

Ящерицы и микроконтроллеры EFM32 Gecko: что общего?

Ксения КОНДРАШОВА
xk@efo.ru

Компания Silicon Labs предлагает на российском рынке микроконтроллеры семейства EFM32 Gecko — несколько серий энергоэффективных кристаллов, построенных на базе ядер Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4. Название Gecko («геккон») появилось не случайно. Что же объединяет семейство ящериц и микроконтроллеры EFM32 Gecko?

Идея названия Gecko возникла у одного из ведущих менеджеров компании Energy Micro, на сегодняшний день входящей в состав Silicon Labs. В одной из телевизионных программ, посвященной жизни рептилий, он услышал об уникальных способностях ящериц сохранять энергию. По сравнению с млекопитающими того же размера, гекконы для поддержания жизнедеятельности потребляют в 10 раз меньше энергии, а энергопотребление микроконтроллеров Gecko в среднем составляет 25% от аналогичных показателей других 32-разрядных микроконтроллеров с ARM-ядром. Благодаря замеченному сходству и появился бренд EFM32 Gecko.

Между технологиями, заложенными в кристаллы EFM32 Gecko для снижения энергопотребления, и некоторыми особенностями строения ящериц можно провести интересные параллели. Подобно рептилиям, способным останавливать рост, регулировать собственные биоритмы, а также практически прекращать жизнедеятельность в неблагоприятных условиях, микроконтроллеры Gecko поддерживают различные режимы энергосбережения и комплекс технологий, направленных на оптимизацию энергопотребления кристалла.

Режимы энергосбережения

Для многих рептилий характерен анабиоз — временное состояние организма, при котором жизненные процессы существенно замедляются, а видимые признаки жизни отсутствуют. Ящерицы переходят в такое состояние при сильном ухудшении условий существования и практически не расходуют энергию, пребывая в состоянии «мнимой смерти», пока внешняя среда вновь не станет благоприятной для их жизнедеятельности.

Весьма широкий спектр электронных устройств, реализованных с применением микроконтроллеров, предполагает, что управляющий контроллер значительную часть времени не задействован в работе системы, но должен начинать выполнять какие-либо действия при наступлении определенного события. Именно поэтому в борьбе за снижение энергопотребления устройства в различных типовых приложениях (бытовых счетчиках, измерительных приборах, в портативной технике и т. п.) от микроконтроллера требуется поддержка своеобразного анабиоза. Для оптимизации энергопотребления кристалла производители микроконтроллеров предусматривают различные режимы энергосбережения. Режим «самого глубокого сна» микроконтроллеров семейства EFM32 Gecko позволяет кристаллу потреблять не более 20 нА/МГц, работа всех периферийных модулей в этом режиме приостанавливается до получения внешнего прерывания, сигнала от монитора питания или до аппаратного сброса МК.

Всего у микроконтроллеров EFM32 предусмотрено пять режимов энергосбережения, каждый из которых характеризуется определенными показателями энергопотребления и набором периферийных модулей, доступных для активации в данном режиме (табл. 1).

Время «пробуждения»

Вы обращали внимание на скорость, с которой ящерицы захватывают добычу? Проводящим большую часть времени в неподвижном состоянии ящерицам требуются доли секунды для прыжка и поглощения жертвы.

Подобно гекконам, микроконтроллеры EFM32 способны за предельно короткое время переключаться между режимами энергосбережения и режимом активной работы. Поскольку в критичных к энергопотреблению приложениях переходы между различными режимами работы могут происходить довольно часто, а время переключения фактически тратится контроллером впустую, такой параметр, как время «пробуждения», может оказаться одним из определяющих при выборе кристалла. В таблице 2 представлены значения данного параметра для каждого из доступных режимов. Малое время «пробуждения» позволяет разработчику не экономить на переходах и наиболее эффективно использовать возможности режимов энергосбережения, предусмотренных в EFM32 Gecko.

Таблица 1. Процессорное ядро и периферия в различных режимах энергосбережения

	EM0	EM1	EM2	EM3	EM4
Ток потребления*, мкА/МГц	114–200	45–67	0,9–1,1	0,5–0,9	20
Процессорное ядро	+	–	–	–	–
– высокочастотные тактовые генераторы; – регулятор напряжения; – интерфейс отладки; – интерфейс внешней памяти; – блок аппаратного шифрования; – интерфейсы UART/USART; – АЦП; – таймеры/счетчики.	+	+	–	–	–
– низкочастотные тактовые генераторы; – малопотребляющий интерфейс UART; – интерфейс USB; – Flash-память; – контроллер ЖКИ; – контроллер DMA.	+	+	+	–	–
– малопотребляющий таймер; – часы реального времени; – рефлексная система периферии.	+	+	+	опционально	–
– сохранение данных в ОЗУ; – интерфейс аналоговых датчиков; – аппаратный счетчик импульсов; – аналоговый компаратор; – сторожевой таймер; – контроллер внешних прерываний; – монитор питания; – интерфейс I ² C; – токовый ЦАП.	+	+	+	+	–
– аппаратный сброс; – линия сброса; – сохранение состояний линий ввода/вывода; – часы реального времени блока Backup.	+	+	+	+	+

Примечание. * — ток потребления зависит от серии EFM32 Gecko.

