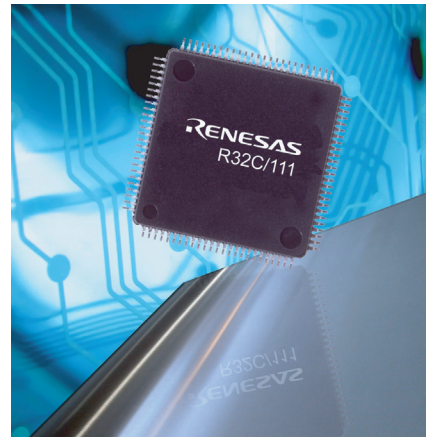


Микроконтроллеры Renesas группы R32C на платформе M16C

Артем Козлов, радиоинженер компании «БИС Электроник»
E-mail: artem_kozlov@bis-el.kiev.ua



Сегодня мы с трудом представляем себе жизнь без микроконтроллеров. Они присутствуют везде и сопровождают нас каждый день при различных обстоятельствах. Во время приготовления завтрака мы используем их в электронных кофеварках, во время поездки на работу мы знаем, что на микроконтроллерах построена работа электроники автомобиля или общественного транспорта, вместе с микроконтроллерными устройствами мы проводим свое свободное время, и т.д. Во всех этих сферах наиболее распространенными являются 16-разрядные микроконтроллеры. Ведущий производитель микроконтроллеров, компания Renesas достигла больших успехов благодаря своей продукции на платформе M16C, которая уже стала неофициальным стандартом в этой сфере. Начав производство новых микроконтроллеров группы R32C на базе платформы M16C, компания Renesas предлагает продукцию повышенной производительности с чистым 32-разрядным ядром.

Фактор стоимости с огромной силой давит сегодня на производителей промышленной и бытовой электроники. Чтобы противодействовать этому фактору, специалисты используют принцип базовой платформы.

На одной базовой платформе можно создать множество различных модификаций — это основной способ сокращения расходов на многократно используемые элементы, которые уже спроектированы один раз и не требуют повторной разработки.

Renesas выполняет это требование с оптимальным набором продукции. Платформа M16C наиболее выгодно отличается тем, что в ней реализована совместимость микроконтроллеров по ядру, программному коду, по типам встроенной периферии и по отладочным средствам. В ней также существует совместимость по выводам корпусов микросхем для более облегченного выбора между

микроконтроллерами одного формата. Таким образом, можно отказаться от разработки новой платы, а просто выбрать другой, более подходящий для данного конкретного случая, микроконтроллер для уже готовой платы.

Все это достаточно легко осуществить, используя платформу M16C Renesas, чья продукция покрывает полный диапазон по встроенной Flash памяти в пределах от 4 Кбайт при 20-выводном корпусе до 1 Мбайт при 144-выводном корпусе.

Как бы то ни было, рынок микроконтроллеров движется не только в направлении более гибких платформ с концепцией простого многократного использования готового кода, но также в направлении развития производительности устройств. Исходя из этого логичным действием компании Renesas является поддержка всех пользователей платформы новым высокопроизводи-

тельным решением без каких-либо неудобств для инженеров и снабженцев.

Ключ к успеху любой платформы — это выбор подходящего ядра с интеграцией, необходимой для конкретного приложения периферии. При этом необходимо достичь оптимальной стоимости всей системы. Новая группа микроконтроллеров R32C на базе 32-разрядного CISC ядра успешно справляется с данными требованиями.

R32C — МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ НА ПЛАТФОРМЕ M16C С ПОВЫШЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Компания Renesas, расширяя номенклатуру микроконтроллеров платформы M16C более мощными изделиями с большим объемом встроенной Flash и RAM, предлагает микроконтроллеры группы R32C (см. рис. 1).

Как известно, современному рынку требуются устройства с интеграцией больших объемов памяти, превышающих стандартные 256 Кбайт Flash. Увеличение потребности в большой on-chip ПЗУ памяти в основном обусловлено необходимостью в расширенных охранных функциях вместе со всеми требуемыми для них резервированиями, так же как и необходимостью вмещать многоязычные текстовые модули для управления MMI дисплеями. Это позволяет производителю выводить свою продукцию на рынки всего мира, используя при этом одно программное обеспечение.

