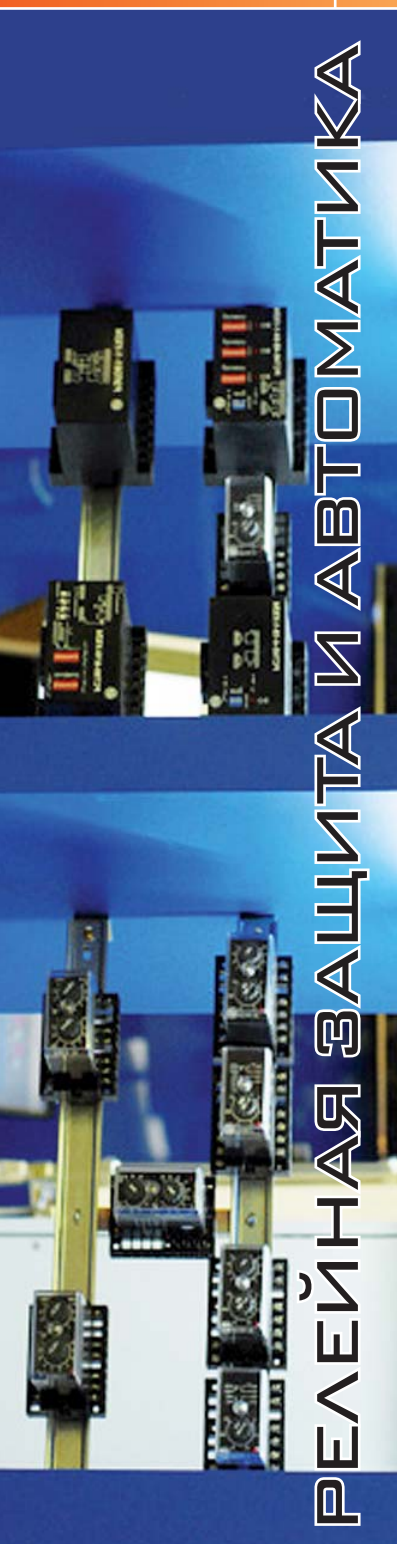


Нужна ли защита релейной защите?

СЕТИ
РОССИИ

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА



Как известно, релейная защита предназначена для защиты электрооборудования от аварийных режимов, но оказывается, что и сама релейная защита нуждается в защите. От чего и как нужно защищать релейную защиту? На эту тему рассуждает к.т.н. Владимир ГУРЕВИЧ.

Какие реле защиты лучше: электромеханические или микропроцессорные? Споры на эту тему не утихают уже лет 25, с того самого момента, как микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ) начали производиться всеми ведущими электротехническими концернами мира, а также десятками новых компаний, специализирующихся только на производстве МУРЗ. Споры продолжаются несмотря на совершенно очевидную общемировую тенденцию постепенного и повсеместного вытеснения электромеханических реле защиты (ЭМ) микропроцессорными из всех областей применения. Пожалуй, ни один другой из обсуждаемых на форумах и на страницах технических журналов вопросов не вызывает столь острой и бурной реакции, как этот. Почему?

МУРЗ, как и любые другие сложные современные компьютеризированные системы, не могут не обладать недостатками и проблемами. Описанию этих недостатков и проблем посвящены многочисленные статьи и книги [1–3 и др.]. Речь идёт о массе совершенно новых технических проблем, присущих только МУРЗ и не известных ранее для ЭМ. В качестве крупных, глобальных проблем можно упомянуть проблему кибербезопасности релейной защи-

