

Скорость и качество

Переход на высший уровень благодаря проектам автоматизации подстанций на основе международного стандарта IEC 61850

Кристиан Фрай, Губерт Киррманн, Татьяна Костич, Тецудзи Маеда, Михаэль Обрист

Публикацию международного стандарта IEC 61850 по автоматизации подстанций, действующего с 2005 года, специалисты по защите и автоматизации электроустановок считают прорывом в технологии электроэнергетики. Этот большой шаг вперед был результатом применения самых современных информационных технологий и техники связи в той области, где традиционно

цифровые данные просто передавались по проводам.

Когда был осуществлен переход к новым информационным технологиям и технике связи, открылся целый мир новых возможностей по совершенствованию комплексных решений в проектировании систем автоматизации подстанций. Компания АББ сделала следующий шаг, раз-

работав мощное средство проектирования средств автоматизации подстанций, от спецификации системы автоматизации до тестирования этой системы. Применяя данный всеобъемлющий инструмент, компания АББ поставляет полностью протестированные системы автоматизации и, если необходимо, обеспечивает бесперебойные работы на территории потребителя при реконструкции или ремонте.



Подстанции являются важными узлами в сети передачи или распределения электроэнергии. На подстанциях электрическая энергия преобразуется до соответствующего уровня напряжения – высокого напряжения для передачи, среднего напряжения для распределения. Это преобразование осуществляется силовыми трансформаторами, которые могут быть размером с жилой дом. Наряду с трансформацией, поток электроэнергии должен коммутироваться с помощью автоматических выключателей для питания необходимых линий. Автоматические выключатели под управлением устройств защиты способны при аварии прерывать очень сильные токи за несколько миллисекунд, то есть они могут изолировать повреждения в распределительном оборудовании или на линиях. Тем самым они предотвращают распространение воздействия аварии по всей сети. Кроме того, подстанции оснащены различными измерительными приборами для записи линейных токов и напряжений, а также регистрации потока мощности.

Современная распределительная аппаратура оснащена целым рядом датчиков и электронных устройств, предоставляющих громадное количество информации. Примером такого интеллектуального аппарата является гибридный коммутационный аппарат (рис. 1), где в единый компонент интегрированы силовые автоматические выключатели, разъединители и блоки защиты и измерения. Встроенные электронные схемы обработки информации датчиков и системы управления исполнительными механизмами способны обмениваться данными и анализировать их, чтобы выдать информацию об их состоянии в реальном времени.

Для оператора сети, которая, возможно, охватывает всю страну и подает электроэнергию множеству районов, подстанции представляют собой контрольные точки потока мощности и устойчивости сети. Следовательно, должна быть гарантирована надежная и безопасная работа подстанций.

Инженеры, которые разрабатывают, строят и тестируют подстанции, должны прилагать все возможные усилия, имея в виду эти требования к качеству и безопасности. Кроме правильного с физической точки зрения функционирования всех ее устройств, система автоматизации подстанции, работающая в реальном масштабе времени, должна быть способна справиться с любыми аварийными ситуациями, возникающими в сложной электрической сети.

Смена системы представлений

Десятилетия назад основной целью инженеров-разработчиков подстанций было, создать надежные компоненты, такие как трансформаторы и автоматические выключатели, и соединить их простым способом, чтобы выполнить требования к подстанции. Сигналы, необходимые для управления работой подстанции, передавались через выделенные кабельные соединения с низкой пропускной способностью. Для повышения надежности инженеры разрабатывали системы управления так, чтобы объем данных, подлежащих передаче, был как можно меньше. Протоколы, необходимые для передачи данных, были рассчитаны на ограниченную пропускную способность. Позднее, когда получили распространение более мощная техника связи, например Ethernet, и сетевые протоколы, например TCP/IP, традиционные протоколы были адаптированы для работы через TCP/IP-Ethernet.

Современная распределительная аппаратура оснащена целым рядом датчиков и электронных устройств, предоставляющих громадное количество информации.

Хотя применение Ethernet и TCP/IP предоставило больше возможностей для управления подстанцией, это был половинчатый подход, поскольку он поддерживал в точности такие же возможности основной электроэнергетической системы, как вариант с последовательным соединением, и не более того. Инженеры продолжали пользоваться теми же протоколами, которые первоначально были предназначены для минимизации

объема передаваемой по кабелям информации, и не использовали преимуществ огромных дополнительных возможностей, предлагаемых концепциями современных информационных технологий.

