

№12 (58), 2008 г.

Информационно-технический
журнал.

Учредитель – ЗАО «КОМПЭЛ»



Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-19835

Редактор:

Геннадий Каневский
vesti@compel.ru

Помощник редактора:

Анна Кузьмина

Редакционная коллегия:

Андрей Агеноров
Алексей Гуторов
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Валерий Куликов
Александр Райхман
Борис Рудяк
Игорь Таранков
Илья Фурман

Дизайн, графика, верстка:

Елена Георгадзе
Владимир Писанко
Евгений Торочков

Распространение:

Анна Кузьмина

Электронная подписка:

www.compeljournal.ru

Отпечатано:

«Гран При»
г. Рыбинск

Тираж – 1500 экз.
© «Новости электроники»

Подписано в печать:
10 сентября 2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

БРЕНД НОМЕРА: *VISHAY INTERTECHNOLOGY*

• Vishay – лидер рынка дискретных полупроводников <i>Владимир Васильев, Юрий Морговский</i>	3
• Vishay Intertechnology: портрет компании <i>Георгий Келл</i>	5
• Обзор продукции компании Vishay <i>Виталий Берелидзе</i>	7
• Наследие IR: мощные МОП-транзисторы HEXFET <i>Константин Староверов</i>	11
• Наследие IR: тиристоры <i>Константин Староверов</i>	18
• Аналоговые ключи и мультиплексоры Vishay <i>Евгений Звонарев</i>	23
• Vishay: оптопары, оптические датчики, фотодетекторы <i>Дмитрий Цветков</i>	29





ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

Vishay — классический пример компании, основанной на базе одной инновационной технологической идеи. Та-

ковой стала разработка основателем компании металло-фольгового резистора. В первые годы существования эти изделия и были основой бизнеса, а в крупнейшего мирового производителя дискретных полупроводников и стандартных компонентов компания превратилась, скупая ведущих производителей стандартной продукции и расширяя таким образом свою продуктовую линейку. Пожалуй, перечисление всех поглощенных Vishay представляет собой один из самых внушительных списков подобного рода в электронной отрасли. Тут и Sprague, и Telefunken, и Siliconix, и General Semiconductors, и BC Components... Результат внушительен — одна из самых широких линеек стандартной продукции в мире и рост продаж с 60 млн. долларов в 1985 году до почти 3 млрд. в 2007.

Одним из самых больших поглощений стала передача в 2007 году

компании Vishay 70% стандартного бизнеса International Rectifier. Привычные многим разработчикам систем электропитания силовые диоды и тиристоры, MOSFET и IGBT-модули теперь принадлежат Vishay. А компания КОМПЭЛ, как крупнейший в Восточной Европе дистрибьютор компании IR, стала, таким образом, дистрибьютором Vishay в части перечисленных компонентов. При этом мы поставляем и другие компоненты из линейки Vishay, комплекта производств электроники.

У Vishay разработчик не найдет интегральных схем аналогового сигнального тракта, контроллеров и процессоров, преобразователей и драйверов. Однако практически вся возможная стандартная и дискретная полупроводниковая продукция, в том числе — силовая, в портфеле компании присутствует. А значит, все отрасли нуждаются в изделиях Vishay. Обращайтесь!

С уважением,
Геннадий Каневский

Владимир Васильев, Юрий Морговский (Vishay Intertechnology)

VISHAY – ЛИДЕР РЫНКА ДИСКРЕТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ



Руководитель российского представительства Vishay Intertechnology Владимир Васильев в своем интервью редактору «Новостей электроники» Геннадию Каневскому говорит о группах изделий, приобретенных компанией у International Rectifier, и о наиболее востребованных на российском рынке компонентах Vishay. Региональный менеджер по работе с дистрибьюторами Юрий Морговский делится своими соображениями о специфике российского рынка и о месте продукции компании Vishay на этом рынке.

Геннадий Каневский: Как бы Вы охарактеризовали место, занимаемое компанией Vishay на рынке электронных компонентов?

Владимир Васильев: Компания Vishay, как один из ведущих производителей дискретных полупроводников и пассивных компонентов занимает уверенную позицию на мировом рынке, являясь лидером индустрии.

Г.К.: У компании Vishay – богатая история приобретений: в списке присоединенных компаний – около двадцати наименований. Как крупнейшего в России дистрибьютора продукции International Rectifier, компанию КОМПЭЛ прежде всего интересует линейка продукции, приобретенной у IR. Расскажите, что приобрел Vishay и какие, по вашему, рыночные преимущества приобрела компания вместе с новой продукцией?

В.В.: Vishay приобрел у International Rectifier следующие продуктовые линейки: высоковольтные силовые MOSFET, отдельные виды диодов и выпрямителей, тиристоры и модули IGBT. Это добавление дополнило существующий продуктовый портфель Vishay и расширило возможности компании по предоставлению покупателям сервиса полной комплектной закупки у одного поставщика.

Г.К.: Какие группы товаров Vishay наиболее востребованы российскими потребителями? Какие Вы считаете перспективными, но пока не пользующимися должным вниманием?

В.В.: В сфере полупроводниковой продукции мы фиксируем высокий спрос на продукцию высокой мощности и на оптоэлектронику. В области пассивных компонентов самыми продаваемыми продуктами являются алюминиевые, пленочные и танталовые конденсаторы. Мы считаем, что это отражает структуру рынка: в России наибо-

лее востребована продукция для индустриального применения. Тем не менее, в нашем продуктовом портфеле есть дискретные компоненты практически для всех областей применения.

Г.К.: Мы знаем, что основатель Vishay доктор Феликс Зандман родом из Восточной Европы, поэтому Vishay в какой-то мере можно считать европейской компанией. Каковы специфические черты восточноевропейского рынка электроники и какова стратегия компании Vishay на этом рынке?

Юрий Морговский: Европейский рынок в целом очень важен для Vishay, доля продаж компании здесь составляет около сорока процентов от общего оборота. Рынок электроники в восточноевропейских странах по ряду причин начал формироваться намного раньше, чем в России, и на сегодняшний день там



Офис и производство Vishay в г. Прахатице, Чехия



Слева направо: Максим Поташников, Владимир Васильев (Vishay), Георгий Келл

существует достаточно крупных современных производств международных OEM- и EMS-компаний, производящих бытовую, автомобильную, телекоммуникационную и промышленную электронику. Vishay является поставщиком компонентов для очень многих из них.

Г.К.: В продолжение первого вопроса: каковы специфические черты российского рынка по сравнению с остальной Восточной Европой?

Ю.М.: Рынок электроники в России только развивается и по сравнению с остальной Европой еще довольно мал. В России почти не присутствуют крупные международные OEM- и EMS-компании, местные производители в основном относятся к сектору малого и среднего бизнеса. Также следует отметить большие сроки разработки многих проектов, которые далеко не всегда реализуются в массовом производстве, и сложность составления годовых планов. Тем не менее,

мы оцениваем потенциал рынка как весьма высокий, учитывая размеры страны, количество населения и быстрое экономическое развитие.

Г.К.: Если сравнивать продукцию Vishay с поездом, движущимся по рельсам бизнеса, какие группы продукции можно сравнить с локомотивом, а какие — с вагонами?

Ю.М.: Хотя большинство продуктов Vishay относятся к группе стандартных (согласно предложенной аналогии — к «вагонам»), имеется ряд высокоприбыльных специализированных продуктов, производимых на базе собственных технологий компании. К этим продуктам («локомотиву», если следовать предложенной аналогии) относятся низковольтные силовые MOSFET, фольговые резисторы Bulk Metal®, резисторы Power Metal Strip®, индуктивности IHLP® и другие изделия, среди которых есть новые разработки с большим рыночным потенциалом.

Г.К.: Каков выбор Vishay на местных рынках: предпочитает ли компания работать с локальными или с глобальными дистрибьюторами?

Ю.М.: Мы работаем как с локальными, так и с глобальными дистрибьюторами. Причина — та, что у местных дистрибьюторов установлены тесные связи с местными покупателями, представляющими в России значительную долю рынка. Преимущество глобальных дистрибьюторских компаний — большой склад, позволяющий быстрее реагировать на запросы рынка.

Г.К.: Что Вы могли бы пожелать читателям журнала «Новости электроники» — российским разработчикам электроники?

Ю.М.: Мы желаем им дальнейших успехов в разработке новой электронной продукции. Компания Vishay постарается обеспечить их всеми необходимыми компонентами. 

VISHAY INTERTECHNOLOGY: ПОРТРЕТ КОМПАНИИ



Известный специалист по рынку электронных компонентов **Георгий Келл** на своей авторской странице рассказывает об истории крупнейших мировых производителей электронных компонентов.

Электронная отрасль формируется не только производителями микросхем. Производство PEMCO (*Passive-ElectroMechanical COmponents*) хотя и не превышает 1/4 от рынка полупроводников, но компаний с годовым объемом продаж свыше \$1 млрд. найдется немало. Одной из таких компаний является **Vishay Intertechnology**, за четыре десятилетия достигшая лидирующих позиций в отрасли.

История компании неразрывно связана с судьбой ее основателя Феликса Зандмана (*Felix Zandman*). А судьба самого Феликса и его мировоззрение во многом были определены испытаниями, выпавшими на его долю в годы Второй Мировой войны. Он родился в 1927 году в Гродно, в обеспеченной еврейской семье. Ему было 14 лет, когда началась немец-

кая оккупация и все еврейское население было согнано в гетто. Когда начались депортации в лагеря смерти (Треблинка был ближайшим), Феликсу удалось бежать из гетто, и последующие 17 месяцев он скрывался в убежище, вырытом под домом одной польской семьи. Несмотря на невыносимые условия — это была яма 1,5x1,2 метра и полметра глубиной, и в ней постоянно укрывались четыре человека, именно там, в долгих беседах со старшими товарищами по несчастью (одним из которых был его дядя Зендер) сформировался характер Феликса Зандмана.

После освобождения советскими войсками Феликс, вся семья которого была уничтожена, перебрался в Польшу. А затем во Францию. Там он окончил университет Нанси, учась в котором, заинтересовался способами измерения деформаций в механических конструкциях. Проработав несколько лет в авиационной промышленности Франции, Феликс в 1956 году принял предложение о переезде в США, где стал работать в компании **Budd**, развивая свою методику измерения

деформаций — «фотостресс». Именно в ходе этих работ он пришел к идее создания сверхпрецизионного фольгового резистора. Однако компания Budd не сочла этот бизнес перспективным, и Феликс Зандман был вынужден создать собственную фирму. В качестве названия он и его компаньон и близкий родственник Альфред Сланер (*Alfred P. Slaner*) выбрали имя литовской деревушки Вишей, в которой жили их предки и которая также испытала ужасы Холокоста.

Итак, в феврале 1962 года было арендовано 360 м² в городе Малверн, и работа началась сразу по двум направлениям — прецизионные фольговые резисторы и тензорезисторы. Vishay вышел на рынок с уникальным резистором — уникальным не только своими точными характеристиками, но и конструктивом. В то время резисторы, как правило, имели цилиндрическую форму и выполнялись намоткой проволоки на керамическом основании. Зандман в целях экономии выбрал стекло в качестве подложки и нашел на рынке плоскую пластиковую коробочку (в такие

- Компания: **VISHAY INTERTECHNOLOGY**
- Штаб-квартира: Малверн, шт. Пенсильвания
- Основана: 1962
- Председатель правления: Dr. Felix Zandman
- Президент & CEO: Dr. Gerald Paul
- Штат: 27.900 человек
- Объем продаж за 2007: 2,83 млрд. долл.



Председатель правления
компании Vishay Intertechnology
Феликс Зандман

обычно упаковывались слюдяные конденсаторы). Размер корпуса определил и мощность резистора, которая также оказалась нестандартной — 0,33 Вт, вместо привычных 1/2, 1/4 и 1/8 Вт. Позднее конкуренты расценили все это как удачный маркетинговый ход, но, похоже, все вышло случайно. А эта серия фольговых резисторов (*Bulk Metal Foil Resistor*) действительно оказалась удачной и очень понравилась военным, что обеспечило компании гарантированный приток заказов и быстрый рост. Уже в 1964 году компания начала продавать лицензии зарубежным производителям резисторов. В 1973 году Госдеп США разрешил продажу лицензии Советскому Союзу, но когда в октябре того же года вспыхнул конфликт на Голанских высотах, Феликс Зандман прервал процесс передачи лицензии.

В начале 70-х Vishay строит свой первый завод в Израиле. Однако генеральным направлением развития компании на многие годы становится приобретение других компаний для развития собственного бизнеса. Все началось с покупки в 1983 году небольшой английской компании по производству резисторов **Mann**. Годом позже была куплена французская компания **Geka**, также производившая резисторы. Следующими приобретениями стали небольшие американские производители резисторов **Angstrohm** и **Elliot**, имевшие заводы в Мексике. Накопив опыт на первых покупках, в 1985 году Феликс Зандман нацелился на американскую компанию **Dale Electronics**, крупнейшего производителя проволоочных и металлопленочных резисторов. Объем продаж Dale превышал \$120 млн., в то время как оборот Vishay составлял всего \$55 млн. Dale была выставлена на продажу и заинтересовала многих конкурентов... И Феликс Зандман сумел создать механизм кредитования, под который приобрел Dale за \$94 млн. на аукционе.

В 1987 году Феликс Зандман приобретает крупнейшего производителя резисторов в Германии компанию **Draloric** (конденсаторный бизнес Draloric был куплен компанией **AVX**). В 1988 году дошла оче-

редь до крупнейшего французского производителя резисторов компании **Sfernice**, которая в далеком 1964 году была первым покупателем лицензии у Vishay. В результате всех этих приобретений под контролем Vishay оказалась треть американского и около 40% европейского рынка резисторов. Компания созрела для проникновения на смежные сегменты рынка.

Поэтому следующим приобретением стала компания **Sprague**, столь же инновационная и легендарная в сфере конденсаторов, как Vishay в сфере резисторов. Основатель Sprague доктор Роберт Спраг (*Robert C. Sprague*) изобрел в 1926 году керамический конденсатор, а позже многослойный керамический и танталовый конденсаторы. И вот в 1992 году Sprague входит в состав Vishay. На следующий год «конденсаторную линейку» Vishay пополнила покупка компаний **Roederstein** и еще через год **Vitramon**.

В 1998 году настало время выхода на рынок полупроводников — покупается полупроводниковое подразделение компании **Temic**, включавшее в себя компании **Telefunken** и большую часть **Siliconix** — известные брэнды в сфере дискретных полупроводников, аналоговых ключей и оптоэлектроники. Уже в нашем веке (2001 год) это направление усиливается приобретением бизнеса ИК-оптоэлектроники у **Infineon** и дискретных полупроводников у **General Semiconductor**. В 2005 году покупаются оставшиеся 19,6% акций компании Siliconix.

Вместе с тем не прекращалось и развитие «пассивного» направления. В начале века покупаются компании **Electro-Films**, **CeraMite**, **Spectrol**, **Transitor** и **Mallory**. Но крупнейшим стало приобретение в 2002 году компании **BC Components** — всего бизнеса пассивных компонентов своего давнего конкурента **Philips Electronics**.

Крупнейшим приобретением последних лет стала завершившаяся в апреле 2007 года сделка по покупке бизнеса **Power Control Systems (PCS)** компании International Rectifier. Это подразделение с объемом продаж в \$300 млн. в 2006 году выпускает высоковольтные

МОП-транзисторы, выпрямительные, быстродействующие и Шоттки диоды, а также широкую гамму силовых модулей (МОП, IGBT и тиристорных). Теперь вся эта линейка существенно расширила номенклатуру Vishay в части высоковольтных дискретов.

Важной частью бизнеса компании остаются тензорезисторы и узлы на их основе, составляющие 7% в объеме продаж компании. В целом, 47% выпускаемой Vishay продукции относится к пассивным и 53% — к активным ЭК.

