

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ RX600 КОМПАНИИ RENESAS — ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

Г.Горюнов gennady.gr@eltech.spb.ru
Н.Елисеев, к.т.н.

Компания Renesas Electronics, возникшая в апреле 2010 года после объединения компаний NEC Electronics и Renesas Technology, является крупнейшим производителем микроконтроллеров для встраиваемых систем. Так, совокупные объемы продаж микроконтроллеров, входящих в линейку поставок Renesas Electronics, более чем в три раза превосходят результаты ближайшего конкурента (рис.1). В модельном ряду компании есть несколько семейств контроллеров различной производительности, функциональности и стоимости. Заметное место среди них занимают микроконтроллеры семейства RX600, обладающие рядом выигранных характеристик. О них и пойдет речь в статье.

Встраиваемые системы предъявляют все более высокие требования к используемому в них микроконтроллеру. Они должны обладать высокой производительностью, большой памятью, широким набором интерфейсов, низким энергопотреблением. Компания Renesas (а ранее и NEC) в последние годы предлагала достаточно эффективные 16- и 32-разрядные микроконтроллеры среднего уровня, такие как 78K0R, V850ES, H8S, H8SX, M16C и R32C. Эти устройства получили широкое распространение и заслужили высокую оценку потребителей. Но положение производителя номер один обязывает идти в ногу с растущими требованиями и постоянно наращивать мощность и функциональность своих приборов. Поэтому компания Renesas создала семейство еще более совершенных микроконтроллеров среднего уровня – RX600.

Первые контроллеры этого семейства появились в 2009 году, и с тех пор оно постоянно пополняется новыми моделями.

В контроллерах RX600 впервые используется новое 32-разрядное CISC-ядро RX, разработанное

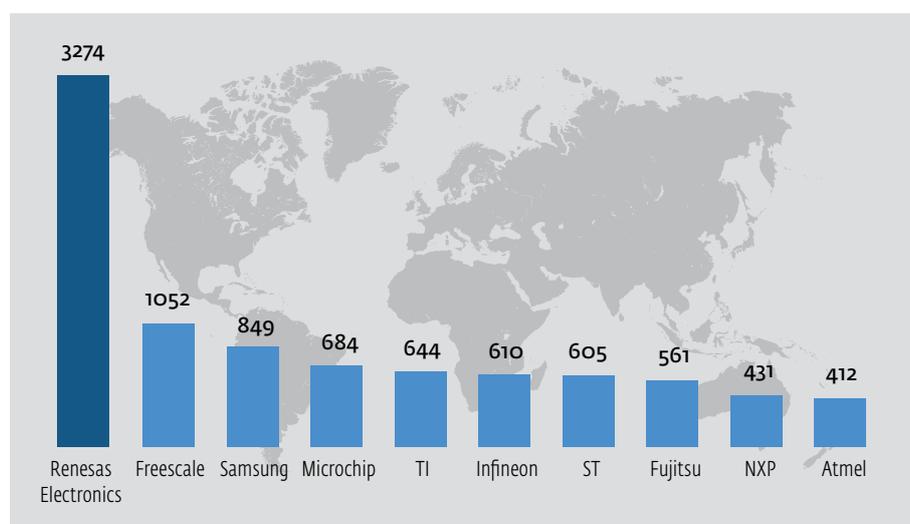


Рис.1. Объемы продаж мировых производителей микроконтроллеров за 2009 год (млн. долл.). Диаграмма создана компанией Renesas Electronics 25 марта 2010 года по данным источника Gartner. "Semiconductor applications worldwide annual market share: Database"

