



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**ELABORAREA DISPOZITIVULUI PENTRU  
TRANSMITEREA DATELOR PRIN REȚEAUA  
ELECTRICĂ DE 220V**

**Student:**

**Stoianov Dmitri**

**Conducător:**

**conf.univ. dr. Trofim Viorel**

**Chișinău - 2017**

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Universitatea Tehnică a Moldovei  
Programul de masterat „Microelectronica și Nanotehnologii”

Admis la susținere  
Șef departament MIB:  
prof.univ.dr. Șontea Victor,  
- 11 - 2017

ELABORAREA DISPOZITIVULUI PENTRU  
TRANSMITEREA DATELOR PRIN REȚEAUA  
ELECTRICĂ DE 220V

Teză de master

Masterand: Stoianov (Stoianov Dmitri)

Conducător: Trofim (Trofim Viorel)

Chișinău – 2017

## АННОТАЦИЯ

Дипломной работы на тему “Устройство передачи данных по сети 220V”

Дипломная работа включает содержание, три главы, выводы, библиографию из 20 наименований, 80 страниц текста, в том числе 73 рисунка и 4 таблицы.

Ключевые слова: PLC технология, передатчик, приемник, мониторинг, полоса пропускания, осциллограф, генератор, фильтр.

Область исследования включает в себя теоретические и практические аспекты, в системах обработки сигнала и передачи данных по электросети.

Целью данной работы является создание PLC-модема, для передачи данных в сети 220В.

Методология научных исследований основана на теории обработки сигналов, теории передачи информации по сети, теории математических расчетов и технологий ориентированных на объект программирования.

Новизна и оригинальность полученных результатов разработка скоростного обработчика сигналов, с более высокими диапазонами обработки, устойчивой передачей данных в сети, имеющего мобильность применения.

Теоретическая значимость проекта является разработка методов передачи данных, исследования и обработка сигнала, на основе PLC технологий.

Значение работы заключается в разработке методов обработки сигнала, фильтрации с помощью алгоритмов программы, что отличается от конкурентов, безопасностью и надежностью в эксплуатации. Алгоритмы по обработки и фильтрации сигнала конкурентов характеризуются сложностью и низкой производительностью.

## ANNOTATION

To graduation thesis with theme “Developing the device for data transmission through 220V electric network”

The diploma includes the contents, three chapters, conclusions, bibliography of 20 items, 80 pages of text, including 73 figures and 4 tables.

Keywords: PLC technology, transmitter, receiver, monitor, bandwidth, oscilloscope, oscillator, filter.

The area of study includes theoretical and practical aspects, in signal processing systems and transmission over powerline.

The aim of this work is to create a PLC-modem for data transmission in the network 220.

Methodology The research is based on signal processing theory, the theory of information transmission over the network, the theory of mathematical calculations and technology-oriented programming object.

Novelty and originality of the results to develop a high-speed signal processor, with higher ranges of processing, stable data transmission in a network having a mobility application.

The theoretical significance of the project is the development of communication techniques, research and signal processing, based on PLC technology.

The value of the work lies in the development of signal processing techniques, filtering using software algorithms that apart from the competition, safety and reliability in operation. Algorithms for processing and filtering the signal competitors characterized by low productivity and complexity.

## ADNOTARE

A teza de absolvire cu tema " Elaborarea dispozitivului pentru transmiterea datelor prin rețeaua electrică de 220v"

Teza cuprinde introducerea, 3 capitole, concluzii, bibliografia din 20 titluri, 80 pagini text de bază, inclusiv 80 figuri și 14 tabele.

**Cuvinte cheie:** PLC tehnologii, transmițător, receptor, monitoring, banda de trecere, osciloscop, generator, filtru.

**Domeniul de cercetare** include aspectele teoretice și practice în sistemul prelucrării semnalului și transmiterea datelor prin intermediul rețelei electrice.

**Scopul lucrării** acestei reprezintă crearea PLC modemului pentru transmiterea datelor în rețea 220V.

**Metodologia cercetării științifice** cercetării științifice este bazată pe teoria prelucrării semnalului, transmiterea informației prin rețea, pe teoria calculelor matematice și a tehnologiilor orientate spre obiectul de programare.