Выбранная стратегия развития позволила компании Vishay на протяжении последних 20-ти лет расти со средним темпом (более 20% в год) и стать одним из лидеров мирового рынка электронных компонентов. Занимая лидирующие позиции в производстве стандартных полупроводников и ИК-приборов и являясь безусловным лидером в производстве резисторов (проволочных, фольговых и пленочных) и конденсаторов (танталовых), компания Vishay практически равномерно представлена в трех регионах — Азия (38%), Европа (38%) и Америка (24%). Нельзя не отметить, что 41% продукции Vishay поступает на рынок по дистрибьюторским каналам, а остальная часть распределяется между OEM-производителями (51%) и контрактными сборщиками (8%). Присутствие Vishay в России становится все более заметным благодаря усилиям 7 федеральных и 5 глобальных дистрибьюторов.

Книга мемуаров Феликса Зандмана под названием "Never the Last Journey" издана нью-йоркским издательством Schocken Books в 1995 году. Существует и версия на русском языке. Книга впечатляет драматизмом и позволяет лучше понять «роль личности в электронике». Даже переступив 80-летний рубеж, Феликс Зандман продолжает участвовать в управлении компанией, основанной им 46 лет назад из простого желания сделать лучший в мире прецизионный резистор!

С полной номенклатурой продукции компании Vishay Intertechnology можно ознакомиться на сайте www.vishay.com. 



Виталий Берелидзе (КОМПЭЛ)

ОБЗОР ПРОДУКЦИИ КОМПАНИИ VISHAY



История компании **Vishay** берет свое начало с 1950 года, когда основатель компании доктор Феликс Зандман (*Dr. Felix Zandman*) получил патент на технологию продукции PhotoStress* (на эффекте фотоупругости). Эта продукция нашла применение там, где требуются контроль и измерение распределения напряжений в таких отраслях, как авиация, автомобилестроение, машиностроение и др. Дальнейшие исследования Феликса Зандмана привели к разработке Bulk Metal® (металло-фольговых) резисторов. И спустя несколько десятилетий вплоть до настоящего времени металло-фольговые резисторы являются наиболее точными и стабильными.

В 1962 году, при финансовой поддержке Альфреда Сланера (*Alfred Slaner*), была основана компания Vishay по разработке и производству металло-фольговых резисторов. Компания была названа по имени деревни в Литве, где родственники Феликса Зандмана и Альфреда Сланера погибли во время Холокоста. Первоначальный портфель продукции компании состоял из металло-фольговых резисторов и тензодатчиков на основе фольги. В 60-70 годы Vishay стала ведущим производителем металло-фольговых резисторов, тензодатчиков и продукции по технологии PhotoStress® в мире.

В последующем стратегия развития и роста компании основыв-

ается на поглощении ведущих компаний-производителей компонентов и добавлении новых видов продукции в портфель Vishay. Современная компания Vishay представляет собой многопрофильную фирму, имеющую в своем составе более 28 самостоятельных бизнесов. Интересной особенностью в политике поглощений Vishay следует отметить принцип «не навреди». После слияния с Vishay фирма продолжает производство и разработку новой продукции, ведет самостоятельную политику. В настоящее время продукция Vishay охватывает широкий спектр компонентов, от пассивных компонентов (резисторы, конденсаторы), до полупроводниковой продукции — диодов, транзисторов, микросхем, датчиков и т.п.

На отечественном рынке компания Vishay хорошо себя зарекомендовала как производитель активных и пассивных компонентов высокого качества и широкого ассортимента как для коммерческих, так и высоконадежных приложений. Особенностью продуктов Vishay можно назвать ориентацию на массовый рынок и производство стандартной продукции.

В программе производства Vishay представлены:

1) Пассивные компоненты:

- Конденсаторы электролитические, пленочные, танталовые, керамические для коммерческого рынка, силовой электроники, высоконадежных приложений;

- Резисторы и резисторные сборки, переменные и подстроечные резисторы;

- Кварцы, разъемы, дисплеи, датчики индуктивности, измерительные шунты;

2) Активные компоненты:

- Диоды, тиристоры, диодные, диодно-тиристорные сборки и модули, мосты, триаки, защитные диоды для массовой продукции и силовой электроники;

- Транзисторы биполярные, высокочастотные, MOSFET, IGBT и модули для поверхностного монтажа и стандартных корпусах для массового рынка и силовой электроники;

- Микросхемы управления питанием — стабилизаторы, ШИМ-контроллеры;

- Оптоэлектроника — оптоизоляторы, твердотельные реле, инфракрасные приемопередатчики, светодиоды;

- Модульные источники питания.

3) Измерительное оборудование.

В череде слияний и поглощений наиболее значимым событием 2007 года для отечественного рынка было сообщение о приобретении 70% стандартной номенклатуры продукции International Rectifier. К Vishay отошли все диоды, диоды Шоттки, сверхбыстрые диоды, силовые диоды, тиристоры с креплением под гайку, силовые диоды и тиристоры в таблеточных корпусах. Вся популярная линейка MOSFET — в корпусах для поверхностного монтажа (IGBT-модули, выпрямительные мосты).

Характерно, что сразу после передачи продукции от International Rectifier к Vishay не произошло ее переименования. Например, популярный

* **PhotoStress** (фотоупругость) — явление индуцированного двуупреломления в гелях, прозрачных твердых телах, в частности, в стеклах и кубических кристаллах. При прохождении света через прямоугольную стеклянную пластину, к которой приложено напряжение, перпендикулярное направлению распространения света, пластинка становится двулучепреломляющей. При этом оси поляризации параллельны между собой и перпендикулярны направлению напряжения.

Таблица 1. MOSFET большой мощности

Наименование	Тип	Ток, А	Напряжение, В	Сопротивление канала в открытом состоянии, мОм	Корпус	Особенности
19MT050XF	N	31	500	152	MTP	Изолированный, полный мост (H-мост)
FA57SA50LC	N	57	500	80	SOT-227	Изолированный
FB180SA10	N	180	100	6,5	SOT-227	Изолированный
IRFPS43N50K	N	43	500	90	Super 247	Неизолированный
IRFPS40N60K	N	40	600	100	Super 247	Неизолированный
IRFP9140	P	-21	-100	200	TO-247	Неизолированный
IRFP9240	P	-12	-200	500	TO-247	Неизолированный

Таблица 2. IGBT-модули

Наименование	Ток, А	Напряжение, В	Корпус	Особенности
20MT120UF	40	1200	MTP	Полный мост (H-мост), Ultrafast
25MT060WFA	50	600	MTP	Полный мост (H-мост), WARP
40MT120UHA	80	1200	MTP	Полумост, Ultrafast
GB70LA60UF	70	—	SOT-227	Чоппер диод-IGBT, WARP 2
GB70NA60UF	70	—	SOT-227	Чоппер IGBT-диод, WARP 2
CPV364M4F	27	600	IMS-2	Трехфазный мост для электропривода

Таблица 3. Диоды Шоттки, сверхбыстрые, быстрые диоды

Наименование	Ток, А	Напряжение, В	Корпус	Особенности
409CNQ135	400	135	TO-244AB	Неизолированный, общий катод, Шоттки
440CNQ030	440	30	TO-244AB	Неизолированный, общий катод, Шоттки
IRUD360CH40	400	400	D67	Неизолированный, одиночный, сверхбыстрый
UFB200FA20	200	200	SOT-227	Изолированный, два диода, сверхбыстрый

диодно-тиристорный модуль IRKD250-12 имел одинаковое наименование как у International Rectifier, так и у Vishay. Однако не так давно Vishay известил об изменении в наименовании компонентов International Rectifier — префикс IR изменился на VS. Например, старое наименование диодно-тиристорного модуля — IRKD250-12, новое — VSKD250-12. Более подробный список компонентов, сменивших наименование, опубликован на сайте www.compel.ru. Разработчикам и снабженцам необходимо учитывать произошедшие изменения при заказе компонентов.

Из продукции International Rectifier, перешедшей к Vishay, можно выделить N- и P-канальные MOSFET — более 350 наименований с рабочим напряжением до 1000 В и рабочим током до 180 А. Среди MOSFET наибольшей популярностью пользуется продук-

ция в корпусах D2Pack и TO-220. Для преобразовательной техники большой мощности используются корпуса SOT-227, Super247 (TO-274AA) и MTP.

IGBT-модули производятся по технологии NPT и PT в изолированных корпусах MTP, IMS-2, SOT-227, INT-A-Pak. Существуют такие конфигурации модулей, как трехфазный мост, полный мост (H-мост), полумост, чоппер. В номенклатуре IGBT-модулей можно выделить трехфазные мосты в корпусе IMS-2 для электропривода; серии Ultrafast на 1200 В в корпусе MTP для инверторных сварочных аппаратов, источников питания; знаменитые WARP 2 — IGBT с частотой переключения до 150 кГц в корпусе SOT-227 по схеме чоппера для источников питания, сварочных аппаратов.

Диоды Шоттки, быстрые, сверхбыстрые диоды являют-

ся основой для современных импульсных источников питания, сварочных аппаратов, преобразовательной техники. Практически во всех современных инверторных сварочных аппаратах отечественных производителей установлены диоды Шоттки и сверхбыстрые диоды International Rectifier. Высокое качество, надежность, рекордные характеристики, работа при экстремальных температурах кристалла полупроводника снискали заслуженную популярность среди разработчиков и производителей преобразовательной техники. Диоды производятся в популярных корпусах для поверхностного монтажа (например, D2Pack), для монтажа в отверстия на печатную плату (TO-220, TO-247) и в виде модулей (SOT-227, TO-244AB).

Помимо высокоскоростных диодов, традиционно сильная сторона производителя — стандартные

диоды, тиристоры (дискретные и модули) в таблеточных корпусах. Устройства обладают существенно лучшими характеристиками по надежности, расширенным диапазоном температур от -55°C до 180°C . Вся стандартная продукция выпускается в унифицированных корпусах. Это подразумевает взаимозаменяемость с аналогичной продукцией других производителей.

Среди другой продукции Vishay можно выделить электролитические конденсаторы, танталовые, керамические, пленочные конденсаторы, измерительные шунты, индуктивности, трансформаторы, резисторы. Продукция Vishay отличается высоким качеством и надежностью. Поставка как полупроводниковой продукции, так и пассивных компонентов делает Vishay производителем и поставщиком комплексных решений.

Безусловно, в рамках статьи невозможно охватить всю номенклатуру International Rectifier, перешедшую к Vishay, и тем более

всю номенклатуру Vishay. В таблицах, представленных выше, приведена наиболее интересная продукция компании.

Описанная выше продукция популярна у производителей преобразовательной техники: импульсных источников питания, источников бесперебойного питания, индукционного нагрева, инверторных сварочных аппаратов, производителей электропривода, инверторных сварочных аппаратов, рентгеновской аппаратуры, лазеров и т.п.

С приобретением части продукции International Rectifier компания Vishay в силовой электронике встала в один ряд с такими известными производителями как STMicroelectronics, Infineon, IXYS и т.п. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: standart.vesti@compel.ru



VCS1625Z – прецизионные токочувствительные резисторы по технологии Z-Foil

Компания Vishay Intertechnology Inc. запустила в производство новую серию токочувствительных чип резисторов, выполненных по технологии Z-Foil. Предлагаемые изделия имеют величину TCR не более $0,2 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$, точность исполнения номинала на уровне $0,2\%$, стабильность номинала в течение жизненного цикла в пределах $0,02\%$.

Технические характеристики

- Величина TCR — $0,05 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (при $0...60^{\circ}\text{C}$); $0,2 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (при $-55...125^{\circ}\text{C}$)
- Точность исполнения номинала — $0,2\%$
- Уход номинала при работе на полной мощности — 5 ppm
- Стабильность номинала в течение 2000 часов работы на полной мощности при 70°C — $0,02\%$
- Устойчивость к электростатическому разряду свыше 25 кВ
- Доступные значения сопротивления — $0,3...10 \text{ Ом}$
- Рассеиваемая мощность — 1 Вт
- Безиндуктивный и безъёмкостной конструктив
- Бездребезговый отклик на изменение сигнала в течение 1 нс
- Максимальное значение тока — 5 А
- Уровень токовых шумов — менее -40 дБ
- Изменение номинала под воздействием напряжения — $0,1 \text{ ppm}/\text{В}$
- Паразитная индуктивность — менее $0,08 \text{ мкГн}$
- Доступны изделия с улучшенными характеристиками

Области применения:

Военная техника, медицина, испытательное и тестовое оборудование, аэромобильная техника, прецизионный инструментарий, электронно-лучевое оборудование, электронные микроскопы, токочувствительные схемы, весовое оборудование, схемы с высокой частотной стабильностью.

БИЗНЕС-ГРУППА КОМПЭЛ ПО ПРОДУКЦИИ VISHAY



Мария Рябова —
менеджер
по силовой продукции



Виталий Берелидзе —
инженер по применению
силовой электроники

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО VISHAY INTERTECHNOLOGY В РОССИИ



Владимир Васильев —
руководитель
представительства



Юрий Морговский —
региональный менеджер
по работе
с дистрибьюторами

Продукция Vishay

Функциональная группа	Применение											
	Бытовая техника	Промышленная электроника	Автомобильная электроника	Беспроводная связь	Телекоммуникационное оборудование	Портативные устройства	Медицинская техника	Управление двигателями	Источники питания	Световое оборудование	Аэрокосмические приложения	Торговое оборудование
Малосигнальные биполярные транзисторы	•	•	•	•	•	•	•					•
Малосигнальные MOSFET	•	•	•	•	•	•	•					•
Мощные MOSFET	•	•	•				•	•	•	•		
IGBT		•						•	•	•		
Малосигнальные диоды	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•
Мощные диоды	•	•	•		•		•	•	•	•		
Выпрямители	•	•	•		•		•	•	•	•		
Тиристоры		•						•	•	•		
Аналоговые ключи	•	•	•				•					
Мультиплексоры	•	•	•									
LDO-регуляторы	•	•	•		•		•	•				
DC/DC-преобразователи	•	•	•		•		•	•				
Модули IRDC	•	•				•						
Оптические сенсоры	•	•										
Оптопары	•	•										
Светодиоды	•	•	•	•	•	•	•					
Резисторы	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
Тонкопленочные резисторы		•									•	
Фольговые резисторы		•									•	
Нелинейные резисторы	•	•	•				•					
Проволочные резисторы		•	•					•				
Керамические конденсаторы	•	•	•									
Конденсаторы MLCC	•	•	•	•	•	•	•					
Танталовые конденсаторы	•	•	•	•	•	•	•					
Пленочные конденсаторы	•	•							•			
Алюминиевые конденсаторы	•	•						•				
Силовые конденсаторы		•										
Индуктивности	•	•	•	•	•		•	•	•			•



Константин Староверов

НАСЛЕДИЕ IR: МОЩНЫЕ МОП-ТРАНЗИСТОРЫ HEXFET



В статье приводится обзор производственной линии мощных МОП-транзисторов HEXFET, приобретенной Vishay у International Rectifier, а также даются общие рекомендации по выбору и возможным применениям различных групп транзисторов.

Оценивая масштабы использования МОП-технологий в современной электронной технике, сейчас трудно представить, сколь драматична была история их становления, ведь даже через 30 лет после выхода в конце 1920-х годов первых теоретических работ физика Джулиуса Лилинфельда полевой транзистор можно было наблюдать только как лабораторный курьез. Именно так, в порядке лабораторного курьеза, появился первый МОП-транзистор с металлическим затвором исследователя из Bell Labs доктора Джона Аталла. Однако если на разработку практически пригодных маломощных МОП-транзисторов понадобится лишь несколько лет, то до появления первых мощных МОП-транзисторов пройдет еще 16 лет. Первые в мире мощные МОП-транзисторы, выполненные по технологии MOSPOWER®, представила компания Siliconix в 1976 году, а чуть позже, в 1979 году, компания International Rectifier предложила альтернативную МОП-структуру для построения мощных транзисторов, которая получила название HEXFET®. Так случилось, что именно эти две легендарные компании предопределили развитие мощных МОП-транзисторов в последующие десятилетия и именно они сейчас тесно связаны с другой не менее известной компанией Vishay. В 2005 году было завершено полное присоединение Siliconix к Vishay, начатое еще в 1998 году, а в 2007 году Vishay приобрела производственную линию силовых полупроводников International Rectifier, в которую

вошли и популярные HEXFET-транзисторы.

