

Дата проведения занятия 28 октября 2020 г.

Номер пары: 29.

Группа: 21А

Тема занятия: Электронные коммутирующие устройства.

Срок выполнения задания 30.10.2020

По запросу преподавателя, для проверки конспекта, скинуть фото конспекта в социальной сети «В контакте» Орлову А.А. (<https://vk.com/id421045327>) личным сообщением.

Проверка освоения теоретического материала будет произведена выполнением проверочной работы.

Все вопросы, которые возникнут в процессе работы, можете задавать в социальной сети «В контакте» Орлову А.А. (<https://vk.com/id421045327>) личным сообщением.

Задание.

Используя предложенные справочные материалы (текст после вопросов и заданий) и другие источники информации, составить конспект по теме занятия.

В конспекте обязательно должны быть выполнены задания и ответы на вопросы

1. Поясните, почему электромагнитные реле заменяются электронными коммутаторами?
2. Начертите схемы и кратко поясните работу (что, чем управляет?) электронных коммутаторов, управляемых контактом.
3. Начертите схемы и кратко поясните работу (что, чем управляет?) электронных коммутаторов, управляемых элементарной оптопарой. Приведите пример электронного блока управления с оптопарой на выходе.
4. Начертите схемы и кратко поясните работу (что, чем управляет?) электронных коммутаторов, построенных на силовых оптоотиристорах и оплотриаках.
5. Начертите схему модуля, который обеспечивает гальваническую развязку цепи управления и силовой цепи при помощи импульсного трансформатора и кратко ее поясните (что, чем управляет?).

Общие сведения

Надёжность электронных и электротехнических устройств во многом определяется надёжностью применяемых коммутирующих элементов.

Значительная часть неисправностей в электронных устройствах связана либо с отсутствием электрического контакта, либо с наличием там, где быть его не должно. Среди разных видов электрических коммутаторов почётное место занимают электромагнитные реле. В электротехнике и электронике они используются для коммутации цепей прохождения сигналов, а в простейшей автоматике служат для организации логики управления и включения исполнительных устройств.

Широкому распространению электромагнитных реле в автоматике способствовало наличие у них ряда полезных свойств, основные из которых - хорошая электрическая изоляция между коммутируемыми цепями (количество которых может превышать десяток) и малое контактное сопротивление. К недостаткам, ограничивающим область применения реле, относятся износ подвижных частей и самих контактов (окисление, залипание или сваривание), а также дребезг соединения при переключении (он создаёт помехи и тоже ускоряет износ).

Любая контактная поверхность характеризуется наличием неровностей, препятствующих полному её контакту с другой поверхностью. Вследствие этого электрическое соединение при замыкании контактов реле образуется на небольших площадках. В результате получается неравномерное распределение тока по поверхностям. Плотность тока в местах контактирования может достигать больших значений, что приводит к нагреву и коррозии материала контактов.

Немало проблем создаёт и электрический разряд, возникающий при механической коммутации цепей. При разряде материал контактов испаряется и разбрызгивается, а поверхности окисляются. Следует отметить, что при коммутации реактивной нагрузки контакты разрушаются быстрее из-за большей энергии разряда.

Наиболее наглядно перечисленные недостатки проявляются при больших коммутируемых токах - увеличение тока увеличивает износ контактов. При токовой перегрузке они могут просто привариться друг к другу - именно по этой причине по правилам техники безопасности требуется неисправную аппаратуру отключать от сети отсоединением питающего кабеля (даже у обычного механического выключателя контакты могут привариться и не разомкнуть цепь).

Проблемы с передачей сигналов по цепям у реле возникают 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.

Для борьбы с воздействием окружающей среды можно использовать герметичные реле с закачанным внутрь инертным газом (они предназначены для аппаратуры специального применения и стоят существенно дороже), но в автоматике чаще всего устанавливают реле обычные (негерметичные).

Этих недостатков лишены электронные коммутаторы которые используются для замены электромагнитных реле. Простейшее такое устройство выглядит очень просто: на диэлектрическом основании закрепляются на радиаторах два тиристора и один резистор (рис. 1).

