

Хмельницький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі  
«Розумний будинок».

Назва теми

КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ

Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»

Назва


Виконав: студент IV курсу, група KI2-19-2

  
Підпис

О.В. Дічко

Ініціали, прізвище

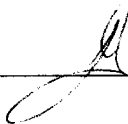
Керівник

  
Підпис, дата

К.Ю. Бобровнікова

Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С.М. Лисенко

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри комп'ютерної  
інженерії та інформаційних  
систем

  
Підпис

Т.О. Говорушенко

Ініціали, прізвище

« 7 » червня 2023 р.

Хмельницький 2023

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О. Говорущенко

« 11 » 01 2023 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Дічко Олександр Володимирович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

Керівник проекту (роботи) Бобровнікова К.Ю., к.т.н. доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 1.03.2023 р. №5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

Дослідження кіберфізичної системи «Розумний будинок» та постановка задачі

Проектування підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок»

Програмно-апаратна реалізація підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок»





5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

Схеми апаратних з'єднань

Блок-схема програми

Схеми електричні принципові

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 01 » 03 2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ІЛАН**

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	20.02.2022	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкту та предмету дослідження	01.03.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	10.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – проектування підсистеми	20.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація підсистеми	30.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	20.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	25.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент

  
Підпис

О.В. Дічко

Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

К.Ю. Бобровнікова

Ініціали, прізвище



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок»».

Автор роботи: Дічко Олександр Володимирович.

Керівник роботи: Бобровнікова Кіра Юліївна.

Пояснювальна записка: 61 с., 38 рис., 4 дод., 3 таб., 60 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА, РОЗУМНИЙ БУДИНОК, ТЕМПЕРАТУРА, РУХ, СВІТЛО, ARGON, МІКРОСХЕМА, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, ДАВАЧ.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

Предметом дослідження є підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

Метою кваліфікаційної роботи є забезпечення безпечного функціонування кухонної плити за допомогою підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

Практична цінність роботи полягає в спроектованій та реалізованій підсистемі безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».



Підпис студента

01.06.2023

Дата



3.1 Встановлення апаратних з'єднань для реалізації відслідковування температури та руху.....	42
3.2 Програмна реалізація відслідковування температури та руху.....	54
3.3 Висновки .....	62
<b>ВНСНОВКИ .....</b>	<b>63</b>
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ НОСИЛАННЯ.....</b>	<b>65</b>
Додаток А Схеми апаратних з'єднань.....	70
Додаток Б Блок-схема програми .....	71
Додаток В Схеми електричні принципи .....	72
Додаток Г Лістинг коду .....	73

## ВСТУП

Технології автоматизації розумного будинку з кожним роком стрімко набирають популярність в Україні. Система «Розумний будинок» створена для покращення умов проживання та полегшення виконання повсякденних домашніх справ, економії часу та грошей. Розумний будинок – це високотехнологічна система, яка може підключити всі ваші домашні комунікації та керувати ними одним натисканням кнопки.

У наш час розумний будинок може багато чого, наприклад: управління, контроль і управління аудіо та відео, освітленням і вентиляцією, сностереження і управління сигналізацією, система відеоспостереження, контроль і управління передавачами. Найважливішим завданням системи управління та автоматизації є розпізнавання процесів і ситуацій, що відбуваються в будинку, і реагування на них відповідно до запрограмованих алгоритмів.

Зручність використання кухонної плити в побуті переважає небезпеку яка може йти від неї: виток газу, займання тощо. В даний час, завдяки розвитку технологій, стало можливим істотно знизити ймовірність небезпечних ситуацій, пов'язаних з ризиком подальшого займання. Ступінь контролю можна умовно розділити на три рівні в залежності від використовуваного обладнання:

- 1) проста система моніторинг витоку газу, яка показує, чи є витік;
- 2) система з газовим запірним краном, який перекриває газ у випадку небесної ситуації;
- 3) віддалений моніторинг при надсиланні повідомлень на пристрої користувачів.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

Предметом дослідження є підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

Метою кваліфікаційної роботи є забезпечення безпечного функціонування кухонної плити за допомогою підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

Практична цінність роботи полягає в спроектованій та реалізованій підсистемі безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

					КвРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

# 1 ДОСЛІДЖЕННЯ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

## 1.1 Концепція кіберфізичної системи «Розумний будинок»

Кіберфізичні системи – це технологічні рішення, що дають змогу полегшити значну частину технологічних процесів у домі шляхом їхньої автоматизації. Ці системи використовують взаємодію програмних і апаратних технологій для управління різними побутовими пристроями в будинку, включно з підсистемою безпечного функціонування плити. Таким чином, кіберфізичні системи гарантують безпеку і комфорт.

Системи розумного будинку – це системи, які автоматично та електронно керують різними пристроями, процесами та іншими побутовими діями в будинку. Концепція цих систем полягає в під'єднанні різноманітних датчиків і пристроїв до мережі для віддаленого моніторингу та управління житловим середовищем. Одна система може керувати поведінкою інших систем за заздалегідь визначеним алгоритмом. Основними особливостями таких будівель є інтеграція окремих підсистем в один керований комплекс. Важливою особливістю і характеристикою розумних будинків є спосіб організації житлового простору. Це найбільш прогресивна концепція взаємодії людини з житловим простором. Простір, де людина однією командою задає бажане середовище, а автоматика задає і контролює режими роботи всіх інженерних систем і електрообладнання відповідно до зовнішніх і внутрішніх умов. В цьому випадку немає необхідності використовувати різні системи: кілька пультів для перегляду телевізора, безліч вимикачів для управління світлом, різні пристрої для управління вентиляцією та опаленням, системи відеоспостереження та сигналізації.

Підсумовуючи, можна представити основні ідеї кіберфізичної системи «Розумний будинок»:

- 1) безпека;
- 2) економія;
- 3) зручність;
- 4) відслідковування загального стану.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

Схему складових розумного будинку зображена на рисунку 1.1.

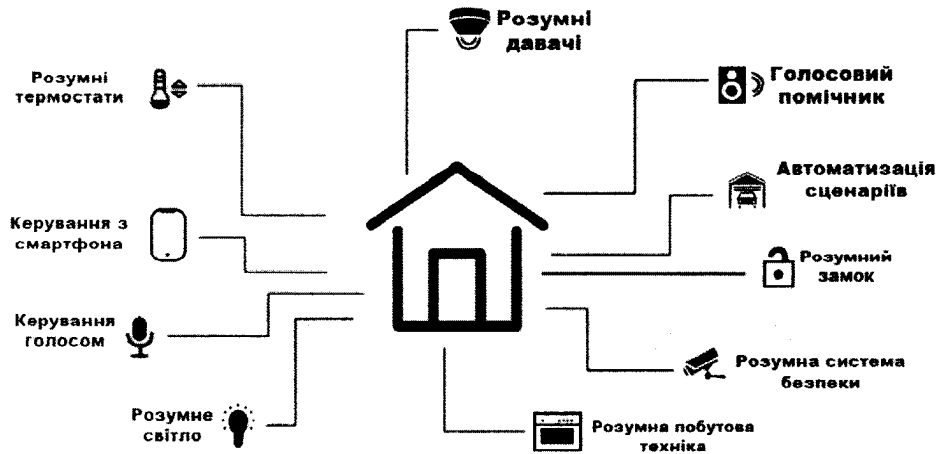


Рисунок 1.1 – Складові кіберфізичної системи «Розумного будинку»

Певні датчі та інші функції можуть обробляти інформацію та реагувати на неї певним чином. Однією з таких є система безпеки на кухні. Це система приладів, що робить повсякденне життя комфортнішим. Сучасний ринок пропонує широкий вибір корисного обладнання для полегшення домашніх справ. Вони забезпечують автоматизацію в будинку. Багато з них прості у використанні та корисні в найрізноманітніших життєвих ситуаціях. Розумний будинок на кухні також містить низку приладів, що полегшують повсякденну роботу господині. Типовим пристроєм розумної кухні є система сенсорного контролю, що об'єднує окремі датчі, які можуть бути розміщені в житловому приміщенні. Для кухонь це датчі газу, диму, води, датчі руху і датчі відкриття та закриття дверей. При аварійній ситуації на телефон власника прийде повідомлення.

У майбутньому розумні будинки можуть почати ставати більш популярними, ніж смартфони та планшети, охоплюючи приблизно 25% товарів, пов'язаних з IoT. Зокрема, такі системи, як різні термостати і датчі диму, досить популярні завдяки своїй безпеці і високій економічній та енергетичній вигоді.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

## 1.2 Основні поняття концепції Інтернету речей

Інтернет речей швидко розвивається. Наше домашнє життя у ці дні чи то, забезпечення безпеки будинку, чи підключення до інтернету або те, як ми перемо одяг, схоже, що ми не можемо зупинити постійно зростаючу кількості пристроїв, які ми підключаємо до інтернету. Оскільки світ стає все більш взаємопов'язаним, з'явилася нова область для інновацій – кухня. Дедалі більше людей купують смарт-прилад для дому. Переваги розумних приладів для приготування видно неозброєним оком – вони оптимізують процес, економлять час, а головне це безпека.

Інтернет речей, також відомий як ІОТ Термін “Інтернет речей” уперше з'явився у промові британського інженера Кевіна Ештона в 1999 році. Цей термін широко використовується для позначення систем, у яких фізичні об'єкти під'єднані до Інтернету. Інтернет речей – це також система, яка може створювати і передавати дані та створювати цінність для користувачів за допомогою різних агрегаційних, аналітичних та інших послуг. Згідно з визначенням міжнародного союзу електров'язку, інтернет речей позиціонується як глобальна інфраструктура інформаційного суспільства, яка надає розширені послуги шляхом з'єднання фізичних або віртуальних об'єктів з існуючими технологіями.

З часом цей термін еволюціонував і став охоплювати всю екосистему інтегрованого обладнання. Ця екосистема включає виробників датчиків, авторів програмного забезпечення, операторів та інтеграторів. Інтернет речей – це загальний термін для всіх технологій, що використовуються для підключення пристроїв до Інтернету. Ці системи засновані на зборі даних. Ці дані потім використовуються для моніторингу, контролю та передачі інформації на інші пристрої через Інтернет. Це дозволяє автоматично запускати певні дії в залежності від ситуації, що склалася.

Широке розмаїття пристроїв ІоТ призвело до їхнього впровадження в багато технологічних галузей, включно з розумним будинком.

Концепція Інтернету речей (ІоТ) передбачає підключення до Інтернету різних пристроїв, які можуть збирати, обробляти та обмінюватися даними з метою

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк 8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

забезпечення безпеки на кухні. Мережеві підключення: IoT-пристрої пов'язані між собою та з Інтернетом за допомогою різних мережевих протоколів, таких як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee тощо. Системи управління: на основі даних, що збираються датчиками безпеки, система управління може приймати автоматичні рішення, які допоможуть зменшити загрози безпеці на кухні. Облік і ідентифікація: для забезпечення безпеки важливо відслідковувати, хто та коли має доступ до системи безпеки. Це може бути забезпечено за допомогою системи ідентифікації та автентифікації користувачів. Аналітика даних: зібрані дані можуть бути оброблені та проаналізовані, щоб виявити потенційні загрози безпеці на кухні та вжити відповідних заходів щодо їх запобігання.

У системах домашньої автоматизації Інтернет речей охоплює всі комунікаційні пристрої, такі як термостати, датчики живлення, розумні розетки, датчики присутності та розумні лічильники, підключені до пристроїв домашньої автоматизації IoT. Домашня автоматизація означає, що будинок приймає певні рішення і виконує їх автоматично.

### 1.3 Огляд способів передачі даних між складовими кіберфізичної системи «Розумний будинок»

Автоматизовані системи, що полегшують життя людей, останніми роками стають дедалі популярнішими. Пристрої, інтегровані в домашню мережу, дають змогу задовольняти повсякденні потреби кожної людини. Централізоване управління виступає основним органом домашньої автоматизації, забезпечуючи розпізнавання і взаємодію пристроїв один з одним. Щоб адаптувати кіберфізичну систему до будь-якого будинку, зазвичай використовують бездротову домашню автоматизацію з використанням локальних мереж Wi-Fi або Bluetooth.

Дані збираються з різних датчиків, таких як: датчик диму, датчик витoku газу, датчик температури, датчик руху, датчик світла та інші. Зібрані дані можуть бути опрацьовані та проаналізовані системою безпеки, і відповідно до них можуть бути вжиті відповідні дії. Наприклад, система може відключати газові плити або

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		9

викликати службу пожежної безпеки, якщо виявить дим або підвищену температуру в приміщенні.

Оскільки дані в системі можуть містити конфіденційну інформацію, таку як деталі про використання газу та електроприладів, важливо забезпечити безпеку цих даних. Це може бути досягнуто за допомогою шифрування даних, забезпечення безпеки мережі Wi-Fi та забезпечення правильної настройки дозволів на доступ до даних для різних користувачів системи.

Схема роботи автоматизованої системи «Розумний будинок» зображена на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Узагальнена схема передачі даних між складовими кіберфізичної системи «Розумний будинок»

Бездротовий зв'язок передає сигнали повітрям, без використання будь-яких кабелів, дротів або інших електричних провідників. Розвиток бездротових технологій означає, що зараз як ніколи багато можливостей для з'єднання новітніх технологій разом для створення кіберфізичних систем розумного будинку, які керують усім – від розважального центру до опалення та освітлення. Сьогодні існує безліч різних типів бездротових мереж, які можуть керувати системами домашньої автоматизації. Деякі з типів бездротових мереж можна звести до таких протоколів:

Bluetooth – це стандарт бездротового зв'язку, який можна знайти в багатьох електронних продуктах, включно з мобільними пристроями та різноманітними процесорами. Пристрої Bluetooth можна знайти в усіх видах мобільних пристроїв і

багатьох інших електронних продуктах, що дає змогу легко керувати ними без дротів. Він може взаємодіяти з широким спектром електронних пристроїв і керувати персональними мережами в частотному діапазоні 2,4 ГГц.

Радіочастота – це частота коливань електромагнітних хвиль, що використовуються для передавання та приймання повідомлень. Одним із застосувань радіочастот є управління побутовими приладами за допомогою пари радіочастотних модулів, таких як передавач і приймач. Радіохвилі, у вигляді електромагнітних хвиль, мають частоту від 3 кГц до 300 ГГц Існує також більш потужна, більш далекобійна радіочастотна технологія під назвою ZigBee.

Z-Wave-технологія являє собою відносно новий протокол для бездротової домашньої автоматизації. Що більше продуктів Z-Wave у кіберфізичній системі розумного будинку, то потужнішою стає мережа розумного будинку. Технологія також використовує менше енергії та мережі. Пристрої взаємодіють у частотному діапазоні до 900 МГц; Z-Wave дає змогу пристроям розумного будинку, як-от замки, світильники та термостати, спілкуватися один з одним. Це формує основу автоматизованої системи, даючи змогу користувачам використовувати свої смартфони або планшети для створення сцен, що полегшують повсякденні дії одним клацанням миші.

Li-Fi діє як двостороння, високошвидкісна бездротова технологія, аналогічна Wi-Fi; Li-Fi дуже підходить для покриття високої щільності бездротових даних на обмеженій території та усунення радіоперешкод. Користувачі можуть керувати своїм розумним будинком як локально, так і віддалено: система Wi-Fi складається з двох частин: програмного забезпечення, що реалізується за допомогою мікроконтролера PIC і керує кількома пристроями. І апаратне забезпечення, яке може керувати кількома пристроями відповідно до потреб користувача.

Хмарні технології: сьогодні технологія домашньої автоматизації продовжує підвищувати свою гнучкість, включаючи модернізацію для задоволення зростаючих потреб користувачів. Система складається з трьох основних частин:

1) хмарні сервери, які керують і контролюють дані та інформацію користувача, а також стан обладнання;

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		11

2) апаратні інтерфейсні модулі, які забезпечують апаратне забезпечення для відповідного сенсорного інтерфейсу та фізичних сервісів;

3) домашні сервери, які забезпечують конфігурацію і призначені для користувача інтерфейси для апаратних пристроїв.

Система використовує веб-сервіси через хмару, здебільшого для забезпечення безпеки та доступності даних. Використання хмарних сервісів є економічно ефективним і надійним рішенням. Тому воно може забезпечити безпечне середовище домашньої автоматизації для всієї родини.

Глобальна система мобільного зв'язку (GSM): технологія, яка використовується для управління побутовими пристроями, такими як освітлення, кондиціонування повітря і служба коротких повідомлень (SMS). Протокол GSM дає змогу користувачам використовувати частотний діапазон, щоб для управління цільовими системами. Концепції послідовного зв'язку і AT-команд використовуються для розробки кіберфізичних систем на основі GSM. Домовласники можуть використовувати свої мобільні телефони для дистанційного отримання зворотного зв'язку, незалежно від того, увімкнені або вимкнені прилади, за якими вони стежать.

Типи зв'язку в кіберфізичній системі «Розумний будинок» зображені на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Типи бездротового зв'язку в кіберфізичній системі «Розумний будинок»

Wi-Fi розроблено як альтернативний бездротовий протокол Ethernet, що забезпечує бездротовий зв'язок у безліцензійних частотних діапазонах. Наразі Wi-Fi є найкращим способом під'єднання Інтернету речей, оскільки в більшості будівель є Wi-Fi, але це не завжди правильне рішення.

Пристроями з підтримкою Wi-Fi можна керувати з комп'ютера за допомогою Wi-Fi. Більшість пристроїв із підтримкою Wi-Fi працюють на частоті 2,4 ГГц і використовують мультиплексування з поділом частот.

#### 1.4 Задачі кіберфізичних систем «Розумний будинок»

Кіберфізична система «Розумний будинок» забезпечує цілісність всіх пристроїв і виключають можливість неузгодженості або невідповідності в роботі домашніх пристроїв і компонентів. Автоматизація процесів у будинку може допомогти уникнути непотрібного споживання побутового газу. Таким чином, користувач може бути проінформований, якщо кухонна плита залишена без нагляду або якщо температура починає підвищуватися. Розуміння температури навколишнього середовища та руху також може дати хороші результати.

Принцип автоматизації кіберфізичної системи «Розумний будинок» полягає у використанні комбінації програмного і апаратного забезпечення для підвищення надійності та ефективності управління всіма пристроями і підсистемами, оснащеними датчиками або безпосередньо підключеними до основної мережі.

Важливою функцією кіберфізичних систем є те, що вони можуть змінювати середовище всередині будинку за допомогою однієї команди, автоматично налаштовуючи і контролюючи роботу підсистем і обладнання відповідно до всіх умов.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що кіберфізична система «Розумний будинок» дозволяє користувачам віддалено контролювати безпеку своїх будинків і керувати побутовою технікою, використовуючи функції своїх мобільних пристроїв. Також можуть обмінюватися інформацією з пристроями та дистанційно керувати ними для виконання певних команд.

					КвРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		13

## 1.5 Порівняльний аналіз переваг та недоліків відомих рішень безпечного функціонування кухонних плит

На ринку існує багато як вітчизняних так і закордонних компаній які виробляють кухонні плити. Всі ми знаємо що кухонні плити це обладнання для приготування їжі. Кухонні плити по суті можна поділити на повноцінні – де варильна поверхня і духовий або піч – і все те саме окремо. За видами вони бувають:

1) газові, працюють на природному газу (метані, пропані, бутані). Також може використовувати природний газ з міської газової мережі з редуктором тиску або скраплений газ з балону;

2) електричні, використовують явище виділення тепла при проходженні струму через електричний опір;

3) індукційні, що розігрівають металевий посуд індуктованими вихровими струмами, що генеруються високочастотним магнітним полем.

Для проведення порівняльного аналізу розглянемо плити різних виробників та видів.