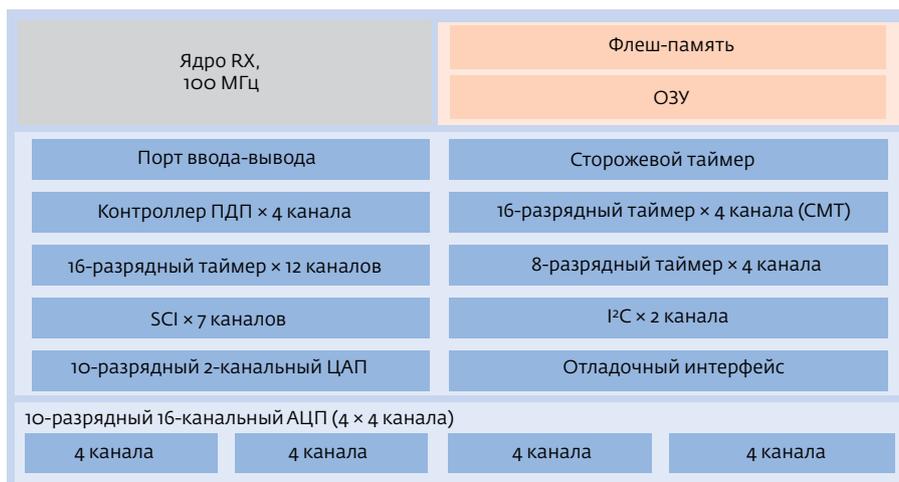


Рис.2. Блок-схема микроконтроллеров серии RX610

специалистами компании Renesas [1, 2]. В нем реализован ряд решений, обеспечивающих высокую скорость работы: пятиступенчатый конвейер, поддержка вычислений с плавающей запятой, реализация функций ЦСП и др. Ядро работает на частоте 100 МГц и обладает производительностью 165 MIPS (по системе тестирования Drystone 2.1).

Производительность микроконтроллеров RX600 существенно повышается также за счет высокой скорости обмена данных с флеш-памятью, которой оснащены все контроллеры этого семейства. Ядро RX может работать с внутренней флеш-памятью без циклов задержки на частоте 100 МГц.

Еще одна важная отличительная особенность семейства RX600 – низкое энергопотребление. Оно составляет всего 0,5 мА на 1 МГц в рабочем режиме при включенной периферии [1, 2].

В семействе RX600 есть несколько серий (групп), различающихся в основном по объему памяти и набору интерфейсов (см. таблицу) [3].

Серия RX610. Это первая серия микроконтроллеров нового семейства. Микроконтроллеры серии RX610 оснащены многочисленными модулями. Среди них четыре 10-разрядных АЦП, 10-разрядный ЦАП, память большого объема (до 2 Мбайт флеш и 128 Кбайт ОЗУ), семь каналов интерфейса SCI, два канала интерфейса I²C, 12 каналов 16-разрядного таймера, четыре

канала 8-разрядного таймера и др. (рис.2) [4, 5]. Такое обилие модулей позволяет конфигурировать системы для многих приложений без использования внешней памяти и других периферийных блоков. Тем самым существенно сокращается стоимость конечных устройств. Микроконтроллеры серии RX610 позиционируются как устройства широкого применения. Их можно использовать в промышленных контроллерах, бортовых компьютерах, системах сбора и обработки данных и многих других устройствах [3].

Микроконтроллеры RX610 выпускают в корпусах двух типов: LQFP 20×20 мм со 144 выводами и BGA 13×13 мм со 176 выводами. Все контроллеры этой серии доступны в обычном исполнении с диапазоном рабочих температур от -25 до 85°C и в промышленном исполнении (диапазон рабочих температур -40...85°C) [6].

Серия RX62N. Эта серия микроконтроллеров обладает расширенными коммуникационными возможностями. В ней предусмотрены интерфейсы USB 2.0, CAN, Ethernet (рис.3) [7]. Контроллеры RX62N выпускаются с различными объемами памяти: от 384 до 512 Кбайт флеш и от 64 до 96 Кбайт ОЗУ. Контроллеры оснащены также набором функций, обеспечивающих надежность работы системы: сброс по включению питания, детектор низкого напряжения, независимый сторожевой таймер.



