

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики

«До захисту допущено»
Завідувачка кафедри

_____ Лариса ОДНОДВОРЕЦЬ
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності 171 Електроніка освітньо-професійної програми «Електронні інформаційні системи»

на тему: **СИСТЕМИ ОБРОБКИ І АНАЛІЗУ ДАНИХ, ПОБУДОВАНІ НА
ОСНОВІ ОДНОПЛАТНОГО КОМП'ЮТЕРА RASPBERRY PI**

Здобувача групи ЕП.м-22

Серікова Руслана Валерійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Руслан СЕРІКОВ

Керівник асистент кафедри ЕЗПФ,
к-т. фіз.-мат. наук,

_____ Андрій ЛОГВИНОВ

Суми 2023

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
Спеціальність 171 – Електроніка, освітньо-професійна програма
«Електронні інформаційні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕЗПФ

Лариса ОДНОДВОРЕЦЬ

«06» листопада 2023 року

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Серікова Руслана Валерійовича

1. Тема роботи: Системи обробки і аналізу даних, побудовані на основі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi
затверджена наказом по університету від «15» листопада 2023 р., № 1260-VI

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 12 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи (актуальність, мета)

У світі стрімкого технологічного прогресу та постійного зростання зацікавленості у програмуванні та електроніці, Raspberry Pi виступає не лише як технічний інструмент, але й як справжній освітній експериментатор. Початково створений як одноплатний комп'ютер для спрощення процесу вивчення програмування та електроніки, на сьогоднішній день він перетворився у світовий феномен, роблячи технології доступнішими та захоплюючими для широкого кола користувачів.

Мета даної роботи полягає у вивченні та розробці системи автоматизованого управління системою опалення за допомогою одноплатного комп'ютера Raspberry Pi. Зокрема, досліджувались питання оптимізації енергоспоживання, забезпечення комфорту користувача та ефективного використання ресурсів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить їх розробити)

1. Аналіз технічних характеристик Raspberry Pi.
2. Особливості застосування Raspberry Pi.
3. Методи програмування одноплатного комп'ютера Raspberry Pi.

4. Розробка програмного коду.

5. Висновки.

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

Слайди № 1-2 – Загальна інформація

Слайди № 3-5 – Аналіз технічних характеристик Raspberry Pi

Слайди № 6-9 – Сфери використання Raspberry Pi

Слайди № 10-13 – Програмування в середовищі Wokwi

Слайди № 14-15 – Опис програмного коду

Слайд № 16 – Висновки

6. Дата видачі завдання 06.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістрів	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз літературних даних	до 13.11.2023 р.	
2.	Проведення експерименту, моделювання, розрахунків, обробка результатів	до 27.11.2023 р.	
3.	Підготовка тексту магістерської роботи.	до 12.12.2023 р.	
4.	Попередній захист роботи	13.12.2023 р., 13 ⁰⁰ (онлайн)	
5.	Захист роботи в екзаменаційній комісії	19.12.2023 р. – 20.12.2023 р., 11 ³⁰	

Здобувач вищої освіти

Р.В. Серіков

Керівник роботи

А.М. Логвинов

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК RASPBERRY PI	8
1.1. Аналіз основних характеристик одноплатного комп'ютера та порівняльна характеристика	8
1.2. Загальна характеристика процесору Raspberry Pi	11
РОЗДІЛ 2 СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ RASPBERRY PI	13
2.1. Сфери використання одноплатного комп'ютера Raspberry Pi.....	13
2.2. Особливості застосування Raspberry Pi.....	17
2.3. Огляд одноплатного комп'ютера Raspberry Pi Pico	22
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ WOKWI	28
3.1. Методика роботи емулятора.....	288
3.2. Можливості платформи Wokwi.....	32
3.3 Опис проєкту на Raspberry Pi.....	34
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота викладена на **46** сторінках, зокрема, містить **8** рисунків, **5** таблиць, список використаних джерел із **17** найменувань. У роботі розглянуті основні принципи та алгоритми управління системою опалення з використанням мікроконтролера.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є вивчення та розробка системи автоматизованого управління системою опалення за допомогою одноплатного комп'ютера Raspberry Pi. Зокрема, досліджувались питання оптимізації енергоспоживання, забезпечення комфорту користувача та ефективного використання ресурсів.

Під час виконання роботи використані наступні методи:

- програмування мікроконтролерів,
- методи автоматизації процесів управління та регулювання.

Для реалізації системи були використані прилади, такі як температурні датчики, LCD дисплей, реле, та інші компоненти, які забезпечують функціональність системи.

У результаті проведених наукових досліджень та практичної реалізації системи було встановлено, що запропоноване управління опаленням забезпечує оптимальний баланс між ефективністю та комфортом. Система виявилась здатною ефективно регулювати температурний режим в приміщенні, зменшуючи споживання енергії та забезпечуючи комфортні умови.

Ключові слова: емулятор, одноплатний комп'ютер, Raspberry Pi, Python, Wokwi, автоматизація.

ВСТУП

У світі швидкого технологічного розвитку та постійного стрімкого росту інтересу до програмування та електроніки, Raspberry Pi виступає не просто як технічний інструмент, але як справжній освітній експериментатор. Введений як одноплатний комп'ютер з метою полегшити вивчення програмування та електроніки, на сьогоднішній день він переріс у глобальний феномен, зробивши технології більш доступними та захоплюючими для широкого кола людей.

Розпочавши свій шлях у 2012 році та став символом творчості та інновацій у сфері STEM-освіти. У своєму ядрі він несе ідею доступності, надаючи учням, студентам, розробникам та ентузіастам можливість відчувати справжню силу програмування та електроніки, використовуючи невеликий, але потужний інструмент. Цей вступ завітає вас до захоплюючого світу програмного забезпечення, де інновації та можливості не мають меж, а навчання стає захопливим подорожжю.

Raspberry Pi — це неймовірно популярна одноплатна система, яка вийшла на світ завдяки фонду Raspberry Pi Foundation. Одним із ключових компонентів, що забезпечують її функціональність, є процесор Broadcom BCM2837. Данна дипломна робота присвячена розгляду характеристик цього процесора, середовищ програмування, які використовуються для взаємодії з Raspberry Pi, а також різноманітним сферам застосування цього універсального пристрою. Raspberry Pi відіграє ключову роль у трансформації освіти та підготовці нового покоління інженерів та програмістів. Він надає студентам та учням можливість експериментувати, творити та реалізовувати свої ідеї в практичній діяльності. Завдяки низькій вартості та відкритому програмному забезпеченню, Raspberry Pi став освітньою революцією, розширюючи доступ до вивчення технічних наук для різних соціальних груп та географічних областей.

Для програмістів та розробників Raspberry Pi - це не просто пристрій, це територія для творчості. Даний комп'ютер надає доступ до широкого спектру програмування та розробки проектів, від найпростіших до вибагливих.

Інтерактивні уроки, спільнота розробників та безліч готових проектів роблять цей девайс ідеальним майданчиком для вивчення нових технологій та поглиблення знань у сфері програмування.

У світі, де Інтернет речей (IoT) та розумні технології набувають все більшого значення, Raspberry Pi виступає в ролі каталізатора для створення інноваційних пристроїв та рішень. Raspberry Pi виступає не лише як технічний інструмент, але і як дидактичний ресурс. У школах та університетах він допомагає навчати програмування, інженерію та технічні науки у захопливий спосіб. Його використання в освіті сприяє розвитку аналітичних та творчих здібностей учнів, спонукаючи їх до розуміння суті та застосування сучасних технологій.

Для творців та любителів техніки Raspberry Pi - це полотно, на якому вони можуть розгорнути свої ідеї. Від робототехніки та медіацентрів до систем автоматизації та інтернету речей, можливості для створення та вдосконалення проектів безмежні. Цей комп'ютер робить технічну творчість доступною для широкого кола людей, створюючи платформу для самовираження та інновацій. Ще однією ключовою особливістю даної моделі є його відкритий характер та активна спільнота розробників. Відкритий код сприяє обміну ідеями та розвитку проектів, а спільнота стає джерелом підтримки та натхнення. Це взаємодія дозволяє кожному користувачеві відчувати себе частиною глобального руху технічного самовираження.

Зараз у багатьох країнах світу вже ведуться проекти, які використовують таку модель комп'ютера для вирішення реальних проблем. Україна не є винятком, де цей пристрій використовується для розвитку та впровадження різноманітних ініціатив, від навчальних до технічних. Raspberry Pi стає відмінним стартовим пунктом для технічних стартапів. Його низька вартість та гнучкість роблять його ідеальним інструментом для прототипування та випробування нових ідей. Від малих інноваційних підприємств до великих технічних компаній, Raspberry Pi стає платформою вибору для впровадження новаторських технічних рішень.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК RASPBERRY PI

1.1. Аналіз основних характеристик одноплатного комп'ютера та порівняльна характеристика

Останнім часом в галузі автоматизації та робототехніки набувають популярності та знаходять практичне використання одноплатні комп'ютери. Одноплатний комп'ютер є повноцінним обчислювальним пристроєм, побудованим на одній монтажній платі із мікропроцесором, пам'яттю, системою введення-виведення та іншими необхідними функціями для операцій комп'ютера. Початково одноплатні комп'ютери створювалися як демонстраційні системи або системи розробки, для освітніх цілей або в якості вбудованих комп'ютерних контролерів [1]. Багато типів домашніх або портативних комп'ютерів об'єднують всі свої функції на одній друкованій платі.

На сучасному ринку існує значна кількість популярних моделей мікрокомп'ютерів від різних виробників. До числа найбільш відомих входять Raspberry Pi, BeagleBone, Orange Pi, Banana Pi, Asus Tinker Board. Кожен з них відрізняється за ціною, технічними параметрами, дизайном і іншими характеристиками. Під час аналізу особлива увага була приділена характеристикам Raspberry Pi, який є лідером за продажами та популярністю. Цей пристрій пропонує середню ціну та продуктивність порівняно з конкурентами, але при цьому відрізняється найширшою спільнотою користувачів та наявністю програмного забезпечення з відкритим кодом.

