

Измерения в сетях PLC



*В.А. Белоруков,
генеральный директор НПП «КОМЕТЕХ»*

Что такое технологии PLC – знают уже многие. Но мало кто занимался измерениями сетей построенных с ее использованием. Связано это в большей степени с тем, что само направление PLC появилось на высоковольтном сегменте ЕЭС. Использование относительно низкого диапазона частот позволяет не акцентироваться на вопросах ЭМС, а особый статус электросетей и наличие полос отчуждения – на гигиеническую сторону вопроса. Что касается внутренней проблематики, то низкие требования к каналам связи позволяли не уделять особого внимания на вопросам измерений.

С развитием технологии появились компактные устройства передачи, значительно выросла скорость передачи данных. Устройства PLC перекочевали в средневольтовый и низковольтный сегменты электросетей и появились на свободном потребительском рынке. Многопользовательский доступ и гигиенические требования сразу же поставили два вопроса:

- измерений;
- регулирования.

Единого мнения по регулированию радиоизлучения нет, различные национальные и промышленные нормы сильно расходятся.

Организации по регулированию в PLC

Как это в свое время случилось с электросвязью, технология PLC не осталась без надзора, и в настоящее время действуют уже несколько организаций, занимающихся вопросами стандартизации различных аспектов этой технологии. Это:

- ISO;
- ITU;
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute);
- IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers);
- CENELEC (the European Committee for Electrotechnical Standardization);
- UPA, Universal Powerline Association
- IEC (International Electrotechnical Commission) (BROADBAND WORLD FORUM EUROPE);
- HomePlug Powerline Alliance и др.

Некоторые проекты в сфере PLC

2000–2004 6POWER, IPv6, QoS & Power Line Integration;

Основной целью проекта являются содействие в появлении недорогого широкополосного доступа и развёртывание сетей IPv6 в Европе. Планируется, что технологии PLC в этом проекте будут поддерживать скорость до 45 Мбит/с.

2004–2005 OPERA, Open PLC Research Alliance

Основную цель это срочного проекта его организаторы сформулировали следующим образом: “Широкополосный доступ по низкой цене для всех”. Конкретные цели проекта OPERA – стандартизация PLC-систем, улучшение их характеристик, а также развитие различных услуг внутри стандартных сервисов.

2002–2004 ADOC, Advanced ASIC Cores for OFDM Communication

Проект по созданию семейства узкоспециализированных микросхем на базе инновационной технологии OFDM для высокоскоростных PLC-модемов и LAN-карт.

1998–2000 MADBRIC, Mixed Analog Digital Broadband Integrated Circuits

Основная цель проекта – разработка прототипов основных узлов чипсета для высокоскоростной связи по электросети.

Основные устройства PLC

Конечно же, наиболее интересным с точки зрения потребителя является окончательное устройство – PLC-модем. Для увеличения дальности передачи используют ретрансляторы. Высокочастотный сигнал не может преодолеть такую преграду, как трансформаторная подстанция, для решения этой задачи применяют мосты. Мосты применяются для перехода из низковольтного сегмента (LV – до 400 В) в средневольтовый (MV – до 10 кВ) и из средневольтового в высоковольтный (HV – свыше 10 кВ). Мосты MV/HV практически не исполь-

