

Хайруллин Д.А. Исследование систем связи, применяемых на цифровых подстанциях // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №1 (январь). – АРТ 75-эл. – 0,4 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 658.382

Хайруллин Данис Айратович

студент 4 курса, факультет авионики, энергетики и инфокоммуникаций
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный технический университет»

г. Уфа, Российская Федерация
e-mail: hajrullindanis@gmail.com

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ СВЯЗИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА
ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ**

Аннотация: Исследование систем связи, применяемых на цифровой подстанции.

Ключевые слова: цифровая подстанция, связь, сетевой протокол, сетевой коммутатор.

Khayrullin Danis Ayratovich

4th year student, features of social interview
FGBOU VO "Ufa State Aviation Technical University "
Ufa, Russian Federation

**RESEARCH OF COMMUNICATION SYSTEMS USED IN DIGITAL
SUBSTATIONS**

Abstract: Research of communication systems used in a digital substation.

Keywords: Digital substation, communication, network protocol, network switch.

1. Модель OSI для компьютерных коммуникаций

В контексте автоматизации подстанции связь - это передача информации с одного вычислительного устройства на другое, но, как и в примере выше, проблемы с синхронизацией, языком и протоколом могут привести к сбою связи.

Связь подстанции может быть в виде выделенной связи между двумя устройствами или может быть в какой-то форме сети связи.

Международная организация по стандартизации (*ISO*) признала необходимость создания рамок для обмена данными между устройствами, а в 1984 году представила модель *Open Systems Interconnection (OSI)*.

Модель, представляющая семь слоев, показана на рисунке 1.2 с целью описания различных слоев.

Тип слоя	Блок данных	Слой	Функция
Уровни хоста	Данные	7 Уровень приложения	Коммуникационное приложение
		6 Уровень представления	Шифрование и представление данных
		5 Уровень сеанса	Связь между хостами
	Сегмент	4 Транспортный слой	Полноценные соединения и надежность
Медиа-слои	Пакет	3 Сетевой уровень	Логическая адресация
	Рамка	2 Уровень связи	Физическая адресация
	Бит	1 Физический слой	Медиа, сигнальная и двоичная передача

Рисунок 1 - Модель с семью слоями *OSI*

Модель *OSI* делит процесс передачи данных на семь отдельных слоев. Каждый из семи уровней определяет, как данные обрабатываются на разных этапах передачи. Каждый слой предоставляет услугу для слоя непосредственно над ним.

1.1. Уровень *OSI* 1 - Физический уровень

Каждое сообщение данных передается на каком-то носителе. Эта среда обычно имеет форму кабелей, проводов или оптических волокон, но она также может быть беспроводной, причем данные переносятся на электромагнитные волны.

Физический уровень определяет тип носителя, который будет использоваться между одним концом обмена данными, а другой, тип используемых разъемов и уровни напряжения и тока и, если применимо, оптические характеристики, определяющие состояние бит данных.

Очень распространенный носитель, особенно в системах *Ethernet* [11], начинался с кабеля *CAT5 UTP* (неэкранированная витая пара категории 5), которая состоит из четырех цветных витых пар проводов, заканчивающихся разъемами *RJ45*. Как следует из названия, этот тип кабеля не экранирован от электромагнитных помех.

Существует также версия этого кабеля под названием *CAT5 STP* (экранированная витая пара категории 5), которая имеет металлическую внешнюю оболочку, обеспечивающую электромагнитное экранирование. Этот тип кабеля часто используется в шумных средах, таких как подстанция.

CAT5, в последнее время превратился в новые стандарты, такие как *CAT6* и *CAT7*, которые предлагают еще более надежную защиту, противопожарную защиту и т. д.

