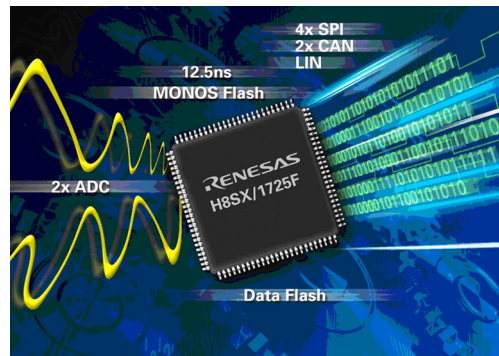


Renesas H8SX/1725 – флэш-микроконтроллеры высокой надежности и производительности



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

Микроконтроллеры серии H8SX/1725 разработаны для реализации систем с повышенными требованиями к надежности. К таким приложениям относят медицинскую аппаратуру, системы жизнеобеспечения, ответственные узлы автомобилей, высоконадежную промышленную автоматику и т.п.

Серию H8SX/1725 составляют микроконтроллеры с 32-разрядным CISC ядром и MONOS флэш-памятью. Они поддерживают высокую производительность на частоте до 80 МГц и обеспечивают быстрый доступ ко встроенной памяти (без циклов задержки).

Архитектура данных микроконтроллеров максимально оптимизирована на высокую производительность, при соотношении 1 MIPS на 1 МГц, с сохранением хорошей плотности кода. Блок-схема контроллеров серии H8SX/1725 представлена на рис. 1.

Центральный процессор имеет CISC архитектуру и расширенную схему адресации, т.е. в одной команде операнды могут располагаться как в РОН, так и непосредственно в памяти. Параметры процессора (CPU):

- 0.18 мкм процесс;
- 32 бит;
- питание 4.5–5.5 В;
- макс. рабочая частота 80 МГц;
- мин. длительность инструкции 12.5 нс;
- выполнение базовой инструкции за 1 такт.

Для реализации высокой производительности ядро имеет аппаратный Умножитель/Делитель, а так же аппаратно реализуемую функцию умножения с накоплением, для этого в ядре

имеется специальный 64-разрядный регистр MAC, содержащий результат операции. В табл. 1 и 2 показано время

выполнения умножения/деления в различных режимах.

Как видно на рис. 2, ядро H8SX содержит восемь 32-разрядных регистров общего назначения (РОН). Они функционально одинаковы и могут использоваться в качестве адресных регистров и регистров данных. Если регистр используется как регистр данных, то доступ можно получить не только ко всему регистру ERx (32 бита), но и к его

