

НОВЕЙШИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ

НЕ СТОИМ НА МЕСТЕ, ДВИЖЕМСЯ

В.Юдинцев

Реклама права. Автомобиль, которым Вы сегодня управляете, – совсем не машина Вашего отца. Современный автомобиль – это большая и сложная сеть электронных подсистем и компонентов. Такое перевоплощение отражает тихую, но постоянно протекающую революцию в области автомобилестроения. Создаваемые новые средства упрощения управления машиной, повышения безопасности и комфорта – автоматические тормозные системы, электронные системы зажигания, подушки безопасности, видеоустройства для пассажиров на заднем сиденье, еще совсем недавно считавшиеся "крутыми", – теперь воспринимаются как стандартные. Электронная "начинка" автомобиля постоянно возрастает, и, по утверждению экспертов, в будущем 90% инноваций в автомобилестроении будет приходиться на долю электронных систем. Это, конечно, повлечет за собой усложнение электронной инфраструктуры машин. Как полупроводниковые фирмы справляются со столь стремительной экспансией уровня сложности, не теряя доходы? Ответить не просто. Необъятное объять нельзя, поэтому остановимся лишь на самых новейших приборах для "автомобильных сетевых систем".

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕТЕВОЙ АРХИТЕКТУРЫ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ

Всего за два-три года электронная технология практически в корне изменит комфортность и системы безопасности автомобиля, сделав его "разумным", а процесс вождения – приятным. В машинах будут "процветать" все виды электронных приборов (рис. 1). В сочетании с перспективными аппаратными и программными средствами, это позволит не только заранее предотвратить столкновение, что возможно и сегодня, но и установить степень тяжести и точное местоположение ДТП. В связи с резким увеличением числа размещаемых в кузове автомобиля электронных устройств возникает необходимость обеспечивать их взаимодействие с внешним миром с тем, чтобы донести нужную информацию и развлекательные программы водителю и пассажирам. Для обозначения подобных систем, объединяющих средства связи и вычислительную технику, в сообществе автомобилестроителей появился новый термин – телематика.

Наибольшее внимание сегодня уделяется средствам поддержки водителя, контроля давления в шинах, телеметрическим системам и схемам, позволяющим с помощью каналов передачи данных объединять островки электронных компонентов автомобиля в сетевую архитектуру. Как отметил вице-президент по сбыту и маркетингу фирмы Infineon Питер Байер, современный автомобиль – не что иное, как мобильная сеть. Вот почему одной из самых заметных инноваций в последние несколько лет станет разработка и внедрение сетевых структур, обеспечивающих передачу с высокой скоростью команд тормозной системе или педалям по проводам с помощью микропроцессоров и электронных исполнительных устройств (системы x-by-wire). Перечень кандидатов на поддержку функций таких автомобильных сетей достаточно обширен – от недавно появившихся и отвечающих требованию отказоустойчивости сетей стандартов FlexRay, TTP, Media Oriented Systems Transport (MOST) и ByteFlight до уже достаточно развитых контроллерных сетей (Controller Area Network – CAN). Эти технологии призваны упростить реализацию концепций адаптивного управления движением, автоматического следования полосе движения, предотвращения столкновений. Они позволят точно регулировать торможение и включать понижающую передачу, оптимизировать температуру двигателя и управлять распределением и потреблением электроэнергии. В конечном итоге новые технологии заложат основу созда-



Рис. 1. Общее представление концепции электронной системы автомобиля будущего модели 300M IT фирмы DaimlerChrysler



ния автомобиля с электрическим двигателем, управляемого по проводам (drive-by-wire), который со временем сможет самостоятельно "принимать решения" в ходе дорожного движения.

Протокол сети CAN, разработанной как дешевая альтернатива дорогим и громоздким проволочным жгутам, обеспечивает последовательную передачу данных большинству устройств трансмиссии и шасси со скоростью до 1 Мбит/с. На его продвижение потребовалось 20 лет, но сегодня CAN широко используется европейскими автомобилестроителями. Американские фирмы General Motors, Ford и DaimlerChrysler традиционно применяют более медленную J1850-шину, но в ближайшее время и они намерены перейти к CAN-протоколу при управлении трансмиссией и двигателем. По оценкам фирмы Strategy Analytics, уже в 2001 году в автомобилях насчитывалось свыше 100 млн. CAN-узлов. Поскольку для управления дверными замками, зеркалами, окнами и т.п. столь быстродействующая сетевая структура не требуется, автомобилестроители обратились к более дешевой, но и менее быстродействующей (скорость передачи – не более 20 Кбит/с) локальной сети межсоединений (Local Interconnect Network – LIN). Первые модели машин с сетью LIN – Mercedes класса SL и E – были выпущены в конце 2002 года. Относительно перспектив развития этой сети поставщики электронных компонентов настроены весьма оптимистично. По оценкам крупнейшего поставщика электронных приборов для автомобильных систем – фирмы Motorola, в последующие десять лет рынок 8- и 16-бит контроллеров для LIN-сетей возрастет с нескольких тысяч до нескольких миллиардов штук.

