

Роман Иванов (г. Санкт-Петербург)

ПРЫЖОК ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ: МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ STM32F2



Значительно возросшая производительность, работа без задержек на максимальной частоте благодаря новому ART-акселератору, увеличение скорости работы периферии и появление интерфейсов LCD и DCMI, применение в системах мультимедиа и передачи информации – все это новые микроконтроллеры STM32F2 от STMicroelectronics.

Компания STMicroelectronics (ST) является одним из лидеров рынка полупроводниковых компонентов. В 2007 году ST анонсировала выпуск нового семейства 32-разрядных микроконтроллеров STM32. Семейство было разработано с учетом требований, предъявляемых к встраиваемым приложениям: малое энергопотребление, высокая производительность и низкая цена. В основе новых микроконтроллеров лежит продукт сотрудничества компаний STMicroelectronics и ARM – процессорное ядро ARM Cortex-M3. За прошедшие годы микроконтроллеры STM32 успели завоевать большую популярность у разработчиков и стали лидерами рынка.

В настоящий момент компания STMicroelectronics готовит к выпуску новую линейку микроконтроллеров STM32F2xx, являющуюся продолжением популярной линейки микроконтроллеров STM32 на ядре ARM Cortex-M3. Образцы доступны с первого квартала 2011 года.

STM32F2xx

Новая линейка микроконтроллеров STM32F2xx производится по 90 нм технологии с использованием инновационного решения от ST – ускорителя памяти (ART Accelerator™), позволяющего работать с памятью без задержек на максимальных частотах. Производительность на тактовой частоте 120 МГц равна 150 DMIPS – это максимальное значение на сегодняшний день для ядра ARM Cortex-M3. Серия STM32F2xx характеризуется очень низким динамическим энергопотреблением, составляющим 188 мкА на 1 МГц, что эквивалентно 22,5 мА на 120 МГц. Обобщенная структура микроконтроллеров STM32F2xx представлена на рисунке 1.

Основные характеристики семейства:

- ARM 32-bit Cortex™-M3 CPU;
- Частота тактирования 120 МГц, 150 DMIPS/1,25 DMIPS/МГц (Dhrystone 2.1);
- Новая высокопроизводительная АНВ-матрица шин;
- До 1 Мбайта Flash-памяти;
- До 128 + 4 кбайт SRAM-памяти;
- Напряжение питания 1,8...3,6 В (POR, PDR, PVD и BOR);
- Внутренние RC-генераторы на 16 МГц и 32 кГц (для RTC);

- Внешний источник тактирования 4...26 МГц и для RTC – 32,768 кГц;
- Модули отладки SWD/JTAG, модуль ETM;
- Три 12-бит АЦП по 24 канала (скорость до 6 мегасэмплов, температурный датчик);
- Два 12-битных ЦАП;
- DMA-контроллер на 16 каналов с поддержкой пакетной передачи;
- 17 таймеров (16 и 32 разряда);
- Два сторожевых таймера (WDG и IWDG);
- Коммуникационные интерфейсы: I²C, USART (ISO 7816, LIN, IrDA), SPI, PS;
- CAN (2,0 V Active);
- USB 2.0 FS/HS OTG;
- 10/100 Ethernet MAC (IEEE 1588v2, MII/RMII);
- Контроллер SDIO (карты SD, SDIO, CE-ATA);

