

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ І КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

«Пристрій дистанційного керування електроживленням»

Завідувач кафедри

Опанасюк А.С.

Керівник

Знаменщиков Я.В.

Студентка гр. ЕС-61

Лащ Ю.В.

Суми 2020 р.

Сумський Державний Університет

Факультет ЕЛІТ

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

Напрямок підготовки: 6.171 "Електронні системи"

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Зав. Кафедри Опанасюк А.С.

«__» _____ 20 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра
студентці Лащ Юлії

1. Тема проекту «Пристрій дистанційного керування електроживленням»

затверджено наказом по кафедрі від «__» _____ 20 р. №

2. Термін здачі студентом закінченого проекту: 07.06.2020

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) _

- розробка алгоритму функціонування пристрою;

- розробка структурної схеми пристрою;

- розробка функціональної схеми пристрою;

- розробка принципової електричної схеми;

- розробка програмного забезпечення.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- блок-схема алгоритму роботи пристрою;

- структурна блок-схема роботи пристрою;

- функціональна схема пристрою;

- принципова схема пристрою.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літератури відповідно до теми дослідження	30.03 - 13.04.2020	
2	Постановка задачі проектування	13.04 - 17.04.2020	
3	Розробка алгоритму роботи пристрою. Створення структурної блок-схеми.	18.04 - 20.04.2020	
4	Побудова функціональної схеми пристрою	21.04 - 25.04.2020	
5	Вибір елементної бази	26.04 - 30.04.2020	
6	Розрахунки та синтез основних електричних вузлів. Побудова схеми електричної принципової	01.05 - 07.05.2020	
7	Розробка програмного забезпечення	08.05 - 18.05.2020	
8	Структуризація всього матеріалу та оформлення дипломної роботи	19.05 - 24.05.2020	

Студент-дипломник Лащ Ю.В.

Керівник проекту Знаменщиков Я.В.

РЕФЕРАТ

Дипломний проект бакалавра містить 51 сторінка тексту, 27 рисунків, 8 таблиць, 19 джерел та графічний матеріал у вигляді схем: 1 принципова електрична схема, 1 функціональна схема, 1 блок-схема алгоритму роботи та 1 структурна блок-схема.

Ключові слова: дистанційне керування, Смарт-розетка, система на базі мікроконтролера, мікроконтролер Atmega 328, апаратна платформа Arduino Uno, Ethernet, розгортання веб-сервера.

У даному дипломному проекті бакалавра було розроблено пристрій дистанційного керування електроживленням. В роботі досліджено роботу різних протоколів зв'язку, мікроконтролерів, датчиків та виконавчих елементів.

Пояснювальна записка складається зі вступу, 4 розділів, висновку та 4 схем.

Перший розділ включає огляд джерел, аналіз існуючих рішень та постановки задачі.

Другий розділ містить інформацію про розробку алгоритму роботи, структурної та функціональної схеми пристрою.

Третій розділ включає в себе розробку принципової схеми пристрою. Проведено вибір елементної бази, розраховано та синтезовано основні електричні вузли.

Четвертий розділ містить розробку програмного забезпечення, розроблено програму та розгорнуто власний веб-сервер.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. АКТУАЛЬНІСТЬ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	6
1.1 Огляд існуючих рішень	6
1.2 Обґрунтування вибору протоколів з'єднання	15
1.2.1 Wi-Fi	16
1.2.2 Bluetooth	18
1.2.3 Ethernet технології.	20
1.3 Постановка задачі проектування.	23
2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ, СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ	25
2.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою	25
2.2 Розробка структурної схеми пристрою	27
2.3 Розробка функціональної схеми пристрою	28
3 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ	33
3.1 Вибір елементної бази.....	33
3.2 Розрахунки та синтез основних електричних вузлів	39
4. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ	45
4.1 Технологія клієнт-сервер	45
4.2 Програмна реалізація Web-сервера	46
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	51

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лащ Ю.В.			Система дистанційного керування приладами Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Знаменщиков Я.В.					5	53
Т. Контр.						СумДУ, гр. ЕС-61		
Н. Контр.								
Затверд.		Опанасюк А.С						

ВСТУП

У зв'язку з постійним зростанням тарифів на електроенергію та проблемами електробезпеки побутових приладів, постає питання моніторингу та оптимізації енергоспоживання. Невпинно зростає і кількість різновидів систем контролю. У даній сфері з'являються нові технології та способи інтеграції приладів у єдину мережу, постійне оновлення сенсорів та можливостей управління.

Спроекований пристрій не продиктований життєвою необхідністю, проте як і більшість сучасних девайсів, економить час користувачів, підвищує продуктивність їх праці та відпочинку.

Технологія має величезний потенціал, який обмежується тільки відносно високою вартістю готової системи. На даний момент у відкритому доступі можна знайти безліч мануалів, що допоможуть з розробкою та установкою власної реалізації. Однак, розгортання такої системи так і залишається неможливим для користувачів без базових навичок роботи з мікроконтролерами та програмуванням. На допомогу приходять апаратні платформи з величезною кількістю бібліотек Arduino та Raspberry Pi. Часто ці плати сприймаються як аналоги, або й як конкуруючі апаратні платформи. Проте це не так, якщо придивитися до апаратної частини та програмного забезпечення, стає очевидним, що вони призначені для різних цілей.

Raspberry Pi може виступати в ролі повноцінного комп'ютера з повною підтримкою операційної системи Linux та використанням багатозадачності.

Для апаратних проектів доцільніше використовувати плату Arduino. Вона більше підходить для апаратної реалізації за рахунок своєї простоти. Arduino має здатність зчитувати аналогові сигнали в режимі реального часу. В той час як, Raspberry Pi потребує додаткового апаратного забезпечення. Саме ця гнучкість дозволяє Arduino працювати з великим різновидом датчиків та чипів.

На сьогоднішній день, розумною розеткою чи лічильником здивувати вже складно. Невпинно зростає і кількість реалізацій з використанням різних

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

протоколів та технологій. Проте, постійна модернізація та розширення залишає невирішеними такі проблеми:

- недостатній рівень стандартизації та сумісності різних протоколів;
- надійність системи;
- безпека та захищеність системи від стороннього доступу;
- висока вартість та складність розгортання системи для користувача.

У процесі виконання роботи досліджуються основні існуючі підходи до побудови систем дистанційного керування електроживленням, аналізуються протоколи та мережеві технології, виокремлюються їх недоліки і переваги. Вивчаються шляхи вдосконалення існуючих рішень у даній сфері. Обґрунтовується вибір протоколів, технологій та підходів до побудови систем, що дозволили хоча б частково вирішити проблеми, описані раніше.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
						7
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. АКТУАЛЬНІСТЬ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Огляд існуючих рішень

Здебільшого, система управління електроживленням позиціонується одним із компонентів комплексу «Розумний будинок».

Розумний будинок –система домашніх пристроїв, що здатні виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини.[3] В сучасних умовах домашня автоматизація є надзвичайно гнучкою. Користувач має можливість самостійно сконструювати та налаштувати для особистих цілей та потреб.

Концепція мережі «Розумний» будинок отримала своє логічне продовження – систему «Інтернет речей», де пристрої, які під'єднані до мережі можуть збирати та обмінюватись даними, що поступають з серверів, та взаємодіють між собою без участі людини. До системи «Інтернет речей » може входити будь-які автономні пристрої з можливістю підключення до Інтернет.

Система «Розумний будинок» забезпечує керування будинком за допомогою одного пристрою - смартфона. Система має багато рішень та комплектацій, проте все ще залишається досить дорогим задоволенням.

На даний момент, розробники надають можливість самостійного збору системи з окремих компонентів. Одним з перших елементів розумного будинку є розетка. Смарт-розетки дозволяють керувати підключеними пристроями, освітленням та захищають оселю від нещасних випадків.

Функції Смарт-розеток:

- Вимкнення електричних пристроїв при перевантаженні мережі;
- Контроль споживання енергії;
- Активація та деактивація розетки з телефону;
- Робота за розкладом. Розетка може вмикати/вимикати пристрій в заданий проміжок часу;

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

- Відстеження станів пристрою. У випадку аномального збільшення температури розетка відправить на смартфон повідомлення та активує пожежну тривогу.

Спосіб керування. На даний момент, Смарт-розетки підтримують керування чотирма способами:

- Радіокерування. Для управління використовується окремий пульт;
- Через телефон. Управління здійснюється за допомогою SMS на будь-якій відстані від будинку;
- За допомогою глобальної мережі. Управління може здійснюватись навіть з іншої країни;
- За допомогою Wi-Fi або Bluetooth. Управління здійснюється на відносно невеликій відстані від пристрою.

Проаналізуємо кілька найпопулярніших «Смарт-розеток» за версією Інтернет магазину Розетка:

TP-Link HS100. Дозволяє з легкістю автоматизувати використання будь-якого електричного пристрою в будинку. Часто використовується для управління вимикачами, лампами, яскравістю світла, роботою роутера тощо.

TP-Link HS100 дозволяє відслідкувати використання електроенергії. Зберігає історію енергоспоживання.



Рисунок 1.1- Зображення Смарт-розетки TP-Link HS100

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таблиця 1.1 - Основні характеристики Смарт-розетки TP-Link HS100

Характеристика	Значення
Виробник	Китай
Матеріал корпусу	Полікарбонат
Маса	132 г
Спосіб керування	Інтернет

Переваги:

- Легке автоматизування управління роботою пристроїв;
- Підтримка управління зі смартфона;
- Працює і на великих відстанях;
- Наявність таймера.

Xiaomi Mi Smart Power Plug. Модель підтримує управління з будь-якої точки планети при наявності доступу до інтернет. Досить легко автоматизує роботу пристроїв. Можливості розетки розширюються при додаванні компонентів розумного будинку від Xiaomi .



Xiaomi Mi Smart Power Plug 

Рисунок 1.2 - Зображення Смарт-розетки Xiaomi Mi Smart Power Plug

Таблиця 1.2 - Основні характеристики Xiaomi Mi Smart Power Plug

Характеристика	Значення
Виробник	Китай
Матеріал корпусу	Термопластик
Маса	63.5 г
Спосіб керування	Інтернет

Переваги:

- Легке автоматизування управління роботою пристроїв;
- Підтримка управління зі смартфона;
- Працює і на великих відстанях;
- Матеріал корпусу стійкий до загорання, лише плавиться;
- Наявність таймера.

Redmond SkyPort 100s. Особливістю даної моделі є підтримка Bluetooth. Керування здійснюється за допомогою спеціального додатку Ready For Sky. Розетка має вбудований захист від перепадів напруги та підвищення температури. Модель володіє високою пропускну здатність, що надає можливість одночасного підключення декількох пристроїв.



Рисунок 1.3 - Зображення Смарт-розетки Redmond SkyPort 100s

Таблиця 1.3 - Основні характеристики Redmond SkyPort 100s.

Характеристика	Значення
Виробник	США
Матеріал корпусу	Термопластик
Маса	60 г
Спосіб керування	Радіокерування

Переваги:

- Вставлений захист від стрибків напруги і нагрівання;
- Наявність таймера;
- Підтримує до 3-х підключень при сумарній потужності до 2.2кВт.

Geos Sokol-GS1. Простий та зручний у використанні пристрій. Дозволяє налаштувати будь-які електроприлади. Модель керується телефоном. Розетка має надійну систему захисту від стрибків напруги і підвищення температури.



Рисунок 1.4 - Зображення Смарт-розетки Geos Sokol-GS1

Таблиця 1.4 - Основні характеристики Geos Sokol-GS1

Характеристика	Значення
Виробник	Україна
Матеріал корпусу	Термопластик
Маса	350 г
Спосіб керування	Телефонне

Переваги:

- Захист від короткого замикання;
- Захист від перегріву;
- Підтримує підключення до 4-х пристроїв.

Fibaro Wall Plug. Модель відрізняється від представлених вище рішень яскравим дизайном та ергономічною конструкцією.

Розетка має вбудований стабілізатор напруги, що дозволяє уберегти пристрій від виходу з ладу. Робочі характеристики мережі – 230В і 11А.

Підтримує управління пристроєм в один доторк на смартфоні.

Для передачі сигналу використовується стандарт Z-wave.

Додатково присутній захист від короткого замикання та перегріву.



Рисунок 1.5 - Зображення Смарт-розетки Fibaro Wall Plug

Таблиця 1.5 - Основні характеристики Смарт-розетки Fibaro Wall Plug

Характеристика	Значення
Виробник	Польща
Матеріал корпусу	Пластик
Маса	67 г
Спосіб керування	Телефон

Переваги:

- Ефективно контролює споживання електроенергії;
- Підтримує управління з Android і iPhone;
- Дозволяє встановлювати потужні пристрої.

Для кращої наглядності та зручності порівняння характеристик, приладів занесемо їх до спільної таблиці. В останньому стовпчику для порівняння вартість заявлену в інтернет-магазині ROZETKA.

