

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЛОГИЧЕСКИХ ВХОДОВ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

В. И. Гуревич, к.т.н., Центральная лаборатория электрической компании Израиля

В статье рассматривается проблема ложных срабатываний микропроцессорных защит. Показано, что частой причиной таких срабатываний являются однополюсные замыкания на землю в сети постоянного тока. Предложено использование простых полупроводниковых модулей, повышающих порог срабатывания ответственных логических входов до 150В.

Ранее автором уже поднимались вопросы, связанные с недостаточной помехоустойчивостью микропроцессорных защит [1, 2] и предлагались методы решения этой проблемы. Например, еще в 1996 году [3] предлагался способ повышения помехоустойчивости аналоговых входов микропроцессорного реле токовой защиты за счет использования специальных быстродействующих (0,8-1,5 мс.) герконовых реле с высоковольтной (3-5 кВ) изоляцией. Такие реле должны были постоянно закорачивать измерительные входы микропроцессорного реле до тех пор, пока величина тока на входе не достигнет некоторой пороговой величины.

Помимо аналоговых (измерительных) входов, микропроцессорные защиты снабжены также большим количеством логических входов. В зависимости от заложенной в реле защиты логики, инициация некоторых из этих входов может вызвать отключение высоковольтного выключателя (то есть высоковольтной линии, трансформатора или других важных энергетических объектов). В том случае, когда такая инициация – следствие воздействия на реле помехи, отключение энергетического оборудования является серьезной аварией, сопровождающейся значительным ущербом и требующей тщательного анализа причин, вызвавших ее. К сожалению, во многих случаях так и не удается выявить истинную причину ложного срабатывания защиты.

Расследование нескольких таких ситуаций, в которых пришлось участвовать автору, показало, что частой причиной ложных срабатываний микропроцессорных защит на подстанциях с постоянным оперативным напряжением является замыкание на землю одного из проводов сети постоянного тока. При этом ничего страшного с самой сетью не происходит, так как оба ее полюса в нормальных условиях хорошо изолированы от земли и состояние этой изоляции постоянно контролируется специальными приборами. Однако именно эта хорошая изоляция обуславливает значительную емкость разветвленной и протяженной сети постоянного тока, особенно на крупных подстанциях, и является причиной возникновения импульсов разрядного тока (i , соответственно, напряжения) при заземлении одного из проводов сети (рис. 1). Максимальное значение напряжения, возникающего при разряде емкости сети, может достигать, в принципе, половины напряжения подстанционной батареи, то есть 110В. Инициация же логических входов микропроцессорных реле различных типов происходит при различных уровнях минимального напряжения, начиная с 40-50В, то есть при напряжениях, типичных для однополюсных замы-

каний на землю в сети постоянного тока. Более того, мощность и длительность импульса разрядного тока оказываются вполне достаточными не только для инициации логических входов микропроцессорных реле, но даже для срабатывания некоторых типов промежуточных электромеханических реле с номинальным напряжением 220В (срабатывание этих реле происходило при напряжении около 70В).

Учитывая ограниченную длительность импульса разрядного тока, технически возможно ввести (программными средствами) в логическую схему микропроцессорного реле дополнительный программный таймер, обеспечивающий задержку прохождения входного сигнала на 20-40 мс. Такой таймер будет играть роль фильтра, препятствующего срабатыванию микропроцессорного реле при воздействии кратковременных импульсов тока при разряде емкости сети. Можно использовать RC-цепочку, подключенную ко входам реле и выполняющую ту же функцию. Однако, прежде необходимо решить, допустимо ли, в принципе, увеличение почти вдвое времени реакции реле на повреждение (короткое замыкание). По нашему мнению, такое замедление действия реле защиты является недопустимым.

В связи с изложенным, нами предложено иное решение проблемы, основанное на повышении нижнего порога срабатывания логических входов до нормируемого уровня, превышающего половину напряжения сети. В качестве такого уровня выбрано напряжение 150В. Для реализации этой идеи предложено использование простейшего модуля (рис. 2), состоящего из двух электронных компонентов: стабилизатора с напряжением стабилизации 150В и номинальным током 5 мА и мощного тиристора на ток 7,5А и напряжение 800В, имеющего ток отпирания 5 мА. При напряжении ниже 150В устройство находится в запер-

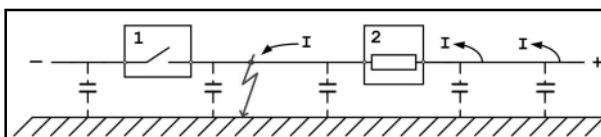


Рис. 1. Схема разряда емкости сети постоянного тока через логический вход реле защиты (2) с разомкнутым управляющим контактом (1) при замыкании на землю

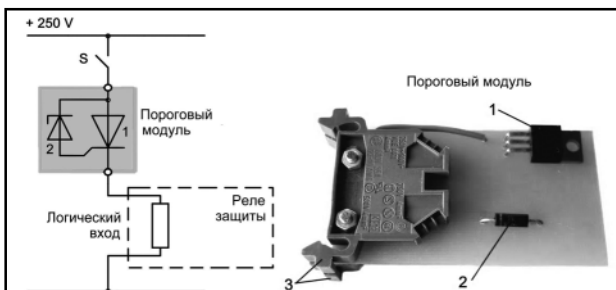


Рис. 2. Схема включения и конструкция порогового модуля:
1 – тиристор типа BT151-800L;
2 – стабилизатор типа 1N5383;
3 – две клеммные панельки типа Wieland 9700A/6S35