Когда стало ясно, что дальнейший существенный прогресс могут дать более гибкие приложения, Технический комитет TC57 Международной Электротехнической Комиссии (IEC) разработал новый протокол для автоматизации подстанций, который действует с 2005 года как стандарт IEC 61850 [1]. За очень короткое время стандарт IEC 61850 стал глобальным для автоматизации в области энергетики, и в настоящее время потребители требуют, чтобы поставщики следовали этому стандарту при строительстве почти каждой новой подстанции по всему миру.

Главное решение, лежащее в основе этого стандарта – последовательное применение концепций современных информационных технологий и техники связи, что делает IEC 61850 законодателем для автоматизации в других отраслях [2]. При таком подходе физические объекты подстанции можно описать с помощью набора параметров, таких как их положение в пределах подстанции, их основное назначение, их физическое состояние и требования к управлению.

Присвоение стандартных имен всем этим компонентам (они называются логическими узлами в абстрактном представлении подстанции) и их разнообразным параметрам дает схему, которая нейтральна по отношению к конкретному поставщику или оборудованию. Этот стандарт также описывает, каким способом логические узлы общаются между собой и с системами управления более высокого уровня в пределах подстанции или с любой внешней системой управления.

Интеллектуальные устройства

Чтобы полностью использовать возможности мощных средств связи, устройства в подстанции должны обеспечивать расширенный набор данных при обмене информацией между собой. Это требование также отражено в их названии в стандарте IEC 61850 – интеллектуальные электронные устройства (Intellectual Electronic Devices, IED). Эти устройства управляют логическими узлами, которые представляют типовой функциональный элемент, который, например, может быть абстрактным представлением какого-либо физического оборудования, описывать средства управления таким оборудованием или представлять функцию защиты.

1 Компактный гибридный коммутационный аппарат PASS MO 170 кВ компании АББ объединяет в себе несколько функций.



Инновации в технологиях

Рассмотрим для примера автоматический выключатель. Стандарт дает определение конкретному логическому узлу, чтобы распознавать автоматический выключатель в пределах сети, и специфицирует информацию, содержащую данные о положении этого выключателя (замкнут, разомкнут), количестве рабочих циклов, суммарном коммутационном ресурсе или о состоянии механизма его привода и т.п. Связь с интеллектуальным электронным устройством согласно IEC 61850 позволяет системе автоматизации подстанции автоматически распознать этот выключатель, как только он будет подключен. Готовность к немедленному использованию яв-

ляется функцией, с которой сталкивался каждый пользователь персонального компьютера, когда к нему подсоединяется внешнее устройство. Эта особенность чрезвычайно полезна при постройке подстанции [3].

Обработка информации и потока данных

При всех ограничениях, накладываемых стандартом IEC 61850, задача инженера – справиться с огромным количеством данных, которые описывают подстанцию и используются для управления ее работой (рис. 2). Эта задача появляется уже на стадии составления технического задания на проект, когда определяется общая модель

подстанции и начинается адаптация к конкретным нуждам данного потребителя. Следующим этапом будет подробная спецификация функций ячеек¹⁾ и нужных сигналов, а потом следует стадия проектирования, на которой должны быть реализованы все элементы системы автоматизации. Перед началом выполнения монтажных работ вся система должна быть полностью проверена, что и делают на заводе-изготовителе или на месте установки.

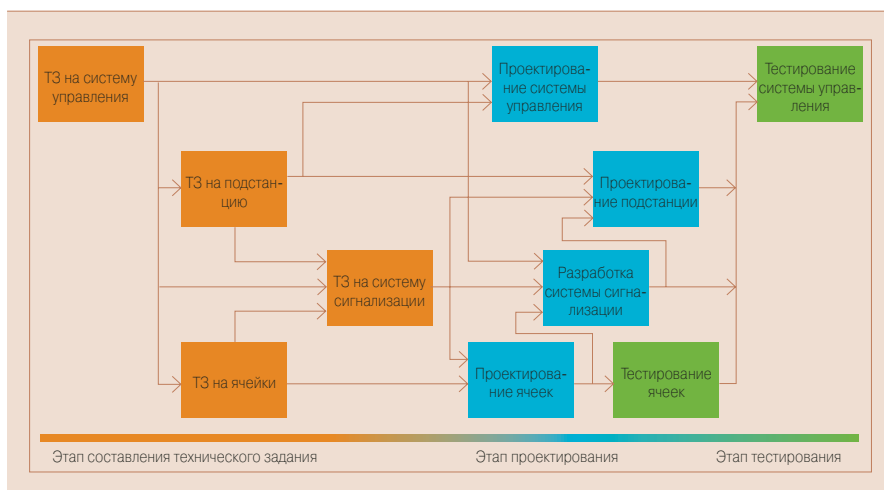
Успехи компании АББ позволяют теперь использовать полностью отлаженные средства проектирования для автоматизации подстанций, от составления технического задания до приемо-сдаточных испытаний.

