

КОМПОНЕНТЫ FREESCALE SEMICONDUCTOR ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Дмитрий Панфилов, менеджер по развитию рынка; **Илья Чепурин**, инженер по поддержке продукции; **Алексей Архипов**, инженер по применению; **Михаил Соколов**, инженер по применению

Компания Freescale Semiconductor (бывший сектор полупроводниковых компонентов компании Motorola), является признанным лидером на рынке компонентов для автомобильной электроники. В статье на примере продуктов из портфеля компании рассказывается о тенденциях в современной автоэлектронике, анализируются направления развития электронных компонентов и их специфика, дается подробная классификация продукции фирмы и возможных областей ее применения.

За последние 20 лет автомобильная электроника совершила качественный скачок вперед, который можно сравнить по значимости с переходом от рамного принципа построения легковых автомобилей к несущему кузову в первой половине XX века. Количество и качество электронных систем достигли такого уровня, что в автомобиле уже сложно найти узел, куда бы не подходили провода от систем управления и диагностики. В результате, современный автомобиль — это сплав новейших технологий в агрегатостроении и электронике, в котором преобладающую роль постепенно занимает электронная часть. В то время как механические узлы улучшаются по интенсивному пути развития (увеличиваются мощность, эффективность, надежность), электронные системы развиваются по экстенсивному принципу, занимая новые области применения.

Автоэлектроника является одним из самых динамично развивающихся сегментов рынка электронных устройств, в который выгодно вкладывать средства. При этом темпы роста данного сегмента в несколько раз выше по сравнению с ростом автомобильной индустрии в целом. Это связано в первую очередь с возрастающими требованиями по безопасности, функциональности и надежности, к снижению массогабаритных показателей автомобильных систем.

В мире наблюдается устойчивый рост потребления автомобильной индустрией электронных компонентов различной степени интеграции. Причем этот рост слабо подвержен влиянию неблагоприятных экономических факторов, и в последние 10 лет он составлял в среднем около 12% в год,

в то время как мировой рынок полупроводниковых компонентов за это время вырос только на 5%. Автомобильная промышленность стала за последнее время основным и самым крупным потребителем микроконтроллеров (МК). По оценкам экспертов, примерно каждый третий выпускаемый в мире МК находит применение в устройствах автоэлектроники (см. рис. 1). Вместе с тем наблюдается изменение структуры рынка: растет спрос на более производительные и функциональные МК.

Применение 8-битных МК в автоэлектронике продиктовано соотношением цена/качество (функциональность и производительность), поэтому сферу их применения составляют приложения, требующие простых и функциональных решений по минимальной цене. По мере усложнения электронных систем 8-битные МК будут вытесняться более производительными 16-битными МК, но в то же время их доля будет сохраняться за счет появления новых приложений и развития направления механотронных устройств.

Усложнение электронных систем автомобиля стимулирует увеличение спроса на 16-битные МК. Главным образом, этому способствует внедрение мультиплексной шины в качестве основы информационной инфраструктуры автомобиля, т.к. с увеличением числа электронных подсистем растет объем информации, требующейся для их эффективного взаимодействия. Соответственно, строятся более производительные устройства, способные не только управлять электронным узлом, но и обрабатывать информацию, поступающую от других устройств в системе по высокоскоростной шине.

Постоянное совершенствование технологий, обеспечивающих активную безопасность автомобиля, соответствие экологическим нормам, а также активное внедрение мультимедиа требуют применения МК, способных обеспечивать большие объемы вычислений и обработку больших объемов информации. Как результат, наблюдается рост спроса на 32-битные МК и DSP в автомобильных приложениях.

Автомобильная электроника развивается в постоянном конфликте между возрастающей стоимостью и расширением потребительских качеств новых технических решений. Каждый новый продукт (отдельный компонент или готовое решение) должен обладать большей надежностью, производительностью и функциональ-

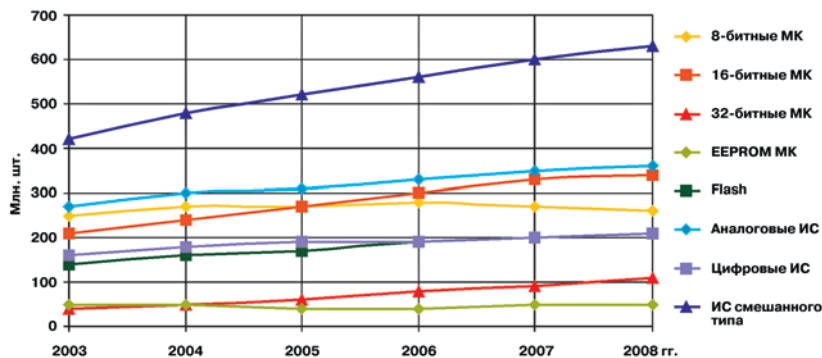


Рис. 1. Тенденции потребления автомобильной промышленностью различных типов микросхем и технологий (по материалам Strategy Analytics [9])

ностью по сравнению с предшествующим. На Западе стало нормой, что значительная часть потраченной на новый автомобиль суммы уходит на повышение безопасности и надежности автомобиля и всех его узлов. В связи с этим увеличение стоимости автомобиля для потребителя равнозначно увеличению его надежности и безопасности, и не свидетельствует о желании автомобильных компаний нажиться на покупателях. В свою очередь, производители хотят поддержать репутацию марки, но, по возможности, свести к минимуму увеличение цены на свою продукцию. Это стимулирует постоянное совершенствование технологий производства компонентов, проектирование и внедрение новых интегральных решений, создание простых, дешевых и доступных средств разработки, позволяющих уменьшить сроки проектирования и стоимости новых систем [1].

Помимо роста числа аналоговых и цифровых электронных компонентов, в автомобильной электронике находят все большее применение гибридные интегральные схемы, объединяющие свойства аналоговых, цифровых и силовых компонентов в одном устройстве. В результате отпадает необходимость в сопряжении сигналов между цифровыми и силовыми частями схемы. Это тоже стало возможным благодаря постоянному развитию технологий производства полупроводниковых компонентов. Из рисунка 1 видно, что микросхемы именно такого типа находят все большее применение.

