

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет комп'ютерної інженерії та управління

Кафедра комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Мікроконтролерна система захисту споживача
від джерела живлення у розумному будинку

Виконав:
студент II курсу, групи КІТМ-19-1
Назаров І.Г.

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Комп'ютерні інтелектуальні технології
(повна назва освітньої програми)

Керівник: проф. Корабльов М.М.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри КІТС Руденко О.Г.
(підпис) (прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ комп'ютерної інженерії та управління
Кафедра _____ електронних обчислювальних машин
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський)
Спеціальність (напряом) _____ 123 – Комп'ютерна інженерія
(код і назва)
Освітня програма _____ Комп'ютерні інтелектуальні технології
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав.

кафедри _____

(підпис)

“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Назарову Ігорю Германовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мікроконтролерна система захисту живлення
споживача однофазного джерела у розумному будинку

затверджена наказом по університету від “ 11 ” листопада 2020 р. № 1582 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10 грудня 2020 р.

3. Вхідні дані до роботи _____

Розумний будинок

Однофазне джерело живлення

Потужність

Напруга

Струм

Power Line Communication

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

Аналіз технологій управління електроспоживанням у розумному будинку

Розробка мікроконтролерної системи

Розробка програмного забезпечення мікроконтролерної системи

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) _____

6. Консультанти розділів роботи (заповнюється за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача технічного завдання	11.11 – 13.11	
2	Ознайомлення з літературними джерелами	13.11 – 20.11	
3	Аналіз технологій управління електроспоживанням у розумному будинку	21.11 – 23.11	
4	Розробка мікроконтролерної системи	24.11 – 26.11	
5	Розробка програмного забезпечення мкс мікроконтролерної системи	26.11 – 30.12	
6	Оформлення пояснювальної записки		
7	Оформлення графічної частини	01.12 – 07.12	
		08.12 – 10.12	

Дата видачі завдання 11 листопада 2020 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

проф. Корабльов М.М.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка атестаційної роботи бакалавра: 91 с., 29 рис., 4 табл., 2 дод., 31 джерел.

РОЗУМНИЙ БУДИНОК, МІКРОКОНТРОЛЛЕР, ПОТУЖНІСТЬ, СТРУМ, НАПРУГА, ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ, РОЗУМНИЙ БУДИНОК.

Метою атестаційної роботи є розроблення мікроконтролерної системи захисту споживача однофазного джерела живлення живлення у розумному будинку.

У ході виконання атестаційної роботи був проведений аналіз технологій передачі даних по електромережі, виявлений середній показник споживання електроенергії різними видами сімей. Розроблена система вимірює поточні значення параметрів електроживлення у розумному будинку і в разі перевищення заданих значень величин пристрій розмикає ланцюги живлення пристроїв з найменшим пріоритетом і відключає їх від мережі живлення. Алгоритм роботи системи дозволяє виключити вплив короткочасних кидків струму і напруги в ланцюгах живлення споживача, що виключає помилкові відключення його живлення.

За рахунок наявності зовнішніх інтерфейсів зв'язку система може бути використано в якості дистанційного обмежувача споживаної електричної потужності або енергії.

ABSTRACT

ABSTRACT

Master's thesis: 91 pages, 29 figures, 4 tables, 2 appendices, 31 sources.

SMART HOUSE, MICROCONTROLLER, POWER, CURRENT, VOLTAGE, POWER SOURCE, SMART HOUSE.

The purpose of the certification work is to develop a microcontroller system to protect the consumer of a single-phase power supply in a smart home.

During the certification work, an analysis of data transmission technologies over the power grid was conducted, the average rate of electricity consumption by different types of families was identified. The developed system measures the current values of power supply parameters in a smart home and in case of exceeding the set values, the device opens the power supply circuits of devices with the lowest priority and disconnects them from the power supply. The algorithm of the system allows to exclude the influence of short-term current and voltage surges in the power supply circuits of the consumer, which eliminates erroneous power outages.

Due to the presence of external communication interfaces, the system can be used as a remote limiter of power consumption or energy.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТЕРМІНІВ	12
ВСТУП.....	13
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ У розумному будинку	16
1.1 Обґрунтування актуальності систем енергопостачання розумного будинку	16
1.2 Огляд систем енергопостачання в розумному будинку та вимоги до неї	17
1.3 Аналіз технологій передачі даних по мережі електропостачання.....	19
1.3.1 Технологія передача даних по мережі X-10.....	19
1.3.2 Технологія Power Line Communication.....	27
Технологія x10 має ряд критичних недоліків, а саме:.....	37
1.4 Аналіз електроспоживання середньостатистичної квартири побутового споживача багатоквартирного будинку	38
1.4.1 Аналіз електроспоживання середньостатистичної квартири побутового споживача багатоквартирного будинку	38
1.4.2 Аналіз електроспоживання сім'ї, що працює за восьми годинним робочим графіком	40
1.4.3. Аналіз електроспоживання сім'ї літнього віку	42
1.4.4 . Аналіз електроспоживання сім'ї, де є неповнолітня дитина, за якою потрібен цілодобовий догляд.....	47
1.4.5. Аналіз електроспоживання багатоквартирного будинку	50
2. РОЗРОБКА МІКРОКОНТРОЛЛЕРНОЇ СИСТЕМИ	53
2.1 Специфікація логічної та фізичної структури системи у розумному будинку.....	53

2.2 Розробка схеми електричної структурної мікроконтроллерної системи.....	55
2.3 Принцип роботи МКС.....	57
2.3 Вибір елементної бази та побудова схеми електричної принципової.....	60
2.5 Дистанційне керування електроживленням.....	69
2.6 Енергосбереження.....	70
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
МІКРОКОНТРОЛЛЕРНОЇ СИСТЕМИ	71
3.1 Розробка алгоритму та програми.....	71
3.2 Програмактор	74
3.3 Огляд середовища для розробки програмного забезпечення	76
ВИСНОВОК	79
ДОДАТОК А	82
ДОДАТОК Б	95
Графічний матеріал атестаційної роботи.....	95

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

МКС – мікроконтроллерна система,

ОП– Обмежувач потужності,

P – потужність електричного струму (Вт),

I – сила струму(A) = 5A,

U – напруга (В),

Вт – Ватт,

A– Ампер,

В – Вольт,

РУ – Розумний будинок,

ТС – трансформаторна станція,

PLC – Consumer Electronics Powerline Communication

ВСТУП

Розумний будинок (в перекладі з англійської мови «smarthouse» або «intelligentbuilding») - це сучасне житловий будинок, створене з використанням високотехнічних механізмів і пристосувань, автоматизованих для комфортного проживання в ньому.

У старі часи людина прагнула до форми розумного будинку ще з часів Єгипту і того раніше, вигляді захисних механізмів, схованок і інших прихованих механічних зручностей. Сама ідея автоматизації як комфорту і захищеності людини існувала завжди вигляді інженерної думки і ідеї її удосконалення. Але прорив на основі електроніки та її можливостей була створена американськими компаніями Leviton і X10-USA розробили і запустили в масове виробництво оригінальну кабельну технологію X10 , яка дозволила керувати домашніми електроприладами електричної мережі. Це був справжній прорив на території окремо взятої держави, оскільки технологія була призначена для роботи виключно в американських мережах. Що стало офіційною датою народження системи розумнийбудинок вважається 1978 р

Систему, що забезпечує ресурсозбереження та безпеку для всіх користувачів. Передбачається, що дана система вміє розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будинку, і реагує на них. Система функціонує як комплекс або окрема структура, відповідно до заданих завданнями і умовами доступності, об'єднуючи важливі захисні і комфортні умови. Розумний будинок високотехнологічної країни, де всі верстви суспільства будуть переходити на зручність житлових, офісних, виробничих і військових структур держави. Але головним завданням будить постійне і безперебійне енергопостачання всіх цих структур. У світі існує багато різних є напрямком як підтримувати так і забезпечувати розумні будинки всім не обхідних. Головним завданням майбутнього і теперішнього часу будить повна автоматизація контрольована системою управління людиною, центрами логічного модуля, і програмами штучного

інтелекту або його прототипну версій нинішнього часу програми у відповідь питальній системи.

З розвитком прогресу з'явилася можливість управляти розумними будинками через всі доступні засоби зв'язку, це комп'ютери, мобільні телефони, панелі управління, планшети та інших видів гаджетів. Що означає повне впровадження в повсякденне життя пристроїв здатних працювати з розумним будинком не тільки на його території, а й за його межами, але все ще є велика проблема – живлення усієї системи розумного будинку, бо без живлення розумний будинок втрачає свої основні функції та через високу навантаженість на сіть електропостачання може створити небезпечну ситуацію для здоров'я людини.

В багатьох житлових приміщеннях стоїть стара проводка яка, при високому навантаженні, може викликати пожежу. Для запобігання небезпеки загоряння проводки рекомендується використовувати обмежувач потужності. обмежувач контролює величину напруги і величину споживаного струму навантаження вбудованим трансформатором струму, обчислює діюче значення споживаної потужності в фазі і обробляє ці значення відповідно до обраного алгоритму роботи. при підвищенні значення потужності понад встановленого значення ом-1 відключає навантаження на час, встановлений споживачем. навантаження підключається до мережі живлення через контактор. виконавче реле обмежувача керує котушкою контактора. час відключення при перевантаженні і час повторного включення встановлюється перемикачами на передній панелі. в обмежувачі може бути встановлена функція реле напруги: захист від підвищення напруги понад 260в і падіння його нижче 160в (обмовляється при замовленні). обмежувач блокує включення навантаження, якщо відключення при перевантаженні по потужності відбулося 5 раз за встановлений відрізок часу за умови, що навантаження на мережу живлення протягом цього періоду не знижувалася. ом-1 відключає навантаження від мережі живлення на 10 хвилин. обмежувач захищає мережу живлення від перевантаження по струму і при короткому замиканні в навантаженні. величина струму, при якому відключається

навантаження розраховується виходячи зі встановленого значення потужності. при перевищенні цього значення в 6 разів навантаження відключається за час не більше 0,1 сек. перший раз на 30 сек., потім, якщо перевантаження триває, на 30 хвилин. в обмежувачі передбачений вихід для підключення зовнішньої сигналізації при перевантаженні по потужності.

Метою атестаційної роботи...

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ У РОЗУМНОМУ БУДИНКУ

1.1 Обґрунтування актуальності систем енергопостачання розумного будинку

В умовах обмеженого і непоновлюваного енергоресурсу на планеті або окремої країни проблема раціонального логічного використання вироблюваної електричної енергії набуває значної актуальності.

Технології сьогодення і майбутнього часу так званого людством «розумний дім» дозволяють автоматизувати управління системами всіх електричних приладів будинки, здійснюючи комфортабельність, захист і значні економічні запаси електроенергії. Основними підсистемами розумного будинку, які надають на енергозбереження є:- управління електричним освітленням; - автоматизовані системи прогріву (кондиціонери, автоматизовані газові котли індивідуального прогріву); - контроль і регулювання іншими комунікаціями. Основний дорогою економії електричної є:

- збільшення ефективності використання електричної енергії;
- зменшення не раціонального споживання електроенергії;
- пошук і використання альтернативних джерел електроенергії.

Збільшення ефективного споживання електричної енергії може бути отримано заміщенням електрообладнання на більш енергоефективні пристрою. Всі ці пристрої дозволяють ошуцаемо знизити загальнеенергоспоживання.

Сьогодні до 10 - 15% вироблюваної в світі Земля електричної енергії споживається на освітлення. Скоротити розрив споживання електричної енергії на ці завдання можна шляхом більш раціонального її застосування.

Актуальність інтелектуальної інноваційної системи РС для України на великому і малому ринку важко переоцінити значимо. Використовуючи культивацию інтелектуального розумного будинку, дозволяє досягти 20 -

30% економії на непристойності комунальних послуг. Цей значимий факт готові сприйняти до уваги і творці будівель, які передбачають застосування технології інтелектуального розумного будинку в 30% проєктованих і піднімаються будинків.

Корисні можливості «розумного будинку» роблять набагато стійкими і довговічними на століття всі системи життєзабезпечення людини, завдяки оптимізації якісних зв'язків між ними. Якщо ж згадувати про нові будівлях - то використання РС знімає можливі конфлікти між розумними системами, збільшує термін потенційної служби всієї будівлі, зменшуючи ризик для творців будівель і проживаючих осіб.

1.2 Огляд систем енергопостачання в розумному будинку та вимоги до неї

РС - інтелектуальний автоматизований комплекс робить життя людей безпечною, комфортною та зручною. Поняття «Розумний будинок» має на увазі інтеграцію різних систем в єдину систему управління, яка представлена на рис. 1.1. У неї входять система освітлення, відео спостереження, електроживлення, охоронна сигналізація і пожежна і так далі. Система з автоматизованою електроніки не є тільки престижний, але і дозволяє істотно заощадити витрати на електрику, обігрів розумного будинку. Він може стежити за різними приладами і системами, і все залежить від того, що буде включено в об'єкт контролю. Можливості автоматизації при несанкціонованому проникненні до житла чи на територію ділянки, а та ж при витокі газу або води, пожежі або іншої проблеми. Контролери тут же дадуть знати, що в будинку проблема. Програма може оповістити господаря, сфотографувати порушника, викликати поліцію або якщо це аварія так само сповістить і подзвонить належного службу.



Рисунок 1.1 - Схема системи управління розумного будинку.

При обладнанні будівлі комплексом типу «Розумний будинок» всі його системи починають працювати відповідно до заздалегідь підготовленим інструкцією, при цьому користувач сам вибирає будь-якої зі сценаріїв у відповідності з поточними потребами.

Система конфігурує режими роботи приладів і агрегатів відповідно до визначеної для неї завдання, спираючись на дані про час доби, погоди на вулиці, освітленості, розташування користувача. Вибір сценарію відбувається за допомогою сенсорної панелі або дистанційного пульта управління

Тим самим, управління системами будівлі за допомогою комплексу дає можливість максимально ефективно використовувати мешканцям ресурси вдома, економлячи ресурси, а також здійснювати моніторинг стану техніки і різних інженерних комунікацій будівлі, але і вимоги до неї будуть більш строгі, ніж до стандартної системи електропостачання

Надійність, як одне з важливих вимог, що пред'являються до систем енергопостачання, розпізнається числом незалежних джерел живлення і важливою схемою електропостачання. По надійності електричне постачання відповідно до вимог правила улаштування електроустановок забезпечення безпеки робіт для електротехнічних пристроїв поділяють на:

- надійність електричного постачання;
- якість електроенергії, узагодять ГОСТ 13109-97;
- економічність ресурсів;
- можливість впровадження модифікації технології постачання і розвитку розумного будинку;
- відсутність злорякисного впливу на навколишнє матінку Землю.

Ці вимоги надають при проектуванні і експлуатації розумних систем електропостачання. Система частина енергетичних систем і в енергетичному завданні простіша і ускладнена в плані використання та перетворення електричної енергії в технологічних цілях забезпечення електричної енергії. електроприймачі як електричної частини технологічних пристроїв входять незамінними елементами в систему і багато в чому визначають якісну роботу цю системи і її параметрів.

Система розроблена у данній атестаційній роботі відповідає всім цим вимогам.

1.3 Аналіз технологій передачі даних по мережі електропостачання

1.3.1 Технологія передача даних по мережі X-10

X10 - протокол взаємодії передавачів і приймачів, шляхом передачі і прийому сигналів по силових лініях (побутова мережа електроживлення). Цими сигналами є ВЧ - імпульси, які кодують цифрову інформацію.

Імпульси є пакетами змінної напруги амплітудою 5 В, частотою 120 КГц і тривалістю 1 мс, що визначає бінарну одиницю (одичний біт); бінарний нуль - відсутність імпульсу.

Одичний біт передається у вигляді трьох імпульсів з інтервалом 3,33 мс (для мережі з частотою напруги 50 Гц), які відповідають нулям трьох фаз трифазної електричної мережі.

Для передачі команди X10 потрібно одинадцять циклів (періодів) силового напруги. Перші два цикли передають стартовий код, наступні чотири циклу представляють код будинку (з А по Р) і останні п'ять циклів

передають код приладу (з 1 по 16) або код функції (ВКЛ, ВИКЛ і т.д.), тобто ключовий код.

Такий повний код (стартовий код + код будинку + ключовою код) завжди передається двічі безперервним блоком. Між блоками різних команд завжди має бути перерва в три цикли силового напруги. Винятком з цього правила є блоки команд яскравіше / ТЕМНІШЕ, які передаються послідовно (мінімум два блоки) без затримок.

Усередині кожного блоку, код будинку і ключовий код повинні передаватися з доповнюють до одиниці кодами в суміжних напівперіоду силового напруги. Наприклад, якщо одиничний імпульс переданий в першій половині періоду, то в другий не повинно бути ніякого сигналу (нульовий біт).

Стартовий код - це унікальний код, завжди рівний 1110 і не має доповнюють біт в суміжних напівперіодах, тобто значущі біти передаються на кожен перехід силового напруги через нуль:

[1] - НАІЛ запит (запит-привітання) передається для знаходження передавачів в зоні покриття. Це дозволяє виставити різні коди будинків у разі отримання відповіді Nail Acknowledge.

[2] - В кодї функції Pre-Set Dim, біт D8 разом з чотирма бітами коду будинку становить блок з 5 біт {D8H8H4H2H1}, який визначає абсолютний рівень диммера.

[3] - Функція Extended Data (додаткові дані) передуює послідовності байт (8 біт) довільної довжини, які представляють аналогові дані після аналогово-цифрового перетворення. Код функції і байти даних передаються безперервно, без пауз. Перший байт даних може вказувати на кількість байт в послідовності. Якщо при передачі в послідовності байт допущені паузи, то модуль - приймач може виконати помилкову операцію.

Функція Extended Code еквівалентна Extended Data: послідовність байт (без пауз), які представляють додаткові коди. Це дозволяє розробникам використовувати більше 256 наявних кодів.

Перші 16 з ключових кодів визначають номер модуля, який в подальшому буде приймати і виконувати команди (ВКЛ, ВИКЛ, яскравіше,

ТЕМНІШЕ) до перевизначення керованого модуля. Біт D16 називається «функціональним бітом», якщо він дорівнює 1, то передається функція, інакше код модуля.

Наведемо приклад. Щоб включити 5-ий модуль в «будинку К», потрібно послати по електромережі наступний рядок біт:

111001011010010101100 11110010110100101011001000
0001110010110100101100 1101110010110100101100110.

Ця посилка містить 94 біта, і займе 47 циклів силового напруги або 0,94 с (майже секунда!). Тому, коли ви натискаєте на кнопку ВКЛ, світло включається з запізненням. Реакція на команди «Весь світ ВКЛ» або «Все модулі ВКЛ» помітно швидше, тому що не передається код модуля.

Навантаження, які можуть бути підключені до пристроїв X10, можна розділити на дві великі групи: «лінійні» і «нелінійні». Ще одну велику групу складають електронні пристрої, що не мають трансформатора на вході - телевізори, радіоприймачі. Крім того, в цю ж групу входять флуоресцентні лампи.

Лінійні навантаження мають тільки активний опір і практично не мають реактивного (індуктивного або ємнісного). Прикладами можуть служити лампи, що включаються безпосередньо в освітлювальну мережу і електронагрівальні прилади (ТЕНи).

Нелінійні навантаження мають значну реактивний опір. До такого типу навантажень відносяться, наприклад, електродвигуни та трансформатори.

Слід мати на увазі, що в сучасній електротехніці поширене застосування різних електронних пристроїв, вбудованих в корпуси виробів і призначених для «інтелектуального» управління навантаженнями (наприклад, диммери - для плавного включення ламп розжарювання). Такі пристрої не можуть вважатися лінійними навантаженнями.

Слід пам'ятати, що лампові модулі з опцією диммера (LM12, LD11, LM15S ...) призначені для управління тільки лінійними навантаженнями! Управління електронними пристроями (наприклад, телевізорами) може призводити до виходу цих пристроїв з ладу!

Для управління електронними пристроями можна застосовувати тільки приладові модулі X10, що мають релейний вихід (AM12, AM12W, AD10). Таким чином, для кожного типу навантажень призначені певні модулі X10.

Якщо всередині будинку використовується проводка з декількома фазами, то виникає питання про передачу сигналу, що управляє X10 від однієї фази до інших. Для вирішення цього питання є спеціальний пристрій - з'єднувач або міст (coupler).