Electrolux – один з провідних світових виробників побутової техніки родом з Швеції. Щороку вона продає близько 60 мільйонів побутових товарів на більш ніж 120 ринках. Розглянемо наприклад модель Electrolux RKG 500002 W, дана плита зображена на рисунку 1.4.

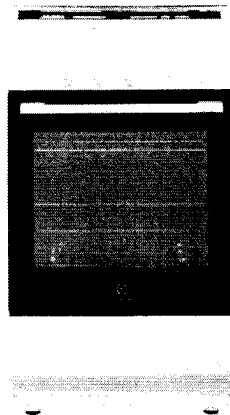


Рисунок 1.4 – Газова плита Electrolux RKG 500002 W [1]

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		14

Надійний стандартний варіант для газифікованих будинків, як правило, працюватимуть навіть при раптовому відключенні світла. Установка газової плити вимагає кваліфікованого підключення, надалі експлуатація приладу відбувається без особливих турбот.

Переваги даної газової плити:

- 1) проста у використанні;
- 2) вартість покупки нижче;
- 3) низька вартість експлуатації;
- 4) можливість користуватися плитою за відсутності світла у будинку.

Є два основні недоліки газової плити, а саме:

- 1) небезпека витоку газу;
- 2) відкритий вогонь.

Hansa – це європейський виробник побутової техніки. Компанія має 70-річний досвід у виробництві й має свої представництва у більш ніж 50 країнах. Дана електрична плита безпечніша для здоров'я ніж газова, оскільки не випалює кисень. На ній можна точно задавати температуру готування, її легше мити і існує багато стильних і красивих варіантів дизайну таких плит.

Розглянемо наприклад модель Hansa FCEW53001, зображену на рисунку 1.5.

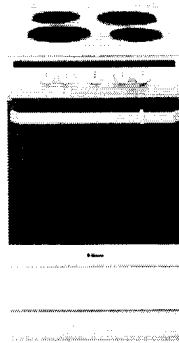


Рисунок 1.5 – Електрична плита HANSA FCEW53001 [2]

Перевагами такої плити є:

- 1) не потребує підключення до газопроводу;
- 2) безпечна для здоров'я.

Недоліками такої плити наступні:

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

- 1) вимкнення електроенергії;
- 2) чітке дотримання правил експлуатації.

Також на ринку є індукційні плити, одним з представників такої продукції є компанія Xiaomi, важко назвати що ця компанія не виробляє. Вона виробляє практично все, починаючи навушниками та закінчуючи системами розумного будинку та побутовою технікою. Xiaomi – це виробник споживчої електроніки та розумних пристроїв, продукцією якого є розумні пристрої, підключені до платформи Інтернету речей. Розглянемо розумну (індукційну) плиту Xiaomi Mi Induction Cooker 2100W, DCL01CM, зображену на рисунку 1.6.

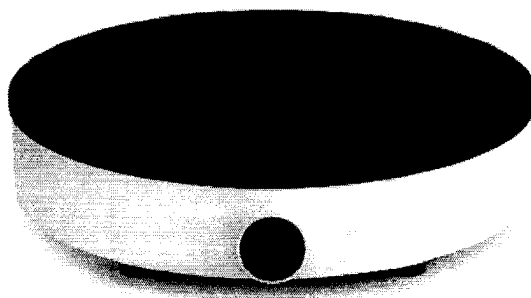


Рисунок 1.6 – Індукційна плита Xiaomi Mi Induction Cooker 2100W, DCL01CM [3]

Індукційна плита MI побутовий прилад, який має високу продуктивність, простоту управління та компактні розміри. Для розміщення плити потрібно мінімум місця. Готувати на плиті можна у будь-якому посуді.

- 1) Перевагами даної плити є:
- 2) простота у використанні та догляді;
- 3) економія енергії;
- 4) широкий функціонал;
- 5) автоматичне вимкнення, якщо на поверхні буде невідповідний посуд для індукційної плити або на вільну конфорку впаде сторонній предмет – вона вимкнеться;
- 6) висока безпека, варильна поверхня не гріється, є захист від дітей.

Недоліками такої плити є:

- 1) вартість;

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

- 2) крихкі поверхні;
- 3) дорогий ремонт.

Підводячи підсумки можна сказати що самими найбезпечнішими плитами є розумні (індуктивні), на другому місці по безпеці електричні та найменш безпечні є газові в силу використання небезпечних речовин (газу, метану, пропану та бутану).

Через те що розумні плити коштують дорого і не всі можуть їх придбати, а газові плити доступніші та масовіші, варто розглянути та проаналізувати різні рішення для безпеки на кухні. Одним з таких є пожежний давач тепла Артон СПТ-2Б-НЗ, зображений на рисунку 1.7.

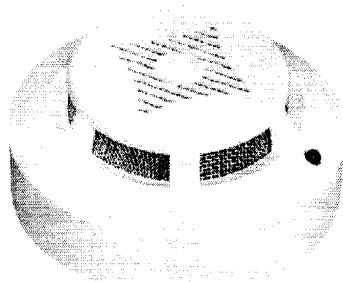


Рисунок 1.7 – Давач пожежний тепловий Артон СПТ-2Б-НЗ [4]

СПТ-2Б-НЗ – це точковий тепловий пожежний давач призначений для контролю температури в закритих приміщеннях. Пристрій повідомляє про можливу пожежу, коли виявляє, що температура в приміщенні перевищує порогове значення.

До переваг теплового давача відносяться:

- 1) відсутність впливу на сенсор надмірної запиленості, загазованості або високої вологості в приміщенні;
- 2) швидкий монтаж, просте налаштування, техобслуговування та ремонт;
- 3) доступна вартість, висока надійність, тривалий період експлуатації;
- 4) низьке енергоспоживання;
- 5) стійкість до електромагнітних перешкод.

Недоліком теплового давача є інерційність спрацювання.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк 17
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Комбіновані давачі виконують декілька функцій, наприклад можуть контролювати дим та температуру, одним з таких є Detecto MLT 110. Комбінований пожежний давач – це автоматичний пожежний давач, який реагує на два або більше фізичних факторів пожежі, зображений на рисунку 1.8.

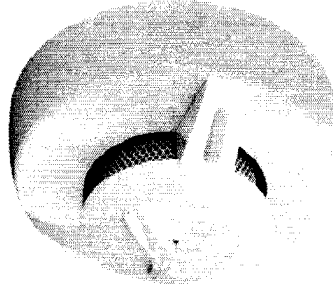


Рисунок 1.8 – Комбінований пожежний давач Detecto MLT 110 [5]

До переваг відносять:

- 1) універсальність застосування;
- 2) економічна доцільність придбання, монтажу, використання та обслуговування одного приладу замість двох – чотирьох;
- 3) зниження споживання електроенергії, як наслідок – відсутність необхідності використовувати велику кількість блоків безперебійного, резервного живлення;
- 4) поліпшення дизайну інтер'єру приміщень через відсутність великої кількості різноманітних пожежних давачів, шлейфів, з'єднувальних ліній, прокладених до них.

До недоліків відносяться:

- 1) складність конструкції, деякі проблеми з обслуговуванням та ремонтом;
- 2) високу вартість.

Підсумовуючи можна сказати що давачі температури є дешевшими, а ніж комбіновані, але вони програють комбінованому тим що вони слідкують тільки за одним параметром. Давачі полум'я є дорогими у встановленні та обслуговуванні. Тож оптимальним рішення безпеки на кухні є комбінований пожежний давач, бо він може слідкувати одночасно за декількома параметрами, а не тільки за одним.

## 1.6 Методологічні підходи до вирішення задачі безпечного функціонування кухонної плити

Аналогом відомих і дорогих кіберфізичних систем можуть бути некомерційні системи, основною перевагою яких є низька вартість обладнання. Звичайно, нижча вартість порівняно з комерційними продуктами означає також зниження надійності та якості обладнання, відсутність технічної підтримки та гарантії.

З урахуванням вище наведених факторів, необхідні навички для виконання дипломної роботи перераховано нижче.

1. Знання принципів функціонування електричних приладів.
2. Розуміння роботи принципу схеми та структури системи автоматизації.
3. Знання типів мікроконтролерів, їх типів вхідних та вихідних сигналів.
4. Розуміння алгоритму роботи системи.
5. Розуміння принципу роботи та застосування використовуваного обладнання.

Підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок» будується на базі апаратної обчислювальної платформи Argon. При створенні підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок» вибір цих мікроконтролерів головним чином обумовлений їх доступністю та низькою ціною.

Під час використання мікроконтролера Argon немає інструменту для керування операційною системою, але відсутність цього інструменту дає змогу швидко й точно запустити та відформатувати завантажену програму одразу після ввімкнення пристрою. Навіть після випадкового вимкнення мікроконтролера фактично відсутній ризик пошкодження друкованої плати або запущеної програми. Для відновлення роботи достатньо просто знову під'єднати мікроконтролер Argon до джерела живлення.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		19

## 1.7 Висновки. Постановка задачі

Проаналізувавши відомі комерційні рішення безпечного функціонування кухонних плит для кіберфізичних систем «Розумний будинок» можна зробити висновок, що основними недоліками цих систем є ціна обладнання та складність його встановлення.

На основі вище проведених досліджень, визначивши основні принципи роботи та функції кіберфізичних систем «Розумний будинок», можна визначити задачі, яка повинна виконувати розроблювана підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок», а саме:

- 1) відстеження даних про температуру в режимі реального часу;
- 2) відстеження даних про стан духової шафи в режимі реальному часі.

Реалізація підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок» дозволить усунути недоліки газових та електричних плит в плані безпеки, описані у пункті 1.5 та покращити безпеку в кіберфізичній системі «Розумний будинок». Отже актуальною є задача розроблення підсистеми безпечного функціонування кухонної плити, яка відстежуватиме температуру на поверхні плити та стан духової шафи за допомогою даних в реальному часі.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		20

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ БЕЗПЕЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ КУХОННОЇ ПЛИТИ В КІБЕРФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

### 2.1 Обґрунтування вибору апаратних складових та середовища програмування

В створенні підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок» використовується дві апаратні обчислювальні платформи Particle Argon що зображені на рисунку 2.1. Плату Argon було обрано, бо вона має деякі цікаві особливості, але порівняно великий розмір і вища ціна, ніж Photon, є серйозними недоліками. Крім того ця плата має ряд переваг. На додаток до можливості Wi-Fi, Argon може виступати в якості шлюзу для mesh-мереж. Підключення LiPo батареї дозволяє забезпечити ефективно та просте живлення. Argon має включену схему зарядки. Argon приймає той самий форм-фактор, що й плати Adafruit Feather, що означає, що з ним можна використовувати широкий спектр аксесуарів FeatherWing. Також можна використовувати роз'єм LiPo з платами Adafruit.

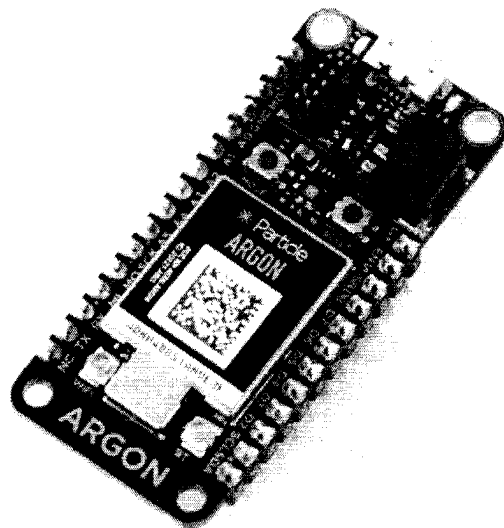


Рисунок 2.1 – Мікросхема Particle Argon

Particle Argon – мікроконтролер побудований на базі Nordic nRF52840 і Espressif ESP32 з підтримкою Wi-Fi для мереж Wi-Fi. Argon має вбудовану схему заряджання батареї, яка полегшує підключення Li-Po батареї та 20 GPIO змішаних сигналів для взаємодії з давачами, приводами та іншою електронікою.

Загальні характеристики Argon:

- 1) вбудована додаткова флеш-пам'ять SPI на 4 МБ;
- 2) максимальна швидкість Micro USB 2.0 12 Мбіт/с;
- 3) інтегрований Li-Po зарядний роз'єм і роз'єм акумулятора;
- 4) роз'єм JTAG (SWD);
- 5) світлодіод RGB;
- 6) кнопки Reset і Mode;
- 7) вбудована PCB-антена 2,4 ГГц для Bluetooth (не підтримує Wi-Fi);
- 8) два роз'єми U.FL для зовнішніх антен (один для Bluetooth, інший для Wi-Fi).

Головний процесор Nordic Semiconductor nRF52840 SoC:

- 1) 32-розрядний процесор ARM Cortex-M4F на 64 МГц;
- 2) 1 МБ флеш-пам'яті, 256 КБ оперативної пам'яті;
- 3) центральна та периферійна підтримка Bluetooth LE (BLE);
- 4) 20 змішаних сигналів GPIO (6 x Analog, 8 x PWM), UART, I2C, SPI;
- 5) потужність передачі до +8 дБм (до -20 дБм з кроком 4 дБ);
- 6) радіо NFC-A;
- 7) підтримує інструкції DSP, модуль апаратного прискорення з плаваючою комою (FPU) і функції шифрування.

Мережевий співпроцесор Argon Wi-Fi Espressif ESP32-D0WD 2,4 ГГц Wi-Fi:

- 1) вбудована флеш-пам'ять 4 МБ для ESP32;
- 2) підтримка 802.11 b/g/n;
- 3) 802.11 n (2,4 ГГц), до 150 Мбіт/с.

Живлення до Argon підключається декількома способами.

USB-порт найпростіший спосіб підключити Argon. Перед підключенням необхідно переконатися чи USB-порт здатний забезпечити принаймні 500 мА.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

Потужність від USB регулюється до 3,3 В вбудованим регулятором Torex XC9258A.

VUSB – це пін внутрішнього підключення до VBUS порту USB. Номінальний вихід становить приблизно 4,5–5 В постійного струму, коли пристрій підключено до USB-порту, і 0 В, якщо не підключено до джерела USB. Цей пін здатний використовувати живлення периферійних пристроїв, які працюють при таких напругах. Не варто перевищувати номінальний струм порту USB, який розрахований на 500 мА. Цей контакт також захищено внутрішнім запобіжником на 1000 мА.

Для того щоб зробити проект справді бездротовими, потрібно живити пристрій за допомогою одноелементного LiPo (3,7 В). Argon має вбудований зарядний пристрій LiPo, який заряджає та живить пристрій, коли підключено джерело USB, або живить пристрій лише від LiPo за відсутності USB. Варто звернути увагу на полярність роз'єму LiPo. Не всі LiPo акумулятори дотримуються однакової полярності.

Li+ – цей штифт внутрішнього підключений до позитивної клеми роз'єму LiPo. До цього контакту необхідно під'єднати один елемент LiPo/Lithium Ion або джерело постійного струму для живлення Argon. Діапазон вхідної напруги на цьому контакті становить від 3,6 до 4,2 В постійного струму.

3V3 – цей пін є виходом вбудованого регулятора понижувального перемикачання 3,3 В (Torex XC9258A). Регулятор розрахований на максимум 1000 мА. Використовуючи цей пін для живлення інших пристроїв або периферійних пристроїв, спершу потрібно врахувати поточні потреби Argon. Цей контакт також необхідно використовувати для живлення Argon за відсутності живлення USB або LiPo. При подачі живлення на цей контакт підключаються контакт ENABLE до GND, щоб регулятор на платі був вимкнений.

EN – сам по собі він не є піном живлення, але він контролює живлення 3V3. Вивід EN підтягується резистором 100K до VUSB роз'єму micro USB або Li+. Оскільки підтягування може призвести до напруги близько 5 В, не варто безпосередньо підключати EN до контакту GPIO 3,3 В. Замість цього потрібно використовувати тільки низький рівень EN, наприклад, використовуючи N-

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		23

канальний MOSFET або інший транзистор з відкритим колектором. Пін EN може перевести пристрій у стан глибокого вимкнення, коли він споживає дуже мало енергії. Його також необхідно використовувати, щоб переконатися, що пристрій повністю скинуто, подібно до відключення його від мережі з одним застереженням. При використанні пина EN для глибокого скидання пристрою, потрібно бути обережними, щоб не допустити витoku струму назад у nRF52 MCU через GPIO або підтягування до 3V3. Якщо жити зовнішні пристрої лише через 3V3, проблем не буде, оскільки 3V3 вимикається, коли EN низький. Однак, якщо є схема, яка живиться від окремого зовнішнього джерела живлення, потрібно бути обережними. Схема із зовнішнім живленням, яка керує високим рівнем GPIO nRF52, коли EN низький, може забезпечити достатній струм, щоб утримати nRF52 від вимкнення та скидання. Подібним чином підключення до зовнішнього джерела живлення може зробити те саме. За жодних обставин не можна подавати живлення на nRF52, коли 3V3 знеструмлено.

На Argon є дві радіо антени. BLE (nRF52840) і Wi-Fi (ESP32). Для антени Wi-Fi використовується роз'єм u.FL для підключення. Це потрібно, якщо необхідно використовувати з'єднання Wi-Fi. Є два варіанти BLE антени на Argon. Одна з них є вбудованою антеною на платі, яка вибирається за замовчуванням в ОС пристрою, і роз'ємом u.FL, якщо потрібно підключити зовнішню антену. Якщо необхідно використовувати зовнішню антену, потрібно буде ввести відповідну команду в мікропрограмі. Компонування флеш-пам'яті nRF52840 показані в таблиці 2.1. Опис пінів плати показані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Компонування флеш-пам'яті nRF52840

№ з.п	Програмне забезпечення	Пам'ять
1	Завантажувач	48 КБ
2	Програма користувача	256 КБ
3	Система	656 КБ
4	Програмний пристрій	192 КБ

Таблиця 2.2 – Опис пінів плати Argon

№ з.п	Пін	Опис
1	Li+	Цей пін внутрішнього з'єднання з плюсовою клемою роз'єму акумулятора LiPo
2	VUSB	Цей пін внутрішнього підключення до USB (+ve) живлення
3	3V3	Цей пін є виходом бортового регулятора 3,3 В
4	GND	Пін заземлення системи
5	EN	Пін увімкнення пристрою
6	RST	Вхід скидання системи
7	MD	Цей пін внутрішнього з'єднання з кнопкою MODE
8	RX	Використовується як UART RX, але також може використовуватися як цифровий GPIO
9	TX	Використовується як UART TX, але також може використовуватися як цифровий GPIO
10	SDA	Використовується як контакт даних для I2C, але також може використовуватися як цифровий GPIO
11	SCL	Використовується як контакт годинника для I2C, але також може використовуватися як цифровий GPIO
12	MO, MI, SCK	Це контакти інтерфейсу SPI, але їх також можна використовувати як цифровий GPIO
13	D2-D8	Це загальні контакти GPIO. D2-D8 підтримують широтно-імпульсну модуляцію
14	A0-A5	Це контакти аналогового входу, які також можуть працювати як стандартний цифровий GPIO. A0-A5 підтримують широтно-імпульсну модуляцію

SWD – це спеціальний 10-контактний роз'єм для налагодження, який відкриває інтерфейс SWD nRF5280. Цей інтерфейс необхідно використовувати для

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк 25
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

налагодження коду або перепрограмування завантажувача Argon, ОС пристрою або мікропрограми за допомогою будь-яких стандартних інструментів SWD.

