



PS3 – S7-08



Система автоматизации проектирования цифровой подстанции на базе открытых стандартов МЭК 61850, 61131, 61499

Т.Г. ГОРЕЛИК, О.В. КИРИЕНКО, Г.А. КУГУШЕВ

ОАО «НИИПТ»

Россия

gorelik_t@niipt.ru

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Проектирование, цифровая подстанция, МЭК 61850, МЭК 61131, МЭК 61499, CIM, SCL.

1 ВВЕДЕНИЕ

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.

С внедрением стандарта МЭК 61850 появилась возможность автоматизировать описание структуры цифровой подстанции. SCL-файлы позволяют описать однолинейную схему подстанции, интеллектуальные электронные устройства, а также взаимосвязи между ними. Такое описание позволяет значительно упростить создание интегрированной АСУ ТП цифровой подстанции. На сегодняшний день на рынке представлено большое количество программ для работы с языком SCL. Все эти программы можно разделить на три основных группы:

- Универсальные программы для создания SCL. Обычно включают в себя возможность графического редактирования однолинейной схемы подстанции, создание и редактирование логических устройств, узлов, объектов данных и т.д. (например, Visual SCL, Helinks LLC, Kalkitech SCL Manager и др.).
- Конфигураторы системы. Обычно включают в себя механизм объединения нескольких файлов ICD в одном файле SCD, настройку публикаторов GOOSE сообщений, экспорт CID файлов (NPT Expert 61850 Configurator, Siemens DIGSI, ABB Communication Engineering Tool, SEL acSELeator Architect, GE Multilin IEC 61850 Configurator F650 и др.).
- Инструменты от производителей интеллектуальных электронных устройств и АСУ ТП: инструменты для настройки приема GOOSE сообщений, привязки данных из устройств к сигналам (тэгам) АСУ ТП (отображение - mapping) (Satec PAS, GE UR Setup, NPT Expert 61850 Configurator и др.).

Как и в случае интеграции устройств нижнего уровня по протоколу MMS, при использовании редакторов SCL файлов от различных поставщиков возникают проблемы

совместимости. Основными недостатками в существующих подходах к использованию SCL являются:

- Подход к проектированию снизу вверх, т.е. от интеллектуальных электронных устройств к системе. При таком подходе проектирование заключается в сборе ICD файлов устройств в SCD файл с настройкой адресации (IP) устройств и взаимодействия по GOOSE.
- Полное игнорирование SCL в части описания однолинейной схемы подстанции. Из промышленных редакторов, известных авторам, только ABB SET имеет необходимый функционал. Универсальные редакторы, изначально предназначенные для выполнения данной функции, редко применяются в комплексах АСУ ТП ведущих поставщиков из-за проблем совместимости и необходимости синхронизации файлов SCL между различными инструментами.
- Основной упор делается на выстраивание взаимодействия между устройствами нижнего уровня (по GOOSE), а не на решаемую задачу. Хорошим примером является организация оперативных блокировок. Проектные институты подготавливают схемы оперативных блокировок к каждому разъединителю или заземляющему ножу в виде единой релейной схемы. При переносе на контроллеры присоединения в этих алгоритмах приходится выделять переменные, относящиеся к соседнему присоединению. Далее на контроллере соседнего присоединения настраивается передача GOOSE, а на контроллере присоединения, реализующего оперативную блокировку, настраивается прием GOOSE сообщений с привязкой к локальной переменной. И лишь после этого можно переходить к написанию алгоритмов, в который входят как локальные сигналы, так и сигналы, принимаемые по GOOSE сообщениям.

Для преодоления указанных трудностей может использоваться иной подход к проектированию цифровых подстанций, который лучше соответствует традиционной практике проектирования.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Первым этапом 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 [1], позволяющей экспортировать описание однолинейной схемы подстанции как в формат SCL, так и формат CIM RDF [2].

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 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, 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. Далее оказывается, что в реальном терминале сигналы, относящиеся к дистанционной защите, на самом деле выполнены в виде логического узла GGIO. В этом случае не удастся связать логические узлы. Поэтому задача автоматического проектирования

напрямую связана с задачей проектирования модели данных в устройствах и корректной реализации профиля протокола МЭК 61850-7.

На четвертом этапе 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, оперативные блокировки. Действительно, если имеется разъединитель с привязанной функцией оперативной блокировки (CLO) и другие коммутационные аппараты с функциями положения (XCBL, 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 [3]. Стандарт предоставляет несколько языков описания логики:

- IL – низкоуровневый язык (ассемблер);
- ST – язык высокого уровня (Pascal-подобный);
- FBD – графический язык диаграмм функциональных блоков.
- LD – графический 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.

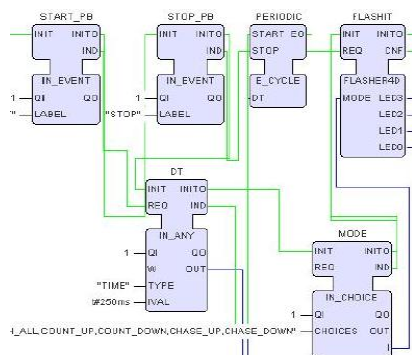


Рис. 1: Пример алгоритмов МЭК 61499

Взаимодействие между функциональными блоками посредством событий соответствует концепции МЭК 61850 [4] – 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 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.