Існують різні варіанти таких з'єднувачів. Один з них - пасивний з'єднувач (passive coupler). Прикладом може служити пристрій FD10, яке виконує додатково функції фільтра. Усередині такого пристрою містяться конденсатори (для поділу низькочастотної напруги освітлювальної мережі і високочастотних сигналів X10) і високочастотні трансформатори. В принципі, пристрій симетрично в тому сенсі, що входи і виходи можуть бути змінені місцями; тобто, терміни «вхід» і «вихід» застосовуються лише для зручності пояснення. Вхід пасивного з'єднувача приєднується до тієї фази, до якої підключено джерело сигналу X10; вихід - до іншої фази, до якої приєднується обладнання, керовані X10.

Пасивний з'єднувач просто «копіює» прийнятий ним сигнал X10, не аналізуючи його зміст і правильність. При підключенні пасивного з'єднувача амплітуда сигналу X10 в тій фазі проводки, до якої підключений вхід пасивного з'єднувача, природно, дещо зменшується.

Інший варіант з'єднувача - міст-повторювач (coupler-repeater). Приклад - пристрої CAT6272, CAT3000. Цей тип приладів містить одну або кілька мікросхем та інші необхідні компоненти, щоб приймати сигнал X10, аналізувати його і посилати в іншу фазу електропроводки після незначної модифікації. Суть виробленої модифікації пояснена нижче.

Керуючий сигнал X10, створюваний пристроями-джерелами, відповідно до протоколу X10, містить двічі повторюваний адреса приймача і двічі повторювану команду, яка підлягає виконанню. Наприклад, сигнал X10, який буде включати пристрій E7, буде:

Пристрій-приймач сигналу X10 має виконати команду після

одноразового прийому своєї адреси і команди і не потребує повторної передачі цих даних.

Вхід і вихід з'єднувача-повторювача не взаємозамінні, якщо їх поміняти місцями, то з'єднувач-повторювач просто не буде передавати сигнали від передавачів.

Крім передачі сигналу X10 в іншу фазу електропроводки з'єднувач-повторювач може бути використаний для збільшення радіусу дії мережі X10. Це може бути актуально для великих будівель. Рекомендується використовувати з'єднувач-повторювач, якщо будівля має площу понад 300 м². У цьому випадку вхід і вихід з'єднувача-повторювача будуть приєднані до однієї і тієї ж фази електропроводки.

Мікроконтролер всередині пристроїв X10 повинен мати стабільне живлення. Для цього мережеве напруга не повинна «просаджувати» потужними навантаженнями. Зокрема, небажана робота електрозварювання від тієї ж фази, на якій встановлені пристрої X10. Особливо це актуально для сільської місцевості.

Крім того, не повинно створюватися перешкод для керуючих сигналів X10. Ці сигнали передаються в інтервалах часу, наступних після переходу мережевої напруги через нуль, тривалістю близько однієї мілісекунди. Тиристорні регулятори (крім пристроїв X10), можуть створювати перешкоди саме в ці моменти часу, якщо потужність, що підводиться до навантаження від тиристорного регулятора, становить від 95% і до 100% його номінальної потужності (регулюючий тиристор в цьому випадку перемикається саме в названі інтервали часу). Таким чином, при використанні пристроїв, забезпечених тиристорними регуляторами, слід уникати режиму «майже 100% -ної навантаження».

У пристроях X10 з функцією підсвічування цей ефект врахований - конструктивно передбачено, що при плавній регулюванню потужності ділянку 95% .. 100% обходиться стрибком. Зроблено це саме заради зменшення створюваних перешкод для «сусідніх» пристроїв X10.

Сіммісторні ключі (Тріаки) в диммерних модулях X10 чутливі до перепадів напруги в мережі, що може вивести сіммістори з ладу або

довільно включити їх.

Перевантаження ж диммерний модуля призведе до перегріву сіммістора, керуючого навантаженням. Вихід з ладу такого сіммістора може статися через перевищення його максимального прямого струму або перегріву кристала.

Недоліки протоколу X10. Низька швидкість передачі інформації. Передача імпульсів синхронізована з переходом через нуль напруги електромережі, наприклад, команда «ВКЛ», що містить 94 біта, займе 47 циклів силового напруги або 0,94 сек. (Майже секунда!). Але якщо після цього послати команду «ВИМК» на цей же модуль, то вона виконається в два рази швидше, тому що не треба передавати код пристрою.

Низька перешкодозахищеність. X10 використовує амплітудну модуляцію, тому перешкоди в електромережі легко можуть «забити» корисний сигнал. Основні джерела перешкод в електромережі - електродвигуни (холодильник, пральна машина, електродріль і т.п.) і прилади з тиристорн регуляторами (крім пристроїв X10).

Помехоподавляющие конденсатори електропобутових приладів також можуть фільтрувати високочастотний 120 КГц сигнал X10.

Для подолання проблем з помехозащищенностью необхідно дотримуватися наступних рекомендацій:

встановлювати фільтри (типу FD10) на вводі в об'єкт;

всі пристрої, що можуть створити перешкоди в електромережі (електродвигуни, пристрої, що містять тиристорні регулятори, крім X10) включати в мережу тільки через додаткові фільтри (типу FM10);

по можливості уникати короткочасних (тривалістю менше 20 сек) відключень напруги електромережі;

електрозварювальні і подібні роботи проводити від фаз, до яких не підключені пристрої X10.

Без виконання цих рекомендацій мережа X10 теж працювати буде, але іноді можливі несподівані неприємні ефекти.

Проблема помилкового спрацьовування

Помилкові спрацьовування від перешкод в електромережі,

викликаних побутовими електроприладами малоїмовірні.

Більш вірогідні помилкові спрацьовування, якщо, наприклад, два пристрої X10 одночасно подають в електричну мережу свої керуючі сигнали. Так як проблема «зіткнень» в протоколі X10 практично ніяк не вирішена, то такі ситуації можливі. Хоча ймовірність таких колізій і мала (тривалість однієї послідовності керуючих сигналів близько однієї секунди), але ненульова.

Подолати цю проблему, не змінюючи сам протокол X10, неможливо. Просто слід мати на увазі, що, коли в будинку працюють два або більше передавача керуючих сигналів X10, такі ситуації можливі, і зменшувати їх ймовірність шляхом організаційних, а не технічних рішень.

У X10 немає сигналів квіткування (Квітка), які б підтверджували прийняття і виконання приймачами команд від передавачів. Хоча команди повторюються двічі, існує ймовірність того, що якщо перешкоди електромережі «з'їдять» сигнал, то очікуваного дії не відбудеться.

У сучасних модулях існує можливість запитувати статус модуля, тим самим контролювати виконання команд.

Початкове недосконалість протоколу X10 зажадало внесення в нього різних доповнень. Одне з таких додатків - extended codes (розширені або додаткові коди). В силу того, що кожен виробник розробляв ці коди самостійно, пристрої різних фірм-виробників не завжди коректно ретранслюють і виконують керуючі сигнали, що передаються пристроями інших фірм. Висновок очевидний.

Якщо в двох сусідніх квартирах, які використовують одну і ту ж фазу освітлювальної мережі, використовуються пристрої X10, то, природно, виникає питання про те, як уникнути попадання керуючих сигналів X10 з однієї квартири через електричну мережу в іншу квартиру.

Безумовно, таке завдання типова для випадків застосування пристроїв X10, і в силу цього, вона вирішена шляхом створення окремого пристрою. Так як керуючі сигнали передаються по електричній мережі на частоті близько 120 кГц, що відрізняється від основної частоти мережі (50 Гц) на три порядки, то за допомогою фільтрації вони можуть бути легко

придушені.

Така фільтрація виконується штатними пристроями X10 - фільтрами типу FD10. Такий фільтр встановлюється на ввіді електричної мережі в житлове приміщення (там, де в Росії прийнято встановлювати електричні автомати після електрорічильника). Оскільки «атака» через електромережу з фізичної точки зору еквівалентна створенню взаємних перешкод між сусідніми квартирами, то FD10 повністю вирішить питання відображення подібної «атаки».

Можлива зовнішня атака на домашню мережу X10 за допомогою «чужого» радіопульта

Протокол X10 не передбачає ніякої системи паролів і передбачає сумісність будь-якого передавача керуючих сигналів з будь-яким приймачем (виконавчим пристроєм). Наявність системи Паролювання помітно ускладнило б пристрої X10 і створило розробникам в 80-і роки додаткові труднощі, оскільки спочатку пристрої X10 виготовлялися на жорсткій логіці, без застосування мікропроцесорів. В сучасних умовах додавання паролів до переданих керуючим сигналам X10 - цілком посильне завдання для мікропроцесорної техніки (наприклад, за аналогією з динамічними кодами, застосовуваними в автомобільних сигналізаціях); але впровадження такого механізму порушило б сумісність з раніше розробленими пристроями X10.

Таким чином, технічно можливий навмисний або ненавмисний несанкціонований доступ по радіоканалу до пристроїв X10. Діапазони частот 310 МГц і 433МГц, що застосовуються в радіоканалах X10, широко використовуються в системах охоронно-пожежних сигналізацій, в автомобільних сигналізаціях і т.п.

Відомо, що існують серійно випускаються комплекти (передавач + приймач) пристроїв X10, що забезпечують стійку передачу інформації на відстані близько 100 метрів, причому частина цієї відстані - по відкритому повітрю, а інша частина - всередині приміщення. Очевидно, збільшуючи потужність, що випромінюється передавачем, можна домогтися того, що приймач радіосигналу X10 почне їх приймати (чутливість радіоприймачів

X10 не надто висока, тому що для передачі сигналів усередині житлового приміщення дуже високої чутливості не потрібно).

Робочі частоти передавача і приймача не стабілізована, а визначаються налаштуванням LC-контурів. Це полегшує досягнення сумісності будь-якого передавача керуючих сигналів з будь-яким приймачем (виконавчим пристроєм). Одночасно з цим полегшується і завдання «атакуючим» - немає необхідності в точному підборі частоти передавача, що застосовується для «атаки».

Можливі як мінімум два варіанти «атаки» на пристрої X10 за допомогою радіоканалу:

Подача ззовні будинку не бажаних команд управління.

Передача ззовні радіочастотних перешкод, що перешкоджають правильній роботі радіоканалу X10 між передавачами сигналів і приймачами (виконавчими пристроями). Хоча для цього потрібна досить висока потужність передавача, що створює перешкоди, але технічно це можна реалізувати. З точки зору господарів будинку результат «атаки» буде виглядати як втрата керованості виконавчими пристроями X10.

Яким чином можна зменшити ймовірність ефективної «атаки» по радіоканалу? Тільки за рахунок зменшення ефективної чутливості радіоприймача X10 (наприклад, шляхом розташування його найбільш далеко від периметра домашньої території - поблизу її геометричного центру; для випадку котеджу - в тому місці будови, яке найближче до геометричного центру ділянки). Крім того, якщо потенційна загроза атаки по радіоканалу розглядається як неприйнятна, то можна відмовитися від радіопультів і використовувати тільки інфрачервоні пульти управління.

1.3.2 Технологія Power Line Communication

Технологія PLC (Power Line Communication) - нова телекомунікаційна технологія, що базується на використанні силових електромереж для високошвидкісного інформаційного обміну. Експерименти з передачі даних по електромережі велися досить

давно, але низька швидкість передачі і слабка перешкодозахищеність були найбільш вузьким місцем даної технології. Але прогрес не стоїть на місці, і поява більш потужних DSP - процесорів (цифрові сигнальні процесори) дали можливість використовувати більш складні способи модуляції сигналу, такі як OFDM модуляція (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), що дозволило значно просунути вперед в реалізації технології PLC.

Теоретичні основи технології Powerline. Основою технології Powerline є використання частотного поділу сигналу, при якому високошвидкісний потік даних розбивається на кілька відносно низькошвидкісних потоків, кожен з яких передається на окремій частоті з подальшим їх об'єднанням в один сигнал зображенні на рис.1.2.

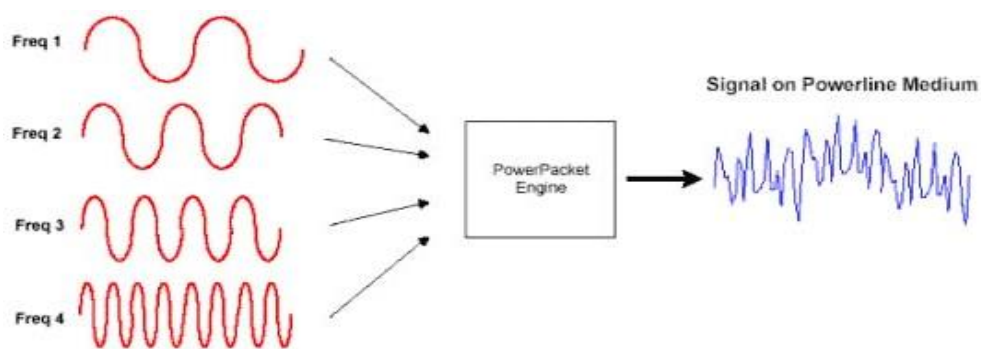


Рисунок 1.2 – Частотний поділ

При використанні звичайного частотного мультиплексування (FDM - Frequency-Division Multiplexing) захисні інтервали (Guard Band) між поднесущими, необхідні для запобігання взаємного впливу сигналів, досить великі зображені на рис.1.3, тому доступний спектр використовується не дуже ефективно.

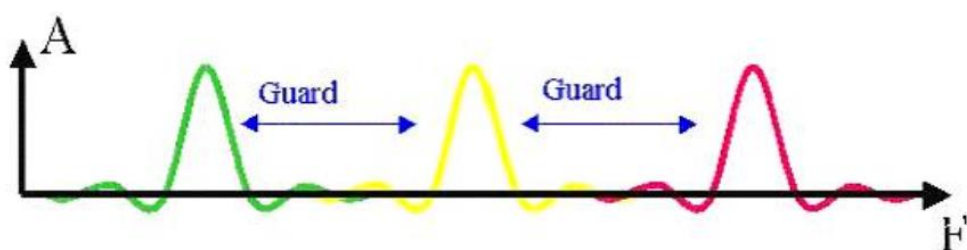


Рисунок 1.3 – Звичайний FDM

У разі ж ортогонального частотно-розділеного мультиплексування (OFDM), центри піднесутих частот розміщені так, що пік кожного наступного сигналу збігається з нульовим значенням попередніх зображенні на рис.1.4 . Таке розміщення дозволяє більш ефективно використовувати доступну смугу частот.

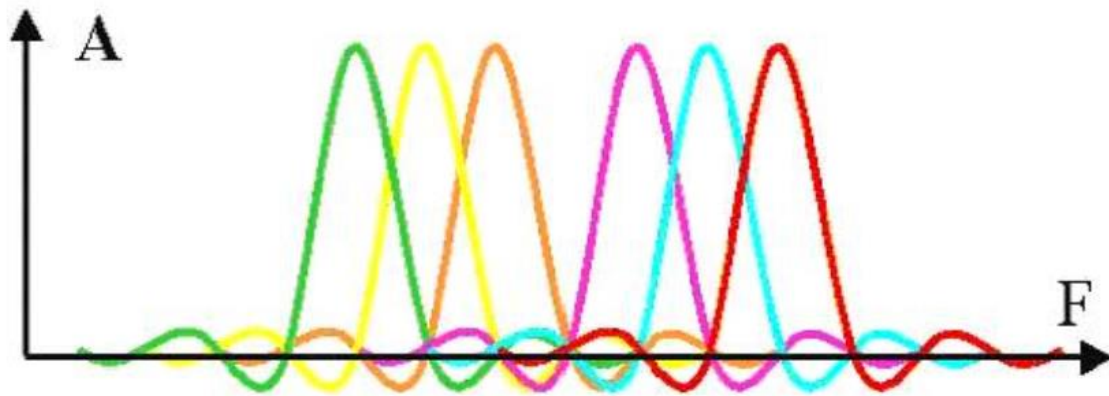


Рисунок 1.4 –Ортогонального частотно-розділеного мультиплексування

Перед тим як окремі поднесутих частоти будуть об'єднані в один сигнал, вони зазнають фазову модуляцію на рис.1.5, кожна - своєї послідовністю біт.

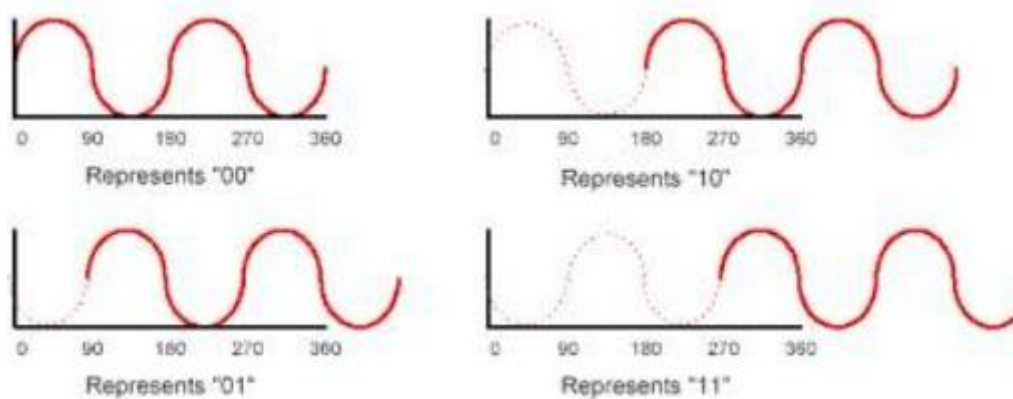


Рисунок 1.5 – Фазова модуляція

Після цього всі вони проходять через PowerPacket engine і збираються в єдиний інформаційний пакет, який ще називають OFDM-symbol. На рис. 2.7 наведено приклад відносної квадратурної фазової маніпуляції (DQPSK - Differential Quadrature Phase Shift Keying) на кожній з 4-х частот, у діапазоні 4-5 МГц.

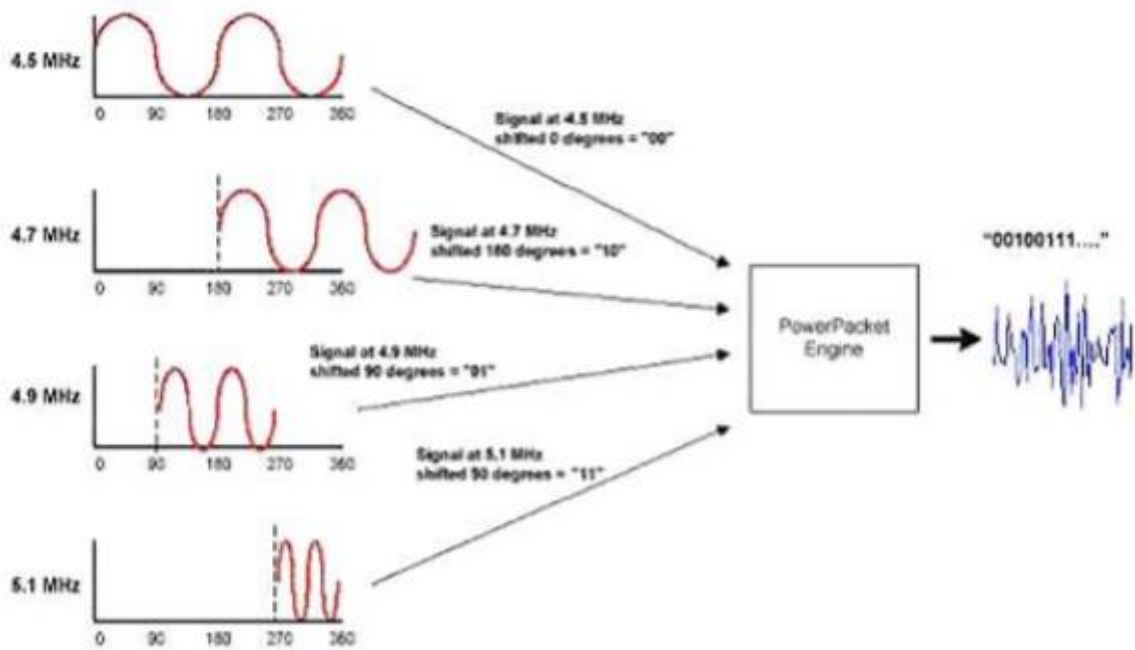


Рисунок 1.6 – Квадратурна фазова маніпуляція

Теоретична швидкість передачі даних при використанні паралельних потоків з одночасним фазовим модулювання сигналів становить понад 100 Мб / с. Адаптація до фізичного середовища, усунення помилок і вирішення конфліктів. При передачі сигналів по побутової мережі електроживлення можуть виникати великі загасання в передавальній функції на певних частотах, що призведе до втрати даних, що зображено на рис.1.7



Рисунок 1.7 – Передаюча функція

Технології Powerline передбачений спеціальний метод вирішення цієї проблеми - динамічний вимикання і включення передачі сигналу

(dynamically turning off and on data-carrying signals). Суть даного методу полягає в тому, що система здійснює постійний моніторинг каналу передачі з метою виявлення ділянки спектра з перевищенням певного порогового значення загасання. У разі виявлення даного факту використання цих частот на час припиняється до відновлення нормального значення загасання.