Також в цій задачі використовується давач температури DS18B20 DFRobot, він буде вимірювати температуру на поверхні плити і коли температура перетне певну межу вгору чи вниз, буде приходити відповідне повідомлення на пристрій користувача що: “плита увімкнена”, чи “плита вимкнена”, зображена на рисунку 2.2. Цифровий вимірювач температури DS18B20 має деякі переваги, порівняно з іншими моделями від конкурентів. Відсутня потреба підключення до розетки, оскільки пристрій стає активним при напрузі від 3 до 5,5 В. При виставленні максимальної роздільної здатності 12 біт забезпечується швидкість оновлення показань на індикаторі 750 мс. Тому для проекту було обрано саме його.

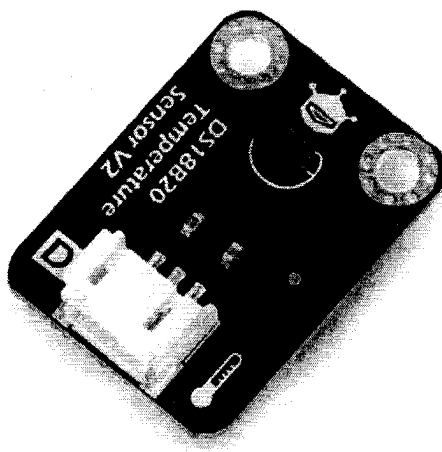


Рисунок 2.2 – Давач температури DS18B20 DFRobot

Цифровий давач температури DS18B20 забезпечує вимірювання температури від 9 до 12 біт за Цельсієм і сигналізацію з енергонезалежною верхньою і програмованою користувачем нижньою точкою спрацьовування. DS18B20 з'єднується з центральним мікропроцесором через шину 1-Wire. Ця шина, за визначенням, вимагає тільки одну лінію даних (і заземлення) для зв'язку з центральним мікропроцесором. Крім того, DS18B20 може живитися безпосередньо від ліній даних і не потребує зовнішнього джерела живлення. Кожен DS18B20 має унікальний 64-бітний послідовний код, що дозволяє декільком DS18B20 працювати на одній шині 1-Wire. Таким чином, один мікропроцесор може легко

					КвРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		26

керувати великою кількістю DS18B20, розподілених на великій площі. Ця функціональність може бути використана в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, системах моніторингу температури в будівлях, обладнанні, машинах і системах моніторингу та керування технологічними процесами. Основна функція DS18B20 – прямий цифровий давач температури. Роздільна здатність давача температури може бути встановлена на 9, 10, 11 або 12 біт, що відповідає крокам 0,5°C, 0,25°C, 0,125°C і 0,0625°C відповідно. Стандартна роздільна здатність при увімкненні – 12 біт. DS18B20 працює в режимі очікування з низьким енергоспоживанням. Технічні характеристики DS18B20 показані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики DS18B20

№ з.п	Тип	Значення
1	Робоча напруга	3.3В-5В
2	Інтерфейс	Цифровий
3	Діапазон вимірювання	Від -55°C до +125°C
4	Точність	±0.5°C
5	Протокол	1-Wire
6	Габарити	30x22x8 мм
7	Вага	3г

Щоб почати вимірювання температури і аналого-цифрове перетворення, головний пристрій повинен віддати команду Convert T. Після перетворення отримані теплові дані зберігаються в 2-байтовому регістрі температури в пам'яті ноутбука, і DS18B20 повертається в режим очікування. Якщо DS18B20 живиться від зовнішнього джерела, головний пристрій може видати час зчитування після команди Convert T, і DS18B20 перетворить температуру. Якщо DS18B20 живиться від паразитного джерела, цей метод сповіщення не може бути використаний, оскільки під час перетворення температури шина даних повинна бути піднята до високого рівня з сильним підтягуванням. Для застосувань у градусах Фаренгейта

необхідно використовувати таблицю пошуку або програму перетворення. Дані про температуру зберігаються у вигляді 16-розрядного числа з максимум двома знаковими бітами в регістрі температури. Біт знаку (S) вказує, чи є температура додатною або від'ємною. Якщо DS18B20 налаштовано на 12-бітну роздільну здатність, всі біти в регістрі температури містять достовірні дані; при 11-бітній роздільній здатності біт 0 не визначений; при 10-бітній роздільній здатності біти 1 і 0 не визначені; при 9-бітній роздільній здатності біти 2, 1 і 0 не визначені.

Після того, як DS18B20 виконає перетворення температури, значення температури порівнюється з визначеним користувачем двокомпонентним значенням тригера тривоги, що зберігається в 1-байтових регістрах TH і TL. Знаковий біт (S) вказує, чи є значення додатним або від'ємним. Для додатних чисел  $S = 0$ ; для від'ємних  $S = 1$ . Регістри TH і TL є енергонезалежними (EEPROM), тому дані можуть зберігатися навіть якщо пристрій вимкнено. Доступ до TH і TL можна отримати з другого і третього байтів блоку пам'яті. Порівняння TH і TL При порівнянні TH і TL використовуються тільки біти з 11 по 4 регістра температури, оскільки TH і TL є 8-бітними регістрами. Якщо виміряна температура нижче TL або вище TH, виникає стан тривоги і в DS18B20 встановлюється прапорець тривоги. Цей прапорець оновлюється при кожному вимірюванні температури, тому, якщо стан тривоги знято, прапорець скидається після наступного перетворення температури. Ведучий може перевірити стан прапорця тривоги всіх DS18B20 на шині, видавши команду пошуку тривоги. DS18B20 з встановленими прапорцями тривоги реагують на команду, що дозволяє ведучому точно визначити, який саме DS18B20 має стан тривоги. Якщо стан тривоги існує, а параметри TH або TL змінилися, необхідно знову виконати перетворення температури для перевірки стану тривоги.

DS18B20 може живитися від зовнішнього джерела через вивід VDD або працювати в режимі "паразитного живлення", коли він працює без локального зовнішнього джерела. Паразитне живлення дуже корисне в додатках, де потрібні віддалені вимірювання температури або де простір дуже обмежений. Заряд подається на DS18B20, коли рівень шини високий, а частина заряду зберігається в конденсаторі паразитного живлення (CPP) для забезпечення живлення, коли рівень

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		28

шини низький. Коли DS18B20 використовується в режимі паразитного живлення, вивід VDD повинен бути підключений до землі. У режимі паразитного живлення шина 1-Wire і CPP можуть забезпечити достатній струм для DS18B20 для більшості операцій за умови дотримання зазначених вимог до часу і напруги. Однак, якщо DS18B20 виконує перетворення температури або копіює дані з блокнотної пам'яті в EEPROM, робочий струм може досягати 1,5 мА. Цей струм може викликати неприпустиме падіння напруги на підтягуючому резисторі слабкої шини 1-Wire і може перевищити струм, який може видати CPP. Щоб забезпечити достатній струм живлення для DS18B20, необхідно подбати про те, щоб кожен раз, коли виконується перетворення температури або копіювання даних з блокнотної пам'яті в EEPROM, він був достатнім. Необхідно нереконатися, що шина 1-Wire сильно підтягується при кожному копіюванні. Цього можна досягти, підтягуючи шину безпосередньо за допомогою MOSFET: Шина 1-Wire перемикається в режим підвищеного підтягування протягом 10 мкс (максимум) після подачі команди Convert T [44h] або Copy Scratchpad [48h] і повинна залишатися в режимі підвищеного підтягування протягом усього перетворення (tCONV) або передачі даних (tWR = 10 мс) і повинна залишатися в режимі підвищеного підтягування протягом усього перетворення (tCONV) або передачі даних (tWR = 10 мс). Поки активний режим підтягування, на шині 1-Wire не може відбуватися ніяка інша активність.

Кожен DS18B20 містить унікальний 64-бітний код, що зберігається в постійному запам'ятовуючому пристрої. Наступні 48 біт містять унікальний серійний номер. Старші 8 бітів містять байт перевірки циклічної надлишковості, який обчислюється з перших 56 бітів коду постійного запам'ятовуючого пристрою. 64-розрядний код постійного запам'ятовуючого пристрою та відповідна логіка керування функціями постійного запам'ятовуючого пристрою дозволяють DS18B20 працювати як пристрій 1-Wire, використовуючи протокол.

Пам'ять складається з пам'яті SRAM з енергонезалежним сховищем EEPROM для регістрів тригерів високого та низького рівня (TH і TL) і регістру конфігурації. Якщо функція сигналізації DS18B20 не використовується, регістри TH і TL можуть служити пам'яттю загального призначення. Байт 0 і байт 1 блокнота містять LSB і

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк 29
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

MSB регістра температури відповідно. Ці байти доступні лише для читання. Байти 2 і 3 забезпечують доступ до регістрів TH і TL. Байт 4 містить дані регістра конфігурації. Байти 5, 6 і 7 зарезервовані для внутрішнього використання пристроєм і не можуть бути перезаписані. Байт 8 блокнота доступний лише для читання та містить код CRC для байтів з 0 по 7 блокнота. Дані записуються в байти 2, 3 і 4 блокнота за допомогою команди Write Scratchpad; дані повинні бути передані в DS18B20, починаючи з молодшого значущого біта байта 2. Щоб перевірити цілісність даних, блокнот потрібно прочитати за допомогою команди Read Scratchpad після запису даних. Під час читання блокнота дані передаються по шині 1-Wire, починаючи з молодшого біта байта 0. Щоб перенести TH, TL і конфігураційні дані з блокнота в EEPROM, головний пристрій повинен виконати команду Copy Scratchpad. Дані в регістрах EEPROM зберігаються, коли пристрій вимкнено; при включенні живлення дані EEPROM перезавантажуються у відповідні блокноти. Дані необхідно перезавантажити з EEPROM у блокнот у будь-який час за допомогою команди Recall E2. Ведучий може видавати часові інтервали для читання після команди Recall E2, а DS18B20 вказуватиме статус відкликання, передаючи 0 під час відкликання та 1, коли відкликання завершено.

Байт 4 блокнотної пам'яті містить регістр конфігурації. Користувач може встановити роздільну здатність перетворення DS18B20 за допомогою бітів R0 і R1 у цьому регістрі. За умовчанням для цих бітів увімкнення живлення  $R0 = 1$  і  $R1 = 1$  (12-бітна роздільна здатність). Існує прямий компроміс між роздільною здатністю та часом перетворення. Біт 7 і біти від 0 до 4 у регістрі конфігурації зарезервовані для внутрішнього використання пристроєм і не можуть бути перезаписані. Байти CRC надаються як частина 64-розрядного коду постійного запам'ятовуючого пристрою DS18B20 і в 9-му байті блокнотної пам'яті. CRC коду обчислюється з перших 56 біт коду і міститься в старшому байті постійного запам'ятовуючого пристрою. CRC блокнота обчислюється на основі даних, що зберігаються в блокноті, і тому він змінюється, коли змінюються дані в блокноті. CRC надають головній шині метод перевірки даних, коли дані зчитуються з DS18B20. Щоб переконатися, що дані були зчитані правильно, майстер шини повинен повторно обчислити CRC на основі отриманих даних, а потім порівняти це значення або з

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		30

CRC коду постійного запам'ятовуючого пристрою, або з CRC блокнота. Якщо розрахований CRC збігається з прочитаним CRC, дані отримано без помилок. Порівняння значень і рішення про продовження операції повністю визначаються майстром шини. Всередині DS18B20 немає жодної схеми, яка б перешкождала виконанню послідовності команд, якщо CRC DS18B20 не відповідає значенню, згенерованому майстром шини. Майстер шини може повторно обчислити CRC і порівняти його зі значеннями CRC з DS18B20 за допомогою генератора поліномів. Ця схема складається з регістра зсуву та вентилів XOR, а біти регістра зсуву ініціалізуються нулем. Починаючи з молодшого біта коду постійного запам'ятовуючого пристрою або молодшого біта байта 0 у блокноті, по одному біту слід зміщувати в регістр зсуву. Після зсуву 56-го біта або старшого біта байта 7 із блокнота генератор поліномів міститиме переобчислений CRC. Далі 8-розрядний код постійного запам'ятовуючого пристрою або CRC блокнота з DS18B20 необхідно перемістити в схему. У цей момент, якщо повторно обчислений CRC був правильним, регістр зсуву міститиме 0.

Система шини 1-Wire використовує одну головну шину для керування одним або кількома підлеглими пристроями. DS18B20 завжди є підлеглим. Якщо на шині є тільки один підлеглий пристрій, система називається "одноточковою" системою; система є "багатоточковою", якщо на шині є кілька підлеглих пристроїв. Усі дані та команди передаються молодшими бітами першими по шині 1-Wire. Наступне обговорення системи шини 1-Wire розбивається на три теми: конфігурація обладнання, послідовність транзакцій і сигналізація 1-Wire (типи сигналів і час).

Шина 1-Wire за визначенням має лише одну лінію передачі даних. Кожен пристрій (головний або підлеглий) підключається до лінії передачі даних через порт із відкритим стоком або порт із 3 станами. Це дозволяє кожному пристрою "звільнити" лінію передачі даних, коли пристрій не передає дані, щоб шина була доступна для використання іншим пристроєм. Для шини 1-Wire потрібен зовнішній підтягуючий резистор приблизно 5 кОм; таким чином, стан простою для шини 1-Wire є високим. Якщо з будь-якої причини транзакцію необхідно призупинити, шина повинна залишитися в стані очікування, щоб транзакція відновилася. Між бітами може мати місце нескінченний час відновлення, доки шина 1-Wire

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		31

перебуває в неактивному (високому) стані протягом періоду відновлення. Якщо шина утримується на низькому рівні понад 480 мкс, усі компоненти шини буде скинуто.

Послідовність транзакцій для доступу до DS18B20 така:

1. Ініціалізація.
2. Команда постійного запам'ятовуючого.
3. Функціональна команда DS18B20.

Дуже важливо дотримуватися цієї послідовності під час кожного доступу до DS18B20, оскільки DS18B20 не відповідатиме, якщо будь-які кроки в послідовності відсутні або не впорядковані. Винятками з цього правила є команди Search ROM і Alarm Search. Після введення будь-якої з цих команд ROM головний пристрій повинен повернутися до кроку 1 у послідовності.

Усі транзакції на шині 1-Wire починаються з послідовності ініціалізації. Послідовність ініціалізації складається з імпульсу скидання, переданого провідним модулем шини, за яким слідує імпульс(и) присутності, переданий веденим(ими). Імпульс присутності повідомляє головній шині, що підлеглі пристрої (такі як DS18B20) знаходяться на шині та готові до роботи.

Після того, як майстер шини виявив імпульс присутності, він може видати команду постійному запам'ятовуючому пристрою. Ці команди працюють з унікальними 64-розрядними кодами кожного підлеглого пристрою та дозволяють головному виділити певний пристрій, якщо їх багато на шині 1-Wire. Ці команди також дозволяють головному визначати, скільки та які типи пристроїв присутні на шині або чи зазнав будь-якого пристрою стан тривоги. Є п'ять команд ROM, і кожна команда має 8 біт. Головний пристрій має дати відповідну команду ROM перед тим, як видавати команду функції DS18B20.

Коли система спочатку вмикається, головний пристрій повинен визначити коди всіх підлеглих пристроїв на шині, що дозволяє головному визначити кількість підлеглих пристроїв і типи їх пристроїв. Ведучий дізнається коди за допомогою процесу виключення, який вимагає від головного виконати цикл пошуку (тобто команду пошуку в постійному запам'ятовуючому пристрою з подальшим обміном даними) стільки разів, скільки необхідно для ідентифікації всіх підлеглих

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

пристроїв. Коли на шині є лише один підлеглий пристрій, замість процесу пошуку потрібно використати простішу команду Read. Цю команду необхідно використовувати лише тоді, коли на шині є один підлеглий пристрій. Це дозволяє головній шині читати 64-розрядний код підлеглого без використання процедури пошуку. Якщо ця команда використовується, коли на шині присутній більше ніж один підлеглий пристрій, відбудеться конфлікт даних, коли всі підлеглі намагаються відповісти одночасно.

Команда відповідності, за якою слідує послідовність 64-розрядного коду, дозволяє ведучому шини адресувати певний підлеглий пристрій на багатоточковій або одноточковій шині. Лише підлеглий пристрій, який точно відповідає 64-розрядній кодовій послідовності, відповідь на команду функції, видану головним; всі інші підлеглі на шині чекатимуть імпульсу скидання.

Ведучий може використовувати цю команду для адресації всіх пристроїв на шині одночасно без надсилання будь-якої кодової інформації. Наприклад, головний може змусити всі DS18B20 на шині виконувати одпочасне перетворення температури, видавши команду Пропустити, а потім команду Перетворити T. Зауважте, що команда Read Scratchpad може слідувати за командою Skip, лише якщо на шині є один підлеглий пристрій. У цьому випадку економиться час, дозволяючи головному пристрою читати з підлеглого пристрою без надсилання 64-бітного коду пристрою. Команда Skip, за якою слідує команда Read Scratchpad, призведе до конфлікту даних на шині, якщо існує більше одного підлеглого пристрою, оскільки кілька пристроїв намагатимуться передати дані одночасно.

Alarm Search – операція цієї команди ідентична роботі команди пошуку, за винятком того, що відповідатимуть лише підлеглі пристрої з встановленим прапором тривоги. Ця команда дозволяє головному пристрою визначити, чи зазнавали будь-які DS18B20 умови тривоги під час останнього перетворення температури. Після кожного циклу пошуку сигналу тривоги (тобто команди пошуку сигналу тривоги з подальшим обміном даними) головний пристрій шини повинен повернутися до кроку 1 (ініціалізація) у послідовності транзакцій.

Після того, як головна шина використала команду для звернення до DS18B20, з яким він бажає з'єднатися, головний може видати одну з функціональних команд

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		33

DS18B20. Ці команди дозволяють головному пристрою записувати та читати з пам'яті блокнота DS18B20, ініціювати перетворення температури та визначати режим живлення.

Convert T – ця команда ініціює одне перетворення температури. Після перетворення отримані теплові дані зберігаються в 2-байтовому регістрі температури в пам'яті блокнотної панелі, і DS18B20 повертається в режим очікування з низьким енергоспоживанням. Якщо пристрій використовується в паразитному режимі живлення, протягом 10 мкс (макс.) після видачі цієї команди головний має увімкнути сильне підтягування на шині 1-Wire на час перетворення (tCONV), як описано в розділі Живлення DS18B20 розділ. Якщо DS18B20 живиться від зовнішнього джерела живлення, головний може видавати часові інтервали читання після команди Convert T, і DS18B20 відповідь передачею 0 під час перетворення температури та 1 після завершення перетворення. У паразитному режимі живлення цю техніку сповіщення не можна використовувати, оскільки шина підтягується високо під час сильного підтягування під час перетворення.

Write Scratchpad – ця команда дозволяє головному записати 3 байти даних у блокнот DS18B20. Перший байт даних записується в регістр TH (байт 2 блокнота), другий байт записується в регістр TL (байт 3), а третій байт записується в регістр конфігурації (байт 4). Дані повинні бути передані молодшим бітом спочатку. Усі три байти ПОВИННІ бути записані до того, як майстер видасть скидання, інакше дані можуть бути пошкоджені.

Read Scratchpad – команда яка дозволяє майстру читати вміст блокнота. Передача даних починається з молодшого значущого біта байта 0 і продовжується через блокнот, доки не буде зчитано 9-й байт (байт 8 – CRC). Майстер може виконати скидання, щоб припинити читання в будь-який час, якщо потрібна лише частина даних блокнота.

Copy Scratchpad – ця команда копіює вміст блокнота TH, TL і регістрів конфігурації (байти 2, 3 і 4) до EEPROM. Якщо пристрій використовується в паразитному режимі живлення, протягом 10 мкс (макс.) після видачі цієї команди головний пристрій повинен увімкнути сильне підтягування на шині 1-Wire принаймні на 10 мс.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		34

Read Power Supply – головний пристрій видає цю команду, а потім часовий інтервал читання, щоб визначити, чи DS18B20 на шині використовують паразитне живлення.

