

АРХІТЕКТУРА ТА КОМПОНЕНТИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

УДК 681.325.5

В. Максимович, Р. Баран, П. Гаранюк
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра захисту інформації

КРИТЕРІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЧИСЛО-ІМПУЛЬСНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

© Максимович В., Баран Р., Гаранюк П., 2008

Проаналізовано структурну складність число-імпульсних функціональних перетворювачів, на прикладі обернено-пропорційного 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 reciprocal 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

Технологічна ефективність (складність побудови) цифрових пристроїв, використовуваних у вимірювальній техніці, може визначатись показниками, що характеризують кількість елементів різних типів, необхідних для їх реалізації, залежно від основних метрологічних характеристик.

Найефективнішим засобом реалізації число-імпульсних функціональних перетворювачів (ЧІФП), як і багатьох інших типів цифрових пристроїв, є ПЛІС. До складу ПЛІС входять блоки різного призначення, зокрема тригерно-логічні блоки й елементи пам'яті, що дає змогу створювати на їх основі різноманітні цифрові пристрої.

Об'єм обладнання перетворювачів число-імпульсного коду (ЧІК) напряму залежить від їх основних метрологічних характеристик. Із розширенням динамічного діапазону, підвищенням точності чи збільшенням швидкодії складність ЧІФП збільшується. У зв'язку з цим доцільно визначати складність ЧІФП залежно від їх динамічного діапазону за вхідним ЧІК при фіксованих (заданих) інших метрологічних характеристиках.

2. Аналіз існуючих досліджень

Проаналізуємо структурну складність ЧІФП на прикладі обернено пропорційного перетворювача, побудованого за принципом змінної розрядності, в якому результат формується в двійково-десятьковому коді [1].

Структурну схему пристрою наведено на рис. 1. До його складу входять лічильники Лч1 і Лч2, комбінаційні суматори КС1 – КС3, комбінаційна схема віднімання КСВ, регістри Рг1 – Рг3, перетворювач кодів ПК, постійні запам'ятовувальні пристрої ПЗП1 і ПЗП2, схема додавання імпульсних потоків СД, логічні елементи П1 і П2.

Не розглядаючи конкретну реалізацію структури, що залежить від вибраної елементної бази (вибраної ПЛІС), вважатимемо, що в перетворювачі використані елементи трьох типів: тригерно-логічні блоки, логічні блоки і елементи пам'яті. На тригерно-логічних блоках побудовані лічильники Лч1 і Лч2, а також регістри Рг1 – Рг3; на логічних блоках – комбінаційні суматори КС1 – КС3, комбінаційна схема віднімання КСВ і перетворювач кодів ПК; на елементах пам'яті – ПЗП1 і ПЗП2.

Для забезпечення високої швидкодії перетворювача з використанням комбінаційних і послідовних структурних елементів з паралельно-послідовним перенесенням, можна вважати, що

тригерно-логічні і логічні блоки є приблизно однаковими за складністю. Зрозуміло також, що елементи пам'яті ПЗП істотно простіші від цих блоків. Отже, кількість елементів пам'яті необхідно підраховувати окремо від кількості тригерно-логічних і логічних блоків, для яких надалі використовуватимемо один термін – тригерно-логічні блоки (ТЛБ).

3. Мета дослідження

Метою дослідження є порівняння складності ЧФП із змінною розрядністю з використанням для їх побудови комбінаційних і послідовних структурних елементів та елементів пам'яті залежно від динамічного діапазону за вхідним ЧК при фіксованих (заданих) інших метрологічних характеристиках.

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

Кількість ТЛБ семи структурних елементів, а саме Лч1, Лч2, ПК, КС1, КС2, Рг1, Рг2 можна визначити так:

$$ke1 = 7 \cdot \left[4 \cdot s + \log_2 \left(\frac{N_s}{10^s} \right) \right], \quad (1)$$

де s – кількість задіяних декад; N_s – ємність усіх задіяних розрядів.