Даний метод робить технологію Powerline максимально гнучкою при використанні в різних умовах. Наприклад, в різних країнах існують різні регулюючі правила, згідно яких частина діапазону частот не може бути використана. При цьому, в разі Powerline, в цьому діапазоні просто не будуть передаватися дані. Ще одним прикладом є випадок, коли якийсь додаток вже використовує частину діапазону. Аналогічно першому випадку, в цьому також вимикається передача даних на певних частотах, і два додатки можуть спокійно співіснувати в одному фізичному середовищі. Іншою серйозною проблемою при передачі даних по побутовій електромережі є імпульсні перешкоди (до 1 мікросекунди), джерелами яких можуть бути галогенові лампи що наведенна на рис. 2.9, включення і виключення різних електроприладів і т.д.

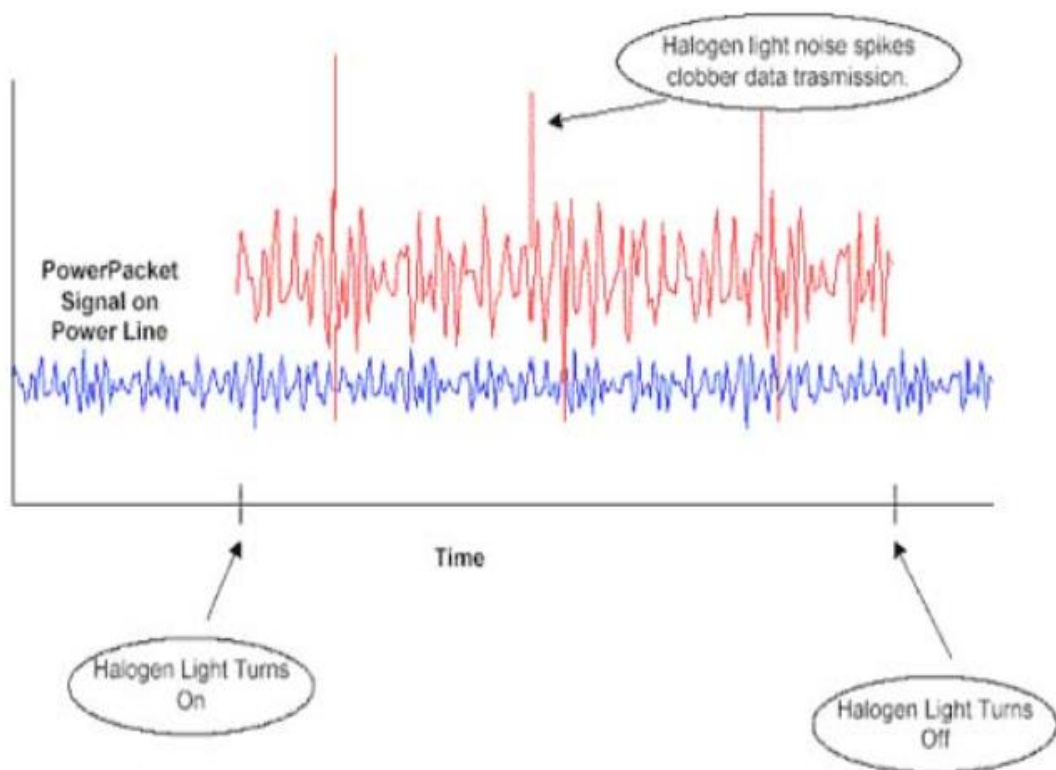


Рисунок 1.8 – Імпульсна перешкоди при включенні галогенових ламп

При використанні попереднього методу система може не встигнути адаптуватися до швидко нових умов, в результаті частина бітів буде зруйнована і втрачено. Для вирішення цієї проблеми використовується двоступенева (каскадне) завадостійке кодування бітових потоків перед тим, як вони будуть промодульовані і надійдуть в канал передачі даних. Суть завадостійкого кодування полягає в додаванні в вихідний інформаційний потік за певними алгоритмами надлишкових ("захисних") бітів, які використовуються декодером на приймальному кінці для виявлення та виправлення помилок. Каскадування блочного коду Ріда-Соломона і простого згортальної коди, декодуруемой за алгоритмом Вітербо, дозволяє виправляти не лише поодинокі помилки, але і пакети помилок, забезпечуючи тим самим практично 100% гарантію цілісності переданих даних. Ще одним проблемним моментом є те, що мережа побутового електроживлення служить загальної середовищем передачі даних, тобто в один момент часу передачу можуть здійснювати відразу декілька пристроїв. У такій ситуації для вирішення конфліктів зіткнення трафіку необхідний регулюючий механізм - протокол доступу до середовища. В якості такого протоколу був обраний добре відомий Ethernet, який в технології Powerline було розширено шляхом додавання додаткових полів пріоритетності. Така модифікація викликана необхідністю гарантованої смуги пропускання для передачі голосу і відео через IP, коли величина затримки є критичним параметром. Пакети, що містять голос або відео в цьому випадку позначаються як "timing critical", т. Е. Мають найвищий пріоритет при обробці і доступі до середовища передачі.

Формат кадру

Потрібно ще придумати формат кадру, який ми буде передавати за допомогою цих символів. Є кілька важливих моментів, які відіб'ються на форматі даних: довжина кадру, адресація, перевірка цілісності.

Довжина кадру

Чим більше порція даних, тим менше накладних витрат на передачу даних, так як крім самих даних в кадрі є службова інформація начебто

контрольної суми і адреси призначення. Але чим менше порція даних, тим більша ймовірність успішної передачі. Тут важливо знайти золоту середину. Визначається це зазвичай дослідним шляхом. Якщо взяти приклад з комп'ютерних мереж, то в Ethernet кадрі було вибрано обмеження в 1500 байт даних (незважаючи на те, що ця цифра швидко застаріла, вона використовується до сих пір). Приклад кадрів зображений на рис. 1.9

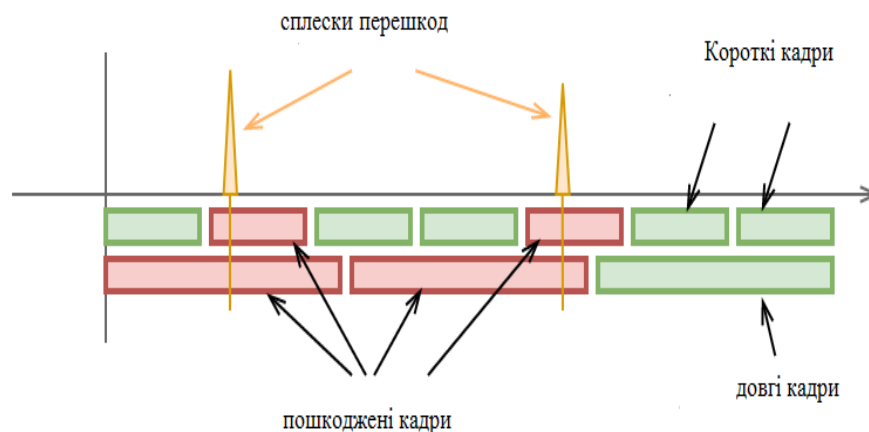


Рисунок 1.9 – Приклад кадрів

При сильному збільшенні довжини кадру, ймовірність передати хоч якісь дані прагне до нуля.

Потрібно ще не забути, що у нас топологія мережі "загальна шина". Інформацію, що відправляється в цю шину, отримуватимуть всі пристрої. І щоб спілкування у них хоч якось склалося, у них повинні бути адреси. Адресація зображена на рис. 1.10.

Адреса додамо в самий початок кадру, щоб приймаюча сторона, для якої не призначені ці дані, не витратила час на прослуховування і очікування на інших ділянках зображення, так ми трохи звільнимо процесор від непотрібної роботи.

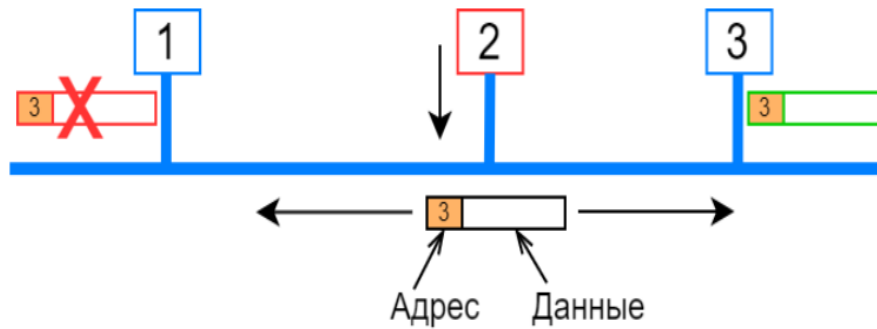


Рисунок 1.10 – Приклад адресації кадрів

Довжина адреси вибирається виходячи з максимальної кількості пристроїв, які можуть одночасно перебувати в одній області видимості. Наприклад, 8 біт - це максимум 255 пристроїв (якщо 0 залишити як широкомовний).

Перевірка цілісності

При передачі інформації по ЛЕП дуже велика ймовірність втратити частину даних. Тому обов'язково повинна бути перевірка цілісності. Для цих цілей в кадр додається "кінцевик". Це деяка надлишкова інформація, за допомогою якої приймач зможе переконатися в тому, що дані не перекручені.

Придумаємо остаточний вигляд кадру. Нехай довжина адреси буде 8 біт (255 пристроїв в каналі + 1 широкомовна адреса). Потім йдуть дані 8 біт, приклад зображений на рис.2.12.

Кінцевиком у нас буде просто результат складання адреси та байта. Але є один нюанс: система може стабільно ловити сильний шум на частоті наших символів «0» або «1» і думати, що це корисний сигнал. І є велика ймовірність помилково зчитувати крайні значення типу «0x00» або «0xFF». Для захисту від цього, при підрахунку кінцевика, просто будемо додавати число «42»

Приблизно так буде виглядати один кадр даних: відправляємо число «110» на системі з адресою «17», кінцевик «169» (110 + 17 + 42).

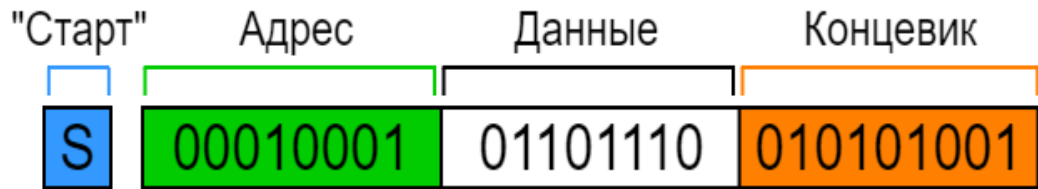


Рисунок 1.11 – Вигляд кадру

Цілий кадр будемо збирати по шматочку що приходите символів «0» і «1» після символу «Start».

Наведемо алгоритм прийому кадру.

Спочатку система знаходиться в очікуванні символу «Start». Буфер відключений, в нього нічого не пишемо.

Коли прийшов символ «Start», для зручності очищаємо буфер прийому і запускаємо лічильник біт (за лічильником біт будемо визначати цілий кадр), що зображено на рис.1.12.

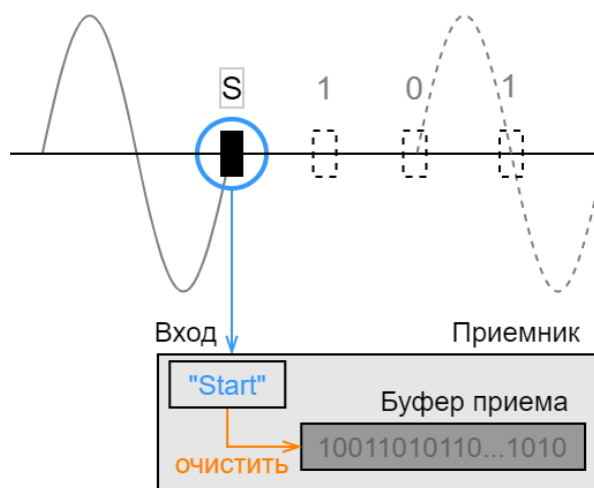


Рисунок 1.12 – Вигляд приймача

Кожен наступний символ («0» або «1») послідовно пишемо в буфер прийому та інкрементуємо лічильник біт, що зображено на рис.1.13

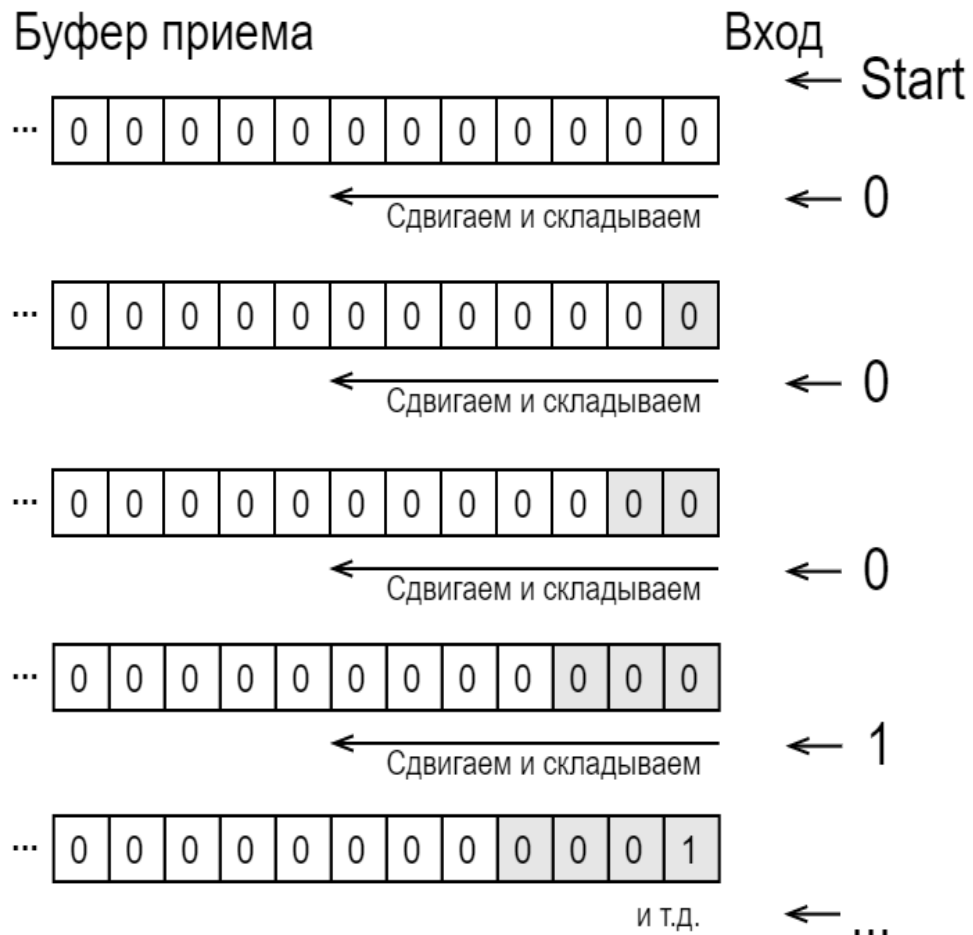


Рисунок 1.13 – Буфер прийому

Коли збереться потрібну кількість біт (повний кадр), перевіряємо цілісність. Виділяємо з кадру «Адреса» і «Дані». Підраховуємо за алгоритмом «Кінцевик» і порівнюємо з тим, що в кадрі, що зображено на рис. 2.14

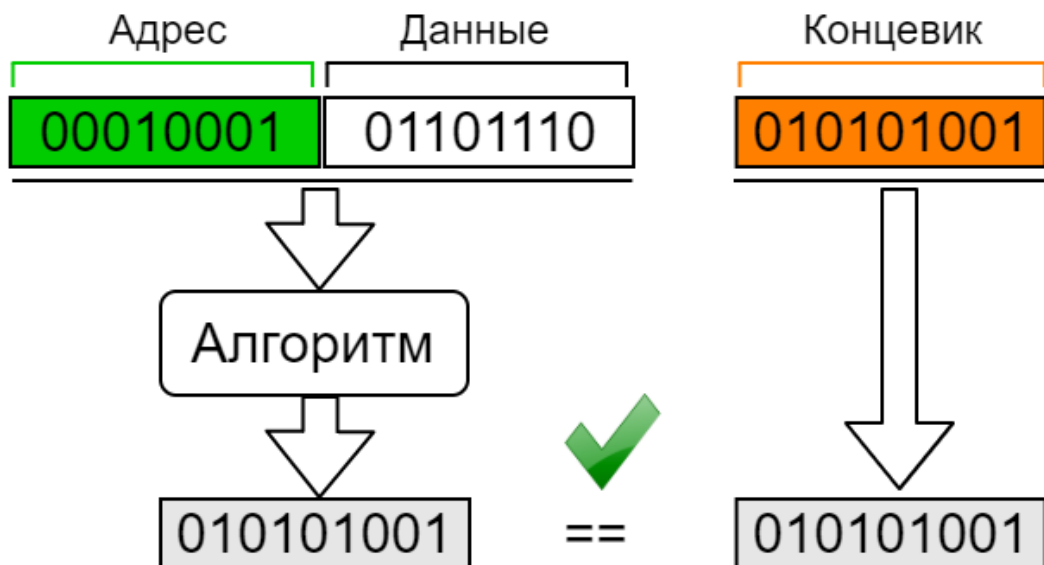


Рисунок 1.14 – Приклад роботи алгоритму

Приблизно таким чином ми можемо повільно, але вірно передавати байт за байтом від одного пристрою на інший. Приймач буде складати ці байти в приймальний буфер протоколу на рівень вище фізичного і там вже буде вирішувати, що робити: виконати входить команду або повернути якісь дані у відповідь.

Технологія x10 має ряд критичних недоліків, а саме:

- X10 не працює при напрузі мережі 220 Вольт і частоті 50 Гц.
- Кілька асоційованих з X10 європейських фірм (Martec, HWG, Marmitec, Quinx) успішно виробляє (або продає, чесніше сказати) працюють по протоколах X10 прилади. До речі, сертифіковані в Євросоюзі і в Росії.

- 2. X10 не працює при зниженій напрузі в мережі, що не рідкість в Росії.

- Заглибимося злегка в технічні деталі - перехід напруги через нуль є при будь-якій напрузі, а джерело живлення електроніки модулів X10 - як правило, стабілітрон через конденсатор, так що при навіть при 170 В в мережі на стабілітроні по -, як і раніше потрібні 15 (або 12, або 35 - в залежності від типу модуля) Вольт.

- 3. X10 нікуди не годиться по надійності, навіть в Америці.

Через ці недоліки технологія x10 не годиться для нашої системи та у ній буде використанна технологія PLC, також PLC має ряд переваг, а саме:

Не потрібно прокладати кабель, укладати його в коробки, свердлити стіни й опорні конструкції

- Простота використання
- Швидкість монтування
- Не потребує встановлювання
- Стабільніший зв'язок
- Більша безпека інформації
- Підходить для передавання Multicast-трафіку, наприклад, IPTV
- На якість зв'язку не впливає матеріал і товщина стін у квартирі

Підсумок цього аналізу, технологія x10 є як морально так і функціонально застарілої, тому в якості основної технології передачі даних

по мережі візьмемо технологію PLC

1.4 Аналіз електроспоживання середньостатистичної квартири побутового споживача багатоквартирного будинку

1.4.1 Аналіз електроспоживання середньостатистичної квартири побутового споживача багатоквартирного будинку

Для того, щоб виявити, наявність чи відсутність резерву електричної енергії та можливостей використання електропостачального обладнання багатоквартирного будинку для переходу на індивідуальне електроопалення необхідно виконати аналіз електроспоживання в різні години доби для різних споживачів, що проживають в даному будинку. Результати аналізу дозволять з'ясувати, чи достатньо енергії для електроопалення всього будинку, або є можливість такого виду обігріву тільки для частини квартир. Також, дослідження покаже в які періоди доби можливе використання енергії, без капітальної зміни системи електропостачання.

