

# Анализ проблем передачи информации по сетям электропитания

Егоров А.Д.

Кафедра систем управления, ФИТиУ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

e-mail: A.D.Yegorov@gmail.com

**Аннотация**—Проведен анализ факторов, затрудняющих использование распределительных силовых сетей для передачи информации. Сформулированы требования к системе передачи информации по сетям электропитания

**Ключевые слова:** сети электропитания; помехи; линии связи; распределительные силовые сети

## I. ВВЕДЕНИЕ

Сеть электропитания является универсальной проводной системой, имеющейся повсеместно. Это делает её привлекательной средой для передачи информации, поскольку не требуется прокладывать дополнительные кабели связи. Тем не менее, примеры использования высокочастотной связи по электрическим сетям для самого широкого круга задач от бытовой автоматизации до передачи управляющей информации в промышленности крайне малочисленны. Это обусловлено недостаточным уровнем исследования распределительных силовых сетей, как канала распространения информации.

## II. ПОМЕХИ В ЛИНИИ СВЯЗИ

При построении систем связи на основе распределительных силовых сетей необходимо учитывать, что линии электропередачи обладают следующими отличительными особенностями:

- значительное количество ответвлений;
- малая протяженность линий и ответвлений (от 0,1 до 10 км.);
- специфичный характер помех;
- нестабильность параметров линии связи, т.е. наличие большого количества изменяющихся во времени нагрузок, места подключения которых, также меняются;
- высокочастотный сигнал не проходит через понижающие трансформаторы;
- переключения в системе энергоснабжения, связанные с профилактическими работами и аварийными ситуациями;
- проблемы, связанные с обеспечением электробезопасности обслуживающего персонала на участке сопряжения приемопередающей аппаратуры с высоковольтным кабелем.

Наибольшее влияние на затухание высокочастотного сигнала оказывает не линейная протяженность цепи от передатчика до приемника, а конфигурация сети. Малая длина линий и ответвлений приводит к многократному отражению сигналов от концов линий и к возникновению стоячих волн [1].

По характеру воздействия помех на входные цепи приемника их следует классифицировать на две большие группы [1, 2]:

- помехи естественного происхождения;
- индустриальные помехи.

К помехам естественного происхождения относятся атмосферные помехи, вызванные разрядами молний и космическими шумами. Эти помехи характерны для случая, когда канал связи реализован с помощью воздушных линий электропередачи.

Индустриальные помехи обусловлены в первую очередь коронными разрядами и коммутационными процессами в высоковольтных линиях электропередачи, помехами от мощных радиостанций и т.д.

В особую группу помех следует выделить шумы, обусловленные частичными разрядами по поверхности изоляторов и микроразрядами, возникающими из-за не идеальности контактов в местах соединения различных участков токопровода, а также работой импульсных источников питания. Характерной особенностью данной группы помех является тот факт, что их уровень зависит от мгновенного значения напряжения в сети. В частности, что касается импульсных источников питания, то они являются источником импульсных помех возникающих при значениях напряжения в сети, близких к экстремальному.

В аварийных или переходных режимах источниками помех могут быть электрическая дуга в месте короткого замыкания, электрическая дуга между ножами выключателей при их включении или выключении, электрическая дуга или искра при работе разъединителей, а также электрическая искра в месте нарушения линейной изоляции.

Основные проблемы, возникающие при обмене данными по электрическим сетям, связаны с выделением информационного сигнала на фоне помех и сетевого напряжения. Зависящий от частоты уровень затухания сигнала при включении электробытовых приборов может менее чем за секунду колебаться в пределах 20 дБ. Кроме того, силовые линии электросети гораздо более зашумлены, чем оптоволоконные или кабельные телефонные каналы: отношение сигнал/шум в них может изменяться на 10 дБ/с из-за помех, возникающих при увеличении нагрузки в результате включения блоков питания и электродвигателей. Коммуникационные параметры линий (затухание сигнала, частотные и фазовые искажения и другие) меняются во времени в зависимости от уровня текущего энергопотребления, в то время как для традиционных физических сред

передачи информации эти параметры практически постоянны.

Поэтому требуется применение различных методов компенсации: использование помехоустойчивых методов обработки сигналов и кодирования, высоконадежных методов доступа к среде передачи данных и т.д. Как правило, для решения проблем обеспечения высокой помехоустойчивости и высокого уровня защиты информации можно использовать алгоритмы формирования шумоподобных сигналов, при которых мощность распределяется в широкой полосе частот. Обработка сигнала на приемной стороне производится цифровыми методами оптимального и квазиоптимального приема.