Таблица 2. Время пробуждения EFM32 из режимов сна

Режим энергосбережения	Время на переход в активный режим, мкс
EM0	—
EM1	0
EM2	2
EM3	2
EM4	160

Рефлексная система периферии

Рассмотрим другое примечательное сходство представителей гекконовых ящериц с одноименными микроконтроллерами. В основе поведения рептилий преобладают безусловные рефлексы. Можно сказать, что чаще всего поведение ящериц в конкретной ситуации определяется не принятым в мозгу рептилии решением, а по заранее известному алгоритму при наступлении определенного события. Так в пустыне, в часы сильного нагрева песка, почувствовав изменение температуры поверхности, ящерицы всегда перемещаются в тень или на ветки кустарников, где температура значительно ниже. Ящерица не оценивает ситуацию, не принимает решения, ее действия продиктованы исключительно рефлексами.

Как и в нервной дуге, по которой нервный импульс проходит от рецептора на лапках ящерицы к исполнительным органам, минуя головной мозг, в микроконтроллерах семейства EFM32 Gecko разработчик может настроить работу периферийных модулей без участия процессорного ядра. Для организации прямых связей между периферийными блоками служит рефлексная система периферии (Peripheral Reflex System, PRS) (рисунок).

В качестве триггеров могут выступать аналоговый компаратор, АЦП, ЦАП, таймеры-счетчики, линии ввода/вывода, малопотребляющий интерфейс датчиков, компаратор напряжения питания, интерфейсы USB, UART и USART. Сигнал, сгенерированный на одном из перечисленных блоков, мо-

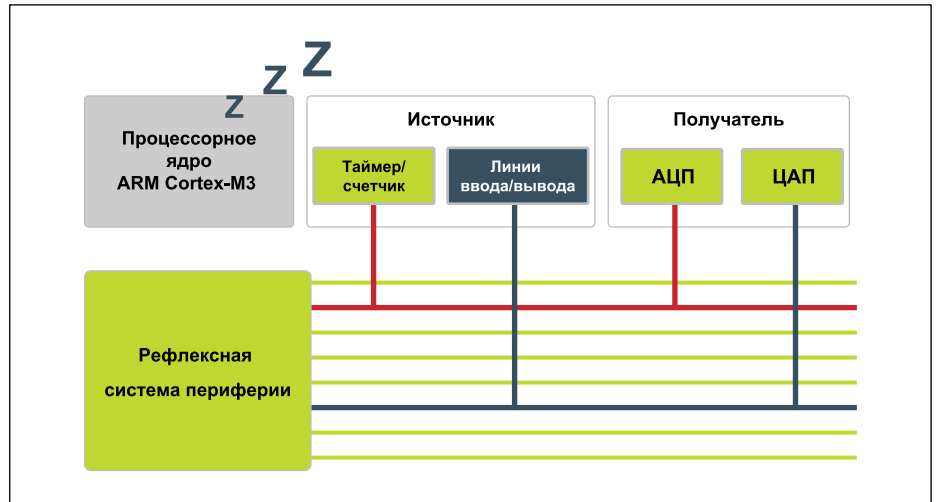


Рисунок. Пример взаимодействия периферийных блоков через рефлексную систему периферии (PRS)

жет быть напрямую передан блокам АЦП, ЦАП, таймеру-счетчику, малопотребляющему интерфейсу датчиков, счетчику импульсов, UART или USART. Разработчику доступно до двенадцати каналов PRS, с использованием которых может быть реализован ряд алгоритмов для решения простых задач управления. Процессорное ядро используется только на этапе настройки рефлексной системы периферии и ее использование позволяет в дальнейшем экономить как энергию источника питания, так и память кристалла.

Помимо «природных» свойств, унаследованных от гекконов, в кристаллах EFM32 реализован ряд специальных технологий для снижения энергопотребления. Среди них можно отметить интерфейс аналоговых датчиков и аппаратный счетчик импульсов, работа которых не требует участия процессорного ядра. Можно выделить также доступный в различных режимах сна модуль мониторинга напряжения питания и малое энергопотребление некоторых типовых периферийных модулей (последовательных интерфейсов, таймеров/счетчиков, АЦП и ЦАП).

«Эволюция» EFM32 Gecko, или Вместо заключения

Сегодня науке известно несколько сот видов гекконовых ящериц. В процессе эволюции рептилии приобретали различные размеры, изменяли окрас, внутреннее строение тела и в результате приспособились к жизни в самых разных условиях: некоторые виды обитают в пустынях, другие в тропических лесах или даже в горах, на высоте до 4000 м над уровнем моря.

В линейке EFM32 Gecko насчитывается более двухсот энергоэффективных микроконтроллеров, среди которых можно подобрать кристалл с необходимым для конкретной задачи набором периферии, подходящей производительностью и ценой. Направление активно развивается, уже в этом году ожидается выход новых серий Gecko. Представители линейки EFM32 Gecko эволюционируют вместе с потребностями рынка, последовательно расширяя круг задач, где использование этих кристаллов является оптимальным. ■