Сеть CAN не может обеспечить отказоустойчивость или ширину полосы, необходимую для реализации следующего поколения архитектуры x-by-wire. Поэтому автомобилестроители и поставщики ком-

понентов в сентябре 2000 года образовали консорциум FlexRay, цель которого – принять открытый стандарт для быстродействующей автомобильной системы передачи данных. В него вошли такие известные фирмы, как BMW, DaimlerChrysler, Motorola, Philips, Bosch, General Motors. Кандидатами в члены консорциума стали Atmel, C&S Group, Fujitsu, Hella, Mitsubishi Electric, NEC, Renesas, STMicroelectronics, Texas Instruments, TRW, Visteon и др. Была предложена FlexRay-архитектура, обеспечивающая первоочередную передачу важнейших команд со скоростью до 10 Мбит/с. Многие изготовители предсказывают, что FlexRay заменит CAN в будущих трансмиссиях и шасси. По-видимому, FlexRay дополнит уже существующие автомобильные сетевые стандарты CAN, LIN и MOST в системах, где требуется высокое быстродействие. Правда, появление автомобилей с системой FlexRay на рынке ожидается не раньше 2006 года.

Следует отметить, что хотя потребность в сетевых устройствах управления системами трансмиссии и двигателем растет, необходимая им ширина полосы – ничто в сравнении с полосой современных автомобильных радио- и телевизионных систем развлекательного и информационного характера. Скорость передачи, требуемая для работы навигационных, телеметрических систем, видеоаппаратуры заднего сиденья и разнообразных медийных средств, сможет обеспечить лишь совершенно новая шинная архитектура, ориентированная на обслуживание мультимедийных систем (Media Oriented Systems Transport – MOST). Интерес к этой архитектуре на основе волоконно-оптической шины со скоростью передачи до 25 Мбит/с проявили фирмы BMW, Becker Automotive Systems, DaimlerChrysler, Oasis Silicon Systems, образовавшие консорциумом MOST. Audi, BMW и DaimlerChrysler уже начали использовать MOST-технологии в новых запущенных в производство моделях машин высшего класса.

С другой стороны, значительную поддержку получает стандарт IEEE 1394, или Firewire. Недавно была разработана его версия IDB 1394, учитывающая жесткие требования, предъявляемые к уровню электромагнитных помех и рабочей температуре автомобильных систем. Сильный аргумент в пользу стандарта IEEE 1394 – поддержка им широкой полосы передач, а также тот факт, что этот стандарт используется во многих бытовых изделиях: от портативных видеокамер, ПК, принтеров и сканеров до видеоигр и ЗУ большой емкости.

Но существует и мнение, что лучшее решение для автомобильной сетевой системы – полное отсутствие проводов. Поэтому в автомобильных развлекательно-информационных системах растет конкуренция со стороны беспроводных устройств передачи данных. Все большее внимание производителей привлекают системы стандартов Bluetooth и Wi-Fi, или 802.11, обеспечивающие высокую скорость обмена данными без шин и соединителей. На выставке бытовой электроники 2003 года фирма Delphi Delco Electronics демонстрировала систему передачи данных стандарта Bluetooth, установленную в Saab модели 9-3 2003 года. В одной из моделей BMW использована система MACH Voice Link фирмы Visteon на базе стандарта Bluetooth, распознающая более 100 базовых голосовых команд.

Как же откликаются производители полупроводниковых приборов на новые требования автомобильной электроники?

НОВЕЙШИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Рынок изделий для автомобильной электроники в периоды подъема производства никогда не растет столь же стремительно, как другие рынки электронных устройств, а в периоды депрессии никогда не падает столь резко. Вот почему следующую "программу-приманку", позволяющую расширить круг потенциальных заказчиков полупроводниковых приборов, по-видимому, следует искать в гараже. Сегодня на долю полупроводниковых приборов приходится 22% общей стоимости автомобиля, к 2010 году этот показатель может возрасти до 35% (22% – на аппаратные, 13% – на программные средства). Причем помимо увеличения доли электронных систем в автомобиле, продолжается освоение новых устройств (табл. 1), стимулируемое как принятыми в США законами, касающимися совершенствования систем безопасности автомобиля и контроля давления в шинах, так и стремлением полностью "электронизировать" drive-by-wire автомо-

Таблица 1. Среднее число полупроводниковых приборов, используемых в легковых автомобилях высшего класса

Тип прибора	Изменения состава микросхем по годам				
	2000	2001	2002	2003	2004
Встроенные микроконтроллеры	11	11	13	14	14
Аналоговые схемы (преобразователи, системы управления двигателем и питанием)	124	144	172	203	235
Логические ИС (стандартная логика, ПЛИС)	21	21	24	25	25
Флэш-память	1	1	1	2	2
Прочие типы памяти (СОЗУ, ЭРПЗУ)	3	3	3	3	3
Дискретные приборы (МОП-полевые транзисторы, БТИЗ, кабели и соединители, тиристоры)	728	819	961	1136	1300

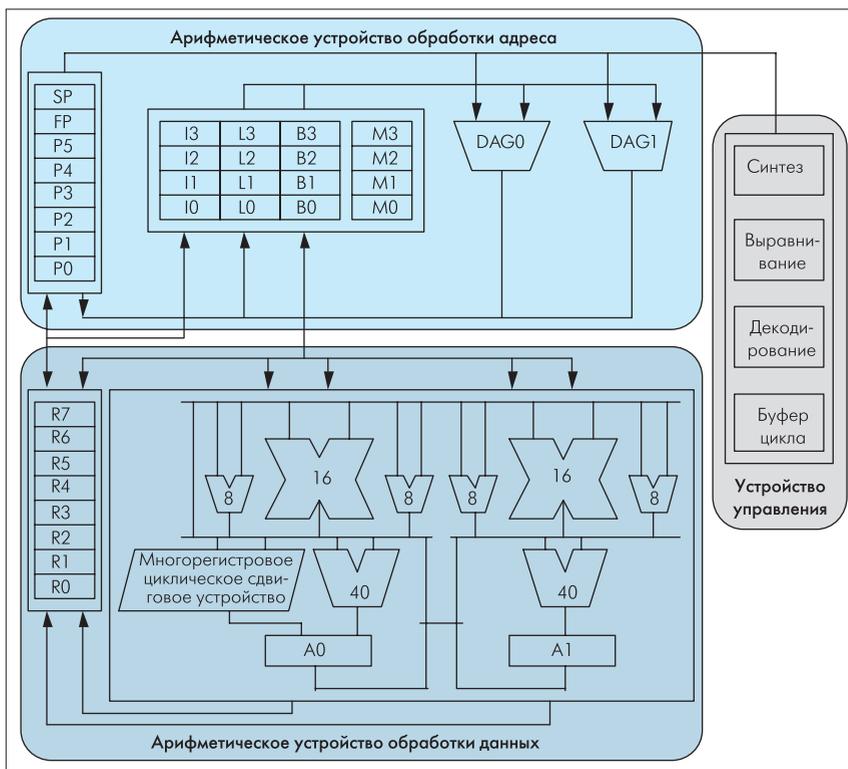


Рис.2. Ядро процессора Blackfin

биль. Применение полупроводниковых приборов в мультимедийных системах, системах безопасности и сохранности, электронной аппаратуре кузова в течение 1998–2005 годов будет возрастать ежегодно на 11–12%. В 2005 году доля полупроводниковых приборов в электронной аппаратуре кузова превысит их долю в электронных системах двигателя и привода (40% против 35% рынка).

Электронные системы трансмиссии и шасси, а также новые телеметрические средства требуют применения все более сложных полупроводниковых приборов, позволяющих объединять в пользовательском интерфейсе все разнообразные электронные системы автомобиля. По-видимому, в скором времени даже в недорогом автомобиле будет насчитываться до 50 микроконтроллеров, что в два раза больше, чем пять лет назад. А в автомобилях BMW класса S уже сейчас их более 100. По оценкам фирмы Motorola, к концу этого десятилетия системы трансмиссии примерно 75% выпускаемых на рынок автомобилей будут содержать 32-бит микроконтроллеры и сигнальные процессоры (в 2001 году доля таких машин составляла 56%). Еще существенней окажется переход к цифровым системам управления электронной аппаратурой шасси: ~97% из них будут оснащены 32-бит устройствами.

Большой интерес сегодня вызывают так называемые drive-by-wire автомобили с электрическим двигателем, в которых механические сцепления, соединяющие, например, тормозной рычаг с тормозом или руль с передними колесами, заменены проводной системой, передающей электронные команды нужному механизму. Но чтобы такие системы работали, говорят автомобилестроители, нужны как DSP (для выполнения числовых расчетов), так и обычные микроконтроллеры (для выполнения функций интерфейса, формирования сетевой структуры и управления). Правда, автомобили моделей drive-by-wire появятся на улицах не раньше конца этого десятилетия. Тем не менее, крупные производители компонентов для автомобильных систем уже приступили к созданию микросхем, сочетающих функции сигнального процессора и микроконтроллера и уже находящих применение в современных машинах.

К этому классу микросхем относятся **процессоры семейства Blackfin** фирмы Analog Devices, в основе которых лежит архитектура 16-бит сигнального микропроцессора (Micro Signal Architecture – MSA), разработанная совместно с Intel. Эти процессоры объединяют RISC-подобные элементы, выполняющие классические функции управления микроконтроллеров, и двойные 16-бит MAC-блоки, присущие высокопроизводительным сигнальным процессорам. Микросхемы семейства – это не сигнальные процессоры с расширенной системой команд и не микроконтроллеры с дополнительными свойствами сигнального устройства. Унифицированная архитектура Blackfin-процессоров реализует достоинства обоих классов приборов. Оптимизированная система команд переменной длины позволяет работать с 64-бит кодами операций наряду с 16-бит кодами наиболее часто используемых команд и, как практически во всех микроконтроллерах, в этих микросхемах предусмотрена возможность применения C/C++ компилятора. В результате разработчики одинаково легко могут составлять программы на языке высокого уровня и ассемблера.

Еще одна особенность процессоров семейства – использование средств динамического распределения мощности, позволяющих варьировать как рабочее напряжение, так и частоту. Чтобы максимизировать уникальные свойства этих средств, фирма Analog Devices выпустила отдельный чип распределения питания со встроенным импульсным стабилизатором, обеспечивающим программируемую регулировку напряжения питания ядра в диапазоне 0,7–1,2 В. В результате удалось снизить не только потребляемую мощность системы на базе DSP (на 60%), но и ее общую стоимость, сократив число внешних компонентов источника питания.

Ядро процессора Blackfin с конвейерной архитектурой содержит два 16-бит умножителя, два 40-бит накопителя, два 40-бит АЛУ, четыре видео-АЛУ и 40-бит сдвиговый регистр (рис.2). Вычислительные блоки могут обрабатывать 8-, 16- или 32-бит данные, хранимые в регистровом файле, содержащем восемь 32-бит регистров. При выполнении операций с 16-бит данными регистровый файл работает как 16 независимых 16-бит регистров.

Процессоры семейства Blackfin отличаются мощной и гибкой иерархией памяти уровней L1 и L2. Память первого уровня, как команд, так и данных, в зависимости от режима работы ядра при выполнении конкретной задачи может быть динамически сконфигурирована как СОЗУ, кэш или комбинация этих двух типов памяти. В случае необходимости большего объема памяти в процессоры семейства может

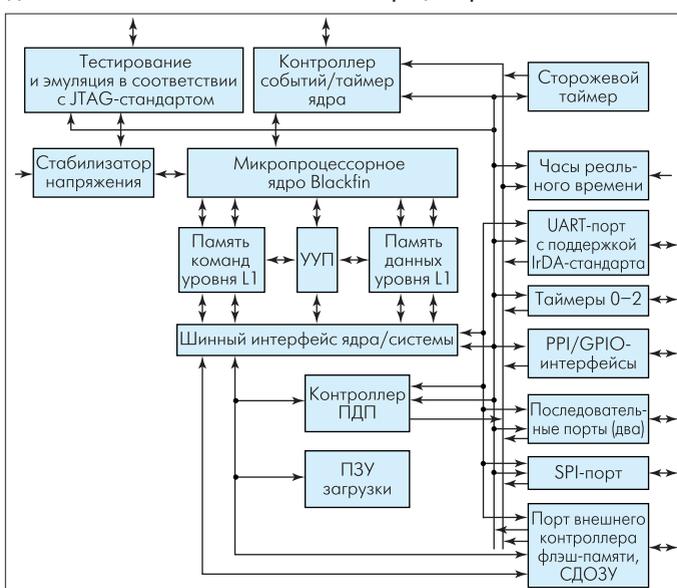


Рис.3. Функциональная блок-схема процессора ADSP-BF53x (Blackfin)

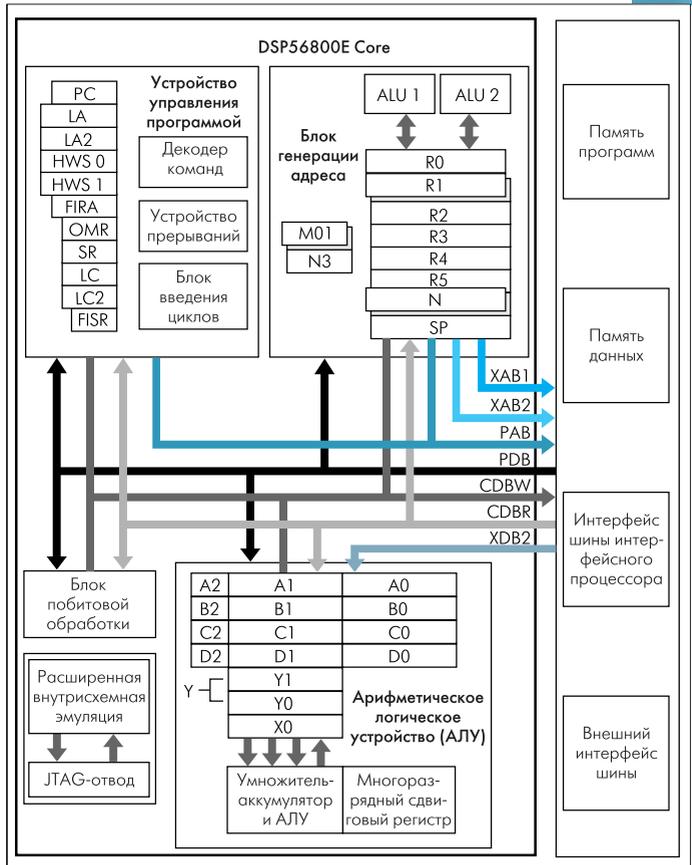


Рис.4. Блок-схема процессорного ядра DSP56800E

быть включено СОЗУ унифицированных команд и данных второго уровня. Память обоих уровней двухпортовая.

