

ИСПЫТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ:

Настоящее и будущее

В. И. Гуревич,
кандидат техни-
ческих наук (цент-
ральная лаборато-
рия Электрической
компании Израиля)



1. Введение.

Можно предположить, что первые приспособления для проверки реле защиты появились практически одновременно с самими реле защиты. Естественно, они были такими же примитивными, как и сами реле защиты. На первых порах это были просто калиброванные катушки индуктивности, рис. 1, и реостаты.

По мере совершенствования реле, усложнялись и испытательные установки для их проверок. Появились испытательные стенды (рис. 2) содержащие наборы индуктивностей и активных сопротивлений, с помощью которых уже можно было задавать углы между током и напряжением в широком диапазоне и проверять достаточно сложные электро-механические реле.

В разных энергосистемах были установлены различные сроки периодических проверок релейной защиты (один раз в 2 – 3 года), но они, обычно, соблюдались неукоснительно.

С появлением на рынке микро-процессорных устройств релейной защиты (МУРЗ) ситуация кардинально изменилась. Производители этих устройств заявили, что микро-процессорные реле якобы не нуждаются в периодических проверках потому, что имеют мощную встроенную систему самодиагностики. Эта особенность МУРЗ фигурировала в



Рис. 1. Набор индуктивностей фирмы General Electric для проверки электромеханических реле защиты.

рекламных проспектах чуть ли не как главное их преимущество перед электромеханическими и аналоговыми электронными реле. Мощная рекламная компания, развернутая

производителями МУРЗ, сыграла свою роль. Многие специалисты релейной защиты безоговорочно поверили в этот рекламный трюк, не имея возможности на практике проверить

достоверность этого утверждения, хотя было совершенно очевидно, что невозможно создать тестовую систему на базе внутреннего микропроцессора МУРЗ, которая проверяла бы физическую исправность многих



Рис. 2. Испытательная установка типа TURN-20 (ASEA) для проверки электромеханических реле защиты содержащая наборы индуктивностей и активных сопротивлений

тысяч электронных компонентов.

Да и функционально невозможно проверить исправность, например, блока входов или блока выходов без включения этих блоков и проверки реакции реле на подачу на них сигналов. На практике оказывается, что большинство МУРЗ попросту не замечают замену целой печатной платы одного вида на плату другого вида, не совместимой с текущими уставками реле. Об этом и о других рекламных трюках, связанных с «самодиагностикой» МУРЗ уже упоминалось ранее в многочисленных публикациях автора на эту тему.

В отличие от производителей МУРЗ, производители тестовых систем релейной защиты (ТСКЗ) всегда утверждали, что все реле защиты должны обязательно проходить периодические проверки, включая также и МУРЗ, поскольку так называемой «самодиагностикой» в них охвачены не более 15% программного обеспечения и «железа». Несмотря на утверждения производителей МУРЗ о нецелесообразности периодических проверок защит, фирмы-производители ТСКЗ продолжали, не переставая, интенсивно разраба-

тывать и выбрасывать на рынок все новые и новые тестовые системы.

2. Современные тестовые системы для реле защиты.

Поскольку принципы построения МУРЗ сегодня стали общими для большинства фирм-производителей, то, естественно и предлагаемые сегодня на рынке тестовые системы различных фирм также весьма похожи друг на друга, и не только по внешнему виду, рис.3, но и по своим характеристикам. ТСПЗ сегодня – это полностью компьютеризированные устройства, не содержащие на лицевой панели никаких органов управления, кроме гнезд для подключения внешних проводов и разъема RS232 для подключения компьютера. Стоимость таких ТСПЗ составляет десятки тысяч долларов.

Такие системы предназначены для проведения испытаний трех групп: статических (steady state tests), динамических (dynamic tests) и переходных процессов (transient tests). Первая группа испытаний предполагает проверку базовых уставок срабатывания реле и является как бы предварительным испытанием реле. Вторая группа испытаний предназначена, в основном, для проверки поведения сложных защит, таких как дистанционные или дифференциальные, на различных участках характеристик и зон защиты при изменении входных параметров (ток, напряжение, угол) во времени. Третья группа испытаний предполагает инъекцию во входные цепи реле токов и напряжений, соответствующих файлам переходных процессов в формате COMTRADE, извлеченных из регистрирующих устройств, записавших реальный переходной процесс короткого замыкания в сети, или файлов в том же формате, построенных искусственно с помощью специальных программ. Результаты испытаний формируются в базу данных, реализованную, как правило, на основе Sybase SQL Anywhere и автоматически оформляются в виде стандартного протокола, который может быть переслан на принтер. Изготовители ТСПЗ предлагают, обычно, наборы тестовых процедур (библиотеки) в виде макросов для различных видов испытаний и даже для некоторых распространенных типов реле.

