

Максим Еременко, Антон Савельев (Arrow Central Europe)

ПОСТРОЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ



Пример построения измерителя артериального давления демонстрирует, как с помощью компонентов производства компании Freescale Semiconductor, таких как датчики, интерфейсные микросхемы, микроконтроллеры, можно создать малогабаритный функциональный медицинский прибор.

Измеритель давления был специально создан как пример устройства, способного к быстрой и гибкой адаптации для решения дополнительных задач и повышения функциональности. Созданная на базе микроконтроллеров семейства Flexis QE128, данная разработка может использоваться как с 8-битным MC9S08QE128, так и с производительным 32-битным MCF51QE128, обеспечивая разработчику весь спектр выбора производительности, необходимой и достаточной для реального прибора.

Свойства схемы:

- Измерение артериального давления при помощи методов измерения повышения или снижения давления в манжете;
- Поддержка нескольких языков в навигационном меню управления, возможность голосового отображения результатов измерений;
- Беспроводной RF-интерфейс для передачи данных на другое устройство, например, маршрутизатор или накопитель информации;
- Интерфейс USB для передачи измеренных данных в персональный компьютер для последующего хранения, обработки и анализа;
- Сенсорная клавиатура для навигации по меню управления;
- Графический OLED-дисплей;
- Длительная работа от батареи благодаря встроенной технологии энергосбережения.

Инженеры-разработчики часто сталкиваются с необходимостью создания и поддержки широкой линейки продукции, начиная от самых простых изделий, и заканчивая сложными и дорогими. Поэтому в случае обновления продуктовой линейки выпускаемых изделий разработчикам приходится переделывать несколько плат, выполненных, к тому же, на разных аппаратных платформах. Та же ситуация и с программным обеспечением – поддержка и развитие его для всей продуктовой линейки, построенной на разных аппаратных платформах,

становится непростой и дорогой задачей. Здесь – то и пригодится семейство микроконтроллеров Flexis QE128 от компании Freescale, дающее максимальную совместимость простых и сложных, недорогих и производительных микроконтроллеров. Это дает инженеру-разработчику возможность разрабатывать и поддерживать всего лишь одну общую аппаратную и программную платформу, добавляя или удаляя программные и аппаратные модули для всех изделий выпускаемой линейки продукции.

Аппаратная архитектура прибора

На рис. 1 показана блок-схема демонстрационного многофункционального измерителя артериального давления. При создании и сложного, и простого вариантов

