

Устройство защиты ШИ-регулятора мощности

В статье «ШИ-регулятор мощности электродвигателей» в «Радио» 2008, № 3, стр.39 рассмотрено устройство управления электродвигателем постоянного тока. Для безаварийной и долговечной работы регулятора требуется устройство защиты от повышения рабочего тока сверх установленного порога. В указанной статье такое устройство упомянуто, но устройство и работа не рассмотрены в предположении что, регулятор во многих случаях возможно использовать и без защиты. Описанное ниже устройство защиты разработано как автономный блок, при необходимости включаемый в состав ШИ-регулятора. Назначение устройства заключается в защите ШИ-регулятора от превышения максимального значения рабочего тока, от замыкания в цепях нагрузки и её питания, а также в ограничении рабочего тока нагрузки. Устройство защиты играет важную роль в сохранении жизненного ресурса и качества работы аккумуляторных батарей, защиты выходных транзисторов ШИ-регулятора. Выход режимов работы батарей за пределы определенных заводом-изготовителем ведет к преждевременному её износу и даже выходу из строя. Сохранность батарей обеспечивается благодаря свойству устройства защиты отключать нагрузку при превышении допустимых токов потребления, не доводя их до значений разрушающих батарею, т.е. ограничивать эти токи.

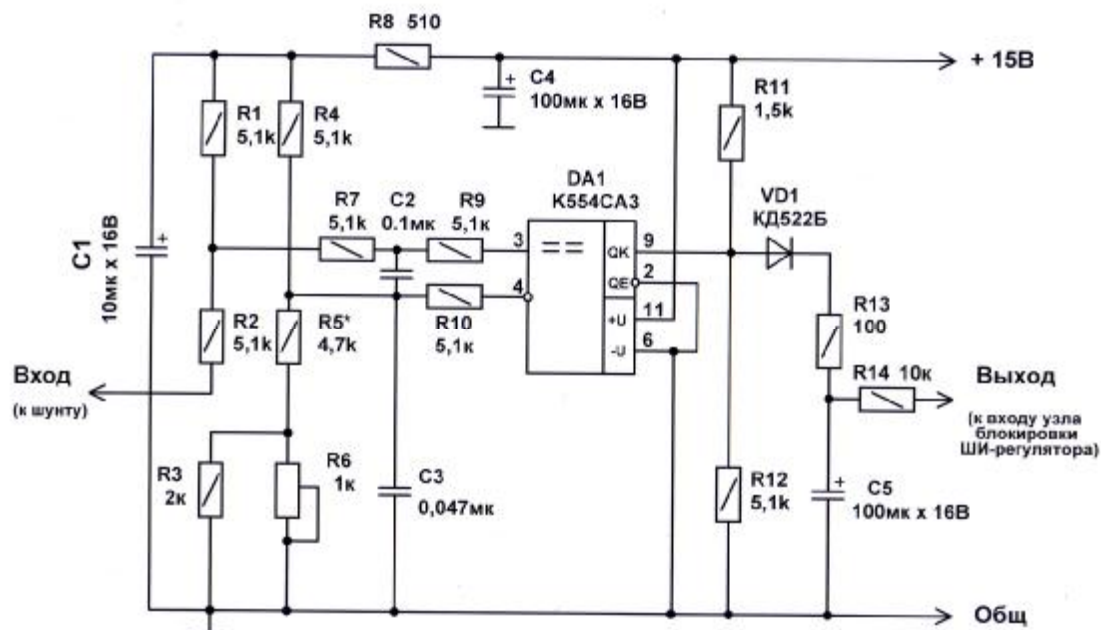


Рис. 1

На **рис.1** показана принципиальная схема защитного устройства. Оно состоит из четырех узлов: измерительного моста на резисторах R1R2R4R5R6, накопителя заряда

импульсов тока R7C2, компаратора DA1 и формирователя блокирующего импульса на элементах VD1,R13,C5,R14. Питается устройство от блока питания ШИ-регулятора. Для защиты цепи питания устройства от наводок мощных импульсов управления применены конденсаторы C1 и C4.

Входной сигнал устройства представляет собой последовательность импульсов переменной длительности, снимаемых с измерительного шунта R27 в указанной выше статье. Значения напряжения и длительности входного импульса зависят от мощности нагрузки ШИ-регулятора, напряжения питания нагрузки (электродвигателя), и сопротивления шунта R27. Отсюда следует, что при изменении основных параметров силовой установки требуется регулировка устройства защиты.

Выходной импульсный сигнал устройства формируется на конденсаторе C5 и поступает на блокирующий транзистор VT2 ШИ-регулятора. Длительность блокирующего импульса определяется емкостью конденсатора C5, сопротивлением резистора R14 и равна примерно 1 с. При необходимости эту величину можно менять исходя из назначения оборудования, где применяется ШИ-регулятор, путем изменения постоянной времени цепи C5, R14.

