

Мичуда З.Р. Логарифмічний аналого-цифровий перетворювач з накопиченням заряду // Вісник ДУ "Львівська політехніка" 2000. № 389. С. 140–146. 4. Мичуда З.Р. Моделювання впливу паразитних міжелектродних ємностей логарифмічних АЦП з накопиченням заряду на пасивних конденсаторних комірках// Вимірювальна техніка і метрологія 2001. № 58. С. 26–32.

УДК 621.335 (088.8)

З.Р. Мичуда

Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра автоматики та телемеханіки

## СЛІДКУЮЧИЙ ЛОГАРИФМІЧНИЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

© Мичуда З.Р., 2004

**Запропоновано новий клас логарифмічних АЦП – слідкуючі логарифмічні АЦП, викладено принципи побудови, розглянуто особливості реалізації, дано оцінку точності та швидкодії.**

**The new class logarithmic ADC - monitoring logarithmic ADC is offered, the principles of construction are set up, the singularities of realization are considered, the valuation of accuracy and speed are given.**

### 1. Вступ

Розроблені нами [8–12] логарифмічні аналого-цифрові перетворювачі на комутованих конденсаторах мають вищу точність і швидкодію порівняно з відомими ЛАЦП, відповідають за цими показниками лінійним АЦП, проте значно переважають лінійні АЦП за функціональними можливостями, найважливіші з яких – широкий динамічний діапазон вхідних сигналів, сталі значення відносної похибки перетворення у всьому діапазоні та можливість виконання операцій з оброблення отриманої інформації у логарифмічній арифметиці. Останнє підкреслимо особливо, оскільки у логарифмічній арифметиці такі найтриваліші операції у звичайній арифметиці, як множення та ділення, зводяться відповідно до додавання та віднімання, що значно підвищує швидкодію.

Використовуючи розроблені нами [1–12] ЛАЦП на комутованих конденсаторах, можна не тільки значно підвищити швидкодію засобів і систем на їх основі, а й створити принципово нові засоби систем автоматики, обробки та передачі інформації, інформаційно-вимірювальної техніки тощо.

У статті описано розроблення слідкуючих логарифмічних АЦП, дослідження особливостей їх реалізації, оцінка їх точності та швидкодії.

### 2. Функціональна схема слідкуючого ЛАЦП і особливості його реалізації

Реалізація автором [3] ЛАЦП з наростаючою розгорткою забезпечила створення слідкуючих ЛАЦП, оскільки слідкуючий ЛАЦП є фактично комбінацією ЛАЦП зі спадною та ЛАЦП з наростаючою розгорткою.

Як ЛАЦП зі спадною, так і ЛАЦП з наростаючою розгорткою реалізовані за однією і тією самою схемою. Внаслідок цього стало можливим об'єднання переважної більшості функціональних вузлів, а для реалізації режиму стеження роботи введено додатково схему віднімання (СВ), RS-тригер (Т2), два елементи затримки (Е31 і Е32), елемент АБО і два ключі (К5 і К6).

Функціональна схема розробленого автором слідкуючого ЛАЦП з накопиченням заряду в активних конденсаторних комірках наведена на рис.1, де: СВ – схема віднімання, ДОН – джерело

опорної напруги, МП1 і МП2 – перший і другий масштабувальні перетворювачі, К0–К4 – аналогові ключі, С1 і С2 – накопичувальні конденсатори, Км1 і Км2 – перший і другий компаратори, ОВ – одновібратор, ГТІ – генератор тактових імпульсів, Т1 – RS-тригер, ЛР – лічильник результату,  $+U_n$  і  $-U_n$  – додатна і від’ємна порогові напруги, N – вихідний код.

