

# Интеллектуальные силовые ключи Infineon

М. Соколов<sup>1</sup>

УДК 621.382 | ВАК 05.27.01

Компания Infineon предлагает самую широкую на рынке номенклатуру интеллектуальных силовых ключей, которые отличаются высокой надежностью, усовершенствованными функциями диагностики и защиты, способностью управлять разными видами нагрузок. Благодаря большому разнообразию выпускаемых семейств ключей, в состав которых входят как одноканальные, так и многоканальные ключи верхнего и нижнего плеча, эти устройства можно использовать в различных автомобильных и промышленных системах. В статье представлен обзор основных семейств интеллектуальных силовых ключей Infineon, их особенности и области применения.

**И**нтегрированные интеллектуальные силовые ключи от Infineon обеспечивают более простое управление и экономию затрат по сравнению с дискретными решениями. Они содержат силовой каскад и схему управления для реализации расширенных функций, таких как защита от отказов, вызванных повышенной температурой, перегрузкой по току или перенапряжением. Схема управления обеспечивает также функции диагностики для отслеживания рабочего состояния ключа в системе.

В портфолио интеллектуальных силовых ключей Infineon входит несколько семейств.

Интегрированные ключи верхнего плеча семейства PROFET (PROtected FET) на 12 и 24 В, ориентированные на применение в автомобильных и промышленных приложениях, отличаются широким набором встроенных интеллектуальных функций диагностики и защиты. Они содержат силовой ДМОП-транзистор и логическую КМОП-схему, что обеспечивает полную функциональность драйвера. Портфолио ключей PROFET, в свою очередь, содержит несколько семейств.

В семействе PROFET +12V – одно-, двух- и четырехканальные ключи в корпусах PG-DSO-8 и PG-DSO-14 с контактной площадкой на нижней стороне корпуса для улучшения отвода тепла. Впервые представленная более 10 лет назад серия хорошо зарекомендовала себя на рынке и пользуется популярностью – с момента выпуска в 2010 году по всему миру было поставлено более 1 млрд PROFET +12V.

Ключи этой серии соответствуют требованиям автомобильных стандартов, сочетают устойчивость к коротким замыканиям и высокую нагрузочную способность. Устройства способны управлять нагрузкой от 0,5 до 10 А, сопротивление канала в открытом состоянии  $R_{DS(on)}$  – от 8 до 200 мОм.

Ключи PROFET +12V подходят для 12-В автомобильных приложений, таких как системы освещения, блоки управления (BCM) и системы отопления. Они могут управлять резистивными, индуктивными и емкостными нагрузками. Благодаря широкому набору интеллектуальных функций PROFET +12V можно использовать в качестве замены электромеханических реле, предохранителей и дискретных элементов. Устройства семейств PROFET +12V и PROFET +24V полностью совместимы по выводам. Одинаковое посадочное место для корпусов обеспечивает разработчикам максимальную гибкость проектного решения, дает возможность легко менять нагрузки и драйверы без серьезных изменений в компоновке платы.

Интеллектуальные ключи 24-В семейства PROFET +24V разработаны для грузовиков и автобусов, а также строительных и сельскохозяйственных машин и рассчитаны на работу в тяжелых условиях.

Новое поколение интеллектуальных силовых ключей верхнего плеча от Infineon – семейство PROFET +212V, созданное на основе технологии SMART7. Эти одно-, двух- и четырехканальные устройства отличаются низким потреблением и малыми размерами, они поставляются в компактных корпусах PG-TSDSO-14 ( $R_{DS(on)}$  от 2 до 200 мОм) и PG-TSDSO-24 ( $R_{DS(on)}$  от 1,2 до 2 мОм) с шагом выводов 0,65 мм (табл. 1). Благодаря совместимости выводов обеспечивается высокая гибкость при проектировании. В устройствах в корпусах PG-TSDSO-24 реализован режим переключения емкостной нагрузки, при котором выполняется заряд емкостных нагрузок и снижаются пики тока при включении конденсаторов.

Все семейство сертифицировано для автомобильных применений в соответствии с AEC-Q100 Grade 1 и AEC-Q100 Grade 0. Устройства обеспечивают исключительную точность измерения тока – до 5% при номинальном токе нагрузки, низкое начальное напряжение и высокую скорость переключения/ нарастания без влияния на ЭМС. Устройства

<sup>1</sup> Компания «Золотой шар», бренд-менеджер, тел. +7 495 234-01-10 (доб. 156), Sokolov@zolshar.ru.