Основна операційна система для Raspberry Pi — це Raspbian, яка базується на Debian. Незважаючи на те, що Raspbian є основною та підтримуваною операційною системою, можна встановлювати інші операційні системи, такі як Ubuntu mate, Ubuntu Core, OSMC, RIS OS, Windows 10 IoT і багато інших. На даний момент існує кілька моделей цього комп'ютера, які відрізняються розмірами, ціною та технічними характеристиками. Модель B мікрокомп'ютера Raspberry Pi 4 представлено на рисунку 1.1 [14].

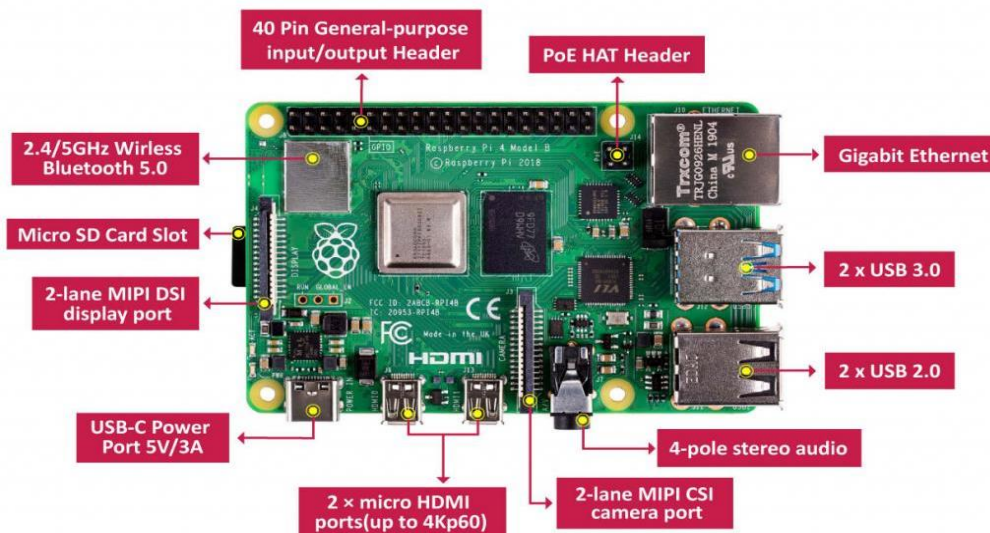


Рисунок 1.1 - Модель В мікрокомп'ютера Raspberry Pi 4

Основною перевагою даної моделі одноплатного мікрокомп'ютера Raspberry Pi 4 є підвищення швидкості роботи процесора, поліпшена продуктивність мультимедійного модуля, збільшення кількості та швидкості оперативної пам'яті і оновлені мережеві модулі в порівнянні з попереднім поколінням Raspberry PI 3 Model B.

Ключовими характеристиками даного продукту є:

- Новий, високопродуктивний 64-розрядний чотирьох ядерний процесор;
- Підтримка двох дисплеїв з роздільною здатністю до 4k через пару micro-HDMI портів;
- Апаратне декодування відео в 4Kp60, від 1-го до 8-ми Гб оперативної пам'яті (в залежності від обраної моделі);
- Дводіапазонна бездротова мережа на 2,4 і 5,0 ГГц, Bluetooth 5.0, Gigabit Ethernet;
- Два порти USB 3.0 і PoE (за допомогою окремого модуля PoE HAT).

Двоканальна безпроводна LAN і Bluetooth мають модульну сертифікацію, дозволяючи платі використовуватися в кінцевих продуктах зі значно спрощеним тестуванням на відповідність стандартам, покращуючи як вартість, так і час

виходу на ринок. Порівняльна характеристика Raspberry Pi 1, Raspberry Pi 2, Raspberry Pi3, Raspberry Pi4, представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Порівняльний аналіз одноплатних комп'ютерів Raspberry Pi [3]

Основні характеристики	Raspberry Pi 1	Raspberry Pi 2	Raspberry Pi 3	Raspberry Pi 4
Рік випуску	2012	2015	2016	2019
Мікропроцесор	Broadcom BCM2835, ARM1176JZF-S	Broadcom BCM2836, ARM Cortex-A7	Broadcom BCM2837, ARM Cortex-A53	Broadcom BCM2711, ARM Cortex-A72
Частота процесора	700 МГц	900 МГц	1.2 ГГц	1.5 ГГц
Оперативна Пам'ять (RAM):	256 МБ	1 ГБ	1 ГБ	2 ГБ, 4 ГБ або 8 ГБ
USB-порти:	2 порти USB 2.0	4 порти USB 2.0	4 порти USB 2.0	2 порти USB 3.0 та 2 порти USB 2.0
Ethernet:	10/100 Мбіт/с	10/100 Мбіт/с	10/100 Мбіт/с	Гігабітний Ethernet
Відео:	HDMI та Composite	HDMI та Composite	HDMI та Composite	2x HDMI
Бездротові Можливості:	*	*	Wi-Fi та Bluetooth	Wi-Fi 802.11ac та Bluetooth 5.0

Аналізуючи дані отримані з таблиці 1.1 можна зробити висновок:

- Raspberry Pi 4 є найпотужнішою та найбагатшою за можливостями моделлю серії.
- Кожна нова версія має поліпшення в продуктивності, кількості портів та інших характеристиках.
- Raspberry Pi 4 має USB 3.0, гігабітний Ethernet та покращену графіку порівняно з попередніми моделями.

- Розширення обсягу оперативної пам'яті у нових моделях покращує їхню здатність виконувати більше завдань одночасно.

1.2. Загальна характеристика процесору Raspberry Pi

Broadcom BCM2837, вбудований у вузький корпус Raspberry Pi, є 64-бітним чотирьохядерним процесором ARM Cortex-A53, з тактовою частотою 1.2 ГГц. Його висока продуктивність дозволяє виконувати різноманітні завдання, включаючи обчислення в реальному часі, обробку мультимедійних даних та розв'язання завдань штучного інтелекту.

Процесор Raspberry Pi є однією з ключових складових, яка визначає продуктивність та можливості цього одноплатного комп'ютера. На момент останнього моєї інформації (січень 2022 року), останнім випущеним моделям є Raspberry Pi 4, який має досить вражаючі характеристики.

Raspberry Pi 4:

1. Тип процесора: Raspberry Pi 4 використовує чотирьохядерний процесор ARM Cortex-A72. Це 64-бітний процесор з архітектурою ARMv8-A, що надає високий рівень продуктивності та енергоефективності.

2. Тактова частота: Процесор Raspberry Pi 4 працює на частоті 1.5 ГГц, що дозволяє йому ефективно виконувати різноманітні завдання, включаючи обробку важких обчислень та відтворення відео в високій роздільності.

3. Архітектура та Перформанс: ARM Cortex-A72 відзначається високою продуктивністю та можливістю оптимізації завдяки 64-бітній архітектурі. Це дозволяє Raspberry Pi 4 бути ефективним у виконанні завдань як для повсякденного використання, так і для вимогливих завдань, таких як розробка програмного забезпечення та навчання машинного навчання.

4. Відео та Графіка: Вбудований графічний процесор VideoCore VI забезпечує підтримку відео високої роздільності (до 4К) та гладке відтворення графіки.

5. З'єднання та Шина: Raspberry Pi 4 володіє швидкісним з'єднанням USB 3.0 та гігабітною мережевою картою, що робить його ідеальним для задач, пов'язаних із передачею даних та мережевими додатками.

Процесор Raspberry Pi 4 надає багато можливостей для різноманітних завдань, від освітніх проєктів та розробки програмного забезпечення до використання як домашнього сервера чи мультимедійного центру. Важливо також відзначити, що Raspberry Pi регулярно оновлюється, і можливо, що на момент вашого запитання вже були випущені нові моделі з покращеними характеристиками. На момент моєї останньої інформації Raspberry Pi 4 є потужним одноплатним комп'ютером, і його процесор відкриває широкі можливості для різноманітних застосувань. Продовжимо розгляд кількох ключових характеристик:

1. Охолодження та Терморегулювання: Оскільки Raspberry Pi 4 може витратити значну кількість енергії при високих завданнях, деякі користувачі обирають встановлення систем охолодження для забезпечення стабільної роботи та запобігання перегріву.

2. Підтримка Операційних Систем: Raspberry Pi підтримує різні операційні системи, включаючи Raspbian (базується на Debian), Ubuntu, Windows 10 IoT та інші. Це дозволяє вибрати оптимальну операційну систему для конкретних потреб користувача.

3. Підвищення Пам'яті: Raspberry Pi 4 також оснащений варіантами оперативної пам'яті в 2, 4 або 8 гігабайт, що значно розширює його можливості для виконання більших та більш ресурсоємких завдань.

4. Роз'єми та Інтерфейси: У Raspberry Pi 4 є різноманіття роз'ємів, таких як HDMI для виводу відео, GPIO (General Purpose Input/Output) для зовнішніх підключень, USB-порти, Ethernet-порт, а також роз'єм для карти пам'яті microSD.

5. Сумісність з Програмним Забезпеченням: Raspberry Pi використовує відкриті стандарти та підтримує різноманітні мови програмування, що дозволяє користувачам вибрати та розробляти програми за їхніми власними уподобаннями та потребами.

РОЗДІЛ 2 СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ RASPBERRY PI

2.1. Сфери використання одноплатного комп'ютера Raspberry Pi

Raspberry Pi, спочатку розроблений для освітніх та розважальних цілей, став значущим гравцем в галузі Інтернету речей. Його низька вартість, гнучкість та потужність роблять його ідеальним вибором для вирішення завдань у сфері IoT. Потужність та гнучкість Raspberry Pi надають йому достатні ресурси для обробки та передачі даних у системі Інтернету речей (IoT). Цей одноплатний комп'ютер володіє потужним процесором, значною обсягом оперативної пам'яті і можливістю підключення різноманітних периферійних пристроїв. Це дозволяє Raspberry Pi виконувати високоякісні обчислення, керувати різними сенсорами та модулями, а також здійснювати підключення до мережі для ефективного обміну даними.

