

Микроконтроллеры серии R8C Tiny: минимум требований – максимум возможностей!

Артем Козлов, инженер НТО компании БИС-Электроник
E-mail: artem_kozlov@bis-el.kiev.ua

В семействе Renesas M16C микроконтроллеры серии R8C Tiny являются самыми миниатюрными и дешевыми (входят в ценовую категорию 8-разрядных). Как и все представители этого семейства, они построены на базе 16-битного CISC процессора M16C и работают с общим для всего семейства набором команд.

Основное отличие контроллеров серии R8C от других изделий семейства M16C состоит в том, что в них используется 8-разрядная шина данных. За счет этого снижается скорость работы, но достигается невысокая цена контроллера. Таким образом, специалисты компании Renesas создали контроллер с 16-битным ядром, который входит в ценовую категорию 8-разрядных. Не-

смотря на то, что номенклатура серии R8C состоит из простых флеш-микроконтроллеров, в ней также присутствуют варианты с улучшенной периферией для специализированных приложений.

Все изделия серии R8C имеют два встроенных генератора тактовой частоты (высокоскоростной 40 МГц и низкоскоростной 125 КГц) и могут работать без внешнего резонатора. Основные

типы интерфейса этих микроконтроллеров — UART и аппаратный LIN, но встречаются варианты с CAN интерфейсом для автомобильных приложений и систем автоматизации, а также варианты с поддержкой I²C и SPI.

В целом, специалисты компании Renesas выделяют 9 главных особенностей микроконтроллеров серии R8C.

Совместимость внутри семейства M16C (для обширного выбора среди контроллеров всего семейства при проектировании и апгрейде конечного устройства). Зачастую конечное устройство нужно усовершенствовать путем увеличения его производительности и функциональности. Если оно построено на базе контроллера серии R8C, то получить более мощную систему можно путем его замены (с небольшой доработкой) на совместимый по ядру и набору команд контроллер из серий M16C Tiny, M16C/60, M32C/80 или R32C/100 (см. рис. 1).

Оптимальная система команд (позволяет получить компактный исполняемый код, который занимает очень мало памяти). Контроллеры серии R8C работают с 89 универсальными командами, которые поддерживаются 8 адресными режимами. Из них выделяются 20 команд, которые выполняют один байт данных за один цикл. Также за один цикл работают четыре адресных режима: регистр-регистр, регистр-память, непосредственная-регистр, непосредственная-память. Среди команд есть также мощные варианты с манипулированием битами: BNOT, BTST, BSET и др. Полученный программный код получается более чем на 50% меньшим по сравнению с 8-разрядными контроллерами других производителей. К тому же, Renesas предлагает соответствующий

