

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ П'ЯТИЛАНКОВОЇ СТРУКТУРИ КОМУТАЦІЙНОГО ПОЛЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ EWSD V.15

Проведено синтез і розрахунок ефективності п'ятиланкової структури комутаційного поля різної ємності цифрової системи комутації EWSD версії V15 згідно визначених критеріїв ефективності комутаційних систем. Надано рекомендації по використанню досліджених комутаційних полів.

The synthesis and analysis the efficiency of the five-link switching field structure of the digital switching system EWSD according to the defined efficiency criteria of the switching systems were carried out in this paper. The recommendations about using of synthesized switching fields are proposed.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Цифрова система комутації *EWSD версії V.15* є перспективною й універсальною за можливостями використання на діючих телефонних мережах загального користування всіх рівнів ієрархії, а також на мережах рухомого зв'язку. Для неї можливий широкий діапазон застосування: від опорних телефонних станцій (ОПС) малої ємності до потужних транзитних комутаційних вузлів: опорно-транзитних й транзитних станцій (АМТС, ОПТС), міжнародних центрів комутації (МЦК), центрів комутації стільникової мережі рухомого зв'язку (MSC), пункту комутації інтелектуальних послуг (SSP), інтелектуального центру обробки викликів (Call-center) та ін. [1].

Враховуючи широке застосування системи *EWSD*, актуальним постає питання визначення її ефективності, оскільки в технічній літературі з цифрових систем комутації аналіз ефективності роботи станції, як і окремих її функціональних модулів здебільшого відсутній. Визначення ефективності всієї цифрової системи комутації (ЦСК) є складною задачею, однак можна оцінювати ефективність її окремих складових частин, зокрема ефективність комутаційних полів, структури яких в значній мірі впливають на ефективність роботи всієї ЦСК. Ефективність структур цифрових комутаційних полів (ЦКП) прийнято оцінювати з точки зору їх економічності, яка в комутаційних системах визначається кількістю еквівалентних точок комутації (*T экв.*) [2].

В роботі для оцінки ефективності ЦКП вибраний економічний критерій, який визначається вартістю одного цифрового каналу в екві-

¹⁷ Національний університет "Львівська політехніка"

валентних точках комутації (*T екв.*). Ефективність розрахована для десяти різних за структурою і ємністю ЦКП, побудованих на стандартних комутаційних модулях системи EWSD версії V.15.

2. СИНТЕЗ П'ЯТИЛАНКОВОЇ СТРУКТУРИ КОМУТАЦІЙНОГО ПОЛЯ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ EWSD

В системі EWSD великої ємності використовуються комутаційні поля трьохланкової структури Час-Простір-Час і п'ятиланкової структури Час-Простір-Простір-Простір-Час. Повнодоступне комутаційне поле (*SN*) будується за модульним принципом, має малі внутрішні блокування, є дубльованим, і в залежності від ємності може використовуватися на станціях всіх типів і ємностей. На входах/виходах ЦКП підключені лінійні групи LTG, які мають 128 канальних інтервалів з пропускну здатністю 64 Кбіт/сек. Швидкість передачі інформації по LTG $128 \times 64 = 8192$ Кбіт/сек. Середні і невеликі станції ємністю КП *SN*: 63LTG і *SN*: 15LTG мають триланкове комутаційне поле зі структурою Час-Простір-Час. При великій ємності (*SN*:504LTG, *SN*:252LTG, *SN*:126LTG) КП будується за п'ятиланковою структурою Час-Простір-Простір-Простір-Час [1, 5].

Структурна схема п'ятиланкового *SN* великої ємності зображена на рис. 1. В цій схемі для синтезу просторової ланки, яка будується на блоках просторової комутації (БПК) SSG і складається з трьохланкових просторових комутаційних блоків: ланка *S1* будується на просторових комутаторах (8×15) модулів M8/15, просторова ланка *S2* - на просторових комутаторах (16×16) модулів M16, просторова ланка *S3* - на просторових комутаторах (15×8) модулів M8/15. Часові ланки будуються на блоках часової комутації (БЧК) TSG, в яких використовують часові модулі *T1* ємністю (512×512) каналів і швидкість передачі інформації по LTG дорівнює 8192 Кбіт/сек або модулях *T2* ємністю (1024×1024) каналів з такою ж швидкістю передачі інформації. При синтезі ЦКП для зменшення часу затримок канальних інтервалів між часовими блоками ланки TSG і просторовими комутаторами ланки SSG ставимо інтерфейси LIS8 (рис.1).