Економічність є однією з ключових переваг Raspberry Pi у порівнянні з традиційними комп'ютерами та серверами. Цей аспект робить його доступним для широкого кола розробників та тих, хто цікавиться Інтернетом речей (IoT). Зокрема, завдяки модульній архітектурі Raspberry Pi можна легко оновлювати та розширювати функціональність пристрою, не потребуючи заміни всієї системи.

Що стосується взаємодії з різними пристроями, Raspberry Pi може бути підключений до різноманітних пристроїв і сенсорів. Це відкриває можливості для збору даних з навколишнього середовища та керування зовнішніми пристроями. Наприклад, за допомогою Raspberry Pi можна налагоджувати систему розумного будинку, яка дозволяє керувати освітленням, термостатом, системою безпеки та іншими пристроями. Крім того, Raspberry Pi знаходить застосування в сільському господарстві, медицині, промисловості та інших галузях для збору та обробки даних.

Raspberry Pi представляє собою одноплатний комп'ютер, розроблений з метою навчання програмуванню та створення електронних проектів. Його вражаючі обчислювальні можливості, розмаїття входів-виходів та сумісність з

різними операційними системами роблять його ідеальним інструментом для автоматизації повсякденних процесів. Raspberry Pi надає можливості та гнучкість для створення різноманітних проектів автоматизації, що відповідають вашим потребам та рівню навичок у програмуванні. Крім того, Raspberry Pi підтримує різноманітні мови програмування, такі як Python, C/C++, Java та інші, що робить його доступним для широкого спектру розробників із різним рівнем досвіду. Використовуючи ці мови, ви можете створювати програми для контролю зовнішніх пристроїв, зчитування даних із сенсорів та виконання багатьох інших завдань.

Розробники можуть обирати з різних мов програмування для взаємодії з Raspberry Pi. Python, як мова інтерпретована та легко засвоюється, є основним інструментом для початківців та досвідчених розробників. C/C++ надає більшу контроль над ресурсами пристрою, тоді як JavaScript дозволяє розширювати можливості Raspberry Pi у веб-середовищі. Scratch, з графічним інтерфейсом, робить програмування доступним для молодших користувачів.

1. Thonny — це інтегроване середовище розробки (IDE) для Python, яке спрощує процес програмування, особливо для початківців. створене з метою надання зручного та ефективного інструменту для розробки програм на мові Python. Це легке використання середовище, яке спрощує процес написання, налагоджування та виконання Python-коду. Даний тип середовища відзначається простим інтерфейсом, що дозволяє користувачам швидко ознайомитися з його функціоналом. У нього вбудовані основні інструменти для розробки, такі як редактор коду з підсвічуванням синтаксису, налагоджувач і консоль Python. Це робить процес програмування простим навіть для початківців.

Однією з особливостей Thonny є його вбудована система управління пакетами, що спрощує встановлення та керування проектом. Крім того, він підтримує використання віртуальних середовищ для ізоляції проектів, що дозволяє уникнути конфліктів між версіями пакетів. Thonny покликаний полегшити процес розробки на Python, надаючи зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який допомагає розробникам концентруватися на

креативному аспекті програмування, забезпечуючи при цьому всі необхідні інструменти для продуктивної роботи.

2. Visual Studio Code (VSCode):

VSCode — це потужний текстовий редактор, який підтримує велику кількість мов програмування. Використовуючи розширення, ви можете зручно працювати з Python та іншими мовами. VSCode, або Visual Studio Code, є високопродуктивним текстовим редактором, який визначається своєю потужністю та розширюваністю. Цей редактор розроблений компанією Microsoft і отримав широке визнання завдяки своїм високотехнологічним можливостям та універсальності.

За допомогою VSCode можна розробляти проекти на великій кількості мов програмування. Він підтримує такі мови, як JavaScript, Python, Java, C++, C#, Ruby, HTML, CSS, і багато інших. Ця універсальність робить його ідеальним інструментом для розробників, які працюють з різноманітними технологіями та стеками програмування. Важливою особливістю VSCode є його високий ступінь налаштованості та можливість розширення за допомогою додатків та розширень. Кожен розробник може налаштувати редактор згідно своїх власних уподобань та використовувати лише ті функції, які йому необхідні. Загальною метою VSCode є надання зручного та продуктивного середовища для програмістів у всіх областях розробки програмного забезпечення, і він успішно досягає цієї мети завдяки своїм вражаючим функціоналом та гнучкістю.

3. Geany:

Geany — це легкий та ефективний текстовий редактор, спроектований для роботи з різноманітними мовами програмування. Його основними перевагами є швидкість та низький ресурсозбереження, що робить його ідеальним вибором для розробників, які цінують продуктивність та легкість використання. Даний редактор володіє підтримкою для роботи з різними мовами програмування, зокрема, він надає зручність у роботі з такими мовами, як C, C++, Python, Java, HTML, CSS, і багатьма іншими. Це дозволяє розробникам використовувати один

редактор для проектів, що використовують різні технології та мови програмування.

Помітною особливістю Geany є його мінімалістичний інтерфейс, що дозволяє швидко розпочати роботу без надмірного налаштування. Однак при цьому редактор залишається потужним інструментом для написання, налагодження та редагування коду. Загалом, це розумний вибір для тих, хто шукає невимушене та ефективне середовище для програмування з підтримкою різних мов. Розглядаючи різноманітні середовища програмування для Raspberry Pi, стає очевидним, що кожне з них має свої унікальні переваги та спрямоване на певну аудиторію користувачів. Вибір конкретного інструмента залежить від ваших потреб та завдань.

Заслуговує визначення те, що Raspberry Pi не обмежує вас у виборі середовища. Наприклад, ви можете використовувати Thonny для швидкого написання простого коду або вибрати Visual Studio Code для розробки більш складних проектів. Також можливе використання Node-RED для візуального програмування в галузі IoT. Незалежно від того, чи ви новачок, що тільки починає вивчати світ програмування, чи досвідчений розробник, який шукає ефективні інструменти для своїх проектів, Raspberry Pi має на увазі рішення для кожного.

Захоплюючий світ Raspberry Pi відчиняє вам можливості для творчості та експериментів. Цей одноплатний комп'ютер — це не просто інструмент; це вхідна квиткова путівка в захопливий світ програмування та технологій, де можливості безмежні. Виберіть своє ідеальне середовище та вирушайте в захопливу подорож розробки на Raspberry Pi. Він не тільки пропонує різні середовища програмування, але і постійно розвивається, випускаючи нові моделі та оновлення програмного забезпечення. Це відкриває шлях до нових можливостей та функціоналу для розробників.

Node-RED та інші візуальні інструменти активно залучають увагу розробників, які цікавляться розробкою для Інтернету речей. З Raspberry Pi можна легко реалізувати проекти зі збору та обробки даних, контролю за

пристроями та автоматизації побутових систем. Фонд Raspberry Pi гарантує доступність дистрибутиву Raspbian, який є операційною системою на базі Debian Linux для одноплатних комп'ютерів Raspberry Pi. Окрім цього, користувачі можуть скористатися іншими операційними системами, такими як Ubuntu, Windows 10 IoT Core, RISC OS і спеціалізовані медіацентри, що розширює спектр можливостей для використання Raspberry Pi в різноманітних сценаріях.

Фонд активно просуває мови програмування Python і Scratch як основні інструменти для розробки на Raspberry Pi. Це сприяє зручності та доступності для широкого кола користувачів, особливо для тих, хто тільки починає свій шлях в програмуванні. Варто відзначити, що Raspberry Pi також підтримує багато інших мов програмування, надаючи розробникам вибір залежно від їхніх вподобань і досвіду.

2.2. Особливості застосування Raspberry Pi

Raspberry Pi, завдяки своїм технічним характеристикам та доступності, знаходить широке застосування у різних сферах. Raspberry Pi, завдяки своїм технічним характеристикам та доступності, знаходить широке застосування у різних сферах. Його гнучкість і невеликі розміри роблять його ідеальним вибором для великої кількості проектів, де необхідно поєднувати обчислювальні можливості з компактністю та доступністю. Деякі сфери застосування Raspberry Pi більш детально (див. таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 - Сфери застосування Raspberry Pi [5]

Відеоспостереження	Raspberry Pi може використовуватися для створення систем відеоспостереження в домашньому оточенні або в офісі. З його допомогою можна підключити веб-камери або камери спостереження, налаштувати програмне забезпечення для запису
---------------------------	---

	відео та збереження його на локальному пристрої чи в хмарному сховищі.
Доступ до відео в реальному часі	Raspberry Pi може забезпечувати доступ до відео в реальному часі через мережу, що дозволяє вам віддалено відстежувати події в зоні моніторингу. Це особливо корисно для батьків, які бажають відстежувати своїх дітей вдома або власників бізнесу для моніторингу офісного простору.
Детектори руху та сповіщення	Застосування різних датчиків руху до Raspberry Pi дозволяє створити систему, яка сповіщатиме вас про будь-які рухи або незвичайні події в місцях моніторингу. Це може служити для виявлення неправомірного вторгнення або надавати сповіщення про активність.
Запис аудіо та відео	Raspberry Pi може записувати аудіо та відео, що може бути корисним для збору доказів чи створення архіву подій. Це може бути важливим для систем безпеки в офісах чи для особистого використання.
Доступ через мобільні пристрої	Використовуючи відповідне програмне забезпечення, можна забезпечити можливість віддаленого доступу до системи моніторингу через мобільні пристрої, що робить контроль над безпекою ще більш зручним та ефективним.
Інтеграція з іншими системами	Raspberry Pi може інтегруватися з іншими розумними пристроями та системами автоматизації вдома, розширюючи функціональність системи

	моніторингу. Наприклад, можна налаштувати автоматичне вимкнення системи сигналізації при введенні правильного пін-коду на смартфоні.
--	--

Джерело: Створено автором на основі даних [5].

