НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЛИНИИ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИИ 433 МГЦ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М. С. Каргин, И. Д. Сагаева

Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия
E-mail: n34prus@gmail.com

Статья посвящена практической реализации двух технологий передачи данных – LPD433 и PLC. В статье рассматриваются типичные сферы применений этих решений, как в бытовом, так и в промышленном аспекте. Также в статье описан эксперимент, направленный на изучение возможности использования совместного использования PLC/LPD433 с AM-модуляцией в качестве индустриального решения.

THE DISADVANTAGES OF USING DATA TRANSMISSION ON THE AMPLITUDE MODULATION LINE 433 MHZ IN INDUSTRIAL CONDITIONS

M. S. Kargin, I. D. Sagaeva

The article is devoted to the practical implementation of two data transmission technologies - LPD433 and PLC. The article discusses the typical areas of application of these solutions, both in domestic and industrial aspects. The article also describes a practical experiment aimed at exploring the possibility of using joint use of PLC / LPD433 with AM modulation as an industrial solution.

Введение.

LPD433 (англ. Low Power Device) — диапазон радиочастот для маломощных устройств, входящий в международную сетку промышленных, научных и медицинских частот (ISM).

В большинстве стран мира этот диапазон доступен для использования в гражданских и промышленных целях при условии ограничения полосы и мощности излучателя. В большинстве стран при этом нельзя использовать внешние антенны, а также внутренние антенны с коэффициентом усиления более 0 дБи.

В диапазоне LPD433 работают многие устройства различного назначения, такие как: любительские не требующие лицензий радиостанции, сигнализации, пульты управления потребительской техникой (например, двери гаражей, светильники).

Ограничения, налагаемые на свободно продающиеся безлицензионные радиостанции, не позволяют без контроля государственных органов организовать эффективную систему связи с использованием внешних антенн и повторителей сигнала.

В России применение радиостанций и других радиопередатчиков диапазона LPD433, допускается с условием ограничения мощности передатчика не более 10 мВт [1]. Тем не менее, многие продаваемые устройства (рации, авто-

сигнализации) имеют мощность до сотен милливатт или единиц Ватт; для формального соблюдения требований законодательства их необходимо переключать в режим совместимости с ограничением мощности передатчика до 10 мВт.

1. Амплитудная модуляция.

Модуляция – это процесс изменения каких-либо параметров несущего сигнала под действием информационного потока.

В радиовещании в длинно- и средневолновом диапазоне радиоволн широко используется амплитудная модуляция сигнала. На вход модулятора подаются два сигнала: опорный (несущий) и передаваемый (полезная информация). На выходе модулятора формируется смодулированный сигнал, положительная огибающая которого и есть исходный сигнал. Для корректного преобразования необходимо, чтобы несущая частота превышала верхнюю границу полосы модулирующего сигнала как минимум в два раза [2].

2. Технология PLC.

Для промышленности представляет определенный интерес такая технология, как PLC, позволяющая передавать данные по линиям питания. При использовании технологии PLC отсутствует необходимость прокладывать дополнительные шины данных для обмена информацией с устройствами, питание которых производится от одной линии. Такие решения актуальны для задач, требующих минимальных затрат на объединение удаленных устройств в одну сеть для передачи небольшого объема данных на малых скоростях.

2.1 Описание технологии.

Технологии связи по электросети (Power Line Communication, PLC) активно развиваются и становятся все более востребованными во всем мире. И Россия - не исключение. Их используют при автоматизации технологических процессов, передачи данных со счетчиков электроэнергии, организации систем видеонаблюдения и даже для управления «умным» домом.

Исследования в области передачи данных с использованием электросети ведутся достаточно давно. Когда-то применение PLC тормозила низкая скорость передачи данных и недостаточная защищенность от помех. Развитие микроэлектроники и создание современных, а главное более производительных процессоров (чипсетов), дали возможность использовать сложные способы модуляции для обработки сигнала, что позволило значительно продвинуться вперед в реализации PLC. Однако о реальных возможностях технологии связи по электросети до сих пор знают лишь немногие специалисты [3].