Входные импульсы поступающие на измерительный мост, изменяют напряжение в точке соединения резисторов R1 и R2 относительно образцового напряжения в точке соединения резисторов R4 и R5. Импульсы интегрирует цепь R7C2 и при достижении на конденсаторе C2 некоторого порогового напряжения, определяемого входными характеристиками компаратора DA1, происходит переключение компаратора в состояние с высоким напряжением на выходе. Напряжение на конденсаторе C2 достигнет уровня переключения компаратора тем быстрее, чем больше длительность входных импульсов. Параметры входной цепи защитного устройства выбраны так, что напряжение на конденсаторе C2 достигнет уровня переключения компаратора за время не менее 1 мс как только ток нагрузки ШИ-регулятора превысит предельный. Несколько иначе решена защита при замыкании в цепи нагрузки регулятора. В этом случае падение напряжения на шунте R27 превысит номинальное значение (в нашем случае 75 мВ), что приведет к немедленному переключению компаратора защитного устройства. Длительность импульсов в этом случае существенной роли играть не будет.

Налаживание устройства защиты сводится к установке образцового напряжения с помощью подбора резистора R5 и регулированию напряжения в точке соединения резисторов R4, R5 подстроечным резистором R6, так, чтобы устройство срабатывало при нагрузке, равной максимальной. Эту процедуру необходимо проводить на реально

работающем оборудовании. Для удобства регулировки можно подключить светодиод АЛ307А, соединенный последовательно с резистором 2.2 кОм параллельно резистору R11. Погасание светодиода будет индцировать момент срабатывания устройства защиты.

Образцовое напряжение в точке соединения резисторов R4 и R5 устанавливаются исходя из значения падения напряжения на шунте R27 ШИ-регулятора. В нашем случае использован шунт промышленного изготовления 75ШСМ М3 с номинальным значением 75 мВ при токе 100А. При изготовлении регулятора может возникнуть необходимость применения нестандартного шунта, тогда и образцовое напряжение следует установить в соответствии со значением падения напряжения на нем при номинальном токе нагрузки.

