

Протокол МЭК 61850

Коммуникационные сети и системы подстанций

Общий обзор для пользователей

Drew Baigent
GE Multilin
Markham, Ontario

Mark Adamiak
GE Multilin
King of Prussia, PA

Ralph Mackiewicz
SISCO
Sterling Heights, MI

Введение

За последнее десятилетие резко возросло использование «цифровых» данных. Распределительные подстанции, электростанции, промышленные, коммерческие и даже бытовые потребители выражают различные аспекты своей жизнедеятельности в цифровом виде. Можно предположить, что в будущем каждый аппарат, розетка, переключатель и даже лампочка будут обладать какими-нибудь функциями конфигурирования, мониторинга и/или управления. Возникла необходимость новой информационной модели коммуникации для управления большим количеством устройств и связи различных устройств друг с другом. Такая модель была разработана и стандартизована как стандарт МЭК 61850 (Системы и сети связи подстанций). В данной работе рассматриваются системы связи нового поколения, предоставляется общий обзор протокола МЭК 61850 и его соответствие требованиям современности.

I. Требования к системе связи

Связь всегда играла особо важную роль для управления энергосистемой в масштабе реального времени. В начале для связи потребителя с распределительной подстанцией (или для диспетчеризации оперативного персонала подстанций, который выполнял переключения на подстанциях), использовались телефоны. Устройства дистанционного управления, основанные на коммутации телефонных сигналов, появились еще в 30-х годах и обеспечивали контроль состояния и управление несколькими точками.

Когда в 60-х годах на практике стала применяться цифровая связь, для автоматического сбора измерений с подстанций была разработана Система Сбора Данных (DAS-data acquisition system). В связи с ограниченной пропускной способностью канала связи были оптимизированы протоколы связи системы сбора данных. Но такая оптимизация произошла за счет увеличения времени на операции конфигурирования, преобразования и документирования информации, получаемой с помощью этого протокола.

Наступила цифровая эра. Теперь в одном микропроцессорном электронном устройстве доступны тысячи значений аналоговых и дискретных сигналов, а полоса пропускания канала связи не ограничена. Подстанции с каналами передачи данных со скоростью 64000 бит в секунду стали обычным явлением. Результатом технологического прогресса стали элементы конфигурирования и документирования в системе сбора данных. Следовательно, основным требованием к системе сбора данных является способность микропроцессорных электронных устройств к обмену технологическими и сервисными данными.

Другие требования к системе:

- Высокоскоростной обмен данными микропроцессорных электронных устройств между собой (одноранговая связь)
- Привязка к подстанционной ЛВС
- Высокая надежность
- Гарантированное время доставки
- Соответствие стандартам

- • Функциональная совместимость оборудования различных производителей
- Средства поддержки осциллограмм тока и напряжения
- Средства поддержки передачи файлов
- Конфигурирование / автоматическое конфигурирование
- Поддержка функций безопасности

В соответствии с данными требованиями, создание архитектуры связи нового поколения началось с разработки Архитектуры Связи Предприятия (протокола UCA – Utility Communications Architecture) в 1988 году. Результатом данной работы стал ряд «рекомендуемых» протоколов для различных уровней модели системы связи: OSI (Open System Interconnect) - набор протоколов, образующих международный стандарт для соединения разнородных ЭВМ и сетей, сертифицированный Международной организацией по стандартизации (ISO - International Standards Organization). Новая архитектура привела к образованию набора протоколов, моделей данных и определений абстрактных сервисов, известному как протокол UCA. Концепции и фундаментальные разработки протокола UCA заложили основу для работы в комиссии IEC (МЭК) TC57 в рабочих группах 10, 11 и 12, в результате чего появился Международный стандарт МЭК 61850 - Коммуникационные сети и системы подстанций.

II. Общий обзор и область применения стандарта МЭК 61850

Стандарт МЭК 61850 применяется для системы связи подстанции. Он определяет различные аспекты сети связи подстанции в 10 основных разделах, как показано в таблице 1 ниже.

Таблица 1

№	Название
1	Введение и общий обзор
2	Глоссарий терминов
3	Основные требования
4	Управление системой и проектированием
5	Требования связи к функциям и моделям устройств
6	Язык описания конфигурации связи между микропроцессорными электронными устройствами подстанций
7	Основная структура связи для оборудования подстанции и питающей линии
7.1	- Методы и модели
7.2	- Абстрактный интерфейс сервиса связи (ACSI)
7.3	- Классы общих данных (CDC)
7.4	- Совместимость классов логических узлов и классов данных
8	Описание специфического сервиса связи (SCSM)
8.1	- Описание передачи данных по протоколу MMS (ИСО/МЭК 9506 – Часть 1 и Часть 2) и по протоколу ИСО/МЭК 8802-3
9	Описание специфического сервиса связи (SCSM)
9.1	- Выборочные значения по последовательному ненаправленному многоточечному каналу передачи данных типа точка-точка
9.2	- Выборочные значения по ИСО/МЭК 8802-3
10	Проверка на совместимость

Части 3, 4 и 5 Стандарта начинаются с определения общих и конкретных функциональных требований к каналам связи подстанции (основные требования изложены выше). Эти требования в дальнейшем используются в качестве задающих функций для определения необходимых моделей данных и обслуживания, протокола прикладной программы и базовых средств передачи данных, сети, канала передачи данных и физических уровней, которые должны соответствовать общим требованиям.

Основная концепция архитектуры, принятая в стандарте МЭК 61850, состоит в абстрагированном определении (описании) элементов данных и обслуживания, т.е. создание элементов/объектов данных и сервисных функций не зависит протокола нижнего уровня. Абстрактные определения позволяют распределить объекты данных и сервисные функции по любому другому протоколу, если он соответствует требованиям данных и обслуживания. Описание абстрактных сервисных функций приводится в Части 7.2, а абстрактное представление объектов данных (относительно логических узлов) содержится в Части 7.4. Поскольку объекты данных состоят из общих стандартных частей (таких как Состояние, Управление, Измерение, Замена), была разработана концепция классов общих данных (или CDC), которые определяют стандартные составные элементы, с помощью которых можно создать более сложные составные объекты данных. Описание элементов классов общих данных приводится в Части 7.3.