Потребность в большой on-chip ОЗУ обусловлена, в основном, реализацией коммуникационных протоколов, которые используют RAM в качестве стековой памяти.

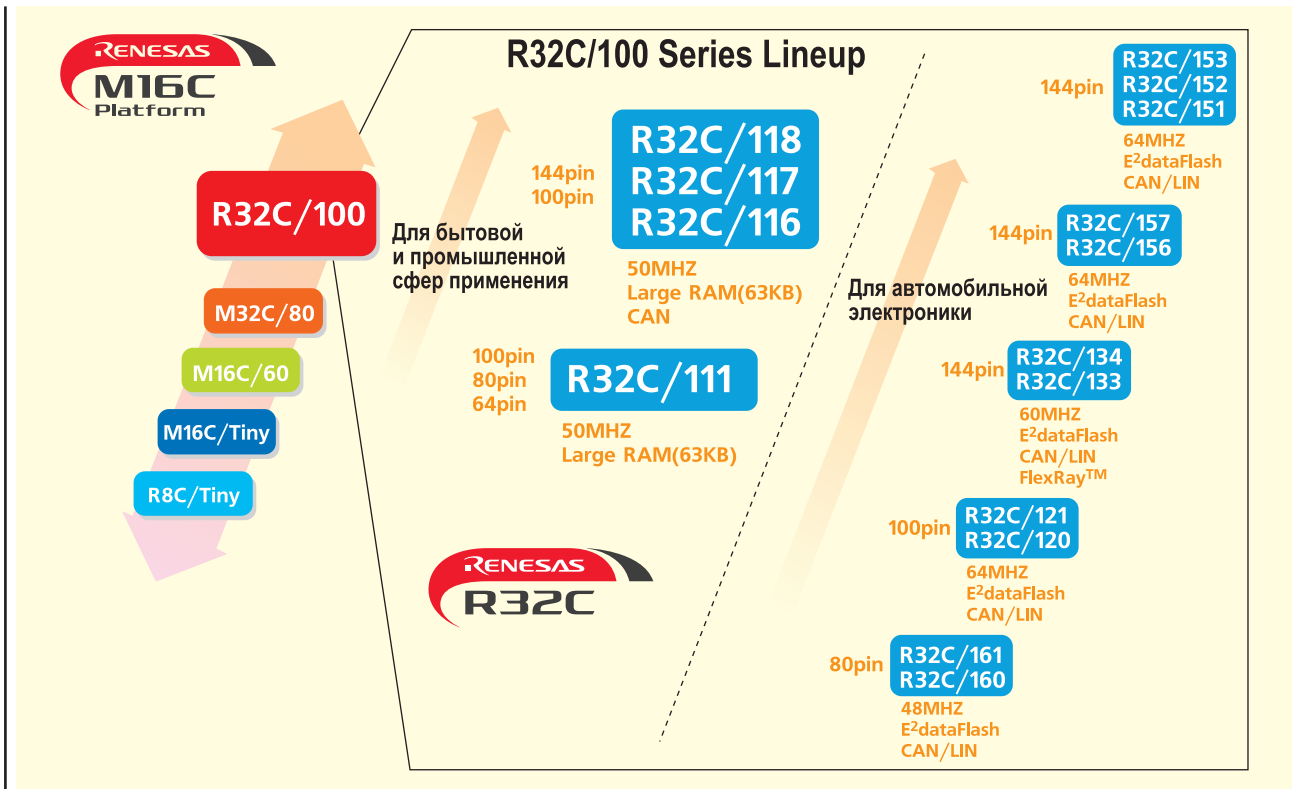


Рисунок 1 Группа микроконтроллеров R32C на базе платформы M16C

В микросхемах серии R32C/111 используется принцип подбора памяти FlatRAM™ (см. рис. 2), который максимально полно справляется с основными требованиями разработчиков. Данный подход обеспечивает постоянство размера встроенной RAM, какого бы размера не была память Flash. Суть FlatRAM™ заключается в том, что коммуникационные стеки, использующие встроенную RAM, можно не сжимать при использовании памяти Flash меньшего размера. Преимущество использования FlatRAM состоит в том, что на этапе разработки инженеры могут использовать микроконтроллеры с большим объемом Flash, а потом для серийного