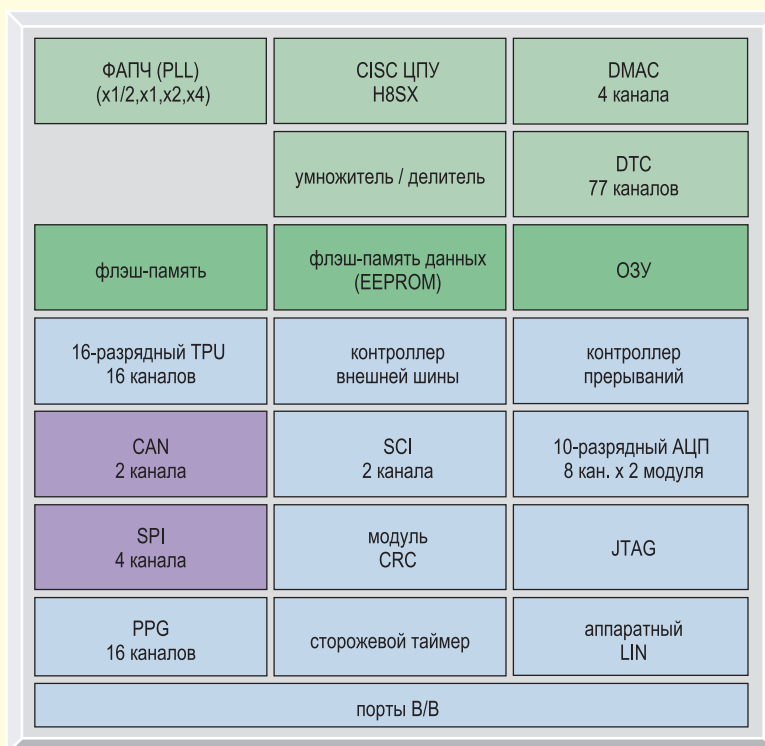


Рисунок 1 Блок-схема контроллера серии H8SX/1725

Таблица 1. Время выполнения умножения микроконтроллерами H8SX	
Операция	Кол-во тактов
умножение без знака 16 бит × 16 бит → 32 бита 8 бит × 8 бит → 16 бит	1
умножение со знаком 16 бит × 16 бит → 32 бита 8 бит × 8 бит → 16 бит	2
умножение без знака Rd × Rs → Rd (младшие 32/16 бит)	2–5
умножение со знаком Rd × Rs → Rd (младшие 32/16 бит)	2–5
умножение без знака Rd × Rs → Rd (старшие 32 бита)	6
умножение со знаком Rd × Rs → Rd (старшие 32 бита)	6
Обозначения: Rd — регистр получатель Rs — регистр источник	

Таблица 2. Время выполнения деления микроконтроллерами H8SX	
Операция	Кол-во тактов
деление без знака 16 бит / 8 бит → 8 бит с остатком 8 бит 32 бита / 16 бит → 16 бит с остатком of 16 бит	10–18
деление со знаком 16 бит / 8 бит → 8 бит с остатком of 8 бит 32 бита / 16 бит → 16 бит с остатком 16 бит	12–20
деление без знака Rd / Rs → Rd (частное 16/32 бита)	10–18
деление со знаком Rd / Rs → Rd (частное 16/32 бита)	11–19
Обозначения: Rd — регистр получатель Rs — регистр источник	

Регистры Общего Назначения

	15	0 7	0 7	0
ER0	E0	R0H	R0L	
ER0	E1	R1H	R1L	
ER0	E2	R2H	R2L	
ER0	E3	R3H	R3L	
ER0	E4	R4H	R4L	
ER0	E5	R5H	R5L	
ER0	E6	R6H	R6L	
ER0 (SP)	E7	R7H	R7L	

Регистры Управления

PC	31	23	15	0				
CCR	7	6	5	4	3	2	1	0
	I	UI	H	U	N	Z	V	C
EXR	7	6	5	4	3	2	1	0
	7	-	-	-	-	I2	I1	I0

Регистры MAC

	63	41	32
	MACL		MACH

Регистры адресации

Vector Base Register (VBR)	31	11	0
Short Base Register (SBR)	31	7	0

■ — не используется

Рисунок 2 Набор регистров ядра H8SX

части. Например к Rx, Ex в случае 16-разрядных данных, или RxH, RXL в случае 8-разрядных данных. Рис. 3 показывает использование в работе POH.

Регистр общего назначения ER7 имеет, так же, функцию указателя стека SP, вдобавок к функции POHa и неявно используется при обработке прерываний и в подпрограммах.

В Регистры Управления входят:

- 32-разрядный регистр PC, содержащий адрес следующей после выполняемой команды;
- 8-разрядный регистр CCR (Condition-Code Register), содержащий статусную информацию ЦПУ, включающую биты прерывания (I) и пользовательские (UI, U), а так же флаги переноса полубайта (H), знака (N), нуля (Z), переполнения (O) и переноса (C);
- 8-разрядный регистр EXR (Extended Control Register), который содержит, бит (П), используемый при трассировке, и три бита уровня приоритета прерывания (I0, I1, I2).

Регистр результата операции умножения с накоплением MAC состоит из трех частей: младшей MACL, содержащей младшие 32 бита, старшей MACH, содержащей 10 старших бит плюс знак и так называемого знакового расширения (sign extension), состоящего из 22 бит, причем, каждый бит расширения является копией 41-го бита.

32-разрядный регистр VBR (Vector Base Register) содержит базовый (начальный) адрес пространства векторов обработки исключительных ситуаций, за исключением сброса «RESET» и ошибок адресации ЦПУ (включая косвенную адресацию в расширенную область). Значение адреса располагается в 20 старших битах регистра. Оставшиеся 12 младших бит не используются и при чтении имеют значение равное 0. Наличие этого регистра позволяет располагать таблицу векторов прерывания в любом месте пространства памяти, а так же, при необходимости, оперативно менять таблицу векторов. Так же это свойство полезно при использовании внешнего пространства адресов.

