

Микросхемы НПО «Интеграл» для автомобильной электроники

Сергей ЕФИМЕНКО,

к. т. н.

Виктор МЕДВЕДЕВ,

к. т. н.

Валентин СЯКЕРСКИЙ

Виталий ЧУВЕЛЕВ

Сергей ШВЕДОВ

Юрий ШЕЛЕГ

e-mail: office@bms.by

В статье представлены новые микросхемы и полупроводниковые приборы производства НПО «Интеграл» для различных блоков автомобильной электроники: электронной системы управления двигателем, генераторной установки, панели приборов, стеклоочистителя, указателя поворотов, усилителя руля, бортовой системы контроля и др.

Применение электронных приборов и систем в автомобилях постоянно расширяется. Стоимость электронного оборудования сейчас составляет до одной трети стоимости автомобиля. Развитие электронных систем автомобильной электроники идет в двух направлениях: замена существующих механических систем электронными (электронные системы зажигания, регуляторы напряжения, тахометры и др.), разработка электронных приборов, функции которых не могут быть выполнены механическими приборами (автоматические противоблокировочные системы, различные автоматические устройства, задающие режим работы двигателя и движения автомобиля) [1]. Все электронные приборы по функциональности могут быть разделены на четыре основные группы: система электропитания (аккумулятор и генераторная установка), система управления двигателем внутреннего сгорания, система управления трансмиссией

и ходовой частью и система управления салоном (климат-контроль, панель приборов, компас, стеклоочиститель, указатель поворотов с индикатором перегоревших ламп, блокировка замков дверей и др.). Условия работы электронных блоков автомобиля являются достаточно неблагоприятными: изменения температур в широких пределах ($-60...+150$ °C) при высокой относительной влажности воздуха (до 80%), значительные вибрации с ускорением до 50 g в широком спектре частот, импульсы напряжения до 400 В, электромагнитные помехи, изменение напряжения питания с 8 до 15,5 В при 12-вольтовом источнике электроэнергии, грязь, вода и др. [2].

НПО «Интеграл» в 2001–2005 гг. освоило в серийном производстве и предлагает производителям электрооборудования и устройств автомобильной электроники широкий ряд новых полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС). Разработки проводились для различных сис-

тем автомобиля. Эти компоненты по параметрам, режимам, условиям и схемам применения соответствуют аналогичным микросхемам зарубежного производства при существенно более низких ценах. Разработан также ряд модификаций микросхем для российских предприятий, производящих автомобильную электронику. ИМС производятся в пластмассовых корпусах, в том числе и для поверхностного монтажа. В таблице приведены основные блоки автомобильной электроники с разработанными в НПО «Интеграл» микросхемами.

Электронные системы управления двигателями (ЭСУД)

Известно, что наиболее совершенными системами управления зажиганием двигателя внутреннего сгорания являются цифровые системы и системы на основе микроконтроллера. Они наиболее полно реализуют алгоритм управления двигателем, обеспечивают его оптимальную мощность, максимальную долговечность и экономичность, минимальную токсичность выхлопных газов [1].

Для ЭСУД типа «МИКАС», «Январь», «АВТРОН» и др. производятся микросхемы усилителя-формирователя сигнала с датчиков IL1815N и IL1815D, энергонезависимой памяти 512×8 бит с управлением по I²C шине IN24LC04, специализированного стабилизатора напряжения ILE4267G [3], стандартной логики IN74HC14AD (шесть триггеров Шмитта) и IN74HC573ADW (восьмиразрядный регистр), прецизионных датчиков температуры IL135Z и IL235Z, управления коммутатором зажигания IL1055DW. Разрабатывается микросхема приемопередатчика CAN интерфейса ILA82C251.

Для работы электронных систем зажигания используются датчики положения коленчатого вала, датчик частоты вращения коленчатого вала, датчики нагрузки, датчики температуры воздуха и охлаждающей жидкости и др. Информация с данных датчиков нужна для того, чтобы контроллер вычислил оптималь-