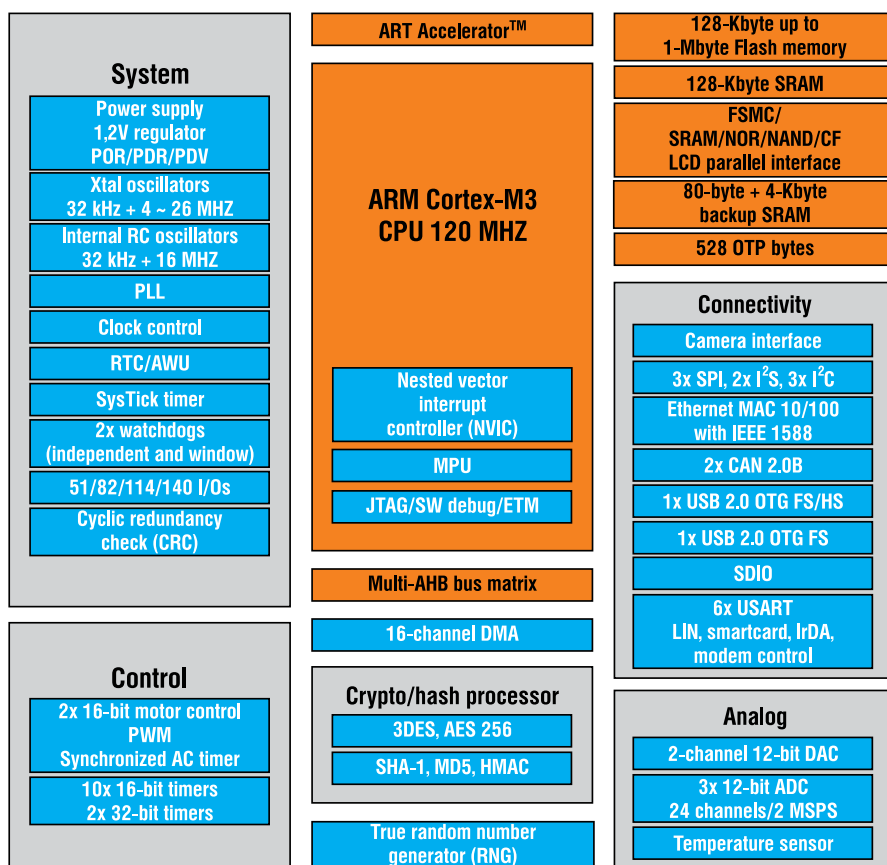


Рис. 1. Обобщенная структура микроконтроллеров STM32F2xx

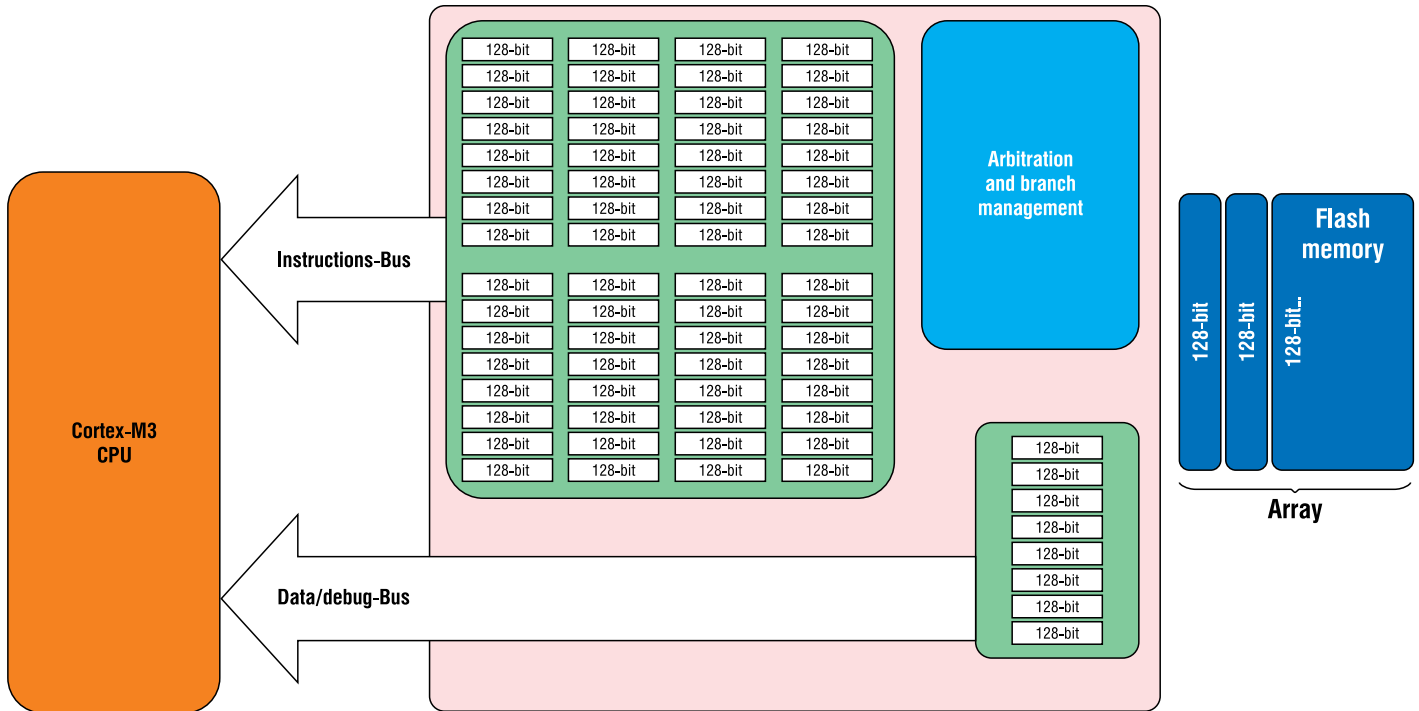


Рис. 2. Структура ART-акселератора

- Интерфейс цифровой камеры (8/10/12/14-битные режимы);
- FSMC-контроллер (Compact Flash, SRAM, PSRAM, NOR, NAND и LCD 8080/6800);
- Аппаратный генератор случайных чисел;
- Аппаратное вычисление CRC, 96-битный уникальный ID;
- Модуль шифрования AES 128, 192, 256, Triple DES, HASH (MD5, SHA-1);
- Расширенный температурный диапазон -40...105°C.