После того как были даны абстрактные определения данных и обслуживания, наступает последний этап – «преобразование» абстрактных сервисных функций в действующий протокол. Раздел 8.1 определяет преобразование абстрактных объектов данных и сервисных функций в стандарт MMS2 для передачи сообщений внутри предприятия – Спецификация производственной службы сообщений (MMS - Manufacturing Messaging Specification). Разделы 9.1 и 9.2 определяют выборочные измеренные значения (однонаправленные двухпунктовые и двунаправленные многоточечные соответственно) в кадре данных Ethernet. В Части 9.2 дается описание технологической шины.

С точки зрения системы существует значительный объем конфигурирования, необходимый для функционирования всех соединенных вместе частей. Для упрощения этого процесса и исключения компонента человеческой ошибки в Части 6 приводится описание языка конфигурирования подстанции (SCL), основанного на языке XML. Он представляет собой формальное описание отношений между АСУ подстанции и самой подстанцией (распредустройством). На прикладном уровне можно описать саму топологическую структуру распредустройства и ее отношение к функциям АСУ ПС (логическим узлам), сконфигурированным на микропроцессорных электронных устройствах. Каждое устройство должно предоставить SCL файл, в котором описывается самоконфигурирование подстанции.

Хотя первоначально стандарт МЭК 61850 разрабатывался для применения внутри подстанции, в настоящее время ведутся дискуссии об определении стандарта МЭК 61850 как главного протокола связи подстанции (уже есть несколько случаев применения). Кроме того, известны случаи применения различных компонентов стандарта МЭК 61850 для глобальной системы связи между подстанциями.

Часть 10 документа устанавливает методологию проверок для определения «совместимости» многочисленных определений протоколов и ограничений, описанных в данном документе.

В остальной части текста приводится детальное описание различных частей стандарта МЭК 61850.

III. Метод моделирования

Обычные протоколы традиционно определяют, как передаются биты данных по проводам. Однако, в таких протоколах не конкретизируется как следует систематизировать данные устройств для их применения. При таком подходе от инженеров-энергетиков требуется вручную сконфигурировать объекты и отобразить их в виде переменных энергосистемы и номеров регистра нижнего уровня, индексов, модулей входов/выходов, и т.д. Стандарт МЭК 61850 уникален. Он не только конкретизирует элементы протокола (описывает, как передаются информационные биты по проводам), но и предоставляет полное описание преобразования данных устройствами энергосистемы в такую форму, которая совместима с устройствами всех типов различных

- • связанные с защитой – R;
- датчики – S;
- измерительные трансформаторы – T;
- коммутационная аппаратура (блок-контакты) – X;
- силовые трансформаторы – Y;
- другое оборудование – Z.

Каждый логический узел имеет вид: логический узел – параметр – идентификатор. Например, предположим в устройстве имеется два измерительных входа для измерения параметров трехфазных питающих линий. Стандартное имя логического узла для измерительного устройства трехфазного питания (мощности) – MMXU. Для разграничения измерений двух питающих линий логический узел по стандарту МЭК 61850 будут использоваться два названия логического узла: MMXU1 и MMXU2. Каждый логический узел также может использовать особый префикс логического узла, если необходимо дополнительно идентифицировать логический узел.

Каждый логический узел содержит один или несколько элементов данных. Каждый элемент данных имеет собственное имя. Имена определяются Стандартом и отображают функции энергосистемы. Например, выключатель смоделирован как логический узел XCVR. Имя узла содержит ряд данных, в том числе обозначения:

- Loc – для определения «дистанционный» или «локальный»;
- OpCnt – для подсчета операций;
- Pos – для определения положения;
- BlkOpn – для блокировки команд отключения выключателя;
- BlkCls - для блокировки команд включения выключателя;
- SWOpCar – для возможности срабатывания выключателя.

Каждый элемент данных в логическом узле соответствует техническим характеристикам класса общих данных (CDC) согласно проколу МЭК 61850-7-3. Каждый класс общих данных (CDC) описывает тип и структуру данных в логическом узле. Например, существуют классы CDC для данных состояния, измеряемых данных, данных регулируемого состояния, данных регулируемых аналоговых уставок, уставок состояния и аналоговых уставок. Каждый класс общих данных (CDC) имеет определенное имя и ряд свойств класса – каждое свойство с определенным именем, определенным видом и конкретной целью.

Каждое индивидуальное свойство класса CDC принадлежит определенной категории, которая образована по признаку функциональных ограничений (FC). Например, в классе Состояния одной точки (SPS), представленном на рис.2, введены функциональные ограничения для: свойств состояния – ST, свойств подстановочных значений – SV, свойств описания – DC, свойств расширенного определения – EX.

В этом примере свойства состояния класса SPS состоят из stVal (значения состояния), q (признака качества) и t (метки времени).

SPS class					
Attribute Name	Attribute Type	FC	TrgOp	Value/Value Range	M/O/C
DataName	Inherited from Data Class (see IEC 61850-7-2)				
DataAttribute					
<i>status</i>					
stVal	BOOLEAN	ST	dchg	TRUE FALSE	M
q	Quality	ST	qchg		M
t	TimeStamp	ST			M
<i>substitution</i>					
subEna	BOOLEAN	SV			PICS_SUBST
subVal	BOOLEAN	SV		TRUE FALSE	PICS_SUBST
subQ	Quality	SV			PICS_SUBST
subID	VISIBLE STRING64	SV			PICS_SUBST
<i>configuration, description and extension</i>					
d	VISIBLE STRING255	DC		Text	O
dU	UNICODE STRING255	DC			O
cdcNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDA_M
cdcName	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDA_M
dataNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLN_M