Технология PLC использует электрические сети и линии питания для высокоскоростной передачи данных и основана на тех же принципах, что и ADSL, которая применяется для передачи данных в телефонной сети. Принцип работы следующий: сигнал высокой частоты (от 1 до 30 МГц) накладывается на обычный электрический сигнал (50 Гц) с применением различных модуляций, а сама передача сигнала происходит через провода питания (электрической сети). Оборудование может принять и обработать такой сигнал на значительном расстоянии - до 200 м. Трансфер данных может осуществляться как по широкополосным (BPL), так и по узкополосным (NPL) линиям электропередачи. Только в

первом случае передача данных будет идти со скоростью до 1000 Мбит/с, а во втором значительно медленнее — только до 1 Мбит/с.

2.2 Плюсы и минусы PLC.

PLC помогает наладить качественное предоставление услуг Triple Play, не требует прокладки проводов для передачи данных, а, значит, и дополнительных затрат. Быстрый монтаж и возможность подключения к существующим сетям. Кроме того, PLC-сеть можно легко разобрать и сконфигурировать, например, при переезде офиса в другое здание. Такая сеть легко масштабируется — можно организовать практически любую ее топологию с минимальными затратами (в зависимости от количества дополнительных PLC-адаптеров). В сложных условиях (железобетонные конструкции, высокий уровень электромагнитных помех) в отличие от беспроводных технологий Wi-Fi, WiMAX и LTE PLC-сеть будет работать без сбоев. При этом за счет применения самых современных алгоритмов шифрования обеспечена и безопасная передача данных по сети [4].

Недостатков у PLC меньше, но знать о них стоит. Во-первых, пропускная способность сети по электропроводке делится между всеми ее участниками. Во-вторых, на стабильность и скорость работы PLC влияет качество выполнения электропроводки (например, медного и алюминиевого проводника). И в-третьих, PLC не работает через сетевые фильтры и источники бесперебойного питания, не оборудованные специальными розетками PLC Ready.

3. Испытания сети PCL с АМ модуляцией.

3.1 Цель испытаний.

На практике хотелось бы понимать наверняка, насколько технология PLC устойчива к различного рода внешним помехам. Для того, чтобы определить порядок устойчивости такой линии, был собран стенд, имитирующий включение двух промышленных устройств (приемник и передатчик) в одну линию PLC.

Задачи, решаемые в процессе испытаний:

1) Организовать схему передачи данных через линию питания +24В

2) Передать данные при помощи амплитудной модуляции на несущей частоте 433Мгц при включенной индуктивной нагрузке и без неё

3) Создать помехи на линии при помощи внешнего источника несущей частоты (рации), проанализировать устойчивость канала к таким помехам

3.2 Условия испытаний.

Температура окружающей среды - 20°С, напряжение питания индуктивной нагрузки - 24В, ток индуктивной нагрузки - 1А, длина линии - 20м.

Принципиальная схема испытательного стенда указана на рисунке.