Таблиця 1.6- Порівняння характеристик Смарт-розеток

Модель	Виробник	Маса (г)	Матеріал	Спосіб управління	Вартість (грн)
TP-Link HS100	Китай	132	Полікарбонат	Інтернет	769
Xiaomi Mi Smart Power Plug	Китай	63.5	Термопластик	Інтернет	549
Redmond SkyPort 100s	США	60	Термопластик	Радіокерування	699
Geos Sokol-GS1	Україна	350	Термопластик	Телефон	960
Fibaro Wall Plug	Польща	67	Пластик	Телефон	1 999

1.2 Обґрунтування вибору протоколів з'єднання

При побудові системи «Розумний будинок» з'являється потреба універсального зв'язку та «спілкування» між компонентами. На даний момент такої «універсальної мови» не існує, натомість спостерігається декілька несумісних між собою спеціалізованих платформ та протоколів. Кожен з них має власні переваги та недоліки, базується на дротовому, гібридному чи бездротовому підключенні. Вибір стандарту не є очевидним, проте саме з нього починається розробка всієї домашньої автоматизації. На перший погляд, може здатися, що більшість стандартів володіють однаковими властивостями та виконують одну і ту ж роботу. Проте, варто трошки детальніше зануритись в тему і відразу ж стають помітними принципові відмінності між ними. Різні технології бездротової мережі розроблялись для виконання різних задач різними способами. Наведемо короткий опис протоколів з'єднання:

Таблиця 1.7 – Спеціалізовані протоколи системи «Розумний будинок»

Протокол	Тип передачі	Швидкість передачі	Зауваження
KNX	PLC, RF, вита пара, Ethernet	9,6 кбіт/сек	Стандартизовано на міжнародному рівні (ISO/IEC), Канада (CSA-ISO), Європа (CENELEC/CEN), Китай (GB/T)
Universal Powerline Bus	PLC	480 біт/сек	Технологія 2-сторонньої комунікації, що дозволяє використовувати в якості середовища передачі сигналів існуючу електромережу
X10	PLC, RF	20 біт/сек	Система віддаленого контролю для ламп та побутових приладів розроблена на основі X10 Wireless Technology що використовує домашню електромережу для передачі керуючих сигналів
Zigbee	RF	20 – 250 кбіт/сек	Профілі ZigBee засновані на специфікації IEEE 802.15.4, що описує радіо-мережі що працюють на частоті 2.4 ГГц та передають невеликі обсяги даних в будівлях на відстані до 100м
Z-Wave	RF	100 кбіт/сек	Протокол з низьким енергоспоживанням. В Пн. Америці використовується частота 908.42 МГц, інші використовують частоти до 1 ГГц

На сьогоднішній день, безпосередньо для мережі «Інтернет речей» існує велика кількість різних стандартів та специфікацій. Проте, головними недоліками усіх цих проколів зв'язку є відносно низький рівень сумісності між різними версіями, необхідність наявності шлюзу з мережею типу Wi-Fi для ручного керування системою користувачем [4].

Тому для реалізації системи було прийняте рішення використовувати лише доступні та широко розповсюджені протоколи зв'язку, як Ethernet, Wi-Fi або Bluetooth. Таким чином, вирішується проблема сумісності, дистанційного керування та доступу до системи, спрощується апаратна реалізація системи, проте гостро постає питання забезпечення надійності та невисокого рівня енергоспоживання.

1.2.1 Wi-Fi (Wireless Fidelity) - це сучасна технологія бездротового доступу в Інтернет, що найбільше динамічно розвивається. Доступ в Інтернет за технологією Wi-Fi здійснюється за допомогою спеціальних радіо-точок доступу.[5]

Сучасні реалізації мережі дозволяють використовувати швидкість передачі даних понад 100 Мбіт/с. Користувачі можуть переміщуватися між точками доступу на території покриття мережі Wi-Fi. При цьому, при зміні точок доступу спостерігається короткочасний розрив зв'язку. Пристрої-клієнти мають бути оснащені клієнтськими приймально-передавальними пристроями для підключення до мережі Wi-Fi та отримувати доступ до Інтернет через точки доступу.

Структура мережі Wi-Fi з підключення до мережі Інтернет показана на рисунку 1.6.

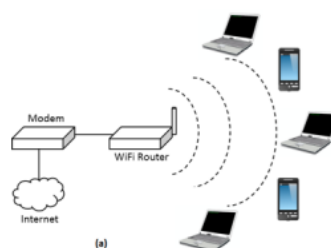


Рисунок 1.6 – Структура мережі Wi-Fi [6]

Новим стандартом безпроводної передачі даних між пристроями без використання додаткового маршрутизатора став Wi-Fi Direct. Дана технологія може бути вбудована практично у всі пристрої, що дозволяє позбавитись від зайвого безпроводного інтерфейсу. Технологія дозволяє створення цілих груп з'єднаних між собою пристроїв. При цьому, наявність чипу Wi-Fi Direct не є обов'язковою для кожного учасника мережі. Достатньо одного чипу, який виступить в ролі координатора трафіку між пристроями з звичайними модулями Wi-Fi. Кількість пристроїв, які можна об'єднати в групу чи підключити до одного з пристроїв, залежить від конкретних умов.

Можливі типи з'єднань по протоколу Wi-Fi Direct показані на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Типи з'єднань Wi-Fi Direct

Wi-Fi Direct може замінити точки доступу, проте звичний для нас Wi-Fi витіснити не вдасться, адже технології вже з етапу розробки створювались з різною метою.

Wi-Fi призначений, в основному, для доступу до мережі Інтернет, а Wi-Fi Direct в свою чергу використовується переважно для об'єднання декількох пристроїв за відсутності зовнішніх точок підключення.

Точки доступу, як правило, підтримують додаткові можливості підключення до мережі через порт Ethernet та широкий спектр управління мережевими можливостями.

Сформуємо основні переваги і недоліки використання технології Wi-Fi у сфері «Інтернет речей».

Переваги:

- Широке розповсюдження в комп'ютерах та мобільних пристроях;
- Висока швидкість передачі даних;
- Досить великий радіус дії.

Недоліки:

- Високе енергоспоживання;
- Відносно велика вартість;
- Складний процес додавання до мережі деяких пристроїв;
- Радіус дії та швидкість передачі залежить лише від потужності маршрутизатора або адаптера клієнта.

1.2.2 Bluetooth. Другим найпопулярнішим протоколом зв'язку залишається технологія Bluetooth. Створена у далекому 1998 році групою компаній: Ericsson, IBM, Intel, Nokia, Toshiba, технологія використовувалась для синхронізації даними між мобільними телефонами. Проте, стандарт швидко отримав звання основної технології обміну даними в персональних мережах та для підключення периферійних пристроїв.

Першим кроком на шляху до концепції «Інтернет речей» став Bluetooth 4.0, що включає версію з низьким енергоспоживанням Bluetooth (Bluetooth Smart). Ця технологія орієнтована на нове покоління розумних пристроїв. Bluetooth Low Energy виконує передачу даних невеликими пакетами. Пристрої з'єднуються між собою лише при необхідності відправки чи отримання даних. Таким чином, вдається забезпечити раціональне використання ресурсів та позбавитись від зайвих витрат енергії, забезпечуючи вражаючу швидкість передачі даних - до 2Мбіт/с.

Проте, технологія має і кілька суттєвих недоліків, які не дозволяють її використання в гнучкій системі «Інтернет речей». Bluetooth використовує

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

діапазон 2.4 ГГц, як і багато інших пристроїв (мікрохвильові печі, радіоняні, бездротові телефони). Хоч технологія і оснащена технологією адаптивної зміни частоти, яка забезпечує здатність динамічно перемикатися між 40 доступними каналами, не використовуючи слабкі та завантажені канали, в ході передачі даних, використання саме цієї частоти залишається мінусом. Навіть, не зважаючи на велику кількість перешкод, використання діапазону 2.4 ГГц є недоцільним, адже сигнал на цій частоті згасає швидше, що значно зменшує радіус дії технології.

Bluetooth було спроектовано для підтримки досить простої мережі з топологією «зірка». Вона не підходить для створення динамічної, керованої, гнучкої мережі нашого будинку.

Переваги:

- Високий рівень сумісності;
- Висока швидкість передачі даних в мережі;
- Помірне енергоспоживання в порівнянні з Wi-Fi;
- Велике розмаїття модулів Bluetooth під різні задачі;
- Невисока вартість;

Недоліки:

- Погана захищеність від перешкод в діапазоні частот 2.4ГГц;
- Невеликий радіус дії;
- Складність розширення мережі.

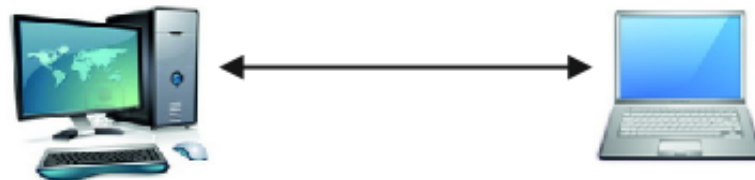
1.2.3 Ethernet технології. Ethernet - це технологія, яка з'єднує провідні локальні мережі (LAN) і дозволяє пристрою взаємодіяти один з одним за протоколом, що є спільною мережевою мовою.[14]

Ethernet – найпопулярніший інтерфейс в світі. Саме його використовують для об'єднання комп'ютерів у спільну локальну мережу. Ethernet контролер став невід'ємною частиною кожного комп'ютера.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

Звичайно, при використанні виключно Ethernet, втрачається необхідна нам мобільність, адже смартфони, планшети, нетбуки і деякі інші пристрої використовують WI-FI. Ось чому більшість налаштувань локальної мережі включають можливість підключення WI-FI.

Топологія мережі. Для з'єднання двох мережевих пристроїв достатньо одного кабелю.



С е т е в ы е у с т р о й с т в а

Рисунок 1.8 - З'єднання двох пристроїв

При використанні більше двох приладів, з'єднання відбувається з допомогою хабів(HUB).



С е т е в ы е у с т р о й с т в а

Рисунок 1.9 - З'єднання за допомогою хабів

Хаб або мережевий концентратор- це електронний прилад для з'єднання кількох мережевих пристроїв в один сегмент мережі. Він містить кілька портів вводу/виводу. [10]

Хаб є звичайним повторювачем. Сигнали, що надходять на один з портів, повторюються на решті. Хоч і фізична топологія мережі виглядає радіально, з

використанням хабів вона перетворюється на «спільну шину». Всі пакети даних в мережі потрапляють на всі пристрої мережі, навіть, на пристрої, яким не призначені. В на час, хаби практично витіснені мережевими комутаторами.



Рисунок 1.10 - З'єднання за допомогою комутатора

На відміну від хабів, топологія мережі залишається радіальною не тільки в фізичному сенсі, а і на логічному рівні. Комутатор передає пакети даних безпосередньо отримувачу.

Роутер чи маршрутизатор - це мережевий шлюз, пристрій для передачі пакетів між різними мережами. Як правило, використовується для підключення до глобальної мережі Інтернет. Більшість сучасних роутерів виконують функції і мережевих комутаторів.[1]



Рисунок 1.11 - З'єднання за допомогою маршрутизатора

Пошук ефективного рішення, що дозволяє виконувати обмін даними між комп'ютером, мобільними пристроями та мікроконтролерами через інтерфейс Ethernet призводить до вибору одного зі шляхів :

1. Програмна реалізація протоколу Ethernet;
2. Використання МК із вбудованою підтримкою Ethernet;
3. Використання зовнішнього модуля з Ethernet-контролером.

Програмна реалізація потребує використання апаратних засобів для перетворення електричних сигналів, значних витрат обчислювальних ресурсів і значно ускладнює процес розробки і відлагоджування.[13]

Використання МК з апаратною підтримкою Ethernet спрощує і пришвидшує розробку кінцевої мікропроцесорної схеми. Проте, мікроконтролери, з підтримкою Ethernet, мають значно більшу вартість, ніж МК зі схожими характеристиками без апаратної підтримки Ethernet. Кінцеву вартість мікропроцесорної системи можна скоротити за рахунок використання зовнішнього модуля. Широкого розповсюдження отримали SPI-Ethernet контролери.

Переваги:

- Швидкість;
- Стабільність;
- Захищеність від перешкод;
- Невелика вартість;
- Гарантована сумісність з усіма пристроями, що мають відповідний адаптер;
- Можливість суттєво збільшити радіус з'єднання при наявності маршрутизатора та доступу до Інтернет.

Недоліки:

- Пристрій під'єднано кабелем.

У даному розділі було розглянуто найдоступніші протоколи з'єднання та приведено основні переваги та недоліки. У проектування розробленої системи керування було прийняте рішення використовувати Ethernet для надання

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

мікроконтролеру доступу до Інтернет та wi-fi для з'єднання керуючого пристрою з маршрутизатором.

