

Расширение возможностей тестирования устройств, поддерживающих стандарт МЭК 61850

Аннотация статьи

В данной статье рассмотрены расширенные возможности тестирования устройств, поддерживающих стандарт МЭК 61850. Рассматриваются требования к проверочному оборудованию, которое должно обеспечивать проверку не только первичного и вторичного электрооборудования, но и каналов связи, а также комплексных испытаний. Дополнительные возможности проверочного оборудования по регистрации и воспроизведению цифрового потока данных, а также проведение штормовых испытаний позволяет сделать заключение о работоспособности системы в целом.

Ключевые слова: МЭК 61850, PЕТОМ, GOOSE.

Для тестирования устройств, работающих по стандарту МЭК-61850, кроме обычных проверок измерительных органов и логики работы терминала, а также комплексных проверок на подстанции, необходимо проводить и дополнительные испытания. В качестве примера можно привести оценку времён прохождения GOOSE-сообщений в аварийных ситуациях с большим информационным потоком для заданной конфигурации подстанции и настроек сетевого коммуникационного оборудования. Комплексные испытания позволят выявить «узкие» места в конфигурации связей между терминалами, а имитация задержек при передаче сигналов и переключение на резервные каналы связи - оценить устойчивость системы. Объем проверок на функциональную совместимость оборудования различных фирм-изготовителей будет достаточно большим, описанию этих проверок посвящено много работ. Интерес, на наш взгляд, представляет расширение возможностей проведения комплексного тестирования по цифровым каналам с помощью нового проверочного оборудования, поддерживающего стандарт МЭК-61850.

Рассмотрим некоторые этапы тестирования всей системы РЗА:

1. Проверка первичного оборудования. В его числе могут быть выключатели с управлением, контролем по GOOSE-сообщениям, а также обычные или оптические трансформаторы тока и напряжения или трансформаторы с цифровым выходом.

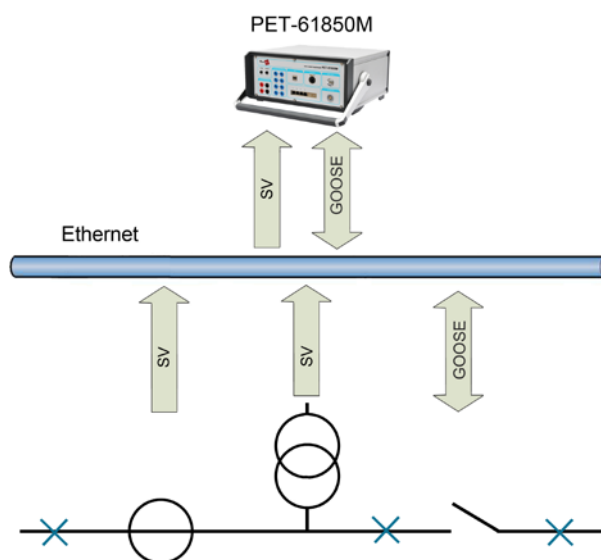


Рис.1 - Проверка первичного оборудования

Для оценки их метрологических характеристик необходимо выполнить измерение выдаваемых с трансформатора данных, измерить первичный ток, напряжение или выдать с проверочного оборудования заданные первичный ток, напряжение. При этом появляется возможность оценить Кт, построить передаточную характеристику, оценить фазовый сдвиг, искажения, шум и т.д. Для обычных трансформаторов с цифровым выходом возможно сравнение измеряемого проверочным оборудованием сигнала с обычного аналогового выхода и выходного цифрового потока данных, при этом для построения метрологических характеристик желательно иметь возможность приема не только 80, но и 256 выборок за период, предназначенных для АСКУЭ. Для получения статистических результатов работы и формирования протокола результатов испытаний необходимо записать поток данных с трансформатора и воспроизвести его на метрологическое оборудование. Функция регистратора позволит оценить время задержки формирования,

прохождения каждого блока данных и сделать вывод о работоспособности оборудования.

2. Проверка вторичного оборудования. При такой проверке необходима имитация цифрового потока токов, напряжений (Sampled Values - SV), как в установившемся режиме, так и при различных переходных и аварийных процессах.