или массового производства заложить микроконтроллер с более подходящим размером ПЗУ при первичном размере ОЗУ. Для серии R32C/111 доступны два типоразмера ОЗУ — 40 Кбайт и 63 Кбайт. В то же время свободно доступны компоненты с Flash-памятью из ряда 256 Кбайт, 384 Кбайт и 512 Кбайт. Таким образом, возможен хороший выбор микроконтроллеров с комбинацией различных размеров памяти. Стали доступны и необычные сочетания, такие как 256 Кбайт Flash с 63 Кбайт RAM.

Естественно, что для эффективной работы микроконтроллеры с большим объемом Flash и RAM памяти нужда-

ются в более производительном ядре, чем стандартное 16-разрядное. Микроконтроллеры группы R32C оснащены 32-разрядным ядром, которое спроектировано на базе совместимого с ним ядра M16C.

ЯДРО R32C

Фон-неймановская архитектура, лежащая в основе работы 32-разрядного CISC ядра R32C состоит из двух наборов регистров: 16×32-разрядных общих/адресных регистров и 4×32-разрядных базовых Frame/Static регистров. Традиционно регистры данных можно гибко устанавливать согласно требованиям программного кода:

- 4×32 бит регистров;
- 8×16 бит регистров;
- 8×8 бит регистров.

Процессорное ядро R32C оперирует с 108 инструкциями, где основные инструкции выполняются за 1–3 цикла, обеспечивая быструю работу CISC ядра.

Концепция гибкой адресации, реализованная в микроконтроллерах R32C, позволяет достичь определенной свободы при программировании:

- абсолютное/непрямое/непрямое индексированное;

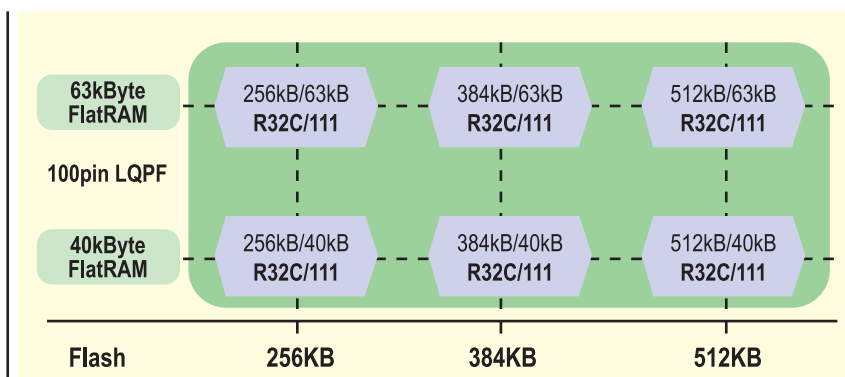


Рисунок 2 Принцип подбора памяти FlatRAM в серии R32C/111

- побитовая адресация;
- память-регистр;
- регистр-регистр;
- память-память.

Ядро R32C содержит набор узлов, позволяющих улучшить общую производительность:

- 32 бит × 32 бит = 64 бит, аппаратный множитель;
- 32 бит × 32 бит + 64 бит = 64 бит, накапливающий сумматор с перемножением (RMPA);
- точный вычислительный блок с плавающей точкой согласно стандарту IEEE-754;
- 32-разрядная многорегистровая схема циклического сдвига;
- 64 разрядный буфер команд.

Группа микроконтроллеров R32C/111 работает с максимальной рабочей частотой 50 МГц и выполняет команды с минимальным временем 20 нс. В целом, благодаря основной концепции R32C с использованием программного кода из встроенной памяти (без задержки), достигается производительность 42 MIPS, что является совсем неплохим результатом для CISC процессора.

R32C позволяет использовать код более эффективно с помощью поддержки специального языка Си. При этом, часто используемые инструкции содержатся в однобайтовом машинном

коде, который позволяет разработать эффективную по использованию памяти программу на языке Си.