1.3 Постановка задачі проектування

Основною задачею проектування є реалізація системи управління потоками електроенергії та електроприладами, яку можна вільно видозмінювати і переробляти при будь-якому бажанні. Розроблений пристрій буде включати дві основні складові:

- Smart Switch – розумна розетка чи вимикач на базі мікроконтролера, що відправляє дані про основні параметри клімату та підключеного до неї електроприладу та дозволяє здійснювати його комутацію при надходженні сигналу з пристрою керування;

- Smart Dispatcher – web-сервер, що забезпечує автоматизоване управління системою з наступними функціями:

- 1) Збирає дані від усіх пристроїв системи;

- 2) Надає можливість в ручному режимі підключати/відключати їх від електромережі;

Основні вимоги до пристрою

- Пристрій повинен мати модуль для забезпечення з'єднання з сервером системи;

- Пристрій повинен мати мікроконтролер, що забезпечує формування сигналів для включення або відключення електричних приладів;

- Пристрій повинен мати зовнішню оптичну розв'язку для включення або відключення електричних приладів;

- Пристрій живиться від мережі (220В, 50Гц).

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
						23
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ, СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ

2.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою

Розроблений пристрій призначений для дистанційного моніторингу та керування потоками електричної енергії, що споживається електричними приладами. Він позиціонується, як система з відкритим кодом та повністю ліцензійним програмним та апаратним забезпеченням. Будь-який користувач може легко використовувати та розширювати систему. Розширюваність здійснюється за рахунок сумісних з Arduino модулів, однак для додавання нових сенсорів потрібно встановити новий скетч. Система складається з двох частин: модулі управління виконавчими елементами та мобільний веб-ресурс для управління системою на основі Arduino та відображення інформації у зрозумілому для користувача вигляді.

У відповідності до поставленої задачі складемо алгоритм роботи, що проектується.

Після подачі живлення на пристрій відбувається його ініціалізація, встановлюються початкові параметри (всі реле закриті). Після подачі сигналу на реле поточні стани відображаються на пристрої керування за допомогою web-сервера. Користувач має змогу управління станами пристрою (реле), подаючи сигнал з пристрою управління (смартфон). Якщо з управляючого пристрою надходить сигнал про зміну необхідних параметрів, він подається на виконуючий пристрій через web-сервер. Після подачі сигналу на необхідні реле, поточні параметри виводяться на дисплей управляючого пристрою. Цикл замикається. Блок-схема алгоритму роботи пристрою зображена на рисунку 2.1.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
						24
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

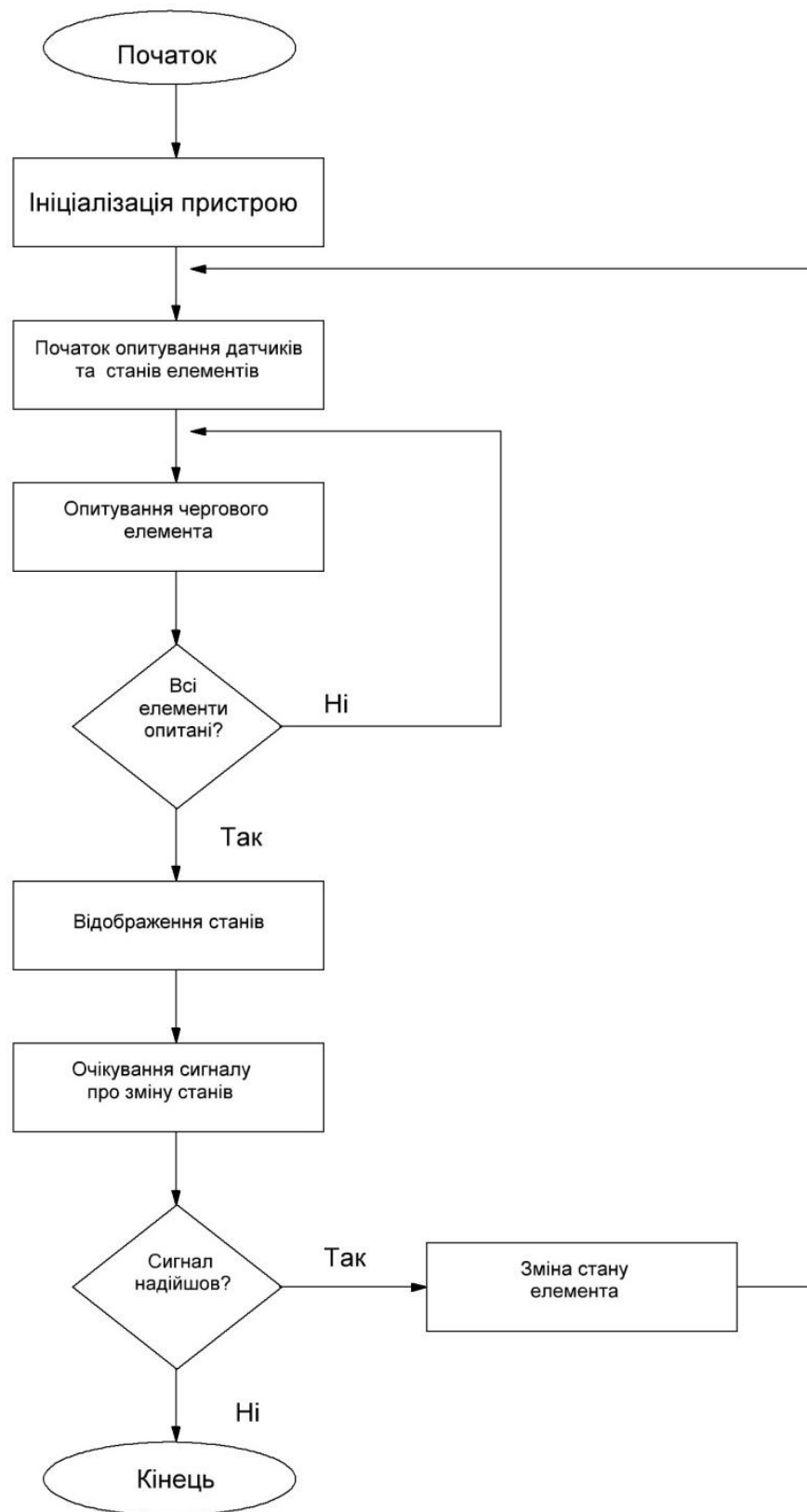


Рисунок 2.1 - Блок-схема алгоритму роботи пристрою

2.2 Розробка структурної схеми пристрою

Для реалізації заданого алгоритму роботи необхідні функціональні блоки, які приведено на структурній схемі пристрою.

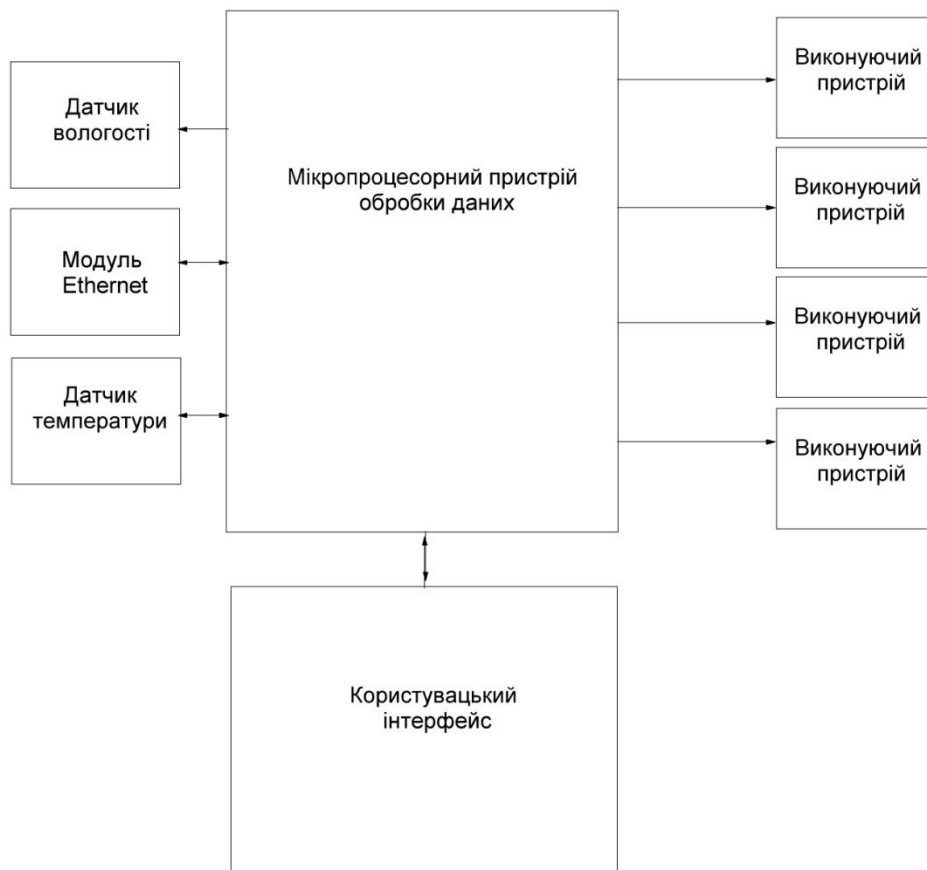


Рисунок 2.2 – Структурна схема пристрою

Побудований за наведеною структурною схемою, пристрій живиться від електромережі (220В, 50Гц). Змінна напруга перетворюється в стабілізовану постійну напругу 5В, що живить мікроконтролер. Бездротовий зв'язок та передачу даних в обох напрямках забезпечує Ethernet модуль, дозволяючи розгорнути власний web-сервер. Центральним вузлом проєктованого пристрою виступає мікроконтролер. Він займається прийомом та опрацюванням даних, передаванням на пристрій виведення інформації.

2.3 Розробка функціональної схеми пристрою

Оскільки в розроблюваній схемі передбачається проведення циклічного опитування датчиків, керування станами та виведення їх на дисплей пристрою управління, систему доцільно виконати на базі мікроконтролера.

Умовно систему можна розділити на декілька блоків:

- 1) мікроконтролер, який виконує керування станами виконавчих елементів та аналізує дані з датчиків;
- 2) інтерфейс користувача;
- 3) виконавчий елемент, який забезпечує комутацію підключених пристроїв.

Під час проектування постало завдання вибору інтерфейсу зв'язку датчиків і виконавчих елементів з мікроконтролером.

В якості інтерфейсу передачі даних між датчиками і мікроконтролером використовується інтерфейс I²C / ІІС (Inter-Integrated Circuit). Це протокол послідовного зв'язку синхронного двопровідного типу.

Цей протокол створювався, як проста шина для зв'язку блоків всередині пристрою. Для передачі даних I²C використовує дві двонаправлені лінії зв'язку, які називаються шиною послідовних даних SDA (Serial Data) шина тактування SCL (Serial Clock). Шини підтягуються до шин живлення через резистори.

В мережі є принаймні один ведучий та кілька відомих. Ведучий пристрій ініціалізує передачу даних та генерує сигнали синхронізації. Відомі пристрої передають дані за запитом ведучого. Кожен відомий пристрій має власну унікальну адресу (від 7 до 10 біт), яка використовується для ідентифікації. До однієї шини I²C може бути підключено до 127 пристроїв. Спочатку ведучий генерує запит з конкретною адресою відомого пристрою. Кожен пристрій порівнює цю адресу зі своєю та відповідає при їх співпадінні. Кожне повідомлення починається з умов запуску. А закінчується умовами зупинки Шини підтримують «гаряче підключення» (можливість підключати пристрої в процесі роботи).

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

Для роботи з інтерфейсом I²C у Arduino UNO виокремлено два аналогові порти A4 та A5 (SDA та SCL відповідно). В

Протокол I²C є досить поширеним та має багато переваг:

- Декілька ведучих та відомих можуть з'єднуватись один з одним;
- Для протоколу необхідно лише два проводи.

Він якнайкраще підходить для передачі даних з датчиків. I²C має досить низьку швидкість передачі даних, що унеможлиблює його використання для з'єднання з виконавчими елементами.

В якості інтерфейсу передачі даних доцільно обрати протокол послідовного зв'язку синхронного типу SPI. Цей протокол містить дві лінії даних MOSI та MISO для передачі даних в обох напрямках, тактову лінію SCK і лінію вибору відомих пристроїв SS.

SPI може містити один ведучий пристрій (найчастіше це мікроконтролер) і кілька ведених, які відповідають виключно на запит ведучого. Ведучий елемент відправляє дані через MOSI, а ведені відповідають через MISO

Для реалізації SPI зв'язку використовують декілька 8 бітних регістрів.