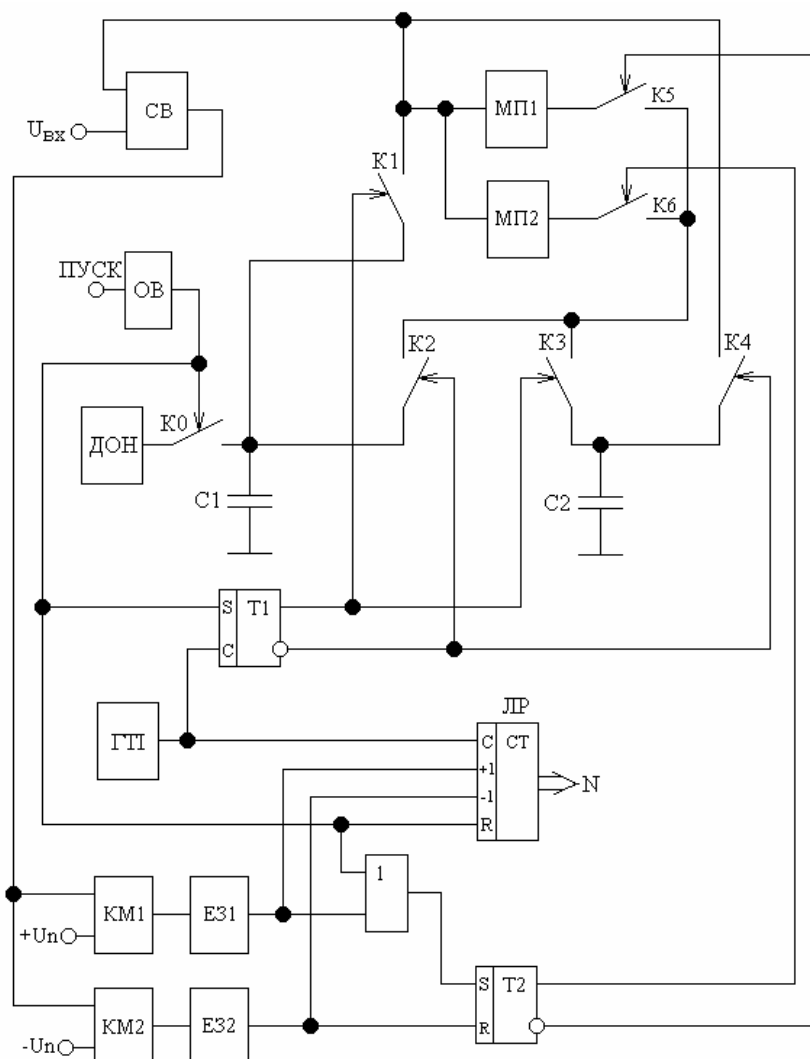


Рис. 1. Функціональна схема слідкуючого логарифмічного АЦП

На перші входи компараторів подається сигнал з виходу схеми віднімання СВ, який дорівнює різниці ( $U_p$ ) вхідної напруги та компенсаційної напруги. На другі входи компараторів подається порогова напруга, абсолютне значення якої вибирають таким, що дорівнює мінімальному значенню компенсаційної напруги, причому на один компаратор подається додатна, а на другий – від’ємна порогова напруга.

Під час запуску ЛАЦП імпульс з виходу одновібратора ОВ встановлює вузли схеми у початковий стан і перекидає другий тригер Т2 у стан логічної одиниці на прямому виході, якою замикається ключ К5.

Ключі К5 і К6 працюють так: коли один замкнутий, то другий – розімкнутий.

Коли замкнутий ключ К5, то схема працює у режимі роботи ЛАЦП із розгорткою. Увімкнений масштабувальний перетворювач МП1, коефіцієнт передачі напруги ( $\zeta$ ) якого задається меншим від одиниці відповідно до потрібного значення похибки квантування ( $\delta_k$ ):

$$\zeta = \frac{1}{1 + \frac{\delta_k}{100\%}}. \quad (1)$$

Так,  $\zeta = 0.993116$  при  $\delta_k = 0,7\%$  (при максимальному значенні вихідного коду ЛАЦП  $N=1000$ );  $\zeta = 0.9965522$  при  $\delta_k = 0,35\%$  ( $N=2000$ ) і  $\zeta = 0,9990009$  при  $\delta_k = 0,1\%$  ( $N=9214$ ).

Вихідний код має значення, як показав автор в [1]:

$$N = \frac{1}{\log \zeta} \log \frac{U_{BX}}{U_0}, \quad (2)$$

тобто дорівнює логарифму відношення напруги  $U_{BX}$  до  $U_0$ .

Абсолютна похибка перетворення ЛАЦП при спадній розгортці ( $\Delta_{Lc}$ ) не перевищує значення останнього приросту напруги на накопичувальному конденсаторі:

$$\Delta_{Lc} \leq \Delta U_N = U_0 \zeta^{N-1} (\zeta - 1). \quad (3)$$

При замкнутому ключі К6 схема працює у режимі ЛАЦП з наростаючою розгорткою із увімненим масштабувальним перетворювачем МП2, коефіцієнт передачі напруги якого ( $\alpha$ ) задається більшим від одиниці відповідно до потрібного значення похибки квантування:

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{\delta_k}{100\%}}. \quad (4)$$

Так,  $\alpha = 1.007049$  при  $\delta_k = 0,7\%$  (це відповідає максимальному значенню вихідного коду ЛАЦП  $N=1000$ );  $\alpha = 1.003512$  при  $\delta_k = 0,35\%$  ( $N=2000$ ) і  $\alpha = 1.001001$  при  $\delta_k = 0,1\%$  ( $N=9214$ ).

Абсолютна похибка перетворення ЛАЦП при наростаючій розгортці ( $\Delta_{LH}$ ) не перевищує значення останнього приросту напруги на накопичувальному конденсаторі:

$$\Delta_{LH} \leq \Delta U_N = U_0 \alpha^{N-1} (\alpha - 1). \quad (5)$$

Спочатку слідкуючий ЛАЦП переводиться в режим роботи зі спадною розгорткою, а потім – режим визначається різницею між вхідною і компенсаційною напругами:

- якщо  $U_p > U_n$ , компаратор КМ1 у стані логічної одиниці – режим спадної розгортки;
- якщо  $-U_p < -U_n$ , компаратор КМ2 у стані логічної одиниці – режим наростаючої розгортки.

Оскільки, як згадувалося вище, слідкуючий ЛАЦП є комбінацією ЛАЦП із спадною та ЛАЦП з наростаючою розгорткою, то всі висновки щодо метрологічних характеристик і властивостей цих ЛАЦП будуть справедливими і для слідкуючого ЛАЦП.

