

Солодова Елена Николаевна

К.э.н., «Научное предприятие «Цезис»

г. Дубна, РФ

Солодов Алексей Николаевич

ООО «Нордавинд - Дубна», ОИЯИ

г. Дубна, РФ

Свирин Илья Сергеевич

К.т.н., ООО «Нордавинд - Дубна»

г. Дубна, РФ

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ
ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ПРИ
РЕАЛИЗАЦИИ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ПОРТАТИВНОГО
ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА.**

В процессе разработки портативного электрокардиографа возникает необходимость использовать микроконтроллер для реализации ряда функциональных возможностей. В связи с поставленной задачей реализации интерфейса беспроводного обмена, а также из требований к быстродействию рассмотрим ряд микроконтроллеров различных фирм: Texas Instruments MSP430, Microchip Technology Inc., NXP Semiconductors.

Проанализируем подробнее семейство низкопотребляющих контроллеров от Texas Instruments MSP430. Первый контроллер с аббревиатурой MSP430 появился в 1999 году. Данные микроконтроллеры характеризуются сверхнизким потреблением, наличием различных периферийных устройств и широко используются в портативных приборах (например, в мультиметрах, датчиках и др.). По сравнению с семействами AVR и PIC используют 16-ти битную арифметику и ортогональную систему команд с разнообразными

способами адресации. От классических RISC процессоров отличаются тем, что не содержат, например, как AVR, отдельных команд для загрузки регистров и команд для выполнения операций над аргументами в регистрах. Операнды команд могут располагаться в памяти при нехватке регистров общего назначения.

Общие технические характеристики семейств:

1) Принципиальной особенностью этих контроллеров является механизм PLL, позволяющий при работе от часового кварца 32768Hz умножением получать внутренние рабочие частоты до нескольких МГц, при этом также поддерживаются режимы тактирования от: нескольких внутренних резисторов, одного внешнего резистора, керамических резонаторов, ВЧ кварцевых резонаторов, внешних источников тактовой частоты.

2) Наличие пяти режимов энергосбережения, причем переход из любого режима в рабочий режим занимает не более 6 мкс.

3) 16-битная RISC структура АЛУ, 125 или 300 нс на выполнение команды

4) Возможность программирования в системе, нет необходимости во внешнем напряжении программирования.

5) Программный код защищен от несанкционированного считывания.

6) В МК с памятью программ ROM и FLASH имеется дополнительно загрузочный сектор памяти программ.

7) Напряжение питания:

- 1,8...3,6 В - у семейств MSP430F122, 133, 135, 147, 148, 149, 449;
- 2.5...5.5 В - у семейств MSP430P315, 325, 337, 123.

8) Потребление тока:

- рабочий режим - от 280 мкА (1 МГц, 2,2 В);
- режим сверхнизкого энергопотребления (с сохранением содержимого регистров ОЗУ) - не более 0,1 мкА.

Рассмотрим также PIC микроконтроллеры (Microchip Technology Inc.).

PIC — микроконтроллеры Гарвардской архитектуры, производимые американской компанией Microchip Technology Inc. Название PIC является сокращением от Peripheral Interface Controller, что означает «периферийный интерфейсный контроллер». Название объясняется тем, что изначально PIC предназначались для расширения возможностей ввода-вывода 16-битных микропроцессоров CP1600. В номенклатуре Microchip Technology Inc. представлен широкий спектр 8-и, 16-и и 32-битных микроконтроллеров и цифровых сигнальных контроллеров под маркой PIC. Отличительной особенностью PIC-контроллеров является хорошая преемственность различных семейств. Это и программная совместимость (единая бесплатная среда разработки MPLAB IDE, C-компиляторы от GCC), и совместимость по выводам, по периферии, по напряжениям питания, по средствам разработки, по библиотекам и стекам наиболее популярных коммуникационных протоколов.

Компания Microchip Technology Inc. производит два семейства 16-и разрядных микроконтроллеров (MCU) и два семейства 16-и разрядных цифровых сигнальных контроллеров (DSC), которые дают разработчикам совместимые платформы с обширным выбором типов корпусов, периферийных модулей и быстродействия. Общие атрибуты всех 16-и разрядных семейств — это совместимость по выводам, общая система команд и, соответственно, общие компиляторы Си и средства разработки. Широкая линейка 16-битных контроллеров включает контроллеры от 18 до 100 выводов с объемом flash памяти от 6 Кб до 256 Кб.

Выбор микроконтроллеров PIC24F оправдан в тех случаях, когда необходимо обеспечить среднюю производительность системы при относительно невысокой стоимости конечного продукта. Для приложений, требующих более высокой производительности (выше, чем 16 MIPS), можно использовать более дорогие микроконтроллеры семейства PIC24H.

