



PS3 – S7-10



Актуальные вопросы комплексной проверки устройств РЗА, использующих стандарт МЭК 61850

Б.С. ЗАЙЦЕВ, Н.М. АЛЕКСАНДРОВ

ООО «НПП «Динамика»

Россия

boris@dynamics.com.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Тестирование, МЭК 61850, GOOSE, PETOM.

Рассматривая сложившуюся ситуацию в российской энергетике, связанную с внедрением современных микропроцессорных устройств РЗА (IED-интеллектуальное электронное устройство), поддерживающих стандарт МЭК 61850, можно сказать, что одним из тормозов на пути внедрения является вопрос их проверки. Непонятно, что именно, чем и как нужно проверять. Какие проверки в устройствах IED обязательны, а для каких достаточно использовать автоматический контроль? В самом стандарте это только обсуждается.

Другой неясный вопрос: надо ли проверять работу сети Ethernet и как это сделать? Считается, что если компьютерная сеть работает, то нет необходимости в ее проверке. Информация по сети доставляется с нелимитированным временем, т.е. время ее передачи может варьироваться от единиц до сотен миллисекунд в зависимости от загрузки. Таким образом, чем больше объем передаваемой по сети информации, тем больше время задержки при ее передаче. Учитывая, что на работу сети влияют все элементы, включенные в нее, то при любых изменениях в их работе необходимо проверять работу всей сети. Например, при замене аппаратной части (server, router, switch), расширении сети, обновлении любого программного обеспечения (в том числе ПО терминалов), запуск дополнительной программы типа АСУ ТП, АСКУЭ, АРМ и т.д. Таким образом, диагностику сети, возможно, придется проводить даже чаще, чем проверять сами IED. Следовательно, для обеспечения полноценно работающей среды передачи информации между всеми устройствами необходимо не только разумно подходить к размеру и топологии физической сети, конфигурации и настройке интервалов передачи пакетов данных, но и выполнять соответствующие измерения. Реальные данные позволяют значительно качественнее оптимизировать информационный трафик и гарантировать, что и при аварии все сообщения будут доставлены вовремя.

В стандарте МЭК 61850 описано несколько различных протоколов управления и обмена данными. В данном докладе рассмотрим только обмен данными между IED устройствами, выполненный на GOOSE и SV-сообщениях, так как время их передачи сильно влияет на правильность функционирования релейной защиты. Другие протоколы (это TCP/IP и более высокого уровня) не так сильно влияют на ее работу и в этом докладе не рассматриваются.

Таким образом, при проверке терминала необходимо, чтобы в комплексе проверочного оборудования было специальное устройство, работающее с сетью Ethernet, способное считывать, обрабатывать и выдавать GOOSE и SV-сообщения. В качестве такого устройства НПП «Динамика» предлагает коммутационный блок PET-61850, который входит в состав диагностических комплексов PETOM-51 и PETOM-61. Блок обеспечивает одновременный прием, первичную обработку и передачу 16 GOOSE-сообщений с 64-мя дискретными сигналами. Он имеет 4 канала RJ-45 со скоростью до 100 Мбит/сек. В настоящее время ведется работа по

расширению его функциональных возможностей: увеличение количества одновременно обрабатываемых сообщений и их сигналов, увеличение скорости обработки информации, обработка SV-сообщений и т.д.

Итак, рассматривая вопросы диагностики работы всей системы РЗА по стандарту МЭК 61850, отметим, что проверять нужно как отдельные терминалы, так и их взаимодействие по участкам работающей сети, но при этом вся диагностика не должна влиять на работу всей системы РЗА.

Рассмотрим несколько вариантов решения этой задачи и возникающие при этом проблемы. В качестве примера, возьмем терминал IED1.1, в котором обновилось программное обеспечение. Необходимо проверить его работу, в том числе и взаимодействие с другими терминалами, например, с IED n.n, при этом вся остальная система релейной защиты остается в работе.

Первый вариант – проверка отдельного терминала. Отключаем аналоговые (ток и напряжение) и дискретные (входные и выходные) сигналы, отсоединяем терминал от компьютерной сети Ethernet, т.е. полностью выводим его из системы защиты. Подключаем тестовое оборудование к аналоговым и дискретным цепям терминала (рисунок 1). Подключив его к локальной тестовой компьютерной сети, проводим проверку его работы, в том числе и обмен информации по сети Ethernet.

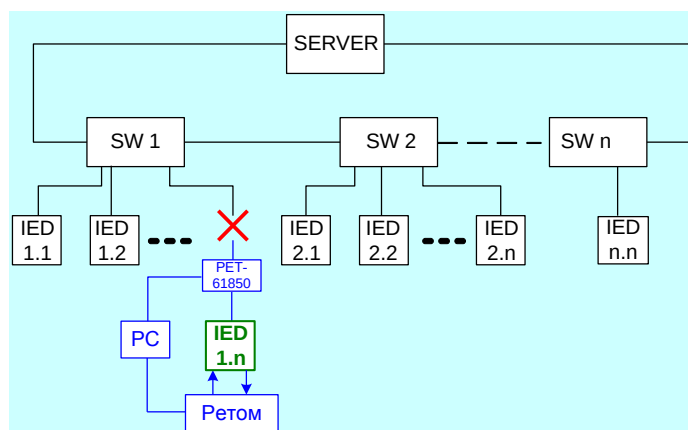


Рис. 1: Проверка одного терминала

Этот способ широко используется и прекрасно себя зарекомендовал. Он безопасен, так как информация о работе проверяемого терминала не влияет на функционирование других IED.

