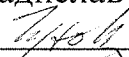


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

«Допущено до захисту»

В. о. завідувача кафедри  
комп'ютерних технологій у  
медицині та телекомунікаціях  
Владислав ЧУХОВ

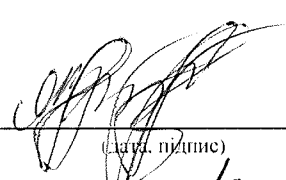
  
«12» 06 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: Розробка smart-розетки

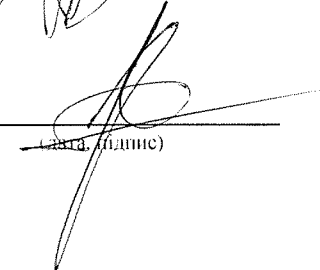
за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
освітній ступінь «бакалавр»

Виконавець роботи  
студент 4 курсу, гр.ТР-19-1

  
(підпис)

Яхимович П. В.

Керівник роботи  
к.т.н., доц.

  
(підпис)

Коломієць Р. О.

Житомир  
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

**Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи бакалавра**

на тему: **Розробка smart-розетки**

Виконав: студент 4 курсу, групи ТР-19-1  
спеціальності

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

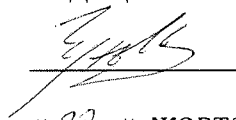
Яхимович П. В.

Керівник Коломієць Р. О.

Рецензент Бенедицький В. Б.

«Затверджено»

В. о. завідувача кафедри  
комп'ютерних технологій у  
медицині та телекомунікаціях

 Владислав ЧУХОВ  
«28» жовтень 2022 р.

## ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студента Яхимовича Петра Васильовича

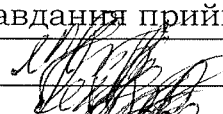
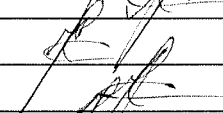
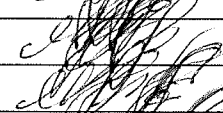
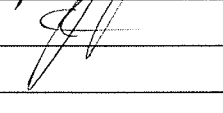
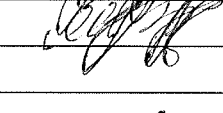
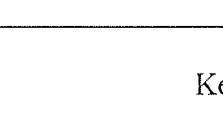
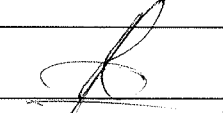
Тема роботи: Розробка smart-розетки

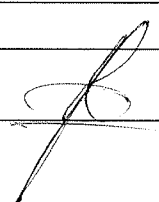
Затверджена Наказом університету від від « 12 » жовтня 2022 р. № 461а/с

Термін здачі студентом завершеної роботи червень 2023

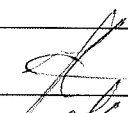
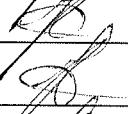
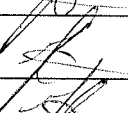
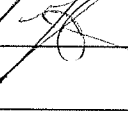
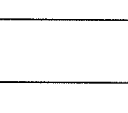
Вихідні дані роботи (зазначається предмет і об'єкт дослідження) розроблення проекту доступної та компактної smart-розетки з можливістю дистанційного керування живленням, моніторингом стану електричної мережі.

Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються

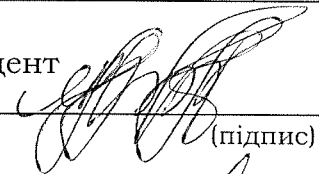
| Розділ             | Консультант    | Підпис, дата                                                                        |                                                                                       |
|--------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                | Завдання видав                                                                      | Завдання прийняв                                                                      |
| Огляд літератури   | Коломієць Р.О. |  |  |
| Технічне завдання  | Коломієць Р.О. |  |  |
| Схемат. ск.        | Коломієць Р.О. |  |  |
| Принципова схема   | Коломієць Р.О. |  |  |
| Конструкт. частини | Коломієць Р.О. |  |  |
|                    |                |                                                                                     |                                                                                       |
|                    |                |                                                                                     |                                                                                       |

Керівник  (підпис)

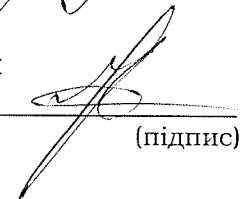
## Календарний план

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи               | Термін виконання етапів роботи | Примітка                                                                              |
|-------|---------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Аналітичний огляд літературних джерел             | Березень 2023                  | +  |
| 2.    | Технічне завдання                                 | Березень 2023                  | +  |
| 3.    | Розробка структурної схеми.                       | квітень 2023                   | +  |
| 4.    | Синтез і регулюючої електричної принципової схеми | квітень - травень 2023         | +  |
| 5.    | Конструкторська частина                           | травень - червень 2023         | +  |
| 6.    | Оформлення роботи в цілому                        | червень 2023                   | +  |
|       |                                                   |                                |                                                                                       |
|       |                                                   |                                |                                                                                       |
|       |                                                   |                                |                                                                                       |
|       |                                                   |                                |                                                                                       |
|       |                                                   |                                |                                                                                       |
|       |                                                   |                                |                                                                                       |

Студент

  
(підпис)

Керівник

  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

Випускна кваліфікаційна робота по темі: «Розробка smart-розетки» має 45 сторінок текстового документу, 27 рисунків, 7 використаних джерел.

Мета випускової кваліфікаційної роботи полягає в розробці пристрою, а саме розумної розетки, який сприяє зручності, енергоефективності та безпеці використання електроприладів, а також надає можливості для моніторингу та управління споживанням електроенергії.

Головними цілями цього проекту є:

- Забезпечення зручного та дистанційного керування.
- Автоматизація режимів роботи підключених пристроїв.

В результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи проведений ретельний аналіз існуючих систем розумного будинку. Спроектowana smart-розетка на базі контролера ESP32 з можливістю підключення по мережі Wi-Fi для можливості дистанційного керування, реалізовані функції дистанційної подачі та вимкнення живлення пристроїв, що будуть підключатись до даної розетки. Також даний пристрій має функцію моніторингу стану електричної мережі за допомогою датчика струму.

## ЗМІСТ

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| РЕФЕРАТ.....                                                          | 5  |
| ВСТУП.....                                                            | 7  |
| 1 Системи розумного будинку.....                                      | 9  |
| 1.1 Історія розвитку систем розумного будинку.....                    | 9  |
| 1.2 Різноманіття та функціональність систем розумного будинку.....    | 10 |
| 1.3 Аналіз систем розумного будинку.....                              | 16 |
| 1.4 Огляд популярних готових рішень систем для розумного будинку..... | 19 |
| 2 Технічне завдання.....                                              | 26 |
| 3 Проектування розумної розетки.....                                  | 28 |
| 3.1 Вибір компонентів для створення розумної розетки.....             | 28 |
| 3.2 Розробка архітектури smart-розетки .....                          | 35 |
| 3.3 Розробка макету пристрою.....                                     | 41 |
| ВИСНОВОК.....                                                         | 45 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                       | 47 |
| ДОДАТОК А.....                                                        | 48 |

|           |      |                 |                                                                                     |      |                                                  |  |  |
|-----------|------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------|--|--|
|           |      |                 |                                                                                     |      | <b>ІКТР.408009.010 - ПЗ</b>                      |  |  |
| Зм.       | Арк. | № докум.        | Підпис                                                                              | Дата | Розробка smart-розетки<br><br>ФІКТ група ТР-19-1 |  |  |
| Розробив  |      | Якимович П. В.  |  |      |                                                  |  |  |
| Перевірив |      | Коломієць Р. О. |  |      |                                                  |  |  |
| Рецензент |      |                 |                                                                                     |      |                                                  |  |  |
| Н. Контр. |      |                 |                                                                                     |      |                                                  |  |  |
| Затв.     |      |                 |                                                                                     |      |                                                  |  |  |

## ВСТУП

Системи розумного дому стають все більш популярними у нашому сучасному світі, де технологічний прогрес дозволяє нам покращувати комфорт, безпеку та енергоефективність наших житлових приміщень. Одним із ключових елементів цих систем є смарт розетка, яка відкриває нові можливості для керування та моніторингу електроприладами вдома.

Смарт розетка є електричним пристроєм, який працює на основі технологій Інтернету речей (IoT) та бездротового зв'язку. Вона дозволяє користувачам віддалено керувати підключеними пристроями через мобільний додаток або голосовий асистент. Така розетка забезпечує можливість включення, виключення або регулювання роботи підключених пристроїв, незалежно від їх фізичного присутності у приміщенні.

Однією з основних переваг смарт розеток є зручність та гнучкість управління. Вони дозволяють планувати автоматичне включення та виключення електроприладів, що сприяє енергозбереженню та зручності в повсякденному житті. Наприклад, можна налаштувати розетку так, щоб вона вмикалася перед вашим приходом додому, або вимикати не використовувані пристрої здалеку, що економить електроенергію.

Крім того, смарт розетки дозволяють користувачам моніторити споживання енергії підключеними пристроями. Інформація про енергоспоживання допомагає свідомо керувати електричними приладами та виявляти потенційні енергозберігаючі можливості.

Однак, разом з усіма перевагами смарт розеток постають і питання безпеки та конфіденційності. Зв'язок з пристроями через мережу Інтернет може створювати ризики щодо захисту від несанкціонованого доступу та зламів.