Для аналізу ефективності синтезуємо п'ятиланкові КП всіх п'яти ємностей, позначимо їх відповідно - Ц1,1-Ц5,1 і Ц1,2-Ц5,2 і використовуємо формули (1-4) з перетворенням їх для відповідної структури КП. Проаналізуємо, які схеми ефективно використовувати, і порівняємо ефективність п'ятиланкових КП з ефективністю одноланкових і трьохланкових КП [4, 5].

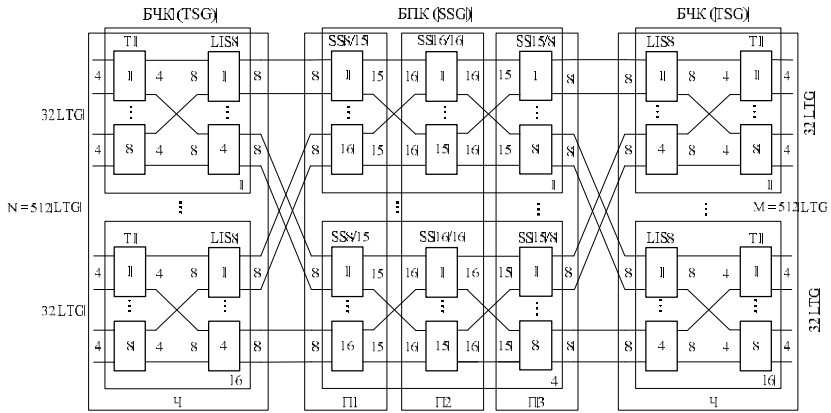


Рис 1. Структурна схема п'ятиланкового комутаційного поля SN ємністю 512 LTG

3. РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ СИНТЕЗОВАНИХ КОМУТАЦІЙНИХ ПОЛІВ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ EWSD

Загальна кількість еквівалентних точок комутації ($T_{екв.}$) п'ятиланкового КП (рис.1) дорівнює сумі екв.т.к. ланок часової і просторової комутації, тобто:

$$T_{5Ц} = 2 \cdot T_{ч} + 2 \cdot T_{П} + T_{П2}, \quad (1)$$

де $T_{ч}$ – кількість екв.т.к. ланки часової комутації,

$T_{П1} = T_{П3} = T_{П}$ – кількість екв.т.к. просторових ланок П1 і П3,

$T_{П2}$ – кількість екв.т.к. просторової ланки П2.

Кількість екв.т.к. ланки часової комутації становить:

$$T_{ч} = \left[\frac{N_{K(T)} \cdot r \cdot}{100} + \frac{N_{K(T)} \cdot (\log_2 N_{K(T)})}{100} \right] \cdot K_{mod}, \quad \text{екв.т.к.}, \quad (2)$$

де K_{mod} – кількість цифрових модулів ланки. Час, що дорівнює:

$$K_{mod} = \frac{N_{Ц}}{N_{K(T)}} \quad (3)$$

Кількість екв.т.к. ланок просторової комутації дорівнює:

$$T_{П} = T_{ПР} + T_{АП},$$

де $T_{ПР}$ – кількість екв.т.к. просторового комутатора;

$T_{АП}$ – кількість екв.т.к. адресного пристрою просторового комутатора.

Отже,

$$T_{II} = \left[n1 \cdot m1 + \frac{N_{K(II)} (\log_2 m1) \cdot n1}{100} \right] \cdot k1, \quad (4)$$

де $N_{K(II)}$ – кількість каналів проміжного тракту; $n1$ – кількість входів просторового комутатора; $m1$ – кількість виходів просторового комутатора; $k1$ – кількість просторових комутаторів в ланці Простір.

Розрахуємо кількість $T_{екв}$ в п'ятиланковому КП максимальної ємності Ц5,1 (позначимо його як 5Ц5,1). Ємність цього поля (65536×65536) каналів і в його часовій ланці використовується модуль Т1 ємністю (4×4) лінійних трактів LTG ((512×512) каналів).

Визначаємо кількість часових модулів в ланці Час КП 5Ц1,1:

$$K_{мод} = \frac{N_{5Ц5,1}}{N_{K(T1)}} = \frac{65536}{512} = 128 \text{ модулів.}$$

Кількість виходів з ланки Час: $N_{ВИХ.Л(Ч)} = n \cdot K_{мод} = 4 \cdot 128 = 512$. Для підключення 512 виходів до ланки П1 необхідно 64 просторових комутатора (8×15), з яких формуємо 4 БПК по 16 комутаторів (8×15) ($k1=16$), і 15 комутаторів (16×16) в кожному блоці (рис.1). Ланка Час має 16 БЧК, в кожному БЧК 4 інтерфейси LIS8 об'єднують 8 блоків Т1. Інтерфейс LIS8 підключений 8 проміжними трактами до ланки П1, зв'язність LIS8 $f_L=8$, а зв'язність блоку Т1 $f_T=1$. Параметр P для цього КП: $P = N_{ВХ.Т1}/f_T = 4/1 = 4$ LTG.

