

Вопросы проектирования систем автоматизации и управления подстанции на базе стандарта МЭК 61850

ГОРЕЛИК Т.Г., КИРИЕНКО О.В.

ОАО «НТЦ ЕЭС»

Россия

nio5@ntcees.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Автоматизированные системы проектирования, цифровая подстанция, стандарты МЭК, информационный обмен, релейная защита, микропроцессоры, технические средства, программное обеспечение, проектирование.

Внедрение автоматизированных систем управления подстанциями с использованием традиционных методов проектирования представляет собой сложную трудоемкую задачу, плохо поддающуюся унификации. Появление новых международных стандартов и информационных технологий открывает возможности современных подходов к решению этой задачи, позволяя создать подстанцию нового типа – цифровую подстанцию. Основной особенностью и отличием стандарта МЭК 61850 от других стандартов является то, что в нем регламентируются не только вопросы передачи информации между отдельными устройствами, но и вопросы формализации описания схем подстанции, схем защиты, автоматики и измерений, конфигурации устройств.

Проектирование цифровой подстанции (ЦП)

Первым этапом проектирования ЦП является создание однолинейной схемы подстанции. Описание однолинейной схемы подстанции должно соответствовать стандарту МЭК 61850-6. Необходимо применять системный подход, при котором это описание будет использоваться для решения целого ряда задач. Оптимальным вариантом является использование единой системы, позволяющей экспортировать описание однолинейной схемы подстанции как в формат SCL, так и формат CIM RDF.

Второй этап проектирования предполагает выбор задач, которые должны решать устройства нижнего уровня (защиты, управление, оперативные блокировки, измерения т.д.) в привязке к однолинейной схеме подстанции. Решаемые задачи в терминологии МЭК 61850 – логические узлы. В этом случае элементам однолинейной схемы назначаются логические узлы, которые должны быть реализованы в устройствах нижнего уровня. На этом этапе заканчивается подготовка описания подстанции в виде SSD файла в соответствии со стандартом МЭК 61850.

На третьем этапе проектирования ЦП происходит подключение устройств нижнего уровня по ICD файлам, предоставленным производителями этих устройств. Логические узлы, привязанные к однолинейной схеме, связываются с логическими узлами, реализованными в устройстве. На этом этапе возникает главная проблема, по причине которой не удастся использовать стандарт МЭК 61850 в полной мере. Дело в том, что устройства нижнего уровня не всегда соответствуют требованиям стандарта в части модели данных. Например, если на втором этапе мы предположили, что для защиты линии должен устанавливаться терминал МПРЗА, реализующий дистанционную защиту, и привязали узел PDIS (дистанционная защита) к соответствующей функции, то далее может оказаться, что в реальном терминале сигналы, относящиеся к дистанционной защите, на самом деле выполнены в виде логического узла GGIO. В этом случае логические узлы связать не удастся. Поэтому задача автоматического проектирования напрямую связана с задачей проектирования модели данных в устройствах и корректной реализации профиля протокола МЭК 61850-7.

На четвертом этапе проектирования ЦП должны создаваться алгоритмы (распределенная логика) МЭК 61850. Благодаря выполнению второго этапа проектирования часть алгоритмов может быть создана еще до подключения в проект устройств нижнего уровня. Например, сюда относятся оперативные блокировки. Действительно, если имеется разъединитель с привязанной функцией оперативной блокировки (CLO) и другие коммутационные аппараты с

функциями положения (XCBR, XSWI, CSWI), то алгоритм оперативной блокировки может быть записан и без информации о конкретных устройствах нижнего уровня. После подключения устройств, сигналы в алгоритме могут быть автоматически разбиты на части, а также настроена их пересылка по GOOSE. Сложностью данного этапа является то, что стандарт МЭК 61850 распространяется только на коммуникации между устройствами и не предполагает описание логики. При этом в МЭК разработано два стандарта, посвященных описанию распределенной логики: МЭК 61131 и МЭК 61499.

Стандарт МЭК 61131 создавался для описания логики в программируемых логических контроллерах. Стандарт предоставляет несколько языков описания логики:

- IL – низкоуровневый язык (ассемблер);
- ST – язык высокого уровня (Pascal-подобный);
- FBD – графический язык диаграмм функциональных блоков.
- LD – графический язык лестничных диаграмм.
- SFC – графический язык для описания машины состояний.

