

Новые силовые полупроводниковые модули с оптической развязкой

серии МГТСО



Л.Я. Рачинский,
ООО "Элемент-Преобразователь",
г. Запорожье,
нач. конструкторского бюро



А.Л. Санчугов,
ООО "Элемент-Преобразователь",
г. Запорожье, нач. отдела маркетинга



В схемах с большой частотой переключений на смену традиционным электромагнитным реле пришли силовые полупроводники с оптической развязкой. К изделиям этого типа относятся хорошо зарекомендовавшие себя на практике силовые оптронные тиристоры (ТО), оптронные триаки (ТСО) и полупроводниковые модули на их основе (МТОТО).

Электронный контроль при коммутации мощных нагрузок переменного тока, организованный на основе микропроцессорных контроллеров, цифровых и линейных управляющих схем получает всё большую популярность. Это, в свою очередь, увеличивает потребность в простых и надёжных интерфейсах между низковольтными схемами управления и нагрузками. Электромагнитные реле, широко применяемые во многих областях промышленной автоматики в качестве мощных дискретных ключей, имеют ряд недостатков: сравнительно большое время срабатывания (единицы и десятки миллисекунд); дребезг контактов, вносящий помехи при переключении; быстрый износ контактной системы. В оптоэлектронных ключах оптическая связь между источником излучения (светодиод) и фотоприемником (силовая полупроводниковая структура с открытым оптическим окном) осуществляется путём прямого управления светом.

В устройствах силовой электроники они зарекомендовали себя как эффективные одно- и двунаправленные ключи с высоким значением пробивного напряжения, применяемые в качестве приборов с гальванической развязкой между силовой и управляющей цепями, с низкими потерями мощности в открытом состоянии и высокими динамическими параметрами.

Однако применение этих оптоэлектронных приборов в последнее время стало ограничиваться из-за высоких входных токов цепи управления (постоянный ток управления должен быть не ниже 80 мА), что не позволяет применять их непосредственно с системами управления, используемыми в качестве управляющего сигнала логические уровни микросхем серии ТТЛ, ТТЛШ, КМОП и т. д.

В настоящее время ведущие фирмы-изготовители оптоэлектроники в качестве оптической развязки кроме светодиодов предлагают широкий ассортимент слаботочных оптронов (микросхемы-драйверы) различного назначения с малыми токами в цепи управления. Это позволило наполнить рынок большим ассортиментом силовых полупроводниковых приборов с оптической развязкой для цепей постоянного и переменного тока. Для цепей переменного тока предлагаются два основных вида микросхем-драйверов: со включением электронного ключа в произвольный момент (рис. 1) и со включением электронного ключа в момент прохождения напряжения через ноль (рис. 2).

Первый тип микросхем используется в схемах управления мощностью нагрузки с широтно-импульсной модуляцией. Этот режим управления широко применяют в регуляторах напряжения, а также для управления индуктивными нагрузками с насыщающимися ферромагнитными сердечниками, такими как контакторы или трансформаторы на холостом ходу. Для таких нагрузок оптимальные условия запуска - включение электронного ключа на максимуме напряжения или мягкий запуск с малыми начальными углами проводимости. При использовании этих методов управления в момент включения силовых полупроводниковых ключей могут возникать большие импульсные помехи, что требует применения эффективных сетевых фильтров.

Второй тип микросхем применяют в схемах управления нагрузкой с время-импульсным способом регулирования мощности в нагрузке, а также в медленнодействующих малошумящих коммутаторах активных нагрузок. В этих схемах силовые полупроводниковые ключи включаются при малых значениях напряжения, близких к нулю, и не созда-

ют больших помех, что не требует сетевых фильтров. При работе с нагрузками, имеющими емкостной характер, однократный импульс тока в момент включения может оказаться недопустимо большим, что выведет из строя силовую полупроводниковую структуру. Существенного уменьшения амплитуды импульса тока при включении такой нагрузки можно добиться с помощью силового полупроводникового прибора с контролем перехода фазы напряжения через ноль. На рис. 3 представлены осциллограммы

мы включения: рис. 3а - импульс тока управления; рис. 3б - напряжение на силовой структуре мощного (управляемого) триака.

Микросхемы драйверов, маркировка которых оканчивается на 1, 2 и 3, обеспечивают включение нагрузки при подаче на светодиод тока, соответственно равного 15, 10 и 5 мА. Это позволяет решить проблему согласования силового электронного ключа с системами управления, используемыми в качестве управляющего сигнала логические уровни микросхем серии ТТЛ, ТТЛШ, КМОП.

