

Устройства гальванической развязки

Сергей Поплавный (г. Орёл)

В статье описаны перспективные решения, используемые для гальванической развязки, а именно, твердотельные реле и модули устройств связи с объектом.

Использование гальванической развязки предотвращает образование контуров заземления, токов утечки и снижает риск поражения людей электрическим током. В основу данной технологии положен принцип бесконтактного управления, которое реализуется посредством оптронов, трансформаторов или реле. Предприятие ЗАО «Протон-Импульс» [1] предлагает доступные и эффективные приборы гальванической развязки в виде твердотельных реле и модулей устройств связи с объектом (УСО).

ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКИ

Изолирующий трансформатор имеет достаточно большие габаритные размеры и может создавать помехи на несущей частоте. Транзисторный оптрон является простым и надёжным прибором, однако не позволяет коммутировать большие токи. Электромеханическое реле имеет неболь-

шой ресурс, дребезг при коммутации контактов и большое время срабатывания.

Указанных недостатков лишены твердотельные реле, которые являются надёжными, простыми, быстродействующими и позволяют коммутировать большие токи. Твердотельное реле (ТТР) – это современный модульный полупроводниковый прибор, представляющий собой полупроводниковый ключ на основе полевых транзисторов. Гальваническая развязка в таких реле осуществляется за счёт светодиода, выполненного по структуре GaAlAs, и фотогальванического генератора. Светодиод изменяет интенсивность свечения в зависимости от входного сигнала и воздействует на генератор, который управляет полевым транзистором.

ТТР предназначены для использования в сетях постоянного и переменного тока, системах автоматического регулирования приводов электродвигателей и цепях автоматического управления АСУ ТП. Областью их применения являются промышленные системы нагрева, контроля температуры, освещения, различные системы управления трансформаторами, исполнительными механизмами и т.д.

ТТР имеют следующие преимущества перед электромагнитными аналогами:

- длительный срок службы. Благодаря отсутствию механических частей, срок эксплуатации таких реле значительно возрастает (до 1 млрд срабатываний и более). По той же причине возрастает и быстродействие;
- малое энергопотребление, так как токи управления составляют миллиамперы;
- отсутствие дребезга контактов и акустического шума позволяет отказаться от различных систем защиты, уменьшить стоимость и габаритные размеры приборов;
- отсутствие дугового разряда при размыкании позволяет использовать ТТР во взрывоопасной среде;

- отсутствие электромагнитных помех при переключении;
- высокое сопротивление изоляции между входом и выходом;
- низкую стоимость;
- герметичность конструкции, стойкость к ударам и вибрации.

Все твердотельные реле, выпускаемые российским производителем из г. Орла, можно разделить на реле постоянного и переменного тока. Реле постоянного тока в качестве силового элемента используют IGBT или МОП-транзисторы, реле переменного тока – симисторы и тиристоры. Реле постоянного тока можно разделить на однополярные и двухполярные, которые также могут работать в цепях переменного тока.

Использование тиристоров для сети 220/380 В, при типовых значениях параметров силовых элементов, в 3–5 раз эффективнее по рассеиваемой мощности, чем использование, например, IGBT. Однако тиристорные структуры весьма чувствительны к перенапряжениям, которые ведут к необратимому пробое, поэтому необходима защита выхода таких реле от перенапряжений с помощью варисторов. Кроме того, для защиты реле от потери управления из-за импульсных помех применяется шунтирование выхода RC-цепью.

На предприятии выпускаются следующие разновидности тиристорных ТТР:

- однофазные нормально-замкнутые и нормально-разомкнутые реле (ток от 1 А до 100 А);
 - трёхфазные нормально-разомкнутые реле (10...150 А);
 - однофазные, двухфазные и трёхфазные реверсивные реле со встроенной защитой от межфазного замыкания и мгновенного реверса (10...40 А);
 - двухканальные твердотельные реле с отдельными каналами или с общей точкой на выходе с независимым управлением каналами (от 1 А и выше).
- Твердотельные приборы постоянного тока можно классифицировать по задержкам включения/выключения реле:
- быстродействующие реле с задержками единицы микросекунд;

