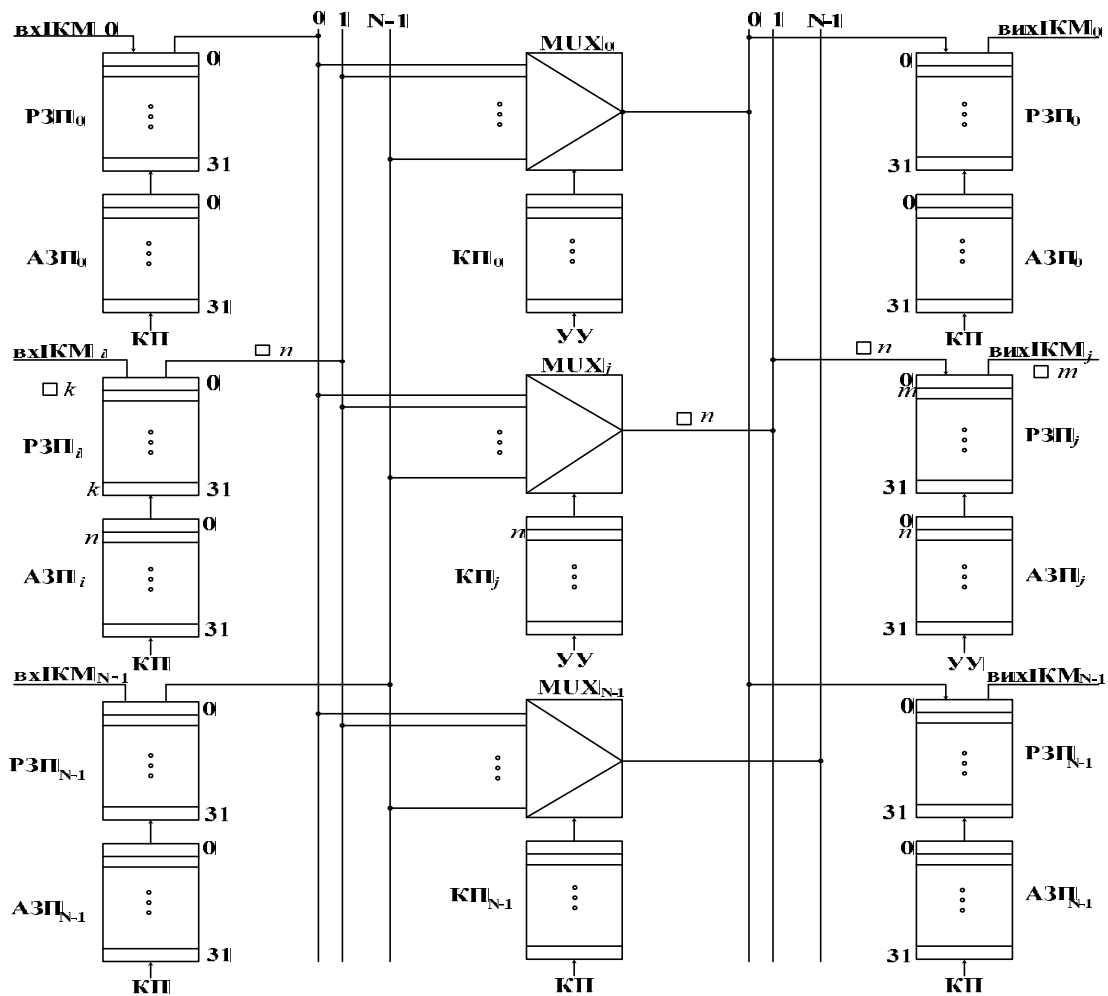


Рис. 6. Реалізація схеми Ч – П – Ч

Список використаних джерел

1. Концепція побудови та модернізації цифрової мережі зв'язку та передачі даних залізничного транспорту [Текст] / А.В. Слободян, Ю.М. Федюшин, І.В. Анохов [та ін.]. – К.: Укрзалізниця, 1999. – 78 с.
2. Росляков, А.В. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» [Текст] / А.В. Росляков. – Самара: ПГУТИ, 2014. – 25 с.
3. Лапшин, С.М. Коммутационное поле цифровой АТСФ 50/1000 [Текст] / С.М. Лапшин. – Минск: БГУИР, 2005. – 158 с.
4. Кожанов, Ю.Ф. Основы автоматической коммутации [Текст] / Ю.Ф. Кожанов. – СПб.: SIMENS, 1999. – 147 с.
5. Беллами, Дж. Цифровая телефония [Текст]: пер. с англ. / Дж. Беллами; под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н. Чернышова. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с.
6. Лебединский, А.К. Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте [Текст] / А.К. Лебединский, А.А. Повловский, Ю.В. Юркин. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – М.: Транспортная книга, 2008 – 531 с.
7. Гольдштейн, Б.С. Системы коммутации [Текст]: учеб. для вузов / Б.С. Гольдштейн. – 2-е изд. – СПб.: БЗВ-Санкт-Петербург, 2004. – 314 с.
8. Лебединский, А.К. Системы телефонной коммутации [Текст] / А.К. Лебединский, А.А. Повловский, Ю.В. Юркин. – М.: Маршрут, 2003 – 496 с.

9. Берлин, А.Н. Коммутация в системах и сетях связи [Текст] / А.Н. Берлин. – М.: Эко – Трендз, 2006. – 344 с.
10. Берлин, А.Н. Цифровые сотовые системы связи [Текст] / А.Н. Берлин. – М.: Эко – Трендз, 2007. – 296 с.
11. Баркун, М.А. Цифровые системы синхронной коммутации [Текст] / М.А. Баркун, О.Р. Ходасевич. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 186 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор С.І. Приходько

Отченаш Юлія Олександрівна, магістрант, Український державний університет залізничного транспорту.

OtchenashYuliyaOleksandrivna, master student, Ukrainian State University of Railway Transport.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.