УДК 621.335

Г. Г. Бортник[1]
С.В. Чубатюк[1]

ШВИДКОДІЙНИЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ З ПОКРАЩЕНИМИ ДИНАМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено метод підвищення динамічної точності швидкодійних аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). Встановлено, що зниження динамічної похибки аналого-цифрового перетворення сигналу можливе шляхом введення додаткового перетворення, що зменшує швидкість зміни сигналу на вході АЦП. Розроблено структурну схему швидкодійного АЦП з додатковим каналом перетворення, який використовує різницеве диференціювання вхідного сигналу. Доведено, що основною перевагою розробленого швидкодійного АЦП є можливість ефективного використання введеної структурної надлишковості для зменшення динамічної похибки.

Ключові слова: аналого-цифровий перетворювач, динамічна точність, динамічні характеристики

Abstract

The paper presents a method for increasing the dynamic accuracy of high-speed analog-to-digital converters (ADC). It is established that the dynamic error of analog-to-digital signal conversion can be reduced by introducing an additional conversion that reduces the rate of signal change at the ADC input. A structural diagram of a high-speed ADC with an additional conversion channel that uses differential differentiation of the input signal has been developed. It is proven that the main advantage of the developed high-speed ADC is the ability to effectively use the introduced structural redundancy to reduce the dynamic error.

Keywords: analog-to-digital converter, dynamic accuracy, dynamic characteristics

Вступ

Швидкодійні аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) сигналів знаходять широке використання в сучасних інфокомунікаційних системах. Проте існуючі швидкодійні АЦП не задовольняють всім висунутим до них вимогам і, в першу чергу, вимогам щодо динамічної точності. Обмеження ширини спектра вхідного сигналу швидкодійних АЦП обумовлено зростанням з підвищенням частоти похибок перетворення [1]. Динамічна складова інструментальної похибки виникає внаслідок зміни сигналу протягом кінцевого часу перетворення. Зростання похибки при підвищенні швидкості зміни сигналу обмежує динамічну точність АЦП, а при заданому значенні максимальної похибки – ширину спектра вхідного сигналу [2, 3].

У зв'язку з цим актуальною є задача зменшення впливу неідеальності динамічних характеристик АЦП на результуючу динамічну точність перетворення структурними методами.

Метою роботи є підвищення динамічної точності швидкодійних аналого-цифрових перетворювачів за рахунок введення додаткового каналу перетворення.

Результати дослідження

Зниження динамічної похибки аналого-цифрового перетворення сигналу $x(t)$ можливе шляхом введення додаткового перетворення $L\{x(t)\}$, що зменшує швидкість зміни сигналу на вході АЦП. Перетворення L має бути лінійним, що дозволить використовувати розвинутий апарат аналізу лінійних систем [4]. Клас можливих пар перетворень L, L^{-1} досить вузький. Основною причиною, що ускладнює пошук таких пар, є наявність операції аналого-цифрового перетворення, що розділяє операції L і L^{-1}, у результаті чого перетворення L виконується над аналоговим сигналом, а перетворення L^{-1} – над цифровим сигналом.

Структура швидкодійного АЦП з додатковим каналом перетворення, який використовує різницеве диференціювання вхідного сигналу, наведена на рис. 1.

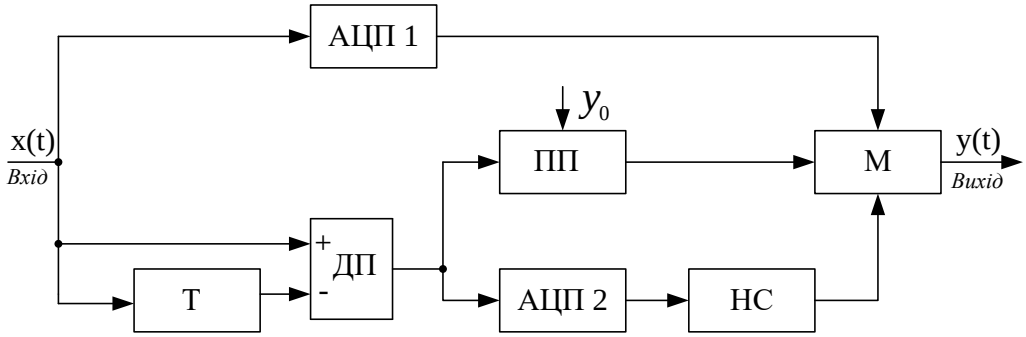


Рис.1. Структура швидкодійного АЦП з додатковим диференціальним каналом

Відновлення сигналу виконується за допомогою перетворення $L^{-1}(z)=(1-z^{-1})^{-1}$, реалізованого на базі цифрового інтегратора. Вибір каналу перетворення, який під'єднується до виходу мультиплексора (М), здійснюється пристроєм порівняння (ПП) на основі порівняння швидкості зміни сигналу $x(t)$ із заданим порогом y_0. Ця операція може здійснюватися як в аналоговому вигляді, шляхом порівняння сигналу $x_T(t)$ з пороговим рівнем y_0, так і в цифровому, порівнянням вихідного коду АЦП2 з кодом, відповідним пороговому рівню. При диференціюванні у другому каналі відбувається втрата інформації щодо постійної складової сигналу. Для відновлення постійної складової сигналу виконується підсумовування вихідного коду інтегратора з останнім відліком АЦП1.

Висновки

Введення структурної надлишковості, що реалізує операції аналогового різницевого диференціювання вхідного сигналу АЦП і цифрового інтегрування його вихідного коду призводить до зменшення динамічної похибки в інтервалах швидкої зміни сигналу.

Для зменшення дисперсії динамічної похибки необхідно вводити додатковий канал перетворення. Підвищення частоти дискретизації в цьому каналі у d разів дозволяє обробляти при тому ж рівні дисперсії динамічної похибки сигнали в $\sqrt{d}$ разів ширшим спектром.

Основною перевагою розробленого швидкодійного АЦП є можливість ефективного використання введеної структурної надлишковості для зменшення динамічної похибки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бортник Г.Г., Кичак В.М., Стальченко О.В. Аналого-цифрові тракти комп'ютерних систем з цифровим обробленням високочастотних сигналів : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2016. – 140 с.

2. Бортник Г.Г., Бортник С.Г., Кичак В.М. Методи та засоби аналого-цифрового перетворення високочастотних сигналів: монографія. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 128 с.

3. Бортник Г.Г., Васильківський М.В., Кичак В.М. Методи та засоби первинного цифрового оброблення радіосигналів : монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 168 с.

4. Бортник Г.Г., Васильківський М.В., Стальченко О.В., "Пристрій аналого-цифрового перетворення високочастотних сигналів", Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, № 3, С. 82-85, 2013.

Бортник Геннадій Григорович – канд. техн. наук, професор кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bgen88@gmail.com

Чубатюк Сергій Васильович – аспірант кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ppifoxtrot@gmail.com

Bortnyk Gennadiy Grygorovych – Ph.D., Professor of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bgen88@gmail.com

Chubatiuk Serhii Vasylovych – postgraduate of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ppifoxtrot@gmail.com