Розрахунки мають приблизні значення, оскільки розглядається середньостатистична модель и неможливо врахувати всі фактори, що впливатимуть на електроспоживання.

Житла (квартири) щодо оснащення побутовими електроприладами та їх розрахункових навантажень умовно поділяються на три види:

1 – житла (квартири) в будинках масового будівництва, споруджених чи споруджуваних із загальною площею від 35 м² до 95 м² включно та заявленою (встановленою) потужністю електроприймачів до 30 кВт включно;

2 – житла (квартири) в багатоквартирних будинках, споруджених чи споруджуваних із загальною площею від 50 м² до 300 м² включно та заявленим замовником високим рівнем комфортності, що відповідає встановленій потужності електроприймачів від 30 кВт до 60 кВт включно;

3 – житла (квартири) в котеджах, будинках, споруджених чи

споруджуваних із розрахунку, як правило, на одну родину із загальною площею від 150 м² до 600 м² включно та заявленим замовником високим рівнем С. 17 ДБН В.2.5-23:2010 комфортності, що відповідає встановленій потужності електроприймачів від 60 кВт до 140 кВт включно.

Нижче представлений список основних побутових електроприладів, які присутні у квартирі сучасного середньостатистичного споживача електроенергії, із зазначенням їх приблизної потужності (показано у таблиці.1.1)

Таблиця 1.1- Потужності основних побутових електроприладів

№	Найменування	Споживана потужність, кВт
1	2	3
1	Холодильник з морозильною камерою	0,2
2	Комп'ютер (блок живлення)	1
3	Пральна машина автоматична	2,5
4	Рідкокристалічний телевізор (LCD)	0,2
5	Пилосос	0,7
6	Електрична кухонна плита	3,3
7	Фен	1,5
8	Праска	1,8
9	Бездротовий роутер Wi-Fi	0,007
8	Духовка електрична	2,3
1	Посудомийна машина	1,8
1		

1 2	Зволожувач повітря	0,075
1 3	Мікрохвильва піч	2
1 4	Бойлер (50—150 л)	3
1 5	Система освітлення	0,3

Аналіз електроспоживання середньостатичної квартири було проведено за допомогою методу коефіцієнта використання(попиту) електроприладів. Для розрахунку було використані формули , що зазначені нижче.

1.4.2 Аналіз електроспоживання сім'ї, що працює за восьми годинним робочим графіком

Перелік основних електроприладів, що використовуються сім'єю приведений в табл.1.2.

Таблиця 1.2 -Основні пристрої для сім'ї, що працює за восьми годинним робочим графіком

Найменування пристроїв	Середній час роботи за добу, год	Споживана потужність, кВт/год
Холодильник з морозильною камерою	24	0,2
Комп'ютер (блок	7	1

	живлення)		
	Пральна машина автоматична	0,3	2,5
	Рідкокристалічний телевізор (LCD)	5	0,2
	Пилосос	0,14	0,7
	Електрична кухонна плита	2,3	3,3
	Фен	2	1,5
	Праска	1	1,8
	Бездротовий роутер Wi-Fi	24	0,007
	Духовка електрична	0,14	2,3
	Посудомийна машина	0,3	1,8
	Зволожувач повітря	4	0,075
	Микровхвильва піч	2	2
	Бойлер (50—150 л)	3	3
	Система освітлення	9	0,3

З урахуванням вище зазначеної таблиці, побудуємо графік середнього добового споживання електроенергії для даного споживача (показано на рис. 1.15).

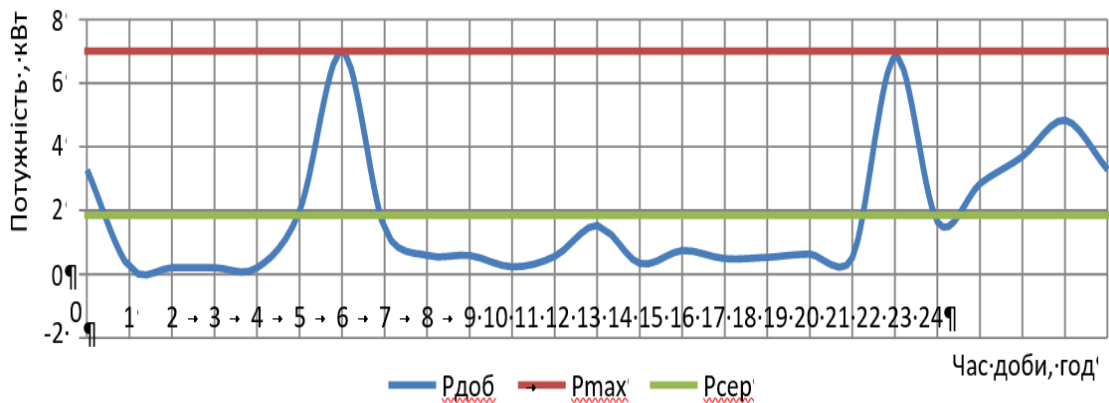


Рисунок 1.15 - Графік середнього добового споживання сім'ї, що працює за восьми годинним робочим графіком 5/7

Графік добового споживання не враховує, те що деякі пристрої не мають навантаження тривалі періоди, тому розглянемо графік тижневого споживання електроенергії пристроями(ілюструється на рис.1.16)

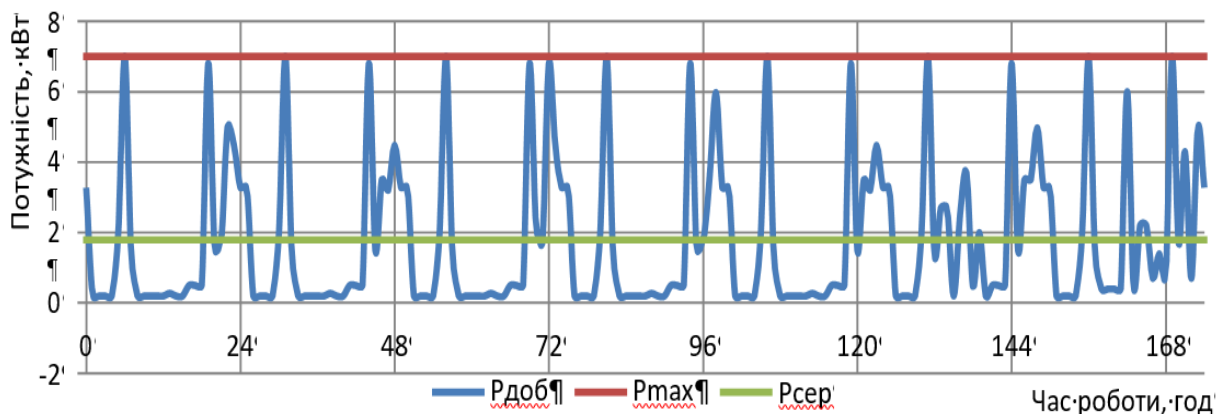


Рисунок 1.16- Графік тижневого споживання електроенергії сім'ї, що працює за восьми годинним робочим графіком 5/7

1.4.3. Аналіз електроспоживання сім'ї літнього віку

Перелік основних електроприладів, що використовуються сім'єю приведений в табл.1.3

Таблиця 1.3 - Основні пристрої для сім'ї літнього віку

	Найменування пристроїв	Середній час	Споживана на
--	------------------------	--------------	--------------

		роботи за добу, год	потужніс ть, кВт
	Холодильник з морозильною камерою	24	0,2
	Пральна машина автоматична	0,7	2,5
	Рідкокристалічний телевізор (LCD)	15	0,2
	Електрична кухонна плита	3	3,3
	Праска	0,43	1,8
	Духовка електрична	1	2,3
	Посудомийна машина	1	1,8
	Зволожувач повітря	3	0,075
	Бойлер (50—150 л)	3	3
	Система освітлення	13	0,3

З урахуванням даної таблиці, побудуємо графік середнього добового споживання електроенергії для споживача (показано на рис.1.17).

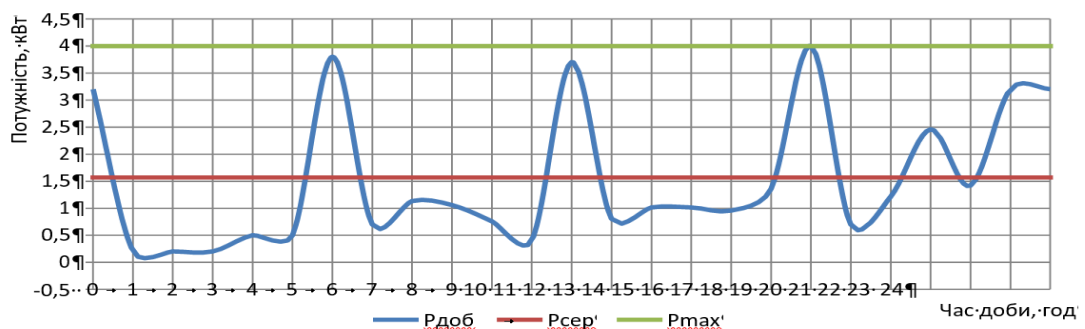


Рисунок 1.17- Графік середнього добового споживання сім'ї літнього віку

Графік добового споживання не враховує, те що деякі пристрої не працюють щодобово, тому побудуємо графік тижневого споживання

електроенергії (ілюструється на рис.1.18)

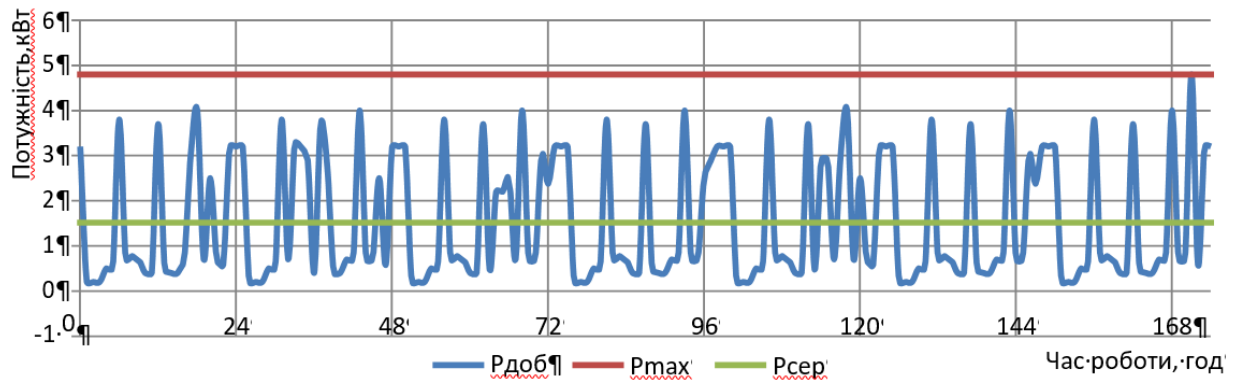


Рисунок 1.18 - Графік тижневого споживання електроенергії сім'ї літнього віку

Аналізуючи графіки можна побачити, що графік середнього добового споживання має багато періодів пікового споживання, але вони не перевищують приблизно 5 кВт. Графік тижневого споживання має циклічний характер.

Періоди найбільшого навантаження з 5:30 до 6:30, з 11:30 до 12:30, та з 17:00 до 18:30. Навантаження нижче середнього значення приймає з 0:30 до 5:00 та з 7:00 до 11:00.

1.4.3 Аналіз електроспоживання сім'ї, яка виконує роботу віддалено

Перелік основних електроприладів приведений в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Основні пристрої для сім'ї, яка виконує роботу віддалено

Найменування пристроїв	Середній час роботи за добу, год	Споживана потужність, кВт
Холодильник з морозильною	24	0,2

	камерою		
	Комп'ютер (блок живлення)	12	1
	Пральна машина автоматична	0,3	2,5
	Рідкокристалічний телевізор (LCD)	9,6	0,2
	Пилосос	0,3	0,7
	Електрична кухонна плита	3	3,3
	Фен	2	1,5
	Праска	0,9	1,8
	Бездротовий розтер Wi-Fi	24	0,007
	Духовка електрична	1	2,3
	Посудомийна машина	0,3	1,8
	Зволожувач повітря	3	0,075
	Микровхвильва піч	3	2

Беручи до уваги вище зазначену таблицю, створимо графік середнього добового споживання електроенергії, що ілюструється на рис.1.19

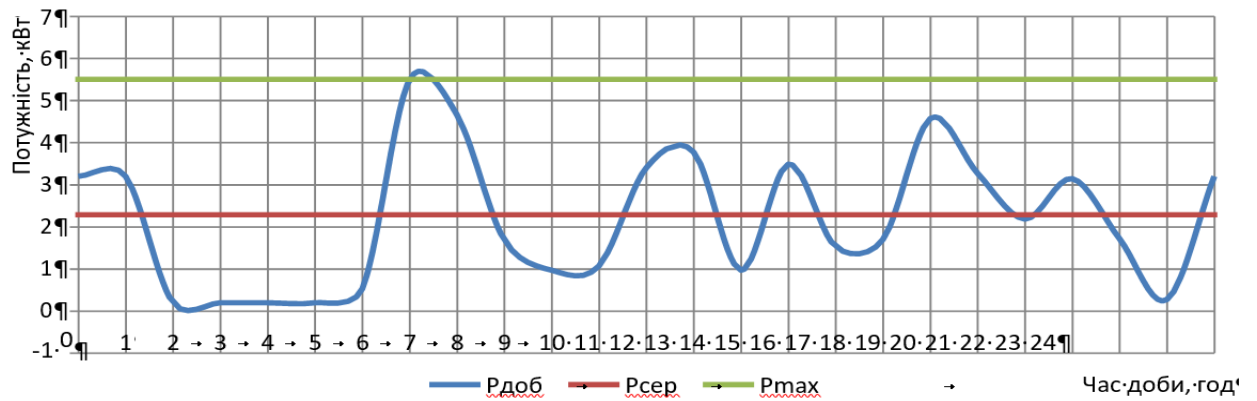


Рисунок 1.19 - Графік середнього добового споживання сім'ї, яка виконує роботу віддалено

Оскільки в вище зазначеному графіку не показується зміна використання енергії у дні виконання віддаленої роботи та вихідних, то потрібно побудувати графік тижневого споживання (показано на рис.1.20).

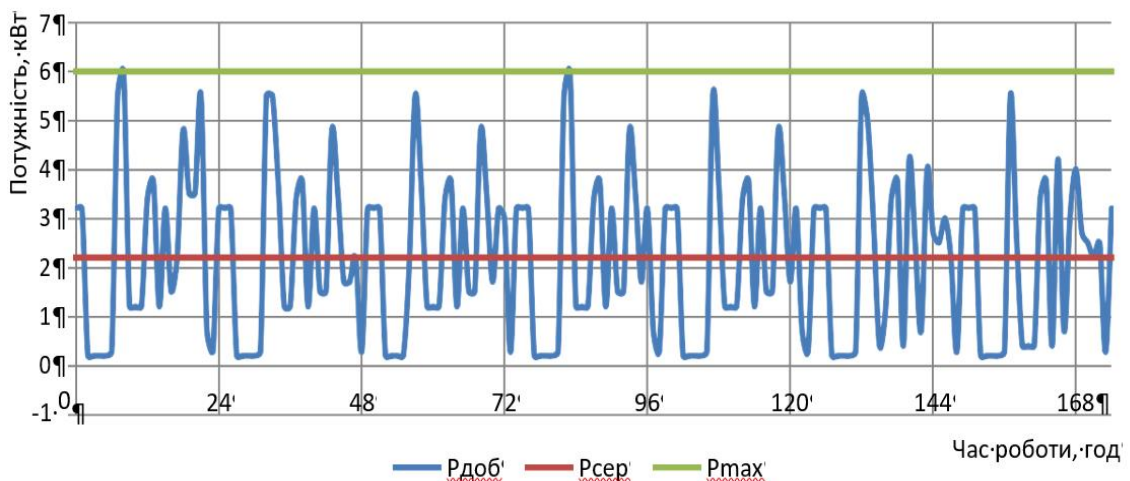


Рисунок 1.20 - Графік тижневого споживання електроенергії сім'ї, яка виконує роботу віддалено

Графік середнього добового споживання перевищують приблизно на 0,5 кВт стандарт споживання. На графіку тижневого споживання можна побачити, що у вихідні дні споживання зростає.

Періоди найбільшого навантаження з 6:30 до 8:30 та з 17:30 до 19:00. Навантаження нижче середнього значення найменші значення приймає з 1:30 до 6:00 та з 22:30 до 23:30.

1.4.4 Аналіз електроспоживання сім'ї, де є неповнолітня дитина,
за якою потрібен цілодобовий догляд

Перелік основних електроприладів, що використовуються сім'єю
приведений в табл.1.5.

Таблиця 1.5 - Основні пристрої для сім'ї, яка має неповнолітню
дитину, за якою потрібен цілодобовий догляд

Найменування пристроїв	Середній час роботи за добу, год	Споживана потужність, кВт
------------------------	----------------------------------	---------------------------

Продовження таблиці 1.5

Холодильник з морозильною камерою	24	0,2
Комп'ютер (блок живлення)	2	1
Пральна машина автоматична	2	2,5
Рідкокристалічний телевізор (LCD)	4,6	0,2
Пилосос	0,3	0,7
Електрична кухонна плита	2,3	3,3
Фен	1	1,5
Праска	2	1,8
Бездротовий роутер Wi-Fi	24	0,007

	Духовка електрична	0,14	2,3
	Посудомийна машина	0,7	1,8
	Зволожувач повітря	5	0,075
	Микровхвильва піч	3	2
	Бойлер (50—150 л)	3	3
	Система освітлення	9	0,3

Враховуючи вище зазначену таблицю, побудуємо графік середнього добового споживання сім'ї, де є дитина, за якою доглядають. Графік показано на рис.1.21.

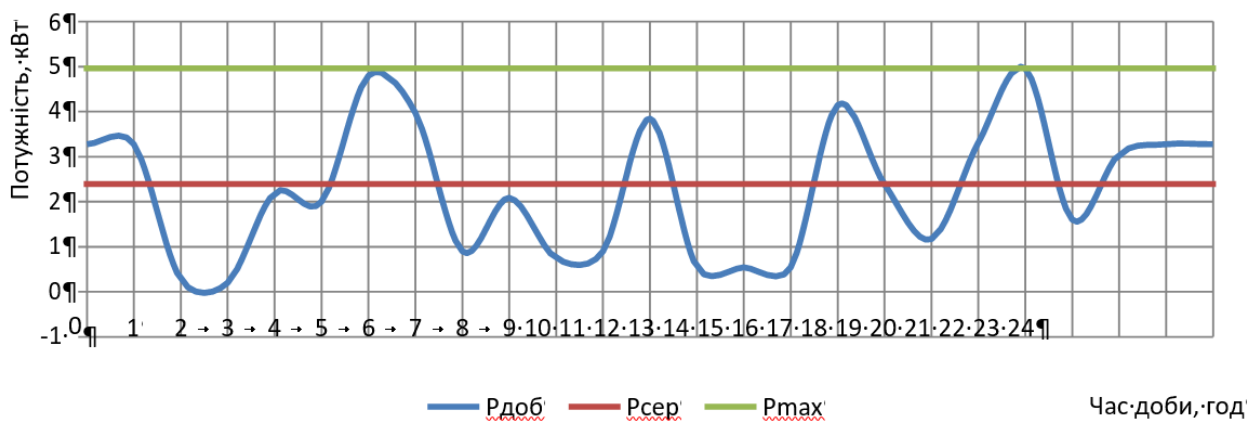


Рисунок 1.21 - Графік середнього добового споживання електроенергії сім'ї, де є неповнолітня дитина, за якою потрібен цілодобовий догляд

Графік середнього добового споживання не враховує можливості вмикання одного і того ж пристрою з різними інтервалами перерви в роботі. Тому побудуємо графік тижневого споживання електроенергії, що ілюструється на рис.1.22.