↑
Attribute Name

↑
Type

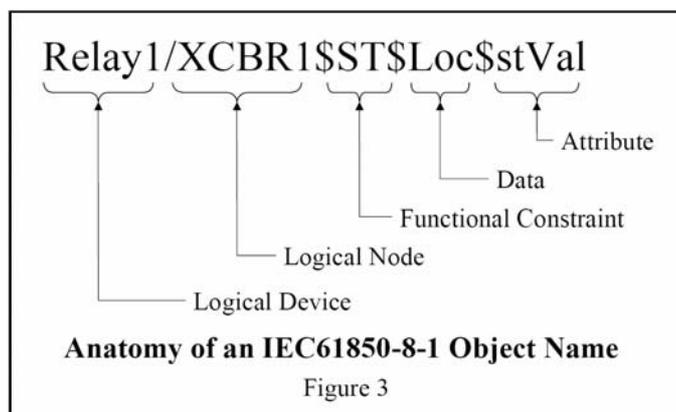
↑
Functional Constraint

↑
Range of Values

↑
Mandatory/Optional

**Anatomy of the Single Point Status (SPS)
Common Data Class in IEC61850-7-3**
Figure 2

-Модель устройства по стандарту МЭК 61850 – это виртуальная модель, которая начинается с абстрактного обзора устройства и его объектов. Эта модель описана в Части 7. Затем эта модель преобразуется в конкретный пакет протоколов в разделе МЭК 61850-8-1, основанный на MMS (ИСО 9506), TCP/IP и Ethernet. В процессе преобразования объектов МЭК 61850 в MMS, протокол МЭК 61850-8-1 определяет метод преобразования данных модели в объект-переменную MMS с присвоенным именем, что приводит к единственному, однозначно идентифицируемому указателю каждого элемента данных в модели. Например, если имеется логическое устройство с именем «Relay 1», состоящее из одного логического узла выключателя XCBR1, для которого вы хотите узнать режим управления (дистанционное или местное). Для этого нужно считать объект на Рис. 3.



IV. Преобразование в реальные протоколы

Абстрактные данные и модели объектов по стандарту МЭК 61850 определяют стандартный (стандартизированный) метод описания устройств энергосистемы, который позволяет всем микропроцессорным электронным устройствам представлять данные, используя структуры, идентичные соответствующим функциям энергосистемы. Модели абстрактного интерфейса сервиса связи (ACSI) по стандарту МЭК 61850 определяют набор сервисов и реакцию на воздействие этих сервисов, которые позволяют микропроцессорным электронным устройствам функционировать аналогично с точки зрения сети. В отличие от абстрактной модели, которая отвечает за архивирование этого уровня взаимодействия, для управления этими моделями требуются реальные протоколы, которые можно применить практически и которые можно использовать в вычислительных средствах, широко применяемых в электроэнергетике. Протокол МЭК 61850-8-1 преобразует абстрактные объекты и сервисы в протоколы MMS по ИСО 9506. Почему был использован протокол, первоначально разработанный для производства? Потому что MMS – это единственный протокол общего пользования (сертифицированный ИСО), который имеет доказанный практикой результат легкой работы со сложным присвоением имен и моделей сервиса по стандарту МЭК 61850. Хотя теоретически можно преобразовать стандарт МЭК 61850 в любой протокол, это преобразование может стать сложным и трудоемким, если попытаться преобразовать объекты и сервисы в протокол, который обеспечивает только сервисы чтение/запись/отчет для простых переменных, доступ к которым осуществляется через номера регистров и индексов. По этой причине MMS был выбран и для архитектуры UCA в 1991 году, и для стандарта МЭК 61850. Выбирая MMS, вы делаете правильный выбор, поскольку он поддерживает объекты со сложными присвоенными именами и широким выбором гибких сервисов, которые проводят преобразование прямо в МЭК 61850.

Преобразование моделей сервисов и объектов МЭК 61850 в MMS основано на таком преобразовании сервисов, при котором конкретные сервисы MMS выбираются как средства применения различных сервисов ACSI. Например, модель управления ACSI преобразуется в сервисы чтения и записи. А различные модели объектов МЭК 61850 преобразуются в конкретные объекты MMS. Например, объект логического устройства МЭК 61850 преобразуется в домен MMS. В таблице 2 ниже сведены объекты преобразования МЭК 61850, а в таблице 3 – преобразование ACSI в MMS.

Таблица 2: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МЭК 61850 В ОБЪЕКТ MMS

–МЭК 61850	Объекты MMS
Класс СЕРВЕР	Виртуальное устройство (VMD)
Класс ЛОГИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО	Домен
Класс ЛОГИЧЕСКИЙ УЗЕЛ	Переменная с именем
Класс ДАННЫЕ	Переменная с именем
Класс ДАННЫЕ-УСТАНОВКА	Список переменных с именем
Класс УСТАВКА-ГРУППА-УПРАВЛЕНИЕ-БЛОКИРОВКА	Переменная с именем
Класс ОТЧЕТ-УПРАВЛЕНИЕ-БЛОКИРОВКА	Переменная с именем
Класс РЕГИСТРАЦИЯ	Журнал
Класс РЕГИСТРАЦИЯ-УПРАВЛЕНИЕ-БЛОКИРОВКА	Переменная с именем
Класс GOOSE-УПРАВЛЕНИЕ-БЛОКИРОВКА	Переменная с именем
Класс GSSE-УПРАВЛЕНИЕ-БЛОКИРОВКА	Переменная с именем
Класс УПРАВЛЕНИЕ	Переменная с именем
Файлы	Файлы

Таблица 3: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СЕРВИСОВ МЭК 61850 (частично)

Сервисы МЭК 61850	Сервисы MMS
Логическая директория устройства	Получить список имен
Получить все значения данных	Чтение
Получить значения данных	Чтение
Установить значения данных	Запись
Получить директорию данных	Получить список имен
Получить описание данных	Получить свойства доступа к переменным
Получить значения установки данных	Чтение
Установить значения установки данных	Запись
Создать установку данных	Создать список переменных с именем
Удалить установку данных	Удалить список переменных с именем
Получить директорию установки данных	Получить список имен
Отчет (буферизованный и небуферизованный)	Информационный отчет
Получить BRCB значения/Получить URСВ значения	Чтение
Установить BRCB значения/Установить URСВ значения	Запись
Получить LCB значения	Чтение
Установить LCB значения	Запись
Запрос регистрации ко времени	Чтение журнала
Запрос регистрации после	Чтение журнала
Получить значения состояния регистрации	Получить состояние журнала
Выбрать: Чтение/Запись	Выбрать значение: Чтение/Запись
Отменить	Запись
Запустить	Запись
Команда –Завершение	Запись
Время активизировано- Запустить	Запись
Получить файл	Открыть файл/Прочитать файл/Закрыть файл
Установить файл	Получить файл
Удалить файл	Удаление файла
Получить значения свойства файла	Директория файла