Однако такой подход имеет ряд недостатков:

- работа всей системы РЗА нарушена, т.к. нет одного терминала и, следовательно, остальные IED недополучают соответствующую информацию. Поэтому перед выводом терминала из работы необходимо проанализировать работу всей оставшейся системы РЗА на правильность ее функционирования при отсутствии информации от выведенного терминала, и при необходимости - переконфигурировать ее;
- отключив терминал от общей сети Ethernet, у нас нет полноценной информации о времени передачи данных, так как исключено устройство передачи информации вместе с его временными задержками;
- нет возможности оценить загрузку сети Ethernet;

Итак, этот способ не обеспечивает полноценную проверку работы терминала. После проверки каждого терминала по отдельности необходимо выполнить диагностику их совместной работы. Только в этом случае можно оценить правильность настройки различных GOOSE-сообщений: объем данных, приоритеты, интервалы времени посылок и т.д.

Рассмотрим второй вариант, в котором кроме проверки самого IED предусматривается еще и диагностика взаимодействия между двумя терминалами при помощи локальной тестовой сети. В этой сети можно проводить полноценный контроль обмена данными между двумя IED-устройствами. (рисунок 2). Все терминалы должны быть выведены из работы, и к каждому из них подключено тестовое оборудование, которое одновременно и синхронно управляется от

одного компьютера. Тестовая программа моделирует различные режимы работы и аварийные ситуации, оба терминала одновременно реагируют на аналоговые сигналы и полноценно взаимодействуют между собой.

Такой способ диагностики функционирования системы обычно используют наладчики при вводе в работу новых подстанций. Путем последовательного объединения в сеть все большего количества терминалов происходит наращивание всей системы защиты, что позволяет проверить работу всех взаимодействующих систем, исключить ошибки в GOOSE-сообщениях и настроить саму сеть.

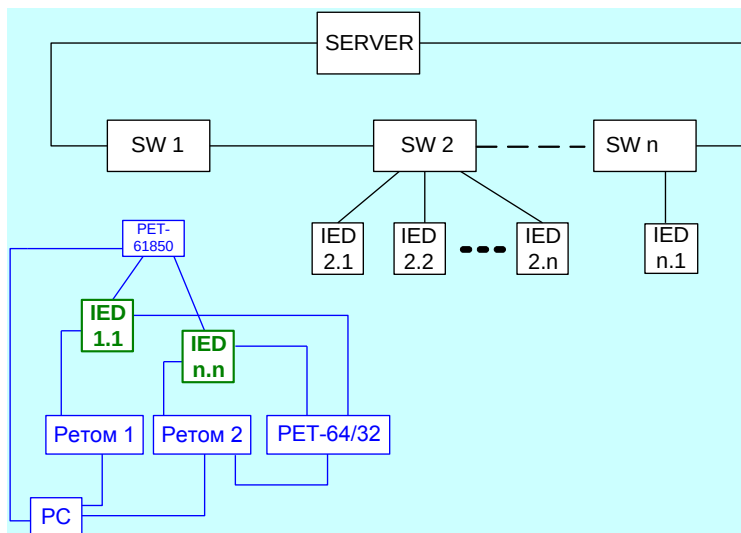


Рис. 2: Проверка локальной тестовой сети

Этот вариант диагностики безопасен и позволяет проверить весь возможный объем функций взаимодействия нескольких терминалов. Но он также неполноценен, поскольку не предусматривает работу реальной сети. Следовательно, этот способ проверки необходимо рекомендовать для пуско-наладочных испытаний.

После выполнения работ по этим двум способам необходимо проверить работу канала обмена данными. Для этого можно использовать схему рисунка 3. Запрограммировав блоки PET-61850 на передачу и прием «фиктивных» GOOSE-сообщений, т.е. информации, не участвующей в работе релейной защиты, можно выполнить большое количество различных измерений и полноценно оценить работу сети. При этом решается задача быстрой и безопасной проверки сети, поскольку:

1. в оценке времени прохождения сигналов по сети терминалы не участвуют, следовательно, выводить их из работы не надо;

