

Еволюція аналогової функціональності 8-розрядного мікроконтролера та його інноваційна роль в електроніці

Стефані Пінтерік (Stephanie Pinteric), Microchip Technology

Уейн Фріман (Wayne Freeman), Microchip Technology

Переклад та редагування: Нікіта Єзерський, PhD, асистент кафедри ПРЕ, РТФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського

8-розрядні мікроконтролери еволюціонували, щоб йти в ногу з функціональністю, необхідною для сучасних застосувань. У статті розглянуто три найпоширеніші сфери застосування, де новий клас 8-розрядних мікроконтролерів з розширеними можливостями аналогової фільтрації підтримує ці сучасні системи, забезпечуючи їхню підвищену продуктивність та швидку реакцію на системні події.

Мікроконтролери (MCU) відіграють важливу роль у нашому житті, оскільки майже всі пристрої мають певні напівпровідникові компоненти. Сучасна електроніка потребує мікроконтролерів для підвищення функціональності в кожному застосуванні та сегменті ринку — автомобільній, аерокосмічній, побутовій електроніці, промисловості та охороні здоров'я. Хоча 8-розрядні мікроконтролери існують вже майже п'ять десятиліть, нові інноваційні продукти і застосування, такі як електромобілі, електровелосипеди, домашня і промислова автоматизація та пристрої Інтернету речей (IoT), зростають в геометричній прогресії, підвищуючи попит на ці маленькі та недорогі мікроконтролери.

Як результат, 8-розрядні мікроконтролери еволюціонували, щоб йти в ногу з функціональністю, необхідною для сучасних застосувань. Ми розглянемо три найпоширеніші сфери застосування, де новий клас 8-розрядних мікроконтролерів з розширеними можливостями аналогової фільтрації підтримує ці сучасні системи, забезпечуючи підвищену продуктивність системи та швидку реакцію на системні події.

КЕРУВАННЯ, МОНІТОРИНГ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

Багато вбудованих систем, зокрема системи Інтернету речей (IoT), використовуються у віддалених місцях з акумуляторними батареями як основним джерелом живлення. Моніторинг заряду та стану акумулятора є важливою функцією для безпечної та надійної роботи в цих системах.

У типових системах моніторингу акумуляторних батарей мікроконтролер використовується для автоматизації вимірювання залишкового заряду батареї та керування станом батареї для забезпечення її оптимальної продуктивності. Мікроконтролер з вбудованим аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) зчитує та перетворює вимірні значення струму і напруги батареї в цифрові дані, які мікроконтролер може використовувати для оцінки стану батареї. Показники роботи акумулятора можуть передаватися на зовнішні пристрої через вбудовані комунікаційні інтерфейси, такі як UART, SPI та I²C, для підключення до систем IoT. Якщо також потрібен моніторинг температури батареї, вбудова-

ний операційний підсилювач (*Op Amp*) контролера може бути використаний для обробки сигналу датчика температури. Операційні підсилювачі на кристалі доступні в широкому асортименті сучасних 8-розрядних мікроконтролерів і можуть зменшити вартість системи та простір, необхідний для зовнішніх компонентів, у будь-яких застосуваннях, що потребують етапу підсилення перед аналого-цифровим перетворенням, наприклад, слабких аналогових сигналів.

Для оптимізації роботи акумулятора та збільшення часу роботи системи ідеальний мікроконтролер повинен пропонувати різні режими керування живленням, щоб збалансувати потребу в продуктивності та оптимізувати енергоспоживання. Ключ до тривалого часу роботи від батареї у вбудованій системі — це можливість зменшити активність системи, коли вона не потрібна. Гнучкі рівні конфігурації дозволяють системі споживати мінімум енергії для виконання поточних завдань, часто без нагляду з боку центрального процесора (ЦП). Такі функції, як режими IDLE, DOZE або SLEEP, забезпечують енергозбереження для зменшення активного енергоспоживання. Крім того, в новітніх мікроконтролерах Microchip PIC® і AVR® АЦП, операційні підсилювачі та ЦАП також можна вмикати й вимикати програмно або налаштовувати запуск ядра та цифрової периферії мікроконтролера при досягненні певних порогових значень, що забезпечує додаткову гнучкість і економію енергії в пристроях, що живляться від батареї. Завдяки цим функціям низького енергоспоживання, доступним у сучасних мікроконтролерах, час роботи



Рис. 1. Мікроконтролери з аналоговими периферійними пристроями

від батареї збільшується, а споживання струму, розсіювання потужності та втрати зменшуються.