Остановимся подробнее на особенностях нового микроконтроллера.

Ядро

Как уже отмечалось, новые микроконтроллеры STM32F2xx созданы на основе зарекомендовавшего себя ядра ARM Cortex-M3. Максимальная тактовая частота по сравнению с предшественниками (серия STM32F1xx) увеличилась с 72 до 120 МГц.

Обычно быстродействие процессоров превышает быстродействие Flash-памяти, которая вынуждает ожидать процессор, работающий на высокой частоте. Новый ART-акселератор памяти (*Adaptive Real Time Memory*) позволяет в полной мере использовать высокое быстродействие ядра ARM Cortex-M3 — процессор может работать с Flash-памятью без циклов ожидания на собственной частоте, что значительно повышает быстродействие всей системы в целом.

Чтобы обеспечить высокую производительность процессора, ART-акселератор использует кэш очереди

предварительных выборок команд и переходов, позволяя выполнять записанные в 128-битной Flash-памяти программы с нулевым временем ожидания на частотах до 120 МГц (рисунок 2).

АНВ-матрица шин

Увеличение тактовой частоты ядра не могло обойтись без увеличения производительности АНВ-матрицы шин (частота работы выросла до 120 МГц). Новая 32-битная матрица шин связывает все ведущие устройства (Master — CPU, DMA, Ethernet, USBHS) и ведомые устройства (Slave — Flash, RAM, FSMC, АНВ и APB-периферия). Также матрица шин обеспечивает стабильную и эффективную работу в случае нескольких высокоскоростных устройств, работающих параллельно (рисунок 3).

Память

Вторым важным достоинством встроенной Flash-памяти, помимо быстродействия, является ее объем, который достигает 1 Мбайт. В настоящий момент это — максимальное значение среди микроконтроллеров на ядре ARM Cortex-M3. Объем SRAM-памяти достигает 128 кбайт. Также отметим, что по сравнению с предыдущим семейством область резервной памяти SRAM, контекст которой сохраняется (если это разрешено пользователем) при пропадании основного питания и автоматического переключения на батарейное питание, увеличилась до 4 кбайт и теперь защищена ключом защиты от несанкционированного чтения. Также имеется возможность подключения внешней па-

мяти через встроенный контроллер памяти FSMC.

Для защиты памяти от нежелательных изменений служит встроенный блок защиты памяти MPU (*Memory Protection Unit*), использование которого (например, в операционных системах реального времени) позволяет значительно повысить надежность приложений за счет защиты критичной информации, используемой операционной системой, от изменений. MPU может работать с восемью защищаемыми областями, которые могут быть поделены еще на восемь подобластей.

Питание, сброс и тактирование

Для питания микроконтроллера требуется источник питания с напряжением 1,8...3,6 В. Для питания ядра используется встроенный преобразователь напряжения. Подача питания на аналоговую часть осуществляется через отдельные выводы, специально выделенные для этой цели. Когда отсутствует постоянное питание, возможно использование батарейного, подаваемого через специальный вывод. Также в BGA-корпусах производитель предусмотрел отдельные 1,2 В выводы для питания ядра микроконтроллера с внешним более эффективным регулятором напряжения.

Микроконтроллер имеет встроенные схемы сброса при включении питания POR (*Power-on Reset*) и сброса при падении напряжения питания PDR (*Power-down Reset*), которые гарантируют стабильную работу контроллера при включении и выключении. Кроме того, возможен сброс по определенно-

му уровню напряжения питания BOR (*Brownout Reset*).

Для отслеживания напряжения питания без сброса микроконтроллера служит программируемый детектор напряжения PVD (*Programmable Voltage Detector*), который генерирует прерывание при прохождении напряжением питания определенной границы.

Для разработки приложений, требующих низкого энергопотребления, микроконтроллеры имеют три специальных режима работы.

Режим «Sleep». Процессор останавливает свою работу, а вся периферия продолжает работать и пробуждает процессор по наступлению определенного события. Потребление падает до единиц мА.

Режим «Stop». Потребление падает до десятков мкА. Все тактирование в зоне питания 1,2 В останавливается, PLL отключается. Состояния SRAM и регистров при этом сохраняются. Для выхода из режима необходимо прерывание от модуля EXTI.

Режим «Standby». Обеспечивает самое низкое потребление. Внутреннее питание 1,2 В отключается. Состояния SRAM и регистров не сохраняются. Для выхода из режима необходимо прерывание от часов реального времени, общий сброс или возрастающий фронт на ножке WKUP.

Микроконтроллер содержит улучшенный по сравнению с предыдущей серией встроенный откалиброванный при изготовлении RC-генератор (точность $\pm 1\%$), работающий на частоте 16 МГц. Его вполне можно использовать в приложениях, не требующих высокой точности и стабильности частоты. В качестве внешнего источника можно использовать кварцевый резонатор (или генератор) с частотой 4...26 МГц.