Використовуючи формули (1-4) отримуємо:

$$T_{ч} = \left[\frac{N_{K(T1)} r}{100} + \frac{N_{K(T1)} (\log_2 N_{K(T1)})}{100} \right] K_{мод} =$$

$$= \left[\frac{512 \cdot 8}{100} + \frac{512 (\log_2 512)}{100} \right] 128 = 11141 \text{ екв.т.к.}$$

$$T_{II} = \left[n1 \cdot m1 + \frac{N_{K(II)} (\log_2 m1) \cdot n1}{100} \right] \cdot N_{БПК} \cdot k1 =$$

$$= \left[8 \cdot 15 + \frac{128 \cdot (\log_2 15) \cdot 8}{100} \right] \cdot 4 \cdot 16 = 10301 \text{ екв.т.к.}$$

$$T_{II2} = \left[n2 \cdot m2 + \frac{N_{K(II2)} (\log_2 m2) \cdot n2}{100} \right] \cdot N_{БПК} \cdot k2 =$$

$$= \left[16 \cdot 16 + \frac{128 \cdot (\log_2 16) \cdot 16}{100} \right] \cdot 4 \cdot 15 = 20275 \text{ екв.т.к.}$$

Загальна кількість $T_{екв}$ в КП 5Ц1,1 дорівнює:

$$T_{5Ц5,1} = 2T_q + 2T_{II} + T_{II_2} = 2 \cdot 11141 + 2 \cdot 10301 + 20275 = 63160 \text{ экв.т.к}$$

Вартість в экв.т.к. одного каналу КП 5Ц1,1 визначаємо за формулою:

$$T_{1К(5Ц5,1)} = \frac{T_{5Ц5,1}}{N_{5Ц5,1}} = \frac{63160}{65536} = 0,9613 \text{ экв.т.к.}$$

Далі розрахуємо вартість в экв.т.к. одного цифрового каналу всіх КП 5Цi,1, 5Цi,2 і результати розрахунків зводимо в табл. 1. В таблиці 1 також наведені величини коефіцієнтів $K_{T1(i,j)}$, $K_{T2(i,j)}$, які показують різницю у вартості одного цифрового каналу з різних по ємності КП і побудованих на різних часових модулях T1 і T2. Величини i і j пробігають всі значення номерів КП від 1 до 5.

Таблиця 1

Показники ефективності п'ятиланкових КП

i - номер комутаційного	1	2	3	4	5
Ємність КП, (LTG)	[16×16] (i=1)	[64×64] (i=2)	[128×128] (i=3)	[256×256] (i=4)	[512×512] (i=5)
Ємність КП, канали	(2048×2048)	(8192×8192)	(16384×16384)	(32768×32768)	(65536×65536)
$K_{\text{mod}(5Ц,1)}$, МОД.	4	16	32	64	128
$K_{\text{mod}(5Ц,2)}$, МОД.	2	8	16	32	64
$T_{5Ц,1}$, экв.т. к.	6409	10249	15790	31580	63760
$T_{5Ц,2}$, экв.т. к.	6449,9	10593	16118	32236	64271
$T_{1К(5Ц,1)}$, экв.т.к.	3,129	1,27	0,9617	0,9738	0,9618
$T_{1К(5Ц,2)}$, экв.т.к.	3,15	1,29	0,9837	0,9837	0,9837
$K_{T1(i,1)}$, рази	1	0,405	0,307	0,31	0,307
$K_{T1(i,2)}$, рази	2,46	1	0,75	0,76	0,75
$K_{T1(i,3)}$, рази	3,25	1,32	1	1,01	1
$K_{T1(i,4)}$, рази	3,21	1,3	0,987	1	0,98
$K_{T1(i,5)}$, рази	3,25	1,32	1	0,96	1
$K_{T2(i,1)}$, рази	1	0,41	0,31	0,31	0,31
$K_{T2(i,2)}$, рази	2,44	1	0,76	0,76	0,76
$K_{T2(i,3)}$, рази	0,32	0,76	1	1	1
$K_{T2(i,4)}$, рази	3,2	1,31	1	1	1
$K_{T2(i,5)}$, рази	3,2	1,31	1	1	1
$K_{K2(5Ц,1)}$, %	12,5	50	100	100	100