Таблица 1. Силовые ключи семейства PROFET +2 12V

Наименование	$R_{DS(on)}$ , МОм (при 25 °С)	Номиналь- ный ток нагрузки, А	Энергия единичного импульса, мДж (при токе нагрузки)	Рабочее напряже- ние, В	Ток КЗ, А	Число кана- лов	Тип корпуса
BTS70012-1ESP	1,4	31,3	525 @ 62,6 А	3,1-28,0	209	1	PG-TSDSO-24
BTS70015-1ESP	1,7	27,6	420 @ 55,2 А	3,1-28,0	171	1	PG-TSDSO-24
BTS70020-1ESP	2,3	23,2	325 @ 46,4 А	3,1-28,0	141	1	PG-TSDSO-24
BTS7200-4EPA	66,5	<3	13,5 @ 2,4 А	3,1-28,0	10	4	PG-TSDSO-14
BTS7200-2EPA	66,5	<3	13,5 @ 2,4 А	3,1-28,0	10	2	PG-TSDSO-14
BTS7200-2EPC	66,5	<3	13,5 @ 2,4 А	2,7-28,0	10	2	PG-TSDSO-14
BTS7120-2EPA	61,0	<3	13,5 @ 4,0 А	3,1-28,0	18,2	2	PG-TSDSO-14
BTS7080-2EPA	20,9	3-5	36 @ 6 А	3,1-28,0	36	2	PG-TSDSO-14
BTS7040-2EPA	19,0	3-5	36 @ 7 А	3,1-28,0	46	2	PG-TSDSO-14
BTS7040-1EPA	19,0	3-5	30 @ 9 А	3,1-28,0	46	1	PG-TSDSO-14
BTS7030-2EPA	13,5	3-5	38 @ 9 А	3,1-28,0	60	2	PG-TSDSO-14
BTS7020-2EPA	12,7	5-10	42 @ 10 А	3,1-28,0	71	2	PG-TSDSO-14
BTS7012-2EPA	11,5	5-10	42 @ 12 А	3,1-28,0	73	2	PG-TSDSO-14
BTS7012-1EPA	11,5	5-10	50 @ 17 А	3,1-28,0	73	1	PG-TSDSO-14
BTS7010-2EPA	9,5	5-10	55 @ 13 А	3,1-28,0	77	2	PG-TSDSO-14
BTS7010-1EPA	9,5	5-10	55 @ 18 А	3,1-28,0	77	1	PG-TSDSO-14
BTS7008-2EPA	9,0	5-10	75 @ 15 А	3,1-28,0	88	2	PG-TSDSO-14
BTS7008-1EPA	9,0	10-15	65 @ 20 А	3,1-28,0	88	1	PG-TSDSO-14
BTS7008-1EPP	8,8	10-15	70 @ 22 А	3,1-28,0	77,5	1	PG-TSDSO-14
BTS7006-1EPP	6,6	10-15	95 @ 25 А	3,1-28,0	89,5	1	PG-TSDSO-14
BTS7004-1EPP	4,4	10-15	150 @ 30 А	3,1-28,0	113	1	PG-TSDSO-14
BTS7002-1EPP	2,6	>15	315 @ 42 А	3,1-28,0	133	1	PG-TSDSO-14

семейства оснащены всеми видами защит: от перегрева, перенапряжения, падения нагрузки, переполюсовки, короткого замыкания, отключения по току. Для целей диагностики предусмотрен выход для измерения тока нагрузки.

Еще одно семейство интеллектуальных ключей верхнего плеча, Power PROFET, отличается ультранизким сопротивлением канала в открытом состоянии ( $R_{DS(on)}$  от 1 до 2,5 МОм) (табл. 2). Эти устройства со встроенными функциями защиты и диагностики предназначены для автомобильных систем и других 12-В применений, они разработаны специально для управления токами нагрузки от 20 до 40 А и замены сильноточных реле и предохранителей, например, в распределительных системах питания и системах отопления автомобиля. Ключи Power PROFET идеально подходят для приложений с высокими требованиями к циклу переключения, например, для управления реле стартера в системах «старт-стоп» и для электрических вакуумных насосов тормозной системы.

Для ключей Power PROFET предусмотрена возможность программного сброса вместо замены предохранителя в автомастерской.

Все ключи семейства Power PROFET полностью совместимы по выводам и оснащены одинаковым функционалом для устройств с данным значением  $R_{DS(on)}$ . Это дает возможность разработчикам менять нагрузки и ключи, не модифицируя компоновку печатной платы.

Портфолио ключей нижнего плеча Infineon состоит из двух семейств: HITFET (на 12 и 24 В) и TEMPFET. Ключи HITFET (Highly Integrated Temperature protected FET) разработаны для применения в автомобильных и промышленных приложениях. Их встроенные интеллектуальные функции обеспечивают защиту от перегрузки, перенапряжения, короткого замыкания, перегрева и электростатического разряда.