Для тактирования часов реального времени необходимо подключить внешний кварцевый генератор на частоту 32,768 кГц (можно также использовать внутренний низкочастотный осциллятор, но точностные характеристики при этом будут ниже).

Аналоговая периферия (АЦП и ЦАП)

Микроконтроллер содержит три аналого-цифровых преобразователя (АЦП) и два одноканальных цифро-аналоговых преобразователя (ЦАП). АЦП обладает разрешающей способностью 12 бит и скоростью преобразования два мегасемпла в одиночном режиме и шесть мегасемплов — в тройном режиме. Максимальное количество входных аналоговых каналов — 24. С помощью встроенного мультиплексора осуществляется коммутация аналоговых каналов и АЦП. Удобная система настроек АЦП позволяет производить однократные и циклические измере-

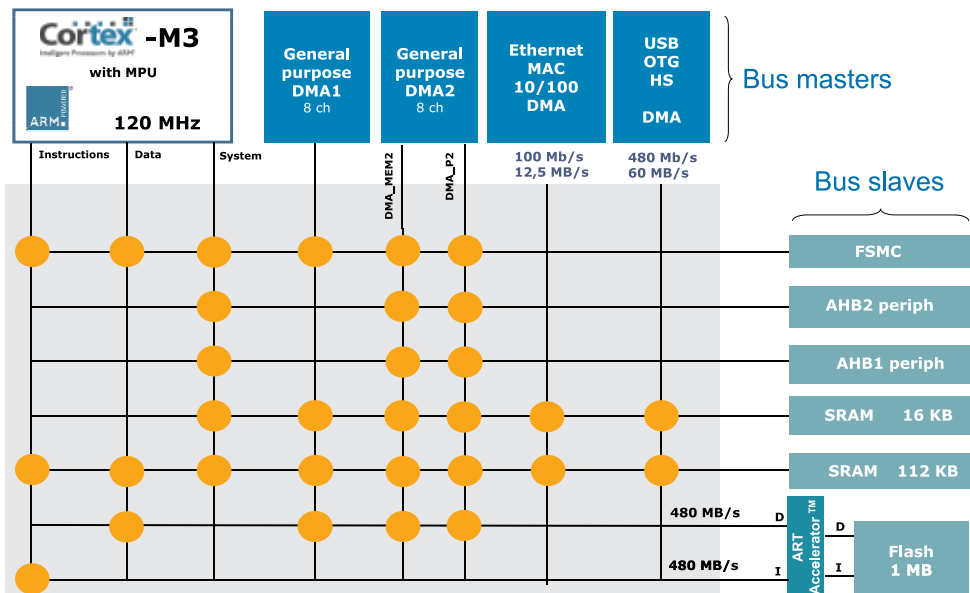


Рис. 3. Структура АНВ-матрицы шин

ния, задавая любой порядок следования аналоговых каналов. Также за АЦП сохранились различные варианты гибкой настройки как в одиночном, так и в обобщенных режимах. Преобразование на полных скоростях возможно при напряжении питания 2,4...3,6 В, а на более медленных скоростях — теперь возможно при снижении напряжения питания до 1,65 В.

Если есть необходимость контроля внутренней температуры микроконтроллера, можно использовать встроенный температурный датчик. На его выходе формируется напряжение в зависимости от окружающей температуры. Выход датчика через мультиплексор подключается к АЦП1. Используя температурный датчик, можно измерять температуру от -40 до 125°C с точностью $\pm 1,5^\circ\text{C}$.

ЦАП обладает разрешающей способностью 12 бит, преобразование возможно в 8/12-битовом формате с выравниванием этого результата по левому или правому краям. Также ЦАП имеет возможность автоматической генерации шумового сигнала с меняющейся амплитудой и треугольного сигнала.

DMA

Контроллер прямого доступа к памяти DMA (*Direct Memory Access*) состоит из двух модулей — DMA1 и DMA2 — и содержит 16 каналов. Каналы поделены на две группы: восемь каналов для модуля DMA1 и восемь — для модуля DMA2. Контроллер DMA осуществляет автономную передачу данных из памяти в память, из периферийного устройства в память, из памяти в периферийное устройство и из периферийного устройства в периферийное устройство. При передаче больших объемов данных модуль может последовательно передавать

данные в кольцевой буфер. DMA работает со всей наиболее важной периферией: SPI, I²S, I²C, USART, SDIO, DCMI, USB, Ethernet, ADC и DAC.

Таймеры

Микроконтроллеры новой линейки могут содержать до 17 таймеров: два 16-битных расширенных таймера для применения в широтно-импульсных модуляторах, два 32-битных таймера общего назначения, восемь 16-битных таймеров общего назначения и два 16-битных основных таймера, два сторожевых таймера (независимый и оконного типа), 24-битный системный таймер.

