

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Бакалавр

Освітній рівень

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва спеціальності

на тему Блок збору та передачі інформації за технологією PLC

КПТР. 2017006.01.07 ПЗ

Виконав:

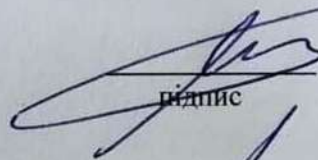
студент 4 курсу, група ТР-17-1


підпис

В.В. Іваненко

Ініціали, прізвище

Керівник: к.т.н., доцент


підпис

К.Л. Горященко

Ініціали, прізвище

Нормоконтроль


підпис

О.С. Пивовар

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТМІТ
д-р техн. наук, доцент


підпис

С.К. Підченко

Ініціали, прізвище

«14» серпня 2021р.

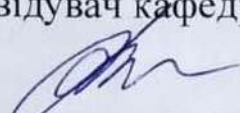
Хмельницький, 2021

Хмельницький національний університет

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій
Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМІТ


« 10 » 02 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

дипломнику Іваненку Валерію Вікторовичу

(Прізвище, ім'я, по батькові студента)

1 Тема проєкту Блок збору та передачі інформації за технологією PLC

керівник проєкту Горященко Костянтин Леонідович, доцент

(Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання)

Затверджено

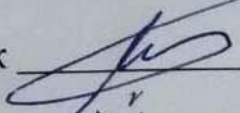
наказом ректора університету від 5 лютого 2021 р. № 11

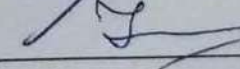
2 Строк подання студентом проєкту на кафедру « 1 » 06 2021 р.

3 Вихідні дані до проєкту 1. Розглянути загальну структуру, принцип роботи стандарту передачі PLC. 2. Розглянути загальну топологію пристрою збору інформації. 3. Розробити схему електричну пристрою збору та передачі інформації за технологією PLC

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Вступ. 2. Технологія та обладнання на її базі PLC. 3. Розробка топології пристрою збору інформації. 4. Розробка схеми електричної пристрою збору та передачі інформації за технологією PLC

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)
1) Плакат 1. Огляд технології PLC. 2) Плакат 2. Сигнали технології PLC. 3) Схема структурна пристрою збору та передачі інформації за технологією PLC. 4) Креслення А1 Схема електрична принципова.

Науковий керівник 

Завдання отримав 

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ТМІТ

«10» лютого 2021 р.

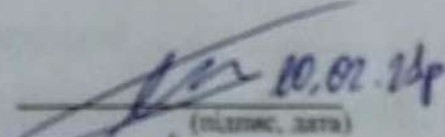
ПЛАН ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ

№ п/п	Найменування виду роботи	Форма звітності, термін виконання	Відмітка наукового керівника
1	Огляд літератури	Вступ	Виконано
2	Огляд використаної технології PLC	Розділ 1	Виконано
3	Розробка структури пристрою	Розділ 2	Виконано
4	Розробка схеми електричної принципової	Розділ 3	Виконано
5	Плакат 1. Огляд технології PLC.	Плакат	<i>виконано</i>
6	Плакат 2. Сигнали технології PLC	Плакат	<i>виконано</i>
7	Схема структурна пристрою збору та передачі інформації за	Креслення	<i>виконано</i>
8	Схема електрична принципова	Креслення	<i>виконано</i>
9	Висновки по роботі	Висновки	<i>виконано</i>

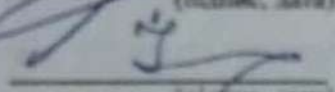
Примітки:

1. _____
2. _____

Науковий керівник


(підпис, дата) К.Л. Горященко

Студент


(підпис, дата) В.В. Іваненко

Зміст

ВСТУП.....	6
Розділ 1 ОГЛЯД ВИКОРИСТАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ PLC.....	7
1.1 Історія виникнення питання.....	7
1.2 Об'єднання OPERA	7
1.3 Об'єднання UPA	8
1.4 Широкосмугова технологія та обладнання на її базі HD-PLC.....	9
1.5 Стандартизація стандарту PLC.....	10
1.5.1 HomePlug 1.0.....	12
1.5.2 HomePlug AV	13
1.6 Проблеми розвитку технології PLC	15
Розділ 2 РОЗРОБКА ТОПОЛОГІЇ ПРИСТРОЮ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ.....	16
2.1 Введення в передачу інформації по ЛЕП	16
2.2 Види PLC.....	17
2.3 Як працює передача інформації по ЛЕП	18
2.3.1 Переваги передачі інформації по ЛЕП	22
2.3.2 Недоліки PLC	23
2.4 Пристрої для передачі по ЛЕП	23
2.5 Існуючі рішення збору та передачі інформації за технологією PLC.....	25
2.6 Загальна структурна схема мережі передачі інформації	27
2.7 Структура пристрою передачі інформації.....	31
Схема пристрою представлено на рисунку 2.10.	31
2.8 Реалізація системи передачі	32
Розділ 3 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИСТРОЮ ЗБОРУ ТА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ PLC	39

<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>									
	№до	І							
конав	<i>В.В. Іваненко</i>	<i>[підпис]</i>	Блок збору та передачі інформації за технологією PLC Пояснювальна записка						
ревір.	<i>К.Л. Горященко</i>	<i>[підпис]</i>							
онпр.	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>							
онпр.	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>							
затвер.	<i>С.К. Підченко</i>	<i>[підпис]</i>							
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Літера</td> <td style="width: 25%;">Аркуш</td> <td style="width: 50%;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">у</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;"><i>ТР-17-1, ФПКТС, ХНУ</i></p>	Літера	Аркуш	Аркушів	у	4	
Літера	Аркуш	Аркушів							
у	4								

3.1	Аналіз елементної бази.....	39
3.1.1	Рішення від STMicroelectronics	39
3.1.2	Рішення від Microchip.....	42
3.1.3	Блок-схема Microchip PL360.....	44
3.1.4	Послідовний периферійний інтерфейс (SPI).....	44
3.2	Опис схеми з'єднання PLC	45
3.2.1	Каскад передачі	46
3.2.2	Каскад фільтрації	46
3.2.3	Каскад зчеплення	47
3.2.4	Каскад прийому.....	47
3.2.5	Загальне з'єднання PLC	47
3.3	Живлення системи	48
3.4	Обмеження живлення	49
3.5	Виявлення нульового перетину.....	50
	Перелік літературних джерел.....	51

ВСТУП

З початку розвитку електричних мереж постало питання щодо організації обміну диспетчерської інформації між електричними вузлами. Найбільш раціональним було використання наявних електропередач, аніж побудова окремих телеграфних ліній. Вже тоді на початку 20-го століття в США для обміну телеграфною інформацією використовувалися ЛЕП постійного струму. З розвитком радіозв'язку стало можливе використання в тих цілях і мережі змінного струму.

На теперішній час обмін диспетчерською інформацією по лініям електропередач широко використовується як один із основних видів зв'язку. Приймач підключається до ЛЕП через фільтр приєднання, утворених із конденсатора малої ємності (2200 – 6800 пікофарад), і високочастотного трансформатора (автотрансформатора). Подібна система дозволяє передавати як голосову інформацію, так і дані телеметрії і телекерування. Ідея технології PLC заключається у використанні силових ліній для високошвидкісного інформаційного обміну.

В процесі розробок та наступної експлуатації з'ясувалося, що слабким місцем технології виявилось слабка завадостійкість і низька швидкість передачі даних. У березні 2000 року результатом об'єднання декількох великих телекомунікаційних компаній став HomePlug Powerline Alliance, організований з метою спільних досліджень розробок і проведення випробувань, більш того було вирішено прийняти єдиний стандарт по передачі даних по системах провідові лінії електричного живлення. До речі, на теперішній час до складу HomePlug Powerline Alliance входять більш ніж сотні організацій.

					КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		6

Розділ 1 ОГЛЯД ВИКОРИСТАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ PLC

1.1 Історія виникнення питання

Прототипом PowerLine являється технологія та обладнання на її базі PowerPacket фірми Intellon, яка лягла в основу єдиного стандарту HomePlug1.0 (прийнятий об'єднанням HomePlug 26 липня 2001 року), в ньому була визначена швидкість передачі даних до 14 Мб/с. Однак на даний момент стандарт HomePlug AV підняв швидкість передачі даних до 200 Мбіт/с. А новий стандарт G.hn в найближчий рік розширить смугу до 1 Гбіт/с.

Слід помітити, що HomePlug не єдиний пакет існуючих специфікацій. Окрім **HomePlug** в наявності є і інші – це широкосмугова технологія та обладнання на її базі, що підтримується міжнародною асоціацією **UPA** (Universal Powerline Association), а також технологія та обладнання на її базі з однойменною назвою, яка була розроблена низкою впливових японських компаній, об'єднаних в об'єднання **HD-PLC** (High-Definition Powerline Передача). В Європі внесок в розробку PLC-технології вніс об'єднання OPERA (Open PLC European Research Alliance). Коротко розповім про них.

1.2 Об'єднання OPERA

OPERA був заснований європейськими компаніями-виробниками і університетами в 2004 р. В об'єднання входить понад 40 учасників. Метою були дослідження і розробки в області інтегрованих PLC-мереж для організації широкосмугового доступу.

					<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>			
		№до	Г					
Виконав	<i>В.В. Іваненко</i>				<i>Блок збору та передачі інформації за технологією PLC Пояснювальна записка</i>	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.	<i>К.Л. Горященко</i>					у	7	
Т.Контр.						<i>ТР-17-1, ФПКТС, ХНУ</i>		
Н.контр.								
Затвер.	<i>С.К. Підченко</i>							

У 2006 році завершився перший проект об'єднання. Результатом завершення став вихід першої версії стандарту, яким поспішили скористатися багато виробників PLC-обладнання. З січня 2007 р. стартував другий етап проекту, який завершився в грудні 2008 р. Метою проекту стала розробка специфікацій, що забезпечують можливість роботи широкосмугових систем з використанням як фізичне середовище існуючої електропроводки. Звідси й інша назва - BPL (Broadband over Power Line).

BPL-технологія та обладнання на її базі забезпечує високошвидкісну передачу даних (потоків відео, IP-телефонія і т.п.), а також організацію домашніх локальних мереж. В число учасників другого етапу проекту увійшли провідні європейські університети Swiss Federal Institute of Technology (Швейцарія), University of Dresden і University of Karlsruhe (Німеччина) та ін., Великі технологічні компанії-розробники DS2 (Іспанія) і STI (Швейцарія), а також європейські PLC-оператори EDEV-CPL (Франція), ONI (Португалія), PPC (Німеччина), комунальні підприємства та OEM-виробники - всього 26 учасників. В основі запропонованих об'єднанням специфікацій лежить технологія та обладнання на її базі, розроблена іспанською компанією DS2, яка першою представила комерційні мікросхеми PLC-модемів, що забезпечують пропускну здатність каналу зв'язку на фізичному рівні до 200 Мбіт / с. Тут передбачається передача даних в смузі частот 10, 20 або 30 МГц. Спосіб маніпулювання параметрів - OFDM, число тих, що піднесучі - 1536. Для маніпулювання параметрів піднесучих використовується модуляція типу ADPSK (Amplitude Differential Phase Shift Keying - амплітудно-диференціальна фазова маніпуляція), що забезпечує передачу до 10 біт на кожній підносній. Теоретично досяжна швидкість передачі даних складає 205 Мбіт / с.

1.3 Об'єднання UPA

UPA була заснована в 2004 р і до її складу увійшли провідні виробники електронного устаткування і дослідницькі центри: Analog Devices, Ambient,

					<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		8

Buffalo, Comtrend, Corinex, D-Link, NETGEAR, Korea Electrotechnology Research Institute, Toshiba і ін. Метою асоціації була розробка стандартів і нормативних документів, що визначають різні аспекти процесу передачі даних для прискорення розвитку PLC-ринку і просування систем передачі даних по високовольтних електромережах на урядовому і корпоративному рівнях. Один з аспектів виконуваної UPA сертифікації - спільна робота обладнання різних стандартів при використанні однієї і тієї ж фізичної середовища передачі даних. Наприклад, одночасне використання однієї провідної лінії електричного живлення для передачі потоків даних у відповідності зі стандартами HomePlug і OPERA. Асоціація UPA підтримує основні специфікації, запропоновані об'єднанням OPERA.

1.4 Широкопasmовога технологія та обладнання на її базі HD-PLC

HD-PLC заснований японською корпорацією Panasonic Corporation, до складу якої увійшли такі компанії як AOpen, Advanced Передачас Networks, Icron Technologies Corporation, IO DATA DEVICE, Analog Devices, APTEL, Audiovox Accessories Corporation, Buffalo, OKI, Kawasaki Microelectronics, OMURON NOHGATA, Murata та ін. Запропонована корпорацією Panasonic широкопasmовога технологія та обладнання на її базі HD-PLC призначена для організації високошвидкісної передачі і прийому даних по провідній лінії електричного живлення та підтримується об'єднанням CEPСА (Consumer Electronics Powerline Передача Alliance).

