

Реализация системы защиты и управления цифровой подстанции на базе программного комплекса iSAS

И.Н. ДОРОФЕЕВ, А.Э. СЕРРАТО, А.В. ЧАРКИН

ООО «ЛИСИС»

Россия

a.charkin@lysis.su

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Цифровая подстанция, централизованная защита, IEC 61850.

1 ВВЕДЕНИЕ

В данном докладе представлен пример реализации программно-технического комплекса защиты и автоматизации подстанции в виде программного обеспечения развернутого на стандартной вычислительной платформе (сервере).

Еще до появления микропроцессорных терминалов релейной защиты возникла идея использования ЭВМ для реализации алгоритмов РЗА, в том числе централизованных. Эта идея неоднократно освещалась в различных публикациях, кроме того в СССР велись разработки в этом направлении, однако перестройка помешала довести их до какого-либо законченного результата. На момент написания доклада авторам не было известно о промышленных внедрениях цифровых централизованных защит.

Исходя из выше изложенного, авторы полагают, что содержание доклада будет интересно участникам конференции.

2 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предпосылки к разработке

Выполненная в компании ЛИСИС разработка комплекса защиты и управления подстанцией iSAS [1] представляет собой модульное программное обеспечение, работающее под управлением ОС Linux на аппаратных вычислительных платформах стороннего производства.

Основными предпосылками для представленной разработки явились:

- Появление на рынке цифровых источников информации об аналоговых процессах в силовой электрической сети. [2]
- Рост производительности компактных широкодоступных серверов известных производителей до уровня, достаточного для выполнения всех функций защиты и управления распределительного устройства высокого напряжения.

Данные предпосылки в большой степени перевели задачу создания цифровой централизованной системы защиты и управления подстанцией из разряда научно-исследовательской в разряд опытно-конструкторской.

Разработка системы iSAS начата в июне 2011 года.

2.2 Архитектура системы

Основными компонентами системы являются следующие:

- iSAS@Work – программный комплекс реального времени, выполняющий функции защиты и управления подстанцией или распределительным устройством
- iSAS@Test – программный комплекс, предназначенный для тестирования оборудования цифровых подстанций в реальном режиме времени.
- iSAS@Design – среда конфигурирования для систем цифровой подстанции, в том числе компонентов iSAS.

2.2.1 iSAS@Work

Характерные особенности комплекса:

- Информационная модель комплекса построена на базе стандарта МЭК 61850.
- Программный комплекс имеет модульную структуру.
- Программные модули комплекса реализованы в виде логических узлов МЭК 61850.
- Разработан программный интерфейс для внедрения модулей сторонней разработки
- Внутренняя логика программных модулей реализована с помощью Matlab Simulink
- Для обмена данными между модулями применяются следующие интерфейсы МЭК 61850:
 - Внутренние ссылки
 - GOOSE сообщения
 - Sampled Values
 - MMS

Набор модулей комплекса включает в себя:

- Стандартные модули из состава МЭК 61850-7-4 Ed.2 [3], например PDIS, PDIF, CSWI, PIOC, PBRF
- Дополнительные модули для реализации функций автоматизации, отсутствующие в стандарте, например RTBC, CAHS и другие. Такие узлы разрабатываются в соответствии с требованиями к расширениям стандарта.
- Дополнительные модули для стандартных функций, например RMXU, для вычислений связанных с функциями РЗА, схожий по функционалу с MMXU, но более быстрый, использующий оригинальный алгоритм фильтрации, и выполняющий дополнительные вычисления.
- Дополнительные модули для связи узлов LGOS, LSVS, LCLI эти модули служат для связи логических узлов, находящихся в разных устройствах.
- Логические узлы для моделирования интерфейса оператора.

При разработке комплекса используется следующий алгоритм. Изначально функционал программного модуля в виде логического узла разрабатывается в среде Matlab Simulink. Полученный файл .mdl преобразуется в .xml. На базе библиотеки элементарных блоков Simulink осуществляется генерация исполняемого файла, реализующего новый алгоритм. Производится тестирование нового модуля.

На рисунке 1 приведена логическая структура комплекса iSAS.

Разработка комплекса iSAS@Work выполняется на базе операционной системы реального времени RedHat MRG®. Используется многоядерное программирование, стандарты POSIX, механизмы NUMA (Non-Uniform Memory Access) и специальные сетевые адаптеры.