Новые возможности для потребителей

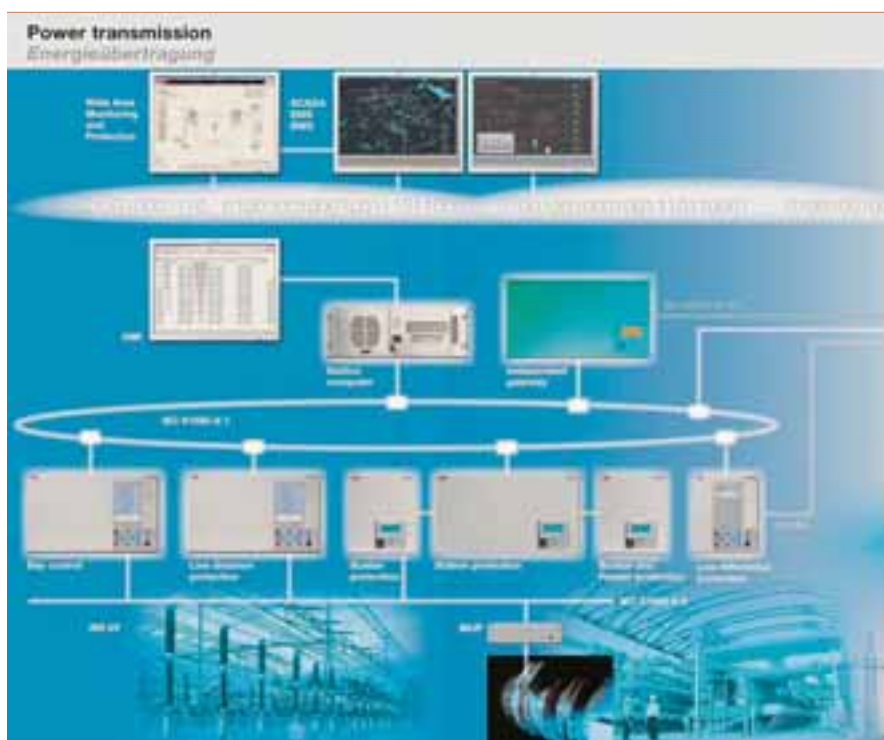
Стандарт IEC 61850 был предназначен для того, чтобы дать инженерам возможность реализовать все описанные выше особенности. Однако путь от простой возможности до реального инструмента, который претворяет в жизнь такие возможности, является серьезной проблемой для инженеров. Только творческий подход способствует преодолению множества технических препятствий на этом пути. Успехи компании АББ в этой области позволяют теперь использовать полностью отлаженные средства проектирования для автоматизации подстанций, от составления технического задания до приемо-сдаточных испытаний на месте ее размещения. Эти средства проектирования востребованы не только при создании новых проектов, но и при модернизации или расширении существующих подстанций, в частности, когда старые элементы оборудования не соответствуют новому стандарту IEC 61850.

Предпринятые инновационные шаги являются почти классическим примером инновации как таковой – методы и инструменты, созданные при разработке программного обеспечения, такие как автоматизированная проверка кодов и проверка структуры на целостность, в результате применяются в традиционной области автоматизации подстанций. Это типичный подход для взаимного обогащения отраслей в технике. Ниже приведено всего несколько примеров, которые демонстрируют конкретные приложения инструментов тестирования систем, основанных на концепции моделирования по стандарту IEC 61850.

2 Стадии проектирования системы автоматизации подстанции.



3 Основные элементы системы автоматизации подстанции



На рис. 3 показаны основные элементы системы автоматизации подстанции, разработанной в соответствии со стандартом IEC 61850. На уровне ячеек интеллектуальные электронные устройства могут обмениваться дискретными значениями напряжений и токов через соответствующие службы периодической связи; затем различные ячейки обмениваются данными о событиях, определенных при помощи службы GOOSE²⁾, обычно по станционной шине. Эта шина, которая создает физическое соединение с диспетчерским уровнем, кроме того, осуществляет обмен информацией по вертикали с устройствами станционного уровня и с центрами управления сетью, используя протокол MMS³⁾.

