

Мікроконтролерна реалізація самокаліброваної багатоканальної АЦ-системи введення й обробки аналогових сигналів

Вінницький національний технічний університет

Анотація: Проаналізовано параметри вимірювальних каналів аналого-цифрової системи аудіо локації та запропонована мікропроцесорна реалізація 4-канального перетворювача.

Ключові слова: аналого-цифрова система, обробка сигналів, самокалібрування, сканування сигналів.

Abstract: The parameters of the measuring channels of the analog-digital audio location system were analyzed and the microprocessor implementation of the 4-channel converter was proposed.

Keywords: analog-digital system, signal processing, self-calibration, signal scanning.

Одним із ключових моментів розробки аналого-цифрової (АЦ) системи пасивної акустичної локації є вибір типу АЦП [1]. Попередньо виконаний огляд та аналіз, вказує на можливість застосування двох типів АЦП – порозрядного врівноваження та дельта-сигма перетворення. Перевагою АЦП порозрядного врівноваження є можливість застосування їх як окремих у кожному каналі системи або ж одного, спільного для усіх каналів з послідовною комутацією.

Якщо в АЦ-системі планується зміна частоти дискретизації сигналів, доцільним буде використання дельта-сигма АЦП, у котрих відсутня потреба у складних ФНЧ зі змінною частотою зрізу. У своєму складі дельта-сигма АЦП має цифровий фільтр високого порядку, який має фіксоване значення відношення частоти зрізу до частоти дискретизації, тому не потребує переналаштування. Використання дельта-сигма АЦП ускладнюють вмонтовані у них ФВЧ, котрі не пропускають наднизькі частоти та постійні сигнали, що може ускладнити процес калібрування зсуву «нуля» вхідних кіл АЦ-системи та роботу з сенсорами постійних сигналів. Це є недоліком дельта-сигма АЦП перетворювачів.

Проаналізувавши переваги та недоліки, приходимо до компромісного рішення, яким є вибір порозрядних АЦП для схеми, котра буде працювати з фіксованою частотою дискретизації сигналів, та до використання дельта-сигма АЦП при потребі опрацювання сигналів зі зміною частоти дискретизації, що буде характерним для експериментального зразка АЦ-системи, що розробляється.

Система працює в двох режимах: вимірювання та самокалібрування. В режимі вимірювання сигнали з мікрофонів, спрямовуються через аналогові комутатори у вимірювальні канали на входи програмованих підсилювачів. Керування комутаторами здійснюється мікроконтролером. Програмовані підсилювачі виконують дві основні функції: перетворення диференційного вхідного сигналу у недиференційний та узгодження динамічного діапазону вхідного сигналу з діапазоном вхідних напруг антиаліасінгових фільтрів.

Вибір мікропроцесора АЦ-системи пов'язаний з його можливістю одночасного обслуговування чотирьох послідовних інтерфейсів АЦП, чотирьох каналів ЦАП джерел живлення, калібрувального ЦАП, вхідних аналогових комутаторів АК, програмованих підсилювачів ПП, USB/COM інтерфейсу та безпроводного інтерфейсу Bluetooth.

Для реалізації багатоканальної цифрової обробки аналогових сигналів пропонується використати мікроконтролер з ядром сімейства Cortex-M, оскільки саме такі мікроконтролери є недорогим та ефективним рішенням для побудови засобів обробки сигналів, а тому широко застосовуються в інтелектуальних вимірювальних приладах, інтерфейсах користувача, автомобільних і промислових системах управління, медичному обладнанні.

Серед мікроконтролерів з ядром Cortex-M найбільшою популярністю у розробників користуються мікроконтролери серії STM32 від компанії STMicroelectronics. Це, перш за все, обумовлено їх порівняно низькою вартістю при доволі значній продуктивності, гарною забезпеченістю документацією, доступністю засобів розробки та налагодження, у тому числі безкоштовних, наявністю доступних готових рішень та бібліотек для роботи з периферією, що не лише спрощує розробку, а й скорочує її терміни.

Для забезпечення незалежної 4-канальної фантомної напруги живлення обрано 4-канальну мікросхему ЦАП AD5665 фірми Analog Devices. Вказана 16-розрядна мікросхема ЦАП має виходи напруги та простий послідовний інтерфейс.

Електроживлення АЦ-системи здійснюється від комп'ютерного порта USB (+5 В) та від DC/DC інвертора на мікросхемі. Джерелом напруги живлення + 5 В порта USB може слугувати зовнішній акумулятор Power Bank ємністю від 6000 мА/год.

Вказана структура та склад 4-канального модуля реалізовані у вигляді макета, досліджені параметри якого задовільняють технічному завданню до науково-дослідної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крупельницький, Л.; Азаров, О.. РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОНАННЯ ЕТАПУ НДР «ВИСОКОПРОДУКТИВНІ БАГАТОКАНАЛЬНІ АНАЛОГО-ЦИФРОВІ САМОКАЛІБРОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ Й СИНХРОННОГО ОПРАЦЮВАННЯ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ». НТКП ВНТУ. Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Ukraine, mar. 2022. Available at: <<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2022/paper/view/14871/12566>>. Date accessed: 13 Mar. 2023.
2. STM32F405xx STM32F407xx [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/dm00037051.pdf>.
3. STM32F407VE -High-performance foundation line, ARM Cortex-M4 core with DSP and FPU, 512 Kbytes Flash, 168 MHz CPU, ART Accelerator, Ethernet, FSMC / ST Microelectronics [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.st.com/en/microcontrollers/stm32f407ve.html>.

Бондар Валентин Андрійович – студент групи 2КІ-19б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: valikbondar0@gmail.com .

Крупельницький Леонід Віталійович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: krupost@gmail.com .

Bondar Valentyn - student group 2CE-19b, Faculty of information technologies and computer engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: valikbondar0@gmail.com.

Krupelnitskyi Leonid – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Computer Techniques Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, krupost@gmail.com .