Структура HEXFET подразумевает организацию в одном кристалле тысяч параллельно-включенных МОП-транзисторных ячеек, образующих шестиугольник. Такое решение позволило существенно снизить сопротивление открытого канала $R_{DS(on)}$ и сделало возможным коммутацию больших токов. С точки зрения классификации полевых транзисторов HEXFET относятся к полевым транзисторам с индуцированным каналом, т.е. работают в режиме обогащения канала неосновными носителями, что приво-

дит к инверсии его проводимости. Такие транзисторы открываются только при подаче определенного напряжения между затвором и истоком. Полярность этого напряжения зависит от типа проводимости канала в открытом состоянии. У n-канальных транзисторов это напряжение положительное, а у p-канальных — отрицательное. Напряжение между затвором и истоком, способное вызвать протекание тока между стоком и истоком называется пороговым ($V_{GS(th)}$).

Обычно при использовании в качестве коммутаторов, p-канальные транзисторы включаются в разрыв положительной линии питания, при этом ток через них вытекает в нагрузку, а n-канальные — в разрыв отрицательной (или общей) линии пи-

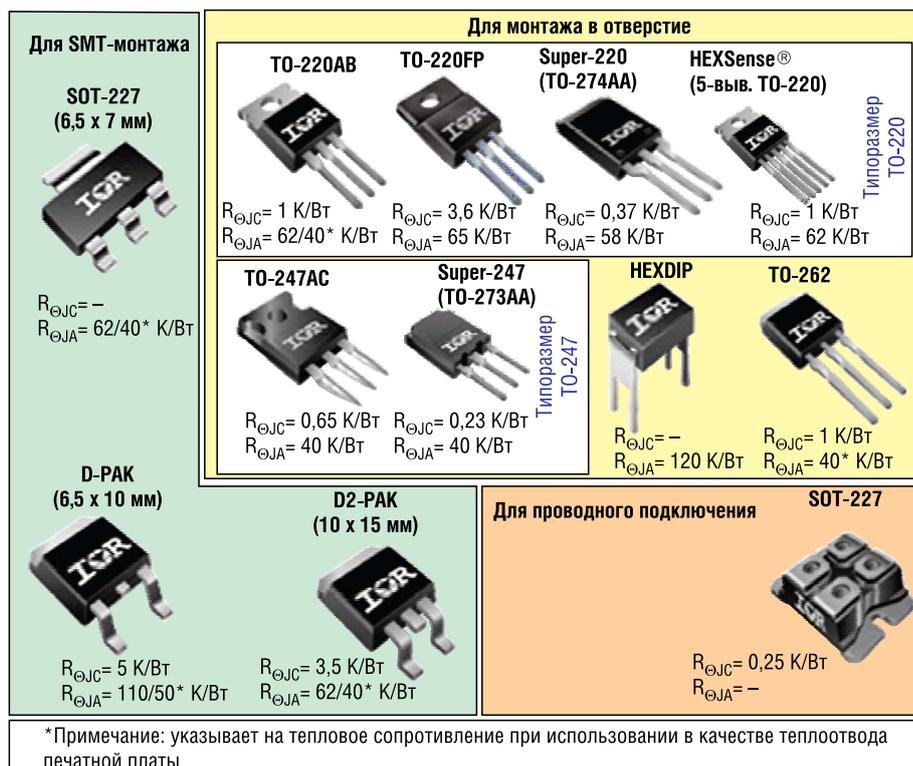


Рис. 1. Корпуса МОП-транзисторов Vishay из производственной линии International Rectifier

Таблица 1. Мощные МОП-транзисторы Vishay из производственной линии International Rectifier в SMT-корпусах

I_D^{**} ($T_C = 25^\circ\text{C}$), А		<1	1...5	5,1...10	10,1...15	15,1...20	28...41	50...57
≤ 60	D2-PAK	—	—	IRLZ14S* IRFZ14S	—	IRLZ24S* IRFZ24S	IRLZ34S* IRFZ34S	IRLZ44S* IRFZ48S
	D-PAK	—	—	IRLR014* IRFR014 IRFR9020 IRFR9014 IRFR9024	IRFR020 IRLR024* IRFR024	—	—	—
	SOT-223	—	IRFL014 IRFL9014	—	—	—	—	—
100	D2-PAK	—	IRF9510S	IRL510S* IRF510S IRL520S* IRF520S IRF9520S	IRL530S* IRF530S IRF9530S	IRF9540S	IRL540S* IRF540S	—
	D-PAK	—	IRLR110* IRFR110 IRFR9110	IRLR120* IRFR120 IRFR9120	—	—	—	—
	SOT-223	—	IRLL110* IRFL110 IRFL9110	—	—	—	—	—
V_{BRDSS} , В	200...250	D2-PAK	—	IRF610S IRF614S IRF624S IRF9610S IRF9620S	IRL620S* IRF620S IRL630S* IRF630S IRF634S IRF9630S	IRF644S IRF9640S	IRL640S*	—
		D-PAK	—	IRFR210 IRFR220 IRFR214 IRFR224 IRFR9210 IRFR9220 IRFR9214	—	—	—	—
		SOT-223	IRFL210 IRFL214	—	—	—	—	—
400...450	D2-PAK	—	IRF710S IRF720S	IRF730S IRF740S	—	—	—	—
	D-PAK	—	IRFR310 IRFR320 IRFR9310	—	—	—	—	—
500...550	D2-PAK	—	IRF820S IRF830S	IRF840S	IRFS11N50A	—	—	—
	D-PAK	—	IRFR420 IRFR420A IRFR430A	—	—	—	—	—
600...650	D2-PAK	—	—	IRFBC40AS IRFS9N60A	—	—	—	—
	D-PAK	—	IRFR1N60A IRFRC20	—	—	—	—	—
800...1000	D2-PAK	—	—	IRFBC40AS IRFS9N60A	—	—	—	—
	D-PAK	—	IRFR1N60A IRFRC20	—	—	—	—	—

* — указывает на транзисторы, рассчитанные на управление 5 В-ым логическим уровнем

** — для транзисторов в корпусе SOT-223 ток стока соответствует окружающей температуре 25°C , а не температуре корпуса T_C

тания и ток в них втекает из нагрузки. Однако, ввиду того, что р-канальные транзисторы сопоставимого класса с п-канальными обычно более дорогостоящие и ассортимент их гораздо хуже, в ряде применений общепринято использовать п-канальные и для коммутации в положитель-

ной линии питания. Для этого необходимо сток транзистора соединить с положительным питанием, исток — с нагрузкой и, самое сложное, создавать положительное отпирающее напряжение между затвором и «плавающим» при коммутации истоком. Для решения последней задачи

выпускаются специальные «high-side» драйверные каскады. Описанный вариант использования п-канальных транзисторов широко используется в полумостовых и полномостовых силовых каскадах регулируемых электроприводов и импульсных преобразователей напряжения.

Таблица 2а. Мощные МОП-транзисторы Vishay из производственной линии International Rectifier в корпусах для монтажа в отверстие

I_D ($T_C = 25^\circ\text{C}$), А		1...5	5,1...10	10,1...15	15,1...27	28...41	46...57	70
≤ 60	TO-220AB	IRF9Z10	IRFZ10 IRLZ14* IRFZ14 IRF9Z20 IRF9Z14	IRF9Z24	IRLZ24* IRFZ48 IRF9Z34	IRLZ34* IRFZ44	IRLZ44* IRFZ46 IRFZ34	—
	TO-220FP	—	IRLIZ14G* IRFIZ14G IRFI9Z14G RFI9Z24G	IRLIZ24G* IRFIZ24G IRFI9Z34G	IRLIZ34G* IRFIZ34G	IRLIZ44G* IRFIZ44G IRFIZ48G	—	—
	TO-247AC	—	—	—	—	—	IRFP044	IRFP048 IRFP054 IRFP064
100	TO-220AB	IRF9510	IRL510* IRF510 IRL520* IRF520 IRF9520	IRL530* IRF530 IRF9530	IRF9540	IRL540* IRF540	—	—
	TO-220FP	IRFI510G	IRLI520G* IRFI520G IRFI530G IRFI9520G IRFI9530G	IRFI9540G	IRLI540G* IRFI540G	—	—	—
	TO-247AC	—	—	—	IRFP9140	IRFP140 IRFP150	—	—
V_{BRDSS} , В	200...250	TO-220AB	IRF610 IRF614 IRF624 IRF9610 IRF9620	IRL620* IRF620 IRL630* IRF630 IRF634 IRF644 IRF9630	IRF9640	IRL640* IRF640	—	—
	TO-220FP	IRLI620G* IRFI620G IRLI630G* IRFI614G IRFI624G IRFI9610G IRFI9620G IRFI9630G IRFI9634G	IRFI630G IRLI640G* IRFI640G IRFI634G IRFI644G IRFI9640G	—	—	—	—	—
	TO-247AC	—	—	IRFP244 IRFP9240	IRFP240 IRFP254	IRFP250 IRFP264	IRFP260	—
400...450	TO-220AB	IRF710 IRF720	IRF730 IRF734 IRF740 IRF744	—	—	—	—	—
	TO-220FP	IRFI720G IRFI730G IRFI734G IRFI744G	IRFI740G	—	—	—	—	—
	TO-247AC	—	IRFP344	IRFP340	IRFP350 IRFP360	—	—	—
500...550	TO-220AB	IRF820 IRF830	IRF840 IRFB11N50A IRFB13N50A IRFIB7N50A IRFIB7N50L IRFIB8N50K	IRFB16N50K	IRFB17N50L IRFB18N50K IRFB20N50K	—	—	—
	TO-220FP	IRFI820G IRFI830G IRFI840G IRFIB5N50L	—	—	—	—	—	—
	TO-247AC	—	IRFP440	IRFP448 IRFP450	IRFP17N50L IRFP460 IRFP22N50A IRFP23N50L	IRFP31N50L IRFP32N50K	—	—

Таблица 2а. Мощные МОП-транзисторы Vishay из производственной линии International Rectifier в корпусах для монтажа в отверстие

I_D ($T_C = 25^\circ\text{C}$), А			1...5	5,1...10	10,1...15	15,1...27	28...41	46...57	70
V_{BRDSS} , В	600...650	TO-220AB	IRFBC20 IRFBC30	IRFB9N60A IRFBC40 IRFB9N65A	—	IRFB16N60L IRFB17N60K	—	—	—
		TO-220FP		IRFIB6N60A IRFIB5N65A	—	—	—	—	—
		TO-247AC	—	IRFPC40	IRFPC50 IRFP15N60L	IRFPC60 IRFP21N60L IRFP22N60K IRFP26N60L IRFP27N60K	—	—	—
	800...1000	TO-220AB	IRFBE20 IRFBE30 IRFBF20 IRFBF30 IRFBG20 IRFBG30	—	—	—	—	—	—
		TO-220FP	IRFIBE20G IRFIBE30G IRFIBF20G IRFIBF30G	—	—	—	—	—	—
		TO-247AC	IRFPE30 IRFPF30 IRFPF40 IRFPG30 IRFPG40	IRFPE40 IRFPE50 IRFPF50 IRFPG50	—	—	—	—	—

* — указывает на транзисторы, рассчитанные на управление 5 В-ым логическим уровнем.

В приобретенный Vishay ассортимент HEXFET-транзисторов вошли дискретные транзисторы n- и p-типа в различных корпусах, в т.ч. изолированных и для поверхностного монтажа (SMT). Транзисторы охватывают широкий диапазон напряжений (до 1000 В) и тока (до 70 А), и могут использоваться во всех типичных для мощных МОП-транзисторов применениях. К ним относятся:

- коммутаторы в импульсных источниках питания и DC/DC-преобразователях, в т.ч. каскады синхронного выпрямления (как альтернатива диоду Шоттки с меньшими потерями мощности) и каскады коррекции коэффициента мощности;
- схемы коммутации и распределения электропитания;
- схемы выравнивания токов параллельно-работающих каналов;
- схемы защиты батарейных источников от протекания реверсного тока, зарядные устройства, схемы балансировки многоэлементных аккумуляторных батарей;
- схемы управления электродвигателями;

- усилители мощности звуковых частот;
- линейные стабилизаторы напряжения, в т.ч. LDO-типа;
- мощные источники тока;
- ключи общего назначения (например, для управления мощной светодиодной нагрузкой, электромагнитными реле, электромагнитами и т.п.).

При выборе HEXFET-транзистора по напряжению и току важно понимать, что приводимые в справочных таблицах и документации максимальное рабочее напряжение (*напряжение пробоя сток-исток* $V_{(BR)DSS}$) и максимальный ток стока I_D носят классификационный характер и не могут служить окончательным основанием для выбора транзистора. Значение $V_{(BR)DSS}$ характеризует гарантированное напряжение, при котором не наступит электрического пробоя транзистора, а значение максимального тока I_D показывает, до какой величины тока при заданных напряжении затвор-исток и температуре корпуса температура перехода кристалла будет находиться в допустимых границах. Эти данные можно использовать как ориен-

тир, а окончательное решение о выборе транзистора необходимо принимать только руководствуясь графиками области безопасной работы (ОБР) транзистора для статического или импульсного режима работы, которые приводятся в документации. Например, транзистор IRFB11N50A классифицирован на максимальные напряжение 500 В и ток 11 А, но даже в импульсном режиме (длительность проводящего состояния 10 мс) при максимальном напряжении он способен надежно коммутировать гораздо меньший ток (менее 1 А). Величина тока стока также может быть ограничена максимальной температурой кристалла. Чтобы проверить, имеет ли место это ограничение, необходимо выполнить тепловой расчет.

$$T_J = T_A + P_D \cdot R_{\theta JA},$$

где T_J — температура перехода, T_A — температура окружающей среды, P_D — рассеиваемая транзистором мощность, $R_{\theta JA}$ — тепловое сопротивление «переход — окружающая среда».

Величина рассеиваемой мощности в статических и низкочастотных коммутаторах главным образом зависит от потерь про-

Таблица 26. Мощные МОП-транзисторы Vishay из производственной линии International Rectifier в корпусах для монтажа в отверстие**

I_D ($T_c=25^\circ\text{C}$), А		<1	1...5	5,1...10	10,1...15	15,1...27	28...41	43...50	
V_{BRDSS} , В	≤60	TO-262	–	–	IRF9Z14L	IRF9Z24L	IRF9Z34L	–	IRFZ44L
		HEXDIP	–	IRFD123 IRLD014* IRFD014 IRLD024* IRFD024 IRFD9020 IRFD9014 IRFD9024	–	–	–	–	–
	100	SOT-227 (Iso)	–	–	FB180SA10	–	–	–	–
		HEXDIP	IRFD9110	IRLD110* IRFD110 IRLD120* IRFD120 IRFD9120	–	–	–	–	–
	200...250	TO-262	–	–	–	–	IRF640L	–	–
		HEXDIP	IRFD210 IRFD220 IRFD214 IRFD224 IRFD9210 IRFD9220	–	–	–	–	–	–
	400...450	TO-262	–	–	IRF730AL IRF740AL	–	–	–	–
		HEXDIP	IRFD310 IRFD320	–	–	–	–	–	–
	500...550	Super 220/247	–	–	–	–	IRFBA22N50A	IRFPS35N50L IRFPS37N50A IRFPS40N50L	IRFPS43N50K
		TO-262	–	IRF820AL IRF830AL	IRF840AL IRF840LCL	IRFSL11N50A	–	–	–
		SOT-227 (Iso)	–	–	–	–	–	FA38SA50LC FC40SA50FK	FA57SA50LC
		HEXDIP	IRFD420	–	–	–	–	–	–
	600...650	Super 247	–	–	–	–	–	IRFPS29N60L IRFPS30N60K IRFPS38N60L IRFPS40N60K	–
		TO-262	–	IRFBC20L IRFBC30L	IRFBC40L IRFSL9N60A	–	–	–	–
		HEXDIP	IRFDC20	–	–	–	–	–	–
	800...1000	TO-262	–	IRFBE30L IRFBF20L	–	–	–	–	–
		HEXDIP	IRFDC20	–	–	–	–	–	–

* – указывает на транзисторы, рассчитанные на управление 5 В-ым логическим уровнем

** – кроме транзисторов в корпусе SOT-227 (Iso), который рассчитан на проводной монтаж

Таблица 3. МОП-транзисторы с функцией контроля тока в 5-выводном корпусе TO-220 (HEXSense®)

Серия	V_{BRDSS} , В	$R_{DS(on)}$ ($V_{GS}=10$ В), мОм	I_D ($T_c=25^\circ\text{C}$), А	I_D ($T_c=100^\circ\text{C}$), А	Qg (typ), нКл	Qgd (typ), нКл	$R_{th}(JC)$, К/Вт	P_D ($T_c=25^\circ\text{C}$), Вт
IRC540	100	77,0	28	20	69,0	37,0	1,00	150
IRC634	250	450,0	8,1	5,1	41,0	22,0	1,7	74
IRC640	200	180,0	18	11	70,0	39,0	1,00	125
IRC644	250	280,0	14	8,5	65,0	32,0	1,00	125
IRC730	400	1000,0	5,5	3,5	38,0	22,0	1,00	74
IRC740	400	550,0	10	6,3	66,0	33,0	1,00	125
IRC830	500	1500,0	4,5	3	38,0	22,0	1,7	74
IRC840	500	850,0	8	5,1	67,0	34,0	1,00	125
IRCZ24	60	100,0	17	12	24,0	9,0	2,5	60
IRCZ34	60	50,0	30	21	46,0	22,0	1,7	88
IRCZ44	60	28,0	50	37	95,0	46,0	1,00	150

водимости в канале, т.е. $P_D = I_D^2 \cdot R_{DS(on)} \cdot D$, где $R_{DS(on)}$ — сопротивление канала в открытом состоянии, а D — коэффициент заполнения импульсов (для статического коммутатора $D = 1$). В более высокочастотных применениях у рассеиваемой мощности также появляется динамическая составляющая, которая зависит от частоты коммутации и величины заряда затвора Q_G , от которого зависит, сколько долго будет происходить включение и отключение транзистора, и выходной емкости C_{OSS} . Более подробно методика расчета потерь мощности в МОП-транзисторах уже рассматривалась на страницах НЭ [1], поэтому, детали здесь опускаются. Если полученное значение T_j окажется выше предельно допустимого для выбранного транзистора значения или значения, оговоренного техническим заданием, то необходимо выполнить одно из следующих действий вплоть до соблюдения данного условия:

- снизить ток стока, например, параллельным включением транзисторов;
- выбрать транзистор с более низкими $R_{DS(on)}$ и, при необходимости, Q_G/C_{OSS} ;
- выбрать подобный транзистор, но в корпусе с улучшенными теплорассеивающими свойствами (например, то TO-247 вместо TO-220);
- применить теплоотвод.