С определениями, данными в стандарте IEC 61850, можно создать виртуальную модель подстанции, отображающую все особенности интеллектуальных электронных устройств и каналов связи. В процессе создания новой подстанции инженеры проектируют систему автоматизации подстанции, которую можно загрузить в новое средство тестирования, чтобы иметь виртуальную модель подстанции. Средство тестирования также может создать эту виртуальную модель, когда оно подсоединено к существующей подстанции, если только она сконфигурирована в соответствии со стандартом IEC 61850. Этот способ гарантирует необходимую полноту и целостность информации, и дальнейшее обследование с помощью системы автоматизации не требуется.

Сама система автоматизации может быть протестирована подобным образом, когда она подсоединена к данному средству. При тестировании проверяется правильность определения имен или, например, конфигурация отчетов и событий, моделируются все устройства в подстанции, к которым должна обращаться система автоматизации. Это дает огромное преимущество – возможность проводить испытания в лабораторных, а не в полевых условиях.

Рис. 4 непосредственно иллюстрирует разницу условий тестирования при использовании новых инструментальных средств по стандарту IEC 61850. В то время как при традиционном подходе устройства должны были физически присутствовать и быть подсоединенными к системе автоматизации, новое средство имитирует интеллектуальные электронные устройства с предварительной проверкой целостности данных и позволяет быстро и эффективно провести испытания в лабораторных условиях.

Возможен также альтернативный метод. Если доступны реальные интеллектуальные электронные устройства, а система автоматизации

4 Значительное упрощение тестирования с новым инструментальным средством на базе стандарта IEC 61850.



не установлена, то эти устройства можно подсоединить к средству тестирования, которое в этом случае будет имитировать отсутствующую систему автоматизации.

Приведенные примеры демонстрируют многосторонность уникального инструмента проектирования, который есть теперь у инженеров компании АББ.

Разумеется, с новой программой трафик GOOSE также может быть проверен на правильность работы. При проверке логики взаимной блокировки реальных интеллектуальных электронных устройств, а также их моделей, можно легко обнаружить любые ошибки в работе системы автоматизации подстанции. Следовательно, целый ряд циклов тестирования, где исследуется полный спектр возможных на практике ситуаций, может быть выполнен за короткое время.

Выгода для потребителя

Приведенные примеры демонстрируют многосторонность уникального инструмента проектирования, который есть теперь у инженеров компании АББ.

Он облегчает процессы проектирования и испытаний, позволяя быстро поставлять потребителям системы автоматизации подстанций. Он существенно повышает надежность, поддерживает функцию немедленной готовности оборудования к использованию, сокращает длительность этапа ввода в эксплуатацию за счет тщательного предварительного тестирования. Также благодаря разнообразным возможностям виртуального тестирования сокращается время простоя в период модернизации или ремонта. Разработка такого мощного инструмента проектирования – это яркий пример иннова-

ционного процесса, имеющего существенную ценность для компании АББ и ее потребителей.

Кристиан Фрай
Губерт Киррманн
Татьяна Костич

ABB Corporate Research
Баден-Дэттфильд, Швейцария
christin.frei@ch.abb.com
hubert.kirrmann@ch.abb.com
tatjana.kostic@ch.abb.com

Тецудзи Маэда
Михаэль Обрист
Power Systems
ABB Switzerland
Баден, Швейцария
tetsuji.maeda@ch.abb.com
michael.obrist@ch.abb.com

- 1) Ячейка – это группа устройств, обеспечивающих контроль, защиту и управление параметрами линии в сети.
- 2) GOOSE: объектно-ориентированное событие в оборудовании подстанции (Generic Object-Oriented Substation Event)
- 3) MMS: сервис передачи сообщений производственных систем (Manufacturing Message Specification). Этот протокол Международной организации по стандартизации (ISO), первоначально предназначавшийся для производства, был выбран за основу для стандарта IEC 61850 как наиболее подходящий существующий стандарт для данного типа информационного потока.
- 4) SCADA: система диспетчерского контроля и сбора данных (Supervisory Control and Data Acquisition)

Литература

- [1] IEC 61850: Communications, networks and systems in substations, International Standard, 2003.
- [2] Kostic, T., Preiss, O., Frei, C. (2005). Understanding and using the IEC 61850: a case for meta-modelling. Elsevier Journal of Computer Standards and Interfaces, 27/6, 679–695.
- [3] К. Фрай, Т. Костич, Больше, чем видно глазу. АББ Ревю 4/2006, с. 30–33.