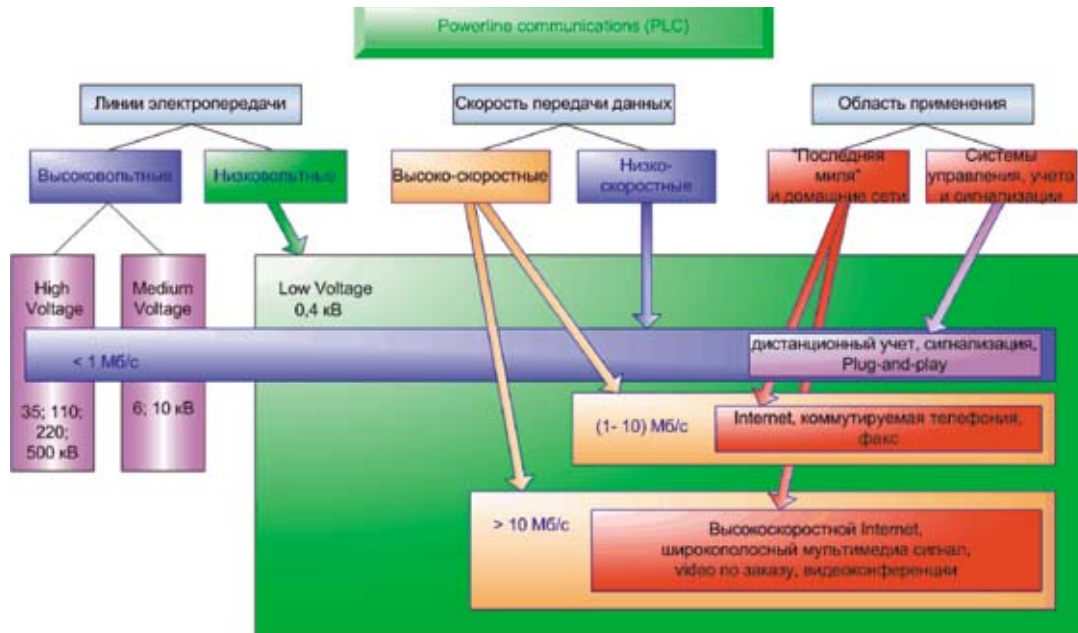


Рис.1

зуются в связи с низкой эффективностью, обычно из средневольтового сегмента переходят сразу в транспортную оптическую сеть. Также зачастую используют следующие аксессуары:

- суммирующие/ развязывающие фильтры – предназначены для одновременной подачи сигналов PLC в одну линию. Как правило, в линию подаются сигналы различных частотных диапазонов;

- индуктивные сопрягающие блоки – служат для подключения PLC-устройств в низковольтном сегменте. Так как для подключения такого аксессуара не требуется электрического контакта с токонесущими жилами, подключение может производиться без разрыва существующих соединений и занятия доп. розеток;

- емкостные сопрягающие блоки – обеспечивают хорошую защиту при соединении эл. сети и оборудования PLC. Выпускаются как в виде вилки, так и с проводами.

Поколения устройств PLC

Прежде чем перейти к рассмотрению измерений в PLC, стоит рассмотреть следующую диаграмму (рис. 1). На диаграмме иллюстрируется классификация технологий PLC и отражается состояние на сегодняшний день. Что касается низкоскоростной передачи, работающей во всех сегментах электросети – здесь проблем с измерениями и нормированием нет – есть полный парк приборов и набор протоколов передачи, специфичный для каждого сегмента сети. В части высокоскоростной передачи (BPL – Broadband PLC) – единства решений нет. Это и варианты электрического присоединения, и различные методы передачи и мультиплексирования, и множество протоколов верхнего уровня.

На рис. 2 показаны основные уровни и интерфейсы сети PLC низковольтного сегмента.

Основные услуги BPL: Triple Play Solution (TPS, «три-в-одном» - голос, видео, данные), Home Networking Applications (HNA, интересное направление – включение домашних устройств в единую интеллектуальную сеть).

В большинстве случаев услуги TPS как транспорт используют протоколы Ethernet. Единого решения в HNA пока не достигли, но, как и в глобальных сетях, будущее, полагаю, за протоколами IP.

