

# ДИСКРЕТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ФИРМЫ PHILIPS SEMICONDUCTORS

Любое современное оборудование – от систем мобильной телефонии и автомобильной электроники до аппаратуры спутникового вещания и аэрокосмической техники – диктует индивидуальные требования к используемым в нем электронным компонентам. Непременное условие для предприятия, желающего поддерживать статус производителя мирового уровня на рынке полупроводниковых приборов, – постоянное совершенствование элементной базы, улучшение характеристик компонентов, освоение производства новых перспективных корпусов. Неудивительно, что это условие твердо выполняет один из крупнейших мировых производителей широкого спектра электронных компонентов – фирма Philips Semiconductors. Такая политика всецело относится и к выпускаемым компанией дискретным компонентам, среди которых можно выделить силовые биполярные и полевые транзисторы, малосигнальные диоды и транзисторы, высокочастотные транзисторы, выпрямительные, быстрые диоды и диоды Шотки, тиристоры, симисторы, стабилитроны. Рассмотрим подробнее тенденции развития производимых фирмой таких популярных современных приборов, как симисторы и малосигнальные биполярные транзисторы.

## ЧЕТЫРЕХ- И ТРЕХКВАДРАНТНЫЕ СИМИСТОРЫ

Зачастую на практике при управлении как резистивной, так и индуктивной нагрузками (двигателями, соленоидами, трансформаторами) требуется коммутация переменного тока. Для этих целей и предназначен симистор – устройство, состоящее из двух встречно-параллельно включенных тиристоров, выполненных на одном кристалле. Симистор имеет два силовых вывода – главные терминалы MT1 и MT2 – и один управляющий затвор (рис. 1).

В фазоуправляемых схемах симистор должен включаться во время каждого полупериода. Это означает, что в конце полупериода коммутируемый ток снижается до нуля и не протекает в другом направлении до тех пор, пока прибор не будет снова включен. Подобный режим коммутации переменного тока – основной для многих промышленных применений. Отметим, что при работе симистора в этом режиме может возникнуть ситуация, когда при выключении одного из тиристоров в обратном направлении будет протекать ток, обусловленный эффектом рассасывания неосновных носителей. Этот ток может стать током затвора, включающим противоположный тиристор.

Правда, подобная ситуация возникает только при увеличении обратного напряжения на этом тиристоре. Данный эффект называется "коммутационной ошибкой", в результате которой симистор продолжает проводить ток в противоположном направлении вместо того, чтобы оставаться запертым. Вероятность возникновения этой ошибки зависит от скорости нарастания обратного напряжения ( $dV/dt$ ) и скорости спада проводимого тока в прямом направлении ( $dI/dt$ ).

Режим работы на резистивную нагрузку не столь сложен, так как относительно медленное нарастание  $dV/dt$  оставляет прибору достаточно времени, чтобы выключиться при спаде коммутируемого напряжения до нуля.

Иная ситуация возникает при работе симистора на индуктивную нагрузку, когда комбинация  $dV/dt$  и  $dI/dt$  превышает допустимые значения для конкретного типа прибора. В этом случае один из способов устранения выбросов обратного напряжения – использование сглаживающей RC-цепочки. А какие еще существуют методы устранения "коммутационной ошибки"?

**Выполнение симистора на основе двух физически разделенных тиристоров.** Этот вариант нецелесообразен, поскольку исключает все достоинства интегрального симистора в части экономии площади платы и усложняет схему управления двумя затворами.

**Метод закорачивания базы и эмиттера эквивалентного транзистора.** Этот метод предусматривает формирование между эмиттером и базой транзистора встроенных резистивных перемычек.

Такое техническое решение позволяет снизить коэффициент усиления транзистора, в результате чего и проявляется тиристорный эффект. При этом после снижения проводимого тока до нуля концентрация неосновных носителей оказывается низкой, и вероятность того, что паразитный ток затвора, вызванный их рекомбинацией, приведет к ложному срабатыванию противоположного тиристора, уменьшается. Другой положительный момент этого метода заключается в том, что нерекombинированные носители не вносят вклад в ток затвора, так как часть из них стекает через закороченный эмиттер противоположного тиристора.

**Структуры с модифицированным затвором.** Затвор стандартного симистора допускает протекание тока в обоих направлениях с тем, чтобы симистор включался положительным или отрицательным током, протекающим между затвором и главным терминалом MT1. Таким образом, возможны четыре режима управления симистором,

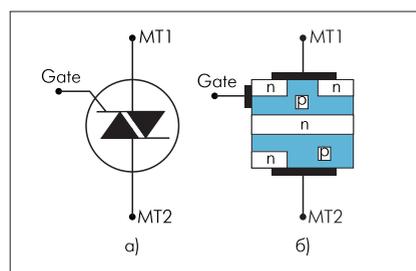


Рис. 1. Схема (а) и структура (б) симистора

называемые режимами 1+, 1-, 3+ и 3- или квадрантами 1, 2, 3, 4 (рис.2).

Обеспечение подобной гибкости работы симистора во всех четырех режимах возможно при чрезвычайном усложнении структуры (см. рис. 1). При этом проявляются следующие особенности структуры, в принципе характерные для четырехквадрантного прибора:

- увеличение тока затвора, необходимого для гарантированного включения прибора, что обуславливает невысокую чувствительность симистора;
- достаточно большая длительность управляющего импульса, вызванная задержкой между подачей управляющего тока в затвор и полным включением симистора для всех квадрантов;
- малый допустимый уровень нарастания тока нагрузки во всех квадрантах.