Языки LD и FBD наиболее часто встречаются в существующей проектной практике. Язык SFC – является весьма перспективным с точки зрения описания последовательности операций (например, для автоматического выполнения последовательности переключений с контролем на каждом шаге выполнения алгоритма). Язык МЭК 61131 и его элементы достаточно часто реализуются в интеллектуальных электронных устройствах. Система автоматизированного проектирования должна позволять создавать алгоритмы в формате МЭК 61131 для последующего экспорта в устройства нижнего уровня и настройки взаимодействия между этими устройствами.

Стандарт МЭК 61499 изначально создавался для описания распределенной логики. МЭК 61499 предлагает новый подход к реализации алгоритмов:

- событийное исполнение алгоритмов вместо циклического;
- взаимодействие между блоками посредством событий.

Алгоритмы в стандарте МЭК 61499 также представляются в графическом виде и состоят из функциональных блоков. Однако сами функциональные блоки отличаются от функциональных блоков МЭК 61131. Каждый функциональный блок имеет входы событий и входы данных. По возникновению информации на событийном входе происходит выполнение алгоритмов и формирование выходных событий и данных.

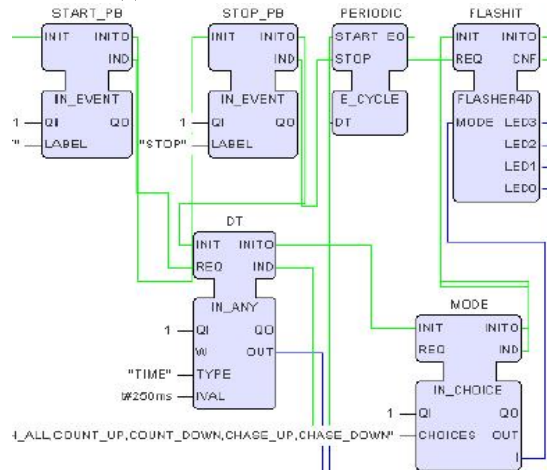


Рис. 1: Пример алгоритмов МЭК 61499.

Взаимодействие между функциональными блоками посредством событий соответствует концепции МЭК 61850 – взаимодействию логических узлов посредством GOOSE. Система автоматизированного проектирования должна позволять формировать итоговую схему взаимодействия между устройствами в виде блоков МЭК 61499. Событийное исполнение имеет свои недостатки (например, сложности в организации временных задержек), однако направление представляется перспективным с точки зрения формального описания взаимодействия логических узлов (как внутри одного устройства, так и между устройствами по GOOSE).

На пятом этапе проектирования ЦП выполняется моделирование. После того как подключены все устройства, а также настроено взаимодействие между ними, необходимо

провести проверку системы. Благодаря использованию стандарта МЭК 61850 и МЭК 61131 появляется возможность автоматизировать данный процесс. Описание подстанции вместе с алгоритмами автоматического управления позволяет осуществлять моделирование всех технологических процессов с разной степенью детализации, отдельных алгоритмов (например, логики оперативных блокировок), нагрузки на вычислительную сеть (при наличии соответствующего количества компьютеров).

Для упрощения моделирования система автоматизированного проектирования должна интегрироваться с эмуляторами устройств МЭК 61850: позволять экспортировать конфигурацию на эмуляторы устройств. Также система автоматизированного проектирования должна располагать средствами локальной отладки отдельных алгоритмов или групп алгоритмов.

Визуальное представление результатов проектирования

Одной из актуальных задач при создании системы автоматизации проектирования на базе стандарта МЭК 61850 является визуальное представление информации для пользователя.

Результатом проектирования на базе стандарта МЭК 61850 является файл SCD, который включает в себя всю информацию о проекте. SCD-файл является текстовым файлом на базе XML и не имеет общепринятой визуальной формы представления.

Стандарт XML разрабатывался как текстовый формат, предназначенный для представления и хранения структурированных данных (взамен существующих файлов баз данных), для обмена информацией между программами. Для визуализации информации из XML файлов был создан специализированный язык XSL. XSL является семейством рекомендаций, описывающих языки преобразования и визуализации XML-документов. Документ XML трансформируется в различные форматы (HTML, PDF и др.), подходящий для отображения.