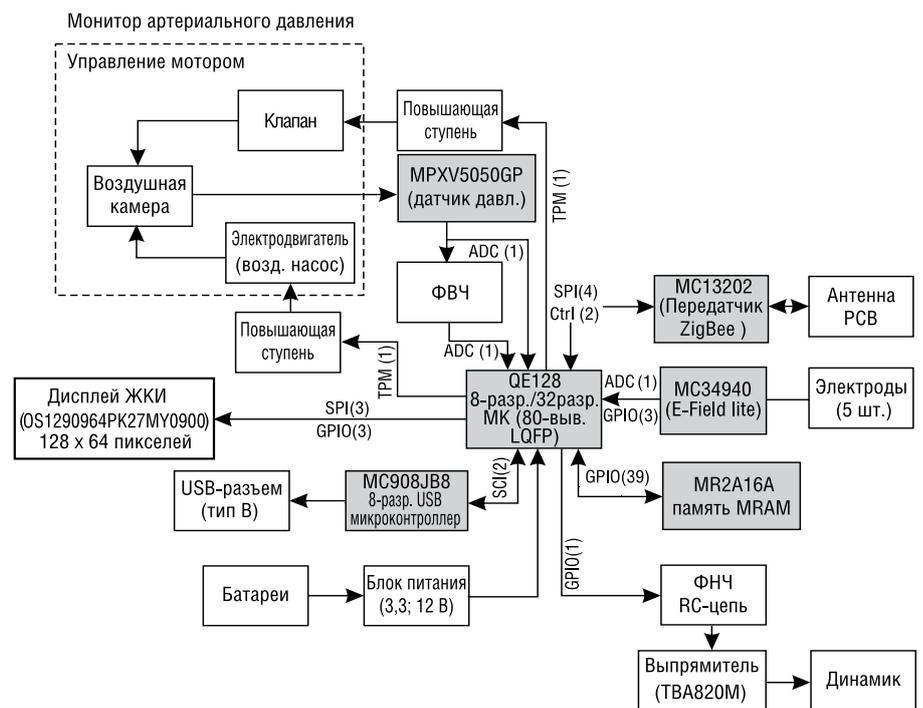


Рис. 1. Блок-схема монитора артериального давления (Серым цветом выделены модули, построенные на компонентах Freescale Semiconductor)

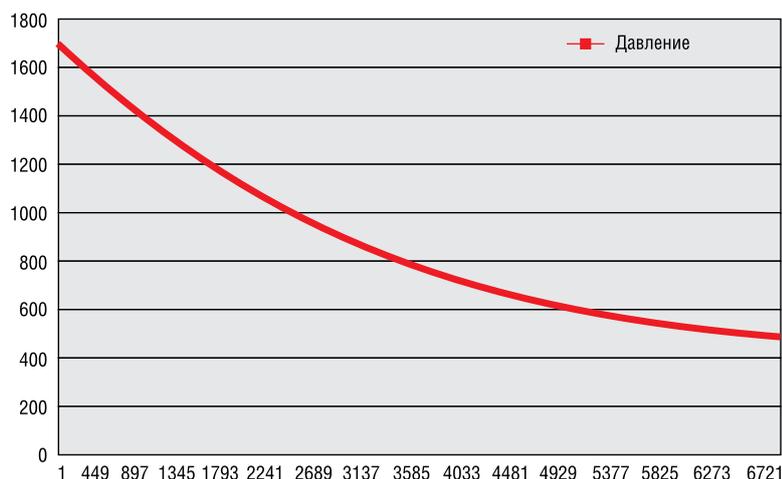


Рис. 2. Давление в манжете во времени

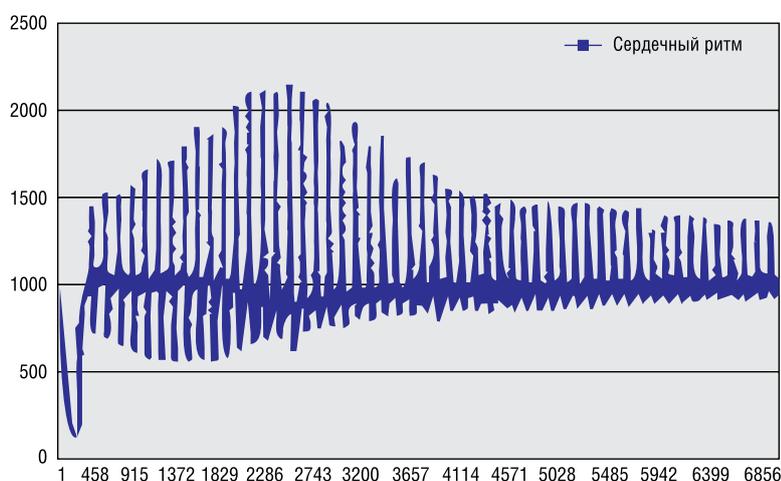


Рис. 3. Сердечный ритм

изделий можно использовать одну и ту же плату, не устанавливая на ней неиспользуемые функциональные блоки для данного конкретного варианта изделия. Например, простые варианты могут не иметь модуля передачи данных, соответственно из спецификации удаляются все компоненты этого функционального блока, уменьшая стоимость изделия.

Хотелось бы обратить внимание на некоторые дополнительные компоненты компании Freescale Semiconductor, которые использованы в данном проекте.

