

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ ТА ГЕНЕРАТОРІВ КВАЗИВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ В БАЗИСІ ГАЛУА

Копач І.В., Бідун М.Б.

Тернопільський національний економічний університет, магістри

Зниження вартості елементної бази та широке впровадження ПЛІС дозволяють створювати принципово нові та ефективні спецпроцесори, які не прив'язані до існуючих модулів (двійкові суматори, лічильники і т.д.), що дозволяє найбільш широко розкрити можливості нових кодових базисів.

Одним з перспективних кодових базисів є базис Галуа [1,2]. При цьому одним з базових елементів більшості кодових базисів є лічильники.

Дослідження лічильників в базисі Галуа виконаємо у порівнянні з лічильниками в базисі Радемахера [1]. Серед лічильників в базисі Радемахера максимальною простотою характеризуються лічильники на Т-тригерах (рис.1). Даний тип асинхронних лічильників характеризується низькою швидкістю, яка залежить від розрядності лічильника, в якому час затримки рівний kt_τ , де k – розрядність лічильника, τ_τ – тривалість переключення Т-тригера.

Максимально високу швидкість в базисі Радемахера мають синхронні лічильники на JK-тригерах, в яких затримка рівна $2(\tau_{jk} + \tau_v)$. Але даний тип лічильників характеризується нерегулярною архітектурою, яка внаслідок зростання числа входів логічного елемента “І” на JK входах наближається до пірамідальної структури.

Ще більшою архітектурною складністю та нижчою швидкістю характеризуються лічильники у базисі Крестенсона (рис.2) [1], які реалізуються на у вигляді віднімаючих синхронних лічильників на JK-тригерах у базисі Радемахера з додатковим зворотним зв'язком на базі логічної схеми “І” для виконання операції по модулю. Швидкість таких лічильників визначається часом затримки $3(2(\tau_{jk} + \tau_v))$.

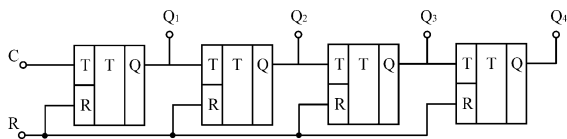


Рисунок 1- Двійковий лічильник на Т-тригерах Крестенсона

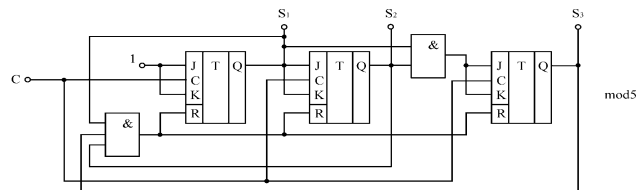


Рисунок 2 - Структура лічильника у базисі

Максимальною швидкістю серед відомих архітектур лічильників характеризуються лічильники Джонсона у базисі Крейга, які реалізуються у вигляді регістра зсуву на D-тригерах без додаткових логічних елементів у зворотному зв'язку (рис. 3) [119], час затримки рівний τ_D . Даний тип лічильників характеризується значною надлишковістю, яка визначається надлишковістю кодової матриці базису Крейга[.]

Відомий лічильник в базисі Галуа [1], який використовується для генерування M-послідовностей [2] (рис 4), реалізується на базі регістра зсуву на D-тригерах з логічним елементом типу “виключаюче АБО” в зворотному зв'язку. Час затримки такого лічильника визначається як τ_D , оскільки елемент “виключаюче АБО” реалізується згідно логічного рівняння $Q = x_1 \oplus x_2$ і містить не менше двох послідовно включених вентилів.

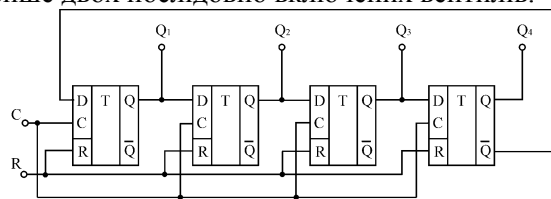


Рисунок 3 - Лічильник Джонсона

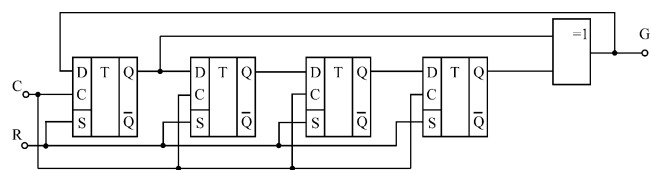


Рисунок 4 - Лічильник в базисі Галуа з періодом 2^k-1

Недоліком даного лічильника є період перерахунку, який рівний 2^k-1 . Тобто для реалізації повнокодового лічильника Галуа з періодом 2^k необхідне його ускладнення додатковими логічними елементами, які реалізують функцію біта “стаффінгу” (рис.5).

