

НОВЕЙШИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ СИСТЕМЫ КОМПАНИИ MAXIM

Основанная в 1983 году с центральным офисом в местечке Солнечная долина, штат Калифорния, США, компания Maxim Integrated Products – сегодня ведущий производитель и разработчик аналоговых, аналого-цифровых и цифровых микросхем в мире. В номенклатуре Maxim также десятки микросхем для волоконно-оптической, проводной и беспроводной связи, масса специализированных микросхем для автомобильной промышленности, аудио- и видеоприменений, зарядка аккумуляторов и т.п. (всего более 6 тыс. наименований ИС в 28 функциональных группах). Ежегодно компания выпускает 200–300 новых микросхем (т.е. примерно пять новых ИС в неделю) и 20% оборота расходует на НИР. Причем, обслуживая более 35 тыс. потребителей, 70% продаж она осуществляет вне США. Компания имеет соглашения с 32 дистрибьюторами и поддерживает 22 собственных офиса по всему миру, в России продукция Maxim доступна через официального дистрибьютора – РЭЙНБОУ ТЕХНОЛОДЖИС.

MAXQ1850 МИКРОКОНТРОЛЛЕР ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ФИНАНСОВЫХ СИСТЕМ И ПЛАТЕЖНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

В апреле 2009 года компания Maxim Integrated Products представила MAXQ1850 – высокопроизводительный 32-разрядный микроконтроллер для применения в оборудовании финансовых учреждений. В MAXQ1850 интегрированы: блок обеспечения безопасности, шифратор с расширенными возможностями и энергонезависимое СОЗУ 8 Кбайт, а также 32-разрядное микроконтроллерное ядро MAXQ. Микроконтроллер обеспечивает максимальный уровень безопасности для широкого круга приложений и при этом имеет минимальное количество выводов и небольшую площадь посадочного места ИС. МК имеет высокую стоимостную эффективность при использовании в качестве сопроцессора в системах кассовых терминалов или в качестве основного микроконтроллера в приложениях, связанных с использованием устройств идентификации. MAXQ1850 также может применять-

Б.Сидоренко
sby@rtcs.ru

ся в офисном оборудовании правительственных учреждений и при работе с цифровыми документами. Механизмы обеспечения безопасности микроконтроллера MAXQ1850 защищают как от логических, так и физических атак на данные: механизмы шифрования устойчивы к проникновению со стороны каналов передачи и криптографическому анализу, датчики окружающей среды защищают от физических воздействий. Блок контроля безопасности предлагает множество различных опций в зависимости от специфики применения и схемы обнаружения внешнего вмешательства. Наиболее важным элементом для защиты секретных ключей в MAXQ1850 является энергонезависимая память типа СОЗУ с батарейным питанием. Это лучший тип памяти для этих целей, так как информация может быть быстро стерта при попытке несанкционированного доступа.

Сочетание в одном микроконтроллере энергонезависимого СОЗУ для хранения секретной информации, возможности обнаружения попыток несанкционированного доступа и аппаратного шифратора делает МК MAXQ1850 перспективным для применения в платежных терминалах и в случаях, когда требуется использование сертификатов безопасности, таких как PCI, FIPS 140-2 или Common Criteria.

ВЫСОКАЯ СТЕПЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ И КОМПАКТНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ

Платежные терминалы уменьшаются в габаритах с каждой новой разработкой, что заставляет инженеров уменьшать площадь посадочного места отдельных компонентов внутри устройств. И неважно, насколько компактными и дешевыми будут при этом терминалы, самое главное – они должны обеспечивать высокий уровень безопасности.

Большинство недорогих коммутационных панелей ввода персонального идентификационного номера или коммутационных панелей с шифрованием предназначены для выполнения простых функций: чтения данных с карт или систем ввода, шифрования этих данных, их пересылки через определенный коммуникационный интерфейс (USB или RS-232). В то же время микроконтроллеры для систем безо-



пасности на современном рынке осуществляют поддержку дорогих операционных систем, которые требуют большого объема внешней памяти и имеют громоздкие дорогостоящие корпуса. МК MAXQ1850 оптимизирован для использования в качестве основного микроконтроллера в упрощенных терминалах или в качестве сопроцессора системы безопасности в более сложных кассовых терминалах.

