Надёжность автоматики: проблемы и решения (часть 2)

Игорь ШЕЛЕСТОВ,
инженер компании ОВЕН

Эта статья – продолжение опубликованной в предыдущем номере работы на тему «контактных» проблем. Она посвящена практическим вопросам и опыту решения технических задач по повышению надёжности производственных и бытовых систем автоматического управления.

Современные технологические процессы требуют применения всё более сложной автоматики, что неизбежно увеличивает число применяемых узлов и коммутирующих элементов. Электронные коммутаторы здесь обладают несомненными преимуществами перед электромагнитными – они надёжней, имеют значительно большие ресурс и быстродействие.

Можно обойтись вообще без реле

Для увеличения надёжности работы автоматики необходимо управлять включением нагрузки без применения механических контактов даже во вспомогательных цепях. В тех случаях, когда необходимо обеспечить развязку управляющей цепи и нагрузки, поможет оптоэлектроника – для этих целей специально разработаны разнообразные компоненты. Все их можно разделить на три группы:

- **элементарные оптопары** (коммутируемый ток нагрузки не более 100...300 мА) – созданы на основе маломощных компонентов и применяются для управления силовыми тиристорами или симисторами, как это показано на рис. 1. Ток управления 5...15 мА (может быть импульсным);
- **твердотельные реле** (ток нагрузки до 0,8...1 А) – чаще всего изготавливают на основе мощных полевых транзисторов. Твердотельные реле предназначены для замены электромагнитных реле, но гораздо надёжнее, меньше по габаритам и требуют меньшего тока управления (1...25 мА). Большинство из них может работать и на переменном, и на постоянном токе. На рис. 2 показаны упрощённая внутренняя структура и пример схемы включения нагрузки на переменном и постоянном токе;
- **силовые оптотиристоры и симметричные оптотриаки** (так называемые оптосимисторы), в которых оптопара установлена внутри корпуса силового элемента (рис. 3).

Силовые оптотиристоры и оптосимисторы могут коммутировать токи до 125 А и обладают теми же достоинствами, что и обычные тиристоры и симисторы – их можно использовать для коммутации любой нагрузки на переменном токе.

К сожалению, в мощных оптронных ключах отсутствуют схемы контроля нуля, а гарантированная развязка цепей по напряжению (U_{RMS}) не превышает 2...2,5 кВ, к тому же им необходим импульсный управляющий ток до 250 мА. Поэтому чаще всего применяют маломощные оптопары совместно с обычными силовыми тиристорами или симисторами – в этом случае достаточно управляющего тока 5...30 мА. Ряд маломощных оптосимисторов имеет встроенную схему контроля нуля, которая обеспечивает снижение коммутационных помех в сети при включении нагрузки.

Параметры наиболее популярных маломощных симисторных оптронов приведены в таблице.

Чтобы не повредить входной светодиод, постоянный ток через него не должен превышать 60 мА – для ограничения тока в этой цепи всегда ставится резистор.