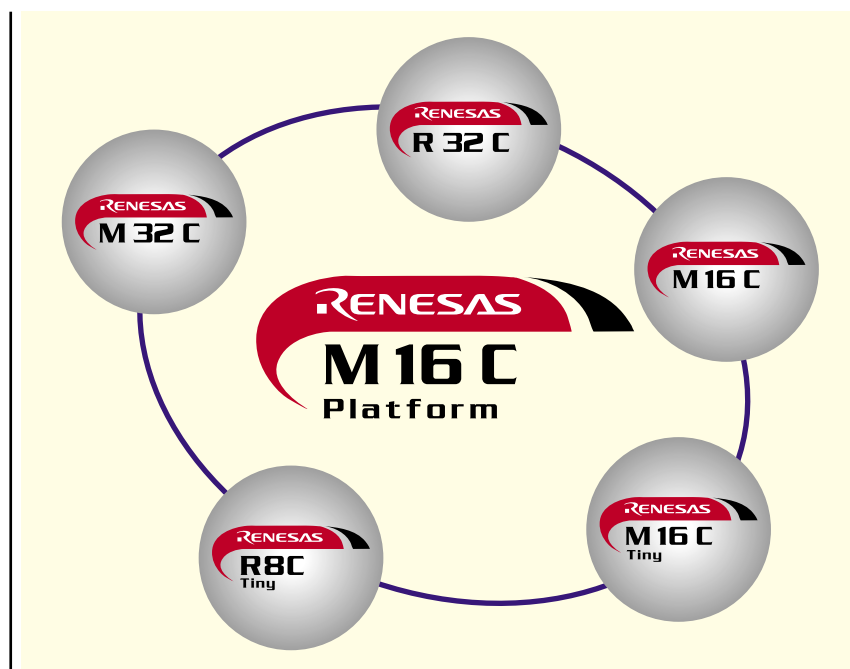


Рисунок 1 Семейство микроконтроллеров M16C

щие С-компиляторы для гармоничной работы со всеми адресными режимами, когда результирующий код получается максимально сжатым.

Низкое потребление (для длительной работы устройств с батарейным питанием). Микроконтроллеры R8C Tiny по возможностям энергосбережения составляют сильную конкуренцию 8-битным вариантам других производителей. Они имеют 3 рабочих режима: нормальный, ждущий и стоп-режим.

В *нормальном режиме* контроллер полностью загружен. Тем не менее, частота тактового генератора может быть уменьшена в 2, 4, 8 и 16 раз. При необходимости ядро и периферия могут работать с меньшей скоростью и таким образом потреблять меньше энергии.

В *режиме ожидания* процессорное ядро отключается, а вся периферия может работать либо с основным, либо с RC генератором. Потребление становится на 99.5% меньше, чем в нормальном режиме функционирования.

В *стоп-режиме* и ядро, и периферия переводятся в глубокий «спящий» режим с уменьшением потребления до абсолютного минимума.

Для понижения энергосбережения периферийные функции микроконтроллеров R8C Tiny при необходимости могут быть отключены. Например, когда не используется встроенный АЦП, то есть возможность отключить цепь, поставляющую на него напряжение питания. Также можно отключить питание флэш-памяти, предварительно перенеся важный исполняемый код из флэш-памяти во внутреннее ОЗУ. Кроме того, все 8-битные таймеры имеют специальный режим — Event Counter Mode. В этом режиме они могут независимо подсчитывать внешние импульсы без использования основного генератора.

Повышенная устойчивость к отказам (для надежного функционирования системы). Во-первых, микроконтроллер имеет функцию определения останова внешнего генератора, которая позволяет системе продолжить работу, переключившись на встроенный низкочастотной осциллятор.

Во-вторых, сторожевой таймер может быть включен автоматически после сброса (эта функция уменьшает зависимость системы от программы).

В-третьих, доступ к важным регистрам специальных функций ограничен защитным регистром, который охраняет критические параметры системы от случайных изменений. Четвертая функция защиты состоит из двух специальных

инструкций, BRK и UND, которые помогают «разрулить» ситуацию, когда программа выходит из под контроля (код инструкции H'FF установлен для BRK, а код H'00 — для UND).

Пятой защитной особенностью контроллеров R8C является расположение выводов питания микросхемы (Vcc и Vss): они разделены между собой сигнальным выводом, который способствует снижению числа случайных КЗ в цепи питания.

Электромагнитная совместимость (обязательна для качественной современной электронной техники). Уровень излучения электромагнитных полей микроконтроллерами R8C является очень низким и соответствует всем международным нормам. В то же время эти изделия отличаются очень низкой восприимчивостью к э/м наводкам при работе в неблагоприятно шумной среде. Избежать излучения и наводок невозможно, но по-максимуму сократить их в контроллерах R8C удалось за счет применения нескольких проектных решений.

Во-первых, выводы Vss и Vcc контроллера хоть и разделены сигнальным пином, но находятся близко друг к другу, что помогает уменьшить наводки между выводом питания и «землей». Паразитная емкость, которая образуется в корпусе микроконтроллера между каналами Vss и Vcc, также помогает фильтровать шум в цепи питания микросхемы.