Особенность микроконтроллера – отсутствие внешней шины данных и минимальное количество выводов. ИС выпускается в компактном 40-выводном корпусе TQFN с габаритами 6×6 мм и 49-выводном корпусе CSBGA с размерами 7×7 мм. Конкурирующие устройства, как правило, имеют более 200 выводов и посадочное место более 17×17 мм, т.е. применение МК MAXQ1850 значительно уменьшает площадь несущей платы, необходимой для размещения системного микроконтроллера в применениях, требующих 256 Кбайт флеш-памяти и 8Кбайт безопасного энергонезависимого СОЗУ. MAXQ1850 также обеспечивает высокую гибкость при использовании в качестве сопроцессора системы безопасности в сложных платежных терминалах класса hi-end. Выполнение всех необходимых функций и управление ключами безопасности в одном микроконтроллере дает возможность проектировать систему безопасности платежного терминала на базе MAXQ1850 без пересылки данных между микросхемами, в то время как в качестве главного процессора разработчик может применить высокопроизводительный микроконтроллер последнего поколения, хотя он и не обеспечивает того же уровня безопасности, что и MAXQ1850.

Наконец, компактность ИС также увеличивает защищенность системы в целом, ведь компактность отдельных компонентов затрудняет несанкционированный доступ к кассовому терминалу.

ВОЗМОЖНОСТЬ РАБОТЫ С НИЗКИМ УРОВНЕМ РАССЕИВАЕМОЙ МОЩНОСТИ

В финансовом оборудовании необходимо обеспечить сохранность ключей безопасности при отсутствии питания, т.е. нельзя допустить прекращения функционирования системы безопасности кассового терминала при отключении его от сети. Именно поэтому должна быть предусмотрена возможность работы в течение длительного времени в режимах с низким потреблением энергии (аккумуляторное питание) без снижения уровня обеспечения безопасности.

Рассмотрим кассовый терминал, созданный без использования специальных компонентов. В нем должны быть – небольшая статическая память, часы реального времени и микроконтроллер для обеспечения безопасности. Типовой микроконтроллер в режиме останова может потреблять около 1 мкА. Но он должен просыпаться два раза в секунду для проведения измерений. Микроконтроллер должен проверить соединения, и, по возможности,

проконтролировать другие встроенные датчики системы (например, датчик освещенности и датчик движения). Для этого микроконтроллеру необходимо находиться в активном режиме 10 мс при токе потребления 1 мА. Таким образом, средний ток потребления составит $(2 \times 10 \text{ мс} \times 1 \text{ мА}) + (980 \text{ мс} \times 1 \text{ мкА}) = 21 \text{ мкА}$ в секунду. При таком токе аккумулятор емкостью 250 мАч прослужит около 1,4 года, что очень немного для устройства, которое рассчитано на срок службы 5 и более лет. Аккумулятор большей емкости прослужит большее время, но будет значительно дороже. Следует учитывать, что в эти расчеты не входила рассеиваемая мощность ОЗУ и часов реального времени.

MAXQ1850 позволяет выйти из такой ситуации за счет интеграции всех основных функций в одном кристалле: постоянного запоминающего устройства, часов реального времени, схемы обнаружения попыток несанкционированного доступа.

Все блоки ИС разработаны с учетом возможности работы в режиме питания от аккумуляторов. МК включает в себя специальный микропотребляющий тактовый генератор, тактирующий все схемы мониторинга системы безопасности, а также СОЗУ, специально разработанного с минимальным током потребления. В результате MAXQ1850 реализует весь набор функций обеспечения безопасности (в худшем случае потребляется ток 2,5 мкА при температуре 85°C).

Использование упомянутой аккумуляторной батареи емкостью 250 мАч позволяет микроконтроллеру MAXQ1850 работать 11 лет, а при типовом токе потребления 460 нА МК прослужит около 20 лет с более дешевым аккумулятором емкостью 125 мАч.

СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ШИФРАЦИИ ДАННЫХ

Аппаратные шифраторы дают возможность осуществлять эффективную защищенную связь между приложениями без использования существенных ресурсов центрального процессора. Кроме того, со временем появляются новые алгоритмы шифрования, использующие стандарты последних поколений с соответствующим уровнем защищенности систем.

MAXQ1850 – это первый микроконтроллер со средствами физической защиты, дающий возможность быстро и с высокой степенью эффективности реализовывать устройства в соответствии с алгоритмом Advanced Encryption Standard (AES) FIPS 197. AES был разработан как более защищенная и эффективная замена для более старых алгоритмов DES и 3DES. Пока в банковских терминалах все еще широко применяются алгоритмы DES и 3DES, но все большее количество нового оборудования создается с использованием стандарта AES для защиты данных.

В MAXQ1850 интегрирован высокопроизводительный ускоритель AES-шифрования, которому требуется менее

200 циклов для выполнения операций шифрации или дешифрации в любой конфигурации. Кроме того движок AES тактируется от внутреннего высокоскоростного генератора MAXQ1850, работающего на частоте 65 МГц. Это означает, что операция AES шифрации или дешифрации с любой длиной ключа происходит за время меньше 3,1 мкс. Также следует учитывать, что при реализации в MAXQ1850 алгоритма шифрации на аппаратном, а не на программном уровне, требуется не более 100 байт кода для использования AES-движка. В то время как программная реализация требует многих килобайт кода и большого объема ОЗУ, при этом время операций шифрации/дешифрации исчисляется в миллисекундах.

MAXQ1850 имеет аппаратную поддержку также для некоторых других продвинутых алгоритмов шифрования, в том числе Secure Hash Algorithm (SHA-1, SHA-224, SHA-256), DES, 3DES, RSA (с длиной ключа до 2048 бит), DSA, Elliptic Curve DSA (ECDSA).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОЧАЙШЕГО УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ

MAXQ1850 оптимизирован для применения в системах, требующих высочайшего уровня безопасности. МК отвечает всем требованиям защищенности и производительности, предъявляемым производителями современных финансовых систем и платежных терминалов, обеспечивая обнаружение попыток несанкционированного доступа при крайне низком энергопотреблении и высокоскоростное выполнение операций шифрования.

MAXQ1850 выпускается в компактном 40-выводном корпусе TQFN с габаритами 6×6 мм и 49-выводном корпусе CSBGA с габаритными размерами 7×7 мм. ИС работает в коммерческом температурном диапазоне от 0 до 70°C, ИС для промышленного температурного диапазона (от -40 до 85°C) будут выпущены в ближайшее время.

MAXQ7670 – АВТОМОБИЛЬНЫЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕР ДЛЯ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ

Выпустив в апреле 2009 года новый МК MAXQ7670, компания Maxim предложила недорогое решение для системы контроля основных узлов автомобильной электроники на базе дифференциальных датчиков.

Система на кристалле MAXQ7670 является микроконтроллером смешанного типа, работающим с цифровыми и аналоговыми сигналами. Высокая чувствительность МК, низкая стоимость и возможность работы со слабыми сигналами позволяют получить на базе MAXQ7670 дешевую полноценную систему измерения и обработки сигналов датчиков с дифференциальными выходами в микровольтовом диапазоне, например таких как анизотропные магниторезистивные (AMR) датчики для бесконтактного опре-

деления линейного и углового смещения в автомобильной технике и промышленности.

При размерах посадочного места на плате 5×5 мм МК MAXQ7670 реализует все необходимые функции для изменения сигналов с малой амплитудой от большого количества AMR датчиков без внешнего усиления. Это в свою очередь снижает стоимость всей системы в целом, так как уменьшаются число внешних компонентов и необходимая площадь печатной платы. MAXQ7670 вычисляет угол смещения в реальном времени и отправляет результат дальше по шине CAN.

ИС МК разработана для оцифровки и обработки сигналов в жестких условиях компактных автомобильных приложений и может считаться идеальной для применения в таких системах, как рулевое управление, система торможения и управление акселератором автомобилей, а также промышленных системах управления, включая управление позиционированием и вращением исполняющих механизмов. Гибкость при проектировании и модульность архитектуры микроконтроллера позволяют в короткие сроки разрабатывать специализированные системы.