МОП-транзисторы в корпусах для поверхностного монтажа

МОП-транзисторы в SMT-корпусах являются идеальными кандидатами для использования в применениях, где теплорассеивающих свойств корпуса и печатной платы будет достаточно для соблюдения допустимого теплового режима транзистора. В приобретенном Vishay ассортименте транзисторов имеются приборы в SMT корпусах трех типов: D-ПАК, D2-ПАК и SOT-223. Сориентироваться в выборе транзисторов поможет таблица 1. В этой и последующих таблицах для облегчения поиска комPLEMENTАРНЫХ пар используется цветное разделение n- и p-канальных транзисторов. Например, запись IRFL014

указывает на n-канальный тип, а IRFL9014 — на p-канальный.

МОП-транзисторы в корпусах для монтажа в отверстие

К использованию транзисторов в корпусах для монтажа в отверстие прибегают в следующих случаях:

- использование таких корпусов оговорено заданием к проекту;
- не существует SMT-транзисторов, отвечающих заданным требованиям;
- требуется установка на теплоотвод.

Наименования доступных транзисторов Vishay-IR в различных корпусах для монтажа в отверстие представлены в таблице 2, а внешний вид корпусов и их тепловые сопротивления — на рисунке 1.

Некоторые из представленных в таблицах транзисторов доступны в обновленных исполнениях, что отмечается добавлением к серийному номеру суффикса «А» или «N» в конце цифрового кода. Например, транзистор IRF644, выпускаемый по технологии HEXFET третьего поколения, также доступен как IRF644N и обладает существенно улучшенными характеристиками заряда затвора (54 нКл против 68 нКл) и выходной емкости (140 пФ против 330 пФ), которые, как уже упоминалось, влияют на тепловые потери в импульсных применениях. Получить полный перечень серийных номеров можно по ссылке [2], выбрав там требуемый n- или p-канальный тип транзистора.

МОП-транзисторы в изолированных корпусах

В устройствах, где силовые приборы устанавливаются на теплоотвод, который электрически связан с шасси устройства, или где из экономических соображений выгодно охладить несколько полупроводников на общем теплоотводе, существует необходимость в электрической изоляции таких силовых приборов от теплоотвода. При использовании обычных корпусов TO-220AC, металлическая пластина которых соединена со стоком кристалла МОП-транзистора, эта задача решается

применением специальных слюдяных или пластиковых прокладок между транзистором и теплоотводом. Однако такое решение имеет ряд недостатков: увеличивается перечень покупных изделий, что усложняет серийное производство изделий в части снабжения и складского учета; усложняется процесс сборки изделия и контроля качества; снижается уровень надежности изделия. Для решения этой задачи и избавления от перечисленных недостатков был разработан изолированный корпус TO220-FULL PACK (или TO220-FP). Существенным недостатком корпуса TO220-FP является его высокое тепловое сопротивление «переход-корпус» R JA (почти в 4 раза больше чем у обычного корпуса TO220), что ограничивает возможность рассеивания им повышенных уровней мощности. В таком случае можно использовать транзисторы в еще одном изолированном корпусе — SOT-227, но он не рассчитан на монтаж пайкой и подключается проводниками к предусмотренным на его корпусе винтовым клеммникам.

МОП-транзисторы для управления логическим уровнем

Обычные МОП-транзисторы, хотя и имеют пороговое напряжение затвора менее 5 В (2...4 В), тем не менее, для работы с заявленными в документации малыми значениями $R_{DS(on)}$ требуют управления более высокими напряжениями (обычно более 6 В). Поэтому для применений, где требуется напрямую управлять МОП-транзистором с выхода цифровой ИС (например, микроконтроллера) были разработаны специальные транзисторы с управлением логическим уровнем. Такие транзисторы в таблицах 1 и 2 отмечены звездочкой и имеют префикс «L» в серийном номере. Значения $R_{DS(on)}$ у этих транзисторов определяются при напряжении $V_{GS} = 4$ и 5 В.

Мощные МОП-транзисторы с функцией контроля тока

Отдельно в таблице 3 представлены особые МОП-транзисторы — с функцией контроля тока. Все эти транзисторы относятся к

п-канальному типу и, в отличие от остальных, имеют два дополнительных вывода: вывод сигнального истока (для включения в слаботочную контрольную цепь) и вывод контроля тока. На последнем выводе, по аналогии с токовым зеркалом, формируется небольшой ток, который пропорционален току сток-исток. Данный тип мощных приборов используется главным образом в устройствах управления электроприводами и импульсных источниках питания, где очень важен контроль тока. Их применение позволяет снизить потери мощности по сравнению с шунтовым способом контроля тока и снизить стоимость решения по сравнению с контролем тока датчиками Холла.

Таким образом, в приобретенную Vishay производственную линию International Rectifier входит обширное число выполненных по технологии HEXFET МОП-транзисторов п- и р-канального типов; в различных корпусах, в т.ч. для поверхностного и выводного монтажа, изолированные

и с улучшенной теплоотводящей способностью; в стандартных и специальных исполнениях (для управления логическим уровнем, с улучшенными динамическими и статическими характеристиками). Для применений с функциями защиты по току предлагаются специальные приборы с отдельным выводом для контроля тока. Более детальную информацию по рассмотренным транзисторам можно найти по ссылке [2].

Литература

1. Староверов К. Как правильно выбрать напряжение управления затвором МОП-транзистора // Новости электроники, №20, 2007 г. — С. 3-6

2. Техническая информация и документация по HEXFET транзисторам Vishay www.vishay.com/irf-products/. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: power.vesti@compel.ru



Новый 30-вольтовый мощный TrenchFET MOSFET семейства Gen III

Фирма Vishay Intertechnology выпустила первый прибор нового семейства мощных TrenchFET[®] MOSFET третьего поколения. Для этого прибора характерно рекордное значение сопротивления в открытом состоянии и значительное произведение сопротивления в открытом состоянии на заряд затвора.

Новый TrenchFET Gen III Si7192DP — п-канальный прибор, размещенный в корпусе PowerPAK[®] SO-8, обладает максимальным сопротивлением в открытом состоянии в 2,25 мОм при напряжении на затворе 4,5 В. Значение произведения сопротивления в открытом состоянии на заряд затвора — важнейший показатель качества (FOM) для MOSFET в применениях DC/DC-преобразования — составляет 98 (новый отраслевой рекорд для приборов с VDS = 30 В, VGS = 20 В, размещенных в корпусах SO-8). По сравнению с конкурирующими приборами, оптимизированными под низкие потери проводимости и низкие импульсные потери, это изделие располагает наилучшими характеристиками. Более низкое сопротивление в открытом состоянии и более низкий заряд затвора преобразуются в более низкие потери проводимости и импульсные потери, соответственно.

Прибор Si7192DP ориентирован на использование в качестве MOSFET нижней стороны в синхронных понижающих преобразователях, в применениях вторичного синхронного выпрямления и OR-ing применениях. Его низкие потери проводимости и импульсные потери позволят реализовать большое количество энергоэффективных, с точки зрения габаритов, модулей стабилизаторов напряжения (VRM), серверов и разнообразных систем, использующих POL-питание.



МОЩНЫЕ МОП-ТРАНЗИСТОРЫ С ФУНКЦИЕЙ КОНТРОЛЯ ТОКА

IRC540...IRC840; IRCZ24...IRCZ44



- N-канальные
- Дополнительные выводы: сигнального истока и контроля тока
- VBRDSS - от 60 до 500 В
- ID - от 3 до 50 А
- Для устройств управления



 **Компэл**
www.compel.ru



Константин Староверов

НАСЛЕДИЕ IR: ТИРИСТОРЫ

В статье приводится обзор ассортимента выпускаемых компанией **Vishay** тиристоров из производственной линии **International Rectifier** в разрезе их потенциальных областей применения.

Тиристоры как коммутационные элементы в настоящее время испытывают жесткую конкуренцию среди прочих силовых полупроводников, в т.ч. транзисторов MOSFET и IGBT. Это связано не только с улучшенными техническими и функциональными возможностями схем на указанных транзисторах, но и с непрерывно ужесточающимися требованиями к электромагнитной совместимости. Тем не менее, еще существует ряд применений, где использование тиристоров как минимум более выгодно по экономическим соображениям, а порой и безальтернативно. Во многих из таких применений могут использоваться тиристоры из производственной линии International Rectifier, права на производство которых выкупила компания Vishay в 2007 году. Если следовать общепринятой классификации тиристоров, то в выпускаемый Vishay ассортимент входят только триодные тиристоры (тринисторы или SCR) и модули на их основе. Такие тиристоры имеют три вывода: анод,

катод и управляющий электрод, и могут находиться в одном из двух устойчивых состояний: закрытое (исходное состояние) и открытое с протеканием тока в одном направлении. Весь ассортимент тиристоров удобно разделять по конструктивному исполнению и быстродействию (см. таблицу 1).

Все тиристоры Vishay характеризуются достаточно быстрым временем включения, которое составляет единицы микросекунд, поэтому, под быстродействующими тиристорами понимаются приборы с малым временем отключения t_q (для тиристоров Vishay лежит в пределах 10...30 мкс). Такие тиристоры применяются в преобразовательной технике с принудительной коммутацией, в которой переключение тиристоров нужно осуществлять с частотой выше частоты питающей сети. Несмотря на то, что тиристорные преобразователи по ряду параметров уступают преобразователям на основе IGBT- и мощных MOSFET-транзисторов, тем не менее, при токах ориентировочно

более 100 А и напряжении свыше 1 кВ применение тиристоров может оказаться выгодным в ценовом плане. Тиристоры с более высокими значениями t_q предназначены для реализации тиристорных коммутаторов и фазовых регуляторов напряжения (ФРН). Помимо низкой стоимости, применение тиристоров в этих применениях обеспечивает высокую кратковременную перегрузочную способность по току, что упрощает требования к быстродействию схемы токовой защиты и повышает надежность при коммутации таких нагрузок, как асинхронные электродвигатели, которым свойственны большие пусковые токи (могут в 8 раз превышать номинальные токи). Схемы силовых каскадов наиболее распространенных фазовых регуляторов напряжения представлены на рисунке 1. Схема фазового управления переменным напряжением (рис. 1а) широко используется для управления яркостью свечения осветительных устройств (диммеры), в устройствах плавного запуска асинхронных электродвигателей, для регулировки мощности нагревательных элементов и др. Кроме того, эта же схема используется для построения тири-

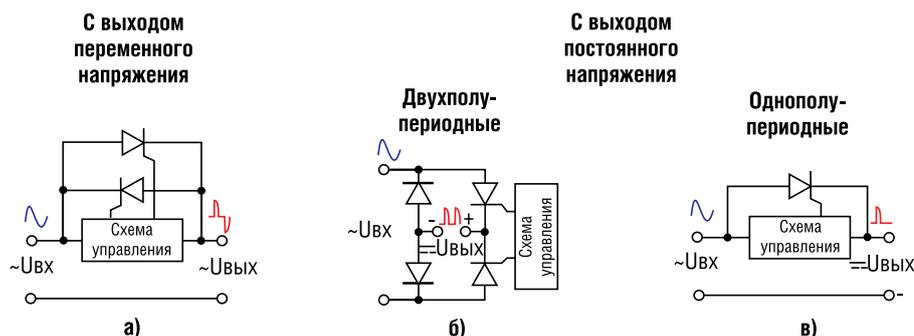


Рис. 1. Примеры типичных фазовых регуляторов напряжения на тиристорах

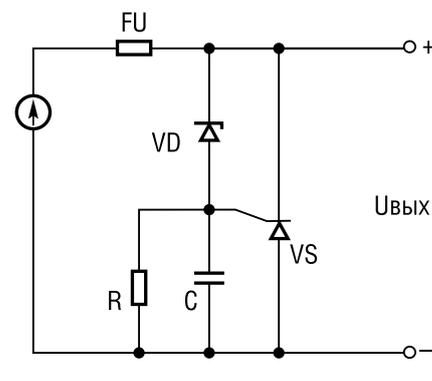
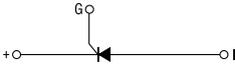
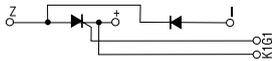
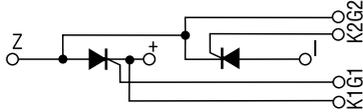
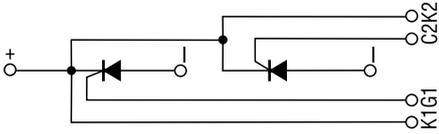
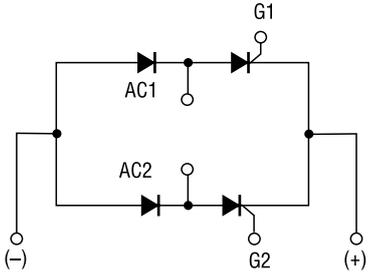
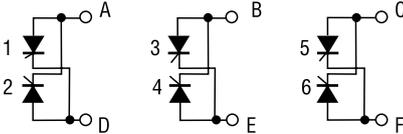
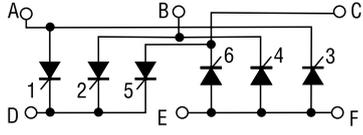


Рис. 2. Пример тиристорной схемы защиты нагрузки от действия повышенных напряжений

