

УДК 004.03

**СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИСТРОЇВ
НА МІКРОПРОЦЕСОРАХ,
МІКРОКОНТРОЛЕРАХ ТА ПЛІС**

ТЕНДЕНЦІЇ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Білоцерківець О.Г., Зубков А.О.

Науковий керівник - к.т.н , доц. Зубков О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: oleksii.bilotserkivets@nure.ua

General overview of the work - says that in a smart home the main thing is the structure, algorithms and test software of a smart home, developed in Python, html and Java script for the Raspberry PI hardware platform. The approach used allows you to combine wired and wireless technologies, as well as easily add new subsystems and expand the functionality of already connected. The presence of several user interfaces and the ability to operate in low-speed Internet are important features in the Ukrainian market.

На світовому ринку автоматизованих систем існує багато готових рішень у галузі автоматизації та компаній, що пропонують проектування автоматизованих систем під ключ. Готові рішення дозволяють у короткий інтервал часу реалізувати керування виробництвом, будівлею або квартирою, але пропонують тільки обмежений спектр можливостей та не забезпечують адаптацію керуючої системи під конкретного споживача. Тому у останні роки при розробці автоматизованих систем все частіше користувачі звертаються до невеликих фірм, що впроваджують рішення, адаптовані під конкретного споживача.

Розуміючи, що розумний будинок найчастіше є штучним продуктом для конкретної будівлі або квартири та бажань замовника, замовник може забажати тільки одну з підсистем, декілька або усі з обмежаним чи повним функціоналом. Тому система повинна бути розширюєма та мати можливість конфігурації та переконфігурації з часом. Цім вимогам відповідає модульний принцип створення програмного забезпечення, що дозволяю додати стільки модулів підсистем, скільки потрібно. Цей принцип дуже вдало поєднується з реалізацією web інтерфейса, кожна сторінка якого може відображати стан однієї з підсистем. Аналіз сучасних прикладів реалізації розумних будинків дозволив зробити висновок, що найбільш успішними за продажами є недорогі рішення, що легко дозволяють об'єднати різноманітні датчики та виконавчі пристрої різних фірм виробників за різними стандартами передавання даних та різними протоколами. Тому центральний вузол розумного будинку повинен мати як найбільш поширені радіо інтерфейси (WiFi, Bluetooth), так і можливість дротового підключення датчиків чи виконавчих пристроїв. Для України одним із дуже важливих питань при розробці розумного будинку є можливість відстежувати стан та мати доступ до керування будинку в умовах низької якості цифрового зв'язку, чого не дозволяє web інтерфейс. Тому слід використовувати альтернативний інтерфейс керування, що

дозволяє виконувати основні функції в умовах 2G. Аналіз існуючих рішень показує, що найбільш вдалим є поєднання завадостійких протоколів з хмарними технологіями. За результатами аналізу переваг та недоліків існуючих систем була створена наступна структура системи розумного будинку зображена на рис.1.

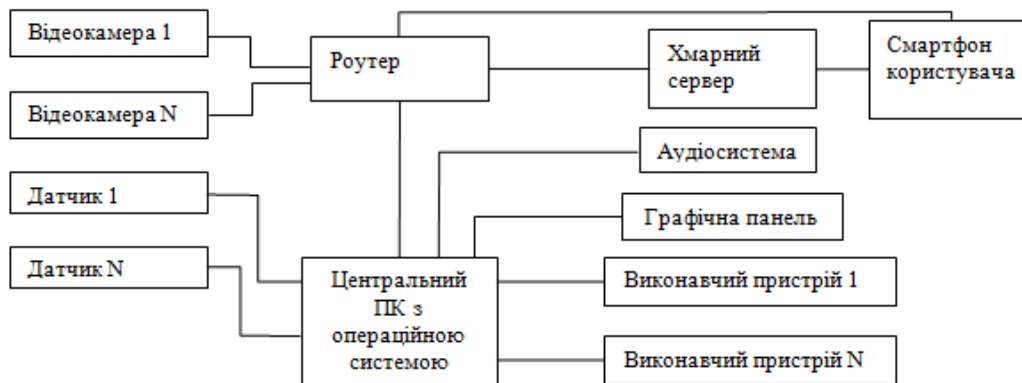


Рисунок 1 – Схема електрична структурна проектованої системи розумного будинку

До спроектованої системи підключаються N різноманітних датчиків. Вони необхідні для збирання інформації для усіх підсистем розумного будинку. Якщо ці датчики дротові, то їх кількість буде обмежена наявністю відповідних інтерфейсів та їх можливостями у центрального ПК. Якщо датчики бездротові, то практичних обмежень немає. Аналогічна ситуація з виконавчими пристроями. Відеокамери входять лише до системи безпеки будинку.

Ринок систем розумного дому постійно розвивається і їх користувачі дуже часто надають перевагу системам індивідуально адаптованим до потреб кінцевого. Крім того, найбільш вдалим комерційними проектами є ті, що дозволяють об'єднати обладнання різних виробників та дротові і бездротові технології у єдину систему. Для вітчизняного ринку також дуже важливими параметрами є відношення ціна/можливості та робота в умовах низько швидкісних каналів зв'язку. Тому, створення сучасної системи керування розумним будинком для вітчизняного ринку, що може конкурувати із закордонними аналогами дуже актуальна.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Андрей Дементьев. «Умный» дом XXI века. М: Ridero. – 2016, – 142 с.
2. Трофимов В.Б., Кулаков С.М. Интеллектуальные автоматизированные системы управления. М.: Инфра-Инженерия. — 2017. - 232 с

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ВУЗЛА ШВИДКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є НА ПЛІС АРХІТЕКТУРИ FPGA

Чумак В.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Свид І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: valerija.chumak@nure.ua

The controller implements the FFT graph by generating addresses for memory banks, receives the control signal about the start of the conversion, issues the spectrum ready flag and provides the output spectrum array in binary inverse order. It seems reasonable to design the controller in HDL language. This makes it possible to write a universal controller, which makes it possible to build controllers for calculators with different FFT bases by changing a parameter in the text of the controller's program code and its subsequent «recompilation».

Обробка даних в складних системах вимагає рішення задач цифрової обробки сигналів (ЦОС) і великої кількості каналів, з чим справляються Spartan-7, Artix-7, Kintex-7, Virtex-7. ПЛІС Xilinx 7 серії, які мають високошвидкісну смугу пропускання, велику кількість логічних елементів, низьке енергоспоживання і високу продуктивність за низькою ціною [1, 2].

Істотною проблемою, з якою неминуче стикається розробник схеми цифрової сигнальної обробки на ПЛІС, - це вибір оптимальної розрядності обчислювача, в нашому випадку це операція «метелик» (рис.1). Розрядність «метелика» складається з двох складових. Перша - це розрядність коефіцієнтів перетворення W_k (розрядність подання комплексних синусоїд). Друга - розрядність проміжних даних A і B (рис.1).

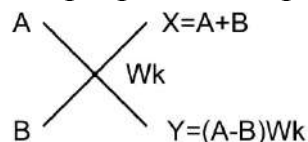


Рисунок 1 - «Метелик» для ШПФ з «проріджуванням по частоті».

На рис.2 наведена одна з можливих блок-схем апаратної реалізації операції «метелик». Вона містить 4 помножувача, які є основними споживачами апаратних ресурсів обчислювача. При цьому досягається максимальна паралельність обчислень та гранична швидкість обчислення швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) при фіксованій тактовій частоті.

Обчислювач «метелик» виконує арифметичні операції над комплексними числами A і B , отримуючи на своїх виходах комплексні числа X і Y з тієї ж розрядністю. Побудову обчислювача «метелик» необхідно проводити за схемою з проміжним запам'ятовуванням даних в регістрах (pipeline). В силу специфіки побудови логічних блоків ПЛІС (slices) це не призводить до зростання апаратних витрат, але дозволяє

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ FPGA XILINX ДЛЯ ЦОС

Снегурова М.А.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Свид И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. БМИ, тел. ((057)-702-13-64)

e-mail: maryna.snihurova@nure.ua

Today the labor market requires training of professional engineers in accordance with European microprocessor standards technologies and systems. For the education system to be ready to accept modern challenges, certain system transformations are required based on use of modern information technologies. One of the transformations could be the introduction of advanced practical skills in working with DSP on FPGA.

Современный уровень развития технологи и устройств ПЛИС предполагает подготовку профессиональных специалистов в этой области [1,2]. С момента появления FPGA позиционируются как устройства, превосходящие сигнальные процессоры по отношению производительность/цена. Преимущества ПЛИС в системах ЦОС проявляются в случае реализации массово-параллельных вычислительных архитектур. В них максимально полно используется высокая суммарная пропускная способность внутрикристалльной памяти FPGA, блоков цифровой обработки сигналов и, при организации обмена данными с внешними устройствами, скоростных последовательных приемопередатчиков. Соответственно, наиболее эффективны для реализации в ПЛИС методы и алгоритмы, использующие параллельную обработку нескольких потоков данных.

Несмотря на то, что некоторые сигнальные процессоры допускают выполнение двух или четырех операций «умножение с накоплением» одновременно, при расчете фильтров высокого порядка общая скорость вычислений существенно снижается. В то же время FPGA с большим числом блоков ЦОС вполне может обеспечить одноктактное исполнение всех операций, используя параллельный расчет.

Еще одно важное преимущество FPGA – способность обеспечивать обработку данных непрерывно и со стабильной скоростью. Более того, рекомендуется реализовывать высокопроизводительную цифровую обработку с использованием независимых от процессора ресурсов ЦОС. Процессор может выполнять организацию интерфейса, загрузку коэффициентов и прочие операции, которые сложно реализовать аппаратно. При этом единственное процессорное ядро может обеспечивать управление несколькими сотнями ЦОС-блоков ПЛИС, которые непрерывно выполняют обработку входящего потока.

FPGA Xilinx 6 серии имеют в своем составе блоки XtremeDSP, выполняющие умножение с накоплением на системной тактовой частоте

(600 МГц для Virtex-6 и 325 МГц для Spartan-6), что способствует эффективной реализации цифровых фильтров, использующих более точное представление чисел. Данная архитектура применяется и в FPGA Xilinx 7 серии: Virtex-7, Kintex-7, Artix-7, Spartan-7.

Xilinx рекомендует Vivado Design Suite для новых разработок начиная с седьмой серии FPGA. По словам представителей компании Xilinx в FPGA, седьмой серия воплощает в себе все мировые достижения в области разработки архитектуры FPGA [3,4]. Использование System Generator, включенного в Vivado System Edition для ЦОС позволяет разработчикам с небольшим опытом проектирования быстро создавать высококачественные проекты ЦОС при меньших затратах по сравнению с традиционным дизайном RTL. Начиная с 6 серии введен предварительный сумматор. Этот модуль существенно ускоряет расчет цифровых фильтров с симметричными коэффициентами. Количество задействованных блоков XtremeDSP при его использовании уменьшается в два раза.

Унификация архитектуры логических ячеек и аппаратных блоков, увеличение степени их интеграции и простота проектирования маломощных позволяет эффективно применять ПЛИС последних поколений в системах ЦОС.

Перелік використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

2. В.С. Чумак, И.В. Свид. Современные тенденции подготовки технических специалистов. // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2019 року, м. Краматорськ – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 245-247.

3. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

4. В. Чумак, І. Свид. Створення модуля VHDL-опису при проектуванні цифрових систем на ПЛИС в Xilinx ISE Design Suite. // Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2019). Тези доповідей на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції: 27-29 листопада 2019 р., м. Дніпро. – Дніпро, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2019. – С. 94-95.

ЦИФРОВИЙ ДИКТОФОН НА ПЛАТІ NEXUS4

Рошка В.Д.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КН, тел. (057) 702-14-46)

e-mail: veronika.roshka@nure.ua

When developing the curriculum in the discipline "Design of devices on microcontrollers and FPGA" it was taken into account the best European practices of partner universities, the wishes of stakeholders, scientific and pedagogical experience of university professors: the maximum practical component [1]. The paper considers the option of using the existing hardware of the Nexus4 board for use as a digital voice recorder, which allows you to develop a new laboratory lesson based on the course.

На платі Nexus4, крім каналної периферії (USB, Ethernet, VGA), встановлені також сенсор температури, акселерометр і мініатюрний MEMS мікрофон, що дозволяє розробляти різноспрямовані проекти.

Плата Nexus4 включає всенаправлений MEMS мікрофон. У мікрофоні використовується мікросхема Analog Device ADMP421 з високим відношенням сигнал / шум (SNR) 61 дБА і високою чутливістю - 26 дБFS [2]. Він також має плоску частотну характеристику в діапазоні від 100 Гц до 15 кГц. Оцифрований звук виводиться в форматі з модуляцією щільності імпульсів (PDM). З PDM два канали можна передавати, використовуючи два дроти. Частота сигналу PDM зазвичай знаходиться в діапазоні від 1 МГц до 3 МГц. На рис. 1 показано, як синусоїда представлена в сигналі PDM.

У бітовому потоці PDM «1» відповідає позитивному імпульсу, а «0» відповідає негативному імпульсу. Серія, що складається з усіх «1», буде відповідати максимальному позитивному значенню, а серія «0» буде відповідати мінімальному значенню амплітуди. На рис. 1 показано, як синусоїда представлена в сигналі PDM.

Сигнал PDM генерується з аналогового сигналу за допомогою дельта-сигма модуляції (рис. 2).

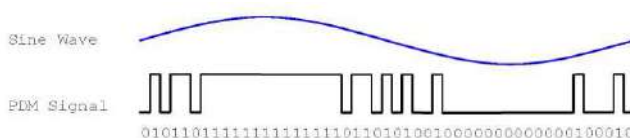


Рисунок 1 - PDM представлення синусоїдального сигналу

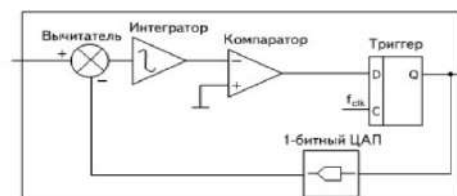


Рисунок 2 - Схема дельта-сигма-модулятора

Сценаріїв експериментів зі звуком може бути декілька:

Сценарій 1. Цифровий диктофон в режимі запису. Звук з мікрофона

записується в пам'ять. Як пам'ять можна використовувати внутрішню пам'ять ПЛІС, зовнішню пам'ять, розташовану на платі Nexus4 або карту пам'яті microSD, яку можна підключити до плати Nexus4.

Nexys4 використовує слот microSD як для конфігурації FPGA, так і для доступу користувачів. Вбудований мікроконтролер допоміжних функцій використовує шину SD-карти з FPGA. Перед налаштуванням FPGA мікроконтролер повинен мати доступ до SD-карти через інтерфейс SPI. Як тільки бітовий файл завантажується в FPGA, мікроконтролер живить цикл SD-слота і відмовляється від управління шиною. Це дозволяє будь-якій SD-картці в слоті скинути стан своїх внутрішніх автоматів і завантажитися в режимі SD-шини. Всі виводи SD картки підключені до FPGA для підтримки повної швидкості SD в режимі власного інтерфейсу. Після того, як контроль над шиною SD передається від мікроконтролера до FPGA, сигнал SD_RESET потрібно перевести донизу збоку FPGA, щоб дати живлення слоту карти microSD. Повна інформація про використання контролера SD-карти згідно із специфікацією SD-карти доступна на веб-сайті [3].

Сценарій 2. Цифровий диктофон в режимі відтворення. У цьому режимі можна використовувати можливості ПЛІС по редагуванню голосу: зміни швидкості, тембру та інше.

Таким чином, використовуючи плату Nexys4 та прикладену документацію можлива реалізація реальних проектів, адже при прийомі на роботу роботодавця цікавить не стільки формат теоретичних знань кандидатів, скільки їх готовність до здійснення професійної діяльності [4].

Перелік використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017.

2. ADMP421 datasheet [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/obsolete-data-sheets/ADMP421.pdf> - 22.02.2021 г.

3. SD Association [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.sdcard.org> - 22.02.2021 г.

4. В.С. Чумак, И.В. Свид. Современные тенденции подготовки технических специалистов. // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2019 року, м. Краматорськ – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 245-247.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛІС У СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Пугач К. О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КРiСТЗi, тел. (057) 702-14-30

e-mail: katelyna.puhach@nure.ua

The relevance of this article lies in the fact that in connection with the increase in the number of cyberattacks on the devices of the Internet of Things, the actual scientific and practical task is getting involved in the development of hardware methods and in the acquisition of digital attachments for illegal access.

Вступ. Кількість пристроїв Інтернету речей, з'єднаних між з собою, зростає разом із кількістю криптографічних атак на дану групу пристроїв. У зв'язку з цим, актуальною науковою та практичною задачею вважається розробка апаратних методів і засобів захисту цифрових пристроїв від нелегального доступу до інформації.

Якісним апаратним методом прискорення роботи реалізованих алгоритмів шифрування є використання програмованих логічних інтегральних схем. Перш за все, це пояснюється високою швидкістю криптографічних операцій. Швидкість обумовлена великою кількістю логічних елементів [4]. Наприклад, возведення у ступінь по модулю, що широко застосовується при шифруванні на відкритих ключах, можна здійснити на FPGA зі швидкістю 1000 транзакцій у секунду. Завдяки максимальній швидкості шифрування даних, на базі ПЛІС створюються криптографічні системи, що потребують зміни алгоритму шифрування після кожного сеансу. ПЛІС такого типу застосовуються в реалізації DES, 3DES, Blowfish, CAST, IDEA і ін. [1].

Так само ПЛІС широко використовуються в задачах генерації випадкових чисел. Апаратно реалізований генератор випадкових чисел має аналоговий та цифровий модулі. При цьому цифровий модуль виконаний на логічному масиві. Для значного зменшення проценту забракованих масивів були розроблені оригінальні алгоритми обробки випадкових чисел, реалізованих в ПЛІС [2].

Будь-яка реалізована криптосистема може мати канали, які пропускають непотрібну інформацію. Прикладами таких каналів можуть бути лінії електроживлення або електромагнітне випромінювання. Аналізуючи споживану ПЛІС потужність при виконанні криптографічних операцій можна визначити області, які корелюють з ключем або іншими потрібними криптоаналітичними параметрами. Метод застосовується для злову програмних засобів або ASIC, але немає ніяких перешкод для використання його при спробах зламати ПЛІС.

Якщо криптосистема представляє собою ПЛІС, і аналітик має вільний доступ до входів і виходів, то набравши необхідну статистику і,

використовуючи карту Карно, він може отримати внутрішню логіку ПЛІС і скомпрометувати шифр. Цей спосіб буде дієвим, якщо аналітик володіє достатніми обчислювальними потужностями і має вільний доступ до системи. В даний час це не є реальною загрозою через складність і розміри сучасних ПЛІС. Реалізовані потокові або блокові шифри мають занадто довгі ключі, щоб шукати їх методом перебору.

Для більшості пристроїв типу FPGA передбачена спеціальна функція «readback», призначена для читання конфігурації схеми з метою полегшення налагодження [3]. Зловмисник може спробувати використовувати її через JTAG або інтерфейс програмування. Запобігти доступу до конфігурації можна за допомогою бітів безпеки. Однак, використання спеціальних регістрів не гарантує повної захищеності і, використовуючи апаратні збої і деактивування бітів безпеки, аналітик може отримати доступ до конфігурації. Вразливість усувається збільшенням кількості бітів безпеки і встановленням ПЛІС в безпечне середовище, в якому, при виявленні втручання, вся конфігурація видаляється або пристрій самознищується.

Висновки. Використання програмного забезпечення логічних інтегральних схем широко застосовується в різних варіантах реалізації системи захисту інформації. ПЛІС відноситься до апаратного методу прискорення роботи реалізованих алгоритмів шифрування. Застосовувані схеми використовуються за допомогою багатопроцесорної швидкості завдяки можливості миттєвої заміни компрометованого або застарілого алгоритму шифрування, гнучкості чисто програмних методів та потужності апаратних реалізацій, таких як ASIC.

Список використаних джерел:

1. Protecting against Cryptographic Trojans in FPGAs // Field-Programmable Custom Computing Machines (FCCM), 2015 IEEE 23rd Annual International Symposium on. — 2015.
2. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017
3. И.Тарасов, к.т.н. ПЛИС Xilinx и цифровая обработка сигналов // Электроника. — 2011. — № 3. — С. 70 - 74.
4. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA-2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

НАРУЧНИЙ СТРОБОСКОП

Роєнко О.Г.

Науковий керівник –доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МТС, тел. (057) 70-20-229)

E-mail: oleh.roienko@nure.ua

In the paper presents the development of a hand stroboscope. It can be used to diagnostics damage to rotating and oscillating parts of devices for the study of fast periodic movements. The device is based on ATmega microcontroller (Arduino Nano board). In the paper presents a block diagram of the device and describes principle of operation.

Стробоскопи відносять до демонстраційних або контрольно-вимірювальних приладів, дія яких ґрунтується на стробоскопічному ефекті. Завдяки імпульсному освітленню вони дозволяють візуально «зупиняти» предмети, що швидко обертається, або навіть спостерігати їх уявний рух у зворотному напрямку, простежувати окремі фази руху тіла у його польоті тощо. Так око людини може спостерігати стробоскопічний ефект, коли дивиться на відеозапис обертання лопастей гелікоптера чи вентилятора.

Стробоскопічний ефект широко використовується в кінематографі, на вечірках, дискотеках і рок-концертах. Крім того стробоскопи можуть застосовується для вивчення швидкоплинних процесів, наприклад при збагаченні корисних копалин (відсадка, грануляція, подрібнення у струминних млинах тощо), вимірювання швидкості обертання валу, шківа, регулювання обертових частин (шестерень, валів) у відеомагнітофонах, аудіо і CD програвачах, програвачах вінілових платівок, при регулюванні системи запалювання в двигуні автомобіля і спостерігання вібрації клапанів тощо.

Наручний стробоскоп – це зменшена та більш мобільна версія звичайного стробоскопу. Найбільш зручно його використовувати для діагностики пошкоджень обертальних та коливальних частин пристроїв для спостереження швидких періодичних рухів, дія якого засновано на стробоскопічному ефекті.