Рис.3. Блок-схема микроконтроллеров серии RX62N

Технические характеристики микроконтроллеров RX600

	RX610	RX621	RX62N	RX62T	RX630	RX63N	RX631
Флеш-память, Кбайт	768–2048	256–512	384–512	64–256	256–2048	256–1024	256–1024
ОЗУ, Кбайт	128	64–96	64–96	8–16	64–128	64–128	64–128
Интерфейсы	SCI × 7 каналов, I ² C × 2 канала	CAN (опция), USB 2.0 × (1–2) канала, SCI × 6 каналов, I ² C × 2 канала, RSPI × 2 канала	Ethernet, CAN (опция), USB 2.0 × (1–2) канала, SCI × 6 каналов, I ² C × 2 канала, RSPI × 2 канала	CAN, LIN, SCI × 3 канала, I ² C, RSPI	CAN × (1–3) каналов, USB 2.0, SCI × (2–12) каналов, I ² C × (1–4) канала, RSPI × (2–3) канала	Ethernet, CAN × 2 канала, USB 2.0 × (1–2) канала, SCI × (6–12) каналов, I ² C × (2–4) канала, RSPI × (2–3) канала	CAN × 2 канала, USB 2.0 × (1–2) канала, SCI × (6–12) каналов, I ² C × (2–4) канала, RSPI × (2–3) канала
Таймеры	8-разрядный × 4 канала, 16-разрядный × 12 каналов, 16-разрядный × 4 канала (CMT), 8-разрядный сторожевой	8-разрядный × 4 канала, 16-разрядный × 4 канала (CMT) + 12 каналов (MTU2), 8-разрядный сторожевой, 14-разрядный независимый сторожевой	8-разрядный × 4 канала, 16-разрядный × 4 канала (CMT) + 12 каналов (MTU2), 8-разрядный сторожевой, 14-разрядный независимый сторожевой	16-разрядный × 4 канала (CMT) + 8 каналов (MTU3) + 4 канала (GPT), 8-разрядный сторожевой, 14-разрядный независимый сторожевой	8-разрядный × 4 канала, 16-разрядный × 12 каналов или 16-разрядный × 6 каналов + 4 канала (CMT) + 8 каналов (MTU2), 14-разрядный сторожевой, 14-разрядный независимый сторожевой	8-разрядный × 4 канала, 16-разрядный × 12 каналов или 16-разрядный × 6 каналов + 4 канала (CMT) + 6 каналов (MTU2), 14-разрядный сторожевой, 14-разрядный независимый сторожевой	8-разрядный × 4 канала, 16-разрядный × 12 каналов или 16-разрядный × 6 каналов + 4 канала (CMT) + 6 каналов (MTU2), 14-разрядный сторожевой, 14-разрядный независимый сторожевой
АЦП	10-разрядный × 4 канала × 4	12-разрядный × 8 каналов или 10-разрядный × 4 канала × 2	12-разрядный × 8 каналов или 10-разрядный × 4 канала × 2	12-разрядный × 4 канала × 2, 10-разрядный × 12 каналов	12-разрядный × (6–21) каналов, 10-разрядный × (4–8) каналов	12-разрядный × (7–21) каналов, 10-разрядный × (4–8) каналов	12-разрядный × (7–21) каналов, 10-разрядный × (4–8) каналов
ЦАП	10-разрядный × 2 канала	10-разрядный × 2 канала	10-разрядный × 2 канала	Нет	10-разрядный × (1–2) канала	10-разрядный × (1–2) канала	10-разрядный × (1–2) канала
Корпуса	LQFP144, BGA176	LQFP100, 144, LGA85, 145, BGA176	LQFP100, 144, LGA145, BGA176	LQFP64, 80, 100, 112	LQFP64, 80, 100, 144, 176, LGA100, 145, 177, BGA176	LQFP64, 80, 100, 144, 176, LGA85, 100, 145, 177, BGA176	LQFP64, 80, 100, 144, 176, LGA85, 100, 145, 177, BGA176

ПРИМЕЧАНИЕ. CMT (*compare match timer*), MTU (*multi-function timer pulse unit*), GPT (*general PWM timer*) – специальные типы таймеров, используемые компанией Renesas в микроконтроллерах [10]; RSPI (*Renesas serial peripheral interface*) – версия SPI-интерфейса, применяемая компанией Renesas.

Среди многочисленных возможных применений контроллеров RX62N – различное сетевое оборудование (роутеры, шлюзы), системы домашней и промышленной автоматизации, медицинское диагностическое оборудование, системы безопасности и др. (рис.4) [8].

Контроллеры RX62N поставляются в различных корпусах: LQFP, LGA, BGA.

Серия RX621. Компания Renesas позиционирует эту серию как часть серии RX62N. Основное отличие от RX62N – отсутствие интерфейса Ethernet [7]. Кроме того, в этой серии есть модели с меньшим объемом памяти (256 Кбайт флеш и 64 Кбайт ОЗУ).

Все устройства серий RX621 и RX62N рассчитаны на работу в промышленном диапазоне температур: от -40 до 85°C [6].

Серия RX62T. Микроконтроллеры этой серии предназначены для управления электродвигателями. Они включают целый набор модулей, предназначенных для решения задач этого класса. Это расширенный набор таймеров, два 12-разрядных АЦП, содержащих операционные усилители с программируемыми коэффициентами усиления и оконные компараторы (рис.5) [9, 10]. Такая периферия в сочетании с мощным процессорным ядром позволяет микроконтроллерам RX62T управлять одновре-



Рис.4. Примеры использования микроконтроллеров RX62N

менно двумя трехфазными электродвигателями (рис.6) [8].