Во-вторых, ключевые сигналы на входе, перед тем как попасть на схемы внутренней логики, проходят через за-



Рисунок 2 Микроконтроллеры R8C Tiny в корпусе LQFP-32

щитные цепи и фильтры, поэтому контроллеры R8C Tiny не боятся статики и случайных замыканий цепи.

В-третьих, выходное сопротивление транзисторов в буферных схемах согласовано с параметрами монтажной платы, благодаря чему кривая сигнала получается ровной и без пульсаций, поэтому излучение контроллера получается минимальным.

Также стоит добавить, что схема включения генератора оптимизирована для минимизации шумов, излучаемых формирователем тактовых импульсов.

Высокопроизводительная flash

(обеспечивает гибкость работы при проектировании, производстве, обслуживании). Микроконтроллеры R8C имеют на борту от 8 до 128 Кбайт флэш-памяти с большой скоростью записи/стирания. Используя флэш-память можно легко поменять программный код при разработке, производстве и обслуживании микроконтроллерной системы.

Флэш-память может быть перепрограммирована во время работы микроконтроллера. Также микроконтроллеры



Рисунок 3 Renesas Starter Kit

поддерживают режим внутрисхемного программирования после установки на плату. Для этого в чип встроена программа самозагрузки, которая получает прошивку через UART интерфейс.

Микроконтроллеры R8C обеспечены защитой от случайной записи и стирания флеш-памяти. Они также оснащены функцией проверки идентификационного кода, которая защищает память от считывания и записи при стандартных I/O режимах.

Интегрированная периферия (существенно уменьшается число дополнительных микросхем на плате). За счет практичности набора встроенной периферии в изделиях серии R8C Tiny удастся уменьшить число микросхем на микроконтроллерной плате и снизить общую стоимость системы. Среди множества изделий этой серии можно выбрать вариант с требуемым набором функций.

Миниатюрный корпус (приводит к уменьшению размеров платы). Микросхемы этой серии выполнены в миниатюрных корпусах. Например, изделия групп R8C/26(27), R8C/2E(2F) и R8C/2K(L) производятся в корпусах LQFP-32 с размерами 7×7×1.7 мм и

занимают на плате площадку 9×9 мм (см. рис. 2). Таким образом экономится ценная площадь платы, а небольшое число выводов микросхемы упрощает ее трассировку. Самым миниатюрным корпусом для R8C является 20 выводной LSSOP с шагом 0.65 мм.

Средства разработки (для быстрого проектирования и отладки). Renesas предлагает недорогие и простые в использовании средства разработчика с набором программ, что является одним из основных бонусов компании по отношению к серии R8C.

Starter Kit (см. рис. 3) включает в себя оценочную плату, универсальный для семейств R8C/M16C/M32C внутрисхемный отладчик с USB соединением, а также полный софт, который содержит C-компилятор, графический пользовательский интерфейс (GUI), отладчик, компоновщик и библиотеку файлов. Такой набор позволяет инженерам оценить процессорное ядро микроконтроллера, произвести простую внутрисхемную эмуляцию и разработать свои первые прототипы.

Специалисты компании Renesas создали виртуальную лабораторию на сайте www.renesasinteractive.com, с

помощью которой можно заочно изучить все микроконтроллеры и инструменты для разработки ПО к ним. На этом сайте собраны все on-line средства для становления и роста инженера-разработчика микроконтроллерных устройств: курсы и презентации, виртуальный отладчик, компилятор, целевая плата и др.

Очень важным фактором при выборе микроконтроллера является его доступность на рынке. Компания Renesas проявляет большой интерес к Украине в связи с экономическим ростом и увеличением объемов производства. БИС-Электроник является официальным украинским дистрибьютором Renesas Technology. Мы предлагаем обширную номенклатуру электронных компонентов Renesas, а также техническую поддержку, средства отладки, экспериментальные образцы.

**Всю номенклатуру и полную техническую документацию на продукцию Renesas можно получить на сайте производителя www.renesas.com или в каталогах БИС-Электроник:
тел.: (044) 490-35-99,
<http://www.bis-el.com>**