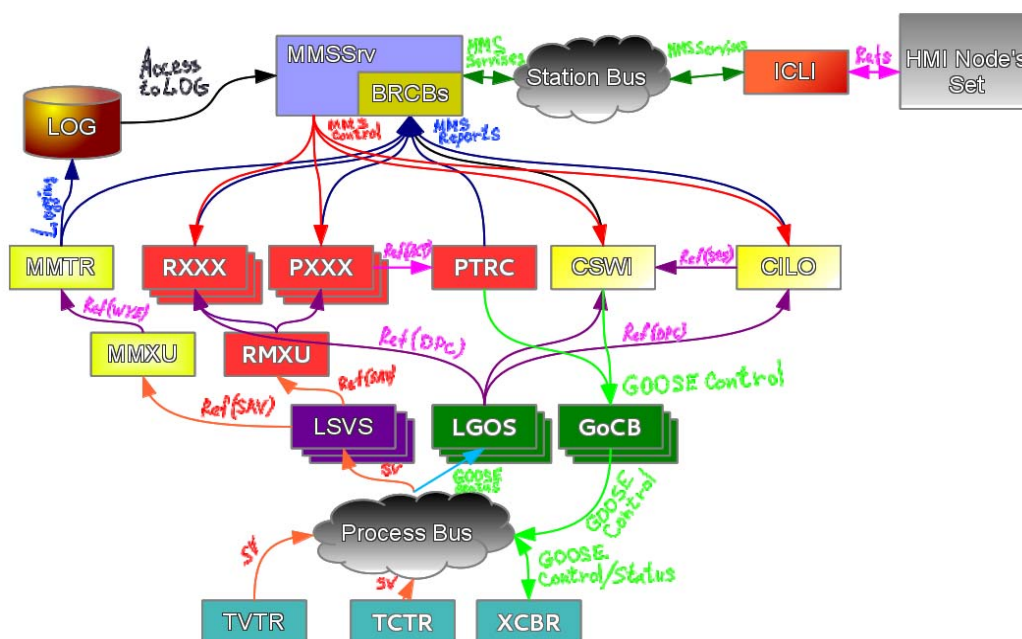


Рис. 1: Логическая структура iSAS

Модульная структура разрабатываемого ПО с одной стороны и широко распространенная ОС с другой позволяют реализовать систему защиты и управления подстанцией, как в традиционной распределенной архитектуре, так и в централизованной.

Распределенная архитектура с выделением отдельного IED для каждой функции защиты и управления дает в результате систему соответствующую современной нормативной документации и подобную применяемой в настоящее время большинством производителей.

Централизованная архитектура с реализацией всех функций защиты и управления подстанцией в одном резервированном сервере позволяет наиболее ярко продемонстрировать преимущества предлагаемого подхода, в первую очередь возможность произвольной кратности резервирования и сокращения стоимости комплекса. Однако промышленное внедрение подобной конфигурации требует изменения существующих норм проектирования и другой нормативной документации.

Наиболее разумной в среднесрочной перспективе представляется гибридная архитектура. В данном варианте часть функций защиты имплементируются в выделенные IED, а остальные функции защиты и управления реализуются в централизованном сервере. На этапе опытных внедрений это позволит минимизировать риски от перехода на новую технологию, но при этом продемонстрировать ее потенциальные преимущества на всех этапах жизненного цикла.

2.2.2 iSAS@Test iSAS@Test

Данный комплекс использует то же программное ядро, что и iSAS@Work. Дополнительно применяется расширенный состав логических узлов (DURD, SVCB, XCBR, XSWI и другие). Также используются скрипты для описания сценариев выполнения.

Основные функции iSAS@Test:

- Генерация исходящих потоков мгновенных значений токов и напряжений в формате МЭК 61850-9-2LE;
- Регистрация входящих потоков мгновенных значений токов и напряжений в формате МЭК 61850-9-2LE в виде файла Comtrade;
- Регистрация входящих GOOSE/MMS сообщений в формате МЭК 61850-8-1;
- Генерация исходящих GOOSE/MMS сообщений в формате МЭК 61850-8-1;
- Поддержка атрибутов «Mod» «Beh» МЭК 61850 ed.2

- Эмуляции алгоритмов работы компонентов ПТК защиты и автоматизации на базе программного пакета MatLab.
- Эмуляция поведения силового электрооборудования.
- Сравнение эталонного и зарегистрированного файла Comtrade реакции тестируемого устройства.
- Выполнение сценариев поведения.

2.2.3 iSAS@Design

Данный компонент системы находится в начальной стадии разработки.

Основные функции программного пакета:

- Полная поддержка формата SCL 3.1.
- Импорт сторонних SCL файлов
- Генерация SCL файлов
- Удобный графический интерфейс.
- Поддержка расширений iSAS.