Особенностью MAXQ7670 является наличие восьми однонаправленных или четырех дифференциальных входов, снабженных программируемым дифференциальным усилителем (1x – 16x) и 10-разрядного АЦП (250 К отсчетов/с). ИС оцифровывает выходной сигнал датчиков с высокой точностью в реальном времени, отслеживает состояние питания на предмет нарушения номинальных значений напряжения, имеет встроенный программируемый контрольный таймер Watchdog. Цифровой интерфейс ИС включает контроллер CAN 2.0B, SPI, JTAG, семь линий ввода-вывода общего назначения, а также таймер общего назначения с режимами захвата, сравнения и ШИМ.

В MAXQ7670 интегрировано 16-разрядное RISC ядро MAXQ с 16-ю 16-разрядными регистрами. ИС дает возможность обрабатывать оцифрованные данные и выполнять программы пользователя с производительностью до 16 MIPS. В дополнение MAXQ7670 имеет статическое ОЗУ объемом 2 Кбайт и флеш-память объемом 64 Кбайт.

MAXQ7670 выпускается в небольшом 40-выводном корпусе TQFN с габаритами 5×5 мм и работает в автомобильном температурном диапазоне от -40 до 125°C.

ЧИПСЕТ ДЛЯ МНОГОФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЧЕТЧИКОВ

В марте 2009 года компания Maxim Integrated Products представила чипсет для многофазных электрических счетчиков. Чипсет состоит из микросхем MAXQ3108 и DS8102, которые заменяют три дорогостоящих токовых трансформатора тремя дешевыми шунтирующими элементами, уменьшая стоимость и габариты. DS8102 включает два высокоточных дельта-сигма модулятора второго порядка с программируе-



мым усилением до 32х. Выходы модуляторов позволяют использовать кодирование в один битовый поток для уменьшения затрат на развязку и сопряжение данных. Обработка данных осуществляется в двухъядерном микроконтроллере MAXQ3108, к которому подключаются три выходных потока данных DS8102 и в котором осуществляется декодирование и децимация данных для получения первичных отсчетов АЦП в широком динамическом диапазоне. Отсчеты АЦП поступают во встроенный в MAXQ3108 цифровой сигнальный процессор, вычисляющий напряжение питания, потребляемую мощность, коэффициент мощности, среднеквадратичное действующее значение напряжения и тока, требуемые от мультифункционального электрического счетчика. ИС MAXQ3108 и DS8102 снижают общую стоимость системы и позволяют увеличить гибкость и функциональность при проектировании многофазных электросчетчиков. Сигнальный процессор, интегрированный в MAXQ3108, — программируемый, что делает ИС перспективной для применения в широком диапазоне промышленных систем сбора данных, в которых необходима развязка между физическими сигналами и оборудованием сбора данных.

СОТНОШЕНИЕ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ И НИЗКОЙ СТОИМОСТИ

Требования к электросчетчикам изменяются достаточно быстро и становятся существенной проблемой для разработчиков счетчиков и поставщиков ИС для измерительной аппаратуры. Использование электричества общественной сети потребителями энергии требует точности измерения потребляемой энергии в широком диапазоне нагрузок. При непрерывном измерении больших объемов энергии каждый неверно отсчитанный киловатт представляет собой существенные денежные потери для потребителей энергии. Обычный современный счетчик класса 1 должен осуществлять измерение тока в соотношении не менее 1000:1. Это означает, что электросчетчик должен осуществлять измерение энергии с количественной погрешностью менее 1%. В то же время современные промышленные измерения осуществляются с соотношением 2000:1, а в ближайшем будущем это соотношение может составить 5000:1. Кроме того, нужно отметить, что совокупная ошибка измерений микросхемы должна быть гораздо меньше погрешности конечного устройства. Для счетчиков класса 1, например, типовая погрешность измеряющей ИС должна быть менее 0,3%.