Опыт общения с различными службами электросвязи показал, что существуют два радикальных подхода к организации измерений: эксплуатационных служб систем коммутации (предоставления услуг) и линейных служб. Первые, совершенно не обращая внимания на параметры среды передачи, тестируют качество каналов передачи. В случае получения неудовлетворительных результатов осуществляются попытки подбора параметров и настройки аппаратуры. И только в самом крайнем случае идет обращение в линейную службу. Вторые же – «линейщики» – при сдаче, например, кабеля проводят измерения физических параметров (затухание, переходные и иные характеристики и т.д.). Беда в том, что многие «линейщики» искренне полагают, что если измеренные параметры укладываются в рамки, то услуга «пойдет». В большинстве случаев это именно так.



Рис. 2

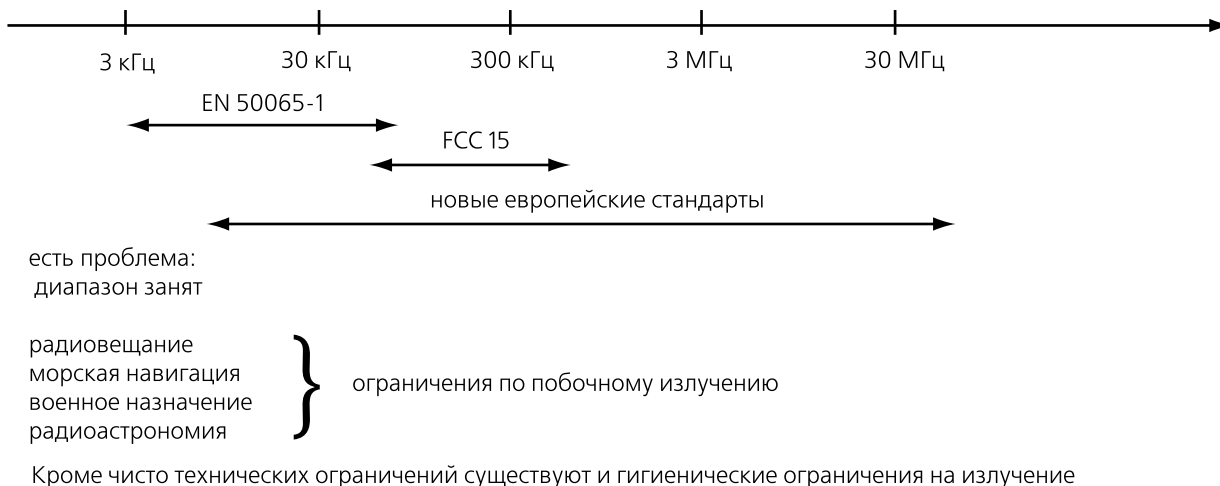


Рис. 3

Но постепенный износ транспортной инфраструктуры и появление новых услуг (а соответственно и новых требований) привели к появлению многочисленных жалоб тех же линейщиков на то, что у них в итоге эксплуатационщики не принимают кабель. С одной стороны, неполнота перечня измеряемых параметров, с другой стороны влияние вводимых новых услуг на параметры среды передачи, заставили задуматься о комплексности измерений. Только недавно появились просьбы линейных служб о предоставлении им хотя бы портативных тестеров каналов.

Если сеть PLC разделить условно на «Услуги» и «Все остальное», то мы увидим, что с точки зрения пользователя услуг она ничем не отличается от подключения ПК в сеть Ethernet. Все функции доступа к физической среде осуществляет PLC-модем. При таком подходе для оценки качества услуг пригоден любой прибор для тестирования сетей IP. Такой подход возможен при развёртывании домашней сети частного пользования при отсутствии какого-либо регулирования. Проводить измерения в физической среде нет смысла по причине отсутствия доступа к большей части среды передачи для