В Части 8.1 предоставляется не только описание преобразований на прикладном уровне, но и общее описание профилей других уровней коммуникационного стека, которые зависят от предоставляемого сервиса (как показано на Рис. 4). Относительно различных профилей:

- Выборочные значения и прикладные программы GOOSE непосредственно преобразуются в пакет Ethernet, исключая обработку данных на средних уровнях;
- Уровень, ориентированный на установление соединения MMS, может функционировать по TCP/IP или ISO;
- Протокол GSSE (Общее событие состояния подстанции) аналогичен UCA GOOSE и функционирует с сервисами ISO, не требующими установки соединения;
- Все данные преобразуются в пакет Ethernet. При этом либо используется тип данных “Ethertype” - для Выборок, GOOSE, Сигналов синхронизации (TimeSync) и TCP/IP, либо тип данных “802.3” – для сообщений ISO и GSSE.

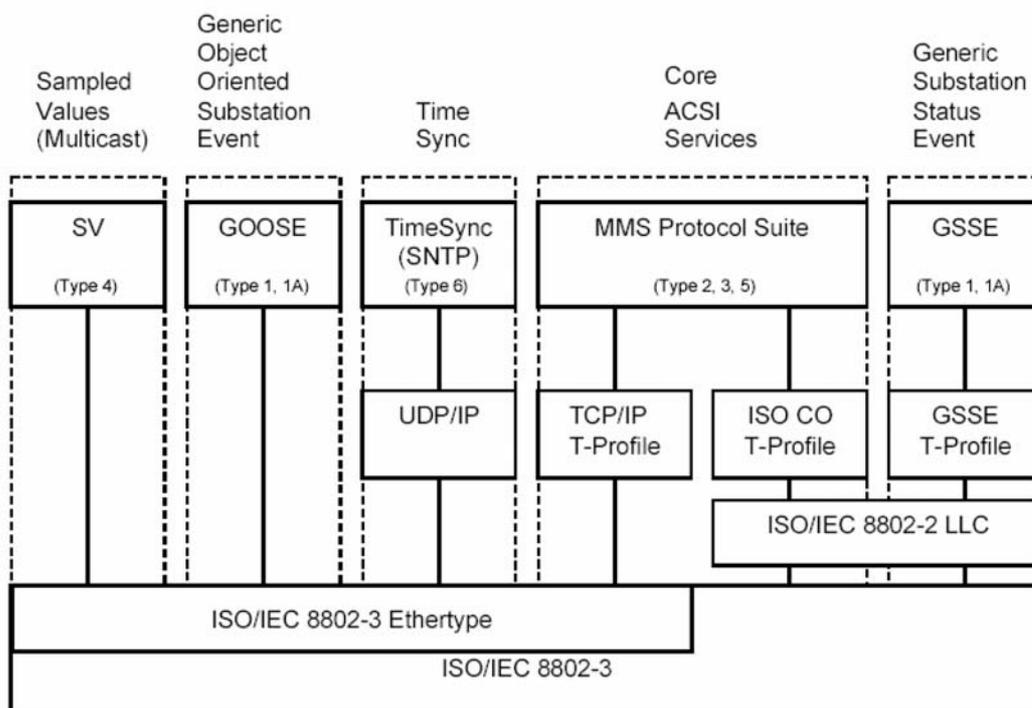


Figure 4
Overview of IEC61850 Functionality and Associated Communication Profiles

Рис.4: Обзор функциональных и коммуникационных профилей МЭК 61850.

V. Шина процесса

Поскольку технология развивается в направлении использования энергосберегающих датчиков напряжения и тока нового поколения, возникает необходимость преобразовывать в цифровую форму основные значения параметров источника и передавать полученные значения выборок обратно на подстанцию. Кроме способности получать Выборочные значения, желательно обладать и способностью дистанционного получения данных о состоянии и команд управления выводом. МЭК 61850 учитывает эти требования, посредством описания сервисов выборочных измеренных значений и применением шины технологического процесса. Уровень процесса подстанции связан со сбором таких данных, как данные о состоянии, параметры тока и напряжения. Эти данные получают с трансформаторов и преобразователей, установленных на первичном оборудовании энергосистемы, выполняющей передачу электроэнергии. МЭК 61850 описывает сбор этих данных с использованием двух различных протоколов, а именно, Часть 9.1 определяет однонаправленный многоточечный (типа точка-точка) канал передачи фиксированных данных, а Часть 9.2 определяет «конфигурируемый» набор данных, которые можно передавать многоадресно от одного источника (издателя) к нескольким абонентам.