В микроконтроллеры RX62T интегрированы также интерфейсы CAN, LIN и SPI, с помощью которых они могут соединяться, в том числе в сети, с другими устройствами [11].

Контроллеры этой серии могут иметь флеш-память от 64 до 256 Кбайт и ОЗУ от 8 до 16 Кбайт. Корпуса у них LQFP, с различным числом выводов. Все контроллеры RX62T могут работать в промышленном диапазоне температур (-40...85°C) [6].

Недавно к семейству RX600 добавились новые серии: RX630, RX63N и RX631. Микроконтроллеры этих серий обладают рядом общих особенностей [12-14]. В частности, в них предусмотрено отдельное питание для часов реального времени в спящем режиме. За счет этого энергопотребление в данном режиме составляет всего 0,6 мкВт. Кроме того, в микроконтроллерах новых серий реализована система обнаружения несанкционированного доступа, работающая даже в спящем режиме. Система фиксирует время, когда была предпринята попытка несанкционированного проникновения в устройство, где установлен микроконтроллер, например, в охранной блок или счетчик

энергоресурсов. Еще один общий элемент микроконтроллеров RX630, RX63N и RX631 – температурный датчик [13, 14].

В то же время каждая из новых серий семейства RX600 обладает своими особенностями.

Серия RX630. Устройства этой серии ориентированы на использование в счетчиках энергоресурсов и бытовой технике [3]. В них предусмотрен большой объем флеш-памяти (до 2 Мбайт) и ОЗУ (до 128 Кбайт), широкий набор интерфейсов (CAN, USB 2.0, SCI, I²C), многоканальные 8- и 16-разрядные таймеры, АЦП, ЦАП и др. [13]. Доступны различные корпуса: LQFP, LGA, BGA.

Серия RX63N/RX631. Приборы этих серий, так же как и микроконтроллеры RX62N/RX621, оснащены расширенным набором коммуникационных интерфейсов [14] и предназначены для работы в составе различного сетевого и диагностического оборудования. По сравнению с контроллерами RX62N/RX621 у них увеличен объем флеш-памяти (до 1 Мбайт) и ОЗУ (до 128 Кбайт), а также число каналов ряда интерфейсов (см. таблицу). Для контроллеров RX63N/RX631 предусмотрена широкая номенклатура корпусов: LQFP, LGA, BGA с различным числом выводов.

Чтобы максимально упростить труд разработчиков, компания Renesas для всех микроконтроллеров семейства RX600 предлагает развитые средства отладки. Они включают комплекты разработчика, тестовые платы, различные отладчики, программное обеспечение [15]. Например, комплект разработчика для контроллеров RX600 включает плату с