Під час роботи ЛАЦП накопичувальні конденсатори С1 і С2 розряджаються струмами витікання під'єднаних до них елементів схеми. Тому для зменшення інструментальної похибки доцільно періодично переривати стеження і повторно запускати ЛАЦП. Періодичність повторних запусків залежить, звичайно, від потрібної точності та якості використаних елементів. Без особливих вимог період повторного запуску становить одиниці хвилин.

Час установлення запропонованого слідкуючого ЛАЦП у найгіршому випадку не перевищує 2 мс, якщо похибка не більша, ніж 0,4 %. У режимі стеження час перетворення становить 1–2 періоди тактової частоти, тобто 2,5–5 мкс.

### 3. Висновки

1. Запропонований принцип побудови ЛАЦП на комутованих конденсаторах дає змогу реалізувати новий клас ЛАЦП середньої та високої точності, зокрема слідкуючих ЛАЦП.

2. Для підвищення швидкодії (насамперед за рахунок зменшення часу установлення) треба перейти до реалізації слідкуючого ЛАЦП на ЛАЦП з меншою кількістю тактів перетворення, наприклад – інтерполювальних [8,9,12] чи порозрядних [10,11] ЛАЦП; це одночасно сприятиме і підвищенню точності.

1. Мичуда З.Р. *Логарифмічні аналого-цифрові перетворювачі – АЦП майбутнього*. – Львів, 2002. 2. Мичуда З.Р. *Аналого-цифрові перетворювачі з логарифмічною характеристикою перетворення. Огляд. Частина 1// Вимірювальна техніка і метрологія. 2000. Вип.56. С.94–100.* 3. Мичуда З.Р. *Аналого-цифрові перетворювачі з логарифмічною характеристикою перетворення. Огляд. Частина 2// Вимірювальна техніка і метрологія 2000, Вип.57, С.14–25.* 4. Мичуда З.Р. *Логарифмічний АЦП із ступінчато наростаючою розгорткою// Вісник ДУ“Львівська політехніка” 1998, №324, С.106–110.* 5. Мичуда З.Р., Лукашевич В.П. *Логарифмический аналого-цифровой преобразователь: А.с.1425726 СССР. – 1988, Бюл. № 35.* 6. Матецька Л.А., Мичуда З.Р. *Логарифмічний аналого-цифровий перетворювач з накопиченням заряду// Вісник ДУ“Львівська політехніка” 2000, №389, С. 140–146.* 7. Матецька Л.А., Мичуда З.Р. *Логарифмічний аналого-цифровий перетворювач з накопиченням заряду на послідовно включених конденсаторах// Комп'ютерні технології друкарства 2000, №5, С. 36-43.* 8. Мичуда З.Р. *Підвищення точності та швидкодії послідовних логарифмічних АЦП з перерозподілом заряду// Книга за матеріалами 4-ї міжнародної НТК «Контроль і управління в технічних системах» (КУТС-97), 1997, Т.2. С. 131-136.* 9. Католик Б.О., Мичуда З.Р., Мичуда Л.З. *Інтерполюючий логарифмічний аналого-цифровий перетворювач// Вісник НУ“Львівська політехніка”. 2002. № 445. С. 160-167.* 10. Мичуда З.Р. *Порозрядний логарифмічний АЦП// Вимірювальна техніка і метрологія 1998. Вип.53. С. 114–118.* 11. *А.с.1429136 СССР. Логарифмический аналого-цифровой преобразователь/ Мичуда З.Р., Яворский Н.В., 1988, Бюл. № 37.* 12. *Патент 43364 Україна. Спосіб логарифмічного аналого-цифрового перетворення/ Мичуда З.Р., 2001, Бюл. № 11.*

УДК 621.314

В.В. Самотий<sup>1</sup>, М.О. Хомуляк<sup>2</sup>

Національний університет “Львівська політехніка”,

<sup>1</sup>кафедра автоматики і телемеханіки,

<sup>2</sup>кафедра електронних обчислювальних машин

## МЕТОДИКА ПОКРАЩАННЯ ФОРМИ ВИХІДНОГО СИГНАЛУ МОСТОВОГО ПАРАЛЕЛЬНОГО ТИРИСТОРНОГО ІНВЕРТОРА

© Самотий В.В., Хомуляк М.О., 2004

**Запропоновано методику покращання форми вихідного сигналу мостового паралельного тиристорного інвертора у широкому діапазоні зміни частоти.**

**The method of improvement of output signal form for bridge parallel thyristor inverter with wide frequency range is proposed.**

### Вступ

Мостовий паралельний тиристорний інвертор є ключовим елементом в перетворювачах частоти. Останній є послідовним сполученням випрямляча та інвертора. Багатоплановість таких схем зумовлена можливими схемними рішеннями як випрямляча, так і інвертора. Це призводить до видозмін форм вихідних сигналів перетворювачів частоти. Бажано, щоб форма вихідного сигналу була якомога ближчою до синусоїдної. Проте під час зміни частоти керування тиристорами