



**В. Гуревич, канд. техн. наук**

# Логика в свободном полете

Реле защиты предыдущих поколений (электромеханические, электронные) разрабатывались и выпускались со строго детерминированной логикой. На стадии разработки функционирование таких реле подвергалось тщательному исследованию во всех возможных режимах работы и поэтому неожиданные «сюрпризы» при эксплуатации таких реле встречались крайне редко.

Микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ) существенно расширили возможности релейной защиты, придав ей несвойственную ранее гибкость, в частности, за счет свободно-программируемой логики. Использование свободно-программируемой логики позволило буквально всем желающим программировать функции релейной защиты по своему усмотрению, соответствующему имеющемуся уровню знаний в области релейной защиты и в области правил логического программирования. Как же сказались на релейной защите практическое использование этого одного из самых рекламируемых преимуществ МУРЗ перед реле защиты предыдущих поколений?

Ответ на этот вопрос приведен в [1]:

1. Одна из российских компаний крупного холдинга разработала схемы вторичной коммутации ячеек 10 кВ и самостоятельно запрограммировала логику ЦРЗА типа Siprotec фирмы Siemens. Терминалы после лабораторных испытаний в нашей организации были признаны неработоспособными. После чего пришлось:

- о разрабатывать новую внутреннюю логику ЦРЗА под уже произведенные ячейки;
- о вносить изменения в цепи вторичной коммутации РУ;
- о перепрограммировать терминалы;
- о проводить лабораторные испытания терминалов.

2. Нашими специалистами были разработаны логические схемы для свободно программируемых ЦРЗА типа SEPAM 80 Schneider Electric. Однако один из российских производителей ячеек купил не запрограммированные фирмой терминалы, для ускорения процесса изготовления «упростил» логические схемы и поручил их программирование сторонней фирме, не обладающей необходимым техническим потенциалом. В результате схемы были запрограммированы неправильно, поэтому, к примеру, при КЗ на отходящем фидере 10 кВ отключалась секция шин 10 кВ.

3. В ОАО «Газпром» на ПС 10/0,4 кВ для защиты питающих вводов 0,4 кВ используется ЦРЗА типа БМРЗ-0,4 (программируется на заводе-изготовителе). В последние годы поступило достаточно большое количество рекламаций в адрес производителя. Однако анализ этих рекламаций показал, что неправильная работа автоматики в большинстве случаев – результат ошибок, допущенных при проектировании цепей вторичной коммутации заводами-производителями ячеек.

Недостаточная квалификация персонала – отнюдь не единственная и даже не основная причина проблем со свободно-программируемой логикой. Авторы [2] видят дополнительный источник проблем в неоправданной технической и информационной избыточности современных МУРЗ:

«В терминале Siprotec 7SJ642 (Siemens) заложена неоправданная техническая и информационная избыточность. В руководстве по эксплуатации (C53000G1140C1476, 2005 г.) отмечается «простота работы с устройством с помощью интегрированной панели управления или посредством подключения ПК с системной программой DIGSI», что не соответствует дей-



ствительности. Например, требуется вводить около 500 параметров (уставок), не считая внесения неизбежных изменений в матрицу сигналов, а у каждого из сигналов есть «свойства», влияющие на работу устройства (распечатанная из DIGSI матрица сигналов занимает около 100 страниц англоязычного текста). Учитывая необходимость составления заданий на наладку и протоколов проверки терминалов, где должны указываться все параметры настройки, объем документации становится неподъемным. Большой объем вводимой информации усложняет настройку. Информационная избыточность повышает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Техническая избыточность требует для работы с терминалом специалистов высокой квалификации. Документация фирмы по рассматриваемым терминалам – это тысячи страниц, но при этом зачастую нет нужной информации, встречаются ошибки».

Статистические данные, приводимые различными авторами [3, 4], подтверждают существенный вклад так называемого «человеческого фактора» в общее количество случаев неправильных действий релейной защиты, достигающий до 50-70%.

Комбинация таких особенностей МУРЗ, как свободно-программируемая логика, избыточность функций, сложность программного интерфейса приводит к образованию весьма опасного вектора, резко снижающего надежность релейной защиты [5].

