

УДК 681.3:621.375

О. О. Решетнік, асп.

АЦП ІЗ ЗМІННОЮ ТРИВАЛІСТЮ ТАКТІВ ВРІВНОВАЖЕННЯ НА ОСНОВІ НАДЛИШКОВИХ ПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ ЧИСЛЕННЯ

Одним з перспективних напрямків розвитку АЦП порозрядного наближення є їхня побудова з використанням надлишкових позиційних систем числення (НПСЧ). Використання при цьому змінної тривалості тактів врівноваження дає можливість максимально використати потенціал вагової надлишковості. Запропоновано структуру порозрядного АЦП зі змінною тривалістю тактів врівноваження на основі надлишкових позиційних систем числення виду $\{0,1\}$ та $\{1, -1\}$ та структуру пристрою для завдання синхронізуючих імпульсів різної тривалості для такого АЦП.

Теорія аналого-цифрових перетворювачів порозрядного наближення протягом багатьох років служить поприщем для розвитку великої кількості способів підвищення точності й швидкодії АЦП. Це пояснюється як відносною простотою технічною реалізацією методу, так і його проміжним становищем між послідовними (інтегровальні, дельта-сигма) і паралельними методами перетворення. Одним з перспективних напрямків розвитку АЦП порозрядного наближення є їхня побудова з використанням надлишкових позиційних систем числення (НПСЧ).

Метою досліджень є аналіз можливості побудови порозрядного АЦП із змінною тривалістю тактів врівноваження на основі НПСЧ.

Відповідно до поставленої мети формується задача аналізу можливості побудови порозрядного АЦП із змінною тривалістю тактів врівноваження на основі НПСЧ з використанням стандартної елементної бази.

У НПСЧ використовується недвійкова основа системи числення $1 < a < 2$, а ваги розрядів представляються у вигляді $Q_i = qa^i$, де q — вага молодшого розряду.

Будь-яке дійсне число може бути представлене в НПСЧ у вигляді суми ваг розрядів

$$X = \sum_{i=0}^N a_i qa^i,$$

де $a_i = \overline{0,1}$ — двійковий i -й біт N -розрядного результату перетворення. Рівень вагової надлишковості НПСЧ визначається виразом:

$$dQ = \frac{\sum_{j=0}^{n-2} Q_j - Q_{n-1}}{\sum_{j=0}^{n-1} Q_j},$$

де n — кількість розрядів НПСЧ, Q_j — вага j -го розряду НПСЧ. Однією з особливостей НПСЧ є існування не одного, як у двійковій системі числення, а декількох кодових еквівалентів для представлення того самого числа.

Основна перевага НПСЧ, реалізована при аналого-цифровому перетворенні складається у відсутності «розривів» у перетворювальній характеристиці, викликаних відхиленнями реальних ваг розрядів від їхніх розрахункових значень. Для «двійкових» АЦП ці відхилення не повинні перевищувати половини молодшого розряду. Для АЦП на основі «золотої пропорції» відносна похибка ваг розряду за рахунок технологічних, температурних, часових факторів може досягати до 23,6% [1, 2], що не приведе до пропусків кодів. Таким чином, є можливість, знаючи точні значення реальних ваг розрядів, що беруть участь у перетворенні, одержати точне значення вхідного аналогового сигналу.

Структурна схема АЦП порозрядного врівноваження з ваговою надлишковістю і змінною тривалістю тактів врівноваження має деякі відмінності від схеми звичайного АЦП з ваговою надлишковістю [1]. Такий АЦП, як на базі НПСЧ $\{0, 1\}$ так і $\{1, -1\}$ (рис. 1), повинен містити схему порівняння (СП) з регульованою чутливістю та спеціальний цифровий блок, тактовий генератор імпульсів регульованої тривалості (ТГРТ або просто ТГ) для завдання різної тривалості тактів врівноваження. На рис. 1 показані структурні схеми АЦП для НПСЧ $\{0, 1\}$ і $\{1, -1\}$. Тут α -ЦАП це ЦАП із ваговою надлишковістю; α -ЦАП «+» та α -ЦАП «-» надлишкові ЦАП для НПСЧ $\{1, -1\}$; БК-блок керування; ЛБ- логічний блок для формування вихідного коду $N_{\text{вих}}$; Σ — суматор аналогових сигналів.