Процессор также имеет на борту точный вычислительный блок с плавающей точкой (FPU), соответствующий стандарту IEEE-754. Он требуется на этапе разработки для компиляции кода. Блок FPU может использоваться для выполнения логических команд нескольких типов, таких как суммирование, умножение, деление, вычитание, сравнение, преобразование и округление. Генерирует код, который в 50 раз быстрее, чем код из дополнительной библиотеки программ с плавающей точкой.

Встроенные 32-разрядный умножитель и 32-разрядный улучшенный параллельный сдвигатель для быстрых арифметических вычислений обеспечивают впечатляюще эффективную работу, поэтому микроконтроллеры R32C рекомендованы для использования в приложениях высокой производительности. Кроме того, R32C поддерживающий базовые функции DSP, такие как выполнение суммирования с перемножением (RMAC), обычно используется для выполнения вычислительных функций фильтра.

Другим важным фактором для современных приложений является быстрая реакция на внешние события. Для этих

случаев процессор поддерживает два набора регистров, способных переключаться между банками данных. При этом нет потребности в хранении текущих установок с помощью команд ввода-вывода. Входное прерывание изменяет фактический активный банк данных с помощью установки флага и тогда свежие настройки регистров становятся доступными сразу по прерыванию. Таким образом обеспечивается время отклика до 0.1 мкс.

Чтобы достичь максимальной производительности 32-разрядного ядра, нужно соединить его с 64-разрядной шиной памяти, которая повышает общую эффективность шины и не ограничивает производительность ядра. Внутренняя структура такой шины оптимально разделена на быстродействующую часть, предназначенную для организации доступа к памяти процессора, и медленную часть — для связи с периферией (см. рис. 3).

16-разрядная шина периферии работает с частотой до 32 МГц. Для коррекции временных характеристик и для перехода ширины шины на более быструю 64-разрядную шину CPU служит блок шинного интерфейса (BIU). Вместе с внутренней и периферийной шиной R32C обеспечен внешней шиной 8/16 бит, работающей на частоте до 32 МГц.