- SPDR(регістр даних SPI) використовується для зберігання одного байта даних, що має бути отриманий чи переданий;
- SPSR(регістр станів SPI) містить біти станів, що беруть участь в передачі SPI;
- SPCR(регістр керування SPI) містить контрольні біти, що беруть участь в передачі SPI;

Перевагами інтерфейсу є:

- Повнодуплексна передача даних за замовчуванням;
- Вища пропускна здатність в порівнянні з I²C;
- Простота апаратної реалізації:
- Нижчі витрати енергії в порівнянні з I²C;

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

- Можливість використання в системах з низькою стабільною тактовою частотою;
- Веденим пристроям не потрібна унікальна адреса, на відміну від I²C.
- Використовується лише чотири виводи;
- Однонаправлений характер сигналів дозволяє організувати гальванічну розв'язку;
- Максимальна тактова частота обмежена лише швидкістю пристроїв, що беруть участь в обміні даними.

Недоліки:

- Необхідність використання більшої кількості виводів, ніж для I²C;
- Ведений пристрій не може керувати потоком даних;
- По дальності передачі поступається UART.

Як інтерфейс передачі даних на комп'ютер для зміни параметрів та модернізації пристрою використовується інтерфейс RS-232. Даний інтерфейс нескладно реалізувати апаратно, він має досить високу швидкість передачі даних, достатню завадостійкість, підтримується більшістю сучасних мікроконтролерів.

RS-232 – асинхронний послідовний інтерфейс. При передачі даних спеціальний синхронізуючий сигнал не використовується і окремі символи можуть передаватися з часовими інтервалами. Передача кожного символу починається з стандартного стартового сигналу, а закінчується стоповим сигналом. Стартовий сигнал- це нульовий біт, який називають стартовим. Його призначення- повідомити, що наступні 8 біт являються байтом даних. Після символу даних передаються один чи два стопових біта, що вказують на кінець передачі. Стартовий біт завжди йде з рівнем логічного нуля, а стоповий- одиниці. Асинхронний інтерфейс орієнтований на передачу байтів, в інформаціїщо передається близько 20% призначена для ідентифікації початку та кінця кожного символу. Дані можуть передаватися двобічно.

На рисунку 2.3 зображено вигляд одного фрейма RS-232 при налаштуваннях : 8 біт даних, один стоповий біт.

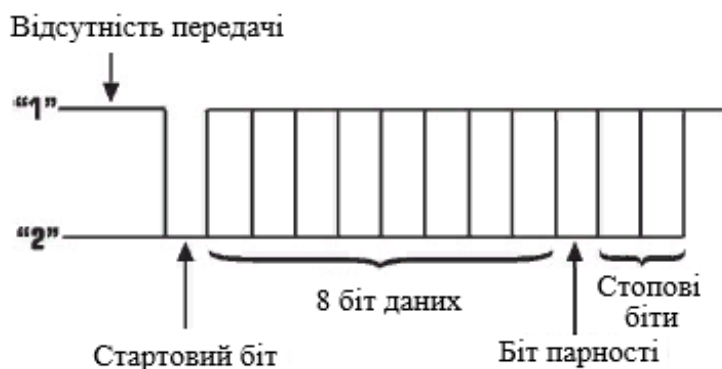


Рисунок 2.3 – Формат даних RS-232C[19]

Для передачі даних призначені виводи RxD та TxD. Решта використовуються для ідентифікації стану пристроїв (DTR, DSR), управління передачею (RTS. CTS) та ідентифікації станів лінії (CD, RI).

Основною перевагою використання RS-232 є його популярність. Майже всі комп'ютери обладнані хоча б одним портом RS-232.

Недоліками стандарту вважається:

- досить невелика відстань передачі сигналу;
- можливість з'єднання лише двох пристроїв по типу «точка-точка».

Ці недоліки можна вирішити за допомогою подовжувача та розширювача.

Користувацький інтерфейс забезпечується з використанням протоколу Ethernet. Він має досить високу швидкість передачі даних, надійність, легко реалізовується апаратно та підтримується більшістю пристроїв. Більшість модулів мають вбудований веб-сервер. Сервер приймає HTTP-запити від клієнта та видає їм відповідь разом з HTML сторінкою, що значно полегшує сприйняття даних для пересічного користувача.

Перевагами даного інтерфейсу можна вважати: високе розповсюдження, простоту і дешевизну з'єднувального кабелю, простоту і доступність програмного забезпечення для роботи з інтерфейсом.

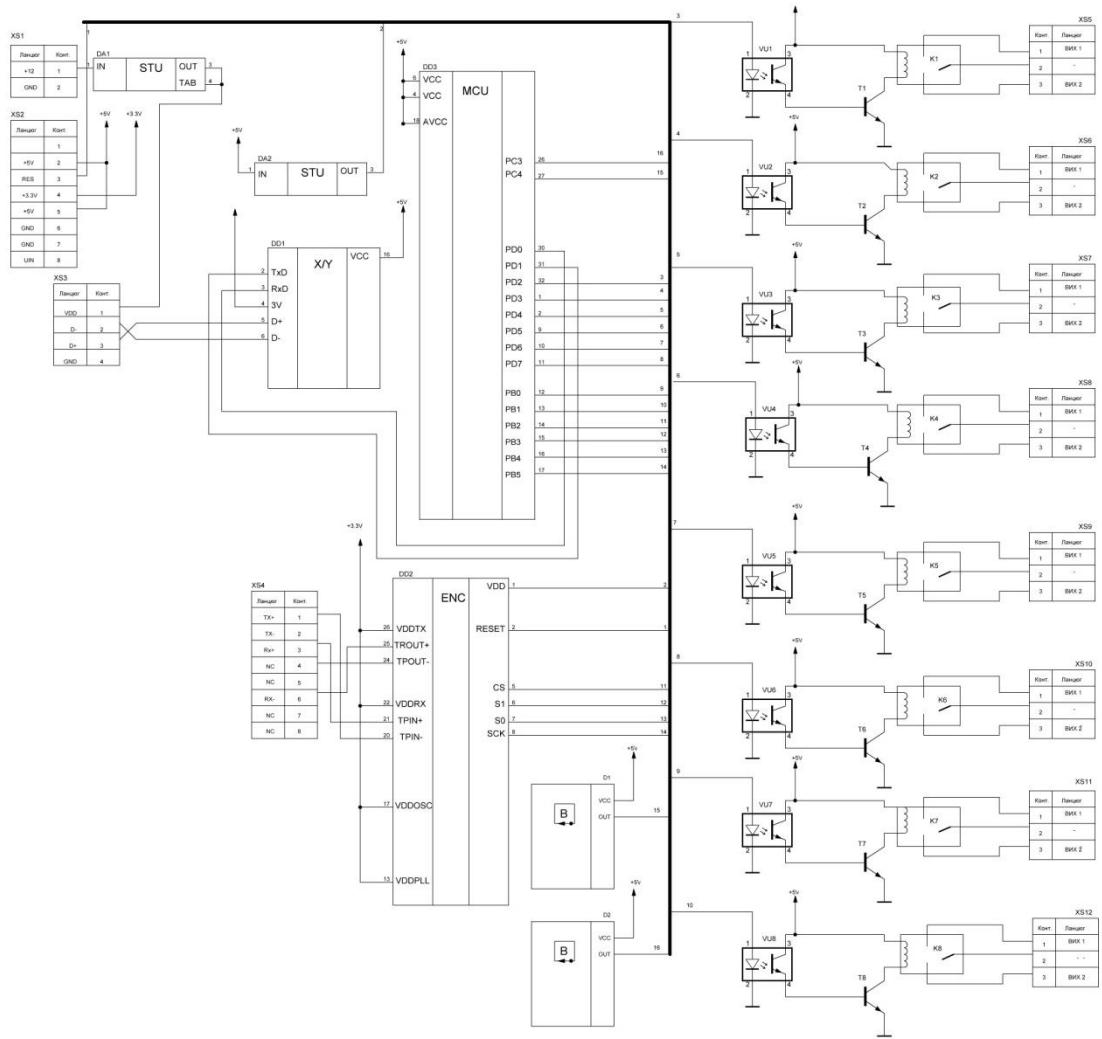


Рисунок 2.4 – Функціональна схема розроблюваного пристрою

3 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ

3.1 Вибір елементної бази

Вибір мікроконтролера. Мікроконтролер дозволяє комп'ютеру вийти за рамки віртуального світу в фізичний і взаємодіяти з ним. Пристрої на базі мікроконтролера можуть отримувати інформацію про навколишнє середовище за допомогою різних датчиків та управляти виконавчими пристроями.

Для виконання задачі проектування мікроконтролер має відповідати наступним критеріям:

- найменший набір дій для передачі даних;
- доступність;
- мати середовище для програмування та велику кількість бібліотек;
- невисока обчислювальна потужність;
- невисока вартість;
- компактні розміри;

За порівняльним аналізом був обраний мікроконтролер Atmega328, 8-ми розрядний CMOS мікроконтролер з низьким енергоспоживанням, оснований на архітектурі AVR RISC.

Характеристики:

- Ядро: 8bit megaAVR;
- Макс. Швидкодія : 20 МГц (20 MIPS);
- Пам'ять програм (flash): 32 КБ;
- Пам'ять даних (RAM): 2 КБ;
- Память EEPROM: 1024 Байт;
- Кіл-ть ліній вводу/виводу: 23;
- Кіл-ть входів АЦП: 8;
- Разрядність АЦП: 10;
- Кількість АЦП: 1;

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

- Швидкодія АЦП: 15 тис. відрахувань/с;
- Кількість UART: 1;
- Мінімальна напруга живлення: 8 В;
- Максимальна напруга живлення: 5,5 В;
- Робоча температура: -40...85 °С.

Дані мікроконтролери використовуються на платформі Arduino. Платформа користується величезною популярністю в усьому світі завдяки зручності і простоті мови програмування, а також відкритій архітектурі і великим бібліотекам програмного коду. Пристрій програмується через USB без використання програматорів.

Плати Arduino існують різних типів. Найчастіше застосовуваними є Arduino UNO, Arduino NANO і Arduino MEGA. Кожну з них можна використовувати для проектування приладу, але для компактності та економії ресурсів екологічних та економічних вибором буде плата Arduino Uno, оскільки вона має невисоку ціну та її функціоналу більше ніж достатньо для даної розробки.



Рисунок 3.1 – Зображення платформи Arduino Uno

Arduino Uno має вбудовану мікросхему CH340G, що дозволяє не використовувати додаткові апаратні засоби для з'єднання з комп'ютером. CH340G підтримує симплексний, пів дуплексний та повно дуплексний асинхронні режими обміну. Мікросхема повністю емує роботу стандартного COM-порта.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

Характеристики:

- Мікроконтролер Atmega328
- Робоча напруга: 5В;
- Вхідна напруга(рекомендована): 7-12 В;
- Вхідна напруга(порогова): 6-20 В;
- Цифрові Входи/Виходи: 14;
- Аналогові входи: 6;
- Постійний струм через вхід/вихід: 40 мА;
- Постійний струм для виводу 3.3 В: 50 мА;
- Флеш-пам'ять: 32кб;
- ОЗУ: 2 Кб;
- EEPROM: 1 Кб;
- Тактова частота: 16 МГц.

Вибір модуля Ethernet. Платформу Arduino Uno підключимо до мережі за допомогою модуля ENC28J60. Він являє собою плату 51x21мм.



Рисунок 3.2– Зображення EthernetМодуля ENC28J60

Модуль ENC28J60 надає широкий спектр можливостей для роботи в локальних та глобальних мережах. Основною метою використання модуля є передача примітивних типів даних в локальних та глобальних мережах, а також організація web-серверів для виводу контрольної інформації та управління контрольно-вимірювальними приладами та промисловою технікою. При

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

передачі великого обсягу інформації, продуктивність буде обмежена обчислювальними можливостями ведучих МК. [13]

Модуль ENC28J60 має автономний контролер Ethernet, який надає можливість роботи в локальній та глобальній мережі будь-якому МК, що має інтерфейс SPI.[13]

Використання зовнішнього модуля дозволяє звільнити МК від зайвих обчислень.

Ethernet може бути підключений до більшості мікроконтролерів за допомогою стандартного інтерфейсу SPI.

Основні характеристики:

- Чип ENC28J60 Ethernet;
- Корпус SOP28;
- Робоча частота 25МГц;
- SPI інтерфейс;
- 2x6 роз'ємів підключення з управляючим пристроєм;
- Вбудований роз'єм RJ45;
- Живлення: +3.3 В.

Вибір виконавчих елементів. В даному пристрої комутація забезпечується за допомогою електромагнітного реле з однією групою перемикаючих контактів.

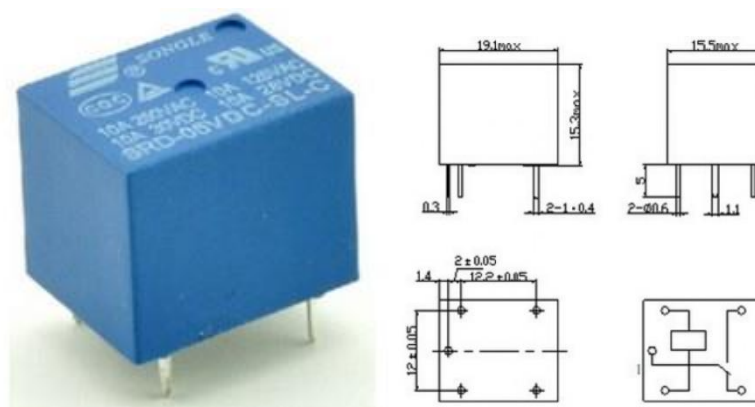


Рисунок 3.3 – Зображення електромагнітного реле

Характеристики:

- Струм комутації при змінній напрузі 250 В: 10А;
- При постійній напрузі 30 В струм комутації : 10А.