У цій дипломній роботі пропонується розробка смарт розетки, яка враховує всі ці аспекти та поєднує функціональність, безпеку та зручність в одному пристрої. Розглянуто апаратну та програмну реалізацію смарт розетки, а також оцінку її ефективності та надійності.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

Очікується, що результати роботи сприятиме подальшому розвитку систем розумного дому та покращенню якості життя людей, надаючи їм більш гнучкий та енергоефективний спосіб керування електроприладами у їхніх домівках.

Крім того, смарт розетки можуть бути інтегровані з іншими "розумними" пристроями та системами у складі системи розумного дому. Наприклад, вони можуть співпрацювати з "розумними" освітлювальними системами, термостатами, системами безпеки та іншими, що дозволяє створювати цілісне та скоординоване середовище у вашому житлі.

Застосування смарт розеток також може включати функції автоматизації та сценарії. Завдяки цьому, ви можете налаштувати розетку для автоматичного включення певних пристроїв при певних умовах, наприклад, ввімкнути кавоварку зранку або вмикати світло, коли ви входите у кімнату. Це забезпечує зручність та енергозбереження, а також може підвищити рівень комфорту у вашому домі.

Одним з важливих аспектів смарт розеток є їхня сумісність з різними мобільними платформами та голосовими асистентами. Це дозволяє вам керувати пристроями через смартфон, планшет або голосові команди, забезпечуючи зручний спосіб взаємодії з вашою системою розумного дому.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

# 1 СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

## 1.1 Історія розвитку систем розумного будинку

Системи розумного будинку мають свої коріння у винаходах та наукових дослідженнях, які просунулися з розвитком технологій інформації та комунікацій. Вони розпочали свій шлях з досліджень у галузі домашньої автоматизації та з'єднаності пристроїв. Перші кроки до створення таких будинків були зроблені у XIX-му сторіччі з появою електричного освітлення та застосування радіо та телефонних технологій. У 1898 році вчений Нікола Тесла працював над створенням дистанційного керування судами та транспортом, що також можна віднести до спроб створення приладів віддаленого контролю. Електричні прилади у побуті набували популярності у 30-х роках XX-го сторіччя, незважаючи на коштовність, вони поступово ставали невід'ємними частинами повсякденного життя, замінюючи ручну роботу.

На початку 20-го століття з'явилися перші домашні системи автоматизації, які використовували електромеханічні пристрої для виконання певних завдань. Наприклад, автоматичне ввімкнення та вимкнення світла або регулювання температури приміщень.

З введенням персональних комп'ютерів у 1980-х роках почалася нова ера у розвитку систем розумного будинку. Комп'ютери стали використовуватися для керування та моніторингу різних пристроїв у домашньому середовищі. Протягом 1990-х років розробники продовжували вдосконалювати ці системи, додавати нові функції та покращувати їх зручність.

Автоматизовані системи поступово почали використовуватися при будівництві нових споруд, спочатку в офісах та у промисловості, пізніше у приватних помешканнях. З винаходом мікроконтролерів вартість на електронні прилади стала зменшуватися, а їх популярність та різноманіття зростати, це

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

сприяло швидкій інтеграції інформаційних технологій у будинки та інші приміщення для покращення умов та функціональності.

З появою Інтернету речей (IoT) в 2000-х роках системи розумного будинку стали ще більш прогресивними. За допомогою мережевого з'єднання, розумні пристрої можуть спілкуватися між собою та з користувачем через Інтернет. Це дало змогу віддалено керувати будинком через смартфони, планшети та інші пристрої.

Сьогодні системи розумного будинку стають все більш доступними та розповсюдженими. Вони пропонують широкий спектр функцій, включаючи керування освітленням, опаленням, кондиціонуванням повітря, безпековими системами, розетками, аудіо-відео технікою та іншими пристроями в будинку.[1]

## 1.2 Різноманіття та функціональність систем розумного будинку

Системи розумного будинку є однією з найбільш іноваційних та швидко розвиваючихся галузей технології. Вони надають користувачам зручність, енергоефективність та забезпечують безпеку в їхньому повсякденному житті. Розумний будинок використовує сучасні технології, такі як Інтернет речей (IoT), бездротові мережі, датчики та автоматизацію, щоб створити інтелектуальну інфраструктуру, яка забезпечує комфорт та ефективність. Приклад таких систем на рисунку 1:

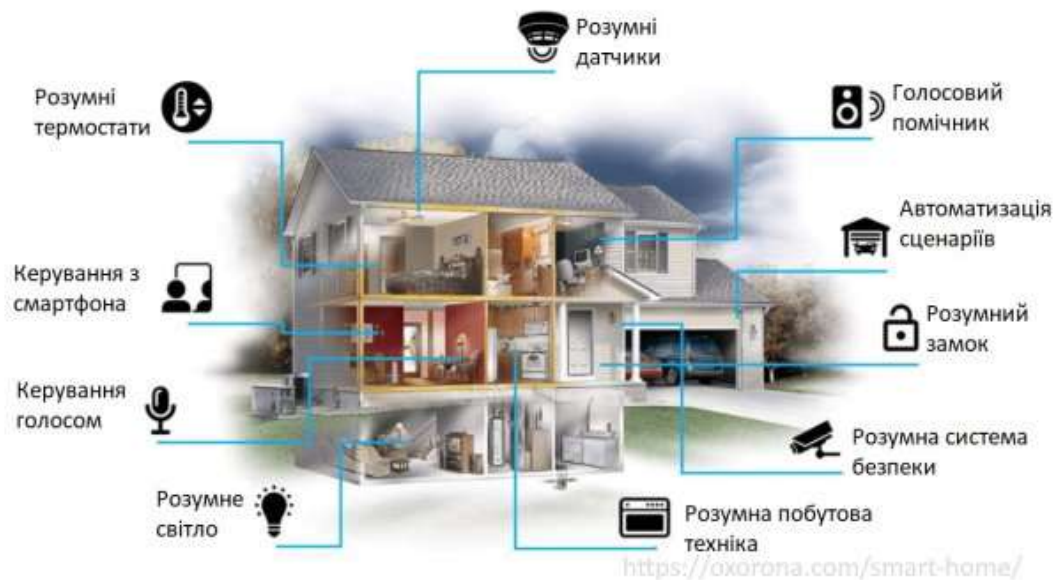


Рисунок 1 Приклад систем розумного будинку

|      |      |          |        |      |      |
|------|------|----------|--------|------|------|
|      |      |          |        |      | Арк. |
|      |      |          |        |      | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |      |

Однією з ключових особливостей систем розумного будинку є їх різноманітність. Ці системи можуть бути налаштовані для задоволення різних потреб та вимог користувачів. Наприклад, система розумного будинку може включати автоматизоване керування освітленням, опаленням та кондиціонуванням повітря, що дозволяє користувачам налаштовувати комфортні умови в будинку згідно зі своїми перевагами та розкладом.



Рисунок 2 – Система GSM-диспетчеризації освітлення

Крім того, системи розумного будинку можуть забезпечувати безпеку та захист. Вони можуть включати системи відеоспостереження, датчики пожежі та втечі газу, сигналізацію та інші пристрої, які покращують рівень безпеки життя та майна. За допомогою мобільних додатків, користувачі можуть віддалено контролювати та моніторити безпеку свого будинку з будь-якого місця.

Функціональність систем розумного будинку дуже широка. Вони можуть включати інтелектуальні розетки, які дозволяють керувати електроприладами віддалено, регулювати їх робочий графік та моніторити споживання енергії. Також, системи розумного будинку можуть використовувати голосове керування, що дозволяє користувачам взаємодіяти зі своїми пристроями та системами, вимовляючи команди або запити.[1]

Системи розумного будинку (Smart Home) від різних виробників можуть мати різні функції та можливості, але основні цілі полягають у забезпеченні зручності, безпеки, енергоефективності та автоматизації в домашньому середовищі. Ось кілька загальних функцій та можливостей, які пропонують системи розумного будинку:

### **Система опалення, вентиляції та кондиціонування**

Система опалення, вентиляції та кондиціонування (Heating, Ventilation and Air Conditioning, HVAC) забезпечує регуляцію температури, вологості і надходження свіжого повітря. Крім цього, HVAC економить енергію за рахунок раціонального використання температури середовища. Підсистеми:

- керований через мережу кондиціонер;
- механізми автоматичного відкриття / закриття вікон для вступу холодного або теплого повітря в відповідний час доби;
- очистка повітря;
- зволоження осушення повітря;
- нагрівання і охолодження повітря.

Контроль мікроклімату відбувається за допомогою керування кліматичними системами: опаленням, вентиляцією та кондиціонуванням. Для цього необхідно, щоб користувач виставив потрібні показники мікроклімату в кожній зоні. Система автоматично підтримуватиме необхідні параметри завдяки датчикам, завдання яких засноване на фіксації стану мікроклімату та передачі даних на головний модуль.

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ІКТР.408009.010 - ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |



Рисунок 3 – Приклад пульта керування системи мікроклімату

Переваги контролю мікроклімату за допомогою розумного будинку:

- Скорочення витрат на підтримку оптимальних параметрів у будівлі. З метою економії ресурсів ви зможете встановити мінімально допустимі параметри клімату під час вашої відсутності будинку. До вашого повернення смарт-хаус створить оптимальні параметри, враховуючи кожне приміщення.
- Завдяки автоматизованій системі вам не доведеться витратити свій час на постійне налаштування параметрів мікроклімату.
- Завдяки автоматизованій системі вам не доведеться витратити свій час на постійне налаштування параметрів мікроклімату.