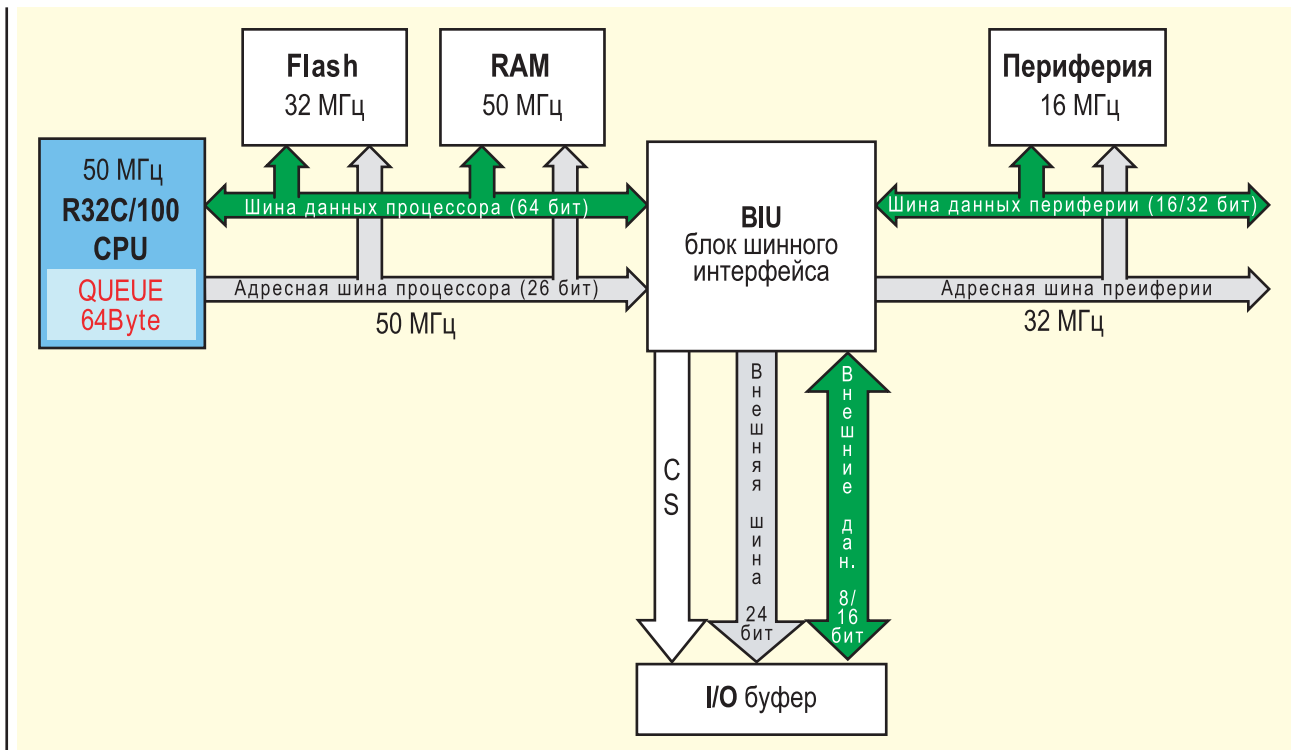


Рисунок 3 Структура шины микроконтроллеров R32C



Рисунок 4 Различные режимы, поддерживающие соответствующее энергопотребление

Доступное адресное пространство в 64 Мбайт может быть разбито на 4 выбранные области, каждая из которых индивидуально выбирается по размерам, что дает максимум гибкости для выполнения требований системы.

МОЩНЫЕ УСТАНОВКИ ПЕРИФЕРИИ R32C

Группа R32C/111 построена на базе платформы M16C и характеризуется типичными особенностями данной платформы, включая высокоэффективный язык Си, хороший EMS, улучшенную ЭМС и низкое энергопотребление.

Базовые функции и расширенная периферия микроконтроллеров R32C соответствуют устройствам из семейства M16C. Они также совместимы по назначению выводов корпуса с сериями M32C/80 и M16C/60 из этой платформы. Это позволяет разработчикам безболезненно усовершенствовать существующую систему, значительно увеличив ее производительность в максимально короткий срок.

В дополнение к разнообразным периферийным функциям (16-разрядный таймер, асинхронный/синхронный интерфейс, 4-канальный DMA контроллер, 10-разрядный АЦП с 34 входными каналами, 8-разрядный ЦАП),

микроконтроллеры группы R32C оснащены программируемым блоком ввода-вывода. Этот блок может программироваться под различные задачи и включает поддержку протокола передачи данных HDLC, работу с ISDN и другими приложениями. Он также может быть использован в качестве 8-канального блока входной подстройки/выходного сравнения и включает дополнительный 2-канальный синхронный или асинхронный последовательный интерфейс, а также опции цифрового фильтра.

Для приложений с повышенными требованиями к безопасности микроконтроллеры R32C имеют стандартный блок CRC (контроль циклическим избыточным кодом) с интегрированным многочленным CRC_CCITT ($X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$), который может использоваться для проверки содержимого памяти во время запуска системы.

R32C также содержит понижающий конвертор, позволяющий микроконтроллеру питаться от источника с напряжением от 3 до 5.5 В. Режим низкого потребления может быть обеспечен во время активной работы, при этом само потребление ограничивается током 28 мА при напряжении 3 В и рабочей частоте 50 МГц.

Энергопотребление в ждущем режиме может быть уменьшено до 8 мкА.

В этом режиме в качестве опорного генератора используется внешний кварц 32 кГц или встроенный генератор. Потребление в стоп-режиме уменьшается до 5 мкА, при этом остаются активными блоки, принимающие и подсчитывающие внешние импульсы, а при достижении определенного числа подсчитанных импульсов микроконтроллер выходит из этого режима. Здесь доступен также сторожевой таймер (WDT), поддерживающий подсчет с помощью встроенного генератора во время сбоя в системе с отсутствием частоты XIN (см. рис. 4).