HITFET+ – новое поколение интеллектуальных ключей нижнего плеча для 12-В автомобильных и промышленных приложений на основе технологии SP51 с повышенными

Таблица 2. Ключи семейства Power PROFET

Наименование	$R_{DS(on)}$ , мОм (при 25 °С)	Номинальный ток нагрузки, А	Пороговое значение тока КЗ, А (мин.)	Энергия единичного импульса при индуктивной нагрузке, мДж	Тип корпуса
BTS50010-1TAD	1,0	40	150	3000	PG-TO263-7
BTS50015-1TAD	1,5	33	135	3000	PG-TO263-7
BTS50020-1TAD	2,0	29	100	1750	PG-TO263-7
BTS50025-1TAD	2,5	25	70	1000	PG-TO252-5

требованиями к скорости переключения. Ключи N1TFET+ подходят для всех типов резистивных, индуктивных и емкостных нагрузок и приложений с высокой частотой ШИМ (до 50 кГц).

В семействе предлагаются одноканальные устройства со значительно уменьшенными (до 50%) габаритами по сравнению с Classic N1TFET 12V в стандартных (BTS3xxxTF/EJ) и полнофункциональных (BTF3xxxEJ/TE) вариантах в корпусах PG-TO252 (DPAK-3 и DPAK-5) и PG-TDSO-8 ( $R_{DS(on)}$  от 11 до 125 мОм) (табл. 3). В них предусмотрена регулировка скорости нарастания и специальный вывод диагностики состояния устройства. Среди дополнительных функций этих устройств следует отметить усовершенствованную функцию интеллектуальной токовой защиты для приложений с высоким пусковым током.

Силовые ключи нижнего плеча семейства TEMPFET обеспечивают температурную и токовую защиту с помощью встроенного датчика температуры. Показания датчика температуры доступны на внешних выводах, что обеспечивает гибкое управление температурной характеристикой. Ключами TEMPFET можно управлять как любым дискретным полевым транзистором, кроме того, они реализуют тепловую защиту. В семействе доступны устройства с  $R_{DS(on)}$  от 6,5 до 18 мОм в корпусах PG-TO220 и PG-TO263. Ключи сертифицированы для 24-В автомобильных и промышленных применений и подходят для приложений с частотой переключения до 1 МГц.

Встроенный в TEMPFET датчик температуры включен между затвором и истоком полевого МОП-транзистора. В случае перегрева он соединяет затвор и исток и, таким образом, отключает транзистор. Доступность датчика извне позволяет

Таблица 3. Ключи семейства N1TFET+

Наименование	$R_{DS(on)}$ , мОм (при 25 °С)	$R_{DS(on)}$ , мОм (при 150 °С)	Число каналов	Номинальный ток нагрузки, А	Максимальный ток нагрузки, А	Частота ШИМ, кГц	Тип корпуса
BTS3011TE	11	22	1	10	35	1	PG-TO252 (DPAK-5)
BTS3035EJ	35	70	1	5	20	1	PG-TDSO-8 EP
BTS3035TF	35	70	1	5	20	1	PG-TO252 (DPAK-3)
BTF3035EJ	35	70	1	5	14	20	PG-TDSO-8 EP
BTF3050TE	50	100	1	3	30	10	PG-TO252 (DPAK-5)
BTS3050EJ	50	100	1	4	15	1	PG-TDSO-8 EP
BTS3050TF	50	100	1	4	15	1	PG-TO252 (DPAK-3)
BTF3050EJ	50	100	1	4	10	20	PG-TDSO-8 EP
BTS3060TF	60	135	1	3	10,5	1	PG-TO252 (DPAK-3)
BTS3080EJ	80	160	1	3	10	1	PG-TDSO-8 EP
BTS3080TF	80	160	1	3	10	1	PG-TO252 (DPAK-3)
BTF3080EJ	80	160	1	3	7	20	PG-TDSO-8 EP
BTS3125EJ	125	250	1	2	7	1	PG-TDSO-8 EP
BTS3125TF	125	250	1	2	7	1	PG-TO252 (DPAK-3)
BTF3125EJ	125	250	1	2	5	20	PG-TDSO-8 EP