### Керування освітленням

Технологія розумного будинку дозволяє регулювати освітлення завдяки контролю приладів, що розташовані як всередині, так і зовні будинку.

Система пропонує широкий асортимент можливостей, які можна здійснити, відповідно до контролю освітлення:

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 13   |

- Подвійне керування. Ви можете здійснювати увімкнення/вимкнення світла, перебуваючи далеко від будинку.
- Димування. Можливе налаштування потужності освітлення відповідно до установок користувача. Завдяки датчику потужність світла буде плавно регулюватися в залежності від часу доби і кількості природного світла.
- Налаштування інтенсивності світла та колірної температури.
- Автоматичне включення ліхтарів у темний час.
- Відкриття та закриття жалюзі або штор відбувається згідно з раніше встановленим режимом.
- Віддалений контроль розеток. У разі потреби ви зможете дистанційно вимкнути електричну техніку.
- Ввімкнення освітлення із застосуванням датчика руху. За допомогою автоматики відбуватиметься включення світла за наявності руху. Відповідно, вам не доведеться постійно використовувати вмикач світла або мати постійно увімкнене світло в коридорах, на сходах та в інших приміщеннях.

Технологія освітлення в смарт будинку полягає в створенні високого рівня комфорту для людини. Користувачі зможуть самостійно вибрати ідеальні режими освітлення під свої потреби, а також налаштовувати алгоритми увімкнення/вимкнення світла з урахуванням режиму дня. Також система здатна забезпечити безпеку, імітуючи перебування людини в будинку (ввімкнення та відключення світла в різних кімнатах) за її відсутності.

### **Контроль безпеки**

Завдяки елементам системи смарт будинок має можливість забезпечити повну безпеку для власників будинку, а також їх кліматичних систем. Для облаштування функції безпеки необхідні датчики, таймери та сенсори, які здійснюватимуть контроль різних систем:

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ІКТР.408009.010 - ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 14   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |

- Водопостачання. У будинку встановлюються датчики, які відправляють сигнал на контролер у разі протікання. У разі їх наявності система перекриє подачу води.
- Система пожежної безпеки. Щоб уникнути пожежі в будівлі, встановлюються датчики диму, а також автоматична система пожежогасіння.
- Система охорони. При незаконному вході до будівлі відбуватиметься включення сигналізації, а також оповіщення власників та обслуговуючих охоронних служб. Завдяки відеоспостереженню, ви зможете дистанційно побачити через будь-яку камеру, що відбувається зараз на території та всередині будинку.
- Електропостачання та газопостачання. Оповіщення про небезпеку замикання або протікання.
- Система розумного освітлення. Імітування перебування людини вдома – включення та відключення світла за часом – надасть можливість запобігти проникненню сторонніх людей на територію будинку.[3]



Рисунок 4 – Приклад пристроїв систем безпеки розумного будинку

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| ЗМН. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ІКТР.408009.010 - ПЗ

Арк.

15

### 1.3 Аналіз систем розумного будинку

Екосистема розумного будинку, як правило, передбачає наявність трьох типів пристроїв:

- хаб (також носить назву контролер, централь, міст, шлюз і т. д.) — пристрій, що об'єднує всі елементи розумного будинку в єдине ціле і дає змогу віддалено управляти роботою системи, в тому числі в будь-якій точці світу через Інтернет;
- датчики і сенсори. Ці компоненти надають екосистемі інформацію про зовнішні умови, в тому числі температуру повітря, наявність руху або дим, рівні освітлення, герметичному закритті вікон і дверей;
- виконавчі пристрої (актуатори). Найчисленніша група приладів, яка відповідає за виконання різних команд і здійснює керування конкретними домашніми приладами. До актуаторів відносяться розумні розетки, вимикачі та Диммери, клапани для труб, різні реле, Клімат-контролери та інше.

Такі елементи часто представлені в рамках однієї екосистеми. При цьому сучасні розумні будинки стають все більше гнучкими, так що власник може самостійно вирішувати, які підсистеми йому потрібні, де і скільки пристроїв встановлювати, в подальшому детально налаштовуючи спектр завдань і сценарії їх роботи.

#### Різновиди розумних будинків

Індустрія розумних будинків активно розвивається, і кількість представлених сьогодні на ринку систем збільшується. Через це без їх поділу на види і типи нескладно заплутатися. Є кілька основних класифікаційних ознак:

#### По універсальності:

- системи вузького профілю або заточені на окремі галузі (наприклад, забезпечення безпеки або організацію освітлення);

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ІКТР.408009.010 - ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 16   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |

- широкопрофільні. Такі розумні будинки, в рамках яких можна створити і управляти більшістю описаних раніше підсистем — Клімат, розваги, світло, безпека і т. д.

Спеціалізовані екосистеми трохи більше затребувані в професійному середовищі, а ось для побутових потреб оптимально підходять рішення широкого профілю.

#### **За способом передачі даних:**

- проводовий. Зв'язок між основними складовими системи забезпечують дроти;
- бездротові. Компоненти розумного будинку взаємодіють за допомогою радіосигналів.

Провідна система розумного будинку більше надійна і коректна в роботі. Вона майже виключає затримки сигналу, вважається більше безпечною і захищеною від втрати даних. Основний мінус-організаційний. На створення піде більше часу і зусиль, так як потрібна прокладка проводів, що ускладнює реалізацію на об'єктах, де вже виконані всі ремонтні роботи.

Бездротові екосистеми прості в монтажі, модифікації та оновленні. Сучасні технології такої передачі даних стають більше економічними, захищеними і стабільними, що і обумовлює високу популярність подібних рішень в побутових цілях.

Найбільш затребуваними бездротовими стандартами зв'язку в розумних будинках крім добре відомих більшості Wi-Fi і Bluetooth вважаються Z-Wave і ZigBee – рисунок 5.

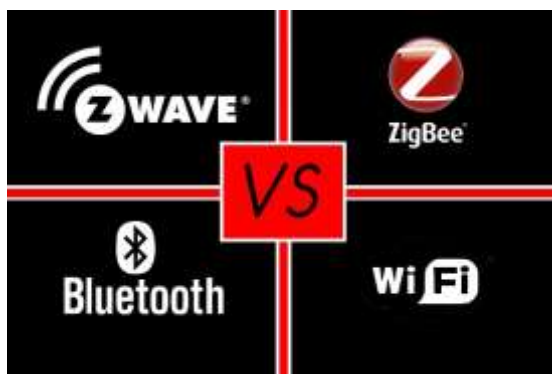


Рисунок 5 – Бездротові стандарти зв'язку

Останні два протоколи мають суттєві переваги:

- прямий зв'язок між усіма вузлами, припустимо між двома датчиками системи, а не опосередкована через роутер або хаб;
- низьке енергоспоживання;
- мінімальні тимчасові затримки;
- стабільність роботи при наявності в системі великого числа вузлів (аж до 1000 елементів);
- недорогі модулі (застосовується насамперед до ZigBee, а використання Z-Wave істотно здорожує прилади).

Z-Wave і ZigBee спочатку створювалися для того, щоб подолати проблему несумісності пристроїв різних виробників. Але на практиці єдність поки не досягнуто. Частково вирішенням проблеми виступають універсальні хаби(мости), які дають змогу об'єднати в одну екосистему розумного будинку прилади, що працюють, як на ZigBee і Z-Wave, так і на добре знайомих обивателю Wi-Fi і Bluetooth. Без таких мостів доведеться компонувати систему тільки пристроями одного стандарту.

#### **За типом керування:**

- централізовані системи – мають єдину систему керування;
- децентралізовані – передбачають незалежні один від одного підсистеми або навіть складаються з декількох відокремлених систем.

Більшість домашніх екосистем передбачають централізоване керування. Це зручно і простіше в налаштуванні.

Децентралізовані рішення вважаються більше надійними: відмова одного важливого компонента не викличе виходу з ладу всієї системи. Наприклад, у випадку з підсистемами безпеки децентралізація нерідко вважається виправданим кроком.

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ІКТР.408009.010 - ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |

### По використуваних протоколів:

- екосистеми з відкритими протоколами. Для них створювати пристрої може будь-який виробник, що підвищує загальні можливості і універсальність;
- закриті системи. У такій розумний будинок інтегруються лише ті прилади, які створює придумав її виробник.

Відкриті розумні будинки відрізняються великим різноманіттям і доступністю гаджетів на тлі закритих. Але останні мають менше проблем з сумісністю, плюс за якість конкретних компонентів відповідальний безпосередній творець екосистеми: як правило, виключається ситуація з засиллям сумнівних пристроїв з Піднебесної.

Найпопулярнішим варіантом розумного будинку сьогодні вважається ставка на широкопрофільні, централізовані, бездротові екосистеми з відкритими протоколами. Хоча є й винятки, у вигляді вузькоспеціалізованих закритих рішень. Останні затребувані насамперед у сфері забезпечення безпеки.

## 1.4 Огляд популярних готових рішень систем для розумного будинку

### Amazon Alexa



Рисунок 6 - Amazon Alexa

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 19   |

Поштовхом для розвитку бездротових екосистем вважається випуск в 2014 році розумної колонки Amazon Echo . Вона стала першою портативною аудіотехнікою, оснащеною голосовим помічником. Крім можливості прослуховування музики колонка "вміє" відповідати на побутові питання і управляти домашніми приладами.