Цей об'єднання був створений в 2005 р впливовими японськими корпораціями Panasonic, Sony, Toshiba, Mitsubishi, Sanyo і Yamaha. Один з напрямків діяльності CEPСА - об'єднання зусиль по розробці технології, сумісної з різними стандартами, що потенційно дозволить об'єднати мережі передачі мультимедійних даних в межах квартири або будинку. Конкурентами технології HD-PLC є технології, які обнародовано асоціаціями HomePlug і UPA. Відмінною особливістю технології HD-PLC є запропонований спосіб синтезу

						<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			9

OFDM-сигналу. На відміну від прийнятого, наприклад, в технології HomePlug AV способу формування OFDM-сигналу за допомогою інверсного швидкого перетворення Фур'є (FFT), в технології HD-PLC автори запропонували впроваджувати практично Wavelet-перетворення. Wavelet OFDM - широкопasmова технологія та обладнання на її базі передачі даних з використанням проводів лінії електричного живлення, що відрізняється високою спектральною ефективністю. У цій технології для синтезування OFDM-сигналу використовуються Wavelet-перетворення. При цьому теоретично досяжна швидкість передачі даних складає 210 Мбіт / с.

1.5 Стандартизація стандарту PLC

Потрібно розуміти, що всі перераховані об'єднання і асоціації - це свого роду "клуби за інтересами", ядро яких становлять кілька великих виробників інтегральних мікросхем, що переслідують комерційну вигоду. На периферії ж знаходяться виробники модемів та іншого обладнання. Так були сформовані "некомерційні" організації, що розвивають і пропагують "незалежний від виробника" стандарт.

Ядро Homeplug Powerline Alliance складають компанії Cisco, Intel, LG, Motorola, Texas Instruments. Саме вони є союзниками компанії Intellon, яка відображає американський напрям розвитку даної технології. Європейське ж напрямком визначає компанія DS2 підтримувана Європейським Союзом в рамках проекту OPERA. Понад два десятки компаній-партнерів DS2 об'єдналися в асоціацію UPA, в склад якої входять Buffalo, Corinex, D-Link, Intersil, Netgear, Toshiba і інші компанії. Корпорація Panasonic в своїх розробках дотримується специфікацій промислового об'єднання CERCA. На цей же стандарт орієнтуються такі компанії як Hitachi, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sanyo, Sony та ін. До впливових міжнародних організацій по стандартизації, безумовно, належать Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE)

						<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			10

і міжнародний союз електров'язку та стандартизації (ITU). В склад цих організацій входять представники провідних компаній багатьох країн світу.

У грудні 2008 р інститутом стандартизації ITU-T був прийнятий міжнародний стандарт на високошвидкісну передачу даних по лініях електромереж, телефонних і коаксіальних кабелях. Новий стандарт ITU-T (G.9960), званий також G.hn, - це пакет специфікацій каналного і фізичного рівнів, який уніфікує принцип побудови дротових домашніх мереж. В кінці 2008 р вперше з'явився міжнародний стандарт, що дозволяє в повній мірі впроваджувати практично потенціал провідних мереж, в яких як фізичне середовище передачі даних використовуються лінії провідні лінії електричного живлення, коаксіальний або телефонний кабелі. За забезпеченням сумісності всіх мереж, створених на базі G.hn, спостерігає некомерційна організація Home Grid Forum, одним із засновників якої є компанія DS2.

В кінці 2008 р компанія DS2 оголосила про намір розробити мікросхему PLC-модему, сумісну зі специфікаціями G.hn, UPA і OPERA. У липні 2005 р інститут IEEE оголосив про створення робочої групи, яка займатиметься підготовкою стандарту Broadband PowerLine. Об'єктом вивчення були прийняті конкуруючі і несумісні між собою специфікації використання електромереж для високошвидкісної передачі даних. Специфікації були представлені об'єднанням HomePlug Powerline Alliance, корпорацією Panasonic і компанією DS2.

В результаті був схвалений перший проект стандарту: IEEE P1901 Draft Standard for Broadband over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications. У проекті стандарту передбачається можливість використання на фізичному рівні двох несумісних між собою способів маніпулювання параметрів (FFT OFDM і Wavelet OFDM). Більш того, допускалася можливість використання двох несумісних між собою методів прямої корекції помилок.

					<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		11

Після невеликого проміжку часу з'явилася неофіційна версія HomePlug 1.0 з позначкою Turbo, технічні характеристики якої повторювали характеристики HomePlug 1.0 з єдиним, але значною відмінністю: швидкість передачі даних була збільшена до 85 Мбіт / с.

1.5.2 HomePlug AV

Прийняття в 2005 році специфікації HomePlug AV стало визначною подією, оскільки дозволило впроваджувати практично цей стандарт для роботи з великими потоками інформації, наприклад з відеопотоком в HD-якості (HDTV). Якщо проаналізувати дану специфікацію детально, то можна помітити, що при її розробці були переглянуті багато підходи, які застосовувалися при розробці специфікацій HomePlug 1.0 та HomePlug 1.0 Turbo. Специфікація HomePlug AV має наступні можливості:

- максимальна швидкість передачі даних складає 200 Мбіт / с;
- передача даних ведеться в діапазонах частот 2-28 МГц і 4-32 МГц;
- використовується метод доступу до передавального середовища CSMA / CA;
- застосовується сервіс якості QoS (Quality of Service);
- для шифрування даних використовується технологія та обладнання на її базі AES з 128-бітовим ключем шифрування.

Сьогодні переважна більшість кінцевих підключень обладнання споживачів здійснюється за допомогою прокладки кабелю від високошвидкісної лінії до квартири або офісу користувача. Це найбільш дешеве і надійне рішення, але якщо прокладка кабелю неможлива, то можна скористатися наявною в кожному будинку системою силових електричних комунікацій. При цьому будь-яка електрична розетка в будинку може стати точкою виходу в Інтернет. Від користувача потрібно тільки наявність

						КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			13

Є і негативні сторони: наприклад, необхідність підключення всіх адаптерів локальної мережі до однієї фази. До них також відноситься недолік топології «шина» - швидкість ділиться між усіма пристроями мережі.

1.6 Проблеми розвитку технології PLC

Однак, якими б оптимістичними не були результати роботи експериментальних PLC-мереж за кордоном, в нашій країні ця технологія та обладнання на її базі може зіткнутися з низкою труднощів. Наша електрична проводка зроблена в основному з алюмінію, а не з міді, яка використовується в більшості країн світу. Алюмінієві дроти мають гіршій електропровідність, що призводить до більш швидкого загасання сигналу. Інша проблема полягає в тому, що у нас до сих пір не вирішені основні питання нормативно-правового регулювання використання таких технологій. Втім, остання проблема актуальна і для Заходу. Основним фактором, що стримує швидкий розвиток високошвидкісних систем PLC, є відсутність стандартів на широкосмугові PLC-системи, і, як наслідок, великий ризик несумісності з іншими службами, що використовують ті ж або близькі діапазони частот.

У 2001 році міжнародний консорціум HomePlug Powerline Alliance прийняв галузевої стандарт для побудови домашніх мереж через лінії побутової електропроводки - специфікацію HomePlug 1.0. Але цей стандарт регламентує побудова «домашніх» мереж, тобто мереж в межах однієї квартири (котеджу). Повноцінний же стандарт для широкосмугових PLC поки не розроблений.

					<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		15

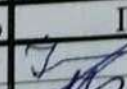
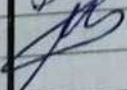
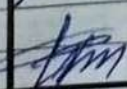
Розділ 2 РОЗРОБКА ТОПОЛОГІЇ ПРИСТРОЮ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ

2.1 Введення в передачу інформації по ЛЕП

Передача інформації (PLC) по ЛЕП використовує мережу, яка також використана одночасно для електросилової передачі АС або електросилового поширення до споживачів, даних. Це також відомо як носій власної лінії, лінія передплатника клавіші владної лінії (PDSL), комунікація магістралі, телекомунікації владної лінії, або створення (PLN) мережі владної лінії.

Енергетичні лінії були спочатку придумані, щоб передавати електросиловим в частотний діапазон 50-60 гц. Спочатку перші передачі даних над енергетичними лініями були зроблені тільки, щоб захистити секції енергетичної системи розподілу у разі дефектів. Передача інформації по ЛЕП була кращим способом для швидкого обміну інформації між енергетичними установками, підстанціями і дистрибутивними центрами. Логіка включала факт, що вежі енергетичної передачі - деякі з найміцніших структур коли-небудь будувався. Отже захисні сигнали змогли бути надійно послані, користуючись цією сигналізуючою мережею. Окрім того, багато видалених розташувань не було гачкувате аж до телефонних мереж. Отже це було визначено, що, сигналізуючи і обмінюючи інформацію, бо енергетичний системний захист і цілі дистанційного виміру над існуванням енергетичних ліній був оптимальним рішенням.

КПТР. 2017006.01.07 ПЗ

				Літера			Аркуш			Аркушів					
				у			16								
Виконав	В.В. Іваненко		10.6	Блок збору та передачі інформації за технологією PLC Пояснювальна записка						ТР-17-1, ФПКТС, ХНУ					
Перевір.	К.Л. Горященко		10.6												
Т.Контр.															
Н.контр.															
Затвер.	С.К. Підченко		10.6												

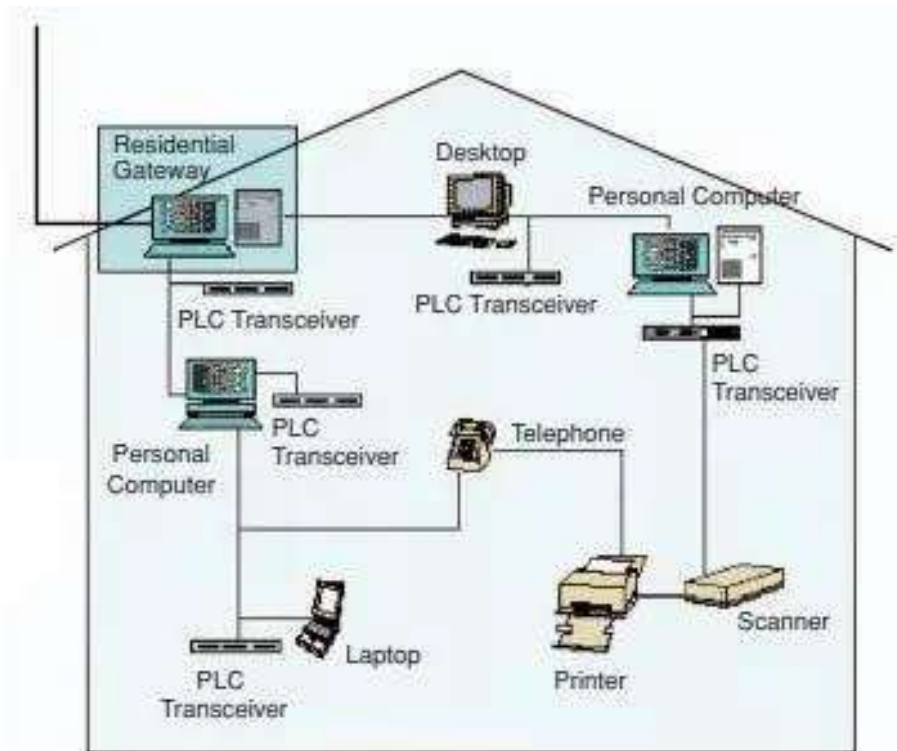


Рисунок 2.1 – Система PLC

2.2 Види PLC

1. Низькочастотна: Головним чином використовувався для телекомунікації, теле-захист і моніторинг телевізора між електричними підстанціями через енергетичні лінії у високій напрузі, як наприклад 110 kV, 220 kV, 400 kV.

2. Середні Частоти PLC (> 100 kHz) : Вузкосмугові комунікації владної лінії почалися скоро після того, як електричне електропостачання стало широко поширеним. Один природний додаток вузької комунікації стрічкової владної лінії - контроль і телеметрія електроустаткування як наприклад метри, вимикачі, нагрівачі і внутрішні побутові прилади.

3. Високочастотні PLC (> 1 МГц) : Передача інформації по ЛЕП можуть також бути використані у будинку, щоб зв'язати домашні комп'ютери і зовнішні пристрої, і облаштування домашньої розваги, які мають порт Ethernet.

						КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			17

Powerline адаптер встановлює штепсель в енергетичних виходах і встановлюють зв'язок Ethernet, користуючись електропроводкою існування у будинку. Це дозволяє пристроям розділяти дані без незручності запуску відданих мережевих кабелів.

4. Надвисокочастотний PLC (> 100 МГц) : Ці системи претендують на симетричний і повний дуплексний зв'язок в надлишку 1 Gbit/s в кожному напрямі. Канали Багаторазовий Wi-Fi з одночасним телебаченням аналога в 2.4 і 5.3 безпатентних груп GHz було продемонстровано, діючи над єдиним кондукторка лінії середньої напруги.

