

УДК 004.318

Романчук Р. О. – ст. гр. СІм-52

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОСОБЛИВОСТІ ТА ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ STM32

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г. В.

Romanchuk R. O.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

FEATURES AND GENERAL CHARACTERISTICS OF STM32 MICROCONTROLLERS

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: STM32, ARM, RISC, AES, TrustZone, мікроконтролер.

Key words: STM32, ARM, RISC, AES, TrustZone, microcontroller.

Серія мікроконтролерів STM32 — це сімейство широко використовуваних мікроконтролерів, розроблених STMicroelectronics. Завдяки архітектурі ARM Cortex-M ці мікроконтролери пропонують високу продуктивність, енергоефективність і надійність[1].

Дана архітектура є частиною сімейства RISC-процесорів компанії ARM Holdings, розроблених спеціально для мікроконтролерів. Ці процесори мають 32-розрядну архітектуру, яка дозволяє їм обробляти дані та інструкції у 32-розрядних словах. Вони мають вбудований стек із покажчиком стека. Крім того, вони мають апаратну підтримку обробки векторів переривань, що забезпечує швидку та ефективну обробку даних. Ця архітектура є однією з найпопулярніших для вбудованих систем і мікроконтролерів, які використовуються в різних сферах, таких як автомобільна, медична. Однією з головних переваг ARM Cortex-M є його простота та ефективність. Ці аспекти дозволяють процесору виконувати велику кількість дій швидко та ефективно та з високою продуктивністю і низьким енергоспоживанням.

Мікроконтролери STM32 розроблені компанією STMicroelectronics. Вона була утворена в 1987 році в шляхом злиття таких компаній Thomson Semiconducteurs та SGS Microelettronica. У 2007 році, STMicroelectronics випустила мікроконтролер STM32 на основі архітектури ARM Cortex-M. Масовий доступні вони дістали у 2008 році. Сьогодні STM32 є одним із найпопулярніших з сімейства мікроконтролерів на ринку[3].

Загалом, дані мікроконтролери є дуже потужними та гнучкими інструментами для розробки електронних пристроїв і систем. Вони можуть використовуватися для широкого спектру завдань, від простих до складних, і пропонують високу продуктивність. Наприклад, в пристроях розумного будинку, системах безпеки та моніторингу ресурсів, робототехніці, транспортних засобах, медичному обладнанні, аудіо- та відео-обладнанні.

Що стосується загальних характеристик всіх мікроконтролерів, то вони мають різну тактову частоту процесора в межах від десятків до сотень МГц, обсяг оперативної пам'яті, внутрішньої пам'яті, інтерфейси.

До прикладу, мікроконтролер STM32F401 відновиться до серії STM32 F4. У даному мікроконтролерів встановлений центральний процесор під назвою ARM 32-bit Cortex-M4, що має тактову частоту процесора 84МГц, оперативної пам'яті 64 КБайт та

внутрішньої пам'яті 256 Кбайт. Що до інтерфейсів, то присутні такі як інтерфейс роботи з картами пам'яті SDIO, роботи з звуковими даними I2S, обміну даними між інтегральними схемами I2C, організації зв'язку з іншими цифровими пристроями USART, недорогого та високошвидкісного з'єднання з периферійними пристроями SPI, два роз'єми USB, перший з яких USB OTG full-speed що є повною апаратною реалізацією і сумісний з USB 2.0 зі швидкістю 12 Мбіт/с, та USB OTG high-speed який працює в режимі HOST та має швидкість 480 Мбіт/с, зв'язку між компонентами GPIO, підключення рідкокристалічних екранів FSMC.

Однією з найважливіших особливостей мікроконтролерів STM32 є їх енергоефективність. Вони можуть працювати в режимі низького споживання енергії, що дозволяє збільшити час автономної роботи пристрою. Крім того, ці мікроконтролери мають різноманітні варіанти енергоспоживання, що дозволяє зменшити споживання електроенергії відповідно до конкретних вимог пристрою[2].

Одним із таких механізмів є режим сну, завдяки якому мікроконтролер переходить у режим низького енергоспоживання. В даному режимі він призупиняє виконання програми і вимикає більшість периферійних пристроїв. Між тим, мікроконтролер може продовжувати отримувати сигнали від деяких з них, що дозволяє швидко повернутися до роботи в разі необхідності. Крім того, мікроконтролери STM32 підтримують режим глибокого сну для виконання додаткових заходів енергозбереження. У цьому режимі мікроконтролер може вимкнути майже всі периферійні пристрої та використовувати мінімальну потужність. Цей режим дозволяє продовжити термін служби акумулятора на певний період часу, що особливо важливо для пристроїв, які працюють від акумуляторів або мають обмежені джерела живлення.

Рівень безпеки мікроконтролерів STM32 досить високий, оскільки існує кілька рівнів безпеки. Одним із таких рівнів є рівень апаратного захисту, який включає механізми запобігання злому та зовнішнього втручання. Наприклад, STM32 має модуль шифрування AES, який може шифрувати дані, що зберігаються в пам'яті мікроконтролера. Іншим рівнем є рівень захисту програмного забезпечення, який включає інструменти для запобігання вторгненню, такі як механізми для запобігання переповнення буфера та запобігання виконанню коду з невідомих джерел. Існують також програмні бібліотеки для захисту, однією з яких є STM32 TrustZone, що забезпечує захист від атак на апаратному та програмному рівнях[1].

Отже, дані мікроконтролери є ефективними інструментами для створення різноманітних систем і пристроїв. Вони мають високу продуктивність і містять недорогі та енергоефективні компоненти, що дозволяє їм працювати з набагато меншою потужністю, ніж інші мікроконтролери. STM32 також підтримує широкий спектр інтерфейсів і протоколів, що робить його універсальним і придатним для багатьох різних програм, таких як промислові контролери, вбудовані системи, системи автоматизації. Крім того, підтримка відкритого програмного забезпечення та наявність відкритих платформ дозволяють легко розробляти різні складні проекти[3].

Література:

1. Beginning STM32: Developing with FreeRTOS, libopenm3 and GCC / Warren Gay, 2018 – 117p.
2. Advanced Programming with STM32 Microcontrollers: Master the software tools behind the STM32 microcontroller / Majid Pakdel, 2020 – 57 p.
3. Nucleo Boards Programming with the STM32CubeIDE / Dogan Ibrahim, 2021 – 327p.