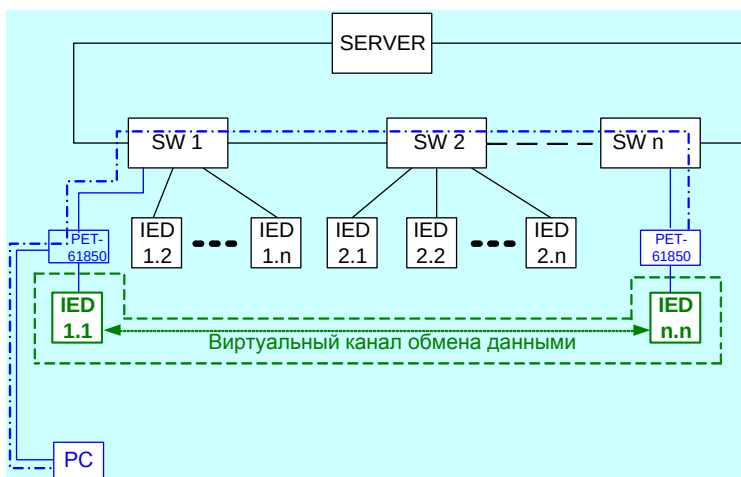


Рис. 3: Проверка работы канала обмена данными

2. «фиктивную» информацию составляют таким образом, что она не интересна другим терминалам и воспринимается ими как «мусор», следовательно, можно не опасаться ложного отключения;
3. управление обоими блоками РЕТ-61850 проводится по той же сети, т.е. все быстро и просто подключается, и нет необходимости тянуть длинные кабели для подключения его к тестовому оборудованию;
4. подключая блоки в разных местах сети легко обнаружить «узкие» места и принять соответствующие методы для их оптимизации.

Проанализировав выше перечисленные недостатки, предлагается третий вариант, в котором для полноценной проверки взаимодействия терминалов используется реальная сеть (рисунок 4). В этой сети один физический канал передачи данных разделен на два невзаимодействующих виртуальных канала. Один - используется рабочей системой, а другой - для тестирования. Кроме того, используются еще и сигналы, идущие по проводам, но здесь необходимо обеспечить их использование, независимое от остальной системы РЗА.

Таким образом, полная тестовая система состоит из двух комплектов диагностического оборудования, подключенных к проверяемым терминалам IED1.1 и IEDn.n, которые одновременно управляются от одного компьютера. Тестовая программа моделирует различные режимы работы и аварийные ситуации с учетом особенностей работы проверяемых терминалов и мест установки первичных датчиков тока и напряжения для каждого из них. На оба терминала одновременно и синхронно подаются аналоговые и дискретные сигналы.

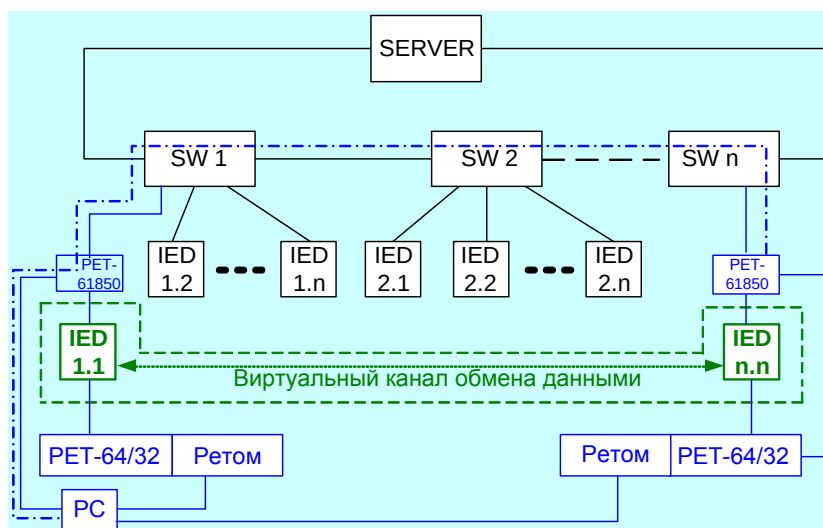


Рис. 4: Проверка реальной сети

Кроме того, через реальную сеть при помощи специального согласующего устройства происходит безопасная передача всех необходимых виртуальных сигналов. Следовательно, имеется возможность измерять время прохождения конкретного сигнала, анализировать трафик для данного участка сети и т.д.

Таким образом, этот вариант дает полноценную проверку IED и их взаимодействия, но один недостаток остается - это очень объемная работа, так как необходимо по очереди выводить из работы все взаимодействующие терминалы.

В докладе не освещены еще много вопросов, связанные с данной темой, например, проверка первичного оборудования, выдающего информацию в виде SV-сообщений и т.д., но некоторые выводы сделать можно:

1. проведение полноценного комплексного тестирования терминала в работающей современной системе релейной защиты - задача очень непростая, и на данном этапе внедрения стандарта наиболее просто и удобно использовать первый вариант диагностики (проверка отдельного терминала);
2. необходимо разрабатывать соответствующее диагностическое оборудование и методики диагностики, и по мере усовершенствования диагностического оборудования

можно постепенно переходить к третьему варианту (проверке взаимодействия терминалов в условиях реальной сети);

3. эксплуатирующий персонал должен получать глубокие знания не только в области РЗА, но и сетевых технологий.

В заключение отметим, что в самом стандарте необходимо уделить особое внимание вопросам диагностики, тогда работы по проверке сети и взаимодействия терминалов будут выполняться просто, быстро и в автоматическом режиме.