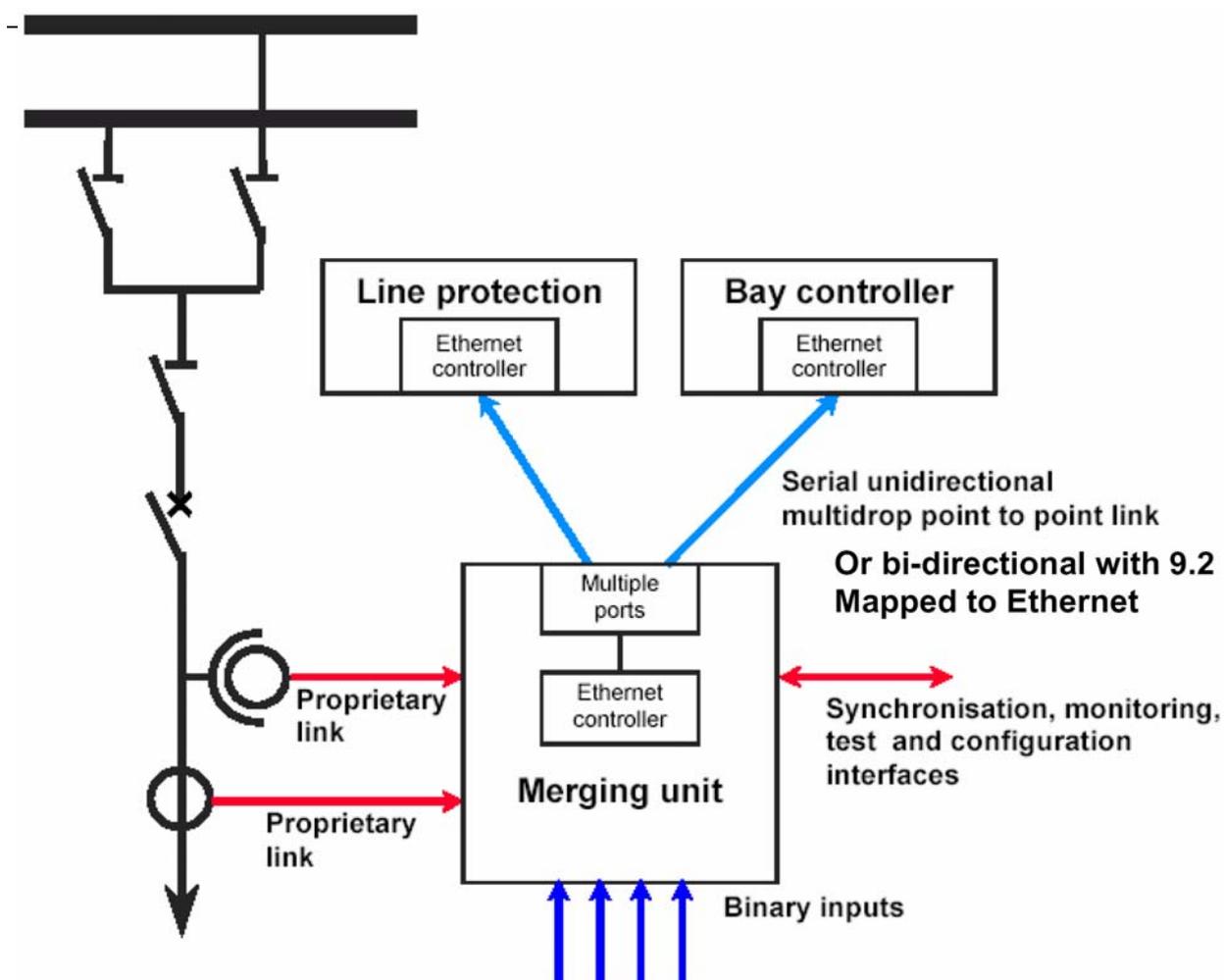


Рис.5: Концепция выборочного измеренного значения

На рисунке 5 выше показана основная концепция шины процесса. Сигналы с источников тока и напряжения (с большим и малым потреблением энергии) и данные состояния поступают в объединяющее устройство (MU).

Объединяющие устройства станции синхронизированно производят выборку этих сигналов с установленной частотой. Таким образом, любое микропроцессорное электронное устройство может принимать данные с разных объединяющих устройств, автоматически выравнивать по времени и обрабатывать данные. В этом случае соглашение о внедрении определяет основную частоту выборки как 80 выборок за цикл питания для основной защиты и мониторинга; и высокую частоту выборки - 256 выборок за цикл питания для таких случаев высоко-частотного применения, как качество электроэнергии и осциллографирование с высокой разрешающей способностью.

Часть 9.1 описывает «универсальный» набор данных для конфигурирования так, как он определяется в протоколе МЭК 60044-8. В этот набор данных входят данные параметров трехфазного напряжения, напряжения шины, напряжения нейтрали, трехфазных токов для защиты и трехфазных токов для измерения, а также два 16-битных слова состояния. Обратите внимание на то, что аналоговые значения данных в этом преобразовании переходят в 16-битовые регистры.

Часть 9.2 описывает более общее внедрение передачи данных Выборочных измеренных значений (SMV). В этой части набор данных («информационное наполнение») определяется пользователем с использованием языка конфигурирования подстанции SCL. Значения данных разного объема (размера) и вида можно интегрировать вместе. Обратите внимание на то, что в существующем

-соглашении о внедрении был предложен 32-битовый размер значения данных с коэффициентом пересчета: 1 цена деления шкалы = 1 мА.

Обе части 9.1 и 9.2 описывают прямое преобразование в пакеты Ethernet. (См. рис. 4 выше). В зависимости от частоты выборки данных, с устройств (1 - 5) можно преобразовать данные в Ethernet (100Мбит/с). Многочисленные потоки данных 100Мбитных Ethernet можно скомбинировать в одном коммутаторе с магистралью 1 Гбит/с. В такой конфигурации для абонентов можно создать 50 и более наборов данных.

VI. Язык конфигурирования подстанции

Протокол МЭК 61850-6-1 определяет язык конфигурирования подстанции (SCL), который разработан на основе расширяемого языка разметки (XML) для описания конфигурирования основных систем передачи данных стандарта МЭК 61850. Язык SCL описывает иерархию файлов конфигурирования, которые позволяют описывать различные уровни системы в однозначных и стандартизированных файлах XML. Различные файлы SCL включают:

- описание технических характеристик системы (SSD),
- описание возможностей микропроцессорных устройств (ICD),
- описание конфигурирования подстанции (SCD),
- описание конфигурируемых микропроцессорных устройств (CID).

Все эти файлы создаются аналогично и имеют одинаковый формат, но предназначены для различного применения.

Несмотря на то, что с помощью клиента стандарта МЭК 61850 можно извлечь конфигурацию микропроцессорного устройства из самого устройства, если подключить такую программу к этому устройству через сеть, бывает, что возможность использования формального автономного языка описания может принести очень большие преимущества пользователям, помимо конфигурирования приложений клиента МЭК 61850. Такими преимуществами являются:

- SCL позволяет автономным инструментальным средствам разработки систем генерировать файлы, необходимые для конфигурирования микропроцессорных устройств автоматически из схем энергосистемы, значительно сокращая стоимость и усилия, затраченные на конфигурирование микропроцессорных устройств, исключая большинство (если не все) задач ручного конфигурирования.
- SCL позволяет пользователям и серверам коллективно использовать конфигурирование микропроцессорных устройств для сокращения и исключения несогласованности и разночтений в конфигурировании и требованиях системы. Пользователи могут создавать собственные файлы SCL, чтобы быть уверенными в правильности конфигурирования микропроцессорных устройств.
- SCL позволяет автономно конфигурировать приложения МЭК 61850 без подсоединения сети к микропроцессорному устройству при конфигурировании клиента (клиентского приложения).