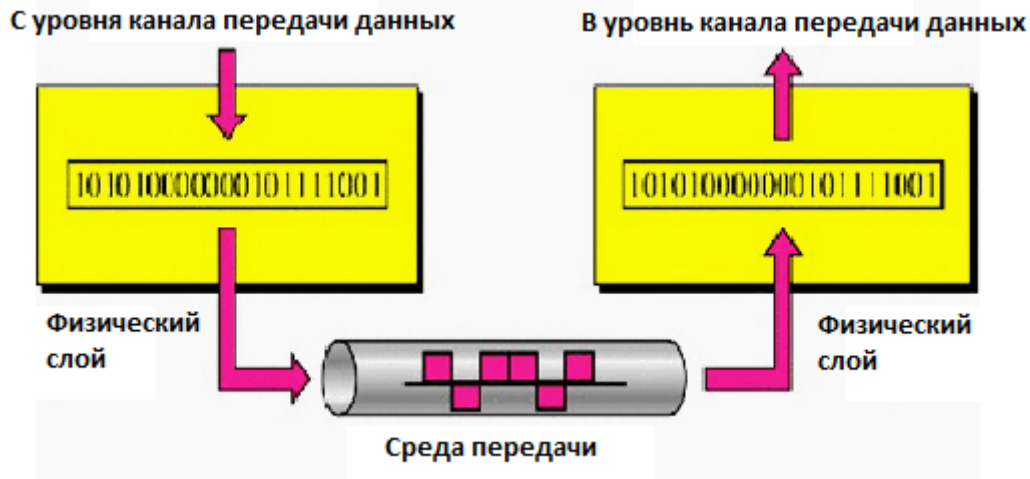


Рисунок 1. - Уровень OSI 1. Физический уровень

1.2. Уровень OSI 2 - Уровень канала передачи данных

Физический уровень обеспечивает уровень передачи данных с битами. Уровень Связи данных теперь предоставляет некоторую информацию для этой последовательности бит, определяя *Data Frames*. Эти кадры данных представляют собой пакеты данных, содержащих данные, подлежащие передаче, и некоторую управляющую информацию, управляющую передачей.

Управляющая информация содержит флаги, указывающие начало и конец сообщения. Стандарты, используемые на этом уровне, должны гарантировать, что флаги управления не ошибаются для данных и что кадры данных проверяются на наличие ошибок.

Пример приведен на рисунке 2

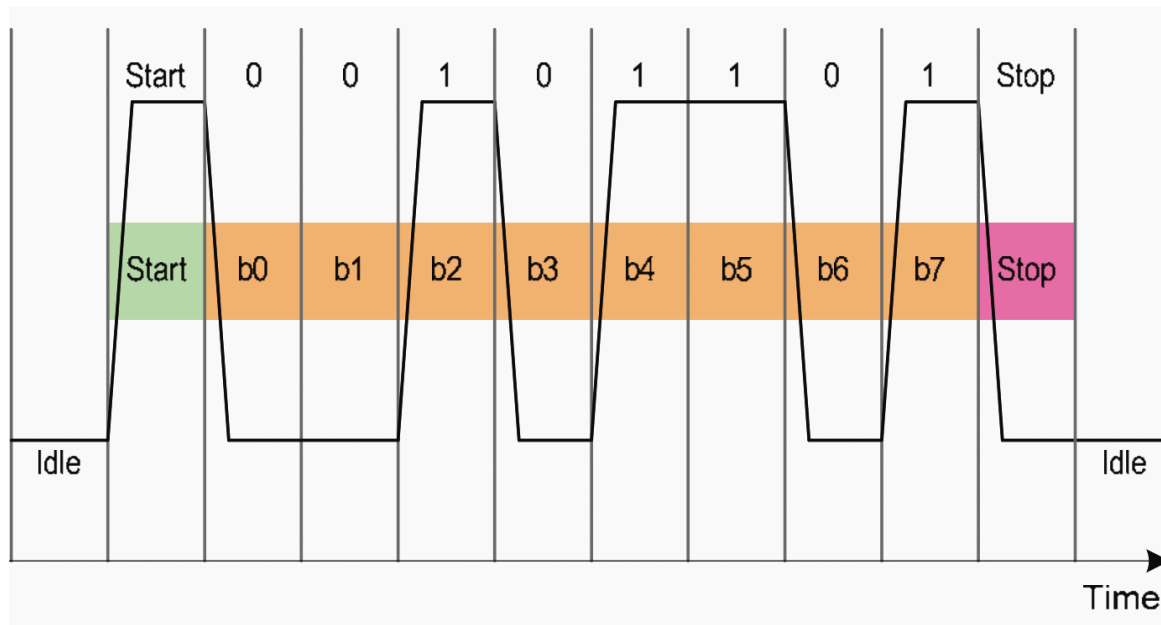


Рисунок 2. - Пример кадра данных

Обычно используемым протоколом передачи данных является *Ethernet*. Примерами оборудования, работающего на этом уровне, являются *Ethernet* коммутаторы и мосты.

