

# Интегральные блоки электронного зажигания STMicroelectronics

Компания STMicroelectronics совершила очередной прорыв в области электронных систем зажигания, выпустив целую серию транзисторов и микросхем специального применения — VIPower — Vertical Intelligent Power (не путать с серией VIPer вторичных источников электропитания). Эти компоненты предназначены для использования в таких системах и устройствах, как ABS/ARS, подушки безопасности, ЭМУР, управление инжекторами, вентиляция и кондиционирование, управление дизельными запальными свечами и форсунками, освещение и сигнализация, стеклоподъемники, сервоприводы кресел и многое другое. Наиболее интересными разработками из этой серии являются полностью законченные интегральные блоки электронного зажигания.

Андрей Колпаков

kai@megachip.ru



Рис. 1. Внешний вид модуля coil-on-plug

Среди электронных систем, используемых в автомобилях, электронное зажигание по популярности занимает первое место и является неотъемлемой частью любого современного автомобиля. Замена механического контакта прерывателя электронным коммутатором помогла решить многие проблемы, присущие классической схеме зажигания, поэтому во всех выпускаемых автомобилях используются именно электронные блоки зажигания. Таких систем существует великое множество, и различаются они прежде всего по способу накопления энергии: в конденсаторе или в катушке зажигания.

Конденсаторная схема, несмотря на свои очевидные преимущества, не получила распространения из-за невозможности реализации в интегральном исполнении. Практически во всех современных устройствах зажигания используется классический принцип накопления энергии в катушке зажигания. При этом катушка делается низкоомной для того, чтобы иметь возможность стабилизировать ток катушки и, соответственно, энергию искры при изме-

нении питающего напряжения. В режиме стабилизации тока силовой транзистор переходит в линейный режим и рассеивает значительную мощность, это является наиболее существенным недостатком данной схемы относительно конденсаторной.

После устранения механического контакта прерывателя в автомобильной системе зажигания остался еще один малонадежный и устаревший электромеханический компонент — высоковольтный распределитель зажигания. Современные требования и тенденции развития автомобилестроения последних лет привели к созданию системы coil-on-plug, в которой на каждой свече устанавливается индивидуальный блок, в котором объединены катушка зажигания и интегральный модуль управления. При этом устраняются все компоненты распределителя: бегунок, крышка трамблера, высоковольтные провода и связанные с ними неприятности. Такая схема создает возможность раздельного управления искрообразованием в каждом цилиндре. При этом также снижается средняя мощность, рассеиваемая на силовом каскаде каждого модуля, но резко усложняется конструкция всего устройства. Внешний вид модуля электронного зажигания coil-on-plug STMicroelectronics приведен на рис. 1.

Электронный модуль управляется логическим сигналом микропроцессора, а его выходной высоковольтный каскад обеспечивает необходимый ток в катушке, стабилизацию и прерывание этого тока в нужный момент времени. Как правило, рабочий ток катушки зажигания составляет 7-10 А, а напряжение не превышает 400 В.

Для реализации встраиваемого модуля зажигания необходимо снижать габариты и вес электронных компонентов и самой катушки. Уменьшение количества витков, а, следовательно, и индуктивности приводит к повышению рабочего тока, необходимого для накопления в катушке требуемого количества энергии. Напомним, что запасенная в ин-

Таблица 1. Модули зажигания VIPower

Тип	Напряжение управления, В	Напряжение ограничения, В	Ток, А	Корпус
VB027	4,5-5,5	400	9	PENTAWAT
VB027SP	4,5-5,5	400	9	PowerSO-10
VB027ASP	4,5-5,5	400	10	PowerSO-10
VB027BSP	4,5-5,5	420	10	PowerSO-10
VB029SP	4,5-5,5	420	12	PowerSO-10
VB921ZVSP	4,5-5,5	440	7,5	PowerSO-10
VB921ZVFI	4,5-5,5	440	7,5	ISOWATT220
VB922	4,5-5,5	500	8,1	TO-247
VB925	4,5-5,5	390	11	TO-220
VB125ASP	-0,2-40	340	11	PowerSO-10
VB130SP	-0,2-40	450	13	PowerSO-10
VBG15NB37	24	375	17	TO-220