Кількість ТЛБ комбінаційних схем КС3, КСВ і регістра Рг3 визначається максимально необхідною для певного піддіапазону розрядності числа E , що формується на виході ПЗП1:

$$ke2 = 3 \cdot 4 \cdot (5 + 2 \cdot s). \quad (2)$$

Загальна кількість ТЛБ обернено пропорційного перетворювача дорівнює сумі

$$ke = ke1 + ke2. \quad (3)$$

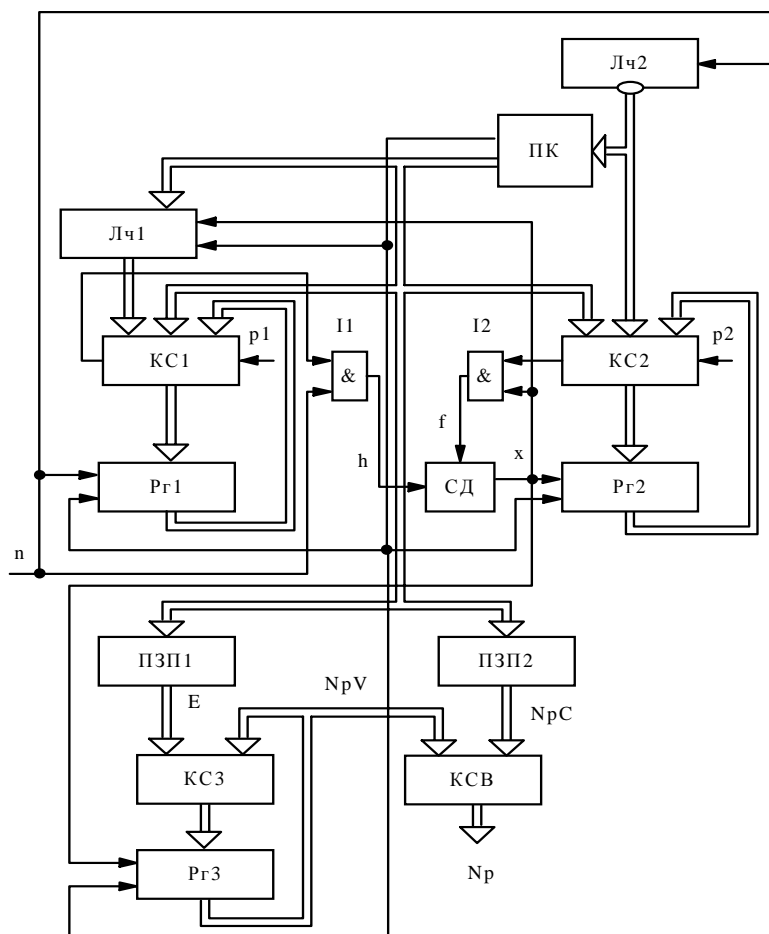


Рис. 1. Структурна схема обернено пропорційного перетворювача із змінною розрядністю [1]

Кількість елементів пам'яті (ЕП) ПЗП1 – $km1$ можна визначити як суму кількості розрядів комірок, у кожній з яких зберігається чергове значення числа E . Кількість розрядів кожної з таких комірок ($kmm1$) визначається за алгоритмом:

$$\begin{aligned} \text{якщо } \log_2\left(\frac{N_s}{10^s}\right) = 0 &\rightarrow kmm1 = 4 \cdot (2 \cdot s + 2), \\ \text{якщо } \log_2\left(\frac{N_s}{10^s}\right) = 1 &\rightarrow kmm1 = 4 \cdot (2 \cdot s + 1), \\ \text{якщо } \log_2\left(\frac{N_s}{10^s}\right) = 2 &\rightarrow kmm1 = 4 \cdot (2 \cdot s + 3), \\ \text{якщо } \log_2\left(\frac{N_s}{10^s}\right) = 3 &\rightarrow kmm1 = 4 \cdot (2 \cdot s + 5). \end{aligned} \quad (4)$$