том состоянии, поэтому импульсы напряжения величиной до 110В, возникающие при замыканиях на землю в сети постоянного тока, не проходят на логические входы реле защиты. При замыкании управляющего контакта S к стабилитрону скачком приложится напряжение 220В и он мгновенно откроется, пропуская через себя ток в цепь управляющего электрода тиристора. Тиристор отпирается и своим низким прямым сопротивлением шунтирует стабилитрон и цепь управляющего электрода. Теперь весь рабочий ток проходит через цепь анод-катод тиристора. Падение напряжения на открытом тиристоре не превышает долей вольта, что в сочетании с небольшим током, протекающим через него (15-50 мА), обуславливает очень незначительное рассеивание мощности и не вызывает нагрева мощного тиристора.

Оба элемента размещены на небольшой плате из стеклотекстолита размером 70x40 мм, зажатой с помощью двух винтов между двумя стандартными клеммными панельками, предназначенными для установки на стандартной DIN-рейке. После монтажа элементов на плате они покрываются слоем водостойкого лака и изолируются с помощью термоусаживающейся диэлектрической трубки, обеспечивающей механическую защиту элементов и соединений на плате. Готовое устройство представляет собой небольшой легко монтируемый модуль (рис. 3), имеющий очень низкую стоимость (тиристор вместе со стабилитроном стоят менее двух долларов США).

Модуль подключается не ко всем логическим входам, а лишь к особо критическим, инициация которых может вызвать срабатывание реле и отключение линий электропередач или силового электрооборудования. Для одного микропроцессорного реле может потребоваться 2-4 модуля.

Описанное устройство можно использовать также совместно с обычными электромеханическими реле в тех случаях, когда их реальное напряжение срабатывания меньше половины напряжения сети постоянного тока, то есть когда существует угроза их ложного срабатывания.

Следует отметить, что применение предлагаемого устройства фактически не снижает надежности релейной защиты, поскольку электронные элементы полностью обесточены при разомкнутом управляющем контакте и принципиально не могут сработать самопроизвольно, например, вследствие пробоя или самопроизвольного отпирания тиристора. Даже если допустить (чисто теоретически) вероятность пробоя электронных элементов модуля, то в таком состоянии реле защиты просто возвращается в режим работы, который был до применения модуля. Повлиять на надежность реле может лишь обрыв внутренней цепи модуля. Однако, согласно статистике, внутренние обрывы в полупроводниковых приборах возникают только под действием очень большого протекающего тока (когда происходит выгорание полупроводниковой структуры) и при

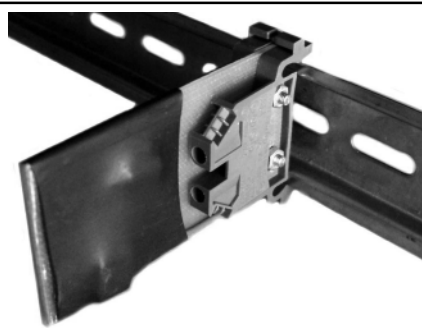


Рис. 3. Внешний вид одиночного модуля, установленного на стандартной DIN-рейке

этом составляют не более 5% всех повреждений. При реальных токах, протекающих через тиристор в схеме модуля (15-50 мА), выгорание структуры тиристора невозможно. Реально повлиять на надежность релейной защиты могут лишь несколько внутренних паяных соединений и дополнительное соединение проводников с помощью клеммника, используемого в модуле. Поэтому для монтажа элементов не используется печатная плата, в которой возможны скрытые дефекты, а гибкие выводы тиристора и стабилитрона фиксируются между собой перед пайкой с помощью тонкого медного луженого провода, что делает вероятность отказа модуля чрезвычайно низкой.

Литература:

1. Гуревич, В. И. Принципы повышения помехоустойчивости статических реле тока. «Энергетика и электрификация», 1992, №2, с. 16-18.
2. Gurevich, V. Reliability of Microprocessor-Based Relay Protection Devices – Myths and Reality. – «Engineer IT», Part I: 2008, №5, p. 55-59; Part II: 2008, №7, p. 56-60.
3. Гуревич, В. И. О некоторых путях решения проблемы электромагнитной совместимости релейной защиты в электроэнергетике. – «Промышленная энергетика», 1996, №3, с. 25-27.



ЭЛЕКТРОКОНТИНЕНТ
www.elcontinent.com



Поставка печатных плат:
 – ОПП, ДПП, МПП (до 24 слоев), ГПП, ГЖПП;
 – финишные покрытия плат – HAL, Hard Gold, Immersion Gold, Carbon Ink, Ni;
 – срок изготовления – от 5 дней.

Изготовление трафаретов для поверхностного монтажа: из нержавеющей стали, вырезанные лазером.

Поставка электронных компонентов: комплектация изделия по желанию заказчика.

Монтаж печатных плат (в т.ч. опытных партий):
 – монтаж SMT;
 – монтаж корпусов BGA, µBGA, Flip-Chip, CSP;
 – рентгеноскопический контроль качества пайки микросхем BGA.

Разработка электроники на заказ: проектирование изделий от идеи до готового проекта.

**г. Минск, пер. Бехтерева, 8-35,
 тел.: 8 10 +375 (17) 205-06-94, 296-31-61, 285-53-40,
 моб.: 8 10 375 (29) 653-99-18.
 E-mail: office@elcontinent.com**