Отладка

Для подключения микроконтроллера к отладочным средствам используется двухпроводный SWD- (*Serial Wire Debug*) или четырехпроводный JTAG-интерфейс. Выходы SWD-интерфейса мультиплексированы с выходами JTAG. После включения питания или сброса в качестве отладочного порта инициализируется JTAG-интерфейс. Для перехода к использованию SWD достаточно послать определенный код на две ножки JTAG, с которыми он мультиплексирован. При необходимости можно программно переконфигурировать выводы отладочного порта в выводы общего назначения.

Интегрированная макроячейка трассировки (*Embedded Trace Macrocell™*) также расширяет функции отладки и позволяет наблюдать за потоком инструкций и данных внутри ядра CPU в реальном времени. Данные выводятся через ножки ETM на внешний TDA-анализатор. Анализатор подключается к компьютеру через USB, Ethernet или любой другой высокоскоростной канал.

Порты ввода-вывода общего назначения

Микроконтроллер оснащен большим количеством портов ввода-вывода общего назначения GPIO и может иметь до 140 двунаправленных выводов с возможностью генерации прерывания. Максимальная скорость переключения 100 МГц. Каждый порт может быть программно сконфигурирован как выход, вход или настроен на альтернативную функцию. Возможно использование внутренних подтягивающих резисторов к напряжению питания или нулю.

Коммуникационные интерфейсы

I²C-интерфейс (Inter-Integrated Circuit). Микроконтроллер содержит три модуля I²C. Каждый модуль может работать в режиме «Master» (с поддержкой режима «Multimaster») или «Slave». I²C-интерфейс поддерживает стандартные частоты передачи данных до 100 кГц и быструю передачу данных на частотах до 400 кГц. Возможна семи- и 10-битная адресация. В дополнение к стандартному набору I²C у микроконтроллера есть аппаратный блок проверки пакетных ошибок PEC (Packet Error Checking).

USART-интерфейс (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter). STM32F2xx содержит четыре модуля USART и два модуля UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter). Модули USART1 и USART6 могут работать на скоро-

стях до 7,5 Мбит/с. Остальные — до 3,75 Мбит/с. Возможна работа с LIN-, IrDA-устройствами, а также с модемами и смарт-картами. К нестандартным возможностям USART-модуля можно отнести возможность его работы с SPI-устройствами. В этом режиме модуль USART работает как ведущее SPI-устройство.

SPI-интерфейс (Serial Peripheral Interface). Микроконтроллер содержит три модуля SPI. Каждый модуль может работать в режиме «Master» или «Slave» и поддерживать дуплексную и симплексную передачу данных. Модуль SPI1 может работать на скоростях до 30 Мбит/с. Остальные — до 15 Мбит/с. Для каждого SPI можно задать полярность и фазу тактового сигнала. Данные могут передаваться 8/16-битными словами. В дополнение к стандартному набору функций SPI-модуля у микроконтроллера есть два аппаратных блока вычисления циклически избыточного кода CRC (один — для передачи, второй — для приема). Эта функция очень важна для подключения карт памяти SD/MMC.

I²S-интерфейс (Inter-Integrated Sound). STM32F2xx содержит два модуля I²S. Оба модуля мультиплексированы с SPI-интерфейсом. Каждый I²S-модуль может работать в режиме «Master» или «Slave» и поддерживает операции с 16/32-битным разрешением.

CAN-интерфейс (Controller Area Network). STM32F2xx содержит два контроллера CAN. Контроллер CAN

поддерживает стандарты 2.0A и 2.0B, активную и пассивную передачу данных на скоростях до 1 Мбит/с.

SDIO-интерфейс (Secure Digital Input/Output). SDIO позволяет микроконтроллеру обмениваться информацией с SD/SDIO/MMC-картами памяти и CE-ATA-устройствами (подробные спецификации можно найти на сайтах: www.mmca.org, www.sdcard.org, www.sdcard.org и www.ce-ata.org). STM32F2xx поддерживает спецификации: MultiMediaCard System спецификация версии 4.2, SDIO Card спецификация версии 2.0, SD Memory Card спецификация версии 2.0, CE-ATA протокол версии 1.1.

USB-интерфейс (Universal Serial Bus). STM32F2xx содержит два модуля USB. Первый — USB OTG full-speed. Поддерживает режимы «Device», «Host» и «OTG». Физический уровень выполнен на кристалле.

Второй — USB OTG high-speed. Поддерживает режимы «Device», «Host» и «OTG» на скоростях 12 и 480 Мбит/с. Физический уровень для скорости 12 Мбит/с выполнен на кристалле. Для реализации скорости в 480 Мбит/с необходим внешний высокоскоростной трансивер, подключаемый через ULPI.

Ethernet-интерфейс. Модуль Ethernet представлен не во всех микроконтроллерах линейки STM32F2xx, а только в сериях **STM32F207xx** и **STM32F217xx**. Ethernet-модуль соответствует стандарту IEEE802.3 и обе-

Таблица 1. Режимы пониженного энергопотребления STM8L

Наименование	Корпус	Объем Flash-памяти, кбайт	Объем SRAM-памяти, кбайт	АЦП	Поддерживаемые интерфейсы
STM32F205RB	LQFP 64	256	64	16x12-битных	3xSPI; 2xI ² S; 2xI ² C; 4xUSART; 2xUART; 1xUSB OTG FS/HS; 2xCAN; SDIO
STM32F205RC	LQFP 64	256	96	16x12-битных	
STM32F205RG	LQFP 64; WLCSP 64+2	1024	128	16-x12-битных	
STM32F205VB	LQFP 100	128	64	16x12-битных	
STM32F205VC	LQFP 100	256	96	16x12-битных	
STM32F205ZC	LQFP 144	256	128	24x12-битных	3xSPI; 2xI ² S; 2xI ² C; 4xUSART; 2xUART; 2xUSB OTG FS/HS; 2xCAN; Ethernet MAC10/100; SDIO
STM32F207IG	LQFP 176; UFBGA 176+25	1024	128	24x12-битных	
STM32F207VC	LQFP 100	256	128	16x12-битных	
STM32F207VG	LQFP 100	1024	128	16x12-битных	
STM32F207ZC	LQFP 144	256	128	24x12-битных	
STM32F207ZG	LQFP 144	1024	128	24x12-битных	3xSPI; 2xI ² S; 2xI ² C; 4xUSART; 2xUART; 1xUSB OTG FS/HS; 2xCAN; SDIO
STM32F215RE	LQFP 64	512	128	16x12-битных	
STM32F215RG	LQFP 64	1024	128	16x12-битных	
STM32F215VE	LQFP 100	512	128	16x12-битных	
STM32F215VG	LQFP 100	1024	128	16x12-битных	
STM32F215ZE	LQFP 144	512	128	24x12-битных	3xSPI; 2xI ² S; 2xI ² C; 4xUSART; 2xUART; 2xUSB OTG FS/HS; 2xCAN; Ethernet MAC10/100; SDIO
STM32F215ZG	LQFP 144	1024	128	24x12-битных	
STM32F217IG	LQFP 176; UFBGA 176+25	1024	128	24x12-битных	
STM32F217VE	LQFP 100	512	128	16x12-битных	
STM32F217VG	LQFP 100	1024	128	16x12-битных	
STM32F217ZE	LQFP 144	512	128	24x12-битных	Ethernet MAC10/100; SDIO
STM32F217ZG	LQFP 144	1024	128	24x12-bit	

Таблица 2. Основные характеристики микроконтроллеров различных производителей на ядре ARM Cortex-M3

Производитель	Рабочая частота, МГц	Объем Flash-памяти, кбайт	Объем SRAM-памяти, кбайт	Поддерживаемые интерфейсы
ST	120	1024	128	3xSPI; 2xI ² S; 2xI ² C; 4xUSART; 2xUART; 2xUSB OTG FS/HS; 2xCAN; Ethernet MAC10/100; SDIO
NXP	120	512	64	1xSPI; 1xI ² S; 2xI ² C; 4xUART; 1xUSB OTG FS; 2xCAN; Ethernet MAC10/100
Atmel	96	256	52	1xSPI; 1xI ² S; 2xI ² C; 4xUSART; 1xUART; 1xUSB FS/HS
TI	80	256	96	2xSPI; 1xI ² S; 3xI ² C; 3xUART; 1xUSB OTG FS; 3xCAN; Ethernet MAC10/100

спечивает передачу данных на скоростях 10 и 100 Мбит/с. Для реализации протоколов реального времени есть поддержка на аппаратном уровне протокола IEEE1588. Для подключения к физической линии необходимо использовать трансивер физического уровня (PHY). PHY подключается через порт MII (17 сигналов) или RMI (9 сигналов).

DCMI-интерфейс (Digital Camera Interface). DCMI является новинкой в серии микроконтроллеров STM32. Он представлен только в сериях STM32F207xx и STM32F217xx. DCMI позволяет соединить микроконтроллер с камерами и CMOS-сенсорами через параллельный интерфейс (8/10/12/14-битный).

FSMC-контроллер (Flexible Static Memory Controller). FSMC предоставляет возможность подключения к микроконтроллеру графических LCD-дисплеев и статической памяти. Поддерживаются следующие типы памяти: PC Card/Compact Flash, SRAM, PSRAM, NOR Flash и NAND Flash. Максимальная частота работы с памятью 60 МГц. FSMC также позволяет выполнять код из внешней памяти. Для более эффективной работы процессора контроллер памяти содержит FIFO-буфер на запись и позволяет использовать DMA-контроллер. Параллельный LCD-интерфейс поддерживает два режима с LCD графическими контроллерами: Intel 8080 и Motorola 6800.