Наручний стробоскоп повинен бути компактним, мати малі габарити. Тому він будується на основі на мікроконтролера ATmega (відлагоджувальна плата Arduino Nano). Цей мікроконтролер має робочу частоту до 16 МГц, 14 цифрових входів/виходів, 6 з яких можуть бути використані як ШІМ, 8 аналогових входів, 32 кБ пам'яті, 2 кБ SRAM та 1 кБ EEPROM.

Блок-схема пристрою показана на рисунку 1. Завдяки 10- розрядному АЦП сигнал про зміну повороту пристрою від акселерометра поступає на вхід мікроконтролера, який розраховує кут повороту наручного

стробоскопу і на виході видає сигнал керування світлодіодом.

Відлагоджувальна плата має роз'єм Mini-USB, за допомогою якого вона підключається до комп'ютера для завантаження в мікроконтролер програмного коду. Регулювання кількості спалахів виконується за допомогою ключа регулювання і налаштування. При максимальній позиції ключа світлодіод переходить в режим постійного освітлення. Ввімкнення/вимкання наручного стробоскопу виконується за допомогою модулю гіроскопу-акселерометру, також за допомогою акселерометру реалізовані більш детальні налаштування кількості спалахів.

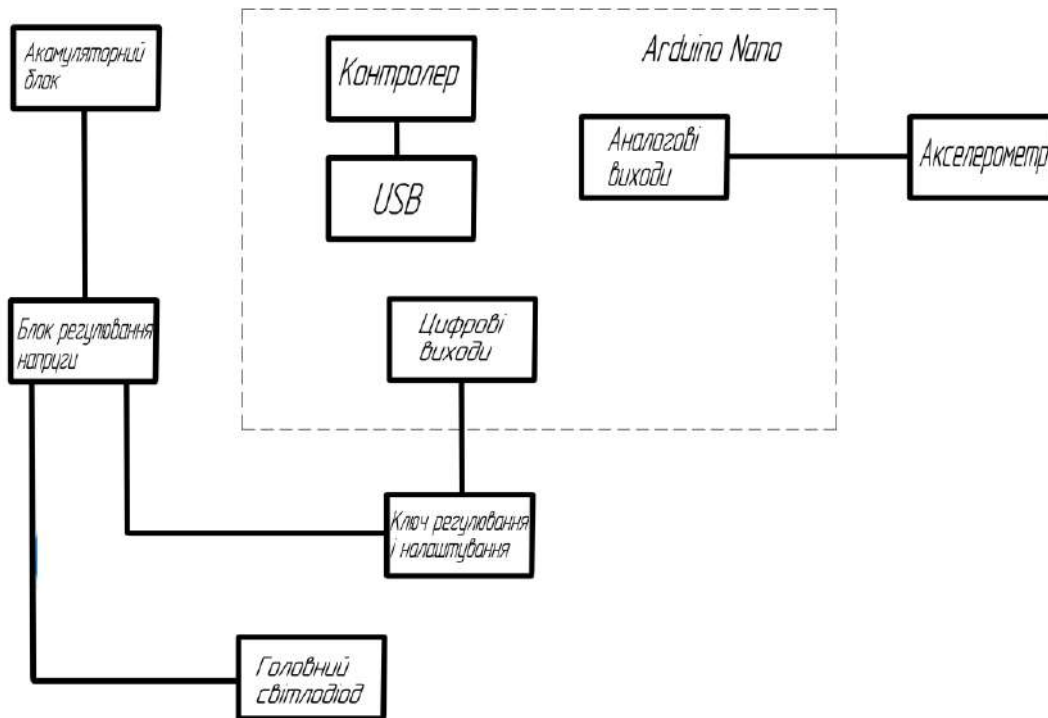


Рисунок 1 – Блок схема наручного стробоскопу

Живлення пристрою відбувається за допомогою трьох літій-іонних акумуляторів. Напруги цих акумуляторів не достатньо для роботи світлодіоду, тому використовується перетворювач напруги для її збільшення на виході до рівня 30 – 32 В.

Список використаних джерел: 1. Ревич Ю.В. Занимательная электроника / Ю.В. Ревич. – 3-е вид., перераб и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 576с. 2. Сайковская Л.Ф. Аппаратное обеспечение оценки функционального состояния оператора зрительного профиля // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник «РАДИОТЕХНИКА» - 2014. – вып. 179, с. 94-98. 3. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256с.

ОГЛЯД ОСНОВНИХ ВИРОБНИКІВ ПЛІС В СВІТІ

Луценко А.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: anastasiia.lutsenko@nure.ua

The purpose of this work is to review the open sources of the state of the manufacturers of FPGA nomenclature, which are produced by leading global companies, as well as their products.

Велика частина компаній-виробників - Achronix, Actel, Altera, Atmel, Lattice Semiconductors, Xilinx, TSMC - розташовані в США. Остання фірма в списку - розташована в Китайській республіці, і виробляє кремнієві пластини, але в основному це виробник для власних фабрик і розробник перспективних технологічних процесів, від 90 нм до 5 нм.

Лідером у цій галузі є Xilinx. Фірма веде 4 напрямки - прості ПЛІС (SPLD і CPLD), власне ПЛІС (FPGA), системи на кристалі (SoC, ПЛІС + процесор) і замовні мікросхеми. Займає більше 50% ринку ПЛІС.

Лінійка продуктів компанії містить:

- Virtex довгий час був флагманом лінійки продуктів. Містить багато спеціальних вузлів на борту, таких як апаратний FIFO, логіку ECC, блоки DSP, контролери PCI-Express, блоки Ethernet MAC і високошвидкісні трансивери;

- Kintex займає середню позицію в лінійці, оптимізований за ціною і продуктивності. Знижена споживана потужність;

- Artix займає нижній сегмент в лінійці продуктів. Незважаючи на це його можливості досить широкі;

- Zynq-7000 - система на кристалі. Поруч з ПЛІС на кристалі розташований повний ARM Cortex A9. Для його програмної підтримки фірма випустила програмне забезпечення HLS - High Level Synthesis, оскільки HDL мов вже недостатньо для процесора;

- Spartan відноситься до дешевого сегменту з лінійки продуктів, однак ба версія є дуже популярною. Тому з'явилася і 7а версія. За словами представників компанії Xilinx в FPGA, сьомий серія втілює в собі всі світові досягнення в області розробки архітектури FPGA [1, 2].

- EasyPath - швидкість дизайну, швидкість виходу на ринок;

- Versal. Архітектура наступного покоління, технологія 7 нм. Позicionується для гетерогенних обчислень, потреб штучного інтелекту, інтернету речей вбудованих обчислень.

Другою на ринку є компанія Altera. Компанія не має власних виробничих потужностей і була поглинена фірмою Intel в 2015 році. Випускає продукцію за технологією 40, 28 і 14 нм. Випускає власне ПЛІС, системи на кристалі (SoC), крім ПЛІС містять АРМ ядро і PowerSoC.

Останні відрізняються перетворювачем DC-DC в кристалі, що дозволяє домогтися більшої щільності потужності і зменшити шум. Компанія також виробляє замовні мікросхеми і проектує IP ядра.

Обидві компанії, що займають 1 і 2 місця, виробляють ПЛІС, є «пристроєм ОЗУ», в тому сенсі, що при виключенні живлення прошивка ПЛІС не зберігається.

Achronix Semiconductor, США. Компанія, що проектує високошвидкісні ПЛІС, до 1,5 ГГц. Виробництво здійснюється на потужностях Intel. У тому числі виробляє і радіаційно стійкі ПЛІС, для спеціальних і космічних застосувань.

Actel, США. Корпорація, виробник мікроелектроніки і ПЛІС. Практично єдиний виробник високоємкісних ПЛІС з вбудованою ПЗУ. У листопаді 2010 року куплена компанією Microsemi Corporation.

Atmel, США. Відомий виробник флеш-пам'яті, мікроконтролерів, ПЛІС. Куплена своїм конкурентом, Microchip Technology в 2016 році. Actel і Atmel виробляє флеш-подібні ПЛІС.

На даний час стан виробників ПЛІС досить мінливий. Деякі компанії змінили свій статус, лідери продовжують розробляти нові технології, основний склад шукає ніші і вбудовується в них. 27 жовтня 2020 було оголошено що компанія AMD домовилася про покупку свого конкурента і одного з найбільших виробників програмованих чіпів Xilinx. Угода може стати однією з найбільших в індустрії. Незважаючи на це, існує тенденція до реалізації завдань на ПЛІС, тому розробка чіпів необхідна, що висуває нові вимоги для підготовки фахівців у цьому напрямку [3].

Перелік використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

2. В. Чумак, І. Свид. Створення модуля VHDL-опису при проектуванні цифрових систем на ПЛІС в Xilinx ISE Design Suite. // Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2019). Тези доповідей на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції: 27-29 листопада 2019 р., м. Дніпро. – Дніпро, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2019. – С. 94-95.

3. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

МОДЕЛЬ РОЗУМНОГО ДОМУ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА

Копиця А.А.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Воргуль О.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)
e-mail: alla.kopytsia@nure.ua

One of the most common trends in modern systems is the use of microcomputers. Easy to use microcontrollers and the ability to attract a relatively large number of sensors to the system allows you to create cheap systems with the desired properties.

Вступ. Сьогодні ринок праці вимагає підготовки професійних інженерів відповідно до Європейських стандартів в області мікропроцесорів технології та системи [1]. Однак реалії сьогодення вимушують нас шукати різні шляхи для підвищення мотивації учасників навчального процесу. Одним із варіантів є заходи, під час яких студенти виконують цікаві навчально-технічні завдання. Жвавість заходам додає їхня організація у вигляді конкурсів та змагань. Тематикою такого заходу може бути «Розумний дім» [2], модель якого розглядається в цій роботі.

Метою дослідження є практична реалізація моделі «розумного дому» на базі існуючого макету, який містить мікроконтролер, набір датчиків та актуаторів. Об'єктом дослідження під час заходу є температура, вологість та освітлення в модельному «розумному домі». Система, керувати якою пропонується команді студентів, дозволяє включати лампочки, щоб підвищити рівень освітлення, провітрювати модельне приміщення, якщо того потребують температура та вологість повітря.

Зміст роботи. Система складається із моделі дома невеликих розмірів із можливістю оперативного встановлення датчиків та актуаторів в різних місцях. Дім містить два поверхи та стінки, які ускладнюють провітрювання. Доступ до свіжого повітря можна одержати за допомогою вікон, відкриття яких керується мікроконтроллером.

Центральним ядром системи є плата STM32F407Discovery, можливостей якої вистачає для підтримки роботи алгоритму, оперативного перепрограмування та підключення великої кількості датчиків.

В якості датчиків використовуються вимірювачі температури та вологості повітря VME280 та датчики освітлення BH1750FVI (GY30).

Керування відкриттям вікон відбувається за допомогою невеликих двигунів постійного струму, швидкість роботи яких можна керувати за допомогою ШІМ з плати мікроконтролеру. Для оперативного провітрювання можливе використання вентиляторів, який керується мікроконтроллером.

Освітлення – найменш складна задача заходу. Її дозволяє вирішити

вимірювач рівня освітлення та світлодіоди, які імітують місцеве або центральне освітлення.

Навчальне навантаження заходу складається із умов, яких потрібні дотримуватись учасники.