1.3. Уровень OSI 3 - Сетевой уровень

Сетевой уровень связан с доставкой пакетов. Логические пути устанавливаются между отправляющим и принимающим оборудованием путем добавления информации в кадр данных, который определяет, откуда пришел пакет, и куда идет пакет.

Это принимает форму логического источника и адреса назначения для каждого пакета информации. Обычно используемым сетевым протоколом является *IP* (интернет-протокол).

Примером оборудования, работающего на сетевом уровне, является маршрутизатор.

1.4. Уровень OSI 4 - Транспортный уровень

Транспортный уровень является первым уровнем, который не связан с механикой передачи данных. Он занимается управлением и упорядочиванием пакетов после их прибытия.

Существует множество протоколов транспортного уровня, начиная от самого простого, который просто принимает данные по мере их поступления, не заботясь о том, имеют ли пакеты ошибки или даже если они находятся в правильном порядке, до довольно сложных протоколов, которые проверяют данные для ошибок, отправляют подтверждение на отправляющее оборудование, заказывают пакеты в правильную последовательность и представляют данные на следующий уровень, гарантированные безошибочно и правильно упорядоченные.

Примером простого протокола является *UDP (User Datagram Protocol)*. Более сложным широко используемым протоколом транспортного уровня является *TCP (протокол управления передачей)*.

Функциональность уровня 4 достигается устройствами на обоих концах пути передачи, который обычно является компьютером. В контексте защиты подстанции это будет *IED*.

1.6. Уровень OSI 5 - Уровень сеанса

Первые четыре уровня создают средство надежной связи между двумя компьютерами, но они не имеют дело с интеллектуальным управлением сообщением.

Это выполняется на уровне сеанса. Это первый слой, который взаимодействует с пользователем. Каждый сеанс связи регулируется критериями, относящимися к сеансу. Один сеанс связи может загружать файл с веб-сайта, в то время как другой может работать с файлом, расположенным на удаленном сервере.

Программное обеспечение уровня сеанса может осуществлять управление паролем, контролировать использование системы и разрешать взаимодействие пользователя с коммуникацией.

1.7. Уровень *OSI 6* - Уровень презентации

Как следует из названия, уровень представления относится к тому, как представлены данные. Хорошим примером этого является *ASCII* (Американский стандартный код для обмена информацией).

Код *ASCII* представляет собой 8-битный двоичный код, который определяет знакомый набор символов, используемый для создания текста. Например, символ «А» определяется двоичным кодом 01000001, который равен 41 шестнадцатеричному или 65 десятичному значению.

Уровень представления, если он соответствует формату *ASCII*, может интерпретировать это.

1.8. Уровень *OSI 7* - Уровень приложения

Уровень приложения - это слой, который взаимодействует с пользователем. Это основное программное обеспечение, которое позволяет пользователю определять связь.

Примерами протоколов уровня приложений могут быть протокол передачи файлов (*FTP*), протокол передачи гипертекста (*HTTP*), почтовый протокол 3 (*POP3*) или простой протокол передачи почты (*SMTP*).

2. Связь между электронно-вычислительными машинами

Модель *OSI* указывает на необходимость совместимости между всеми уровнями связи между компьютерами (которые обычно находятся в форме *IEDs* на подстанции).

В этом разделе рассматриваются самые низкие два уровня: физический и канальный каналы.

2.1 Физическое подключение к ЭВМ для подстанции

Управление и автоматизация В системах управления и автоматизации подстанций подключение к коммуникационным портам *IED* на физическом уровне (уровень 1 *OSI*) обычно относится к одному из трех стандартов:

- *EIA 232*
- *EIA 485*
- *Ethernet*

EIA (Electronic Industries Association) представляет собой набор стандартов, определенных для соединения электронных устройств вместе. Ранее они были известны как рекомендуемые стандарты (*RS*), и часто люди все равно будут ссылаться на них как *RS 232* и *RS 485*.

2.2 *EIA 232 (ex RS 232)*

EIA 232 - это электрическое соединение, обеспечивающее полнодуплексную связь между двумя устройствами. До разработки *USB*-порта это был типичный последовательный порт, который был найден на большинстве компьютеров.

EIA 232 был разработан, чтобы позволить компьютерам подключаться с использованием модемов и подходит только для соединения «точка-точка». Он использует коммутируемые односторонние 12В (номинальные) сигналы для передачи данных, а также сигналы подтверждения для управления связью.