Протягом часового інтервалу зчитування DS18B20 з паразитним живленням буде підтримувати низький рівень шини, а DS18B20 із зовнішнім живленням залишатиме шину високою.

Recall E<sup>2</sup> – ця команда викликає значення тригера тривоги (TH і TL) і конфігураційні дані з EEPROM і розміщує дані в байтах 2, 3 і 4, відповідно, у блоку пам'яті. Головний пристрій може видавати часові інтервали для читання після команди Recall E<sup>2</sup>, а DS18B20 вказуватиме статус відкликання, передаючи 0 під час відкликання та 1, коли відкликання завершено.

Операція відкликання відбувається автоматично під час увімкнення живлення, тому дійсні дані доступні в блоку пам'яті, щойно живлення подається на пристрій.

Також для виконання проекту потрібен ультразвуковий давач відстані який буде вимірювати відстань до дверці духовки, якщо двері будуть відкриті, то на пристрій буде приходити повідомлення про це, в даному випадку використовується HC-SR04. Для даного проекту було обрано саме ультразвуковий давач HC-SR04 тому, що він добре бачить об'єкти перед собою на відміну від лазерного. HC-SR04 – це ультразвуковий давач відстані, простий далекомір з широким діапазоном вимірювання.

Ультразвукові хвилі використовуються для вимірювання відстаней завдяки своїй високій спрямованості, низькому енергоспоживанню та передачі на великі відстані. Ультразвукові вимірювання швидкі, зручні та прості у використанні. У випадку цього ультразвукового давача, він може визначати відстані від 2 см до 450 см безконтактно і з точністю до 3 мм.

Модуль складається з ультразвукового випромінювача, приймача і відповідної схеми управління. Давач зображений на рисунку 2.3.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		35

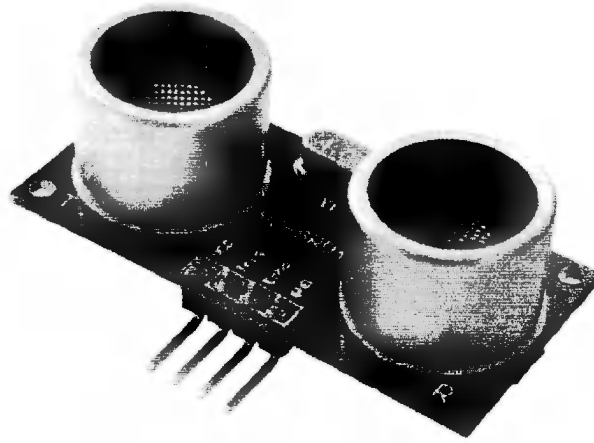


Рисунок 2.3 – Ультразвуковий давач HC-SR04

Технічні характеристики:

- 1) вхідний тригерний імпульс 10 TTL рівень;
- 2) вихідний відновлений сигнал вихідний сигнал TTL рівня (висота);
- 3) джерело живлення +5 В постійного струму;
- 4) струм спокою <2 мА;
- 5) кут вимірювання 15 градусів;
- 6) робочий струм 15 мА;
- 7) відстань вимірювання від 2 см до 450 см.

Принцип роботи ультразвукового давача HC-SR04.

1. Встановлення часу затримки тригонометричного виводу на 10 мікросекунд, що може запустити його для визначення відстані.

2. Після запуску модуль автоматично надсилає вісім ультразвукових імпульсів частотою 40 кГц і виявляє, чи є повернення сигналу. Цей крок модуль виконує автоматично.

3. Якщо сигнал повертається, пін Echo видасть високий рівень, і тривалість високого рівня – це час від передачі ультразвукової хвилі до повернення. Відстань, виміряна ультразвуковою хвилею = (швидкість \* час)/2.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		36

Для виконання даного проекту необхідно мати в наявності фоторезистор який буде моніторити і сповіщати про те чи світить світло біля газової плити, зображена на рисунку 2.4. Фоторезисторний модуль KY-018 було обрано для проекту, бо він доступний на ринку, низька ціна, просто встановлюється, має високу чутливість та має високий коефіцієнт стійкості до температури.

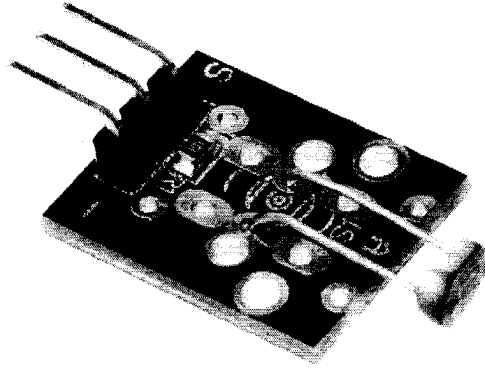


Рисунок 2.4 – Фоторезисторний модуль KY-018

Для проектуванні підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок» було використано фоторезисторний модуль KY-018.

Фоторезистор – це крихітний світлодіодний давач, який змінює інтенсивність світла через зміну опору. Модуль включає LDR-резистор (Light-dependent resistor), який зменшує його опір при яскравішому оточенні. За допомогою нього можна визначити опір резистора за допомогою дільника напруги, де відома напруга буде розділена між відомим і невідомим змінними резисторами. Можна також розрахувати опір за допомогою вимірної напруги.

Розпіновка модуля зображена на рисунку 2.5.

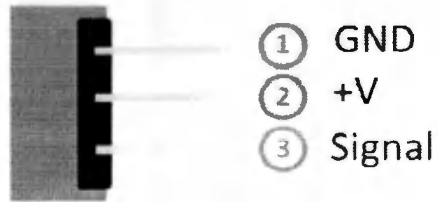


Рисунок 2.5 – Розпіновка фоторезисторного модуля KY-018 [11]

Також нам знадобляться дві звичайні макетні плати (рис. 2.6).

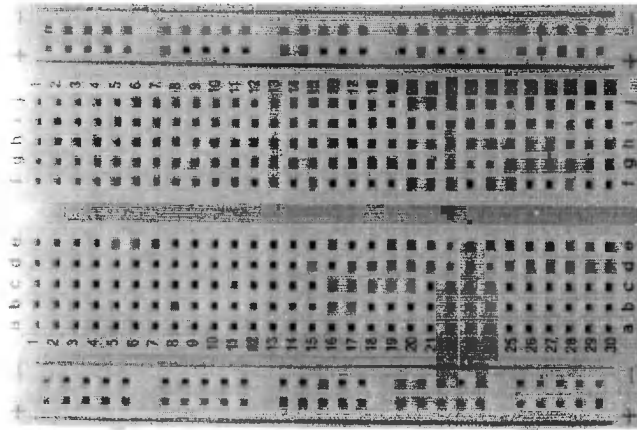


Рисунок 2.6 – Макетна плата

Також нам знадобляться з'єднувальні дроти зображені на рисунку 2.7.

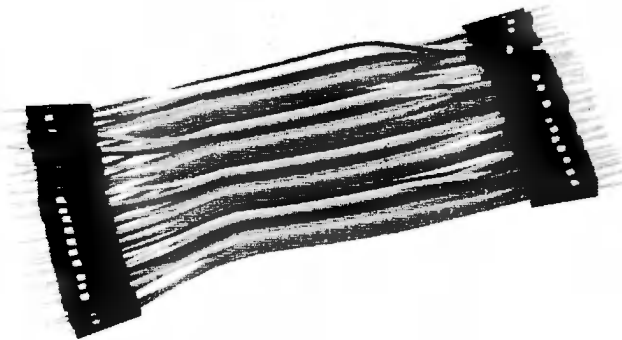


Рисунок 2.7 – З'єднувальні дроти

Також було використано такі програми як:

- 1) Particle Build Web IDE;
- 2) IFTTT Maker service.

Ручні інструменти та виробничі машини:

- 1) стрічка, електротехніка;
- 2) стрічка, прозора.

## 2.2 Вимоги до апаратного забезпечення

У підсумку, з вищесказаного випливають такі вимоги до створюваної підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок». Для реалізації необхідні:

- 1) дві мікросхеми Particle Argon;
- 2) один датчик температури DS18B20 DFRobot з діапазоном вимірювання від  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$  та протоколом 1-Wire;
- 3) один ультразвуковий датчик HC-SR04 з діапазоном вимірювання від 2 до 500 см;
- 4) дві макетні плати MCBV400, без пайки, ABS, 8,3 мм, 54,5 мм x 83,5 мм;
- 5) фоторезисторний модуль KY-018 для вимірювання інтенсивності світла на кухні з опором при 10 люксах:  $24 \pm 12$  кОм;
- 6) дев'ять з'єднувальних дротів-перемичок довжиною 75 мм.

## 2.3 Вимоги до програмного забезпечення

Якщо говорити про програмне забезпечення, у виконанні роботи використовується середовище розробки particle build web IDE.

Particle Web IDE — це інтегроване середовище розробки, в якому ви можете розробляти програмне забезпечення в зручній у використанні програмі, яка просто запускається у вашому веб-браузері. Particle Workbench надає всі інструменти, бібліотеки та розширення, необхідні для розробки IoT, в одному пакеті, який легко встановити. Використовуючи Microsoft Visual Studio Code як редактор, ви отримуєте легкий, але потужний досвід, який може створювати, компілювати та розгортати код для ваших продуктів.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		39

Написання коду в середовищі розробки Particle IDE використовує мову програмування C++, яка сумісна з більшістю коду C, але має свої відмінності.

Для запуску програми та основного її циклу, написаний код повинен містити дві основні функції, які створюються та зв'язуються між собою за допомогою заглушки main() в середині циклічної програми. Середовище розробки Particle, конвертує код який виконується, в текстовому файлі, який в свою чергу завантажується на мікросхему Particle Argon за допомогою програми завантажувача, яка прописана в прошивці мікросхеми. Отже основним функціоналом цієї програми є перенесення написаного коду, на мікросхеми Particle Argon.

Також для реалізації даного проекту потрібно підключити бібліотеки для мікросхем, таких як HC-SR04 та DS18B20 DFRobot.

#### 2.4 План виконання роботи

Для реалізації підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок» необхідно виконати наступні кроки:

- 1) необхідно з'єднати усі компоненти з апаратною обчислювальною платформою Particle Argon;
- 2) до плати необхідно під'єднати давач температури DS18B20 DFRobot;
- 3) також до проекту необхідно підключити ультразвуковий давач HC-SR04;
- 4) до другої плати необхідно під'єднати фоторезисторний модуль KY-018;
- 5) запрограмувати усі давачі;
- 6) виконати налаштування облікового запису IFTTT Maker service для того, щоб він отримав можливість приймати вимірювання, які будуть результатами цього проекту;
- 7) написати код відслідковування температури, який надсилатиме дані на платформу IFTTT Maker service. Крім того, необхідно виконати перевірку серверу IFTTT Maker service, для підтвердження того, що присутня можливість відслідковування пристрою в режимі реального часу;
- 8) виконати тестування на можливість дистанційного моніторингу.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		40

## 2.5 Висновки

У другому розділі було здійснено вибір апаратного забезпечення для реалізації підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок». В якості середовища для розроблення програмного забезпечення було обрано середовище Particle Build Web IDE. Також було перераховано обладнання, необхідне для реалізації даного проекту. Також було надано покроковий опис плану роботи.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		41

### 3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ БЕЗПЕЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ КУХОННОЇ ПЛИТИ В КІБЕРФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

3.1 Встановлення апаратних з'єднань для реалізації відслідковування температури та руху

Для здійснення усіх з'єднань та повного апаратного підключення проекту, необхідно провести 3 з'єднання:

- 1) підключити HC-SR04 до плати Particle Argon;
- 2) підключити DS18B20 до плати Particle Argon;
- 3) підключити фоторезистор до Particle Argon.

Блок-схему з'єднань зображено на рисунку 3.1.

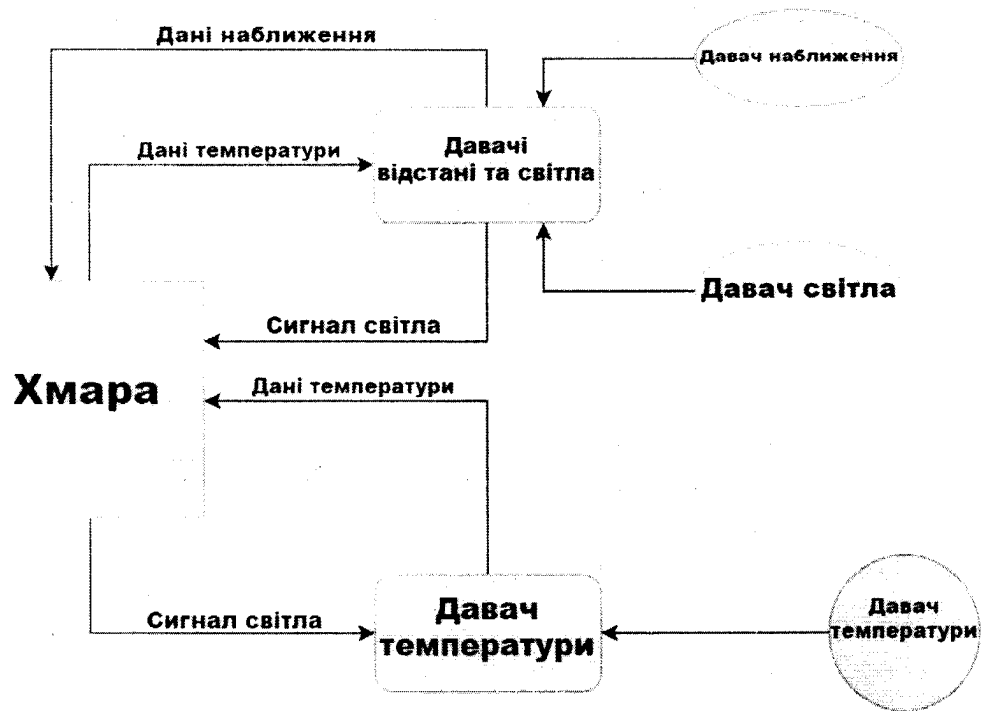


Рисунок 3.1 – Блок-схема з'єднань проекту

На рисунках 3.4 та 3.5 зображені схеми апаратних з'єднань, побудовані в програмному середовищі Fritzing. На рисунку 3.4 показані апаратні з'єднання ультразвукового датчика HC-SR04 та датчика температури DS18B20 DFRobot на базі Argon. На рисунку 3.5 показані апаратні з'єднання фоторезистора KY-018 до Argon.

Fritzing – це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, розроблене для полегшення процесу створення прототипів та поширених проектів на базі різних платформ. Численні віртуальні моделі різних платформ, компонентів і модулів можна зберігати і розміщувати в робочому просторі та підключати до макетної плати для створення схем майбутніх пристроїв. Fritzing дозволяє намалювати макет друкованої плати для майбутнього виготовлення. Інструмент корисний, а головне простий у використанні. Необхідно просто підключити всі необхідні елементи, і навіть якщо припуститися помилки жоден з віртуальних компонентів не згорить і не стане непридатним для використання. На рисунку 3.2 зображено середовище Fritzing з макетною платою в робочій області. Для додавання елементів до проекту потрібно перейти на вкладку “набір деталей” та обрати потрібні елементи. Для зручнішого пошуку необхідних елементів слід скористатися пошуком.

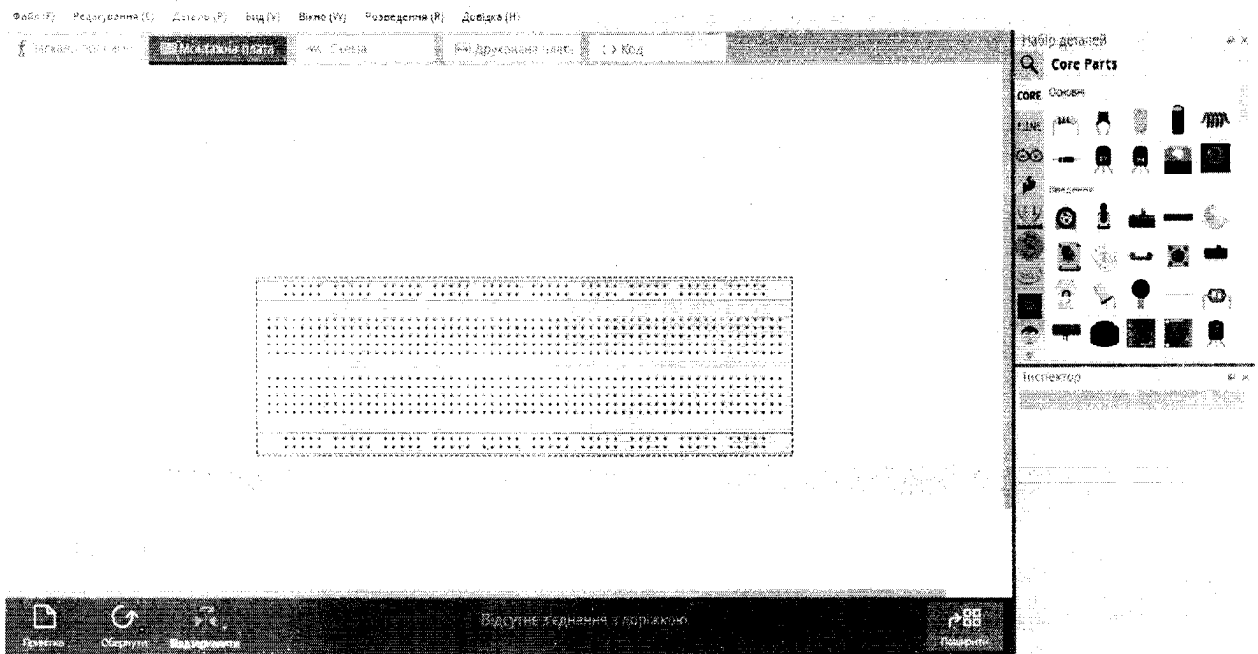


Рисунок 3.2 – Середовище Fritzing

На рисунку 3.3 зображені додані до проекту плата Particle та ультразвуковий давач відстані HC-SR04, що з'єднані між собою.

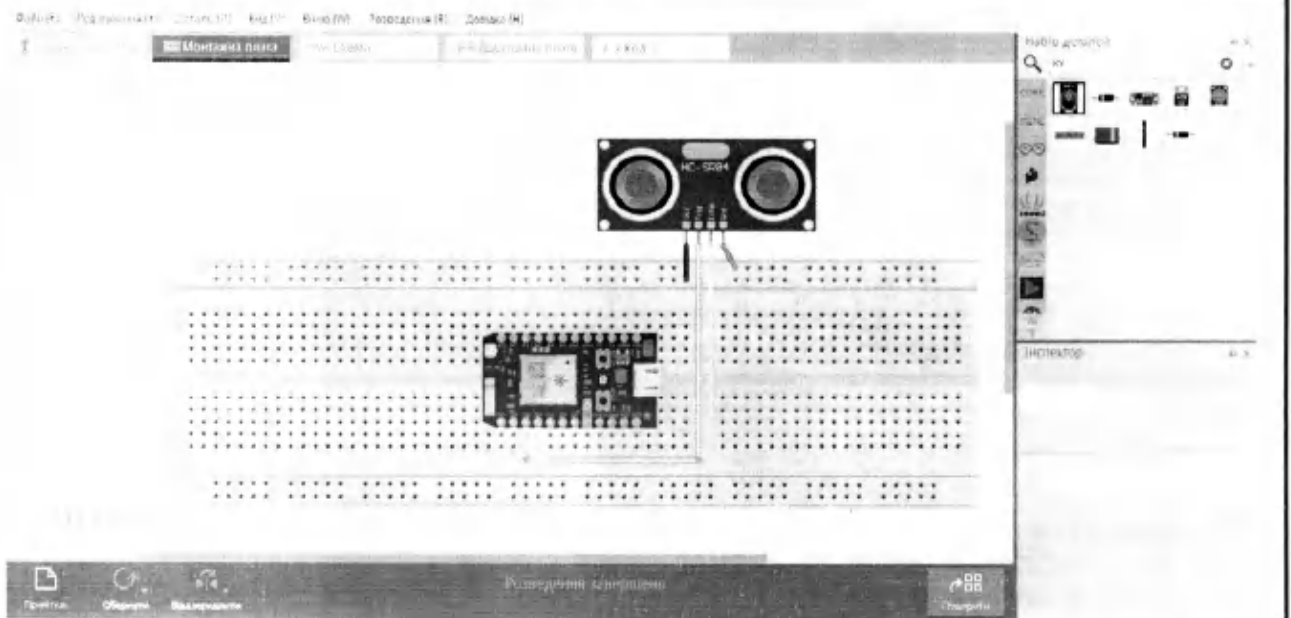


Рисунок 3.3 – З'єднання плати Particle та ультразвукового давача відстані HC-SR04

Потрібно додати давач температури DS18B20 до проекту та підключити його. Спроектowana схема в середовищі Fritzing зображена на рисунку 3.4.