Кроме того, распространение сигнала и, следовательно, качество его приема зависит от архитектуры электрической сети, которая может изменяться, поэтому аппаратура должна «уметь» динамически адаптироваться к постоянно меняющимся условиям распространения сигнала. При организации каналов связи по распределительным сетям на основе имеющих место в данный момент присоединений любое переключение может частично или полностью разрушить систему связи. Разрушение системы связи возможно при выходе из строя того или иного участка сети в результате аварии, т.е. именно тогда, когда система связи более всего необходима.

### III. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО СЕТЯМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

К настоящему времени накоплен богатый статистический материал в отношении факторов, влияющих на качество связи по распределительным силовым сетям (РСС). Таковыми являются:

- соотношение величин нагрузок на пунктах, между которыми осуществляется связь;
- качество линии передачи электроэнергии;
- количество промежуточных пунктов, расположенных между объектами связи;
- расстояние между пунктами;
- частота несущего колебания.

Следует отметить тесную взаимосвязь последних двух факторов и качеством связи. Причем бытующее представление о том, что затухание в линии тем больше, чем больше расстояние и чем выше несущая частота сигнала не подтверждено фактами. Весьма часто имеет место ситуация, когда при прочих равных условиях, связь между более отдаленными объектами при выбранной частоте несущего колебания гораздо лучше, чем между менее удаленными пунктами. Подбором частоты несущего колебания можно добиться противоположного результата. Таким образом, качество связи, расстояние между объектами и частота несущего колебания связаны между собой довольно сложной функциональной зависимостью.

Безусловно, на качество связи влияют и другие параметры приемопередающей аппаратуры связи (кроме частоты несущего колебания). Такими параметрами являются мощность передатчика; чувствительность приемника, его избирательность; способ формирования сигнала и его обработки в приемном устройстве. Причем увеличение чувствительности приемника далеко не всегда приводит к желаемому результату. Связано это с

большим уровнем помех в канале связи по РСС. В данной ситуации гораздо большего эффекта удастся получить за счет улучшения избирательных свойств приемника и качества обработки принимаемого сигнала.

Приведенный анализ ситуации на основе имеющихся экспериментальных данных позволяет сформулировать основные требования к приемопередающей аппаратуре связи. Такими требованиями являются:

- не критичность к уровню сигнала на входе приемника;
- возможность оперативного изменения частоты несущего колебания;
- адаптивность к изменяющимся во времени нагрузкам.
- обеспечение защиты обслуживающего персонала и аппаратуры связи от высокого напряжения;
- отсутствие громоздких устройств согласования приемопередающей аппаратуры связи с линией электропередачи;
- невысокая стоимость аппаратуры связи;
- высокая надежность функционирования;
- сохранение работоспособности в широком диапазоне температуры;

Следует отметить, что для удовлетворения некоторым из этих требований необходимы оригинальные технические решения. Однако большинство из них могут быть выполнены в настоящее время на основе использования современной элементной базы, в том числе - ЭВМ.

### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным препятствием, на пути использования силовых линий электропередачи в качестве составной части канала связи, является сложный характер помех связанный с высоким уровнем шумов и нестабильностью параметров линии связи.

При использовании силовых линий электропередачи в составе канала связи в принципе отсутствует возможность согласования параметров линии с нагрузкой, вследствие чего имеет место сложный характер взаимосвязи между качеством связи, частотой несущего колебания и длиной линии.

Применение микропроцессорной техники и микро-ЭВМ для формирования и обработки сигналов позволяет удовлетворить сформулированным требованиям к приемопередающей аппаратуре связи.

- [1] Ефремов В. Е. Передача информации по распределительным сетям 6-35 кВ.-М.: Энергия, 1971 - 159 с.
- [2] Костенко М. В., Перельман Л. С., Шкарин Ю. П. Волновые процессы и электрические помехи в многопроводных линиях высокого напряжения. - М.: Энергия, 1973.-271 с.
- [3] Подгурский Ю. Е., Заборовский В. С. Технологии и компоненты передачи данных по линиям электропитания// Сети, 1999, № 10.
- [4] Пайк М. Internet в подлиннике: Пер. с англ. - СПб.: ВHV - Санкт-Петербург, 1996. - 640 с.
- [5] Камер Д.Э. Компьютерные сети и Internet. Разработка приложений для Internet: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. - 640 с.