Вибір датчика температури. Найбільшу популярність для вимірювання температури за допомогою Arduino здобув цифровий датчик DS18B20. Він зв'язується з мікроконтролером по інтерфейсу 1-wire.

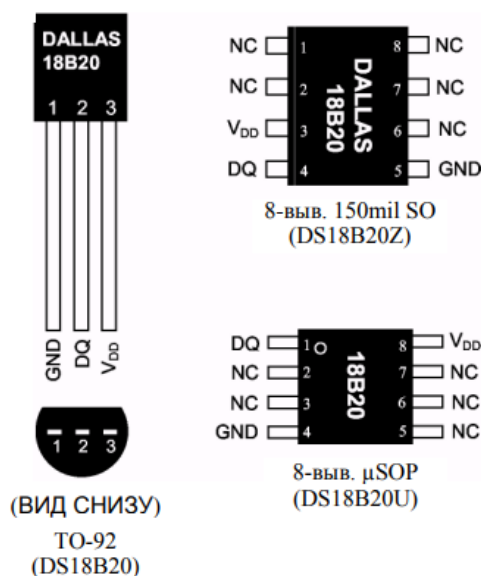


Рисунок 3.4. -Призначення виводів

Діапазон вимірюваної температури - від - 55 °С до + 125 °С з точністю ± 0.5 °С в інтервалі від - 10 °С до + 85 °С.

Цифровий термометр DS18B2 забезпечує вимірювання температури з розширенням перетворення в 9 - 12-розрядів, і має сигнальну функцію контролю за температурою з незалежними програмованими користувачами верхнім і нижнім межами тригера.

Живлення датчик може отримувати безпосередньо від лінії даних, без використання зовнішнього джерела. В цьому режимі живлення відбувається від енергії з паразитної ємності. Таким чином, усувається потреба в зовнішньому джерелі живлення.

Схема підключення датчика DS18B20 до Arduino виглядає так як наведено на рисунку 3.5 .

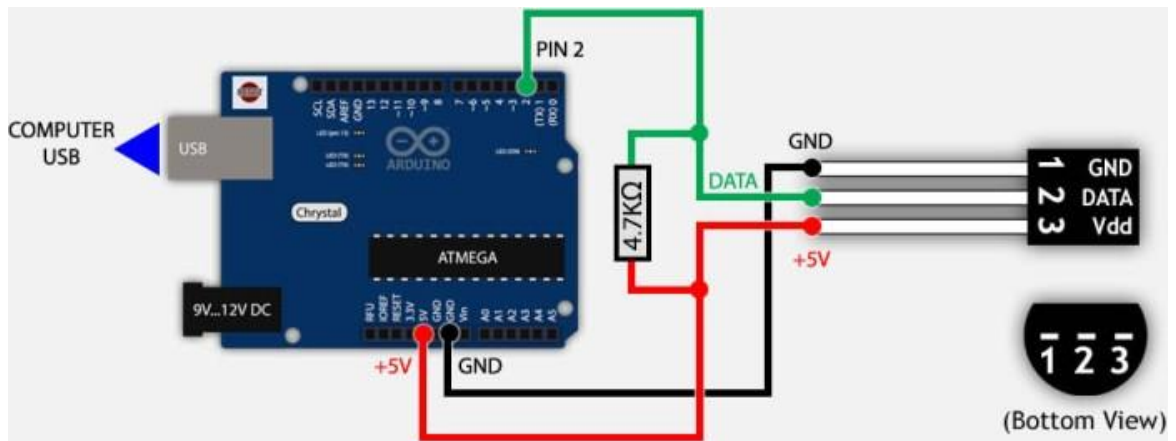


Рисунок 3.5 - Схема підключення датчика DS18B20 до Arduino

Переваги:

- Не потрібно зовнішніх компонентів;
- Може житися від лінії даних;
- Діапазон напруги живлення - від 3.0 В до 5.5 В;
- Діапазон вимірюваної температури – від -55 °С до + 125 °С;
- Точність вимірювання температури в діапазоні від - 10 °С до + 85 °С - ± 0.5 °С;
- Роздільна здатність термометра - 9 ... 12 розрядів.

Для роботи з датчиком необхідно завантажити бібліотеку OneWire для Arduino, а для самого датчика рекомендується використовувати бібліотеку DallasTemperature.

Вибір датчика вологості. В якості датчика вологості будемо використовувати DHT11.

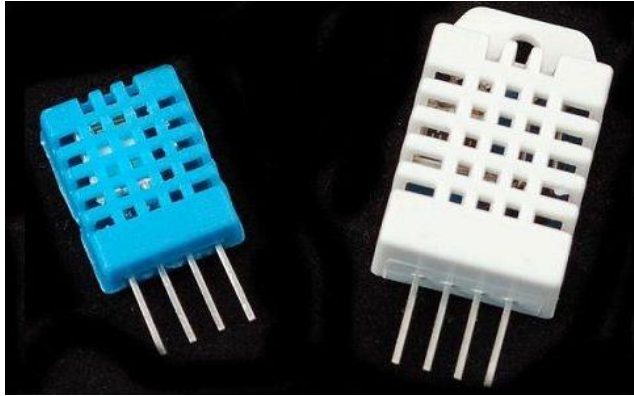


Рисунок 3.6 - DHT11 і DHT22 - датчики вологості і температури

Ці датчики популярні і часто використовуються для вимірювання рівня вологості і температури навколишнього середовища. DHT11 в своєму складі має термістор, ємнісний датчик вологи та АЦП для перетворення аналогових значень вологи. DHT11 не відрізняється швидкістю і точністю, але простий у використанні, має низьку вартість і добре підходить для контролю вологості в приміщеннях.

Характеристики:

- Живлення: 3.5-5.5В;
- Струм живлення: в режимі вимірювання-0.3мА, в режимі очікування-60мкА;
- Частота опитувань: не більше 1 Гц(не частіше одного разу в секунду).

3.2 Розрахунки та синтез основних електричних вузлів

Підключення мікроконтролера. На рисунку 3.7 наведено типову схему підключення мікроконтролера Atmega328 на прикладі плати Arduino Uno.

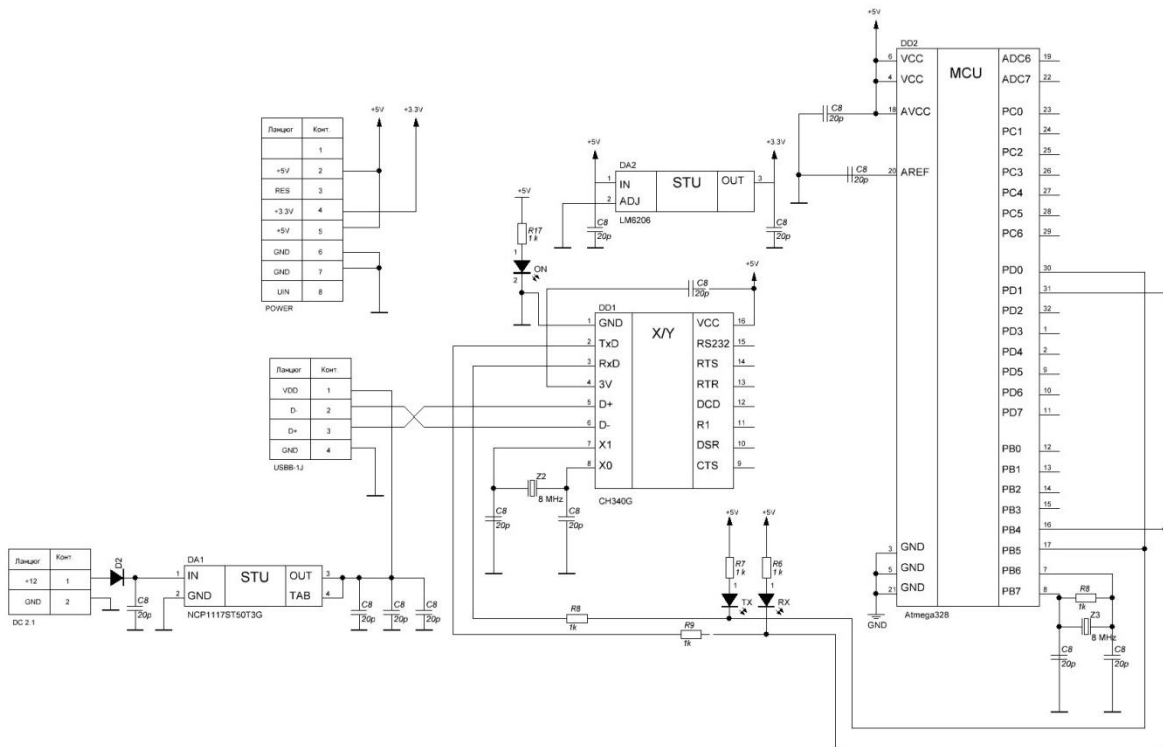


Рисунок 3.7 – Типова схема підключення мікроконтролера Atmega328

Зі схеми видно, що виводи PB4 та PB5(0 та 1) з'єднані з перетворювачем USB-UART. Саме з'єднання забезпечує комутацію плати з комп'ютером

До виводів PB6 та PB7 підключено зовнішній кварцовий резонатор з робочою частотою 16МГц, призначений для тактування мікроконтролера.

Робоча напруга плати- 5В. На ній встановлено стабілізатор напруги, тому на вхід можна подавати живлення з різних джерел. Також є можливість живлення плати з USB- пристроїв. Індикатором живлення на платі виступає світлодіод «ON».

Піни Arduino використовуються для підключення зовнішніх пристроїв і можуть використовуватись в режимі входу (INPUT) та в режимі виходу (OUTPUT). Піни з номерами від 0 до 13 є цифровими. З них можна зчитати та подати лише два види сигналу: HIGH та LOW. Логічна одиниця- 5В, нуль- 0В відповідно. Керувати потужністю підключених пристроїв можна за допомогою ШІМ(піни 3,5,6,9,10 і 11).

Аналогові піни А0-А5 призначені для підключення аналогових пристроїв та є входами для аналогово-цифрового перетворювача (АЦП). Розрядність АЦП-10 біт (1024 значення). Опірну напругу для АЦП видає додатковий пін AREF. RESET призначений для перезавантаження пристрою при подачі низького сигналу на своєму вході.

Як інтерфейс передачі даних на комп'ютер використовується мікросхема СН3450G від компанії WCH. Мікросхема призначена для перетворення інтерфейсу USB в UART. Дозволяє створити на комп'ютері UART порт. Завдяки своїм характеристикам та низькій вартості мікросхема претендує на місце найпопулярнішого компонента зпряження інтерфейсів USB та UART .

Підключення модуля Ethernet. До мікроконтролера модуль підключається через 10 контактний роз'єм, живиться від джерела напруги 3,3 В.