В большинстве схемных решений симистор работает в квадрантах 1+ и 3- (для фазового управления) или в квадрантах 1- и 3- (для однополярного управления микросхемой). Так что режим коммутации 3+, как правило, не используется, и трехквадрантный симистор может иметь усовершенствованную структуру затвора, устраняющую перечисленные негативные эффекты. Более того, такое решение улучшает коммутационную способность прибора в целом и позволяет ему работать на индуктивную нагрузку без применения дополнительных RC-цепочек, что, в свою очередь, упрощает схему. Следствие этого – повышение схемной надежности и экономия площади платы.

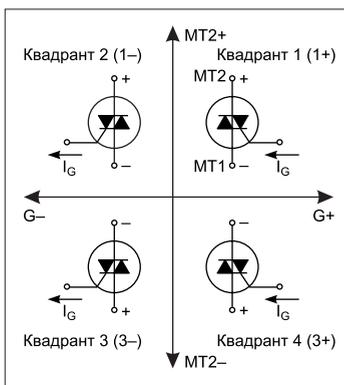
Фирма Philips Semiconductors выпускает широкую номенклатуру четырех- и трехквадрантных симисторов серии VTxxx на напряжение 600, 800 В и токи от 1 до 25 А в корпусах различного типа. Рассмотрим обозначение маркировки симисторов в соответствии со стандартом фирмы на примере прибора VT136x-600x. Здесь символы VT136 определяют значение тока, символ, вводимый на место x, – тип корпуса, три знака после "-" – напряжение. Завершает маркировку пробел или символ, задающие ток затвора. Все возможные значения символов и цифр приведены в таблице.

Важно отметить, что недорогие трехквадрантные симисторы серии ВТА с успехом заменяют аналогичные приборы производства фирмы Motorola. Так, 8-А симистор ВТА208-800В в полтора-два раза дешевле популярных симисторов МАС9М и МАС9Н с такими же характеристиками.

**Расшифровка типичной маркировки симистора в стандарте Philips Semiconductors\***

Изделие, ток, А		Корпус		Напряжение, В	Ток затвора, мА	
I		II		III	IV	
Обозначение	Значение	Обозначение	Тип	Значение	Обозначение	Значение
VT134	1...4	Пробел	ТО-220	600...800	Пробел	35
VT136	4	B	D <sup>2</sup> ПАК		H	50
VT137	8	S	DПАК		G	50
VT138	12	U	IПАК		F	25
VT139	16	W	SOT-223		E	10
ВТА140	25	X	Изолированный ТО-220		D	5
					C	35
				B	50	

\*Значения, указанные в столбцах II, III, IV, могут приводиться как последовательно, так и в любых сочетаниях. Например, симистор VT137 может быть выполнен не только в корпусе DПАК, но и во всех корпусах, перечисленных в графе II.



**Рис.2. Режимы работы четырехквадрантного симистора**

**МАЛОСИГНАЛЬНЫЕ БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ**

Одна из самых многочисленных групп дискретных компонентов, выпускаемых фирмой Philips Semiconductors, – семейство малосигнальных биполярных *pnp*- и *npn*-транзисторов общего назначения, широко применяемых в различных усилительных и переключающих схемах для систем безопасности различного класса, в телефонии, измерительных и диагностических приборах (включая теплосчетчики и расходомеры), телевизионной технике и т.п. Типичные представители семейства – кремниевые транзисторы серии BCxxx, которые практически удовлетворяют требованиям всех возможных областей применения. Выпускаются они на напряжение до 80 В и ток 100–1000 мА. Коэффициент усиления – несколько сотен, граничная частота – около 100 МГц. Благодаря большому разнообразию корпусов и параметров, а также возможности подбора комплементарных пар транзисторы семейства весьма удобны в применении. Об этом свидетельствуют и характеристики популярных транзисторов BC327 (*pnp*) и BC337 (*npn*), смонтированных в корпус ТО-92:

Напряжение коллектор-эмиттер	...45 В
Постоянный ток коллектора	.....500 мА
Коэффициент усиления	
BC3x7	.....100–600
BC3x7-16	.....100–250
BC3x7-25	.....160–400
BC3x7-40	.....250–600

Так же совпадают или очень близки и остальные основные параметры этих транзисторов.

Несколько слов о транзисторах BC857 (*pnp*) и BC847 (*npn*) в корпусе для поверхностного монтажа SOT-23. Их характеристики:

Напряжение коллектор-эмиттер	...45 В
Постоянный ток коллектора	.....100 мА
Коэффициент усиления	
BC8x7	.....125–800
BC8x7A	.....125–250
BC3x7B	.....220–475
BC3x7C	.....420–800

Как и для предыдущих транзисторов, остальные параметры совпадают. Кроме того, эти транзисторы выпускаются во многих вариантах, в том числе в корпусах SOT-323, SOT-363 (сдвоенная версия).

Помимо стандартных, серийно выпускаемых транзисторов, фирма Philips Semiconductors недавно разработала и освоила в производстве новое поколение малосигнальных транзисторов серии PBSS, которые характеризуются исключительно малым падением напряжения (до 50% от номинального значения предыдущей серии) и значительно большим значением тока коллектора (до 200% для приборов в корпусе SOT-457). Эти транзисторы в основном предназначены для схем управления батарейным питанием телекоммуникационных систем и портативного оборудования, а также для автомобильных систем, для которых малая потребляемая мощность – одно из самых основных требований.

Как уже упоминалось, фирма Philips Semiconductors выпускает множество различных классов дискретных компонентов, но, естественно, дать их полный обзор в журнальной статье невозможно. Фирма предоставляет разработчикам и производителям электронной техники подробную информацию по всем выпускаемым изделиям. Получить ее можно на сайте <http://www.semiconductors.philips.com> или в ЗАО "КОМПЭЛ" у официального дистрибьютора по России, странам СНГ и Балтии.

Александр Райхман, менеджер ЗАО "КОМПЭЛ"  
Raikhman@compel.ru