2.3 Як працює передача інформації по ЛЕП

Носій енергетичної лінії особливо не проектувався для передачі даних і забезпечує жорстке довкілля для цього. Змінюючи імпеданс, значні рівні перешкод і високих частотного залежного виснаження - головні проблеми. Після такої ускладненої мережі лінії, amplitude і phase відповідь, можливо, змінюється дуже широко з частотою. Окрім того, передача каналу функціонують себе - час, що змінюється починаючи з вмішування або вимикає пристрої, сполучені з мережею, змінив би мережеву топологію. Домашні пристрої часто служать шумовими джерелами, впливаючи на сигнал до шумового раціону одержувачів.

Просто подібно до безпроводного каналу, сигнальне поширення не має місця між посилачем і одержувачем уздовж шляху зору. В результаті, додаткова луна повинна розглядатися. Це повторення відбувається, тому що ряд шляхів поширення існують між посилачем і одержувачем. Відображення сигналу часто відбувається із-за різних невідповідностей імпедансу в електричній мережі. Кожен багато-шлях приписав би певний чинник ваги цьому, щоб дати звіт про здібності відображення і звукопоглинальні. Це спостерігалось, що у вищих частотах зростання виснаження каналу. Отже

									КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата						18

канал, можливо, описувався б як випадковий і час, що змінюється з частотним залежним співвідношенням (відношення сигнал - шум) шуму до сигналу над пропускною спроможністю передачі.

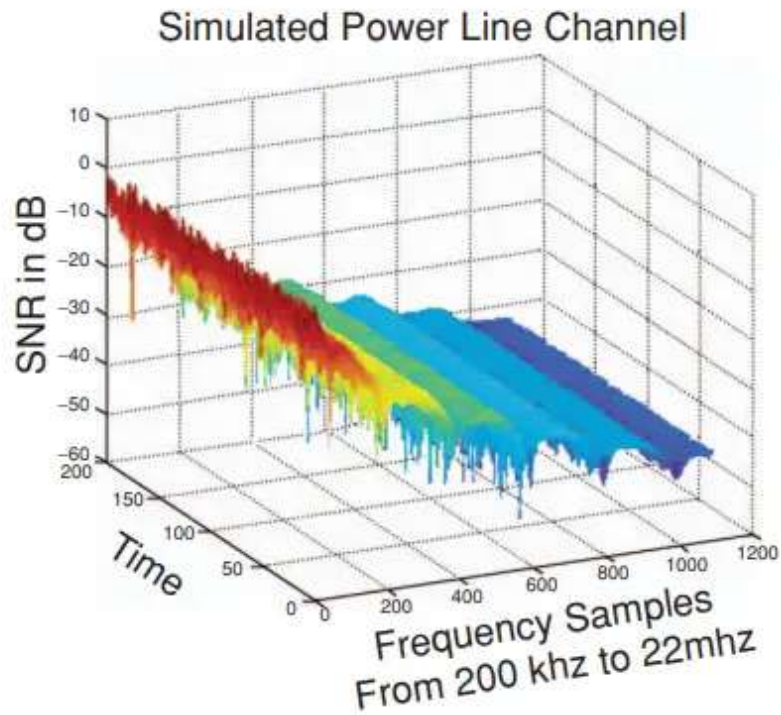


Рисунок 2.2 – Характеристики Каналу енергетичної лінії [1]

Шум в Енергетичних лініях - істотна проблема для передачі даних. Типові джерела шуму - двигуни щітки, люмінесцентні і halogen лампи, електропостачання, що переключують, і тьмяніші вимикачі. Шум в енергетичних лініях може бути імпульсивний або частота, відбірна в природі. Шум в енергетичних лініях може бути класифікований в чотирьох категоріях:

1. Кольоровий Шум: Відносно низька енергетична спектральна щільність, яка зменшується з частотою. Належить бути сумою усіх низьких енергетичних шумових джерел і, можливо, є зміною часу.

порцію оригінальної швидкості передач даних. Це збільшує довжину символу таким чином, що вона стає довше, ніж щонайдовший шлях затримки. Це вирішує проблему втручання поховати-символу до великої протяжності. OFDM також уникає передачі в частотах в глибоких провалах. Вимагається, щоб усі паралельні Модулятори досягли мінімального порогу співвідношення шуму до сигналу, інакше, вони закриті. Модулятори з високим співвідношенням шуму до сигналу вимушені нести більше шматків, користуючись адаптивним шматком, що завантажує техніку

Для Середнього контролю доступу багаторазових користувачів до місткості мережевої передачі, стратегія спільного використання ресурсу використана. Contention засновані протоколи, можливо, викликають колізії, отже вони не відповідні. Арбітражні протоколи подібно до Опитування, Побаження і Доступ (CSMA) кратного Числа Сенсу Carrier використані для спільного використання ресурсу. CSMA/CA прислухається до сигнального рівня, щоб визначити, коли канал дозвільний, і це передає маленькі пакети даних, щоб уникати колізій і повторних передач.

2.3.1 Переваги передачі інформації по ЛЕП

1. Простота: Приватні будинки не потребують високе швидкісне мережеве телеграфування обладнання для встановлення з'єднання. Трудові витрати вимагали, щоб встановити таке телеграфування - часто мінімальні витрати. Передача по ЛЕП користується існуванням електричної мережі для комунікації. Так обслуговування комунікації може бути забезпечене, де коли-небудь енергетичні виходи існують.

2. Гнучкість: PLC відповідний для максимуму, засобу і низької напруги гнучко. Це може бути використане у внутрішньобудинковій електричній системі газопостачання в межах будівель для різних додатків комунікації. Якщо багаторазові енергетичні виходи доступні в кожній кімнаті,

						КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			22

виявлення помилок і автоматичний повторний запит. Середній протокол Контролю Доступу - CSMA/CA.

Європейський Домашній Системний консорціум (EHS) визначає протокол комунікації між побутовими приладами і центральний процесор у будинках. Це покриває декілька середніх типів, щоб передавати контрольні дані, владу і інформацію. Уся доля Логічний підшар Єднального Контролю.

Powernet цілиться в розвиток пізнавальної широкосмугової мережі автоматичної 'установки' над енергетичними лініями (CBPL). Устаткування комунікацій відповідають регулюючим вимогам з приводу електромагнітних радіацій і можуть доставити високі швидкості передач даних, використовуючи low передають енергетичну спектральну щільність.

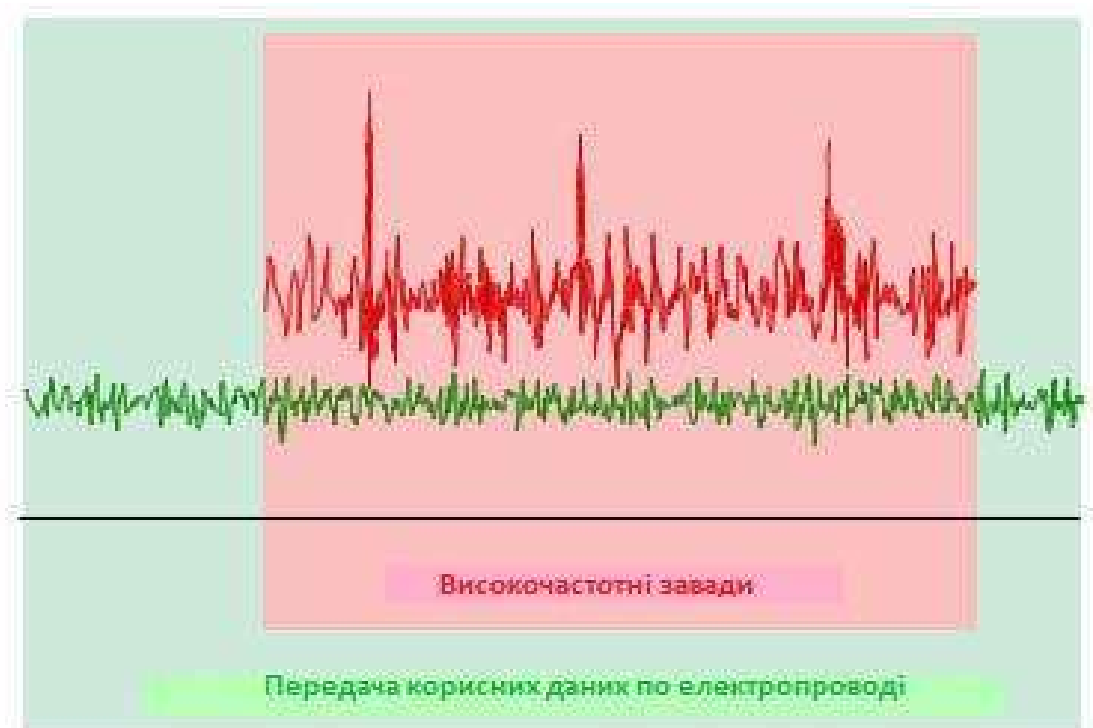


Рисунок 2.4 – Робота PLC модему за реальних умов

Складність ситуації полягає в тому, що, використовуючи вищеописаний метод, пристрій PLC не встигає адаптуватися до швидкоплинних умовах, адже їх тривалість може бути дорівнює одній мікросекунди і менше. Для вирішення подібної проблеми використовується каскадне кодування бітових потоків перед їх модуляцією і подальшою передачею в мережну інфраструктуру. Суть завадостійкого кодування полягає в додаванні в вихідний інформаційний потік надлишкових бітів, які використовуються декодером на приймальному кінці для виявлення та виправлення помилок. Каскадування блочного коду Ріда-Соломона і простого згортального коду, декодуемого за алгоритмом Вітербо, дозволяє виправляти не лише поодинокі помилки, але і пакети помилок, що значно збільшує цілісність переданих даних.

Крім того, завадостійке кодування збільшує безпеку переданої інформації в загальному середовищі передачі. Так як в якості середовища передачі даних обрана мережа побутового проводового електричного живлення, то в один момент часу передачу можуть почати відразу кілька пристроїв. Для вирішення колізій використовується метод CSMA / CA. Завдяки додаванню до кадрів даних, переданих в мережах PowerLine, полів пріоритетності, стало можливим передавати голос і відео через IP.

2.5 Існуючі рішення збору та передачі інформації за технологією PLC

Power Line Передачас (PLC) є технологією, яка передає дані на провідник, який впершу чергу призначений для передачі електричної енергії. Оскільки він може бути використаний для реалізації двостороннього зв'язку через існуючі мережі розподілу електроенергії, PLC є ключовою технологією для використання в інтелектуальній мережі.

					<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>		Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			25

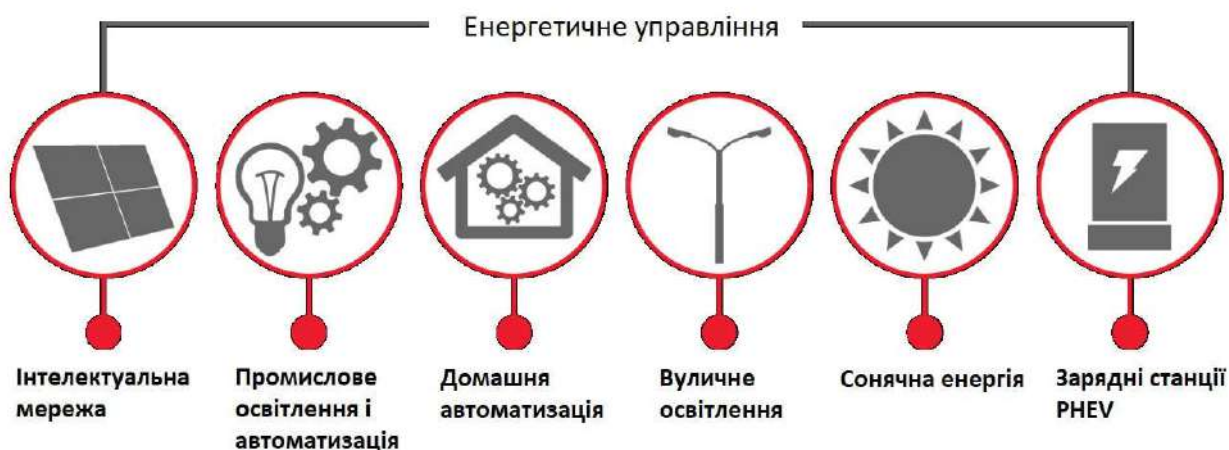


Рисунок 2.5 – Загальні напрямки застосування

Наші рішення PLC дозволяють передавати дані через лінії електропередачі змінного та постійного струму, що зменшує витрати на електропроводку в таких додатках, як пожежні та сигналізаційні системи, інтелектуальне освітлення, системи керування будинком та будівлею та сонячні ферми. При використанні з супроводжуючою прошивкою, наші модеми PLC може підтримувати програми, що вимагають або базове з'єднання (точка-точка або зірка топологій) або складних PLC мереж (сітка топологій з маршрутизацією). Ви можете завантажити приклади базового підключення PLC, а також повну реалізацію найсучасніших протоколів PLC, таких як ITU-T G.9903 (G3-PLC®) та ITU-T G.9904 (PRIME), з цього веб-сайта.