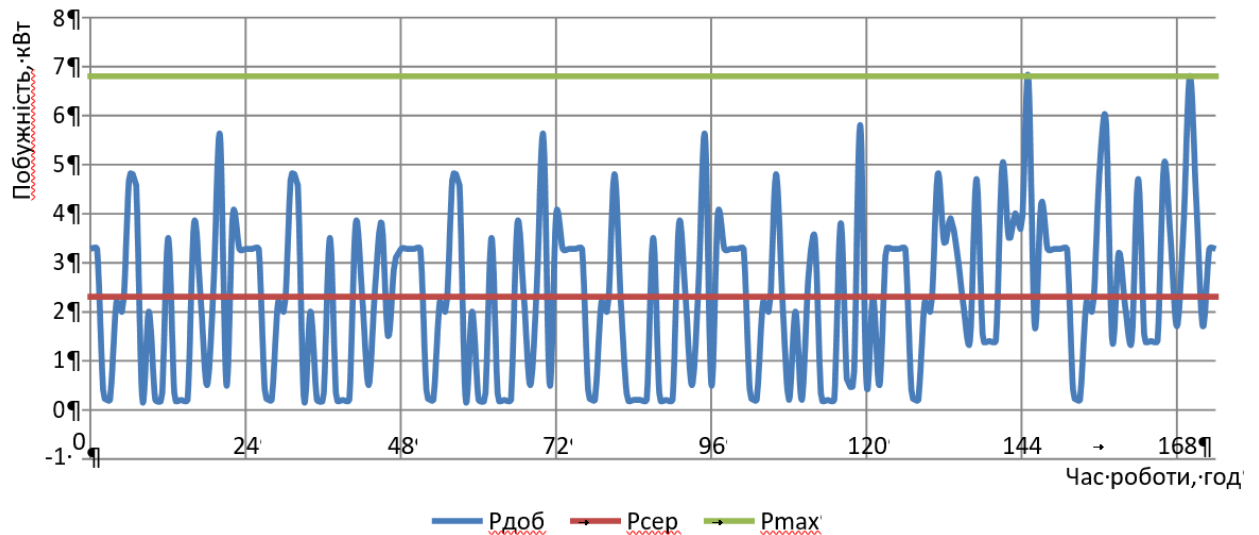


Рисунок 1.22 - Графік тижневого споживання електроенергії сім'ї, де є неповнолітня дитина, за якою потрібен цілодобовий догляд

Графік добового споживання має піковий характер та велике коливання навантаження, але значення не виходить за межі 5 кВт. Графік тижневого споживання дає можливість побачити, що у вихідні дні споживання збільшується і перевищує стандарт на 2 кВт.

Періоди найбільшого споживання з 5:00 до 7:30 та з 18:30 до 20:30. Найменше споживання нижче середнього приймає з 1:30 до 4:00 та з 12:30 до 15:30.

1.4.5 Аналіз електроспоживання середньостатистичного споживання електроенергії в квартирі та у всьому домі

Для аналізу знайдемо споживання електроенергії однієї середньостатистичної квартири.

Для цього узагальнимо знайдене споживання вище розглянутих категорій житлового сектору і побудуємо: середньодобовий (показано на рис.1.23) та тижневий (представлено на рис.1.24) графіки для однієї квартири.

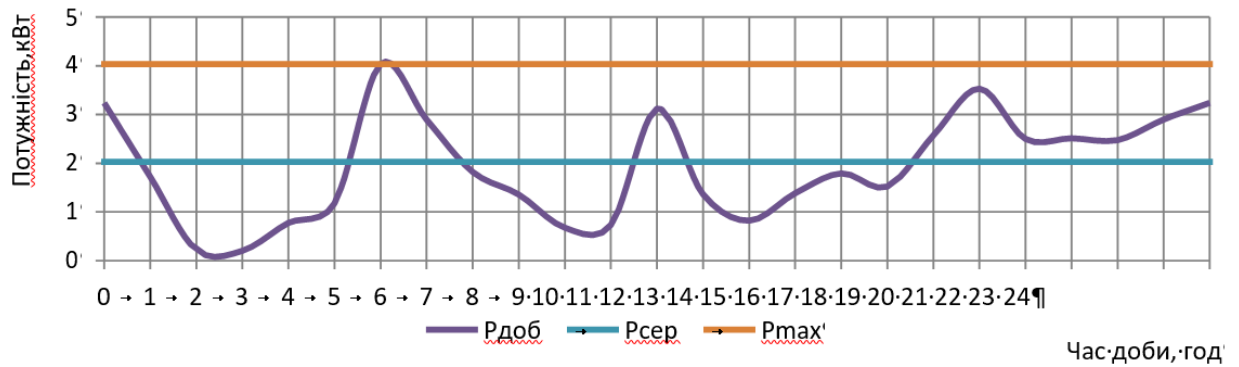


Рисунок 1.23 - Графік середнього добового споживання однієї середньостатистичної квартири

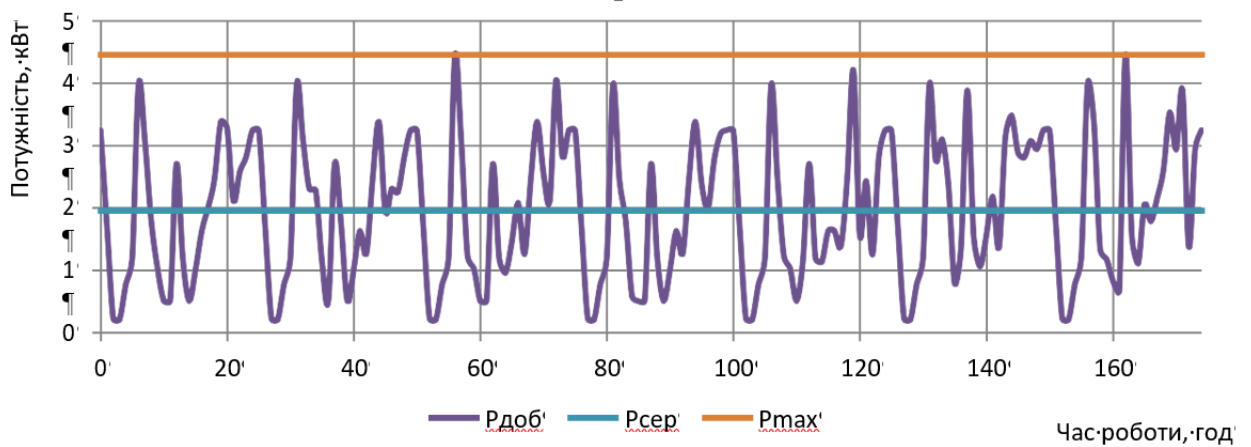


Рисунок 1.24 - Графік тижневого споживання електроенергії однієї середньостатистичної квартири

З графіків видно, що добове споживання не перевищує 4кВт, а тижневе 4,5кВт. Найбільше навантаження в періоди з 5:00до 8:00 та 17:30 до 20:30.

1.4.5. Аналіз електроспоживання багатоквартирного будинку

Знайдемо споживання для всього дев'ятиповерхового будинку, у якому знаходиться 144 квартири, для чого помножимо значення навантаження середньостатистичної квартири на 144. .

Побудуємо графіки добового (надано на рис.1.25) та тижневого (показано на рис.2.12) споживання електроенергії будинку.

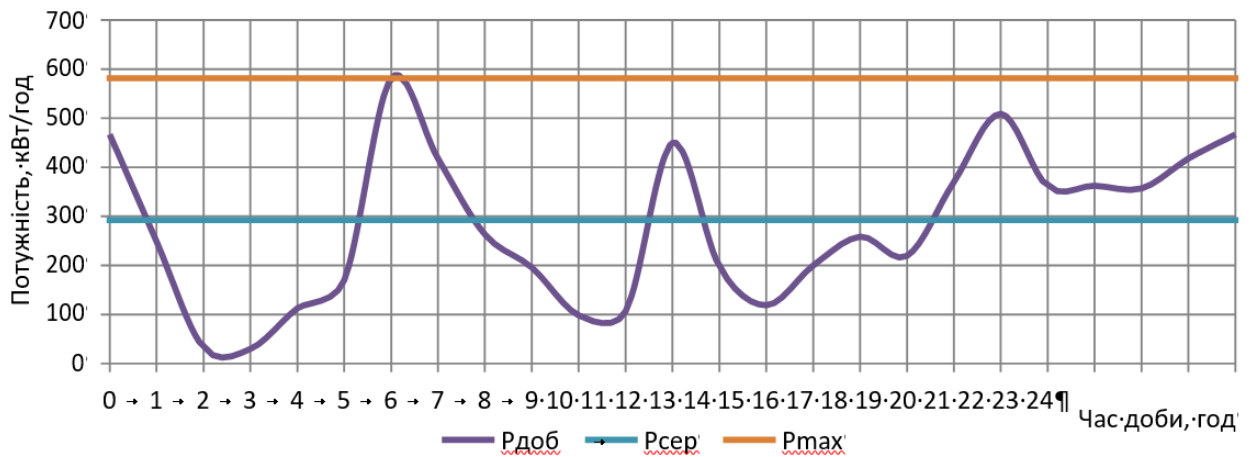


Рисунок 1.25 - Графік середнього добового споживання будинку

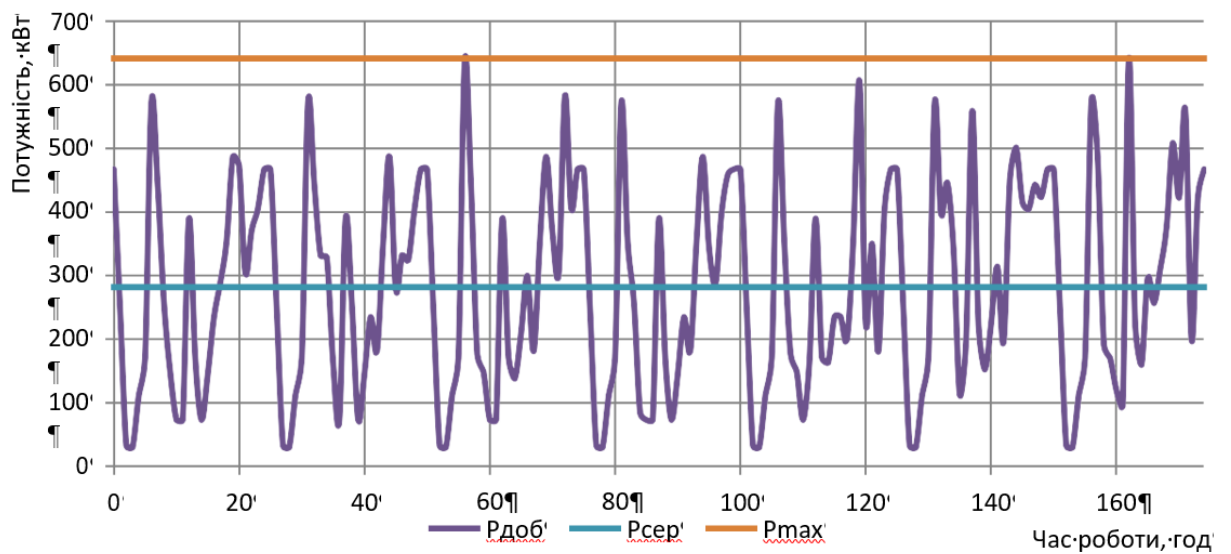


Рисунок 1.26 - Графік тижневого споживання електроенергії будинку

З середньо добового графіка споживання будинку видно, що в певні періоди трансформаторної підстанції (далі - ТП) недовантажена и опускається нижче 50% потужності.

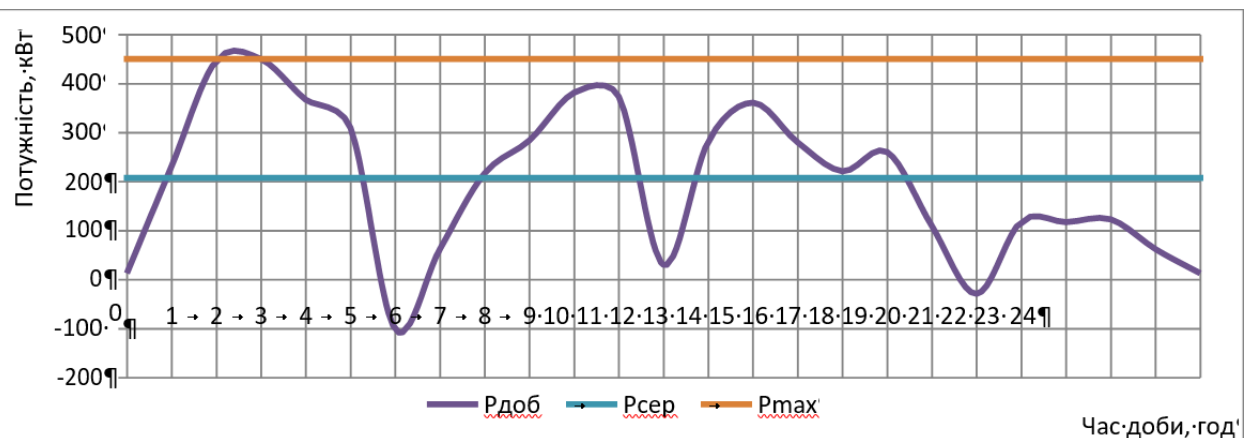


Рисунок 1.27 - Графік резерву потужності ТП

Знайдемо резерв невикористаної потужності (графік якої показано на рис.2.13) ТП, що постачає електроенергію на потреби будинку.

Для цього за цією формулою знайдемо невикористану енергію (резерв) для кожної години:

$$P_p^n = P_{\text{пред}}^n - P_{\text{сп}}^n, \quad (2.1)$$

де P_p - потужність резерву;

$P_{\text{пред}}$ – потужність з 20% перенавантаженням, яку може постачати ТП, дорівнює 480 кВт;

$P_{\text{сп}}$ – потужність, яку споживає будинок; n- обрана година у добі (0, 1, 2,...24).

Для побудови годинного графіка резерву ТП використаємо отримані дані мал.2.13. Графік ілюструється на рис.2.28.

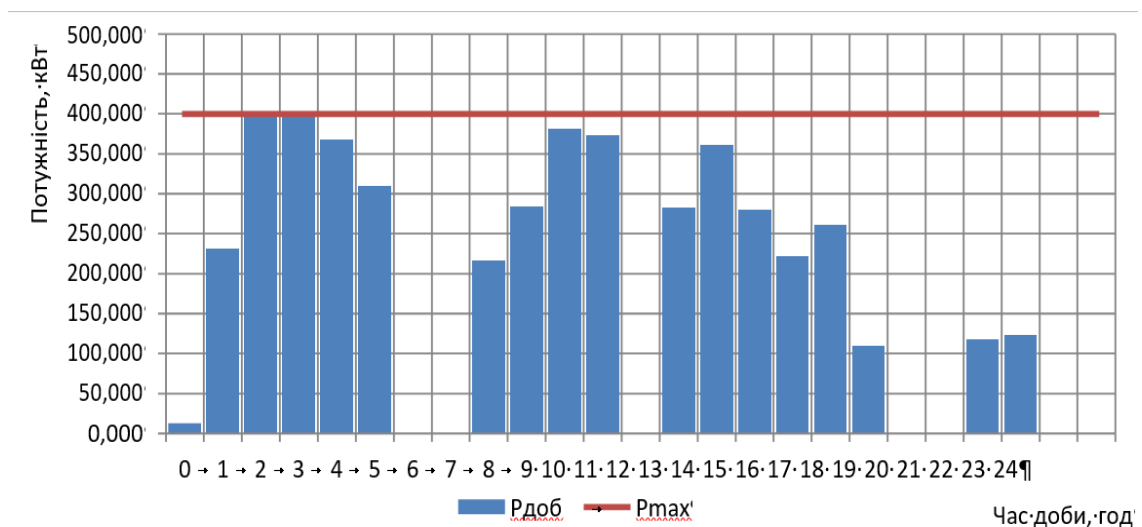


Рисунок 2.28 – Годинний графік резерву потужності ТП

З отриманого графіка можна побачити, що найбільший об'єм резерву припадає на періоди з 0:30 до 5:30, з 7:30 до 11:30, з 12:30 до 18:00 та з 20:00 до 22:00.

Висновок

2. РОЗРОБКА МІКРОКОНТРОЛЛЕРНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Специфікація логічної та фізичної структури системи у розумному будинку

Система призначений для вимірювання параметрів електроживлення однофазного споживача електричної енергії з середньою потужністю не більше 5 кВт з метою запобігання небезпечних режимів роботи електричного обладнання споживача по напрузі, струму і потужності зображена на рис 2.1. У разі перевищення заданих значень названих величин пристрій розмикає ланцюга живленняспоживача і відключає його від мережі живлення. Алгоритм роботи пристрою дозволяє виключити вплив короточасних кидків струму і напруги в ланцюгах живленняспоживача, що виключає помилкові відключення його живлення.

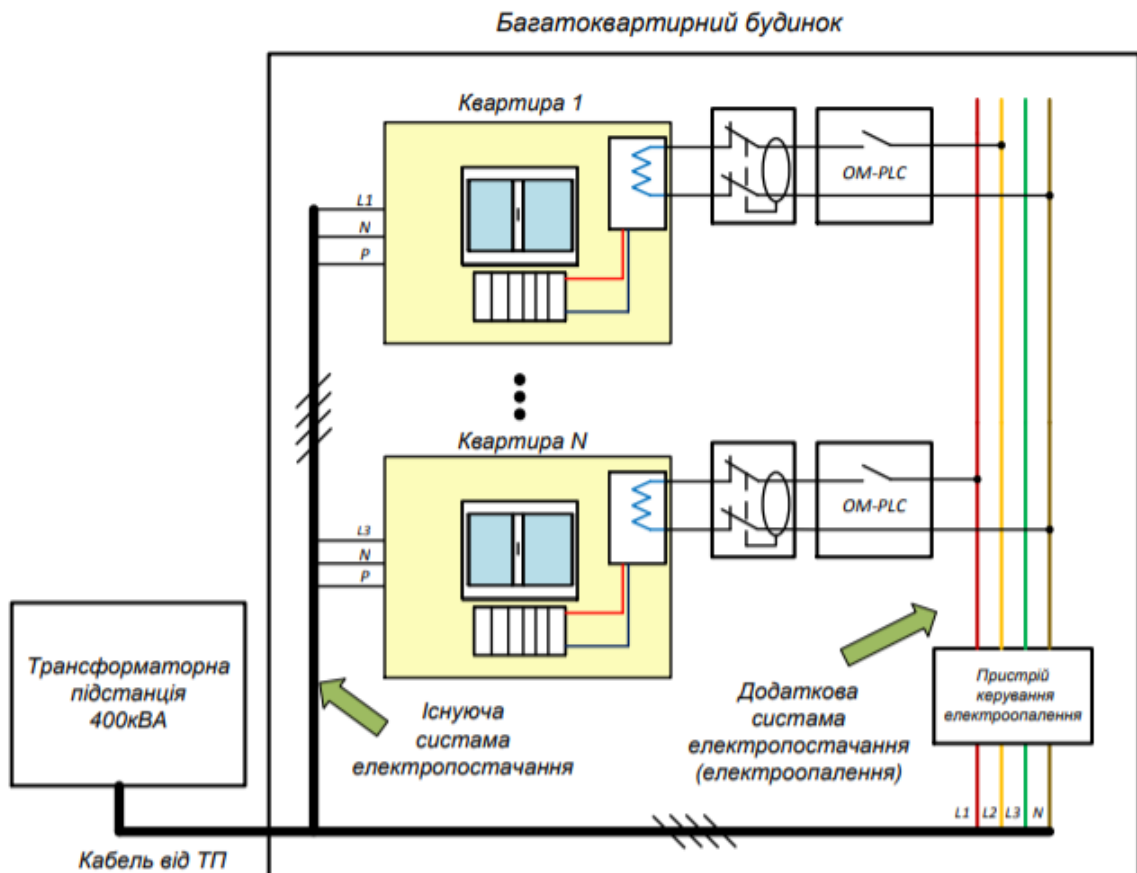


Рисунок 2.1 – Використання системи у багатоквартирному будинку

До небезпечних параметрів живлення однофазного споживача відносяться:

- перевищення напруги мережі вище 250В на час більше 10 секунд;
- перевищення струму споживача вище 25А на час більше 10 секунд;
- перевищення струму споживача вище 45А на час більше 2 секунд;
- перевищення потужності споживача вище 5 кВт.

Пристрій може бути використано в якості дистанційного обмежувача споживаної електричної потужності або енергії за рахунок наявності зовнішніх інтерфейсів зв'язку.[1]

Пристрій працює від ланцюга електропостачання споживача в якій вимірюються його електричні параметри. Схема підключення пристрою в електричну схему електроживлення споживача наведена на рис. 2.2 Пристрій включається в схемі після лічильника електричної енергії в розрив фазною ланцюга.

