

Передача дискретных сигналов между УРЗА по цифровым каналам связи

В данной статье вы найдете ответы на следующие вопросы:

- Каковы отличительные особенности передачи GOOSE-сообщений согласно стандарту МЭК 61850?
- Каковы основные преимущества передачи дискретных сигналов между УРЗА по цифровым каналам связи?

Автор

Шевцов М. В.

До недавнего времени для передачи дискретных сигналов между терминалами релейной защиты и автоматики (РЗА) использовались дискретные входы и выходные реле. Передача сигнала при этом осуществляется подачей оперативного напряжения посредством замыкания выходного реле одного терминала на дискретный вход другого терминала (далее такой способ передачи будем называть традиционным). Такой способ передачи информации имеет следующие недостатки:

- необходимо большое количество контрольных кабелей, проложенных между шкафами РЗА,
- терминалы РЗА должны иметь большое количество дискретных входов и выходных реле,
- количество передаваемых сигналов ограничивается определенным количеством дискретных входов и выходных реле,
- отсутствие контроля связи между терминалами РЗА,
- возможность ложного срабатывания дискретного входа при замыкании на землю в цепи передачи сигнала.

Информационные технологии уже давно предоставляли возможность для передачи информации между микропроцессорными терминалами по цифровой сети. Разработанный недавно стандарт МЭК 61850 предоставил такую возможность для передачи сигналов между терминалами РЗА.

Стандарт МЭК 61850 использует для передачи данных сеть Ethernet. Внутри стандарта МЭК 61850 предусмотрен такой механизм, как GOOSE-сообщения, которые и используются для передачи сообщений между терминалами РЗА. Принцип передачи GOOSE-сообщений показан на рис. 1. Устройство-отправитель передает по сети Ethernet информацию в широковещательном диапазоне. В сообщении присутствует адрес отправителя и

адреса, по которым осуществляется его передача, а также значение сигнала (например «0» или «1»). Устройство-получатель получит сообщение, а все остальные устройства его проигнорируют.

Поскольку передача GOOSE-сообщений осуществляется в широковещательном диапазоне, т.е. нескольким адресатам, подтверждение факта получения адресатами сообщения отсутствует. По этой причине передача GOOSE-сообщений в установившемся режиме производится с определенной периодичностью. При наступлении нового события в системе (например, КЗ и, как следствие, пуска измерительных органов защиты) начинается спонтанная передача сообщения через увеличивающиеся интервалы времени (например, 1 мс, 2 мс, 4 мс и т.д.). Интервалы времени между передаваемыми сообщениями увеличиваются, пока не будет достигнуто предельное значение, определяемое пользователем (например, 50 мс). Далее, до момента наступления нового события в системе, передача будет осуществляться именно с таким периодом. Указанное проиллюстрировано на рис. 2.

Технология повторной передачи не только гарантирует получение адресатом сообщения, но также обеспечивает контроль исправности линии связи и устройств – любые неисправности будут обнаружены по истечении максимального периода передачи GOOSE-сообщений (с точки зрения эксплуатации практически мгновенно). В случае передачи сигналов традиционным образом неисправность выявляется либо в процессе плановой проверки устройств, либо в случае неправильной работы системы РЗА.

Еще одной особенностью передачи GOOSE-сообщений является использование функций установки приоритетности передачи телеграмм (priority tagging) стандарта Ethernet IEEE 802.3u, которые не используются в других протоколах, в том числе уровня TCP/IP. То есть GOOSE-сообщения идут в обход

«нормальных» телеграмм с более высоким приоритетом (см. рис. 3).

Однако стандарт МЭК 61850 декларирует передачу не только дискретной информации между терминалами РЗА, но и аналоговой. Это означает, что в будущем будет иметься возможность передачи аналоговой информации от ТТ и ТН по цифровым каналам связи. На данный момент готовых решений по передаче аналоговой информации для целей РЗА (в рамках стандарта МЭК 61850) ни один из производителей не предоставляет.

