

СИСТЕМА ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ СИГНАЛІВ

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Проведено аналіз систем цифрової фільтрації. Досліджено різні види цифрових фільтрів та їх складових частин. Запропоновано реалізацію системи цифрової фільтрації з використанням мікроконтролера із вбудованим АЦП.

Ключові слова: цифровий фільтр, аналіз і синтез цифрового фільтра, аналого-цифровий перетворювач, цифро-аналоговий перетворювач, мікроконтролер ATmega8.

Abstract

Digital filtration systems are analyzed. Different types of filters and their components have been investigated. It is proposed to implement a digital filtering system using a microcontroller with a built-in ADC.

Keywords: digital filter, digital filter analysis and synthesis, analog-to-digital converter, digital-to-analog converter, ATmega8 microcontroller.

Вступ

Інтенсивний розвиток цифрових технологій сприяв їх впровадженню в такі технологічні галузі, як цифрове телебачення, біомедицина, цифровий мобільний зв'язок, цифровий аудіо- та відеозапис, телекомунікації та ін. Методи цифрової обробки сигналів є основою множини новітніх цифрових розробок та різноманітних застосувань.

Важливу роль у цифровій обробці сигналів відіграють цифрові фільтри, які застосовуються практично усюди, де потрібна обробка сигналів, зокрема у спектральному аналізі, обробці зображень, відео, мови та звуку та багатьох інших додатках.

Метою цієї роботи є підвищення ефективності роботи систем цифрової фільтрації.

Об'єктом дослідження є процес розробки системи цифрової фільтрації з використанням мікроконтролера ATmega8.

Предметом дослідження є методи, засоби та інструменти фільтрації сигналів, розробленого апаратно-програмного продукту.

Результати дослідження

Найчастіше цифрова фільтрація застосовується для виділення сигналу або для відновлення сигналу. Виділення "корисного" сигналу необхідно, коли сигнал, що надходить у систему із зовнішнього середовища, змішаний із шумами, викликаними різноманітними фізичними процесами, що мають, як правило, випадковий характер. Відновлення сигналу необхідно через можливі спотворення сигналу, викликані роботою апаратури.

В електроніці будь-який фільтр, що обробляє цифровий сигнал, з метою відокремлення або придушення певних частот цього сигналу можна розділити на два класи: до першого типу відносять фільтри з нескінченною імпульсною характеристикою (рекурсивний фільтр, НІХ-фільтр), а до другого із скінченною імпульсною характеристикою (нерекурсивний фільтр, СІХ-фільтр).

Перевагами цифрових фільтрів є:

- Висока точність (точність аналогових фільтрів обмежена допусками на елементи);
- На відміну від аналогового фільтру передаточна функція не залежить від дрейфу характеристик елементів;
- Гнучкість налаштування, легкість зміни;
- Компактність – аналоговий фільтр на дуже низьку частоту (долі герца, наприклад) вимагав би надзвичайно громіздких конденсаторів або індуктивності.

Недоліками цифрових фільтрів є:

- Важкість роботи з високочастотними сигналами. Смуга частот обмежена частотою Найквіста, яка дорівнює половині частоти дискретизації сигналу;
- Важкість роботи в реальному часі – обчислення мають бути завершені протягом періоду дискретизації;
- Для більшої точності та високої швидкості обробки сигналів потрібен не тільки потужний процесор, але і додаткове, можливо високовартісне, апаратне забезпечення у вигляді високоточних та швидких ЦАП і АЦП.

В роботі пропонується застосування мікроконтролера АТМega8, що забезпечує ідеальне поєднання ціни, функціональності і простоти застосування в проєктованих електронних пристроях. Для прошивки даного мікроконтролера не потрібно складного спеціалізованого обладнання – програматори для АТМega8 прості в побудові та можуть бути виготовлені самостійно.

Цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) призначений для перетворення числа, визначеного, як правило, у вигляді двійкового коду, у напругу чи струм, які пропорційні значенню цифрового коду.

Точність перетворення і якість роботи ЦАП характеризують такі параметри:

- відносна та абсолютна роздільна здатність;
- абсолютна похибка перетворення;
- нелінійність перетворення та диференціальна не лінійність;
- швидкість перетворення (час одного перетворення) і максимальна частота перетворення.

Реалізація системи цифрової фільтрації

На рис.1 зображено схему реалізації цифрового фільтра на мікроконтролері із вбудованим у контролер АЦП. Дана реалізація є однією з найпростіших реалізацій та найбільш доступною, адже не потрібно додатково вибирати АЦП, оскільки він є вбудованим у мікроконтролер.