КЕРУВАННЯ ВБУДОВАНИМИ СИСТЕМАМИ

Оскільки вбудовані програми з часом ускладнюються, виникає необхідність розподіляти завдання обробки таким чином, щоб забезпечити блискавичну реакцію системи для максимального врахування потреб користувача або дотримання суворих стандартів безпеки. Щоб досягти цього, складні системи часто використовують переваги сучасних 8-бітних мікроконтролерів через інтегровані аналогові периферійні пристрої (рис. 1), які виконують «домашні» завдання, такі як керування силовими шинами, моніторинг якості навколишнього середовища та небезпечних умов або контроль зв'язку між кількома мікросхемами на платі. Ці функції є ключовими для багатьох випадків застосувань, таких як інфраструктура центрів обробки даних, системи керування будівлями, кінцеві точки інтелектуальних мереж та критично

важливі для безпеки пристрої, таких як побутові пральні та сушильні машини.

Одним з таких прикладів є типовий сервер, який можна знайти в центрі обробки даних. Хоча на материнській платі кожного сервера встановлений центральний процесор і широкий спектр прикладних процесорів для виконання різних завдань, багато з цих серверів використовують сучасні 8-розрядні мікроконтролери як пристрої «керування системою». Ці мікроконтролери зазвичай забезпечують зв'язок з різними датчиками навколишнього середовища (температури, вологості тощо) і запрограмовані на передачу даних від них на шину системного керування, одночасно вмикаючи живлення інших пристроїв на материнській платі, якщо цього вимагають умови. У цих випадках 8-розрядні мікроконтролери ідеально підходять для цих завдань завдяки наявності аналогової периферії на кристалі, а також простоті. Деякі мікроконтролери, такі як мікроконтролери PIC і AVR від Microchip, пропонують незалежні від ядра периферійні пристрої (*Core Independent Peripherals, CIP*), які працюють в тандемі з аналоговими периферійними пристро-

ями на кристалі, забезпечуючи моніторинг системи для виявлення критичних подій і гарантуючи належну роботу.

Вбудовані аналогові периферійні пристрої, такі як операційний підсилювач або АЦП, забезпечують посилення, фільтрацію та корекцію сигналу, необхідні для отримання аналогового сигналу. Тоді як CIP призначені для автоматизації системних завдань без коду або контролю з боку ядра процесора, що зменшує розмір коду для запису, налагодження та перевірки, роблячи програми більш чутливими до змін системи. CIP обмінюються даними один з одним, що додатково допомагає підвищити продуктивність і швидкість реагування системи, а кілька завдань можуть виконуватися одночасно.

У мікроконтролерах PIC і AVR ця концепція просунулася ще на один крок уперед, і в них використовуються складні аналогові периферійні пристрої зі спеціальним апаратним забезпеченням, що дозволяє виконувати складні незалежні від ядра обчислення, такі як усереднення, передискретизація і низькочастотна фільтрація. Ці функції допомагають пришвидшити реакцію системи та забезпечують придушення шуму. Ці спеціальні

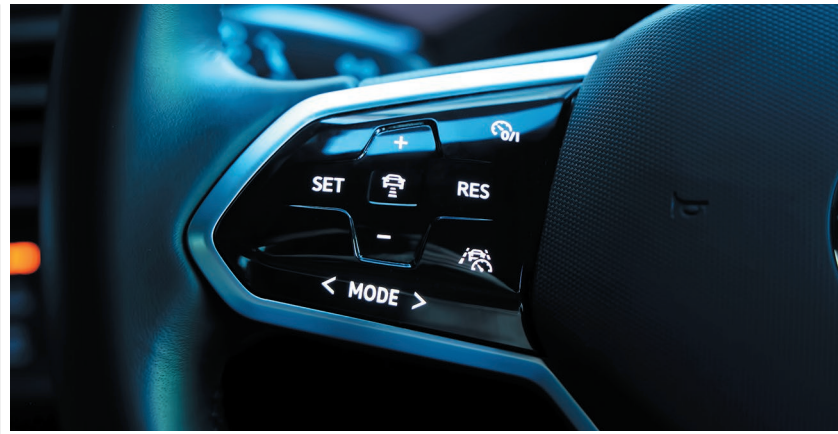


Рис. 2. Приклад сучасної ємнісної сенсорної системи в автомобілі

аналогові периферійні пристрої можуть бути взаємопов'язані з багатьма іншими вузлами на кристалі, такими як таймери або інші джерела синхронізації, цифрові периферійні сигнали, інші аналогові сигнали для автоматичного запуску процесів або створення умов переривання для сповіщення центрального процесора.

стійкості та вологостійкості. У поєднанні з простими у використанні інструментами розробки, орієнтованими на сенсорний інтерфейс, ці мікроконтролери забезпечують комплексне рішення для створення вимогливих сенсорних інтерфейсів, які піддаються впливу суворих умов навколишнього середовища.

ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА

Технологія сенсорного датчика використовується в широкому спектрі електронних виробів від смартфонів, побутової техніки до автомобілів. В автомобілях кермо та приладові панелі відмовляються від кнопок і переходять до елегантних, гнучких інтерфейсів користувача (рис. 2). Ці сенсорні кнопки повинні миттєво реагувати на взаємодію з користувачем, бути несприйнятливими до помилкових спрацьовувань і адаптуватися до різних умов навколишнього середовища, в тому числі до швидких перепадів температури від холодного до гарячого, вологих поверхонь і рук в рукавичках.

У сучасних ємнісних сенсорних системах обчислювальна потужність 32-розрядних мікроконтролерів не може замінити спеціально створений аналоговий інтерфейс, який використовується на сучасних 8-розрядних пристроях. Нові 8-розрядні мікроконтролери Microchip, зокрема сімейства PIC18-Q71 і AVR EA, мають диференціальні АЦП з розширеними можливостями фільтрації, які діють як «модулі аналогової обробки», щоб значно зменшити обсяг втручання процесора (і, отже, коду), необхідного для реалізації застосування сенсорного керування. Ці спеціалізовані АЦП на кристалі мають пристойні характеристики придушення шумів та пропонують вбудоване автоматичне налаштування та калібрування для підвищення завадо-

ВИСНОВОК

Зі збільшенням вимог до мікроконтролерів за останні 50 років, межі між тим, що повинно бути аналоговим, а що цифровим, у вбудованих системах розмиваються. З розвитком вбудованих систем 8-розрядний мікроконтролер перетворився з простого обчислювального пристрою на повноцінну систему на кристалі (System-on-Chip, SOC), створену для вирішення більшості сучасних завдань, що стоять перед вбудованими системами. Від ведення домашнього господарства, керування системою та моніторингу до виконання функцій «головного контролера» в складних конструкціях, мікроконтролери з інтегрованою аналоговою периферією дозволяють розробникам перенести функції, які зазвичай виконуються поза мікросхемою, на основний мікроконтролер, щоб покращити реакцію системи та зменшити витрати на специфікацію (Bill Of Material, BOM). Інтелектуальні аналогові периферійні пристрої, доступні в 8-розрядних мікроконтролерах PIC і AVR, легко інтегруються з цифровими периферійними пристроями, забезпечуючи ще більшу функціональність і гнучкість для майбутніх складних вбудованих систем. Щоб дізнатися більше про те, як передові аналогові периферійні пристрої можна використовувати для вирішення важливих завдань проектування, відвідайте www.microchip.com/8bit. **CI**

РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ 64-РОЗРЯДНИХ МІКРОПРОЦЕСОРІВ

Очікується, що протягом наступних п'яти років світовий ринок периферійних обчислень зросте більш ніж на 30%, обслуговуючи критично важливі прикладні програми в аерокосмічній, оборонній, військовій, промисловій та медичній галузях. Щоб задовольнити цей зростаючий попит на надійні вбудовані рішення для систем змішаної критичності, компанія **Microchip Technology** анонсувала сімейство мікропроцесорів (MPU) PIC64HX. На відміну від традиційних мікропроцесорів, PIC64HX спеціально розроблені для задоволення унікальних вимог інтелектуальних периферійних пристроїв.

PIC64HX — це високопродуктивний багатоядерний 64-розрядний RISC-V® процесор, здатний обробляти дані штучного інтелекту і машинного навчання (AI/ML), з інтегрованим підключенням до мережі Ethernet за технологією Time-Sensitive Networking (TSN) і підтримкою пост-квантових технологій, а також захистом оборонного рівня. Процесори PIC64HX спеціально розроблені для забезпечення комплексної відмовостійкості, надійності, масштабованості та енергоефективності.

Інтегрований комутатор Ethernet містить набір функцій TSN з підтримкою важливих стандартів, що розвиваються: IEEE P802.1DP TSN для аерокосмічних бортових Ethernet-комунікацій, профіль IEEE P802.1DG TSN для автомобільних бортових Ethernet-комунікацій і профіль IEEE/IEC 60802 TSN для промислової автоматизації.

Вісім 64-бітних ядер RISC-V процесора — SiFive Intelligence™ X280 — з векторними розширеннями забезпечують високопродуктивні обчислення для систем зі змішаною критичністю, віртуалізації та векторної обробки для прискорення робочих навантажень ШІ. MPU PIC64HX дозволяє розробникам систем розгортати ядра різними способами, щоб забезпечити SMP, AMP або двоядерні операції з блокуванням. Підтримка апаратної архітектури WorldGuard забезпечує можливість апаратної ізоляції та розбиття на розділи.

MPU PIC64HX — це потужне й універсальне рішення для інтелектуальних периферійних застосувань, що відповідає ключовим вимогам низької затримки, безпеки, надійності та відповідності галузевим стандартам.

www.microchip.com