Анализ рынка датчиков показывает, что более трех четвертей от общего объема производимых в мире датчиков потребляется автомобильной промышленностью. За период с 1997 по 2002 г. ежегодный прирост потребления датчиков составлял порядка 57%. Прогноз на период с 2003 по 2008 г. дает более чем 20% увеличение потребности в датчиках ежегодно. Это подтверждает общую тенденцию к расширению контроля и управления различными системами автомобиля с помощью электронных средств.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Специфика деталей автомобильного оборудования обусловлена экстремальными условиями эксплуатации: температурами, ударами, вибрацией, высокой влажностью, наличием веществ, вызывающих коррозию, и дру-

гими неблагоприятными факторами. Кроме того, каждый компонент автомобиля должен служить не менее 10 лет при пробеге не менее 250 тыс. км, а цена его при этом должна быть минимальной. Сегодня сектор полупроводниковых компонентов для автоэлектроники лидирует в части требований к высокой надежности. Технические требования, предъявляемые к этим компонентам, гораздо жестче предъявляемых к стандартным электронным устройствам. Это не только высокое качество и надежность при максимально низкой цене, но и длительный срок пребывания в производственной программе фирмы-производителя электронных компонентов — от 10 лет и более. Это расширенный температурный диапазон нормальной работы электронных компонентов, где минимальная рабочая температура составляет -40°C , тогда как максимально допустимая рабочая температура зависит от автомобильного приложения и может варьироваться в пределах от 80°C до 125°C . Компоненты должны соответствовать таким требованиям как диапазон рабочих напряжений от 12 до 42 В и выше, электромагнитная совместимость, высокая помехозащищенность.

Таким образом, автомобильные компоненты должны одновременно обладать надежностью военных изделий и дешевизной потребительской продукции. Это связано с тем, что автомобиль как средство повышенной опасности является одним из самых массовых товаров. При этом водитель, садясь за руль, как правило крайне редко задумывается о надежности и безопасности всех узлов, схем и систем автомобиля по отдельности, доверяя производителю.

В середине 90-х гг. ряд компаний-производителей электронных компонентов и оборудования для автомобильной электроники, таких как DaimlerChrysler, Delphi Delco Electronics Systems, Motorola, Visteon Corporation учредили Совет по автомобильной электронике (Automotive Electronics Council — АЕС). Целями АЕС были выработка единых стандартов качества для автомобильной электроники и создание методики проведения испытаний на соответствие данному стандарту. Согласно выработанной методике, проводятся следующие проверки и испытания электронных компонентов: соблюдение технологий и технологических процессов на стадии производства кристаллов микросхем, соответствие стандартам внутренних и внешних

параметров готовых изделий (размеры, корпуса, материалы, технология сборки и т.д.), нагрузочные испытания, стресс-тесты и механические испытания, воздействие агрессивных сред, температурные испытания, испытания на электромагнитную совместимость, электрические испытания, ресурсные и т.д. Информацию по методике можно найти на сайте Совета [10].

Все компоненты для автомобильной электроники, выпускаемые компанией Freescale Semiconductor, в обязательном порядке проходят испытания по методике АЕС. Тем самым заказчику предоставляется дополнительная гарантия качества. Они представляют собой довольно обширную группу компонентов в составе портфеля продуктов компании.

ОТ ДАТЧИКОВ — К ГИБРИДНЫМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ МОДУЛЯМ

Компания Freescale Semiconductor производит полупроводниковые компоненты уже более 60 лет и по праву занимает лидирующие позиции в сфере производителей электронных компонентов для автомобильной индустрии. Их надежность и высокое качество подтверждается такими крупными автопроизводителями, потребителями продукции компании, как BMW, DaimlerChrysler, Ford, General Motors, Honda, Toyota, Volkswagen Group, АвтоВаз и рядом других.

Портфель компонентов для автомобильной электроники Freescale Semiconductor состоит из широкого спектра продуктов: от простых полупроводниковых датчиков до гибридных интегральных схем, интеллектуальных силовых ключей и высокопроизводительных МК для применения во всех системах современного автомобиля (их примерная классификация приведена в таблице 1). Важно отметить, что помимо самих компонентов заказчикам предлагаются также самые различные средства разработки, в том числе и готовые решения для реализации отдельных узлов. Это позволяет значительно сократить время проектирования и внедрения электронных систем как в перспективные модели автомобилей, так и в уже существующие [1].

Номенклатура компонентов Freescale Semiconductor для электронных систем автомобиля включает в себя следующие основные классы [8]:

— 8-/16-/32-битные и гибридные МК с Flash-памятью;

Таблица 1. Применение электронных компонентов Freescale Semiconductor в системах автомобиля

| Системы автомобиля | Составляющие автомобильных систем |
|---------------------------------|---|
| Системы мультимедиа/развлечения | Автомобильные музыкальные проигрыватели, цифровое радиовещание, CD-чейнджеры, эквалайзеры, усилители мощности |
| Салонное оборудование | Мультиплексные сетевые решения (LIN/CAN/ISO-9141/J-1850), дверные консоли водителя/пассажира (зеркала, окна, центральный замок, подсветка салона и т.д.), системы дистанционного доступа, управление приводом сидений/руля, управление светотехникой |
| Информационные системы | Навигация/GPS, приборная панель, электронный термометр, информационные консоли/экраны, сотовая связь/hands-free, контроль давления в шинах |
| Трансмиссия/двигатель/подвеска | Генераторы, блоки управления двигателем/впрыском топлива, адаптивный круиз-контроль, управление зажиганием, датчики двигателя, управление автоматической трансмиссией, системы предупреждения столкновения, системы управления полным/передним/задним приводом, системы управления гибридными/электрическими силовыми установками, системы электронного привода клапанов, электроусилитель руля |
| Системы безопасности/комфорта | Блок управления подушками безопасности, датчики ускорения, системы климат-контроля/отопления/вентиляции/кондиционирования, ABS, ESP, электромеханические/электрогидравлические тормоза |

– микросхемы для реализации различных интерфейсов (LIN/CAN/ISO-9141);

– микросхемы питания (линейные/импульсные регуляторы);

– микросхемы интеллектуальных силовых ключей (ключи нижних и верхних уровней, конфигурируемые ключи, полумостовые и мостовые схемы для управления приводом), драйверы силовых MOSFET-транзисторов;

– гибридные интегральные микросхемы, объединяющие на одном кристалле процессорное ядро и аналоговую часть;

– микросхемы специальных функций (микросхемы для управления автомобильным генератором, мониторинга контактов, управления шаговыми двигателями/приборной панелью, бесконтактные датчики положения);

– микросхемы радиочастотной передачи и идентификации (приемники, передатчики, TAG Reader/иммобилайзер);

– датчики давления (датчики давления в шинах, абсолютного/относительного давления), датчики ускорения (датчики малых/средних/больших ускорений).

Выпускаемые компанией Freescale Semiconductor силовые, цифровые и гибридные интеллектуальные микросхемы для рынка автомобильной электроники полностью отвечают современным требованиям, предъявляемым к надежности, электромагнитной совместимости, сервисным функциям и возможностям, а также соответствуют требованиям стандарта АЕС. Сроки пребывания электронных компонентов компании в производственной программе составляют не менее 10 лет.