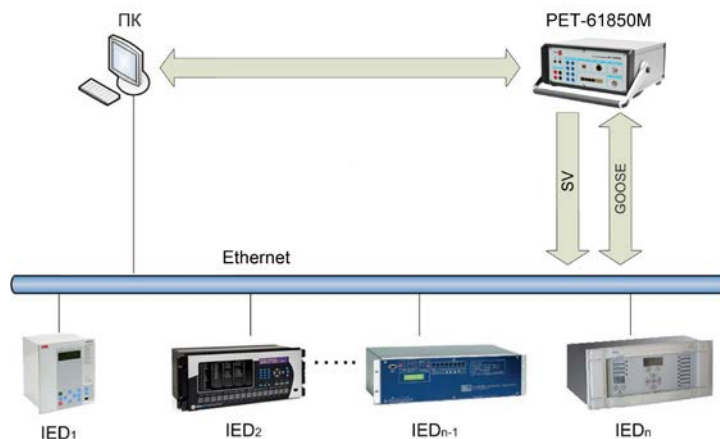


Рис.2 - Проверка вторичного оборудования

Формирование нескольких потоков токов и напряжений с разных присоединений позволит охватить разные типы защит. Управляющие GOOSE-сообщения формируются для проверки логики работы, подачи разрешающих, блокирующих сигналов, имитации работы выключателя и т.д. По ответным GOOSE-сообщениям оценивается корректность работы терминалов, производится измерение времен срабатывания и построение характеристик измерительных органов. Испытания могут проводиться как с выведением проверяемого оборудования из системы, так и с сохранением рабочей конфигурации подстанции, связей, подключений и логикой работы. Интерес представляет тестирование терминалов в работающей системе по испытательным сигналам с флагом «Тест», что позволяет оценить исправность оборудования без вывода его из работы. В случае вывода терминала из общей информационной сети для его локального тестирования должна быть возможность работы всей оставшейся системы без переконфигурирования связей. Такой вариант возможен при подмене терминала тестовым оборудованием и включения в нем функции

имитации работы терминала. Для оценки корректной работы цифровой приемной части оборудования при возможных сбоях передачи информации необходимо выдавать блоки данных GOOSE-сообщений и SV-потоков с задаваемыми временными задержками. Необходима дополнительная проверка корректной логики работы терминала при отсутствии (пропадании, задержке) разрешающих или блокирующих сигналов.

3. Проверка точности синхронизации коммутационного оборудования и терминалов. Оценка временных задержек, как самого терминала, так и заданной конфигурации сетевого оборудования Ethernet, топологии сети, структуры подстанции в целом.

- Для каждого сегмента сети оценку времени задержки можно выполнить с помощью внешнего регистратора, записывающего входной и выходной поток одних и тех же данных (например, GOOSE-сообщений) выбранного участка сети. Задержка оценивается по временному смещению двух зарегистрированных потоков, отображаемых на одной осциллограмме.

- Для оценки точности синхронизации и времени приема-передачи терминала необходимо перенаправить в нем входящие GOOSE-сообщений на исходящие. Записывая внешним регистратором все входящие и исходящие из терминала сообщения, а затем, сравнивая время регистрации входящего и время регистрации исходящего GOOSE-сообщения, можно оценить временные задержки терминала на прием, обработку и выдачу цифрового потока данных. Сравнение штампов времени в исходящих сообщениях со временем регистрации позволят оценить точность синхронизации без учета времени на выдачу GOOSE-сообщения, которое будет определено далее.

- Для оценки времени, необходимого на выдачу GOOSE-сообщений необходимо подать воздействие в заданное время с быстрого дискретного выхода проверочного оборудования на дискретный вход терминала, состояние которого перенаправляется на исходящее GOOSE-сообщение (необходимо учесть у дискретного

входа собственное время отстройки от дребезга). Результат получается как разность времени, зафиксированного в регистраторе GOOSE-сообщения и заданного времени замыкания быстрого выхода проверочного оборудования. Также в качестве входного воздействия можно использовать сигнал синхронизации по времени PPS (импульс 1 раз в секунду), перенаправляя его в терминале на исходящее GOOSE-сообщение. Результат – дробная часть секунды зафиксированного в регистраторе сообщения.

- Для оценки времени терминала, необходимого на прием GOOSE-сообщений, необходимо перенаправить в нем входящих GOOSE-сообщений на исходящие. Регистрируя все входящие и исходящие из терминала сообщения в проверочном оборудовании, а затем, вычитая определенное пунктом выше время выдачи GOOSE-сообщения, можно оценить временные задержки работы проверяемого оборудования на прием цифрового потока данных.