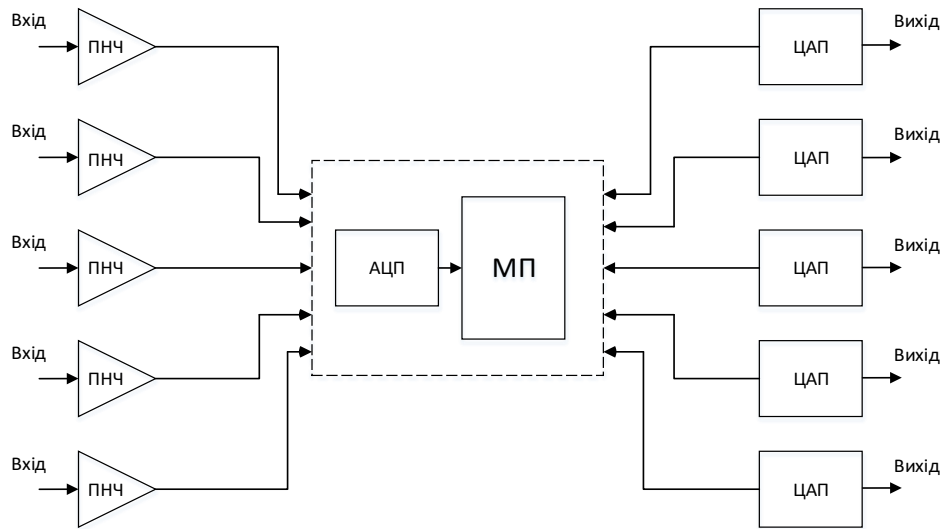


Рис. 1 – Цифровий фільтр із застосуванням мікроконтролера

Запропонований тип побудови даного цифрового фільтру дозволить вирішити одразу декілька проблем:

1. Малі габарити порівняно з пристроями із зовнішніми фільтрами.
2. Зменшення споживчої енергії.