Для того чтобы использовать GOOSE-сообщения для передачи дискретных сигналов между терминалами РЗА необходима достаточная надежность и быстродействие передачи GOOSE-сообщений.

Надежность передачи GOOSE-сообщений обеспечивается следующим:

- Протокол МЭК 61850 использует Ethernet-сеть, за счет этого выход из строя верхнего уровня АСУ ТП и любого из устройств РЗА не отражается на передаче GOOSE-сообщений оставшихся в работе устройств,
- Терминалы РЗА имеют два независимых Ethernet-порта, при выходе одного из них из строя второй его полностью заменяет,
- Сетевые коммутаторы, к которым подключаются устройства РЗА, соединяются в два независимых «кольца»,
- Разные порты одного терминала РЗА подключаются к разным сетевым коммутаторам, подключенным к разным «кольцам»,
- Каждый сетевой коммутатор имеет дублированное питание от разных источников,
- Во всех устройствах РЗА осуществляется постоянный контроль возможности прохождения каждого сигнала. Это позволяет автоматически определить не только отказы цифровой связи, но и ошибки параметрирования терминалов.

На рис. 4 изображен пример структурной схемы сети Ethernet (100 Мбит/с) подстанции. Отказ в передаче GOOSE-сообщения от одного устройства защиты другому возможен в результате совпадения как минимум двух событий. Например, одновременный отказ двух коммутаторов, к которым подключено одно устройство или одновременный отказ обоих портов одного устройства. Могут быть и более сложные отказы, связанные с одновременным наложением большого количества событий. Таким образом, единичные отказы оборудования не могут привести к отказу передачи GOOSE-