Статья содержит краткий обзор параметров и новых функциональных возможностей электронных компо-

нентов каждого из упомянутых классов. Стоит отметить, что благодаря столь широкой номенклатуре выпускаемой продукции, заказчики могут получать все компоненты для реализации большинства автомобильных систем из рук одного производителя, что также упрощает и ускоряет процесс создания готовых решений.

8-/16-/32-БИТНЫЕ И ГИБРИДНЫЕ МК

Компания Freescale Semiconductor является признанным мировым лидером на рынке МК для автомобильной электроники. Номенклатура МК, выпускаемых компанией Freescale Semiconductor, включает в себя 8-, 16- и 32-битные МК [6]. Приборы серий HC08, HCS12 и MPC500 стали фактическим стандартом автомобильной электроники. Особенности данных МК являются расширенный температурный диапазон от -40°C до 125°C , встроенная Flash-память, развитая периферия, в том числе специализированные коммуникационные интерфейсы, используемые в автоэлектронике (CAN, LIN, J1850).

Преимущества применения технологий Flash-памяти в автоэлектронике очевидны: гибкость, возможность программирования и перепрограммирования в уже законченной системе, увеличенное количество циклов записи по сравнению с другими типами ПЗУ [2], низкая стоимость систем в целом, гарантированный срок хранения информации более 10 лет во всем температурном диапазоне.

8-битные МК компании Freescale Semiconductor представлены базовым семейством HC08. Все они имеют высокопроизводительное 8-разрядное процессорное ядро CISC с максимальной частотой 8 МГц и развитый набор периферийных модулей (см. табл. 2). Большинство моделей семей-

ства HC08 имеет встроенный модуль Flash-памяти программ с возможностью внутрисхемного программирования МК через специализированный интерфейс или с помощью внутреннего загрузчика через любой из коммуникационных интерфейсов. Наличие управляемого регулятора повышенного напряжения в составе этого модуля позволяет выполнять операции стирания и программирования Flash-памяти при питании МК от единственного источника напряжения 3...5 В (1,8...3 В для некоторых моделей). Портфель 8-битных МК включает в себя как простые 8-выводные приборы с объемом Flash-памяти 1,5 Кбайт, так и МК с богатым набором периферийных модулей, 60 Кбайт Flash-памяти и 1 Кбайт EEPROM в 64-выводном корпусе.

16-битные МК компании Freescale Semiconductor представлены двумя семействами: HCS12 и 68HC12. Все МК оснащены довольно универсальным набором периферийных модулей для работы в самых разнообразных автомобильных приложениях. С учетом современных требований автоэлектроники, все МК имеют развитую систему коммуникационных интерфейсов, позволяющих организовать эффективное взаимодействие всех электронных систем автомобиля. Например, МК MC9S12DP256 имеет 5 модулей CAN, что позволяет использовать его в качестве шлюза в мультиплексной информационной инфраструктуре автомобиля.

МК семейства 68HC12 выполнены на базе 16-битного CISC-ядра с максимальной рабочей частотой 8 МГц. Внутренняя Flash-память 68HC12 имеет объем до 128 Кбайт. Семейство HCS12 является дальнейшим развитием МК 68HC12 и имеет максимальную частоту работы 25 МГц, а также объем Flash-памяти до 512 Кбайт.

Таблица 2. Семейство 8-битных МК HC08

| Тип МК | Flash-память, Кбайт | ОЗУ, Кбайт | I/O | Таймер | Посл. интерфейс | АЦП | Специальные модули | Тип корпуса |
|------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|---|------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|
| MC68HC908AZ60A | 60 | 2 | 50 | 2 × TIM08 6 каналов 2 канала COP | SCI SPI MsCAN | 15 каналов 8 бит | 1KEEPROM | QFP |
| MC68HC908EY8/16 | 8/16 | 256/512 | 24 | 2 × TIM08 2 канала 2 канала COP | SCI SPI LIN | 8 каналов 10 бит | Модуль таймера TBM08 Модуль ICG08 | |
| MC68HC908GR8/16/32/ 48/60 | 8/16/32/48/60 | 384/1/ 1,5/2 | 21/37/50/53 | 2 × TIM08 2 канала 1 канал COP | | SCI SPI LIN CAN | 8–10 каналов 10 бит | Модуль таймера TBM08 |
| MC68HC908GZ8/16/32/ 48/60 | | 1/1,5/2 | 53 | 2 × TIM08 2 канала 2 канала COP | 8–24 каналов 10 бит | | MSCAN2.0 | QFP, LQFP |
| MC68HC908JK1/3/8 | 1,5/4/8 | 128/256 | 15 2 × 25mA 4 LED | 1 × TIM08 2 канала COP | SCI (JK8) | 12 каналов 8 бит | Возможна синхронизация от RC-генератора | DIP, SOIC |
| MC68HC908JL3 | 4 | 128 | 23 2 × 25 mA 7 LED | | нет | | | |
| MC68HC908KX8 | 8 | 192 | 13 5 × 15 mA | 1 × TIM08 2 канала COP | SCI | 4 канала 8 бит | Модуль ICG08 Модуль таймера TBM08 | |
| PC68HC908QB4/8 | 4/8 | 128/256 | 13 | 2 × TIM08 4 канала COP | SCI SPI LIN | 10 каналов 10 бит | Модуль внутреннего тактирования | DIP, SOIC, TSSOP |
| MC68HC908QL2/3/4 | 2 | 128 | | | 1 × TIM08 2 канала COP | SLIC | | |
| MC68HC908QY1/2/4/5/8 | 1,5/4/8 | 128/256 | 14 | LIN(QY5,8) | | 4–6 каналов 8–10 бит | | DIP, SOIC, DFN |
| MC68HC908QT1/2/4 | 1,5/4 | | | 6 | нет | 4 канала 8 бит | | |
| MC68HC908RK2 | 2 | 128 | 14 | 1 × TIM08 1 канал COP | нет | Модуль ICG08 | Модуль ICG08 Модуль УКВ- радиопередатчика | SSOP |
| MC68HC908RF2 | | | 12 | | | | | LQFP |
| MC68HC908MR8/16/32 | 8/16/32 | 256/768 | 14/44 | 2 × TIM08 4 канала 2 канала COP | SCI SPI | 10 каналов 10 бит | Модуль PWM08 для управления силовыми преобразователям | SDIP, QFP |

Оба семейства обладают внутренней EEPROM-памятью объемом до 4 Кбайт (см. табл. 3). Важно отметить, что МК семейства HCS12 обладают совместимостью по выводам. Это дает возможность разработчикам систем автоэлектроники строить свое решение так, чтобы впоследствии можно было легко нарастить функциональность приложения, установив МК с более развитой периферией и большим объемом памяти, или же удешевить систему, взяв более простой МК.