Из-за ограничений модема он обычно не используется со скоростью более 9 600 бит в секунду. Изоляция не указана и поэтому подходит только для подключения на очень коротких расстояниях.

Для постоянного подключения в среде подстанции следует учитывать использование оптических изоляционных блоков, чтобы избежать повреждений, вызванных индуцированными переходными процессами.

Если требуется передача на большие расстояния, необходимо использовать некоторую форму *EIA 232* для волоконно-оптического преобразователя и волоконно-оптическую линию связи.

2.3 *EIA 485*

EIA 485 представляет собой электрическое соединение, которое характеризуется рисунком б ниже.

Таблица 1 – Характеристики *EIA (RS) 232*

Параметры	Характеристика
Максимальное количество передатчиков/приемников	1/1
Тип соединения	25-ти экранированный сердечник
Режим работы	Муфта постоянного тока
Максимальное расстояние передачи	15м
Максимальная скорость передачи данных	20кбит/с
Напряжение передатчика	5В мин, максимум – 15В
Интенсивность приемника	3В

EIA 485 обеспечивает двухпроводное полудуплексное соединение, предназначенное для многоканальных соединений, как показано в таблице 1, что делает его более подходящим, чем *EIA 232*, для использования в схемах автоматизации.

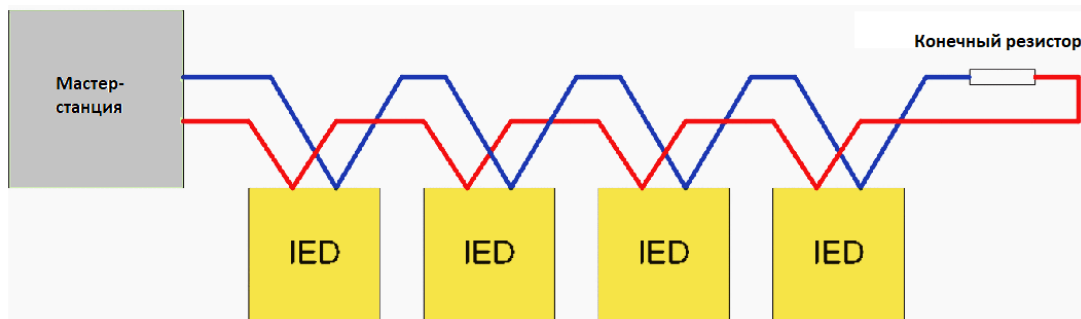


Рисунок 3. - Многоканальное соединение устройств RS485

EIA 485 использует дифференциальную сигнализацию на витых парах и может быть изолирована. Многоточечное соединение (иногда называемое последовательным соединением) обычно имеет предел в 1 км, и хотя теоретически количество подключенных устройств (узлов) не ограничено, практический предел обычно составляет 32 на шину, причем повторители используются, если требуется расширение.

Скорости связи 64 Кбит/с могут быть надежно достигнуты. *EIA 485* позволяет создавать относительно простые сети очень эффективно и экономично.

Список использованной литературы:

1. Хачатрян, В.С. Оптимизация режима большой электроэнергетической системы методом декомпозиции по активным мощностям электрических станций / В.С. Хачатрян, М.А. Мнаца-канын, К.В. Хачатрян, С.Э. Григорян // *Электричество*. – 2010. - №3. – С. 13
2. Абазоков И.А., Белойванов М.С., Притоманов В.В. *Международный студенческий научный вестник*. 2017. № 3. С. 52.
3. IEC 61850 - Communication Networks and Systems in Substations [Электронный ресурс] URL: <http://domino.iec.ch/webstore/webstore.nsf/searchview/?SearchView=&SearchOrder=4&SearchWV=TRUE&SearchMax=1000&Query=61850&submit=OK> (дата обращения 14.12.2018).

4. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / Ю. Н. Руденко и др.; под ред. Ю. Н. Руденко, В. А. Семенова; Московский энергетический институт. – Москва, 2012. – 648 с.

Корсунов П. Ю., Моржин Ю. И., Попов С. Г. Разработка Концепции «Цифровая подстанция». Договор № И-11-41/10 / ОАО «НТЦЭ». – Москва, 2011. – 248 с.

Дата поступления в редакцию: 16.01.2019 г.

Опубликовано: 23.01.2019 г.

*© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник»,
электронный журнал, 2019*

© Хайруллин Д.А., 2019