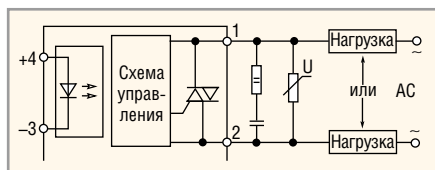


Рис. 1. Функциональная схема однофазных ТТР

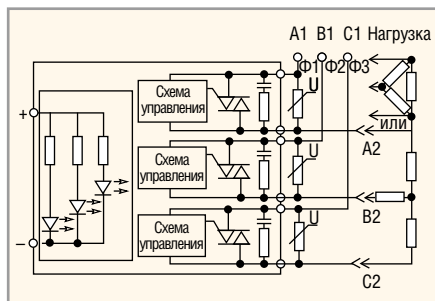


Рис. 2. Функциональная схема трёхфазных ТТР

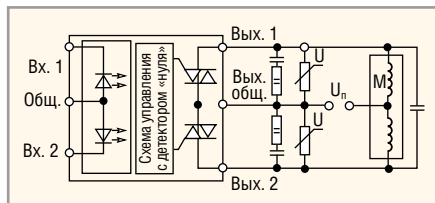


Рис. 3. Функциональная схема двухканальных ТТР

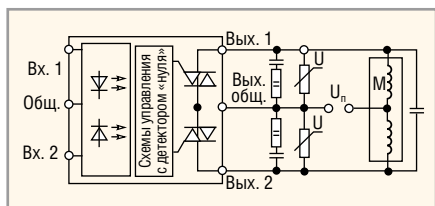


Рис. 4. Функциональная схема реверсивных ТТР

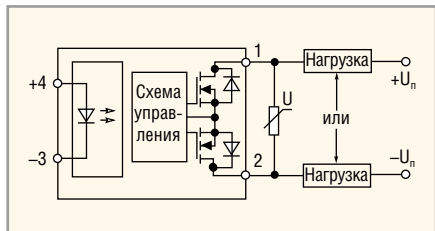


Рис. 6. Функциональная схема биполярных ТТР

- реле с малым временем срабатывания, имеющие задержки 1...50 мс. Напряжение изоляции ТТР составляет 1500 В или 4000 В.

Номенклатура реле

Основная номенклатура выпускаемой продукции – это силовоточные реле, выдерживающие токи коммутации свыше 1 А. Все реле могут иметь дополнительные функции, в том числе защиту по току, вывод сигнала состояния и защиту от перегрева. Различают также типы реле с нормально-замкнутыми или нормально-разомкнутыми контактами и с питанием по входу или по выходу реле.

Однофазные реле

Данная серия включает однофазные реле переменного тока (19..ТС и 19..ТМ). Приборы 5П19.01 и 5П19.10 ТС и ТМ рассчитаны на токи от 1 А до 100 А, 5П19.20 – на ток 1 А. В качестве выходного ключа используется симистор или тиристор. Функциональная схема

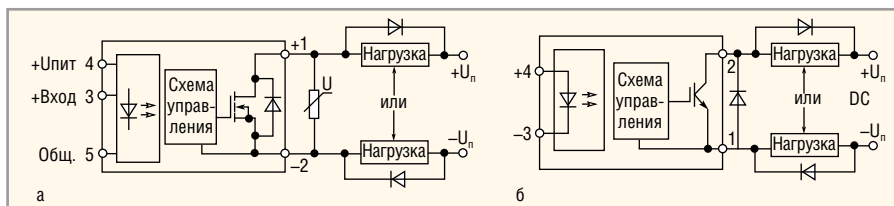


Рис. 5. Функциональная схема однополярных ТТР: а) на МОП-транзисторах, б) на IGBT

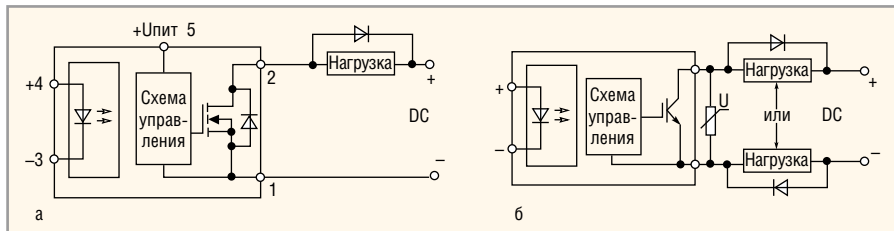


Рис. 7. Функциональная схема быстродействующих ТТР: а) на МОП-транзисторах, б) на IGBT

и способ включения однофазных реле представлен на рисунке 1.