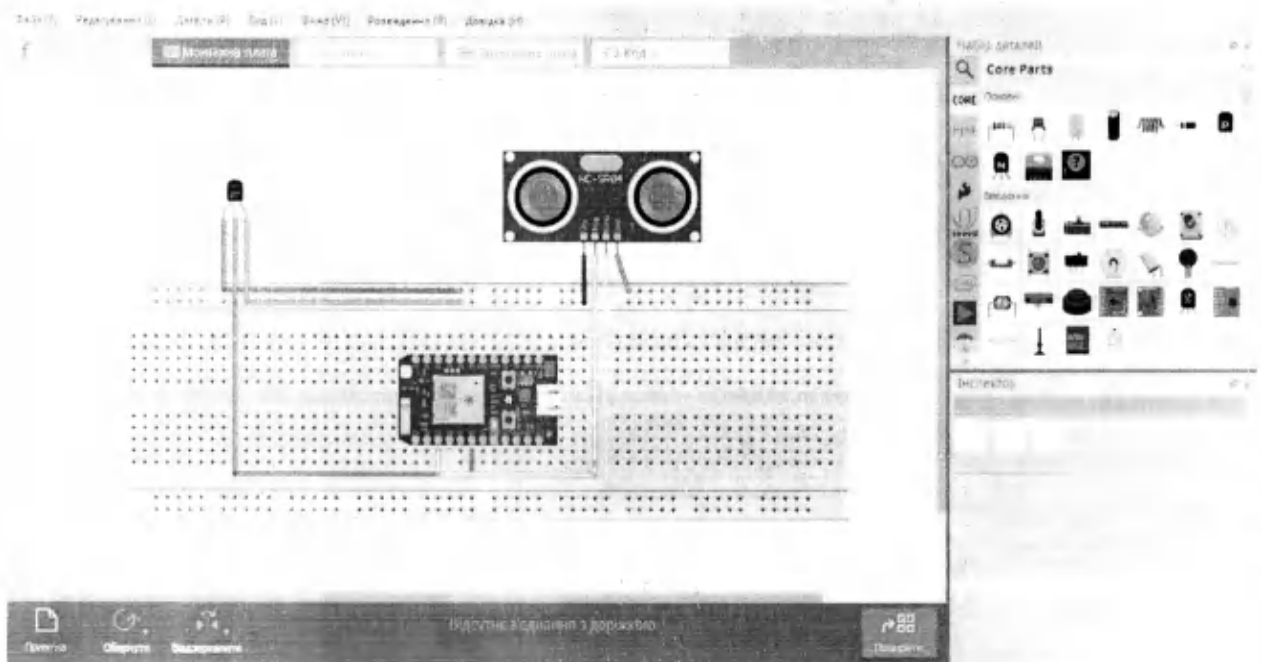


Рисунок 3.4 – Спроектowana схема в середовищі Fritzing

На рисунку 3.5 зображена схема апаратних з'єднань ультразвукового датчика HC-SR04 та датчика температури DS18B20 DFRobot.

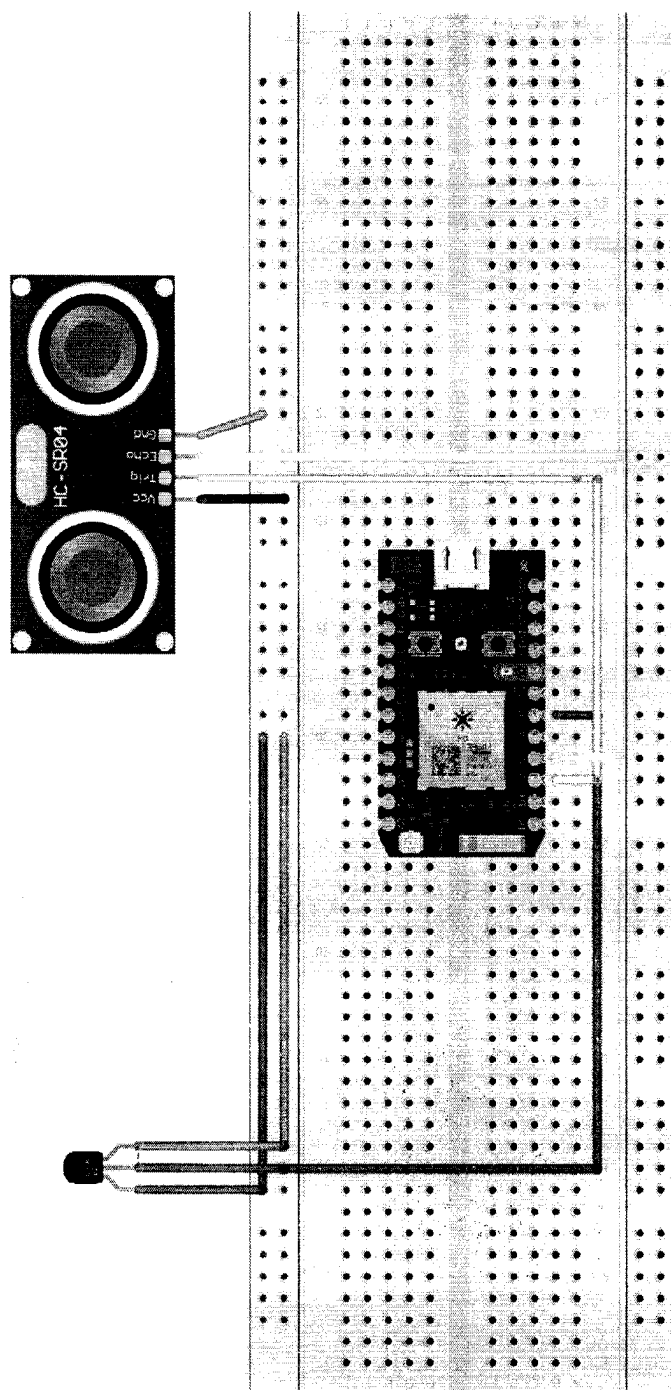


Рисунок 3.5 – Схема апаратних з'єднань HC-SR04 та DS18B20

На схемі зображено апаратне з'єднання HC-SR04 та DS18B20, де ультразвуковий датчик HC-SR04 під'єднано контактами VCC та GND до джерела

живлення. Trig і Echo потрібні для відправлення та прийому сигналів далекоміра, Trig під'єднаний до піна D2, та Echo під'єднаний до піна D3. Давач температури DS18B20 DFRobot під'єднано контактами GND та  $V_{DD}$  до джерела живлення, та контактом DQ до піна D5 на платі.

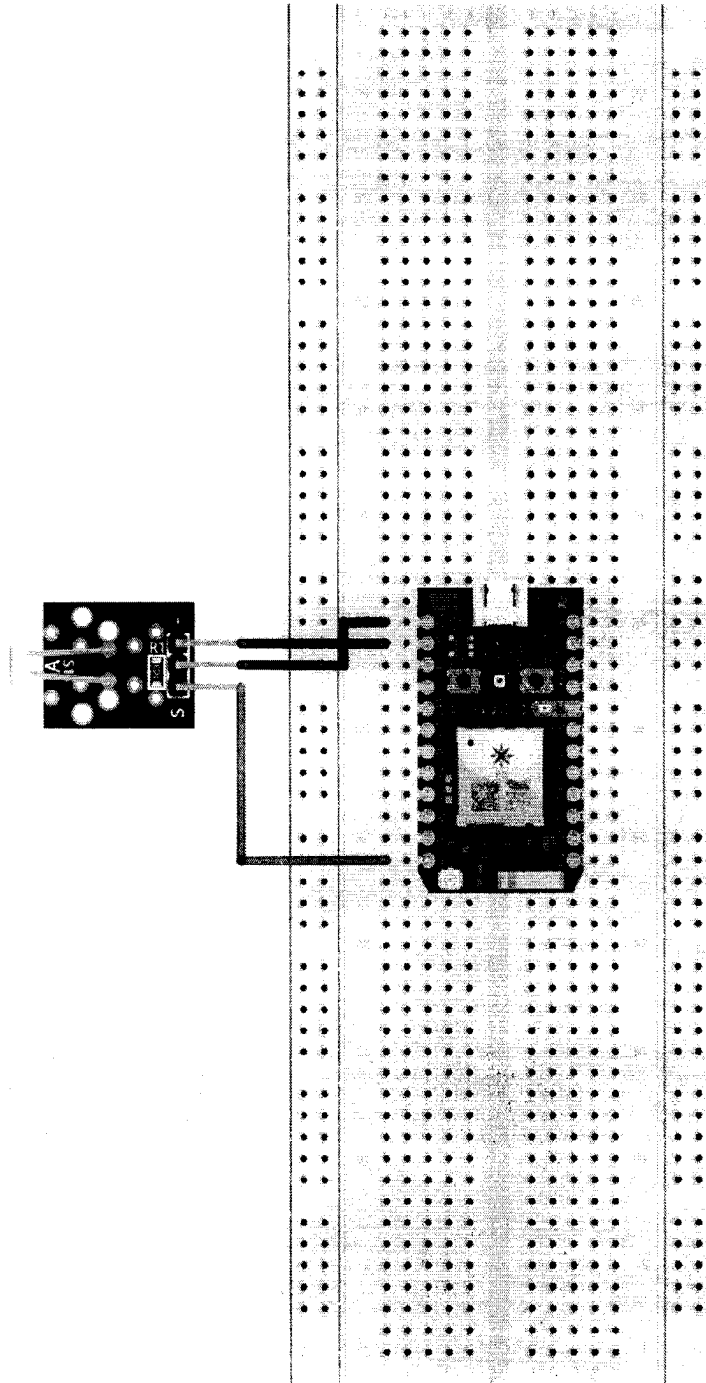


Рисунок 3.6 – Схема підключення фоторезисторного модуля KY-018

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		46

На схемі 3.6 зображено апаратне з'єднання фоторезисторного модуля KY-018 до плати Argon, контакт GND під'єднано GND на платі, +V до VIN на платі та контактом Signal до піна A0.

Схема електрична принципова з'єднань датча температури DS18B20 DFRobot та ультразвукового датча HC-SR04 з платою Argon зображена на рисунку 3.7.

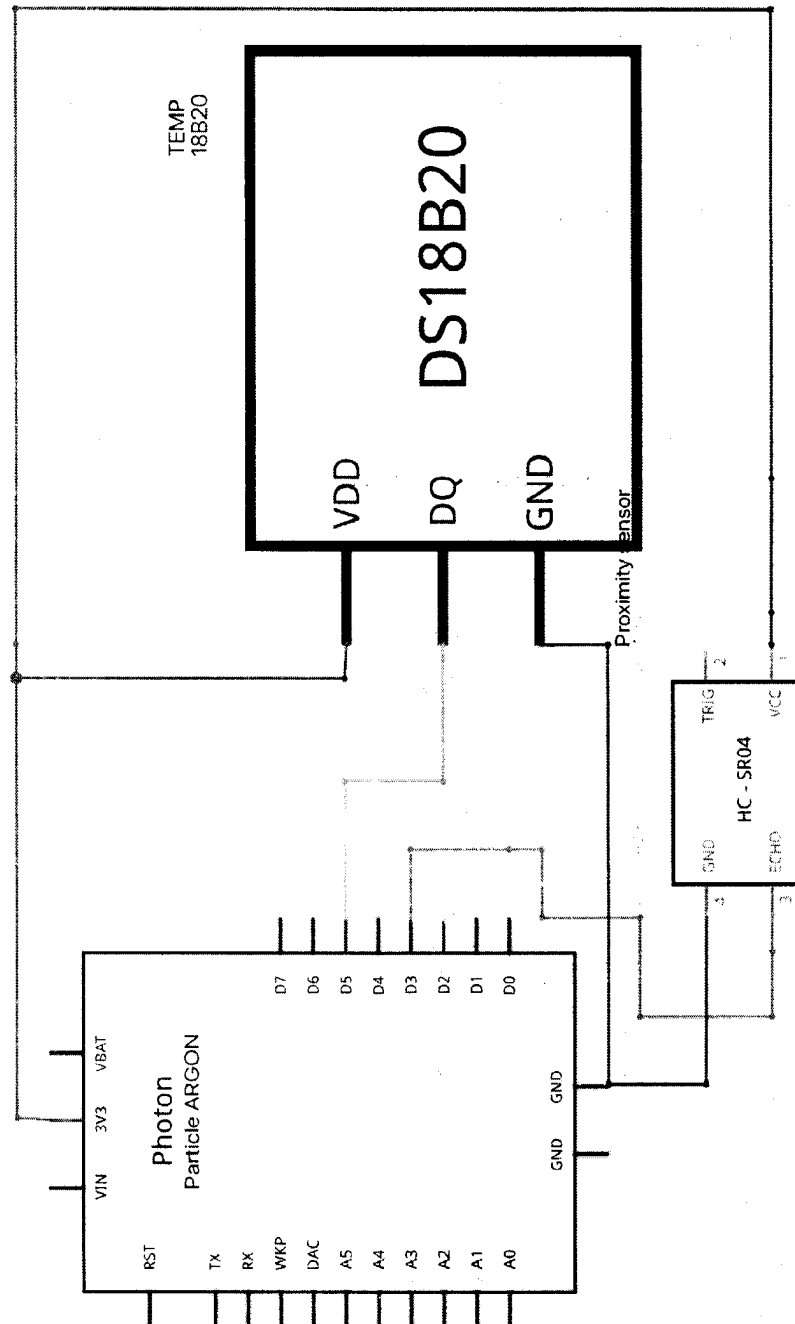


Рисунок 3.7 – Схема електрична принципова з'єднань DS18B20 DFRobot та HC-SR04 з платою Argon

Схема електрична принципова з'єднанть фоторезисторного модуля KY-018 з платою Argon зображена на рисунку 3.8.

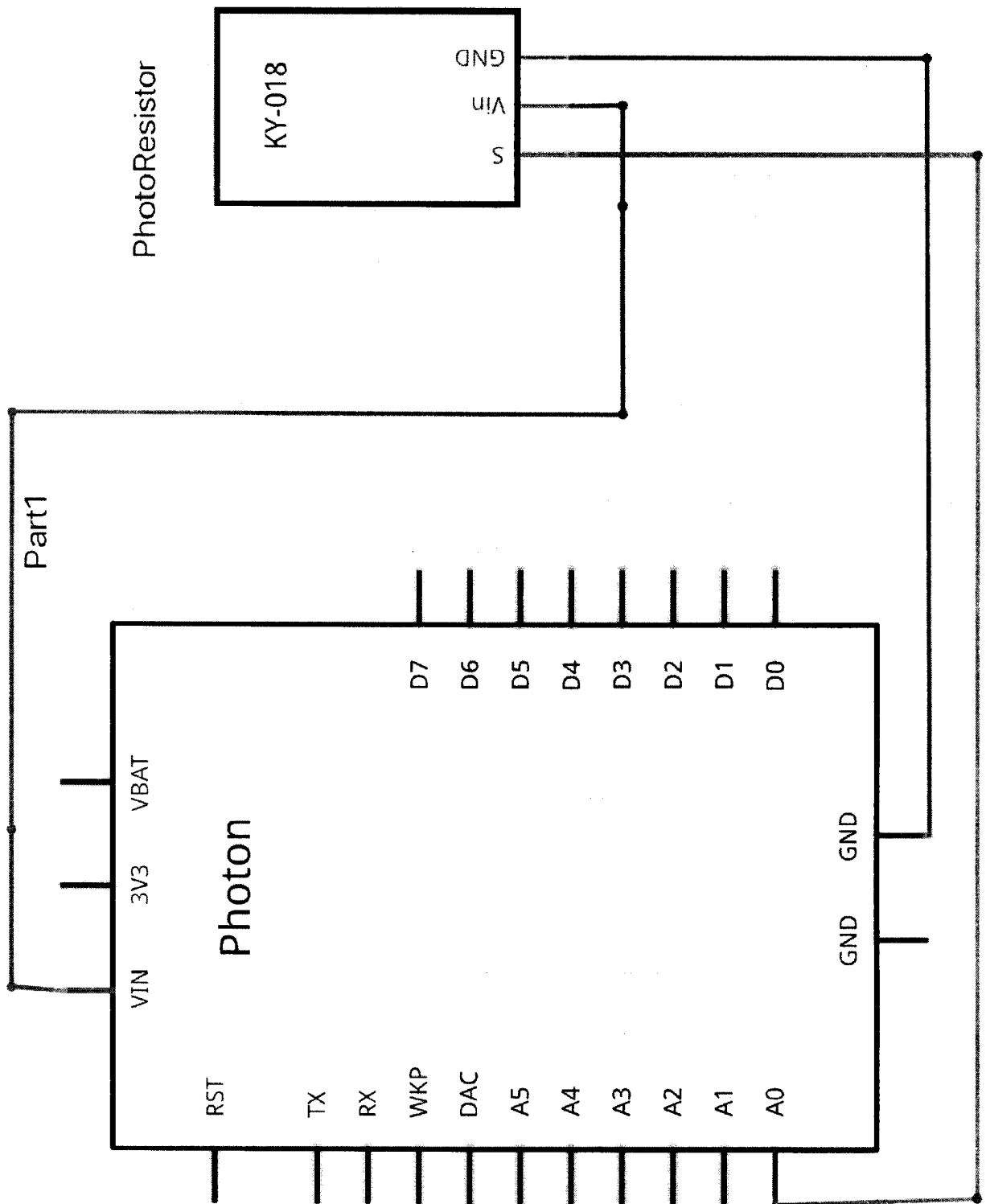


Рисунок 3.8 – Схема електрична принципова з'єднанть фоторезисторного модуля KY-018 та плати Argon

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ

Арк  
48

Апаратні з'єднання зображено на рисунках 3.9 та 3.10.