Таким чином, використання Raspberry Pi у системах моніторингу та безпеки надає можливість створення ефективних та економічних рішень, які можуть бути адаптовані під конкретні потреби користувача. Разом з тим, Raspberry Pi не обмежується лише цими галузями, і відкриває шлях для творчості та інновацій в різних галузях. Його активна спільнота та розширена екосистема дозволяють розробникам і творцям втілювати свої ідеї в життя, надаючи безліч можливостей для експериментів та розвитку. Raspberry Pi став неоціненним інструментом у сфері освіти, надаючи вчителям та студентам унікальні можливості для розвитку комп'ютерних навичок та навчання програмування. Давайте розглянемо кілька аспектів використання Raspberry Pi у сфері освіти (див. таблицю 2.2).

Таблиця 2.2 - Використання Raspberry Pi у сфері освіти

Практичні проекти	Raspberry Pi дозволяє студентам займатися практичними проектами, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Від створення простих програм до розробки електронних пристроїв, цей одноплатний комп'ютер створює можливості для творчого підходу до навчання.
Інтеграція в навчальні плани	Raspberry Pi інтегрується в навчальні плани як інструмент для навчання інформатики та програмування. Він може використовуватися для розширення уроків з комп'ютерних наук, фізики, математики та інших предметів.

<p>Розвиток навичок критичного мислення</p>	<p>Робота з Raspberry Pi вимагає від студентів критичного мислення, розв'язання проблем та творчого підходу. Це допомагає розвивати навички, які можуть бути корисними в різних сферах життя.</p>
<p>Стимулювання інтересу до технологій</p>	<p>Raspberry Pi допомагає стимулювати інтерес студентів до технологій та комп'ютерних наук, сприяючи ранньому виявленню та розвитку талантів у цих областях.</p>

Промисловість: Raspberry Pi знаходить застосування в сфері автоматизації та керування виробництвом. Він може використовуватися для моніторингу та керування промисловими процесами, що забезпечує ефективність та економію ресурсів. Raspberry Pi, завдяки своїм унікальним характеристикам, виявляється невід'ємним елементом в галузі промисловості, де використовується для автоматизації та керування виробничими процесами. Розглянемо кілька ключових напрямків застосування Raspberry Pi в промисловості (див. таблиця 4)

Таблиця 2.3 - Ключові напрямків застосування Raspberry Pi в промисловості

<p>Моніторинг промислових процесів</p>	<p>Raspberry Pi може використовуватися для надійного моніторингу різних промислових параметрів, таких як температура, тиск, вологість та інші. Вбудовані можливості мережі дозволяють передавати дані в реальному часі для аналізу та вживання заходів щодо оптимізації.</p>
---	--

<p align="center">Керування автоматизованими системами</p>	<p>Raspberry Pi може взаємодіяти з сенсорами, моторами та іншими пристроями для автоматизації промислових процесів. Це може включати в себе керування конвеєрами, системами сортування, управління роботами та інші автоматизовані функції.</p>
<p align="center">Системи моніторингу енергоспоживання</p>	<p>Raspberry Pi може використовуватися для моніторингу та аналізу енергоспоживання у виробничих приміщеннях. Це дозволяє підприємствам здійснювати інтелектуальні рішення для зменшення витрат енергії та оптимізації енергоефективності.</p>
<p align="center">Збір та аналіз даних виробництва</p>	<p>Raspberry Pi може використовуватися для збору даних з різних пристроїв і датчиків на виробничих лініях. Ці дані потім можуть бути аналізовані для виявлення тенденцій, удосконалення виробничих процесів та прийняття інформованих управлінських рішень.</p>
<p align="center">Створення промислових IoT рішень</p>	<p>Raspberry Pi є ідеальним засобом для реалізації концепцій Інтернету речей (IoT) в промисловості. Він може взаємодіяти з іншими пристроями та хмарними сервісами.</p>

Отже, даний тип комп'ютерного забезпечення відкриває нові можливості для впровадження інновацій в сфері промисловості, підвищуючи ефективність та конкурентоспроможність підприємств. Універсальність Raspberry Pi підкреслюється його використанням в академічних дослідженнях. Від проектів з обробки сигналів до робототехніки, цей одноплатник допомагає студентам та вченим вивчати та застосовувати нові технології. Такий доступний та потужний інструмент знайшов своє місце в лабораторіях та наукових проектах по всьому світу.

2.3. Огляд одноплатного комп'ютера Raspberry Pi Pico

Raspberry Pi Pico виявляється дуже популярним серед розробників для реалізації різноманітних проектів, включаючи IoT пристрої, сенсорні системи, проекти зв'язку та багато інших застосувань в області вбудованих систем. Він представляє сучасний мікроконтролер, який вирізняється високою продуктивністю та гнучкістю в застосуванні. За допомогою мікроконтролера RP2040, виробленого самою Raspberry Pi Foundation, Pico забезпечує потужність та ефективність в області вбудованих систем.

Однією з ключових особливостей Raspberry Pi Pico є його відкритість для різноманітних мов програмування, таких як C і MicroPython. Це робить його доступним для широкого спектру розробників, від початківців до досвідчених фахівців. Плата має компактний розмір і можливість розширення за допомогою GPIO-роз'ємів, що робить Raspberry Pi Pico ідеальним вибором для проектів різної складності. Його велика спільнота розробників і активна підтримка з боку Raspberry Pi Foundation сприяють неперервному розвитку та вдосконаленню цього мікроконтролера.

У величезному спектрі застосувань, починаючи від простих вправ для навчання програмуванню до створення реальних вбудованих систем, Raspberry Pi Pico стає незамінним інструментом для інноваційних та технологічних проектів. До всіх його переваг можна додати і легкість інтеграції з

різноманітними пристроями та сенсорами завдяки великому числу GPIO-виводів загального призначення. Вбудований програматор, підтримка масово використовуваних середовищ розробки і навіть можливість завантаження власного мікропрограмного забезпечення роблять Raspberry Pi Pico універсальним інструментом для широкого спектру проектів.

Важливим аспектом є також активна спільнота розробників, яка постійно додає нові бібліотеки та розширення, спрощуючи розробку для Pico. Регулярні оновлення та підтримка з боку Raspberry Pi Foundation свідчать про постійний розвиток цього мікроконтролера. Загалом, Raspberry Pi Pico виявляється вражаючим інструментом для розробників, який відкриває безліч можливостей для творчості та інновацій у сфері вбудованих систем, електроніки та програмування. Основним компонентом Raspberry Pi Pico є 32-бітний мікроконтролер RP2040, який обладнаний двома ядрами ARM Cortex M0+, кожне з максимальною частотою 133 МГц, та має вбудовану оперативну пам'ять SRAM об'ємом 264 Кб. Плата оснащена мікросхемою пам'яті flash об'ємом 2 Мб, а загалом може підтримувати до 16 Мб.

Raspberry Pi Pico має різноманітні інтерфейси, включаючи два I2C, два SPI та два UART. На платі доступно 26 виводів/входів (I/O), включає 16 каналів PWM та 4 канали ADC. Залежно від модифікації, плата може включати вбудований Wi-Fi модуль (Raspberry Pi Pico W). Також важливо відзначити наявність вбудованого датчика температури. Цікаво, що мікроконтролер RP2040 на боці Raspberry Pi Pico містить два блоки PIO, кожен з яких має 4 контакти (PIO - Programmable I/O state machines). Особливо вражає можливість використання Raspberry Pi Pico для завдань машинного навчання, що відкриває нові перспективи для розробників у цій області. Додатково, слід відзначити можливість реалізації завдань машинного навчання на цій платі, що розширює її потенціал використання. Нижче наведено загальний опис усіх контактів плати, їх нумерацію та розташування (риснок 2.1)

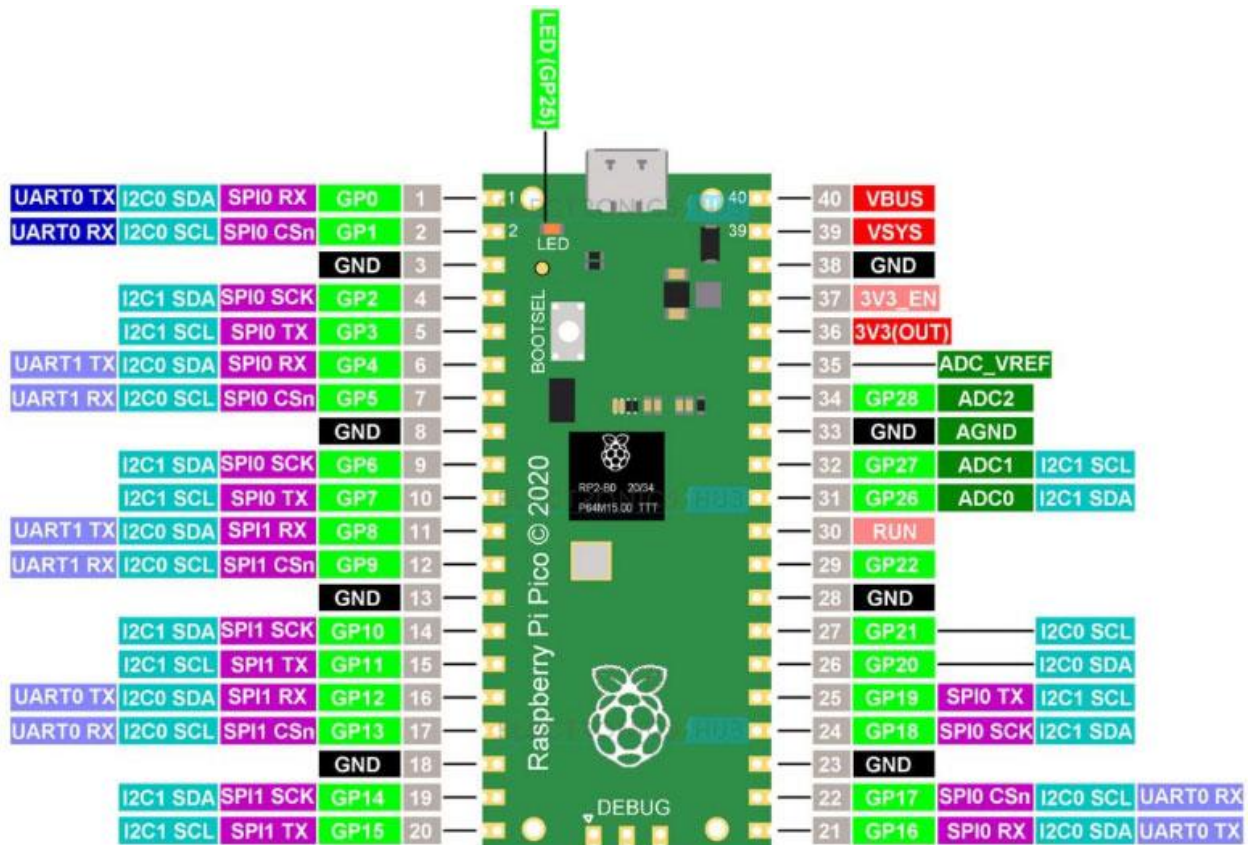


Рисунок 2.1 - Загальний опис усіх контактів цієї плати з нумерацією [5]

Загалом, Raspberry Pi Pico заслуговує на увагу завдяки своїм потужним можливостям, гнучкій конфігурації та відкритому співтовариству розробників, яке продовжує вдосконалювати та розширювати можливості цієї мікроконтролерної плати. Після проведеного вище аналізу та детального огляду плати Raspberry Pi Pico, постає питання якості та конкурентоспроможності на ринку, для цього проведемо порівняння плати Raspberry Pi Pico та Arduino. Плати Raspberry Pi Pico та Arduino представляють собою дві різні екосистеми мікроконтролерів. Нижче розглянута порівняльна характеристика між ними (Таблиця 2.4)

Таблиця 2.4 - Порівняльна характеристика плати Raspberry Pi Pico та Arduino

Характеристики	Raspberry Pi Pico	Arduino
Виробник та екосистема	Raspberry Pi Pico випущений Raspberry Pi Foundation і є частиною сімейства продуктів Raspberry Pi. Це означає наявність єдиної платформи та спільноти розробників для всіх пристроїв Raspberry Pi.	Arduino — це відкрита екосистема, існує безліч різних моделей та варіантів плат Arduino, розроблених і розглянутих спільнотою Arduino.
Мікроконтролер	Raspberry Pi Pico базується на мікроконтролері RP2040 від Raspberry Pi Foundation	Arduino використовує різні мікроконтролери, такі як ATmega328 (у класичних моделях, наприклад, Arduino Uno) або ARM Cortex-M в деяких новіших версіях.
Архітектура та потужність	Raspberry Pi Pico має двоядерний ARM Cortex-M0+ процесор з тактовою частотою 133 МГц.	Arduino Uno використовує мікроконтролер ATmega328P, який має одноядерний процесор з нижчою тактовою частотою.
Пам'ять	Raspberry Pi Pico має 264 Кб оперативної пам'яті SRAM та 2 Мб	Arduino Uno має 2 Кб оперативної пам'яті SRAM та 32 Кб флеш-пам'яті, що може бути розширено

	вбудованої флеш-пам'яті	зовнішньою флеш-пам'яттю.
Інтерфейси та виводи	Raspberry Pi Pico має різноманітні інтерфейси, включаючи I2C, SPI, UART, PWM, ADC, та інші.	Arduino Uno також має I2C, SPI, UART, PWM, ADC, але кількість та розташування виводів можуть бути різними в залежності від конкретної моделі Arduino.
Ціна та доступність	Raspberry Pi Pico зазвичай доступний за меншою ціною порівняно з більшістю плат Arduino.	Arduino Uno і багато інших моделей можуть бути трошки дорожчими, але доступні в широкому асортименті та великій кількості магазинів.
Застосування	Raspberry Pi Pico частіше використовується для складніших проектів, таких як проекти Інтернету речей (IoT), обробка сигналів, та навіть машинне навчання.	Arduino зазвичай використовується для простих та середньої складності проектів, таких як контроль роботів, автоматизація дому, та навчання програмуванню.

Джерело: Створено автором на основі даних [5].

Отже, обидві платформи, Raspberry Pi Pico та Arduino, є потужними інструментами для реалізації різноманітних проектів в області вбудованих систем та електроніки. Кожна з них має свої унікальні особливості та переваги, що можуть бути вирішальними при виборі для конкретного завдання. Raspberry Pi Pico вражає своєю потужністю та гнучкістю, особливо завдяки двоядерному

процесору ARM Cortex-M0+ та розширеній кількості пам'яті. Вбудовані модулі та можливість роботи з завданнями машинного навчання роблять його відмінним вибором для складних проектів.

З іншого боку, Arduino має широкий вибір моделей та велику спільноту розробників. Вона ідеально підходить для початківців, а також для проектів середньої складності, де простота використання та доступність грають ключову роль. Обидві платформи пропонують різні інтерфейси та функції вводу-виводу, що дозволяє користувачам реалізовувати різноманітні ідеї. Зрештою, вибір між Raspberry Pi Pico та Arduino залежить від конкретних потреб проекту, рівня експертизи розробника та специфікацій, які вам необхідні для успішної реалізації вашої ідеї.

РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ WOKWI

3.1. Методика роботи емулятора

Wokwi - представляє собою віртуальну онлайн-лабораторію для емуляції Raspberry Pi Pico та інших електронічних пристроїв. Головна мета цього проєкту - створити зручний та потужний інструмент для навчання програмування на основі платформ Arduino UNO, Mega, Nano та деяких інших. Використовуючи Wokwi, можна прототипувати різноманітні пристрої, включаючи IoT-пристрої.

Платформа Wokwi здатна моделювати різні компоненти, такі як світлодіоди, реєстри звуку, датчики (ультразвукові, температури, вологості та інші), LCD-дисплей, клавіатуру та багато іншого. Крім того, ключовою ідеєю проєкту є сприяння обміну проєктами між користувачами для обговорення та отримання пропозицій і зауважень, що сприяють постійному вдосконаленню пристроїв.

В середовищі Wokwi також доступний широкий спектр готових прикладів реалізації пристроїв, які використовують різні апаратні платформи та вимірювальні засоби. Wokwi виглядає як відмінна платформа для навчання з підтримкою кількох плат Arduino (Uno, Mega, Nano), Raspberry Pi Pico та універсальної плати ESP32, яку можна програмувати або на Arduino, або на MicroPython. Також можна додавати користувацькі плати, щоб їх не обмежувати офіційно підтримуваними. Ви можете розпочати свій проєкт з нуля, обравши лише плату, додаючи компоненти та самостійно пишучи код, або розпочати з існуючого проєкту, такого як проєкт датчика температури та вологості ESP32 + DHT22.

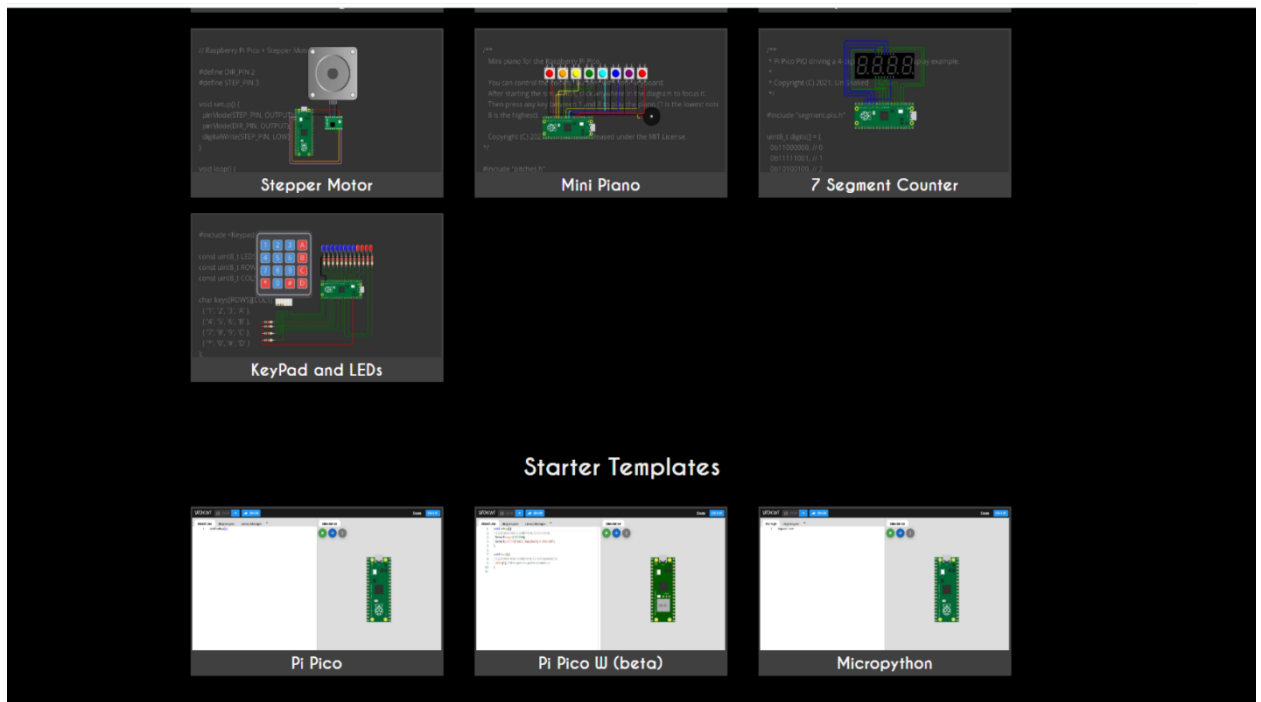


Рисунок 3.1- Інтерфейс робочої платформи

Зліва - текстовий редактор, де можна працювати з файлами програми (і не лише), а справа - безпосередньо поле симулятора. Зараз там лише базова плата. Щоб додати який-небудь елемент, потрібно натиснути кнопку "+" і з'явиться список елементів. Також вам доступний текстовий редактор ліворуч, де ви можете працювати з файлами програми та іншою інформацією. При цьому поле симулятора справа надає можливість візуально перевіряти роботу вашого проекту. Наразі в симуляторі вже присутня лише базова плата. Щоб додати будь-який елемент, ви повинні натискати кнопку "+" і обрати його з вільного списку елементів.