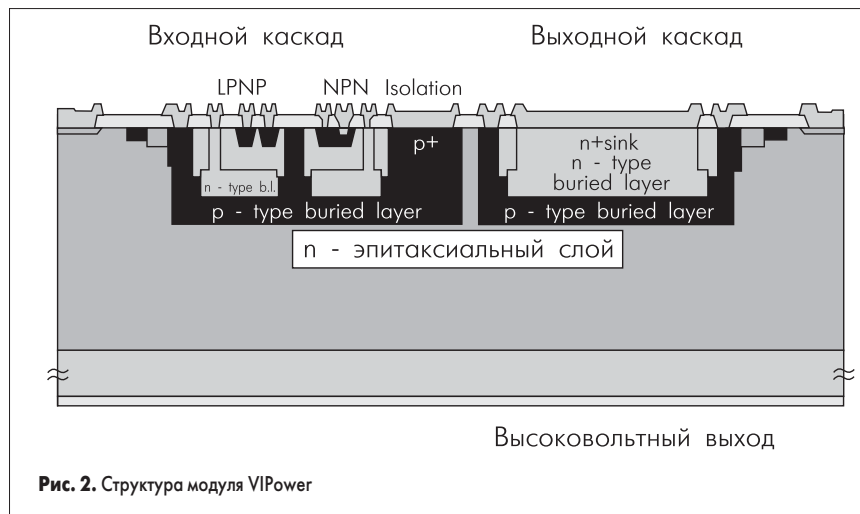


Рис. 2. Структура модуля VIpower

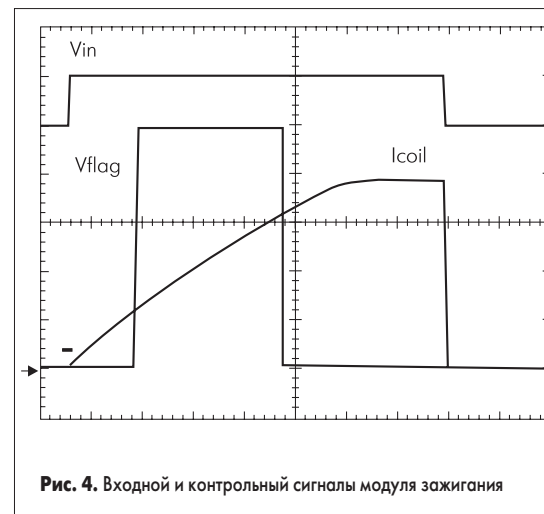


Рис. 4. Входной и контрольный сигналы модуля зажигания

дуктивности энергия  $E_L$  определяется по формуле  $E_L = L \cdot I_c^2 / 2$ , где  $L$  — индуктивность катушки, а  $I_c$  — ток разрыва. Большую сложность представляет и конструктивное исполнение миниатюрной катушки, поскольку напряжение на вторичной обмотке может достигать 40 кВ.

Получение тока, превышающего 10 А, является серьезной проблемой для интегральной линейной технологии. Поэтому наиболее продуктивной является идея разделения блока управления и силового каскада и реализация силового каскада в виде транзистора Дарлингтона или по технологии IGBT, преимущества которой для системы зажигания неоспоримы. Напомним, что это низкое напряжение насыщения, отсутствие тока управления, высокое напряжение пробоя и прямоугольная область безопасной работы. Кроме того, транзисторы Ignition IGBT имеют отрицательный коэффициент напряжения насыщения и очень высокую допустимую плотность тока, что делает их особенно пригодными для работы в жестких условиях подкапотного пространства. В табл. 1 приведены основные типы модулей электронного зажигания, выпускаемых фирмой STMicroelectronics.

Результатом объединения линейной биполярной интегральной технологии и технологии IGBT явилось появление принципиально новых интеллектуальных модулей, названных разработчиками Smart IGBT (см. рис. 2). Особенностью данной технологии является то, что для повышения уровня надежности и снижения переходных помех транзистор

IGBT в модуле выполнен с «мягкими» характеристиками включения и выключения. Обе части модуля расположены на общей металлической теплоотводящей пластине и заключены в стандартный корпус.

Наиболее мощным представителем серии, как видно из табл. 1, является модуль VBG15NB37 в корпусе TO-220. Фотография его «среза» приведена на рис. 3.



Рис. 3. Модуль VBG15NB37 в разрезе

Модули зажигания STMicroelectronics реализуют все необходимые для данной системы функции:

- Ограничение переходных перенапряжений
- Активное ограничение тока
- Низкие потери выходного каскада
- Тепловая защита
- Защита от изменения полярности напряжения питания

На рис. 5 приведена функциональная схема модуля зажигания Smart IGBT. Логиче-

ский сигнал  $V_{in}$  поступает на вход драйвера затвора DRIVER, осуществляющего управление силовым IGBT-транзистором. Функцию ограничения тока и защиты по току выполняет блок Current Limiter, получающий информацию от датчика тока RSENSE. Защиту модуля от перегрева осуществляет блок тепловой защиты OVERTEMP PROTECTION (температура отключения — 175 °C), а ограничение импульсных перенапряжений — блок VOLTAGE CLAMP. Опорные напряжения, необходимые для работы устройства, формирует источник REFERENCE.