ты, основанной на МУРЗ [4], и проблему резкого повышения уязвимости релейной защиты на базе МУРЗ к так называемым «преднамеренным электромагнитным деструктивным воздействиям» (ПЭДВ) [5]. Эти проблемы в совокупности с массой более мелких технических проблем, присущих МУРЗ, приводят к тому, что надёжность релейной защиты на базе МУРЗ становится ниже надёжности защиты на ЭМ. В качестве доводов в пользу микропроцессорных защит приводятся обычно их особые характеристики по срабатыванию, информационные возможности, удобство при настройке и изменении уставок, многообразие функциональных возможностей. Конечно, МУРЗ имеют значительные и неоспоримые преимущества и в части характеристик, и в части функциональных возможностей. Но разве все эти положительные качества дезавуируют отмеченные выше проблемы и недостатки МУРЗ? Разве прекрасные и недоступные для ЭМ характеристики МУРЗ делают их более устойчивыми к кибератакам или к ПЭДВ? Оказывается, что не только не делают более устойчивыми, а, наоборот, лишь снижают общую надёжность релейной защиты [6].

В работе [7] показано, что, в отличие от многих других видов электронной аппаратуры, напри-

мер бытовой, для реле защиты надёжность является значительно более важным показателем, чем характеристики и функциональные возможности. В ответ на это приходится иногда слышать возражения о том, что, дескать, важность надёжности релейной защиты слишком преувеличена автором, что в сетях всегда есть не одна, а несколько типов защит и если не сработает одна из защит, то непременно сработает другая, поэтому общее снижение надёжности релейной защиты при переходе от ЭМ к МУРЗ не так уж и важно. При этих рассуждениях не учитывается то обстоятельство, что неправильные действия релейной защиты обусловлены не только её несрабатыванием в аварийном режиме, но и излишними срабатываниями в отсутствие аварийных режимов, когда само такое ложное срабатывание релейной защиты способно привести к возникновению ситуации, аналогичной по своим последствиям тяжёлой аварии в энергосистеме. Хотелось бы напомнить, что причиной абсолютно всех тяжёлых 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»). Одна из таких аварий произошла (также по вине релейной защиты на Лукомльской ГРЭС) 25 июня 2008 г. в Беларуси [8].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что сам по себе вопрос, сформулированный в начале статьи, не только не корректен, потому что на него нельзя дать однозначного ответа, но и не актуален, поскольку производство всех видов ЭМ прекращено во всём мире, за исключением России, где выпуск ЭМ продолжается в небольших объёмах на

ЧЭАЗ. Правильнее, на наш взгляд, было бы говорить о том, что по ряду параметров неоспоримое преимущество имеют МУРЗ, тогда как по другим параметрам — ЭМ. Спор о том, какие реле защиты — ЭМ или МУРЗ — лучше, по нашему мнению, вообще не интересен и бесперспективен. Значительно более важной является проблема устранения недостатков МУРЗ, в частности проблема повышения кибербезопасности и снижения уязвимости к преднамеренным электромагнитным деструктивным воздействиям и доведения этих показателей до уровня, которым обладают ЭМ. Возможно ли решение этих проблем?

По нашему мнению — да, и оно заключается в объединении лучших свойств МУРЗ с лучшими свойствами ЭМ. Но возможно ли в принципе создание такого гибрида? Впервые идея гибридного реле защиты, сочетающего в себе помехоустойчивость ЭМ с прекрасными характеристиками и широкими функциональными возможностями МУРЗ, была изложена мной ещё 17 лет назад [9], когда проблемы МУРЗ только только начали вырисовываться. В этой статье было предложено ис-

пользовать быстродействующие электромеханические герконовые реле в качестве пускового органа, запускающего МУРЗ. Мой большой опыт 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 [10], которые можно с успехом применять и в качестве пускового органа МУРЗ. В качестве такого пускового органа может служить быстродействующее (единицы миллисекунд) реле тока, напряжения, мощности, сопротивления [11, 12]. Такой пусковой орган невозможно активизировать кибернетической атакой, он на порядки более устойчив к ПЭДВ, чем МУРЗ. Если использовать принцип шунтирования чувствительных входов МУРЗ нормально замкнутыми герконами пускового органа, то это может предотвратить проникновение высоковольтных импульсов на чувствительные входы МУРЗ и его повреждение ПЭДВ (разумеется, речь не идёт о низкоомных токовых входах). Включение герконов такого пускового органа последовательно с контактами выходных реле МУРЗ предотвратит несанкционированные действия релейной защиты под воздействием кибернетического вмешательства извне. 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. Если же пусковой орган был активирован, то ничего не мешает использованию особых характеристик и широких функциональных возможностей МУРЗ.

Современные наполненные инертным газом под давлением или вакуумные герконы обладают прекрасными изоляционными,

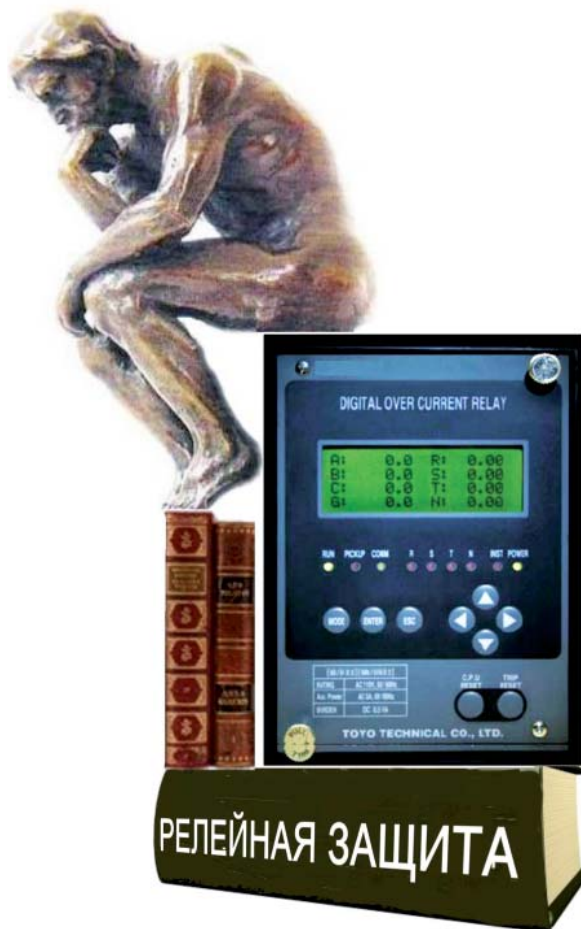


Табл. Основные параметры некоторых типов герконов с переключающим контактом

| Параметр/ Тип и производитель | GC 1917 Comus | HSR-830R Hermetic Switch. Inc. | HSR-834 Hermetic Switch. Inc. | HSR-V933W Hermetic Switch. Inc. |
|--|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Максимальная коммутируемая мощность, Вт | 60 | 25 | 100 | 100 |
| Максимальное коммутируемое напряжение, В | 400 | 250 | 500 | 500 |
| Максимальный коммутируемый ток, А | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Пробивное напряжение, В | 1000 | 1000 | 1000 | 1500 |
| Время замыкания, мс | 4,0 | 3,6 | 2,0 | 4,2 |
| Время размыкания, мс | 0,15 | 4,2 | 1,0 | 3,7 |
| Размеры баллона, мм | D=5,6 L=36 | D=5,3 L=32 | D=5,3 L=34 | D=5,3 L=33 |

коммутационными и временными характеристиками, не требуют никакого обслуживания, работают в широком температурном диапазоне, не подвержены влиянию влажности воздуха, являются отличной элементной базой для многих устройств автоматики [10, 13]. Например, небольшой газонаполненный геркон Bestact R15U фирмы Yaskawa со специальным контактом (рис. 1).

Мощный газонаполненный геркон типа Bestact R15U фирмы Yaskawa с двустадийной коммутацией предназначен для включения токов до 30 А при напряжении 240 В и может быть с успехом использован

для последовательного включения с контактом внутреннего выходного реле МУРЗ. Высоковольтные миниатюрные вакуумные переключающие герконы различных типов, содержащие нормально замкнутый контакт (табл.), могут быть использованы в пусковом органе для шунтирования чувствительных входов МУРЗ.