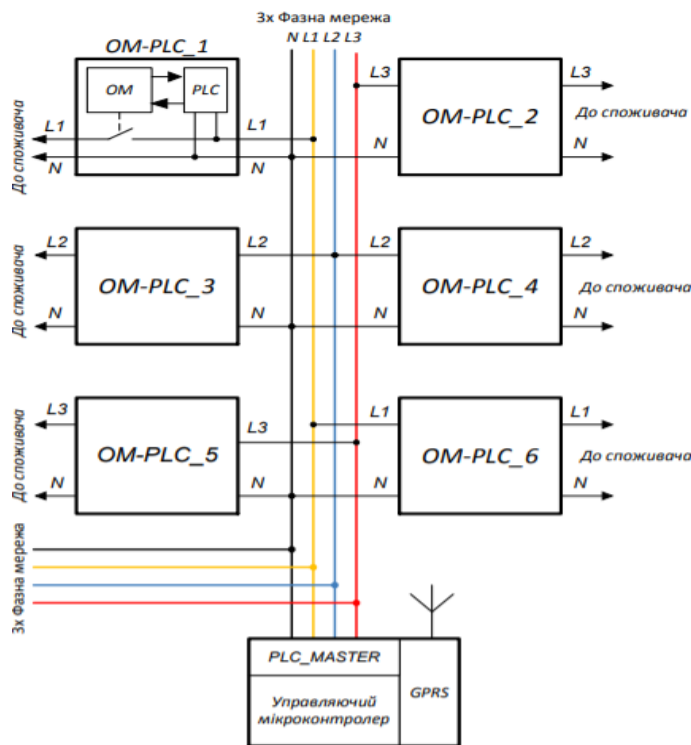


Рисунок 2.2 – Схема підключення системи.

У схемі на рис. 2.2 на вході лічильника електричної енергії включений ручної роз'єднувач Q1, а після лічильника на вході КПК в

фазному проводі встановлений автоматичний вимикач Q2. Особливістю включення КПК є те, що силовий фазний провід пропускається безпосередньо через вимірювальний трансформатор струму КПК.

Система безперервно вимірює діючі значення струму і напруги і обчислює поточні значення активної потужності споживача, її структурна схема зображена на рис. 2.3.

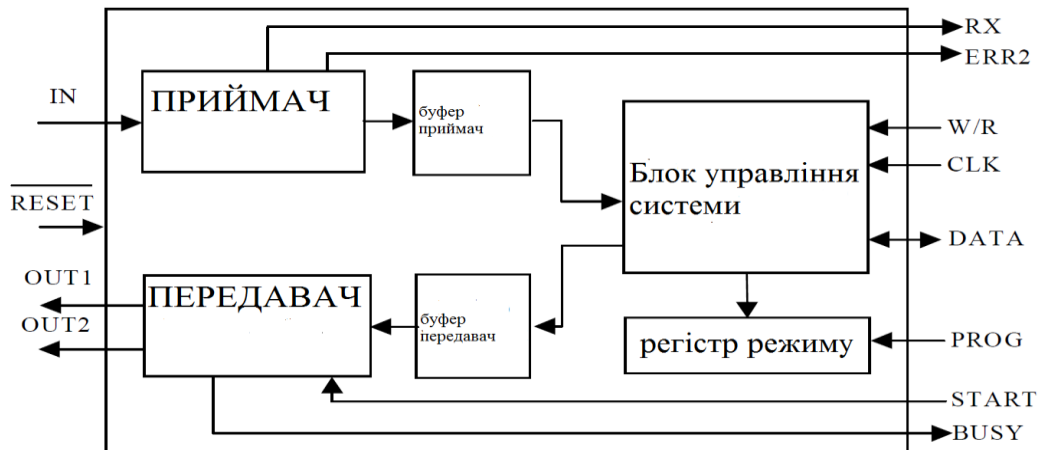


Рисунок 2.3 – Структурна схема МКС.

2.2 Розробка схеми електричної структурної мікроконтролерної системи

На підставі технічного завдання на проектування металошукача на мкAtmega32, розглянутих аналогічних схем та порівняння їх, після розробки алгоритму функціонування пристрою, розробимо схему електричну структурну приведену на рис. 2.4[3].

Система контролю потужності складається з пристрою введення напруги УВН, пристрої введення струму УВТ, мікроконтролера МК, трансформатора струму ТА, блоку живлення БП, дешифратора DC з індикатором, клавіатури КЛ і транзисторного ключа VT з електромагнітним реле К.[2]

Основним елементом пристрою є мікроконтролер МК. Він програмно реалізує всі вимірювальні і керуючі алгоритми, формує тимчасові інтервали, управляє пристроями введення - виведення інформації та виконавчим силовим реле.

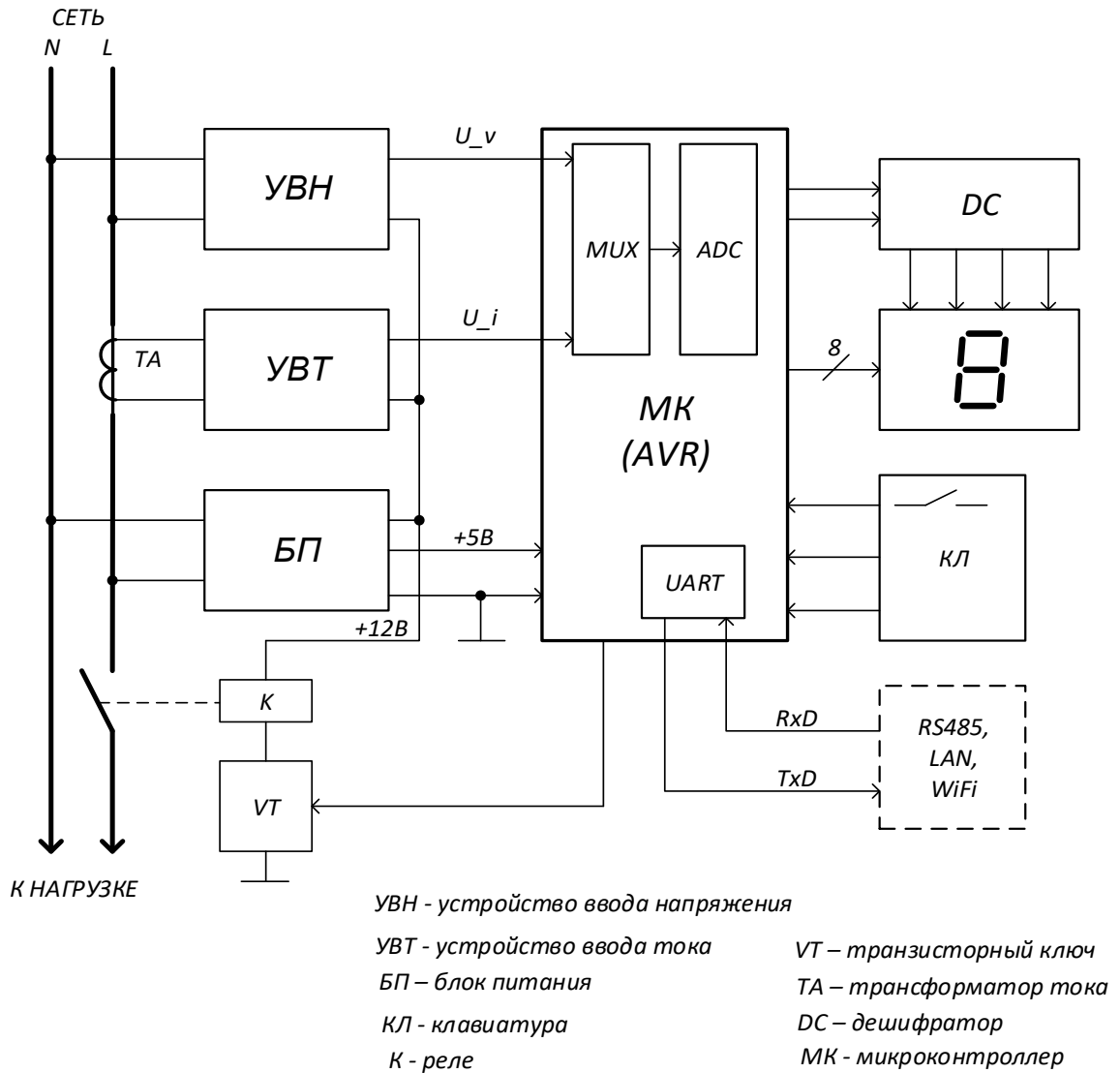


Рисунок 2.4 – Функціональна структура МКС

Система введення струму УВТ за допомогою встановленого на фазному проводі трансформатора струму ТА перетворює миттєві значення струму споживача в пропорційні їм значення напруги U_i за рівнями узгоджені з номінальними значеннями вхідних напруг аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера МК.

Система введення напруги УВН призначене для узгодження рівнів вхідного вимірюваного напруги мережі з номінальними значеннями вхідних напруг аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера МК.

Виведення поточних і встановлених граничних значень струму, напруги, потужності, уставок за часом спрацьовування і повідомлень про поточний режим роботи ОП проводиться на семисегментний чотирьох

розрядний індикатор в режимі динамічної індикації за допомогою мікроконтролера МК і довічного дешифратора DC.

Вибір режиму роботи ОП і введення встановлених граничних значень струму, напруги, потужності і уставок за часом спрацьовування здійснюється за допомогою кнопочкої клавіатури КЛ.

Управління живлення споживача електричної енергії реалізується за допомогою потужного електромагнітного реле До яких через уможняючий транзисторний ключ VT управляє мікроконтролер МК.

Дистанційне керування ОП може бути реалізовано за допомогою різних інтерфейсних модулів (RS485, LAN, WiFi, ..) підключених до висновків RxD і TxD блоку UART вбудованого в мікроконтролер МК.

Живлення електричної схеми ОП здійснюється блоком живлення БП підключеним до вхідного вимірюваного мережевої напруги. БП формує напруги живлення + 5В і + 12В необхідні для роботи схеми ОП

2.3 Принцип роботи МКС

Принципова електрична схема МКС приведена на рис. 2.5

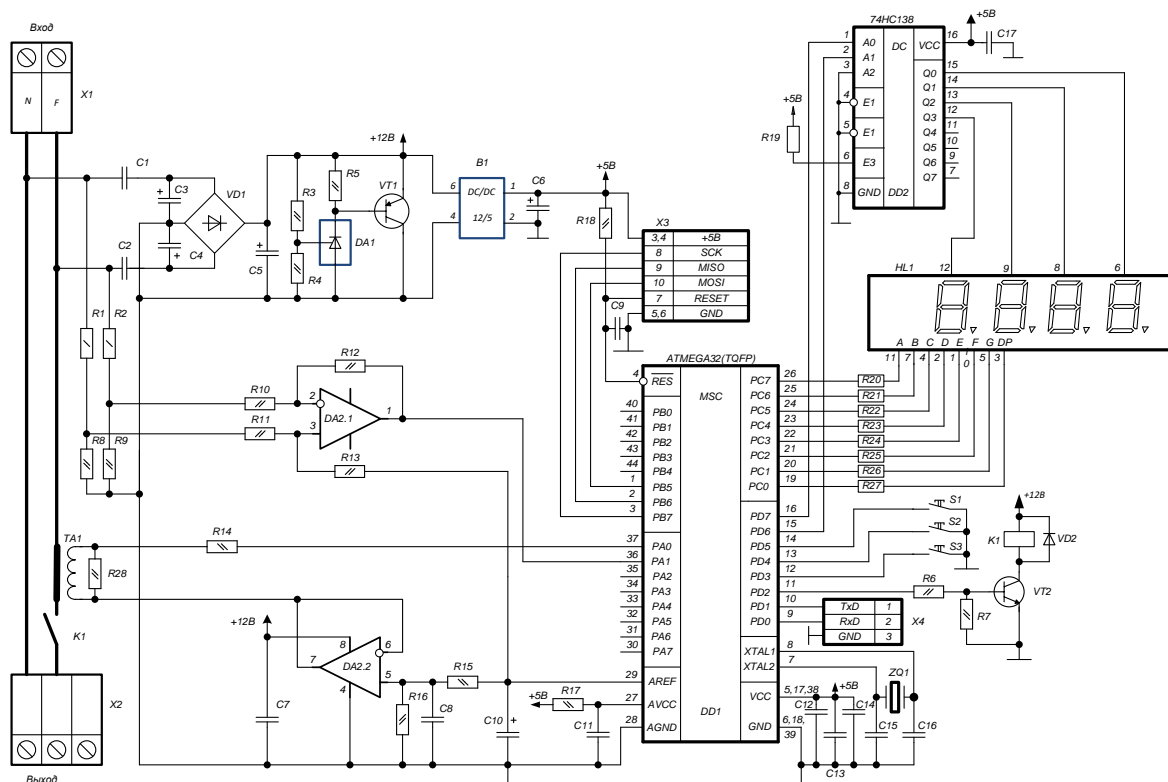


Рисунок 2.5 – Принципова електрична схема ОП.

Як вказувалося, вище мікроконтролер DD1 програмно реалізує всі вимірювальні і керуючі алгоритми, формує тимчасові інтервали, управляє пристроями введення - виведення інформації та виконавчим силовим реле K1. Для реалізації ОП обраний мікроконтролер Atmega32 фірми ATMEL. Вибір мікроконтролера обумовлений його доступністю, надійністю і необхідними для реалізації ОП функціональними можливостями.

Через роз'єм X3 до висновків порту PB5 ... PB7 при програмуванні ОП підключається програматор.

Початковий скидання мікроконтролера DD1 при включенні живлення проводиться за допомогою ланцюжка R18, C9.

Тактирование мікроконтролера DD1 здійснюється від внутрішнього генератора з подлеченням до нього кварцовим резонатором ZQ1 з конденсаторами C15 і C16.

Для реалізації динамічного режиму відображення інформації на світлодіодному індикаторі HL1 використовуються висновки порту PC0 ... PC7 і PD6, PD7. При цьому змінюється двійкового коду на висновках PD6, PD7 за допомогою дешифратора DD2 по черзі перемикає (включає) розряди індикатора HL1. Зображення цифри відображуваного розряду формується на висновках порту PC0 ... PC7. Введення в схему дешифратора DD2 пов'язано з необхідністю зменшити струми, що протікають через висновки мікроконтролера DD1, що необхідно для зменшення впливу імпульсних перешкод на роботу АЦП мікроконтролера. Резистори R20 ... R27 включені між висновками мікроконтролера DD1 і індикатором HL1 визначають струми світіння світлодіодів індикатора.

Клавіатура ОП реалізована з допомогу трьох тактових кнопок S1 ... S3 підключених до висновків PD3 ... PD5 мікроконтролера. Рівні логічної одиниці формуються на зазначених висновках за допомогою включених «PUL-UP» резисторів мікроконтролера DD1.

Ланцюжок R17 і C11 підставляє собою фільтр, включений в ланцюг живлення аналогової частини мікроконтролера DD1.

Виходи пристроїв введення струму і напруги підключені до висновків порту PA0 і PA1 відповідно. Дані висновки є входами

аналогового мультиплектора включеного на вході аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера DD1.

Система введення струму складається з трансформатора струму ТА 1, шунта R28, струмообмежувального резистора R14 і операційного підсилювача DA2.2. Напруга, що отримується на висновках шпунтового резистора R28, підключеного паралельно вторинної обмотці трансформатора струму через струмообмежуючі резистор R14 подається на один з входів аналогового мультиплектора мікроконтролера. Операційний підсилювач DA2.2 включений в схемі як повторювач напруги призначений для організації зміщення постійного рівня знакозмінного вихідної напруги з шунта R28 на половину шкали опорного напруги АЦП, так як АЦП мікроконтролера працює з напругою тільки позитивної полярності. Рівень зміщення задається подільником напруги R15, R16, C8 підключеним до виходу джерела опорного напруги, встороненого в мікроконтролер. Паралельно делителю включений фільтруючий конденсатор C10.

Система введення напруги виконано на операційному підсилювачі DA2.1 і резисторах R10 ... R13, включеному в схемі диференціального підсилювача на входах якого включені два подільника напруги R1, R8 і R2, R9. Використання схеми диференціального підсилювача дозволяє виключити вплив синфазних мережевих перешкод на роботу вимірювальної частини пристрою. Поддача частини опорного напруги через резистор R13 на неінвертуючий вхід операційного підсилювача DA2.1 зміщує рівень знакозмінного вихідної напруги з DA2.1 на половину шкали опорного напруги АЦП.

Управління подачею напруги живлення до споживача здійснюється за допомогою електромагнітного реле K1 з паралельно включеним демпферним діодом VD2 і транзисторного ключа VT2, R6, R7 підключеного до висновку порту PD2 мікроконтролера.

До висновків PD0 (RxD) і PD1 (TxD) блоку UART вбудованого в мікроконтролер DD1 можуть бути підключені різні інтерфейсні модулі (RS485, LAN, WiFi, і т.д.), що дозволяє реалізувати дистанційне керування ОП.

Блок живлення ОП виконаний по трансформаторній схемі на ємнісних делителях напруги C1 ... C4, випрямному мосту VD2 і конденсаторі фільтра C5. Для отримання двох рівнів напруги живлення схеми ОП +12 В і +5 В в схемі блоку живлення пристрою застосовано два послідовно включених стабілізатора напруги. Для стабілізації напруги +12В на виході ємнісного дільника напруги включений паралельний стабілізатор напруги, виконаний на мікросхемі DA1, транзисторі VT1 і резисторах R3 ... R5. Для отримання стабілізованої напруги +5 В використовується покупної модуль DC / DC перетворювача B1, виконаний за схемою імпульсного понижуючого стабілізатора с конденсатором фільтра C6.

2.3 Вибір елементної бази та побудова схеми електричної принципової

Вибір елементної бази пристрою та побудова схеми електричної принципової буде зроблений на підставі технічного завдання на проектування обмежувача потужності на мкАТМЕГА32, алгоритму функціонування пристрою та розробленої структурної схеми.

Atmega32 - 8 бітовий КМОП мікроконтролер, побудованийний з використанням розширеної RISC архітектури AVR. Виконуючи за однією командою за період тактової частоти, Atmega32 має продуктивність близько 1MIPS на МГц, що дозволяє розробникам створювати системи оптимальні по швидкості і споживаної потужності.

В основі ядра AVR лежитьрозширена RISC архітектура, об'єднуючарозвиненийнабір команд і 32 регістразагальногопризначення. Всі 32 регістрабезпосередньопідключені до арифметико-логічного пристрою(АЛП), щодає доступ до будь-якихдвохрегістрів за один машинний цикл.Такаархітектуразабезпечуєдесятикратнийвиграш в ефективності коду в порівнянні з традиційними CISC мікроконтролерами.

Atmega32 пропонує наступні можливості: 2кБ завантажуваної флеш пам'яті; 128 байт EEPROM; 15 ліній вводу/виводу загального призначення; 32 робочих регістра; настроювані таймери/лічильники з режимом збігу; зовнішні та внутрішні переривання; програмований універсальний послідовний порт; програмований сторожевий таймер з

вбудованим генератором; SPI послідовний порт для завантаження програм; два обраних програмних режимів низького енергоспоживання. Холостий режим (IdleMode) відключає ЦПУ, залишаючи в робочому стані регістри, таймери/лічильники, SPI порт і систему переривань. Економічний режим (PowerDownMode) зберігає вміст регістрів, але відключає генератор, забороняючи функціонування всіх будованих пристроїв до зовнішнього переривання або апаратного скидання. Мікросхеми виробляються з використанням технології енергонезалежної пам'яті високої щільності фірми Atmel. Завантажувана флеш пам'ять на кристал і може бути перепрограмована прямо в системі через послідовний інтерфейс SPI або доступним програматором енергонезависимій пам'яті. Об'єднуючи на одному кристалі досконалений 8-бітовий RISC процесор з завантажувальною флеш пам'яттю, Atmega32 є потужним мікроконтролером. Atmega32 підтримується повною системою розробки включає всебічний макроасемблер, програмний відладчик/симулятор, внутрішній емулятор і налагоджувальний комплект.

Опис виводів мікроконтролера Atmega32. Виводи мікроконтролера Atmega32 наведені на рис 2.6.