На рисунке 2 приведен пример среды разработки с редактируемым файлом SCD.

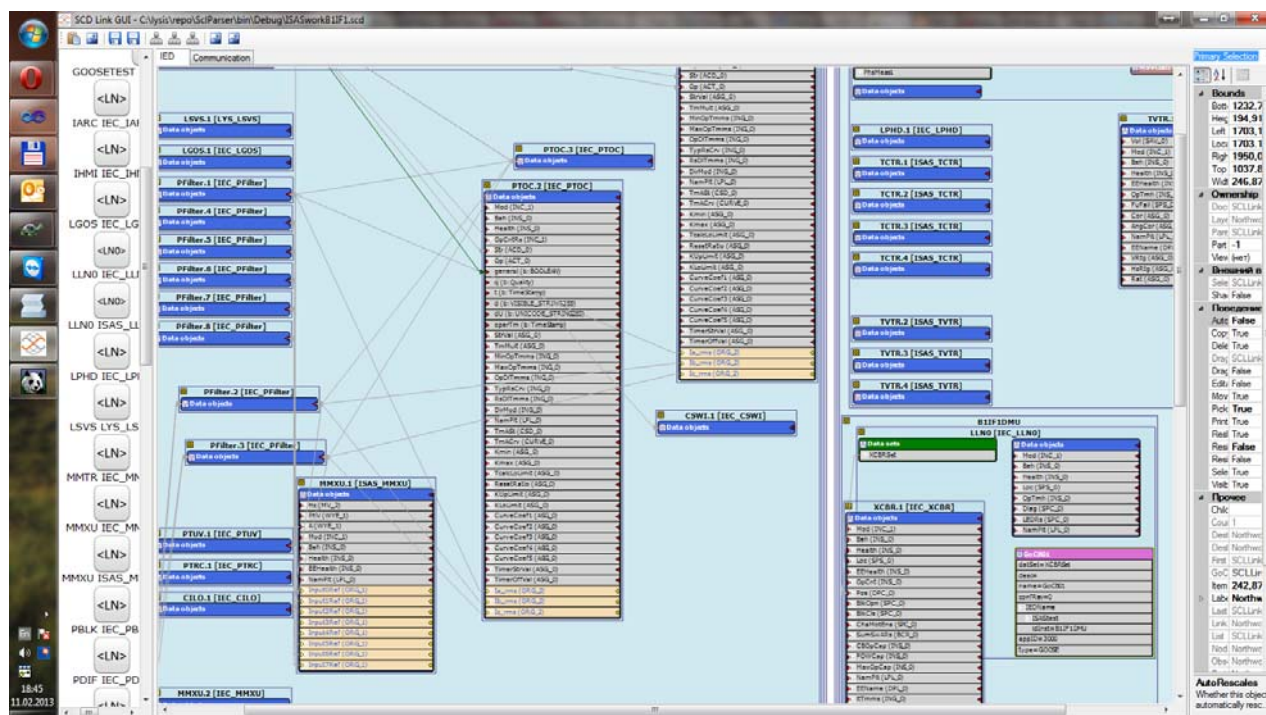


Рис. 2: Интерфейс пакета iSAS@Design

В пакете iSAS@Design реализована концепция логической системы. Вот ее основные особенности:

- Логическая система это предварительно сконфигурированный набор логических узлов связанных с определенной группой функций. Например, присоединение или функция защиты или управления. Другими словами это шаблон.
- Большинство параметров сконфигурированы по умолчанию, требуется редактирование только самых необходимых параметров.
- Данная функция введена для удобства пользователя.
- Данная функция не является стандартным расширением SCL.

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на понимание необходимости переходного этапа и целесообразности применения гибридной архитектуры на этом этапе, авторы выражают уверенность в том, что именно централизованная архитектура систем защиты и автоматизации подстанций является наиболее перспективной в стратегическом плане и позволяющей вывести на качественно новый уровень автоматизацию электрических подстанций высокого напряжения.

Разработка компании «Лаборатория интеллектуальных сетей и систем» направлена на то, чтобы наилучшим образом удовлетворить потребности заказчиков при проектировании и строительстве современных цифровых подстанций в ближайшей и отдаленной перспективе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dorofeyev I. Software Based Protection & Control System// PACWorld, Dec.2012
- [2] IEC 61850-9-2, “Communication networks and systems in substations – Part 9-2: Specific Communication Service Mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3”, Ed. 1, 2004.
- [3] IEC 61850-7-4 Ed.2 :2008 (CDV) Communication Networks and Systems for Power Utility Automation; Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment- Compatible Logical Nodes Classes Introduction and Overview.