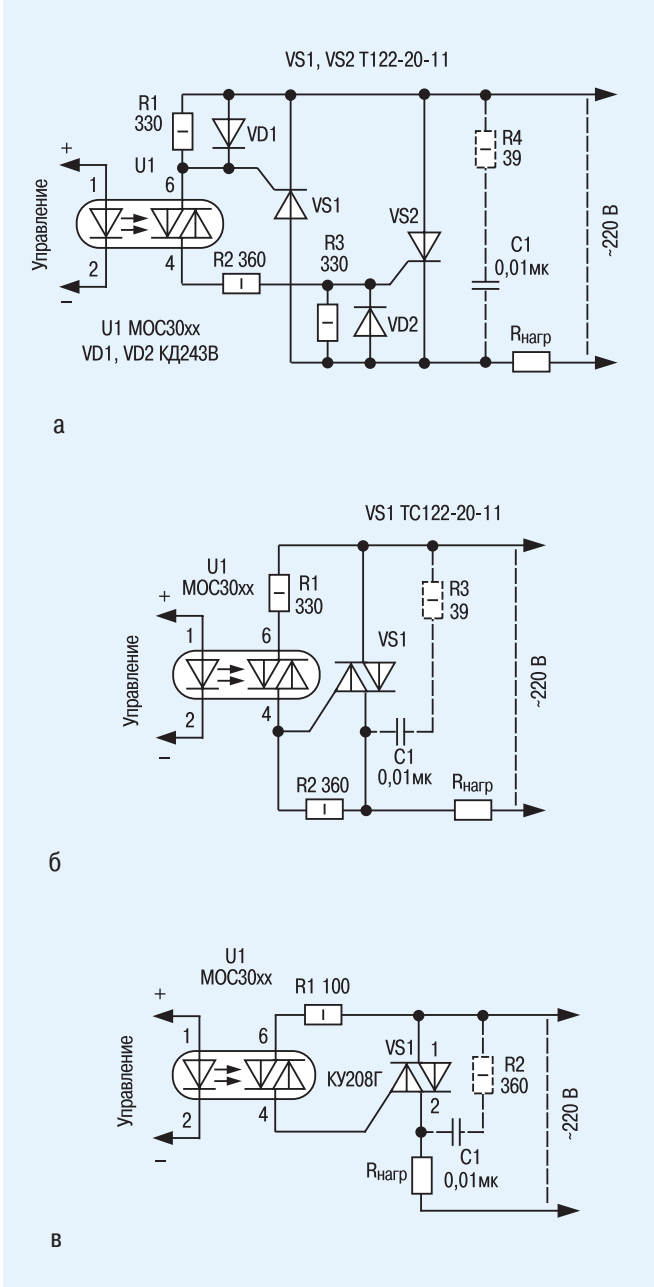

Рис. 1. Схемы с оптоэлектронной развязкой в цепях управления

Следует отметить, что многие промышленные электронные блоки управления выпускаются в модификациях с симисторной оптопарой на выходе вместо релейного выхода. Например, у фирмы ОВЕН это приборы ТРМ10А-Х.Х.С3, ТРМ12-Х.Х.С, ТРМ201-Х.С3 и ряд других (рис. 5).

В этом случае достаточно оптронный симистор подключить в цепь управления силовым элементом, как это показано на рис. 6. Собрать любую из приведённых схем не составит большого труда.

Для систем автоматики выпускаются и уже готовые модули, которые обеспечивают гальваническую развязку цепи управления и силовой цепи при помощи импульсных трансформаторов. Для этого подойдут блоки ОВЕН БУСТ (рис. 6). Но БУСТ – это самостоятельный прибор, способный выполнять более сложные задачи, чем простое включение-отключение нагрузки, а именно это чаще всего бывает нужно в автоматике.

Таблица. Основные параметры симисторных оптопар

Тип оптопары	Входные параметры		Выходные параметры			Общие	
	Ток для срабатывания (I_F), мА	Обратное напряжение светодиода (U_R), не более, В	Коммутируемое напряжение (U_{DRM}), не более, В	Ток при t = 25 °C, не более, мА	Схема контроля нуля (ZCC)	Напряжение изоляции U_{RMS} (U_{PK}), кВ	Вид на рис. 4
MOC3051	15	2,5	600	100	–	5,3 (7,5)	а
MOC3052	10	2,5	600	100	–	5,3 (7,5)	а
MOC3053	5	2,5	600	100	–	5,3 (7,5)	а
MOC3060	30	6	600	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3061	15	6	600	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3062	10	6	600	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3063	5	6	600	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3081	15	6	800	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3082	10	6	800	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3083	5	6	800	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3161	15	3	600	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3162	10	3	600	100	+	5,3 (7,5)	б
MOC3163	5	3	600	100	+	5,3 (7,5)	б