Как же решить эту проблему? К сожалению, некоторые авторы из правильных исходных посылок делают



весьма странные выводы и выдают не менее странные решения этой проблемы. Так, например, авторы процитированного выше анализа случаев неправильного программирования МУРЗ делают категорический вывод о недопустимости применения в релейной защите ... программируемых логических контроллеров (ПЛК). Такой категорический вывод, не допускающий компромиссов, вызывает, по меньшей мере, недоумение. Хорошо известно, что ПЛК уже давно и очень широко применяются на объектах энер-

гетики: и в системах управления режимами работы, и в качестве средств логического согласования между собой тысяч электронных и электрических устройств на электростанциях, входят в состав различных электронных систем на подстанциях и т. д. Например, в системе управления зарядно-подзарядного устройства производства израильской компании ELCO в качестве части этой системы управления использован стандартный ПЛК фирмы Siemens. А чем, как не ПЛК является система Trafo Guard для контроля за температурой и давлением масла в силовых трансформаторах, которая может и отключить трансформатор в случае аварийного режима, а разве не ПЛК управляют устройствами переключения ответвлений силовых трансформаторов (РПН), а чем как не ПЛК является устройство управления выключателем конденсаторных батарей с функциями защиты от аварийных режимов и т. д.?

Не правда ли, весьма оригинальный вывод: практикуемое сегодня в некоторых случаях применение ПЛК вместо МУРЗ не допустимо потому, что у МУРЗ есть проблемы со свободно-программируемой логикой. Понимая, очевидно, что такая логика не поддается пониманию, авторы [1] пытаются усилить свою позицию, сравнивая технические параметры ПЛК и МУРЗ. Однако, приводимые авторами [1] якобы преимущества МУРЗ перед ПЛК выглядят не очень убедительно, а иногда и просто

странно. Так, по мнению авторов в программируемом контроллере есть контроллер, в микропроцессорном реле защиты его нет. Такого рода странные сравнения иллюстрируют лишь предвзятость в рассмотрении вопроса, но отнюдь не доказательство позиции авторов. Отсутствие в ПЛК функции осциллографирования (в отличие от МУРЗ), или каких-то дополнительных специфических функций также не очень сильный аргумент для вывода о недопустимости применения ПЛК, поскольку возможно, заказчику просто не требуется осциллографирование, или у него уже установлен центральный регистратор событий с осциллографом.

Что касается таких параметров, как диапазон рабочих температур, защищенности от электромагнитных воздействий и т.п., то сегодня на рынке ПЛК представлены так широко и полно, что выбрать среди них подходящие по температурному диапазону или по ЭМС – не представляет никакой сложности.

Ссылка тех же авторов на «применяемые в настоящее время малогабаритные электромеханические реле», для которых минимальный ток при напряжении 24 В должен составлять якобы не менее 12.5 мА – абсолютно не состоятельна и лишь подтверждает предвзятость при рассмотрении этой темы. Специально для коммутации малых токов при низких напряжениях выпускаются сотни типов электромеханических реле с позолочен-



ными контактами, цена которых очень незначительно отличается от цены обычных реле с серебряными контактами. Серебряные контакты или контакты из специальных сплавов, устойчивые к электрической дуге, просто не предназначены для так называемой «сухой» коммутации (при малых токах и малых напряжениях), в процессе которой отсутствует искра на контактах. Зачем же рассматривать недостатки реле при работе в режимах, на которые они вообще не рассчитаны.

Что касается доводов, изложенных в статье О. Г. Захарова [6], то они вообще не выдерживают никакой критики. Чего стоит, например, высказывание типа:

«Как известно, программируемые контроллеры рассчитаны на применение в промышленных сетях, поэтому нельзя рассчитывать на их работу при наличии возмущений (провалов, выбросов и прерываний напряжения), характерных для сетей оперативного питания».

Во-первых, ПЛК рассчитаны на применение в тех условиях, для которых они разрабатывались и они соответствуют тем стандартам, под которые они разрабатывались. Современные контроллеры защищены от провалов и выбросов напряжения питания точно так же, как и МУРЗ, потому, что защиты от такого рода воздействий строятся на совершенно одинаковых принципах. Во-вторых, качество электроэнергии на очень многих промышленных предприятиях намного хуже (а не лучше, как думает автор), чем качество напряжения оперативного питания на подстанциях или на электростанциях с их системами постоянного тока, снабженными батареями или агрегатами бесперебойного питания или специальными конденсаторными блоками (в случае подстанции с переменным оперативным током). Основными причинами провалов и перерывов напряжения в сетях 0.4 кВ собственных

нужд подстанций являются аварийные режимы - короткие замыкания во внешних сетях высокого напряжения. На промышленных предприятиях такие провалы напряжения связаны, в основном, с режимом работы мощного силового электрооборудования, например, пуском мощных электродвигателей, то есть возникают не в результате очень редких аварий, а являются результатом функционирования технологического оборудования [7, 8].