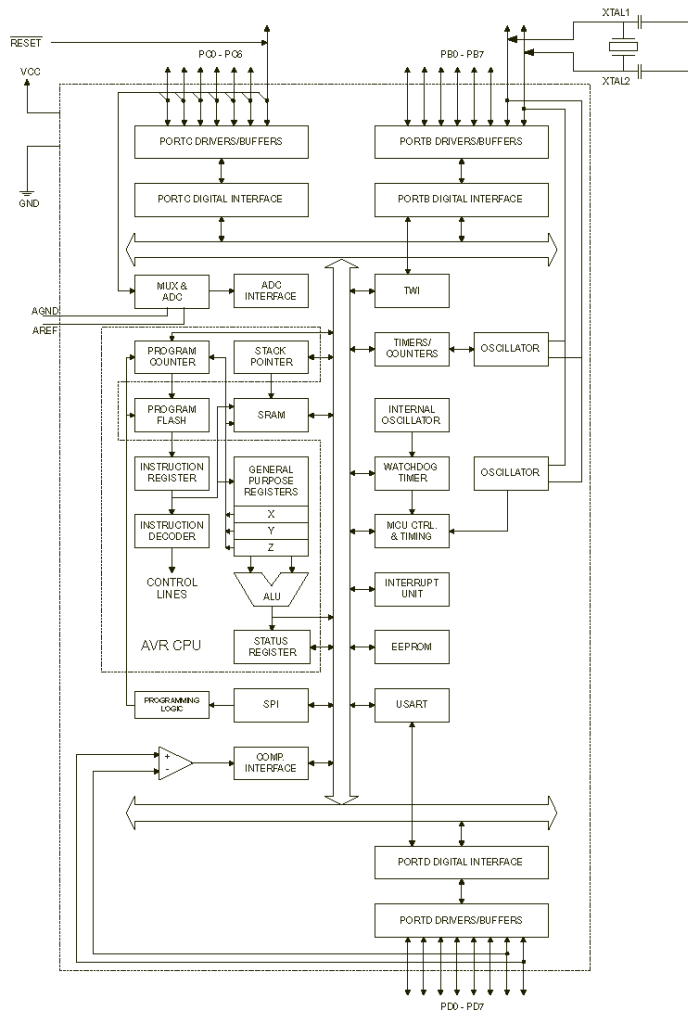


Рис. 2 - Структурна схема мікроконтролера ATmega8

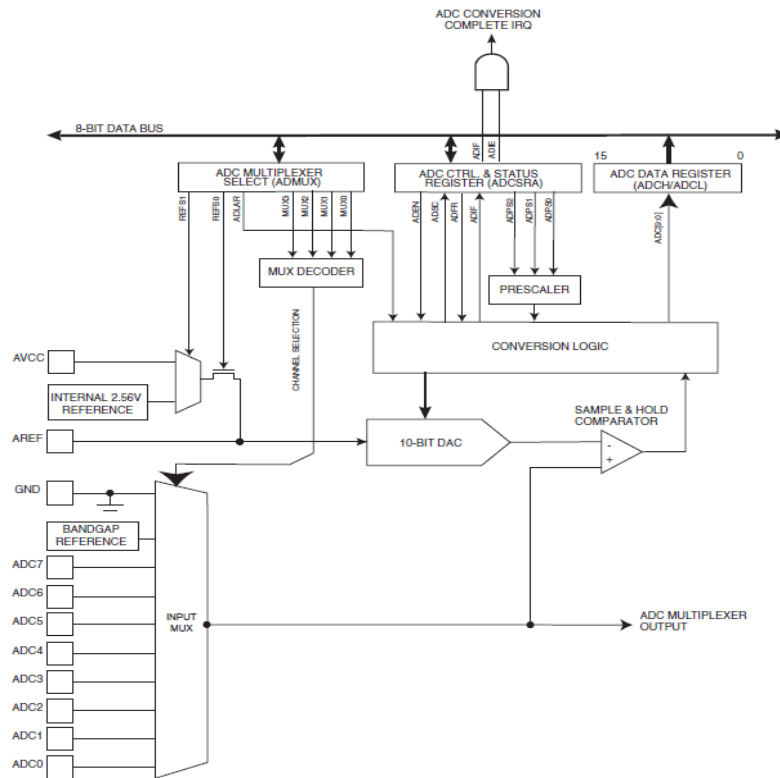


Рис. 3 - Структурна схема вбудованого АЦП в AVR АТмега8

Для реалізації системи можна вибрати ЦАП фірми MAXIM MAX 5304 (рис.4), з такими параметрами:

- Напруга живлення: +5В;
- Швидкодія 185 MSPS;
- Час перетворення 10 мкс;
- Потужність споживання 150 мВт.

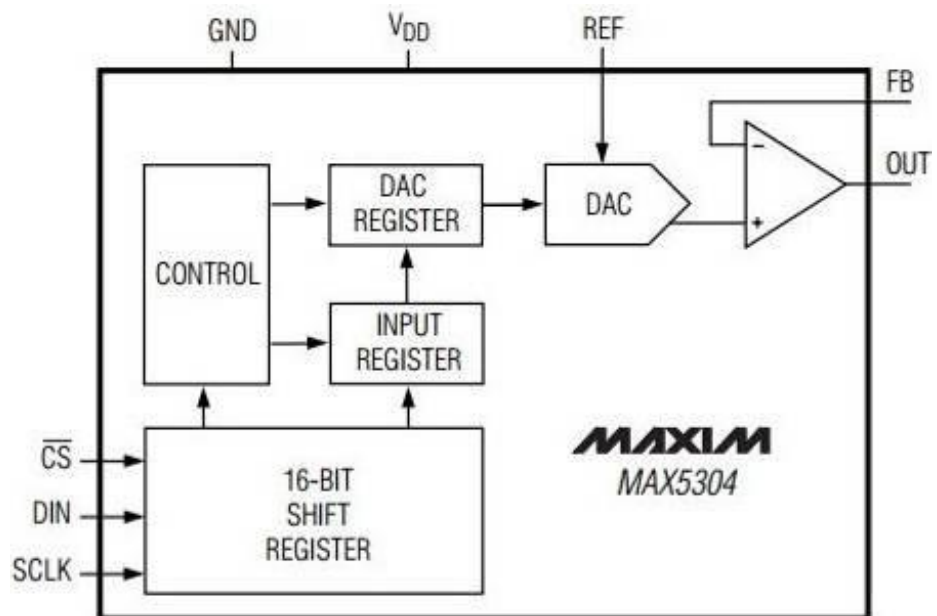


Рис. 4 - Функціональна схема MAX5304

Принцип дії системи: неперервний вхідний сигнал через ПНЧ поступає в аналого-цифровий перетворювач (АЦП), керований синхронізуючими імпульсами від генератора, що задає частоту дискретизації. В момент подачі синхронізуючого імпульсу, на виході АЦП виникає сигнал, що відображає результат вимірювання миттєвого значення вхідного коливання у вигляді двійкового числа з фіксованою кількістю розрядів. Перетворений таким чином сигнал потрапляє в основний блок, де процесор перетворює надані числа у відповідності із заданим алгоритмом фільтрації та утворює на виході послідовність двійкових чисел, що представляють собою вхідний сигнал. Після проходження сигналу через цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП), отримується інформація в аналоговій формі.

Висновки

В роботі розроблено багатоканальну мікропроцесорну систему на базі мікроконтролера фірми AVR ATmega8, що забезпечує ідеальне поєднання ціни, функціональності і простоти застосування в проєктованих електронних пристроях.

Для прошивки даного мікроконтролера не потрібно складного спеціалізованого обладнання. Програмувати для ATmega8 достатньо прості в побудові та можуть бути виготовлені самостійно.

Запропонована система забезпечує високу точність перетворення сигналів, має малі габарити, вагу та невелике енергоспоживання, що робить його економічно вигідним, враховуючи і той факт, що вартість вибраних компонентів незначна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов. – М. :Вильямс, 2004. – 992с.
2. Микропроцессорные устройства: метод. пособие к курс. Проект. для студ. радиотех. спец. всех форм обуч. / В. Н. Левкович [и др.]. – Минск : БГУИР, 2009. – 40с
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры семейства Mega фирмы Atmel. – М. : Додэка XXI, 2007. – 592с.

Нестюк Юлія Юрївна – студентка групи 2АКІТ-17б, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : yunestiuk@gmail.com

Науковий керівник: **Васюра Анатолій Степанович** — професор кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Nestiuk Yuliia Y. - student of 2AKIT-17b group, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail : yunestiuk@gmail.com

Supervisor: **Vasyura Anatoly S.** — Professor, academician of Ukrainian Technological Academy, Professor of automation and intelligent information technologies department, Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia, email: vasanat@i.ua.