Спробуємо створити найпростіший приклад - все, що потрібно для стандартного прикладу Blink: світлодіод і резистор. Додайте їх на екран і з'єднайте. Для з'єднання пінів та контактів елементів просто натискайте на один контакт, а потім на інший. Цей процес може нагадувати вам програму Fritzing.

Загалом, ви маєте можливість ефективно працювати з текстовим редактором для програмного коду та візуально спостерігати за симуляцією вашого проекту, використовуючи зручний інтерфейс платформи.

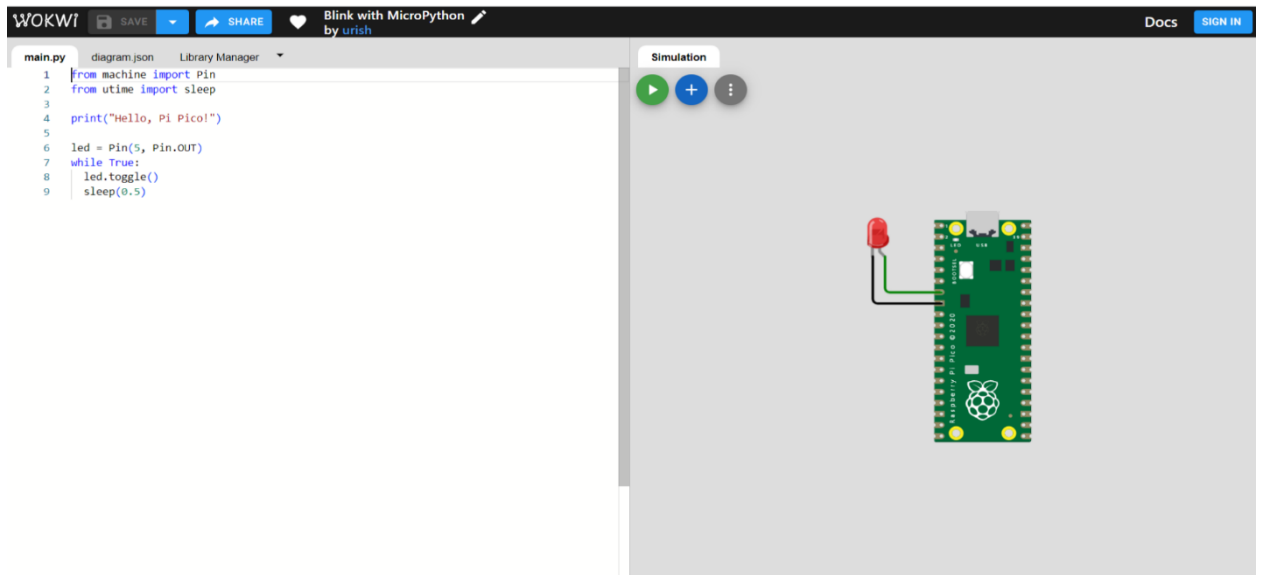


Рисунок 3.2 - Робочий інтерфейс платформи

Після додавання стандартного прикладу "Blink" в лівій частині вікна, не забудьте вказати необхідний пін для цього проекту. Вам можуть бути доступні опції для вибору конкретного піна, на який буде підключено світлодіод у проекті "Blink". Важливо визначити правильний пін для коректної роботи програми. Після цього ви зможете перейти до додавання інших елементів, налаштувати їх параметри та взаємодіяти з ними в полі симулятора. Використовуючи інтерфейс, ви зможете спостерігати за роботою вашого проекту та вносити необхідні зміни, які впливають на його функціональність.

```

1 from machine import Pin
2 from utime import sleep
3
4 print("Hello, Pi Pico!")
5
6 led = Pin(5, Pin.OUT)
7 while True:
8     led.toggle()
9     sleep(0.5)
10
  
```

Рисунок 3.3 - Приклад коду програми мовою Python

Після написання, запустимо симуляцію, шляхом натискання на зелену кнопку.

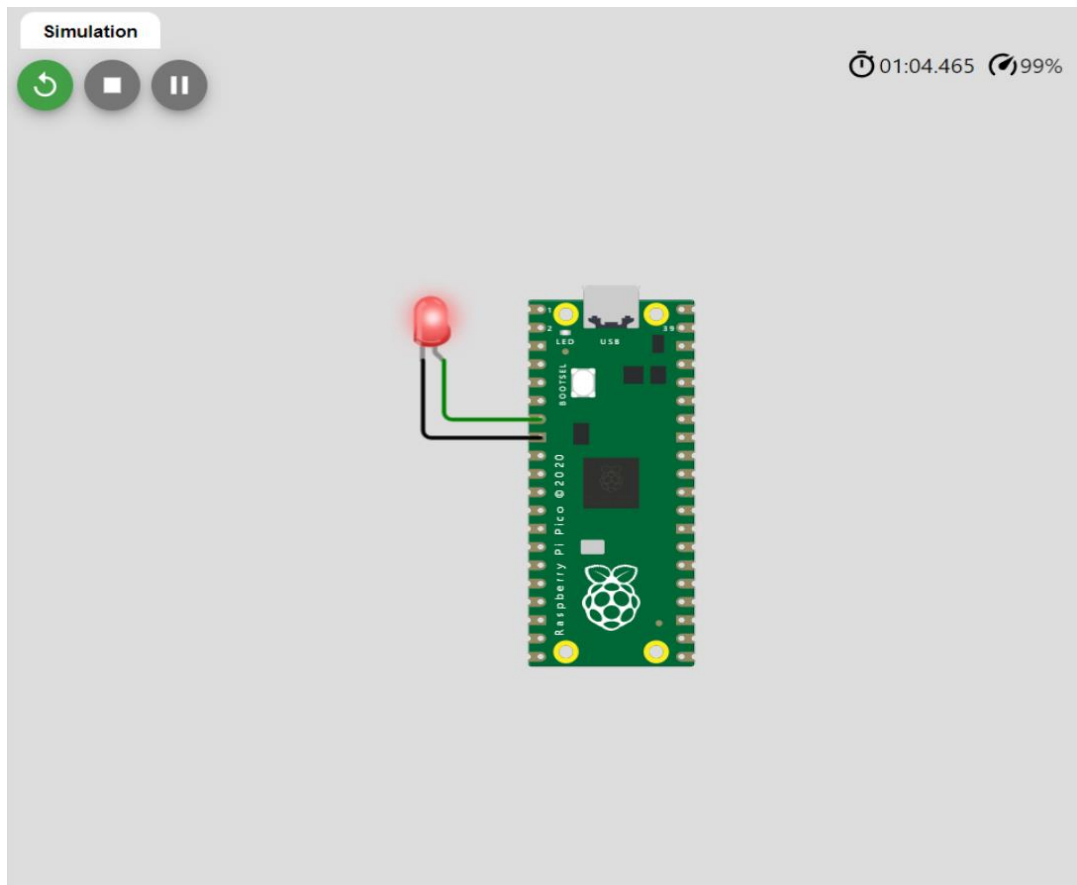


Рисунок 3.4- Процес запуску симуляції

Над мікроконтролерними проектами можна працювати прямо з веб-браузера, без необхідності фізичного обладнання. Wokwi імітує основні плати для прототипування, такі як Arduino, ESP32 DevKit, Raspberry Pi Pico та інші. Симульований проект можна підключити до Інтернету через MQTT, HTTP, NTP та інші протоколи. За допомогою вбудованого візуального логічного аналізатора можна зафіксувати цифрові сигнали в моделюванні (наприклад, UART, I2C, SPI) і проаналізувати їх на вашому комп'ютері. Для досвідчених користувачів доступні розширені можливості відлагодження через GDB і можливість моделювання SD-карт. Код можна виконати або внести зміни прямо в середовищі. Платформа також пропонує велику базу готових стартових проектів, де ви можете знайти все - від коду з коментарями до описів розробників.

3.2. Можливості платформи Wokwi

Онлайн платформа Wokwi забезпечує зручне ведення роботи з електронними схемами, де користувач може з'єднувати компоненти, програмувати їх та спостерігати за роботою системи у режимі реального часу. Крім того, це середовище дозволяє спільну роботу, де можна ділитися своїми проектами з іншими користувачами, отримувати поради та взаємодіяти зі спільнотою електронних розробників. Використання Wokwi суттєво спрощує і прискорює процес розробки комп'ютеризованої системи контролю параметрів в тераріумі, дозволяючи відобразити її функціональність та перевірити працездатність перед фізичною реалізацією. Загальний огляд того, які можливості може надавати онлайн-симулятор для плат Arduino, Raspberry Pi Pico та ESP32:

1. Емуляція Мікроконтролера:

- Wokwi дозволяє емулювати роботу різних мікроконтролерів, таких як Arduino, Raspberry Pi Pico та ESP32. Це дозволяє вам тестувати та налагоджувати програмне забезпечення без фізичного з'єднання з реальним обладнанням;

2. Онлайн Інтерфейс:

- Інтерфейс даного симулятора є легкий у використанні. Зліва знаходиться меню текстового редактору коду, тут можливо вносити зміни у код та його копіювати (див.рис.1.5);

3. Підтримка Різноманітних Плат:

- Платформа може підтримувати різні моделі плат, що дозволяє користувачам вибирати та емулювати конкретні мікроконтролери залежно від їх потреб;

4. Візуалізація Підключених Пристроїв:

- Wokwi може відображати підключені пристрої та візуалізувати їхню взаємодію з мікроконтролером. Це може включати в себе світлодіоди, сенсори, дисплеї та інші компоненти;



Рисунок 3.5 – Вигляд емуляційного інтерфейсу

5. **Можливості відлагодження:**

- Емулятор може надавати засоби відлагодження, такі як точки зупинки, відстеження змінних, інспекція регістрів та інші інструменти, що полегшують розробку;

6. **Навчальні матеріали:**

- На головній сторінці та у розділі бібліотек, симулятор Wokwi пропонує широкий вибір готових прикладів. У цьому симуляторі встановлено значну кількість бібліотек, що дозволяють втілити навіть складні проекти;

7. **Спільнота та Підтримка:**

- Важливою частиною роботи з емулятором є підтримка та можливість обміну досвідом з іншими користувачами, що може забезпечити платформа.