Второй довод того же автора в поддержку вывода о недопустимости использования ПЛК вообще противоречит Закону Ома:

«Не следует забывать, что снижение номинального напряжения оперативного питания до 24 В может потребовать не только значительного увеличения емкости встроенных накопителей энергии (для сохранения устойчивости к перерывам в оперативном питании), но и увеличения пусковых токов при включении оперативного питания устройств на основе программируемых контроллеров».

Что касается озабоченности автора этого тезиса необходимостью «значительного увеличения емкости встроенных накопителей энергии», то это увеличение емкости встроенных накопителей энергии при переходе с напряжения 240В на напряжение 24 В будет сопровождаться десятикратным уменьшением рабочего напряжения конденсаторов этих накопителей, поэтому ни увеличения стоимости, ни увеличения габаритов таких накопителей не произойдет. Что касается второй части

этого тезиса, то его автор, по-видимому, просто не знаком с устройством импульсных источников питания, пусковые токи которых обусловлены наличием конденсатора большой емкости на входе и просто «забыл», что величина тока заряда конденсатора в момент подключения его к внешнему источнику постоянного напряжения не зависит от емкости конденсатора, а определяется по Закону Ома как частное от деления напряжения источника питания на полное сопротивление цепи (включая внутреннее сопротивление источника). Использование Закона Ома приводит к результатам противоположным тем, о которых пишет О. Г. Захаров, то есть не к увеличению, а к значительному уменьшению пусковых токов включения за счет почти де-

сятикратного (с 220В до 24В) уменьшения напряжения питания. Кроме того, и сам импульсный источник питания на напряжение 24В будет дешевле и надежнее источника на 220В [9].

Конкурентные противоречия между интересантами ПЛК и МУРЗ лишь маскируют истинную причину проблем и уводят в сторону от ее решения, поскольку свободно-программируемые МУРЗ являются точно таким же источником проблем, как и свободно-программируемые ПЛК и решение проблемы заключается вовсе не в запрете использования ПЛК в релейной защите, а в существенном ограничении использования свободно-программируемой логики и в ПЛК и в МУРЗ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянец А. Ю., Петров С. П. Логика ЦРЗА и цепей вторичной коммутации. Опасности непрофессиональных решений. – «Новости электротехники», 2011, № 2 (68).
2. Беляев А.В., Широков В.В., Емельянец А.Ю. Цифровые терминалы РЗА. Опыт адаптации к российским условиям. – «Новости электротехники», 2009, № 5
3. Коновалова Е. В. Основные результаты эксплуатации устройств РЗА энергосистем Российской Федерации. – Сборник докладов XV научно-технической конференции «Релейная защита и автоматика энергосистем», Москва, 2002.
4. Kjolle G.H., Heggset J., Hjartsjo B.T., Engen H. Protection System Faults 1999-2003 and the Influence on the Reliability of Supply // 2005 IEEE St. Petersburg Power Tech, St. Petersburg, Russia, June 27-30, 2005.
5. Гуревич В. И. Проблемы оценки надежности релейной защиты. «Электричество», 2011, № 2, стр. 28 – 31.
6. Захаров О. Г. Снижение требований к РЗА недопустимо. – «Новости электротехники», 2011, № 2 (68).
7. M. F. McGranaghan, D. R. Mueller, M. J. Samotyj. "Voltage sags in industrial systems". IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 29, No. 2, 1993, pp. 397-404.
8. Фишман В. Провалы напряжения в сетях промпредприятий. – «Новости Электротехники», 2004, № 5 (29), с. 40 – 43; № 6 (30), с. 38 – 43.
9. Гуревич В. И. Вторичные источники электропитания: анатомия и опыт применения. – «Электротехнический рынок», 2009, № 1, с. 54-58.