

ИСПЫТАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Гуревич В.И., канд. техн. наук

Рассмотрены проблемы современных тестовых систем релейной защиты. Тестовые системы предназначены для проведения статических, динамических испытаний и испытаний при переходных процессах. Они позволяют симулировать практически любые встречающиеся на практике условия работы реле защиты. Несмотря на их супергибкость и широчайшие возможности, отмечается и громоздкость набора операций при испытаниях и встроенных библиотек тестовых процедур. Предложены пути решения проблем.

Ключевые слова: микропроцессорные устройства релейной защиты; диагностика; тестовые системы; современные проблемы; пути решения

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 электромеханические реле.



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

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 микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ) ситуация кардинально изменилась. Производители этих устройств заявили, что микропроцессорные реле якобы не нуждаются в периодических проверках потому, что имеют мощную встроенную систему самодиагностики. Эта особенность МУРЗ фигурировала в рекламных проспектах чуть ли не как главное их преимущество перед электромеханическими и аналоговыми электронными реле. Мощная рекламная кампания, 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 тысяч электронных компонентов.



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

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 замены целой печатной платы одного вида на плату другого вида, несовместимой с текущими уставками реле.

В отличие от производителей МУРЗ производители тестовых систем релейной защиты (ТСРЗ) 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 ТСРЗ продолжали интенсивно разрабатывать и выбрасывать на рынок все новые и новые тестовые системы.

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. ТСРЗ 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 ТСРЗ 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 файлов 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 ТСРЗ предлагают обычно наборы тестовых процедур (библиотеки) в виде макросов для различных видов испытаний и даже для некоторых распространенных типов реле.

Проблемы современных ТСРЗ

Современные ТСРЗ обладают поистине супергибкостью и широчайшими функциональными возможностями. Эти ТСРЗ 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 ТСРЗ 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

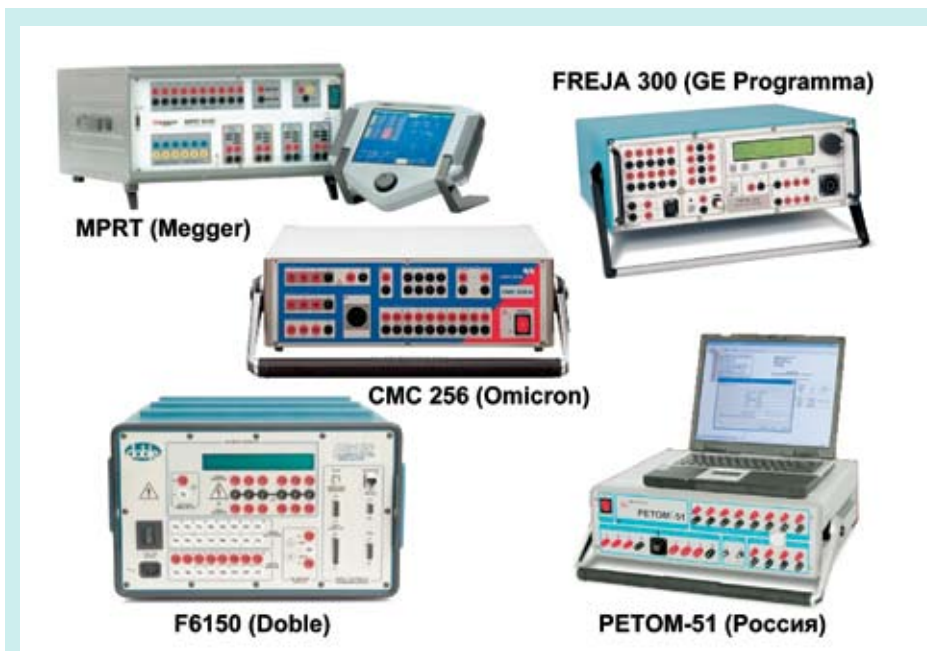


Рис. 3. Современные компьютеризированные тестовые системы последнего поколения для испытания многофункциональных микропроцессорных защит

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 требует 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.

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 ТСПЗ 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 ТСПЗ? Предлагается более радикальное решение этой проблемы.

1. Современные микропроцессорные ТСПЗ 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 ТСПЗ 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.

2. Использование в современных микропроцессорных ТСПЗ 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).

3. Для тестирования современных сложных многофункциональных МУРЗ должна быть разработана общая для всех типов ТСПЗ программная платформа, требования к которой должны быть узаконены международным стандартом. Примером такой общей 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 ТСПЗ для симуляции переходных режимов.

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

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

6. Эффективное использование современных ТСПЗ для тестирования современных многофункциональных МУРЗ обеспечивается, по мнению автора, только в том случае, если вся процедура тестирования сведется к загрузке в МУРЗ набора уставок номер ХХ1, загрузке в ТСПЗ набора уставок номер YY1, подключению МУРЗ к ТСПЗ.

Выводы

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

Гуревич Владимир Игоревич — заместитель начальника сектора релейной защиты. Центральная лаборатория Электрической компании Израиля, г. Хайфа, эксперт комитета ТС-94 Международной Электротехнической Комиссии (9724) 8596394 gurevich2@bezeqint.net