Язык SCL наилучшим образом отвечает требованиям каждого пользователя. Для конфигурирования микропроцессорных устройств пользователь может выбрать файлы CID, используя проектирование уже существующей системы. Или использовать SCL для реструктуризации проектирования всей энергосистемы, чтобы исключить ручное конфигурирование, избежать ошибок ручного ввода данных, уменьшить разночтения между требованиями и свойствами системы, повысить функциональную совместимость конечной системы и значительно увеличить продуктивность и эффективность работы инженеров-энергетиков.

VII. Модель подстанции в соответствии с МЭК

Если соединить все вышеописанные части вместе, то в результате получится архитектура подстанции, аналогичная изображенной на рисунке 6.

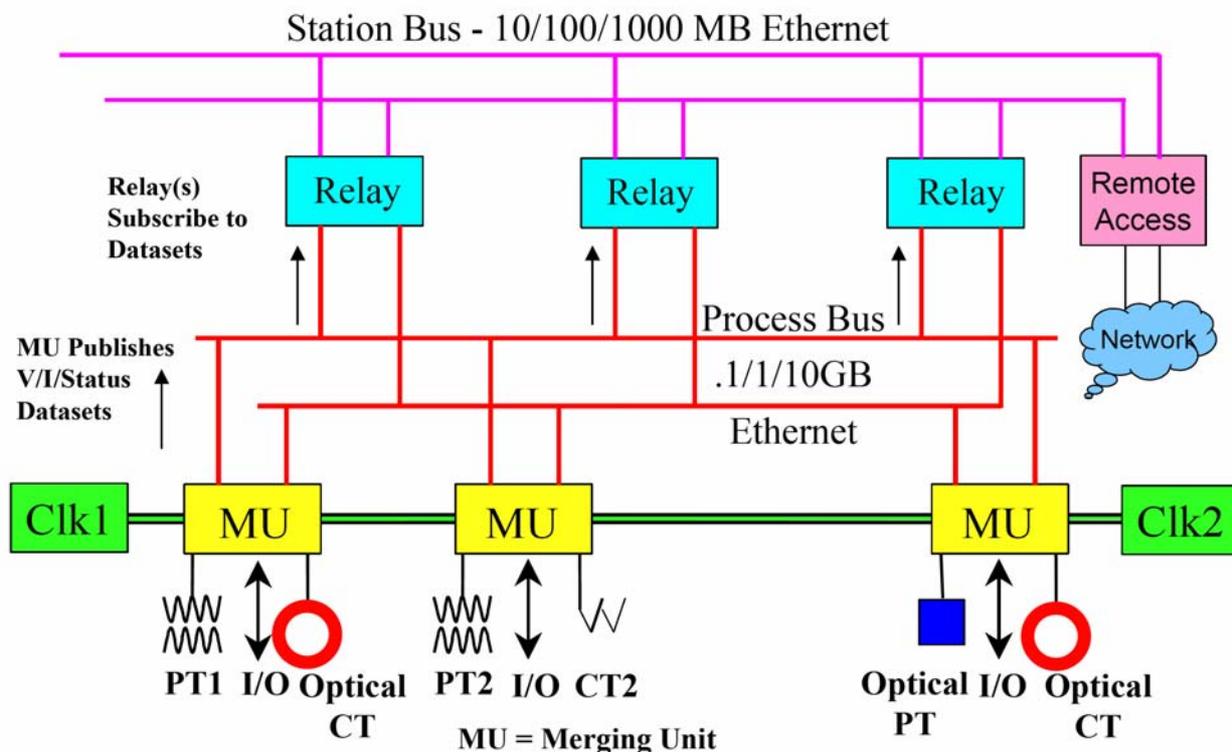


Рис.6: Модель Подстанции в соответствии с МЭК61850

На уровне «процесса» данные с оптических/электронных датчиков напряжения и тока, а также данные состояния собираются и в цифровом виде преобразуются объединяющими микропроцессорными устройствами (MU). Физически эти устройства можно размещать вблизи первичного оборудования или в помещении щита управления. Данные с устройств собирают через дублированный оптоволоконный Ethernet (100Мбит/с). Пунктами сбора данных являются дублированные Ethernet коммутаторы с внутренними шинами данных (1Гбит/с) и устройства восходящей связи (1Гбит/с), которые поддерживают приоритет Ethernet и виртуальную ЛВС Ethernet (VLAN). Виртуальная ЛВС Ethernet позволяет Ethernet коммутаторам передавать наборы данных только на те порты коммутаторов/микропроцессорные устройства, которым необходимы эти данные. В случаях передачи данных на шину процесса, производителям необходимо обеспечить возможность интегрировать данные с имеющихся ТТ и ТН с данными с вновь установленных оптических/электронных датчиков. Архитектура с дублированным тактом синхронизации должна быть адресной. В этой архитектуре при определении неисправности Часов 1, автоматически срабатывают Часы 2 и продолжают обеспечивать синхронизацию выборки.

На уровне подстанции работает шина станции. Функционирование этой шины также основано на Ethernet 10Мбит/с с простой миграцией в Ethernet 100Мбит/с. Шина станции обеспечивает базовые каналы связи между различными логическими узлами, которые обеспечивают различные функции защиты, управления, мониторинга и сбора данных. Средства связи работают либо на основе, ориентированной на подключение (например, запрос данных, конфигурирование и т.д.), либо на основе, связи без установления подключения (GOOSE – Общее объектно-ориентированное событие на подстанции). И в этом случае рекомендуется дублированная архитектура связи,

–поскольку передача данных от одного микропроцессорного устройства к другому приводит систему связи к критическому пути в случае неисправности.