Герконы обладают ярко выраженным порогом срабатывания, что облегчает задачу создания пусковых органов на основе электромагнитной системы, не содержащей подвижных частей. В принципе, это могут быть достаточно простые пороговые устрой-

ства, не обладающие какими-то сложными характеристиками, поскольку срабатывание такого порогового устройства вовсе не означает срабатывания реле защиты, а лишь разрешает его дальнейшее функционирование в составе системы релейной защиты с использованием всех его функций и специальных характеристик.

Совершенно очевидно, что, в соответствии с теорией надёжности, включение дополнительных контактов, пусть даже и высоконадёжных, последовательно с контактами выходных реле МУРЗ или параллельно его входам приведёт к определённому снижению надёжности релейной защиты. Насколько? Для ответа на этот вопрос сегодня нет никакой реальной информации ввиду полного отсутствия опыта эксплуатации таких устройств. Однако, в случае если это окажется необходимым, такое снижение надёжности может быть очень просто скомпенсировано использованием двух параллельно или последовательно соединённых герконов в качестве каждого дополнительного контакта.

У электромеханических реле вероятность отказов типа «излишние срабатывания» несравненно меньше вероятности несрабатывания, поэтому их параллельное соединение (в отличие от простого параллельного соединения МУРЗ) однозначно увеличит надёжность релейной защиты.

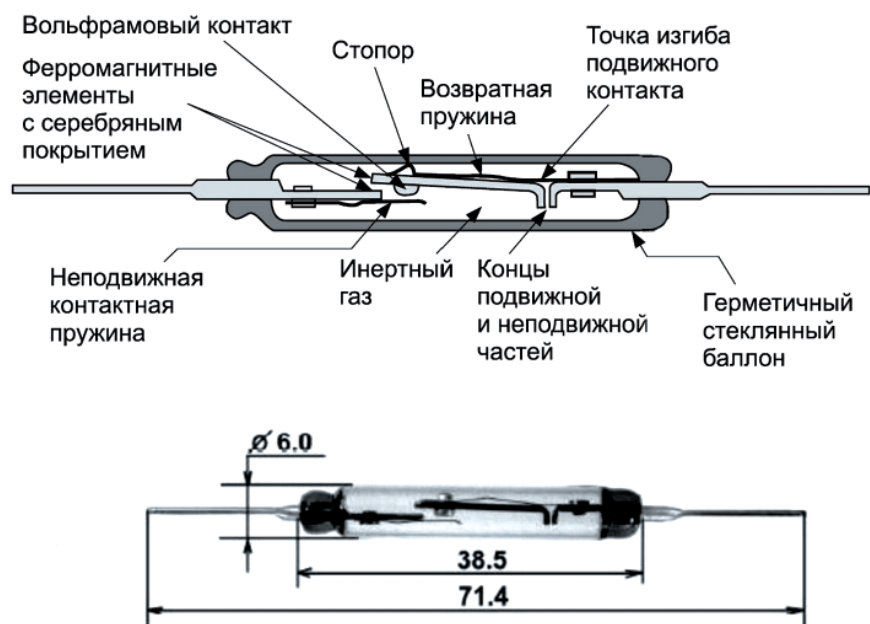
Для нормально замкнутых дополнительных контактов, шунтирующих входы МУРЗ, повышение надёжности может быть достигнуто последовательным соединением этих контактов между собой (рис. 2).

Разумеется, предложенные решения являются лишь некоей общей концепцией, требующей, безусловно, тщательной дополнительной проработки, однако они указывают на принципиальную возможность осуществления и показывают пути решения актуальных проблем, стоящих сегодня перед релейной защитой.