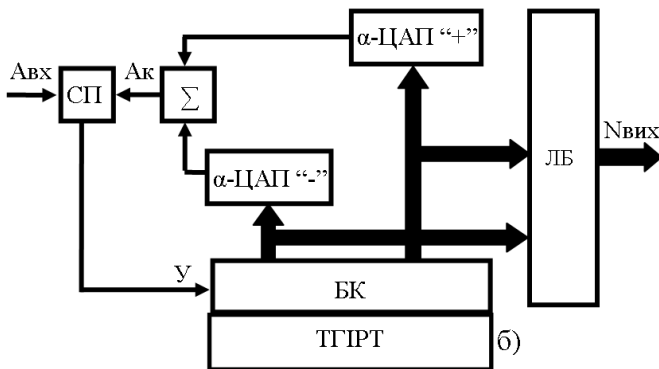
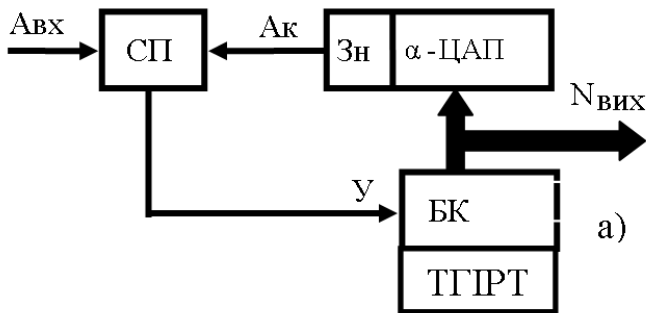


Рис. 1. Структурна схема АЦП порозрядного врівноваження: а) НПСЧ $\{0, 1\}$; б) НПСЧ $\{1, -1\}$

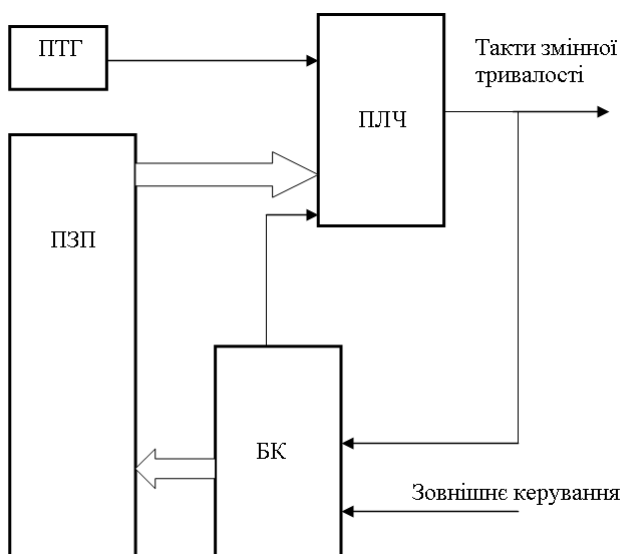


Рис. 2. Структурна схема тактового генератора для формування тактів різної тривалості

У процесі прискореного «самокомпенсованого» аналого-цифрового перетворення відбувається «природна» автокомпенсація динамічних похибок. Проте при цьому не повною мірою використовуються позитивні властивості надлишковості НПСЧ $\{1, -1\}$. Потенційний виграш швидкодії від застосування НПСЧ та змінної тривалості тактів врівноваження визначається виразом:

$$g_{\text{ШВ}} = \frac{n_2(n_2 + 1)(1 - a^{-1}) \ln 2}{-\ln(dQ + a^{-n})}$$

де n_2 — кількість двійкових розрядів, a — основа системи числення, dQ — відносний рівень вагової надлишковості.

В запропонованих структурах АЦП при застосуванні змінної тривалості тактів врівноваження особливу увагу вимагає реалізація тактового генератора, схеми порівняння з регульованою чутливістю та надлишкового ЦАП. Структурну схему тактового генератора для завдання змінної тривалості тактів врівноваження наведено на рис 2.