Таблица. Интегральные микросхемы для автомобильной электроники

Наименование	Описание
Генераторная установка	
КБ1088EP1	серия ИМС для гибридных регуляторов напряжения типа EL14V4C фирмы Bosch
КБ1088HP2-4	матрица резисторов
14IVR, IZC6066	ИМС однокристалльного регулятора напряжения
IW3527	диод Зенера
Электронная система управления двигателем	
IL1815N, IL1815D	ИМС усилителя-формирователя сигнала с датчиков
IN24LC04	ИМС энергонезависимой памяти 512×8 бит с шиной I ² C
IL135Z, IL235Z	ИМС прецизионных датчиков температуры
IN74HC14AD, IN74HC573ADW	логические ИМС
ILE4267G	специализированный стабилизатор напряжения
IL1055DW	ИМС управления коммутатором зажигания
ILA82C251 (на стадии разработки)	ИМС приемопередатчика CAN интерфейса
Панель приборов	
IL6083N, IL6083AN	ИМС ШИМ-контроллера для подсветки шкалы приборов автомобиля
Стеклоочиститель	
IL33197AN, IL33197AD, IL33197AN-01, IL33197AD-01	ИМС таймера стеклоочистителя
Указатель поворотов	
IL33193AN, IL33193AD, IL33193AN-01, IL33193AD-01, IL33193AN-02, IL33193AD-02, IL33193AN-03, IL33193AD-03, IL33193AN-04, IL33193AD-04	ИМС управления указателем поворотов
Иммобилайзер, усилитель руля, бортовая система контроля и др.	
IL33091AN, IL33091AD	ИМС драйвера управления высокопотенциальным полевым транзистором
IL293	4-канальный драйвер для шагового двигателя
ILE42XX	серия стабилизаторов напряжения
IL33290DA, IL33290DB	ИМС приемопередатчика интерфейса ISO K-line
IL33399 (на стадии разработки)	ИМС приемопередатчика LIN интерфейса

ный угол опережения зажигания для каждого скоростного и нагрузочного режима. Однако сигнал с датчика не может быть подан непосредственно на вход микропроцессора. Сигнал должен быть обработан и усилен. В НПО «Интеграл» для этой цели разработаны микросхемы IL1815N и IL1815D усилителя-формирователя сигнала с датчиков. N в названии означает пластмассовый DIP-корпус, D — пластмассовый SO-корпус для поверхностного монтажа. Микросхемы IL1815N и IL1815D усиливают аналоговый сигнал с датчика и преобразуют его в цифровую форму с КМОП-уровнями, который непосредственно поступает на вход контроллера управления двигателем. Микросхемы обеспечивают один короткий выходной импульс, передний фронт которого совпадает с проходящей через ноль отрицательной полуволной входного сигнала. Используются микросхемы для усиления сигнала с датчиков частоты вращения двигателя, с датчика положения коленчатого вала.

В датчиках температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха используются микросхемы IL135Z и IL235Z. Микросхемы представляют собой прецизионные датчики контроля температуры с возможностью калибровки. Изменение выходного напряжения микросхемы определяется соотношением $10 \times T(^{\circ}\text{K})$ (мВ), где $T(^{\circ}\text{K})$ — температура в градусах Кельвина. Полное динамическое сопротивление схемы составляет менее 1 Ом при рабочем токе 450 мкА — 5 мА. Откалиброванный при температуре 25 °С датчик имеет типовое значение ошибки менее 1 °С в температурном диапазоне от -55 до +150 °С. Особенностью микросхем IL135Z и IL235Z является линейная зависимость выходного напряжения от температуры. Выпускаются микросхемы в пластмассовых трехвыводных корпусах ТО-92 (КТ-26).

Микросхема IL1055DW применяется в составе двухканального коммутатора модуля зажигания автомобилей с микропроцессорным управлением двигателя внутреннего сгорания. Микросхема управляет двумя мощными IGBT-транзисторами по сигналу от микропроцессора, осуществляет формирование управляющих импульсов по сигналам микропроцессора на входе мощного выходного ключа (IGBT-транзистора), задающего ток через катушку зажигания, и ограничение тока через катушку зажигания на уровне, достаточном для гарантированного формирования искры. Кроме того, она обеспечивает равенство токов через каждую катушку зажигания.

В современном автомобиле электроника выполняет большое количество функций. С точки зрения надежности передачи данных между электронными блоками и организации интерфейса все их можно условно разделить на две части: первая — это обеспечение надежного функционирования основных узлов автомобиля (электронное управление двигателем, ABS, подушки безопасности, навигационная система, трансмиссия и др.). Ко второй половине можно отнести различ-

ные электронные системы управления, служащие для обеспечения комфорта пассажиров (электропривод зеркал, дверных замков, стеклоочистителей, стеклоподъемников, климат-контроль и др.), а также систему диагностики. В первом случае нужен высоконадежный, достаточно скоростной канал связи, способный передать информацию от одного узла к другому, во втором — простой и дешевый. В качестве первого выступает скоростной высоконадежный протокол CAN (Controller Area Network). В качестве второго утвержден стандарт LIN (Local Interconnection Network). Протоколы LIN и CAN дополняют друг друга и позволяют объединить все автомобильные приборы в единую многофункциональную бортовую сеть. Протокол CAN характеризуется скоростью передачи до 1 Мбит/с при длине шины до 40 м. При меньших скоростях длина шины может достигать одного километра. Протокол LIN характеризуется скоростью до 20 кбит/с [4].

