



## Анализатор релейщика AnCom РЗА-Тест/GOOSE

Контроль передачи GOOSE-сообщений между устройствами цифровой подстанции

- 
- Прием и декодирование GOOSE сообщений по двум портам Ethernet 10/100/1000Мбит/с
  - Проверка соответствия принятых сообщений их SCL-описанию, индикация несовпадающих параметров, обнаружение "лишних" сообщений, обнаружение отсутствия требуемых сообщений
  - Отображение значений атрибутов DataSet с цветовой индикацией изменений
  - Контроль ошибок: пропусков, дублирования, задержек ретрансмиссии, перезапусков устройств
  - Контроль наличия синхронизации по времени
  - Цветовая индикация изменения статуса сообщения и наличия ошибок
  - Сбор статистики, характеризующей загрузку и количество ошибок сети Ethernet, интенсивность обмена и количество ошибок GOOSE-сообщений
  - Режим длительного контроля (сутки и более)
  - Текстовый отчет о результатах проверки
  - Формирование GOOSE-сообщений для проверки прохождения с учетом тегов IEEE 802.1Q, имитация загрузки сети и всплесков сетевой активности
  - Конфигурирование GOOSE с помощью SCL-описаний устройств или во встроенном редакторе
  - Клонирование описаний для множественной публикации
  - Выдача тестовых воздействий для проверки конфигурации и общей работоспособности устройств
  - Выдача сообщений с отклонениями от стандарта передачи
  - Запись последовательностей GOOSE-сообщений и значений атрибутов данных, просмотр в виде таблиц и графиков
  - Воспроизведение записанных последовательностей
  - Измерение задержек передачи сообщений, вычисление статистических характеристик, построение гистограмм
  - Проверка GOOSE performance

### Мобильный интерфейс



- Формирование сигнала PPS с коррекцией времени распространения в кабеле
- Интерфейс RS-485 с гальванической развязкой
- Синхронизация времени по одному спутнику с предварительным вводом координат
- Питание от приборного блока AnCom РЗА-Тест/GOOSE
- Встроенная активная антенна
- IP65, рабочий диапазон температур -40+85°C

### Управляющий Android-планшет 10'' в комплекте поставки

- Управление приборным блоком по Bluetooth (расстояние до 6 м), мобильность обеспечивает удобство выполнения измерений
- Быстрая подготовка к работе с помощью загрузки ранее созданных конфигураций
- Данные накапливаются в памяти приборного блока, планшет можно выключить после начала измерений и включить для индикации результатов
- Синхронизация времени: по PPS
- Габариты приборного блока 210 x 130 x 40 мм, вес 1.5 кг
- Питание: внешний адаптер +5В/1.5 А; Li-Ion аккумуляторы 3.6 В, 7.5 А/час (4 часа автономной работы)
- Рабочий диапазон температур +5...35°C



### Устройство синхронизации времени по GPS/ГЛОНАСС

# Портативный анализатор параметров передачи GOOSE-сообщений и SV-потоков



Новый прибор компании «Аналитик-ТС» выполняет на цифровой подстанции роль, аналогичную мультиметру при контроле традиционных проводных связей между устройствами. В статье подробно рассказано о функциональности портативного анализатора.

ООО «Аналитик-ТС», г. Москва

## Предпосылки к созданию прибора

Внедрение стандарта МЭК 61850 должно сопровождаться появлением простых в использовании приборов, предназначенных для контроля параметров передачи сообщений между устройствами цифровой подстанции (ЦПС). Можно назвать следующие предпосылки к этому утверждению:

- ▶ отсутствие общепринятой сквозной технологии проектирования и развертывания ЦПС, обеспечивающей требуемую производительность и надежность, большое влияние «человеческого фактора»;

- ▶ необходимость сопряжения устройств от разных производителей при недостатке информации о важных деталях внутренней реализации;

- ▶ исследовательский характер многих проектов по внедрению стандарта МЭК 61850, вызывающий необходимость в удобных средствах обнаружения ошибок в непредвиденных ситуациях.