Конструкции силовых полупроводниковых приборов, составной частью которых являются микросхемы драйверов и силовые полупроводниковые структуры (тиристоры или триаки) дополнили ряд силовых полупроводниковых приборов с оптической развязкой и выпускаются рядом ведущих мировых и российских производителей. Появление на рынке СПП этого вида изделий особо востребовано для управления активными нагрузками (нагревательные элементы, лампы освещения), поскольку упрощают схемные решения силовых узлов. Для обеспечения безаварийной эксплуатации этих изделий нужно придерживаться некоторых технических рекомендаций.

На рис. 4 этот вид изделий представлен в виде функциональной схемы силового электронного ключа с оптической развязкой. Как видно из рисунка, электронный ключ состоит из микросхемы драйвера и силового триака, выполненного в одном корпусе. Тип применённого драйвера определяет конечную функцию силового модуля. Уместно заметить, что в цепях управления нагрузкой в устройствах с широтно-импульсной модуляцией силовая структура обязательно должна быть защищена RC-цепью от эффекта быстрого нарастания напряжения (dU/dt).

Быстрое нарастание напряжения на выходе закрытого триака может быть вызвано следующими факторами:

- подачей в цепь нагрузки напряжения в фазе, близкой к 90° ;
- появлением импульсных помех в цепи нагрузки;
- возникновением коммутационных скачков напряжения из-за фазового сдвига между током и напряжением при величине тока, ниже тока удержания триака в цепи с индуктивной нагрузкой.

Скачки напряжения могут привести к несанкционированному открыванию силового триака при превышении некоторой критической величины параметра dU/dt . Для триаков устойчивость к dU/dt характеризуется критической скоростью нарастания напряжения в закрытом состоянии $(dU/dt)_{кр.}$, или статическим dU/dt . Возникновение статического dU/dt обусловлено наличием паразитной емкости анод-управляющий электрод, ток через которую пропорционален dU/dt и может превысить ток отпирания силового триака. Триак, наряду с $(dU/dt)_{кр.}$, характеризуется критической скоростью изменения коммутационного напряжения $(dU/dt)_{ком.}$. Воздействие $(dU/dt)_{ком.}$ связано с наличием остаточного за-

ряда в материале силового триака после предыдущего включения. Этот заряд при достаточно быстром нарастании обратного напряжения способствует включению силового триака в обратном направлении в отсутствие сигнала управления. Таким образом, управление электронным ключом теряется. Величина остаточного заряда зависит от пикового тока перед включением

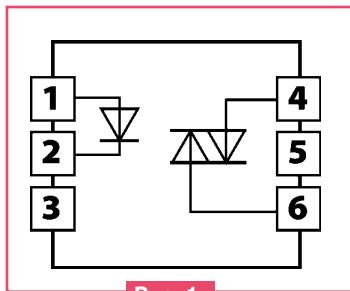


Рис. 1

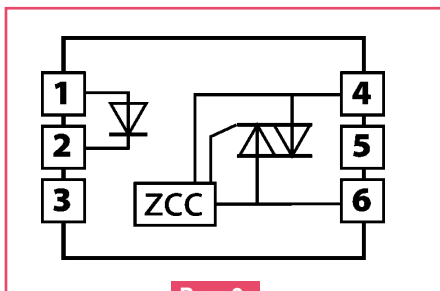


Рис. 2

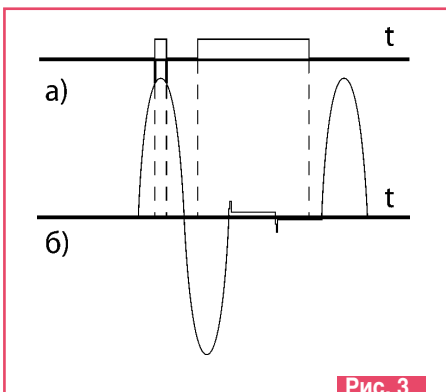


Рис. 3

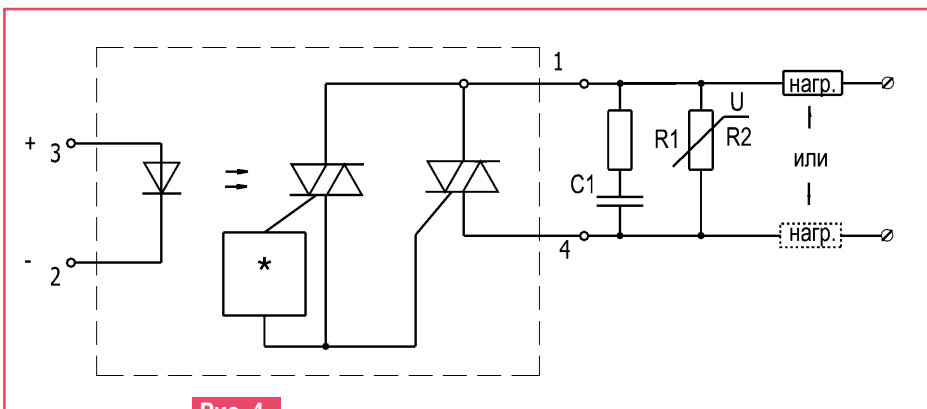


Рис. 4

силовой структуры триака и скорости пересечения током нуля $(di/dt)_{\text{КОМ}}$. При малых значениях этих величин устойчивость силовых триаков возрастает и начинает определяться $(dU/dt)_{\text{КР}}$, которое значительно выше $(dU/dt)_{\text{КОМ}}$.

Самопроизвольное включение силового триака из-за случайных бросков напряжения в цепи нагрузки может не оказывать негативного влияния на некоторые виды нагрузок (например, нагреватели), поскольку в течение полупериода частоты сети силовой триак выключается. Однако для таких нагрузок, как обмотки клапанов, электродвигателей, самопроизвольное включение неприемлемо и может привести к катастрофическим последствиям в реверсивных системах вследствие межфазного замыкания. Недопустима потеря управления и на индуктивных нагрузках. Для устранения несанкционированного включения силового триака используется ряд мероприятий, основное из которых - шунтирование силовых выводов демпфирующей RC-цепью (см. рис. 4). При этом увеличение емкости C ведет к уменьшению dU/dt , а резистор R служит для ограничения тока при разряде конденсатора C , что способствует уменьшению выбросов при переходных процессах. Обычно для конкретной нагрузки номиналы R и C подбираются экспериментально, начиная с величин, рассчитанных приближенными методами.

Еще один способ повышения устойчивости силового триака к быстрым скачкам напряжения - введение в цепь нагрузки реактора задержки, представляющего собой элемент индуктивности на сердечнике с высокой магнитной проницаемостью и квадратной петлей гистерезиса. При рабочих токах нагрузки реактор находится в режиме насыщения, то есть не влияет на ток. При уменьшении тока реактор "восстанавливается", внося в цепь большую индуктивность, что замедляет скорость изменения тока и, в частности, задерживает повторное приложение обратного напряжения, помогая запирающему силовому ключу.

Для силовых цепей с быстрым нарастанием напряжения на выходе закрытого силового элемента вместо силового триака применяют, как правило, два силовых тиристора, включенных встречно-параллельно, управление которыми осуществляется теми же микросхемами-драйверами. Защита силового триака от эффекта перенапряжения, возникающего при коммутации нагрузки, традиционно защищается варистором.

Ориентируясь на потребности рынка стран СНГ в силовых электронных компонентах такого типа, в Украине разработаны и серийно выпускаются гибридные модули с оптической развязкой серии МГТСО, основные электрические параметры которых представлены в таблице (ток управления 10 мА).

Основные электрические параметры модулей серии МГТСО

Тип прибора	Максимально допустимый действующий ток в открытом состоянии при $T=70^{\circ}\text{C}$, не более А	Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии, В	Габаритно-присоединительные размеры модуля, рис.
МГТСО7/17*	5, 10, 16, 25	400...1200	8
МГТСО7/19	5, 10, 16, 25	400...1200	8
МГТСО11/17*	50, 63, 80	400...1200	6
МГТСО11/19	50, 63, 80	400...1200	6
МГТСО4/18*	100, 125, 160	400...1200	5
МГТСО4/16	100, 125, 160	400...1200	5
МГТСО8/18*	200, 250, 320	400...1600	7
МГТСО8/16	200, 250, 320	400...1200	7

* - включение модуля при переходе силового сигнала через ноль.

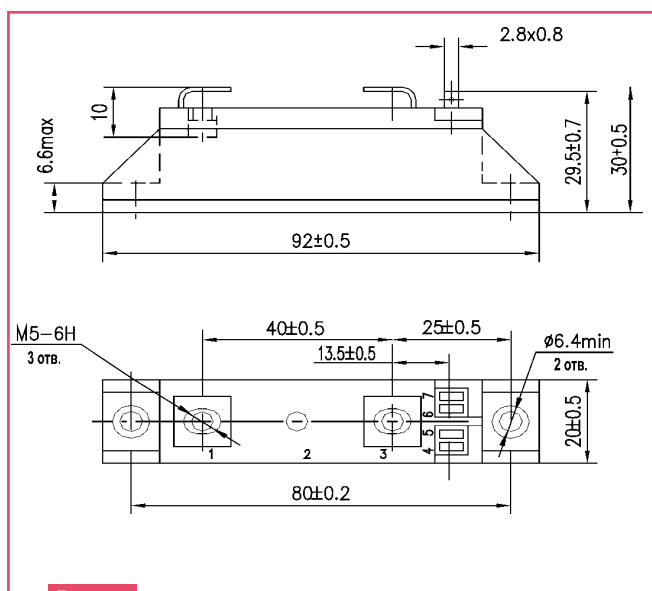


Рис. 5

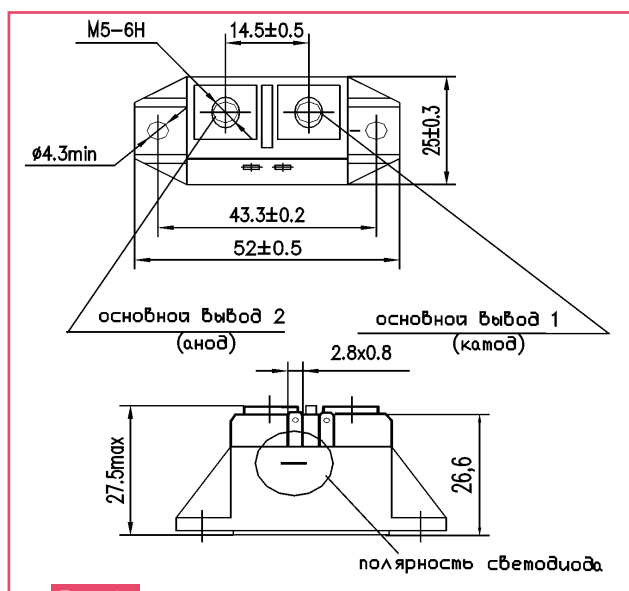


Рис. 6

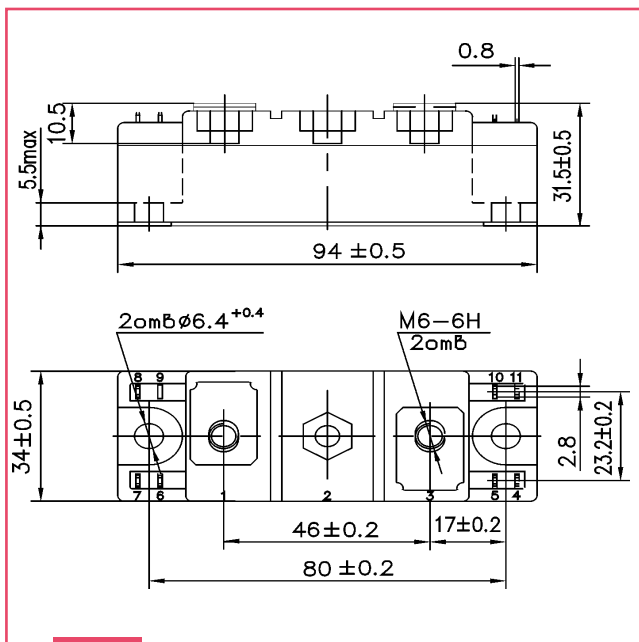


Рис. 7

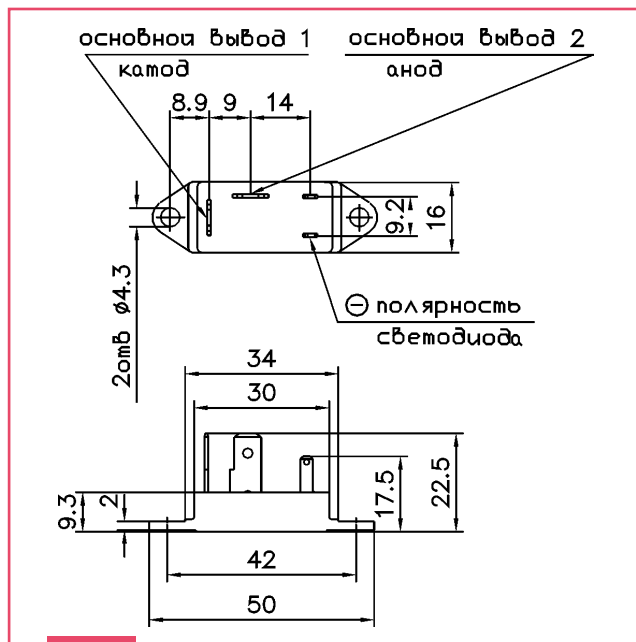


Рис. 8

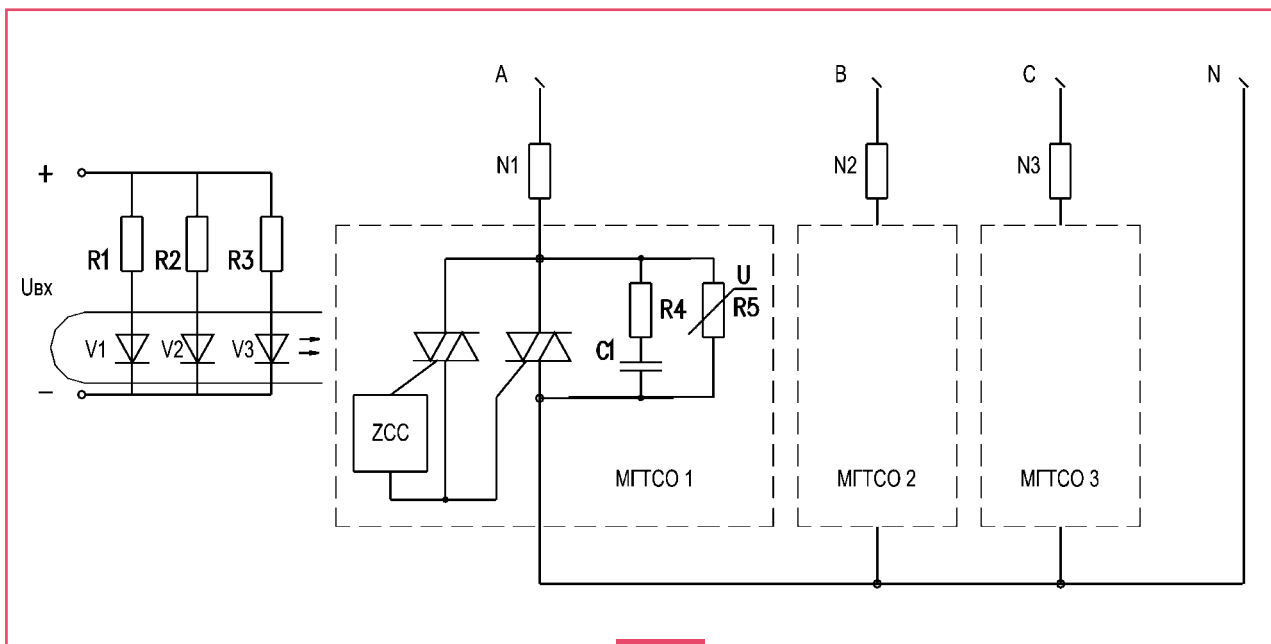


Рис. 10

Конструктивно гибридные модули выполнены в пластмассовом корпусе с беспотенциальным основанием (рис. 5-8). Функциональное назначение такого модуля - опто-триак. Он содержит в себе узел оптической развязки, который управляет мощным силовым ключом, последним может быть триак или два включенных встречно-параллельно тиристора. В зависимости от исполнения гибридный модуль может содержать встроенную схему контроля перехода напряжения через ноль или включается при подаче управляющего сигнала в любой точке фазы сетевого напряжения.

На рис. 9 показана типовая электрическая схема управления электрическими тенами, включенными в трехфазную сеть при помощи модулей МГТСО, выполняющими функцию маломощных коммутаторов активных нагрузок.

Модули МГТСО выпускают в соответствии с ТУУ 32.1-30077685-011-2003 и используют для регулирования и коммутации переменного тока в различных силовых электрических установках и устройствах разнообразных систем автоматики. Предприятие-изготовитель предлагает потребителям поставку модулей в комплекте с охлаждающими.

Применение специализированных микросхем-драйверов с оптической развязкой позволяет не только обеспечить надёжную изоляцию между схемами управления и силовыми цепями, но и управлять модулем МГТСО посредством малых токов управления. Немаловажный факт - цена на модули МГТСО. Модули отечественного производителя значительно дешевле по сравнению с зарубежными аналогами и ничем не уступают им по качеству.

Покупайте украинское: это и надёжно и доступно!