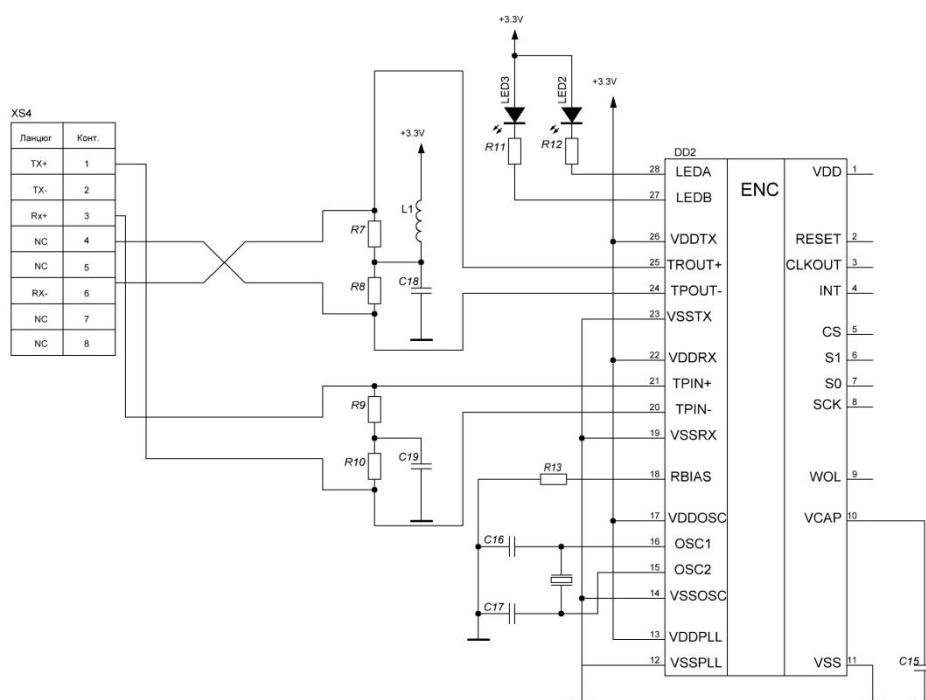


Рисунок 3.8 – Типова схема підключення модуля ENC28J60

Таблиця 3.1 - Призначення входів модуля

Контакт	Позначення	Направлення	Призначення
1	CLK	Вихід	Вихід тактового сигналу
2	INT	Вихід	Сигнал переривання
3	WOL	-	Зарезервований
4	SO	Вихід	Сигнал SO інтерфейсу SPI
5	SI	Вхід	Сигнал SI інтерфейсу SPI
6	SCK	Вхід	Сигнал SCK інтерфейсу SPI
7	CS	Вхід	Сигнал SC інтерфейсу SPI (вибір контролера)
8	RST	Вхід	Скидання
9	VCC	-	Живлення модуля 3.3 В 180мА
10	GND	-	Загальний вивід

Для управління модулем використовується апаратний інтерфейс SPI мікроконтролера. В Arduino Uno для SPI виділено піни 11,12,13, а SS сигнал пов'язаний з 10 піном. Схема з'єднання виводів плати Arduino UNO і модуля ENC28J60:

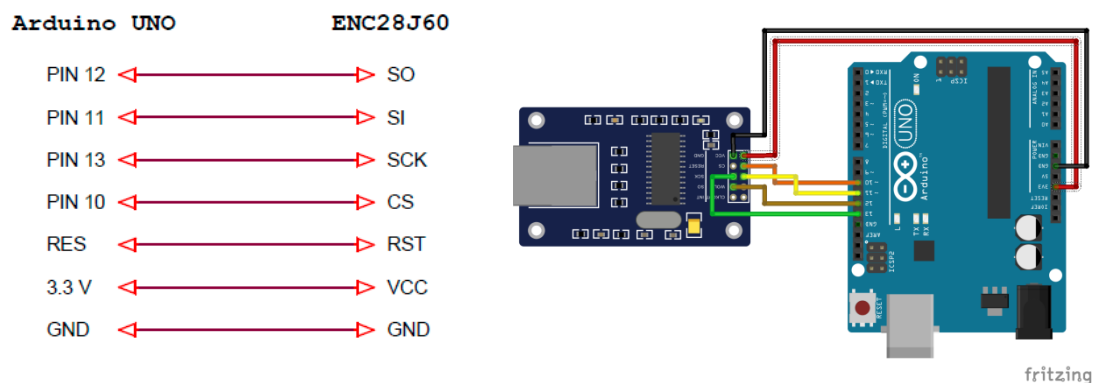


Рисунок 3.9 – Схема з'єднання модуля ENC28J60 з Arduino UNO

До роутера модуль підключимо прямим кабелем. Підключення відбувається через роз'єм RJ-45(8P8C).

Після виконання нескладного фізичного підключення, залишається завантажити в плату відповідний скетч, який перетворить її в сервер.

Підключення виконавчих елементів. Вмикання/вимикання пристроїв, під'єднаних до системи забезпечується за допомогою реле. Проте, безпосереднє підключення реле до портів Arduino є неможливим, враховуючи силу струму та напругу, що використовується. Реле потребує близько 70мА, а порт контролера здатен видати лише 20мА. Проблема вирішується за допомогою біполярного транзистора та обв'язки.

У нашому випадку доцільним є використання транзистора NPN типу. При відсутності сигналу на базі-транзистор закритий, а при появі напруги-відкривається і струм проходить через перехід колектор-емітер.

Для більш безпечної роботи доцільно використовувати реле модуль з опторозв'язкою. Опторозв'язка дозволяє розділити коло живлення обмотки реле та сигнальне коло Arduino.

В модулі використовується широко розповсюджені оптрони PC817 (EL817), що не ставить проблем в проектуванні. Всередині оптрона знаходиться фотодіод та фоторезистор, тобто сигнал передається через світло. Оптрон має чотири виводи.

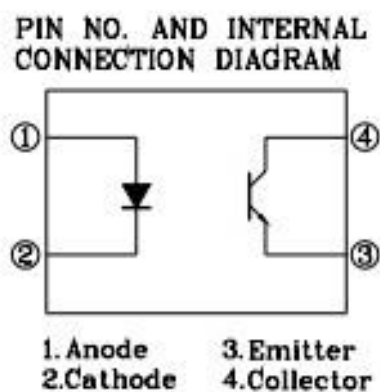


Рисунок 3.10- Значення виводів оптрона

Для коректної роботи використовуються два резистори R1 та R2. R1 встановлюється для захисту портів контролера та виступає

струмообмежувачем. Резистором R2 захищаємось від випадкових спрацювань транзистора шляхом під'єднання бази до землі.

При обриві струму на котушці індуктивності може статися скачок напруги, що призведе до згорання транзистора. Тому доцільно замкнути котушку на саму себе діодом зустрічно напрузі. Живлення від одного джерела забезпечується шляхом замикання джампера.

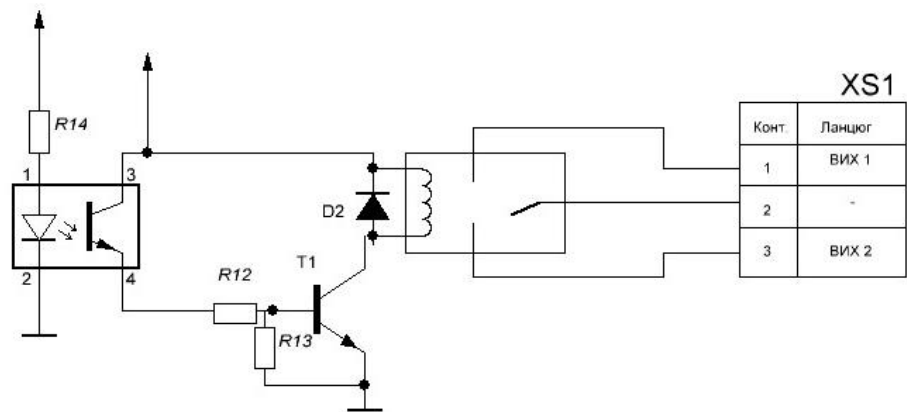


Рисунок 3.11-Типова схема підключення реле з опторозв'язкою

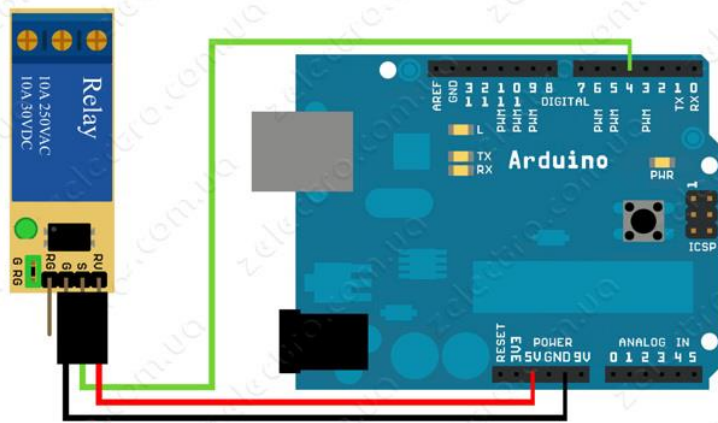


Рисунок 3.12-Зображення з'єднання Arduino UNO з модулем реле

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ

4.1 Технологія клієнт-сервер

Під клієнтом та сервером розуміють програми, розташовані на різних комп'ютерах, смартфонах, планшетах, контролерах, тощо. Між собою вони взаємодіють через мережу, використовуючи мережеві протоколи. Всі девайси мають бути підключені в обчислювальну мережу. Нею може виступати провідна, безпроводна та навіть глобальна, наприклад Інтернет.

Програми-сервери виступають «постачальниками послуг». Вони очікують запити від програм-клієнтів і виконують їх(передають дані, виконують обчислення, керують виконавчими елементами, тощо.). Кожна програма-сервер може виконувати запити кількох програм-клієнтів.

Програма клієнт виступає ініціатором запиту. На відміну від сервера, клієнт не «прослуховує» мережу постійно та може вмикатись лише для передачі запиту до сервера.

Наприклад, якщо ви хочете увімкнути зі свого телефона кондиціонер, то кондиціонер виступить сервером, а телефон-клієнтом.

В сучасних реаліях більшість комп'ютерів та мобільних пристроїв мають з'єднання з Інтернет, тобто підключені до єдиної глобальної мережі. Ця особливість і дозволяє нам використовувати технологію клієнт-сервер для з'єднання навіть на дуже великих відстанях.

Кожній точці підключення пристрою до мережі присвоюється унікальний номер – IP-адреса (Internet Protocol Address). IP-адреса присвоюється не пристрою, а інтерфейсу підключення.[15]

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

4.2 Програмна реалізація web-сервера

За допомогою Ethernet модуля та програми для роботи з мережею було створено управляючий сервер, що отримує дані від підключених пристроїв та користувача через web-браузер, який виступає в якості клієнта.

Основні функції сервера:

- відслідкування запитів клієнта;
- виконання функцій на основі прийнятих даних;
- відправка безпосереднього результату у вигляді коду html.

Середовище розробки IDE включає декілька бібліотек для роботи з Ethernet.

Їх функціонал дозволяє розгорнути власний web-сервер та проаналізувати його роботу.

У даній реалізації використовувалась дещо розширена бібліотека для роботи з Ethernet.

```
#include <EtherCard.h>
```

Робота з бібліотекою включає два етапи. Спочатку ми виконуємо налаштування та створюємо необхідні об'єкти. В процесі ініціалізації прописуємо унікальну для нашої мережі MAC-адресу та статичну IP для доступу до сервера. Потім необхідно запустити безкінечний цикл, в якому постійно перевіряється наявність запитів від клієнта.

```
static byte mymac[] = {  
    0x5A, 0x5A, 0x5A, 0x5A, 0x5A, 0x5A };  
  
static byte myip[] = {  
    192, 168, 1, 222 };
```

Оголошуємо масиви та сталі, що будуть використовуватися в скетчі:

```
// Буфер, чим більше даних на Web сторінці, тим більше знадобиться  
значень буфера.  
byte Ethernet::buffer[900];
```

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

```

BufferFiller bfill;

// Масив Pins Arduino, що використовуються для управління 8 реле.
int LedPins[] = {
    2,3,4,5,6,7,8,9};

// Масив для фіксації змін.
boolean PinStatus[] = {
    1,2,3,4,5,6,7,8};
//-----

const char http_OK[] PROGMEM =
"HTTP/1.0 200 OK\r\n"
"Content-Type: text/html\r\n"
"Pragma: no-cache\r\n\r\n";

const char http_Found[] PROGMEM =
"HTTP/1.0 302 Found\r\n"
"Location: /\r\n\r\n";

const char http_Unauthorized[] PROGMEM =
"HTTP/1.0 401 Unauthorized\r\n"
"Content-Type: text/html\r\n\r\n"
"<h1>401 Unauthorized</h1>";

```

Запускаємо цикл:

```

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    // За замовчуванням в Бібліотеці "ethercard" (CS-pin) = № 8.
    // if (ether.begin(sizeof Ethernet::buffer, мумас) == 0).
    // and change it to: Меняємо (CS-pin) на 10.
    // if (ether.begin(sizeof Ethernet::buffer, мумас, 10) == 0).
    if (ether.begin(sizeof Ethernet::buffer, мумас, 10) == 0);
    if (!ether.dhcpSetup());
}

```

Основним засобом зв'язку з користувачем є сторінка управління, доступ до якої отримується через web-сервер. Саме відносно неї формується перше уявлення користувача про систему. В нашому випадку основним критерієм до розробки виступає дружелюбність до користувача.