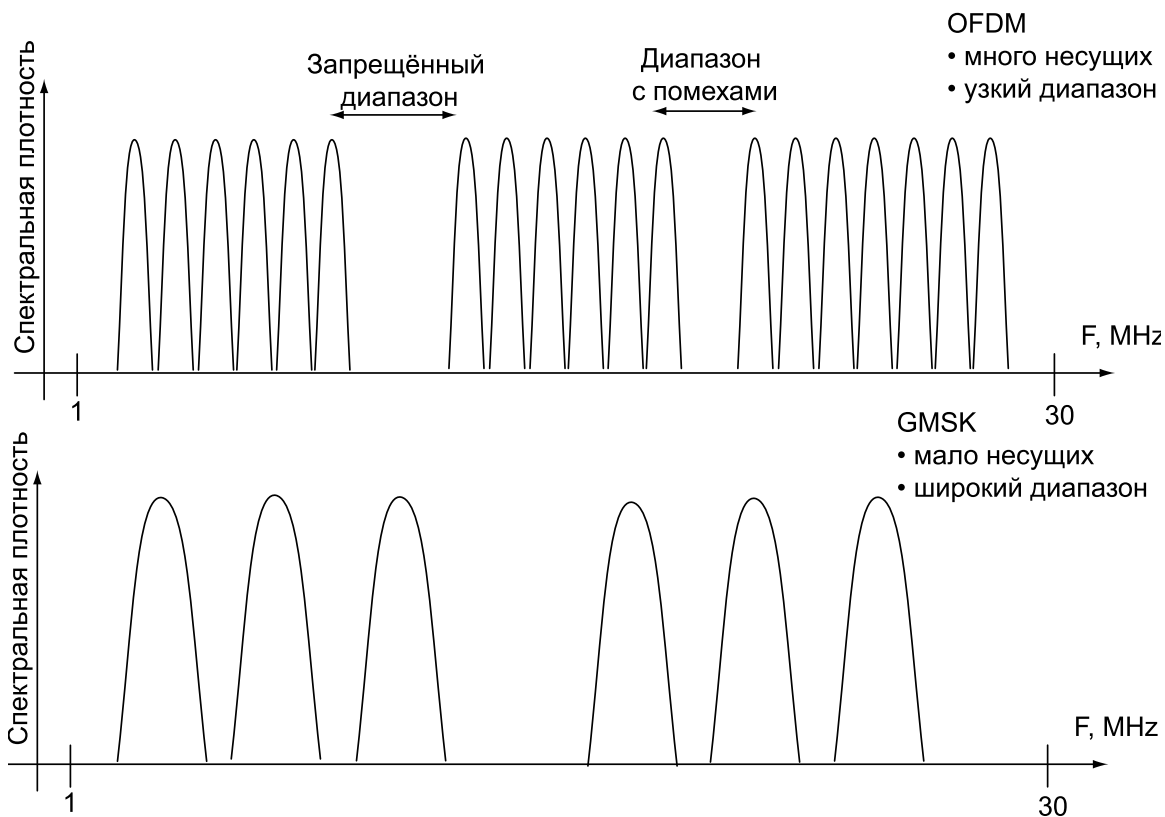


Рис. 4

внимания конечному результату. Их больше волнуют технические характеристики прибора или устройства. Покажем это на примере генератора кабелеискателя ГКИ: получена на выходе синусоида или «меандр» с определенными техническими характеристиками – и на этом все заканчивается. А как удобно с этим прибором работать непосредственным исполнителям и насколько эффективен сам производственный бизнес-процесс, над этим мало кто задумывается.

Для создания эффективного бизнеса важно все: от эффективности любого этапа бизнес-процесса до рациональности и удобства расположения любого элемента управления прибора или устройства.

Существующие приборы и методика поиска неисправностей (более правильно, менеджмент процесса) позволяют выполнять эту работу с крайне низкой эффективностью и производительностью труда.