Модуль шифрования

Модуль шифрования (cryptographic accelerator) представлен только в сериях STM32F215xx и STM32F217xx. Он позволяет аппаратно реализовывать различные алгоритмы шифрования, необходимые для обеспечения защиты информации.

Реализованы следующие алгоритмы шифрования:

- DES (Data Encryption Standard) – симметричный шифр;
- Triple DES (TDES) – симметричный блочный шифр;

- AES256 (Advanced Encryption Standard) – симметричный блочный шифр.

Поддержка хеширования:

- SHA-1 (Secure Hash Algorithm – 1) – алгоритм криптографического хеширования;
- MD5 (Message Digest 5) – 128-битный алгоритм хеширования.

Линейка STM32F2xx

В настоящий момент производитель анонсировал выход 25 новых микроконтроллеров в линейке STM32F2xx. Все линейка поделена на четыре семейства: STM32F205xx, STM32F207xx, STM32F215xx и STM32F217xx. Подробно ознакомиться с особенностями каждого из микроконтроллеров можно на сайте производителя по адресу: <http://www.st.com/internet/mcu/subclass/1169.jsp>. Общая информация по микроконтроллерам STM32F2xx представлена в таблице 1.

STM32F2xx на рынке решений ARM Cortex-M3

Микроконтроллеры STM32F2xx компании STMicroelectronics имеют на рынке немало конкурентов. В таблице 2 представлены основные характеристики микроконтроллеров на ядре ARM Cortex-M3 разных производителей. Как видно из таблицы, в настоящий момент STM32F2xx является лидером среди своих «одноклассников». Единственными конкурентами микроконтроллеров ST по производительности являются контроллеры компании NXP. Но микроконтроллеры NXP значительно проигрывают по объемам встроенной Flash- и SRAM-памяти, а при создании серьезных проектов большой объем памяти является весьма важным аргументом. По уровню насыщенности всевозможными интерфейсами STM32F2xx вообще не имеет конкурентов.

Заключение

Новая линейка микроконтроллеров STM32F2xx компании STMicroelectronics интегрировала все

лучшее от своих предшественников – серии STM32F1xx. Главное преимущество новой серии – значительно возросшая производительность: скорость работы ядра у STM32F2xx выросла с 72 до 120 МГц, и был применен принципиально новый ускоритель памяти (ART Accelerator™), позволяющий работать без задержек на максимальной частоте. Увеличилась производительность АНВ-матрицы шин. С ростом производительности ядра увеличилась и скорость работы периферии. Также стоит отметить и увеличение общего числа доступной периферии. У новых микроконтроллеров появились ранее недоступные интерфейсы: USB 2.0 high-speed, DCMI, модуль шифрования, дополнительные 32-разрядные таймеры и генератор случайных чисел (RGN).

Новые возможности STM32F2xx дают разработчикам возможность применять эти микроконтроллеры в самых различных областях.

Возросшая производительность и новые интерфейсы LCD и DCMI позволят строить мультимедийные системы, в которых необходимо реализовать функции обработки аудио и видео, кодирования данных, цифровую фильтрацию.

Появившийся модуль шифрования открывает микроконтроллерам STM32F2xx доступ к использованию в защищенных системах передачи информации.


Высокая производительность позволит в полной мере использовать DSP-библиотеку. Это программное обеспечение позволяет использовать возможности ядра по цифровой обработке сигнала. В библиотеку включено множество полезных функций: ПИД-регулятор, преобразование Фурье и цифровые фильтры. Использование DSP-библиотеки позволит отказаться от использования более дорогих микроконтроллеров или дополнительных DSP-устройств.

Возросшее быстродействие АЦП позволит увеличить скорость обработки аналоговых сигналов, что особенно важно в аппаратуре защиты (например – в релейной защите).

Выпуском в свет новых микроконтроллеров STM32F2xx компания STMicroelectronics значительно обновила свою линейку 32-битных микроконтроллеров на ядре ARM Cortex-M3. Новые МК несомненно должны занять лидирующее положение в своем сегменте рынка. В ближайшее время ожидается выход МК на основе ядер Cortex-M4 и Cortex-M0.

Ядро Cortex-M4 будет совместимо с Cortex-M3 и дополнено командами

обработки сигналов (DSP) и вычислениями с плавающей запятой (FPU). На ядре Cortex-M0 будут выпускаться недорогие контроллеры с невысокой производительностью. Все новые микроконтроллеры на базе Cortex-M4 и M0 будут программно и по выводам совместимы с существующими микроконтроллерами STM32F1xx и STM32F2xx на ядре Cortex-M3. Сохранение отладочных средств и программного обеспечения позволит ис-

пользовать новые микроконтроллеры с уже имеющимися программным кодом и аппаратными средствами. 