Wokwi, незважаючи на зручний інтерфейс та продуктивність, також має свої недоліки:

- Залежність від Інтернету: Симулятор не працює в офлайн режимі, що може становити проблему для користувачів без постійного з'єднання з мережею;
- Обмеженість реалістичності: Хоча Wokwi дозволяє моделювати різні компоненти, він не може повністю замінити фізичну реальність, особливо для

складних проєктів. Можливі нюанси в роботі можуть виникнути, відрізняючись від реального середовища;

- **Обмежена бібліотека:** Наявність обмеженої кількості компонентів може викликати дискомфорт при роботі з проєктом, хоча користувачі можуть розробити власні або імпортувати їх.

Недостатня реалістичність фізичних взаємодій: Wokwi фокусується на емуляції електронного функціоналу, не враховуючи точну фізичну взаємодію з датчиками чи кнопками, що може впливати на певні аспекти проєкту. У ході вивчення теми було досліджено плату Raspberry Pi Pico та емулятор Wokwi, який надає можливість симуляції роботи різних мікроконтролерів, включаючи Raspberry Pi Pico. Raspberry Pi Pico відзначається високою продуктивністю завдяки 32-бітному мікроконтролеру RP2040 з двома ядрами ARM Cortex M0+ та різноманітними інтерфейсами для підключення до різних пристроїв. Щодо емулятора Wokwi, він стає зручним інструментом для симуляції Arduino, Raspberry Pi Pico та ESP32, дозволяючи користувачам працювати з електронними схемами без реального обладнання. Онлайн-середовище Wokwi дозволяє з'єднувати компоненти, програмувати їх і спостерігати за їх роботою в реальному часі. Також воно підтримує спільну роботу, обмін проєктами та надає доступ до готових стартових проєктів. З беззаперечними перевагами обох інструментів, такими як швидкість прототипування та можливість емуляції різноманітних пристроїв, також існують певні обмеження. Raspberry Pi Pico має великий потенціал у сфері мікроконтролерів, проте емулятор Wokwi має певні недоліки, такі як обмежена бібліотека та нестача реалістичності фізичних взаємодій. Усупереч цьому, використання обох інструментів може значно полегшити та прискорити розробку електроніки та програмного забезпечення, забезпечуючи зручне вивчення та тестування проєктів до їх фізичної реалізації.

3.3. Опис проєкту на Raspberry Pi

Система контролю температури з віддаленим доступом призначена для автоматизації та оптимізації процесу опалення приміщення. Використовуючи

різні сенсори, вентиля, кнопки та інші компоненти, система може ефективно реагувати на зміни температури та взаємодіяти з користувачем.

Приклади використання проекту: Енергозбереження: Система може оптимізувати роботу опалення відповідно до актуальних температурних умов, що дозволяє зменшити споживання енергії. Комфорт користувача: Віддалене керування через веб-інтерфейс дозволяє користувачам контролювати опалення в будь-який час та з будь-якого місця. Система моніторингу: Система може вести журнал температурних змін, що дозволяє користувачам вивчати та аналізувати ефективність опалювання. Raspberry Pi працює як центральний контролер, який отримує дані від датчиків, приймає рішення на основі програмної логіки і керує різними пристроями, такими як реле для управління опаленням. Вцілому, цей проект представляє сучасний підхід до опалення, комбінуючи автоматизацію та зручність у використанні.

Основний Цикл (main функція) Функція main є серцем програми. Це місце, де відбувається постійна перевірка та керування системою опалення на основі різних умов. Давайте докладніше розглянемо цей основний цикл:

```
def main():
    previous_millis = 0
    interval = get_int_value("interval")
    update_time = get_int_value("update_time")

    while True:
        current_millis = time.ticks_ms()
        # adjust temp category
        if current_millis - int(
            get_int_value("temp_last_measurement_time")
            >= get_int_value("temp_sampling_interval")
        ):
            update_temp()
            temp_change = get_float_value("current_temp") - get_float_value(
```

```
"temp_last_measurement"  
)  
# categorize temp change  
categorize_temp_change(temp_change)  
  
# update last measurement temp  
set_value("temp_last_measurement", get_float_value("current_temp"))  
  
# update last measurement temp time  
set_value("temp_last_measurement_time", current_millis)  
  
# main  
if current_millis - previous_millis > interval:  
    # update time  
    if update_time >= 0:  
        update_timer(update_time)  
        update_time -= 1  
  
# check buttons  
check_buttons()  
  
# update temp on temp update interval  
if update_time % get_int_value("temp_update_interval") == 0:  
    update_temp()  
  
if update_time == 0:  
    # open relay  
    open_relays()  
  
# set and adjust update_time based on temp category
```

```

update_time = adjust_update_time_based_on_temp_category()

# create config backup
create_config_backup()

# connect wifi if wifi is not connected
if not check_wifi_isconnected():
    connect_wifi()

# update previous millis
previous_millis = current_millis

if __name__ == "__main__":
    main()

```

Головний Цикл: Нескінченний цикл `while True`, що забезпечує безперервну роботу програми. Оновлення Температури та Аналіз Змін: Перевірка, чи пройшов достатній час для оновлення температури. Обчислення зміни температури та її категоризація. Оновлення попереднього значення температури та часу вимірювання.

Основні Операції в Головному Циклі: Перевірка, чи пройшов достатній час для виконання основних операцій. Оновлення часу до наступного оновлення системи. Перевірка кнопок та взаємодія з користувачем. Оновлення температури відповідно до заданого інтервалу. При настанні часу оновлення:

Відкриття реле. Адаптація часу оновлення в залежності від категорії температурних змін. Створення резервної копії конфігурації. Підключення до Wi-Fi.

Оновлення часу попередньої ітерації для визначення інтервалів часу. Ця основна функція керує всіма аспектами системи опалення, забезпечуючи її надійну та ефективну роботу.

Функції обробки температурних змін

В цьому розділі розглянемо функції, відповідальні за обробку температурних змін у програмі. Ці функції грають важливу роль у визначенні стратегії реакції системи на зміни температури та допомагають впроваджувати розумні та ефективні алгоритми регулювання. Вони допомагають в системі опалення виконувати деякі основні завдання, такі як оновлення температурних значень, виведення інформації на дисплей, керування реле та забезпечення затримки перед стартом. Реалізація цих функцій відповідає конкретним вимогам та логіці проекту.

Розглянемо код більш детально

```
def update_temp():
```

```
    # Оновлення значення поточної температури
```

```
    # Реалізація взаємодії із температурним датчиком
```

```
def print_nominal_temp():
```

```
    # Виведення номінальної температури на LCD
```

```
    # Реалізація виведення тексту на екран
```

```
def update_timer(update_time):
```

```
    # Оновлення значення таймера на LCD
```

```
    # Реалізація виведення тексту та оновлення значення таймера
```

```
def wait_start(delay):
```

```
    # Затримка перед стартом для підготовки системи
```

```
    # Реалізація використання функції delay
```

```
def set_relay(pin, duration):
```

```
# Управління реле: відкриття або закриття на певний час
# Реалізація використання GPIO для управління реле
```

Опис Функцій (продовження): `update_temp()`:

Функція взаємодіє з температурним датчиком для отримання актуального значення температури. Реалізація взаємодії із зовнішнім датчиком та оновлення значення

`current_temp` для подальшого використання. `print_nominal_temp()`: Функція виводить номінальну температуру на LCD дисплей. Реалізація використовується для надання користувачу інформації про очікувану температуру.

`update_timer (update_time)`: Функція оновлює значення таймера на LCD дисплеї. Реалізація включає виведення текстової інформації на дисплей та оновлення значення таймера зворотнього відліку.

`wait_start (delay)`: Функція визначає затримку перед стартом для підготовки системи. Реалізація використовує функцію затримки для призупинення виконання програми протягом певного часу. `set_relay(pin, duration)`: Функція керує реле, відкриваючи або закриваючи його на певний час. Реалізація включає в себе взаємодію з GPIO для управління реле та визначення тривалості його роботи.

Проект використовує ретельно розроблений код для автоматизації системи опалення, забезпечуючи оптимальний баланс ефективності та користувацької зручності. Функції обробки температурних змін грають ключову роль у визначенні стратегій та реакції системи на зміни у навколишньому середовищі. Вони дозволяють системі адаптуватися до різних сценаріїв та оптимізувати роботу опалювальної системи. Узагальнюючи, проект є прикладом ефективного використання мікроконтролерів та розумної автоматизації для оптимізації енергоспоживання та комфорту користувача.

Загальні операції в головному Циклі

Основний цикл програми відповідає за неперервну роботу системи опалення. Давайте розглянемо загальні операції, які відбуваються в головному циклі:

Оновлення Температури: Визначення часу для оновлення температурних даних з температурного датчика. Розрахунок зміни температури та категоризація цієї зміни.

Оновлення Часу: Рахунок часу в інтервалах циклу для виведення інформації на дисплей та оновлення таймерів.

Перевірка Кнопок: Періодична перевірка стану кнопок для визначення подій та взаємодії з користувачем.

Оновлення Таймерів: Виведення залишкового часу на LCD дисплей для інформування користувача про час до наступного оновлення. Визначення

Температурної Ситуації: Оцінка температурної ситуації для подальшої адаптації інтервалу оновлення та регулювання системи опалення.

Відкриття/Закриття Реле: Керування реле для відкриття або закриття його у відповідності зі стратегією опалення.

Створення Резервної Копії Конфігурації: Регулярне створення резервних копій конфігурації системи для забезпечення безпеки налаштувань.

Перевірка Підключення до Wi-Fi: Періодична перевірка стану підключення до Wi-Fi та повторне підключення у випадку втрати зв'язку.

Оптимізація Часових Інтервалів: Зміна часових інтервалів в залежності від температурної ситуації для ефективного енергоспоживання.