Трёхфазные реле

Предназначены для работы в трёхфазных сетях. Коммутируемое напряжение составляет 600, 800 и 1200 В, ток – от 10 А до 100 А. Функциональная схема и способ включения трёхфазных реле представлен на рисунке 2.

Двухканальные реле

Отличием данного типа реле является возможность коммутировать два канала одновременно (см. рис. 3). Однако реле выдерживают меньший ток (1 А) и напряжение коммутации (до 800 В).

Реверсивные реле

Такие реле (см. рис. 4) обеспечивают включение, выключение и реверс асинхронных электродвигателей. Кроме того, они могут использоваться для коммутации резервных источников питания. Реле выпускаются в исполнениях для одно-, двух- и трёхфазной сети.

Однополярные реле

К однополярным реле (см. рис. 5) относятся приборы 5П20.01П, 5П20.10П и 5П20.10G, предназначенные для коммутации постоянного тока. Первые два прибора имеют схожие характеристики: коммутируемое напряжение 60...400 В, ток 1...190 А, время включения/выключения 20/1 мс, однако одно из них является нормально-замкнутым, а второе – нормально-разомкнутым. В обоих реле выходным элементом является МОП-транзистор. Характеристики 5П20.10G немного отличаются: коммутируемый ток 10...160 А, напряжение 600...1200 В, время включения/выключения 50/5 мс; в качестве выходного транзистора использован IGBT.

Биполярные реле

Представителем ТТР данного типа является 5П19.10П (см. рис. 6). К его особенностям можно отнести коммутируемый ток от 1 до 30 А и напряжение от 60 до 400 В. Реле также предназначено для использования в цепях постоянного тока. Время включе-

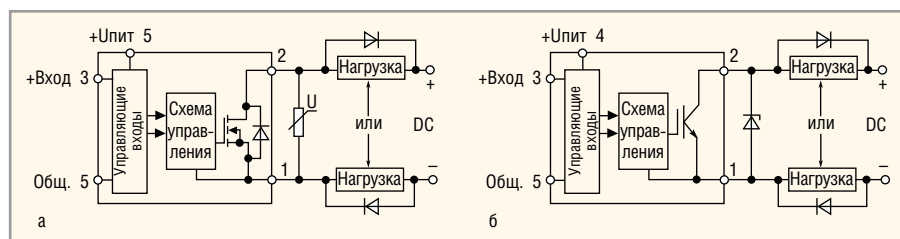


Рис. 8. Функциональная схема ТТР с малым временем срабатывания:

а) на МОП-транзисторах, б) на IGBT

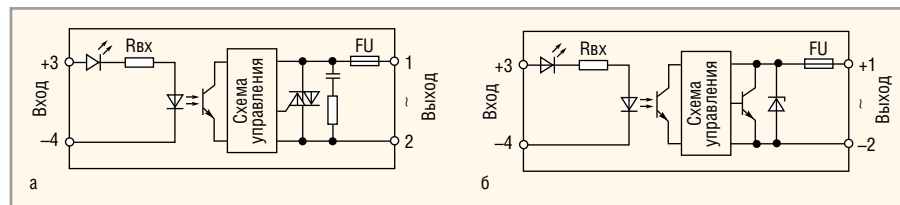


Рис. 9. Функциональная схема выходных модулей УСО:

а) переменного тока, б) постоянного тока

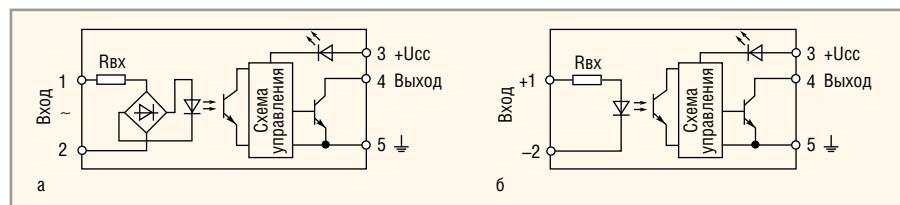


Рис. 10. Функциональная схема входных модулей УСО:

а) переменного тока, б) постоянного тока

ния/выключения составляет 20/1 мс. Выходным элементом является МОП-транзистор.

