

СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ANALOG FRONT-END МІКРОСХЕМИ ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОГО ВИМІРЮВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Усейнов С. Е., Дацок О.М., Кожешкурт В.О.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

Analog Front-End (AFE) мікросхеми є незамінними у створенні портативних пристроїв для неінвазивного вимірювання фізіологічних параметрів. AFE дозволяють безпосередньо зчитувати біосигнали, такі як електрокардіограма (ECG), фотоплетизмограма (PPG), здійснюючи попередню обробку сигналів та їх фільтрацію, підсилення і аналого-цифрове перетворення для подальшої цифрової обробки, що здійснюється мікроконтролером.

AFE4950 (Texas Instruments) – енергоефективна мікросхема, призначена для синхронного зчитування сигналів PPG та ECG у портативних пристроях з напругою живлення 1,8 В – 3.6 В. Мікросхема включає модулі керування до восьми світлодіодами, зчитування через чотири фотодіоди з подальшим підсиленням (TIA+PGA) та високоточним АЦП. Канал ECG реалізовано через одноканальний підсилювач, буфер і АЦП із частотою до 2 кГц. Для передачі даних реалізовані інтерфейси SPI та I²C, а буфер FIFO дозволяє зберігати сигнали з мінімальними затримками. AFE4950 реалізує метод неінвазивного визначення артеріального тиску за параметром PAT (Pulse Arrival Time), що визначається як часова різниця між електричним імпульсом (Q-зубець ECG) та механічною реакцією у периферійних судинах (максимум PPG-сигналу). Цей показник корелює з жорсткістю артерій та швидкістю розповсюдження пульсової хвилі (PWV), що дозволяє оцінити артеріальний тиск без використання манжети [1]. Альтернативні рішення: AFE4960P (Texas Instruments) та MAX86176 (Maxim Integrated), що призначені для синхронної реєстрації PPG і ECG в клінічних портативних пристроях.

Розробка для професійних медичних моніторів – HM301D (STMicroelectronics) має три канали для зчитування біопотенціалів (ECG, EEG, EMG) та одним каналом біоімпедансу, що відповідає медичним стандартам (IEC, AAMI); має вбудовану цифрову демодуляцію та можливість каскадного підключення кількох чипів. AS7038RB (ams-OSRAM) – компактний сенсор, який реалізує алгоритми для визначення частоти серцевих скорочень (HRM), варіабельності ритму (HRV), SpO₂ і артеріального тиску [2].

Використання AFE дозволяє створити компактні енергоефективні портативні медичні прилади для неінвазивного моніторингу серцево-судинної системи пацієнтів. Вибір AFE з відповідною кількістю каналів, точністю АЦП, енергоспоживанням та функціональністю залежить від завдання – чи то фітнес-вимірювання, амбулаторний моніторинг чи клінічний контроль стану пацієнта.

Література:

1. Texas Instruments. "Innovative Blood Pressure Sensing Using Non-Invasive Continuous Monitoring Techniques." (2023). [Texas Instruments Medical Innovations](#).
2. Oxford Academic. "Resonance Sonomanometry for Non-Invasive Continuous Monitoring of Blood Pressure." *PNAS Nexus* 3(7), 2023. Доступно на: academic.oup.com