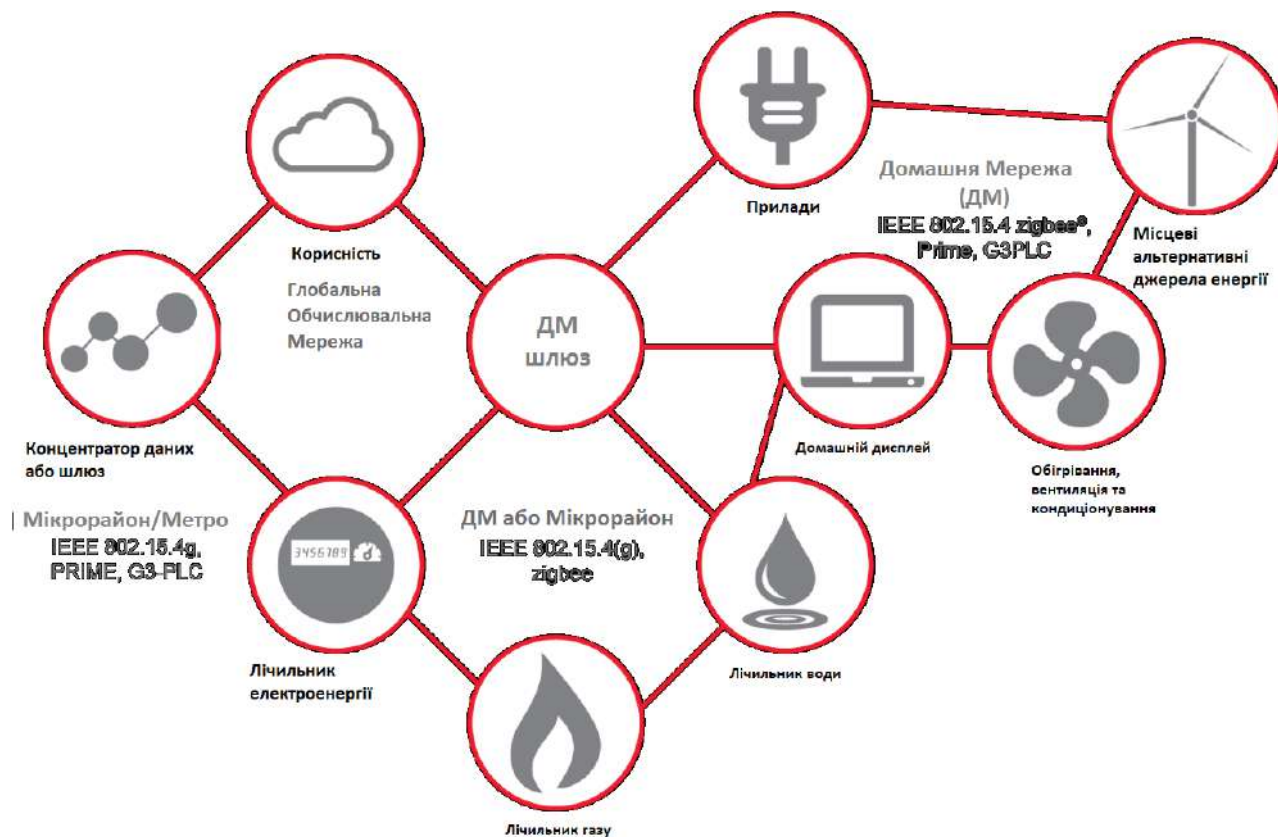


Рисунок 2.6 – Джерела інформації

У багатьох частинах світу технологія та обладнання на її базі вузькосмугового зв'язку ліній електропередач (NB-PLC) виявилася надійним та оптимізованим за вартістю рішенням для великих розміщень розумних лічильників. За допомогою простої зміни вбудованого програмного забезпечення наші рішення PLC можуть підтримувати будь-який протокол NB-PLC. Наші еталонні проекти PLC відповідають місцевим нормам, таким як Європа / CENELEC, США / FCC та Японія / ARIB для подальшого спрощення вашої розробки.

2.6 Загальна структурна схема мережі передачі інформації

Отже, розглянуто основні принципи технології Powerline. На жаль, доступ до повної версії стандарту HomePlug 1.0 specification обмежений (доступ є тільки у членів HomePlug Alliance), і за кадром залишилися такі цікаві

						КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			27

питання як вимоги до електропроводки, дальності передачі і структура побудови. Приблизно оцінити окремі параметри можна на прикладі деяких виробників. Так фірма Phonex пропонує пристрій Phonex Broadband QX-201 NeverWire 14 (рис.10) з максимальною швидкістю до 14 Мб/с.

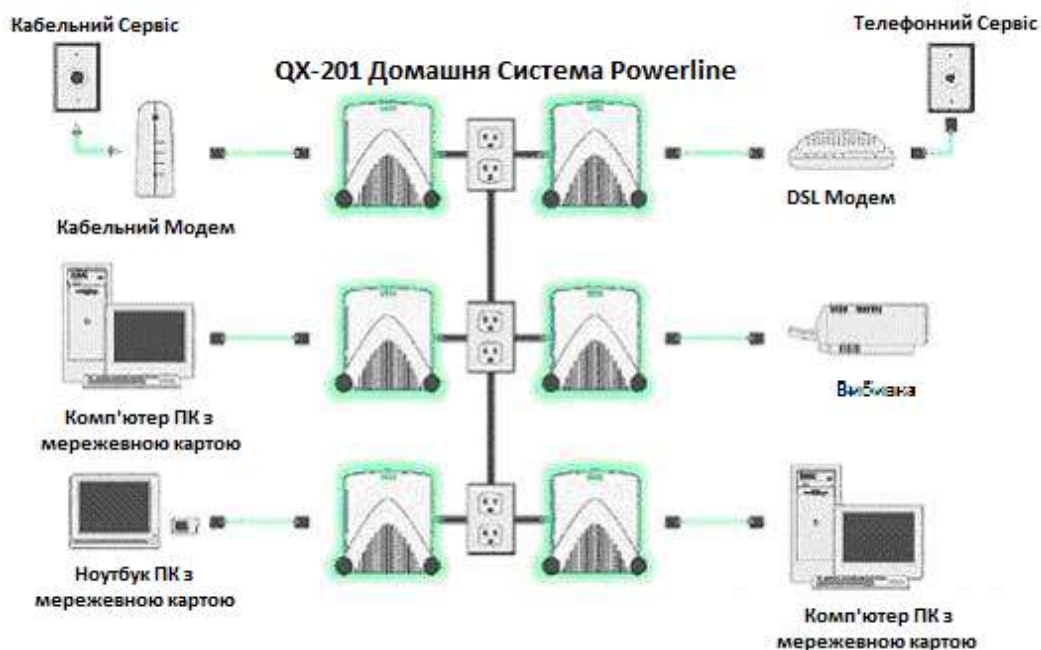


Рисунок 2.7 – Підключення різних пристроїв за допомогою QX-201

Відстань між окремими точками невелике, кілька десятків метрів. Як видно з малюнка, об'єднання користувачів в будинку можна здійснювати через мережну інфраструктуру проводового електричного живлення, а в якості доступу до магістральної мережі впроваджувати практично один або кілька модемів (кабельних або DSL).

На даний момент в Україні пропонується великий вибір обладнання для створення локальних мереж за технологією PLC. Наприклад, виробництва компанії PLANET 's powerline Передача, яке працює з PLC стандартом HomePlug1.0 specification, в якому визначена швидкість передачі даних до 14 Мб / сек. Продукт носить назву PL -401 E і являє собою міст з одним PLC-порт, і світч з чотирма LAN-порт. Його вартість в середньому становить \$ 82.

					КПТР. 2017006.01.07 ПЗ		Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			28



Рисунок 2.8

Або PLC адаптер, що дозволяє з'єднувати від 2 до 16 комп'ютерів в єдину локальну мережну інфраструктуру через електропроводку 220 Вольт.

- Дальність передачі сигналу - до 200 м. (По електропроводці);
- Швидкість передачі даних - до 14 Мб/с;
- Захист даних DES 56 bit;
- Перемикач PC / HUB;

Не вимагає установки додаткового програмного забезпечення.

Наведу приклад реалізації технології в мережі інтернет-провайдера.

Існують різні варіанти реалізації.

					КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		29

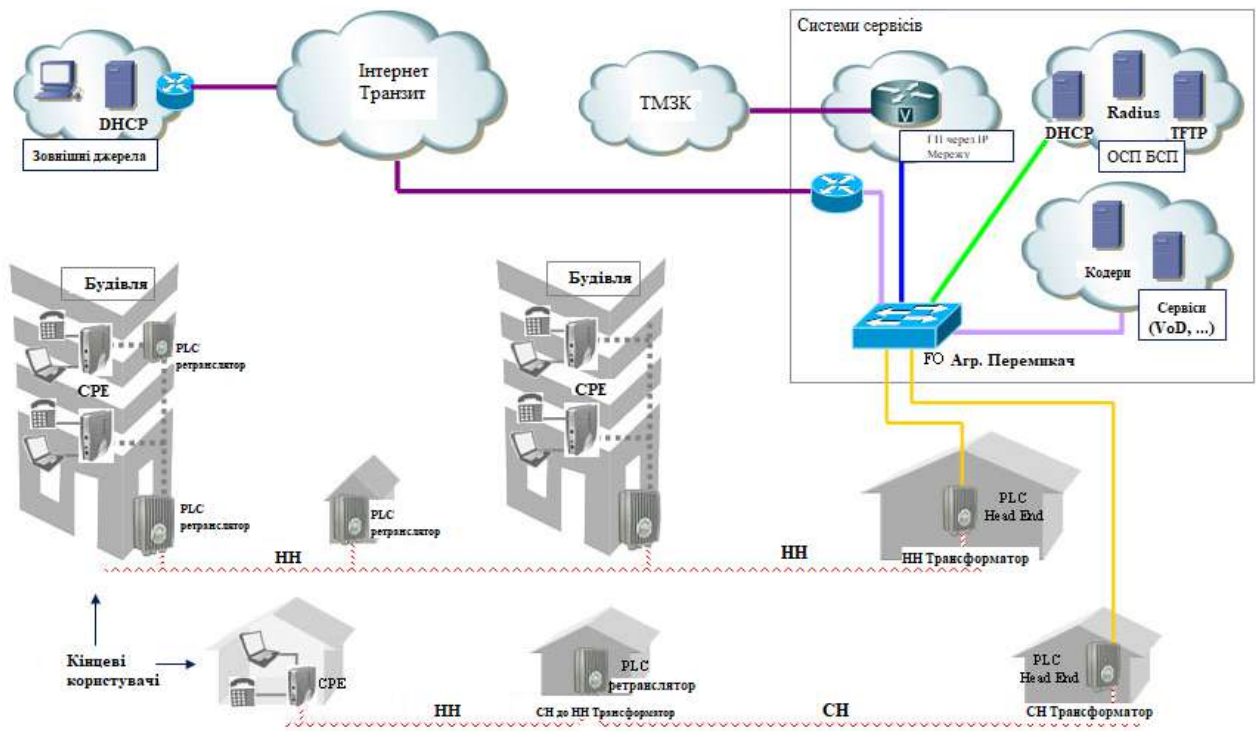


Рисунок 2.9 – Технологія та обладнання на її базі PLC для Smart House

Підключення до Ethernet комутаторів не представляє з себе чогось незвичайного. PLC-контролер встановлюється в ящик разом з комутатором на будинку. Підключаються вони один до одного стандартним патч-кордом в 100 Мб / с FastEthernet порти. Ящик, в залежності від моделі PLC-контролера або Head end'a (далі HE), може виглядати по-різному.

2.7 Структура пристрою передачі інформації

Схема пристрою представлено на рисунку 2.10.

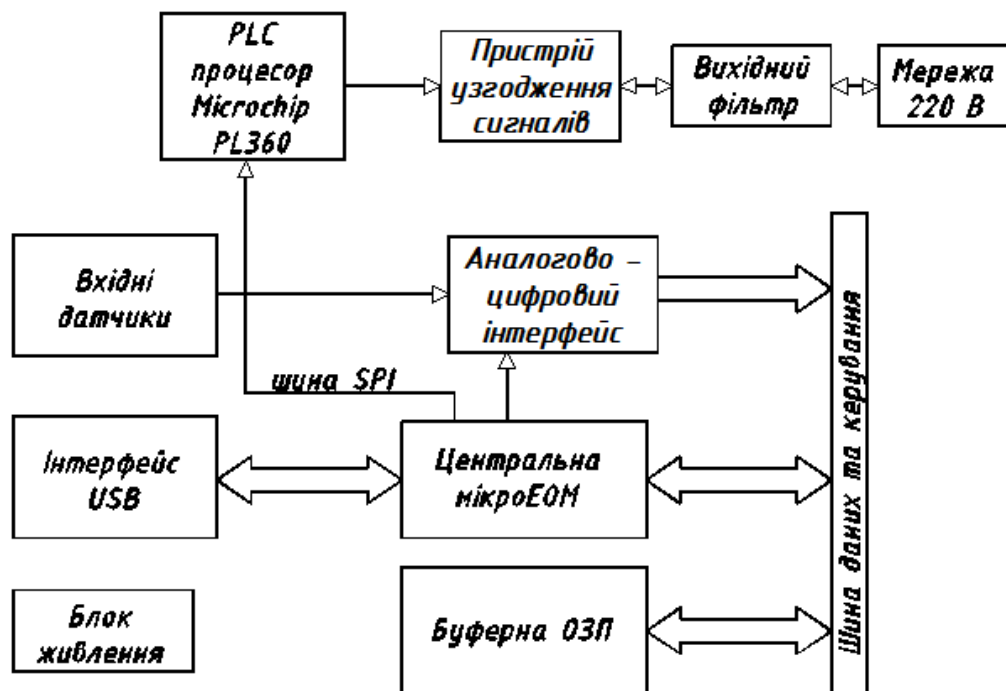


Рисунок 2.10 – Структурна схема пристрою введення даних та передачі їх по електромережі

Принцип роботи пристрою полягає в наступному:

Аналогово-цифровий перетворювач виконує задачу переведення аналогових сигналів від датчиків у цифрові коди. Контролер (центральна ЕОМ) виконує задачу зчитування за певним алгоритмом сигналів від датчиків. Записує отриману інформацію у буферній ОЗП. Швидкість запису даних в ОЗП та обробку цих даних виконує ЕОМ згідно алгоритму роботи.