Кількість ЕП ПЗП2 – $km2$, на виході якого формується число $N_p C$, визначається аналогічно як сума кількості розрядів комірок $kmm2$ за алгоритмом:

$$\begin{aligned} \text{якщо } \log_2\left(\frac{N_s}{10^s}\right) = 0 &\rightarrow kmm2 = 4 \cdot (s + 2), \\ \text{якщо } \log_2\left(\frac{N_s}{10^s}\right) = 1 &\rightarrow kmm2 = 4 \cdot s, \\ \text{якщо } \log_2\left(\frac{N_s}{10^s}\right) = 2 &\rightarrow kmm2 = 4 \cdot (s + 1), \\ \text{якщо } \log_2\left(\frac{N_s}{10^s}\right) = 3 &\rightarrow kmm2 = 4 \cdot (s + 2). \end{aligned} \quad (5)$$

Загальна кількість ЕП обернено пропорційного перетворювача дорівнює сумі

$$km = km1 + km2. \quad (6)$$

Істотним є той факт, що кожному із піддіапазонів числа-імпульсного коду n відповідають однакові значення чисел E і $N_p C$. Отже, кількість різних значень E і $N_p C$ дорівнює кількості піддіапазонів числа n , чим забезпечуються порівняно невеликі обсяги пам'яті ПЗП1 і ПЗП2. Ці обсяги можуть бути ще зменшені з урахуванням певних закономірностей визначення і зміни чисел E і $N_p C$, що може бути метою окремого дослідження.

Будь-яку функціональну залежність, зокрема обернено пропорційну, можна реалізувати за схемою, до складу якої входять лічильник Лч і постійний запам'ятовувальний пристрій ПЗП (рис. 2).

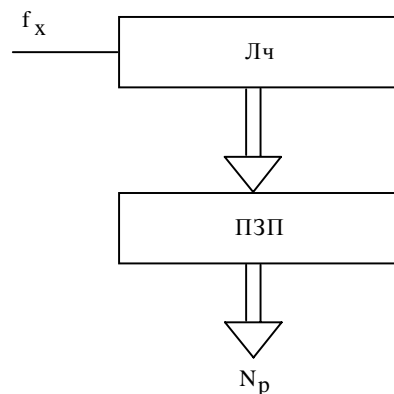


Рис. 2. Структурна схема обернено пропорційного перетворювача на основі ПЗП

На рис. 3 і в табл. 1 наведено результати порівняння технологічних характеристик пристрою на основі ПЗП – (А) і пристрою [1] – (Б). При цьому кількість розрядів цих ПЗП вибирали з урахуванням точності перетворення, ідентичної до точності пристрою [1]. На рис. 3 використані такі позначення: a1 і a2 – кількість ЕП і ТЛБ пристрою на базі ПЗП, b1 і b2 – відповідні кількості для пристрою із змінною розрядністю [1], необхідні для перетворення в діапазоні $0 \div n_{max}$ значень вхідного ЧІК.

Таблиця 1

**Кількість технологічних елементів різних типів
обернено пропорційних перетворювачів ЧІК**

Піддіапазон вхідного ЧІК n	ТЛБ		ЕП	
	Б	А	Б	А
$2 \cdot 10^0 - 4 \cdot 10^0$	74	2	16	24
$4 \cdot 10^0 - 8 \cdot 10^0$	81	3	44	104
$8 \cdot 10^0 - 10 \cdot 10^0$	112	4	72	136
$1 \cdot 10^1 - 2 \cdot 10^1$	119	5	88	256
$2 \cdot 10^1 - 4 \cdot 10^1$	126	6	116	656
$4 \cdot 10^1 - 8 \cdot 10^1$	133	7	156	1776
$8 \cdot 10^1 - 10 \cdot 10^1$	164	8	196	2256
$1 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^2$	171	9	224	4256
$2 \cdot 10^2 - 4 \cdot 10^2$	178	10	264	9856
$4 \cdot 10^2 - 8 \cdot 10^2$	185	11	316	24256
$8 \cdot 10^2 - 10 \cdot 10^2$	216	12	368	30656
$1 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3$	223	13	408	58656
$2 \cdot 10^3 - 4 \cdot 10^3$	230	14	460	130656
$4 \cdot 10^3 - 8 \cdot 10^3$	237	15	524	306656
$8 \cdot 10^3 - 10 \cdot 10^3$	268	16	588	386656
$1 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^4$	275	17	640	746656
$2 \cdot 10^4 - 4 \cdot 10^4$	282	18	704	1626656
$4 \cdot 10^4 - 8 \cdot 10^4$	289	19	780	3706656
$8 \cdot 10^4 - 10 \cdot 10^4$	320	20	856	4666656
$1 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^5$	327	21	920	9066656
$2 \cdot 10^5 - 4 \cdot 10^5$	334	22	996	19466656
$4 \cdot 10^5 - 8 \cdot 10^5$	341	23	1084	43466656
$8 \cdot 10^5 - 10 \cdot 10^5$	372	24	1172	54666656
$1 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6$	379	25	1248	106666656
$2 \cdot 10^6 - 4 \cdot 10^6$	386	26	1336	226666656
$4 \cdot 10^6 - 8 \cdot 10^6$	393	27	1436	498666656
$8 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6$	424	28	1536	626666656
$1 \cdot 10^7 - 2 \cdot 10^7$	431	29	1624	1226666656
$2 \cdot 10^7 - 4 \cdot 10^7$	438	30	1724	2586666656
$4 \cdot 10^7 - 8 \cdot 10^7$	445	31	1836	5626666656
$8 \cdot 10^7 - 10 \cdot 10^7$	476	32	1948	7066666656

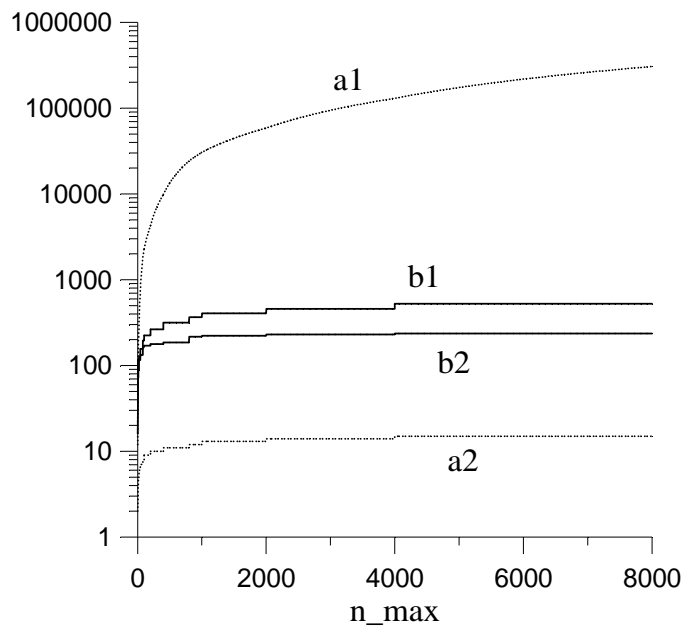


Рис. 3. Кількість технологічних елементів різних типів обернено пропорційних перетворювачів ЧК

Висновки

Кількість ЕП пристрою на базі ПЗП, на відміну від пристрою із змінною розрядністю*, стрімко зростає із збільшенням діапазону значень ЧК, що свідчить про істотні технологічні переваги ЧФП із змінною розрядністю. При цьому кількість ТЛБ пристроїв для великих значень ЧК не має істотного значення, оскільки значно поступається кількості ЕП.

* Максимович В.М. Двійково-десятковий обернено пропорційний перетворювач число-імпульсного коду // Міжвідомчий збірник наукових праць. "Відбір і обробка інформації". – 2006. – №24. – С. 71–76.