

Основи скануючого аналого-цифрового перетворення

Л.Б. Петришин¹

Abstract – Results of development of a new class of scanning analog-digital converters on the recursive Galois coding basis are analysed.

Ключові слова – аналого-цифрове перетворення, код, Галуа, рекурсія.

I. ВСТУП

Процес перетворення форми інформації є одним із найбільш важливих в системах автоматизованого керування, оскільки від якості аналого-цифрового (АЦ) перетворення залежить як наступна обробка, так і достовірність отриманих результатів. Позитивними характеристиками паралельних АЦ перетворювачів є максимальна швидкодія і регулярна структура, що спрощує процедуру проектування та знижує статичні і динамічні похибки пристроїв. Інтегруючі АЦ перетворювачі мають просту нерегулярну структуру, забезпечують високу точність перетворення при низькій швидкодії. Результати досліджень дозволили визначити, що комбінування послідовного зчитування рекурсивного коду перетворення за методом сканування дозволяє підвищити швидкодію, регулярність структури, ступінь завадозахисту та зменшити кількість вихідних шин порівняно із паралельними та інтегруючими АЦ перетворювачами, що зумовило актуальність проведення досліджень по розробці вказаних методів та засобів перетворення.

II. ОСНОВИ РЕКУРСИВНОГО КОДУВАННЯ ГАЛУА

Кодові елементи послідовностей Галуа володіють основною властивістю рекурсивної упаковки та логічного взаємозв'язку. На властивості неповторюваності довільних n -розрядних кодових фрагментів в повному кільці Галуа ґрунтується формування відповідних кодів перетворення скануючим методом АЦ перетворення Галуа, що дозволило розробити новий клас паралельних АЦ перетворювачів Галуа та звузити діапазон розгортки від $0 \div N-1$ квантів для інтегруючих до n квантів для скануючих АЦ перетворювачів Галуа, де $n = \log_2 N$.

На рис. 1 наведено приклад сканування послідовності Галуа $GF(2^n)$. Динамічний діапазон зміни вхідної вимірюваної аналогової величини $U_{x \min} \div U_{x \max}$ квантується на кількість рівнів, що відповідає довжині $0 \div N-1$ послідовності Галуа. Кожному із квантованих рівнів вимірюваної аналогової величини U_x надається кодова ознака $g_0, g_1, \dots, g_i, \dots, g_{N-1}$ із рекурсивної послідовності Галуа.

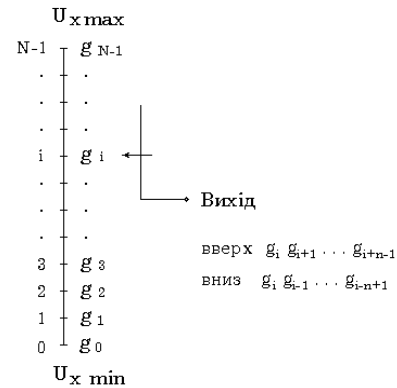


Рис. 1. Формування послідовності Галуа

Для АЦ перетворення i -го значення U_{xi} достатньо здійснити вольтзміну із послідовною в часі розгорткою n квантів вхідної величини. Можна змінювати як саму вхідну величину U_x , так і значення опорної напруги U_{on} . Теж не має різниці напрямком вольтдобавки. Від обраного типу вольтзміни залежить тільки кодова прив'язка значень величини перетворення, що необхідно враховувати при декодуванні сформованого коду. На рис. 2 наведено приклад формування кодових відліків перетворення внаслідок двосторонньої розгортки n -розрядних фрагментів послідовності Галуа $GF(2^4)$.

№	G	вверх	вниз
15	1	111111	111111
14	1	111111	111111
13	1	111111	111111
12	1	111111	111111
11	0	010000	010000
10	1	111111	111111
9	0	010000	010000
8	1	111111	111111
7	1	111111	111111
6	0	010000	010000
5	0	010000	010000
4	1	111111	111111
3	0	010000	010000
2	0	010000	010000
1	0	010000	010000
0	0	010000	010000

Рис. 2. Формування кодових відліків перетворення

III. СТРУКТУРА СКАНУЮЧОГО АЦП ГАЛУА

Розроблено принципи рішення АЦ перетворювачів із скануванням по вимірюваному сигналу U_x та по опорному U_{on} . Структурно (рис. 3) пристрій має паралельну архітектуру із лінійкою $N-1$ компараторів, на одні із входів яких подається вхідний вимірюваний аналоговий сигнал U_x , а на другі - значення опорних рівнів U_{on} із резисторного подільника. Унітарний код з виходів компараторів за допомогою набору елементів "Виключне АБО" (=1) перетворюється в розрядно-

¹ AGH University of Science and Technology, ul. Gramatyka, 10, Kraków, 30-067, POLAND, E-mail: L.B.Petryshyn@gmail.com

позиційний. Комутація виходів по “Монтажному АБО” в дві шини “1” та “0” згідно послідовності Галуа дозволяє здійснити послідовне вивантаження коду перетворення. Вольтзміна формується на вході по U_{on} за допомогою двох суматорів, на одні із входів яких подаються значення U_{on} та “землі”, а на другі - значення вольтзміни, заданої цифро-аналоговим перетворювачем, який тактується генератором тактових імпульсів через подільник та лічильник.