Контролер передачі інформації PL360 від Microchip виконує задачу периферійного обміну сигналів між ЕОМ та мережою.

					КПТР. 2017006.01.07 ПЗ		Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			31

Отриманий результат виконання програми EOM передається по шині SPI на PL360. У свою чергу, PL360 від Microchip формує вихідні сигнали, що через пристрій узгодження подаються у мережу.

Сигнали від інших PL360 приймаються на вхідному каналі. PL360 від Microchip виділяє отриманий інформаційний сигнал та повертає його в EOM, за умов, що сам EOM очікує таку інформацію.

2.8 Реалізація системи передачі



Рисунок 2.11 – Приклад практичного монтажу передатчика стандарту PLC

					КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.	№докум.	Підпис	Дата			32

PLC-сигнал передається по коаксіальному кабелю, який, з одного боку, підключається до НЕ, з іншого, до спліттеру. Спліттер - це свого роду перехідник, який використовується для підключення декількох НЕ в будинку. Така необхідність може виникнути при великій кількості підключень або при високих вимогах до пропускної спроможності каналу зв'язку.

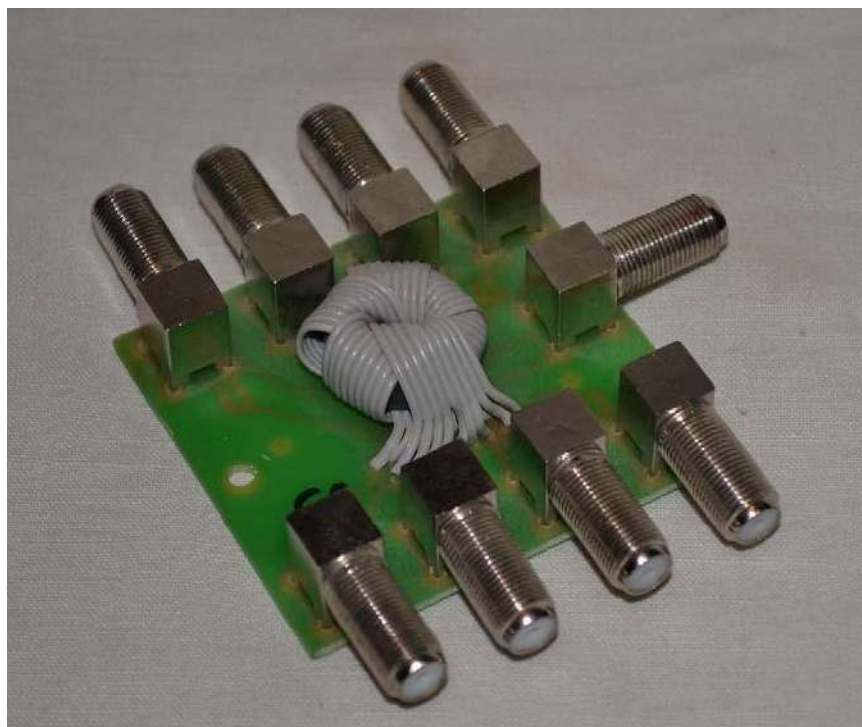


Рисунок 2.12 – Відгалужувач сигналу PLC

У разі використання декількох НЕ виробляються настройки Power Mask с вибором Signal Mode. Ухвалення цього заходу необхідно для однозначного визначення актуального НЕ для конкретного СРЕ клієнта. В іншому випадку буде виникати ситуація з перемиканням СРЕ між НЕ, а значить і переавторизацією після кожного перемикання.

Кількість перемикачів визначається стабільністю зв'язку між НЕ і СРЕ. З налаштуванням Signal Mode міняти можна в малому діапазоні значень, там всього кілька варіантів, а ось Power Mask можна налаштувати досить гнучко.

					КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		33

У розпорядженні інженера 256 бітове поле даних, в рамках якого можна вирішувати або забороняти роботу в тому чи іншому спектрі частот.

На даному етапі ми маємо дві незалежні мережі: електричну і мережну інфраструктуру даних. Тут не обійтися без пристрою "вливаючого" PLC сигнал в електричні дроти. Таким пристроєм є інжектор або, як його ще називають, каплер, а процес "вливання" - інжектування.

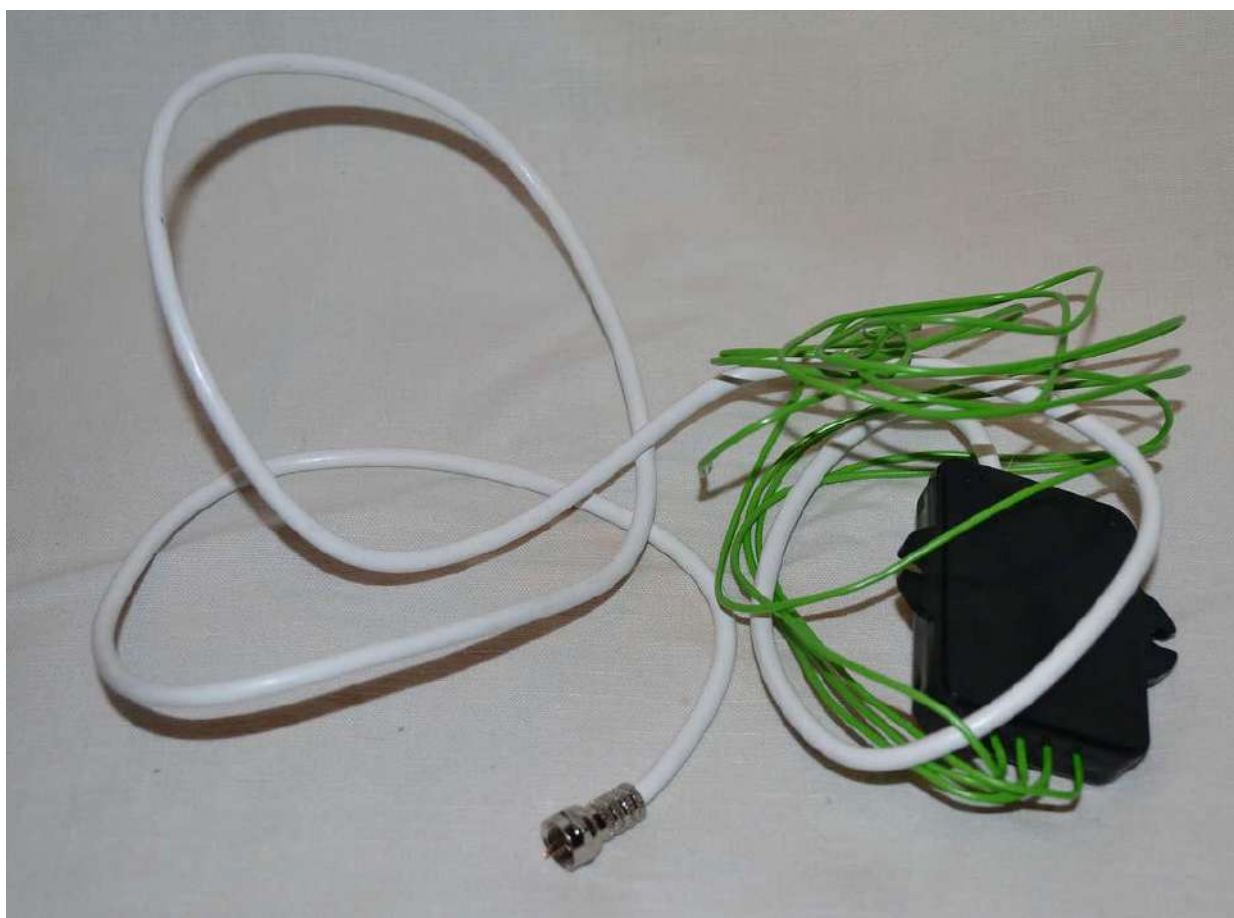


Рисунок 2.13 – Блок узгодження аналогового сигналу PLC до проводів лінії електричного живлення

Інжектувати можна і за допомогою феритових кілець. Так, не тільки фільтрами захищаючими від шумів вони можуть бути. Тут варто сказати, що далеко не кожен феррит підходить, а монтаж далеко не так простий, як хотілося

									КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата						34

Розділ 3 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИСТРОЮ ЗБОРУ ТА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ PLC

3.1 Аналіз елементної бази

Для створення пристрою збору інформації пропонується використання вже існуючих рішень від світових виробників обладнання.

3.1.1 Рішення від STMicroelectronics

Компанія STMicroelectronics почала випускати перші PLC -модеми в 90-х роках минулого століття. Ці модеми мали невисоку швидкість передачі 1200.2400 бод/с. Нині компанія випускає дві сучасні моделі ST7538 і ST7540 із швидкістю передачі до 4800 бод/із з диференціальним або однополярним виходом відповідно. До найбільш популярних застосувань таких модемів можна віднести дистанційні схеми керування вуличним освітленням, автоматизовані системи контролю і обліку електроенергії. С іншої сторони, модеми можуть впроваджувати практичнося для керування засобами автоматизації будівель, у тому числі систем безпеки і контролю температури і освітленості.

ST7538 (у корпусі TQFP44) і ST7540 (у корпусі HTSSOP28) є напівдуплексними синхронно-асинхронні FSK (Frequency Shift Keying) - приємопередатчики, розроблені для передачі інформації через лінії проведеного електричного живлення. Мікросхеми працюють від однополярного джерела живлення і мають у своєму складі лінійні регулятори напруги 5 і 3,3 В. Робота мікросхем програмується провідним мікроконтроллером через послідовний інтерфейс UART або SPI.

Типова схема підключення модему приведена на рис. 3.1.

				КПТР. 2017006.01.07 ПЗ			
		№до	І	Літера		Аркуш	Аркушів
Виконав	В.В. Іваненко			у		39	
Перевір.	К.Л. Горяченко			Блок збору та передачі інформації за технологією PLC Пояснювальна записка			
Т.Контр.							
Н.контр.							
Затвер.	С.К. Підченко			ТР-17-1, ФПКТС, ХНУ			

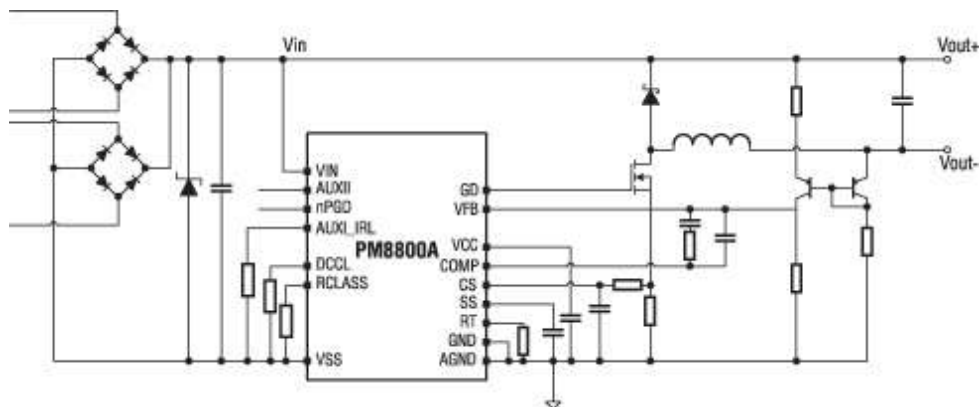


Рисунок 3.2 – Неізольована схема підключення PoE

Як завжди, неізольована схема має меншу кількість елементів обв'язування, але і чутливіша до перешкод, що наводяться.