Сущность существующих методов и их недостатки

Кабелеискатель – комплект приборов для определения трассы и глубины залегания подземного кабеля, а также мест его повреждения. В основу принципа работы положено два метода: индуктивный и контактный. При подключении выхода генератора к проверяемому кабелю создается переменное магнитное поле вокруг кабеля и разность потенциалов вдоль него. При индуктивном (индукционном) методе поиска в магнитное поле кабеля вносится ферритовая антенна (настроенный контур искателя), в которой наводится ЭДС с частотой генератора. Сигнал генератора прослушивается в телефонах искателя. Характер изменения уровня в телефонах при исследовании кабеля позволяет определить трассу, глубину залегания, а также место повреждения. Поиск трассы можно вести как по максимуму громкости сигнала, когда ось ферритовой антенны перпендикулярна оси кабеля, так и по минимуму громкости сигнала, когда ось ферритовой антенны параллельна оси кабеля. Последний метод более точен.

Контактный метод применяется только при использовании искателя на подземных линиях, выполненных кабелями с неметаллической оболочкой. При протекании по кабелю тока генератора вдоль него между различными точками земли создается разность потенциалов. Эта разность потенциалов с помощью двух штырей, воткнутых в землю на расстоянии 1–1,5 м друг от друга вдоль трассы, воспринимается телефонами искателя. В местах повреждения кабеля ток резко изменяется: исчезает при обрыве и уменьшается при наличии утечки. При этом изменяется электрическое поле вокруг поврежденного кабеля и, следовательно, изменяется громкость звука в телефонах. Недостатки существующих методов работы мы покажем на примере применения самого простого искателя ИП-7. На практике в большинстве случаев поиск мест неисправностей с помощью искателя выполняют два монтера: один индуктивным методом определяет трассу кабеля, другой, идя сзади, контактным методом ищет место повреждения. При этом, естественно,

необходимо два прибора. Даже в описаниях многих приборов, например ПОИСК-210Д-2, предлагается работать двум специалистам. Описывая трассоискатели фирмы «СТЕЛЛ» SG-600, SG-80, для поиска мест повреждения линий связи по способу последовательного приближения авторы предлагают дополнительно использовать автомобиль. Все это, конечно, хорошо, но в реальной жизни, каждодневной работе сельских монтеров таких дополнительных ресурсов зачастую просто нет. Работу часто выполняет один монтер – и на это зрелище больно смотреть.

Опишем процесс поиска мест неисправностей на длинной абонентской линии СТС, выполняемый одним монтером при существующих методах работы.

Перед началом поиска места неисправности монтер подключает к линии генератор ГКИ, как правило, по схеме (Л1, Л2 – З) и начинает сначала определять трассу кабеля (небольшой участок по длине) индуктивным методом. Большое расстояние трассы кабеля пройти и обозначить невозможно, так как метки будут потеряны. Это делается на небольших участках. Потом монтер останавливается и переключает прибор на штыри для работы контактным методом и, идя в обратном направлении, ищет место утечки «изоляции». Необходимо идти непосредственно по трассе, так как в случае отклонения от трассы, повреждения на линии найдено не будет. Потом снова отмечает трассу на небольшом расстоянии, перенастройка прибора и снова назад – к началу участка. Монтер последовательно (действия выполняются одно за другим) на маленьких отрезках линии выполняет пять операций, перестраиваясь с одного вида работ на другой, изменяя при этом коммутации на искателе:

- определяет трассу прохождения отрезка кабельной линии индуктивным методом;
- размечает кабельную линию связи различными способами (ставит колышки, копает ямки лопатой, отмечает трассу кабеля штырем или ногой и т.д.);
- ищет неисправности на отрезке линии контактным методом;
- переключает режим работы с индуктивного на контактный;
- переключает режим работы с контактного на индуктивный;

В некоторых приборах переключение с индуктивного метода на контактный связано с необходимостью менять клеммы подключения на блоке искателя. Производительность труда при такой работе крайне мала, кроме того, большие физические нагрузки на человека, большие временные затраты на устранение неисправностей, потеря трафика у оператора.