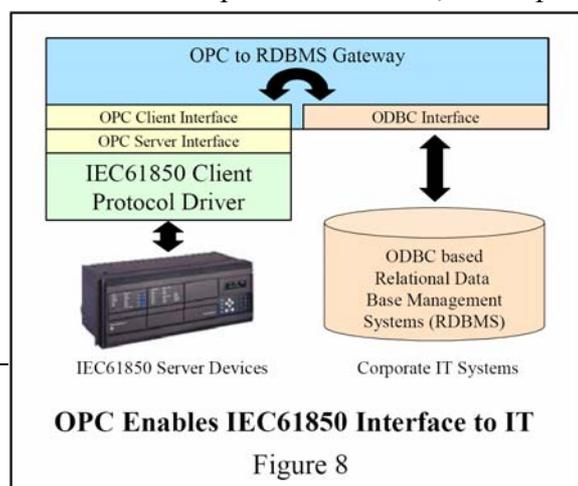
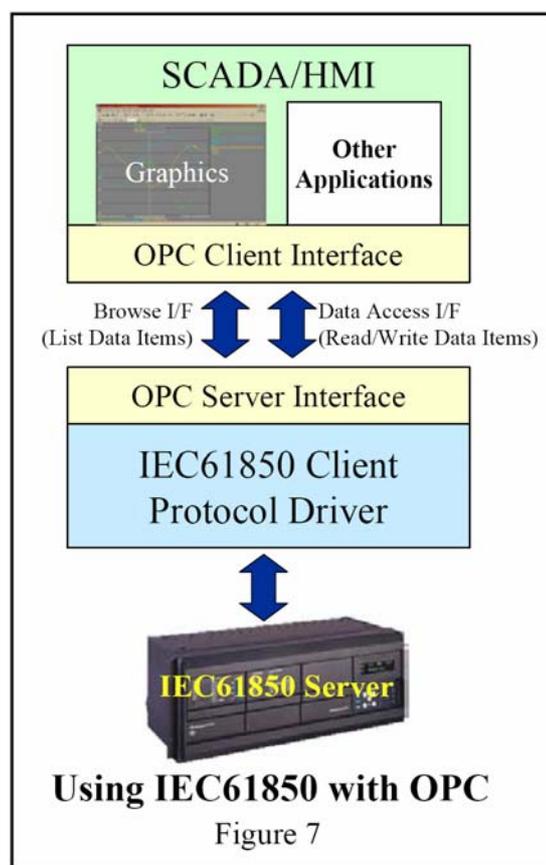
Наконец, для чтения и записи данных всех видов эта архитектура поддерживает удаленный доступ к сети. Поскольку в сети активированы все виды связи, различным удаленным «клиентам» может потребоваться доступ к различным имеющимся данным. Типичные клиенты включают в себя локальный человеко-машинный интерфейс, операции срабатывания, обслуживание, инжиниринг и планирование. Точка удаленного доступа – это логическое место для применения таких функций надежности, как кодирование и аутентификация. Такое применение позволяет индивидуальным микропроцессорным устройствам избежать кодировки передачи внутренних данных и в тоже время обеспечить безопасность всех внешних транзакций.

VIII. Прикладные программы

Уже существует ряд коммерческих продуктов, поддерживающих стандарт МЭК 61850, и в будущем ожидается много нововведений, которые будут чрезвычайно полезны пользователям. Особую значимость приобретают продукты, которые поддерживают как стандарт каналов связи МЭК 61850, так и интерфейс компоновки объектов OLE для управления процессом (OPC смотри на <http://www.opcfoundation.org>) – стандарт интерфейса прикладной программы (API) на поддерживаемый OPC Foundation. Комбинация стандартизованного протокола и стандартизованного интерфейса прикладной программы (API) является эффективным инструментом, который позволяет пользователям значительно сокращать затраты на построение систем автоматизации подстанции, позволяя подключать в полное решение продукцию от разных производителей.

Спецификация доступа к данным OPC – это интерфейс прикладной программы (API), который позволяет таким приложениям, как SCADA или человеко-машинный интерфейс, обеспечить многофункциональный интерфейс для внешних данных, независимых ни от какого конкретного протокола (См. рис. 7). Это позволяет третьему абоненту формировать серверы OPC для взаимодействия с различными протоколами, включая МЭК 61850, Modbus, DNP3 и сотни других протоколов. Широко доступны как приложения клиентов, так и приложения серверов, которые предоставляют для пользователя новые возможности для гибкого выбора. Например, предоставляются интерфейсы ко многим различным приложениям таким, как системы управления реляционными базами данных (RDBMS), электронные таблицы, регистраторы данных, системы анализа трендов и т.д., которые поддерживают OPC и обеспечивают широкий выбор вариантов, позволяющий создавать сложные комплексные системы по низкой цене (См. Рис. 8).

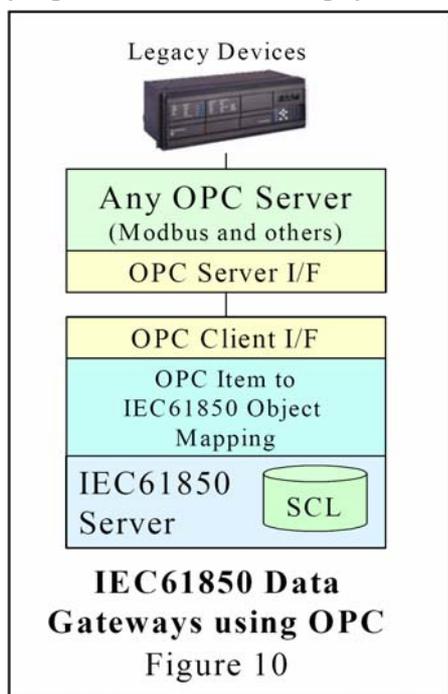
Интерфейсы OPC не только обеспечивают доступ к данным в микропроцессорных устройствах, но и поддерживают важную функцию, которая называется просмотр. Интерфейс просмотра OPC позволяет клиенту загрузить список элементов данных,