4. Проведение комплексных испытаний с формированием большого количества передаваемых сигналов упростилось благодаря подключению к Ethernet. Проверочное оборудование имитирует поток токов и напряжений SV в установившихся и аварийных режимах с переходными процессами. Одновременно обрабатываются большое количество GOOSE-сообщений. Исходящие сообщения управляют логикой работы терминала, входящие - контролируют состояние каждого терминала системы и логику их совместной работы. Значительно упрощается подключение и проведение испытаний одним проверочным устройством, хотя возможно подключение и нескольких проверочных устройств в общую сеть. Важной проверкой является моделирование реального информационного потока данных при аварийных ситуациях на линии, когда происходят многочисленные изменения состояний терминалов и формируются большое количество промежуточных логических сигналов и сигналов отключения. В этих испытаниях важна оценка времени передачи/приема сигналов и стабильности работы всей системы. Одной из важнейших проверок

является проверка устойчивости работы при обрыве линии связи, когда терминалы переключаются на резервный канал.

Эти испытания необходимо проводить с использованием проверочного оборудования, обеспечивающего в реальном времени:

- прием/передачу GOOSE-сообщений;
- прием/передачу нескольких SV-потокос с 80 или 256 выборками за период;
- синхронизацию времени по SNTP(NTP), PPS, PTP (версии 1 и 2), GPS;
- возможность формирования воздействий с соответствующим флагом «Тест» для тестирования оборудования, находящегося в работе в общей сети подстанции. Фильтрация по тестовому флагу принимаемых воздействий обеспечит избирательную работу только на тестовые сигналы.
- возможность формирования GOOSE-сообщений и SV-потокос на одну шину или на две физически разные шины для одновременной работы с шиной процесса и со станционной шиной (для проверки работы по резервному каналу связи задействуются дополнительные дублирующие каналы связи с возможностью переключения приема/выдачи по резервным каналам связи);
- регистрацию входящих GOOSE-сообщений и токов, напряжений в формате SV с возможностью оценки временных задержек (встроенная функция отображения осциллограммы с реальными временами каждого зарегистрированного сигнала позволяет оценить временные задержки и отклонения).
- режим имитации работы терминала, позволяющий подключить проверочное оборудование в общую сеть для эмуляции работы терминала во время его локального тестирования;
- режим работы для штормовых испытаний и формирования пиковой загрузки каналов связи с одновременной регистрацией прохождения GOOSE и SV-потокос для оценки работоспособности системы в аварийных ситуациях.

Вышеперечисленным требованиям соответствует коммутационный блок РЕТ-61850М, которое может применяться как самостоятельно, так и

совместно с дополнительным оборудованием: испытательным устройством РЕТОМ-51(61), блоком РЕТ-64/32, несколькими блоками РЕТ-61850М в общей сети или другим аналогичным оборудованием.

Собственные быстрые дискретные входы и выходы блока могут использоваться:

- для подключения внешнего секундомера, дублирующего замеры времен;
- для подключения другого проверочного оборудования, как, например испытательного комплекса РЕТОМ-21 или РЕТОМ-30кА, для синхронной подачи аналоговых токов больших величин;
- для формирования логических воздействий и анализа ответных реакций по обычным дискретным входам/выходам.

Подключение к РЕТОМ-51(61) и РЕТ-64/32 позволяет увеличить количество обычных дискретных входов/выходов для проверки оборудования, в том числе терминалов без поддержки МЭК-61850, перенаправляя GOOSE-сообщения на дискретные входы/выходы и обратно. В этом случае, возможно производить проверку работы терминалов, работающих по стандарту МЭК-61850, совместно с терминалами, не поддерживающими этот стандарт.

РЕТОМ-51(61) можно использовать совместно с блоком РЕТ-61850М для выдачи токов и напряжений на обычные аналоговые обмотки терминалов, а аналоговые входы РЕТОМ-51(61) – для измерения токов и напряжений с обмоток традиционных трансформаторов. В такой конфигурации устройство РЕТ-61850М может использоваться для оценки работоспособности проверяемого оборудования по GOOSE-сообщениям и для отображения цифрового входного потока токов и напряжений от трансформаторов, объединяющих устройств.

Таким образом, для проведения всесторонних комплексных испытаний оборудования с поддержкой МЭК-61850 необходимо наличие тестовых устройств с расширенными возможностями по синхронизации и регистрации потока данных при моделировании аварийных ситуаций. Только в этом случае возможно получение достоверной информации, которая позволит сделать окончательный вывод о работоспособности

заданной конфигурации терминалов, сетевого оборудования
и подстанции в целом.

*Ю. Л. Смирнов,
Н.М. Александров
ООО «НПП «Динамика»,
г. Чебоксары
ноябрь 2011*