Модули зажигания VIpower также формируют контрольный сигнал ( $V_{flag}$  на рис. 4), связанный с насыщением катушки зажигания. Этот сигнал необходим для того, чтобы микропроцессор мог оптимизировать момент открывания силового транзистора и момент формирования искры. Если бы транзистор открывался сразу после искрообразования, то он рассеивал бы слишком большую мощность, находясь в линейном режиме, особенно на низких оборотах. Пользуясь информацией, заложенной в контрольном сигнале  $V_{flag}$ , процессор дает команду на включение силового каскада так, чтобы время нахождения транзистора в линейном режиме (режим стабилизации тока катушки  $I_{coil}$ ) было минимальным. Контрольное напряжение принимает значение логической единицы при токе катушки 4,5 А и логического нуля, когда ток вырастет

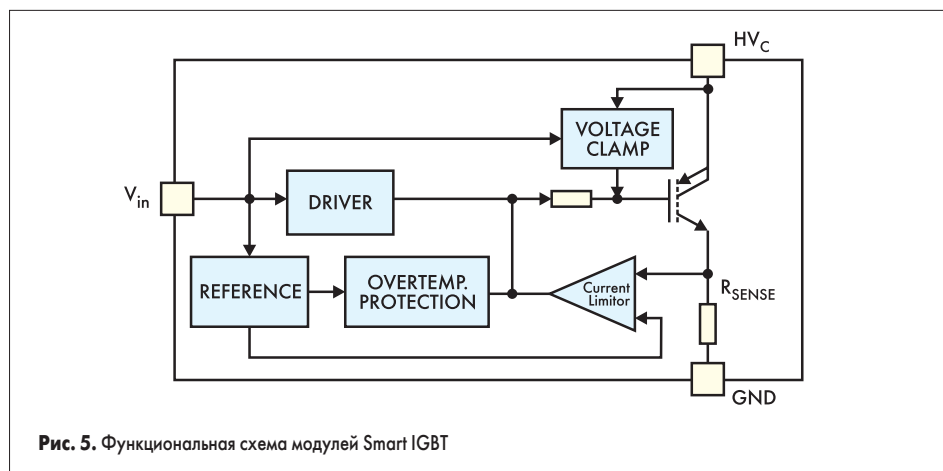


Рис. 5. Функциональная схема модулей Smart IGBT

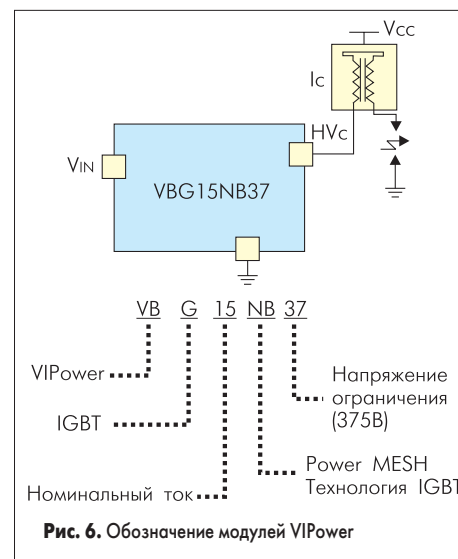
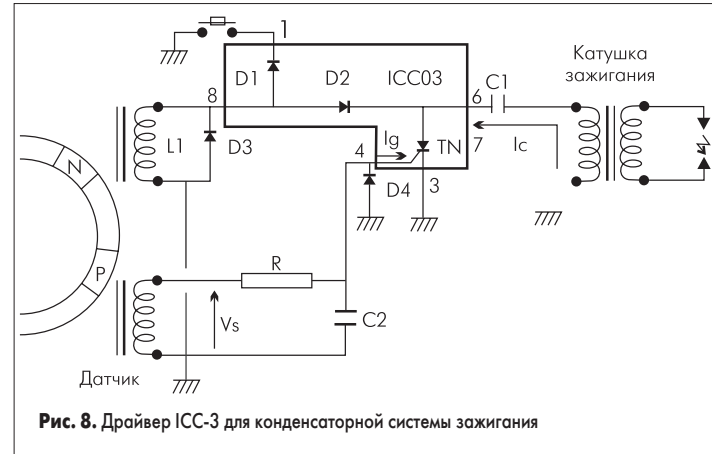
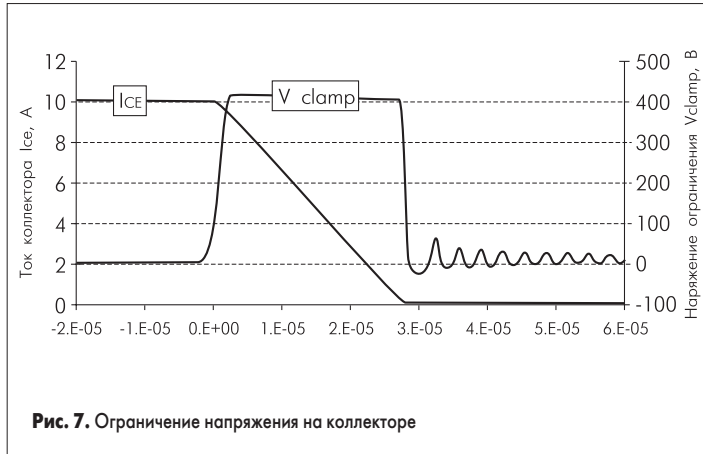


