

Авторы:

к. т. н. Гуревич В.И.,

Электротехническая компания Израила
г. Хайфа, Израиль

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ И МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ. ВОЗМОЖЕН ЛИ СИМБИОЗ?

Аннотация: автор статьи рассматривает актуальные вопросы совмещения электромеханических и микропроцессорных устройств РЗА в целях обеспечения надежной работы системы релейной защиты энергообъектов в целом.

Ключевые слова: электромеханическое реле защиты (ЭМРЗ), микропроцессорное устройство защиты (МУРЗ), надежность релейной защиты.



Гуревич

Владимир Игоревич

Год рождения: 1956 г.

В 1978 г. окончил факультет электрификации Харьковского национального технического университета им. П. Василенко. В 1986 г. защитил кандидатскую диссертацию в Харьковском политехническом институте по специальности «Электрические аппараты».

Работал преподавателем Харьковского национального технического университета им. П. Василенко; глав. инженером и директором Научно-технического предприятия «Инвертор» (г. Харьков). Руководил проектами по разработке новых видов аппаратуры для Минобороны СССР.

С 2007 г. – эксперт комитета ТС-94 МЭК.

В настоящее время – начальник сектора Центральной лаборатории Электрической компании Израила.

Современная тенденция повсеместного вытеснения из релейной защиты (РЗ) устаревших морально и физически электромеханических реле защиты (ЭМРЗ) и замена их микропроцессорными устройствами релейной защиты (МУРЗ) вовсе не обуславливает повышение надежности РЗ. Скорее наоборот. По многочисленным опубликованным данным [1], переход от ЭМРЗ к МУРЗ очень часто сопровождается заметным снижением надежности релейной защиты, что обусловлено целым рядом причин, подробно рассмотренных в [2] и многих других публикациях автора. В этой связи становятся весьма актуальными вопросы резервирования МУРЗ с целью повышения надежности РЗ. При этом взоры многих специалистов обратились на ЭМРЗ, которые до сих пор служат верой и правдой вот уже более ста лет, обеспечивая работоспособность крупнейших и сложнейших энергосистем мира.

Несмотря на известные положительные свойства и качества ЭМРЗ, обнаружение в эпоху расцвета МУРЗ на Интернет-портале компании АББ – одного из ведущих в мире производителя МУРЗ (<http://www.abb.co.in/product/us/9AAC720475.aspx>) хвалебной оды в адрес ЭМРЗ было все же некоторой неожиданностью:

«Электромеханические реле АББ являются ключевыми элементами в электроэнергетике для новых применений, в которых особо важна надежная работа; для эксплуатации в особо тяжелых условиях окружающей среды или для замены установленных реле. Электромеханические реле АББ защищали энергосистемы в течение более чем 100 лет и при надлежащем контроле, техническом обслуживании и испытаниях, эти реле способны продолжать защищать энергосистемы в течение еще многих лет. Мы имеем 40 летний опыт использования наших реле на атомных электростанциях (сертифицированные реле Класса 1Е). Мы также обеспечива-

ем подготовку и обучение персонала к работе с электромеханическими реле в нашей компании или непосредственно на месте у заказчика».

Использование ЭМРЗ в качестве резервной защиты для совместной работы с МУРЗ началось фактически сразу же с появлением МУРЗ. За прошедшие 20-30 лет сменились уже несколько поколений МУРЗ, но дублирование их ЭМРЗ во многих местах сохранилось, рис. 1.

И не просто сохранилось, как отголосок прошлого, а находит все больше сторонников. Так, например, в Великоустюгских электрических сетях (ВУЭС) Вологдаэнерго после случаев отказов МУРЗ было принято решение на всех присоединениях 6–10–35–110 кВ применять



Рис. 1. Фрагмент панели дистанционной релейной защиты линии 160 кВ с МУРЗ типа MiCOM P437 (внизу), дублированного электромеханическим реле LZ-31 (вверху), включенными на параллельную работу



резервную защиту на электромеханике [3]. И это решение с 2002 года успешно воплощается в жизнь. При этом, чтобы дать возможность МУРЗ использовать все преимущества в части их особых характеристик, ЭМРЗ снабжены задержкой на срабатывание величиной 0,1 с.