За умовами, всі датчики підключаються до мікроконтролеру за допомогою інтерфейсу I2C [3], який є сучасним, підтримується обраним мікроконтролером, дозволяє залучати велику кількість датчиків до системи, займаючи лише 2 лінії даних. Інтерфейс I2C не завжди входить до стандартного курсу «Проектування пристроїв на мікроконтролерах і ПЛІС» [4], тому для учасників планується лекційно-практичні заняття для опанування цим приладдям.

Також за умовами, в системі необхідно використовувати FreeRTOS.

Регулятор температури, освітлення та вологості рекомендується складати як ПД регулятор, що надасть системі стабільності та урегульованості.

Зовнішні умови моделюються потужним освітлювачем, який швидко підігріє повітря в приміщенні. Важливим є те, що освітлення та зміна вологості є незалежним від системи і може бути легко змінена під час складання умов для завдання певній команді.

Висновок. Проведення таких заходів, безперечно, сприятиме підвищенню зацікавленості студентів у технічній творчості та збільшувати їх кругозір, також дозволяє найкращим чином забезпечити практичну спрямованість підготовки фахівців. З огляду на соціальну епідеміологічну обстановку є можливість розгортання дистанції лабораторії для роботи з технічним обладнанням.

Перелік використаних джерел:

1. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

2. Тесля Е.В. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире — СПб, «Питер», 2008, 346 с.

3. Семенов Б.Ю. Шина I2C в радиотехнических конструкциях – М.:Солон, 2004, 224 с.

4. Особенности разработки и внедрения образовательной компоненты технической направленности / В. В. Семенец, И. В. Свид, О. В. Зубков, А. В. Воргуль // Engineering education: challenges and developments : материалы X Междунар. науч.-метод. конф. (Республика Беларусь, Минск, 26 ноября 2020 года). – Минск : БГУИР. – 2020. – С. 242–247.

РАЗРАБОТКА УЗЛА БПФ ПО АЛГОРИТМУ КЬЮЛИ-ТУКИ С ОСНОВАНИЕМ ДВА НА ПЛИС

Коников Д.С.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Свид И.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. МТС, тел. 057-702-0229)
e-mail: dmytro.konikov@nure.ua

In digital signal processing, without a doubt, the main analysis tool is the Fast Fourier Transform (FFT). The algorithm finds application in almost all areas of science and technology. Today, FFT is the name of more than one, a large number of algorithms designed for fast Fourier transform.

К современным специалистам в области проектирование устройств все чаще выдвигаются требования по: навыкам работы в САПР, знанию типовых этапов проектирования, использованию в работе стандартов микропроцессорных технологий и систем [1, 2].

Xilinx рекомендует для разработок Vivado Design Suite начиная с 7 серии FPGA. По данным компании Xilinx FPGA 7 серии воплощают в себе все мировые достижения в области архитектуры FPGA [3, 4]. Использование System Generator, включенного в Vivado System Edition для ЦОС позволяет не имея большого практического опыта разработчикам быстро создавать высококачественные проекты ЦОС при минимизации затрата по сравнению с традиционным дизайном RTL, что представлено при реализации данного проекта.

В структуре узла БПФ можно выделить 3 функциональных узла: преобразование данных из целочисленного типа в специальный формат с плавающей точкой, входной буфер для записи отсчетов сигнала и ядро БПФ, которое содержит различные законченные узлы специального назначения (рис.1).

Для увеличения эффективности все вычисления проводятся в специальном 23-битном формате с плавающей запятой FP23. Применение данного формата обеспечивает высокую точность обработки сигналов с АЦП вне зависимости от их амплитуды и позволяет избежать вычислительной ошибки при масштабировании данных, свойственной системам с целочисленным аппаратным вычислением с ограничением по разрядности вычислений.

Конвейер ядра БПФ содержит в себе: входной буфер, генераторы поворачивающих коэффициентов, базовую операцию ядра БПФ «бабочка», линии задержки и кросскоммутизаторы. И построен так, что данные на его вход должны поступать в естественном порядке, а на выходе БПФ формируется поток данных в разрядно-инверсном порядке. Для ОБПФ все наоборот – данные на входе в двоично-инверсном порядке, а на выходе в естественном или натуральном порядке.

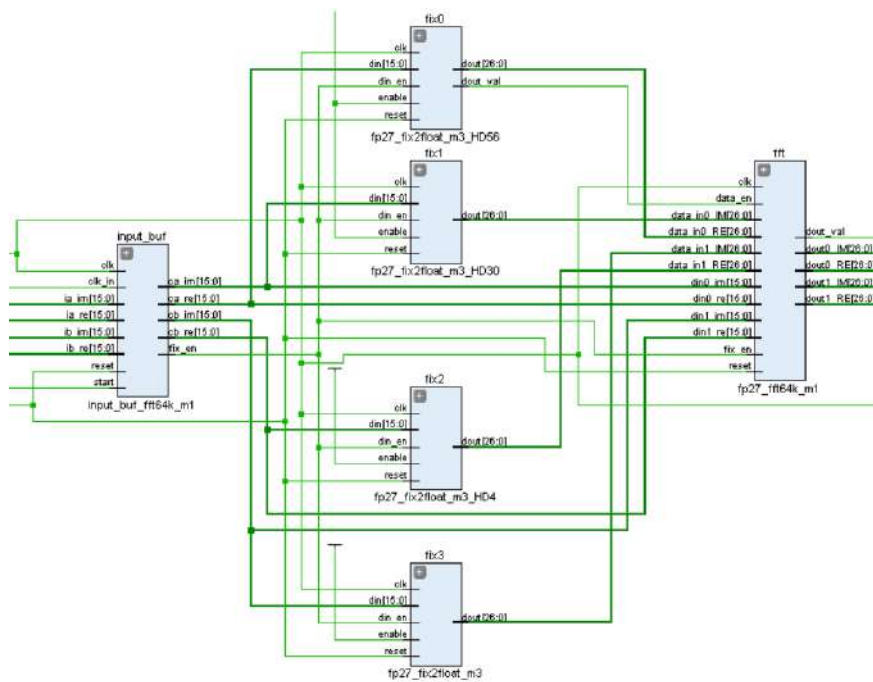


Рисунок 1 – Графическое представление синтезированного проекта

Несомненно, в ЦОС основным инструментом анализа является БПФ. Алгоритм БПФ используется практически во всех областях науки и техники.

Перечень использованных ссылок: 1. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26. 2. В. Чумак, І. Свид. Створення модуля VHDL-опису при проектуванні цифрових систем на ПЛІС в Xilinx ISE Design Suite. // Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2019). Тези доповідей на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції: 27-29 листопада 2019 р., м. Дніпро. – Дніпро, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2019. – С. 94-95. 3. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017. 4. В.С. Чумак, І.В. Свид. Современные тенденции подготовки технических специалистов. // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2019 року, м. Краматорськ – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 245-247.

РОЗРОБКА ПЕРЕНОСНОГО ТЕРМОСТАТНОГО ПРИБОРУ НА МІКРОКОНТРОЛЛЕРІ

Малахова О.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: olena.malakhova@nure.ua

In this work, the possibility of manufacturing a device is considered that allows you to control the air temperature inside a closed volume over a wide range. Considerations are given on the choice and justification of the structure and list of functions

З ростом ступеня інтеграції мікросхем якісно змінюється межа складності систем, які можуть бути реалізовані на їх основі [1]. Актуальною темою для різних застосувань є пристрій, що дозволяє регулювати температуру і вологість в деякій камері. Залежно від призначення, камера може бути як стаціонарною, так і переносною. Замовниками такого пристрою можуть бути медики, фармацевти, біологи. Перевагою такого пристрою може бути можливість завдання теплового режиму в формі: режим 1 (температура 1 з необхідною точністю, час витримки 1), режим 2 (температура 2 з необхідною точністю, час витримки 2), та ще декілька режимів. Залежно від точності установки температури, необхідного робочого об'єму і виконання (стаціонарний/переносний) - пристрій буде відрізнятися за складністю. Для складного технологічного процесу можна автоматизувати зміни режимів за заданою програмою.

Для мобільного пристрою, з некритичною точністю установки температури, пропонується такий набір функцій:

- охолодження робочого об'єму;
- вимір температури зовнішньої атмосфери, всередині робочого об'єму, температури безпосередньо нагрівача і охолоджувача;
- робота від зовнішнього джерела живлення або від батарей;
- індикація відсотка розряду батарей при роботі від батарей; індикація відсотка заряду батарей при роботі від зовнішнього джерела живлення;
- заряд батарей живлення від сонячної батареї.

Для управління температурою можна використовувувати мініатюрний керамічний нагрівальний елемент і елемент Пельтьє для охолодження.

Мікроконтролер був обраний STM32F407VGT в зв'язку з задоволенням вимог для реалізації даного пристрою, великою кількістю вбудованих компонентів, що дозволить в подальшому модифікувати проект і зручною середою розробки STM32CubeMX, STM32CubeIDE [2, 3]. Корпус приладу повинен бути виготовлений з теплоізоляційного матеріалу, але тепловий опір поверхонь приладу має бути низьким. Потім

потрібно визначити необхідні теплові параметри нагрівача і охолоджувача.

Елементи Пельтьє здатні в оборотному порядку перекачувати тепло в заданому напрямку. Переваги технології Пельтьє полягають в варіативності розмірів охолоджуючих елементів, їх тривалої автономності та надійності, а також в гранично точному регулюванні. Крім того, елементи Пельтьє не мають рухоми частини і тому не створюють вібрацій і шумів. Основна перевага полягає у використанні негорючих і екологічно безпечних холодоагентів. Завдяки своїм особливим властивостям технологія термоелектричного охолодження підходить для багатьох специфічних областей застосування.

Основні розрахунки припадають на системний рівень - необхідний обсяг, температурні параметри, необхідна теплова та електрична потужність з урахуванням ККД, число батарей живлення і необхідна потужність при живленні від мережі [4].

Сучасна технологія Пельтьє застосовується в тих випадках, коли компресори не підходять через свої великі розміри, енергоефективність грає лише другорядну роль або потрібна зовсім незначна потужність охолодження. Холодильні бокси з елементами Пельтьє, призначені для інтенсивного охолодження продуктів харчування і напоїв, ідеально підходять для автомобілів і дач на колесах, адже вони мобільні в своєму використанні і можуть живитися від 12-вольтової бортової мережі. Головний недолік модулів Пельтьє застосовується в осушувачі повітря. Повітря що осушується пропускається через холодну сторону модуля Пельтьє, а конденсат що утворюється стікає в спеціальний піддон.

Перелік використаних джерел: 1. В.С. Чумак, И.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна. 2. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017. 3. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26. 4. Стюарт Болл Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров – М. Издательский дом ДОДЕКА XXI, 2007, 360 с.

ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРА ДЛЯ КЕРУВАННЯ ДАТЧИКОМ ЗНОШУВАННЯ ФІЛЬТРА ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

Роговець В.Є.

Науковий керівник –доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, кафедра МТС, тел. (066) 317-29-80)

E-mail: volodymyr.rohovets@nure.ua

Respiratory protection equipment is the last and least effective method of protection against harmful industrial factors. This fact, as well as the rapidly growing demand for respirators among medical personnel and the population, raise the question of a qualitative improvement of respirators. One of the key factors in optimizing the functioning of personal respiratory protection equipment is the means for monitoring their wear. The most effective means for this is considered to be the use of devices based on microcontrollers. That is why the purpose of this article is choosing the one for this kind of devices.