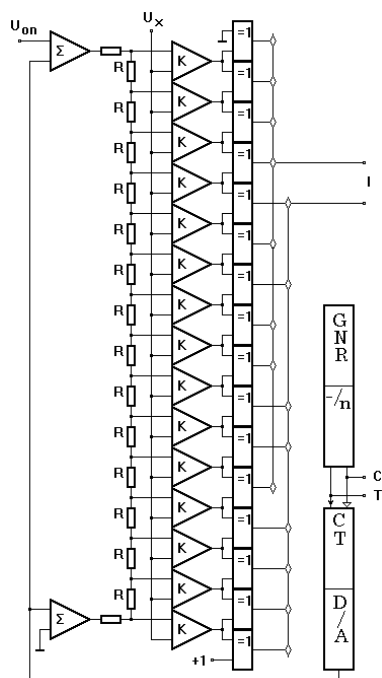


Рис. 3. Структура скануючого АЦП

АЦ перетворювач функціонує в циклічному режимі. Цифро-аналоговий перетворювач безперервно в часі формує значення скануючого сигналу вольт зміни (рис. 4 б), яке двома суматорами синхронно додаються/віднімаються до/від нульового та максимального значень діапазону опорних значень (рис. 4 а). Внаслідок цього в результаті порівняння на компараторах входних величин U_{on} та U_x на виходах елементів “=1” формується позиційний код, в якому відбувається циклічна зміна значущого розряду розрядно-позиційного коду типу “циклічно біжуча одиниця” із синхронізованим початком формування відліків згідно позиції відповідного значення входної величини перетворення U_x (рис. 4 д).

На комутованій згідно послідовності Галуа вихідній шині перетворювача видається циклічна розгортка n -розрядних кодових фрагментів Галуа, що відповідають значенню величини перетворення.

Однак, внаслідок асинхронного вивантаження коду перетворення, виникає необхідність нуль-синхронізації коду подання та стробування зчитаного коду, оскільки виникає злиття кількох суміжних однорідних значень послідовності (рис. 4 в,г).

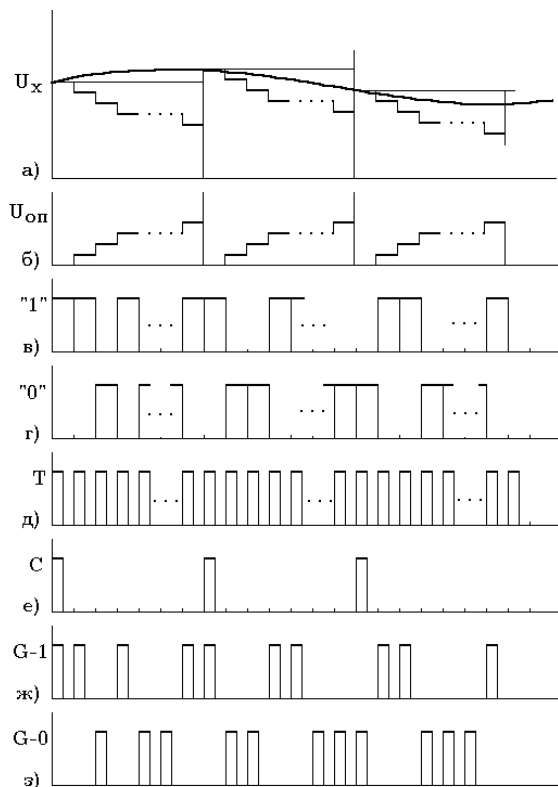


Рис. 4. Часові діаграми процесу перетворення

Тому на вихід АЦ перетворювача виводяться додатково виходи тактування T та синхронізації C початку відліку коду перетворення (рис. 4 д,е), внаслідок чого вихідні повідомлення процедури АЦ перетворення є циклічною послідовністю синхронізованих по C пачок імпульсів коду Галуа.

Досягнути спрощення структури перетворювача внаслідок зменшення кількості суматорів до одного при збереженні техніко-економічних показників дозволяє застосування методу сканування по сигналу перетворення U_x . Принцип роботи перетворювача аналогічний попередньому і відрізняється тим, що значення U_{on} фіксується постійним, а вольтзміна здійснюється по інформаційному входу U_x . Аналогічно до попереднього здійснюється відносне порівняння значень U_x та U_{on} із синхронізованою видачею на вихід кодової розгортки Галуа.

IV. ВИСНОВОК

Таким чином, запропонований метод скануючого АЦ перетворення дозволяє підвищити швидкодію перетворення порівняно із інтегруючими методами, спростити структуру вихідного шифратора, синтезувати регулярну архітектуру та зменшити кількість вихідних шин, внаслідок чого добитись збільшення надійності та зменшення вартості апаратної реалізації АЦП.