**Noutatea și originalitatea** rezultatelor obținute constă în crearea și dezvoltarea procesorului de semnal de mare viteză cu o gamă largă de prelucrare, transmiterea stabilă a datelor în rețea, fiind aplicate cu o mobilitate înaltă.

**Semnificația teoretică** a lucrării o constituie crearea metodelor de transmitere a datelor, cercetarea și prelucrarea semnalului în baza de PLC tehnologii.

**Valoarea aplicativă a lucrării** a proiectului constă în dezvoltarea metodelor de procesare a semnalului, filtrarea prin intermediul algoritmilor programelor, aceasta fiind deosebită față de concurenți, precum și în siguranța și fiabilitatea în exploatare. Algoritmii de procesare și filtrare a semnalelor concurenților se caracterizează prin complexitate și productivitate scăzută.

# СОДЕРЖАНИЕ

<i>ВВЕДЕНИЕ</i> .....	2
<b>I. ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО СЕТИ 220</b> .....	3
1.1. PLC- технология .....	3
1.2. Виды модуляций .....	5
1.3. Тип модуляции OFDM .....	5
1.4. FSK модуляция .....	8
1.5. Передаваемые данные .....	17
1.6. Применение технологии .....	23
1.7. Пример устройства PLC модема .....	24
<b>II. РАЗРАБОТКА PLC МОДЕМА</b> .....	29
2.1. Описание PLC монитора .....	29
2.2. Разработка платы MDM71ULP .....	30
2.3. Разработка SOM6M .....	33
2.4. Программное обеспечение .....	35
2.5. Конструкция .....	67
<b>III. ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ МОНИТОРА</b> .....	68
3.1. Начальная проверка .....	68
3.2. Проверка программой PLT-Viewer .....	69
3.3. Результат тестов на измерение импедансов приемника и передатчика .....	73
3.4. Примеры подключения в полевых условиях .....	74
<b>ВЫВОДЫ</b> .....	77
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b> .....	78

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире год за годом создаются новые технологии. Передача данных по линиям электросетей является весьма актуальной темой. Технология PLC базируется на использовании силовых электросетей для высокоскоростного информационного обмена. Эксперименты передачи данных по электросети велись достаточно давно, но низкая скорость передачи и слабая помехозащищённость были слабой стороной данной технологии. Создание новых высокоскоростных процессоров DSP- (цифровые сигнальные процессоры), позволило использовать более сложные типы модуляции, такие как OFDM, что значительно позволило продвинуться вперед в реализации технологии PLC. Возникает вопрос, а где же мы можем использовать PLC-технологии:

- Подключение к интернету - любая электрическая розетка в здании может стать точкой выхода в Интернет. От пользователя требуется только наличие PowerLine-модема для связи с аналогичным устройством, установленным, как правило, в электрощитовой здания и подключенным к высокоскоростному каналу.

- Малый офис - создание небольшой локальной сети, где основным требованием к локальной сети является простота реализации, мобильность устройств и легкая расширяемость.

- Домашние коммуникации – PowerLine - технология может быть использована при реализации идеи «умного дома», где вся бытовая электроника связана в единую информационную сеть с возможностью централизованного управления.

- Автоматизация - в связи с тем, что PLC использует готовые коммуникации, PowerLine-технология может быть использована в автоматизации технологических процессов, связывая блоки автоматизации по электропроводам или другим видам проводов.

- Системы безопасности- PLC может работать на различных проводах (не обязательно электрических) применение в ОПС вполне реализуемо также и для систем видеонаблюдения объектов.