Визначаємо $K_{T1(i,1)}$ при $i=1, i=2, i=3, i=4: i=5$. Цей коефіцієнт показує у скільки разів вартість одного каналу КП 5Ц1,1 ємністю (2048×2048), побудованого на часовому модулі (512×512), відрізняється

ся від вартості одного каналу КП 5Ц2,1, 5Ц3,1, 5Ц4,1, 5Ц5,1. Використовуючи формулу (6), отримуємо:

$$K_{T1(1,1)} = \frac{T_{1K(5Ц1,1)}}{T_{1K(5Ц1,1)}} = 1; K_{T1(2,1)} = \frac{T_{1K(5Ц2,1)}}{T_{1K(5Ц1,1)}} = \frac{1,27}{3,129} = 0,405;$$

$$K_{T1(3,1)} = \frac{T_{1K(5Ц3,1)}}{T_{1K(5Ц1,1)}} = \frac{0,962}{3,129} = 0,307;$$

$$K_{T1(4,1)} = \frac{T_{1K(5Ц4,1)}}{T_{1K(5Ц1,1)}} = \frac{0,9768}{3,129} = 0,31;$$

$$K_{T1(5,1)} = \frac{T_{1K(5Ц5,1)}}{T_{1K(5Ц1,1)}} = \frac{0,9613}{3,129} = 0,307.$$

Аналогічно визначаємо $K_{T2(i,1)}$ при $i=1, i=2, i=3, i=4, i=5$. Цей коефіцієнт показує у скільки разів вартість одного каналу КП 5Ц1,2 ємністю (2048×2048), побудованого на часовому модулі (1024×1024), відрізняється від вартості одного каналу КП 5Ц2,2, 5Ц3,2, 5Ц4,2, 5Ц5,2.

4. ВИСНОВКИ

У роботі проведено синтез та розрахунок ефективності п'ятиланкової структури комутаційного поля різної ємності з використанням стандартних часових модулів системи EWSD.

Встановлено, що вартість одного каналу в КП при побудові їх на часових T і просторових SM8/15, SM16/16 модулях зменшується із зростанням ємності КП. Так, вартість одного каналу в КП максимальної ємності (512×512) LTG в 3,2 рази дешевше одного каналу в КП мінімальної ємності (16×16) LTG. Визначено, що вартість одного каналу трьох КП великих ємностей майже однакова і не залежить від ємності часових блоків $T1$ і $T2$. Комутаційні поля малої і середньої ємності неповністю використовують вхідну ємність комутаторів SS16 в просторовій ланці П2, коефіцієнт використання цих комутаторів становить $K_{k2}=12,5\%$ в КП 5Ц1,1, 5Ц1,2 і $K_{k2}=50\%$ в КП 5Ц2,1, 5Ц2,2, що робить ці КП ще менше ефективними при використанні їх в цифрових комутаційних полях. Обґрунтовано, що з п'ятиланкових комутаційних полів в системі EWSD найбільш ефекти вними з точки зору вартості одного каналу є КП ємністю (128×128), (256×256), (512×512) LTG, хоча два останніх КП мають нижчу якість обслуговування вхідних LTG.

Отже, п'ятиланкові КП ефективно будувати тільки при великих ємностях, в цьому випадку, дані поля в десятки разів дешевші одноланкових і майже однієї вартості з трьохланковими КП.

Розроблені рекомендації по синтезу і розрахунку ефективності цифрових комутаційних полів дають можливість при проектуванні систем комутації оптимально вибрати структуру комутаційного поля.

1. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации: учебник для вузов. / Гольдштейн Б.С. // 2-е изд. – СПб. БЗВ-Санкт-Петербург, 2004. – 314 с. 2. Беллами Дж. Цифровая телефония: / Беллами Дж.// Пер. с англ. Под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н. Чернышова. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с. 3. Чабан К.О. Розрахунок ефективності багатоланкових комутаційних полів сучасних цифрових систем комутації / Чабан К.О.// *Радіоелектроніка та телекомунікації: Вісник НУ "Львівська політехніка"* – Львів, 2011. – №705. – С. 145-151. 4. Chaban K. *The Efficiency Analysis of the Three-link switching Field of Digital Switching System EWSD. Proceed. of TCSET'2011.* /Chaban K.// *Lviv-Slavske, Ukraine.* – P. 269-270. 5. Чабан К.О. Аналіз ефективності одно- та триланкових структур комутаційних полів цифрової системи комутації EWSD V.15 / Чабан К.О., Чернихівський Є.М., Яворський М.В.// *Радіоелектроніка та телекомунікації: Вісник НУ "Львівська політехніка"* – Львів, 2012. – №738. – С. 117-123.