Факт низької ефективності засобів індивідуального захисту органів дихання, а також стрімко зростаючий попит на респіратори та захисні маски серед медичного персоналу і населення, піднімають питання їх якісного поліпшення. Важливим і важкопередбачуваним фактором, що включає також проблеми екології виробництва, економічну і ергономічну сторони даного класу пристроїв, що став за останній рік товаром першої необхідності, є знос фільтра респіратора. Найбільшим попитом користуються фільтри для захисту від вдихання біоаерозолів, які змінюють свої електричний опір і ємність в залежності від їх зносу, що значно спрощує завдання визначення ступеня зносу за допомогою набору стандартних засобів сучасної електроніки. Таким чином, необхідно сконструювати пристрій, який буде визначати знос фільтра з часом, який відслідковується за зміною цих параметрів. Також, для нормального функціонування такого пристрою, він повинен бути оснащений модулем бездротової передачі даних.

Для управління подібним пристроєм і його зв'язку з ПК або смартфоном доцільно використовувати мікроконтролер, призначений спеціально для роботи з ІОТ. Такі мікроконтролери зазвичай мають вбудований інтерфейс передачі даних, їм властиві низьке енергоспоживання, порівняно невисока вартість, вони підтримують підключення по інтерфейсах I2C, USART / UART, SPI і т.д.

У той же час, мікроконтролер, що підходить для вирішення поставленого завдання, повинен бути вкрай компактним, а вимоги до обчислювальної потужності порівняно невисокі. В якості перспективних рішень обрані мікроконтролери STM32WB55 та ESP8266EX, які мають певні переваги.

ESP8266 – це мікроконтролер китайського виробника Espressif Systems з інтерфейсом Wi-Fi. Крім Wi-Fi, мікроконтролер відрізняється відсутністю флеш-пам'яті в SoC. Програми користувача виконуються із зовнішнього флеш-пам'яті з інтерфейсом SPI. Крім цього, ESP8266EX має розширену версію 32-бітного процесора Tensilica серії L106 Diamond з вбудованою SRAM. Мікроконтролер може бути пов'язаний із зовнішніми датчиками і іншими пристроями через GPIO. Платформа Smart Connectivity Platform (ESCP) Espressif Systems забезпечує складні функції, у тому числі швидке переключення між режимами сну і пробудження для економії енергії, адаптивне зміщення радіосигналу для роботи з низьким енергоспоживанням, розширену обробку сигналів, механізми придушення побічних ефектів і співіснування звичайної мобільного зв'язку, Bluetooth, DDR, LVDS, зменшення перешкод LCD.

Мікроконтролери лінійки STM32WB55 побудовані на базі ядра низького живлення STM32 Cortex-M4F (50 мкА/МГц). Ядро Cortex-M4F має вбудований блок для виконання операцій з плаваючою точкою (FPU), а також реалізує набір операцій цифрової обробки сигналів (DSP). Особливість лінійки STM32WB55 – Cortex-M0 + в якості додаткового ядра, що слугує для розвантаження основного і забезпечення роботи радіочастини мікроконтролера. STM32WB55 має на борту міжпроцесорний контролер зв'язку Inter для зв'язку з Bluetooth Low Energy.

Таким чином, в залежності від обраного мікроконтролера буде відрізнятися спосіб вирішення поставленого завдання. Споживання 50 мкА/МГц, наявність додаткового ядра і міжпроцесорного контролера зв'язку і роблять STM32WB55 більш привабливим для вирішення поставленого завдання. Крім того він має меншу вартість навіть із урахуванням flash-пам'яті.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ольга Шаталова, Сергей Филист. Изготовление биотехнических и медицинских аппаратов и систем 2-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для СПО. - М.: Юрайт, 2019. – 309 с.

2. Сайківська Л.Ф. Розробка та використання інформаційної технології для оцінки функціонального стану оператора зорового профілю / Л.Ф. Сайківська - Технологический аудит и резервы производства, — 2015. — № 4(2). — С. 45-49.

3. ESP8266EX Datasheet / Espressif Systems Copyright // Datasheet. 2020. 31 р. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf

4. Multiprotocol wireless 32-bit MCU Arm®-based Cortex®-M4 with FPU, Bluetooth® 5 and 802.15.4 radio solution / STMicroelectronics // Datasheet. 2020. 193 р. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32wb55cc.pdf>

ВИМІРЮВАННЯ ЧАСУ РЕАКЦІЇ ЛЮДИНИ

Журавель І.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Мікропроцесорних технологій і систем,
тел.:(057-702-02-29)), e-mail: ivan.zhuravel@nure.ua

In this work, the means of measuring the human response were considered. Reflexometers of different types are given. The principle of operation of the reflexometer is given. The STM32 microcontroller was called a good example to use and some of its characteristics are considered.

У процесі професійної діяльності людина-оператор стикається з різноманітними факторами, які впливають на якість виконання нею своїх професійних обов'язків. Часто виникають ситуації, коли за обмежений проміжок часу необхідно прийняти відповідальне правильне рішення, а при довготривалому спостереженні – монотонія. Тому може з'являтися нервово-емоційне напруження, втома, психічного перенасичення. Таким чином на швидкість реакції та правильність прийняття рішення крім особистісних та професіональних якостей впливає також функціональний стан людини, який для людини-оператора значно залежить від стану ЦНС.

Одним з методів оцінки функціонального стану людини є вимірювання часу рефлекторної реакції людини на подразник. Від початку дії подразника до моменту реакції завжди проходить певний час, який залежить від індивідуальних особливостей кожного організму та його стану в поточний час. Рефлекторна реакція людини може бути простою, диференційованою та диференційованою складною. При вимірюванні простої реакції випробуваний повинен якомога швидше зреагувати на будь-який подразник. При вимірюванні диференційованої реакції випробовуваний реагує на один заданий тип подразнювача, наприклад, на вмикання світлодіоду визначеного кольору. При вимірюванні диференційованої складної реакції випробовуваний реагує по різному на різні типи подразнювачів, наприклад, нажимає кнопку кольору ввімкненого світлодіоду тощо. В залежності від типу необхідної отриманої реакції відрізняються і типи пристроїв.

Для вимірювання часу реакції людини використовують пристрої рефлексометри. Рефлексометр вимірює час від моменту пред'явлення подразнюючого сигналу до моменту отримання реакції людини, яка проходить випробовування. Такою реакцією може бути натискання на кнопку взагалі, чи на кнопку «правильного» кольору на пристрої, натискання кнопки комп'ютерної мишки, наведеної на об'єкт, що пересувається на екрані монітора тощо. В якості подразнювача може використовуватися світловий (наприклад, світлодіоди різного кольору, об'єкт, що пересувається тощо) чи звуковий подразнювач.

Рефлексометр, призначений для вимірювання простої рефлекторної реакції, складається з таких основних блоків, як пристрій формування та блок пред'явлення подразнюючих сигналів, блок приймання реакції людини, що проходить випробовування, блок керування, блок реєстрації та візуалізації інформації. Для пред'явлення подразнюючих сигналів використовується світлодіод червоного кольору. Блок реєстрації представляє собою кнопки для здійснення реакції та керування пристроєм. Він складається з перемикача для вмикання живлення та двох кнопок, одна з яких сигналізує про початок експерименту, друга використовується для здійснення реакції. Для візуалізації поточних результатів досліджень використаний рідкокристалічний семисегментний індикатор на 10 знакомісць. При створенні рефлексометра потрібно враховувати те, що він повинен бути мобільним. Тому необхідно щоб блок керування виконував якомога більше функцій. Формування керуючого сигналу, керування вмиканням/вимиканням світлодіоду, первинну обробку прийнятого сигналу реакції, зберігання результатів експерименту та загальне керування усіма вузлами пристрою здійснюється мікроконтролером. В такому випадку буде ефективно використати плату STM32F4DISCOVERY з мікроконтролером STM32, вбудованим відлагоджувачем, набором світлодіодів різного кольору, можливістю підключення до комп'ютера за допомогою роз'єму USB, для якої існує комплексне безкоштовне програмне забезпечення та має підтримку широкого вибору інтегрованих середовищ розробки. Використовуєміий мікроконтролер має широкі технічні можливості завдяки наявності двоканального модуля 12-розрядної ЦАП з підтримкою функції прямого доступу до пам'яті, розвиненої системи таймерів, що включає до семи 16-розрядних таймерів з функцією ШІМ, 1 Mb Flash-пам'яті та 192-Kb RAM тощо.

Алгоритм роботи пристрою залежить від програми, завантаженої у мікроконтролер. Тому при використанні відлагоджувальної плати можна перетворити рефлексометр, призначений для вимірювання простої рефлекторної реакції, у диференціальний лише шляхом коректування програми та перепрограмування мікроконтролера без значних змін у конструкції приладу.

Література: 1. Строев, В.М. Проектирование измерительных медицинских приборов с микропроцессорным управлением: учебное пособие / В.М. Строев, А.Ю. Куликов, С.В. Фролов. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 96 с. 2. Боброва Н.Л., Герман О.В. Использование программно-аппаратного комплекса для мониторинга состояния работников атомной станции // Доклады БГУИР. – 2015. - № 7(93). – с. 106-110. 3. М. Л. Кочина, Л. Ф. Сайковская. Информационная технология для оценки функционального состояния оператора зрительного профиля. // Системы обробки інформації. — 2009. — № 6(80). — С. 191-195. 4. 2. Пухальский, Г.И. Проектирование микропроцессорных устройств: учебное пособие для вузов / Г.И. Пухальский. – СПб.: Политехника, 2001. – 588 с. 5. Отладочная плата STM32F4Discovery. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/stm32-discovery-kits.html>

АЛГОРИТМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Солодухина Е.Е.

Научный руководитель – д.т.н., проф. Хаханова И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. АПВТ, тел. (067) 902-76-89)

e-mail: kateryna.solodukhina@nure.ua

Modeling algorithm comparison and creation of an appropriate algorithm for a desktop Windows Platform application. The purpose of this study is to select the optimal algorithm for modeling signals of a combinational circuit in a WPF application. In this study, the author makes an analysis of advantages and disadvantages of common modeling methods. Also, the work provides a comparison between compilation and event-driven modeling methods. Additionally, the study contains an implementation and a brief description of creation of an alternative modeling method for an existing WPF application.

Целью данной работы был выбор оптимального алгоритма моделирования сигналов комбинационной схемы в приложении WPF. Элементы схемы наследуют функциональность стандартных классов UserControl и содержатся в контейнере Grid, и, соответственно, в его коллекции UIElementCollection. Для осуществления данного выбора необходимо осуществить краткий анализ существующих методов моделирования. Существует два способа моделирования логических схем – компилятивный и событийный.

Компилятивный способ транслируется в последовательность операторов языка программирования или машинных инструкций. Данный способ моделирования требует предварительного ранжирования уровней схемы и разрыва обратных связей для последовательных схем. Особенностью компилятивного метода является то, что каждый логический элемент моделируется заново на каждой итерации моделирования, даже, если изменения сигналов на его входах не произошло. Метод отличается своим высоким быстродействием, однако имеет существенные недостатки – этот метод не учитывает задержек элементов и при каждом изменении схемы, компиляция должна проводится заново.