Структурна схема містить такі елементи: ПТГ — первинний тактовий генератор; ПЗП — постійний запам'ятовуючий пристрій; БК — блок керування; ПЛЧ — програмований лічильник. Пристрій працює таким чином. ПТГ генерує короткі (порівняно з основними) тактові імпульси, які надходять на ПЛЧ. ПЛЧ підраховує їх до запрограмованого значення. В кінці рахунку на вихід подається тактовий імпульс. Перед початком кожного великого такту (за якими власне працює АЦП) ПЛЧ програмується новим значенням тривалості такту, яке отримується з ПЗП. БК здійснює загальне керування роботою тактового генератора: вибирає потрібне значення тривалості такту з ПЗП; керує записом в ПЛЧ. БК керується зовнішнім сигналом із блоку керування АЦП.

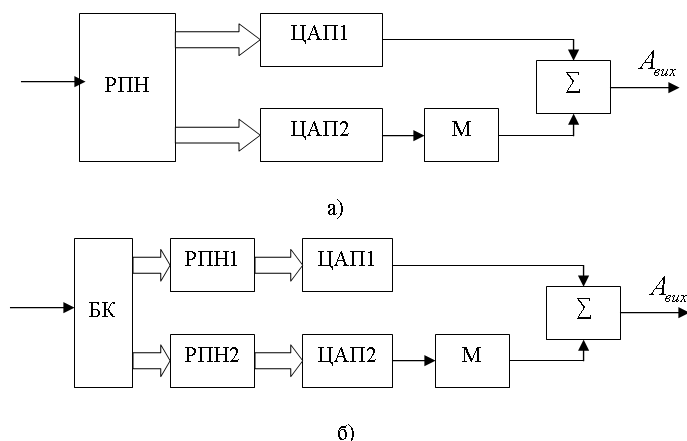


Рис. 3. Структурна схема ЦАП із ваговою надлишковістю на базі двійкових ЦАП (побудована за методом «гребінки»)

де b — кількість базових двійкових рядів (ЦАП), m — ступінь використання базових рядів (при $m = 1$ використовуються всі члени базових рядів, а при $m = 2$ — лише кожен другий).

У випадку коли надлишковий ЦАП будується за іншим методом, то доцільно ввести спеціальну комутаційну матрицю (КМ), для комутації входів ЦАП. Наявність КМ та масштабного блоку (М) із програмованим коефіцієнтом передачі дозволяє конфігурувати ЦАП і задавати НПСЧ довільним чином.

Висновки

1. Показано, що структура порозрядного АЦП із змінною тривалістю тактів врівноваження на основі НПСЧ має деякі відмінності від структури класичного АЦП. Проте ці відмінності не заперечують можливості побудови такого пристрою на стандартній елементній базі.

2. Запропоновано технічні рішення для побудови надлишкового α -ЦАП для такого АЦП на базі ненадлишкових двійкових ЦАП. Також запропоновано схему генератора тактових імпульсів змінної тривалості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азаров О. Д. Основи теорії аналого-цифрового перетворення на основі надлишкових позиційних систем числення / О. Д. Азаров — Вінниця: УНІВЕРСУМ—Вінниця, 2004. — 260 с. — ISBN 966-641-086-9
2. Крупельницький Л. В. Аналого-цифрові пристрої систем, що самокоригуються, для вимірювання і оброблення низькочастотних сигналів. / Л. В. Крупельницький, О. Д. Азаров. — Вінниця: УНІВЕРСУМ—Вінниця, 2005. — 167 с. — ISBN 966-641-126-1
3. Азаров О. Д. Формування нерозривних передатних характеристик ЦАП і АЦП на основі вагової надлишковості / О. Д. Азаров, О. О. Решетнік, С. М. Захарченко [та ін.] // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2006. — № 3(7). — С. 7—15.
4. Азаров О. Д. Методи побудови ЦАП із ваговою надлишковістю на базі двійкових ЦАП / О. Д. Азаров, О. О. Решетнік, В. А. Гарнага // Проблеми інформатизації та управління — 2006. — № 3. — С. 5—11.

Рекомендована кафедрою метрології та промислової автоматики

Надійшла до редакції 21.10.08
Рекомендована до друку 20.11.08

Решетнік Олександр Олександрович — аспірант.

Кафедра обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет.