

Особенности микроконтроллерных

твердотельных реле

В статье рассматриваются новые технические и широкие функциональные возможности твердотельных реле, в которых в качестве управляющего элемента применяется однокристальная микроЭВМ (микроконтроллер).

Александр Жирков

ms-portal@rambler.ru

Степан Шум

shum_s_a@mail.ru

Реле на основе полупроводниковых коммутирующих элементов (твердотельные реле) обладают рядом бесспорных преимуществ перед электромеханическими и в настоящее время получили достаточно широкое распространение за рубежом и в России. К числу основных достоинств реле следует отнести неограниченное количество циклов коммутаций, высокое быстродействие, возможность управления малыми напряжениями и токами. Однако сегодня требования, предъявляемые к твердотельным реле, этим не ограничиваются. Потребителя также интересует токовая и температурная защита, наличие статусных сигналов для интеграции реле в микропроцессорные системы и многое другое. Обеспечение столь широкой функциональности посредством применения компонентов стандартной логики и аналоговых элементов приводит к существенному усложнению схемы и увеличению стоимости изделия. Наиболее целесообразным решением является применение в качестве управляющего элемента реле однокристальной микроЭВМ (микроконтроллера).

В статье авторы ставят перед собой цель раскрыть особенности и рассказать о достоинствах реле этого

класса. В качестве примера избраны реле, разработанные на предприятии ЗАО «Протон-Импульс» (г. Орел). Реле предназначены для коммутации нагрузок в цепях переменного тока и оснащены токовыми и температурными защитами.

Реле переменного тока имеют два уровня защиты. Первый уровень — это пассивная защита в выходном каскаде, которая реализована в блоке 7 (рис. 1). В зависимости от исполнения и назначения реле данный блок представляет собой совокупность, в различных сочетаниях, защитных диодов, варисторов и фильтрующих RC-цепей для непосредственной защиты силовых элементов (5) реле. Второй уровень — это защита по току и температуре, которая реализуется микроконтроллером (3), посредством датчиков (4 и 8).

Токовая защита предусмотрена для двух ситуаций: — от превышения максимально допустимого тока; — от длительной работы в режиме перегрузки, то есть при токе, превышающем номинальный более чем в 1,5 раза (порог задается программно).

При срабатывании любой из защит происходит выключение реле, отображение соответствующего состояния блоком индикации (6) и установка статусного сигнала для обратной связи с устройством, в котором используется реле.

Реле также сигнализирует о нормальной коммутации (элемент 6, вывод Com) и об отсутствии тока в цепи нагрузки (вывод X).

Между силовой и управляющей частью предусмотрена гальваническая развязка (элемент 5), позволяющая использовать реле без дополнительных согласующих компонентов.

Твердотельное реле — это компонент, применяемый в самых различных устройствах, в которых зачастую отсутствует возможность обеспечить достаточное качество управляющих сигналов. Для защиты от возможных провалов и всплесков напряжения, а также случайных помех и наводок в реле предусмотрен входной стабилизатор (1).

Стабильное напряжение поступает во входной каскад микроконтроллера — блок контроля входного напряжения (2). Этот блок аппаратно выполняет проверку напряжения на входе микроконтроллера в со-

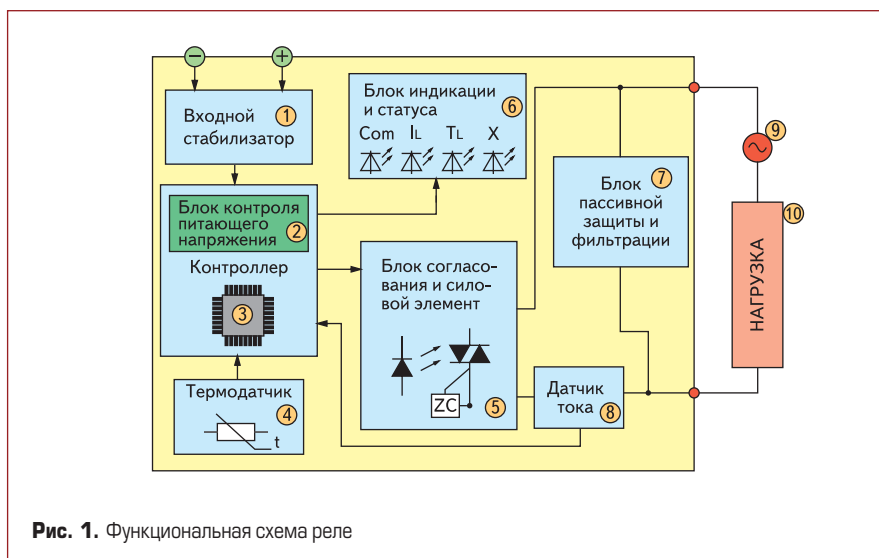


Рис. 1. Функциональная схема реле



Рис. 2. Блок-схема алгоритма работы блока контроля питающего напряжения микроконтроллера (элемент 2 на рис. 1)

ответствии с алгоритмом (рис. 2) и обеспечивает необходимый гистерезис.

Если напряжение соответствует норме, то есть достаточное для функционирования микроконтроллера в данной схеме, то происходит его инициализация и переход к началу управляющей программы. Контроль напряжения также выполняется и при работе реле.

После инициализации контроллер, прежде чем перевести реле в рабочий режим, выполняет ряд процедур: контроль уровней напряжения, контроль температуры реле и проверку токовой защиты.

Контроль уровней напряжения необходим для управления реле логическими уровнями. Блок-схема алгоритма процедуры представлена на рис. 3.

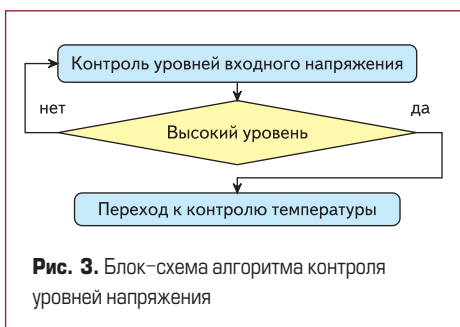


Рис. 3. Блок-схема алгоритма контроля уровней напряжения

Посредством внутреннего АЦП микроконтроллер в цикле выполняет непрерывный контроль уровня входного напряжения. При наличии высокого логического уровня осуществляется переход к следующей процедуре — контролю температуры.

Контроль температуры реле осуществляется посредством встроенного термодатчика (элемент 4 на рис. 1) в соответствии с алгоритмом, блок-схема которого представлена на рис. 4.

При наличии флага защиты по температуре измеряемая температура сравнивается с нижним пороговым значением. Таким образом, переход к следующей процедуре и включение возможны только после того, как реле остынет. Если же флаг не установлен, то сравнение производится с верхним пороговым значением температуры, то есть с максимально допустимой температурой.

Флаг защиты по температуре хранится в энергонезависимой памяти контроллера. Это обеспечивает сохранение состояния реле после выключения и повторного включения питания.

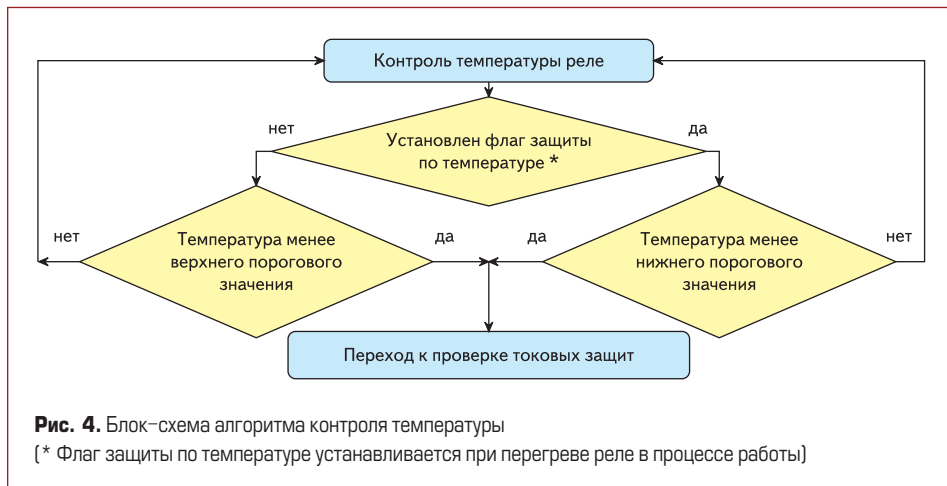


Рис. 4. Блок-схема алгоритма контроля температуры (* Флаг защиты по температуре устанавливается при перегреве реле в процессе работы)

Проверка токовой защиты реализована в соответствии с алгоритмом, показанным на рис. 5.

Аналогично, как и в предыдущем алгоритме, при срабатывании защиты по току устанавливается соответствующий флаг. Если флаг токовой защиты установлен, то перед запуском или перезапуском реле выдерживается некоторая пауза. При сброшенном флаге включение происходит немедленно.

При переходе в рабочий режим контроллер включает реле и запускает таймер, который генерирует три прерывания: прерывание по контролю тока; прерывание по контролю уровней напряжения; прерывание по контролю температуры.

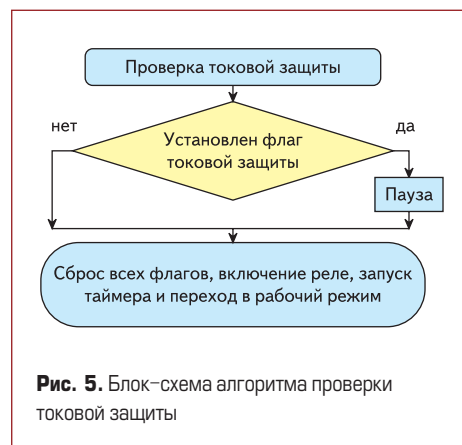


Рис. 5. Блок-схема алгоритма проверки токовой защиты

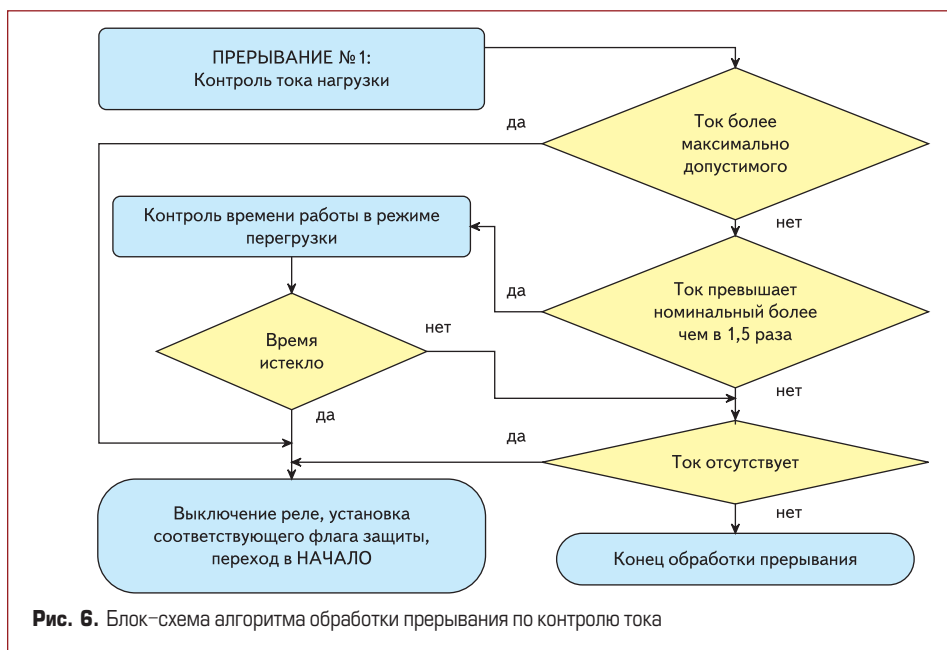


Рис. 6. Блок-схема алгоритма обработки прерывания по контролю тока

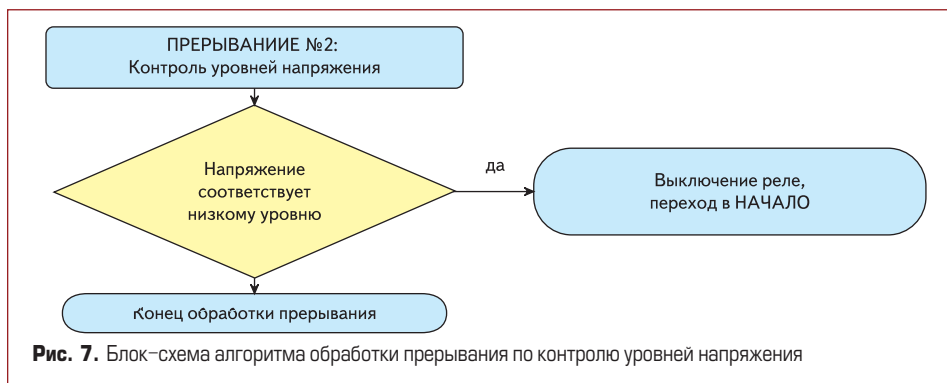


Рис. 7. Блок-схема алгоритма обработки прерывания по контролю уровней напряжения

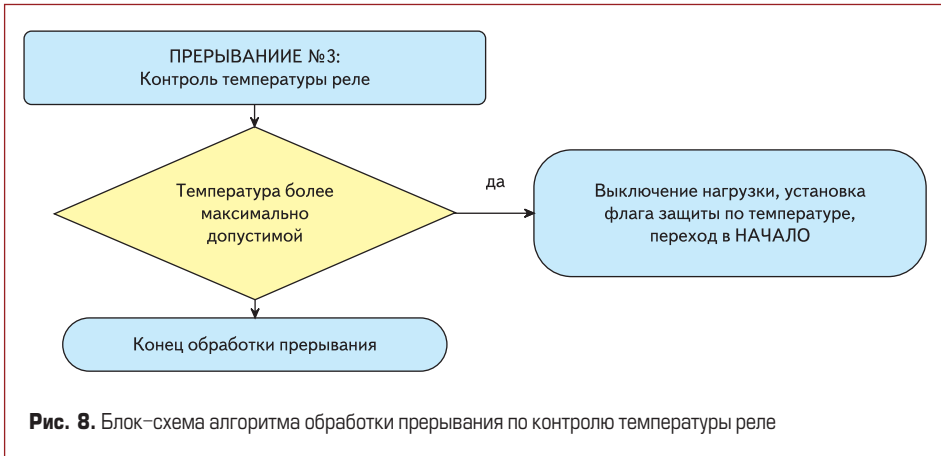


Рис. 8. Блок-схема алгоритма обработки прерывания по контролю температуры реле

Прерывание по контролю тока имеет наибольшее значение и занимает большую часть процессорного времени. Блок-схема алгоритма обработки прерывания представлена на рис. 6.

В прерывании последовательно выполняется сравнение тока в цепи нагрузки с максимально допустимым значением и затем производится проверка наличия тока. В случае невыполнения любого из перечисленных условий происходит выключение реле, установка флага токовой защиты и переход в начало (см. алгоритм на рис. 3).

Прерывание по контролю уровней напряжения имеет второе значение. Блок-схема алгоритма обработки прерывания представлена на рис. 7.

Данное прерывание предназначено для отключения реле при низком уровне напряжения управления. При выполнении условия алгоритма также выполняется переход в начало (см. алгоритм на рис. 3).

Прерывание по контролю температуры реле происходит в последнюю очередь. Блок-схема алгоритма обработки прерывания представлена на рис. 8.

В процессе работы реле непрерывно контролируется его рабочая температура. Если по каким-либо причинам (например, токовая перегрузка) температура превысит максимально допустимую, реле выключится, и в результате установки флага защиты включение произойдет только после охлаждения реле (см. алгоритм на рис. 4).



Рис. 9. Твердотельное реле 5П19.10ТМ ТСК-25-8

Кроме перечисленных защит микроконтроллер имеет на кристалле автономно функционирующий блок — сторожевой таймер. Он предназначен для сброса при сбоях в процессе выполнения программы и обеспечивает высокую надежность в случае возникновения аварийных и нестандартных ситуаций при эксплуатации реле.

На рис. 9 представлен вариант исполнения реле с номинальным током 10 А и напряжением 250 В.

В данном исполнении реле имеет достаточно малые габаритные размеры — 56×42×22 мм, высокую степень защиты и находит широкое применение в устройствах промышленной автоматики и микропроцессорных системах управления.