Таблица 1. Серии тиристоров Vishay из производственной линии IR

Для фазового управления ($t_q \geq 100$ мкс)				Быстродействующие ($t_q = 10 \dots 30$ мкс)			
Корпус	Серия	IT(RMS)/IT(AV) [A]	VDRM [В]	Корпус	Серия	IT(RMS)/IT(AV) [A]	VDRM [В]
Для выводного монтажа на печатную плату							
TO-220	10TTS08	10/6,5	800		—		
TO-220	12TTS08	12/8	800				
TO-220/FP	16TTS08	16/10	800				
TO-220/FP	25TTS08	25/16	800				
TO-247AC	30TTS08	30/20	800				
TO-247AC	40TTS08/16	55/35	800, 1600				
Super-247	70TTS12	75/70	1200				
Для поверхностного монтажа на печатную плату							
D2PAK	10TTS08S	10/6,5	800		—		
D2PAK	16TTS08S	16/10	800				
D2PAK	25TTS08S	25/16	800				
Металло-стеклянный под гайку							
TO-208AA (TO-48)	16RIA	35/16	100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200	TO-209AC (TO-94)	ST083S	135/85	1200
TO-208AA (TO-48)	22RIA	35/22	—	TO-209AC (TO-94)	ST103S	165/105	800
TO-208AA (TO-48)	25RIA	40/25	—	TO-209AB (TO-93)	ST183S	306/195	800
TO-209AC (TO-94)	80RIA	125/80	400	TO-209AB (TO-93)	ST280S	440/280	400, 600
TO-209AC (TO-94)	ST110S	175/110	400	TO-209AE (TO-118)	ST303S	471/300	1200
TO-209AC (TO-94)	110RK140	172/110	400	TO-209AB (TO-93)	ST173S	610/330	1200
TO-209AB (TO-93)	ST180S	314/200	400, 800, 1200, 1600, 2000	—	—	—	—
TO-209AB (TO-93)	ST230S	360/230	400, 800, 1200, 1400, 1600	—	—	—	—
TO-209AE (TO-118)	ST300S	470/300	1200, 2000	—	—	—	—
TO-209AE (TO-118)	ST330S	520/330	400, 800, 1200, 1400, 1600	—	—	—	—
Таблетка							
TO-200AB (A-PUK)	ST180C-C	660/350	400, 800, 1200, 1600, 1800, 2000	TO-200AB (A-PUK)	ST173C10CFK0	330	1000
TO-200AB (A-PUK)	ST230C-C	780/410	400, 800, 1200, 1400, 1600	TO-200AB (A-PUK)	ST183C-C	370	400, 800
TO-200AB (A-PUK)	ST280C-C, ST280CH-C	960/500, 1130/500	400, 600	TO-200AB (A-PUK)	ST203C-C	370	1200
TO-200AC (B-PUK)	ST300C-L	1115/560	400, 800	TO-200AC (B-PUK)	ST303C-L	515	400, 800, 1000, 1200
TO-200AB (E-PUK)	ST300C-C	1290/650	400, 800	TO-200AB (E-PUK)	ST303C-C	620	400, 1000, 1200
TO-200AC (B-PUK)	ST330C04L0	1230/650	400	TO-200AB (E-PUK)	ST333C04CFL0	720	400
TO-200AB (E-PUK)	ST330C-C	1420/720	400, 800, 1200, 1400, 1600	—	—	—	—
TO-200AC (B-PUK)	ST700C-L	1857/910	1200, 1600, 1800, 2000	—	—	—	—
TO-200AC (B-PUK)	ST733C-L	1900/940	800	—	—	—	—
TO-200AB (E-PUK)	ST380C-C, ST380CH-C	1900/960, 2220/960	400, 600	—	—	—	—
TO-200AC (B-PUK)	ST730C-L	2000/990	800, 1200, 1400, 1600, 1800	—	—	—	—
TO-200AC (B-PUK)	ST780C-L	2700/1350	400, 600	—	—	—	—
A-24 (K_PUK)	ST1200C-K	3080/1650	1200, 1400, 1600, 1800	—	—	—	—
A-24 (K_PUK)	ST1230C-K	3200/1745	800, 1200, 1400	—	—	—	—

Таблица 2. Тиристорные и диодно-тиристорные модули для фазовых регуляторов напряжения

Серия	IT(AV)	VDRM	Схема	Корпус
Одиночные тиристоры				
T50RIA100	50	1000		T-MODULE
Пары тиристор-тиристор, диод-тиристор				
<i>Схема H</i>				
VSKH170-04	170	400		MAGN-A-Pak
VSKH500-12	500	1200		Super MAGN-A-Pak
<i>Схема T</i>				
VSKT26	27	400...1600		ADD-A-Pak
VSKT41	45	400...1600		ADD-A-Pak
VSKT71	75	400...1600		ADD-A-Pak
VSKT105	105	400...1600		ADD-A-Pak
VSKT136	135	400...1600		INT A PAK
VSKT152-04	150	400		INT A PAK
<i>Схема U</i>				
VSKU105	105	400...1200		ADD-A-Pak
VSKU41	45	800, 1600		ADD-A-Pak
VSKU71	75	400...1600		ADD-A-Pak
VSKU_V105P	105	400		ADD-A-Pak
Однофазные мосты				
P101	25	400		PACE-Pak
P401	40	400		PACE-Pak
Трехфазные коммутаторы				
104MTKB	90	1000...1600		MTK
Трехфазные мосты				
113MTKPBV	110	800...1600		MTK

сторного коммутатора для цепей переменного тока. Если достаточно иметь диапазон регулировки от 50 до 100%, то один из тиристоров на схеме можно заменить диодом. Такие схемы обычно называют маловентильными. Для регулировки частоты вращения электродвигателей постоянного тока, тока заря-

да аккумуляторных батарей, сварочного тока и др. применяются ФРН с выходом постоянного напряжения. Они представляют собой управляемые двух- и однополупериодные мосты (рис. 16 и 1в соответственно).

Для реализации тиристорных коммутаторов напряжения и ФРН

средней мощности (от единиц киловатт до нескольких десятков киловатт) идеально подходят тиристоры в корпусах для выводного (ТО-220, ТО-247) и поверхностного монтажа (D2PAK), которые образуют семейство SafeIR. Решения на их основе будут отличать конкурентная стоимость и

простота серийного производства. Среди данного семейства имеются два тиристора (из серий 16TTS и 25TTS), которые доступны в изолированных корпусах TO-220FP. Такие тиристоры выгодно использовать, когда на одном радиаторе необходимо охлаждать несколько полупроводниковых приборов. Однако недостатком корпуса TO-220FP является его повышенное тепловое сопротивление корпус-теплоотвод: 1,5 К/Вт у TO-220FP против 0,5 К/Вт у неизолированного TO-220AC. Это может повлиять на повышение температуры перехода или на необходимость увеличения габаритов теплоотвода. Если ни то, ни другое недопустимо, а охлаждать несколько приборов на одном радиаторе желательнее, можно воспользоваться модулем из серии T..RIA (см. таблицу 2), в который входит один тиристор, изолированный от контактирующей с радиатором металлической пластины. Тепловое сопротивление корпус-теплоотвод у этого прибора составляет всего лишь 0,2 К/Вт. Семейство SafeIR замыкает 70-амперный тиристор 70TTS12. Обычно тиристоры для выводного монтажа на такие токи выпускаются в корпусе типоразмера TO-264 и более, поэтому, применение 70TTS12 позволит существенно уменьшить занимаемое пространство, т.к. используемый для его производства корпус SUPER-247, обладая размерами стандартного корпуса TO-247, позволяет рассеивать мощность, типичную для корпусов более крупных типоразмеров. Также важно обратить внимание, что у тиристора 70TTS средний ток $I_T(AV)$ и $I_T(RMS)$ практически одинаковы, хотя обычно действующий ток более чем в 1,5 раза превышает средний. Это связано с ограничением по нагреву выводов для корпуса SUPER-247, т.к. именно квадрат действующего тока определяет потери мощности на всех резистивных элементах тиристора, в т.ч. и на его выводах.

Тиристоры из семейства SafeIR, помимо рассмотренных применений, также могут использоваться в ответственных применениях для защиты нагрузок от действия повышенных напряжений. При-

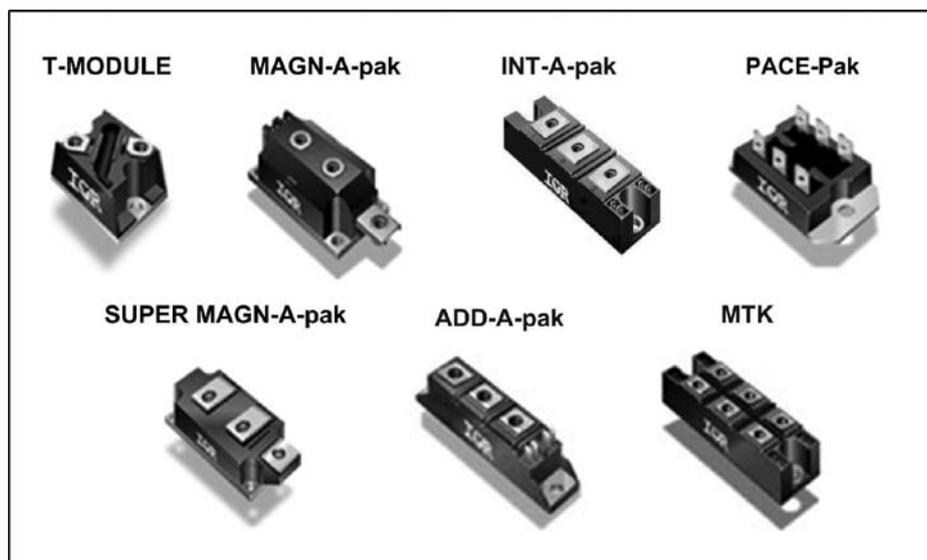


Рис. 3. Внешний вид корпусов модулей Vishay

мер такой схемы показан на рисунке 2. Тиристор VS срабатывает, если напряжение $V_{вых}$ станет выше напряжения стабилизации стабилитрона VD. В этом случае тиристор создает необратимое короткое замыкание на выходе вплоть до перегорания предохранителя FU. Резистор R выполняет роль подтягивающего резистора к запирающему уровню и необходим для повышения помехоустойчивости, а конденсатор С необходим для снижения быстродействия схемы (без него или при его недостаточной емкости схема может давать ложные срабатывания при подаче и снятии напряжения питания). Подобные схемы обычно применяются в выходных каскадах импульсных преобразователей напряжения дорогостоящего телекоммуникационного и серверного оборудования. Наиболее типичной причиной устойчивых перенапряжений в таких системах является повреждение цепи обратной связи по напряжению импульсного преобразователя напряжения или логики его управления. Данная защита обычно является резервной и, поскольку, носит необратимый характер, то вступает в силу только, если прочие средства не позволяют устранить выявленное перенапряжение. Кроме того, такая схема при условии трехкратного резервирования может выступать гарантом применения модулей DC/DC-преобразователей в искробезопасных источниках

электропитания, т.к. она ограничивает область возможных значений выходного напряжения до искробезопасного уровня и блокирует работу источника питания при любых повреждениях DC/DC-преобразователя, связанных с увеличением выходного напряжения.

Тиристоры для применений средней мощности также доступны в металлостеклянных корпусах. Данные типы корпусов скорее можно назвать наследуемыми, чем современными. Ввиду своей повышенной механической прочности они рекомендованы для использования в аэрокосмических и военных применениях. Благодаря металлической конструкции данный корпус также обладает лучшими теплорассеивающими свойствами, чем пластиковые корпуса.

Для высокоомощных применений в ассортименте Vishay имеются тиристоры опять-таки в металлостеклянных корпусах, а также в корпусах типа «таблетка» и в виде тиристорных и диодно-тиристорных модулей. Тиристоры в корпусах типа «таблетка» характеризуются наибольшей коммутационной способностью, но, при этом, характеризуются и наиболее сложным монтажом, который требует специальных деталей для крепления и подключения к силовым токоведущим шинам/проводникам.

Избавиться от этой специфики позволяют тиристорные и диодно-

тиристорные модули, которые были разработаны для наиболее типичных применений и реализуют в себе часть силовой схемы или даже всю силовую схему, таким образом, не только сокращая количество элементов в схеме, но и упрощая электрическую разводку силовых проводников. Благодаря этому, существенно облегчается производство, наладка, техническое обслуживание и ремонт системы. Информация по выпускаемым Vishay модулям для применения в коммутаторах и ФРН представлена в таблице 2. Они охватывают наиболее типичные однофазные и трехфазные применения. Например, управляемые однофазные мосты P101, P401, по сути, являются завершенной силовой частью для управления мощными электродвигателями постоянного тока, а модуль 104МТКВ может использоваться в качестве коммутатора трехфазной нагрузки или в устройствах плавного запуска асинхронных электродвигателей.

Для применений с быстродействующей коммутацией Vishay

выпускает 200-амперный диодно-тиристорный модуль IRKHF200 в корпусе MAGN-A-рак. Время отключения входящего в его состав тиристора не превышает 25 мкс. Встроенные приборы соединены по схеме «Н», идентичной приведенной в таблице 2.

Общей чертой и преимуществом всех рассмотренных модулей является то, что подключаемое к теплоотводу их металлическое основание изолировано от электрической части (напряжение изоляции в общем случае лежит в пределах от 2,5 до 4 кВ действующего значения переменного напряжения). Это позволяет подключать несколько силовых приборов на общий радиатор, упрощает проектирование конструкции аппарата и выполнение требований электробезопасности. Внешний вид корпусов модулей показан на рисунке 3.

Таким образом, компания Vishay выпускает широкий ассортимент тиристорных для однофазных и трехфазных применений средней и большой мощности,

различающихся по быстродействию коммутации, конструктивному исполнению и электрическим характеристикам. К числу таких применений относятся регуляторы напряжения/мощности для управления осветительными устройствами, электроприводами, нагревательными элементами и др.; сварочные аппараты, зарядные устройства и многое другое. Тиристоры Vishay в пластиковых корпусах также прекрасно подходят для защиты цепей постоянного тока от перенапряжений. Более детальная информация о технических характеристиках рассмотренных тиристорных и документация на них доступны по ссылке [1].

Литература

1. Техническая информация и документация по тиристорам Vishay на сайте www.vishay.com/irf-products/.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: power.vesti@compel.ru

ДИОДНО-ТИРИСТОРНЫЕ МОДУЛИ



- Однофазные диодно-тиристорные мосты **P101, P401** – для управления мощными электродвигателями постоянного тока
- Тиристорный модуль **104МТКВ** – для коммутации трехфазной нагрузки или для устройств плавного запуска асинхронных электродвигателей






Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

АНАЛОГОВЫЕ КЛЮЧИ И МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ VISHAY



Аналоговые электронные ключи и мультиплексоры лежат в основе разнообразных коммутаторов непрерывных сигналов, предназначенных для передачи информации с минимальными потерями и искажениями. Широкую линейку аналоговых ключей и мультиплексоров выпускает хорошо известная отечественным разработчикам компания Vishay. Именно о них пойдет речь в данной статье.

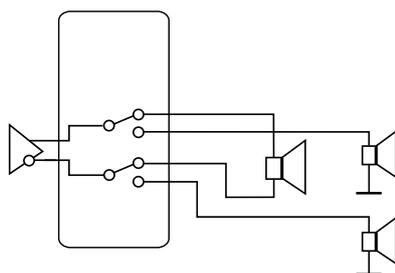
Цифровые коммутаторы обеспечивают переключение и передачу двоичных (бинарных) сигналов. Несмотря на функциональное сходство между цифровыми и аналоговыми ключами, требования к последним сильно отличаются от требований к цифровым переключателям, что приводит к совершенно другим подходам, с помощью которых следует разрабатывать и выбирать аналоговые ключи и мультиплексоры.

Основным ключевым элементом этих устройств является МДП-транзистор (MOSFET). Благодаря низкому сопротивлению в замкнутом состоянии, высокому сопротивлению в режиме отсечки, низким токам утечки и малым паразитным емкостям, МДП-транзисторы с успехом используются в качестве аналоговых ключей, управляемых напряжением. Некоторые применения аналоговых ключей и мультиплексоров показаны на рисунке 1. В портативных устройствах аналоговые переключатели используются для коммутации входных и выходных сигналов. С помощью аналогового мультиплексора можно из одноканального АЦП сделать многоканальный. Два аналоговых мультиплексора, например, DG408 позволяют создать усилитель с управляемым коэффициентом передачи и несколькими входами для коммутации сигналов с нескольких источников сигнала, например, датчиков.