Адресный 32-разрядный регистр SBR (Short Address Base Register) применяется при 8-разрядной абсолютной адресации. Его содержимое используется в качестве старших бит адреса. Значение располагается в 24 старших разрядах регистра, при этом 8 младших бит не используются и при чтении имеют значение равное 0. Этот регистр используется для более

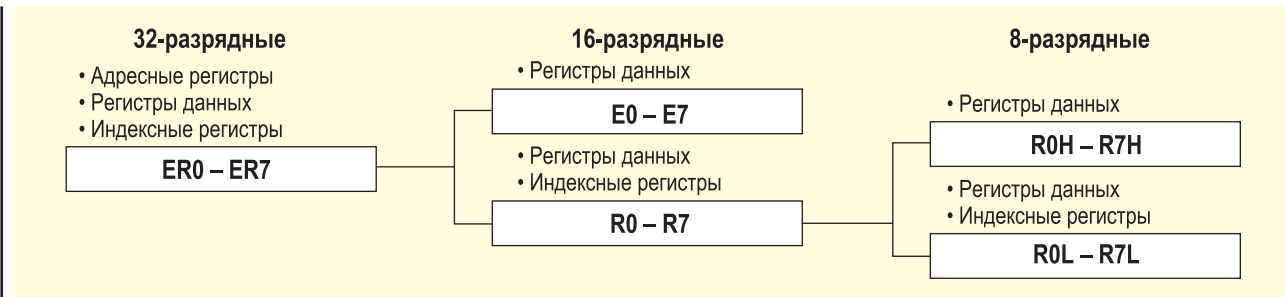


Рисунок 3 Использование регистров общего назначения

эффективного и быстрого доступа к данным. Так же как и с регистром VBR, возможно оперативно изменять его значение для переключения контента при смене задачи.

Нужно отметить развитую структуру прерываний, которая позволяет создавать эффективное программное обеспечение, с множеством вложенных прерываний. Данное свойство позволяет более эффективно использовать центральный процессор, в особенности в ОСРВ (операционных системах реального времени).

Периферийные модули микроконтроллеров построены для максимальной разгрузки ядра, и минимизации времени обработки и пересылки данных. В частности, очень интересным, с этой точки зрения, является контроллер пересылки данных DTC (Data Transfer Controller), показанный на рис. 4. Работа DTC позволяет не только экономить время центрального процессора, но так же уменьшить размер программного кода.

Контроллер выполняет:

- многоканальную организацию работы, до 85 в зависимости от серии микроконтроллеров;
- инициализацию процесса от периферийного модуля;
- работу в различные режимах, в частности однократный, пакетный, цепочкой и циклический;

- активацию пересылки одним источником различным получателям, в разных режимах;
- пересылку байтами или словами;
- запуск пересылки по прерыванию или программно.

Механизм работы контроллера DTC показан на рис. 5.

НАДЕЖНОСТЬ

Актуальная кривая нормы отказа для микросхем серии H8SX/1725 менее 1 ppm (один отказ на миллион). Этот параметр обеспечивается благодаря внедрению прогрессивных технологий, требовательной системе контроля качества выпускаемых микросхем, а также благодаря расширенной функциональности периферийных модулей.

Во-первых, применяется скоростная встроенная флэш-память, которая изготовлена по технологии MONOS (Metal Oxide Nitride Oxide Silicon). При этом обеспечивается:

- время извлечения данных без циклов задержки до 12,5 нс, высокоскоростная запись/стирание флэш-памяти, во всем диапазоне условий эксплуатации;
- **минимальное гарантированное** количество циклов записи/стираний флэш-памяти программ, во

всем диапазоне условий эксплуатации — 100 раз;

- **минимальное гарантированное** количество циклов записи/стираний флэш-памяти данных, во всем диапазоне условий эксплуатации — 30 тыс. раз, а при последовательном использовании блоков памяти — 480 тыс. циклов записи/стираний;
- **гарантированное** время сохранения данных после 480 тыс. циклов записи/стирания — 15 лет;
- высочайшая защита содержимого флэш-памяти, при операциях чтения/записи/стирания, а так же отдельная информационная область флэш-памяти для ID устройства, его версии и версии программного обеспечения.