Напряжение в аналоговой линии питания варьируется в пределах 10% и ключевым элементом для достижения необходимой точности измерения является точное измерение значения тока. Есть три критических элемента, определяющих высокую точность измерения тока: АЦП, датчик тока, печатная плата счетчика. АЦП и датчик тока должны обеспечивать высокую точность измерений в широком динамическом

диапазоне. Есть и дополнительные требования к датчику тока, но линейность является главным. Резистивный шунт часто применяется для однофазных счетчиков благодаря низкой стоимости и высокой линейности, но для многофазных счетчиков обычно используются два типа датчиков тока: токовые трансформаторы и катушки Роговского (т.е. di/dt датчики). Из-за разности потенциалов между фазами сигналы напряжения и тока должны быть изолированы от устройства сбора данных (измерительной ИС).

Известно, что в трансформаторах тока и датчиках di/dt необходимая развязка аналоговых сигналов и цепей измерительной схемы осуществляется с помощью магнитного поля. Но повышение точности измерения аналогового сигнала влечет за собой существенный рост стоимости для широкого динамического диапазона при следовании требованиям линейности. Наконец, при динамическом диапазоне 2000:1 и более разработчики поняли необходимость перехода к более дешевым схемным решениям.

Модулятор-кодер DS8102 и микроконтроллер MAXQ3108 позволили получить уникальное решение, отвечающее требованиям по развязке и точности измерений для многофазных счетчиков. В трехфазных счетчиках используются три ИС DS8102 и один MAXQ3108. Каждый DS8102 устанавливается на своей фазе. DS8102 преобразовывает напряжение и ток на входах в высокочастотный цифровой поток, который через небольшой дешевый конденсатор поступает в MAXQ3108. MAXQ3108 изолирован по постоянному току от трех ИС DS8102, но связан с ними по переменному току для получения цифрового потока. В результате получается, что осуществляется развязка каждого из DS8102 с другими фазами и MAXQ3108, а для измерения тока на соответствующей фазе используется шунтирующий резистор, дорогой токовый трансформатор не применяется, что уменьшает номенклатуру используемых компонентов и дает возможность снизить стоимость. Дополнительным достоинством решения является цифровая схема получения данных измерений, в которой не снижается точность измерений при расширении диапазона входных аналоговых сигналов.

Особенности MAXQ3108: двухъядерный MAXQ3108 включает два 16-разрядных RISC процессора. Ядро предоставляет пользователям следующие ресурсы: 64 Кбайт флеш-память программ; 2 Кбайт СОЗУ данных; 16 байт СОЗУ данных с батарейным питанием; таймер реального времени с цифровым выравниванием; порты SPI, I²C, двоярный порт USART; аппаратный умножитель, три декодера Манчестерского кода, три фильтра третьего порядка; система автоматической подстройки частоты 10 МГц с входной частотой 32 кГц.

Процессор ЦОС содержит 8 Кбайт СОЗУ памяти программ пользователя; 1 Кбайт СОЗУ памяти данных; аппаратный умножитель.

При отключении процессора 3У программ пользователя может работать как 3У памяти данных для основного ядра. В этом случае пользователь получает еще 10 Кбайт памяти данных.

Отсчеты АЦП (после децимации) могут быть обработаны как процессором ЦОС, так и с использованием основного ядра.

Особенности DS8102: два сигма-дельта модулятора второго порядка; программируемое усиление 32х; шифратор Манчестерского кода; встроенный генератор 8 МГц; встроенный источник опорного напряжения.

MAXQ3108 выпускается в 28-выводном корпусе TSSOP, DS8102 в 16-выводном корпусе TSSOP. Обе ИС работают в промышленном температурном диапазоне от -40 до 85°C.

MAXQ2010 – МИКРОКОНТРОЛЛЕР СМЕШАННОГО ТИПА СО СВЕРХНИЗКИМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ДЛЯ УСТРОЙСТВ С БАТАРЕЙНЫМ ПИТАНИЕМ

В конце 2008 года был выпущен 16-разрядный цифроаналоговый микроконтроллер MAXQ2010 со сверхнизким потреблением энергии. Режим останова снижает потребление энергии до 370 нА в обычных условиях и максимум до 6,5 мкА при температуре 85°C, что значительно увеличивает срок работы аккумулятора. Разработанный в соответствии с RISC-архитектурой MAXQ2010 совмещает высокое быстродействие (до 10 MIPS на частоте 10 МГц) и высокопроизводительный 12-разрядный АЦП (до 312 К отсчетов/с) со сверхнизким энергопотреблением в рабочем режиме (3,1 мА при частоте 10 МГц). Встроенный преобразователь дает возможность работать непосредственно от одноэлементного литиевого аккумулятора номиналом от 2,7 до 3,6 В.