Разумеется, это использование датчика давления **MPXV5050GP** в качестве измерительного элемента. В портфеле компании есть широкая номенклатура интегральных датчиков давления для применения не только в медицинской аппаратуре (системы жизнеобеспечения, вентиляции легких и пр.) но и промышленности, летающих

аппаратах, системах мониторинга давления в автомобильных шинах, счетчиках газа и пр.

Также интересна реализация интерфейса USB. Freescale выпускает широкую линейку микроконтроллеров со встроенным модулем USB. Более того, совсем недавно семейство Flexis было расширено микроконтроллерами **JM60** со встроенной поддержкой USB2.0, причем с дополнительной возможностью работы в режимах Host и OTG для 32-битного варианта **MCF51JM128**.

Сенсорная клавиатура реализована на базе микросхем **MC34940** или **MPR083, MPR084**. Это может быть интересно как для медицинских приборов, где требуется возможность обработки внешних панелей дезинфицирующими жидкостями, так и для промышленных и вандалоустойчивых изделий.

В качестве накопителя информации применена микросхе-

ма энергонезависимой памяти **MR2A16A**, изготовленная по технологии **MRAM** и фактически не имеющая ограничений по количеству циклов перезаписи данных и обладающая очень высокой скоростью обмена данными. Данная технология разработана компанией Freescale и по всем параметрам значительно превосходит другие широко распространенные технологии, такие как FLASH, EEPROM и FRAM.

В качестве интерфейсной микросхемы используется **MC13202**, на базе которой реализован радиоканал. С ее помощью несложно организовать обмен данными по технологии ZigBee.

Архитектура построения программы

Программное обеспечение для всей платформы создается единым, выполненным в виде набора подпрограмм, что с одной стороны позволяет добиться модульности проекта, а с другой — не требует использования операционной системы реального времени. Каждый модуль работает как независимый автомат состояний, с возможностью непосредственной работы или запуска по прерываниям. При добавлении нового модуля в программу необходимо добавить код инициализации и вызывать новую подпрограмму-модуль из функции `main()`. Код программы написан на языке C под управлением универсальной интегрированной среды CodeWarrior версии 6.xx. Такое решение позволяет использовать практически одинаковый исходный код на языке C для работы как с 8-ми, так и 32-битным ядрами семейства Flexis. Для переключения режимов работы достаточно лишь выбрать тип микроконтроллера, все остальное среда сделает автоматически.

Построение измерителя артериального давления

Два демонстрационных варианта прибора наглядно демонстрируют гибкость, которую получают разработчики при использовании микроконтроллеров семейства Flexis. Устройства построены на одинаковых программных и аппаратных платформах.

Мониторинг сердечного ритма

На руку пациенту надевают эластичную манжету, в которую компрессор прибора накачивает воздух. Затем компрессор выключается, и через специальный клапан воздух выпускается из манжеты, из-за чего давление в ней плавно уменьшается. Принцип измерения следующий: при сдавливании руки пациента манжетой можно наблюдать небольшие пульсации давления (шум) в манжете (рис. 2).

Это происходит из-за изменения давления при циркуляции крови в организме пациента. Сигнал фильтруется с помощью ФВЧ, спроектированный на частоту 1 Гц и усиливается. Получаем сигнал биения сердца. Он показывает изменения в сигнале давления и является графическим отображением сердечного ритма пациента (рис. 3)

Измерение систолического и диастолического давления с использованием восьмибитного HCS08

Выделенный таким образом сигнал сердечного ритма может быть использован для определения систолического (SBP) и диастолического (DBP) давления при помощи простого осциллометрического способа. При понижении давления в манжете, амплитуда сигнала сердечных сокращений вырастает, как только давление в манжете опустится до значения систолического давления пациента. При дальнейшем понижении давления в манжете амплитуда пульсаций увеличивается, пока не достигает максимального значения в точке так называемого среднего артериального давления (МАР), а затем быстро снижается, пока не достигнет точки диастолического давления (рис. 4). Остается всего лишь сохранить в памяти эти точки, а затем, по окончании цикла измерения, вывести на дисплей.