Семейство МК 56F8300 является третьим поколением 16-битных ИМС DSP56800. Оно было разработано специально для автомобильных приложений, поэтому также характеризуется расширенным рабочим температурным диапазоном. Все МК семейства обладают относительно простым, но высокопроизводительным 16-рядным процессорным ядром, позво-

ляющим создавать на его основе эффективные технические решения низкой стоимости. Процессорное ядро реализует типовые функции ЦОС: умножение с накоплением (MAC), округление и масштабирование, сдвиги, адресацию операндов с применением модульной арифметики, ускоренное выполнение программных циклов. МК 56F8300 имеет производительность 60 MIPS (млн. операций/с) при размещении кода программы во внутренней Flash-памяти, объем которой доходит до 280 Кбайт (см. табл. 4).

МК семейств MPC5xx, MAC7100 и MC683xx в настоящее время занимают лидирующие позиции на рынке 32-битных МК для автомобильной электроники (см. табл. 5–7). Применение высокопроизводительных контроллеров в автомобильной промышленности обусловлено новыми разработками все более сложных

систем управления, такими узлами как активная подвеска, адаптивный круиз-контроль, управление трансмиссией и т.д., а также появлением разнообразной мультимедийной аппаратуры, требующих больших объемов вычислений вкупе с обработкой постоянно растущих объемов информации. С учетом требований к высокой производительности в состав МК компании Freescale Semiconductor включаются модули для вычислений с плавающей запятой, специализированные сопроцессоры таймеров, способные работать независимо от процессорного ядра, а также применяются специальные схемотехнические и архитектурные решения для построения периферийных модулей.

МК MPC5xx построены на базе высокопроизводительного 32-битного RISC-ядра PowerPC с максимальной рабочей частотой 66 МГц. Контролле-

Таблица 3. Семейства 16-битных МК HC12 и HCS12

| Тип МК | Flash-память, Кбайт | ОЗУ, Кбайт | EEPROM, Кбайт | I/O | ШИМ | Посл. интерфейс | АЦП | Таймер | |
|---------------------|---------------------|------------|---------------|-----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| MC9S12B64/128/256 | 64/128/256 | 1/2 | | 59/91 | 8 каналов 8 бит или 4 канала 16 бит | 2 SCI, SPI, IIC, CAN | 1,2 × 8 каналов 10 бит | 8 каналов 16 бит ЕСТ | |
| MC9S12C32/64/96/128 | 32/96/128 | 2/4 | – | 31–60 | 6 каналов 8 бит или 3 канала 16 бит | SCI, SPI, CAN | 8 каналов 10 бит | | |
| MC9S12D32/64 | 32/64 | | 1 | 59–91 | 7 каналов 8 бит или 3 канала 16 бит | 2 SCI, SPI, IIC, CAN | 1,2 × 8 каналов 10 бит | | |
| MC9S12DB128 | 128 | 8 | 2 | 91 | 8 каналов 8 бит или 4 канала 16 бит | 2 SCI, 2 SPI, CAN | 2 × 8 каналов 10 бит | 8 каналов 16 бит РА | |
| MC9S12DG128/256 | 128/256 | 8/12 | 2/4 | 59/91 | | 2 SCI, 2 SPI, IIC, 2 CAN | 1,2 × 8 каналов 10 бит | 8 каналов 16 бит ЕСТ | |
| MC9S12DJ64/128/256 | 64/128/256 | | 1/2/4 | | | 91 | 2 SCI, 3 SPI, IIC, 5 CAN | | 2 × 8 каналов 10 бит |
| MC9S12DP256/512 | 256/512 | 12/14 | 4 | 2SCI, 2SPI, IIC, 3CAN | | | | | |
| MC9S12DT128/256 | 128/256 | 8/12 | 2/4 | | | | | | |
| MC9S12H128/256 | 128/256 | 6/12 | 2/4 | 61–99 | | 2 канала 8 бит | SCI, SPI, IIC, 2 CAN | 8–16 каналов 16 бит | 8 каналов 16 бит |
| PC9S12KG128/256 | 128/256 | 8/12 | 2/4 | 59–91 | | 8 каналов 8 бит или 4 канала 16 бит | 2 SCI, 3 SPI, IIC, 2 CAN | 1,2 × 8 каналов 16 бит | 8 каналов 16 бит ЕСТ |
| PC9S12KT256 | 256 | 12 | 4 | 91 | 2 SCI, 3 SPI, IIC, 3 CAN | | 2 × 8 каналов 16 бит | | |
| PC9S12KG128/256 | 128/256 | 8/12 | 2/4 | 59–91 | 2 SCI, 3 SPI, IIC, 2 CAN | | 1,2 × 8 каналов 16 бит | | |
| MC68HC912B32 | 32 | 1 | 768 | 63 | 4 канала 8 бит или 2 канала 16 бит | SCI, SPI, J1850 | 8 каналов 10 бит | 8 каналов 16 бит | |
| MC68HC912BC32 | | | | | | SCI, SPI, CAN2.0 | | | |
| MC68HC912D60A | 60 | 2 | 1 | 66 | | 2 SCI, SPI, CAN2.0 | 2 × 8 каналов 10 бит | 8 каналов 16 бит ЕСТ | |
| MC68HC912DG128A | 128 | 8 | 2 | 67 | 4 канала 8 бит или 2 канала 16 бит | 2 SCI, SPI, 2 CAN, IIC | | | |
| MC68HC912DT128A | | | | | 2 SCI, SPI, 3 CAN, IIC | | | | |

Таблица 4. Семейство 16-битных гибридных МК 56F8300

| Тип МК | Производительность | Flash/RAM, Кбайт | Периферия | Тип корпуса |
|----------------|--------------------|------------------|--|-------------|
| MC56F8322VFA60 | 60 МГц 60 MIPS | 48/12 | 2 SPI, 2 SCI, 2 ADC, PWM, COP, PLL, Decoder, 2 Quad Timers, FlexCAN, датчик температуры, 21 I/O | 48LQFP |
| MC56F8323VFB60 | | | 2 SPI, 2 SCI, 2 ADC, PWM, COP, PLL, Decoder, 2 Quad Timers, FlexCAN, датчик температуры, 27 I/O | 64LQFP |
| MC56F8345VFG60 | | 144/12 | 2 SPI, 2 SCI, 4 ADC, PWM, COP, PLL, Decoder, 4 Quad Timers, FlexCAN, датчик температуры, 49 I/O | 128LQFP |
| MC56F8346VFB60 | | | 2 SPI, 2 SCI, 4 ADC, 2 PWM, COP, PLL, 2 Decoders, 4 Quad Timers, FlexCAN, датчик температуры, 62 I/O | 144LQFP |
| MC56F8356VFB60 | | 280/20 | 2 SPI, 2 SCI, 4 ADC, 2 PWM, COP, PLL, 2 Decoders, 4 Quad Timers, FlexCAN, датчик температуры, 76 I/O | 160LQFP |
| MC56F8357VFB60 | | | | |

ры, созданные на данном ядре, имеют встроенную Flash-память объемом до 1 Мбайт (может быть увеличена до 2 Мбайт) и оснащены самой разнообразной периферией, позволяющей решать сложные задачи по управлению ответственными узлами автомобиля. Дальнейшим развитием этого семейства являются МК MPC555x, работающие на тактовой частоте до 132 МГц и имеющие встроенную Flash-память объемом 2 Мбайт.