За счет множества встроенных аналоговых и цифровых возможностей и нескольких режимов снижения энергопотребления MAXQ2010 представляет собой оптимальное однокристальное решение для применений с питанием от аккумулятора, связанных с обработкой данных. Режим останова особенно ценен для оборудования, которое большую часть времени находится в состоянии ожидания кратковременного включения. Обычными применениями ИС считаются всевозможные датчики, системы сбора данных и регистрация состояния окружающей среды.

Ключевой особенностью MAXQ2010 можно считать режим останова, который позволяет снизить потребление энергии до уровня менее 400 нА за счет останова выполнения кода. В зависимости от требований выполняемого приложения встроенные контроллер ЖК-дисплея и часы реального времени могут оставаться активными во время режима останова.

MAXQ2010 имеет встроенный 12-разрядный АЦП, обеспечивающий скорость преобразования до 312 К отсчетов/с. Данные поступают для обработки с 8-ми аналоговых входов, которые могут быть включены как однополярные или дифференциальные пары. АЦП имеет опорное напряже-

ние $1,5 \text{ В} \pm 2\%$ и может быть сконфигурирован автоматически для непосредственного приема отсчетов или использования буфера на 16 отсчетов без вмешательства микроконтроллера.

MAXQ2010 обладает дополнительными функциями, критичными для приложений с батарейным питанием. В МК встроен контроллер ЖК-дисплея, способный управлять 160-сегментным экраном. Модуль контроля напряжения может быть запрограммирован на отслеживание критического уровня в диапазоне от 2,7 до 3,5В с инкрементом 0,1В. При достижении критического уровня программа может вывести на ЖК-дисплей уведомление о разряде батареи для своевременной замены элемента питания.

Также для дополнительного снижения стоимости системы MAXQ2010 использует дешевый генератор 32кГц для создания системной частоты 8,389 МГц, которая обеспечивает работу часов реального времени. В свою очередь часы реального времени управляют пробуждением микроконтроллера в заранее запрограммированный момент времени для выполнения рабочих функций.

Для ускорения разработки приложений выпущен оценочный комплект, который дает возможность разрабатывать одновременно и аппаратную часть системы на основе MAXQ2010, и программное обеспечение. Комплект непосредственно подсоединяется к ПЭВМ с интегрированной средой разработки. За отдельную плату комплект может быть дополнен средой разработки с набором проектов MAX-IDE, Rowley Crossworks IDE, IAR Embedded Workbench для микроконтроллеров семейства MAXQ (имеется версия с временной и неограниченной лицензией). Встроенный JTAG совместимый порт отладки MAXQ2010, позволяет осуществлять внутрисистемную отладку приложений на языках С и Ассемблер.

Технические характеристики микроконтроллера: объем флеш-памяти 64 Кбайт; емкость ОЗУ 2 Кбайт; три 16-битных таймера; два универсальных синхронных/асинхронных трансивера; диапазон рабочего напряжения – от 2,7 до 3,6 В.

MAXQ2010 выпускается в 100-выводном корпусе LQFP и работает в промышленном температурном диапазоне от -40 до 85°C.

У многих разработчиков электронных устройств компания Maxim ассоциируется с аналоговыми компонентами. Однако, как показывает практика, семейство микроконтроллеров на базе RISC-ядра MAXQ предлагает широкий диапазон решений для цифровой и смешанной обработки данных в различных областях применения. Использование новейших решений Maxim в этой области позволит разработчикам увеличить эффективность и снизить стоимость своей конечной продукции за счет применения новейших технологий и снижения количества используемых компонентов.

www.maxim-ic.com