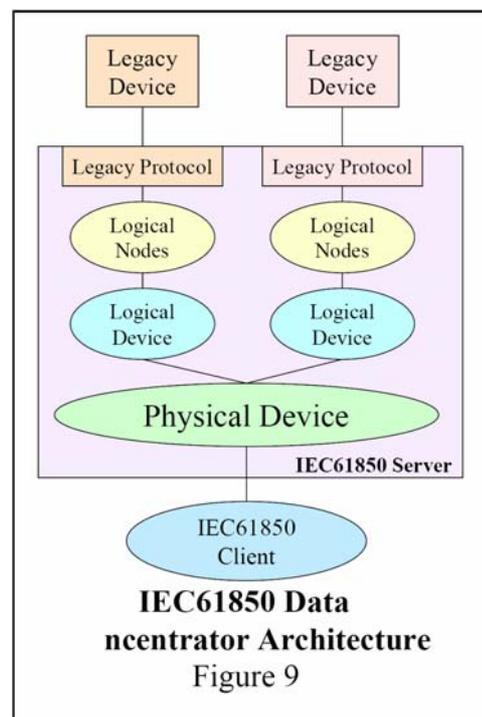
–определенных в сервере, вместо необходимости их предварительного конфигурирования. Система особенно успешно функционирует с устройствами стандарта МЭК 61850 благодаря встроенному обеспечению для обнаружения объекта. Объединяя OPC с МЭК 61850, инженер подстанции экономит много часов, необходимых для конфигурирования, и способен установить системы и ввести их в эксплуатацию за более короткие сроки и с меньшими усилиями и ошибками, что в результате приводит к значительному сокращению денежных затрат.

Интерфейс с традиционными протоколами и устройствами

Электроэнергетические системы разрабатываются для функционирования в течение многих лет. Для успешного применения любой новой технологии в современной энергосистеме необходим способ использования уже существующих микропроцессорных устройств и протоколов. В стандарте МЭК 61850 существует несколько методов размещения обычных протоколов в модели его логического устройства. Способность обеспечить многочисленные логические устройства в одном физическом устройстве позволяет стандарту МЭК 61850 напрямую поддерживать моделирование концентратора данных или шлюза нескольких устройств, изначально не обращаясь к методикам, выходящим за рамки стандарта. Устройства концентрации данных (Рис.9), поддерживающие модель логического устройства по стандарту МЭК 61850, доступны с новых



разрабатываемых продуктах. OPC технология не только использует отдельные концентраторы данных, но и предлагает способ включить функции, выполняемые простым шлюзом, в систему диспетчерского управления и сбора данных подстанции SCADA (Рис.10). В этом случае роли клиента и сервера OPC меняются по сравнению с предыдущим примером, иллюстрирующим совместное применение системы подстанции SCADA, создавая приложение клиента OPC над сервером МЭК 61850. Тогда клиент OPC преобразуется в сервер OPC, поддерживающий любой обычный протокол или протокол пользователя. Это открывает доступ к данным с обычных устройств как к данным в стандарте МЭК 61850, упрощая формирование приложения клиента для доступа к данным всей подстанции с помощью использования согласованного стандартного механизма доступа данных.



IX. Выводы

В настоящее время разработан стандарт МЭК 61850 для промышленности, являющийся международным стандартом. Этот стандарт отвечает на большинство вопросов, которые возникают в связи с цифровыми преобразованиями, а именно, стандартизация имен данных, создание полного набора служб, реализация стандартных протоколов и технических средств, и определение шины процесса. Стандарт отражает функциональную совместимость оборудования от разных производителей с установленными процессами сертификации на соответствие. Обсуждается возможность использования стандарта МЭК 61850 в качестве протокола связи подстанции с центром управления. Стандарт МЭК 61850 становится предпочтительным, потому

-что сетевые компании всего мира переходят к решениям на основе вычислительных сетей для подстанций.

Bibliography

1. IEC 61850 - Communication Networks and Systems in Substations;

<http://domino.iec.ch/webstore/webstore.nsf/searchview/?SearchView=&SearchOrder=4&SearchWV=TR UE&SearchMax=1000&Query=61850&submit=OK>

2. Manufacturing Messaging Specification; ISO 9506-1&2:2003; Part 1 – Service Definition: Part 2 – Protocol Specification

Biographies

Mark Adamiak received his Bachelor of Science and Master of Engineering degrees from Cornell University in Electrical Engineering and an MS-EE degree from the Polytechnic Institute of New York. Mark started his career with American Electric Power (AEP) in the System Protection and Control section where his assignments included R&D in Digital Protection, relay and fault analysis, Power Line Carrier and Fault Recorders. In 1990, Mark joined General Electric where his activities have ranged from development, product planning, and system integration. In addition, Mr. Adamiak has been actively involved in developing the framework for next generation relay communications and is presently the Principle Investigator on the Integrated Energy and Communication System Architecture (IECSA). Mark is a Senior Member of IEEE, past Chairman of the IEEE Relay Communications Sub Committee, and a member of the US team on IEC TC57 - Working Group 10 on Substation Communication.

Ralph Mackiewicz is Vice President of SISCO, Inc. a Sterling Heights, Michigan developer of standards based real-time communications and integration products. Ralph obtained a BSEE from Michigan Technological University in 1977 and worked at Westinghouse Electric's PLC division as engineering manager prior to joining SISCO in 1985. Ralph has been an active participant in MMS, UCA and ICCP-TASE.2 standards activities. Ralph has authored chapters on PLCs and MMS for several well-respected industry handbooks. Ralph has authored and presented papers on UCA2, MMS, IEC61850, CIM, GID, and associated standards at technical conferences sponsored by IEEE, ISA, EPRI, and Pennwell. Ralph holds two patents and was a Founding Member and Fellow of the Industrial Computing Society.

Drew Baigent received a Bachelor of Applied Science in Electrical Engineering degree from the University of Toronto in 1985. Since graduation Drew has worked for GE Multilin (formerly Multilin) as a design engineer. His experience includes the design and implementation of test systems, motor protection and control products, power system protection and control products, and communication systems. Drew is a Registered Professional Engineer in the Province of Ontario, Canada and an IEEE member. He is currently involved in the design of IEC 61850 implementations in the GE Multilin Universal Relay family of power system protection products.