Быстродействующие реле

Время включения и выключения этих приборов (см. рис. 7) составляет всего 3 мкс для 5П40 или 5 мкс для 5П62, частота переключения до 100 кГц. Реле выпускаются в исполнениях 10П (МОП-транзистор) и 10G (IGBT). Первое рассчитано на коммутируемое напряжение 60...400 В и ток до 190 А, второе – 600...1200 В и ток 10...160 А, соответственно. Реле предназначены для цепей постоянного тока.

Реле с малым временем срабатывания

Реле постоянного тока с временем коммутации 3...5 мкс являются приборы 5П59.10П, 5П59.10G и 5П57.10П. Отличием данного типа реле (см. рис. 8) от предыдущего является максимальная частота переключения 10 Гц. Устройства выпускаются в двух исполнениях: на IGBT и МОП-транзисторах.

Предприятие ЗАО «Протон-Импульс» сертифицировано на соответствие системы менеджмента качества требованиям ГОСТ РВ 15.002-2003 и наличие условий для выпуска продукции государственного оборонного заказа

за в системе «Военэлектронсерв». На данный момент для военной промышленности выпускаются модули 5П20.10П-65-0,6-В20-М (силовой ключ постоянного тока) и 5П64GD (для управления электродвигателями, источниками электропитания и преобразователями напряжения). В ближайшее время планируется начать производство ряда быстродействующих твердотельных коммутаторов с комбинированной электромагнитной и оптоэлектронной гальванической развязкой, предназначенных для работы в изделиях специального назначения».

Модули устройств связи с объектом

Модули УСО предназначены для соединения различных типов датчиков с устройствами, обрабатывающими сигналы этих датчиков. Обычно УСО применяются в автоматических системах управления (АСУ) для обеспечения гальванической изоляции между источниками сигнала и входными каналами системы, а также для нормализации и низкочастотной фильтрации аналогового сигнала. Модули УСО подразделяются на выходные (см. рис. 9) и входные (см. рис. 10).

Выходные модули предназначены для коммутации исполнительных устройств в АСУ (моторов, ламп и т.д.) с помощью логических сигналов. Их, в свою очередь, можно разделить на модули переменного и постоянного тока. Первые выпускаются в двух вариантах: со схемой контроля фазы напряжения на нагрузке и без таковой. Контроль фазы позволяет включать модуль при напряжении в линии, близком к нулю, снижая уровень помех до минимума. Модули имеют встроенную RC-цепь, обеспечивающую безопасную работу с индуктивными нагрузками.

Выходные модули постоянного тока могут работать в широком диапазоне напряжений. Они снабжены схемой защиты от перегрузок по напряжению, имеют низкое остаточное напряжение (<1,2 В) и малый ток утечки (<1,5 мА).

Входные модули УСО используются для мониторинга нагрузок или датчиков в АСУ, а также для сбора информации. Данный вид УСО представляет собой оптоэлектронное изделие, на выходе которого формируется логический сигнал, соответствующий состоянию опрашиваемого датчика. При отключении/подключении нагрузки на выходе УСО формируется высокий/низкий уровень сигнала. Входные модули обеспечивают четкую фиксацию состояния, поскольку имеют гистерезис и оснащены элементами фильтрации помех. Выход модуля представляет собой схему с открытым коллектором. Входные модули имеют низкое остаточное напряжение (<0,2 В) и малый ток потребления (<10 мА).

Обе разновидности УСО имеют высокое напряжение изоляции (4000 В), наработку на отказ не менее 100 000 часов и выпускаются в стандартном, полноразмерном и малогабаритном корпусах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в статье твердотельные реле способны коммутировать токи от 1 до 250 А и выдерживают высокое напряжение в разомкнутом состоянии, что позволяет им успешно заменять электромеханические реле во многих отраслях промышленности. Устройства связи с объектами могут быть использованы для обеспечения гальванической развязки в системах автоматического управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.proton-impuls.ru