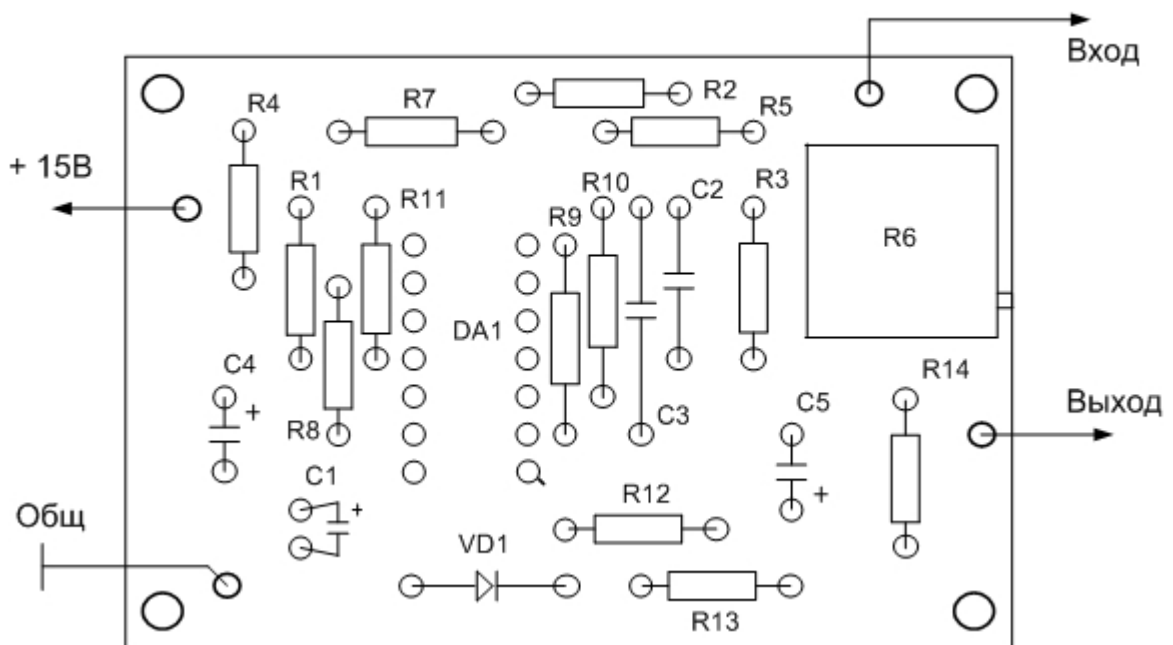
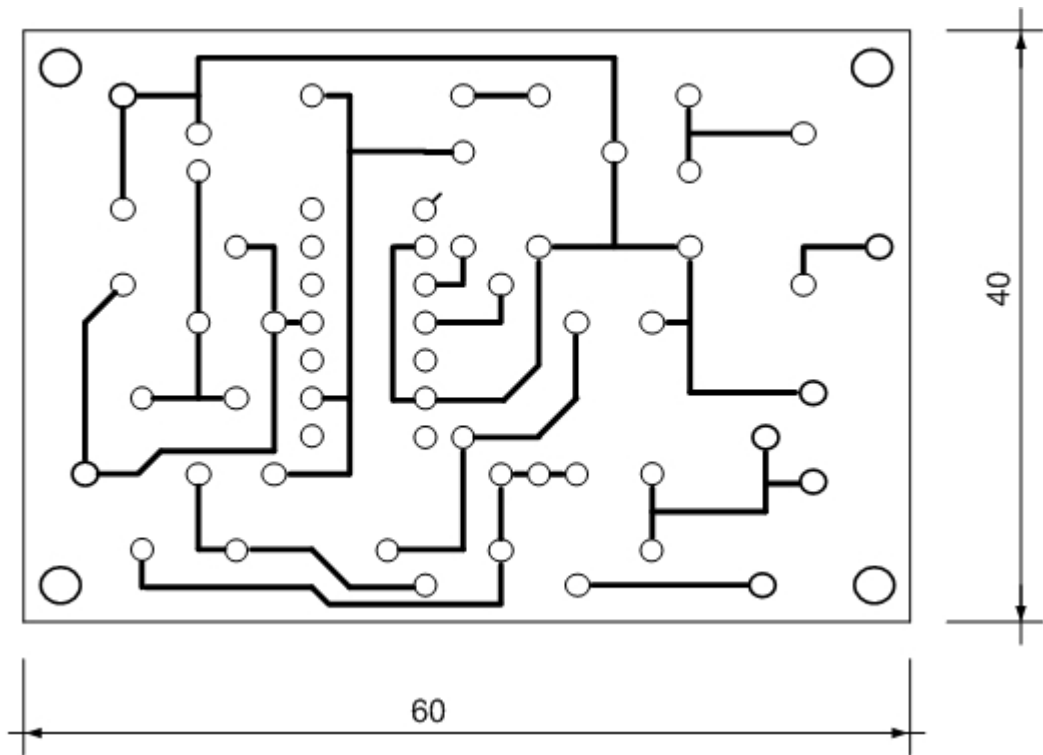
Несколько слов о формирователе блокирующего импульса. Накопительный конденсатор C5 заряжается выходным напряжением компаратора через цепь VD1R13 до напряжения около двух третей напряжения питания. Далее через резистор R14 напряжение поступает на вход блокировки ШИ-регулятора. При устранении перегрузки накопительный конденсатор постепенно разряжается и через некоторое время снимает блокировку. Диод VD1 предотвращает разрядку накопительного конденсатора через зарядную цепь. Элементы формирователя блокирующего импульса подобраны таким образом, чтобы блокирующий импульс появлялся через 1 мс, а снимался через 1 секунду.

Устройство защиты собрано на печатной плате размерами 60x40 мм из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (**рис.2**). Плата рассчитана на использование резисторов МЛТ мощностью 0,25 Вт, керамических конденсаторов КМ и оксидных конденсаторов К50-35, подстроечного резистора СП5-2В.

Наладивание устройства, собранного из исправных деталей заключается только в установке порога срабатывания устройства защиты резистором R6. Для этого собирают оборудование с которым будет работать устройство, и подключают его к ШИ-регулятору. Последовательно с шунтом ШИ-регулятора R27 подключают контрольный амперметр. Электродвигатель выводят на предельный режим работы и резистором R6 устанавливают момент срабатывания защитного устройства. При необходимости изменить время задержки включения нагрузки следует подобрать конденсатор C5.

Устройство защиты можно разместить на общей плате с ШИ-регулятором мощного электродвигателя. Место для него необходимо выбрать подальше от цепей и деталей, через которые течет большой импульсный ток, и, если необходимо, воспользоваться экранированием.

В заключение можно добавить, что вопрос размещения элементов электронных устройств управления в силовой электронике весьма актуален. В каждом конкретном



случае необходимо тщательно продумать размещение компонентов этой системы. В качестве примера можно привести размещение батареи конденсаторов С6 – С13 в ШИ-регуляторе из упомянутой выше статьи. Наиболее оптимальным является размещение 90% емкости этих батарей в непосредственной близости к аккумуляторным батареям, а 10% непосредственно около блока регулятора или внутри его с целью компенсации влияния индуктивности проводников мощных токов.