Таким образом, компилятивный способ моделирования, в основном, используется при моделировании комбинационных и синхронных последовательностных схем.

Событийный способ основан на отслеживании событий, связанных с изменением значений сигналов на входах элементов схемы. Данный метод не имеет ограничений, связанных с моделированием временных задержек. В событийном методе моделирование логического элемента происходит только в случае, когда на его входах произошло событие. Таким событием является изменение значения сигнала хотя-бы на одном его входе, а также

изменение внутреннего состояния элементов памяти.

Так как целью данной программы является моделирование лишь комбинационных схем без возможности обработки обратных связей, и в связи с тем, что реализация традиционных методов моделирования, компиляционного и событийного, затруднительна конкретно для данного случая, было принято решение создать свой алгоритм.

Данный алгоритм имеет несколько ступеней выполнения.

1. Из коллекции выбираются внешние входы в плату и провода, которые к ним подключены. От входов значение сигнала передаётся на провода.

2. Производится выборка проводов, которые получили какое-то значение от источника, к которому они подключены, и из коллекции выбираются порты логических элементов или внешние выходы схемы, которые подключены к данным проводам. Значение из выбранных проводов передаётся на входы подключённых к ним элементов или внешних выходов схемы.

3. Если все входы элемента получили значение, то элемент преобразовывает полученное значение и подаёт на выход.

4. Производится выборка проводов, которые ещё не получили никакого значения и элементов, которые сформировали выходной сигнал. Сигнал элементов передаётся на подключённые к ним провода.

5. Проверка наличия значения на выходных портах схемы и повторение шагов 2-4, пока все выходные порты не будут хранить значение сигнала.

Список источников:

1. Habr: [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/202052/>

2. Elib [Электронный ресурс] Режим доступа: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/8756/1/Met_1.pdf

3. Intuit [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://intuit.ru/studies/courses/3440/682/lecture/14039>

4. Киносита К., Асада К., Карацу О. Логическое проектирование СБИС: Пер. с япон. – М.: Мир, 1988. – 309 с.

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОТРОЛЕРІВ СЕРІЇ STM32F В ЗВУКОВИХ СИСТЕМАХ

Куць С.В., Білоцерківець О.Г.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: serhii.kuts@nure.ua

Microcontrollers are not just its high speed, but a large amount of RAM and flash memory, as well as a large set of peripheral applications. This guarantees the possibility of winning work in the most important areas, for the most complex systems. However, for high performance and versatility of development should use significant amounts of energy resources. Microcontrollers are often used for sound processing.

З ростом ступеня інтеграції мікросхем якісно змінюється межа складності систем, які можуть бути реалізовані на їх основі [1], що призводить до постійного розширення функціональних можливостей мікросхем. STMicroelectronics зумів досягти поєднання низького енергоспоживання з високою продуктивністю та багатим набором периферійних пристроїв у своїх продуктах за доступною ціною. Все це дозволяє знайти нові можливості для використання мікроконтролерів сімейства STM32F. На сьогоднішній день, STM32F використовується (головним чином, сімейство STM32F105xx / 107xx «Connectivity line», а також STM32F103xC / D / E) у різних звукових системах.

Найпростішим прикладом використання STM32F в області звукових додатків є створення вбудованого аудіоплеєра з можливістю зчитування аудіопотоків з USB-накопичувачів та карт пам'яті, підтримка HMI (інтерфейс людини-машини) у вигляді сенсорних екранів або кнопок пристрої введення та з виведенням інформації через шину I2S безпосередньо в ЦАП.

Виробникам вдалося інтегрувати в цю серію також підтримку контролера протоколу передачі даних Ethernet, промислову шину зв'язку CAN із виділеною пам'яттю, багато таймерів та 16-канальний АЦП. Таким чином, цей мікроконтролер поєднує в собі як функції, спрямовані на використання в споживчих додатках, так і властивості, зазвичай властиві промислово орієнтованим контролерам, що дає можливість використовувати серію "Line Connectivity" у складних програмах. Ніщо не заважає будувати на основі цих мікросхем не тільки аудіоплеєр, але і промислову систему автоматичного сповіщення.

В системах управління автомобілем мікроконтролер можливо використовувати з мережею датчиків автомобіля через два незалежних контролери CAN; значна кількість входів / виходів загального призначення (до 81 для мікроконтролерів у пакеті LQFP100) може бути виділена для

управління роботою різних виконавчих механізмів; звукові можливості мікросхеми будуть спрямовані на створення каналу голосової інформації для водія автомобіля або навіть для розпізнавання його голосових команд.

Однією з переваг STM32F є наявність вбудованого USB OTG-контролера та можливість підтримки карт пам'яті, це все в поєднанні з високою продуктивністю архітектури Cortex M3 та звуковими можливостями сімейства "Connectivity line" значно спрощують створення GPS-навігаторів на його основі; залишається лише інтегрувати GPS-приймач та сенсорний екран і з цього отримуємо повністю функціональний пристрій.

Також сферами застосування для мікросхем сімейства можуть бути програми для організації безпеки (аудіовізуальні системи управління периметром, домофони), телефонія, бездротові гарнітури, індивідуальний та колективний радіозв'язок і навіть часткова заміна традиційних процесорів DSP.

Використовуючи вбудований 12-бітний двоканальний ЦАП, можна спроектувати безліч пристроїв: генератори шуму, пристрої для перевірки частотних характеристик схем, синтезатори музичних звуків тощо.

Підкреслимо основні особливості чіпів STM32F сімейства «Connectivity line» з точки зору застосування в звукових додатках, а саме це, повна підтримка цифрового аудіоінтерфейсу I2S, два незалежних ЦАП з можливістю синхронізації; контролер USB OTG, канали SPI (мультиплекуються з I2S), контролер I2C та Ethernet, також важливою складовою є зручна середовище розробки STM32CubeMX, STM32CubeIDE з можливістю підключення MatLab для обробки інформації [2, 3].

Перелік використаних джерел:

3. В.С. Чумак, И.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна.

2. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017

3. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

ЛОГІЧНІ АНАЛІЗАТОРИ. ЇХ РІЗНОВИДИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ТА В ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ПРАКТИЦІ

Резуненко К.І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Воргуль О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ, тел. (057)- 702-02-29)

e-mail: katernya.rezunenko@nure.ua

For the tracking of foldable signals, it has long been possible to adjust the signals in the clock, frequency areas - oscillography, characterograph, and spectrum. Along with the appearance of microprocessors and multi-bit equipment, it is necessary to receive additional signals. Often this is the problem of solving logical analysts.

У 1960-х роках відбулося зростання інтегральних схем (ІС), що означало, що схеми стали ставати менше. У свою чергу, тисячі, мільйони, це не межа - транзисторів можуть бути упаковані в один чіп для виконання складних цифрових логічних операцій, які становлять основу для більшості мікроконтролерів, мікропроцесорів і програмованих вентильних матриць (FPGA). З ростом ступеня інтеграції мікросхем якісно змінюється межа складності систем, які можуть бути реалізовані на їх основі [1, 2].

У 1973 році Hewlett Packard оголосила про винахід першого «логічного аналізатора», який міг вимірювати і відображати логічні стани за допомогою набору світлодіодів. HP 5000A був першим комерційно доступним логічним аналізатором, але був обмежений тільки двома каналами. У наступні роки комерційні логічні аналізатори стали мати десятки каналів, які могли паралельно зчитувати і відображати цифрову логіку [2].

Що робить логічний аналізатор унікальним?

- Запис декількох вхідних каналів. Істотною перевагою логічного аналізатора є його здатність одночасно записувати велику кількість цифрових сигналів, зазвичай від 8 до 100 каналів. Осцилографом не наздогнати за числом каналів і глибиною записи.

- Комплексний цифровий запуск. Подібно осцилографу, логічні аналізатори можна налаштувати для початку запису при подію запуску. Тригери можуть бути такими простими, як одиночний наростаючий або спадаючий фронт певного каналу, або вони можуть бути складним набором умов, які включають фронти або стани декількох каналів або кодове слово.

- Можливість змішаного сигналу. Сучасні логічні аналізатори здатні записувати і аналізувати цифрові і аналогові форми сигналів. Випробувальне обладнання, яке служить безлічі цілей, може спростити визначення характеристик складних схем і систем.

- Аналіз цифрових і аналогових сигналів (змішаний аналізатор).
 - Портативність. Багато автономні логічні аналізатори включають екрани, здатні відобразити дані захопленого сигналу.
 - Легкість навігації за даними.
 - Логічні аналізатори, автономні або підключення до комп'ютера, зазвичай включають програмне забезпечення або елементи управління для навігації по великих обсягах даних сигналів. Це може включати масштабування, панорамування, пошук і т. д.
 - Панорама та масштабування цифрових даних.
 - Швидкі цифрові вимірювання.
 - При аналізі даних передачі між двома системами, логічний аналізатор використовується для тимчасового аналізу.
 - Логічний аналізатор з досить високою частотою дискретизації може допомогти точно виміряти час установки і утримання. Це може допомогти забезпечити правильне читання ваших цифрових повідомлень одержувачем.
 - Декодування і пошук переданих даних. Ще одна унікальна особливість логічних аналізаторів - можливість декодувати сигнали.
- Отже, логічні аналізатори мають наступні переваги перед осцилографами:
- Більше каналів, ніж у осцилографа.
 - Характеризує вихід цифрової схеми (наприклад, ПЛІС).
 - Для налагодження складної вбудованої прошивки шляхом перемикання контактів введення / виведення загального призначення.
 - Для швидкого вимірювання і декодування різних цифрових протоколів.
 - Логічні аналізатори на базі ПК відмінно підходять для налагодження в польових умовах через їх невеликого розміру і портативності.

Перелік використаних джерел:

1. В.С. Чумак, І.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна.
2. Чумак В. С. Реализация структуры нейронных сетей на FPGA / Чумак В.С., Свид І.В. // Наука, технології, інновації: тенденції розвитку в Україні та світі: матеріали міжнародної студентської наукової конференції, 17 квітня, 2020 рік. – Харків, Україна: Молодіжна наукова ліга. –Т.2– С. 30-32.
3. What Is a Logic Analyzer? [Електроний ресурс] –Режим доступу: – <https://articles.saleae.com/logic-analyzers/what-is-a-logic-analyzer> - 25.02.2021 г.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Трубчанинов Р.Н.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Свид И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. БМИ, тел. (057-702-02-29)

e-mail: ruslan.trubchaninov@nure.ua

In addition to increasing the speed of recovery after surgery, they are also necessary to obtain correct laboratory test results, to prevent infections, including postoperative ones. Correctly selected climatic conditions provide comfort in the workplace.

Введение. В ситуациях критических для жизнеобеспечения необходимы идеальные микроклиматические условия. Опираясь на динамику здравоохранения для обеспечения превосходного ухода за пациентами при меньших затратах, поставщики требуют повышенной визуализации, передачи медицинских изображений и видео данных от производителей оборудования. С ростом степени интеграции микросхем качественно меняется предел сложности систем, которые могут быть реализованы на их основе [1, 2].

Бесспорно, управление параметрами микроклимата в различных зонах медицинского учреждения, каждая из которых предъявляет собственные требования, довольно сложная задача. Поэтому потребность в системах индивидуального управления климатом растет.