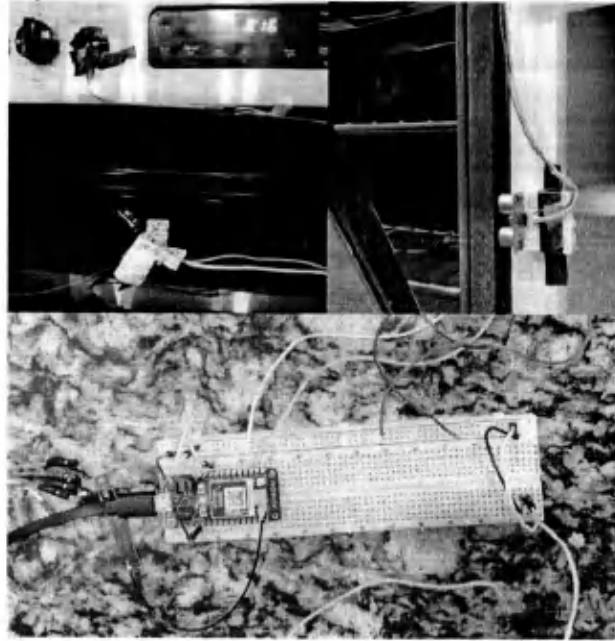


Рисунок 3.9 – Апаратні з'єднання датчиків температури та відстані

На рисунку 3.8 показані апаратні з'єднання датчиків температури DS18B20 та датчик відстані HC-SR04 з платою Argon. Апаратні з'єднання фоторезисторного модуля KY-018 з другою платою Argon показані на рисунку 3.9.

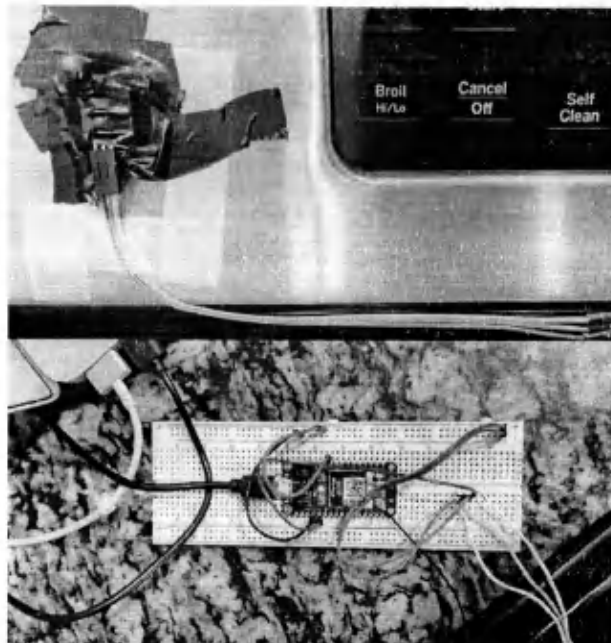


Рисунок 3.10 – Апаратні з'єднання фоторезистора

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ

Арк

49

Наступним кроком буде налаштування облікового запису в IFTTT Maker для надсилання повідомлень на телефон. Для початку на сервісі потрібно зареєструватися, зображення сторінки реєстрації зображено на рисунку 3.11.



Рисунок 3.11 – Сторінка реєстрації в IFTTT Maker

Потрібно відкрити вкладку My Applets і вибрати веб-хост Webhooks, далі Receive a web request та назвати подію, наступні кроки зображені на рисунках 3.12-3.14.



Рисунок 3.12 – Веб-хост Webhooks

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Анк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		50



Рисунок 3.13 – Отримання веб-запиту

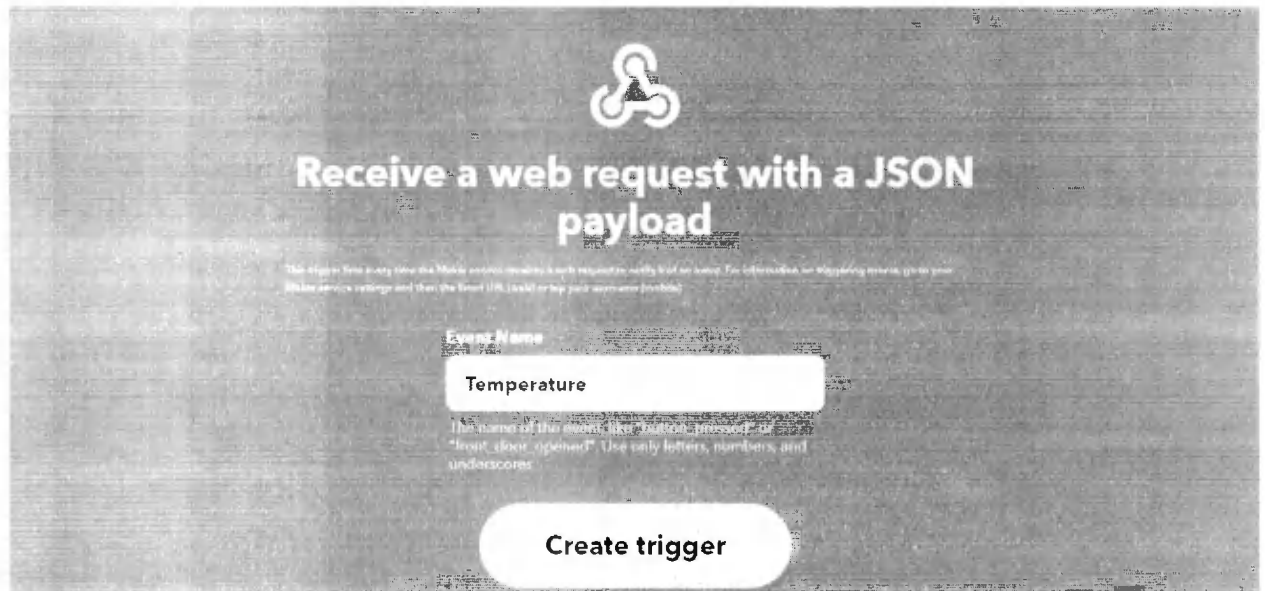


Рисунок 3.14 – Назва події Temperature

Коли надсилася тригер вказується дія, яка буде далі виконуватися, що буде відбуватися одразу після цього. Серед безлічі послух необхідно обрати, сповіщення Notifications, це означає що коли на телефон встановлений додаток IFTTT, він буде надсилати повідомлення на телефон. Потрібно обрати пункт Send a notification from the IFTTT app та налаштувати. Наступні кроки зображено на рисунках 3.15-3.20.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		51

# Create

Upgrade for more, faster, better Applets with advanced features. [Upgrade](#)

You're using 0 of 2 Applets



Рисунок 3.15 – Обрання дії, яка буде виконуватися

## Choose a service

All services



notifications

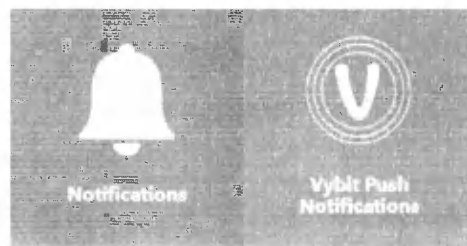


Рисунок 3.16 – Визначення типу сповіщення Notifications

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		52

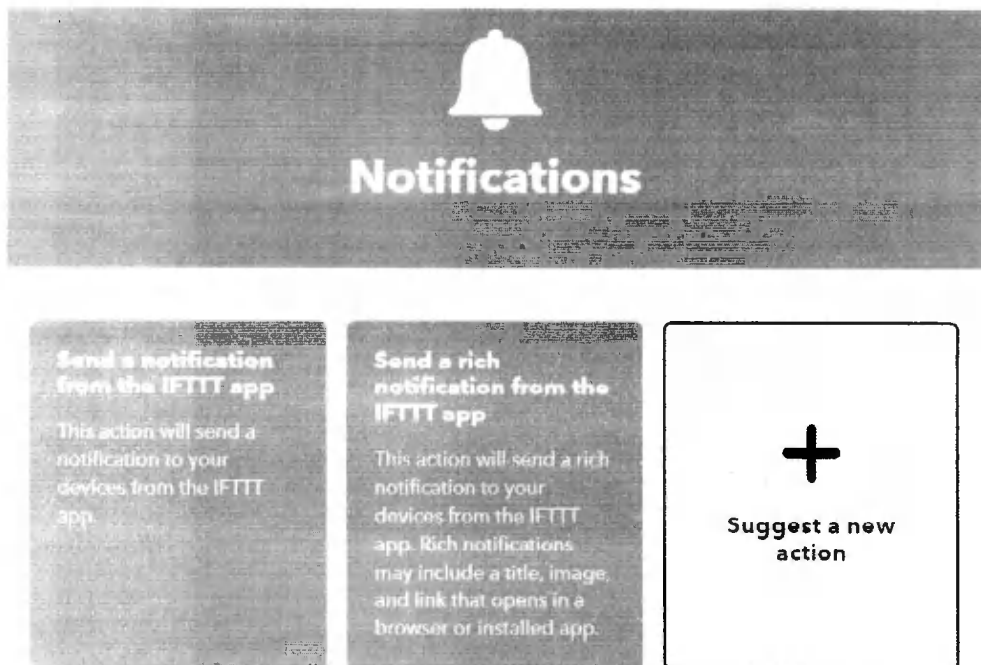


Рисунок 3.17 – Обрання типу сповіщення Send a notification from the IFTTT app

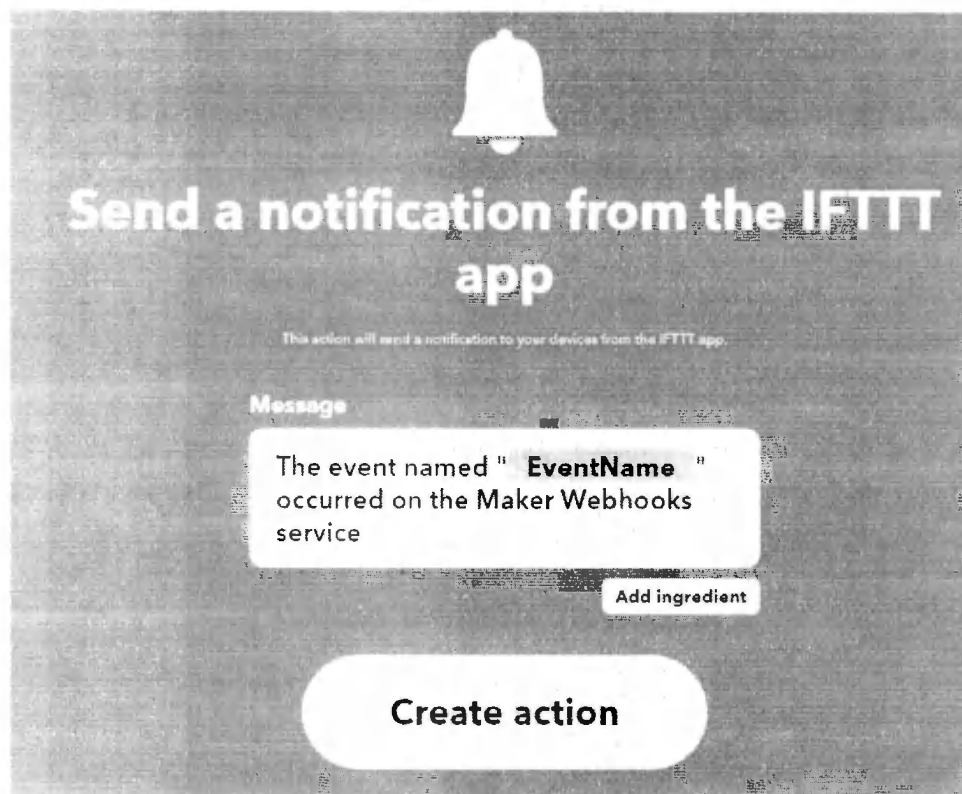


Рисунок 3.18 – Налаштування сповіщення

You're using 0 of 2 Applets

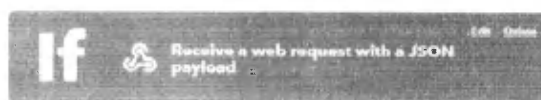


Рисунок 3.19 – Обрання триггеру та дії

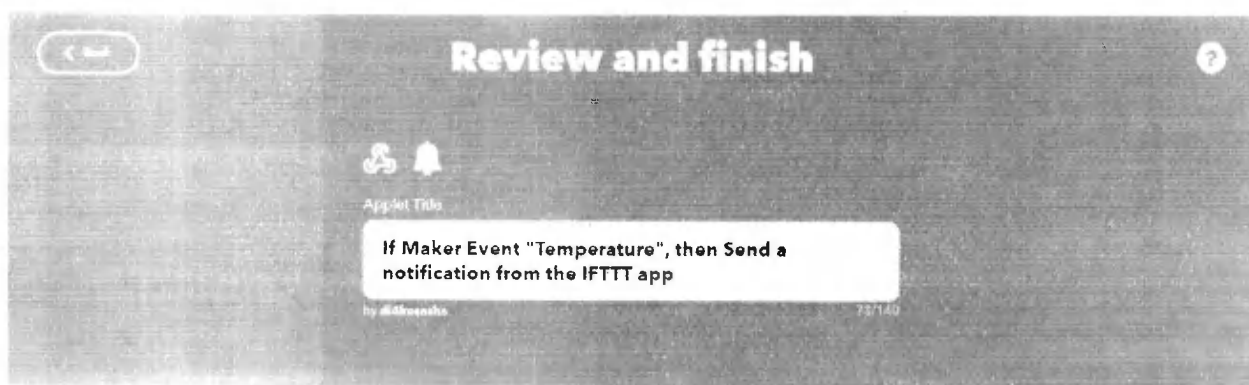


Рисунок 3.20 – Налаштоване повідомлення, яке буде приходити на телефон

### 3.2 Програмна реалізація відслідковування температури та руху

Particle Argon – це набір для розробки з радіо антенами Wi-Fi і Bluetooth для створення проектів і продуктів. Щоб налаштувати Argon, знадобиться мобільний телефон Android або iOS і підключення до інтернету.

Для налаштування Argon знадобиться: сама плата Argon, зовнішня антена, кабель Micro USB та смартфон на Android чи IOS зі встановленою програмою Particle IoT. Спочатку треба підключити зовнішню антену до Argon через роз'єм

UFL з позначкою WiFi, він знаходиться з лівої сторони, трішки вище від напису назви плати.

Необхідно підключити USB кабель до Argon, під час першого підключення плата мигає синім кольором, це означає що вона перебуває в режимі готовності та готова до налаштування. Якщо плата не мигає синім, потрібно утримувати кнопку MODE, яка знаходиться ліворуч від роз'єму USB протягом приблизно трьох секунд. Для наступного налаштування знадобиться Bluetooth, його потрібно включити.

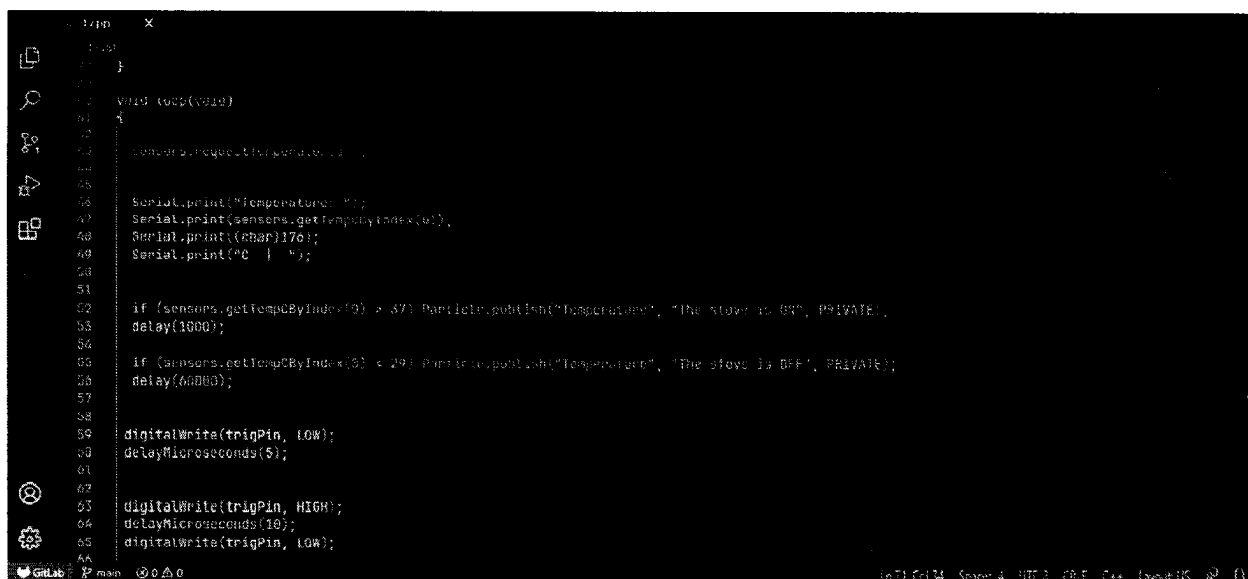
Зайшовши до програми можна побачити список наявних пристроїв. Необхідно натиснути знак плюс, щоб додати новий пристрій і вибрати опцію "Argon / Boron / Xenon" у верхній частині меню, коли пристрій увімкнений та блимає синім потрібно переходити до наступного кроку. Пристрій Particle використовує Bluetooth і спеціальну матрицю даних у вигляді QR-коду надруковану на пристрої для налаштування та конфігурації. Потрібно натиснути на іконку "сканування" та надати дозвіл програмі на доступ до камери смартфона та здійснити сканування QR-коду. Коли програма зчитає та декодує матрицю даних, вона автоматично з'єднає пристрій через Bluetooth щоб продовжити процес налаштування. Після завершення з'єднання можна побачити екран з рекомендаціями оновити Argon до останньої версії ОС та завантажити його. Процес оновлення займає кілька хвилин та Argon в процесі перезавантажується кілька разів.

Наступним кроком є підключення Argon до локальної мережі WiFi. Для цього необхідно клацнути "далі" в програмі, після цього почнеться сканування доступних мереж, вибираємо свою мережу, вводимо пароль та натискаємо "підключитися до хмари пристрою". Після введення паролю програма встановить облікові дані WiFi на пристрої, підключиться до хмари пристроїв Deract achill та додасть пристрій до свого облікового запису. Як тільки це буде зроблено програма запропонує назвати пристрій, після цього можна також додати інші пристрої до мережі, або почати роботу. Після завершення налаштування можна буде почати програмування пристрою і надсилати на нього оновлення через OTA (Over The Air).

Щоб запрограмувати Argon, потрібно відкрити нову вкладку веб-переглядача та перейти до Web IDE .

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		55

Web IDE – це один із способів написання, компіляції та розгортання коду на пристроях Particle. Середовище Web IDE зображено на рисунку 3.21.



```
void loop(void)
{
  sensors.requestTemperature();

  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(sensors.getTempByIndex(0));
  Serial.print(" (BMP170);");
  Serial.print("C | ");

  if (sensors.getTempByIndex(0) > 37) Particle.publish("Temperature", "The stove is ON", PRIVATE);
  delay(1000);

  if (sensors.getTempByIndex(0) < 29) Particle.publish("Temperature", "The stove is OFF", PRIVATE);
  delay(1000);

  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(5);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
}
```

Рисунок 3.21 – Середовище програмування Web IDE

У даному проєкті використовується два файли, один для програмування датчиків температури DS18B20 DFRobot та ультразвукового HC-SR04 та другий файл для фоторезисторного модуля KY-018.

Для початку програмування необхідно підключити дріт даних до цифрового контакту 5 на платі для датчика температури DS18B20 DFRobot. #define – це директива, яка дозволяє давати імена константам до того, як програма буде скомпільована. Константи, визначені за допомогою цієї директиви, не займають місця в пам'яті програми, оскільки компілятор замінює всі посилання на константу значенням константи під час компіляції, для зручності та покращення читабельності тексту програми.