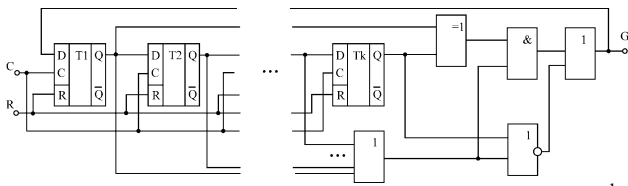


Рисунок 5 - Повний лічильник Галуа з періодом 2^k

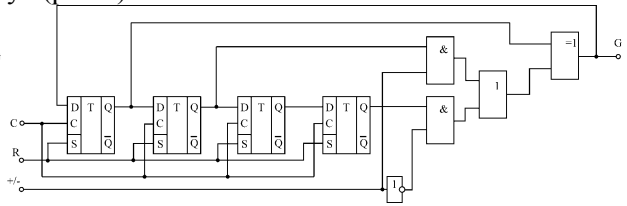


Рисунок 6 – Реверсивний лічильник Галуа

Реверсивний лічильник використовує властивість коду Галуа, в якій при зміні кодового ключа послідовність генерується в зворотному напрямку. Тобто в даному лічильнику використовується ключ 1001, який генерує наступну послідовність: 11110101100100011111. При зміні ключа на 1100 відбувається генерування коду 11110001001101011111, що відповідає рахунку лічильника в зворотному напрямку.

Розрахунок швидкодії лічильників в різних базисах згідно їх структури можна виконати за формулами представленими в табл. 1. Гістограма системної ефективності лічильників в різних базисах, що розрахована на основі виразу $K_e = \frac{1}{\tau_i K_i}$ зображена на рис. 7, де $K_i = 1; 2; 3; 1$ – коефіцієнт складності лічильника у відповідному базисі: Крейга; Радемахера; Крестенсона та Галуа.

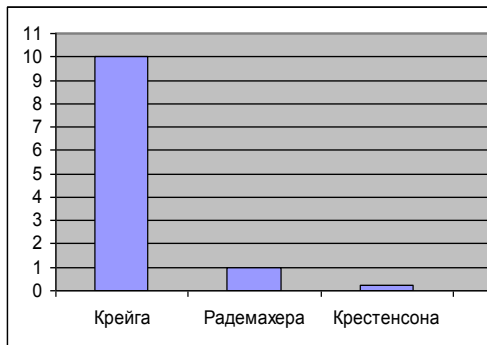


Рисунок 7 - Гістограма відносної системної ефективності лічильників в різних ТЧБ відносно

Таблиця 1
Швидкодія лічильників в різних базисах

Базис	Швидкодія лічильника
Крейга	$f_n = \frac{1}{\tau_D}$
Радемахера	$f_n = \frac{1}{2(\tau_{JK} + \tau_V)}$
Крестенсона	$f_n = \frac{1}{3(2(\tau_{JK} + \tau_V))}$
Галуа	1

Проведений аналіз системних характеристик лічильників в різних ТЧБ показує, що найкращі характеристики мають лічильники Джонсона в базисі Крейга, які реалізуються у вигляді регістрів зсуву на синхронних D-тригерах без додаткових елементів у зворотних зв'язках. В той же час, лічильники даного типу характеризуються кодовою надлишковістю, яка обумовлена використанням базису Крейга. Наступні високі системні характеристики мають лічильники в базисі Галуа, які реалізуються на основі аналогічної структури на синхронних D-тригерах і мають не менше одного логічного елемента "виключаюче АБО" у зворотному зв'язку. Перевагою лічильників у базисі Галуа є відсутність кодової надлишковості, а також унікальні можливості одночасного формування як паралельних так і біт орієнтованих кодів Галуа з захистом від помилок на основі рекурентних властивостей ТЧБ Галуа. Даний тип лічильників особливо ефективно можна використовувати в якості компонента досліджуваного класу СП.

Список використаних джерел

1. Круцкевич Н.Д., Николайчук Я. М. Принципи побудови RCG процесора// Тези міжнародної науково - технічної конференції. “Контроль і управління в складних системах” (КУСС - 2003). – Вінниця: «УНІВЕРСУМ – Вінниця». – 2003. – С. 73.
2. Zastavniy O. Analog-digital Coders in Galois Base // Proc. of the International Conf. CADSM 2005. - Lviv-Slavsko (Ukraine). – 2005, - P. 248