Екосистема спочатку позиціонується відкритою, так що на ринку сьогодні представлені численні пристрої з підтримкою Amazon Alexa. Сьогодні з нею Сумісні лампочки Philips Hue і TP-Link, розумні розетки Belkin, Термостати і відеокамери Nest, вимикачі Ecobee, детектори руху і навіть автомобілі Ford і BMW Mini.

Для зв'язку з іншою технікою використовується Wi-Fi і Bluetooth, а давати команди системі найзручніше голосом. До плюсів також відноситься простота налаштування за допомогою мобільного додатку на Android або iOS. Все це робить створений на базі Alexa Розумний будинок одним з найпопулярніших в світі.

## Apple HomeKit

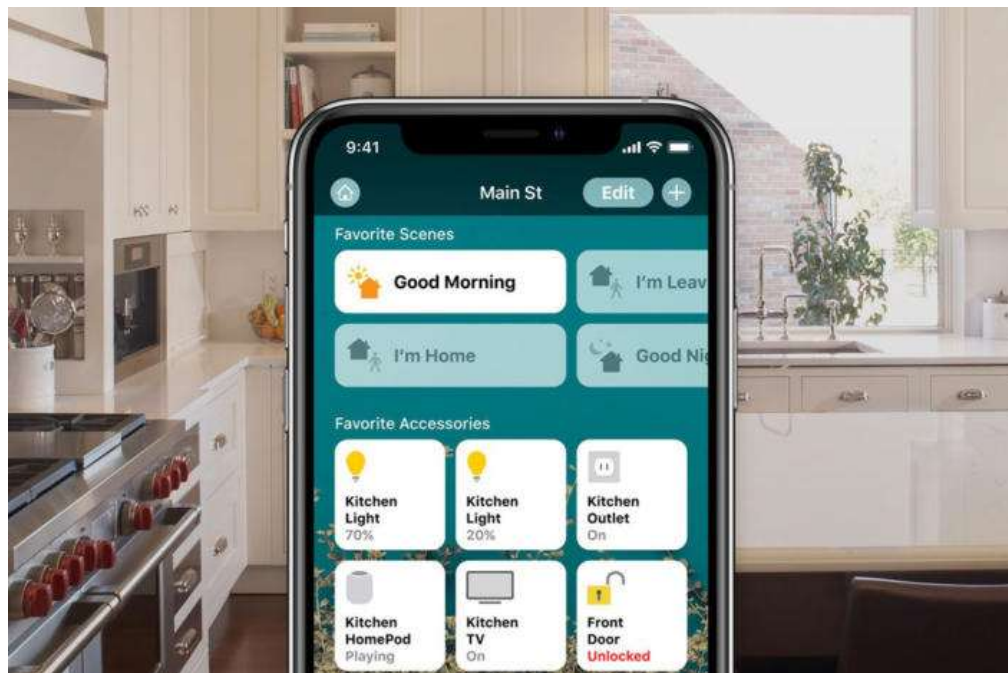


Рисунок 7 – Apple HomeKit

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 20   |

"Яблучна" система керування розумним будинком була заявлена однією з перших на ринку (в 2014 році). Але спочатку вона була закритою: щоб сторонні пристрої без проблем розпізнавалися і додавалися в екосистему, вони повинні були проходити складну сертифікацію Apple. Подібне негативно відбилося на числі з'явилися підтримуваних девайсів. У 2016 році компанія спростила існуючу раніше процедуру, що і стало поштовхом для більш активного розвитку HomeKit. До того ж всі сумісні прилади все одно проходять сертифікацію, а значить, за замовчуванням, не можуть бути низькоякісними.

Для керування розумним будинком досить установки програми (Home). Воно дає змогу швидко інтегрувати різні пристрої і користуватися зручним інтерфейсом iOS-девайсів для налаштування роботи і створення різних сценаріїв.

В якості помічника в управлінні пропонується Siri. Система працює чітко, пропонує великий вибір голосових команд і вкрай рідко помиляється з їх розпізнаванням.

Для віддаленого керування екосистемою HomeKit з будь-якої точки світу знадобиться iPad, розумна колонка Apple HomePod або медіаплеєр Apple TV. Будь-який з цих «яблучних» гаджетів зможе виконувати роль центрального контролера (хаба).

Недолік Apple HomeKit-відносно невелике кількість сумісних пристроїв (на тлі головних конкурентів) і досить висока їх вартість. Наприклад, продукція Fibaro, Koogeek, Elgato часто позиціонується як преміальна, до того ж деякі фірми орієнтовані на США і працюють в мережах 100 – 120 В. Кардинальним чином змінити ситуацію дає змогу застосування різних сумісних мостів, таких як Aqara Gateway hub. При його використанні HomeKit можна комплектувати недорогими датчиками і актуаторами Xiaomi і не тільки.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 21   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |



Рисунок 8 – Xiaomi Smart Home

Домогтися максимальних можливостей наповнення екосистеми дає змогу використання фірмового шлюзу Xiaomi Gateway. Хаб підтримує протокол Zigbee, дозволяючи доповнювати Розумний будинок сумісними зі стандартом гаджетами будь-яких виробників, в тому числі різними захисними датчиками, вимикачами, замками, реле і т.д. Без шлюзу до складу екосистеми вдасться додати пристрої з підтримкою Wi-Fi. Це можуть бути розумні розетки, лампочки, відеокамери і різні побутові прилади, аж до електричних зубних щіток Xiaomi.

Сумісна з Smart Home техніка сьогодні активно випускається під різними брендами, в тому числі Xiaomi/Mi, Aqara, Mijia, Yeelight і т.д. таке дроблення злегка ускладнює пошуки відповідних девайсів. У той же час до переваг продуктів більшості суббрендів відноситься їх демократична вартість.

Крім самостійного komponування розумного будинку, можна відразу придбати комплект сигналізації Xiaomi Mi Smart Home, що включає шлюз, набір датчиків, розумну розетку і універсальну кнопку. А вже після ознайомлення з ним легко доповнити систему різними новинками.

Для керування розумним будинком використовується фірмовий додаток Mi Home. У ньому для окремих пристроїв передбачаються або свої плагіни, або вікна керування. Є і голосовий асистент, але поки що тільки китайською мовою.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 22   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

Інший недолік Xiaomi Smart Home-складності з локалізацією: адекватно переведено додаток і плагіни лише на англійську.

## Ajax



Рисунок 9 – стартовий набір Ajax

Це закрыта бездротова екосистема, «заточена » на забезпечення безпеки будинку. Створена вона українською командою розробників, тому одним з перших плюсів є бездоганна локалізація, простота і зрозумілість фірмового додатка Ajax Security System і його веб-версії.

Система пройшла сертифікацію EN 50131 і відповідає класу Grade 2: здатна протистояти вмілим зловмисникам зі спеціальним обладнанням, захищає вікна, двері та інші шляхи вторгнення, підходить для житла і офісів. У 2017 році Ajax отримала нагороду «охоронна система року» в рамках Security & Fire Excellence Awards.

Будується екосистема на базі хаба Ajax Hub або його просунутої версії Ajax Hub Plus з підтримкою більшого числа каналів зв'язку. До них підключаються фірмові Бездротові датчики захисту від вторгнення (руху,

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

розбиття скла, відкриття дверей і вікон, у тому числі вуличні), виявлення затоплення, димо-теплові сенсори (протипожежна безпека), Сирени і пульти керування.

Доповнити охоронну систему можна фірмовими приладами автоматизації: розумними розетками і реле, що дають змогу дистанційно керувати живленням і злегка розширити функціонал домашньої автоматизації.

Також у фірмовому додатку Ажах можливий перегляд відео з камер і відеореєстраторів (будь-яких мережевих моделей з підтримкою RTSP-протоколу). При покупці спеціальних модулів інтеграції додаються в охоронну систему і сторонні датчики, наприклад, провідні. Подібне часто є виправданим рішенням, так як фірмові пристрої коштують від 30 до 120 доларів.

## Nero



Рисунок 10 – Nero

Створена в 2017 році широкопрофільна екосистема білоруського виробника Nero поки є не дуже популярною і відомою. Вона працює на двох бездротових протоколах: власному запатентованому Intro III з частотами 433,05-434,79 МГц і відкритому Z-Wave plus, але з частотою 869 МГц (в ЄС і США використовуються інші частоти). Як наслідок, одним з поточних недоліків Nero виступає обмежений вибір сумісних пристроїв. Але навіть з того, що вже

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 24   |

пропонується, можна автоматизувати обігрів і кондиціонування, Освітлення, ворота і ролети, захиститися від вторгнень, протікання і т. д.

Для створення екосистеми необхідний сервер (центрально) Oledo 7767 Host, вартістю близько 300 доларів. Він підключається до дротової або бездротової мережі Інтернет і взаємодіє з усією розумною технікою через підтримувані протоколи. Все керування здійснюється за допомогою безкоштовного додатку NeroHome на iOS або Android.

Набір гаджетів для екосистеми представлений наступними елементами:

- фірмовими виконавцями команд стандарту Intro III: реле і модулями, що дають змогу автоматизувати світло, роботу кондиціонера, теплих підлог, замків, рольштор і ролет, інших приладів;
- пультами керування і кнопками, власного виробництва Nero;
- датчиками (100% сумісність забезпечена з продукцією Fibaro, що працює на Z-Wave, в тому числі універсальною моделлю FIBARO Motion Sensor.