По свидетельству [3]:

«Будущее должно быть именно за таким гармоничным сочетанием электромеханических и микропроцессорных устройств РЗА. Сочетание супервозможностей МП УРЗА (новая релейная защита с абсолютно новыми элементами, реализующими всю математику комплексных чисел, математику преобразования Лапласа и т.д.) и сверхнадежности электромеханических УРЗА позволит создать сверхнадежную современную систему РЗА подстанций, функционирующую в экстремальных условиях».

Такого же мнения придерживаются и в Липецких электросетях ОАО Липецкэнерго [4]. Следует, правда заметить, что первая половина статьи [4], написанной начальником службы релейной защиты и автоматики Липецких электрических сетей ОАО «Липецкэнерго» Андреем Внуковым представляет собой собранные вместе дословные копии многочисленных цитат из статьи [5], без всяких ссылок на нее, а вторая ее половина содержит кривые и цифры по снижению интенсивности отказов системы РЗ при дублировании МУРЗ электромеханикой представленные без ссылок, без расчетов, без формул или, хотя бы указаний на метод расчета и принятые в расчете допущения.

Не выдерживает критики и простая параллельная схема соединения между собой выходных контактов МУРЗ и ЭМРЗ поскольку максимальное быстродействие ЭМРЗ (10-20 мс), как правило, превышает быстродействие МУРЗ (40–80 мс) и, поэтому, срабатывать первыми всегда будут ЭМРЗ, а функции и характеристики МУРЗ останутся не реализованными, что нельзя признать обоснованным.

Утверждение А. Внукова о том, что такое включение МУРЗ и ЭМРЗ «позволит увеличить продолжительность интервалов между отказами срабатыва-

ния защит, а также снизит вероятность излишних срабатываний» противоречит основам теории надежности. При простом параллельном соединении замыкающихся выходных контактов двух параллельно включенных реле реализуется логическая схема «ИЛИ», при которой вероятность излишних срабатываний увеличивается, а не снижается.

Полное игнорирование значительной вероятности излишних срабатываний защиты при включении МУРЗ и ЭМРЗ на параллельную работу является, по нашему мнению, фундаментальной ошибкой при использовании такого способа резервирования РЗ. По имеющимся в распоряжении автора данным, излишние срабатывания РЗ составляют, примерно, около 40-45% от общего количества неправильных действий РЗ. Как показано в [6 и 7], ущерб от излишних срабатываний РЗ может превышать ущерб от несрабатывания РЗ, в частности, по той причине, что защиты в сетях строятся таким образом, что при несрабатывании одного вида защиты, срабатывает другой вид защиты, или защита следующей ступени, в то время, как никакой защиты от излишних срабатываний сегодня в сетях нет и само по себе такое ложное срабатывание релейной защиты способно привести к возникновению ситуации, аналогичной по своим последствиям тяжелой аварии в энергосистеме [6]. В этой связи хотелось бы отметить, что причиной абсолютно всех тяжелых системных аварий, происходящих в мире, являются неправильные действия релейной защиты во время локальных аварийных режимов, перерастающих именно из-за этого в системные аварии. Такие аварии периодически происходят в энергосистемах различных стран мира. Краткая информация о них публикуется практически в каждом номере международного журнала «РАС» («Protection, Automation and Control»).

Решение проблемы было предложено автором еще 17 лет тому назад, когда проблемы МУРЗ только-только начали вырисовываться [8]. В этой статье автором было предложено использовать быстродействующие электромеханические герконовые реле в качестве

пускового органа, деблокирующего МУРЗ. Большой опыт автора по разработке и применению герконовых реле в различных областях техники, включая специальную и военную технику, показал, что на основе герконовых реле с усиленной изоляцией можно создать широчайшую гамму устройств, обладающих прекрасными характеристиками [9], которые можно с успехом применять и в качестве пускового органа МУРЗ. Такой пусковой орган невозможно активизировать кибернетической атакой [10], он на порядок более устойчив к преднамеренным электромагнитным деструктивным воздействиям (ПЭДВ) [11], чем МУРЗ. Если использовать принцип шунтирования чувствительных входов (не токовых) МУРЗ нормально замкнутыми герконами пускового органа, то это может предотвратить проникновение высоковольтных импульсов на эти входы МУРЗ и его повреждение ПЭДВом. Включение других герконов этого пускового органа последовательно с контактами выходных реле МУРЗ предотвратит несанкционированные действия релейной защиты под воздействием кибернетического вмешательства извне (рис. 2).

Таким образом, без активации током и/или напряжением такого пускового органа, МУРЗ не сможет воздействовать на режим работы энергосистемы, даже будучи активированным посредством кибернетической атаки или будучи подвергнутым воздействию ПЭДВ или просто мощной электромагнитной помехи. Если же пусковой орган был активиро-

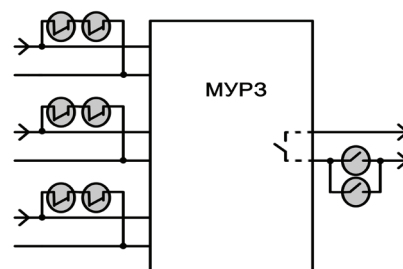


Рис. 2. Схема включения герконов электромеханического пускового органа для блокирования/деблокирования МУРЗ. Двойное количество герконов применяется для повышения надежности пускового органа

ван, то ничего не мешает использованию особых характеристик и широких функциональных возможностей МУРЗ. При этом излишние срабатывания самого пускового органа никак не влияют на работу релейной защиты и поэтому никаких особых требований к точности срабатывания пускового органа не предъявляется. Важно лишь, чтобы он срабатывал всегда до МУРЗ, то есть имел меньшие уставки срабатывания по контролируемому параметру. Пример конкретных схемотехнических решений такого пускового органа и рекомендации по выбору элементной базы для его реализации приведены в [12].

Если иметь ввиду обычные режимы работы МУРЗ, а не какие-то экстремальные, при которых они просто не в состоянии нормально функционировать (например, экстремально низкие температуры) то, только имея эффективную защиту от излишних срабатываний МУРЗ можно применять резервирование путем включения на параллельную работу МУРЗ и ЭМРЗ. То есть, только при совместном использовании МУРЗ, специального пускового органа и ЭМРЗ можно получить, по нашему мнению, действительно «супернадежную» (по определению [3]) релейную защиту.

Литература

1. Гуревич В. И. Технический прогресс в релейной защите. Опасные тенденции развития РЗА. - Новости электротехники, 2011, № 5, с. 38 - 40.
2. Гуревич В. И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы - Инфра-Инженерия, Москва, 2011, 336 с.
3. Щедриков Б. Д. Электромеханические устройства релейной защиты и автоматики в энергетике: настоящее и будущее. - Релейная защита и автоматизация, 2010, № 1, с. 61-63.
4. Внуков А. А. Опыт внедрения микропроцессорных терминалов в современных условиях. - Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность, 2008, № 8, с. 40-41.
5. Гуревич В. Микропроцессорные реле защиты: новые перспективы или новые проблемы? - Новости электротехники, 2005, № 6 (36), с. 57-60.
6. Гуревич В. И. Вопросы философии в релейной защите. - Мир техники и технологии, 2013, № 1, с. 56-58.
7. Гуревич В. И. Нужна ли защита релейной защите? - Электроэнергия. Передача и распределение, 2013, № 2, с. 94-97.
8. Гуревич В. И. О некоторых путях решения проблемы электромагнитной совместимости релейной защиты в электроэнергетике. - Промышленная энергетика, 1996, № 3, с. 25 - 27.
9. Gurevich V. Electronic Devices on Discrete Components for Industrial and Power Engineering. - CRC Press (Taylor & Francis Group), Boca Raton-London-New York, 2008, 419 p.
10. Гуревич В. И. Кибероружие против энергетики. - PRO Электричество, 2011, №1, с. 26 - 29.
11. Гуревич В.И. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты. - Компоненты и технологии, 2010, № 2, с. 60-64; № 3, с. 91-96; № 4, с. 46-51.
12. Гуревич В. И. Устройство защиты релейной защиты. - Компоненты и технологии, 2013, № 5.