Основная часть. В состав системы входят микроконтроллер, датчики температуры, датчики влажности, датчики пыли Dust Sensor, нагреватели, осушители воздуха и вентиляционная система. Диапазон измерения температуры лежит в пределах от -55 до +125°C, что позволяет реализовать предлагаемый к использованию датчик DS18B20. Его параметры удовлетворяют требованиям, а также он лучше всего подходит для совместной работы с микроконтроллерами. Датчик влажности предлагается НН-4000, в связи с высокой точностью и удобным для обработки выходным сигналом, диапазон измерения влажности находится в пределах от 0 до 100%.

За результатами анализа выбран микроконтроллер STM32F407VGT, в связи с удовлетворением всем требованиям для реализации данной системы. Это обусловлено большим количеством встроенных компонентов и позволит в дальнейшем модифицировать проект с помощью удобной САД-системы STM32CubeMX, STM32CubeIDE с возможностью подключения MatLab для обработки информации [3, 4].

Перед началом работы устройства пользователю необходимо задать требуемые параметры микроклимата (температуру, влажность, уровень запыленности и скорость воздушного потока), а также их допустимые

отклонения. Вводится время начала и окончания рабочей смены, дополнительно задается режим работы устройства на нерабочий промежуток времени. Устройство определяет свой режим работы (смена или нерабочее время) в зависимости от показаний встроенных часов.

Следующим шагом микроконтроллер получает данные от датчиков (температуры, влажности и запыленности) и при недопустимых отклонениях регулирует соответствующие параметры с помощью исполнительных устройств.

Во время работы устройства допустимы ручные изменения в настройках параметров микроклимата по усмотрению работников.

Вывод. Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье. Требования к микроклимату и воздушной среде помещений установлены СанПин 5179-90 «Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров». В ходе данной работы разработано устройство, которое способствует поддержанию микроклимата в соответствии нормам с автоматизированной подстройкой под требования в различных зонах медицинского учреждения.

Список использованных источников:

1. В.С. Чумак, И.В. Свид. Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (С. 288-289) 19–22 листопада 2019 року: м. Харків, Україна.
2. Чумак В. С. Реализация структуры нейронных сетей на FPGA / Чумак В.С., Свид І.В. // Наука, технології, інновації: тенденції розвитку в Україні та світі: матеріали міжнародної студентської наукової конференції, 17 квітня, 2020 рік. – Харків, Україна: Молодіжна наукова ліга. –Т.2– С. 30-32.
3. Iryna Svyd, Oleksandr Vorgul, Valerii Semenets, Oleg Zubkov, Valeriia Chumak, Natalia Boiko. Special Features of the Educational Component “Design of Devices on Microcontrollers and FPGA”. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 55-57. doi: 10.35598/mcfpga.2020.017
4. Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska, Oleg Zubkov. Review of Seventh Series FPGA Xilinx. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 25-26.

АВТОМОБІЛЬНІ СЕНСОРИ НА ОСНОВІ FPGA

Деркач Д.М.

Науковий керівник – ст. викл. каф МЕЕПП Карнаушенко В.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. 057 702-13-62

e-mail: dmytro.derkach@nure.ua

Now vehicles rely on many sensors to measure internal and external variables, which could affect the behavior of the car in control, as well as additional parameters such as visibility and comfort of passengers. Depending on their level sensors measure individual parameters which are determined by environmental parameters using broad-spectrum signals. Considering that intelligent sensors use data of various kinds under them, in which complex and nonlinear forms of behavior.

Давно минули часи, коли автомобілі були просто механічними системами. З 1980-х років виробники транспортних засобів активно впроваджували різноманітну електроніку, перетворюючи їх на складні мехатронні системи.

Спочатку вони оснащувалися декількома простими електронними датчиками, такими як датчики кутової швидкості, датчики крутного моменту, акселерометри та гіроскопі, які разом з іншими приводами створювали системи безпеки, Такі як анти блокувальна гальмівна система (ABS), система контролю тяги (TCS) та програма електронної стабільності (ESP).

Це вдосконалення призвело до загального зобов'язання встановлювати ці системи в кожному новому автомобілі в США з 2011 року та в Євросоюзі з 2014 року. У сфері комфорту водіїв прості датчики швидкості відіграють важливу роль у звичайних системах зворотного зв'язку, таких рішеннях, як круїз-контроль (СС), які позбавляють водіїв від розумово навантаження утримувати швидкість у стійкому стані під час тривалої їзди по автострадах.

Однак, незважаючи на системи круїз-контролю, що сприяють зниженню втоми водіїв, не завжди коректна робота систем може спричиняти небезпечні ситуації. Для вирішення цих проблем в якості альтернативи, окрім внутрішніх сенсорів, виступили зовнішні сенсорні системи, такі як адаптивний круїз-контроль (АСС), що забезпечує підвищені функції безпеки та комфорту.

Системи круїз-контролю базуються на вимірювання відстані до будь якого транспортного засобу в реальному часі. Це дозволяє утримати часовий проміжок і запобігти зіткненню транспортного засобу спереду, або ззаду, таким чином підвищуючи безпеку дорожнього руху.

Такі системи, як АСС, базуються на складних інтелектуальних датчиках, які вимірюють зовнішні параметри за допомогою сенсорів

близькості, таких як радары, LIDAR або відео. Ці види вдосконалення систем відомі як сучасні системи допомоги водію (ADAS).

Система ADAS використовує безперервний потік даних з декількох первинних перетворювачів, які вимірюють внутрішні та зовнішні змінні для забезпечення розширення функціональних можливостей систем керування транспортним засобом.

Їх можна класифікувати на дві категорії з урахуванням рівня їх роботи: пасивні та активні системи допомоги водію. Перший надає поради або інформацію водієві. Прикладами пасивного ADAS є датчики сліпих плям, які Використовують контур системи персоналізації стилю водіння. Активні системи самостійно корегують і виконують рішення, що необхідні для запобігання надзвичайних ситуацій на дорозі.

Розумні датчики проходять два добре диференційовані етапи: офлайн-етап проектування та онлайн-етап експлуатації автомобіля. Етап проектування проводиться з використанням FPGA сімейства пристроїв Altera. Точніше, це програмована система на кристалі, PSoC, який інтегрує процесори і їх периферію з програмованою логікою. Класифікатор стилю водіння, заснований на FPGA, діє як інтелектуальний датчик, здатний адаптувати відповідь систем автомобіля з манерою керування водія в різних умовах руху.

Реалізація на базі FPGA обумовлена через надзвичайно високі робочі частоти та низьке енергоспоживання програмованою логікою. Обробка даних може бути забезпечена лише високопродуктивними обчислювальними платформами, такими як мікропроцесори, графічні блоки обробки (GPU) або програмованими пристроями (FPGA). У контексті автомобільної галузі інтелектуальні датчики в поєднанні з програмованою логікою є ключовими компонентами потокових інформаційних систем допомоги водію в складних умовах жорстких транспортних потоків.

Література

1. Coutinho, M.G.F.; Torquato, M.F.; Фернандес, М.А.С. Апаратна реалізація глибокої нейронної мережі на основі Stacked Sparse Autoencoder. IEEE Access 2019, 7, 40674-40694. [Google Scholar] [CrossRef]
2. Bengler, K.; Dietmayer, K.; Farber, B.; Maurer, M.; Stiller, C.; Переможець, Х. Три десятиліття систем допомоги водієві: огляд і перспективи на майбутнє. IEEE Intell. Pers. Syst. Mag. 2014 року, 6, 6-22. [Google Scholar] [CrossRef]
3. Leiber, H.; Czinczel, A.; Anlauf, J. Antiblockiersystem (ABS) für Personenkraftwagen. BOSCH TECH BER 2000, 2, 65-94.

ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ НА ПЛІС

Руденок С.І,

Науковий керівник – к.т.н., доцент Зубков О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікропроцесорних технологій і

систем, тел. (057) 702-02-29

e-mail: serhii.rudenok@nure.ua.

It is now difficult to name a branch of science and technology that does not use Digital Signal Processing (DSP). The most active DSP is used in transport, radio engineering, communications, television, telecommunications, measuring and household appliances. The tasks of the DSP are characterized by high productivity of the means that solve them, as well as a number of features of the DSP algorithms, such as data streaming, a special mathematical apparatus, widespread.

Зараз важко назвати галузь науки і техніки, де не використовується цифрова обробка сигналів (ЦОС). Найбільш активно ЦОС застосовується у транспорті, радіотехніці, зв'язку, телебаченні, телекомунікаціях, вимірювальній та побутовій техніці. Задачі ЦОС відрізняються високою продуктивністю засобів, що їх вирішують, а також рядом особливостей алгоритмів ЦОС, таких як потокова обробка даних, особливий математичний апарат, широке розповсюдження.

Цифрова обробка сигналів має справу з перетвореннями сигналів, які є цифровими. Основні закономірності ЦОС визначені для дискретних сигналів і уточнюються для цифрових сигналів лише на етапі реалізації ЦОС у конкретному пристрої. Такі уточнення стосуються вибору розрядності даних, точності результатів, перевірки надійності обчислень, але істотно не впливають на властивості алгоритму.

Алгоритми ЦОС мають періодичну природу і полягають в обробці майже безперервних потоків даних. Найбільш природно такі алгоритми задавати на поточної моделі. На цій моделі основана універсальна високорівнева мова VHDL. Досі ця мова використовувалась лише для моделювання та опису дискретних систем. Але вона має ряд неocenених переваг у порівнянні з традиційними мовами, якими часто описують алгоритми ЦОС.

Часто алгоритм ЦОС представляють як сигнальний граф, рідше — як граф синхронних потоків даних (ГСПД). Два потоки у графовій моделі є синхронними, якщо є взаємна відповідність між усіма даними в одному та іншому потоках. Наприклад, у синхронних потоках можна перенумерувати дані й тому потоки $y(n)$ та $x(n)$ є синхронними так як є відповідність між n -ми відліками в них. Причому n розглядається як номер циклу дискретизації або тактового періоду, чи ітерації алгоритму.

Оскільки, у переважній більшості алгоритмів ЦОС сигнальні потоки

є синхронними, тому такі алгоритми можна представити ГСПД. Якщо у результуючому потоці наявність даних умовно залежить від вхідного потоку, то такі потоки можуть бути несинхронними. Це, наприклад, потоки в компресорі сигналів, який замінює ланцюжки нульових відліків кодами довжини цих ланцюжків.

Опис ЦОС мовою VHDL відбувається наступним чином: задаються алгоритми, що представлені на графовій моделі потоків даних загального виду. При цьому відсутність блокувань алгоритму перевіряється на етапі компіляції та під час виконання алгоритму у VHDL-симуляторі. ГСПД є різновидом потокової моделі, на яку накладено певні обмеження. Ці обмеження мають відображення в описі алгоритму мовою VHDL.

Основним обмеженням є те, що вершина графа повинна видавати результат при кожному своєму запуску. Тобто результат $y(n)$ має такий самий номер або номер зі сталим зміщенням, що й вхідне дане $x(n)$. Тоді ці сигнали - вхідні дані й результат - будуть синхронними. Для цього елемент затримки повинен моделюватись оператором процесу, що запускається за синхросигналом, який є єдиним для усієї моделі. Для того, щоб елементи затримки, що стоять у замкнених циклах, мали певне початкове значення, оператори процесу повинні мати послідовні оператори початкового встановлення затриманих сигналів. Ці умови прийняті до уваги при формуванні відповідності між елементами ГСПД та операторами VHDL-програми (табл.1).