Микроконтроллеры PIC24F обладают следующими характеристиками:

- высокая производительность (до 16 MIPS);
- векторная система прерываний с 16 уровнями приоритетов;

- наличие 16 рабочих регистров;
- возможность выполнения 16-битных математических операций;
- возможность выполнения операций умножения с разрядностью 17 x 17 бит за один машинный цикл;
- возможность выполнения сдвига на произвольное количество бит (до 16) за один машинный цикл;
- аппаратно-программная архитектура, оптимизированная для разработки программ на языке Си;
- мощная система команд, которая включает инструкцию повторения repeat для циклического выполнения команд, что особенно полезно при использовании команд перес NXP и APM.

В июне 1999 года, в результате поглощения компанией Philips Electronics компании VLSI Technology, началось сотрудничество NXP и APM. В 2003 году NXP выпустила на рынок первые стандартные APM-микроконтроллеры семейства LPC2000. В этом семействе используется высокопроизводительное ядро ARM7TDMI-S с тактовой частотой 60 МГц. Это были первые МК ARM7, изготовленные по технологии 0,18 мкм. Выпускались они в небольшом 48-выводном корпусе. В 2004 году была анонсирована серия LPC213x с единым питанием 3,3 В и с объемом встроенной флеш-памяти до 512 Кбайт. В 2004 году МК серии LPC213x дополнилась устройствами ввода-вывода с частотой переключения до 15 МГц и контроллером USB 2.0. В 2006 году NXP выпустила МК LPC288x с флеш-памятью 1 Мбайт и встроенным контроллером High-speed USB. В 2007 году запущено в производство новейшее семейство микроконтроллеров LPC23xx/24xx. Эти МК, изготовленные по технологии 0,14 мкм, объединяют в себе несколько высокоскоростных интерфейсов. Конфигурация шины АНВ и эффективная реализация DMA позволяют работать одновременно по протоколам Ethernet 10/100, Full-speed USB Host/Device, CAN и LCD, не снижая общей производительности системы.

ARM7-микроконтроллеры NXP

Семейство LPC2000 подразделяется на три основных группы, каждая из которых имеет определенные технические особенности. Микроконтроллеры первой группы (табл.1) – это мощные (60–75 МГц), производительные (128-битный доступ к флеш-памяти и модуль МАМ – Memory Acceleration Module – позволяют выполнять программы из встроенной флеш-памяти, не замедляя скорость ядра), оснащенные необходимыми периферийными устройствами (2 UART, I2C, SPI, ШИМ, АЦП, часы реального времени) микроконтроллеры. За последний год практически все модели этой группы были обновлены до версии "01", в которой исправлено большинство ошибок и добавлены новые возможности: быстрые порты ввода-вывода, отдельные регистры для каждого канала АЦП и т.д. Благодаря богатому набору периферийных модулей, интерфейсу внешней памяти, большому объему внутреннего СОЗУ и флэш-памяти микроконтроллеры серии LPC2000 могут применяться во многих областях. В здравоохранении – в различных малогабаритных и стационарных устройствах по сбору и обработке данных с различных датчиков медицинского назначения; в промышленности – в системах управления силовыми двигателями и установками (электропривод), системах сбора данных в промышленных сетях; конверторах распространенных интерфейсов с высокой пропускной способностью: Ethernet-RS-232/CAN, USB-CAN, USB-I2C, USB-UART и т.д. На базе микроконтроллеров LPC2377/78 можно строить как переносные устройства с батарейным питанием и высокими требованиями к энергопотреблению, так и стационарные высокопроизводительные модули или самостоятельные устройства, применяемые в промышленности, медицине и бытовой технике.

Таким образом, исходя из жестких требований к уменьшению стоимости, потребляемой мощности и габаритам, новым функциональным возможностям для реализации аппаратной части электрокардиографа наилучшим будет микроконтроллер MSP430F5528 фирмы Texas Instrument, обладающий необходимым быстродействием и дополнительными возможностями. Одним из главных преимуществ данного микроконтроллера является режим

пониженного электропотребления, что наиболее актуально для портативного устройства.

Данная работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», соглашение № 14.576.21.0083

Список использованной литературы:

1. Посаженников Л. Г. Компьютерная система автоматизации научных исследований в медицине (на примере электрокардиографии высокого разрешения). URL: <http://www.cnit.msu.ru/ito/971/leo.htm>.
2. Бродин В.Б., Шагурин И. И. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс. – М.: Издательство ЭКОМ, 1999. – 400 с.
3. Интегральные микросхемы: Микросхемы для аналого-цифрового преобразования и средств мультимедиа. Выпуск 1-- М.: Додэка, 1996. - 384 с.
4. Svirin I., Epishina E., Voronin V., Semenishev E., Solodova E., Nabilskaya N. Assessment of heart rate variability based on mobile device for planning physical activity / I. S. Svirin [et al.] // Proc. SPIE 9497, Mobile Multimedia / Image Processing, Security, and Applications, may 21, 2015. – 2015.
5. Мартынова В.Ю., Свирина И. С., Солодова Е.Н. Методы анализа variability сердечного ритма// Научно-практическая конференция «Eurasian Union of Scientists» №8.