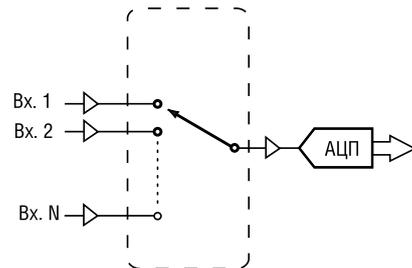
Аналоговый коммутатор с идеальными характеристиками должен вести себя как выключатель

или переключатель, то есть передавать сигнал в нагрузку без потерь и нелинейных искажений в широкой полосе частот. Обеспечить близкие к идеальным передаточные характеристики у аналоговых ключей не просто (см. рисунок 2).

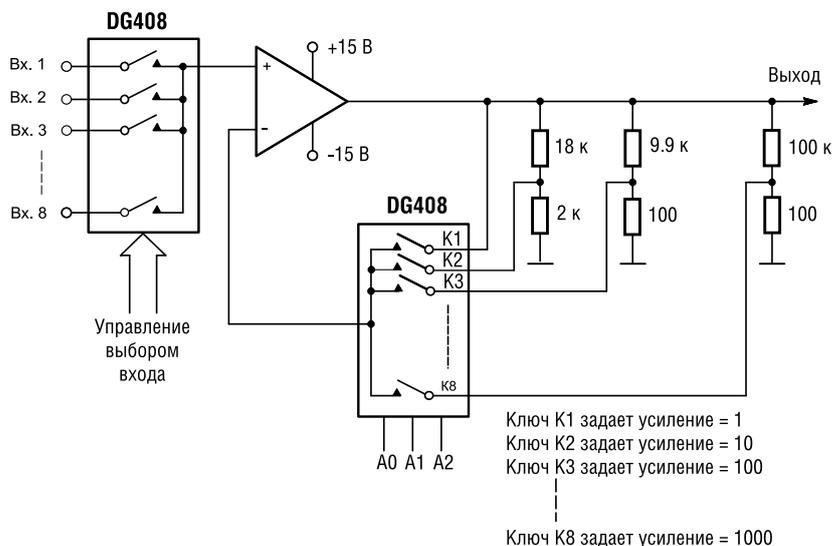
Одиноканальный N-канальный или P-канальный МДП-транзисторы могут использоваться в качестве аналогового ключа, однако сопротивление одиночных транзисторов во включенном состоянии R_{on} будет сильно зависеть от величины коммутируемого сигнала. Сопротивление R_{on} можно существенно уменьшить, если включить комплементарные полевые транзисторы параллельно и управлять ими парафазными сигналами со входа и выхода инвертора, что обеспе-



Применение аналоговых переключателей в портативных устройствах



Применение аналогового мультиплексора для коммутации нескольких сигналов на вход АЦП

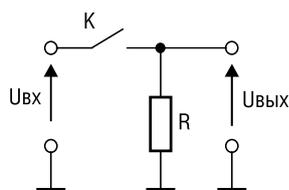


Реализация усилителя с управляемым коэффициентом передачи и несколькими входами

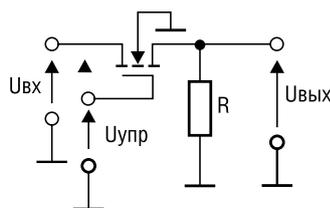
Рис. 1. Возможные применения аналоговых ключей и мультиплексоров

Таблица 1. Серии аналоговых ключей и мультиплексоров VISHAY и их основные свойства

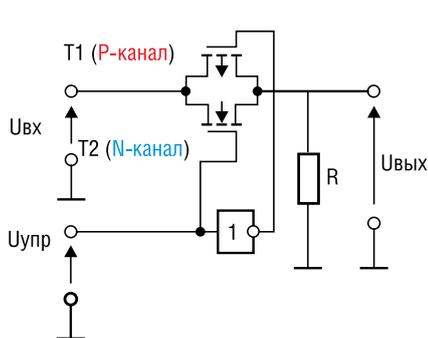
Наименование	Основные параметры и свойства
DG2xx, DG3xx, DG4xx	Напряжения питания от ± 5 до ± 15 В (44 В максимум), КМОП, Rail-to-Rail, широкая номенклатура
DG4xxL	Напряжения питания от $\pm 2,7$ до ± 6 В или от 2,7 до 12 В (низковольтная версия серии DG4xx)
DG6xx	Ультранизкие значения паразитных емкостей, высокое быстродействие и широкая полоса пропускания
DG94xx	Высокая точность, низкое R_{on} (от 2 до 4 Ом); однополярное и двуполярное питание; оптимизированы для питания ± 5 В, возможно управление от низковольтной логики
DG20xx/DG25xx	Напряжения питания от 1,8 до 5,5 В; высокое быстродействие; низкие R_{on} , ток утечки и шум при переключении; широкая полоса пропускания
DG27xx	Для самых низковольтных приложений, напряжения питания от 1,6 до 3,6 В; ультранизкое R_{on} ($< 0,5$ Ом при 2,7 В); высокое быстродействие
DG23xx	Скоростные шинные переключатели



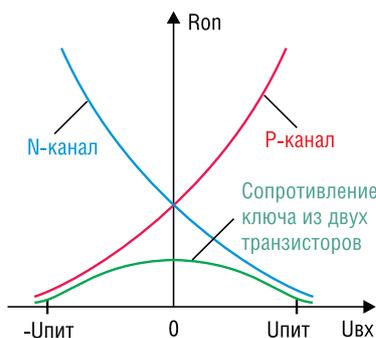
Последовательный механический ключ



Последовательный аналоговый ключ на МДП-транзисторе с N-каналом



Последовательный аналоговый ключ на комплементарных МДП-транзисторах

Зависимости R_{on} от $U_{пит.}$ и типа ключаРис. 2. Механический и аналоговый ключи и зависимости сопротивлений аналоговых ключей от $U_{вх}$.

чивает практически одновременное включение и выключение этих ключей. Зависимости сопротивлений R_{on} от уровня входного сигнала показаны в нижней части рисунка 2.

Искажения при передаче сигнала в аналоговых ключах определяются следующими факторами:

- ненулевое сопротивление ключа во включенном состоянии и его конечное значение в выключенном режиме;
- нелинейная зависимость сопротивления ключа от напряжений на управляющем и информационном входах;
- ограничение по амплитуде и полярности коммутируемого сигнала на входе;

- взаимосвязь между коммутируемым и управляющим сигналом (свой вклад в это вносят паразитные емкости и токи утечки).

Динамические погрешности аналоговых ключей возникают из-за задержки сигналов управления, проходящих через несколько каскадов. Этот фактор особенно важен в мультиплексорах, так как нельзя допустить включения канала пока не выключен предыдущий. Поэтому в многоканальных аналоговых коммутаторах схемными методами обеспечивают гарантированную задержку для невозможности одновременного включения двух или более каналов. При переключении аналогового коммутатора сигнал управ-

ления через паразитные емкости ключа инжектирует некоторый заряд (charge injection) в проводящий канал ключа. Это приводит к искажениям сигнала при передаче сигнала через ключ, что особенно ощутимо для высокочастотного спектра входного сигнала. Величину инжектируемого заряда для каждого аналогового ключа производители обязательно указывают в своей документации.

На рисунке 3 показаны основные конфигурации аналоговых ключей фирмы Vishay.

Наибольшей популярностью у разработчиков пользуются одиночные аналоговые мультиплексоры 8:1 и сдвоенные мультиплексоры 4:1. Среди аналоговых ключей наиболее востребованы конфигурации SPSTx4, NO (счетверенные нормально разомкнутые – схемы и расшифровки приведены на рисунке 3), счетверенные нормально замкнутые SPSTx4, NC, одиночные и сдвоенные переключатели SPDTx1 и SPDTx2. Серии аналоговых ключей и их основные свойства приведены в таблице 1, а основные параметры наиболее популярных и перспективных аналоговых коммутаторов сведены в таблицу 2.

Серии DG2xx, DG3xx, DG4xx могут работать при широких диапазонах напряжений питания вплоть до 44 В (полный размах напряжений питания). Ключи этих серий имеют Rail-to-Rail входы и выходы, имеют очень широкую номенклатуру и пользуются широкой популярностью у разработчиков.

Серия DG4xxL – это низковольтная версия серии DG4xx. Буква «L» (Low – низкий) информирует о низковольтном питании этих ключей от $\pm 2,7$ до ± 6 В

при двуполярном питании или от 2,7 до 12 В при однополярном включении.

Серия DG6xx предназначена для коммутации высокочастотных сигналов благодаря ультранизким значениям паразитных емкостей и широкой полосе пропускания, чем обеспечивается очень высокое быстродействие. Заинтересовать разработчиков могут новые аналоговые ключи из этого семейства DG636 с инжектируемым зарядом всего 0,5 пКл (параметры этих ключей приведены в таблице 2).

Серия DG94xx характеризуется высокой точностью передаточной характеристики при низком сопротивлении во включенном состоянии (от 2 до 4 Ом). Ключи этой серии оптимизированы для работы от напряжения ±5 В, но благодаря встроенным преобразователям уровней могут работать и от питания одной полярности с управлением от низковольтной логики.

Серии DG20xx/DG25xx оптимизированы для низковольтных приложений при питании от 1,8 до 5,5 В. Несмотря на напряжение питания от 1,8 В, серии характеризуются малыми сопротивлениями R_{on} и токами утечки, низкими шумами при переключении и широкой полосой пропускания.

Серия DG27xx предназначена для самых низковольтных приложений с диапазоном напряжений питания от 1,6 до 3,6 В. Это не помешало этой серии ключей достичь низкого сопротивления во включенном состоянии (менее 0,5 Ом при 2,7 В) и обеспечить достаточно высокое быстродействие.

При выборе аналоговых ключей к некоторым параметрам, приведенным в таблицах документации производителя, нужно относиться с особым вниманием. Дело в том, что в таблицах приводятся характеристики при определенных условиях измерения, но в реальном устройстве микросхема работает при изменении параметров в некоторых диапазонах. Из этого следует, что необходимо внимательно изучать графические зависимости, приводимые производителем в документации (datasheet). Например, во многих случаях для аналоговых ключей очень важны

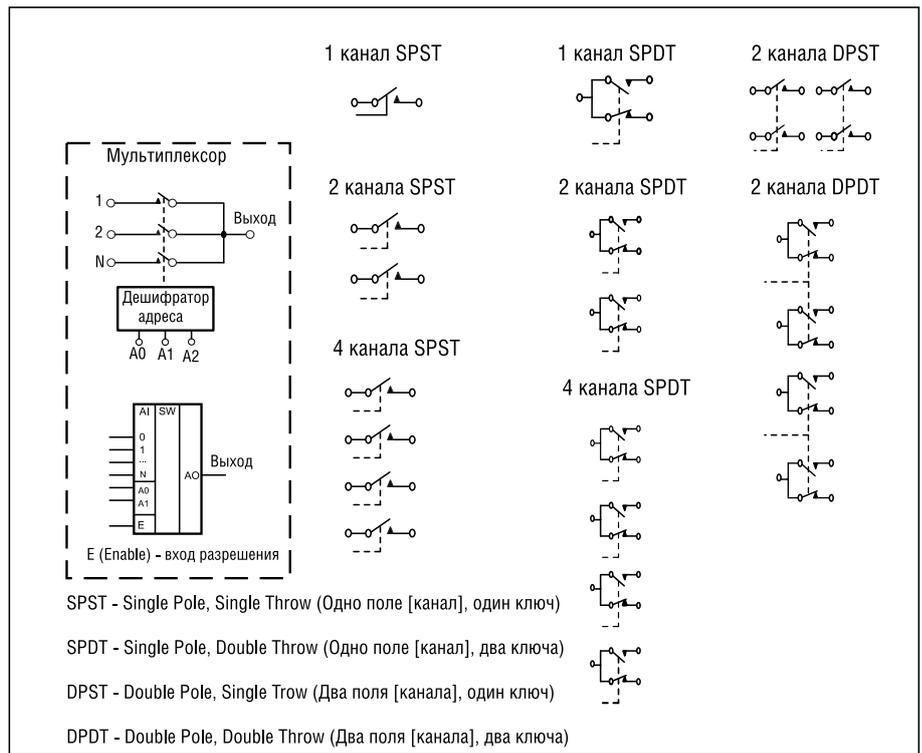


Рис. 3. Основные конфигурации аналоговых ключей и мультиплексоров Vishay

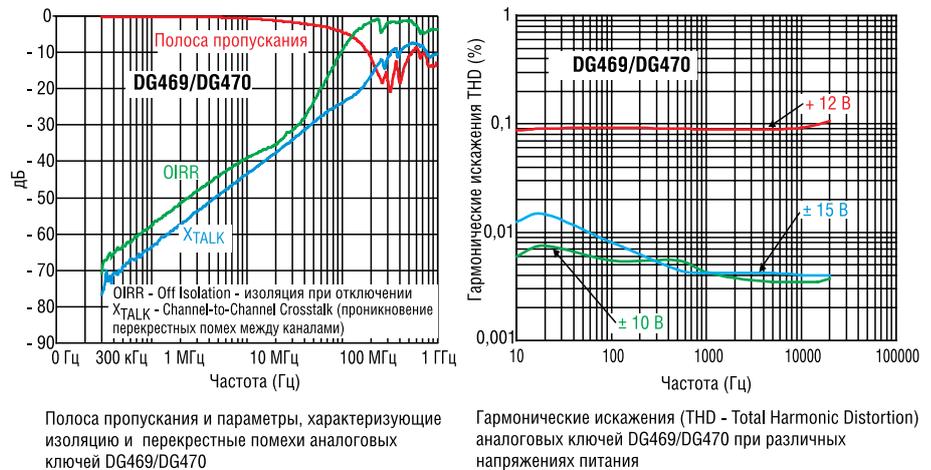


Рис. 4. Частотные зависимости параметров изоляции и гармонических искажений для новых аналоговых ключей DG469/DG470

вносимые потери и гармонические искажения, изоляция между каналами при отключенном состоянии и проникновение перекрестных помех между каналами. Эти параметры очень важны для высококачественной звуковой аппаратуры и прецизионных измерительных приборов.

Рассмотрим эти графики на примере новых аналоговых переключателей с конфигурацией SPDTx1 — DG469/DG470. Новые ключи характеризуются

низкими гармоническими искажениями и малыми значениями сопротивления в замкнутом состоянии 3,6 Ом при относительно широкой полосе пропускания и приемлемых параметрах, характеризующих изоляцию между каналами (см. рисунок 4). OIRR — Off Isolation — параметр, характеризующий изоляцию в отключенном режиме, XTALK — Channel-to-Channel Crosstalk — параметр для оценки проникновения перекрестных помех между каналами. Необ-

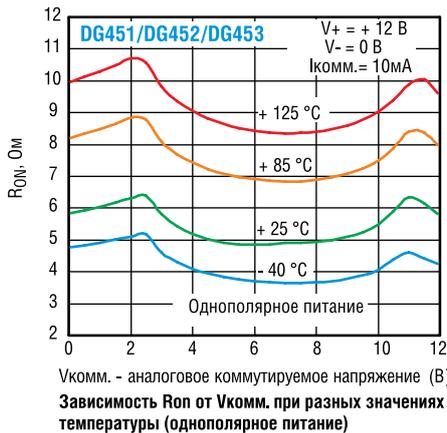
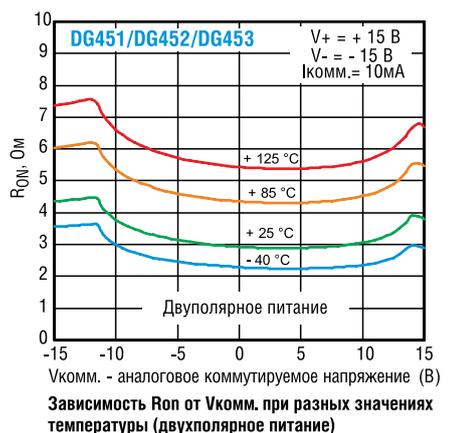
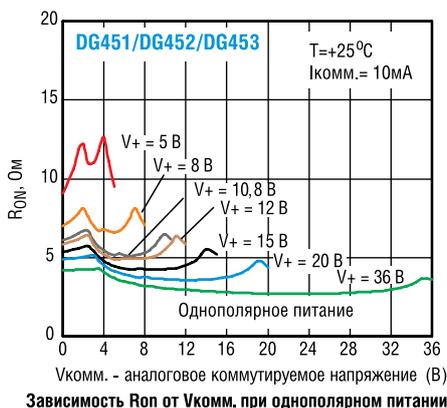
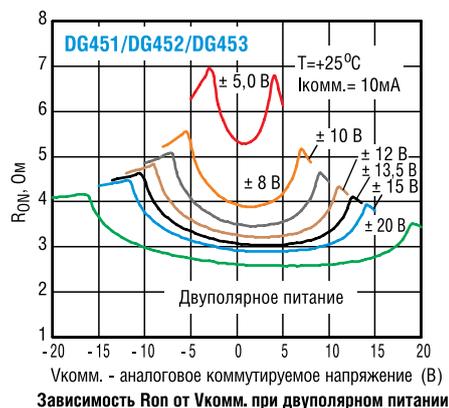


Рис. 5. Зависимости Ron от коммутируемого напряжения, температуры окружающей среды для DG451/DG452/DG453 при двуполярном или однополярном режимах питания

ходимо учитывать, что при однополярном питании гармонические искажения гораздо выше по сравнению с двуполярным включением аналоговых ключей. С ростом частоты существенно ухудшаются параметры изоляции и возрастает проникновение перекрестных помех между каналами, поэтому при выборе ключей необходимо учитывать диапазон частот коммутируемых сигналов.