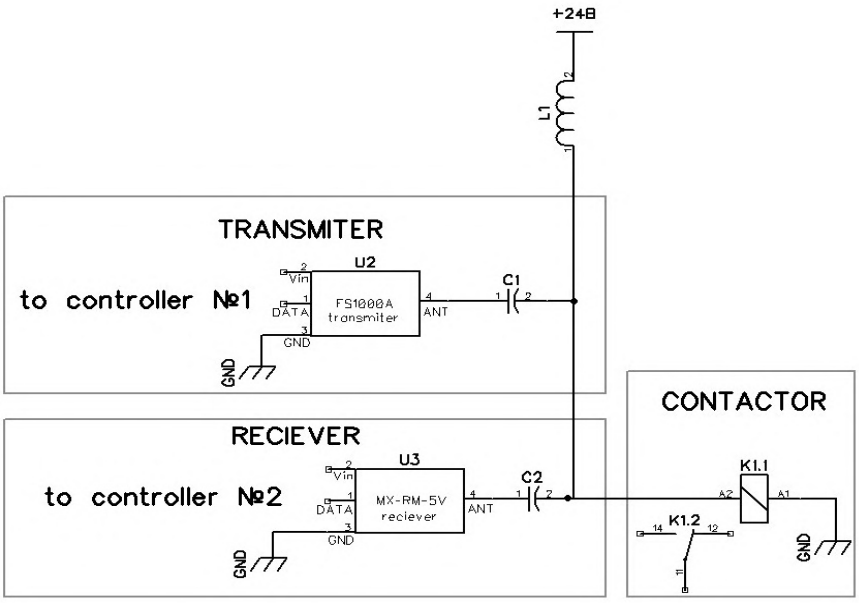

Схема включения испытательного стенда

Передатчик U2 соединен с приемником U3 при помощи линии L длиной 20м. Линия L представляет собой четырехжильный кабель из двух витых пар. Одна жила соединяется через конденсаторы емкостью 2.2нФ с антенными выходами приемника и передатчика, остальные три жилы скручены между собой и подсоединены к GND (условно - к земле). Со стороны передатчика на линию L последовательно через дроссель индуктивностью 220мкГн подается питание контактора 24В. Со стороны приемника линия L соединена с обмоткой контактора K1.

Передатчик U2 подключен к контроллеру №1 и передает в линию сообщения с частотой 1Гц. Сообщение - четыре одинаковых пакета, содержащих число от 1 до 1023 и длину пакета. В каждом следующем сообщении число увеличивается на единицу.

Приемник U3 подключен к контроллеру №2 и принимает сообщения из линии. Контроллер отправляет полученные пакеты в COM-порт, который прослушивается с компьютера.

3.3 Ход испытаний.

Испытания проводились в офисном помещении. В одном углу офиса были установлены источник 24В и передатчик, в другом углу офиса были установлены приемник, контактор и компьютер для прослушивания COM-порта. Соединительная линия была проложена по периметру офисного помещения.

Таким образом была сымитирована схема передачи данных через линию питания.

Далее был запущен передатчик, источник 24В при этом был выключен. Приемник получал от двух до трех пакетов одного сообщения примерно с одинаковой вероятностью, также периодически получались "ложные" пакеты (можно списать на ошибки ПО). Соответственно эффективность можно оценить согласно расчету (2/4+3/4)/2 = 0,625 (62,5%) без учета "ложных" пакетов.

Далее был включен источник 24В. Эффективность не изменилась.

Таким образом была осуществлена передача данных при помощи АМ на частоте 433МГц.

Далее была создана помеха мощностью в 1Вт при помощи рации, работающей на частоте 433 ± 0.8 МГц. Эффективность передачи упала до 0. Данные не проходили по линии от передатчика к приемнику. Расстояние от рации до линии / приемника / передатчика составляло не менее 5м.

Далее был выключен источник 24В. Эффективность при наличии помех осталась равной 0.

Таким образом был произведен анализ устойчивости канала к внешним помехам.

Далее источник помех был выключен, источник 24В был выключен, приемник и передатчик были отсоединены от линии передачи данных. Таким образом от передачи данных "по проводу" перешли к передаче данных "по воздуху". В таком режиме приемник получал от нуля до двух пакетов из сообщения, что дает эффективность 25%.

Заключение.

Таким образом, был проведен эксперимент, раскрывающий некоторые аспекты передачи данных при помощи технологии PLC.

В ходе эксперимента были произведены следующие выводы:

1) Схема передачи данных через линию питания является работоспособной

2) Данные при помощи амплитудной модуляции на несущей частоте 433Мгц при включенной нагрузке и при выключенной нагрузке передаются и принимаются

3) Такой канал передачи данных абсолютно неустойчив к помехам, эффективность передачи информации в условиях наличия помех сводится к нулю.

Проводить испытания для нескольких приемников и одного передатчика по текущей линии с передачей данных через амплитудную модуляцию не рационально. Проводить испытания с увеличенным расстоянием между приемником и передатчиком не рационально. Для более подробного изучения этого вопроса имеет смысл провести испытания с передачей данных FM или PM модуляцией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. LPD433 [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/LPD433 (дата обращения: 02.10.2020).

2. Методы модуляции сигналов [Электронный ресурс]. URL: https://studfile.net/preview/5558303/page:3/ (дата обращения: 02.10.2020).

3. Технологии связи по электросети (Power Line Communication, PLC) [Электронный ресурс]. URL: https://www.qtech.ru/support/wiki/163/630/ (дата обращения: 02.10.2020).

4. Power-line communication [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Power-line_communication (дата обращения: 02.10.2020).