В ОАО «НИИПТ» ведется работа по созданию системы автоматизированного проектирования. На сегодняшний день реализованы следующие функции:

- Описание логики в формате МЭК 61131 FBD.
- Автоматический экспорт алгоритмов на контроллеры присоединения (Satec).
- Экспорт алгоритмов на эмуляторы сервера МЭК 61850 для распределенной проверки алгоритмов.
- Локальная проверка отдельных алгоритмов или групп алгоритмов (отладчик).
- Эмулятор АСУТП по стандарту МЭК 61850.

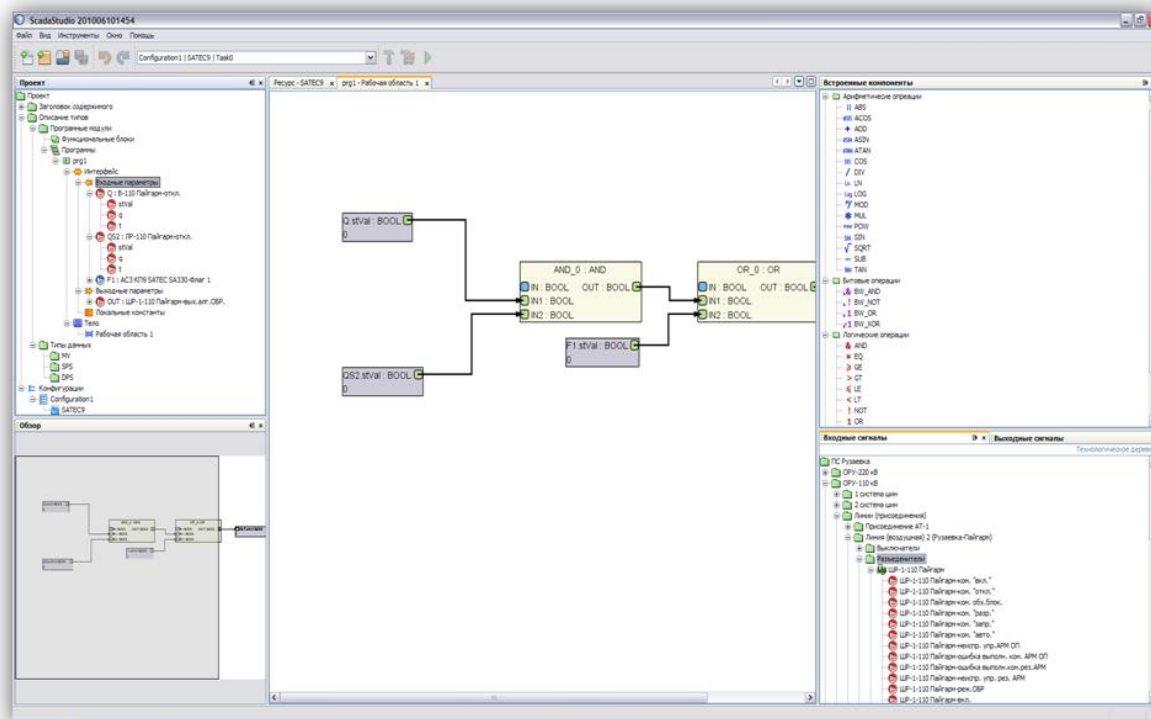


Рис. 2: Главное окно редактора алгоритмов

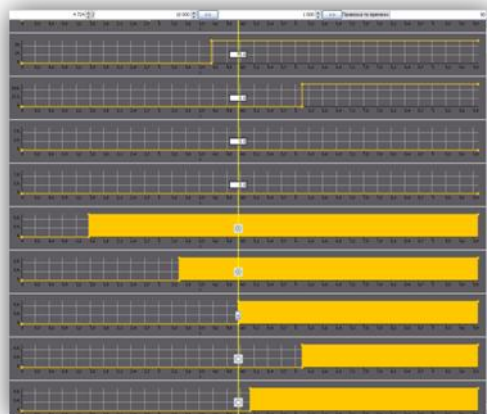


Рис. 3: Отладчик для алгоритмов

Особенностью системы автоматизированного проектирования SCADA Studio являются:

- Модульный принцип построения (возможность расширения экспорта логики на разные интеллектуальные электронные устройства).
- Поддержка международных стандартов. В частности поддерживается формат Open PLC для экспорта алгоритмов в стандарте МЭК 61131.
- Возможность гибкого моделирования системы автоматизации цифровой подстанции, в том числе с использованием эмуляторов устройств.

3 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.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] EPRI Project Manager D. Becker, Harmonizing the International Electrotechnical Commission Common Information Model (CIM) and 61850 Key to Achieve Smart Grid Interoperability - Objectives Final Report, May 2010.
- [2] Dr Alan W. McMorran, An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model.
- [3] IDC Technologies, Practical Industrial programming IEC 61131-3.
- [4] Valeriy Vyatkin, Gulnara Zhabelova, Neil Higgins, Karlheinz Schwarz, Nirmal-Kumar C Nair, Towards Intelligent Smart Grid Devices with IEC 61850 Interoperability and IEC 61499 Open Control Architecture // IEEE CONFERENCE ON TRANSMISSION AND DISTRIBUTION, NEW ORLEANS, APRIL, 2010.