3.1.2 Рішення від Microchip

PL360 - програмований модем для стрічкової для вузької частини ВЧ-связи (PLC) по ЛЕП, здатний управляти будь-яким протоколом PLC в частотній групі нижче 500 kHz. Цей пристрій проектувався, щоб підкорятися FCC, ARIB, правила KN60 і CENELEC EN50065, що відповідають вимогам Інтернету Речей і додатків Smart Energy. Це підтримує сучасні стрічкові для вузької частини стандарти PLC як наприклад ITU.9903 (G3 - PLC®), ITU.9904 (ГОЛОВНИЙ) також як і будь-які інші вузькосмугові протоколи PLC, будучи в той же час непроникною платформою, здатною підтримувати еволюцію цих стандартів.

PL360 зародився, щоб управлятися зовнішніми облаштуваннями власника Microchip, тому забезпечуючи додатковий рівень гнучкості на рідній стороні. Облаштування host Microchip завантажує належну мікропрограму PLC - protocol перед modem дією і управляє модемом PL360.

Основні властивості Microchip PL360:

						КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата			42

3.1.3 Блок-схема Microchip PL360

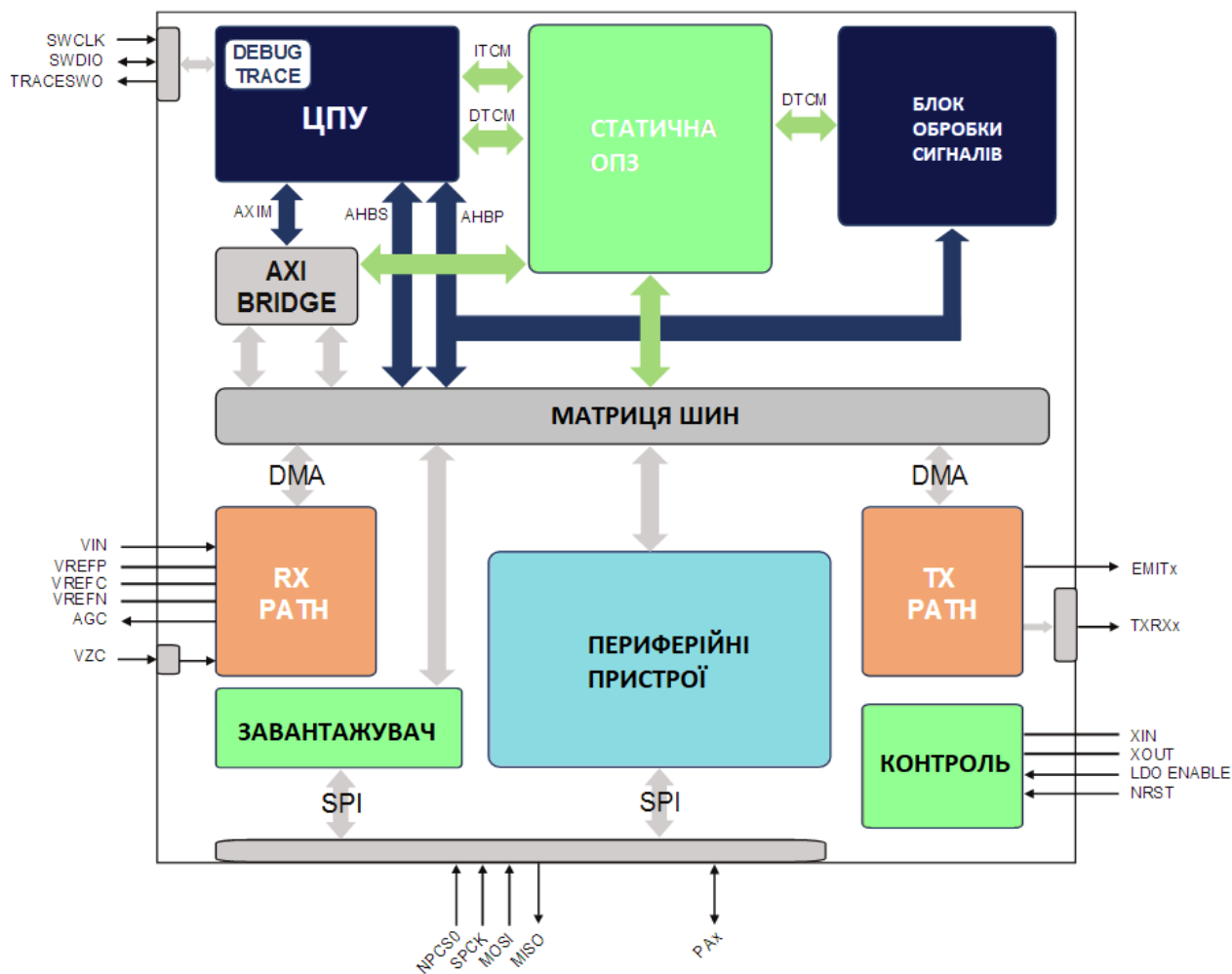


Рисунок 3.4 – Блок-схема програми PL360

Трансивер PL360 задуманий таким чином, щоб ним легко управляти зовнішній мікроконтролер за допомогою 4-лінійного стандарту

3.1.4 Послідовний периферійний інтерфейс (SPI).

За допомогою SPI зовнішній мікроконтролер може повністю керувати та контролювати PL360, отримуючи доступ до внутрішніх периферійних регістрів.

Два додаткових сигнали використовуються хостом для керування PL360: LDO enable і NRST.

Деякі GPIO можна впроваджувати практично як сигнали переривання від PL360 до зовнішнього мікроконтролера залежно від вимог протоколу, що використовується.

3.2 Опис схеми з'єднання PLC

Технологія та обладнання на її базі PLC Microchip є суто цифровою і не потребує зовнішнього ЦАП / АЦП, спрощуючи тим самим необхідні зовнішні схеми. Як правило, еталонні конструкції сполучень PLC Microchip використовують декілька пасивних компонентів плюс ступінь посилення класу D для передачі.

Всі еталонні конструкції сполучень PLC, як правило, складаються з одних і тих же підсхем:

- Каскад передачі ;
- Каскад прийому ;
- Каскад фільтрації ;
- Каскад зчеплення .

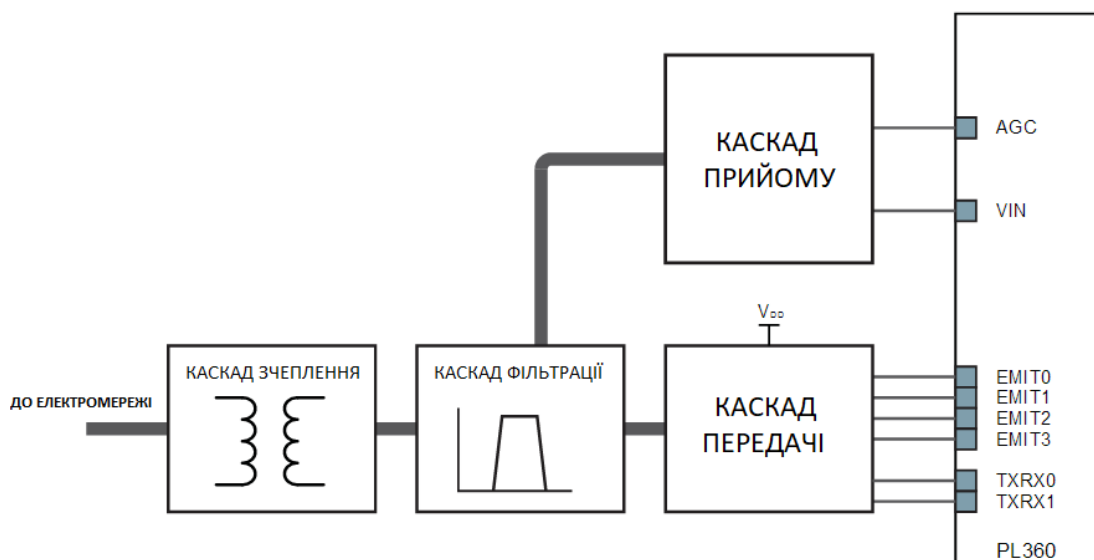


Рисунок 3.5 – Блок-схема з'єднання PLC

3.2.1 Каскад передачі

Каскад передачі адаптує сигнали ЕМІТ і підсилює їх, якщо потрібно. Він може бути складений:

- Драйвер: він адаптує сигнали ЕМІТ або для керування підсилювачем, або для фільтрації на наступному етапі
- Підсилювач: якщо потрібно, включається підсилювач класу D, який генерує квадратну форму сигналу від 0 до VDD
- Упередженість та захист: забезпечує компонент постійного струму та забезпечує захист від отриманих порушень

За каскадом передачі завжди повинен слідувати каскад фільтрації.

3.2.2 Каскад фільтрації

Внутрішньосмуговий каскад фільтрації фільтра не спотворює ввідний сигнал, він зменшує фальшиве випромінювання до меж, встановлених відповідним регулюванням, і блокує потенційні перешкоди від інших каналів передачі.

Каскад фільтрації має три цілі:

- Смугова фільтрація високочастотних компонентів прямокутної форми сигналу, що генерується каскадом передачі
- Адаптування вхідного / вихідного імпедансу для оптимального прийому / передачі. Це контролюється сигналами TXRX0 та TXRX1
- У деяких випадках смугова фільтрація отриманих сигналів

Коли система призначена для підключення до фізичного каналу з високою напругою або який не має електричного посилення на одну і ту ж точку, тоді за ступенем фільтрації завжди повинна йти ступінь зв'язку.

									КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата						46

3.2.3 Каскад зчеплення

Каскад зчеплення блокує компонент постійного струму лінії, до / з якого подається / приймається сигнал (тобто 50/60 Гц мережі).

Зазвичай це здійснюється високовольтним конденсатором. Каскад зв'язку також може електрично ізолювати схему зв'язку від зовнішнього світу за допомогою сигнального трансформатора 1: 1.

3.2.4 Каскад прийому

Каскад прийому адаптує прийнятий аналоговий сигнал для належного захоплення внутрішнім ланцюгом прийому PL360.

Схема прийому не залежить від використовуваного каналу PLC. В основному він складається з:

- Фільтр згладжування (RC-фільтр)
- Резистор загасання для схеми AGC
- Драйвер внутрішнього АЦП

Схема AGC дозволяє уникнути спотворень прийнятого сигналу, які можуть виникнути, коли вхідний сигнал досить високий, щоб поляризувати захисні діоди в прямій області.

Драйвер внутрішнього АЦП містить кілька резисторів і конденсаторів, які забезпечують компонент постійного струму і адаптують отриманий сигнал для перетворення внутрішнім ланцюгом прийому.

3.2.5 Загальне з'єднання PLC

В рисунку нижче показаний приклад типової схеми з'єднання PLC, включаючи всі етапи, описані раніше.

					КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		47

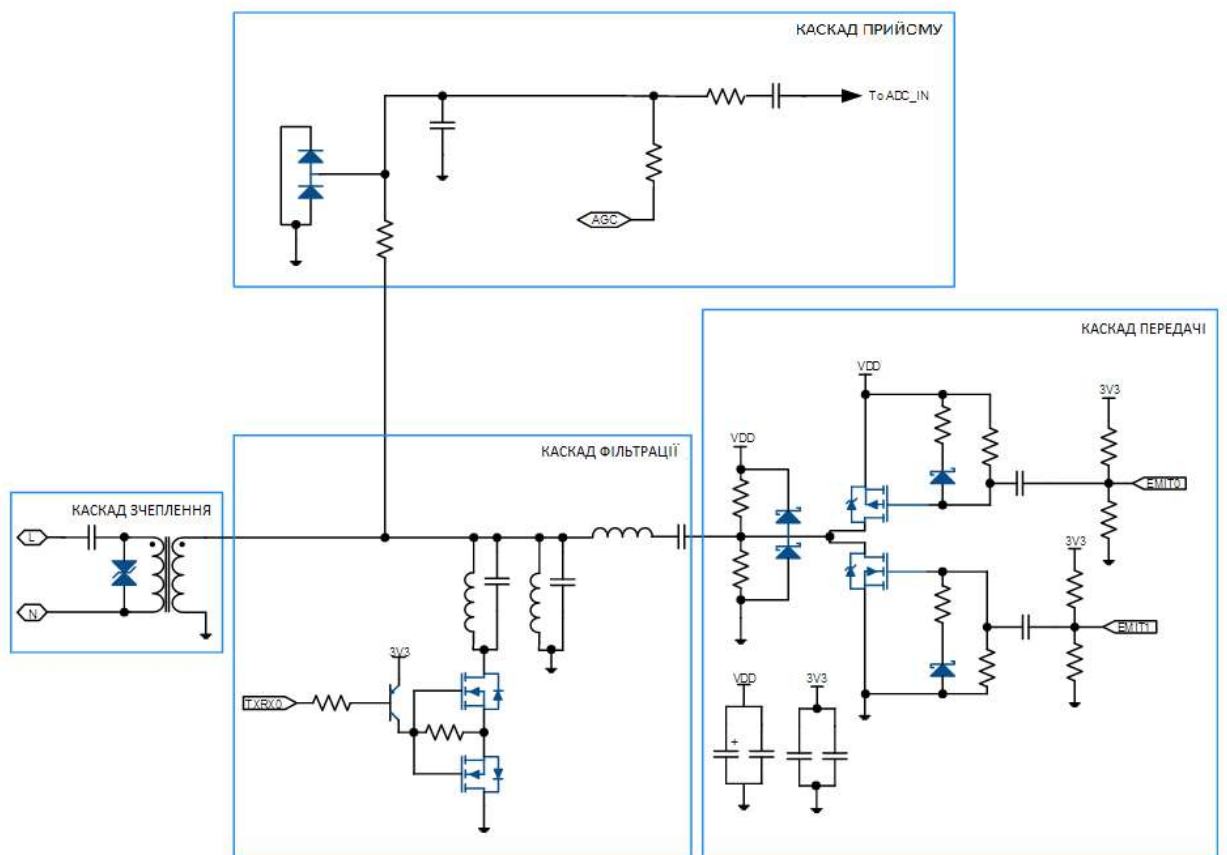


Рисунок 3.6 – Приклад блок-схеми з'єднання PLC з однією гілкою

3.3 Живлення системи

Для живлення мікросхеми використовується цифрове живлення 3,3 В. Цифрове джерело живлення повинно роз'єднуватися зовнішнім конденсатором.