Таблица 4. Многоканальные силовые контроллеры SPOC +2

Наименование	Число каналов	$R_{DS(on)}$ , мОм	Мощность ламп накаливания, кан. × Вт	Номинальный ток нагрузки, кан. × А	Рабочее напряжение, В	Тип корпуса
BTS72220-4ESA	4	2 × 5,5 + 2 × 13,5	2 × 65 + 2 × 42	2 × 7 + 2 × 4	3,3...5	PG-TSDSO-24
BTS72220-4ESE	4	2 × 5,5 + 2 × 13,5	2 × 65 + 2 × 42	2 × 7 + 2 × 4	3,3...5	PG-TSDSO-24
BTS71220-4ESA	4	2 × 9,5 + 2 × 22,5	2 × 55 + 2 × 27	2 × 5 + 2 × 3	3,3...5	PG-TSDSO-24
BTS71220-4ESE	4	2 × 9,5 + 2 × 22,5	2 × 55 + 2 × 27	2 × 5 + 2 × 3	3,3...5	PG-TSDSO-24
BTS71040-4ESA	4	4 × 22,5	4 × 27	4 × 3	3,3...5	PG-TSDSO-24
BTS71040-4ESE	4	4 × 22,5	4 × 27	4 × 3	3,3...5	PG-TSDSO-24
BTS71033-6ESA	6	3 × 30 + 3 × 70	3 × 27 + 3 × 10	3 × 2,5 + 3 × 1,5	3,3...5	PG-TSDSO-24

пользователю контролировать температуру ключа и изменять их в ШИМ-приложениях с высокой скоростью коммутации.

Infineon предлагает также широкий спектр многоканальных ключей и контроллеров с SPI-интерфейсом для автомобильного и промышленного применения.

SPOC – ведущее на рынке семейство многоканальных интеллектуальных силовых ключей верхнего плеча для систем наружного освещения автомобилей (как на основе ламп накаливания, так и светодиодное). SPOC +2 – новое поколение этих устройств, построенное на основе технологии SMART7 и способное решать дополнительные задачи, такие как управление замками дверей, обогревом сидений, внутренним освещением и др. Управление, настройка и диагностика выполняются через SPI-интерфейс. В семействе SPOC +2 предлагаются 4- и 6-канальные версии устройств (с  $R_{DS(on)}$  от 5,5 до 70 мОм) в корпусе PG-TSDSO-24 (табл. 4).

Благодаря настраиваемым функциям, таким как управление скоростью нарастания и интеллектуальный перезапуск с поддержкой распределения мощности, SPOC +2 обеспечивает высокую гибкость для пользователей. SPI-интерфейс позволяет подключать несколько устройств последовательно, чтобы уменьшить количество выводов и сэкономить место на печатной плате. Такие параметры, как скорость нарастания, точность измерения тока нагрузки и ток детектирования перегрузки, можно настроить индивидуально для каждого из каналов. Причем это не оказывает отрицательного эффекта на величину  $R_{DS(on)}$ . Кроме того, возможно управление одной нагрузкой двумя каналами параллельно. Поэтому диапазон токов нагрузки увеличен вдвое: от 1,5 до 14 А (в предыдущем поколении – от 1,5 до 7 А).

В семействе SPOC +2 реализованы дополнительные функции защиты, такие как регулируемый ток детектирования перегрузки, которые можно применять индивидуально для каждого канала. Защита может быть настроена либо на ограниченный перезапуск, либо на немедленную блокировку. Устройства включают в себя расширенные функции диагностики, в том числе детектирования разомкнутой нагрузки

в выключенном состоянии и короткого замыкания на батарею.

Еще одно семейство многоканальных ключей, SPIDER, представляет собой высокоинтегрированные многоканальные драйверы с SPI-интерфейсом для небольших токовых нагрузок, таких как реле, соленоиды, светодиоды, компактные лампы накаливания и шаговые двигатели. Семейство SPIDER (TLE72x) состоит из 4- и 8-канальных драйверов нижнего плеча и 8-канальных драйверов нижнего / верхнего плеча с двумя конфигурируемыми каналами. Устройства семейства различаются по количеству ШИМ-входов, нагрузочной способности и дополнительным функциям.

Новое семейство, SPIDER + (TLE75x), обеспечивает повышенную гибкость (до шести настраиваемых каналов) и дополнительные варианты конфигурации каналов (например, 8-канальный драйвер верхнего уровня) по сравнению со SPIDER. Все устройства нового семейства оснащены продвинутыми функциями защиты и безопасности. Светодиодный пакет, доступный для драйверов верхнего плеча, обеспечивает дополнительные функции для управления светодиодами и небольшими лампами накаливания. Все устройства семейства SPIDER + поставляются в компактных корпусах PG-TSDSO-14 и PG-TSDSO-24.

Семейство многоканальных ключей нижнего плеча FLEX с SPI-интерфейсом для автомобильных силовых агрегатов, систем безопасности и промышленных приложений специально разработано для управления различными нагрузками – от реле, инжекторных клапанов, нагревателей кислородного зонда и соленоидов до однополярных шаговых двигателей. В семействе FLEX предлагаются устройства в корпусах PG-DSO-36, PG-DSO-20, PG-SSOP-24 с количеством каналов от 4 до 18.

\*\*\*

Продукцию компании Infineon в Россию поставляет независимый дистрибьютор – холдинг «Золотой Шар» ([www.zolshar.ru](http://www.zolshar.ru)), один из ведущих поставщиков импортных и отечественных электронных компонентов. ●