Також екосистема Nero сумісна з більшістю відеокамер виробництва HiWatch і Hikvision. У додатку можливий перегляд відео в режимі онлайн.

Створювати Розумний будинок на базі однієї екосистеми зовсім не обов'язково. Поєднуючи різні відкриті рішення або розширюючи закриті за допомогою спеціальних мостів і шлюзів, можна домогтися синергетичного ефекту.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 25   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

## 2 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Розробка доступної смарт розетки з можливістю дистанційного вмикання/вимикання, моніторингу живлення та повідомленням про проблеми на лінії чи коротке замикання.

Опис проекту:

Цей проект має на меті розробку смарт розетки з високим рівнем доступності, яка надасть користувачам можливість дистанційно вмикати та вимикати підключені до неї електричні прилади. Крім того, розетка буде здатна моніторити живлення та надавати інформацію у разі виникнення проблем на лінії.

Вимоги до функціональності:

1. Дистанційне керування – розетка повинна мати можливість вмикати та вимикати електричні прилади з використанням мобільного додатку або іншого зручного інтерфейсу.
2. Моніторинг живлення – розетка повинна мати вбудовані сенсори для вимірювання напруги та струму, щоб надавати інформацію про поточний стан живлення.

Вимоги до дизайну:

1. Розетка повинна бути компактною та зручною для встановлення в стандартні розетки без необхідності в спеціальних переходниках.
2. Інтерфейс керування повинен бути інтуїтивно зрозумілим та простим у використанні.

Технічні вимоги:

1. Безпека: Розетка повинна відповідати всім вимогам електробезпеки та мати вбудовані захисні механізми, такі як захист від перевантаження та короткого замикання.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 26   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

2. Безпроводове з'єднання: Розетка повинна підтримувати безпроводові технології, такі як Wi-Fi або Bluetooth, для забезпечення комунікації з мобільним додатком або іншими пристроями.
3. Енергоефективність: Розетка повинна бути енергоефективною, споживати мінімум електроенергії у режимі очікування та мати можливість автоматичного вимикання приладів у визначені часи.

Це загальне технічне завдання, яке можна додатково уточнити та розширити згідно зі специфічними потребами та вимогами проекту.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 27   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

## 3 ПРОЕКТУВАННЯ РОЗУМНОЇ РОЗЕТКИ

### 3.1 Вибір компонентів для створення розумної розетки

Для створення власної "розумної розетки" з можливістю дистанційного керування, розглянемо доступні компоненти та їх можливості використання.

Основні елементи таких пристроїв включають:

1. Контролер: Відповідає за керування функціями розетки, обробку команд від користувача та передачу сигналів до реле для вмикання/вимикання струму.
2. Модуль керування для взаємодії з користувачем: Забезпечує спосіб взаємодії користувача з "розумною розеткою". Це може бути екран з кнопками або сенсорним інтерфейсом, а також можливість підключення до мобільного додатку чи іншого керуючого пристрою.
3. Реле для вмикання/вимикання електричного струму: Використовується для контролю живлення підключених пристроїв шляхом вмикання або вимикання електричного струму.
4. Блок живлення для контролера: забезпечує потрібне живлення контролера, оскільки дивлення напругу з мережі не підходить.
5. Датчик струму. Оскільки по технічному завданню є вимога моніторингу стану електричної мережі, використаємо такий датчик для реалізації даної функції.

Реле та модуль керування часто розташовуються на одній платі або в спільному корпусі. Вибір конкретних модулів залежить від методу/протоколу взаємодії з користувачем або керуючим пристроєм, що обирається для використання.

Вибір контролера для смарт-розетки є важливим кроком при розробці цього пристрою. Належність такого контролера повинна включати наступні аспекти:

1. Сумісність – контролер повинен бути сумісним з необхідними протоколами зв'язку, такими як Wi-Fi, Bluetooth або Zigbee, для

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 28   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

забезпечення зручного керування розеткою з мобільного додатку або інших пристроїв.

2. Мінімальні розміри - оскільки пристрій вбудовується в розетку, вибір контролера з мінімальними розмірами дозволить ефективно використовувати обмежений простір.
3. Вхідно-вихідні можливості - контролер повинен мати достатню кількість цифрових та аналогових пінів для підключення до датчиків, кнопок або інших пристроїв.
4. Надійність та безпека - контролер повинен бути надійним, забезпечувати захист від перенапруги та махінацій, що можуть вплинути на безпеку використання розетки.
5. Легкість програмування - контролер повинен мати зручне середовище програмування, таке як Arduino IDE, що спрощує розробку функціональності розетки.
6. Енергоефективність - контролер повинен споживати мінімум енергії для забезпечення тривалої роботи розетки без частого заряджання або заміни батарейок.

Для створення даного проекту оберемо контролер на базі ESP32:



Рисунок 11 - ESP32 DevKit v1

ESP32 — це серія мікроконтролерів типу «система на кристалі», що мають інтегровані контролери Wi-Fi і Bluetooth (дворежимний, англ. dual-mode), низьке Енергоспоживання. У серії ESP32 використовується мікропроцесор Tensilica Xtensa LX6 в двоядерних та одноядерних варіаціях та включає вбудовані антенні перемикачі, радіочастотний балун, підсилювач потужності, приймач з низьким рівнем шумів, фільтри та модулі керування живленням. [6]

Технічні характеристики модуля ESP32:

- Напруга живлення: 5 В;
- USB-UART конвертер: CP2102;
- Максимальний струм стабілізатора напруги: 800 мА;
- Wi-Fi Стандарти: FCC / CE / IC / TELECOM / KCC / SRRC / NCC;
- Протоколи: 802.11 b / g / n / d / e / i / k / r (802.11n до 150 Мбіт / с);
- A-MPDU і A-MSDU підтримка та підтримка захисного інтервалу в 0,4 сек;
- Частотний діапазон: 2,4 ~ 2.5 ГГц ;
- Bluetooth протоколи: Bluetooth v4.2 BR / EDR і BLE specification;
- Радіо NZIF з чутливістю: -98 дБм;
- Передавач: class-1, class-2 і class-3 AFH;
- Аудіо: CVSD і SBC;
- Апаратні засоби та інтерфейси: SD, UART, SPI, SDIO, I<sup>2</sup>C, LED PWM, Motor PWM, I<sup>2</sup>S, I<sup>2</sup>C, IR GPIO, сенсорний датчик, ADC, DAC, LNA передпідсилювач;
- Датчики «на борту»: датчик Холла, температурний датчик;
- Генератори: кварцовий 26 МГц і 32 кГц;
- Живлення мікромодуля: В 2.2 ~ 3.6;
- Робочий струм, середній: 80 мА;
- Робочий струм піковий: 500 мА;
- Діапазон робочих температур: -40 °C ~ 85 °C;
- Програмне забезпечення: режими Wi-Fi Station / softAP / SoftAP + station / P2P;
- Захист: WPA / WPA2 / WPA2-Enterprise / WPS;

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 30   |

- Шифрування: AES / RSA / ECC / SHA;
- Оновлення ПО: UART Download / OTA (по мережі);
- Розробка програм: Cloud Server Development / SDK for custom firmware development;
- Мережеві протоколи: IPv4, IPv6, SSL, TCP / UDP / HTTP / FTP / MQTT;
- Призначені для користувача настройки: AT instruction set, cloud server, Android / iOS App.

Нижче наведена схема підключень для даного модуля:

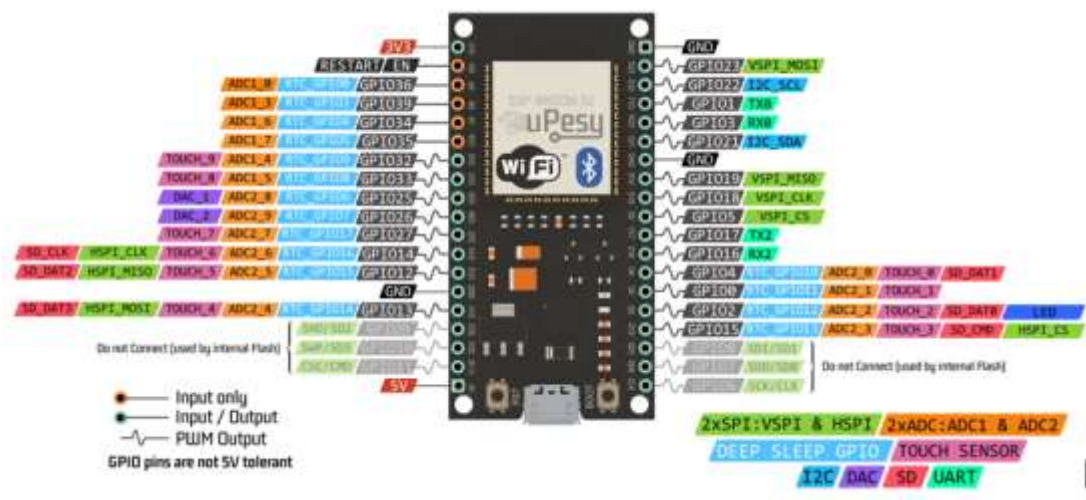


Рисунок 12 – схема підключень ESP32 WROOM

Для реалізації функції дистанційної подачі та відключення живлення на вихід розетки обрано наступне реле – одноканальне твердотільне реле FL-3FF-S-Z – рисунок 13:



Рисунок 13 – реле FL-3FF-S-Z

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 31   |

Технічні характеристики реле FL-3FF-S-Z:

- Робоча напруга: 5 – 30 В
- Максимальне навантаження 2200Вт
- Розмір: 4.35 x 1.7 x 1.7 см

Схема підключення реле зображена на рисунку 14:



Рисунок 14 - Схема підключення реле FL-3FF-S-Z

Оскільки живлення для плати модуля контролера 220В не підходить, використаємо блок живлення Hi-Link HLK-PM01 (рисунок 15):



Рисунок 15 – блок живлення Hi-Link HLK-PM01

Перетворювач напруги AC-DC в герметичному ультракомпактному корпусі Hi-Link HLK-PM01. Відмінне рішення для живлення проектів на мікроконтролерах.