Во-вторых, используется АЦП с функцией самодиагностики, для исключения неправильной работы, а также ОЗУ с кодом коррекции ошибок (битом четности). Аппаратный модуль вычисления CRC (Cyclic Redundancy Check) помогает быстро выявлять ошибки в потоках данных.

В-третьих, работает двухканальный модуль CAN, с лучшими, в своем классе, параметрами и аттестацией.

В-четвертых, построена схема контроля генератора с внешним кварцевым резонатором (или внешним генератором). В случае его отказа можно воспользоваться аварийным режимом устройства.

Микроконтроллеры H8SX/1725 выполнены в 100-выводном QFP корпусе, в котором кристалл соединяется с выводами по технологии, базирующийся на медно-свинцовых структурах. Это обеспечивает более сильное паяное соединение, которое лучше соответствует температурному коэффициенту печатной платы по сравнению с традиционными методами сплава.

Термин «**минимальное гарантированное** количество циклов записи/стираний флэш-памяти» означает то,

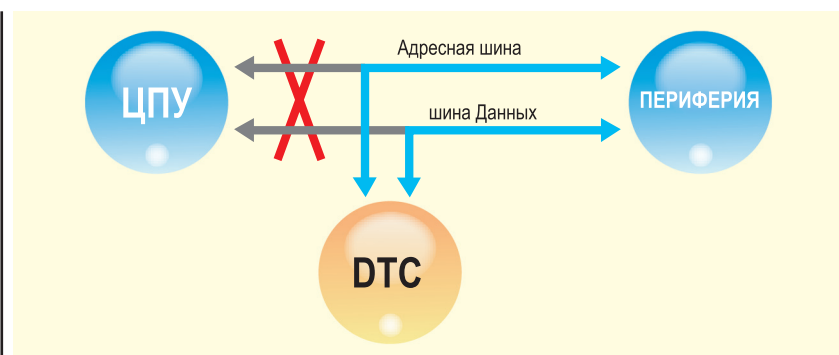


Рисунок 4 Принцип работы контроллера пересылки данных DTC

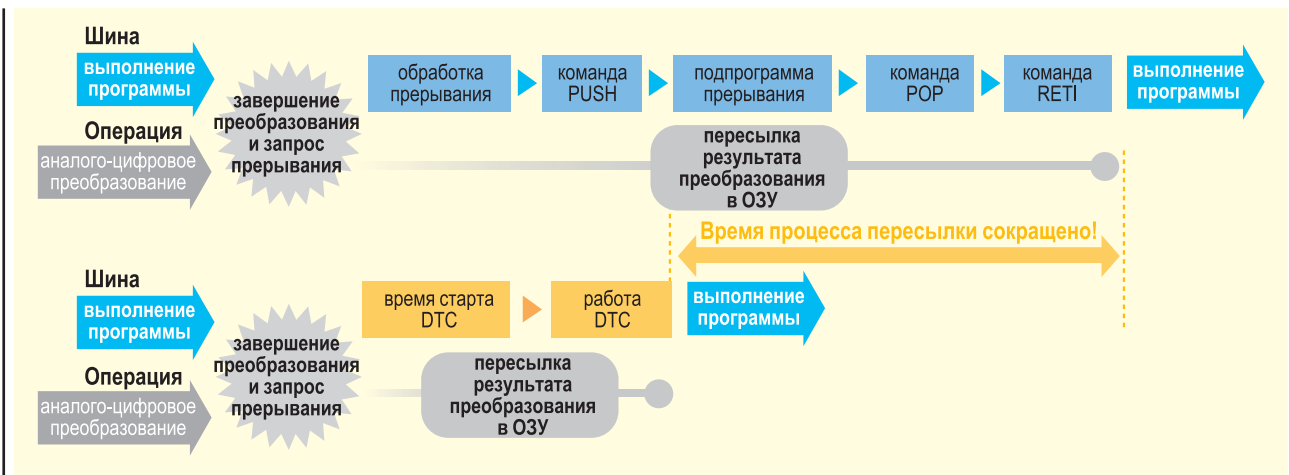


Рисунок 5 Схема работы контроллера DTC

что гарантируется не только процесс успешной записи/стирания внутренней флэш-памяти микроконтроллера, но и соответствие всех, указанных в документации, характеристик после операции записи/стирания. При этом, количество циклов записи/стирания лежит в диапазоне от одного до указанного в документации значения.