Несколько слов о корректном подходе к выбору аналогового ключа по сопротивлению канала Ron во включенном состоянии. На первой странице документации обычно приводится типовое значение этого параметра при определенных условиях измерения. Однако при работе ключей в условиях изменения входного напряжения в диапазоне Rail-to-Rail и широком диапазоне рабочих температур сопротивление Ron меняется в довольно широких пределах, что обязательно нужно учитывать при конструировании аппаратуры, работающей в жестких условиях эксплуатации. Кроме того, Ron при двуполярном питании существенно меньше по сравнению с режимом однополярного питания. Эти моменты показаны на примере новых ключей DG451/DG452/DG453, состоящих из четырех независимых высоковольтных ключей с напряжением питания до 44 В (см. рисунок 5). Обратите внимание, что при двуполярном питании во всем диапазоне рабочих температур от -40 до 125°C сопротивление Ron изменяется примерно в два раза, а при однополярном питании — в три раза. Таким образом, для приложений, где на первом месте точность измерений, двуполярное питание предпочтительнее. Однако в современных условиях все чаще в автономных приборах используется однополярное питание, поэтому тем более аккуратно нужно относиться к параметрам, приведенных в заголовке первых страниц документации производителя. Необходимо отметить, что новые аналоговые ключи DG469/DG470 совместимы по выводам с популярными коммутаторами DG411, DG412 и DG413 при меньшем сопротивлении Ron и более высоком быстродействии.

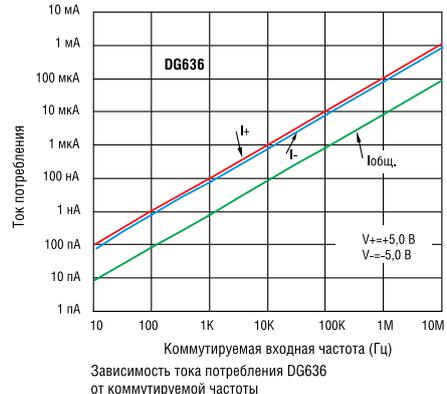
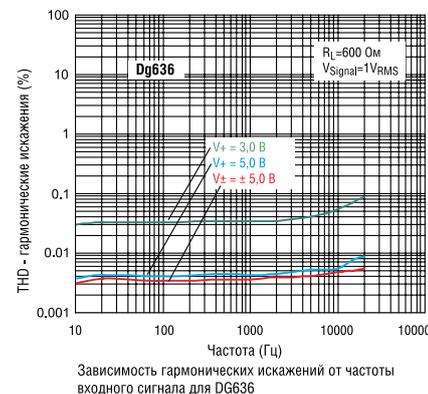
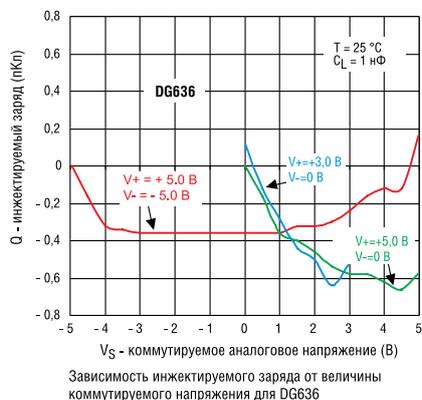
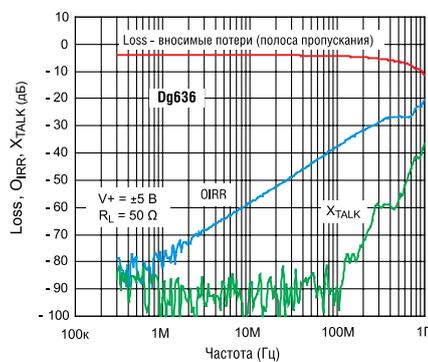


Рис. 6. Зависимости основных параметров аналоговых ключей DG636 с ультранизким инжектируемым зарядом

Таблица 2. Популярные и перспективные аналоговые ключи и мультиплексоры VISHAY

Наименование	Мин. Упит. (при однополярном питании), (В)	Макс. Упит. (при однополярном питании), (В)	Мин. Упит. (при двухполярном питании), (В)	Макс. Упит. (при двухполярном питании), В	R _{оп} , (Ом) (сопротивление при включенном состоянии) при напряжении, В	IS(OFF) = ток утечки при 25°С, нА	Твкл. (Топ), макс., нс	Инжектируемый заряд, пКл	Перекрестные помехи между каналами на частоте 1 МГц, дБ	Потребляемая мощность, мВт	Корпус(а)
Аналоговые мультиплексоры 8:1x1											
DG408	13	36	±7	±22	100/±15	0,5	250	20	-40	7,5	SO-16, TSSOP-16, DIP-16
DG408L	2,7	12	±2,7	±6,5	29/+12	1	95	1	-70	8,4	SO-16, TSSOP-16
Аналоговые мультиплексоры 4:1x2											
DG409	13	36	±7	±22	100/±15	0,5	250	20	-40	7,5	SO-16, TSSOP-16, DIP-16
DG409L	2,7	12	±2,7	±6,5	29/+12	1	95	1	-70	8,4	SO-16, TSSOP-16
Аналоговые ключи SPSTx4, NO (Normally Open – нормально разомкнутые)											
DG412	13	36	±7	±22	35/±15	0,25	175	5	-68	0,045	SO-16, DIP-16
DG412L	2,7	12	±2,7	±6,5	30/+12	1	85	5	-70	0,036	SO-16, TSSOP-16
DG412HS	13	36	±7	±22	35/±15	5	105	22	-90	0,049	SO-16, QFN-16, DIP-16
DG442	13	36	±7	±22	85/±15	0,5	250	1	-60	1,5	SO-16, DIP-16
DG442B	13	36	±7	±22	80/±15	0,5	300	4	-70	0,03	SO-16, QFN-16, DIP-16
DG442L	2,7	12	±2,7	±6,5	30/+12	1	136	5	-70	0,024	SO-16, TSSOP-16
DG445	13	36	±7	±22	85/±15	0,5	250	1	-60	0,045	SO-16, DIP-16
DG445B	13	36	±7	±22	80/±15	0,5	300	4	-70	0,03	SO-16, QFN-16, DIP-16
Аналоговые ключи SPSTx4, NC (Normally Closed - нормально замкнутые)											
DG441	13	36	±7	±22	85/±15	0,5	250	1	-60	1,5	SO-16, DIP-16
DG441B	13	36	±7	±22	80/±15	0,5	300	4	-70	0,03	SO-16, QFN-16, DIP-16
DG441L	2,7	12	±2,7	±6,5	30/+12	1	136	5	-70	0,024	SO-16, TSSOP-16
DG444	13	36	±7	±22	85/±15	0,5	250	1	-60	0,045	SO-16, DIP-16
DG444B	13	36	±7	±22	80/±15	0,5	300	4	-70	0,03	SO-16, QFN-16, DIP-16
Аналоговые ключи SPDTx1											
DG419	13	36	±7	±22	35/±15	0,25	175	60	-60	0,045	SO-8, DIP-8
DG419L	2,7	12	±2,7	±6,5	20/+12	1	75	1	-90	0,036	SO-8, MSOP-8
DG469 (New)	13	36	±7	±22	3,6/±10	0,5	200	58	-60	0,03	SO-8, MSOP-8
Аналоговые ключи SPDT x 2											
DG636 (New)	2,7	12	±2,7	±6,5	115/±3	0,1	70	0,5	-80	0,02	TSSOP-14, miniQFN-14

На рисунке 6 показаны графические зависимости основных параметров для новых аналоговых ключей DG636 с ультранизким значением инжектируемого заряда и низкими гармоническими искажениями в широкой поло-

се частот. Необходимо учесть, что инжектируемый заряд довольно сильно зависит от уровня коммутируемого сигнала и напряжения питания (см. рисунок 6). Опять же при двухполярном питании линейность этой зависимости значи-

тельно лучше. При однополярном включении DG636 абсолютное значение величины инжектируемого заряда также существенно больше, чем при двухполярном питании. Существенно ниже при двухполярном питании и гармони-

ческие искажения (коэффициент гармоник) во всем диапазоне рабочих частот. Одним словом, при двуполярном питании всегда достигаются значительно лучшие характеристики, но ничего не дается бесплатно: нужны два источника питания, что усложняет схему. Однако если устройство уже содержит источник питания с двумя полярностями, то лучше использовать двуполярное включение аналоговых коммутаторов.

SiP4282 – P-канальные ключи с управляемой скоростью нарастания и коммутируемым током 1 А

Среди выпускаемых компанией Vishay аналоговых ключей есть приборы SiP4282 с коммутируемым током до 1 А и управляемой скоростью нарастания выходного напряжения при включении. Эти ключи используются для включения и выключения питания в приборах портативной электроники: цифровых фотоаппаратов, мобильных телефонов и т.д. Для SiP4282-1 время нарастания выходного напряжения составляет 1 мс, а для SiP4282-3 задержка включения в десять раз меньше и находится в пределах 100 мкс, что резко снижает величину пускового тока при включении. Микросхемы предназначены для работы в устройствах с диапазоном питания от 1,8 до 5,5 В и имеют схему блокировки при понижении напряжения питания, что обеспечивает отключение коммутаторов при недопустимо низком входном напряжении. Ключи имеют сопротивление в открытом состоянии 140 мОм при 5 В и 175 мОм при 3 В (типичные значения), низкий собственный ток потребления 2,5 мкА и ток потребления при отключенном состоянии (режим Shutdown) менее 1 мкА. Микросхемы выпускаются в миниатюрном корпусе SC75-6. Структурная схема SiP4282 показана на рисунке 7. Главный ключевой элемент микросхемы SiP4282 – P-канальный полевой транзистор. Схема управляется логическими TTL- или КМОП-уровнями, работает в диапазоне рабочих температур от -40 до 85°C.

На рисунке 8 показаны зависимости R_{on} от входного напряже-

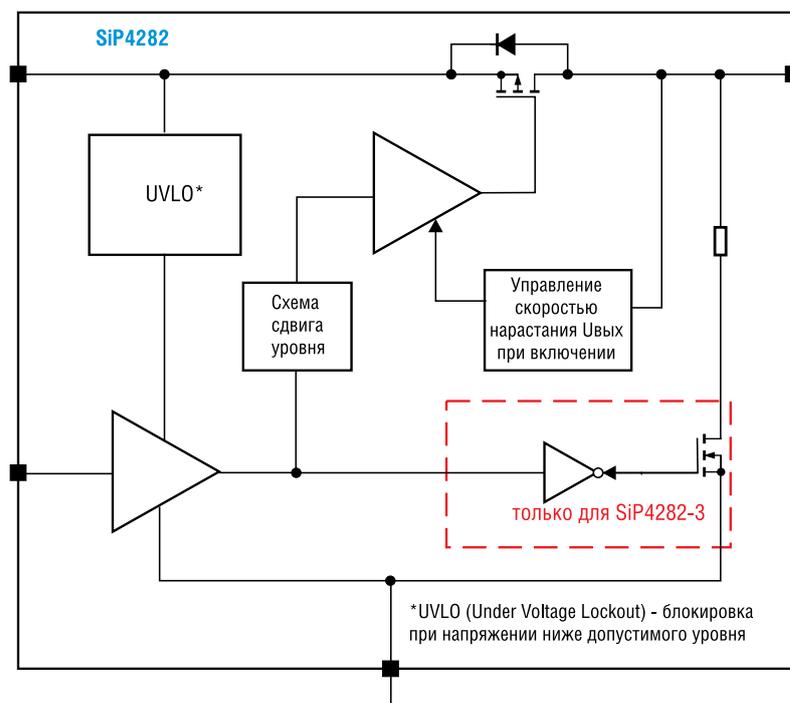


Рис. 7. Структурная схема аналоговых ключей SiP4282

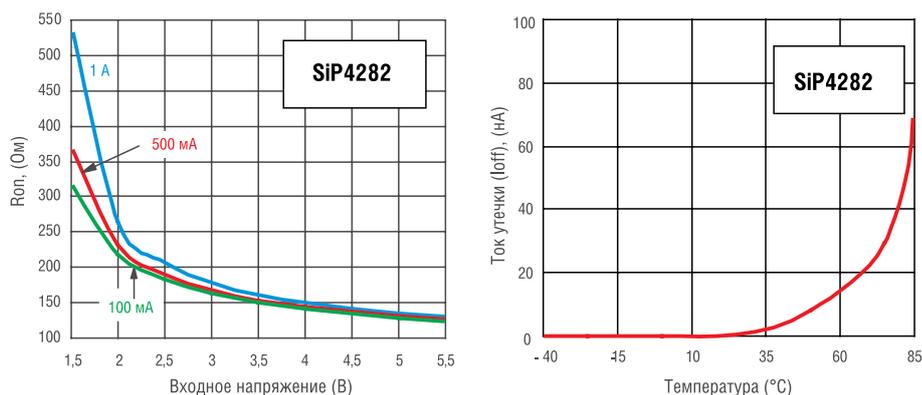


Рис. 8. Зависимости сопротивления во включенном состоянии R_{on} от входного напряжения и тока нагрузки, а также тока утечки от температуры для SiP4282

ния при разных токах нагрузки. Наилучшие режимы для микросхемы SiP4282 достигаются при напряжении питания около 5 В. В этом случае сопротивление открытого транзистора R_{on} составляет менее 150 Ом. При температуре около 85°C значительно растет ток утечки, что необходимо учитывать в некоторых приложениях.

В статье рассмотрена лишь малая часть выпускаемых фирмой Vishay аналоговых ключей и мультиплексоров. Основной перечень этой продукции представлен в PDF-файле «Analog Switch Selector Guide», который можно найти на сайте произво-

дителя www.vishay.com. Подробную информацию для аналоговых ключей, не вошедших в этот файл (новинки), можно также легко найти на сайте Vishay. Остается только пожелать читателю, чтобы он всегда находил подходящий компонент для своих новых разработок, и результаты всегда оправдывали расчеты и ожидания. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: standart.vesti@compel.ru



Дмитрий Цветков

VISHAY: ОПТОПАРЫ, ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ, ФОТОДЕТЕКТОРЫ



В предлагаемой статье приведен обзор некоторых групп оптоэлектронных компонентов, производимых компанией **Vishay**: оптопары, оптические датчики и фотодетекторы. Для каждой группы приведены основные характеристики, области применения. Статья в большей степени носит справочно-обзорный характер, ориентирована на разработчиков аппаратуры и, прежде всего, призвана упростить процесс выбора компонентов под конкретные задачи и цели.

Компания **Vishay** [1], образованная в 1962 г., на данный момент производит свыше 4000 наименований радиоэлектронных компонентов. Среди них одних только оптоэлектронные компоненты насчитывают около 650 наименований (в скобках указано количество наименований для каждой группы):

- оптопары (157),
- светодиоды видимого спектра излучения (187),
- светодиоды инфракрасного спектра излучения (51),
- фотодетекторы (50),
- приемники инфракрасного излучения (37),
- IrDA приемо-передатчики (9),
- твердотельные оптореле (35),
- оптические датчики (14),
- инфракрасные сенсорные панели (8),
- ЖК-дисплеи (64),
- 7-сегментные индикаторы (7).