В число периферийных встроенных устройств Blackfin-процессора входят часы реального времени, сторожевой таймер, универсальные таймеры, SPI-совместимые порты и UART-порты. Кроме того, микросхема содержит программируемый интерфейс периферийных устройств (PPI) для подключения к быстродействующим преобразователям видео- и цифровых данных, а также синхронные последовательные порты для присоединения к цифровым аудиоустройствам с высоким разрешением и к высокоскоростным телекоммуникационным системам (рис.3). Все процессоры серии разъемо- и кодосовместимы. Все они допускают высокие уровни интеграции периферийных устройств, в том числе подключение без связующей логики матриц видеокодеров и декодеров ITU-R 656-стандарта, быстродействующих АЦП и ЦАП, обеспечивающих до $65 \cdot 10^6$ выборок/с. Специализированный видеопорт процессоров серии поддерживается новой двумерной структурой прямого доступа к памяти, что значительно сокращает перегрузки программных средств и потребляемую системной мощностью при обработке видеoinформации в реальном времени. Два специализированных последовательных порта поддерживают до восьми аудиоканалов.

Первый 16-бит процессор семейства Blackfin – ADSP-BF535, выполняющий 600 млн. операций умножения с накоплением в 1 с (600 ММАС) и потребляющий 43 мВт при напряжении питания 0,9 В, – был выпущен в сентябре 2001 года, а в середине 2003 года фирма представила серию 32-бит процессоров второго поколения – BF53x с вдвое большим быстродействием (табл.2) и в два раза меньшей потребляемой мощностью, чем у обычных сигнальных и встраиваемых процессоров. Потребляемая мощность процессоров серии BF53x на частоте 300 МГц составляет всего 0,25 мВт/ММАС, для микросхемы BF533 этот показатель на частоте 600 МГц равен 280 мВт.

Процессоры серии BF53x нашли применение в выпущенной фирмой летом 2003 года автомобильной телеметрической платформе (Car Telemetrics Platform – СТР), которая выполняет функции навигации, связи, передачи и воспроизведения развлекательной информации и в полтора раза дешевле современных телеметрических систем.

Не отстает от Analog Devices фирма Motorola, не один год выпускающая 16-бит процессоры семейства DSP56800 этого класса. В сентябре 2003 года Motorola представила так называемые гибридные 16-бит процессоры серии 56F8300, предназначенные для выполнения функций управления рулем, торможением и подвесками в машинах с электрическим мотором. Разработка процессора началась с анализа наиболее часто используемых команд DSP и микроконтроллера и упорядочения архитектуры с тем, чтобы реализовать основные свойства обоих устройств. Таким образом, по утверждению специалистов фирмы, процессор разработан с "нуля".

Гибридные процессоры серии на базе процессорного ядра 56800E выполняют команды сигнального процессора и микроконтроллера, при этом скорость обработки кодов, хранимых во встроенной флэш-памяти третьего поколения, достигает 60 Mips на частоте процессорного ядра 60 МГц без применения каких-либо ускорителей. Благодаря этому разработчики автомобильных электронных систем могут использовать микросхемы 56F830 в оборудовании, ранее считавшемся областью применения 32-бит микроконтроллеров. Процессорное ядро 56800E имеет двойную гарвардскую архитектуру, допускающую одновременное выполнение трех операций доступа к памяти программ и данных. В ядро входят 16x16 параллельный MAC, обеспечи-

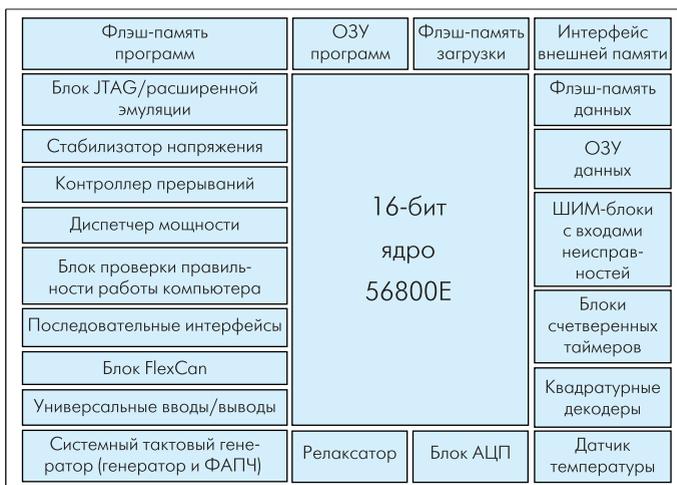


Рис.5. Блок-схемы процессора серии 56F8300

вающий умножение 16x16 бит и накопление 32 бит за один цикл; четыре 32-бит накапливающих сумматора; арифметический и логический многозарядный сдвиговый регистр; три шины адреса; четыре шины данных (рис.4). Архитектура IP-шины ядра позволяет подключать к ядру разнообразные встроенные периферийные устройства.