Однако, максимальное количество циклов записи/стирания флэш-памяти не ограничивается и возможное количество успешных циклов записи/стирания флэш-памяти будет большим, чем указанное минимальное значение.

ОТЛАДЧНЫЕ СРЕДСТВА

Для быстрого старта разработки устройств на базе серии H8SX/1725 предлагается набор SDK1725, который содержит следующие компоненты:

- печатную плату с микроконтроллером;
- базовую плату с дополнительными элементами;
- JTAG отладчик E10-USB для стартовых наборов;
- соединительные кабели;
- инструкцию по быстрому старту;
- CD диск, который содержит среду разработки HEW, инструментальную сборку (оценочные версии компиляторов, симуляторов, оптимизаторов и пр.), документацию, примеры программ.

Наименование для заказа оценочного набора, выпускаемого Европейским подразделением Renesas, YSDKH8SX1725-64E. Компанией MSC Vertriebs GmbH выпускается аналогичный набор, который имеет название MODSDKH8-CHX1725-JTAG.

Для создания эффективного программного обеспечения для своих микроконтроллеров, компания Renesas предлагает среду разработки HEW (High-performance Embedded Workshop). Она представляет собой графическую среду, с типичным для программ такого рода интерфейсом, и позволяет подключать инструментальные программные пакеты для различных микроконтроллерных семейств. В программные пакеты входят компилятор C/C++, оптимизатор кода, компоновщик, программа для работы с библиотечками, симулятор и другие сервисные программы.

Все элементы интерфейса среды HEW, например, различные оконные меню, панели инструментов, строки состояния, связанные окна и контекстные локальные меню, направлены на облегчение действий по созданию и управлению проектами программного обеспечения конечной продукции. Среда разработки HEW имеет следующие возможности:

- создание и редактирование проекта;
- графическое конфигурирование утилит компилятора;
- сборка проекта;
- отладка;
- управление версиями.

Интегрированный симулятор с расширенными возможностями позволит отлаживать код приложения даже при отсутствии соответствующих аппаратных средств. Помимо этого, C/C++ компилятор, позволяет генерировать код, оптимизированный по скорости выполнения и/или по объему занимаемой памяти.

Для тестирования производительности архитектуры и качества программного кода доступна загрузка

с сайта Renesas www.renesas.com бесплатной оценочной версии среды разработки HEW и использование ее без ограничений в течение 60 дней. По истечении этого срока размер генерируемого кода ограничится до 64 кб, что не мешает исследовать архитектуру микроконтроллеров или экспериментировать с периферийными устройствами. Возможна генерация полноценного кода компилятором для микросхем с объемом флэш-памяти не превышающем 64 кб и после 2-х месяцев работы.

Помимо компании Renesas есть и другие разработчики, которые распространяют программные инструментальные пакеты для микроконтроллеров семейства H8. Например, компания KPIТ Cummins выпускает бесплатный инструментальный пакет для этого семейства, который полностью интегрирован со средой разработки HEW. Эти инструменты созданы с использованием бесплатных GNU программных инструментов, свободно распространяемых в соответствии с условиями GPL (General Public License) лицензии Фонда Бесплатного Программного обеспечения (Free Software Foundation — FSF). Скачать это ПО можно с сайта www.kpitgnuools.com.

Получить более детальную техническую информацию о продукции Renesas, приобрести ее со склада или заказать поставку, зарегистрировать проект и оформить образцы можно у дистрибьютора в Украине — компании «БИС Электроник»:
тел.: (044) 490-35-99,
факс: 404-89-92,
www.bis-el.com