В настоящее время разрабатывается микросхема LA82C251 приемопередатчика CAN-интерфейса. О микросхемах LIN-интерфейса будет сказано ниже.

Генераторная установка

Генератор автомобиля предназначен для обеспечения питанием электрооборудования и заряда аккумуляторной батареи при работающем двигателе. Выходные параметры генератора должны быть такими, чтобы при любых режимах движения автомобиля не происходил разряд аккумулятора. Кроме того, напряжение в бортовой сети автомобиля должно быть стабильно в широком диапазоне изменения частоты вращения и нагрузок [5]. Для поддержания стабильности напряжения наиболее эффективным является применение широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Реализуется ШИМ микросхемой регулятора напряжения.

Для генераторной установки в НПО «Интеграл» выпускается ряд микросхем и полупроводниковых приборов. Наряду с поставляемой длительное время и широко используемой серией микросхем КБ1088ЕП1-4 и матрицы резисторов КБ1088НР2-4 для гибридного регулятора напряжения (РН) типа EL14V4C фирмы Bosch сейчас производится однокристалльный РН 14IVR в корпусе типа ТО-3. Микросхема формирует ШИМ-характеристику управления током в обмотке возбуждения автомобильного генератора и содержит входной делитель напряжения, встроенный генератор импульсов, делитель частоты, цифро-аналоговый преобразователь, компаратор. Размещенные на кристалле мощные демпферный диод и транзистор рассчитаны на ток 5 А, при этом остаточное напряжение транзистора — не более 0,5 В. Напряжение регулирования — $14,1 \pm 0,2$ В, температурный коэффициент изменения напряжения $7,0 \pm 1,5$ мВ/°С.

Отличие этого устройства от гибридных РН — надежность и стабильность параметров, что подтверждено испытаниями у производителей генераторов и на автозаводах.

Для выпрямительных мостов автомобильных генераторов на напряжение 14 В изготавливаются выпрямительно-ограничительные диоды Зенера IW3527 с пробивным напряжением 27 В.

Панель приборов

Для подсветки шкалы приборов автомобиля предназначена микросхема ШИМ-контроллера IL6083N, который управляет внешним мощным MOSFET-транзистором, используемым в качестве ключа для напряжения на нагрузку. Микросхема используется для управления яркостью свечения ламп освещения с помощью широтно-импульсной модуляции с частотой до 2 кГц и коэффициентом заполнения от 18 до 100%. Микросхема имеет защиту от короткого замыкания, повышенного напряжения питания и напряжения питания обратной полярности, а также защиту от обрыва «земли». Разработана модификация микросхемы IL6083AN с коэффициентом заполнения от 10 до 100% для предприятий, производящих автомобильную электронику в России.

Стеклоочиститель

Схема управления стеклоочистителем выполняет не очень сложную, но чрезвычайно важную функцию, поскольку создает хорошую видимость из автомобиля в дождливую погоду, обеспечивая безопасность движения [6].

Микросхемы IL33197AN и IL33197AD выполняют функции таймера стеклоочистителя для бортовых систем автомобилей, обеспечивают функцию прерывистой очистки с возможностью регулирования временного интервала очистки от 0,5 до 30 с, функцию очистки после включения омывателя, функцию непрерывной очистки и применяются для непосредственного управления реле двигателя стеклоочистителя. Микросхемы могут применяться в стеклоочистителях переднего и заднего стекол.

Для расширения области применения в ИМС IL33197AN-01 и IL33197AD-01 по просьбам заказчиков для защиты от всплесков напряжения при выключении реле двигателя стеклоочистителя на выходе встроен 30-вольтовый шунтирующий диод Зенера (у IL33197AN и IL33197AD — 20-вольтовый диод Зенера).

Указатель поворотов

Для микросхем управления реле указателя поворотов в настоящее время наблюдается тенденция совмещения функций: помимо основной функции (подачи сигналов на реле поворотов) микросхема определяет пере-

горание одной из ламп и короткое замыкание в нагрузке.

Микросхемы IL33193N и IL33193D предназначены для управления реле указателя поворотов. В режиме ожидания они потребляют очень малый ток. На входе детектора неисправности ламп (вывод 7) реализован высокочастотный фильтр для устранения электромагнитных помех. Частота мигания определяется внешними элементами R и C. При неисправности одной из ламп опознается изменение тока нагрузки на шунте, и частота мигания увеличивается в 2,2 раза.

По предложениям потребителей разработаны и изготавливаются модификации IL33193N-01, IL33193D-01, IL33193N-02, IL33193D-02, IL33193N-03, IL33193D-03, IL33193N-04 и IL33193D-04 микросхемы управления реле поворотов, которые имеют следующие отличия:

- отсутствует вывод 6 «Вход разрешения», внутри ИМС реализуется функция постоянного разрешения;
- пороговый уровень детектора неисправной лампы составляет 85 ± 10 мВ (при 51 ± 5 мВ и сопротивлении шунта 20 мОм у микросхем IL33193N и IL33193D), что позволяет работать с шунтом 30 мОм;
- при неисправности одной из ламп частота мигания увеличивается в 2,5 раза;
- микросхемы IL33193N-03 и IL33193D-03 имеют в своем составе детектор короткого замыкания.