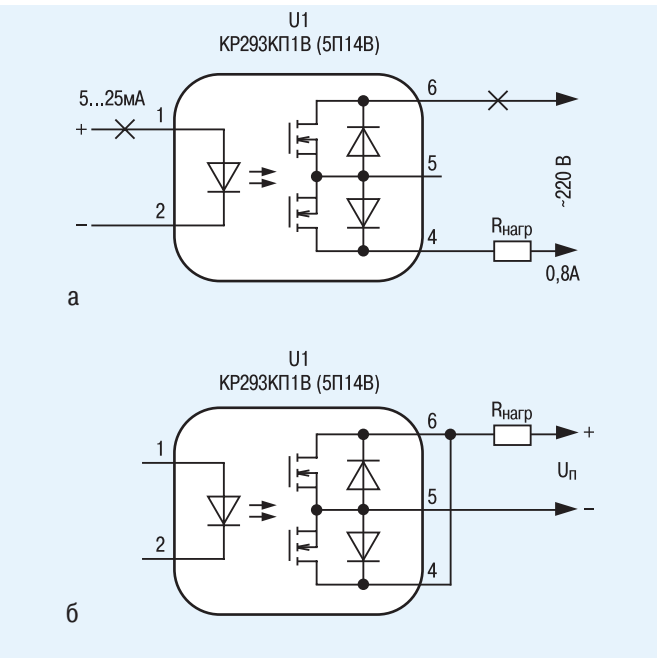

Рис. 2. Схемы коммутаторов на основе твердотельного оптоэлектронного реле: а – для переменного тока; б – для постоянного тока

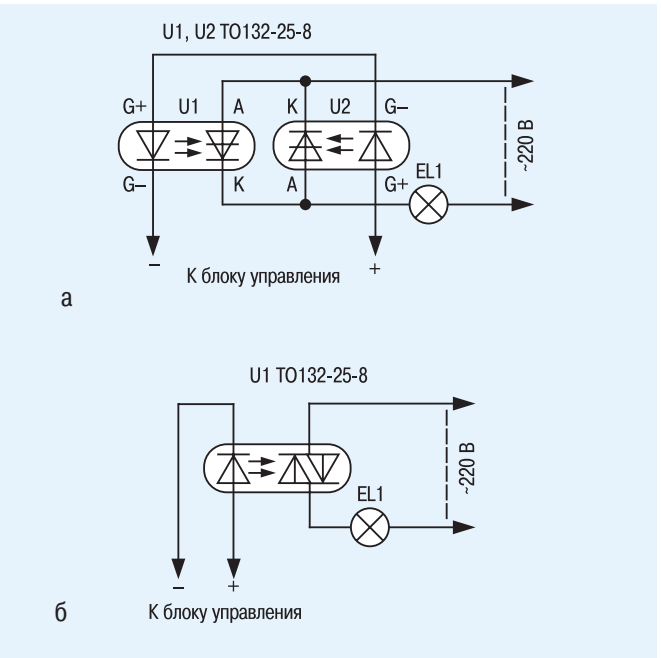

Рис. 3. Управление мощными оптотиристорами (а) и оптосимистором (б)

О коммутации малых токов

Проблемы с передачей сигналов по цепям у реле возникают и при малых токах и напряжениях. В этом случае неприятности доставляют коррозия и загрязнение поверхности контактов, что может приводить не только к нестабильности электрического соединения, но и к его нарушению.

В книге [1], посвященной применению коммутационных устройств, обобщены результаты многих исследований и отмечается: «При токах менее 10...1 мА и напряжениях в коммутируемой цепи менее 100 мВ наблюдается ряд особенностей: значительно увеличивается абсолютное значение и нестабильности сопротивления контактов под влиянием внешних факторов (в первую очередь, повышенной влажности), проявляется «детекторный» эффект и заметным становится влияние термо-ЭДС. Устранению этих явлений способствует пропускание через контакты постоянного вспомогательного тока 1...50 мА».

Для борьбы с воздействием окружающей среды можно использовать герметичные реле с закачанным внутрь инертным газом (они предназначены для аппаратуры специального применения