- Вхідна напруга: 100-240 В
- Вихідна напруга: 5 В
- Максимальний вихідний струм: 0.6 А
- Максимальна потужність: 3 Вт
- ККД: >70%

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 32   |

- Захист від перевантаження та короткого замикання
- Розмір: 3.4 x 2 x 1.5 см

Нижче наведена схема підключення даного блоку живлення:

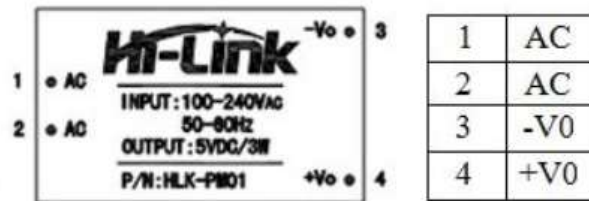


Рисунок 16 - схема підключення HLK-PM01

Даний блок живлення був обраний, оскільки він задовольняє всі потреби проекту.

Одним із найпоширеніших рішень для моніторингу стану електричної мережі є використання датчика струму ACS712.



Рисунок 17 – модуль датчика струму ACS712

Технічні характеристики датчика струму ACS712:

- Низький рівень шумів на виході
- Час відгуку: 5  $\mu$ s
- Ширина смуги пропускання: 80 кГц
- Сумарна похибка: 1.5% при 25 ° C
- Малі розміри, низький профіль, мікросхема в SOIC8 корпусі
- Внутрішній опір шунта: 1.2 мОм
- Напруга ізоляції: 2.1 кVRMS між висновками 1-4 і 5-8

- Джерело живлення: 5.0В
- Чутливість: 185 мВ/А
- Вихідна напруга пропорційно проходить струму
- Налаштування: фабричне
- Стабільність: висока

Схема підключення даного датчика :

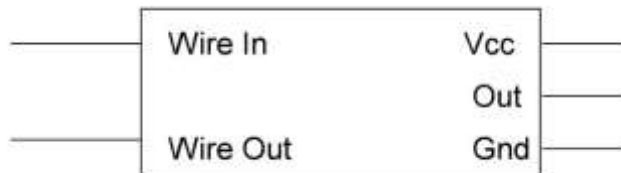


Рисунок 18 - Схема підключення ACS712

В результаті розділу вибору компонентів для розумної розетки були визначені необхідні компоненти.

Вибір цих компонентів базувався на їхній функціональності та взаємовідповідності до поставлених вимог проекту. Враховуючи ці компоненти, можна приступати до наступних етапів розробки розумної розетки, таких як підключення компонентів та програмування контролера для реалізації функціональності проекту.

Для візуальної сигналізації про стан smart-розетки, мтан підключення і наявність помилок використаємо світлодіоди 2 зелених та 1 червоний:

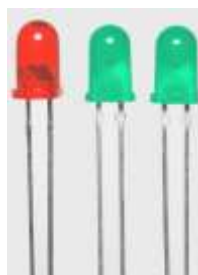


Рисунок 19 – Сигнальні світлодіоди

### 3.2 Розробка архітектури smart-розетки

Структура проекту включає такі компоненти:

- Контролер ESP32-WROOM-32;
- блок живлення Hi-Link HLK-PM01;
- реле FL-3FF-S-Z;
- датчик струму ACS712.

ESP32 виступає як основний контролер, відповідальний за керування реле та зчитування даних від датчика струму. Блок живлення забезпечує стабільне живлення для всіх компонентів. Датчик струму використовується для моніторингу стану електричного навантаження. Для кращого розуміння будови проекту наведена структурна схема, що ілюструє взаємозв'язок компонентів проекту – рисунок 18.

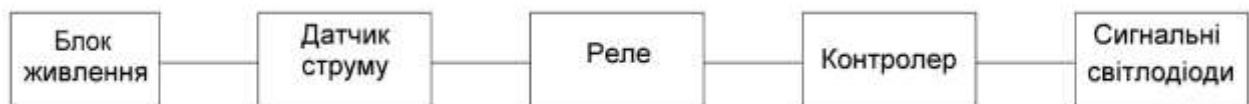


Рисунок 20 – структурна схема smart-розетки

Після структурної схеми, наступний крок - створення принципової схеми, що більш детально відображає з'єднання компонентів та їх взаємодію. В процесі створення принципової схеми, враховуються конкретні підключення, піни та інтерфейси кожного компонента. Особлива увага приділяється правильному розміщенню та підписуванню компонентів, щоб забезпечити зрозумілість та легкість сприйняття схеми. Коректність та зрозумілість принципової схеми є ключовими аспектами для подальшої розробки.

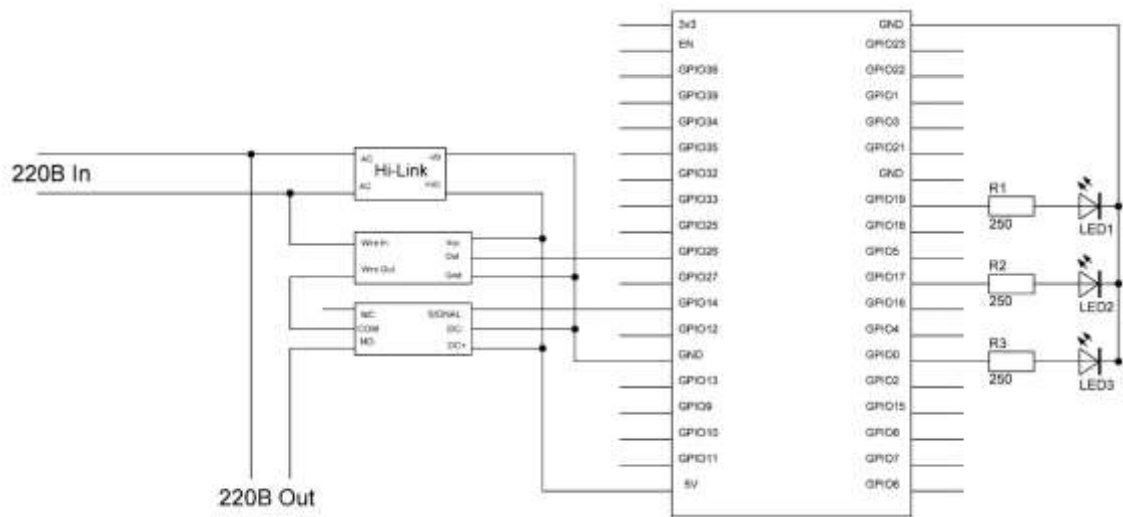


Рисунок 21 – Принципова схема розумної розетки

Наступним кроком являється написання програмного коду для smart-розетки. Для цього скористаємось середовищем Arduino IDE.

Для дистанційного керування використовується підключення по wi-fi з допомогою вбудованого модуля wi-fi в контролері ESP32.

Далі потрібно підключити необхідні бібліотеки для подальшої роботи та ввести дані вашої мережі.

```
#include <WiFi.h>
```

```
const char* ssid = "Назва_мережі_Wi-Fi";
```

```
const char* password = "Пароль_мережі_Wi-Fi";
```

```
const int relayPin = 2;    // Пін для керування реле
```

```
const int currentPin = 34; // Пін для підключення датчика струму  
ACS712
```

```
const float voltageThreshold = 220.0; // Нормальна напруга в мережі  
(Вольти)
```

```
const float voltageTolerance = 5.0;    // Допустиме відхилення від  
нормальної напруги (Вольти)
```

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 36   |

```
const int ledPin1 = 19; // Пін для світлодіода 1 (розетка працює)
const int ledPin2 = 17; // Пін для світлодіода 2 (підключено до Wi-Fi)
const int ledPin3 = 0; // Пін для світлодіода 3 (проблема з напругою)
```

```
WiFiServer server(80);
```

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
  pinMode(ledPin3, OUTPUT);

  // Підключення до Wi-Fi
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Підключення до Wi-Fi...");
  }
  Serial.println("Підключено до мережі Wi-Fi!");

  server.begin();
}

void loop() {
  WiFiClient client = server.available();

  if (client) {
    Serial.println("Новий клієнт підключений!");
    String currentLine = "";
```

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 37   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

```

while (client.connected()) {
  if (client.available()) {
    char c = client.read();
    Serial.write(c);

    if (c == '\n') {
      if (currentLine.length() == 0) {
        // Отримано порожню лінію, обробляємо отримані команди
        if (client.find("GET /on")) {
          digitalWrite(relayPin, HIGH);  // Увімкнути розетку
        }
        else if (client.find("GET /off")) {
          digitalWrite(relayPin, LOW);    // Вимкнути розетку
        }