Оптопары

Vishay производит шесть групп оптопар, различаемых по внутренней реализации и, соответственно по назначению (табл. 1). Самая обширная из них – группа оптопар общего назначения: самое разнообразное сочетание «противоположных» характеристик (например, ток отпирания – скорость, рабочее напряжение транзистора – ток выходного транзистора) позволяют разработчику выбрать именно тот компонент, который более все-

го подходит для его применения в изделии.

Оптопары общего назначения (72 наименования). Выходной ключ реализован на основе обычного фототранзистора. Предназначены для приложений с относительно высоким напряжением на выходном транзисторе (до 250 В) и не требующих высокой скорости переключения (до 100 кГц). Коэффициент передачи по току – 40%...500%. Напряжение пробоя изоляции – до 5,3 кВ. Рабочая температура – до 110°C (SFH617A). Число каналов в одном корпусе: 1, 2 и 4. Доступны в корпусах: SMD-4, SMD-6, SMD-8, SMD-10, SOIC-8, SOP-4, DIP-4, DIP-6, DIP-8, DIP-16.

Оптопары со сверхвысоким коэффициентом передачи по току (16 наименований). Выходной ключ реализован на основе составного фототранзистора (дарлингтон).

Предназначены использования взамен маломощных твердотельных реле. Имеют дополнительный вывод базы фототранзистора, что позволяет выбрать оптимальное соотношение между скоростью работы и коэффициентом передачи, который составляет не менее 500%. Напряжение пробоя изоляции – до 5,3 кВ. Число каналов в одном корпусе: 1, 2 и 4. Доступны в корпусах: SMD-8, SOIC-8, SOP-4, SOP-16, DIP-6, DIP-8, DIP-16.

Оптопары для цепей переменного тока (18 наименований). Возможность управления от источника переменного тока. Основное назначение – определение момента перехода через ноль переменного напряжения. Напряжение пробоя изоляции – до 5,3 кВ. Коэффициент передачи по току – до 600%. Допустимое напряжение на выходном транзисторе – до 500 В. Число каналов в одном корпусе: 1, 2 и 4. Доступны в корпусах: SMD-4, SMD-8, SMD-16, SOIC-8, DIP-4, DIP-8, DIP-16.

Оптоисторы (15 наименований). Области применения: промышленность, офисная техника, бытовая электроника. Отличительные особенности: высокая

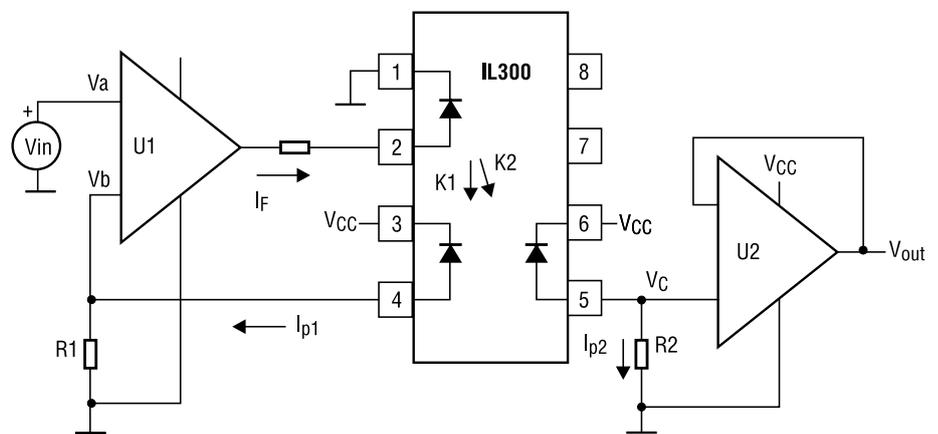


Рис. 1. Типовая схема включения оптопары с линейной передаточной характеристикой на примере IL300

Таблица 1. Оптические датчики Vishay отражающего исполнения

Обозначение	Исполнение	Рабочее расстояние, мм	Монтаж корпуса
CNY70	Отражающее	1...3	Объемный
TCND3000	Отражающее	1...20	Поверхностный
TCND5000	Отражающее	2...25	Поверхностный
TCRT1000	Отражающее	1...2	Объемный
TCRT1010	Отражающее	1...2	Объемный
TCRT5000	Отражающее	1...14	Объемный
TCRT5000L	Отражающее	1...14	Объемный

Таблица 2. Оптические датчики Vishay заграждающего исполнения

Обозначение	Исполнение	Зазор, мм	Время включения, мкс	Время выключения, мкс	Монтаж корпуса
TCPT1300X01	Заграждающее	3,0	20	30	Поверхностный
TCUT1300X01	Заграждающее	3,0	20	30	Поверхностный
TCST1030	Заграждающее	3,0	15	10	Объемный
TCST1030L	Заграждающее	3,0	15	10	Объемный
TCST1103	Заграждающее	3,2	10	8	Объемный
TCST1202	Заграждающее	3,2	10	8	Объемный
TCST1230	Заграждающее	3,0	15	10	Объемный
TCST1300	Заграждающее	3,2	10	8	Объемный
TCST2103	Заграждающее	3,2	10	8	Объемный
TCST2202	Заграждающее	3,2	10	8	Объемный
TCST2300	Заграждающее	3,2	10	8	Объемный
TCST5250	Заграждающее	2,7	15	10	Поверхностный

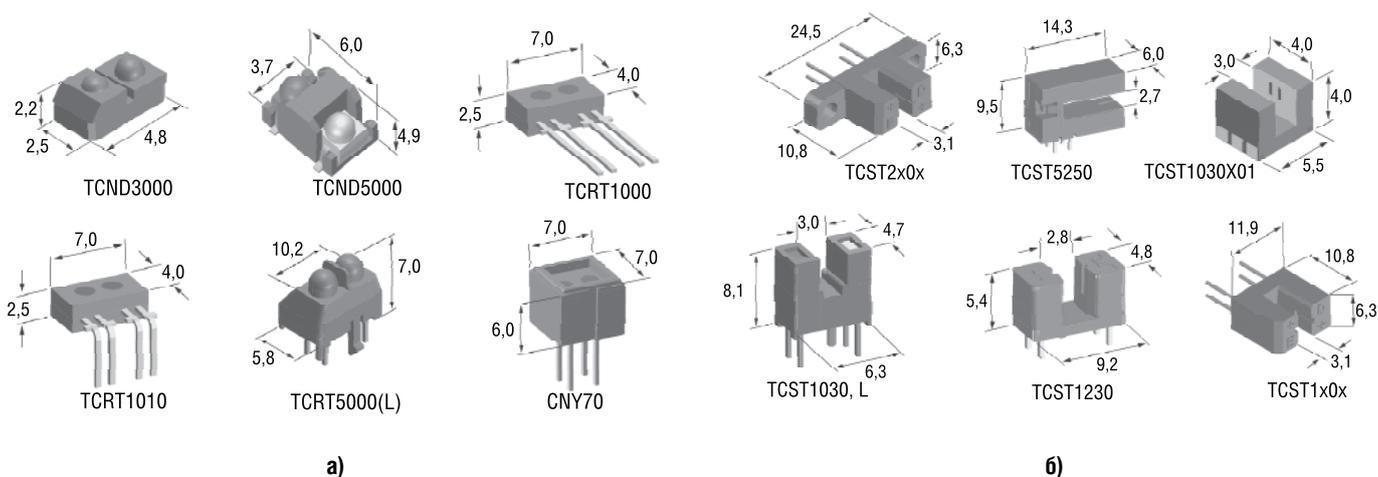


Рис. 2. Внешний вид оптических датчиков отражательного (а) и заграждающего (б) исполнений

скорость нарастания выходного напряжения — до 10 кВ/мкс, выходной средний ток — до 300 мА, пиковый ток — до 3 А, выходное напряжение — до 800 В, ток отпирания — от 1,2 мА. Число каналов в одном корпусе: 1. Доступны в корпусах: DIP-6, SMD-6.

Высокоскоростные оптопары (15 наименований). Предназначены для гальванической развязки дискретных сигналов высокой частоты (до 10 МГц). Например, развязка АЦП/ЦАП и CPU. Высокая рабочая температура — до 110°C (6N1135, 6N1136). Особенности: высокий коэффициент пе-

редачи по току (до 800%), сверхнизкий ток отпирания (от 0,5 мА) и высокая скорость нарастания выходного напряжения (100 В/мкс). Число каналов в одном корпусе: 1 и 2. Доступны в корпусах: DIP-8, SMD-8, SOIC-8.

Оптопары с линейной характеристикой передачи (4 наименования). Основное назначение: в цепях развязки малосигнальных аналоговых цепей. К одним из главных достоинств данной группы можно отнести сверхвысокую линейность — до 0,01%, которая достигается, благодаря сложной обратной связи по напряжению, но

в то же время сохраняет простоту подключения к обычным операционным усилителям (рис. 1). Подобная решение в гальванической развязке аналоговых сигналов в значительной степени упрощает и сокращает стоимость конечного изделия, благодаря отсутствию в необходимости использования дополнительных узлов типа АЦП — контроллер — ЦАП.

Оптические датчики представляют собой сборку из подобранного по параметрам излучающего фотодиода и приемного фототранзистора (табл. 1, 2). Оптические датчики используются в самых различных

Таблица 3. Фотодетекторы Vishay (фотодиоды)

Обозначение	Длина волны, нм	Чувствительность, мкА	Угол половинной чувствительности, ±0	Площадь фотоэлемента, мм ²	Время вкл. и выкл, мкс	Внешний вид
BPV10	920	70	20	0,78	2,5	
BPV10NF	940	60	20	0,78	2,5	
TEMD1000	900	10	15	0,25	4,0	
TEMD1020	900	10	15	0,25	4,0	
BPV20F	950	60	65	7,50	100	
BPV21F(L)	950	38	65	5,70	70	
BPW41N	950	45	65	7,50	100	
BPW46, PW46L	900	50	65	7,50	100	
BPW82, BPW83	950	45	65	7,50	100	
S186P	950	45	65	7,50	100	
BPV22F	950	80	60	7,50	100	
BPV22NF	940	85	60	7,50	100	
BPV23F	950	63	60	5,70	70	
BPV23NF	940	65	60	5,70	70	
TESP5700	870	25	60	2,00	10	
BPW24R	900	60	12	0,78	7,0	
BPW34	900	50	65	7,50	100	
BP104	950	45	65	7,50	100	
TEMD5010X01	900	55	65	7,50	100	
TEMD5020X01	900	35	65	4,40	100	
TEMD5110X01	940	55	65	7,50	100	
TEMD5120X01	940	35	65	4,40	100	

Таблица 4. Фотодетекторы Vishay (фототранзисторы)

Обозначение	Длина волны, нм	Ток коллектора включения, мА	Угол половинной чувствительности, ±0	Время вкл. и выкл, мкс	Внешний вид
BPV11	850	10	15	6,0	
BPV11F	930	9,0	15	6,0	
BPW96C	850	8,0	20	2,0	
BPW85C	850	5,0	25	2,0	
TEFT4300	925	3,2	30	2,0	
BPW16N	825	0,14	40	4,8	
BPW17N	825	1,0	12	4,8	
ТЕКТ5400S	920	4,0	37	6,0	
BPW76B	850	1,2	40	6,0	
BPW77NB	850	20	10	6,0	
TEMT1000	950	7,0	15	6,0	
TEMT1020	950	7,0	15	2,0	
VENT3700	830	0,5	60	2,0	Корпус PLCC-2
VENT3700F	940	0,5	60	2,0	
VENT4700	830	0,5	60	2,0	

областях бытовой и офисной техники. Основное назначение — электронный ключ, не имеющий не механического и не электрического контакта с переключающим элементом. Например, это датчики положения или направления движения в манипуляторах различного рода (компьютерная клавиатурная «мышь» или трекбол), концевые выключатели в офисной аппаратуре, приемопередатчики для беспроводной передачи данных (IrDA), сканеры штрих-кода. Оптические датчики Vishay доступны в корпусах для поверхностного и для объемного монтажа в отверстия. Делятся на два вида по способу исполнения: отражающий (рис. 2а) и заграждающий (рис. 2б). Также существует еще одна отдельно стоящая группа: подобранная по параметрам пара фотодиод-фототранзистор (TCZT8020) и отдельно фотодиод (TEMD6010FX1, TEMD5510FX1) или фототранзистор (TEMT6000FX1, TEMT6200FX1, TERT4400, TERT5600, TERT5700).

Фотодетекторы Vishay отличаются низкой собственной емко-

стью, высокой скоростью работы, малым уровнем шумов, низким уровнем «теневого» тока в сочетании с высокой чувствительностью. Области применения: высокоскоростная передача данных, световые барьеры, различного рода сигнализации и линейные системы измерения. Двенадцать типов корпусов фотодетекторов в сочетании с высокой чувствительностью позволяют избежать использования дополнительных усилительных цепей, что в значительной степени упрощает схему конечного устройства, а, значит, сокращает его конечную стоимость. Условно все фотодетекторы Vishay можно разделить на две взаимодополняющих друг друга группы: фотодиоды (табл. 3) и фототранзисторы (табл. 4).

В качестве заключения автору предложенной статьи хотелось бы отметить два немаловажных фактора, четко определяющих «привязанность» производителя электронной аппаратуры к конкретному производителю электронных компонентов: во-первых, это разнообразие и обширная номенклатура изделий последнего. Второй, весьма нема-

ловажный фактор, — почетный и уважаемый возраст компании, уверенно сохраняющей свои позиции в конкретно взятом сегменте продукции. Группы оптоэлектронных компонентов, кратко описанные в этой статье, составляют лишь около 3% от той обширной номенклатуры изделий, разработкой и производством которых занимается компания Vishay. Эти факты лишь в очередной раз сводят на нет сомнения производителей электронной аппаратуры в выборе компонентов для своих изделий.

Литература и ссылки

[1] Сайт компании Vishay — www.vishay.com

[2] Оптоэлектронные компоненты Vishay — <http://www.vishay.com/optoelectronics>.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: standart.vesti@compel.ru

Два новых индуктора от Vishay



Корпорация Vishay Intertechnology расширила семейство своих индукторов **IHLP**, выпустив новые плоские индукторы **IHLP-4040DZ-01** и **IHLP-4040DZ-11**, которые работают при высоких частотах и токах и обеспечивают низкую индуктивность.

Новые индукторы могут использоваться в регуляторах напряжения и преобразователях постоянного тока в мобильных телефонах, ноутбуках, настольных компьютерах, серверах, графических картах, играх, плеерах, навигационных приборах и автомобильных системах.

IHLP-4040DZ-11 работает при максимальной частоте 1 МГц, а **IHLP-4040DZ-01** при частоте 5 МГц.

IHLP-4040DZ-11 выпускается с номиналами от 0,19 до 100 мкГн и характеризуется током насыщения от 2,25 до 46 А.

IHLP-4040DZ-01 обеспечивает индуктивность от 0,19 до 10 мкГн при токе насыщения от 12 до 90 А.

Индукторы имеют размеры 0,405x0,453 дюйма (10x12 мм), соответствуют требованиям стандарта RoHS и рассчитаны на температуры от 55 до 125°C.

P10L — миниатюрные панельные потенциометры с пятисоттысячным циклом изменений положения



Компания Vishay Intertechnology Inc. запустила в производство новую серию панельных потенциометров в миниатюрном 9,6 мм корпусе. Предлагаемые изделия

способны на 500000 циклов изменения положения. Их использование понижает потребность в наличии запасных потенциометров, увеличивает надежность готового изделия и уменьшает стоимость ремонтных работ.

Технические характеристики:

- Количество циклов изменения положения — 500000
- Величина TCR — ± 150 ppm/°C
- Максимальное рабочее напряжение — 75 В
- Стандартные значения номиналов — 1, 5, 10, 50 кОм
- Точность исполнения номиналов — 20% (стандарт); 10% (по запросу)
- Диапазон рабочих температур — -40...100°C

Области применения:

Панели управления, экономичная замена «педальных» решений, управление светом в игрушках, медицина, аудиосистемы, управление кондиционерами, управление портативными нагревателями и т.д.