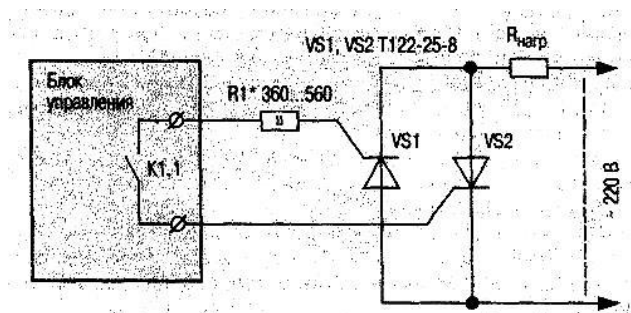


Рис.1

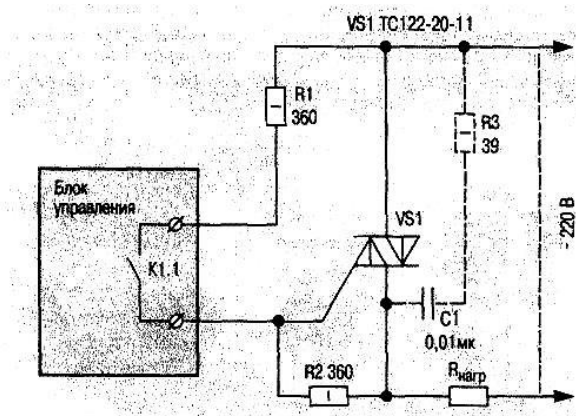


Рис.2.

Коммутатор выполнен на двух встречно включенных тиристорах, но на каждой полуволне сетевого напряжения будет работать только один - соответствующий. При замыкании управляющих контактов $K1.1$ в нагрузку будет поступать почти неискаженный синус, ведь тиристоры открываются практически в самом начале полуволны напряжения.

Для управления включением нагрузки используется особенность внутренней структуры тиристоров, обеспечивающая протекание управляющего тока при замкнутых контактах промежуточного реле ($K1$). Контакты $K1.1$ в цепи управления тиристоров могут быть низковольтными и слаботочными (150...250 мА), что практически

обеспечивает любое миниатюрное реле из используемых в стандартных электронных блоках управления. Тиристоры выбираются в зависимости от нужного тока в нагрузке.

Для коммутации цепей переменного тока лучше подходят симисторы, которых требуется в два раза меньше, чем тиристоров. Многими из них также можно управлять при помощи контактов маломощного реле, например, как это показано на рис. 2.

Силовые тиристоры и симисторы выбираются так, чтобы номинальный рабочий ток для них был всегда больше, чем проходит в цепи нагрузки, а класс рабочего напряжения (последняя цифра в обозначении промышленных коммутаторов) по возможности выше. Это обеспечит надёжную работу коммутатора даже в условиях высоковольтных импульсных помех. Импульсные помехи не редкость при включении и выключении мощных электродвигателей и других потребителей энергии на производстве.

Показанные на схемах пунктиром RC-цепи из последовательно включенных резистора и конденсатора рекомендуется применять для защиты электронных ключей от высоковольтных выбросов напряжения в сети в момент коммутации индуктивной нагрузки. Вместо этих цепей можно также использовать варисторы на рабочее напряжение 630 В.

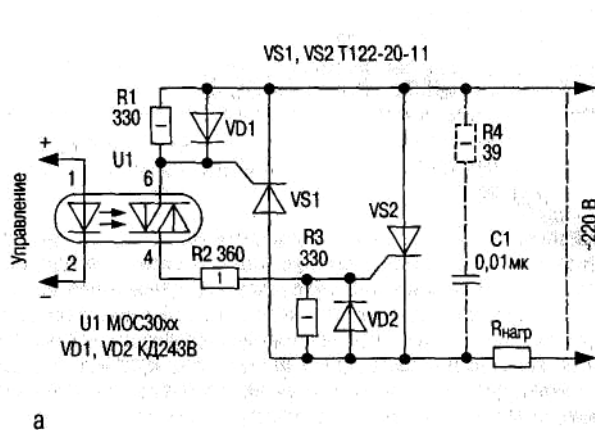
Тиристоры и симисторы исключают возникновение разряда при переключении и отличаются высокой надёжностью, так как выдерживают значительные кратковременные перегрузки по току.

Общим недостатком приведённых выше схем (как и у электромагнитного силового реле) является появление в сети импульсных помех при коммутации нагрузки. Это объясняется тем, что момент замыкания силовой цепи не синхронизирован с переходом сетевого напряжения через нуль. Чтобы избавиться от коммутационных помех придётся полностью отказаться от релейных контактов и во вспомогательных цепях 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.

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:

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. 3. Ток управления 5...15 мА (может быть импульсным). Чтобы не повредить входной светодиод, постоянный ток через него не должен превышать 60 мА - для ограничения тока в этой цепи всегда ставится резистор.