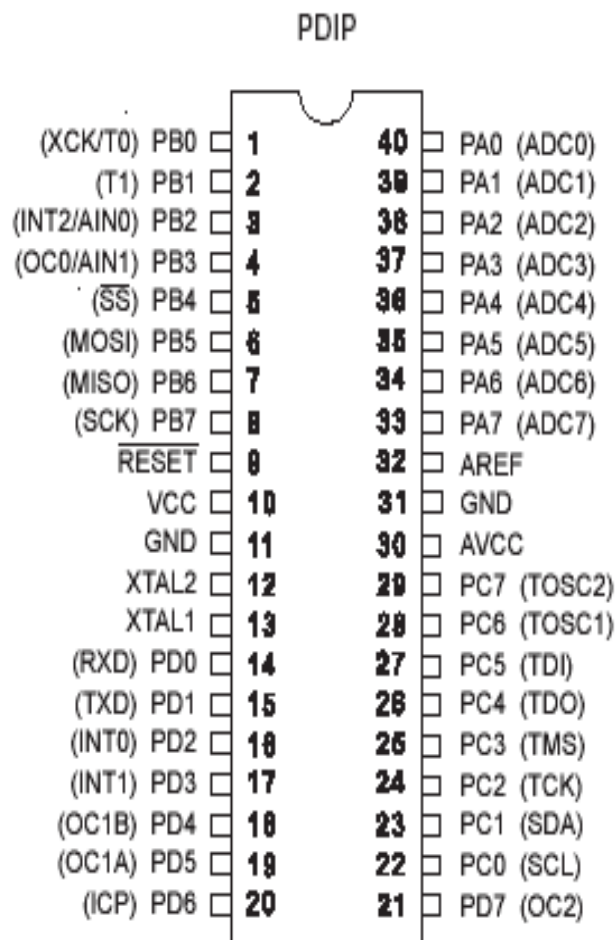


Рисунок 2.6 – Виводи мікроконтролера Atmega32

PortD (PD6..PD0) - порт D є 7-бітовим двонаправленим портом з внутрішніми підтягуючими резисторами. Вихідні буфери порту D можуть поглинати струм до 20мА. Як входи встановлені в низький стан, виведення порту D є джерелами струму, Крім того Порт D обслуговує деякі спеціальні функції.

RESET - вхід скидання. Утримання на вході низького рівня протягом двох машинних циклів (якщо працює тактовий генератор), скидає пристрій.

XTAL1 - вхід інвертуючого підсилювача генератора і вхід зовнішнього тактового сигналу.

XTAL2 - вихід інвертуючого підсилювача генератора.

XTAL1 і XTAL2 є входом і виходом інвертуючого підсилювача, на якому можна зібрати генератор тактових імпульсів. Можна використовувати як кварцові, так і керамічні резонатори. При підключенні зовнішнього тактового сигналу вивід XTAL2 залишається не підключеним, а XTAL1 підключається до виходу зовнішнього генератора.

Регістровий файл швидкого доступу містить 32 8-розрядних реєстр загального призначення, доступ до яких здійснюється за один машинний цикл. Тому за один машинний цикл виконується одна операція АЛУ. Два операнди вибираються з реєстрового файлу виконується операція, результат її записується в реєстровий файл - все за один машинний цикл. Шість з 32 реєстрів можна використовувати як три 16-розрядних вказівника в адресному просторі даних, що дає можливість використовувати високоефективну адресну арифметику (16-розрядні реєстри X, Y і Z). Один з трьох адресних вказівників (реєстр Z) можна використовувати для адресації таблиць в пам'яті програм. Це X-, Y- і Z-реєстри

АЛУ підтримує арифметичні і логічні операції з реєстрами, з константами і реєстрами. Операції над окремими реєстрами також виконуються в АЛУ.[4]

Крім реєстрових операцій, для роботи з реєстровим файлом можуть використовуватися доступні режими адресації, оскільки реєстровий файл займає адреси \$00-\$1F в області даних, звертатися до них можна як до чарунок пам'яті.

Підключення зовнішнього генератора представлено на рисунку 2.7.

Простір вводу складається з 64 адрес для периферійних функцій процесора,

таких як керуючі регістри ,тамери/лічильники та інші. Доступ до простору вводу/виводу може здійснюватися безпосередньо, як до чарунок пам'яті розташованим після регістрового файлу (\$20-\$5F).

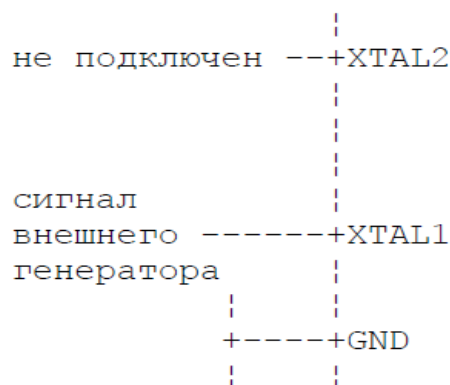


Рисунок 2.7 - Підключення зовнішнього генератора

Процесори AVR побудовані по гарвардській архітектурі з роздільними областями пам'яті програм і даних. Доступ до пам'яті програм здійснюється за допомогою однорівневого буфера. Під час виконання команди, наступна вибирається з пам'яті програм. Подібна концепція дає можливість виконувати по одній команді за кожен машинний цикл. Пам'ять програм – це внутрисистемна завантажу ванафлеш-пам'ять.

За допомогою команд відносних переходів і виклику підпрограм здійснюється доступ до всього адресного простору. Велика частина команд AVR має розмір 16-розрядів, одне слово. Кожна адреса пам'яті программістить одну 16 - або 32-розрядну команду.

При обробці переривань і виклику підпрограм адреса повернення запам'ятовується в стеку. Стек розміщується в пам'яті даних загального призначення, відповідно розмір стека обмежений тільки розміром доступної пам'яті даних та її використання в програмі. Всі програми користувача повинні ініціалізувати показник стека (SP) у програмі виконуваної після кидання (до того як викликаються підпрограми і дозволяються переривання). 8-розрядний показник стека доступний для читання/запису в області вводу/виводу.

Доступ до 128 байтів статичного ОЗП, регістровому файлу і регістрам вводу/виводу здійснюється за допомогою п'яти доступних режимів адресації підтримуваних архітектурою AVR.

Весь простір пам'яті AVR є лінійним і безперервним. Гнучкий модуль

переривань має власний керуючий регістр в просторі вводу/виводу, і прапор глобального дозволу переривань в регістрі стану. Кожному перериванню призначений свій вектор у початкової області пам'яті програм. Різні переривання мають пріоритет згідно з розташуванням їх векторів. За молодшими адресами розташовані вектори з великим пріоритетом.

ЦПУ процесора AVR управляється системною частотою генерованою зовнішнім резонатором. Внутрішній поділ частоти генератора не використовується.

В процесорі організований буфер (pipeline) команд, при виборі команди з пам'яті програм відбувається виконання попередньої команди. Подібна концепція дозволяє досягти швидкодії 1 MIPS на MHz, унікальних показників вартості, швидкодії та споживання процесора.[5]

Регістр статусу SREG. Регістр стану розташовано за адресою \$3F (\$5F) простору введення/виводу і визначений наступним чином, як представлено на рис. 2.8.

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0	
	----T---T---T---T---T---T---T---T----								
\$3F (\$5F)	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
	L---+---+---+---+---+---+---+---								
Чт./зап. (R/W)	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Начальн. знач.	0	0	0	0	0	0	0	0	

Рисунок 2.8 – Регістр статусу SREG

Біт 7 – Загальний дозвіл переривань. Для дозволу переривань цей біт повинен бути встановлений в одиницю. Управління окремими перериваннями проводиться регістрами маски переривань - GIMSK і TIMSK. Якщо прапор скинутий (0), незалежно від стану GIMSK/TIMSK переривання заборонені. Біт I очищається апаратно після входу до переривання і відновлюється командою RETI, для вирішення обробки наступних переривань.

Біт 6 – T. Зберігання копійованого біта. Команди копіювання бітів BLD (Bit Load) і BST (Bit Store) використовують цей біт як джерело і приймач оброблюваного біта. Біт з регістра регістрового файлу може бути скопійований в T командою BST, біт T може бути скопійований в біт регістрового файлу командою BLD.

Біт 5 – H. Прапор половинного перенесення. Цей прапор відображає перенесенням молодшої половини байта при деяких арифметичних операціях.

Біт 4 – S. Біт знаку, $S = NXORV$. Біт завжди дорівнює S виключає «или» між прапорами N (негативний результат) і V (переповнення доповнення до двох).

Біт 3 – V. Прапор переповнення доповнення до двох. Цей прапор підтримує арифметику з доповненням до двох.

Біт 2 – N. Прапор негативного результату. Цей прапор відображає негативний результат різних арифметичних та логічних операцій.

Біт 1 – Z. Прапор нульового результату. Цей прапор відображає нульовий результат різних арифметичних та логічних операцій.

Біт 0 – C. Прапор переносу. Цей прапор відображає перенесення в арифметичних і логічних операціях.

Струм споживання LP2950 зростає не занадто сильно при значному падінні напруги, тим самим продовжуючи термін служби батареї. Ця особливість, робить стабілізатор LP2950 ідеальним рішенням для використання в пристроях з акумуляторним живленням.

Конфігурація виведень стабілізатора LP2950 представлена на рис. 2.9.

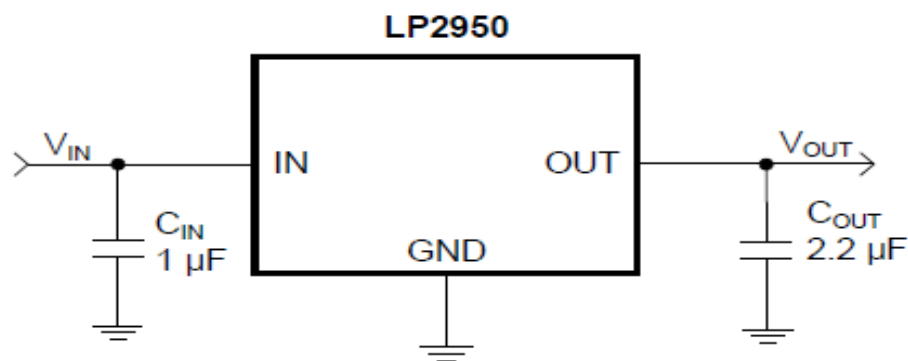


Рисунок 2.9 - Конфігурація виведень стабілізатора LP2950

Для побудови схеми електричної принципової, потрібно зробити вибір електричних конденсаторів. При виборі конденсаторів доцільно попередньо проаналізувати їх роботу в кожному узлі радіоелектронного пристрою і визначити, яким вимогам повинні задовольнити конденсатори. Для кожного конденсатору треба визначити: інтервал температур навколишнього середовища, відносну вологість навколишнього середовища при робочому і не робочому стані, робочі електричні навантаження (постійні, змінні, мінімальні і максимальні їх значення, робочі частоти).

Слід знати також термін служби конденсаторів, так є їх напрацювання в складі апаратури.

Після аналізу можна вибрати параметри конденсаторів: ємність, допустиме відхилення ємності від номінальної, вимірювання ємності з температурою (як зміна ємності по відношенню до її значення при нормальній температурі), номінальна напруга (воно залежить від робочої напруги конденсатора в пристрої), мінімальний опір ізоляції (постійну часу) або максимальний струм витoku.

Особливу увагу треба приділяти конструкторії конденсатору, яку вибирають в залежності від монтажних особливостей пристрою. Металошукач має друковану плату, тому для пристроїв з друкованим монтажем використовують конденсатори з односпрямованими виводами.

Підстроювальні конденсатори для такого монтажу мають жорсткі виводи круглого або плоского січення. Виводи пропускають у монтажні отвори друкованої плати і запаюють в ній. Таким чином, конденсатор закріплюється на платі і одночасно монтується у пристрій. У пристрої металошукач на мкAtmega32, будуть використані керамічні конденсатори. Керамічні конденсатори – низьковольтні і високовольтні – підрозділяють на ізольовані і неізольовані.

Неізольовані покриті лаками або емаллями, так є захисними конструкціями. Однак цей захист недостатній. Такі конденсатори не допускають торкання корпусом шасі або струмоведучих частин апаратури. Ізольовані конденсатори мають більш надійне захисне покриття – це спеціальний корпус з вакуумною герметизацією. Ізольовані конденсатори допускають торкання корпусом шасі.

Керамічні конденсатори відповідно з їх властивостями і призначенням поділяються на високочастотні (тип I) і низькочастотні (тип II). Конденсатори типу I мають високу стабільність параметрів у процесі експлуатації і при зберіганні. Конденсатори типу II з порівнянням с конденсаторами типу I мають суттєво більші номінальні ємності, однак мають великі втрати і меншими опорами ізоляції. Також будуть використані у блоці живлення конденсатори великої ємності.

У пристрої, будуть використані SMD резистори. Загалом, термін SMD можна віднести до будь-якого малогабаритному електронного компоненту, призначеного для монтажу на поверхню плати за технологією SMT (технологія поверхневого монтажу).

SMT технологія була розроблена з метою здешевлення виробництва,

підвищенню ефективності виготовлення друкованих плат з використанням більш дрібних електронних компонентів: резисторів, конденсаторів, транзисторів і т. д. Сьогодні розглянемо один з таких видів резисторів – резистор SMD.

SMD резистори – це мініатюрні резистори, призначені для поверхневого монтажу. SMD резистори значно менше, ніж їх традиційний аналог. Вони часто бувають квадратної, прямокутної або овальної форми, з дуже низьким профілем.

Замість дротяних виводів звичайних резисторів, які вставляються в отвори друкованої плати, у SMD резисторів є невеликі контакти, які припаяні до поверхні корпусу резистора. Це позбавляє від необхідності робити отвори в друкованій платі, і тим самим дозволяє більш ефективно використовувати всю її поверхню.

В основному термін типорозмір включає в себе розмір, форму й конфігурацію висновків (тип корпусу) будь-якого електронного компонента. Наприклад, конфігурація звичайної мікросхеми, яка має плоский корпус з двостороннім розташуванням висновків (перпендикулярно площини підстави), називається DIP.

Типорозмір SMD резисторів стандартизовані, і більшість виробників використовують стандарт JEDEC. Розмір SMD резисторів позначається числовим кодом, наприклад, 0603. Код містить в собі інформацію про довжину і ширину резистора. Таким чином, у нашому прикладі код 0603 (в дюймах) довжина корпусу становить 0,060 дюйма, шириною 0,030 дюйма.

Такий же типорозмір резистора в метричній системі буде мати код 1608 (в міліметрах), відповідно довжина дорівнює 1,6 мм, ширина 0,8 мм. Щоб перевести розміри в міліметри, досить розмір в дюймах перемножити на 2,54.

Розмір резистора SMD залежить головним чином від необхідної потужності розсіювання. У наступній таблиці перераховані розміри і технічні характеристики найбільш часто використовуваних SMD резисторів.

З-за малого розміру SMD резистори, на них практично неможливо нанести традиційну кольорову маркування резисторів.

У принциповій схемі загалом будуть використовуватись резистори, які споживають потужність 0,125 Вт.

В одному із випадків, нам знадобиться один змінний резистор, він металооксидний. Призначені для роботи в ланцюгах постійного, змінного і імпульсного струму. За допомогою змінного резистору, можна регулювати чутливість

пристрою.

Нам знадобився резистор опір, якого повинен складати 4,7 кОм, його зносостійкість складає 10000 циклів. Мінімальне напрацювання 10000 годин. Термін зберігання резистора 15 років.

Пристрій реалізовано на трьох друкованих платах зовнішній вигляд яких з боку елементів представлено на рис. 2.10.

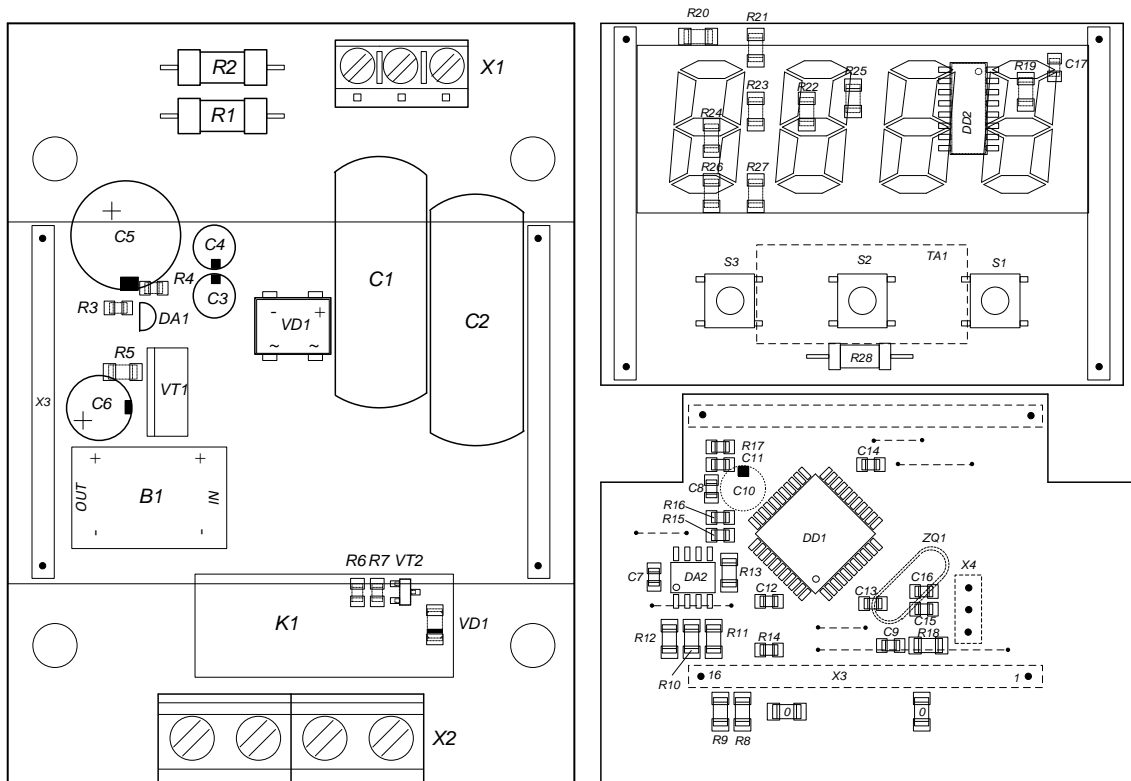


Рисунок 2.10 – Друкована плата з боку елементів

Цифрові 7-сегментні індикатори КЕМ - інтегральні мікросхеми з діодних напівпровідникових джерел випромінювання (світлодіодів), призначені для відображення цифрової та буквеної інформації. Відмінними характеристиками семисегментних цифрових індикаторів КЕМ є кількість розрядів в одному корпусі (однорозрядні, двухразрядного, Трехразрядное і чотирирозрядні), колір, що відображається (червоний, зелений) і висота відображуваного знака (від 7,62 мм до 45 мм). Крім сегментів, що синтезують цифри і букви, розряд деяких цифрових індикаторів може мати одну або дві децимальних точок, так званий дільник дробових чисел. Виготовляються цифрові індикатори в пластмасовому корпусі, задня частина якого залита епоксидним компаундом. Колір дисплея чорний або сірий.

2.4 Системи безперебійного електроживлення

Сучасні системи безперебійного електроживлення в розумному будинку включають в себе акумуляторні батареї, бензинові або дизельні генератори, зарядні пристрої та перетворювачі напруги.

Генератори системи електроживлення запускаються автоматично при відключенні централізованого електропостачання та відключаються при її запуску. додаткове управління може відбуватися за допомогою спеціальних пультів, планшетів або мобільних телефонів.

Під час короточасних збоїв централізованого електроживлення, система безперебійного електропостачання дозволяє згладити сплески і провали напруги. якщо струм в мережі відсутня досить тривалий час, то відключаються практично всі системи розумного будинку, за винятком систем зв'язку, безпеки та центрального процесора. на мобільний гаджет власника будинку надходить повідомлення. при особливому типі налаштувань при відключенні централізованого електропостачання система переходить в режим автономного електроживлення за рахунок роботи генератора.

Система розумний будинок являє собою комплекс технічно складних рішень, які забезпечують комфорт, безпеку і економію ресурсів за рахунок централізованого автоматизованого управління. гарантією роботи всіх систем в розумному будинку є безперебійне електроживлення. адже в момент відключення централізованого електропостачання не спрацює навіть пожежна сигналізація. саме тому важливо забезпечити додаткові джерела електроживлення.

2.5 Дистанційне керування електроживленням

Система РС дозволяє управляти всіма процесами дистанційно за допомогою gsm / gprs сигналу. за рахунок нових технологій можна отримати повну схему всієї енергосистеми будинку і управляти самими різними процесами, відправивши звичайне смс. в основі даної технології лежить робота логічних контролерів, які беруть команди по каналу зв'язку і активують відповідні сценарії.