Измерение систолического и диастолического давления с использованием 32-битного ColdFire V1

При использовании простого осциллометрического метода давление в манжете на руке пациента

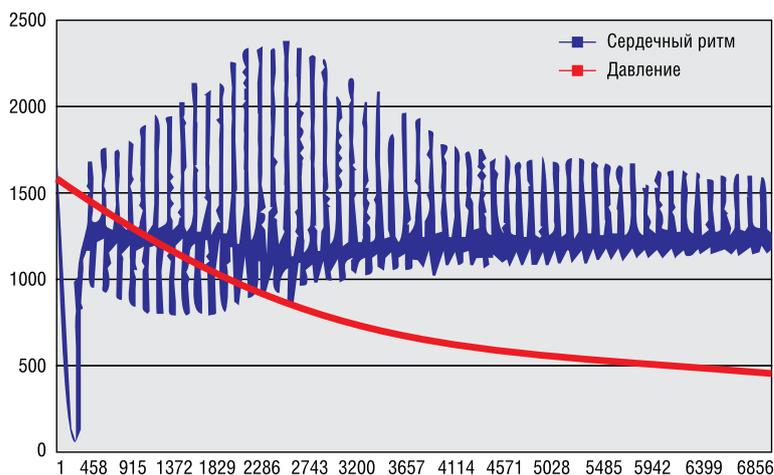


Рис. 4. Кривые сердечного ритма и давления в манжете

сначала повышается до значения, превышающего систолическое давление пациента, которое изначально неизвестно. Поэтому приходится увеличивать давление в манжете до достаточно высокого значения, чтобы быть уверенным в достоверном измерении SBP любого пациента. Помимо увеличения времени измерения давления, это довольно неприятно и даже болезненно для пациента, особенно для человека с пониженным давлением. В этом случае предлагается использовать более совершенный метод измерения, а именно — медленное увеличение давления в манжете, а не уменьшение, как в предыдущем случае. Основная проблема состоит в фильтрации помех, генерируемых двигателем компрессора манжеты, т.к. процессы измерения и накачки воздуха в манжету в этом случае проходят одновременно. Используя мощное 32-битное ядро микроконтроллера **ColdFire V1**, имеющего одинаковое с восьмибитным ядром расположение выводов и периферию, можно легко реализовать цифровой фильтр и отделить шум от полезного сигнала. В этом случае цикл измерения и накачка воздуха в манжету прекратится практически сразу после достижения систолического давления конкретного пациента, не вызывая у него дискомфорта.

Новое семейство Flexis позволяет разработчикам создать единую аппаратную платформу для нескольких проектов, разбив спецификацию комплектующих на подразделы. Во время разводки

печатной платы каждый функциональный блок также рекомендуется разводиться индивидуально и, по возможности, отдельно от других. В результате получится набор законченных функциональных модулей, которые можно при необходимости включать в проект или, наоборот, исключать во время разработки нового устройства. Это открывает новые перспективы при создании недорогих многофункциональных приборов в промышленности, бытовых устройств, охранно-пожарных систем, преобразователей уровней интерфейсов, в автомобильной электронике. Предельно низкое потребление и высокая устойчивость к промышленным и электромагнитным помехам позволяют создавать на их базе приборы с батарейным питанием — датчики, системы сбора и обработки информации, кодеры/декодеры, системы доступа и шифрации, системы автоматического и промышленного управления.

Подробную документацию на измеритель артериального давления, включая принципиальную схему и программное обеспечение, можно найти на сайте www.freescale.com.

Ответственный за направление
в КОМПЭЛе —
Валерий Куликов

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка —
e-mail: mcu.vesti@compel.ru