ЛИТЕРАТУРА

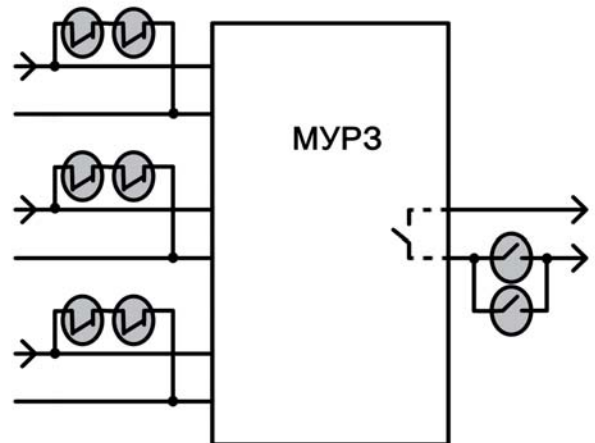
1. Гуревич В.И. Микропроцессорные реле защиты: новые перспективы или новые проблемы? – Новости электротехники, 2005, № 6 (36), с. 57–60.

Рис. 1. Мощный газонаполненный геркон типа Bestact R15U фирмы Yaskawa с двустадийной коммутацией



2. Гуревич В.И. Надёжность микропроцессорных устройств релейной защиты: мифы и реальность. — Проблемы энергетики, 2008, № 5–6, с. 47–62.
3. Гуревич В.И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы и решения. — М.: Инфра-Инженерия, 2011, 336 с.
4. Нудельман Г.С. О требованиях кибербезопасности систем РЗА. — журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, № 2(11), 2012 г.
5. 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.
6. Гуревич В.И. «Интеллектуализация» релейной защиты: благие намерения или дорога в ад? — Электрические сети и системы, 2010, № 5, с. 63–67.
7. Гуревич В.И. Вопросы философии в релейной защите. — Мир техники и технологии, 2013, № 1, с. 56–58.
8. Гуревич В.И. Авария на Лукомльской ГРЭС: взгляд со стороны. — PRO Электричество, 2008, № 3. с. 3–7.
9. Гуревич В.И. О некоторых путях решения проблемы электромагнитной совместимости релейной защиты в электроэнергетике. — Промышленная энергетика, 1996, № 3, с. 25–27.
10. 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.
11. Гуревич В.И. Перспективы применения гибридной технологии в релейной защите и автоматике. — Компоненты и технологии, 2011, № 10, с. 70–73.
12. Гуревич В.И. Гибридные герконо-полупроводниковые уст-

Рис. 2. Применение дублированных пар герконов для повышения надёжности электромеханического пускового органа МУРЗ



ройства — новое поколение реле защиты. — Проблемы энергетики, № 9–10, 2007, с. 27–36.

13. Гуревич В.И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения. — М.: Солон-Пресс, 2011, 688 с.

ВСЁ, ЧТО ВЫ ХОТЕЛИ ЗНАТЬ ОБ ИСТОЧНИКАХ ПИТАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ



В новой книге Владимира Гуревича подробно описаны устройства и системы электропитания релейной защиты — от встроенных источников питания микропроцессорных реле защиты, зарядно-подзарядных агрегатов, аккумуляторных батарей, источников бесперебойного питания до особенностей систем резервирования оперативного постоянного тока подстанций и электростанций. Рассматриваются также и конкретные проблемы устройств и систем электропитания РЗ, встречающиеся на практике, но малоизвестные и не описанные в технической литературе. Описание технических проблем сопровождается предложениями по их решению. Попутно автор попытался решить проблему недостаточного уровня знаний в области электроники у персонала, обслуживающего системы электропитания РЗ, путём описания в первой главе книги основ электроники и самой распространённой элементной базы: транзисторов, тиристоров, оптронов, логических элементов, реле.

Книга рассчитана на инженеров и техников, занимающихся эксплуатацией систем оперативного тока и собственных нужд подстанций и электростанций, систем релейной защиты, а также может быть полезна преподавателям и студентам соответствующих дисциплин средних и высших учебных заведений.

Заказать книгу можно в издательстве Инфра-Инженерия: <http://www.infra-e.ru/>