Семейство МК MAC7100 выполнено на базе ядра ARM7TDMI-S с максимальной тактовой частотой 50 МГц. Производительность этих МК достигает значений 45 Dhrystone 2,1 MIPS. Объем внутренней Flash-памяти программ и данных (соответственно до 1 Мбайт и 32 Кбайт) позволяет создавать сложные, требующие больших ресурсов программы. Периферия данного семейства включает в себя ин-

теллектуальный модуль DMA, мощную подсистему таймеров eMIOS, интерфейсы связи SPI, SCI, IIC, eLIN, DSPI, FlexCAN, а также большое количество входов АЦП. Температурный диапазон работы MAC7100 – от –40° до 125°С. Компания Freescale Semiconductor предлагает данное семейство для успешной реализации самых сложных алгоритмов управления системами автомобильной электроники.

Таблица 5. Семейство 32-битных МК MPC5XX на ядре PowerPC

| Тип МК | Flash-память, Кбайт | ОЗУ, Кбайт | Рабочая частота, МГц | Таймер | Посл. интерфейс | АЦП | Рабочее напряжение, В | Тип корпуса |
|---------|---------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| MPC555 | 448 | 26 + TPU | 40 | 50 каналов, 2TPU3 + MIOS1 | QSMCM (2 SCI + QSPI + 2 CAN) | 2QADC | Ядро: 3,3 Flash: 5 | 272-ball PBGA |
| MPC563 | 512 | 32 + 8TPU + 2DECRAM | 40, 56, 66 | 54 канала, 2TPU3+ + MIOS14 | QSMCM | | Ядро: 3,3 АЦП, порты: 5 | 388-ball PBGA |
| MPC565 | 1000 | 36 + 10TPU + 4DECRAM | 40, 56 | 70 каналов, 3TPU3 + MIOS14 | 2 × QSMCM, J1850 | | Ядро: 2,6 АЦП, порты: 5 | |
| MPC5554 | 2000 | 64 + 15eTPU + 32 для кэша | 80, 112, 132 | 88 каналов, 2eTPU + eMIOS | 2eSCI + 4 DSPI + 3 FlexCAN | 2eQADC (12 бит), 40 каналов | | 416-ball PBGA |

Таблица 6. Семейство 32-битных МК MAC7100 на ядре ARM7TDMI-S

| Тип МК | Program Flash, Кбайт | RAM, Кбайт | Data Flash, Кбайт | Рабочая частота, МГц | Таймер | Посл. интерфейс | АЦП | Рабочее напряжение, В | Тип корпуса |
|---------|----------------------|------------|-------------------|----------------------|------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
| MAC7101 | 512 | 32 | 32 | 30, 40, 50 | 16 каналов eMIOS | 2 DSPI, 4 eSCI, 4 FlexCAN, IIC | 32 канала 10 бит | Ядро: 2,5 I/O 5 | 144LQFP |
| MAC7111 | | | | | | | 16 каналов 10 бит | | 44LQFP |
| MAC7121 | | | | | | | 32 канала 10 бит | | 112LQFP |
| MAC7131 | | | | | | | 32 канала 10 бит | | 208MAPBGA |

Таблица 7. Семейство 32-битных МК MC683XX

| Тип МК | Flash-память, Кбайт | ОЗУ, Кбайт | Рабочая частота, МГц | Таймер | Посл. интерфейс | АЦП | Рабочее напряжение, В | Тип корпуса | |
|---------|---------------------|------------|----------------------|-----------|-----------------|-----|-----------------------|---------------|-------------------|
| MC68331 | 0 | 0 | 16, 20, 25 | GPT | SCI, SPI | - | 5 | 132PQFP | |
| MC68332 | | 2 | | TPU | | | | 144LQFP | |
| MC68336 | | 7,5 | 20, 25 | TPU, CTM4 | | | | SCI, SPI, CAN | 16 каналов 10 бит |
| MC68376 | | | | TPU, CTM | | | | | |

Таблица 8. Интерфейсные микросхемы

| Тип ИС | Тип интерфейса | Основные характеристики | Рабочее напряжение, В | Корпус |
|---------|-------------------|--|-----------------------|---------|
| MC33388 | CAN | Отказоустойчивый трансивер, вход wake-up | 6...27 | 14SOICN |
| MC33897 | | Однопроводной CAN-трансивер, защита от перегрева и ограничение тока трансивера | | |
| MC33290 | ISO 9141 (K-line) | Наличие спящего режима, защита от перегрузки по току, перегрева | 8...18 | 8SOICN |
| MC33399 | LIN | Вход wake-up, управление внешним источником питания, защита от перегрузки по току, перегрева | 7...27 | |
| MC33661 | eLIN | Совместима по выводам с MC33399, защита от перегрузки по току, перегрева | 5,5...27 | |

ИНТЕРФЕЙСНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

В современном автомобиле появляется все большее количество разнообразных датчиков и исполнительных механизмов, но автомобилестроители уже подошли к тому пределу, когда количество проводов для управления и контроля систем превысило все разумные пределы. Стало уже невозможным и невыгодным тянуть пучок проводов через весь автомобиль по несколько раз. Возникла необходимость в использовании некой сети, способной связать все устройства и системы машины между собой при помощи как можно меньшего количества кабелей. В результате за последнее десятилетие некоторые крупные мировые автопроизводители уже перевели свою продукцию на шинную архитектуру.

Наиболее широкое распространение в автомобильной индустрии получили интерфейсы CAN (Controller Area Network) и LIN (Local Interconnect Network). Наблюдается повышенный интерес к этим коммуникационным интерфейсам и в России.