Під дружелюбність розуміється зняття навантаження з самого користувача. Інтерфейс не повинен бути перевантажений великою кількістю полів введення та складними налаштування. Нижче наведено приклад реалізації функціоналу нескладної сторінки управління.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

```
// оформлення Web сторінки.
void homePage()
{
    bfill.emit_p(PSTR("$F"
        "<title>ArduinoPIN Webserver</title>"
        "ArduinoPIN 1: <a href=\"?ArduinoPIN1=$F\">$F</a><br />"
        "ArduinoPIN 2: <a href=\"?ArduinoPIN2=$F\">$F</a><br />"
        "ArduinoPIN 3: <a href=\"?ArduinoPIN3=$F\">$F</a><br />"
        "ArduinoPIN 4: <a href=\"?ArduinoPIN4=$F\">$F</a><br />"
        "ArduinoPIN 5: <a href=\"?ArduinoPIN5=$F\">$F</a><br />"
        "ArduinoPIN 6: <a href=\"?ArduinoPIN6=$F\">$F</a><br />"
        "ArduinoPIN 7: <a href=\"?ArduinoPIN7=$F\">$F</a><br />"
        "ArduinoPIN 8: <a href=\"?ArduinoPIN8=$F\">$F</a>"),

    http_OK,
    PinStatus[1]?PSTR("off"):PSTR("on"),
    PinStatus[1]?PSTR("<font
color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"),
    PinStatus[2]?PSTR("off"):PSTR("on"),
    PinStatus[2]?PSTR("<font
color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"),
    PinStatus[3]?PSTR("off"):PSTR("on"),
    PinStatus[3]?PSTR("<font
color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"),
    PinStatus[4]?PSTR("off"):PSTR("on"),
    PinStatus[4]?PSTR("<font
color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"),
    PinStatus[5]?PSTR("off"):PSTR("on"),
    PinStatus[5]?PSTR("<font
color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"),
    PinStatus[6]?PSTR("off"):PSTR("on"),
    PinStatus[6]?PSTR("<font
color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"),
    PinStatus[7]?PSTR("off"):PSTR("on"),
    PinStatus[7]?PSTR("<font
color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"),
    PinStatus[8]?PSTR("off"):PSTR("on"),
    PinStatus[8]?PSTR("<font
color=\"green\"><b>ON</b></font>"):PSTR("<font
color=\"red\">OFF</font>"));
}
```

В процесі реалізації з'єднання клієнт-сервер гостро постало питання вирішення проблеми з динамічною зміною IP, адже не всі девайси можуть постійно знаходитись в мережі, їх адреси періодично будуть змінюватись. Для

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

підключення доведеться постійно дізнаватися код і адресу у нашої сторінки. Тому доцільно буде змінити динамічну IP на статичну IP адресу нашої Web сторінки.

```
ether.printIp("My Router IP: ", ether.myip); // Виводимо в
Serial монітор IP адресу, яку присвоїв Router.
// Тепер не важливо яку IP адрес присвоїть нам Router, автоматично
буде змінено, наприклад на "192.168.1.222".
ether.staticSetup(myip);
ether.printIp("My SET IP: ", ether.myip); // Виводимо в Serial
монітор статичну IP адресу.
//-----
for(int i = 0; i <= 8; i++)
{
  pinMode(LedPins[i], OUTPUT);
  PinStatus[i]=false;
}
}
// -----
```

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

ВИСНОВКИ

Основною задачею проектування була реалізація системи управління потоками електроенергії та електроприладами, яку можна вільно видозмінювати і переробляти при будь-якому бажанні. Розроблений пристрій включає:

- Smart Switch – розумна розетка чи вимикач з мікроконтролером, що відправляє дані про напругу підключеного до неї електроприладу та дозволяє здійснювати його комутацію за керуючим сигналом;

- Smart Dispatcher –web-сервер, що забезпечує автоматизоване управління системою з наступними функціями:

- 1) Збирає дані від усіх пристроїв системи;

- 2)Надає можливість користувачу переглядати статистику роботи електроприладів;

- 3)Надає можливість в ручному режимі підключати/відключати їх від електромережі;

В процесі проектування було сформульовано основні вимоги до системи, досліджено існуючі підходи до вирішення схожих задач та виокремлено шляхи їх покращення. Пристрій, реалізований на основі керуючої платформи Arduino впорався з поставленими до нього вимогами.

Також у дипломній роботі було розгорнуто веб-сервер з можливістю управління системою за межами локальної мережі, розроблено веб-сторінку щоб надати користувачм простий і візуально зрозумілий інтерфейс управління системою.

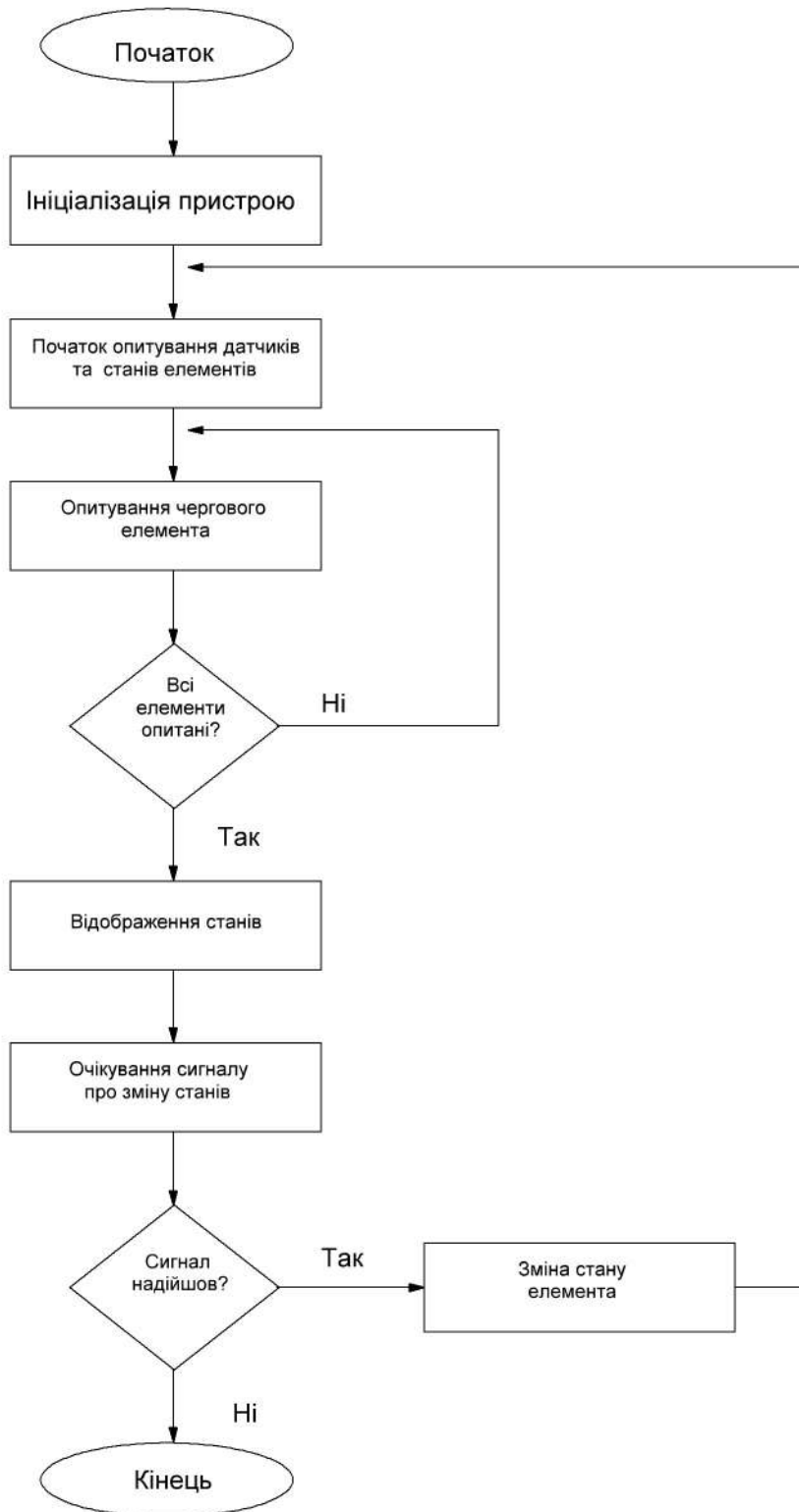
В подальшому планується вдосконалення алгоритму розробленої системи шляхом впровадження технологій аналізу даних та сенсорів електроспоживання. Також, планується створення додатку для операційної системи Android з інтеграцією хмарного зберігання даних з метою забезпечення безперебійної роботи системи.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЗ	Арк.
						49
Зм..	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

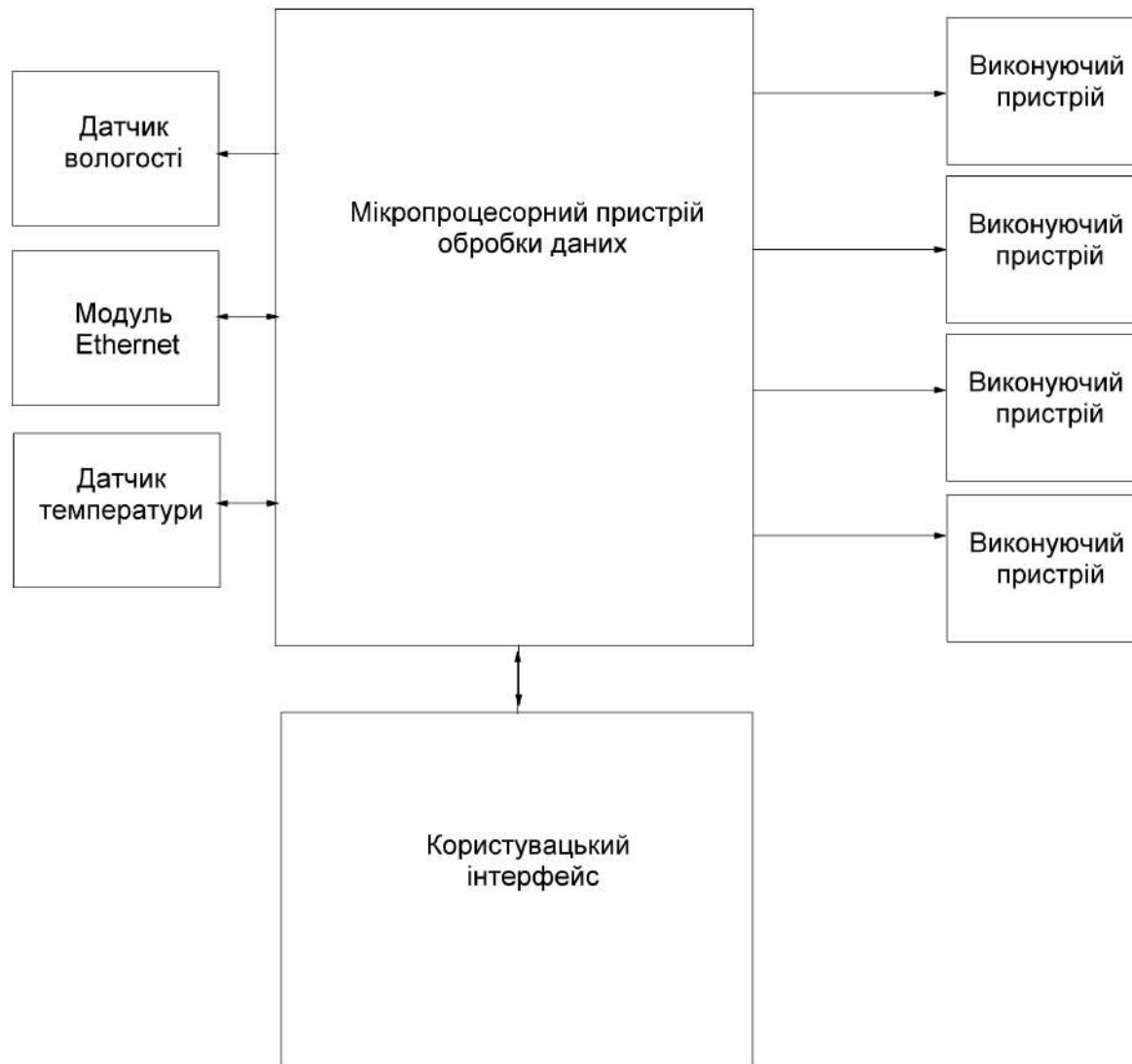
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Smart Home concepts [Electronic resource]. URL: <http://cctvinstitute.co.uk/smart-home> (accessed 12.01.2020).
2. Smart Home [Electronic resource]. URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp> (accessed 12.01.2020).
3. https://uk.wikipedia.org/wiki/Розумний_дім
4. Fahmy H. M. Wireless Sensor Networks: Concepts, Applications, Experimentation and Analysis / Fahmy H. M. // Singapore: Springer. - 2016. - P. 10-55; (accessed 22.01.2020).
5. Складові Wi-Fi мережі [Electronic resource]. URL: [https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/Складові Wi-Fi мережі](https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/Складові_Wi-Fi_мережі) (accessed 12.03.2020).
6. Сторінка з Вікіпедії. Wi-Fi. [Electronic resource]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>; (accessed 12.03.2020).
7. . Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM (Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi). [Electronic resource]. URL: <https://wireless-e.ru/standarty/short-range-rf/>(accessed 12.03.2020).
8. Сторінка з Вікіпедії. Bluetooth. [Electronic resource]. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>. (accessed 16.03.2020).
9. Приемущества Bluetooth [Electronic resource]. URL: <https://bluetooth.ru.com/> . (accessed 16.03.2020).
10. Локальная сеть Ethernet. Модуль ENC28J60 [Electronic resource]. URL: <http://mypractic.ru/urok-63-lokalnaya-set-ethernet-modul-enc28j60-ego-podklyuchenie-k-plate-arduino.html> . (accessed 16.03.2020).
11. SPI Ethernet модуль ENC28J60 [Electronic resource]. URL: <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/ENC28J60-SPI-MOD.pdf>. (accessed 25.03.2020).