В соответствии с идеологией стандарта XML, каждый SCD файл может иметь несколько представлений. Т.е. в результате проектирования мы получаем один файл SCD (базу данных по объекту) и несколько визуальных форм, полученных из этой базы данных.

К формам представления информации о проектировании предъявляются строгие требования, к которым относятся:

1. Требования государственных стандартов.
2. Требования стандартов организации непосредственного заказчика.
3. Требования стандартов организации, занимающейся проектированием (корпоративные стандарты).

В случае проектирования на базе МЭК 61850 предъявляются дополнительные требования: непротиворечивости (визуальное представление должно полностью соответствовать SCD файлу), полноты (визуальное представление должно максимально полно отражать содержимое SCD файла), наглядности (визуальное представление должно быть понятным пользователю, отвечать требованиям ГОСТ и стандартов организации).

Далее приводится перечень наиболее востребованных форм представления результатов проектирования по стандарту МЭК 61850.

Таблица сигналов

В таблицу автоматически попадают объекты данных, имеющие функциональные ограничения (functional constraints) ST – дискретные сигналы, MX – аналоговые (измеряемые) сигналы, CO – команды управления (с разделением на команды «включить» и «отключить»).

Таблица принимаемых GOOSE сообщений

Таблица принимаемых GOOSE сообщений составляется на основе информационных взаимосвязей, хранимых в SCD файле. Для каждого устройства составляется список устройств, от которых данное устройство принимает GOOSE сообщения. Таблицы GOOSE сообщений позволяют совместно с таблицей публикаторов GOOSE сообщений диагностировать проблемы при передаче GOOSE. Также таблицы GOOSE сообщений могут быть использованы в качестве эксплуатационной документации на шкафы контроллеров нижнего уровня. По ним персонал подстанции может выявить, какие устройства влияют на функционирование данного устройства.

Таблица принимаемых Sampled Values

Таблица принимаемых Sampled Values составляется на основе информационных взаимосвязей, хранимых в SCD файле. Для каждого устройства составляется список Merging Units, от которых данное устройство принимает поток данных МЭК 61850-9-2.

Однолинейная схема с привязкой логических функций

Данная форма экспортируется из SCD на основе привязки логических функций к силовому оборудованию подстанции. В этой форме напротив всех силовых элементов добавляется графический элемент с названием логической функции, реализуемой ИЭУ. Система автоматизации проектирования должна позволять синхронизировать эту информацию после внесения изменений в SCD.

Однолинейная схема с привязкой ИЭУ

Данная форма экспортируется из SCD на основе логических взаимосвязей. В этой форме напротив всех силовых элементов добавляется графический элемент с названием ИЭУ и логической функции, которую данное устройство реализует. Например, напротив выключателя будет указано проектное наименование контроллера присоединения, управляющего выключателем и функция управления (CSWI). Система автоматизации проектирования должна позволять синхронизировать эту информацию после внесения изменений в SCD.

Диаграмма взаимодействий между логическими узлами

Данная диаграмма составляется на основе информационных взаимосвязей, хранимых в SCD файле. Каждый логический узел отображается в виде функционального блока с входными и выходными сигналами. Связи между блоками подписаны соответствующими идентификаторами управляющих блоков GOOSE и SV. Функциональные блоки с использованием обводки объединены в логические устройства, а логические устройства в физические устройства (ИЭУ). Таким образом, на схеме видна принадлежность логических узлов к устройствам (логическим и физическим). Система автоматизации проектирования должна позволять синхронизировать эту информацию после внесения изменений в SCD.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание цифровой подстанции требует наличия системы автоматизированного проектирования. Такая система должна базироваться на открытых стандартах МЭК 61850-6 SCL, МЭК 61970 CIM, МЭК 61131, МЭК 61499. Преимуществом системы проектирования цифровой подстанции по сравнению с традиционными САПР является возможность настройки комплекса (микропроцессорных устройств) непосредственно по результатам проектирования с минимальным количеством ручной работы. Другим преимуществом является возможность выполнять тестирование автоматизированной системы с различным уровнем детализации на разных этапах проектирования. Использование открытых международных стандартов повышает совместимость между программным обеспечением различных поставщиков оборудования и системой автоматизации проектирования. Модульный принцип построения позволяет расширять функционал системы в будущем.