Одним из приборов, призванных облегчить решение возникающих проблем, является новая разработка ООО «Аналитик-ТС» — портативный анализатор AnCom P3A-Тест/GOOSE.

## Особенности прибора

Прибор обнаруживает, декодирует и контролирует ошибки GOOSE-сообщений, а также формирует задан-

ную последовательность GOOSE-сообщений по двум портам Ethernet 10/100/1000 Мбит/с. Формирование сообщений и контроль параметров принятых сообщений могут выполняться с помощью описаний из файлов конфигурации CID или SCD.

Устройство определяет параметры, характеризующие трафик и количество ошибок в сети Ethernet, а также количество событий и количество ошибок приема GOOSE-сообщений.

Сообщения индицируются на экране управляющего Android-планшета в виде компактной цветной таблицы, позволяющей оперативно воспринимать информацию о параметрах сообщений, изменении сигналов и обнаружении ошибок. Наличие активности передачи и ошибок приема сообщений выделяется цветом полей таблицы.

Каждому сообщению с уникальным именем goCBRef соответствует единственная строка, содержащая все параметры GOOSE, счетчики ошибок и параметры ретрансмиссии. Прибор контролирует следующие виды ошибок:

- ▶ задержку ретрансмиссии;
- ▶ пропуск или дублирование сообщений;
- ▶ ошибки синхронизации времени ClockFailure, ClockNotSynchronized;
- ▶ несоответствие SCL-описанию.

По каждому интервалу ретрансмиссии T1, T2, T3, T0 в таблице отображается минимальное, максимальное и среднее значение за время измерений, а также соответствующее значение максимального времени ожидания (timeAllowedToLive).

Формируемые GOOSE-сообщения во время настройки делятся на две категории в зависимости от способа их использования:

- ▶ сообщения реального времени с высокой точностью формирования временной последовательности передачи;

- ▶ фоновые сообщения, предназначенные для создания требуемого уровня загрузки сети. Прибор не анализирует принятые фоновые сообщения и осуществляет их ретрансмиссию по упрощенной схеме.

Поток фоновых сообщений формируется в виде пачек с заданной величиной разрыва (Interpacket Gap) между пакетами в пачке и программируемыми интервалами между пачками. Уменьшение интервалов между пачками обеспечивает заполнение канала Ethernet пакетами фоновых сообщений вплоть до 100% пропускной способности.

Сообщения реального времени обладают приоритетом передачи и вставляются в ближайший промежуток между фоновыми сообщениями, если происходит их совместная передача через один Ethernet-порт.

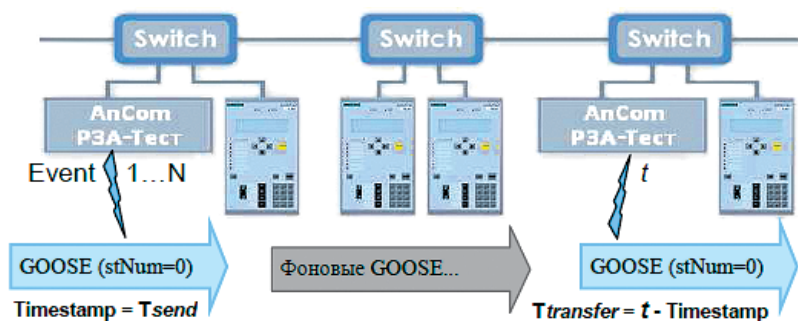


Рис. 1. Измерение времени передачи сообщений между двумя анализаторами

Сообщения реального времени, как показано на рис. 1, формируются с точными метками времени отправления в сеть (GOOSE Timestamp), что позволяет измерять время передачи сообщений по исследуемым фрагментам сети. При измерении требуется синхронизация времени, но нет необходимости запрашивать на стороне приема информацию о времени передачи сообщений удаленным анализатором.