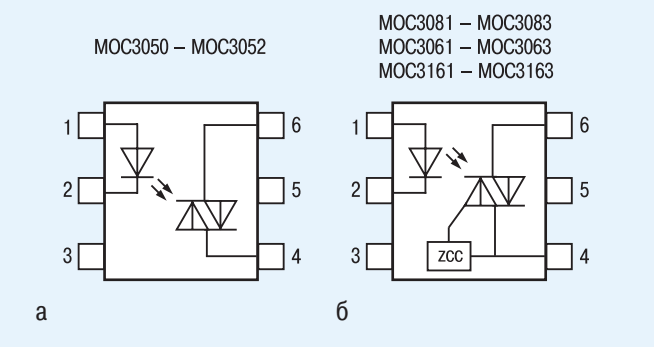

Рис. 4. Расположение выводов и внутренняя структура симисторных оптопар

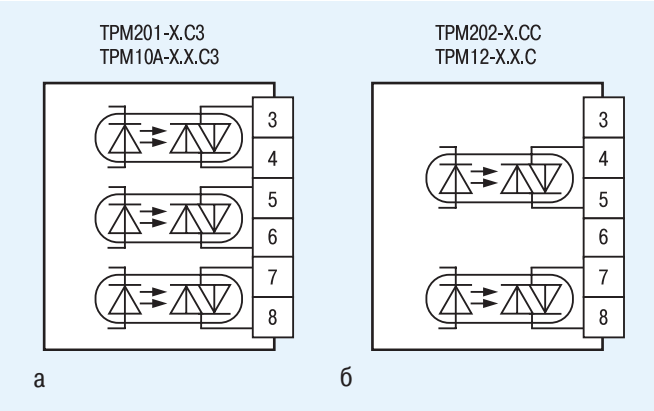

Рис. 5. Выходы некоторых промышленных блоков управления

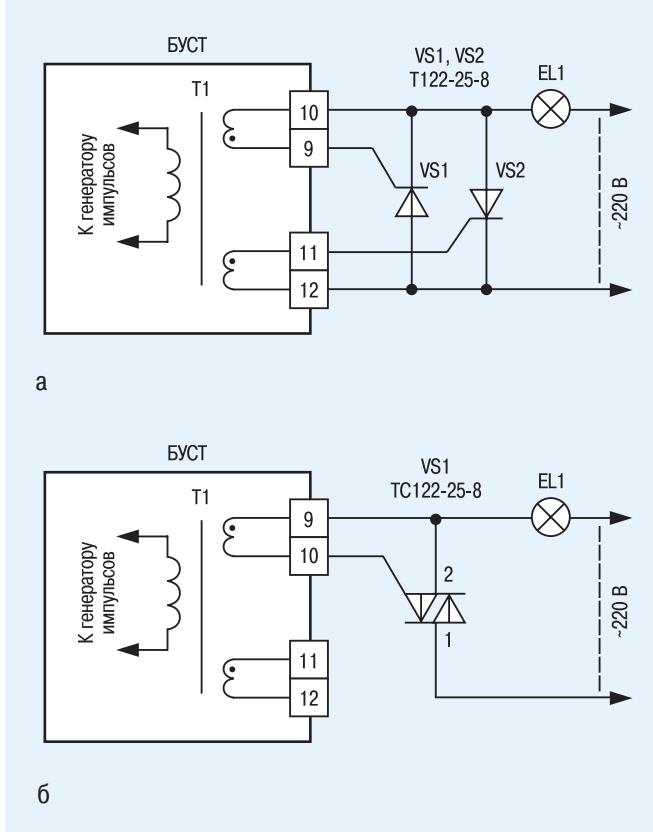

Рис. 6. Схемы подключения к БУСТ электронных коммутаторов

и стоят существенно дороже), но в автоматике чаще всего устанавливают реле обычные (негерметичные).

Сегодня многие уже понимают, что применять релейную автоматику – это то же самое, что пользоваться ламповым компьютером. Но вряд ли стоит в ближайшее время ожидать полного отказа в автоматике от электромагнитных реле – не везде нужны частые срабатывания и высокая надёжность, и тогда их применение, возможно, экономически оправданно. Но своё былое преимущество по стоимости реле уже потеряли – сегодня развитие технологий позволяет выпускать электронные коммутаторы дешевле (ведь при их производстве почти не требуется ручной труд). Есть основание надеяться, что этот ценовой разрыв будет и дальше увеличиваться.

Существует и другой способ радикального решения «релейных» контактных, а заодно и ряда других проблем автоматизации. Согласитесь, что заманчиво заменить целый шкаф с ненадёжной релейной автоматикой всего одной или двумя коробочками (размером с несколько пачек сигарет). Такая «коробочка» называется программируемым логическим контроллером, но это уже тема для отдельной статьи.

Литература

1. Рыбин Г. Я., Ивакин Б. Ф., Вьюков Н. В. и др. Коммутационные устройства радиоэлектронной аппаратуры. Под редакцией Рыбина Г. Я. – М.: Радио и связь, 1985