Очікування Перед Стартом: Затримка перед стартом для підготовки системи та забезпечення стабільності роботи.

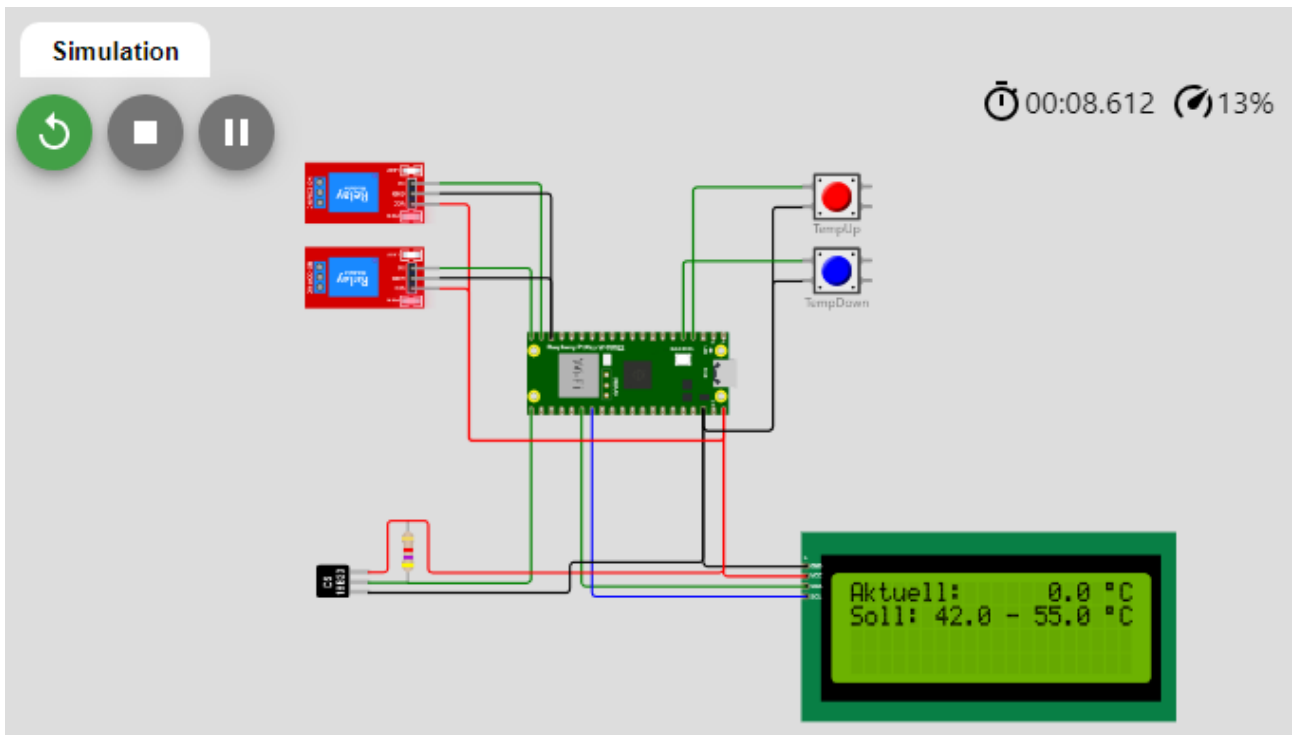


Рисунок 3.6 – Схема робочого проекту

Ці операції в головному циклі забезпечують ефективно та автоматизоване управління системою опалення, враховуючи різноманітні умови та взаємодію з користувачем. Робочий цикл програми взаємодіє з компонентами системи, реагуючи на зміни та оптимізуючи її функціональність для досягнення максимальної ефективності.

Функції Керування Реле та Таймерами

1. `set_relay(pin, duration)`

```
def set_relay(pin, duration):
```

```
# Управління реле: відкриття або закриття на певний час
```

```
# Реалізація використання GPIO для управління реле
```

Ця функція використовується для управління реле, відкриваючи або закриваючи його протягом певного часу. Параметри: `pin`: Номер GPIO-піна, на якому приєднане реле. `duration`: Тривалість відкриття або закриття реле в мілісекундах.

2. `update_timer(update_time)`

```
python Copy code def update_timer(update_time):
```

Оновлення значення таймера на LCD

Реалізація виведення тексту та оновлення значення таймера

Ця функція відповідає за оновлення таймера на LCD дисплеї.

Параметр: `update_time`: Час оновлення в секундах. Ця функція виводить залишковий час до оновлення на екран та оновлює значення таймера кожен цикл програми. Ці функції є важливими для контролю за часовими подіями та керуванням елементами системи, такими як реле. Вони додають до системи опалення гнучкість та ефективність в управлінні та виведенні інформації.

Функції Взаємодії з Користувачем

1. `check_buttons()`

```
def check_buttons():
```

```
    # Перевірка стану кнопок
```

```
    # Реалізація перевірки стану кнопок та виклику відповідних дій при натисканні
```

Ця функція відповідає за перевірку стану кнопок. Вона викликається в основному циклі програми та визначає, чи були натискані кнопки. Залежно від стану кнопок, можуть викликатися різні дії, що взаємодіють з користувачем.

2. `print_nominal_temp()`

```
def print_nominal_temp():
```

```
    # Виведення номінальної температури на LCD
```

```
    # Реалізація виведення текстового повідомлення на дисплей
```

Ця функція виводить номінальну температуру на LCD дисплей. Вона викликається при запуску програми та відображає очікувану температуру.

3. `wait_start(delay)`

```
def wait_start(delay):
```

```
    # Затримка перед стартом
```

```
    # Реалізація затримки перед початком роботи системи
```

Ця функція створює затримку перед початком роботи системи. Використовується для того, щоб користувач мав достатньо часу для підготовки системи до активного режиму роботи. Ці функції додають можливості взаємодії

з користувачем та надають інформацію на LCD дисплей для зручності використання та налагодження системи опалення. Вони грають важливу роль у поліпшенні користувацького інтерфейсу та забезпеченні зручного управління системою.

ВИСНОВКИ

1. У світі стрімких технологічних змін Raspberry Pi продовжує залишатися в центрі уваги та на передових позиціях в сфері одноплатних комп'ютерів. Його постійний розвиток та вдосконалення, виявляється, не мають меж. Прогнозується, що в майбутньому Raspberry Pi стане ще потужнішим, можливо, з додатковими функціями та розширеними можливостями.

2. Нові моделі можуть принести із собою поліпшення в області обчислювальної потужності, графічних можливостей та підтримки нових технологій. Розширення функціональності може включати в себе підтримку додаткових з'єднань, інтерфейсів та можливостей взаємодії з іншими пристроями.

3. У роботі показано, що Raspberry Pi залишається ключовим інструментом для розробників, освітян та ентузіастів, дозволяючи їм реалізовувати та тестувати ідеї в галузі комп'ютерної техніки та програмування. Його доступність та гнучкість роблять його невід'ємною частиною широкого спектру проектів, від освітніх до промислових.

4. У ході виконання роботи була створена система обробки і аналізу даних, яка побудована на основі одноплатного комп'ютера Raspberry Pi. Розроблена система контролю температури з віддаленим доступом призначена для автоматизації та оптимізації процесу опалення приміщення. Використовуючи різні сенсори, вентиля, кнопки та інші компоненти, система може ефективно реагувати на зміни температури та взаємодіяти з користувачем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mazzia V., Salvetti F. Real-Time Apple Detection System Using Embedded Systems With Hardware Accelerators: An Edge AI Application. 2020. – P. 9102 – 9114.
2. Kurniawan A. Introduction to NVIDIA Jetson Nano. In IoT Projects with NVIDIA Jetson Nano. – 2021. – 142 p
3. Donald Norris "Raspberry Pi Projects for the Evil Genius" 2013 – V. 9(5). – P.59 – 94.;
4. Simon Monk "Raspberry Pi Cookbook" – 2016 – V. 14(1). – P.75 – 111.;
5. Sanil P. Raspberry Pi based energy management system. Artificial Intelligence Evolution // Institute of Computer Engineering. – 2020. – V. 1(2). – P.63 – 144.;
6. . Zhan C., Lu Y. Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects // IEEMA Engineer Infinite Conference – 2021. – DOI: 10.1109/ETECHNXT.2021.8495294
7. Mohan H. M., Anitha S., Chai R.. Edge Artificial Intelligence:Real-Time Noninvasive Techniquefor Vital Signs of Myocardial Infarction Recognition Using Jetson Nano. – 2021. – 119 p.
8. Dewangan D., Sahu S.. Deep Learning Based Speed Bump Detection Model for Intelligent Vehicle System using Raspberry Pi. – 2020. – 79 p.
9. Muck Y., Homam P. «Iot Based Weather Station Using Raspberry Pi 3», International Journal of Engineering & Technology, – 2018. – 15 p.
10. Varghese L., Deepak G. IoT Analytics Approach for Weather Forecasting using Raspberry Pi 3 Model B+. – 2019. – P. 415 – 419.
11. Tae-Kook K. Short Research on Voice Control System Based on Artificial Intelligence Assistant. – 2020. – P.236 – 242.
12. Kumar Jain A. Working model of Self-driving car using Convolutional Neural Network, Raspberry Pi and Arduino. – 2018. – P.1630 – 1635.
13. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial Intelligence in Education: A Review. – 2020. P.75264 – 75278.

14. Vijitkunsawat W., Chantngarm P. Comparison of Machine Learning Algorithm's on Self-Driving Car Navigation using Nvidia Jetson Nano. – 2020. – P.201 – 204.
15. Imran Uddin Md., Shahriar Alamgir Md., Mahabubur Rahman Md., Bhuiyan M. AI Traffic Control System Based on Deepstream and IoT Using NVIDIA Jetson Nano. – 2021. – P. 115 – 119.
16. Srihari K., Ramesh R., Udayakumar E., Dhiman G. An Innovative Approach for Face Recognition Using Raspberry Pi. Artificial Intelligence Evolution. – 2020. – V. 1(2). – P.63 – 144.
17. Верескун М.В. Навчання машин та штучний інтелект / М.В. Верескун – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2019. – 84 с.