В остальном эти микросхемы по функционированию и схеме применения идентичны IL33193N и IL33193D.

Другие системы (иммобилизатор, усилитель руля, бортовая система контроля и др.)

Для таких систем предлагаются ИМС широкого применения, которые, однако, по своим характеристикам и условиям использования соответствуют требованиям к компонентам автомобильной электроники.

Микросхемы IL33091AN и IL33091AD являются драйверами управления высокопотенциальным мощным полевым МОП-транзистором. Работают при наличии высоковольтных помех по шине питания, возникающих вследствие быстрой коммутации нагрузок. Микросхема обеспечивает посредством выходной емкости накачку заряда на выводе Gate управления затвором силового МОП-транзистора. Управление накачкой заряда (включение и выключение) осуществляется входом Input, совместимым с логическими уровнями КМОП-микросхем.

Важной особенностью ИМС IL33091N и IL33091D является наличие блока квадратурного тока (I^2), с помощью которого контролируется мощность, выделяющаяся на внешнем мощном МОП-транзисторе. Внешние элементы C и R, подключаемые к выводу 8, определяют время, которое мощный МОП-транзистор может работать при данном уровне превышения допустимой мощности. Этот способ очень эффективен для защиты мощного МОП-транзистора.

Микросхемы приемопередатчика ISO K-line интерфейса IL33290DA и IL33290DB приме-

няются в автомобильной электронике и предназначены для обеспечения двунаправленного полудуплексного соединения по стандарту ISO 9141-2 бортовых автомобильных электронных систем и внешних диагностических устройств.

В настоящее время разрабатывается микросхема IL33399 приемопередатчика LIN-интерфейса.

Серия интеллектуальных стабилизаторов напряжения ILE42XX с низким остаточным напряжением специализирована для применения в автомобильной электронике [3]. ■

Литература

1. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Катушки зажигания, датчики, октан-корректоры, контроллеры. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 2. Электронные системы зажигания. М.: АНТЕЛКОМ. 2003.
2. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей. М.: Горячая линия — Телеком. 2002.
3. Ефименко С. А., Кособуцкая Н. В., Сякерский В. С., Шведов С. В. Микросхемы стабилизаторов напряжения для автомобильной электроники // Компоненты и технологии. 2006. № 6.
4. Автомобильный стандарт LIN и контроллеры для его реализации. СПб.: Microchip. www.gamma.spb.ru.
5. Акимов А. В. и др. Генераторы зарубежных автомобилей. М.: ЗАО «КЖИ «За рулем». 2003.
6. Сига Х., Мидзутани С. Введение в автомобильную электронику / Пер. с японского. М.: Мир. 1989.

Новые высокотехнологичные бесколлекторные двигатели maxon motor

Компания maxon motor приступила к серийному производству нового бесколлекторного двигателя серии EC-powermax 22 мощностью 120 Вт, диаметром 22 мм и массой 160 г.

В настоящее время доступно четыре варианта исполнения двигателей серии EC-powermax 22 для номинальных напряжений 18, 24, 36 и 48 В с обмотками ротора, рассчитанными на максимальные токи 6,72; 5,0; 3,62 и 2,55 А соответственно. Номинальная скорость вращения — 14 800 об/мин. Номинальный момент — 79 мН·м. КПД составляет порядка 91%. Температурный диапазон — от -40 до +100 °С.

Четырехполюсный ротор выполнен из современного и высокотехнологичного магнитного сплава, что позволяет осуществлять коммутацию обмоток двигателя на основе изменения магнитного поля ротора. Градиент механической характеристики составляет порядка 14,2. Эта характеристика определяет степень влияния момента нагрузки на изменение скорости

вращения и является одной из наиболее показательных для электропривода. Использование усовершенствованного типа подшипников качения позволяет значительно увеличить диапазон осевых и радиальных нагрузок на вал, сохранив небольшой размер двигателя, что делает EC-powermax 22 уникальным.

Двигатель может комбинироваться с планетарным редуктором серии GP32C (керамичес-

кая версия), что позволяет развить момент нагрузки до 6 Н·м в длительном режиме работы. В сочетании с блоком управления серии DEC или DES, осуществляющим управление по току и скорости, или с контроллером серии EPOS или MIP, осуществляющим позиционирование, мотор EC-powermax 22 представляет собой высокотехнологичный управляемый прецизионный электропривод постоянного тока.