3. Проблемы современных ТСПЗ

Современные ТСПЗ обладают истинной супергибкостью и широчайшими функциональными возможностями. Эти ТСПЗ позволяют симулировать практически любые встречающиеся на практике условия работы реле защиты, включая создание под собственные требования искусственных COMTRADE файлов; искусственное искажение формы кривой тока; симуляция гармоник; смещение синусоиды тока относительно оси (симуляция апериодической составляющей); симуляция ответной реакции выключателя; автоматическое построение самых сложных полигональных характеристик дистанционных защит; синхронизация дифференциальных защит через спутники и т.п. Такие супервозможности современных ТСПЗ обуславливают наличие и оборотной стороны медали: необходимости вводить сотни параметров в десятки таблиц для выполнения каждого отдельного испытания реле. При этом встроенные библиотеки тестовых процедур на практике мало помогают, так как не освобождают от необходимости заполнения многих таблиц. К этому следует добавить не меньшую гибкость и универсальность испытуемого объекта (МУРЗ), также требующего введения огромного количества параметров из десятков выпадающих меню и таблиц. Малейшее несоответствие между собой настроек МУРЗ и ТСПЗ приводит к неправильным результатам. Причем, далеко не всегда можно понять, что полученные результаты неверны. И даже в тех случаях, когда ошибка очевидна (например, полученная характеристика реле не соответствует теоретической), очень сложно определить, где именно допущена ошибка: в настройках МУРЗ или в настройках ТСПЗ. На собственном опыте автор может подтвердить, что поиск ошибки такого рода чрезвычайно сложен и занимает много усилий и времени. Не менее сложна работа с моделью электрической сети (Power System Model), применяемой в ТСПЗ некоторых типов, для проверки дистанционных защит. Для настройки параметров ТСПЗ в этом режиме необходимо знание множества параметров реальной электрической сети, которые необходимо занести со специальными коэффициентами во множество таблиц. Технику и даже

инженеру службы релейной защиты многие из этих параметров реальной сети и применяемых коэффициентов часто не известны, что требует участия в процедуре проверки реле инженеров из других служб энергосистемы.

4. Предлагаемые решения проблем

Психологами давно установлено, что чем большим количеством кнопок и рычажков (реальных или виртуальных, то есть программных) должен манипулировать оператор, тем ниже эффективность взаимодействия человека с такой техникой. Многие функции и возможности такой «навороченной» техники просто выпадают из человеческого восприятия. Как же совместить универсальность и широчайшие функциональные возможности TCPЗ с реальными возможностями среднего техника или инженера службы релейной защиты, нуждающегося в быстрой и точной проверке ограниченного количества типов реле? Преодолевая огромные сложности, разрабатывать и отлаживать собственные процедуры и создавать на их основе собственную библиотеку макросов, как это предусмотрено производителями TCPЗ? У нас имеются предложения по более радикальному решению этой проблемы:

4.1. Современные микропроцессорные TCPЗ последнего поколения технически не целесообразно и экономически не оправданно использовать для тестирования простейших электромеханических реле, таких как реле тока и напряжения (например, типа РТ-40 или РН-54, как это предусмотрено производителями Российского TCPЗ типа РЕТОМ-51). Для этих целей значительно эффективнее использование более простых тестовых систем. Не имеет никакого смысла разработка тестовых процедур для компьютерного автоматизированного тестирования таких реле, если только речь не идет об испытании сотен одинаковых реле в процессе их производства.

4.2. Использование в современных микропроцессорных TCPЗ последнего поколения встроенных библиотек тестовых процедур, требующих внесения большого количества параметров и знания множества коэффициентов, можно признать целесообразным только для сложных электромеханических защит старого типа (например, дистанционных защит типа LZ-31).

4.3. Для тестирования современных сложных многофункциональных МУРЗ должна быть разработана общая для всех типов TCPЗ программная платформа, требования к которой должны быть узаконены международным стандартом. Примером такой общей

теристики, или для типовых примеров электрических сетей. На втором, под номерами, соответствующими наборам уставок защиты, должны быть записаны полные наборы уставок для TCPЗ и схемы внешних подключений МУРЗ к выходам и входам TCPЗ.



Рис. 3. Современные компьютеризированные тестовые системы последнего поколения для испытания многофункциональных микропроцессорных защит

программной платформы является общеизвестная Sybase SQL Anywhere, которая широко используется для создания базы данных в различных устройствах сбора и обработки данных, симуляторах, испытательных установках различных изготовителей. Другим примером является универсальный формат COMTRADE, который используется во всех типах микропроцессорных регистраторов аварийных режимов и, собственно, во всех типах TCPЗ для симуляции переходных режимов.

4.4. Прикладные программы для работы с TCPЗ различных типов могут иметь совершенно разные интерфейсы, но все они должны быть выполнены на базе общей стандартной программной платформы.

4.5. Производители МУРЗ должны снабжать свои защиты двумя компакт дисками. На одном из них под соответствующими номерами должны быть записаны полные наборы уставок для специфических режимов работы защит, или для характерных точек харак-

4.6. Эффективное использование современных TCPЗ для тестирования современных многофункциональных МУРЗ обеспечивается, по моему мнению, только в том случае, если вся процедура тестирования сведется к загрузке в МУРЗ набора уставок номер XX1, загрузке в TCPЗ набора уставок номер YY1, подключению МУРЗ к TCPЗ и ... приготовлению порции кофе.

5. Выводы.

Предлагаемый набор мероприятий по унификации программной платформы современных микропроцессорных TCPЗ последнего поколения позволит организовать работу по тестированию современных многофункциональных МУРЗ совершенно по-новому, что, по моему мнению, снимет массу технических и психологических барьеров, и будет способствовать значительно более широкому использованию, как МУРЗ, так и TCPЗ. **Рис**