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

PLUG&PLAY

STM32F2 – новый эталон качества 32-разрядных микроконтроллеров

Семейство 32-разрядных микроконтроллеров STM32 компании STMicroelectronics после появления сразу обратило на себя внимание отечественных разработчиков. Оно отличается сбалансированностью характеристик ядра и набора периферийных блоков. Микроконтроллеры **STM32F1** в настоящее время имеют процессор с максимальной частотой 72 МГц, Flash-память до 1 МБ, RAM до 96 кБ и большой набор интерфейсов, включая Ethernet, USB-OTG, CAN. Значительным преимуществом является наличие 12-разрядных АЦП и ЦАП.

За прошедшее время микроконтроллеры STM32 проявили себя как удобные для проектирования, надежно работающие электронные компоненты. Их программирование поддержано обширными библиотеками Standard Peripheral Library, которые позволяют использовать отлаженные функции ввода-вывода.

Первая генерация семейства STM32 установила эталон качества среди 32-разрядных микроконтроллеров, а невысокая цена позволила рекомендовать это семейство разработчикам для пере-

хода с 8- и 16-разрядных архитектур на 32-разрядные.

Оценив перспективность семейства STM32, компания **Терраэлектроника** разработала на основе этих микроконтроллеров многоцелевые модули **TE-STM32F103** и **TE-STM32F107**.

TE-STM32F103 (рис. 1) основан на микроконтроллере линейки Performance Line и позиционируется как универсальный бюджетный модуль, который может, в том числе, служить учебно-демонстрационным средством для освоения 32-разрядных микроконтроллеров.

Модуль TE-STM32F107 (рис. 2) реализован на микроконтроллере линейки Connectivity Line, в котором flash-память уменьшена, зато в набор интерфейсов входят порты Ethernet, USB OTG, два порта CAN. TE-STM32F107 позиционируется как универсальный модуль с расширенным набором коммуникационных интерфейсов.

Микроконтроллеры второй генерации семейства, **STM32F2**, разработаны на основе технологии 90 нм. Это позволило увеличить максимальную тактовую частоту до 120 МГц, объединить в старших моделях все периферийные блоки, которые ранее были отработаны в микроконтроллерах разных линий первой

генерации. Важным успехом является согласованная работа процессора и памяти программ без тактов ожидания на всех частотах, вплоть до максимальной. Это достигнуто за счет введения специального блока **ART Accelerator**.

Увеличенная скорость преобразования 12-разрядных АЦП и ЦАП наряду с новым набором DSP-команд позволяют семейству STM32F2 бороться за лидерство в классе сигнальных микроконтроллеров.

Важной функцией 32-разрядных микроконтроллеров является работа с цветными графическими дисплеями. Высокая частота процессора и внутренней матрицы шин, наличие блоков FSMC, SDIO и интерфейса цифровой камеры дают возможность реализовать на микроконтроллерах STM32F2 развитые системы приема, хранения и визуализации графических данных.

Компания **Терраэлектроника** начала работы по инструментальному сопровождению микроконтроллеров STM32F2. Разрабатывается модуль **TE-STM32F217**, который сможет выполнять функции отладочного средства, а также работать в системах автоматизации в виде готового узла. На плате располагаются микроконтроллер, память NAND-flash, слот карты microSD, гальванически изолированные интерфейсы RS-232 и CAN. Гибкая система питания обеспечит работу от внешнего источника + (12...36) В и напряжения +5 В разъемом интерфейса USB OTG. Модуль TE-STM32F217 сможет работать в тандеме с дисплейными модулями TE-ULCD35/56.

Совокупность основных параметров семейства STM32F2 позволяет рекомендовать эти микроконтроллеры к широкому применению в системах научного эксперимента, промышленной автоматике, медицинских и мобильных приборах.

Владимир Бродин,
компания Терраэлектроника

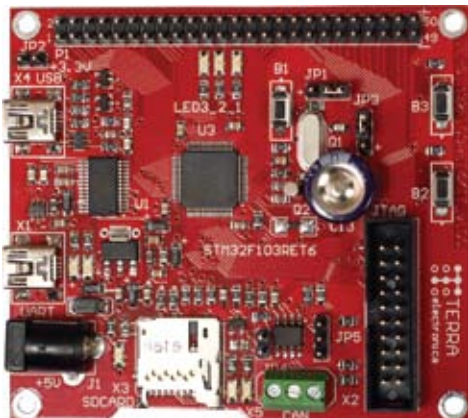


Рис. 1. Многоцелевой модуль TE-STM32F103



Рис. 2. Многоцелевой модуль TE-STM32F107