Прибор осуществляет запись последовательностей GOOSE-сообщений во внутреннюю память. Параллельно ведется подсчет и запись показателей сетевой нагрузки (EtherStat), а также количества событий и ошибок GOOSE. Просмотр показателей сетевой активности обеспечивается в табличной и графической форме.

Обеспечивается построение графиков изменения значений атрибутов данных и построение статистических диаграмм временных задержек. Диаграмма содержит гистограмму распределения, среднее значение, стандартное отклонение или медиану и квартили исследуемой задер-

жки. Прибор измеряет и определяет статистические характеристики следующих типов задержек:

- › задержки приема сообщения-отклика на воздействующее сообщение (так называемый пинг-понг) или круговой задержки сообщения;
- › времени передачи сообщения с точной временной меткой отправления;
- › интервалов ретрансмиссии T1, T2, T3, T0.

Анализатор, изображенный на рис. 1, выполнен в виде малогабаритного приборного блока с двумя Ethernet-портами и разъемом для подключения устройства синхронизации времени по GPS/ГЛОНАСС. Управление приборным блоком осуществляется с помощью Android-планшета по радиоканалу Bluetooth и не оказывает влияния на объекты измерений в сети Ethernet.

Планшет может управлять несколькими приборными блоками. Данные сохраняются в памяти приборного блока, управляющий планшет можно выключить после начала проверки и включить вновь для индикации результатов. При

долговременных проверках питание приборного блока осуществляется от сети.

Анализатор был представлен на выставке «РЗА 2014» с ограниченным набором функций. В настоящее время реализуется запланированная функциональность прибора в части одновременного формирования и анализа GOOSE-сообщений и потоков Sampled Values.

#### Возможности прибора по исследованию устройств РЗА

Прибор позволяет выполнить проверку соответствия интеллектуального электронного устройства (ИЭУ) заявленному классу производительности при передаче GOOSE-сообщений в соответствии с требованиями стандарта МЭК 61850-10 и методикой UCA International Users Group<sup>1</sup>. Схема проверки представлена на рис. 3. В данной проверке прибор заменяет исследовательский комплекс, состоящий из симулятора GOOSE-сообщений, сетевого анализатора с функцией точной фиксации времени приема пакетов и ПО пост-обработки принятых сообщений.

Проверкой может быть выявлена зависимость времени передачи GOOSE от количества подписанных и неподписанных сообщений, а также от интенсивности обмена и структуры передаваемого набора данных, поскольку о существовании подобной зависимости упоминают разработчики стеков протоколов МЭК 61850. По данным SystemCorp Embedded Technology<sup>2</sup>, например, время передачи GOOSE-сообщений версией стека PIS-10 увеличивается с 0,62 до 1,25 мс «при определенной сетевой нагрузке», но характер этой нагрузки никак не детализируются.

Прибор позволяет выполнить проверку работоспособности ИЭУ при информационном всплеске со 100%-ной нагрузкой пропускной способности Ethernet и последующей нормализацией трафика. Таким способом можно оценить устойчивость к гипотетической DoS-атаке.



Рис. 2. Приборный блок с управляющим планшетом и устройством синхронизации времени

<sup>1</sup> Международная некоммерческая организация, содействующая внедрению стандартов для приложений реального времени в различных отраслях промышленности.

<sup>2</sup> Компания-разработчик популярных программных компонентов в области автоматизации подстанции.