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ГРУППЫ R32C

Компоненты группы R32C можно выбирать по количеству требуемых CAN интерфейсов. Можно выбрать контроллеры с двумя CAN (R32C/118), одним CAN (R32C/117) или без CAN (R32C/116 и R32C/111) и, таким образом, подобрать наиболее подходящие для реализации сетевых функций в приложениях, которые наблюдают и управляют несколькими системами шин, а также для приложений, не требующих CAN интерфейса.

Микроконтроллеры группы R32C по назначению выводов корпуса совмес-


 1MB		R32C/111		R5F64179DFB		R5F64189DFD	
		R32C/116		R5F64169DFB		R5F64179DFD	
768KB	63KB	R32C/117 (1 ch CAN)		R5F64188DFB		R5F64169DFD	
		R32C/118 (2 ch CAN)		R5F64178DFB		R5F64188DFD	
640KB	48KB			R5F64168DFB		R5F64178DFD	
				R5F64187DFB		R5F64168DFD	
				R5F64177DFB		R5F64187DFD	
512KB	63KB	R5F64112DFN	R5F64112DFP	R5F64167DFB		R5F64177DFD	
	40KB			R5F64176DFB		R5F64167DFD	
				R5F64166DFB		R5F64176DFD	
384KB	63KB			R5F64116DFB			
	40KB			R5F64111DFB			
				R5F64175DFB		R5F64111DFD	
256KB	63KB	R5F64110DFN	R5F64110DFP	R5F64175DFB		R5F64175DFD	
	40KB			R5F64165DFB		R5F64165DFD	
	32KB			R5F64115DFB			
Flash / RAM	Корпус	R5F64110DFN		R5F64110DFP		R5F64110DFB	
		R5F64114DFB					
		R5F6411FDFN	R5F6411FDFP				
		64 выводов	80 выводов	100 выводов	144 выводов		
		0.5 мм шаг	0.5 мм шаг	0.5 мм шаг	0.5 мм шаг		
		10 x 10 мм	12 x 12 мм	14 x 14 мм	20 x 20 мм		

Рисунок 5 Микроконтроллеры группы R32C для промышленных и бытовых приложений

тимы с микроконтроллерами M16C и M32C, что позволяет при необходимости легко повысить эффективность работы CAN и обеспечить легкодоступное расширение системы.

Другим важным преимуществом использования микроконтроллеров R32C является применение меньшего числа внешних компонентов, что означает уменьшение себестоимости проекта.

Продукция серии M32C/87, как и другие стандартные микроконтроллеры платформы M16C, спроектирована для бытовых и промышленных приложений. Это прекрасные микроконтроллеры общего применения, которые справляются с основными и вновь возникающими требованиями современного рынка, и могут быть улучшены для реализации всевозможных функций. Данные микроконтроллеры обычно используются в сферах применения со строгими требованиями, таких как промышленная автоматизация, охран-

ные системы, управление двигателями, организация межсетевых шлюзов, торговые и кассовые автоматы.

Микроконтроллеры R32C выпускаются в LQFP корпусах с количеством выводов от 100 до 144. Начало выпуска микроконтроллеров в меньших корпусах с количеством выводов от 64 до 80 планируется в этом году (см. рис. 5).

Renesas предоставляет набор эмуляторов в качестве отладочных средств для различных пользовательских приложений. Сюда входят стартовый набор (RSK) со встроенным отладчиком E8A для первого использования и встроенный отладчик E30A с одним линейным интерфейсом для более развитой разработки.

Для компиляции R32C можно воспользоваться бесплатными продуктами компании IAR Systems или же рекомендованной Renesas собственной интегрированной средой разработки HEW4.

Программные инструменты HEW4 полностью поддерживают спецификацию языка C++ и имеют обратную совместимость с языком Си. В них реализованы расширения, позволяющие осуществлять полноценное управление встраиваемой системой средствами самого языка Си без использования ассемблерных вставок. Среду разработки HEW можно скачать на вебсайте компании Renesas и использовать без ограничений в течение 60 дней. По истечению этого срока размер генерируемого кода ограничивается величиной 64 Кбайт.

Информацию о всей номенклатуре и полную техническую документацию на продукцию компании Renesas можно получить на сайте производителя www.renesas.com или в каталогах компании «БИС-Электроник»: тел.: (044) 490-35-99, <http://www.bis-el.com>