Вихід регулятора напруги 1,25 В. Підключений до VDDCORE через LP фільтр. PL360 має вбудований регулятор напруги для живлення ядра. Станом регулятора напруги управляє зовнішній сигнал LDO ENABLE.

Два виходи VDDCORE в корпусі повинні бути заповнені зовнішніми роз'єднувальними конденсаторами, вихід VDDCORE близько до виводу VDDPLL повинен бути заповнений конденсатором з низьким коефіцієнтом ESR 4,7 мкФ, конденсатор 1,0 мкФ або 2,2 мкФ повинен бути підключений до другого виводу VDDCORE.

3.4 Обмеження живлення

Наступні обмеження живлення стосуються пристрою PL360.

Відхилення від цих обмежень може призвести до небажаної поведінки пристрою.

- VDDIN і VDDIO повинні мати однаковий рівень, 3,3 В
- Напруга VDDPLL повинна отримуватися від VDDCORE через фільтр низьких частот. Слід впроваджувати практично LC другого порядку з частотою відсічення, рівною 25 КГц. Індуктор можна замінити феритовою гранулою, тоді частота відсічення, рівна 75 кГц, може бути прийнятною. У цих випадках обов'язковою є перевірка комунікаційних характеристик системи, щоб виявити проблеми, пов'язані з поганою фільтрацією живлення ФАПЧ.

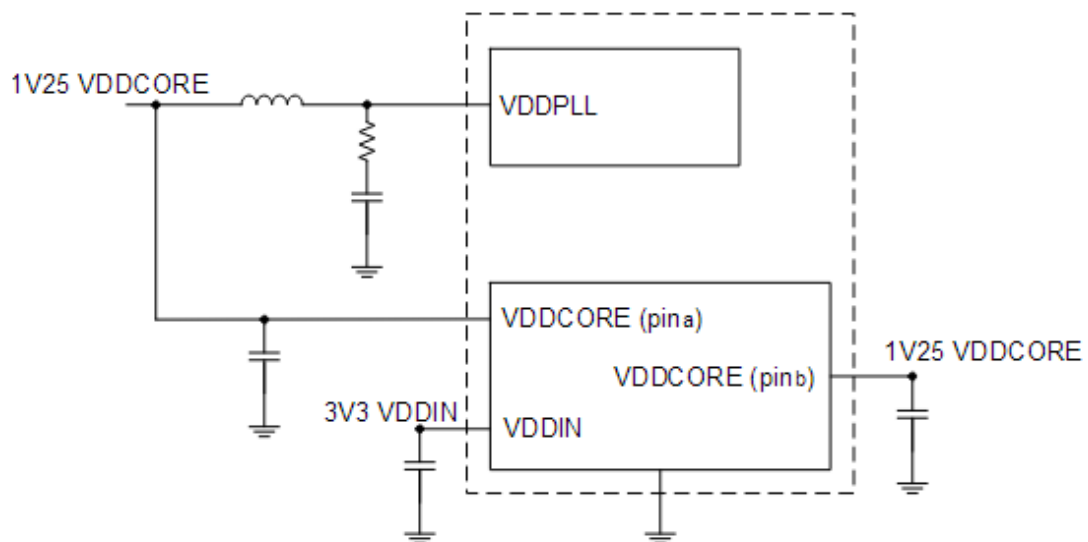


Рисунок 3.7 – Підключення регулятора напруги (1)

3.5 Виявлення нульового перетину

У PL360 стратегія виявлення нульового перетину заснована на схемі цифрового фільтра для усунення швидких переходів після вхідного каскаду з нульовим перехрестям. Час зростання і спадання країв вимірюється також апаратно, а потім застосовується програмний алгоритм PLL. Центр імпульсного входу низького рівня повинен бути суміщений з піком мережевої хвилі, хоча в додатку можна зробити певні налаштування, щоб виправити затримку між імпульсом і хвилею.

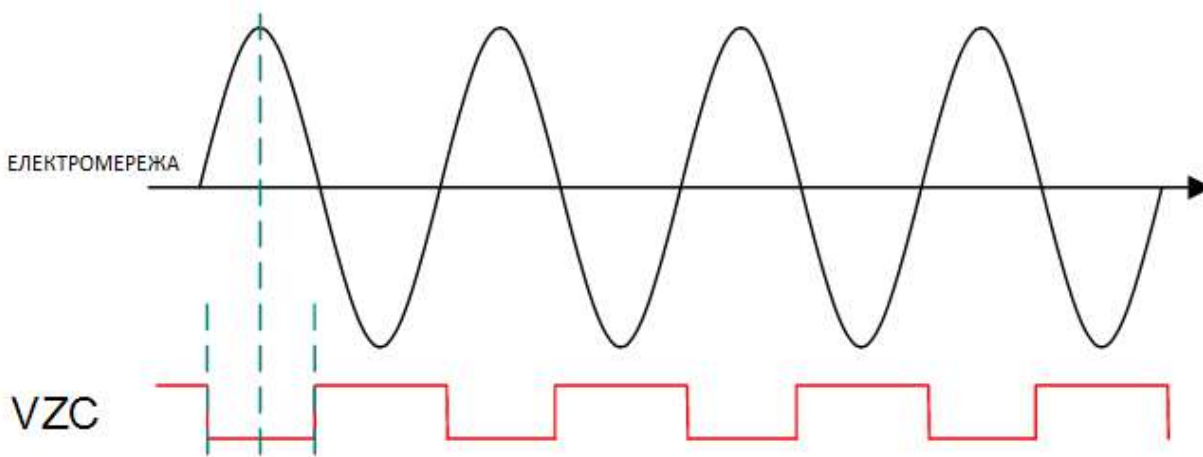


Рисунок 3.8 – Сигнал нульового перетину

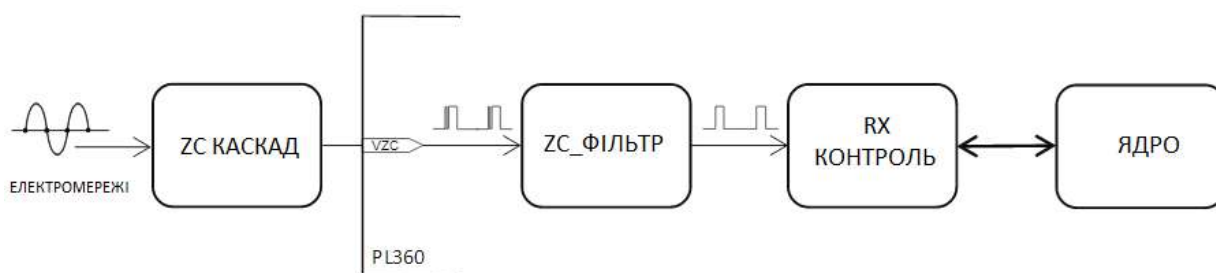


Рисунок 3.9 – Структура приймального каскаду

Перелік літературних джерел

1. ГОСТ Р 51317.3.8-99 (МЭК 61000-3-8-97) Совместимость технических средств электромагнитная. Передача сигналов по низковольтным электрическим сетям.

2. А. В. Никифоров. Технология PLC — телекоммуникации по сетям электропитания // «Сети и системы связи». — 2002. — № 5.

3. С. Комаров. Беда пришла, откуда не ждали... // «Broadcasting». — 2005. — № 7. — С. 71.

4. Canadian Electrical Code Part I, 23rd Edition, (2002) ISBN 1-55324-690-X, rule 4-036 (3)

5. Canadian Electrical Code (англ.)русск. 23-е издание 2002 года, правила 24-208(c)

6. PL360 - Power Line Передачас - Microchip Technology // <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi5hcbF1IfxAhXHxoUKHeDQBFQQFjAAegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.microchip.com%2Fwwwproducts%2Fen%2FPL360&usg=AOvVaw0xrJ08SoIHijhTvjnkn0H>

7. AN60685 - Interfacing the Cypress Powerline Передача Solution to CyFi™ Low-Power RF Module // <https://www.cypress.com/documentation/application-notes/an60685-interfacing-cypress-powerline-Передача-solution-cyfi>

8. AN62769 - Encrypted Data Передача Using Cypress PLC Solution // <https://www.cypress.com/documentation/application-notes/an62769-encrypted-data-Передача-using-cypress-plc-solution>

9. TINA Simulation Schematic of a Two-Node, Power-Line Передача System
//

					КПТР. 2017006.01.07 ПЗ	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		51

https://www.ti.com/lit/ug/sbou133/sbou133.pdf?ts=1623139517421&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F

					<i>КПТР. 2017006.01.07 ПЗ</i>	Арк.
Зм.		№докум.	Підпис	Дата		52

ПОРІВНЯННЯ ІСНУЮЧИХ СТАНДАРТІВ

Домінуючими стандартами PLC на ринку є – стандарт IEEE1901

Стандарт IEEE 1901.2010 використовує частоти передачі нижче 100 МГц і забезпечує високі швидкості передачі даних до 500 Мбіт / с на фізичному рівні.

Основними на сьогодні являються стандарти, створені міжнародним альянсом HomePlug Powerline Alliance, відкритим європейським альянсом OPERA, європейською асоціацією UP A, а також альянсом HD-PLC. Організація HomePlug Powerline Alliance (засновники і учасники : Cisco, Intel, Inellon, Motorola, Texas Instruments, Enikia та ін.) на сьогодні розробила три стандарти:

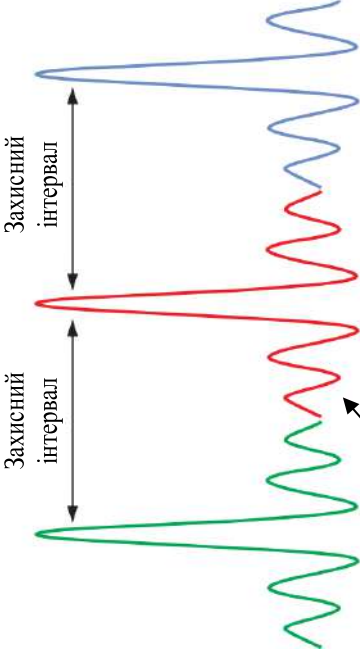
- HomePlug 1.0 (2001 рік);
- HomePlug AV (2005 рік);
- HomePlug C&S (2007 рік).