Во всех шести первых КМОП-микросхемах новой серии предусмотрены средства защиты, в которые входят: встроенный датчик температуры, контролирующий температуру элементов; многочисленные условия отказа, обеспечивающие гибкость системы без ухудшения ее

Таблица 2. Основные характеристики процессоров серии ADSP-BF53x

Параметр	ADSP-BF531	ADSP-BF532	ADSP-BF533
Максимальное быстродействие, МГц/ММАС	400/800	400/800	600/1200
Емкость, Кбайт			
ОЗУ/кэш команд	16	16	16
ОЗУ команд	16	32	64
ПЗУ/кэш команд	32	32	—
ОЗУ/кэш данных	16	32	32
ОЗУ данных	—	—	32
Сверхоперативная память	4	4	4
Корпус	Мини-BGA со 160 шаровыми контактами (на 400 МГц) размером 12x12 мм LQFP-типа (на 300 МГц)	Мини-BGA со 160 шаровыми контактами (на 400 МГц) 178-выводной LQFP-типа (на 300 МГц)	Мини-BGA со 160 шаровыми контактами для двух вариантов: на частоту 500 МГц (1000 ММАС) и 600 МГц (1200 ММАС)
Цена при закупке партии в 10 тыс.шт., долл.	5,95 (на 400 МГц) 4,95 (на 300 МГц)	9,95 (за оба варианта)	16,95 (на частоту 300 МГц) 19,95 (на частоту 600 МГц)
Область применения	Портативное тестовое оборудование, встроенные модемы, биометрические системы и бытовая аудиоаппаратура	Автомобильные телеметрические системы, информационные устройства, проводные/беспроводные средства связи	Широкополосные машины-шлюзы домашних сетей, средства безопасности и наблюдения, автомобильные системы безопасности с выводом видеоданных

Таблица 3. Компоненты процессоров серии 56F8300

Компонент	56F8322	56F8323	56F8345	56F8346	56F8356	56F8357
Флэш программ, Кбайт	32	32	128	128	256	256
ОЗУ данных, Кбайт	8	8	8	8	16	16
Загрузочный флэш, Кбайт	8	8	8	8	16	16
Интерфейс с внешней памятью	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть
Стабилизатор напряжения	Встроенный	Встроенный/внешний	Встроенный/внешний	Встроенный/внешний	Встроенный/внешний	Встроенный/внешний
Встроенный релаксатор	Есть	Есть	Нет	Нет	Нет	Нет
Число независимых 16-бит таймеров в модуле таймера	2	2	4	4	4	4
Квадратурный декодер	1x4 канала	1x4 канала	2x4 канала	2x4 канала	2x4 канала	2x4 канала
ШИМ-блок	1x6 канала	1x6 канала	2x6 канала	2x6 канала	2x6 канала	2x6 канала
12-бит АЦП	2x3 канала	2x4 канала	4x4 канала	4x4 канала	4x4 канала	4x4 канала
Универсальные порты ввода/вывода, макс.	21	27	49	62	49	76
Корпус	48-выводной LQFP	64-выводной LQFP	128-выводной LQFP	144-выводной LQFP	144-выводной LQFP	160-выводной LQFP
Цена при закупке партии в 10 тыс.шт., долл.	8,13	8,48	12,95	13,40	15,87	15,93