Таблиця 1 – Представлення елементів ГСПД у VHDL програмі

Елемент алгоритму	VHDL-програма
Сигнал $u(n)$	signal u: real;
Вхідний та вихідний порти, джерело та приймач сигналів $x(n), y(n)$	port (clk, rst: in std_logic; x: in real; y: out real);
Затримка $u(n)$ на 1 цикл: $v(n) = u(n-1)$	process (clk,rst) begin if rst = '1' then v<=0.0; elsif clk='1' and clk'event then v<=u; end if ; end process ;
Додавання сигналів $y(n) = a(n) + b(n)$	y<=a+b;
Множення сигналу на константу $y(n) = a \cdot x(n)$	або generic (a:real:=0,9876); constant a:real:=0,9876; ... y<=a*x;

Перелік джерел

1. А.М. Сергієнко, Ю.М. Виноградов, Т.М. Лесик, Цифрова обробка сигналів. Комп'ютерний практикум мовою VHDL. К.: НТУУ «КПІ», 2012.-104с.
2. Стешенко В. ПЛІС фірми ALTERA: Проектування пристроїв обробки сигналів. – М.: Додека, 2000. – 128 с

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Суханюк М.С.

Науковий керівник –доц. Сайківська Л.Ф.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харьков, пр. Науки 14, кафедра МТС, тел. (057) 70-20-229)

E-mail: maksym.sukhaniuk@nure.ua

The paper presents the design features of microcontroller measuring devices. Special attention is paid to the importance of the choice of analog-to-digital converters in their development. The paper describes the main characteristics of analog-to-digital converters, basic operating modes. Shown how do they affect technical features analog-to-digital converters on their capabilities.

При розробці пристроїв з мікроконтролерним управлінням часто виникає потреба у вимірюванні зовнішньої величини, в використанні різних датчиків, наприклад, термоопору, датчика тиску, мікрофона, тощо, вихідною величиною яких є аналогова напруга. У таких випадках вдаються до використання аналого-цифрового перетворювача (далі АЦП), що перетворює аналоговий сигнал в цифровий. Тому при розробці мікроконтролерних вимірювальних пристроїв АЦП приділяється велика увага і великим пріоритетом у розробників користуються мікроконтролери (МК) з вбудованим АЦП. На сьогоднішній день промисловість випускає широкий спектр таких МК. У різних МК АЦП відрізняється за параметрами: кількістю АЦП в одному МК, розрядністю в бітах, частотою дискретизації Мвиб / сек, кількістю вхідних каналів, часом перетворення в мкс, похибкою перетворення молодшого значущого розряду.

Найпростіші АЦП могли розрізняти тільки наявність або відсутність сигналу на його вході і, відповідно, видавати на виході логічний 0 або 1. В даний час для більшості систем стандартним вважається 24-бітова роздільна здатність, а 12-16 біт вже вважається мінімальною. Якщо в пристрої є два або три незалежних АЦП, то існує можливість значно збільшити частоту дискретизації шляхом їх налаштування на змінну вибірку значень.

Сучасні АЦП зазвичай містять пристрій вибірки та зберігання (ПВЗ). АЦП в STM32 будуються за схемою врівноваження зарядів. Роль ємності ПВЗ виконує внутрішня матриця конденсаторів. Конденсатори матриці в процесі перетворення перезаряджаються. Точність перетворення залежить від часу заряду конденсаторів, вихідного опору джерела сигналу. Для забезпечення точності вимірювання АЦП час вибірки має бути не менше певного значення, що залежить від вихідного опору джерела сигналу.

Мікроконтролери STM32 мають до трьох вбудованих АЦП розрядністю 12 біт, частотою дискретизації до 2 Мвиб / сек в одиночному

режимі і з кількістю вхідних каналів до 24 в залежності від моделі. Регулярні канали АЦП STM32 зберігають результат перетворення шляхом перетворення через DMA-контролер. Для одного АЦП їх може бути до 18. Інжектвані канали мають власні регістри для зберігання результату. Залежно від розв'язуваної задачі розробник має можливість налаштувати роботу каналів АЦП в довільному порядку, використовувати зовнішні та програмні події для старту перетворення. Важливою особливістю АЦП сімейства STM32 є можливість встановити тривалість перетворення для кожного каналу. Для кожного каналу є вісім значень часу в діапазоні 1,5 ... 239,5 циклів тактування модуля АЦП.

Ще однією особливістю АЦП сімейства STM32 є різноманіття режимів як в одиночному, так і в парному режимах двох АЦП з різними конфігураціями регулярних і інжектваних каналів. При парній роботі розширюються можливості з оцифрування сигналу і додаються кілька більш просунутих режимів роботи.

У сімействі STM32 також існує варіант роботи АЦП як аналогового сторожового таймера, тобто задаються верхній і нижній пороги чутливості і відбувається відстеження сигналу в фактично створеному вікні. При виході сигналу за один з порогів генерується переривання. Це дозволяє уникнути роботи в небезпечному режимі, так як в разі виходу контрольованого параметра за допустимий інтервал система скидається і перезапускається.

Таким чином технічні характеристики сучасних АЦП дають розробнику широкі можливості. А вибір МК з вбудованими АЦП дають можливість спростити схемотехнічну частину, в результаті чого розроблювані пристрої виходять більш компактними, дешевими при цьому не втрачаючи в продуктивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Квашнін, В. О. Програмування та застосування мікроконтролерів STM32F4Discovery : монографія / В. О. Квашнін, А. В. Бабаш, В. В. Квашнін. – Краматорськ : ЦТРІ «Друкарський дім», 2017. – 143 с.
2. ADC [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://blog.radiotech.kz/perevod/adc-perevod-iz-knigi-mastering-stm32/>
3. Сайковская, Л. Ф. Результаты исследования частотных характеристик зрительной системы с использованием автоматизированного прибора / Л. Ф. Сайковская // Бионика интеллекта. Информация. Язык. Интеллект : научно-технический журнал/ Мин-во образования и науки Украины.-ХНУРЭ.- X .- 2008 .- №2(69).- С. 173-176.
4. STM32 Cortex®-M4 MCUs and MPUs programming manual / STMicroelectronics // Datasheet. 2020. 262 p. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.st.com/resource/en/programming_manual/dm00046982-stm32-cortex-m4-mcus-and-mpus-programming-manual-stmicroelectronics.pdf

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ І ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ STM32 В ПРИКЛАДНІЙ ФІЗИЦІ

Бондаренко В.В, Яшунін О.Б.

Наукові керівники – завідувач кафедри фізичної електроніки, доктор фіз.
мат. наук, професор Веклич Анатолій Миколайович
асистент кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем Фесенко
Сергій Олександрович

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
03022, Київ, просп. Академіка Глушкова, 4-г, факультет радіофізики,
електроніки та комп'ютерних систем, тел. (044) 521 0532
e-mail: oleksandr.yashunin@gmail.com,
bondarenko.vlad.univ@gmail.com

Microcontrollers are Integrated Circuit (IC) devices that, unlike microprocessors, consist of various discrete chips. They usually include a microprocessor unit (MPU), memory, and some peripherals. Microcontrollers are applied in robotics, vehicles, medical equipment, consumer electronics, industrial devices, military systems, other devices. What makes microcontrollers so attractive for practical application is that they can be programmed not only by experienced engineers but also by students [1]. This article provides an overview of the educational benefits of STM32 microcontrollers when developing / creating microcontroller programs and their subsequent use.

Мікроконтролери – мікросхеми, які поєднують у собі відразу всі елементи мікропроцесорної системи та складаються з арифметико-логічного пристрою, генератора тактових імпульсів, пам'яті даних та програм, портів вводу-виводу. Мікроконтролери також мають вбудовані програмовані таймери, компаратори, цифро-аналогові перетворювачі тощо [2].

Широкий набір периферії і порівняно низька вартість цих пристроїв є привабливими для багатьох розробників. При цьому можна обрати найкращий варіант для вирішення конкретного завдання [2].

Для отримання базових навичок програмування мікроконтролерів добре підходить STM32F429-discovery – це плата, що, окрім мікроконтролера, має вбудований програматор та периферію (сенсорний дисплей, світлодіоди, тощо). Також є виводи, до яких можна під'єднати додаткову периферію. Завдяки таким можливостям ця плата може бути використана і для керування експериментальними установками у прикладній фізиці.

Для роботи з мікроконтролером STM32 була використана програма STM32CubeMX і також середовище розробки Keil μ Vision® 5.

STM32CubeMX – програма, яка дозволяє провести попереднє налаштування мікроконтролера для подальшої роботи з ним. Зручність програми полягає в тому, що все це можна робити у графічному режимі [3].

Keil μ Vision використовується для написання та редагування коду. Перевагою програми є наявність засобів автоматичної компіляції та подальшого

завантаження коду до пам'яті мікроконтролера [4]. Робота в Keil μ Vision реалізується з допомогою двох бібліотек HAL (Апаратний рівень абстракції) та LL (Низькорівневий) мовою програмування C [5].

Для демонстрації можливостей такої плати до неї було під'єднано датчик температури та вологості повітря, який був розміщений біля джерела тепла. Можна побачити (див. Рис. 1) як датчик реєструє підвищення температури T і зміну вологості H .

Отже, як підсумок, мікроконтролери серії STM32-discovery зручні як для отримання початкових навичок роботи з мікроконтролерами, так і для їх використання в експериментах, зокрема в прикладній фізиці.

Список використаних джерел:

1. What Is a Microcontroller? The Defining Characteristics and Architecture of a Common Component. – дата звернення 18.02.2021. – <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/what-is-a-microcontroller-introduction-component-characteristics-component/>

2. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтролерах AVR / А.В. Белов // Санкт-Петербург: Наука и Техника. – 2008. – С. 71.

3. STM32Cube – дата звернення 20.02.2021. – [st.com/en/ecosystems/stm32cube](https://www.st.com/en/ecosystems/stm32cube)

4. Keil μ Vision. – дата звернення 04.12.2020. – <https://www2.keil.com/mdk5/uvision/>

5. Магда Ю. С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM. - М.: ДМК Пресс, 2012

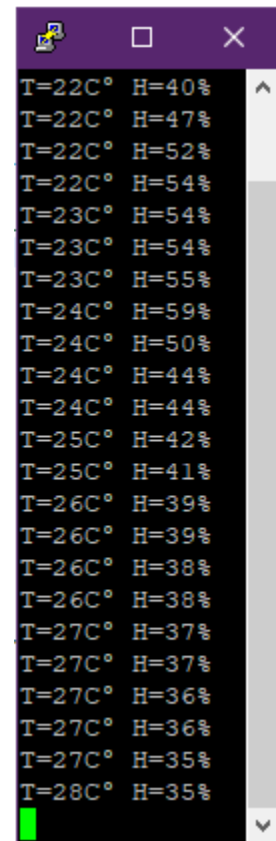


Рис. 1. Скринінг даних, знятих з датчика AM2320 за допомогою плати STM32