Протокол сети CAN, разработанной в качестве недорогой альтернативы все возрастающему количеству проводов, обеспечивает последовательную передачу данных по двухпроводной витой паре и позволяет обмениваться ими между устройствами и системами автомобиля на скоростях до 1 Мбит/с [3]. Для организации сети необходим МК с CAN-интерфейсом и микросхема физического уровня CAN. Freescale Semiconductor имеет весь спектр электронных компонентов, необходимых для построения CAN-сети. МК различной разрядности, имеющие в своем составе CAN-интерфейс,

представлены в таблицах 2–7, графа «Посл. интерфейс». Доступ к физическому уровню протокола CAN обеспечивают как отдельные микросхемы CAN-трансиверов, так и трансиверы, встроенные в микросхемы различного назначения (см. табл. 8–10).

Постепенно в ряде автомобильных устройств происходит отход от единой централизованной системы управления в сторону распределенных модулей управления, выполняющих индивидуальную задачу и связанных в единую сеть посредством однопроводного сетевого протокола LIN. Этот протокол был разработан с целью удешевления решений для подключения отдельных узлов различных подсистем автомобиля и является своего рода подсетью для CAN-шины. Эффективное использование LIN-архитектуры подразумевает наличие новых типов электронных

Таблица 9. Линейные регуляторы напряжения

| Тип ИС | Основные характеристики | Входное напряжение, В | Тип шины | Диагностич. интерфейс | Корпус |
|----------------------------------|--|-----------------------|----------|-----------------------|-------------------|
| MC33389A MC33389C MC33389D | 2 × 5 В, сторожевой таймер, 3 входа wake-up, отказоустойчивый CAN-трансивер | 5,5...27 | CAN LS | SPI 2 МГц | 28SOICW 20HSOP |
| MC33689 | 5 В/60 мА, сторожевой таймер, eLIN, вход wake-up, верхний транзистор (50 мА) | | LIN | | |
| MC33742 | 2 × 5 В, 4 входа wake-up, защита по току и перегреву для CAN-трансивера и регулятора напряжения | | CAN HS | SPI 4 МГц | 28SOICW |
| MC33889B MC33889C | 2 × 5 В, сторожевой таймер, 2 входа wake-up, отказоустойчивый CAN-трансивер, режимы sleep и stop | | CAN LS | | |
| MC33989 | 2 × 5 В, 4 входа wake-up, защита по току и перегреву для CAN-трансивера, режимы sleep и stop | | CAN HS | | |

Таблица 10. Импульсные регуляторы напряжения

| Тип ИС | Основные характеристики | Входное напряжение, В | Выходное напряжение, В; макс. вых. ток, мА | Защита | Диагностич. интерфейс | Корпус |
|---------|---|----------------------------|--|--|-----------------------|----------------------------|
| MC33394 | Пониж./повыш. ист. напр. 2,6/3,3/5 В, режим ожидания, HS CAN с функцией wake-up | 4...26,5 (кратковр. 45) | 5; 400 3 × 5; 100 5/3,3; 150 3,3; 120 2,6 (настр.); 400 2,6 (настр.); 50 (спящий режим) | КЗ, ограничение тока, тепловая защита | SPI | 44HSOP 44QFN 54SOICW |
| MC33997 | Пониж. ист. напр. 3,3/5 В | 6...26,5 (кратковр. 40) | 5; 1400 2 × 5; 200 3,3; 400 3,3; 10 | КЗ, ограничение тока, низкое вх. напряжение | | 24SOICW |
| MC33998 | Пониж. ист. напр. 2,6/5 В | | 5; 1400 2 × 5; 200 2,6; 400 2,6; 10 | | | |

компонентов, обладающих малыми размерами и широким набором функций, в том числе способных непосредственно управлять исполнительными механизмами. Для связи объектов по LIN-сети используются только три провода (питание, масса, LIN). Производственная программа Freescale Semiconductor включает в себя как отдельные LIN-трансиверы (микросхему MC33399 со скоростью передачи до 20 Кбит/с, микросхему MC33661 с поддержкой скоростей передачи до 100 Кбит/с и функциями сетевого арбитража, см. табл. 8), так и интегральные микросхемы различного назначения с интегрированным физическим интерфейсом LIN (см. табл. 9, 13).

Широко распространенный диагностический интерфейс ISO-9141 (K-line) представлен микросхемой физического уровня MC33290 (см. табл. 8).

МИКРОСХЕМЫ ПИТАНИЯ

Микросхемы питания представлены двумя разными классами: линейные регуляторы (см. табл. 9) и импульсные регуляторы (см. табл. 10). Большинство предлагаемых регуляторов имеет в своем составе преобразователи физических уровней CAN- и LIN-протоколов, позволяющие без дополнительных затрат интегриро-

вать готовые устройства в уже существующую сеть автомобиля. Все регуляторы напряжения включают в себя необходимые цепи защиты. Импульсные регуляторы напряжения имеют от 5 до 8 выходов с различными значениями выходных напряжений и токов, линейные регуляторы имеют по 2 независимых канала.

МИКРОСХЕМЫ СИЛОВЫХ КЛЮЧЕЙ, ДРАЙВЕРЫ СИЛОВЫХ MOSFET-ТРАНЗИСТОРОВ

По данным аналитических исследований, в современной автоэлектронике наблюдается постоянно растущий спрос на силовые интеллектуальные ключи, приходящие на смену обычным дискретным силовым компонентам. Под интеллектом в данном случае понимается реализация различных защитных функций, внедрение диагностики силовых ключей и возможность их конфигурирования в соответствии с требованиями приложения. Портфель таких продуктов компании Freescale Semiconductor содержит широкий спектр интегральных схем, выполненных по технологии SMARTMOS™, которая позволяет объединить на одном кристалле мощные силовые ключи, быстродействующую логику и аналоговые компоненты (ЦАП, АЦП, ОУ

и т.д.) [7]. Интеграция в эти продукты транзисторных структур, мощных HDTMOS-ключей в еще большей степени расширила возможности этих интеллектуальных силовых ключей. Данные микросхемы являются недорогим, но функциональным решением, позволяющим значительно уменьшить размеры и стоимость готовых изделий. Они просты в использовании и обладают полным набором цепей защиты и диагностики.

Элементы данной категории можно разделить на четыре основных класса:

- микросхемы ключей нижнего уровня (см. табл. 11);
- микросхемы ключей верхнего уровня (см. табл. 12);
- микросхемы одно- и трехфазных мостовых/полумостовых конфигураций силовых ключей (см. табл. 13);
- микросхемы драйверов силовых MOSFET-транзисторов (см. табл. 14).

ГИБРИДНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Эта категория продуктов отражает тенденцию развития 8-битных МК в сторону появления интегрированных механотронных решений, о которых говорилось выше. Микросхемы

Таблица 11. Микросхемы силовых ключей нижнего уровня

| Тип ИС | Число каналов | Ток через каждый вывод, А | $R_{DS(ON)}$, мОм | Ограничение тока, А | Защита | Интерфейс связи | Корпус | |
|----------|---------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------|--|-----------------|------------------------|--------|
| МС33291 | 8 | 0,35 | 1000 | 1...3 | КЗ, ограничение тока, датчик температуры | SPI | 24SOICW | |
| МС33291L | | | 1400 | | | | | |
| МС33298 | | | 650 | | | | | |
| МС33385 | 4 | 2,0 | 500 | 3...6 | | 3 | Parallel | 24HSOP |
| МС33397 | 2 или 6 | 0,35 | 2×223 6×700 | 1,5 | | SPI | 24SOICW, 32QFN (7 × 7) | |
| МС33880* | 8 | 0,5 | 550 | 1,2 | | | | |
| МС33882 | | 1,0 | 375 | 3,0 | | | | |
| РС33996 | 16 | 0,5 | 450 | 1...2,5 | КЗ, ограничение тока, датчик температуры, нет нагрузки | SPI Parallel | 32SOICW | |
| РС33999 | | | | | | | 54SOICW | |

Таблица 12. Микросхемы силовых ключей верхнего уровня

| Тип ИС | Число каналов | Ток через каждый вывод, А | $R_{DS(ON)}$, мОм | Ограничение тока, А | Защита | Интерфейс связи | Вывод состояния | Корпус |
|---------|---------------|---|--|--------------------------|---|-----------------|-------------------------|---------|
| МС33143 | 2 | 3 | 380 | 3...6 | КЗ, ограничение тока, датчик температуры | Parallel | 2 | 24SOICW |
| МС33286 | | 6 | 35 | 30 | | | 1 (перегрев/перегрузка) | 20SOICW |
| МС33288 | | 8 | 20 | | | | | 20HSOP |
| МС33289 | | 4 | 40 | 9 | | | 20SOICW | |
| МС33486 | | 10 | 15 | 35 | | | 20HSOP | |
| МС33888 | 12 | 2×10 $8 \times 0,5$ 2×5 | 2×10 2×40 8×600 | 45/20 | Ограничение тока, датчик температуры, повышенное/пониженное напряжение, отриц. напряжение | SPI | 64HQFP 35PQFN | |
| МС33982 | 1 | 60 | 2 | 100 или 150 (выбирается) | | | | 16PQFN |
| РС33984 | 2 | 20 | 4 | Прогр. | | | | |

Таблица 13. Микросхемы силовых ключей в мостовой/полумостовой конфигурации

| Тип ИС | Основные характеристики | Число каналов | $R_{DS(ON)}$, мОм | Ограничение тока, А | Защита | Интерфейс связи | Вывод состояния | Корпус |
|---------|---|---------------|----------------------------------|---------------------|--|-----------------|-------------------------|--------|
| МС33186 | Н-мост (5 А) | 2 | 150 | 6 | КЗ, ограничение тока, датчик температуры | Parallel | 1 (перегрев/перегрузка) | 20HSOP |
| МС33486 | 2 ключа верхнего уровня для Н-моста | | 2×15 | 35 | | | | |
| МС33886 | Н-мост (5,2 А) | | 120 | 6 | | | | |
| МС33887 | Н-мост (5,2 А), режим пониженного потребления | | 130 | | | | | |
| МС33895 | 4 полумостовых выхода + 1 ключ верхнего уровня + LIN (физ. уровень), 5 В источник напряжения, режим пониженного энергопотребления, VEMF | 5 | 4×500 1×700 | 5 | Датчик температуры и напряжения | SPI | 32QFN (7 × 7) | |
| МС33922 | 2 ключа верхнего уровня для Н-моста (5,2 А), режим пониженного энергопотребления | 2 | 130 | 6 | КЗ, ограничение тока, датчик температуры | Parallel | 1 (перегрев/перегрузка) | 29PQFN |

Таблица 14. Микросхемы драйверов силовых MOSFET-транзисторов

| Тип ИС | Основные характеристики | Рабочее напряжение, В | Входная логика | Драйверы верх./нижн. знач. тока | Защита | Вывод состояния | Корпус |
|----------|---|-----------------------|----------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------|
| МС33198 | Драйвер верх. N-кан. MOSFET-транзистора, защита от всплесков тока | 7...20 | 1 CMOS | 1 верх., 110 мкА | КЗ, высокое напряжение | 1 | 8SOICN |
| МС33285 | 2 верх. T MOS-драйвера | 7...40 | 1 аналоговый | 2 верх., 110 мкА | | | |
| МС33395 | 3-фазный драйвер (мертвое время — 5 мкс) | 5,5...26 | 1 CMOS | 3 верх., 3 нижн. | Ограничение тока, датчик температуры | — | 32SOICW |
| МС33395Т | 3-фазный драйвер (мертвое время — 1 мкс) | | | | | | |
| МС33883 | Н-мост, разрешение работы | 6...55 | 4 CMOS, LSTTL | 2 верх., 2 нижн., 1 А (имп.) | Высокое/низкое напряжение | | 20SOICN |

Таблица 15. Микросхемы специальных функций

| Тип ИС | Описание | Основные характеристики | Рабочее напряжение, В | Корпус |
|---------|--|--|-----------------------|--------------------|
| МС33099 | Адаптивный регулятор генератора напряжения 14,8 В | Внутренний драйвер управления лампой. Программируемый коэффициент LRC от 1,8 до 7,4 с. Детектирование пониженного/повышенного напряжения, потери сигнала фазы и сигнала с аккумулятора | 4,5...24 | 16SOICW |
| МС33287 | Монитор состояния контактов, 2 ключа верхнего уровня | Мониторинг контактов. 2 канала по 500 мА | 7...18 | 20SOICW |
| МС33884 | Монитор состояния контактов | 12 входов для мониторинга контактов (6 GND, 2 V _{bat} , 4 конф.), режим низкого энергопотребления | 7...26 | 24SOICW |
| МС33975 | | 22 входа для мониторинга контактов (14 GND и 8 конф.) с токовой нагрузкой 16 мА, режим низкого энергопотребления, wake-up | 5,5...26,5 | 32SOICW |
| МС33993 | | | | |
| МС33970 | 2 драйвера для управления шаговыми двигателями приборной панели автомобиля | 4 полумостовых выхода для управления обмотками приборов измерения, 12 шагов на 1 градус | 6,2...26 | 24SOICW |
| МС33976 | | 4 полумостовых выхода для управления обмотками приборов измерения, 12 шагов на 1 градус, программирование времени реагирования | | |
| МС33794 | Бесконтактный датчик объема | K-line (ISO-9141), драйвер управления лампой | 5 | 44HSOP, 54SOICW-EP |

908E624 и 908E625 разработаны в качестве высокоинтегрированного и экономически выгодного решения для автомобильной электроники. Они представляют собой гибридные ИС, объединяющие в себе высокопроизводительный 8-разрядный МК семейства HC08 [6] со свободно загружаемой прикладной программой, набор интеллектуальных ключей, выполненных по SMARTMOS™-технологии, регулятор напряжения и драйвер физического уровня интерфейса LIN.