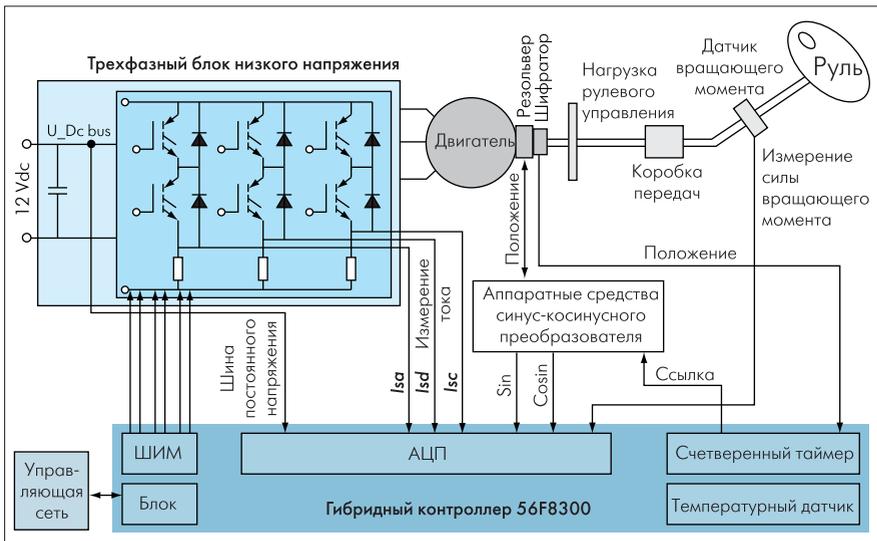


Рис.6. Схема электрической системы бустерного рулевого управления

защиты; встроенные регистры защиты записи и встроенный синтезатор тактовой частоты. Встроенный модуль FlexCAN выполняет все функции организации сетевой передачи данных. Емкость ОЗУ программ составляет 4 Кбайт, флэш-памяти данных – 8 Кбайт. В микросхеме входит и средство защиты флэш-памяти, предотвращающее

неавторизованное воспроизведение данных пользователя. Схемы серии имеют два последовательных связанных интерфейса (UART), два последовательных синхронных периферийных интерфейса и встроенный JTAG-блок эмуляции для отладки в реальном времени (рис.5). Рабочий диапазон температур микросхемы серии составляет -40...105°C или -40...125°C, напряжение встроенного источника питания может регулироваться в интервале от 2,6 до 3,3 В. Отличаются они емкостью флэш-памяти и числом встроенных периферийных устройств (табл.3).

Как уже указывалось, процессоры серии 56F8300 предназначены для замены механических приводов автомобиля с электрическим двигателем цифровыми электронными устройствами управления. Однако первоначально они найдут применение в системах управления клапаном, адаптивных воздушных подушках и электрических системах бустерного рулевого управления (рис.6).

Помимо разработок процессоров поддержки сети CAN фирма Motorola в сентябре 2003 года выпустила два прибора, в которых в одном 54-выводном корпусе SOIC-типа объединены микроконтроллер M68HC08 и аналоговая КМОП-схема (рис.7). Эти так называемые ин-