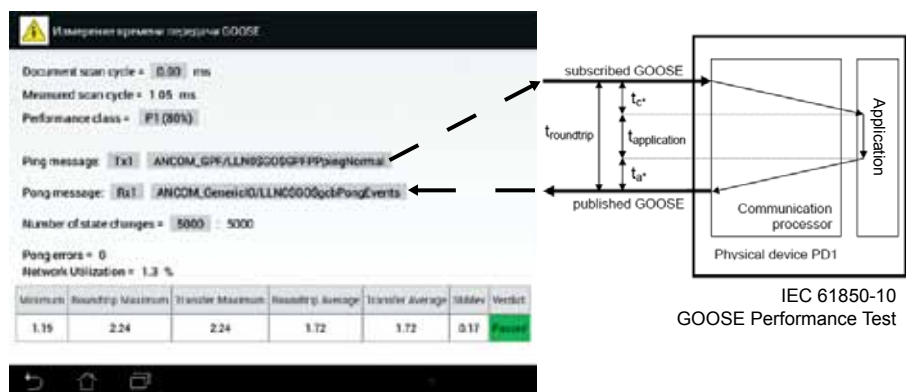


Рис. 3. Проверка соответствия ИЭУ заявленному классу производительности GOOSE

Нужно отметить полезные возможности прибора при проверках общей работоспособности ИЭУ и проверках прохождения тестовых воздействий:

- ▶ формирование GOOSE-сообщений с произвольной структурой передаваемого набора данных во встроенном редакторе на базе спецификаций классов общих данных (CDC) или с помощью SCL-файлов конфигурации;

- ▶ отображение принятых значений атрибутов данных в виде таблицы именованных значений с выделением обнаруженных изменений цветом;

- ▶ построение графиков изменения значений атрибутов данных с учетом атрибутов качества, визуальное сопоставление интересующих графиков, курсорные измерения на графиках;

- ▶ проверка реакции ИЭУ на получение GOOSE-сообщений с ошибками нумерации, задержками ретрансмиссии и другими отклонениями от стандарта передачи.

### Исследование прохождения по сети ЦПС

Проектированию и проверкам сетевой инфраструктуры ЦПС посвящена отдельная часть во второй редакции стандарта МЭК 61850-90-4. Требуемая производительность должна обеспечиваться выбором топологии, оптимальной настройкой сетевого оборудования, а также контролем правильности прохождения сообщений в процессе развертывания сети.

Примером такой проверки является контроль наличия приема требуемых сообщений в точке подключения в соответствии с описанием в SCL-файле. В ходе проверки может обеспечиваться оперативный или долговременный (сутки и более) контроль ошибок GOOSE-сообщений и сбор параметров, характеризующих нагрузку в сети. Проверка может сопровождаться периодической загрузкой сети интенсивным потоком фоновых сообщений, имитирующих всплески сетевой активности. Ошибки приема, отсутствие доставки требуемых сообщений или наличие «лишних» сообщений наглядно

отображается в таблице результатов на экране анализатора. По результатам проверки может быть сформирован текстовый отчет.

Прибор можно использовать для проверок настройки Ethernet-коммутаторов, предназначенных для передачи сообщений с тегом 802.1Q:

- ▶ загрузка сети потоками сообщений с различными VLAN ID позволяет контролировать правильность их доставки к портам подключения конечных устройств и отсутствие доставки «лишних» сообщений;

- ▶ формирование интенсивных потоков сообщений с различными приоритетами позволяет создавать очереди на обслуживание и оценивать наличие требуемого качества обслуживания;

- ▶ аппаратная фильтрация приема по совпадению или несовпадению VLAN ID и MAC-адресов может быть полезна при контроле передачи сообщений на магистральных портах;

- ▶ проверка времени восстановления сети по RSTP может быть выполнена путем измерения времени прекращения приема GOOSE-сообщений реального времени. Проверку можно дополнить имитацией всплесков сетевой активности с помощью формирования потока фоновых сообщений.

Анализатор также применим во многих нестандартных случаях, например при контроле большого количества сообщений в сети вида «общий котел». Анализ информации в этом случае упрощается за счет компактной формы представления результатов и средств фильтрации приема и отображения сообщений.

М. В. Широков, ведущий специалист,  
ООО «Аналитик-ТС», Москва,  
тел.: (495) 775-6011,  
e-mail: info@analytic.ru,  
www.analytic.ru