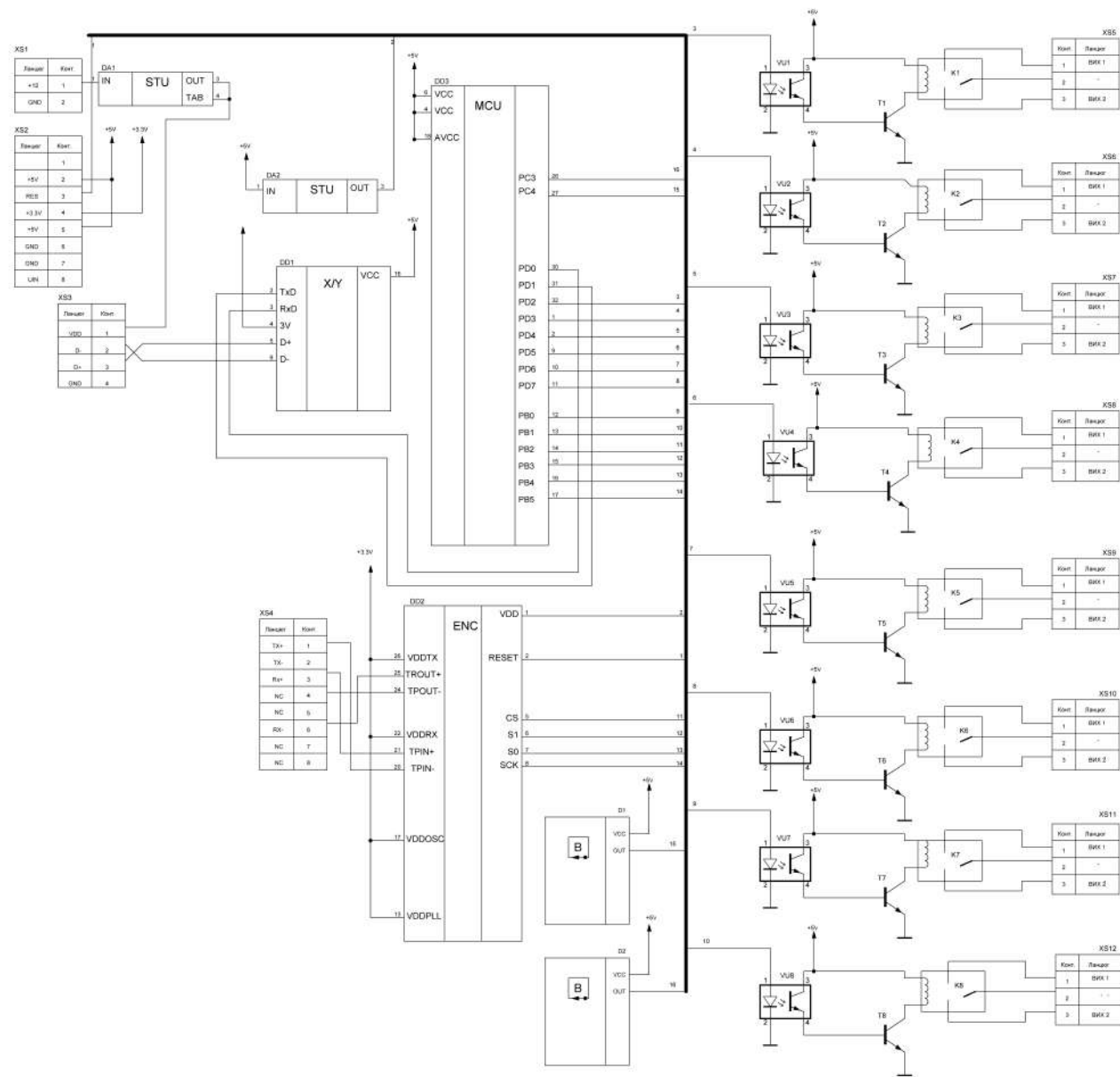
12. Устройство микроконтролера Atmega328 – описание, характеристики [Electronic resource]. URL: <https://robolive.ru/mikrokontroller-atmega328-opisanie-xarakteristiki/>(accessed 25.03.2020).
13. Кожушко В.В., Хартов В.Я. Микроконтроллерная система удаленного доступа через сеть Интернет// Электронный научно-технический журнал «Инженерный вестник», №07, 2015
14. Ethernet [Electronic resource]. URL: <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/Ethernet> (accessed 25.03.2020).
15. Технология клиент-сервер. [Electronic resource]. URL: <http://mypractic.ru/urok-62-texnologiya-klient-server.html> (accessed 25.03.2020).
16. Arduino UNO: [Electronic resource]. URL: :<http://arduino-uno.ru> (accessed 09.04.2020).
17. Arduin NANO: [Electronic resource]. URL: <http://arduino-nano.ru> (accessed 09.04.2020).
18. Arduino MEGA; [Electronic resource]. URL: <http://arduino-mega.ru> (accessed 09.04.2020).
19. RS-232[Electronic resource]. URL: <http://www.softelectro.ru/rs232.html> (accessed 09.04.2020).



					ЕЛІТ 6.171.00.10.323.СА			
						<i>Лист</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Пристрій дистанційного керування електроживленням			
<i>Разраб.</i>		Лащ Ю.В.						
<i>Провер.</i>		Знаменщиков Я.В.						
<i>Т. контр.</i>							<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Реценз.</i>							СумДУ, гр. ЕС-61	
<i>Н. контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								



					ЕЛІТ 6.171.00.10.323.Е1			
					Пристрій дистанційного керування електроживленням. Структурна блок-схема	Лист	Маса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Лац Ю.В.						
Провер.		Знаменщиков Я.В.						
Т. контр.						Лист	Листов	
Реценз.								
Н. контр.								
Утверд.		Опанасюк А.С.					СумДУ, гр. ЕС-61	



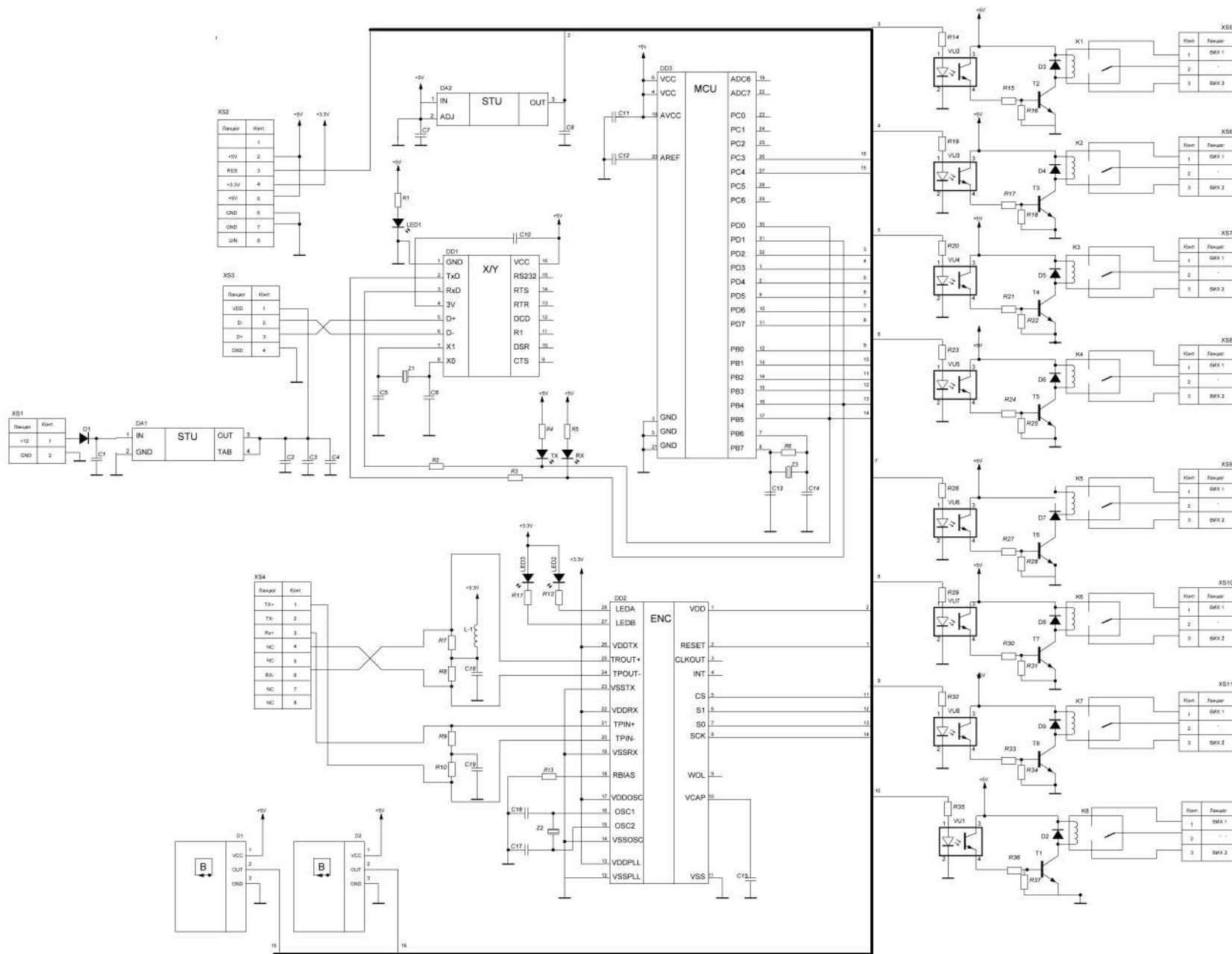
				ЕЛІТ 6.171.00.10.323.Е2				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Пристрій дистанційного керування електроживленням Схема функціональна	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Лаш Ю.В.					Лист	Листов	
Провер.	Знаменщикова Я.В.							
Т. контр.								
Реценз.								
Н. контр.								
Утверд.	Опанасюк А.С.				СумДУ, гр. ЕС-61			

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

<i>Поз. позначення.</i>	<i>Назва</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітки</i>
	<u>Конденсатори</u>		
C1, C2	ECAP-SK - 47мкФ - 25В	2	
C3, C4, C7, C9, C11, C12	K10-7b - 100Пф – 50В ±10%	6	
C5, C6, C13, C14	ECAP-LOW-ESR-22мкФ – 50В	4	
C10, C15	K50-35, 10 мкФ	2	
C16, C17	NPO 0805 - 20пФ- 50В ±5%	2	
C18, C19	X7R 0402 - 10В - 0,1 мкФ±10%	2	
	<u>Модулі</u>		
D1	DS18B20	1	
D2	DHT22	1	
	<u>Мікросхеми цифрові</u>		
DD1	CH340G	1	
DD2	ENC28J60	1	
DD3	Atmega328	1	
	<u>Мікросхеми аналогові</u>		
DA1	NCP1117ST50T3G	1	
DA2	LM6206	1	
	<u>Реле</u>		
K1 – K8	SONGLE SRD-05VDC	1	

					ЕЛІТ 6.171.00.10.323 ПЕ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Лащ Ю.В.				Система дистанційного керування приладами Перелік елементів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Знаменщиков Я.В.						1	2
Т. Контр.						СумДУ, гр. ЕС-61		
Н. Контр.								
Затверд.	Опанасюк А.С							

<i>Поз. позначення.</i>	<i>Назва</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітки</i>
	<u>Резистори</u>		
R1-R5, R14-R36	CF-50 (C1-4) - 0.5 Вт - 1 кОм±5%	27	
R6	CF-100 (C1-4) - 1 Вт - 1 МОм ± 5%	1	
R7,R8,R9,R10	LTO50 50Dn 50 Ом ±1%	4	
R11, R12	MO-100 (C2-23) - 1 Вт - 270 Ом±5%	2	
R13	MF-25 (C2-23) - 0.25 Вт - 2 кОм	1	
	<u>Діоди</u>		
D1	1N4007 - 1А - 1000В	1	
D2-D9	1N4148 – 150мА-100В	8	
	<u>Транзистори</u>		
T1-T8	BC547	8	
	<u>Кварцові резонатори</u>		
Z1	КХ-3НТ - 12МГц	1	
Z2	SMDHC49R - 25 МГц		
Z3	НС-49S - 16МГц	1	
	<u>Оптрони</u>		
VU1-VU8	PC817	8	



				ЕЛІТ 6.171.00.10.323.Е3		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Пристрій дистанційного керування електроживленням Схема електрична принципова	
Разроб.	Лаш Ю.В.					
Провер.	Знаменщюк Я.В.					
Т. контр.						
Реценз.						
Н. контр.					Лист	Листов
Утверд.	Опанасюк А.С.				СумДУ, гр. ЕС-61	