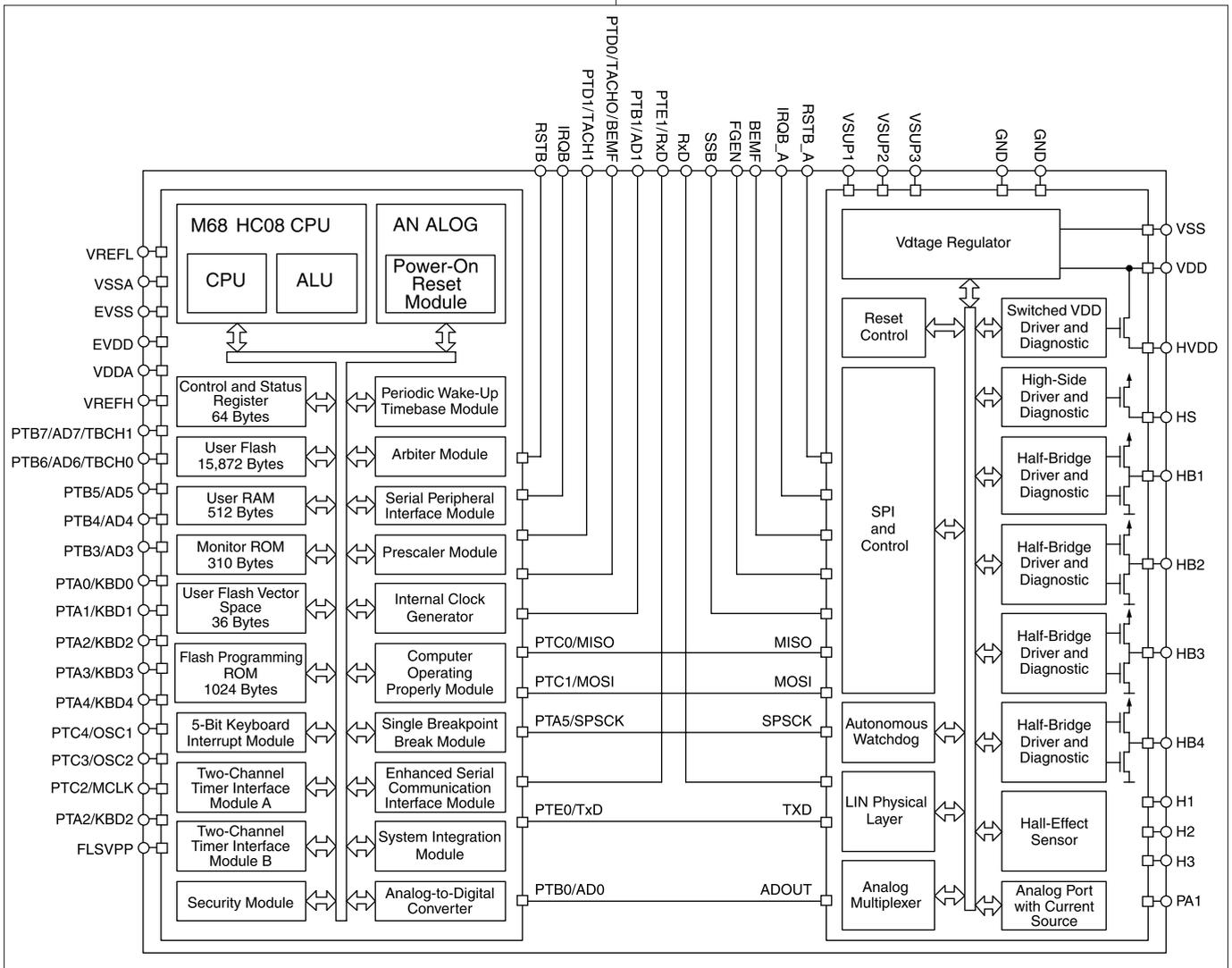


Рис.7. Упрощенная блок-схема MM908E625



теллектуальные устройства распределенного управления предназначены для поддержки дешевых последовательных связанных систем автомобиля на основе LIN-структуры. **Микросхемы MM908E624 и MM908E625** имеют LIN-физический уровень, соединенный с 16-Кбайт флэш-памятью микроконтроллера HC08, обеспечивающей оперативное программирование. Кроме того, HC08 содержит расширенный последовательный связной интерфейс, поддерживающий простой, но гибкий протокол LIN-сети, специальный встроенный блок генератора тактовых импульсов, два двухканальных таймера, 10-бит АЦП и SPI-интерфейс. Аналоговые микросхемы, входящие в новое устройство, выполнены по запатентованной фирмой технологии SMARTMOS, позволяющей объединить высокоскоростную/плотноупакованную логику с прецизионными аналоговыми блоками и мощными схемами, рассчитанными на большой ток и высокое напряжение. Три выхода высокого уровня схемы MM908E624, содержащей требуемые для контроля работы двигателя постоянного тока задающие и входные устройства, обеспечивают непосредственное управление реле автомобиля. Устройство найдет применение в системах управления положением стекол, зеркал, вентиляторами и т.п. Благодаря наличию в MM908E625 четырех полумостовых схем и выхода высокого уровня схема сможет непосредственно управлять различными небольшими моторами, в том числе механизмами, используемыми в дверных замках машины, регулировки освещения салона и т.п. В обе аналоговые микросхемы также входят сторожевой таймер и усовершенствованный стабилизатор напряжения.

Motorola ужеставляет опытные образцы интеллектуального устройства распределенного управления в 54-выводном корпусе SOIC-типа. Промышленное производство планируется на первый квартал 2004 года. Предполагаемая цена при закупке партии в 10 тыс. шт. — 3,95 долл. за MM908E624 и 4,95 долл. за MM908E625.

Рынок автомобильной электроники привлекает и крупнейшего европейского поставщика компонентов для этих систем — фирму Infineon, одной из первых предложившую 32-бит суперскалярную архитектуру TriCore, сочетающую функции числовых вычислений сигнального процессора, загрузки/хранения RISC-процессора и побитовой обработки микроконтроллера. Последний вариант **процессора TC1920** на основе TriCore-ядра предназначен для применения в автомобильных телеметрических системах. Тактовая частота ядра составляет 100 МГц. Процессор содержит двойной 16x16 бит MAC, 164-Кбайт СОЗУ, 64-бит локальную шину памяти, 32-бит гибкий периферийный интерфейс, а также как специализированные (CAN и J1850), так и стандартные (шестиканальные 8-/10-/12-бит АЦП, шесть 32-бит таймеров, часы реального времени, сторожевой таймер, до 64 универсальных выводов ввода/вывода, ФАПЧ и т.п.) периферийные устройства. Напряжение питания ядра — 1,8 В, портов ввода/вывода — 3,3 В, диапазон рабочих температур -40–85°C. Монтируется в 260-выводной корпус LBGA-типа. Процессор TC1920 может использоваться как контроллер шлюза, сопрягаемый с беспроводными модулями, машинной сетью, мультимедийным микропроцессором и т.п.

Как показала прошедшая в конце сентября 2003 года в Германии конференция "Автомобильная электроника", возрастающая сложность электронных систем автомобиля выдвигает серьезные требования к реализации новых стандартов на средства передачи данных и интерфейс. А качественные программные средства не могут одни "укротить" экспоненциально растущую сложность автомобильной электроники. По оценке экспертов, к 2010 году сложность программных средств автомобиля, выраженная в числе строк кода, возрастет по сравнению с нынешним уровнем в 100 раз. Автомобилестроители должны становиться системными интеграторами. ○