б

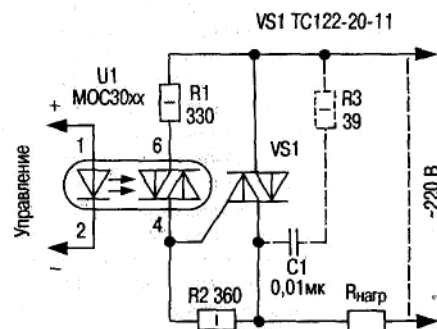
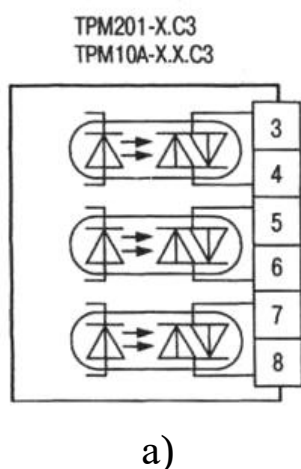
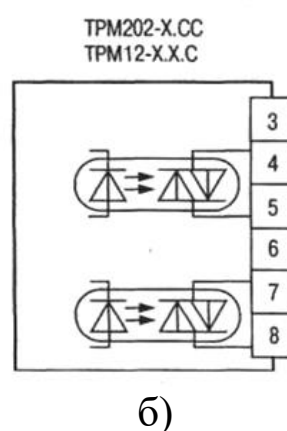


Рис. 3

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.СЗ, ТРМ12-Х.Х.С, ТРМ201-Х.СЗ и ряд других (рис. 4 а, б).



а)

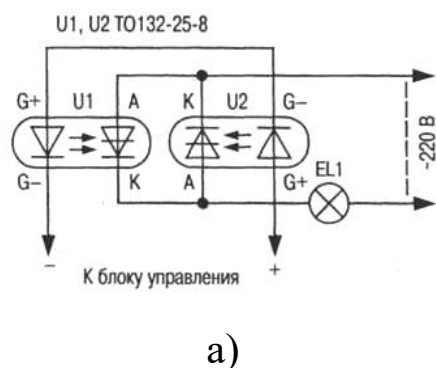


б)

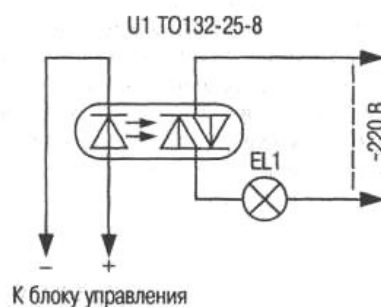
рис. 4. Симисторная оптопара на выходе терморегулятора

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

силовые опотиристоры и симметричные опоттриаки (так называемые оптосимисторы), в которых оптопара установлена внутри корпуса силового элемента (рис. 5 а, б).



а)



б)

рис. 5. а) силовые опотиристоры; б) симметричные опоттриаки.

Силовые оптоэлектронные тиристоры и симисторы 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. Чтобы не повредить входной светодиод, постоянный ток через него не должен превышать 60 мА - для ограничения тока в этой цепи всегда ставится резистор.

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.

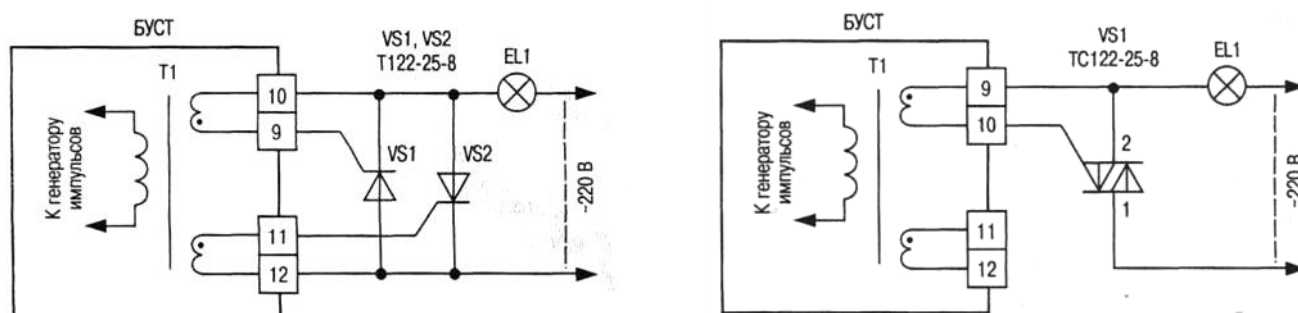


Рис. 6. Подключение нагрузки через блок БУСТ

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**.