После нахождения места неисправности существует необходимость выключения генератора, для того чтобы произвести измерения электрических параметров линии или ее участков. Для этого надо постоянно изменять различные виды (режимы) коммутации на ее конце; идти на другой конец линии для снятия генератора, давать «изоляцию», линию закоротить, заземлить и т.д. Для измерения сопротивления «изоляции», шлейфа, асимметрии и других параметров требуются

Вернёмся к необходимости комплексных измерений. После измерений параметров физ. среды и рассмотрения нормативных и иных ограничений на определённые диапазоны частот можно уже в процессе настройки оборудования запретить ему работать в определённых диапазонах. С одной стороны, это сократит вероятность предъявления претензий со стороны пользователей специдиапазонов и иных служб, с другой – повысит скорость работы линейного модема (он не будет затрачивать время на измерения и пробные пакеты в запрещённых для него диапазонах частот). Учитывая нерегулярность помех в электросетях, имеет смысл проводить измерения с использованием тех же алгоритмов смены несущих, что и в реальной аппаратуре. Такие измерения дадут намного больше информации при тестировании сетей PLC. Однако встаёт вопрос открытости алгоритмов. Они либо должны быть стандартизованы, либо производитель оборудования передачи должен поставлять также и измерительную технику с реализацией соответствующих методик измерений.

Для реализации сети широкополосного абонентского доступа на основе PLC оптимальным считается диапазон частот 1,6430 МГц. На более высоких частотах как в медном, так и в алюминиевом кабелях сильно увеличивается затухание, а на более низких частотах снижается максимальная скорость передачи информации.

Существенно, что для классического PLC в настоящее время используется диапазон 10ч30 МГц. Приведенная на рис. 5. диаграмма иллюстрирует зависимость ослабления сигнала от частоты несущей. Измерения на частотах свыше 30 МГц на сегодняшний день не представляют практического интереса в связи с отсутствием оборудования, работающего в этом диапазоне. Теоретические же исследования в этом направлении проводятся.

данная диаграмма наглядно показывает, что сети доступа PLC имеют ограниченную локализацию (до 200-300 м). Домовые же сети вообще ограничиваются расстояниями до 100 м из-за большого количества различных взаимодействующих устройств.

Итоговая сводка по основным измерениям в PLC: измерения физических параметров среды передачи; измерение частотных и временных параметров помех в сети; измерение уровня излучения при загрузке сети полезным сигналом; измерение скоростного потенциала сети с использованием спец. алгоритмов формирования сигнала. Кроме вышесказанного, следует отметить, что наличие высокого напряжения и других опасных помех в среде передачи заставляет применять различные защитные и развязывающие устройства. В измерительных целях должны использоваться эталонные устройства присоединения, иначе достоверность результатов ставится под сомнение.



АППАРАТУРА ГРОМКОГОВОРЯЩЕЙ СВЯЗИ

ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМБИНАТОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ С ТЯЖЕЛЫМИ УСЛОВИЯМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

<http://www.commteh.ru>, E-mail: info@commteh.ru, тел./факс: (49234) 3-03-71

Аппаратура циркулярной громкоговорящей связи АГС обеспечивает:

(аналог приборов серии ПГС, УГС, ПГС-16 и т.д.)

- подключение до 20-ти приборов ПЦС на общую линию;
- принцип связи в круге: один говорит - все слышат;
- управление кругами ПЦС с пульта диспетчера.

Аппаратура избирательной связи АГСИ обеспечивает:

(функциональный аналог аппаратуры ПГСИ, "Прогресс")

- сеть связи до 256 абонентов;
- абонентские приборы защищенного исполнения;
- емкость абонентских пультов до 56 направлений связи;
- конфигурирование сети связи с ПЭВМ.



находится в эксплуатации с 2002 года

Общество с ограниченной ответственностью
"Коммуникационная техника"

- разработка и производство
- поставка и ввод в эксплуатацию
- модернизация под требования заказчика
- гарантийное и постгарантийное обслуживание
- обучение специалистов