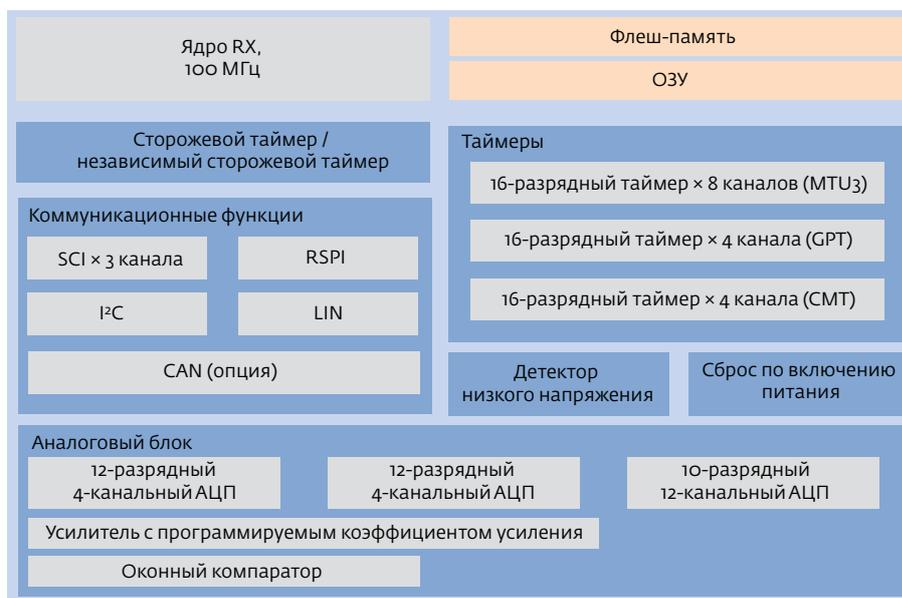


Рис.5. Блок-схема микроконтроллеров серии RX62T

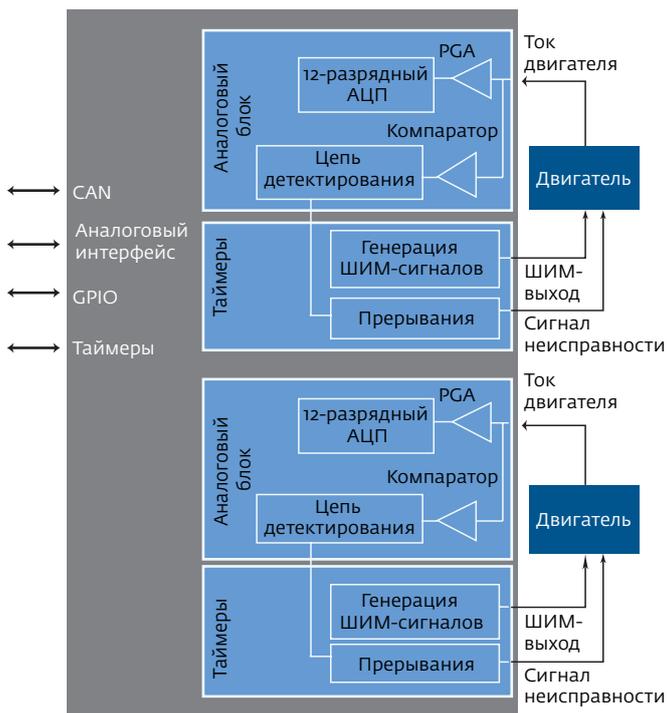


Рис.6. Управление электродвигателями с помощью микроконтроллеров RX62T. PGA – усилитель с программируемым коэффициентом усиления

микроконтроллером, диск с программным обеспечением и JTAG-отладчик E1 (рис.7) [16].

Компания Renesas разработала также интерактивный курс для изучения микроконтроллеров RX600, который доступен на специальном сайте компании [6]. Курс включает несколько разделов: обзор семейства RX600, переход на контроллеры RX600, архитектура микроконтроллеров RX600 и организация управления электродвигателями с помощью микроконтроллеров RX62T. В каждом из разделов содержатся подробные видеопрезентации, содержащие богатый иллюстративный материал с аудиокomentarиями.



Рис.7. Отладочный комплект для микроконтроллеров RX600

Таким образом, микроконтроллеры семейства RX600 компании Renesas позволяют разработчикам встраиваемых систем создавать высокопроизводительные многофункциональные устройства для различных приложений, используя минимальное количество периферийных модулей либо отказываясь от них вообще. А богатый набор отладочных средств делает эту работу быстрой и удобной.

ЛИТЕРАТУРА

1. RX platform brochure. – ru.renesas.com/media/products/mpumcu/rx/Renesas_RX_brochure.pdf.
2. RX 32-bit MCU Family – The Core Difference in Your Design. – ru.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx_landing.jsp.
3. RX600 Series. – ru.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx600/rx600_landing.jsp.
4. RX610 Group. – ru.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx600/rx610/rx610_root.jsp.
5. RX610 Group. Hardware manual. – documentation.renesas.com/eng/products/mpumcu/rej09b0460_rx610hm.pdf.
6. RX Family overview. – www.renesasinteractive.com/course/category.php?id=23.
7. RX621, RX62N Group. – ru.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx600/rx621_62n/rx621_62n_root.jsp.
8. Renesas RX Applications. – www.rxmcu.com/USA/application.php.
9. RX62T Group. – ru.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx600/rx62t/rx62t_root.jsp.
10. RX62T Group. Hardware manual. – documentation.renesas.com/eng/products/mpumcu/doc/rx_family/r01uh0034ej_rx62t.pdf.
11. RX62T motor control demonstration kit for highly-efficient DC drives. – electronics-eetimes.com/en/News/full-news.html?id=222904829&news_id=222904829&cmp_id=7#.
12. Renesas debuts the RX63x group of MCUs with lower standby power. – www.renesasrulz.com/community/doctormicro/blog/tags/rx630.
13. RX630 Group. – ru.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx600/rx630/rx630_root.jsp.
14. RX63N, 631 Group. – ru.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx600/rx63n_631/rx63n_631_root.jsp.
15. Программное обеспечение и средства. – ru.renesas.com/products/mpumcu/rx/rx600/rx610/soft_tools_index.jsp.
16. Renesas Starter Kit for RX610. – ru.renesas.com/products/tools/introductory_evaluation_tools/renesas_starter_kits/rsk_rx610/rsk_rx610.jsp.