Для того щоб дистанційно керувати системою електроживлення, важливо закупити і встановити відповідне обладнання. другий крок - настройка сценаріїв, які

будуть запускатися при відправці смс. краще відразу визначитися, наскільки складним і просунутим буде інтерфейс користувача контролю. для найпростіших інтерфейсів досить тільки вислати код команди, після чого на мобільному пристрої користувача прийде звіт про її виконання. більш просунуті інтерфейси дозволяють стежити за станом системи через спеціальні програми та давати команди контролеру через утиліти. у кожному разі до системи додається відповідне програмне забезпечення з докладним посібником з налаштування всіх параметрів.

2.6 Енергосбереження

На сьогоднішній день вартість ресурсів така, що в будівлях розгорнута справжнісінька боротьба за кожен кіловат, гікакалорію і кубометр, - за все, що може бути зекономлено і скорочено. А навколишній світ не втілює надію на те, що ціни на енергоносії будуть знижуватися! І найважливіше зброю в цій боротьбі - технології енергозбереження в складі комплексу «Інтелектуальна будівля».

Судіть самі. Вже на початковому етапі будівництва будинку, в проект закладається велика кількість інженерного обладнання, яке створює затишок, тепло і комфорт. Хороший результат, безперечно, залежить від грамотного проектування і функціональності використовуваного обладнання. Але вирішити проблеми взаємодії різних інженерних систем складне завдання. Наприклад, проектуванням системи опалення та системи кондиціонування зазвичай займаються різні компанії, використовуючи обладнання різних виробників, а часом, центральні блоки управління відсутні в принципі. В результаті чого системи можуть конфліктувати один з одним або працювати в неоптимальному режимі. Уявіть собі, які енергетичні витрати викличе включення системи кондиціонування при включеному опаленні, адже простіше відрегулювати правильно котел для отримання комфортної для людини температури. Такі конфлікти призводять до перевитрат енергії, та інших небажаних наслідків. Інший приклад, використання кондиціонера при мінусовій температурі може вивести його з ладу. Ідея установки «Розумного будинку» полягає в розв'язанні конфліктів систем, використання систем в оптимальному режимі, а також підвищення зручності їх використання.

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКОНТРОЛЛЕРНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розробка алгоритму та програми

Система призначений для вимірювання параметрів електроживлення однофазного споживача електричної енергії з середньою потужністю не більше 5 кВт з метою запобігання небезпечних режимів роботи електричного обладнання споживача по напрузі, струму і потужності. У разі перевищення заданих значень названих величин система розмикає ланцюг живлення споживача і відключає його від мережі живлення. Алгоритм роботи пристрою дозволяє виключити вплив короточасних кидків струму і напруги в ланцюгах живлення споживача, що запобігає помилковим відключенням його від мережі живлення.

До небезпечних параметрів живлення однофазного споживача відносяться:

- перевищення напруги мережі вище 250В на час більше 10 секунд;
- перевищення струму споживача вище 25А на час більше 10 секунд;
- перевищення струму споживача вище 45А на час більше 2 секунд;
- перевищення потужності споживача вище 5 кВт.

Система може бути використано в якості дистанційного обмежувача споживаної електричної потужності або енергії за рахунок наявності зовнішніх інтерфейсів зв'язку.

Система безперервно вимірює діючі значення струму і напруги і обчислює поточні значення активної потужності споживача.

Діючі значення струму I_d і напруги U_d обчислюються за класичними рівняннями відомими з теоретичних основ електротехніки:

$$I_d = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}; \quad (3.1.1)$$

$$U_d = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}, \quad (3.1.2)$$

де T – період зміни напруги ($T = 20\text{мс}$),

$i(t)$ і $u(t)$ – миттєві значення струму і напруги відповідно.

активна потужність P обчислюється відповідно до виразу

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) * u(t) dt . \quad (3.1.3)$$

для реалізації наведених рівнянь за допомогою мікропроцесорних пристроїв вони приводяться до вигляду для

$$I_d = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} i_k^2} \quad (3.1.4)$$

для напруги

$$U_d = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} u_k^2} \quad (3.1.5)$$

і для активної потужності

$$P = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} i_k * u_k . \quad (3.1.6)$$

У рівняннях (1.4) ... (1.6) n - кількість вибірок цифрового сигналу на період напруги, а i_k і u_k - поточні значення вибірок струму і напруги.

Опис змінних які **іспльзуються** в програмі і їх призначення і тип наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – ідентифікація змінних

Логічна назва	Тип	Призначення
Regim_disp	Byte	Номер режиму відображення
Regim_set	Byte	Номер режиму настройки
Num	Byte	змінна для таймера
Num_m	Word	Кількість хвилин

Dn	Byte	Поточний номер знака міста
Dg	Byte	Поточний номер знака міста з точкою
D(4)	Byte	Цифра відображається у відповідному знаку місць
U	Word	RMS напруга
I	Word	RMS струм
Full_p	Word	Повна потужність
Act_p	Word	Активна потужність
P1	Byte	Уставка потужності 1-го рівня
P2	Byte	Уставка потужності 2-го рівня
Tmr_p	Word	Таймер уставки потужності (хвилин)
Tmr_on	Byte	Таймер на включення навантаження після відключення по уставці (хвилин)
Ui	Word	Вибірка струму
Uv	Word	Вибірка напруги
Cd	Word	Допоміжна змінна
Si	Dword	Сума вибірок струму
Su	Dword	Сума вибірок напруги
D_clk	Byte	Змінна циклу індикатора
N_clk	Byte	Лічильник вибірок
Gotov	Bit	Ознака готовності сум квадратів вибірок
Is_tmr	Bit	Ознака запуску таймера перевищення уставки

Логічні імена портів мікроконтролера занесені у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – логічні імена пристрою

Логічна назва	Вивід мікроконтролера
Rele	Portd.2
Kn1	Pind.3
Kn2	Pind.4
A0	Portd.7
A1	Portd.6

3.2 Програмактор

Прошивка мікроконтролера Atmega32, буде здійснюватись за допомогою програмактора AVRISP mkII, який підтримує майже всі мікроконтролери фірми Atmel. Програмактор AVRISP mkII.

Характеристики AVRISPmkII:

- сумісний з AVRStudio (AVRStudio 4.12 і більш пізніми версіями);
- підтримує всі пристрої серії AVR з можливістю внутрішнього програмування (з інтерфейсом ISP);
- підтримка програмування Flash і EEPROM;
- підтримка програмування біт конфігурації (fuses) і бітів блокування;
- можливість оновлення прошивки для підтримки нових пристроїв;
- підтримка мікроконтролерів з напругою живлення від 1.8 до 5.5 В;
- регульована швидкість програмування (від 50 Гц до 8 МГц частоти SCK);
- сумісний з USB 2.0 (Full-speed, 12 Мбіт/с);
- живлення від шини USB не потребує зовнішнього джерела живлення;
- захист інтерфейсних ліній програмованого пристрою, захист від короткого замикання.

Перед тим як використовувати AVRISPmkII необхідно встановити AVRStudio і USB-драйвер.

Якщо USB-драйвер встановлений, то при підключенні AVRISPmkII до

комп'ютера повинен загорітися зелений світлодіод, розташований всередині корпусу поряд з USB-роз'ємом. Головний світлодіод стану залишиться червоним до підключення до програмуємого пристрою.

Після підключення AVRISPmkII до комп'ютера можна підключити його до мікроконтролера. Червоне маркування на кабелі ISP позначає вивід 1, його слід приєднати до виводу 1 на роз'ємі ISP на платі з програмованим пристроєм.

Якщо AVRISP mkII підключений до ПК, і до плати з програмованим мікроконтролером, головний світлодіод стану повинен загорітися зеленим світлом, указуючи, що виявлено живлення програмованого пристрою. Тепер AVRISPmkII готовий до роботи з AVRStudio або програмним забезпеченням для роботи з командного рядка.

Блок – схема апаратної частини програматора AVRISP mkII, представлена на рис. 3.1

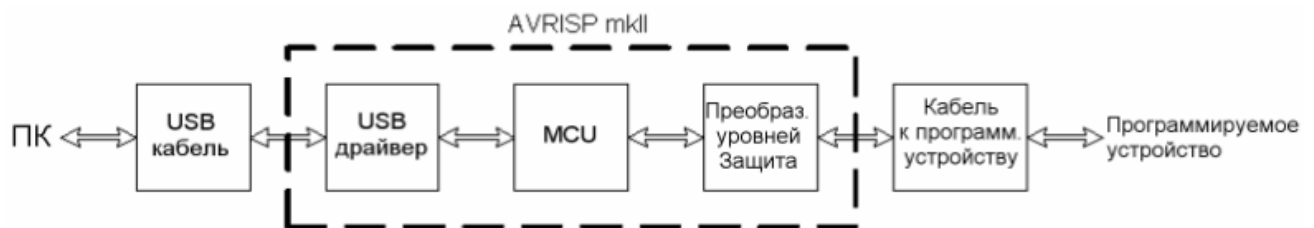


Рисунок 3.1 – Блок – схема апаратної частини програматора AVRISP mkII

Інтерфейс USB – це USB 1.1 (USB 2.0 FullSpeed) 12 Мбіт/с. Оскільки AVRISPmkII отримує живлення від USB-порту, необхідно, щоб порт міг видавати до 200 мА. Порти ПК, а також USB-концентратори (хаби) з окремим живленням, як правило, відповідають цим вимогам.

Керуючий мікроконтролер (MCU) керує всією зв'язкою між програмованим мікроконтролером і клієнтською програмою. AVRISPmkI повністю управляється програмно з AVRStudio, ручного налаштування AVRISPmkII не потребується.

У програматора є світлодіод стану, який представлений на рис. 3.5.

Для того, щоб увійти у режим програмування мікроконтролера Atmega32. Наступний алгоритм переводить систему в режим паралельного програмування:

- подати напругу 4.5...5.5 на висновки живлення;
- встановити RESET і BS в 0 і витримати не менше 100 нС;
- подати 12В на RESET і почекати не менше 100 нС перед зміною BS. Будь-яка активність на виведенні BS протягом цього часу приведе до того, що мікросхема не включиться в режим програмування.

Підключення до програмованого мікроконтролера реалізовано з застосуванням і захисту від короткого замикання. Вивід 1 роз'єм у позначений червоною смугою на кабелі. Розташування сигнальних ліній на кабелі для підключення до програмованого пристрою представлено на рис. 3.2

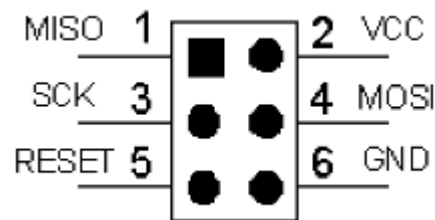


Рисунок 3.2 – Розташування сигнальних ліній на кабелі для підключення до програмованого пристрою

Програма буде написана на язиці програмування Assembler. Текст програми наведений у додатку А.

3.3 Огляд середовища для розробки програмного забезпечення

Сімейство 8-бітних AVR-мікроконтролерів має однаковий набір команд, властивий RISC-архітектурі, що означає легкість портирования програм під різні чіпи. Швидкість виконання команд в чотири рази швидше, ніж у PIC-мікроконтролерів від Microchip. Bascom-AVR (від слів Basic Compiler) є чудовим компілятором, який крім основної функції написання програм і трансляції їх в машинний код у форматі .hex зрозумілий мікроконтроллеру, дозволяє через підрядник проводити налагодження-симуляцію і прошивати мікросхеми прямо з середовища розробки за допомогою програматора, наприклад, STK200 / STK300 або зовнішніх утиліт, таких як USBASP_AVRDUDE_PROG. Є текстовий редактор і довідково-інформаційна система.

з програмою, цього більш ніж достатньо, тому що установка Bascom-AVR, настройка і написання програми - це не найскладніше. Як правило, більшість труднощів виникають через незнання особливостей використовуваного програмного і апаратного забезпечення. Будь-яка інформація, що цікавить довідкова інформація, мануали і докладні описи команд викладені на сайті розробників, але, на жаль, англійською мовою.

Російської мови в програмі немає. Працюючий аматорський переклад знайти в мережі дуже складно. Додаток Bascom-AVR призначений для роботи на базі платформи Windows 98, NT, 2000, XP, Vista і 7. Сумісність з останніми версіями операційних систем повна. Приклад вікна з зображенням роботи програми зображений на рис. 3.4

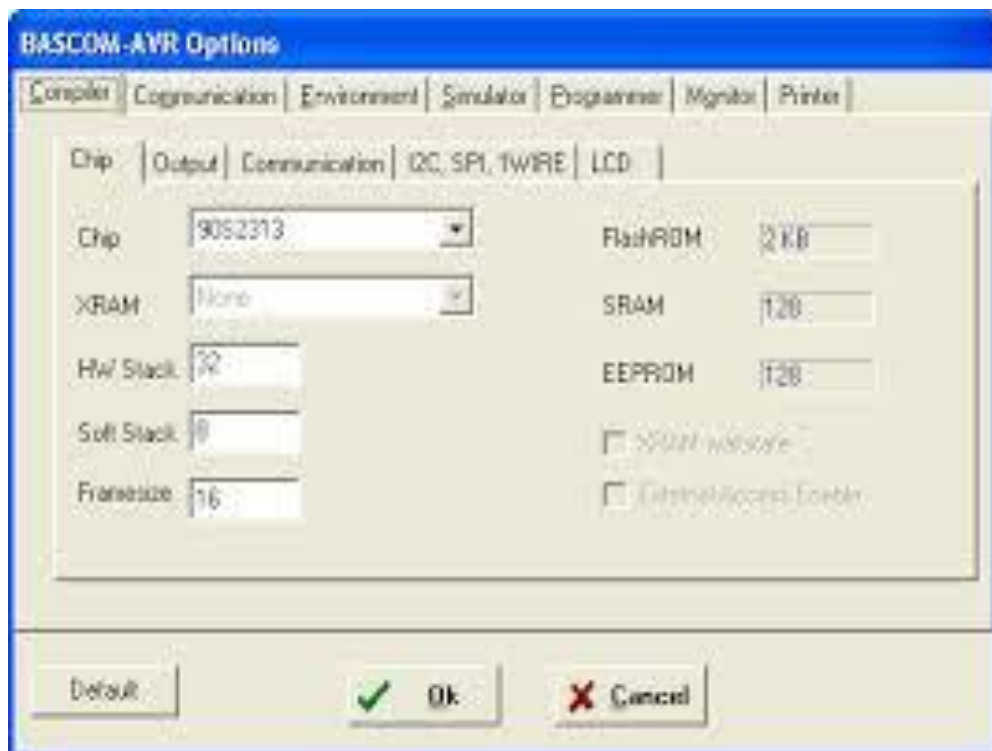


Рисунок 3.4 – Приклад вікна з зображенням роботи програми

Завершить фразой-выводом по разделу

ВИСНОВОК

У данній атестаційній роботі розроблена мікроконтролерна система захисту споживача однофазного джерела живлення у розумному будинку з середньою потужністю не більше 5 кВт з метою запобігання небезпечних режимів роботи електричного обладнання у розумному будинку.

У роботі проаналізовані основні технології передачі даних по проводам живленню у розумному будинку, а саме технології x10 та технологія PLC, в слідстві чого була обрана технологія PLC через більшої надійності і швидкості роботи.

Також було проаналізовано споживана потужність середнестатистических сімей в різний час доби, а саме людей похилого віку, з дітьми і без, а так само виведена пікове навантаження за часом і потужності, що дозволило нам визначити оптимальні характеристики для нашої системи.

Було підібрано обладнання, що дозволяє досягти для строврення системи, а також розглянут монтаж системи у багатоквартирному будинку.

Розробленна мікропроцесорна система, що вимірює поточні значення параметрів електроживлення і в разі перевищення заданих значень названих величин пристрій розмикає ланцюгиживлення пристроїв з найменшим пріоритетомі відключає його від мережі живлення. алгоритм роботи пристрою дозволяє виключити вплив короткочасних кидків струму і напруги в ланцюгах живлення споживача, що виключає помилкові відключення його живлення.

За рахунок наявності зовнішніх інтерфейсів зв'язку пристрій може бути використано в якості дистанційного обмежувача споживаної електричної потужності або енергії.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИНАСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.
2. Галкін В.І. та ін. Напівпровідникові прилади: довідник. - мн .: Білорусь, 1987. - 285 с.
3. Галкін В.І. та ін. Напівпровідникові прилади: довідник. - мн .: Білорусь, 1994. - 345 с.
4. Гусєв В., Гусєв Ю.М. Електроніка: учеб. посібник для приборостроїтельних спеціальностей вузів. - м .: вища. шк., 1991. - 622 с.
5. Жеребцов І.П. Основи електроніки. - л.: Вища школа, 1989. - 352 с.
6. Завадський В.А. Комп'ютерна електроніка. - к .: Століття, 1996. - 368 с.
7. Інтегральні мікросхеми: довідник / б.в. Тарабрин І.В.ін. - м .: Вища школа, 1985. - 528 с.
8. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Аналогові та цифрова електроніка» / О.І. Чурілов, В.І. Бармін.-Харків, Хнуре, 2001 - 56 с.
9. Марат Гілязетдінов «Сучасні системи автоматизації для інтелектуальної будівлі» // Control Engineering Росія. Квітня 2015р. URL:<http://controleng.ru/avtomatizatsiya-zdaniy/sovremenny-e-sistemy-avtomatizatsii-dlya-intellektual-nogo-zdaniya/>
10. Які бувають розумні будинки, [електронний ресурс] - URL: <http://www.besmart.su/article/kakie-byvayut-umnye-doma>
11. Мікромережі 1-wire, [електронний ресурс] - URL: [Http://www.ab-log.ru/smart-house/1-wire/microlan](http://www.ab-log.ru/smart-house/1-wire/microlan)
12. Воспропятов Н.А., Реферат на тему «X-10 - це найкоротший шлях до інтелектуального дому» .: М, 2004р. URL:<http://www.studfiles.ru/preview/358282/>
13. Лаврухіна А.А., Курсовий проект на тему «Розумний будинок» .: Чайковський, 2006 р URL:<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=670171>
14. Ву Т. З. Аналіз систем автоматизованого управління розумним будинком // Молодий вчений. - 2011. - №4. Т.1. - С. 28-31.
15. MajorDoMo - розумний будинок і домашня автоматика своїми руками, [електронний ресурс], URL:<http://majordomo.smartliving.ru>
16. Сценарії «Розумного будинку», [Електронний ресурс], URL: <http://ideal->

house.ru/info/scenarii-umnogo-doma.html

17. Алієв І. І., «Довідник з електротехніки та електроустаткування» - М., «Вища школа», 2011 р
18. Акімова Н.А., Котеленець Н.Ф., Сентюріхін Н.І. «Монтаж, технічна експлуатація та ремонт електричного і електромеханічного устаткування», М .: Вища школа, 2012р.
19. Вороніна А.А., Шибенко Н.Ф. «Безпека праці в електроустановках», М .: Вища школа, 2010р.
20. Воробйов В.А. «Експлуатація та ремонт електрообладнання та засобів автоматизації», 2012 р
21. Дьяков В. И. «Теплові розрахунки з електроустаткування» - М., «Вища школа», 2010 р
22. Драчева Е.Л., Юліка Л.І. Менеджмент. Навчальний посібник для середовищ проф. освіти, 2-е вид. - М., Академія, 2010 р
23. Егоршин А.П. Основи управління персоналом - 2-е вид. - М .: ИНФРА-М, 2013 р
24. Іваново В. А. «Електропостачання промислових підприємств і установок», 2013 р
25. Ільченко О.М. Організація і планування виробництва: навч. посібник. 2е вид. - М .: Академія, 2011 р
26. Конфліктологія А.Я. Кібанов, І.Е.Ворожейкін, Д.К.Захаров, В.Г. Коновалова: Підручник. - М .: ИНФРА - М, 2012 р
27. Кісарімов Р.А. «Довідник електротехніка», М .: Вища школа, 2010 р
28. Москаленко В.В. «Довідник електромонтера» - М., «Академія», 2012 р
29. Мурут М. А. «Міжгалузеві правила по охороні праці» - М., «Академія», 2013
30. Нікулін Н.В. «Довідник молодого електрика по електротехнічних матеріалах і виробках», М .: Вища школа, 2013р.
31. Павлович С.М., Фіраго Б.І. «Ремонт і обслуговування електроустаткування спецтехнологія», М: Професіональне образование, 2010 р
32. Сібікін Ю.Д., Сібікін М.Ю. «Технічне обслуговування, ремонт електрообладнання», М .: Вища школа, 2010 р.