        // Вивід стану розетки на веб-сторінку
        client.println("HTTP/1.1 200 OK");
        client.println("Content-Type: text/html");
        client.println("");
        client.println("<!DOCTYPE HTML>");
        client.println("<html>");
        client.println("<h1>Розетка</h1>");
        client.print("<p>Стан розетки: ");
        client.print(digitalRead(relayPin) ? "Увімкнено" : "Вимкнено");
        client.println("</p>");
        client.println("</html>");

        break;
      }
      else {

```

```

        currentLine = "";
    }
}
else if (c != '\r') {
    currentLine += c;
}

// Моніторинг стану електричної мережі
float voltage = getVoltage();
Serial.print("Напруга в мережі: ");
Serial.println(voltage);

// Перевірка на відхилення від нормальної напруги
if (voltage < voltageThreshold - voltageTolerance || voltage > voltageThreshold +
voltageTolerance) {
    sendNotification("Проблема з напругою!");
    digitalWrite(ledPin3, HIGH);    // Увімкнути світлодіод 3 (проблема з
напругою)
}
else {
    digitalWrite(ledPin3, LOW);    // Вимкнути світлодіод 3 (проблеми немає)
}
}
client.stop();
Serial.println("Клієнт відключений!");
}
}

float getVoltage() {
    int sensorValue = analogRead(currentPin);

```

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

```

float voltage = sensorValue * 5.0 / 1024.0; // Перетворення значення на напругу
(0-5 Вольт)
return voltage;
}

void sendNotification(String message) {
    Serial.print("Повідомлення: ");
    Serial.println(message);
}

void indicateStatus() {
    // Перевірка стану розетки та Wi-Fi
    if (digitalRead(relayPin)) {
        digitalWrite(ledPin1, HIGH); // Увімкнути світлодіод 1 (розетка працює)
    } else {
        digitalWrite(ledPin1, LOW); // Вимкнути світлодіод 1 (розетка вимкнена)
    }

    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        digitalWrite(ledPin2, HIGH); // Увімкнути світлодіод 2 (підключено до Wi-Fi)
    } else {
        digitalWrite(ledPin2, LOW); // Вимкнути світлодіод 2 (немає підключення до
Wi-Fi)
    }
}

```

Програмний код розумної розетки включає в себе функціонал підключення до мережі Wi-Fi, дистанційного управління вмиканням/вимиканням живлення на вихід розетки, а також моніторингу стану електричної мережі за допомогою датчика ACS712.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

Веб-інтерфейс надає зручний спосіб керування розеткою з будь-якого пристрою, що підключений до мережі. Користувач може вмикати або вимикати живлення на вихід розетки з використанням веб-сторінки.

Також була додана функція перевірки стану електричної мережі. За допомогою датчика ACS712 ми можемо вимірювати напругу в мережі і порівнювати її з нормальним діапазоном. У разі виявлення відхилення від нормального стану, система виведе сповіщення, що повідомить користувача про відхилення напруги.

### 3.3 Розробка макету пристрою

Корпусом для smart-розетки слугуватиме розподільча коробка розмірами 100x100x50 мм. Вибрано даний елемент з урахуванням всіх габаритних розмірів використовуваних компонентів.



Рисунок 22 – Розподільча коробка

На зовнішній частині буде розміщена розетка – рисунок 23.

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ІКТР.408009.010 - ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 41   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |



Рисунок 23 – Розетка

Зовнішній вигляд зібраного пристрою має наступний вигляд:



Рисунок 24 – Зовнішній вигляд пристрою

Всередині даного корпусу знаходиться плата з підключеними модулями елементів за наступними схемами:

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 42   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

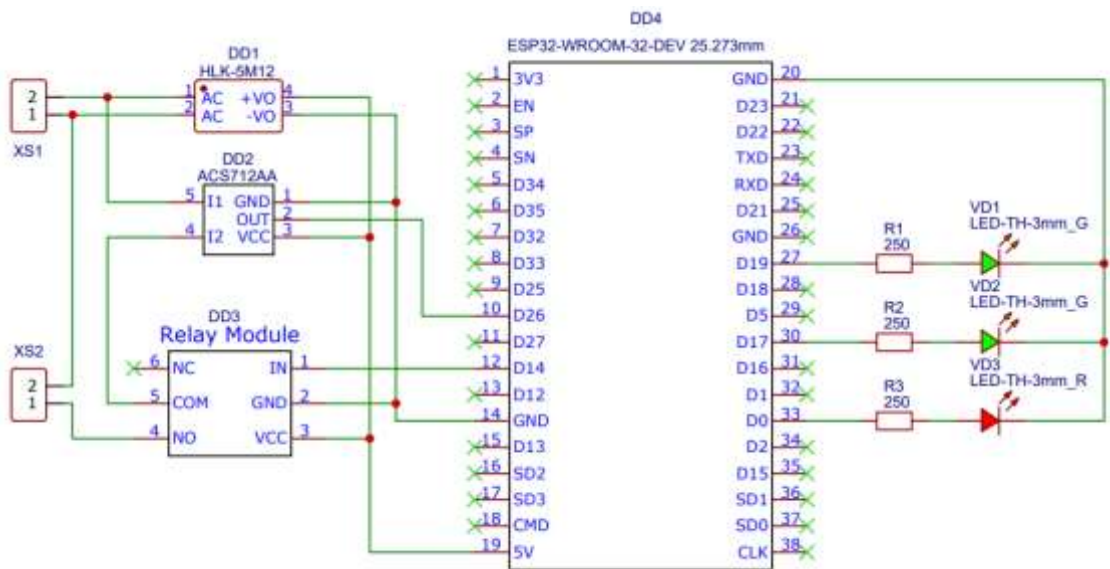


Рисунок 25 – Принципова схема smart-розетки

На друкованій платі модулі будуть розміщені в такому порядку:

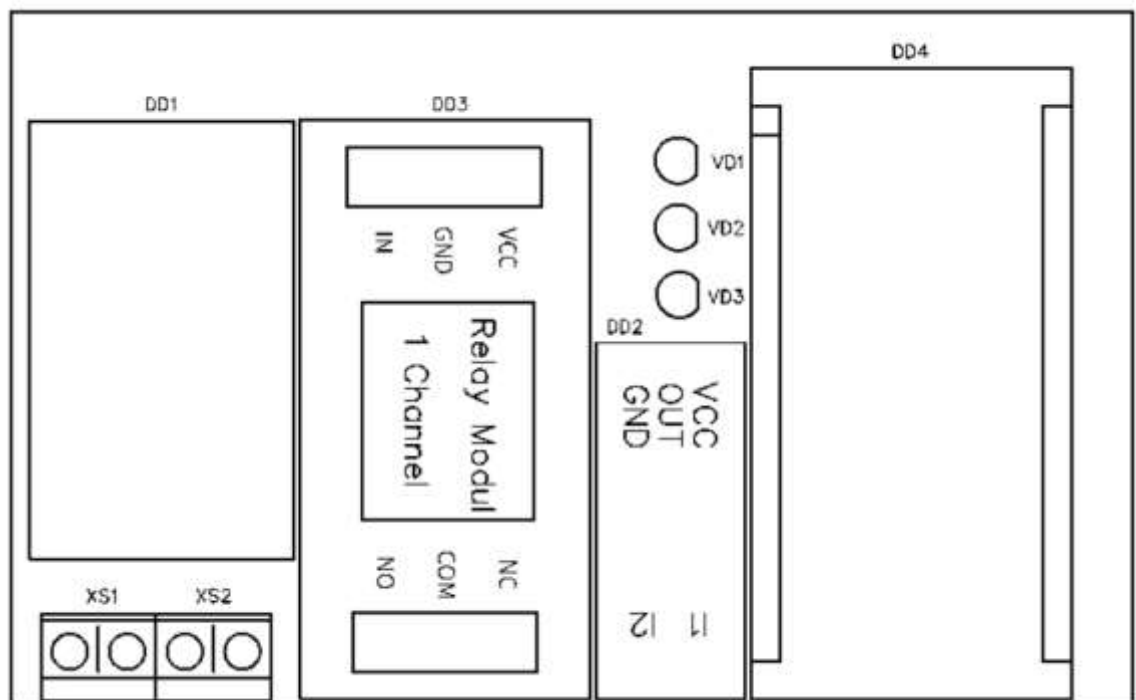


Рисунок 26 – Розміщення елементів

Нижче наведена схема друкованої плати:

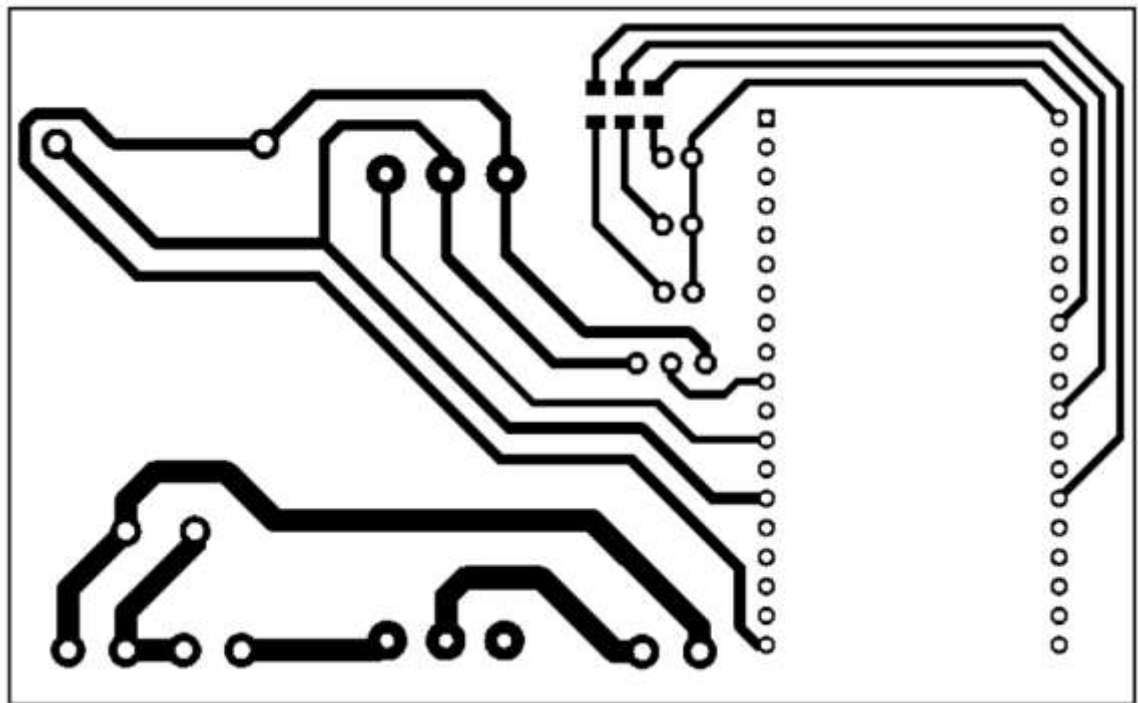


Рисунок 27 – Друкована плата smart-розетки

Проведена розробка та реалізація макету для проекту smart-розетки. Використано в ролі корпусу для пристрою пластикову розподільчу коробку на передню кришку якої монтується розетка з живленням 220В, стан якого перевіряється датчиком ACS712 для моніторингу стану електричної мережі.

Використано та встановлено 3 світлодіоди для візуальної сигналізації про стан та роботу smart-розетки. Світлодіод 1 інформую про те, є живлення в розетці чи ні, світлодіод 2 інформує про дистанційне підключення до пристрою. Світлодіод 3 спрацюватиме при виникненні проблем пов'язаних із роботою розетки(слабка напруга, висока напруга, коротке замикання). Розроблено схему друкованої плати для підключення всіх електричних компонентів пристрою.

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ІКТР.408009.010 - ПЗ

Арк.

44

## ВИСНОВОК

В ході виконання кваліфікаційної дипломної роботи був проведений ретельний аналіз літератури пов'язаної з системами розумного будинку. Отримано значну кількість інформації, висновків та функціональних можливостей таких систем. Сучасні системи розумного будинку включають в себе широкий спектр компонентів та протоколів зв'язку, що дозволяє забезпечити розширені можливості управління та моніторингу різних пристроїв та систем у домашньому середовищі.

Була проведена розробка смарт розетки з використанням сучасних технологій інтернету речей (IoT). Основною метою було створення пристрою, який забезпечує зручне та безпечне керування живленням електричних пристроїв з використанням веб-інтерфейсу та моніторинг стану електричної мережі з можливістю дистанційного керування.

У процесі розробки були використані ESP32, який відіграв роль контролера, дозволяючи забезпечити підключення до мережі Wi-Fi та взаємодію з іншими компонентами системи. Крім того, був використаний датчик ACS712 для вимірювання стану електричної мережі, що дозволило забезпечити моніторинг напруги.

Завдяки розробленій системі користувач має можливість віддалено вмикати або вимикати живлення на вихід розетки за допомогою веб-інтерфейсу, що дозволяє зручно керувати підключеними пристроями. Крім того, система здатна перевіряти стан електричної мережі та виявляти відхилення від нормального режиму роботи, що дозволяє користувачу отримувати сповіщення про можливі проблеми.

Результатом дипломної роботи є функціональний проект смарт розетки, який демонструє принципи її роботи та можливості. Розроблений код та алгоритми взаємодії дозволяють легко розширити функціональні можливості системи та адаптувати її під конкретні потреби користувача.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | ІКТР.408009.010 - ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 45   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

Загальний висновок полягає в тому, що розроблена смарт розетка відповідає поставленим завданням і має потенціал для використання в різних сферах, таких як домашня автоматизація, енергозбереження та забезпечення безпеки. Дана робота може послужити основою для подальшого дослідження та розвитку смарт розеток з розширеним функціоналом та більшою інтеграцією з іншими системами IoT.

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ІКТР.408009.010 - ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 46   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Приклади систем розумного будинку – [Електронний ресурс] – URL: <https://oxorona.com/smart-home/>
2. Функції та можливості систем розумного будинку – [Електронний ресурс] – URL: [https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B4%D1%96%D0%BC](https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D1%96%D0%BC)
3. Функції та можливості систем розумного будинку – [Електронний ресурс] – URL: <https://alterair.ua/stati/chtotakoe-umnyy-dom/>
4. Що таке розумний будинок – [Електронний ресурс] – URL: <https://ek.ua/ua/post/1990/618-chtotakoe-umnyy-dom-funkcii-vidy-sostavlyayuschie-i-ekosistemy/>
5. Arduino Nano – [Електронний ресурс] – URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino\\_Nano](https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino_Nano)
6. ESP32 – [Електронний ресурс] – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/ESP32>
7. Технічні характеристики – [Електронний ресурс] – URL: <http://www.mini-tech.com.ua>

Лістинг програмного коду:

```
#include <WiFi.h>

const char* ssid = "Назва_мережі_Wi-Fi";
const char* password = "Пароль_мережі_Wi-Fi";

const int relayPin = 2;    // Пін для керування реле
const int currentPin = 34; // Пін для підключення датчика струму ACS712

const float voltageThreshold = 220.0;    // Нормальна напруга в мережі
                                           (Вольти)
const float voltageTolerance = 5.0;    // Допустиме відхилення від нормальної
напруги (Вольти)

const int ledPin1 = 19; // Пін для світлодіода 1 (розетка працює)
const int ledPin2 = 17; // Пін для світлодіода 2 (підключено до Wi-Fi)
const int ledPin3 = 0;  // Пін для світлодіода 3 (проблема з напругою)

WiFiServer server(80);

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
  pinMode(ledPin3, OUTPUT);
}
```

```
// Підключення до Wi-Fi
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Підключення до Wi-Fi...");
}
Serial.println("Підключено до мережі Wi-Fi!");

server.begin();
}

void loop() {
    WiFiClient client = server.available();

    if (client) {
        Serial.println("Новий клієнт підключений!");
        String currentLine = "";

        while (client.connected()) {
            if (client.available()) {
                char c = client.read();
                Serial.write(c);

                if (c == '\n') {
                    if (currentLine.length() == 0) {
                        // Отримано порожню лінію, обробляємо отримані команди
                        if (client.find("GET /on")) {
                            digitalWrite(relayPin, HIGH); // Увімкнути розетку
                        }
                        else if (client.find("GET /off")) {
                            digitalWrite(relayPin, LOW); // Вимкнути розетку
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

```

// Вивід стану розетки на веб-сторінку
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println("");
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
client.println("<h1>Розетка</h1>");
client.print("<p>Стан розетки: ");
client.print(digitalRead(relayPin) ? "Увімкнено" : "Вимкнено");
client.println("</p>");
client.println("</html>");

break;
}
else {
    currentLine = "";
}
}
else if (c != '\r') {
    currentLine += c;
}

// Моніторинг стану електричної мережі
float voltage = getVoltage();
Serial.print("Напруга в мережі: ");
Serial.println(voltage);

// Перевірка на відхилення від нормальної напруги
if (voltage < voltageThreshold - voltageTolerance || voltage >
voltageThreshold + voltageTolerance) {
    sendNotification("Проблема з напругою!");
}

```

```
        digitalWrite(ledPin3, HIGH);    // Увімкнути світлодіод 3 (проблема з
напругою)
    }
    else {
        digitalWrite(ledPin3, LOW);      // Вимкнути світлодіод 3 (проблеми
немає)
    }
}
}
}
client.stop();
Serial.println("Клієнт відключений!");
}
}
```

```
float getVoltage() {
    int sensorValue = analogRead(currentPin);
    float voltage = sensorValue * 5.0 / 1024.0;    // Перетворення значення на
напругу (0-5 Вольт)
    return voltage;
}
```

```
void sendNotification(String message) {
    Serial.print("Повідомлення: ");
    Serial.println(message);
}
```

```
void indicateStatus() {
    // Перевірка стану розетки та Wi-Fi
    if (digitalRead(relayPin)) {
        digitalWrite(ledPin1, HIGH);    // Увімкнути світлодіод 1 (розетка працює)
```

```
} else {  
    digitalWrite(ledPin1, LOW); // Вимкнути світлодіод 1 (розетка вимкнена)  
}  
  
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {  
    digitalWrite(ledPin2, HIGH); // Увімкнути світлодіод 2 (підключено до Wi-Fi)  
} else {  
    digitalWrite(ledPin2, LOW); // Вимкнути світлодіод 2 (немає підключення до Wi-Fi)  
}  
}
```