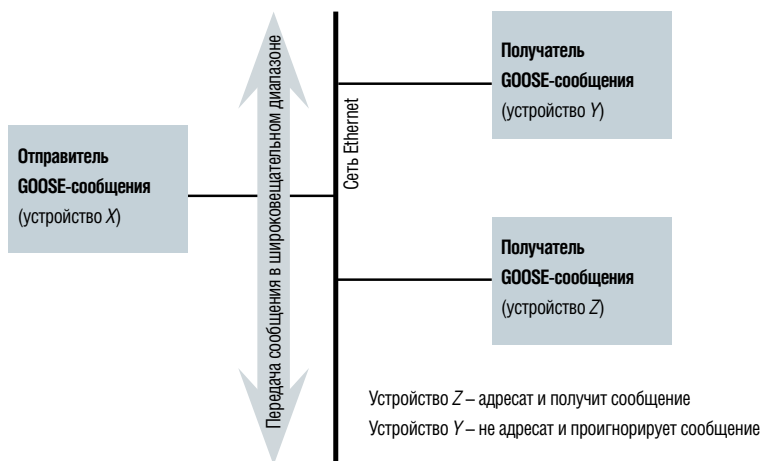


Рис. 1. Принцип передачи GOOSE-сообщений

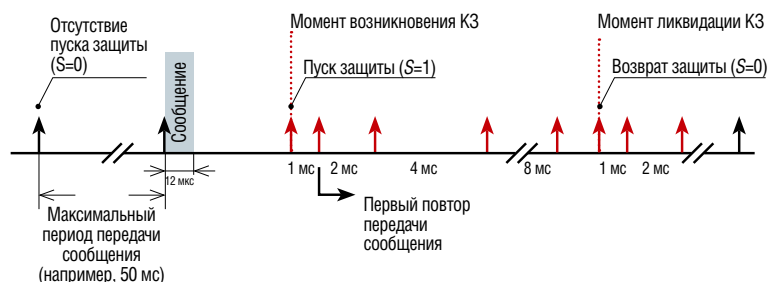


Рис. 2. Принцип передачи GOOSE-сообщений

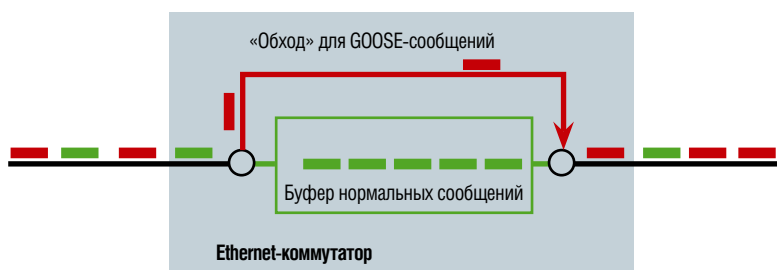


Рис. 3. Приоритетность передачи GOOSE-сообщений

сообщений. Дополнительно увеличивает надежность то обстоятельство, что даже в случае отказа в передаче GOOSE-сообщения, устройство, принимающее сигнал, выдаст сигнал неисправности, и персонал примет необходимые меры для ее устранения.

Быстродействие. В соответствии с требованиями стандарта МЭК 61850 передача GOOSE-сообщений должна осуществляться со временем не более 4 мс (для сообщений, требующих быстрой передачи, например, для передачи сигналов срабатывания защиты, пусков АПВ и УРОВ и т.п.). Вообще говоря, время передачи зависит от топологии

сети, количества устройств в ней, загрузки сети и загрузки вычислительных ресурсов терминалов РЗА, версии операционной системы терминала, коммуникационного модуля, типа центрального процессора терминала, количества коммутаторов и некоторых других аспектов. Поэтому время передачи GOOSE-сообщений должно быть подтверждено опытом эксплуатации.

Используя для передачи дискретных сигналов GOOSE-сообщения необходимо обращать внимание на то обстоятельство, что при использовании аппаратуры некоторых производителей, в случае отказа линии свя-

The diagram illustrates the proposed system architecture. It consists of three main components connected in a linear sequence:

- Left Component:** A box labeled "Генератор данных Groupware MSB".
- Middle Component:** A box labeled "PC BEAR". Inside this box, there is a sub-section labeled "S" containing "S1_GET S" and "Decoder". Below this, there is a table with two columns: "X" and "DB". The "X" column has a value "X", and the "DB" column has a value "DB". Below the table, there is a label "NV" and a value "X1/1".
- Right Component:** A box labeled "PC BEAR". Inside this box, there is a sub-section labeled "Z" containing "OR" and "OR - Gal". Below this, there is a table with two columns: "X1" and "X2". The "X1" column has a value "X1", and the "X2" column has a value "X2". Below the table, there is a label "Y" and a value "X1/2".

The data flow is indicated by arrows: from the left box to the middle box, and from the middle box to the right box.

Использование GOOSE-сообщений предъявляет специальные требования к наладке и эксплуатации устройств РЗА. Во многом процесс наладки становится проще, однако при выводе устройства из работы необходимо следить не только за выводом традиционных цепей, но и не забывать отключать передачу GOOSE-сообщений. При изменении параметрирования одного устройства РЗА необходимо производить



Рис. 7 (вверху). Коммутаторы Ruggedcom на ПС 500 кВ «Воронежская»



Рис. 8 (справа). Шкаф, содержащий терминал автоматики управления Siemens 6MD664 (АПВ, УРОВ, ФОЛ, ФОВ), и терминал основных защит ВЛ 500 кВ. Основные защиты ВЛ 500 кВ выполнены в корпусе шириной 1/2 от стандартной ширины корпуса 19 дюймов, что стало возможно благодаря использованию GOOSE-сообщений.

загрузку файла параметров во все устройства, с которыми оно было связано.

В нашей стране имеется опыт внедрения и эксплуатации систем РЗА с передачей дискретных сигналов с использованием GOOSE-сообщений. На первых объектах GOOSE-сообщения использовались ограниченно (ПС 500 кВ «Алюминиевая»).