Аналоговая часть микросхемы 908E624 представляет собой комбинацию из 3 транзисторных ключей верхнего уровня, операционного усилителя rail-to-rail и двух входов wake-up. Все ключи обладают схемой защиты от перегрузки по току и защитой от превышения температуры. 2 ключа в совокупности с внутренним ШИМ-модулем образуют идеальное решение для управления индуктивными и статическими нагрузками.

В набор ключей микросхемы 908E625 входит 6 полевых транзисторов, включенных по полумостовой схеме (в результате получаются 3 независимых полумоста инвертора, каждый со своим выходом) с нагрузочной способностью до 5 А, 1 ключ верхнего уровня, 3 входа датчиков Холла и переключаемый источник напряжения 5 В. Все силовые транзисторы обладают защитой от перегрузок по току, перегреву (общий датчик температуры) и защитой от повышенного и пониженного напряжения питания. Нижние транзисторы полумостов обладают возможностью программирования порога срабатывания защиты от перегрузки по току. Отдельный ключ верхнего

уровня наряду с защитой от перегрузок по току также снабжен схемой защиты от всплесков тока в момент включения. Микросхема 908E625 является идеальным решением для управления различными шаговыми двигателями, приводами зеркал, дверных замков.

Микросхемы имеют встроенный регулятор напряжения, который формирует необходимые уровни для правильной работы всей периферии ИС.

МИКРОСХЕМЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Компания Freescale Semiconductor предлагает также ряд специализированных микросхем, нацеленных на решение таких задач как наблюдение за положением объекта в пространстве (бесконтактный датчик объема МС33794), адаптивное управление автомобильным генератором напряжения (МС33099), мониторинг переключающихся контактов реле и силовых ключей (МС33993 и др.), управление шаговыми двигателями приборной панели автомобиля (МС33770 и др.). Более подробная техническая информация по микросхемам специальных функций представлена в таблице 15.

МИКРОСХЕМЫ РАДИОЧАСТОТНОЙ ПЕРЕДАЧИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ

Беспроводные технологии находят все большее применение в автоэлектронике. Появляются задачи, решение которых требует наличия беспроводного канала связи (например, в системе контроля за давлением в шинах автомобиля [4], при беспроводном доступе [1], для иммобилайзеров). Номенклатура радиочастотных элек-

тронных компонентов компании Freescale Semiconductor приведена в таблице 16.

ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ И УСКОРЕНИЯ

Полупроводниковые датчики — одно из наиболее динамично развивающихся направлений в области элементной базы измерительных систем. Совершенствование технологий открывает возможности дальнейшей миниатюризации компонентов и реализации интегрированных решений и, как следствие, — снижение стоимости, увеличение надежности и улучшение параметров датчиков. Более подробно с датчиками давления и ускорения компании Freescale Semiconductor, с технологией их производства, с принципами измерения ими различных параметров можно ознакомиться в статье [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рынок автомобильной электроники продолжает бурно развиваться, и компания Freescale Semiconductor на этом рынке является промышленным лидером в производстве высококачественных, надежных электронных компонентов, удовлетворяющих современным требованиям автомобильной электроники, а также международному стандарту АЕС.

Компания Freescale Semiconductor осуществляет обширную программу технической поддержки разработчиков и производителей электронного оборудования в России. Кроме выпуска всей необходимой технической документации и широкого спектра руководств по применению, Freescale Semiconductor поставляет демонстрационные платы и образцы готовых

Таблица 16. Микросхемы радиочастотной передачи, приема и идентификации

| Тип ИС | Описание | Корпус | Рабочий диапазон | Скорость передачи, кбит/с | Интерфейс связи с МК | Рабочее напряжение, В |
|----------------------------|---|---------|------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| Передатчик (TANGO3) | | | | | | |
| МС33493 | PLL, УВЧ-передатчик, ООК/FSK-модуляция | 14TSSOP | 315/434/868 МГц | | 2 линии | 1,8...3,6 |
| Приемник (ROMEO2) | | | | | | |
| МС33591 | PLL, УВЧ-приемник, ООК/FSK-модуляция, ширина полосы 500 кГц | 24LQFP | 315/434 МГц | 1...11 | SPI | 5 |
| МС33592 | PLL, УВЧ-приемник, ООК модуляция, ширина полосы 300 кГц | | | | | |
| МС33593 | PLL, УВЧ-приемник, ООК/FSK-модуляция, ширина полосы 500 кГц | | 868 МГц | | | |
| МС33594 | PLL, УВЧ-приемник, ООК/FSK-модуляция, ширина полосы 500 кГц | | 315/434 МГц | | SPI | 5 |
| TAG Reader | | | | | | |
| МС33690 | TAG Reader с внутренним источником напряжения | 20SOIC | 125 кГц | 0,8...8 | K-line (ISO-9141) | 5,5...40 |

решений на базе того или иного компонента, что значительно сокращает затраты на разработку и запуск продукта в производство [1]. Наряду с этим, компания ведет гибкую, агрессивную ценовую политику в плане максимально возможного снижения стоимости электронных компонентов для конечного потребителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ремизевич Т., Соколов М. Проектирование встраиваемых микроконтроллерных систем с использованием *reference design* от Freescale/Motorola. // Электронные компоненты №7, 2004. С. 41–46.
2. Хайгель Г.-П. Интегрированная флэш-память в микроконтроллерах. // Электронные компоненты №8, 2003. С. 90–92.
3. Юдинцев В. Новейшие полупроводниковые приборы для автомобильных систем. // Наука, технология, бизнес, №7, 2003. С. 16–23.
4. Абрамов А., Панфилов Д. Интеллектуальные системы контроля давления воздуха в шинах. // Электронные компоненты №2, 2003. С. 72.
5. Кривченко Т., Ченурин И. Полупроводниковые датчики компании Motorola. // Электронные компоненты №2, 2003. С. 43.
6. Ремизевич Т. Новые модели микроконтроллеров семейства HC908 фирмы Motorola. // CHIP NEWS. 2002. V. 68. №5. P. 5–13.
7. Панфилов Д., Иванов В. Аналоговые компоненты компании Freescale Semiconductor. // Электронные компоненты №6, 2004. С. 105–112.
8. www.freescale.com/automotive
9. www.strategyanalytics.com
10. www.aecouncil.com