Рис. 6. Обозначение модулей VIpower



до 5,8 А. С ростом температуры ток срабатывания снижается для термостабилизации режимов работы индуктивности.

Напряжение ограничения для всех приведенных в табл. 1 модулей находится в диапазоне 350–440 В. Это обусловлено тем, что напряжение на первичной обмотке катушки зажигания не превышает в рабочем режиме 300 В. Более высокое напряжение может возникнуть в момент искрообразования при большом нагаре на свечах или, например, при обрыве высоковольтного провода свечи, когда напряжение на коллекторе силового транзистора не ограничено напряжением вторичного пробоя. При использовании специализированных транзисторов Ignition IGBT или модулей VIPower такое перенапряжение оказывается безопасным, так как ток, протекающий при этом через встроенный защитный диод, не превышает рабочего тока катушки. Ток разрыва обычно составляет 5–7 А, а допустимый рабочий ток модуля, как правило, превышает 7 А, как видно из табл. 1.

На рис. 7 показаны эпюры процессов, происходящих при пробое ограничительного диода транзистора при перенапряжении на коллекторе. Графики получены при исследовании тестовой схемы с индуктивностью 5 мГ. При отключении тока коллектора, значение которого в данном случае 10 А, на транзисторе возникает перенапряжение, которое ограничивается на уровне 400 В на время спада тока.

Как показано на рис. 6, буквы VB в обозначении говорят о том, что компонент принадлежит к семейству VIPower, G — технология выходного каскада IGBT (отсутствие буквы G означает транзистор Дарлингтона в выходном каскаде), NB — новая технология производства IGBT — PowerMESH. Эта технология производства транзисторов IGBT, разработанная STMicroelectronics (иногда она называется также strip, или полосковая). Транзисторы PowerMESH отличаются от стандартных пониженным напряжением насыщения и лучшими динамическими характеристиками.

Система зажигания coil-on-plug — перспективное изделие, предназначенное в первую очередь для разрабатываемых дорогих машин. Для новых автомобилей среднего класса, а также для модернизации выпускаемых машин фирма STMicroelectronics производит широкий класс электронных модулей, пригодных для использования практически в любой схеме электронного зажигания.

Микросхема ICC-3 в корпусе DIP-8 предназначена для конденсаторной системы зажигания. Она содержит тиристор с максимальным током 100 А и напряжением 400 В. Управляющий сигнал снимается с индукционного датчика, как показано на рис. 8.

Микросхема L482 выпускается в корпусах DIP-18 и SO-16 предназначена для работы в конденсаторной системе зажигания совмест-

но с силовым транзистором. Подобная схема используется в автомобилях ВАЗ 2108–2110. Управляющий сигнал снимается с датчика Холла, как показано на рис. 9. Микросхема имеет несколько контрольных выходов, информация которых говорит о времени, в течение которого ток течет через катушку, и о времени нахождения транзистора в режиме стабилизации тока, что позволяет использовать ее в микропроцессорной системе зажигания.

Микросхема L484 аналогична L482, но предназначена для работы от индукционного датчика. Кроме контрольных функций, указанных выше, данный драйвер имеет вход стробирования и тахометрический выход.

**Литература**

1. А. И. Колпаков. Система электронного зажигания на IGBT транзисторах // Схемотехника. 2000. № 2.
2. А. И. Колпаков. Новые компоненты для автотехники // Электронные компоненты. 2002. № 1.
3. М. Melito. Car Ignition With IGBT // ST Application Notes.
4. М. Melito. Electronic Ignition In VIPower Technology // ST Application Notes.
5. Fully clamped power mesh IGBT for pencil coil ignition // ST Application Notes.
6. International Rectifier. Ignition IGBT Datasheet.