На ПС 500 кВ «Воронежская» GOOSE-сообщения использовались для передачи сигналов пуска УРОВ, пуска АПВ, запрета АПВ, действия УРОВ на отключение смежного элемента, положения коммутационных аппаратов, наличия/отсутствия напряжения, сигналы ЛЗШ, АВР и т.п. Кроме того, на ОРУ 500 кВ и 110 кВ ПС «Воронежская» были установлены полевые терминалы, в которые собиралась информация с коммутационного оборудования и другая дискретная информация с ОРУ (рис. 6). Далее информация с помощью GOOSE-сообщений передавалась в терминалы РЗА, установленные в ОПУ подстанции (рис. 7, 8).

GOOSE-сообщения также были использованы при проектировании уже введенных в эксплуатацию ПС 500 кВ «Бескудниково», ПС 750 кВ «Белый Раст», ПС 330 кВ «Княжегубская», ПС 220 кВ «Образцово», ПС 330 кВ «Ржевская». Эта технология приме-

няется и при проектировании строящихся и модернизируемых подстанций ПС 500 кВ «Чагино», ПС 330 кВ «Восточная», ПС 330 кВ «Южная», ПС 330 кВ «Центральная», ПС 330 кВ «Завод Ильич» и многих других.

Основные преимущества использования GOOSE-сообщений:

- позволяет снизить количество кабелей вторичной коммутации на ПС;
- обеспечивает лучшую помехозащищенность канала связи;
- позволяет снизить время монтажных и пусконаладочных работ;
- исключает проблему излишнего срабатывания дискретных входов терминалов из-за замыканий на землю в цепях оперативного постоянного тока;
- убирает зависимость количества передаваемых сигналов от количества дискретных входов и выходных реле терминалов;
- обеспечивает возможность реконструкции и изменения связей между устройствами РЗА без прокладки дополнительных кабельных связей и повторного монтажа в шкафах;
- позволяет использовать МП терминалы РЗА с меньшим количеством входов и выходов (уменьшение габаритов и стоимости устройства);

■ позволяет контролировать возможность прохождения сигнала (увеличивается надежность).

Безусловно, для окончательных выводов должен появиться достаточный опыт эксплуатации.

В настоящее время большинство производителей устройств РЗА заявили о возможности использования GOOSE-сообщений. Стандарт МЭК 61850 определяет передачу GOOSE-сообщений между терминалами разных производителей.

Использование GOOSE-сообщений для передачи дискретных сигналов – это качественный скачок в развитии систем РЗА. С развитием стандарта МЭК 61850, переходом на Ethernet 1 Гбит/сек, с появлением новых цифровых ТТ и ТН, новых выключателей с возможностью подключения их блока управления к шине процесса МЭК 61850, эффективность использования GOOSE-сообщений намного увеличится. Облик будущих подстанций представляется с минимальным количеством контрольных кабелей, с передачей всех сообщений между устройствами РЗА, ТТ, ТН, коммутационными аппаратами через цифровую сеть. Устройства РЗА будут иметь минимальное количество выходных реле и дискретных входов. □

МАТЕРИАЛЫ ПО ТЕМЕ

В журнале «Энергоэксперт»: Головин А. В. МЭК 61850: Перспективы, проблемы реализации и пути их решения (2008. № 6. С. 56–61).

В журнале «Релейщик»: Каштени Б., Ходдер С., МакГин Д., Волох И. Архитектура и система технологической шины МЭК 61850 (2008. № 1. С. 34–43); Асанбаев Ю. А., Горелик Т. Г., Кириенко О. В., Кумец И. Е. Информационный обмен с РЗА и ПА – основа интегрированной АСУ ТП подстанции (2008. № 1. С. 52–55); Власов М. А., Воронков М. В., Малков Б. Б., Сердцев А. А. Построение системы РЗА и АИИС КУЭ на базе оптических трансформаторов тока и напряжения с цифровым интерфейсом (2008. № 1. С. 64–68).