

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ЛОГАРИФМІЧНОГО ЧИСЛО-ІМПУЛЬСНОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ІЗ ЗМІННОЮ РОЗРЯДНІСТЮ

© Баран Р.Д., Максимович В.М. 2012

Проведено аналіз структурної складності число-імпульсних функціональних перетворювачів, на прикладі логарифмічного перетворювача, побудованого за принципом змінної розрядності. Доведено, що пристрої із змінною розрядністю мають істотно кращі технологічні характеристики на відміну від пристроїв на елементах пам'яті.

The analysis of structural complication of number pulse functional converters with bits variability, on the example of logarithmic transformer, is representative the work . It is well-proven that devices with a bits variability have substantially the best technological characteristics unlike devices on memory cells.

1. Постановка проблеми.

Число-імпульсні функціональні перетворювачі (ЧІФП) широко використовуються для опрацювання число-імпульсних кодів (ЧІК) в процесі їх надходження. Серед різних типів ЧІФП можна окремо виділити пристрої з імпульсними зворотними зв'язками і із змінною розрядністю (ІЗЗР), які забезпечують розширення динамічного діапазону по вхідному ЧІК теоретично у будь-яких заданих межах [1]. Технологічна доцільність використання таких перетворювачів у вимірювальній техніці, у порівнянні з іншими типами ЧІФП, може визначатись показниками, що характеризують кількість елементів різних типів, необхідних для їх реалізації, залежно від основних метрологічних характеристик. Першим і на цей час єдиним прикладом визначення технологічної доцільності ЧІФП з ІЗЗР є робота [2], в якій приведено аналіз характеристик обернено-пропорційного перетворювачів.

2. Аналіз існуючих досліджень.

Структурну схему логарифмічного ЧІФП з від'ємним імпульсним зворотним зв'язком і із змінною розрядністю [3] наведено на рис. 1. До її складу входять лічильники Лч1 і Лч2, перетворювач кодів ПК, комбінаційні суматори КС1 і КС2, регістр Рг, постійний запам'ятовуючий пристрій ПЗП, схема віднімання СВ і логічний елемент І.

Робота пристрою, в кожному із піддіапазонів

$$2^S \leq n \leq 2^{S+1}, \quad (1)$$

де $S = 1, 2, \dots, m$, описується рівняннями [3]:

$$df \cong \frac{N_S}{2^S} dx, \quad (2)$$

$$N_S = n - 2^S, \quad (3)$$

$$dx \cong dn - df, \quad (4)$$

$$dx \cong 2^S \frac{dn}{n}. \quad (5)$$

$$\int_0^{x_{S,S+1}} dx \cong 2^S \int_{2^S}^n \frac{dn}{n}, \quad (6)$$

$$x_{S,S+1} \cong 2^S \ln \frac{n}{2^S}, \quad (7)$$

$$N_p' = 2^{-S} x_{S,S+1} \cong \ln \frac{n}{2^S}. \quad (8)$$

$$N_p = N_p' + N_k, \quad (9)$$

$$N_k \cong \ln 2^S, \quad (10)$$

$$N_p \cong \ln(n). \quad (11)$$

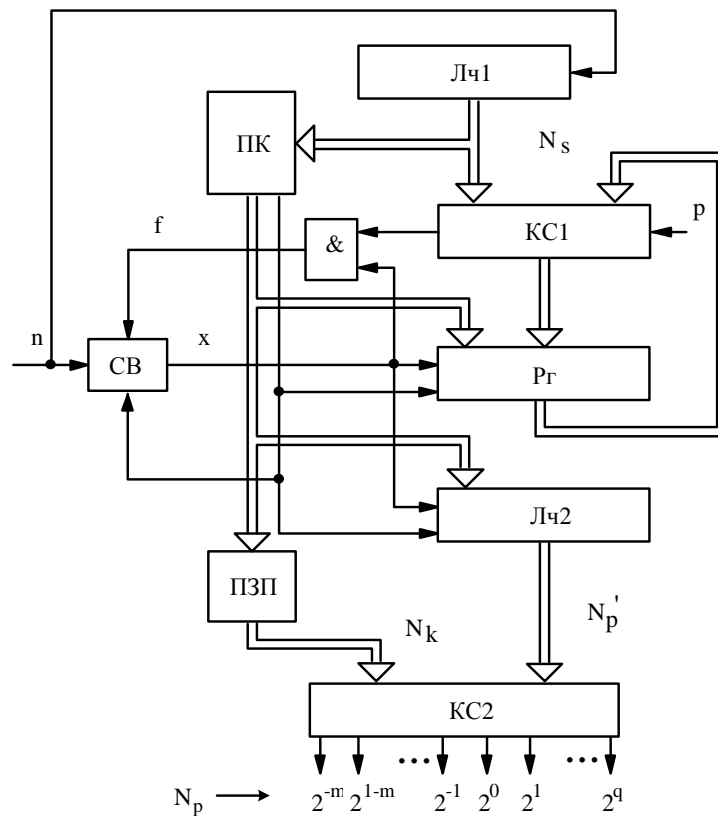


Рис. 1. Структурна схема логарифмічного ЧФП з I333P

В рівняннях (1) – (11) і на рис. 1 використані такі позначення: n – кількість вхідних імпульсів ЧФП; S – кількість двійкових розрядів структурних елементів перетворювача задіяних у роботі пристрою в піддіапазонах (1); m – максимальне значення S ; dn , df , dx – прирости кількості імпульсів на входах і виході СВ відповідно; N_S – керуючий код на виході ЛЧ1; $x_{S,S+1}$ – кількість імпульсів на виході СВ в діапазоні (1); N_p' – число на виході ЛЧ2; N_k – число на виході ПЗП; N_p – число на виході КС2 (результат перетворення).

Виходячи з принципів організації ПЛІС, можна вважати, що при реалізації логарифмічного ЧФП використовуються елементи трьох типів: тригерно-логічні блоки (ТЛБ), логічні блоки і елементи пам'яті (ЕП). На ТЛБ побудовані лічильники ЛЧ1, ЛЧ2 і

регістр Rg1; на логічних блоках – комбінаційні суматори КС1 – КС2 і перетворювач кодів ПК; на ЕП – пам'ять ПЗП.

Виходячи з необхідності забезпечення високої швидкодії перетворювача, яка може бути досягнута при побудові комбінаційних і послідовних структурних елементів ЧФП з використанням паралельно-послідовних міжрозрядних переносів, можна вважати, що ТЛБ і логічні блоки є приблизно однаковими за складністю. Зрозуміло також, що ЕП, які є основою ПЗП, істотно простіші від цих блоків. Отже, кількість ЕП необхідно підраховувати окремо від кількості ТЛБ і логічних блоків, для яких далі будемо використовувати один термін – ТЛБ.

3. Мета дослідження.

Метою роботи є використання підходу, запропонованого в роботі [2], для визначення технологічної доцільності логарифмічного ЧФП у випадку його реалізації на програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС).

4. Визначення кількості ТЛБ та елементів пам'яті структур ЧФП.

Кількість ТЛБ шести структурних елементів, а саме Лч1, Лч2, ПК, КС1, КС2, Rg1 може бути визначена так:

$$ke1 = 6 \cdot S + L_S, \quad (12)$$

де $L_S = \text{trunc}(\log N_p) + 1$ – кількість двійкових розрядів для представлення цілої частини числа N_p в піддіапазоні (1).

Кількість різних чисел N_k , що зберігаються в ПЗП, дорівнює кількості піддіапазонів (1). Отже, загальна кількість ЕП в ПЗП може бути визначена наступним чином:

$$km1 = \sum_{i=1}^S (S_i + L_S). \quad (13)$$

Логарифмічний ЧФП може бути також реалізований на основі ПЗП за схемою наведеною на рис. 2.

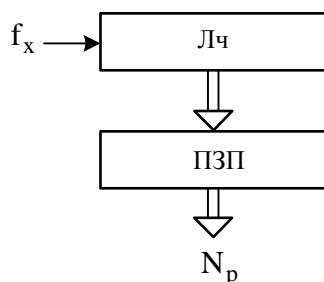


Рис. 2. Структурна схема логарифмічного ЧФП на основі ПЗП

В цьому випадку кількість ТЛБ – $ke2$, на яких реалізується лічильник Лч, і кількість ЕП – $km2$, на яких реалізується ПЗП, визначаються виразами:

$$ke2 = S, \quad (14)$$

$$km2 = \sum_{i=1}^S \sum_{j=2^i}^{2^{i+1}} (S_{i,j} + L_{i,j}), \quad (15)$$

де $S_{i,1} = S_{i,2} = \dots = S_{i,j} = S_i$; $L_{i,1} = L_{i,2} = \dots = L_{i,j} = L_i$.

В табл. 1 і на рис. 3 наведено результати порівняння технологічних характеристик логарифмічного ЧФП на основі ПЗП (рис.2) – пристрій А і логарифмічного ЧФП з ІЗЗР (рис.1) – пристрій Б. При цьому кількість розрядів даних ПЗП пристрою А була вибрана з розрахунку забезпечення точності перетворення ідентичної до точності пристрою Б. На рис.

З використані такі позначення: a_1 і a_2 – кількість ЕП і ТЛБ пристрою на базі ПЗП, b_1 і b_2 – відповідні кількості для пристрою із ІЗЗР, що необхідні для забезпечення перетворення в діапазоні $0 \div n_{\max}$ значень вхідного число-імпульсного коду (ЧІК).

Табл. 1. Кількість різних типів технологічних елементів логарифмічних ЧІФП

Піддіапазон вхідного ЧІК n	S	ТЛБ		ЕП	
		b2	a2	b1	a1
$2^1 - 2^2$	1	7	1	3	5
$2^2 - 2^3$	2	14	2	7	18
$2^3 - 2^4$	3	20	3	12	58
$2^4 - 2^5$	4	26	4	18	154
$2^5 - 2^6$	5	33	5	26	387
$2^6 - 2^7$	6	39	6	35	963
$2^7 - 2^8$	7	45	7	45	2243
$2^8 - 2^9$	8	51	8	56	5059
$2^9 - 2^{10}$	9	57	9	68	11203
$2^{10} - 2^{11}$	10	63	10	81	24515
$2^{11} - 2^{12}$	11	70	11	96	54303
$2^{12} - 2^{13}$	12	76	12	112	119839
$2^{13} - 2^{14}$	13	82	13	129	259103
$2^{14} - 2^{15}$	14	88	14	147	554015
$2^{15} - 2^{16}$	15	94	15	166	1176607
$2^{16} - 2^{17}$	16	100	16	186	2487327
$2^{17} - 2^{18}$	17	106	17	207	5239839
$2^{18} - 2^{19}$	18	112	18	229	11007007
$2^{19} - 2^{20}$	19	118	19	252	23065631
$2^{20} - 2^{21}$	20	124	20	276	48231455
$2^{21} - 2^{22}$	21	130	21	301	100660255
$2^{22} - 2^{23}$	22	136	22	327	209712159
$2^{23} - 2^{24}$	23	143	23	355	444095681
$2^{24} - 2^{25}$	24	149	24	384	930634945
$2^{25} - 2^{26}$	25	155	25	414	1937267905
$2^{26} - 2^{27}$	26	161	26	445	4017642689
$2^{27} - 2^{28}$	27	167	27	477	8312609985

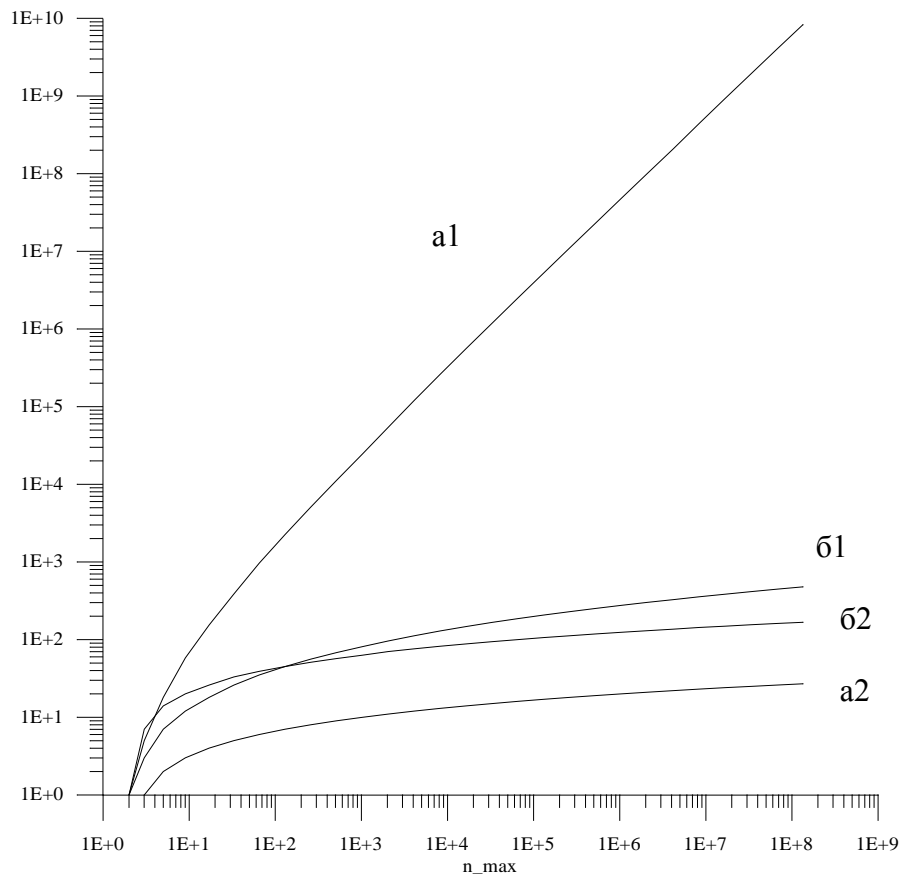


Рис. 3. Кількість різних типів технологічних елементів логарифмічних ЧІФП

5. Висновки.

Отже, як для обернено-пропорційного перетворювача [2] так і для логарифмічного перетворювача [3] кількість ЕП пристроїв на базі ПЗП, на відміну від пристроїв із змінною розрядністю, стрімко зростає із збільшенням діапазону значень ЧК, що свідчить про істотні технологічні переваги ЧІФП із змінною розрядністю. При цьому кількість ТЛБ пристроїв, для великих значень ЧК, не має істотного значення, оскільки значно поступається кількості ЕП.

1. Горпенюк А.Я., Дудыкевич В.Б., Максимович В.М. Проектирование число-импульсных функциональных преобразователей с расширенным динамическим диапазоном // НАНУ. Інститут електродинаміки. "Технічна електродинаміка", спеціальний випуск. – Київ. - 1998. - С.13-19.
2. Максимович В.М., Баран Р.Д., Гаранюк П.І. Критерії технологічної доцільності реалізації число-імпульсних функціональних перетворювачів Вісник НУ "Львівська політехніка" - "Комп'ютерні науки та інформаційні технології", № 616, 2008. - с. 3-7.
3. Максимович В.М. Логарифмічні перетворювачі число-імпульсного коду на нагромаджуючому суматорі із змінною розрядністю. // Автоматика, вимірювання та керування. Вісник ДУ "Львівська політехніка". –Львів: N366, 1999. - С. 107-112