Таблиця 5.1 – Порівняння HomePlug, HomePlug AV2 та HomePlug GP

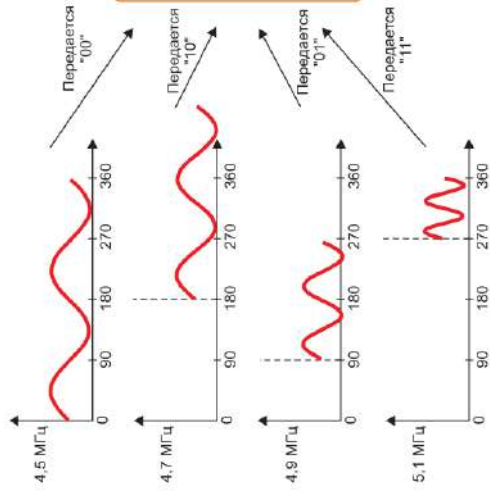
Властивості	Стандарт	HomePlug AV	HomePlug AV2	HomePlug GP
Головне застосування		Мультимедіа	Мультимедіа для мереж наступного покоління	Домашні мережі SMARTGRID
Частотний діапазон (МГц)		2-30	1.8-86	2-30
Кількість піднесучих		1155	4096	1155
Тип модуляції на піднесучих		BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256 QAM, 1024 QAM	BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256 QAM, 1024 QAM, 4096 QAM	QPSK only
Код корегування помилок (турбокод), відношення		1/2 16/21	1/2 16/21 16/18	1/2
Фізична швидкість		200 Mbps	2 Gbps	10 Mbps

УТВОРЕННЯ СИГНАЛУ OFDM

При використанні звичайної модуляції з частотним розділенням (FDM — Frequency Division Multiplexing) доступний спектр витрачається неефективно. Пов'язано це з наявністю захисних інтервалів між носійними частотами



DQPSK - модуляція інформаційного сигналу



В PLC-пристроях застосовується ортогональне частотно-розділене мультитиплексування (OFDM — Orthogonal Frequency Division Multiplexing), при якому центри частот, що піднесуть, розміщуються так, щоб пік кожного подальшого сигналу співпадав з нульовим значенням попереднього. Доступна смуга частот в цьому випадку витрачається раціональніше

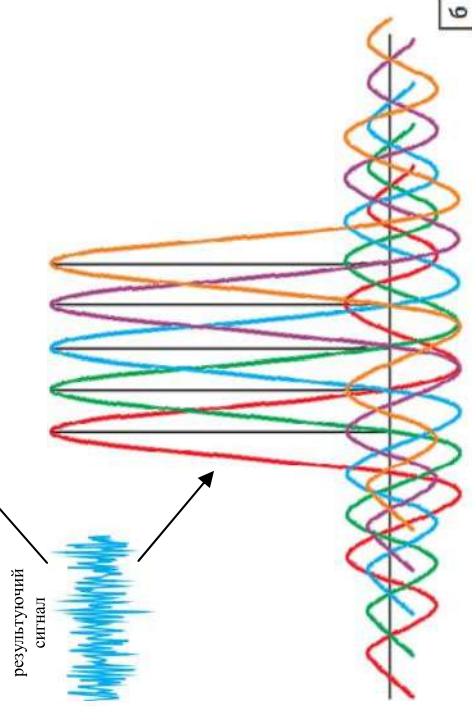
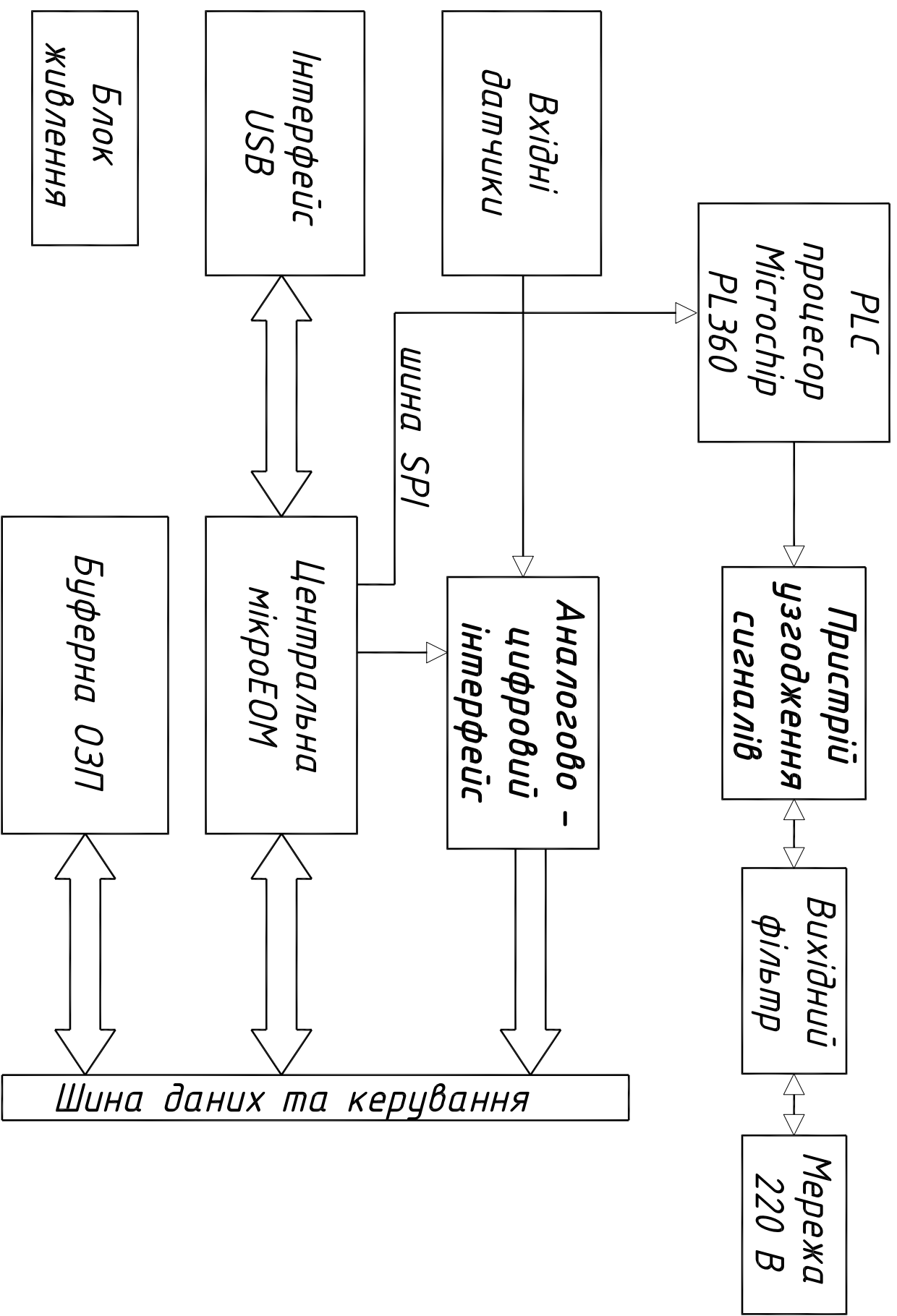


Рисунок 6.1 – Спектр сигналів з методами модуляції : а) FDM; б) OFDM

Технічно усунення небажаного взаємного впливу реалізується застосуванням налаштувань, так званих Signal Mode і Power Mask, на пристроях, в яких передбачена відповідна можливість. Signal Mode — програмний метод визначення робочого діапазону частот, а Power Mask — програмний метод обмеження спектру використовуваних частот. За рахунок цього PLC-пристрої можуть спокійно співіснувати в одному фізичному середовищі і не зашумлять діапазони частот, призначені для радіозв'язку.



КІТР. 2017006.01.07 Е1											
Блок керування лінійним інструментом за технологією КІС											
Схема керування											
Вид	Клас	Категорія	Підтип	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид
Продукт	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид
Технік	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид
Технік	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид
Заб.	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид
ТР, ФІКІС, ХНІ											

Поз. познач	Найменування	Кіль.	Примітка					
<u>Конденсатори</u>								
C10-C17	КД-1 68 нФ ±20%, ГОСТ 7159-70	8						
C2,C3,C8,C9	К53-6 1 мкФ ±10%×25В, ОЖО 464.104	4						
C1,C4,C5-C7	К53-6 200 мкФ ±10%×25В, ОЖО 464.104	5						
C13	К53-6 220 мкФ ±10%×25В, ОЖО 464.104	1						
<u>Мікросхеми</u>								
DA1-DA4	7805 STMicroelectronics	4						
DD5	К544УД2 БКО.347.040	1						
DD2	AD7250, Analog Device	1						
DD3	ATmega16-PI, Atmel corporation	1						
DD4	74LS04	1						
DD5	ADG407AGE	1						
DD6	74LS64	1						
DD7	74LS195	1						
DD8,DD9	W24512A, Winbond corporation	2						
<u>Резистори</u>								
R1,R3	C2-23 36кОм ±10%, 0,0125Вт ОЖО.467.104 ТУ	2						
R2	C2-23 2,1кОм ±10%, 0,0125Вт ОЖО.467.104 ТУ	1						
R4	C2-23 750м ±1%, 0,25Вт ОЖО.467.104 ТУ	1						
<u>Транзистор</u>								
VT1	КТ972А АА0.336.453	1						
<u>Роз'єкти</u>								
XS1	DB9M, Matsushita electronics corporation	1						
XS2	CON5-B2T, Boardmount elements	1						
<u>Кварц</u>								
ZQ1	PK58-ЦБ-16000 КГЦ АЦО.338.043	1						
КПТР. 2017006.01.07 ПЕЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Блок збору та передачі інформації за технологією PLC Перелік елементів	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Іваненко В.В.						1	1
Перевір.	Горященко К.Л.							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Підченко С.К.					ТКІТ, ФПКТС, ХНУ		

Имя пользователя:
Kafedra TMIT KhNU

ID проверки:
1008278011

Дата проверки:
12.06.2021 09:50:20 EEST

Тип проверки:
Doc vs Internet

Дата отчета:
12.06.2021 09:57:06 EEST

ID пользователя:
100005657

Название файла: _Иваненко_TP17-1

Количество страниц: 57 Количество слов: 9104 Количество символов: 70668 Размер файла: 2.76 MB ID файла: 1008347

483 слова помечены как "исключенные" и не учитываются в подсчете слов

Обнаружены модификации текста (могут влиять на процент совпадений)

7.47%

Совпадения

Наибольшее совпадение: 2.46% с Интернет-источником (<http://ur.co.ua/33/3335-2-tehnologiya-plc-power-line-commun...>)

7.47% Источники из Интернета

42

Страница 59

Поиск совпадений с Библиотекой не производился

0% Цитат

Цитаты

1

Страница 60

Не найдено ни одной ссылки

0.02% Исключений

Некоторые источники исключены автоматически (фильтры исключения: количество найденных слов меньш...)

0.02% Исключений из Интернета

1

Страница 61

Нет исключенных библиотечных источников

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы

9

Подозрительное форматирование

11 страниц

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 10%

ID: 93458 Название: Блок збору та передачі інформації за технологією PLC Добавлено в БД: 2021-06-12 Авторы: Іваненко Валерій Вікторович Руководители: Горіщенко Костянтин Леонідович Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	57481	510	677 (1%)	11 (2%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

Завідувачу
кафедри телекомунікацій,
медійних та інтелектуальних
технологій (ТМІТ)
Сергію ПІДЧЕНКУ
здобувача вищої студента
Валерія ІВАНЕНКА
4 курсу, гр. ТР-17-1

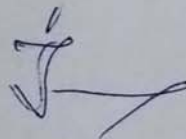
ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

1.06.2021



Валерій ІВАНЕНКО

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Блок збору та передачі інформації за технологією PLC

Автор: Іваненко Валерій Вікторович

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник к.т.н., доц. Горященко Костянтин Леонідович

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнуті. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 7,47%, що виявлені в роботі, містять посилання на відповідні джерела літератури, що використані в роботі. Результати конструкторського розділу не містять запозичень. Розроблена схема електрична та її опис є унікальними та також не містять запозичень. Робота приймається до захисту.

14.06.2021 р.

Науковий керівник роботи:

Зав. каф. ТМІТ

Костянтин ГОРЯЩЕНКО

Сергій ПІДЧЕНКО

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційний проєкт студента групи ТР-17-1

Іваненка Валерія Вікторовича

"Блок збору та передачі інформації за технологією PLC"

Кваліфікаційний проєкт розглядає питання створення блоку збору та передачі інформації за технологією передачі даних по електричних мережах (PLC – power line communication). З початку 20-го століття передачу по силових лініях вже використовували для передачі службової інформації. Ідея технології PLC полягає у використанні силових ліній для високошвидкісного інформаційного обміну, використовуючи існуючі провідні мережі за рахунок передачі даних паралельно по безлічі близько розташованих вузькосмугових частотних каналів.

В кваліфікаційному проєкті розглядаються наступні питання: 1. Технологія та обладнання на її базі PLC. 2. Розробка топології пристрою збору інформації. 3. Розробка схеми електричної пристрою збору та передачі інформації за технологією PLC.

Робота складається з 3-х розділів, кожен з яких відповідає суті поставлених задач. Загальний обсяг роботи – 60 сторінок. В роботі 10 посилань на літературні джерела, а також 24 рисунки. За змістом робота є достатньою. Містить посилання на літературу з вказанням джерел відповідних запозичень. Викладення матеріалу в розділах є послідовним та логічно пов'язаним, застосовується достатня кількість власних та запозичених ілюстрацій. Наведені у роботі формули, припущення та висновки мають достатнє обґрунтування та детальне пояснення. Мова викладення роботи є технічно грамотною, зрозумілою. Оформлення пояснювальної записки знаходиться на належному рівні, граматичних та стилістичних помилок дуже обмежена кількість.

Серед позитивних сторін роботи слід відмітити наступне:

1. Проведений аналіз апаратних рішень щодо впровадження технології PLC, спираючись на опис стандартів та відповідних технічних засобів.
2. Представлено та проаналізовано обладнання для роботи з PLC сигналами та провідною лінією.
3. Розроблено структуру та електричну схему пристрою збору та передачі інформації за технологією PLC.

В цілому кваліфікаційний проєкт Іваненка Валерія Вікторовича на тему " Блок збору та передачі інформації за технологією PLC " відповідає вимогам до кваліфікаційних проєктів бакалаврів та заслуговує на оцінку "добре", а її автор – на присвоєння кваліфікаційного рівня бакалавра зі спеціальності 172 – "Телекомунікації та радіотехніка".

Рецензент:

Ф.Г.М. проф. ТР

Тетяна М. С. С.