В связи с актуальностью темы - передачи данных по линии электросети, было решено разработать устройство, с помощью которого можно обмениваться данными, считывать и обрабатывать информацию от других источников. В дальнейшем данное устройство возможно усовершенствовать внедрять как в устройства бытовой техники, электрические счетчики и устройства массового производства.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Комплексный учет. *Теоретическая статья*. PLC. Available in :  
<http://www.sicon.ru/prod/aiis/bit/pokvartirnyjPLC/> [просмотрено 10.09.16].
2. PLC связь. *Теоретическая статья* Available in :  
[http://www.energomera.ru/documentations/booklets/askue\\_plc.pdf](http://www.energomera.ru/documentations/booklets/askue_plc.pdf)  
[просмотрено 23.09.16].
3. OFDM модуляция Available in :  
<http://studopedia.org/12-50669.html> [просмотрено 23.09.16].
4. Стандарты PLC. Available in :  
<http://www.apotashnikoff.narod.ru/University/OFDM/OFDM.html>  
[просмотрено 11.10.16].
5. OFDM модуляция. Available in :  
<http://omoled.ru/publications/view/39> [просмотрено 12.10.16].
6. Мультиплексирование с ортогональным разделением сигнала Available in :  
<https://ru.scribd.com/doc/97568106/OFDM-%D0%B2-2-%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B0%D1%85>  
[просмотрено 12.10.16].
7. ОХРИМЕНКО, В. PLC технологии конкуренты и стандарты. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ [online], 2013, №3, pp.28-35. Available in :  
[http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/PLC\\_EKIS\\_3\\_2013-2.pdf](http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/PLC_EKIS_3_2013-2.pdf)  
[просмотрено 22.10.16].
8. ОХРИМЕНКО, В. FSK-модемы для PLC-связи: стандарты, производители, компоненты. *Сети и интерфейсы* [online], 2010, pp.62-66. Available in :  
[https://www.terraelectronica.ru/images/notes/EK2010\\_06\\_4.pdf](https://www.terraelectronica.ru/images/notes/EK2010_06_4.pdf)  
[просмотрено 24.10.16].



9. FSK- модемы для PLC связи. Available in :  
<http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2191/doc/52374/>  
[просмотрено 3.11.16].
10. Двухпозиционная фазовая модуляция (BPSK).  
<http://digteh.ru/UGFSvSPS/modul/BPSK/> [просмотрено 3.11.16].
11. ОХРИМЕНКО, В. OFDM-модем для узкополосной рlc-связи. *Телекоммуникации и связь* [online], 2012. pp. 38-42 Available in :  
[http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/V.Ohrimenko\\_OFDM-MODEM\\_FOR\\_PLC\\_5\\_2012.pdf](http://www.ekis.kiev.ua/UserFiles/Image/pdfArticles/V.Ohrimenko_OFDM-MODEM_FOR_PLC_5_2012.pdf)  
[просмотрено 8.11.16].
12. ЧИГАРЕВ, М. Передача данных по сети 220 В: аналоговый front-end.  
*Новости электроники*. [online], 2012, №11, pp. 38-42 Available in :  
<http://www.compel.ru/lib/ne/2016/11> [просмотрено 8.11.16].
13. KHANA, T.; SHRESTHAA, R.; KHAN, A.; BABYNB, PAUL. Design of a smart- device and FPGA based wireless capsule endoscopic system. *Sensors and Actuators A: Physical*. Volume 221, 1 January 2015, pp. 77–87.
14. HENDRIX, H. Viterbi Decoding Techniques for the TMS320C54x DSP Generation. *Texas Instruments Application Report SPRA071A*, January 2002, pp. 28.
15. HAN VINCK A. Coded modulation for power line communications. *AEÜ Journal*. 2000, pp. 45-49.
16. SCHAUB, T. Standardards:From Ideology to Reality. Landis & Gyr Energy Management AG. 1994, pp. 4.
17. АЙФИЧЕР, Э.; ДЖЕРВИС, Б. Цифровая обработка сигнала. Издательский дом “Вильямс”. 2004, pp. 54–103.
18. ГУТНИКОВ, В. Фильтрация измерительных сигналов. – Л.: Энергоатомиздат. 1990, pp-192 .

19. ДАДЖИОН, Д.; МЕРСЕРО, Р. Цифровая обработка многомерных сигналов. М.: Мир, 1988. pp.488.

20. РАБИНЕР, Л.; ГОУЛД, Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. – М.: Мир, 1978. pp. 848.