1-Wire – це однопровідний інтерфейс. Він унікальний тим, що для обміну даними з приладом через цей інтерфейс потрібна лише одна сигнальна лінія і одна лінія “заземлення”. Важливо, що прилад призначений для “живлення” через ту саму сигнальну лінію, тобто та сама сигнальна лінія використовується як джерело живлення приладу. Цей режим називається “паразитне живлення”.

```
#define ONE_WIRE_BUS 5
```

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк 56
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Далі необхідно налаштувати примірник oneWire для зв'язку з пристроєм OneWire та передати посилання oneWire на бібліотеку DallasTemperature.

```
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
```

```
DallasTemperature sensors(&oneWire);
```

Для програмування ультразвукового давача HC-SR04, для моніторингу стану духової шафи потрібно під'єднати контакт D2 до контакта Trig та D3 до контакта Echo на HC-SR04. Необхідно вказати змінну для тривалості поширення звуку хвилі та змінну для вимірювання відстані. Тип даних long використовується для зберігання цілих чисел у розширеному діапазоні від -2 147 483 648 до 2 147 483 647. Тип long займає 4 байти пам'яті. Цілий тип int є базовим типом даних для зберігання числових значень. Змінні типу int зберігають значення розміром 16 біт (2 байти). У діапазоні від -32 768 до 32 767 (мінімальне значення  $-2^{15}$ , максимальне значення  $(2^{15})-1$ ). Змінні типу int мають розмір 32 біти (4 байти), тому вони можуть зберігати значення в діапазоні від -2 147 483 648 до 2 147 483 647 (мінімальне значення  $-2^{31}$ , максимальне значення  $(2^{31})-1$ ).

```
#define echoPin D2
```

```
#define trigPin D3
```

```
long duration;
```

```
int distance;
```

Настунним кроком необхідно в середині функції setup() записати бібліотеку, встановити для trigPin як вивід (OUTPUT) та для echoPin як ввід (INPUT). Дані потрібно вказати змінну, що послідовний зв'язок починається зі швидкості 9600 та надрукувати текст у Serial Monitor. Void використовується тільки при оголошенні функції. Void вказує на те, що оголошена функція не повертає значення вихідної функції, з якої вона була викликана.

Функція setup() викликається під час ініціалізації змінних, визначення режиму роботи виводів та ініціалізації бібліотеки. Функція setup викликається тільки один раз при кожному запуску або при скиданні плати.

```
void setup(void)
```

```
{
```

```
  sensors.begin();
```

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		57

```

Serial.begin(9600);
pinMode(trigPin, OUTPUT);
pinMode(echoPin, INPUT);
Serial.begin(9600);
Serial.println("Ultrasonic Sensor HC-SR04 Test");
Particle.subscribe("Light", stoveonfunc, MY_DEVICES);
}

```

В loop() потрібно запрограмувати надсилання команди для отримання температури та друкування температури в градусах Цельсія. Функція loop() зациклюється і дозволяє програмі виконувати обчислення та реагувати на них. Serial.print() надсилає дані у вигляді ASCII тексту через послідовний порт. Ця функція може отримувати багато різних типів даних. Цілі числа друкуються з використанням відповідних символів ASCII. Дійсні числа друкуються з використанням двох ASCII-символів для цілої і дробової частин. Байти надсилаються як символи з відповідними цифрами. Символи і рядки надсилаються незмінно.

```

void loop(void)
{
  sensors.requestTemperatures();

  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
  Serial.print((char)176); // символ градуса
  Serial.print("C | ");

```

Наступним кроком необхідно прописати для датчика температури верхню і нижню межі, щоб DS18B20 “розумів” коли конфорка увімкнена і температура зростає та коли вона вимкнена. If використовується разом з оператором порівняння для перевірки істинності умови, чи перевищує вхідне значення задане число. Команда delay() зупиняє виконання програми на вказану кількість мілісекунд (1000 мілісекунд). Поки програма затримується функцією delay (), такі операції, як

					КвРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		58

зчитування підключених до плати давачів або запис до програмних даних, не можуть бути виконані.

```
if (sensors.getTempCByIndex(0) > 37) Particle.publish("Temperature", "The
stove is ON", PRIVATE);
    delay(1000);
if (sensors.getTempCByIndex(0) < 29) Particle.publish("Temperature", "The
stove is OFF", PRIVATE);
    delay(60000);
```

Далі потрібно очистити умову trigPin та встановити trigPin HIGH (ACTIVE) на 10 мікросекунд. Функція digitalWrite() командує подачею напруги на певний вивід на платі. Номер цього виводу вказано в дужках. Функція має параметри HIGH і LOW: Параметр HIGH вмикає напругу, а параметр LOW вимикає її. DelayMicroseconds() перериває виконання програми на вказаний час в мікросекундах.

```
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
```

Далі потрібно прописати код для ультразвукового давача, щоб він читав echoPin, повертав час проходження звукової хвилі в мікросекундах та обчислював відстань. Якщо відстань більше 10 то друкується повідомлення про те що духовка шафа відкрита.

```
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
distance = duration * 0.034 / 2;
if ( distance > 10) Particle.publish("Oven", "The Oven door is OPEN",
PRIVATE);
    delay(60000);
}
```

Для того щоб фоторезистор працював необхідно написати наступний код, де потрібно підключити бібліотеку lib1.h, вказати змінну для нього та поставити

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		59

початкове значення у вигляді нуля. У `setup()` необхідно написати що фоторезистор прийматиме вхідне значення. `#include` використовується для включення сторонніх бібліотек до проєкту. Це забезпечує доступ до набору стандартних бібліотек C (бібліотека – це група заздалегідь написаних функцій). Функція `pinMode()` встановлює режим роботи певного виводу як вхідного або вихідного. Цифровий вивід може перебувати у двох станах. У режимі входу вивід зчитує напругу в діапазоні від 0 до 5 вольт, а у режимі виходу на нього подається незмінна напруга. Режим виводу мікроконтролера вибирається за допомогою функції `pinMode(pin, mode)` (де `pin` – номер виводу, `mode` – режим).

```
#include "lib1.h"
int lightSensor = A0;
void setup()
{
    pinMode(lightSensor, INPUT);
}
```

В `loop()` потрібно прописати що, якщо рівень світла більше за 1, то друкує повідомлення що світло на кухні увімкнене, якщо значення менше 1, то друкує повідомлення, що світла вимкнене.

```
void loop() {
    int lightLevel = analogRead (lightSensor);
    if (lightLevel > 1) Particle.publish("Light", "Light", PRIVATE);
    if (lightLevel < 1) Particle.publish("Light", "No_Light", PRIVATE);
    delay(10000);
}
```

Результат виконаної роботи зображено на рисунках 3.22 та 3.23.

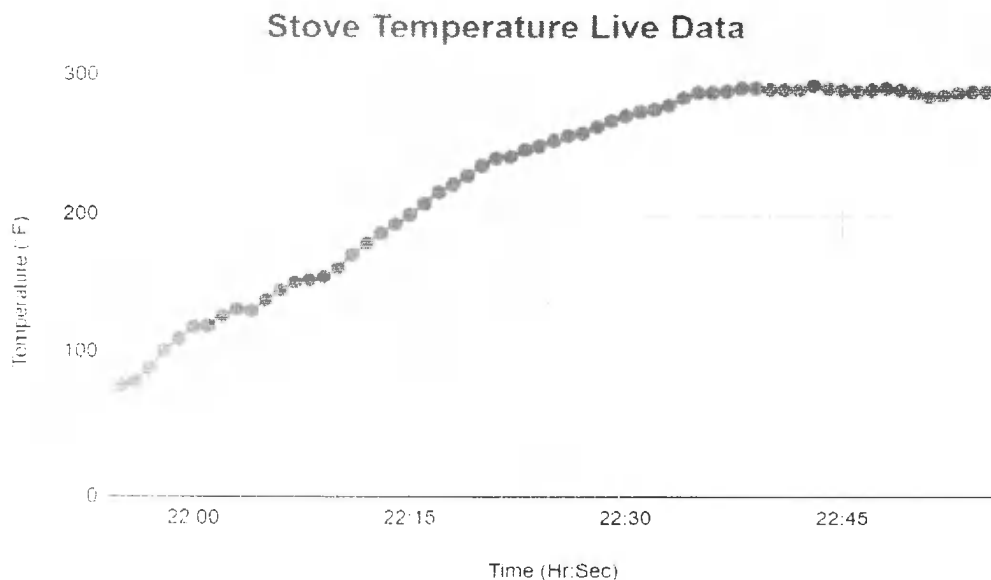


Рисунок 3.22 – Температура в реальному часі

На графіку показано зростання температури після включення конфорки в режимі реального часу. На рисунку 3.23 показано сповіщення про стан духової шафи та підвищення температури що приходять на телефон.

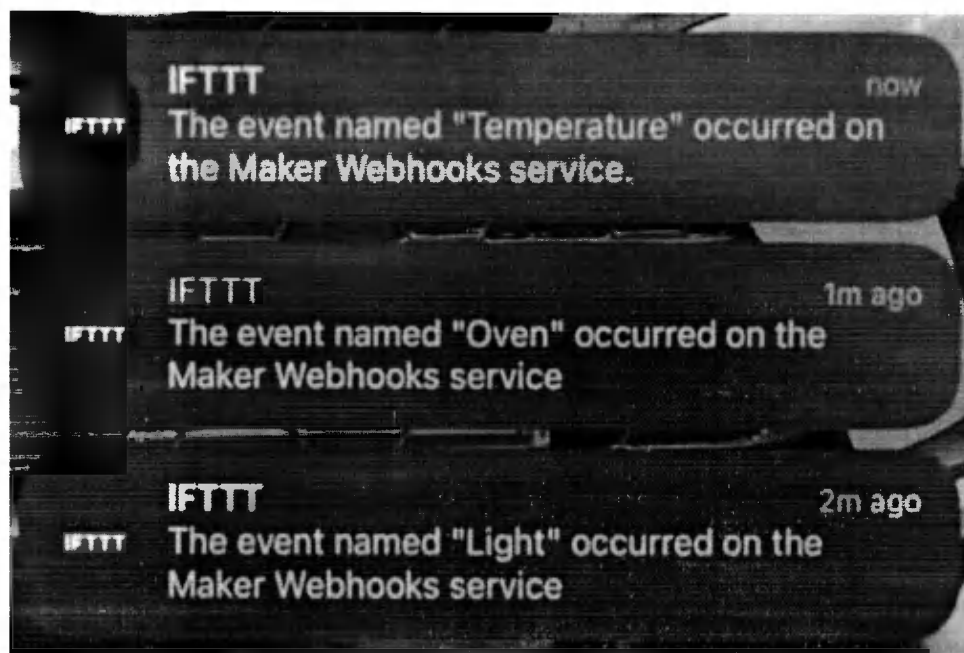


Рисунок 3.23 – Сповіщення що приходять на телефон

### 3.3 Висновки

В даному розділі було реалізовано підсистему безнечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

Підсистему з можливістю відслідковуванням температури та стану духової шафи в режимі реального часу на базі Particle Argon. Таким чином що підсистема може надсилати повідомлення на телефон та сповіщати про можливу небезпеку.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		62

## ВИСНОВКИ

В результаті написання було реалізовано підсистему безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок». Підсистему з можливістю відслідковуванням температури та стану духової шафи в режимі реального часу на базі Particle Argon. Таким чином що підсистема може надсилати повідомлення на телефон та сповіщати про можливу небезпеку.

В першому розділі кваліфікаційної роботи було проведено аналіз відомих рішень безпеки кухонних плит в кіберфізичній системі «Розумний будинок». Визначено основні принципи роботи та функції, які повинна виконувати розроблювана підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

В другому розділі був проведений аналіз існуючого апаратного забезпечення, та було обране обладнання, яке підходить для створення підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок», яка відслідковує температуру на поверхні плити, стан духової шафи в режимі реального часу та може надсилати повідомлення на телефон коли температура піднімається чи духовка шафа відкрита.

В третьому розділі було розроблено підсистему безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок», з можливістю відслідковування температури на поверхні плити, стану духової шафи в режимі реального часу. Також було виконано налаштування облікового запису IFTTT Maker service, для можливості надсилання повідомлень на телефон, сповіщаючи про стан поверхні та духової шафи.

Ультразвуковий давач HC-SR04 та давач температури DS18B20 DFRobot були підключені до Particle Argon, а також був написаний код, який надає можливість надсилати дані на онлайн платформу IFTTT Maker service. Завдяки цьому дані зберігаються на серверах та можуть відслідковуватись в режимі реального часу.

Практична цінність роботи полягає в спроектованій та реалізованій підсистемі безпечного функціонування кухонної плити, яка відслідковує

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

температуру на поверхні та стан духової шафи в режимі реального часу на платформі Particle Argon, яка може застосовуватися як складова частина в кіберфізичній системі «Розумний будинок».

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		64

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Electrolux. URL: <https://www.electrolux.ua/ua/> (дата звернення: 24.05.2023).
2. Hansa. URL: <https://hansa-home.com.ua/ua/> (дата звернення: 24.05.2023).
3. Mi Induction Cooker. URL: <https://allo.ua/ua/nastol-nye-plity/xiaomi-mi-induction-sooker.html/> (дата звернення: 20.05.2023).
4. Артон. URL: <http://ua.arton.com.ua/> (дата звернення: 27.05.2023).
5. TIRAS. URL: [https://tiras.technology/blog/detecto\\_mlt110/](https://tiras.technology/blog/detecto_mlt110/) (дата звернення: 27.05.2023).
6. Alam T., Benaida M. CICS: Cloud–Internet Communication Security Framework for the Internet of Smart Devices. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 2018. No. 1. P. 74-84.
7. Ammar M., Russello G., Crispo B. Internet of Things: A survey on the security of IoT frameworks. *J. Inf. Secur.* 2018. P. 8-27.
8. An Integrated IoT Platform-as-a-Service | Particle. URL: <https://www.particle.io/> (дата звернення: 19.05.2023).
9. Andrews J., Kowsika M., Vakil A., Li J. A motion induced passive infrared (PIR) sensor for stationary human occupancy detection. *In 2020 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS)*. 2020. P. 1295-1304.
10. Babiuch M., Postulka J. Smart Home Monitoring System Using ESP32 Microcontrollers. *In Internet of Things, IntechOpen*. 2020. P. 81-85.
11. Baranov OA Internet of Things (IoT): A Review of Legal Issues Internet of Things: Problems of Legal Regulation and Implementation: Proceedings of a Scientific and Practical Conference. October 24, 2017, Kyiv. Order. VM Furashov, S. Yu. Petryayev. - К.: NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Publishing House "Polytechnic". 2017
12. Benchmarking Bluetooth Mesh vs Thread vs Zigbee. URL: <https://www.silabs.com/support/training/benchmarking-bluetooth-mesh-thread-and-zigbee-network-performance/> (дата звернення: 26.05.2023).
13. Bhattacharjee S. Practical Industrial Internet of Things Security. Birmingham, United Kingdom: Packt Publishing Ltd 2018. 324 p.

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

14. Chandra M. R., Kumar B. V., Babu B. S. IoT enabled home with smart security. *In 2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*. 2017. P. 1193-1197.
15. D'Alessandro D., Gunderson W., Staten E., Donastien Y. K., Rodriguez P., Bailey R. Integrating Modularity for Mass Customization of IoT Wireless Sensor Systems. *In 2021 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*. 2021. P. 1-5.
16. DS18B20 Temperature Sensor. URL: <https://www.elprocus.com/ds18b20-temperature-sensor/> (дата звернення: 12.05.2023).
17. Durani H., Sheth M., Vaghasia M., Kotech S. Smart automated home application using IoT with Blynk app. *In 2018 Second international conference on inventive communication and computational technologies*. 2018. P. 393-397.
18. Fritzing. URL: <https://fritzing.org> (дата звернення: 27.05.2023).
19. Geddes M. *Arduino Project Handbook, Volume 2: 25 Simple Electronics Projects for Beginners*. San Francisco: No Starch Press, 2017. 272 p.
20. Gota, D. I., Puscasiu, A., Fanca, A., Miclea, L., & Valean, H. Smart home automation system using Arduino microcontrollers. *IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)*. 2020. P. 1-7.
21. Han J., Chung A. J., Sinha M. K., Harishankar M., Pan S., Noh H. Y., Tague P. Do you feel what I hear? Enabling autonomous IoT device pairing using different sensor types. *In 2018 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*. 2018. P. 836-852.
22. Hasan M., Anik M. H., Chowdhury S., Chowdhury S. A., Bilash T. I., Islam S. Low-cost Appliance Switching Circuit for Discarding Technical Issues of Microcontroller Controlled Smart Home. *International Journal of Sensors and Sensor Networks*. 2019. P. 16-22.
23. Hassan Q. F., Khan A. R., Madani S. A. *Internet of Things: Challenges, Advances, and Applications*. Florida: CRC Press, 2017. 436 p.
24. *Implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security*. Birmingham: Packt Publishing, 2018. 524 p.
25. IDE Releases. URL: <https://www.eclipse.org/ide/> (дата звернення 12.05.2023).

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Анк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		66

26. Jadot F. Smart Control Harnesses the Industrial Internet of Things. *Machine and Process Management* 2016. June 30. P. 3.
27. Karuppusamy P. A sensor based IoT monitoring system for electrical devices using Blynk framework. *Journal of Electronics and Informatics*. 2020. P. 182-187.
28. Kaur B., Pateriya P. K., Rai M. K. An illustration of making a home automation system using raspberry Pi and PIR sensor. *In 2018 International Conference on Intelligent Circuits and Systems (ICICS)*. 2018. P. 439-444.
29. Kurniawan A. Particle Argon Development Workshop. *PE Press*. 2019. P. 133.
30. KY-018 module Datasheet. URL: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/1402029/Joy-IT/KY-018/1/> (дата звернення: 25.05.2023).
31. KY-018 PHOTORESISTOR. URL: <https://sensorkit.joy-it.net/en/sensors/ky-018/> (дата звернення: 13.05.2023).
32. Nitin N. Choice of effective messaging protocols for IoT systems: MQTT, CoAP, AMQP and HTTP. *In 2017 IEEE international systems engineering symposium (ISSE)*. 2017. P. 1-7.
33. Pamungkas H., Akbar S. R., Ichsan M. H. H. Implementasi Sistem Pengenalan Perangkat dan Layanan Sensor dan Aktuator pada Rumah Cerdas Berbasis Arsitektur Publish-Subscribe. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi & Ilmu Komputer*. 2018. P. 2522-2531.
34. Panduman F., Fridelin Y. Y., Sukaridhoto S., and Anang T. A Survey of IoT Platform Comparison for Building Cyber- Physical System Architecture. *In – 2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*. 2019. P. 238-243.
35. Patnaikuni D. R. P. A Comparative Study of Arduino, Raspberry Pi and ESP8266 as IoT Development. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*. 2017. P. 2350-2352.
36. Polou. URL: <https://www.pololu.com/> (дата звернення: 26.05.2023).
37. Pratama R. P. Implementation and testing of the ESP8266 module with the MQTT-Dash android application on the MQTT network. *Asian Scientific Journal of Information Technology*. 2018. P. 157-164.

						КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			67

38. Pusparini D., Ichsan M.H.H. Implementasi Low Power System untuk Pengambilan dan Pengiriman Data Berdasarkan Kehadiran Manusia. *Universitas Brawijaya*. 2019. P. 32-35.
39. Sawidin S., Pongoh D. S., Ramschie A. A. S. Design of Smart Home Control System Based on Android. *In 2018 International Conference on Applied Science and Technology (iCAST)*. 2018. P. 165-170.
40. Siddhartha R., C++ in One Hour a Day, Sams Teach Yourself. Sams Publishing. 2016. 800 p.
41. Sohan S.M., Maurer F., Anslow C., Robillard M. P. A Study of the Effectiveness of Usage Examples in REST API Documentation. 2017. P. 53–61.
42. Solanki V., Garcia Diaz V., Davim J. P. Handbook of IoT and Big Data. Florida: CRC Press, 2019. 356 p.
43. Song Y., Luximon Y., Leong B. D., Qin Z. The e-commerce performance of internet of things (IoT) in disruptive innovation: Case of Xiaomi. *In Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Software and e-Business*. 2019. P. 188-192.
44. Stroustrup B., Tour of C++. Addison-Wesley Professional. 2022. 320 p.
45. Surantha N., Wicaksono W. R. Design of smart home security system using object recognition and PIR sensor. *Procedia computer science*. 2018. P. 465-472.
46. Syafa'ah L., Minarno A. E., Sumadi F. D. S., Rahayu D. A. P. ESP8266 for control and monitoring in smart home application. *In 2019 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE)*. 2019. P. 123-128.
47. Tanweer A., "IoT-Fog: A Communication Framework using Blockchain in the Internet of Things". *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019. Vol. 7. P. 11-15.
48. Thread Vs. ZigBee. URL: <https://www.link-labs.com/blog/thread-vs-zigbee-for-iot-engineers/> (дата звернення: 26.05.2023).
49. TinyCircuits. URL: <https://tinycircuits.com/> (дата звернення: 28.04.2023).
50. Ultrasonic Distance Sensor (HC-SR04). URL: <https://www.piborg.org/sensors-1136/hc-sr04/> (дата звернення: 15.05.2023).
51. Xiaomi. URL: <https://www.mi.com/global/> (дата звернення: 24.05.2023).

					КВРКІ 190211.19.03.40 ПЗ	Арк 68
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

52. Yaqoob I., Ahmed E., Hashem I. A. T., Ahmed A. I. A., Gani A., Imran M., Guizani M. Internet of things architecture: Recent advances, taxonomy, requirements, and open challenges. *IEEE wireless communications*. 2017. P. 10-16.

53. В. С. Харченка. Інтернет речей для індустріальних і гуманітарних застосунків. У трьох томах. Том 1. Міністерство освіти і науки України, Національний аерокосмічний університет ХАІ, 2019. 547 с.

54. Гончарова Л.Л., Гончарова Л.Л., Возненко А.Д., Стасюк О.І., Коваль Ю.О. Основи захисту інформації в телекомунікаційних та комп'ютерних мережах. К.: ДЕТУТ, 2013. 435 с.

55. Колонтаєвський Ю. П. Комп'ютерна електроніка: навчальний посібник / Ю. П. Колонтаєвський. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 156 с.

56. Матвієнко М. П. Архітектура комп'ютерів: навчальний посібник. Київ: ТОВ "Центр навчальної літератури", 2012. 264 с.

57. Матвієнко М. П. Комп'ютерна схемотехніка: навчальний посібник. Київ: ТОВ "Центр навчальної літератури", 2012. 190 с.

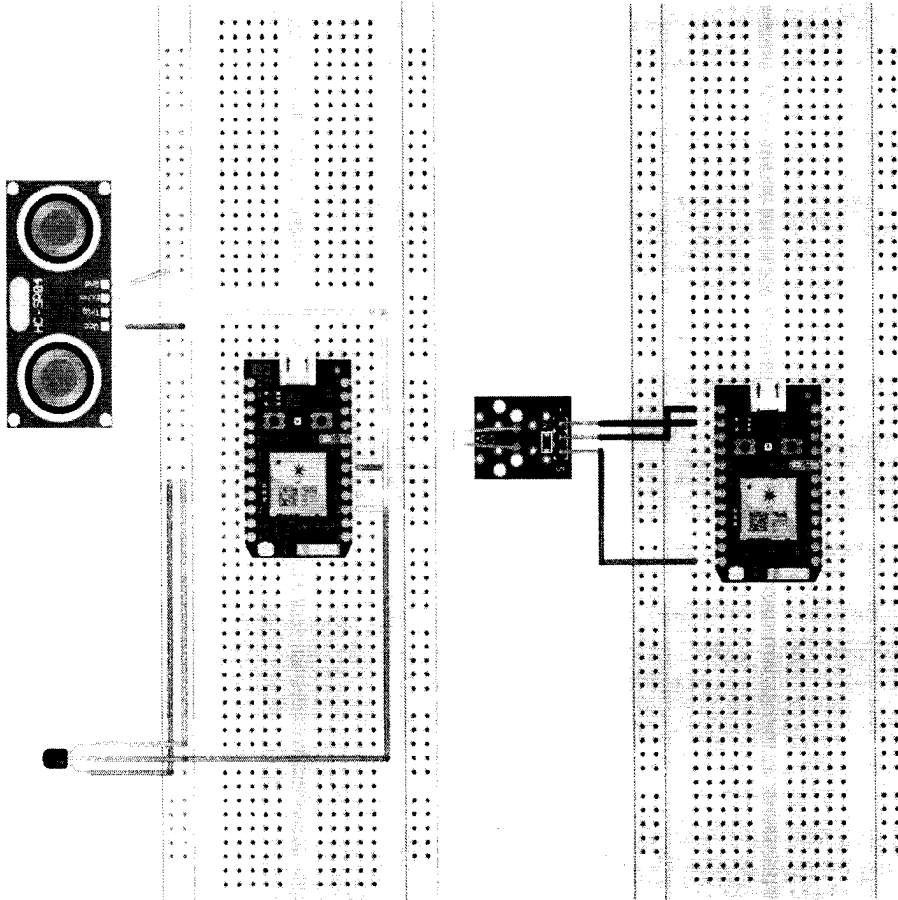
58. Програмування мікроконтролерів. З чого почати. URL : <http://eprints.zu.edu.ua/25722/1/Кузьменко%20С.%20В..pdf> (дата звернення: 24.05.2023).

59. Розумний будинок – з чого він складається та чи потрібен вам. URL: <https://nachasi.com/tech/2018/06/25/smart-house-faq/> (дата звернення: 28.04.2023).

60. Розумний будинок – з чого він складається та чи потрібен вам. URL: <https://nachasi.com/tech/2018/06/25/smart-house-faq/> (дата звернення: 22.05.2023).

Додаток А  
(обов'язковий)

Копія креслення «Схеми апаратних з'єднань»

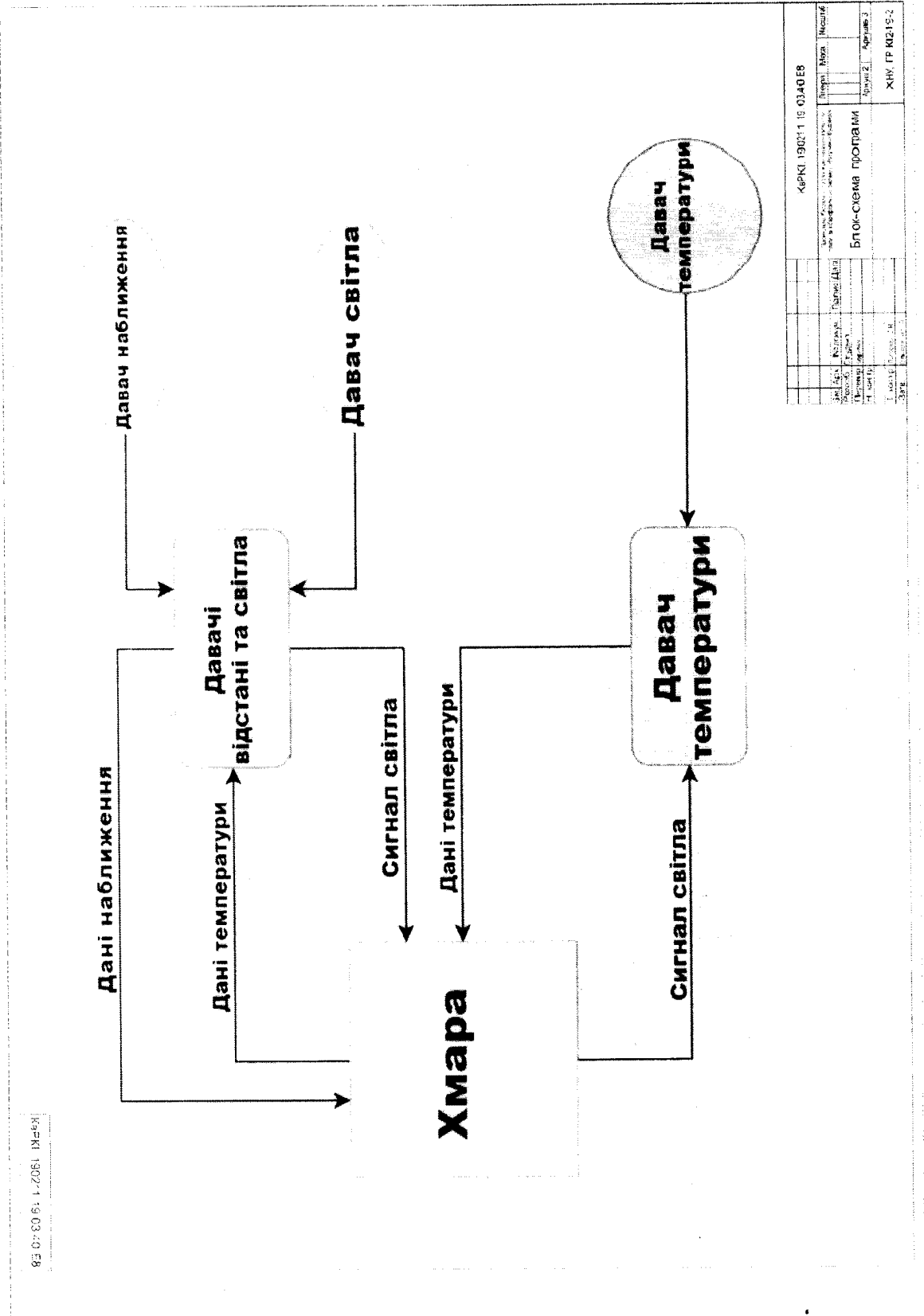


Кв-ЖК 180211 19 03 40 Е8

Кв-ЖК 180211 19 03 40 Е8		Кв-ЖК 180211 19 03 40 Е8	
Зм. №	№ докум.	Дата	Місц. склад.
Розроб.	Корект.		
Н. Шевченко			
Схема апаратних з'єднань		Лист	Звуковий
ХНУ, ГР А7-18-2			

**Додаток Б**  
(обов'язковий)

Копія креслення «Блок-схема програми»

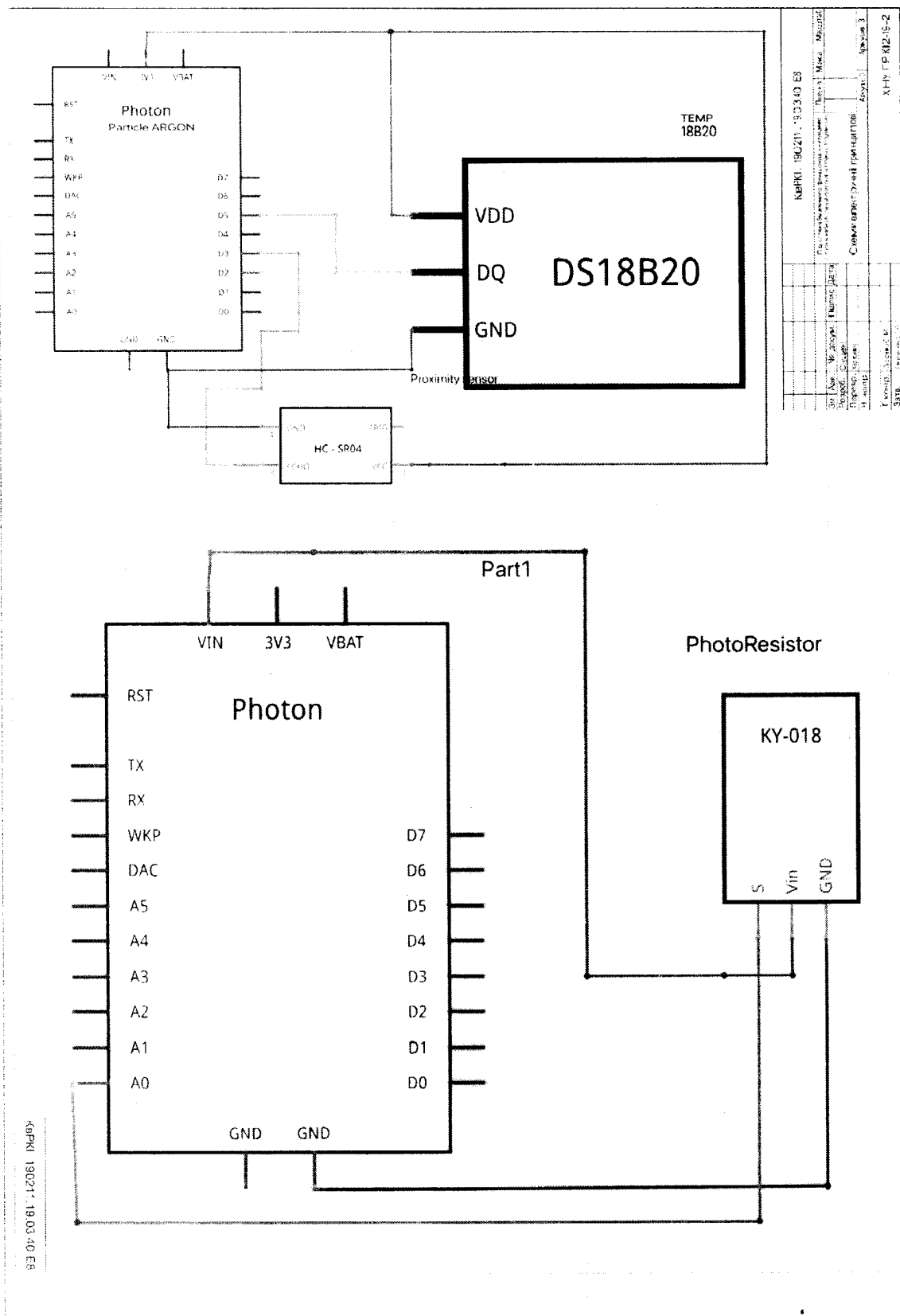


КерКІ 19021-19 03:40:58

КерКІ 19021-19 03:40:58			
Дата:	Час:	Місяць:	Рік:
Діагност:	Програмувальник:	Перевірив:	Затвердив:
Блок-схема програми			
Лист:	Значення:	Значення:	Значення:
1	1	1	1
ХМУ ГР КІ219-2			

**Додаток В**  
(обов'язковий)

Копія креслення «Схеми електричні принципи»



Копія 180211\_18.03.40\_E8

## Додаток Г

Лістинг коду для давача температури DS18B20 та давача відстані HC-SR04

```
#include <OneWire.h>
#include <spark-dallas-temperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS 5
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
#define echoPin D2
#define trigPin D3
long duration;
int distance;
void setup(void)
{
  sensors.begin();
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Ultrasonic Sensor HC-SR04 Test");
  Serial.println("with Arduino UNO R3");
  Particle.subscribe("Light", stoveonfunc, MY_DEVICES);
}
void loop(void)
{
  sensors.requestTemperatures();
  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
  Serial.print((char)176);
  Serial.print("C | ");
```

```

if (sensors.getTempCByIndex(0) > 37) Particle.publish("Temperature", "The stove is ON",
PRIVATE);
delay(1000);
if (sensors.getTempCByIndex(0) < 29) Particle.publish("Temperature", "The stove is OFF",
PRIVATE);
delay(60000);
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
distance = duration * 0.034 / 2;
if ( distance > 10) Particle.publish("Oven", "The Oven door is OPEN", PRIVATE);
delay(60000);
}

```

Лістинг коду для фоторезисторного модуля KY-018

```

#include "lib1.h"
int lightSensor = A0;
void setup() {
  pinMode(lightSensor, INPUT);
}
void loop() {
  int lightLevel = analogRead (lightSensor);
  if (lightLevel > 1) Particle.publish("Light", "Light", PRIVATE);
  if (lightLevel < 1) Particle.publish("Light", "No_Light", PRIVATE);
  delay(10000);
}

```

Ім'я користувача  
Кафедра КІ

ID перевірки:  
1015442093

Дата перевірки:  
05.06.2023 20:29:32 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
05.06.2023 20:30:53 EEST

ID користувача:  
100005591

Назва документа: Дічко\_Підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Ро...  
Кількість сторінок: 71 Кількість слів: 12550 Кількість символів: 93033 Розмір файлу: 7.42 MB ID файлу: 1015102689

Виділено 12.49% (1558 слів) з 12550 слів (12.4%)

12.49%

### Схожість

Найбільша схожість: 5.75% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015011293)

 Сторінка 73

 Сторінка 76

0.68% Цитат

 Сторінка 77

Не знайдено жодних посилань

0%

### Вилучень

Немає вилучених джерел

### Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті

Виявлено 12 модифікацій (12 сторінок)

# Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 4.0%

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 13%

ID: 114869 Назва: БКР Підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок» Додано в БД: 2023-06-05 Автора: О.В. Дічко Керівники: К.Ю. Бобровнікова Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	78080	694	5385 (7%)	73 (11%)

## Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Дічко Олександр Володимирович

Тема: Підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 61

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: У кваліфікаційній роботі було досліджено і проаналізовано предметну область, проведений аналіз відомих комерційних рішень, розглянуто їх переваги та недоліки і доведено актуальність розроблення підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок». Розглянуто апаратні складові для реалізації спроектованого програмно-апаратного забезпечення, реалізовано з апаратних складових підсистему безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок» та створено відповідне програмне забезпечення.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Кваліфікаційна робота відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі дипломної роботи здійснено аналіз відомих рішень безпеки кухонних плит. Визначено основні принципи роботи та функції, які повинна виконувати розроблювана підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок». В другому розділі дипломної роботи здійснено аналіз апаратного забезпечення та обране обладнання, яке може бути використане для створення підсистеми безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок». В третьому розділі розроблено підсистему безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок», що

надає можливість вимірювати температуру та стан (відкривання та закривання) духової шафи та надсилати повідомлення на телефон користувача.

4. Позитивні сторони роботи: Розроблена підсистема безпечного функціонування кухонної плити надає можливість відстежувати температуру та стан (відкривання та закривання) духової шафи та може бути використана як складова частина кіберфізичної системи «Розумний будинок».

5. Негативні сторони роботи: В рамках дипломної роботи варто було приділити більшу увагу аналізу підсистем безпечного функціонування кухонної плити, наявних в відомих комерційних рішеннях.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Оформлення пояснювальної записки відповідає діючим стандартам оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на достатньому інженерно-технічному рівні.

8. Інші зауваження: \_\_\_\_\_

9. Оцінка дипломної роботи: добре (3.75/С)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Олександр Сергійович Кіричук  
доцент кафедри інформатики

“ \_\_\_ ” червня 2023 р.

А. Кіричук (підпис)

Завідувачу кафедри КІС  
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Дічка Олександра Володимировича

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-2

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

1 червня 2023 року



**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ**  
**КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**  
**ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

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

Назва: Підсистема безпечного функціонування кухонної плити в кіберфізичній системі «Розумний будинок»

Автор: Дічко Олександр Володимирович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Бобровнікова Кіра Юліївна, к.т.н., доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

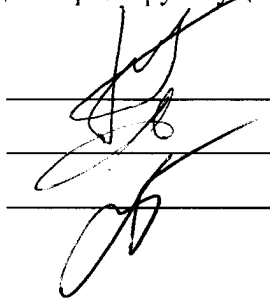
- 1) запозичення, які мають місце в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення є фрагментарними, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано зарезервовані ключові слова мови програмування, які використовуються для розв'язку великої кількості задач і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 13.4% і адресується до 544 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІС



К. Ю. Бобровнікова

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко