

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

До захисту допущено
В.о. завідувача кафедри ІСТ
_____ Олексій КОЛЕСНИКОВ
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
“ ____ ” _____ 2021р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»
освітньої програми «Програмні технології інтернет речей» _____
на тему: Застосування технології RFID для автоматизації парковок торговельно-розважальних центрів

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ курсу, групи _____
(шифр групи)

Ілля Жихарєв _____
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Керівник д.т.н., доц. Олексій КОЛЕСНИКОВ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Консультант нормо контроль к.т.н доцент Ростислав ЛІСНЕВСЬКИЙ _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Засвідчую, що у кваліфікаційна робота немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач освіти _____
(підпис)

Київ – 2021 року

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет інформаційних технологій

Кафедра Інформаційні системи та технології

Освітній рівень Бакалавр

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології

Освітня програма Програмні технології інтернет речей

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри,

д.т.н., доцент

Олексій КОЛЕСНИКОВ

_____ 2021 року
«__» _____

**ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Здобувач освіти: Ілля ЖИХАРЄВ

Група: IP-41

1. **Тема кваліфікаційна робота бакалавра:** «Застосування технології RFID для автоматизації парковок торговельно-розважальних центрів».

Затверджена протоколом засідання кафедри ICT №18/20 від 01.12.2021 року

2. **Строк подання студентом готової роботи** – «26» червня 2021 р.

3. **Вихідні дані до роботи:** дослідження в області рішення автоматизації парковки ТЦ. Програмно-апаратні рішення для оптимізації процесів в галузі автоматизації паркінгів. Методи і алгоритми функціонування автоматизованого паркування.

4. **Зміст роботи:** Розділ 1. Постановка задачі та аналіз рішення (аналіз аналогів); Розділ 2. Розробка проекту IoT-рішення та методів обробки даних в IoT (Вимоги до системи та її можливості, Огляд функціоналу системи та алгоритми роботи); Розділ 3. Реалізація архітектури IoT-рішення (Опис програмної розробки та особливостей, Огляд технічних компонентів системи, Схема підключення).

5. **Перелік графічного матеріалу:** Алгоритм Індикації місць; Алгоритм RFID пропуску; Алгоритм пошуку авто; Алгоритм гнучких тарифів; Алгоритм запису часу Функціональна схема автоматичного паркування; Візуалізація функціоналу; Програмна реалізація RFID; Умови спрацювання таймера.

6. **Календарний план виконання роботи:**

Етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання	Результат виконання
1. Вибір тематики кваліфікаційної роботи бакалавра	до 01.12.2020	виконано
2. Наказ про затвердження тем кваліфікаційної роботи бакалавра та призначення керівників	01.12.2020	виконано
3. Розробка плану кваліфікаційної роботи бакалавра і його погодження з керівником	25.12.2020	виконано
4. Написання I розділу кваліфікаційної роботи	20.01.2021	виконано
5. Написання II розділу кваліфікаційної роботи	19.02.2021	виконано
6. Написання III розділу кваліфікаційної роботи	05.03.2021	виконано
7. Підготовка висновків і пропозицій	05.04.2021	виконано
8. Попередній захист кваліфікаційної роботи	20.04.2021	виконано
9. Перевірка на плагіат	до 15.06.2021	виконано
10. Нормоконтроль	до 17.06.21	виконано
11. Рецензування кваліфікаційної роботи бакалавра і представлення роботи на кафедрі в друкованому вигляді	до 21.06.2021	виконано
11. Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	23.06.2021	

Дата видачі завдання « 01 » грудня 2020 р.

Керівник роботи: д.т.н., доц. Олексій КОЛЕСНИКОВ _____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач освіти на освітньому рівні «бакалавр» 4-го курсу групи ІР-41

Ілля ЖИХАРЄВ

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА

Факультет інформаційних технологій

Кафедра Інформаційних систем та технологій

Освітня програма «Програмні технології інтернет речей»

Кваліфікаційна робота бакалавра Іллі ЖИХАРЄВА

Тема роботи: «Застосування технології RFID для автоматизації парковок торговельно-розважальних центрів».

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – розробка методу автоматизації паркування з застосуванням технології RFID засобами IoT, проектування і програмна реалізація на його основі високоефективної системи IoT рішень для процесу паркування з підтримкою автоматизованого управління процесами пропуску автомобіля, індикації вільних місць, пошуку авто на паркувальному майданчику, гнучкої тарифікації, моніторингу роботи онлайн.

Об'єкт дослідження – система IoT рішень для процесів автоматизованого паркування.

Предмет дослідження – обробка даних стану датчиків, що застосовані для автоматизації, методи та алгоритми функціонування підсистем автоматизованого паркування.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі змісту, вступу, основної частини, яка включає три розділи, висновків та списку використаних джерел. Всього 91 сторінок.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: прототип, архітектура IoT рішення, мікроконтроллер, програмний комплекс, схема, датчик, алгоритм.

ABSTRACT

TARAS SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV

Faculty of Information Technologies

Department of Information Systems and Technologies

Educational Program "Software Technologies of the Internet of Things"

Qualification work of bachelor Illia ZHYKHARIEV.

Work topic: " Application of RFID technology for automation of parking shopping and entertainment centers."

The purpose of the bachelor's qualification work is development of a method for parking automation with the use of RFID technologies by IoT way , design and implementation of a highly efficient IoT solution system for the parking process with the support of automated control of car access processes, indication of free spaces, car search in the parking, flexible pricing, Internet monitoring .

The object of research is IoT solution system for automated parking processes.

The subject of research processing of sensor status data used for automation, methods and algorithms of operation for automated parking subsystems.

Research methods - used theoretical and empirical research methods: analysis and generalization of scientific literature, development of software code for microcontroller in Arduino IDE, web server design in Ruby mine, development of working prototype.

The practical significance of the obtained results. This qualification work of the bachelor has an applied value - the development of a prototype system of IoT solutions for automated parking process. A conceptual model of the system architecture is proposed, a circuit design solution is developed, a prototype of the system is designed and implemented. It is recommended to implement the obtained results in production.

The bachelor's qualification work consists of the content, introduction, main part, which includes three sections, conclusions and a list of sources used. Total 91 pages.

KEY WORDS:prototype, IoT solution architecture, microcontroller, software package, schematic solution, sensor,algorithm.

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Постановка задачі та аналіз рішення.	11
1.1 «CirPark» від компанії CirControl	11
1.2 «АКЕ IParking» від компанії АКЕ.....	21
1.3 «SPP» від компанії Libelium.....	27
1.4 Висновки розділу	34
Розділ 2. Розробка проекту IoT-рішення та методів обробки даних в IoT	35
2.1 Вимоги до системи та її можливості	35
2.2 Огляд функціоналу системи та алгоритми роботи	36
2.3 Висновки розділу	40
Розділ 3. Реалізація архітектури IoT-рішення	41
3.1 Опис програмної розробки та особливостей	43
3.2 Огляд технічних компонентів системи	45
3.3 Схема підключення	68
3.4 Висновки розділа.....	70
Висновки	71
Перелік використаних джерел	73
Додаток А. Фрагменти коду програми	77
Додаток Б. Презентація	84

Вступ

Сьогодні більшість країн світу взяли курс на вдосконалення та автоматизацію всіх систем. Головними причинами цього руху стало: погіршення екологічної ситуації, кризи, збереження цінних ресурсів, побутові небезпеки. Всі ці проблеми можливо вирішувати тільки системно і виключаючи людський фактор. Для цього існує Internet of Things – автоматизація процесів за допомогою апаратних і програмних пристроїв. IoT - це майбутнє будь-якого підприємства, країни, окремої родини.

Наразі IoT – це настільки популярна і прогресуюча течія, що технологія інтегрується у будь-яку систему. Популярна вона в першу чергу завдяки способу взаємодії M2M – тобто машина – до – машини, без участі обслуговуючого персонала і взагалі людини. Зараз багато Big Data генерується саме приладами інтернету речей, далі вони проходять комп'ютерний аналіз і використовуються для нових розробок у всіх сферах. Особливо часто ці розробки направлені на підвищення комфорту або для бізнес-аналітики.

Статистика показує, що з 2015 року почався швидкий ріст пристроїв IoT, так з 2015 кількість по 2021 кількість пристроїв збільшилась майже в 5 разів. Особливо помітен зліт у 18- 19 роках, цей зліт спровокован широким розповсюдженням не дорогих датчиків, мікроконтролерів з Китаю і взагалі готових IoT систем. Цей графік відображає не тільки дані, що зібрані на сьогодні, а й прогноз на до 2025 року. Прогнозується, що в 2025 році ми будемо мати приблизно 75.5 мільярдів пристроїв, що більше ніж в 2 рази порівняно з поточним роком

Не одне сучасне підприємство, організація, компанія в світі зараз не може залишитись в стороні від використання новітніх технічних розробок. Майже кожен технічний пристрій зараз обладнан цілою мережею датчиків, виконуючих механізмів, протоколів, що дозволяють їх з'єднати в систему, яка автономно працює. Тому зараз автоматизується все і особливо пріоритетними напрямками автоматизації стали такі галузі:

- Міста.
- Агро сектор.
- Логістика.
- Будівництво і оселі.
- Медицина.
- Системи безпеки.
- Транспорт.
- Комерція.

Темою дипломної роботи є застосування технології RFID для автоматизації парковок торговельно – розважальних центрів. Автоматизована парковка – це цілий комплекс систем і рішень, що покликан вирішити цілу низку питань. Такий комплекс по суті являє собою розумну парковку в якій буде застосована система RFID для автоматизування тієї частини процесів яка в ході дослідження і аналізу буде виявлена придатною для автоматизації з застосуванням цієї технології.

Розумна парковка відноситься безпосередньо до сфери транспорту. По даним з відкритих джерел за останні 10 років кількість авто в Києві зросла на 40% і становить 1.06 млн авто. Компанія Uber у своєму нещодавньому дослідженні показала, що в Києві на 1000 чоловік більше авто аніж в Нью-Йорку і ця цифра становить 362 авто на 1000 жителів, в Москві 306 авто на 1000 людей. В цей час міста борються з не правильною парковкою, забрудненням довкілля, оптимізацією транспортних маршрутів, зменшенням витрат. І Київ не є виключенням, потрібна потужна система паркінгів для обслуговування такої кількості особистого транспорту. В такій ситуації ідеально підійдуть розумні паркінги, вони мають одразу декілька переваг:

- Поліпшення зручності паркування.
- Підвищення енергоефективності.
- Зменшенне обслуговування.
- Автоматизація.

- Ведення обліку.
- Збільшення пропускної спроможності.

Як і любий вид IoT системи розумний паркінг включає в себе підсистеми:

- Розумне освітлення.
- Розумна система безпеки.
- Розумна система доступу.
- Розумна система оплати.
- Розумна система навігації.

Одним з важливих процесів є система доступу і ідентифікації. В ній ми застосуємо прогресивну технологію сучасності RFID. Її вже використали багато компаній. Як наприклад консалтингова фірма “Deloitte”. Живий приклад проекту, що вони виконали на основі системи RFID – це нафтодобувна станція в в країні Близького Сходу. Як і любий бізнес його основна ціль:

- Зменшення витрат.
- Збільшення прибутку.
- Підвищення енергоефективності.
- Зменшення викидів.
- Запобігання аварійних ситуацій.
- Підвищення безпеки праці.
- Поліпшення .

Була поставлена ціль відслідковувати переміщення робітників і їх часи роботи, для правильного тарифікування. Але задача була ускладнена вимогами техніки безпеки і погодними умовами. Одне з правил техніки безпеки на нафтобазі – це відсутність заборів, тобто територія не огорожена і контролювати пропуск не можливо. Можливо було поставити камери відеоспостереження, але часті пильові бурі були б завадою для зйомки.

Потребувалось рішення, що буде не вибагливим до погодних умов, надійним і простим. Для цього було застосовано RFID рішення. RFID – це Радіочастотне розпізнавання, яке діє за рахунок спеціальних міток, що несуть ідентифікаційну та іншу інформацію. Ця технологія вже стала основним блоком сучасних безконтактних інформаційних систем. Кожному начальнику робочої групи видавали спеціальний пилозахисний планшет з зчитувачем RFID, а працівники отримували карту з їх індивідуальним номером, яку вони прикладали до зчитувача керівника. Працівникам було поставлена вимога відмічатись кожні 3 години у начальника бригади. Таким чином працівники були зацікавлені у тому

щоб відмітитись у начальника, тому що так вони отримували заробітну плату за години які вони відпрацювали. Також поліпшилась безпека, адже якщо хтось не відмічався, то з ним намагались вийти на зв'язок [1].

Результати системи були дуже високі. Робітники раніше мали змогу піти хоч додому, адже нафтобаза має величезну територію, яка не огорожена і не відслідковується ретельно. Ускладнювалось це неймовірною кількістю працівників, яких просто складно було всіх перевірити. Але система показала зменшення витрат на заробітну плату на 20 %, приріст швидкості виконання поставлених завдань, зменшення нещасних випадків на 15%[2].

Якщо розглянути конкретно випадок розумних парковок, то для проекту такий варіант підійде ідеально, тому що :

- Карти RFID зноєстійкі.
- Низький процент відказу.
- Швидкість спрацювання.
- Екологічно чиста.
- Дешева в обслуговуванні.

Розділ 1. Постановка задачі та аналіз рішення.

Оскільки наша задача полягає у розробці системи автоматизації паркування. То сперш ніж розробляти потрібно провести порівняльний аналіз існуючих систем. Розглянемо системи від різних виробників, будуть розглянуті як комплектні рішення так і окремі вузли, як наприклад:

- Оплатно-пропускна система.
- Програмно-апаратні комплекси.
- Комплекти по автоматизації.

Важливо усвідомлювати, що рішень які працюють тільки з єдиною технологією RFID немає і всі автоматизовані паркінги це програмно - апаратні комплекси, які використовують і інші датчики для роботи всієї системи. Таким чином ми розуміємо, що надалі будуть розглядатися саме автоматизовані комплекси для паркування, а не просто системи пропуску з RFID. В ході аналізу ми будемо досліджувати цілі комплекси і надалі при розробці за допомогою висновків буде намагатися автоматизувати ті функції які доцільно автоматизувати з RFID[3].

Повні технічні характеристики кожного з існуючих рішень на ринку ми не зможемо дізнатись, адже вони доступні тільки авторизованим дилерам компаній виробників. Але в першу чергу наша ціль – це зібрати інформацію про основний функціонал та основні характеристики, що дозволить зробити певні висновки про те, чого в цих системах нема, а що потребує вдосконалення.

1.1 «CirPark» від компанії CirControl

CirControl – іспанська компанія, що працює з 1997 року і має декілька перспективних напрямлень у IoT, зокрема:

- Розумні зарядні станції для електромобілей.
- Програмно – апаратний комплекс для розумних парковок.

Оскільки компанія безпосередньо сконцентрована на темі, що пов'язана з транспортом, вони досить успішні у своєму напрямку і мають одне з найкращих рішень на ринку IoT парковок. Компанія має багато кейсів застосування своїх рішень на різних типах паркінгів і в різних країнах:

- Сінгапур, курорт “Marina Bay Sand”, 1200 парковочних місць.
- Малайзія, “Petronas Twin Towers”, 3152 парковочних місця .
- Катар, 7622 паркомісця.
- Париж, “Patriarches”, 350 паркомісць.
- Барселона, “Plaza de Catalunya”, 1344 парковочних місця.

Кожен з цих паркінгів – це абсолютно різні випадки, але всіх їх об'єднує, те що вони розумні і те що по суті CirPark модульна технологія яка може бути виконана як парковка для невеликого офісу на 60 місць чи як міський проект, що охоплює більше 10000 паркомісць.

CirPark Platform - програмно-інженерна інфраструктура на базі програмного забезпечення CirPark Scada (англ. Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерське управління і збір даних). CirPark Scada програмний пакет, призначений для збору, обробки, відображення та архівування інформації від об'єкта (системи) і управління в реальному часі.

В рамках управління паркуванням CirPark Scada працює з паркувальними контролерами і дозволяє отримувати, відображати, передавати, обробляти інформацію з наступного обладнання:

- Паркувальних датчиків.
- Датчиків підрахунку транспорту.
- Контролерів управління освітленням.
- Станцій зарядки електромобілів.
- Дозволяє складати плани паркувальних об'єктів (поверхові, розподіл на зони, прив'язка до місцевості і так далі).
- Створювати екрани візуалізації для оператора.

- Вести статистику.
- Налаштовувати звіти по роботі обладнання.
- Відкритий XML API відкриває широкі можливості для інтеграції в CirPark Scada рішень сторонніх розробників, наприклад платіжно-пропускні системи.

CirPark має розвинуту веб-частину, тобто можливо відслідковувати багато дій з смартфона маючи підключення до мережі, а також виконувати налаштування.

Програмно- апаратний комплекс дає змогу реалізувати, такі функції на паркінгу:

- Пропускна система з технологією RFID.
- Світлова індикація вільних місць.
- Автоматичне ведення обліку, його перегляд і візуалізація.
- Адаптивне екологічне і економічне освітлення.
- Програмний комплекс, що дозволяє керувати деякими функціями з смартфона і будь-якої точки світу.

Пропусна система з технологією RFID – це система яка буде пускати автівки на паркінг і може бути виконана єдиним цілим з оплатною системою, чи ні.

Світлова індикація вільних місць – функція яка за допомогою спеціальних датчиків дозволяє показати які місця вільні і таким чином спрощує пошук паркомісця.

Автоматичне ведення обліку, його перегляд і візуалізація – це функція яка веде журнал обліку авто, що заїхали на паркінг і всю супутню інформацію.

Адаптивне економічне освітлення – комплекс має можливість інтелектуального контролю освітленості на паркінгу на основі даних з датчиків освітленості, часу та інших факторів.

Програмний комплекс, що дозволяє керувати функціями з смартфона – Веб-частина проекту, як і всі сучасні комплекси дає змогу дивитись статистику по роботі, контролювати деякі функції розумного паркінгу.

Взагалі для функціонування комплексу системі знадобляться, як мінімум:

- Датчики присутності авто.
- Датчик підрахунку автотранспорту.
- Модуль оплати.
- Пристрій для надання доступу на парковку.
- Контролери.
- Шлюз.
- Пристрій для надання доступу на парковку.

Виробник пропонує свої апаратні компоненти до системи, вони мають достатньо високі показники і деякі частини з комплексу в принципі можливо замінити на компоненти іншого виробника. Розглянемо основні керуючі компоненти, які потрібні системі, це:

- Контролер.
- Шлюз.
- Пк чи сервер.
- Розумні блоки живлення.

Для того щоб керувати системою кожна її частина, тобто наприклад світлові елементи підключаються через контролер, який в свою чергу підключається до шлюза. (Рис 1.1.1)

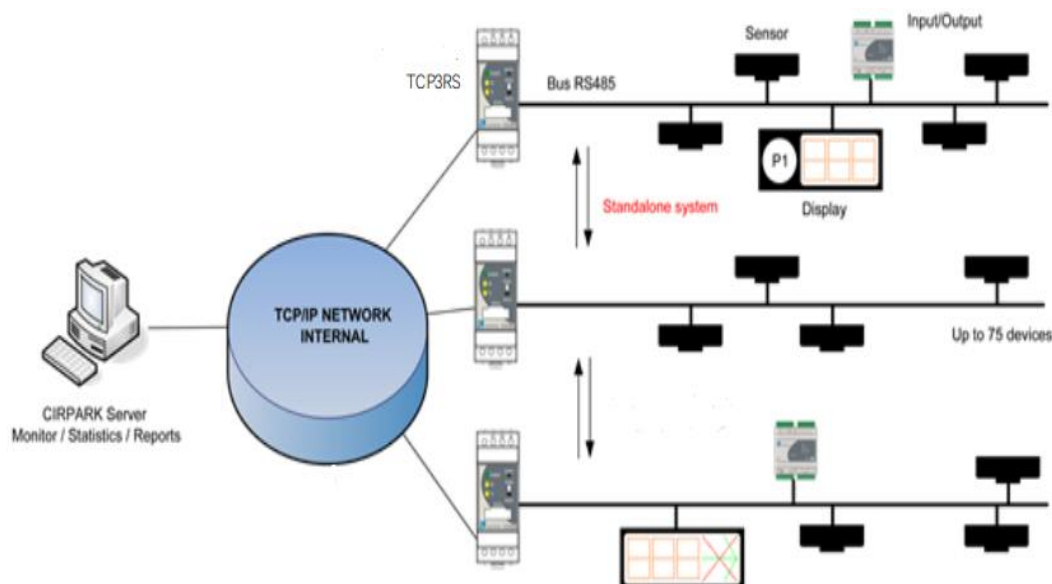


Рисунок 1.1.1 Схема підключення

Для управління CirPark застосовується оптимальний по своїм технічним і функціональним характеристикам контролер управління TCP3RS (Рис. 1.1.2). На контролері присутні оптико-ізолювані порти RS232/RS-485. Цей контролер з'єднує деяку логічну групу приладів і керує ними. Сам контролер підключається до шлюзу.

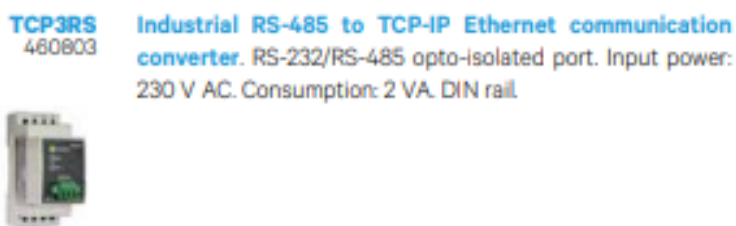


Рис 1.1.2 Контролер TCP3RS

Для підключення контролерів використовується шлюз ECCUPARK 460809, що дозволяє під'єднати одночасно до 8 контролерів (Рис. 1.1.3). Має можливість підключення через кабель підключення через 3g. До цього шлюза підключаються усі системи. Це можуть бути розумне світло, система зарядки електромобілей тощо. Шлюз у свою чергу підключається до серверу.

ECCUPARK
460809



Рисунок 1.1.3 Шлюз Eccupark

Для віддаленого вимикання і вмикання окремих систем існують інтелектуальні блолки живлення PSC - 240 – 24. Коли на блок буде подано управляючий сигнал, він включить чи відключить систему, що до нього під'єднана.(рис 1.1.4 PSC - 240 – 24)

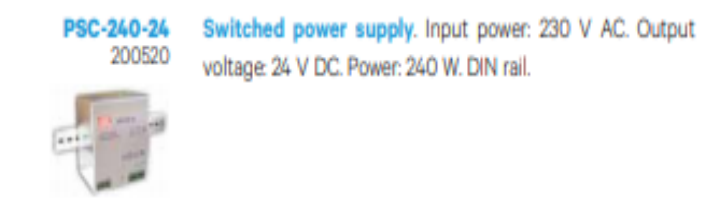


Рис 1.1.4 PSC - 240 – 24

В CirPark присутня система підрахунку і обліку авто. Потребується наявність датчиків підрахунку та контролера підрахунку. Датчиків що будуть рахувати кількість авто і які запропоновані виробником існує 3 типа:

- Індуктивний датчик.
- Фотодатчик.
- Ультразвуковий датчик.

Індуктивний датчик діє на принципі індукційної петлі і фіксує авто, коли воно перебуває в зоні дії антени. Таким же чином діють і металодетектори (Рис 1.1.5 Індуктивний датчик).

Inductive Loop Detectors
INDOOR/OUTDOOR



Рисунок 1.1.5 Індуктивний датчик

Фотодачк – це пристрій, що реагує на переривання світлового луча, коли його пересікає авто (Рис. 1.1.6). Тут є 2 елементи передавач та приймач. Передавач випромінює промінь, приймач має рефлектор від якого відбивається світло. Такий тип приймача спрацює тільки на луч від передатчика і не буде давати помилкового спрацювання на дзеркальні предмети.

**Photocell crossing-zone
Detectors**
INDOOR/OUTDOOR



Рисунок 1.1.6 Фотодаччик

Ультразвуковий датчик працює за допомогою випромінювання звукових волн, що знаходяться за межами людського слуху. Він випромінює хвилі, а далі переходить в режим очікування і чекає їх повернення, коли хвилі повернуться він їх аналізує, якщо інтенсивність чи частота хвилі змінилась, то датчик спрацює (Рис. 1.1.7).

Photocell crossing-zone
Detectors
INDOOR/OUTDOOR



Рисунок 1.1.7 Ультразвуковий датчик

Кожний з датчиків використовується під конкретні умови і встановлюються в місці проїзда автівок. Всі датчики пристосовані до різних погодних умов і мають низький процент відказу.

Контролер підрахунку автомобілів MR4/dp-48460804 працює з всіма трьома видами запропонованих датчиків і може керувати одночасно 4 зонами контролю (Рис. 1.1.8). Потребує для себе окремий БП, адже він має змогу безпосередньо живити датчики які надсилають йому інформацію. Цей же контролер і при необхідності підключається до табло інформування і може виводити туди необхідну інформацію для користувачів паркінгу.

MR4/dp-48
460804



Рисунок 1.1.8 Контролер підрахунку

Ультразвукові датчики присутності від компанії CirControl універсальні в інсталюванні і пристосовані до різних кліматичних умов. Особливість цих датчиків, що вони комбінуює у собі також індикатор зайнятості парко-місця, тобто пристрій зручний тим, що не потрібно встановлювати допоміжні світлові

прилади для індикації. Мають різні варіанти встановлювання на парковці. (Рис. 1.1.9). Є варіанти які мають окремо датчик і світловий пристрій для індикації, вони за характеристиками і принципом дії такі ж, але розділені на 2 компоненти (Рис. 1.1.10, Рис. 1.1.11, Рис. 1.1.12)



Рисунок 1.1.9 Датчик присутності/LEDпоказчик

SP3-RG
460128



Рисунок 1.1.10 Ультразвуковий датчик/показчик

SP3
460127



Рисунок 1.1.11 Ультразвуковий датчик/стеля



Рисунок 1.1.12 Світловий показчик

Особливості приладу:

1. LED індикація зайнятості місця.
2. Низьке енергоспоживання.
3. Регульований рівень чутливості та яскравості віддалено через програмне забезпечення.
4. Дуже високий температурний діапазон від -20 до + 60.
5. Захист Ір54.
6. Ультразвуковий метод виявлення.

На жаль виробник не має своєї RFID системи пропускної системи і потребує апаратури іншого виробника, таких систем досить багато і вони інтегруються в СігPark, по інформації виробника. До кінця не зрозуміло які моделі систем можуть бути інтегровані, на своєму сайті виробник не вказує детальну інформацію з цього приводу.

З зібраних даних можливо зробити деякі контрольні висновки про систему автоматизації СігPark

Переваги:

- Широкий спектр виконуваних задач.
- Багатий вибір обладнання.
- Різні типи датчиків в залежності від умов.
- Модульність.
- Повноцінний комплекс розумного паркування.

- Система обліку.
- Сучасні системи енергозбереження.
- Керування і відслідковування дистанційно.

Недоліки:

- Відсутність своєї RFID системи пропуску.
- Немає системи пошуку автомобіля на паркінгу.
- Дистанційне керування досить обмежене.

1.2 «AKE IParking» від компанії АКЕ

АКЕ – компанія, що створена у 1997 році і перше підприємство в Китаї, що створене саме з метою автоматизації паркінгів. Основними продуктами компанії є: Система присутності авто на паркінгу, Система підрахунку автомобілів та інші повністю інтелектуальні продукти. Співпрацюють з міжнародним Інститутом паркування та реалізували понад 180 проектів за кордоном, не включаючи Китай.

Компанія надає також повний комплекс систем для автоматизації паркування. Але кожна система з комплексу може функціонувати і окремо, тобто не обов'язково роботу повну екосистему від компанії, є можливість використати тільки ті, що потрібні у відповідному випадку[26].

На жаль компанія на своєму сайті не дає точні характеристики пристроїв, а показує тільки особливості і загальні аспекти будовання системи автоматичного паркування.

Система присутності авто на паркінгу – Компанія має свою іноваційну систему визначення зайнятості місця(Рис. 1.2.1). Це система на основі камер відеоспостереження. Ці камери постійно роблять фото парко- місць, а далі вони аналізуються штучним інтелектом. Важливо те, що ця система також є і системою безпеки яка проводить відеонагляд, робить знімки номерних знаків.

Одна камера здатна в залежності від її розташування обробляти до 6 паркомісць. Інформація з камер, що встановлені по задумці розробника повинна виводитися на дашборд для обслуговуючого персонала, а також на екрани для клієнтів паркінгу. Також така камера може працювати самостійно без імплементування цілої системи розумного паркування, але у деяких спеціальних комплектаціях. Така комплектація включає в себе камеру і індикатор зайнятості одночасно, проте працює вона лише на 2 місця[32].

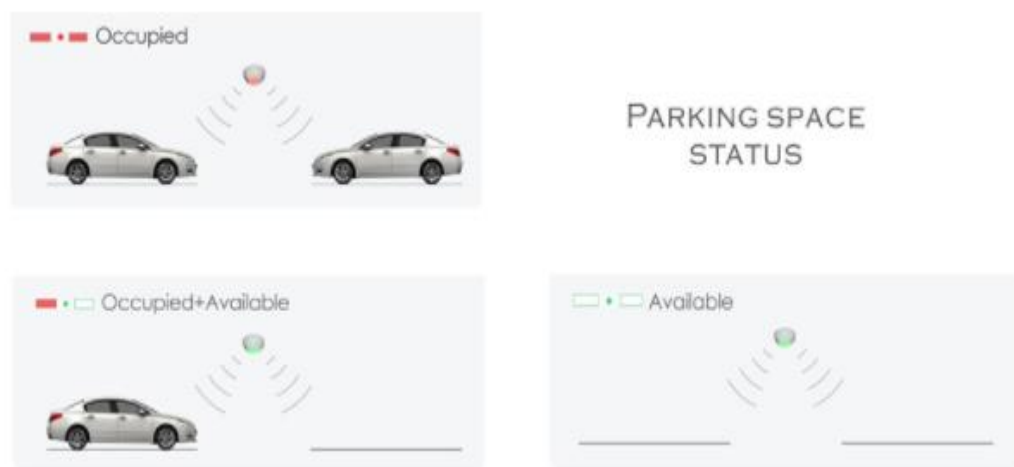


Рисунок 1.2.1 Система пристуності паркінгу

Якщо ж система буде реалізовуватися у комплексі розумного паркування, то виробник надає певну схему як це буде працювати(Рис. 1.2.2).

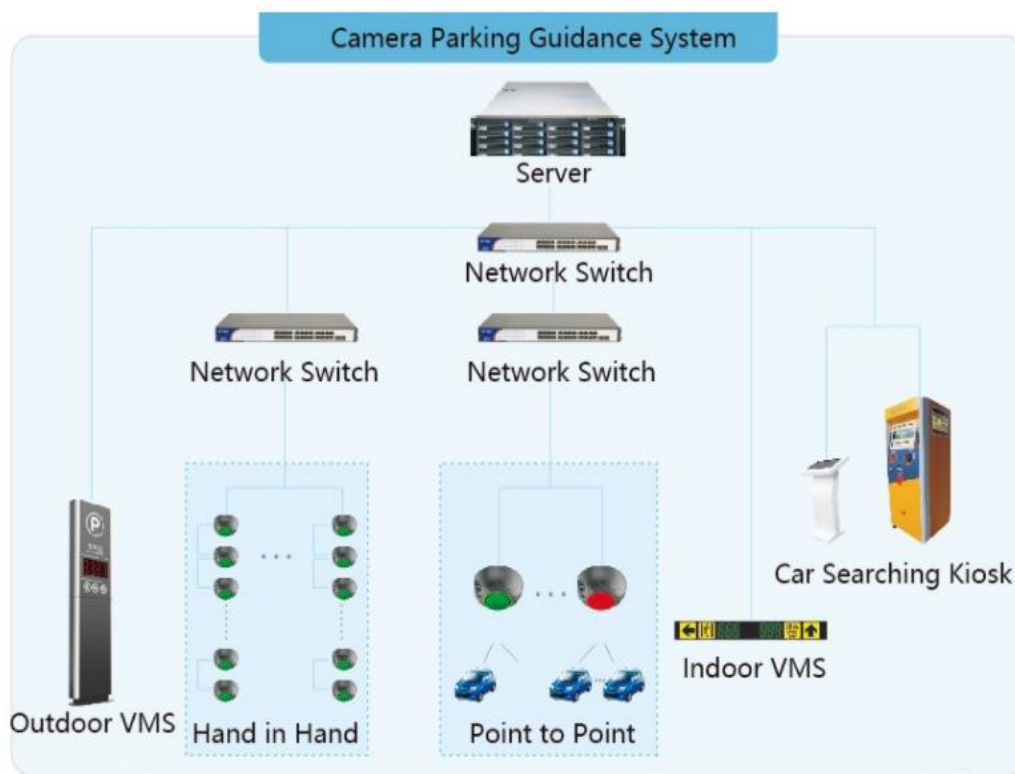


Рисунок 1.2.2 Схеми реалізації

До вуличних варіантів встановлення компанія надає систему геомагнітних датчиків, датчики фіксують зміну геомагнітного поля і надають інформацію по бездротовому каналу зв'язку. Датчик встановлюється безпосередньо на парковочному місці на рівні землі. На жаль виробник не розкриває інформацію про тип бездротового з'єднання, але скоріш за все це LoraWan чи подібна технологія, самі ж контролери передають інформацію до облака за допомогою інтернету. Кожен датчик обладнан модулем для 2g/3g/4g з'єднання (Рис. 1.2.3).

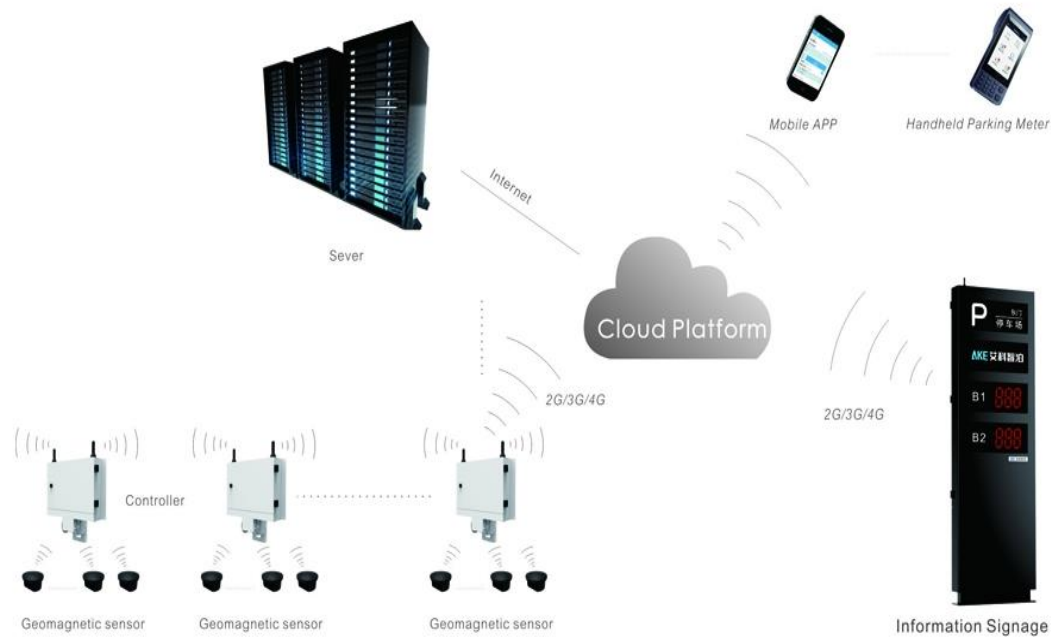


Рисунок 1.2.3 Передача даних

Компанія АКЕ має свою систему PMS, яка виконує одразу декілька функцій:

- Пропускний режим.
- Приймання оплати.
- Аналізування потоку трафіку.
- Гнучке тарифікування.
- Онлайн моніторинг і контроль системи.
- Класифікування паркомісць (VIP, тимчасові...).
- Виконання функцій по підрахунку авто.

По інформації на сайті виробника одним з варіантів пропускового режиму є RFID ідентифікація і інші, тобто загальний комплекс може працювати з будь – яким типом ідентифікації (Рис. 1.2.5).



Рисунок 1.2.5 Пропускна система

У комплексі з цією системою одночасно працюють і модульні рішення, як наприклад:

- Система допомоги пошуку місця.
- Система авто-оплати.
- Система пошуку авто.
- Менеджерська частина (статистика, збір даних, моніторинг у реальному часі).

Система допомоги пошуку місця – Коли водій наблизиться до екрану пропускної системи, то йому будуть запропоновані напрямки руху, показані вільні місця. Ця система співпрацює з системою моніторингу зайнятості паркомісць напрямку. АКЕ також пропонують встановлення інформаційних дисплеїв на своїх парковочних майданчиках. Ці дисплеї будуть дублювати інформацію про вільні місця, а також показувати напрямки до вільних місць.

Система авто оплати – Являє собою застосунок на мобільний телефон, що буде автоматично списувати кошти за користування парковкою.

Система пошуку авто – Система пошуку авто надає допомогу власнику транспортного засобу у пошуку його автіки. Власник за різними ідентифікаторами може знайти в базі припаркованих автівок свою, а потім система покаже йому найкращий маршрут до авто (Рис. 1.2.6).



Рисунок 1.2.6 Система пошуку

Менеджерська частина - програмний комплекс, що зберігає, аналізує інформацію, а також керує. Наприклад система дозволить побачити: час паркування, місце парковки, зайняті/вільні місця, потік автівок та інше. Також система показує у реальному часі стан всіх компонентів системи, помилки у роботі. Комплекс також створює звіти з роботи, що допомагає проводити аналіз роботи.

Якщо підвести підсумки про плюси рішення від АКЕ:

- Система ідентифікації за допомогою камер.
- Система допомоги по знаходженню автівок.
- Гнучке тарифікування.
- Має веб- рішення.
- Модульність.
- Досить великий набір модулів.
- Широкі можливості по пристосуванню до різних типів паркінгів.
- Є своє rfid рішення.
- Система авто- оплати.

Мінуси системи:

- Тільки загальна інформація на сайті, немає.
- Можливості віддаленого керування не повні.

Висновок по цій системі загалом дає поняття про потрібний функціонал для користувача та про менеджерську частину. Особливої уваги заслуговує система допомоги знаходження автівки та система пошуку місця.

1.3 «SPP» від компанії Libelium

Libelium – компанія, що займається розробкою датчиків та екосистем для їх поєднання. Компанія виросла з повністю “хардварного” виробника до повноцінного розробника IoT рішень. Взагалі фокус інтересів компанії спрямовано не тільки на розумні паркувальні системи, а і на інші перспективні сфери для запровадження IoT. Компанія забезпечує гнучку систему кастомізування під конкретні задачі клієнта. Має повний штат розробників “хардварних” рішень, які розробляють:

- Датчики.
- Контролери.
- IoT шлюзи.
- Медичинські IoT рішення.
- Системи контролю якості повітря.

Компанія реалізувала багато проектів розумного паркування у різних куточках світу, наприклад як:

- Іспанія, Мадрид, готель у центрі міста. 100 паркомісць, технологія заповненості паркінга, по бездротовому з’єднанню (Рис. 1.3.1).

THE CHALLENGE	THE SOLUTION
Know in real time the occupation of the hotel's parking lot and guarantee the safety of the vehicles of both the guests and outsiders.	100 Libelium parking nodes installed sending the data to the control panel via LoRaWAN.



 Madrid, Spain

 Smart Parking, Smart Buildings

 Libelium Smart Parking
  LoRaWAN

“Now Prosegur generates added value to the surveillance services through innovative technology”

*Antonio Enrique Salas
Director of Innovation, Engineering and Support at Prosegur*

Рис 1.3.1 Проект у Іспанії

- Франція, Монпельє. Розробка проекту розумного міського паркування, з бездротовим з'єднанням LoRaWan. Декілька парковочних площадок по 20 місць (Рис. 1.3.2).

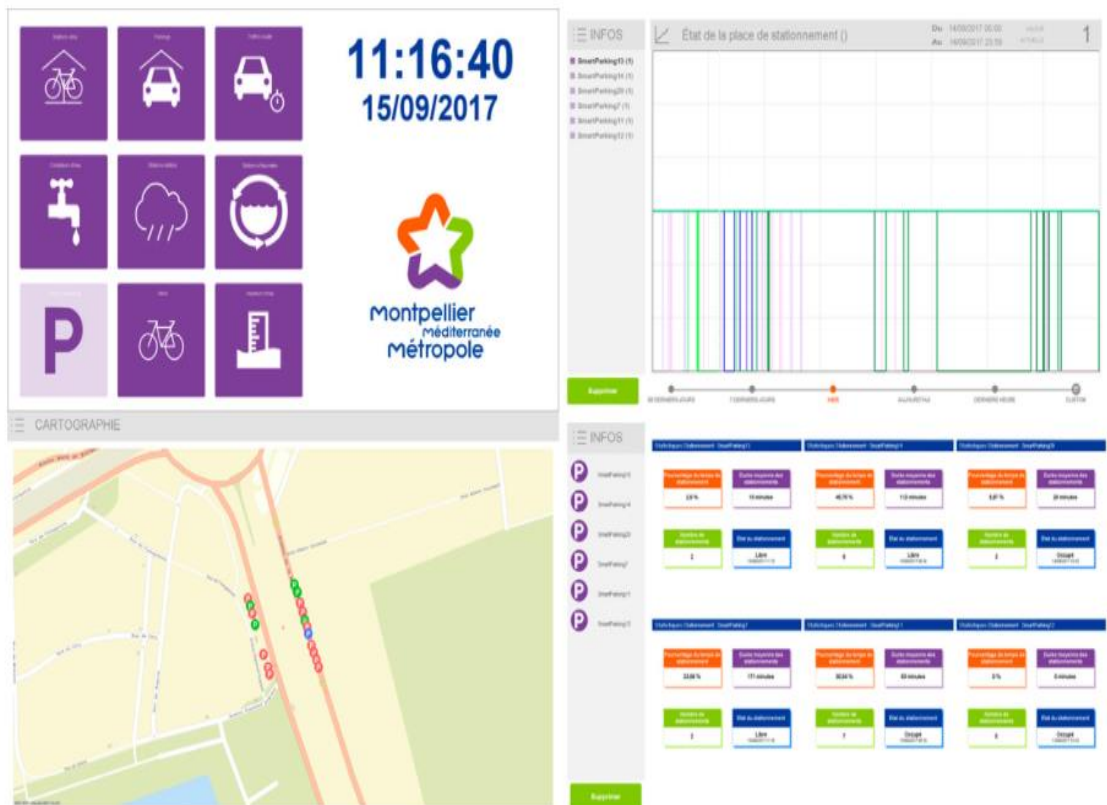


Рисунок 1.3.2 Проект у Франції

- Іспанія, Сантандер. Розробка екосистеми розумного міста, що включала системи моніторингу парко – місць. 375 місць для парковки.
- Північна Іспанія. Рішення по моніторингу парко – місць для людей з обмеженими можливостями. 190 паркомісць, онлайн моніторинг з застосунку (Рис. 1.3.3).

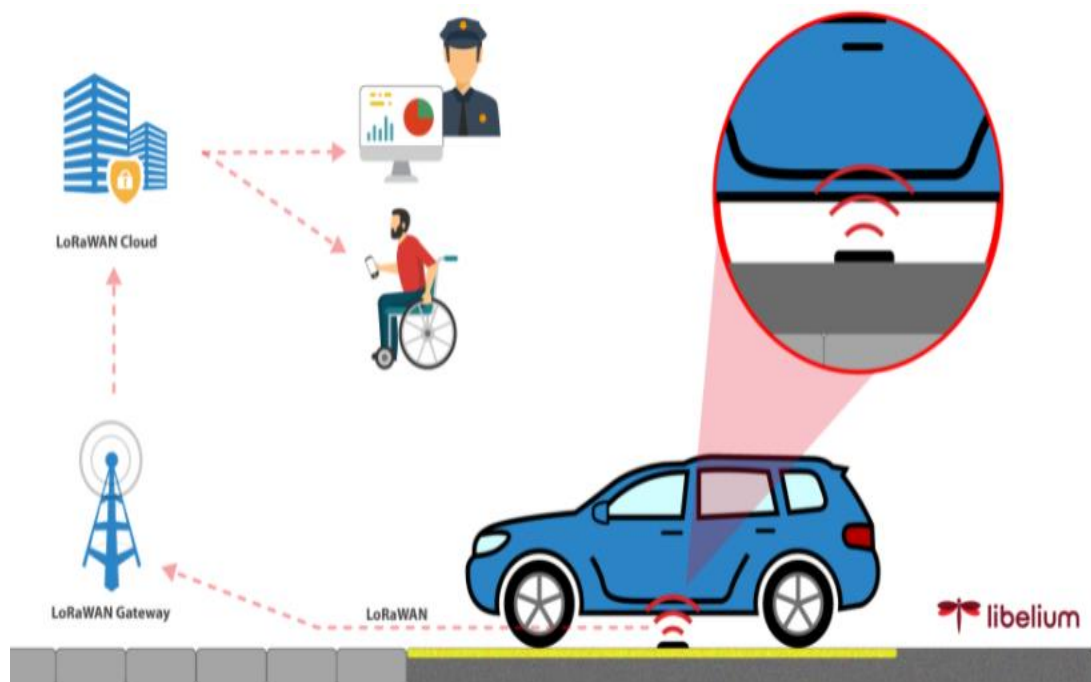


Рисунок 1.3.3 Проект у північній Іспанії

Libelium не мають повноцінного рішення для покриття всіх потреб розумного паркінгу, але розробки компанії потребують розгляду, адже вони мають дуже детальний опис на сайті та багато кейсів застосування. Основним об'єктом дослідження в цьому випадку буде користувацький інтерфейс та пристрої компанії.

В цьому випадку ми розглянемо:

- Бездротові шлюзи.
- Датчики.
- Інтерфейси.
- Контролери.

Датчик присутності авто радарного типу. Має 99% точність спрацювання, завдяки покращеній системі радара. Радарна система має кращі показники за звичайні інфрачервоні, магнітні та інші технології, відсутня проблема спрацювання на авто, що стоять у 2 ряди. Датчик потребує мінімального обслуговування, на датчик ніяким чином не впливають

освітленість, пил, дощ, бруд. Також датчик стабільно себе поводить у випадках довготривалого паркування та має несприятливість до переміщення поблизу великих вантажівок. Девайс відправляє дані за допомогою LoRaWan , як тільки бачить спрацювання. Пристрій можливо конфігурувати з ПК по бездротовому зв'язку. Інсталюється пристрій на поверхні землі, на половину під землею і в рівень з землею (Рис. 1.3.4).



Рисунок 1.3.4 Датчик радарного типу

По завіренням виробника встановлення системи таких датчиків має багато плюсів:

- Зменшення об'єму трафіка на 8%.
- Зменшення викидів на 40%.
- Зменшення відстані, що проїде авто у пошуку місця для паркування на 40%.
- Зменшення трати часу на 43%.

Meshilum – це IoT шлюз для з'єднання сенсорів та хмари (Рис. 1.3.5). Цей пристрій має надійний корпус тому його без проблем можна застосовувати у несприятливих умовах вуличного встановлення. У пристрій є вбудована база даних в якій він може зберігати та аналізувати кадри. Передача інформації може

бути реалізована за допомогою GPRS/4g/Ethernet, підключення можуть бути дубльовані наприклад резервним видом передачі інформації у випадку обриву Ethernet дрота резервним буде слугувати 4g (Рис. 1.3.6). Пристрій модульний і може масштабувати кількість одночасно підтримуваних сенсорів. Шлюз по суті являє собою маршрутизатор на основі Linux[27].



Рисунок 1.3.5 IoT шлюз

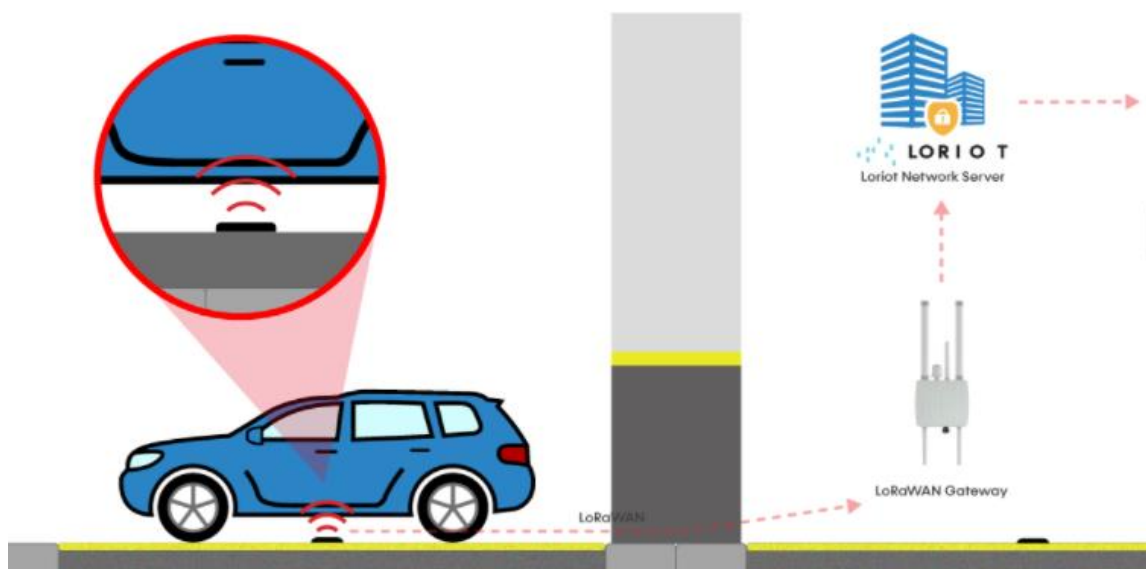


Рисунок 1.3.6 Схема з'єднання

Важливим пунктом є розглядання Інтерфейсів користувачів, що робила компанія для своїх клієнтів. Всі інтерфейси мають простий вид і демонструють статистику по роботі системи (Рис 1.3.7 Інтерфейс, Рис 1.3.8 Інтерфейс).



Рис 1.3.7 Інтерфейс



Рис 1.3.8 Інтерфейс

Проаналізувавши систему можна сказати, що рішення від компанії Libelium не покриває всі потреби розумного паркування, проте як частина комплексу це досить потужний інструмент. Це рішення наглядно показує користувацькі інтерфейси та можливості датчиків.

1.4 Висновки розділу

В ході аналізу існуючих рішень на ринку автоматичних парковок були розглянуті комплексні рішення, окремі системи. Були наведені сильні і слабкі сторони систем, що будуть враховані в подальшому. Були оглянуті інтерфейси систем, які вони надають можливості кінцевому користувачу, а також функціональні особливості кожної з систем. Наприклад, компанія Libelium виділяється своїм простим і сучасним інтерфейсом, новаторським типом датчиків. АЖЕ відрізняється тим, що мають саме розвинуте комплексне рішення. CarPark має досить цікаві функціональні можливості.

Розділ 2. Розробка проекту IoT-рішення та методів обробки даних в IoT

У минулому розділі ми проаналізували системи, що існують на ринку і зробили висновки про них, в цьому розділі спроектуємо, а також практично реалізуємо нашу систему. Таким чином буде зроблено: логіка роботи, функціональні схеми, поставлені задачі, які повинна вирішити система. Ці розробки надалі дозволять масштабувати проект у разі потреби.

2.1 Вимоги до системи та її можливості

Спочатку нам треба зрозуміти які вимоги до нашої системи. Виходячи з даних що ми маємо наші основні вимоги, це:

- Поліпшення зручності для клієнта паркінга.
- Зменшення викидів.
- Зменшення обслуговування.
- Зменшення трат часу.
- Оптимізація робочого процесу.
- Зменшення людського фактора.
- Підвищення економічних показників.

Всі ці вимоги мають бути вирішені за допомогою системи і враховані при розробці системи автоматизації парковок торгівельно - розважального центру[4,5],.

Таким чином для того щоб відповідати вимогам потрібно, щоб можливості системи були відповідними.

Можливості системи:

- Пропускна система з RFID.
- Система індикації вільних місць.

- Система пошуку авто.
- Інформаційна система для водіїв.
- Онлайн моніторинг.
- Збір статистики.
- Надання інформації у графічному вигляді.
- Тарифікація.

2.2 Огляд функціоналу системи та алгоритми роботи

В цьому розділі буде розглянута і описана кожна функція яка доступна в системі, а також описані алгоритми роботи системи. Будуть розглянуті умови виконання тих чи інших функцій, а також буде надана блок схема з алгоритму праці систем.

Система включає в себе такі корисні функції, як:

- Індикація вільних місць.
- Пропуск за допомогою RFID.
- Онлайн моніторинг та збір статистики на веб – сервер.
- Інформування водіїв.
- Пошук авто.
- Гнучкі тарифи.

Кожна функція є комплексом для праці якого можуть одночасно бути потрібні декілька технічних приладів. Далі ми розглянемо функції системи і за допомогою чого вони реалізовані.

Індикація вільних місць – Показує водіям вільні місця за допомогою світлодіодів та екрану LCD, веб – сторінки моніторингу. Ця функція потребує для роботи наявність датчиків присутності, що суміщенні одночасно з світлодіодами та LCD дисплеєм. Така функція вирішує питання пошуку вільного місця, коли водій ще тільки почав пошук паркінгу, а не перебуває безпосередньо на ньому (Рис. 2.2.1).

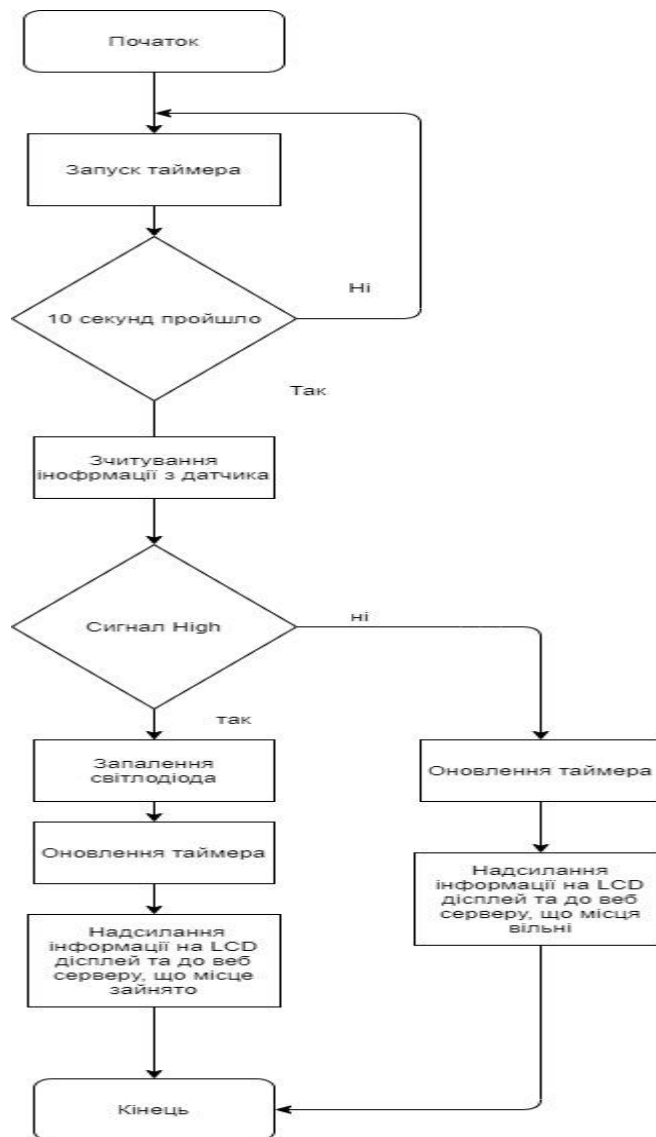


Рисунок 2.2.1 Алгоритм Індикації місць

Пропуск за допомогою RFID – Функція, що забезпечує доступ до території паркінгу за технологією RFID. Для функціонування потрібен зчитувач Rfid карт. Ця функція має за мету безпеку, надання статистики та зручний пропускний режим (Рис. 2.2.2) .

Пошук авто – до паркомісця прив’язана карта з відповідним ідентифікатором, коли клієнт прикладе карту, то система покаже йому дорогу до автівки за допомогою світлових покажчиків (Рис. 2.2.3) .

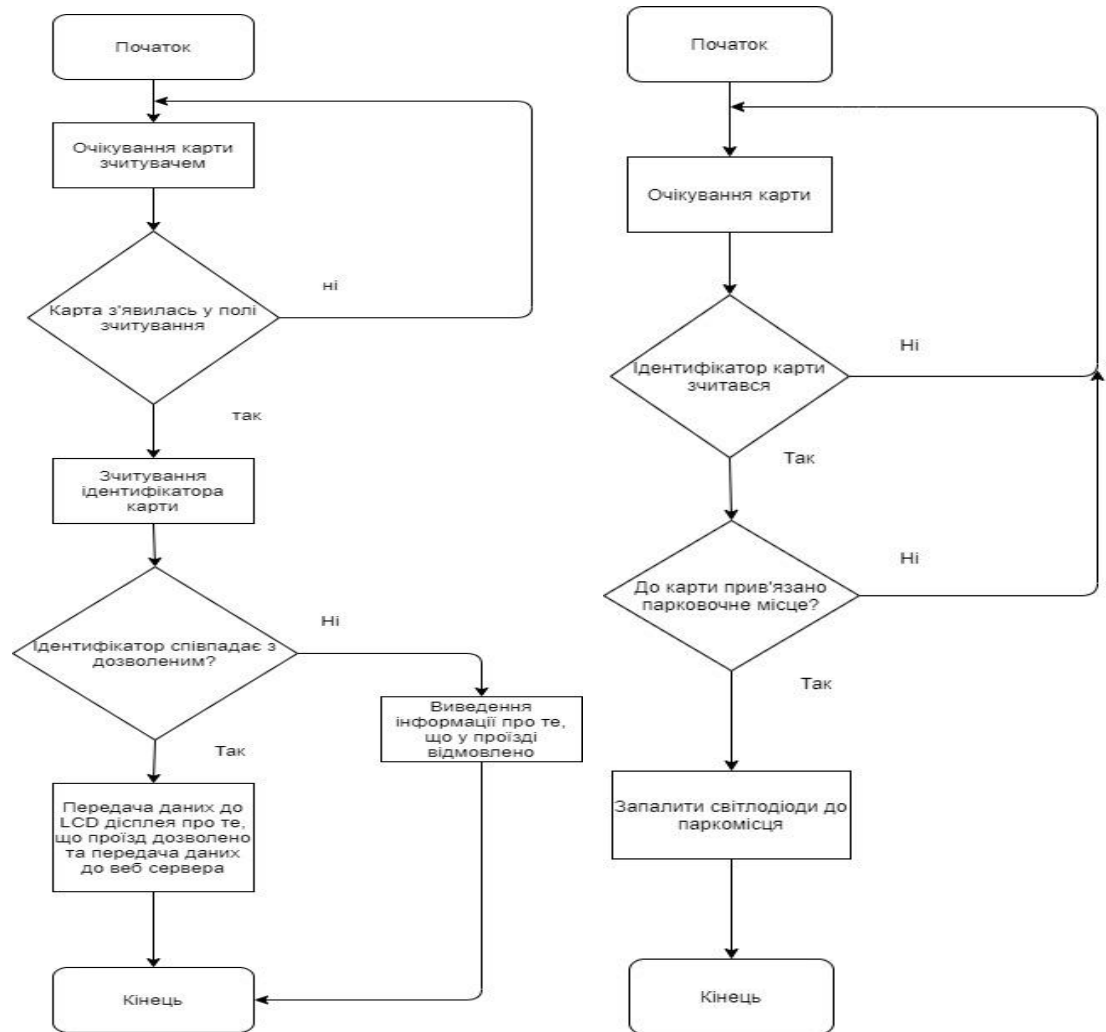


Рисунок 2.2.2 Алгоритм RFID пропуску Рисунок 2.2.3 Алгоритм пошуку авто

Онлайн моніторинг та збір статистики на веб – сервер – дозволяє клієнтам паркінгу та обслуговуючому персоналу переглядати показники паркінга у реальному часі [49].

База даних сервера містить в собі поля:

- Parked – запарковане авто чи ні (bool).
- Cost – ціна (int).
- Card id – ідентифікатор картки (string).
- Id – номер зарису (int).

Інформування водіїв – по суті ця функція одночасно залежна від функції: Індикація вільних місць та функції пропуску за допомогою RFID, все що робить

ця функція це виводить інформацію зібрану з датчиків функцій від яких залежить на екран.

Гнучкі тарифи – в залежності від часу перебування на паркінгу застосовуються різні тарифи, в системі використовується 2 тарифи як демо – варіант при потребі їх можна збільшувати (Рис. 2.2.4). Є перший тариф - з 8 секунд і по 12, а також другий тариф - більше 12 секунд. Підрахунок часу перебування авто зроблено за допомогою таймера, який записує час в'їзду автівки на паркінг і при виїзді віднімає від поточного часу час запису заїзду (Рис. 2.2.5).

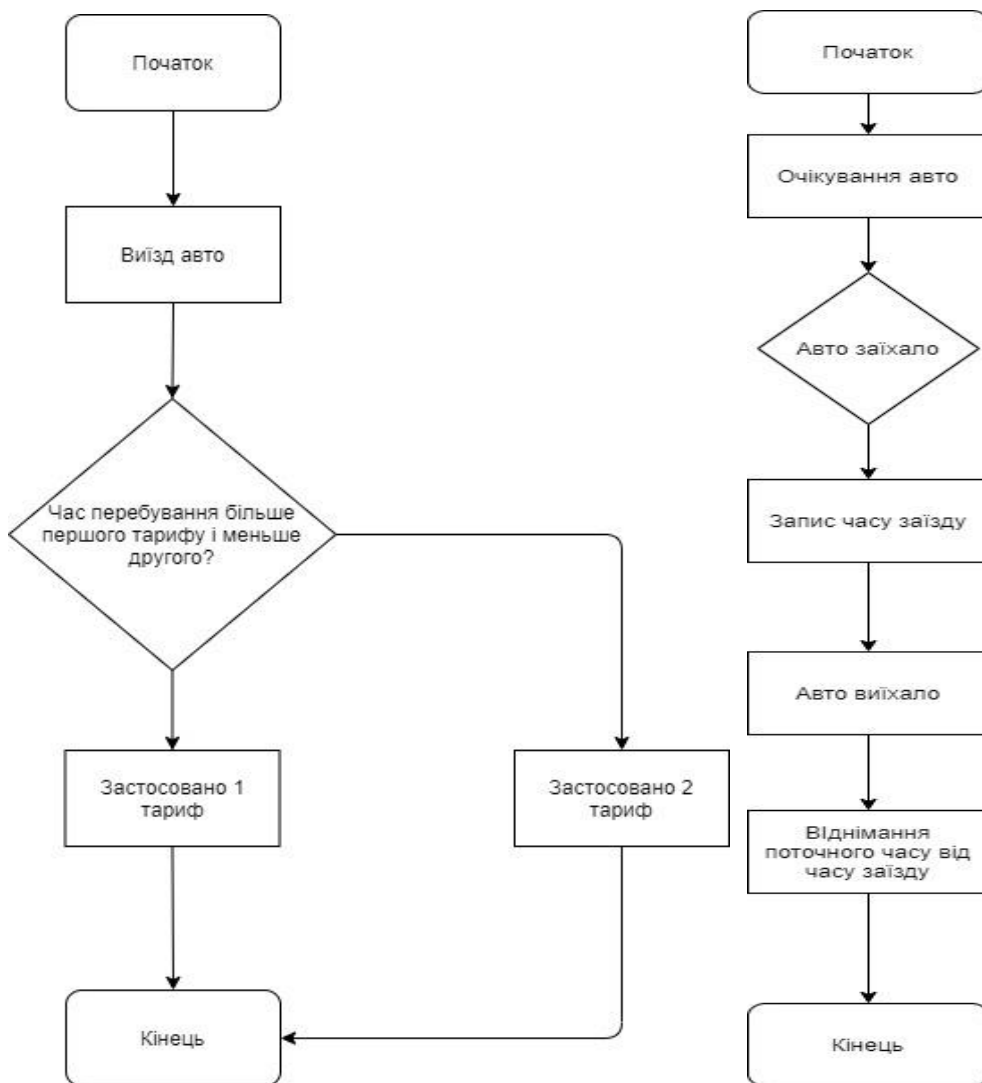


Рисунок 2.2.4 Алгоритм гнучких тарифів Рисунок 2.2.5 Алгоритм запису часу

2.3 Висновки розділу

В розділі були розроблені основні алгоритми функціонування системи, була проведена постановка задач і вимог до системи, складені блок функціонування підсистем, функціональна схема рішення.

Розділ 3. Реалізація архітектури IoT-рішення

Для того щоб забезпечити роботу системи будуть використані різні програмні і технічні засоби. Практична реалізація системи буде виповнена у розумних межах, тому деякий функціонал може бути не реалізовано практично у зв'язку з обмеженою матеріальною базою. Практична реалізація буде відображати основні характеристики, функціонал системи і буде слугувати в якості наочного прикладу. Таким чином буде зроблено: мінімально робочий прототип системи.

Також для розуміння складена загальна функціональна схема, де показані всі складові системи з роз'ясненнями, що за що відповідає (Рис. 3.1).

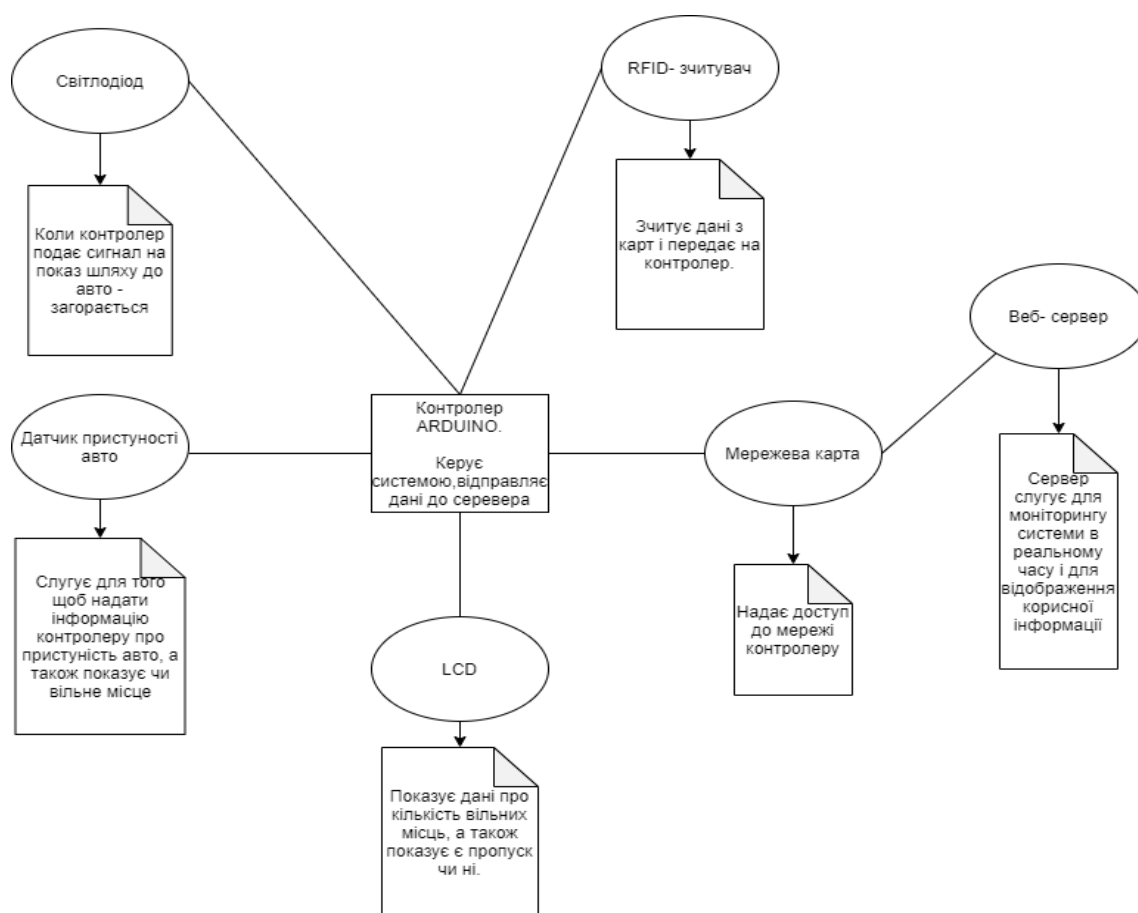


Рисунок 3.1 Функціональна схема системи автоматичного паркування

Також була складена графічна візуалізація функціонування системи (Рис. 3.2).

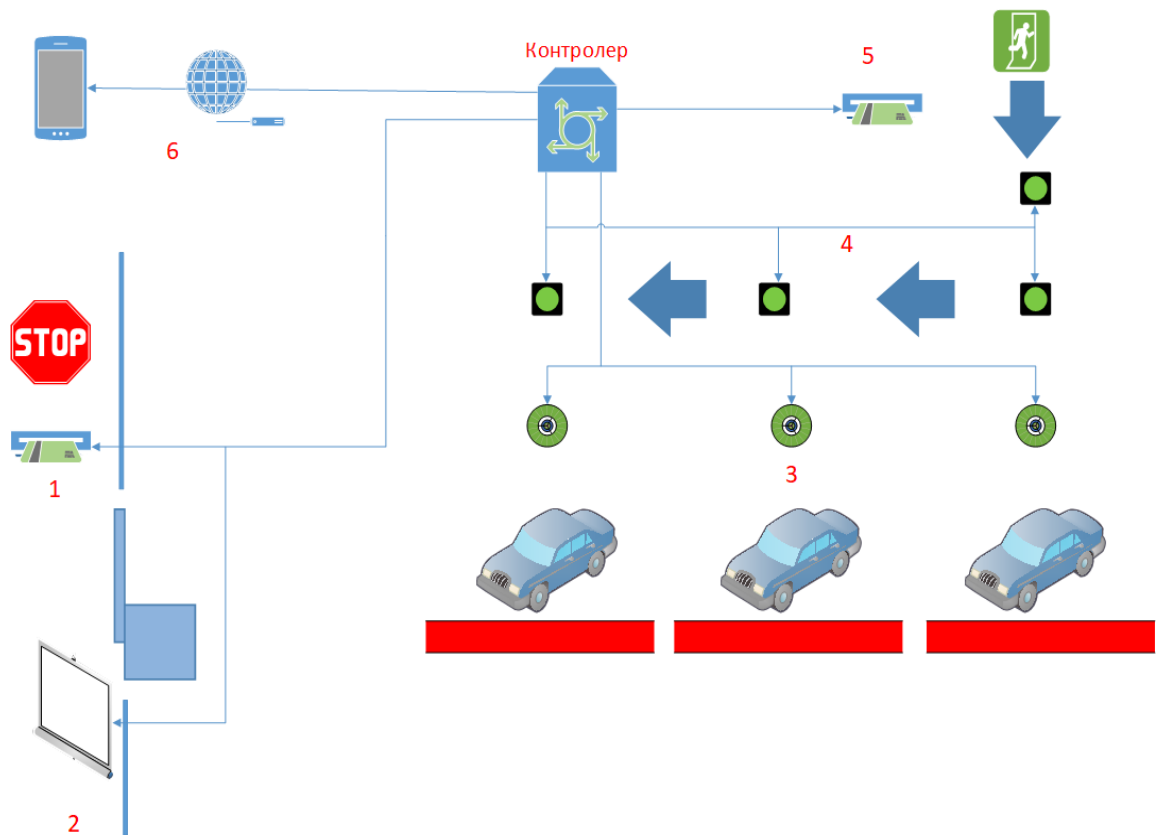


Рисунок 3.2 Візуалізація функціоналу

1. RFID рідер –RFID – рідер, що виконує пропуск автівок.
2. Екран, що інформує водіїв про поточну зайнятість паркінгу, а також у разі виїзду інформує про оплату.
3. Над кожним паркувальним місцем розташовано датчик присутності, що суміщен з світловим індикатором, для простоти пошуку парковочного місця.
4. Система пошуку авто на паркінгу, це дозволяє швидко прокласти маршрут за допомогою світлових приладів до свого парко-місця.
5. Окремий RFID – рідер для системи пошуку авто.
6. Система має віддалений моніторинг та збір статистики, у вигляді веб сервера.

3.1 Опис програмної розробки та особливостей

Для написання програм для контролерів Arduino використовують середу розробки Arduino IDE, який має достатній функціонал для написання скетчів. Середа розробки має зручний інтерфейс і влаштоване додавання бібліотек, а також моніторинг послідовної шини. Язык програмування на якому пишуться скетчі – це Arduino C, по суті C++ з фреймворком Wiring. Мова має відмінності у написанні і у компілюванні у порівнянні з C++. По суті код виконується послідовно, є основний цикл `loop()`, в якому циклічно визиваються функції або виконується код, що написан. `Setup()` –викликається одразу, коли скетч було запущено. Ця функція містить в собі, як правило змінні, початкові стани пінів, запуски бібліотек. Викликається лише один раз, коли ардуіно завантажується. `#define` – Визначає ім'я константи і слугує для спрощення читання коду.

При розробці було застосовано авторські бібліотеки для датчиків та інших компонентів. Вони містять в собі функції для зменшення коду та оптимізації його написання. Було використано:

- `SPI.h` – бібліотека для serial інтерфейсу.
- `MFRC522.h` – бібліотека для rfid зчитувача.
- `Wire.h` – бібліотека для взаємодії з I2C пристроями.
- `LiquidCrystal_I2C` – бібліотека для LCD дисплея.
- `Ethernet` – для роботи з мережевим модулем.

Розглянемо особливості в коді для яких буде недостатньо лише коментарів. Ідентифікатор RFID карти – це масив з 4 байтів значень, які перевіряються на співпадіння шляхом їх зрівняння. Оскільки байта 4, то і цикл проходить 4 рази, якщо цикл доходить до 4 ітерації і байти однакові, то виводиться сповіщення, що вам надано доступ до паркінгу на LCD дисплей, в протилежному випадку цикл перерветься (Рис. 3.1.1).

```

for (byte i = 0; i < 4; i++) {
  // Если идентификатор не совпадает с заданным номером
  if (uidCard[i] != mfrc522.uid.uidByte[i]) {
    Serial.println("У вас нет доступа");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Denied");          // Выводим текст
    delay(3000);
    lcd.clear();
    return;
  }
}

Serial.println("dsada");
Serial.println(counter);
Serial.println(counter);
lcd.setCursor(0, 0); // Устанавливаем курсор в начало 0 строки
lcd.print("Pass "); // Выводим текст
Serial.println(counter);
delay(3000);
last_time = millis();
Serial.println("go");
  if ( counter %2 == 0 ) {
    Serial.println(counter);
  }
}

```

Рисунок 3.1.1 Програмна реалізація RFID

Оскільки переривання не може виконувати складні дії, як наприклад вивести на екран інформацію – переривання просто не доходить до кінця і зависає. Було вирішено задіяти своєрідний таймер, який при досягненні 10 секунд проводить виміри на датчиках і одночасно обнуляє таймер “last_time1” та виводить інформацію про вільні місця на екран при в’їзді. 10 секунд таймера є оптимальні і не будуть спричиняти потік лишньої інформації на сервер (Рис. 3.1.2). Також у таймері присутня умова, що спрацьовує в залежності від сигналу що наразі видає датчик: HIGH або LOW (Рис. 3.1.3).

```
uint32_t last_time1;
```

Рисунок 3.1.2 Таймер

```

void loop() {
  if ( millis() - last_timel >= 10000 ){
last_timel = millis();
parkl = digitalRead( Motion2 );

    if( parkl == LOW ){
      condition = LOW;
      Serial.println("dasdasd");
      lcd.setCursor(0, 3);
      lcd.print("1 free");

    }
    if( parkl == HIGH ){
      condition = HIGH;
      Serial.println("art");
      lcd.setCursor(0, 3);
      lcd.print("0 free");

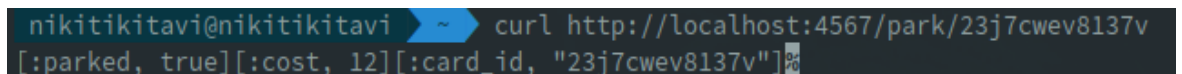
    }

  }
}

```

Рисунок 3.1.3 Умови спрацювання таймеру

Веб сервер було створено на базі фреймворку Ruby Sinatra. Мова програмування Ruby досить ідеально підходить для веб – розробки. Sinatra – популярний фреймворк для розробки веб – застосунків є альтернативою фреймворку ruby on rails. Завдяки фреймворку кількість коду і складність розробки зменшується. Сервер відображає інформацію у консольному вигляді, надалі можливо буде зробити повноцінний користувацький інтерфейс (Рис. 3.1.4) [23].



```

nikitikitavi@nikitikitavi ~$ curl http://localhost:4567/park/23j7cwev8137v
[:parked, true][:cost, 12][:card_id, "23j7cwev8137v"]

```

Рисунок 3.1.4 Консольний вигляд серверу

3.2 Огляд технічних компонентів системи

Практична реалізація системи буде виповнена у розумних межах, тому деякий функціонал може бути не реалізовано практично у зв'язку з обмеженою

матеріальною базою. Практична реалізація буде відображати основні характеристики, функціонал системи і буде слугувати в якості наочного прикладу. Таким чином буде зроблено: мінімально робочий прототип системи,

Після огляду системи та принципів її роботи треба перейти до безпосередньо до огляду техніки, що буде використовуватися. Для проекту було підібрано контролер від компанії Arduino так як він є легкодоступний і має багато модулів і датчиків, що можуть бути інтегровані, цей контролер являється одним із лідерів у вільнодоступних контролерах для IoT систем. Також платформа є Open Source, що дозволяє іншим компаніям виробляти пристрої і реалізовувати їх. Оригінальні ж Arduino виробляються в Італії.

Спільнота Arduino має велику базу знань та багато виконаних проєктів. На базі контролера реалізовано велику кількість IoT проєктів, як наприклад:

- Роботи для догляду за домом.
- Системи розпізнавання обличчя.
- Системи безпеки.
- Пропускні системи.
- Метеостанції.

Потрібно детально розглянути технічні характеристики пристроїв, що будуть використані. Система буде включати в себе такі основні елементи:

- Контролер.
- Датчики.
- Світлодіоди.
- Мережева плата.
- Кабелі.

Апаратура, що використовується підібрана у міру розумних можливостей і для прототипу повністю підійде, для подальшого масштабування системи і під специфічні потреби потрібно буде вибирати більш потужні зразки техніки, але принципіальної різниці у функціоналі в порівнянні з нашими не матимуть[6].

Arduino Mega 2560 – В першу чергу це нова генерація Arduino Mega (Рис. 3.2.1). Має покращення з технічної точки зору які заключаються у тому що[11]:

- USB – UART для свого перетворення тепер використовують не мікросхему від компанії FTDI, а ATmega8U2, що представляє з себе мікроконтролер.
- Нова распиновка, що дозволяє платам розширення підлаштовуватися під напругу контролера. Таке нововведення дозволяє зробити пристрій сумісним з 5 В Ардуіно на базі AVR, так і з моделлю 3.3 В по типу Arduino – Due .
- Покращена стійкість до електричних наводок.



Рисунок 3.2.1 Ардуіно мега

Mega 2560 має все необхідне для виконання прикладних задач. Апарат розрахован на 54 цифрових контактів. 15 контактів за потреби працюють у режимі широтно імпульсної модуляції [34]. Широтно імпульсна модуляція дозволяє плавно регулювати цифровим сигналом пристрої, адже цифровий сигнал має по суті два значення 1 або 0. Принцип базується на тому що сигнал подається свого роду “ривками” (Рис 3.2.2, Рис 3.2.3) [16].

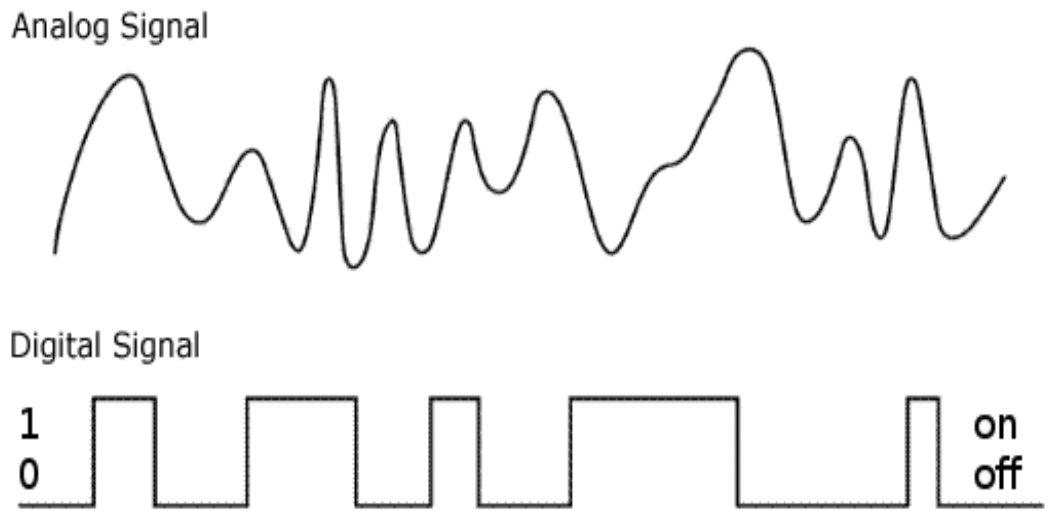


Рис 3.2.2 Графік ШИМ

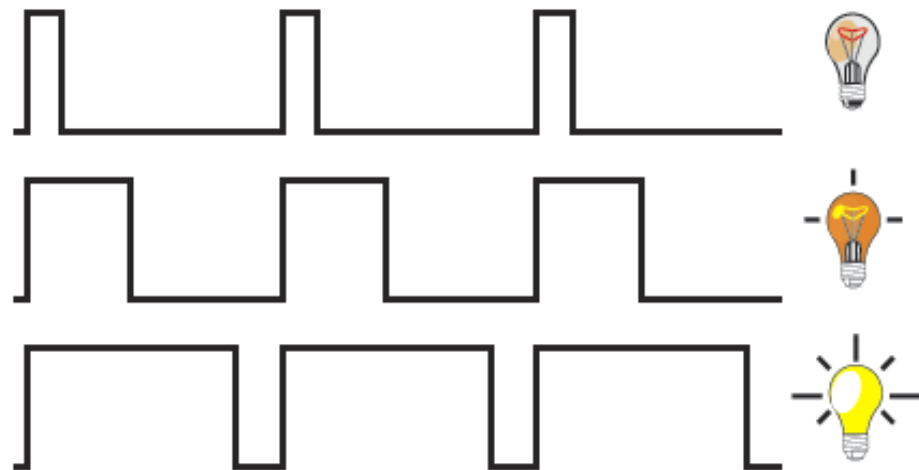


Рис 3.2.3 ШИМ на прикладі лампи

Також в пристрої присутні 16 аналогових контактів та 4 UART входів/виходів з яких 3 апаратні і 1 програмний. UART – це універсальний асинхронний прийомо – передавач, ця технологія дозволяє передавати дані з одного пристрою до іншого. По суті коли до Arduino підключають USB для його прошивання – це працює програмний UART. Для апаратного UART є 2 контакти RX – приймач та TX – передавач (Рис. 3.3.4).

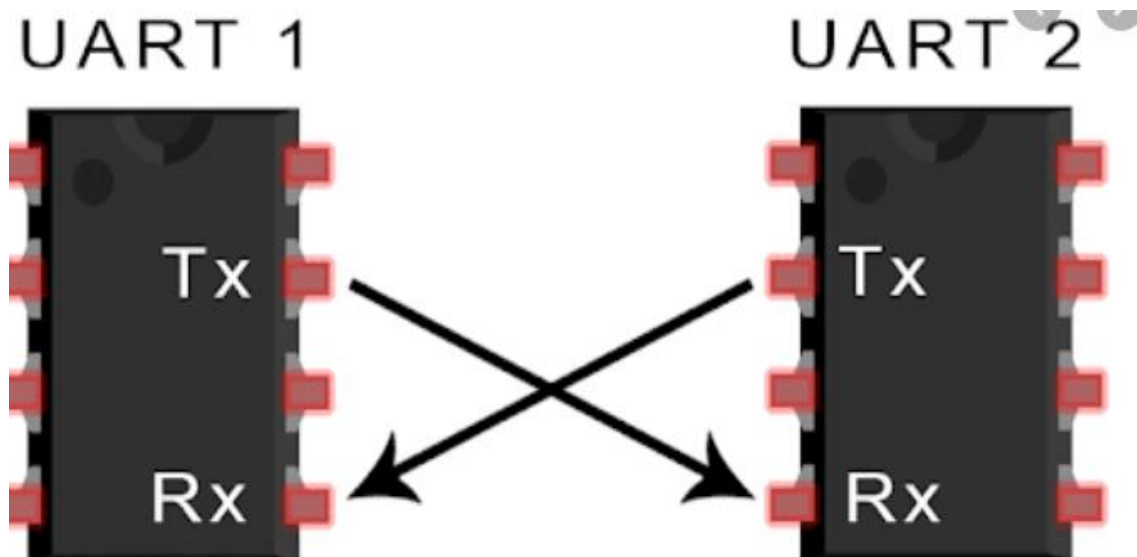


Рисунок 3.2.4 UART з'єднання

Mega має також кварцевий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, контакт живлення, контакт ICSP та кнопку сбросу. ICSP використовують для програмування основного мікроконтролера, коли наприклад незручно програмувати через USB.

Mega підтримує багато плат розширення, які розроблені сторонніми виробниками.

Важлива особливість Arduino це наявність апаратних переривань (Рис. 3.3.5). Переривання важливі у кожній системі, адже це своєрідна реакція на подразника. Це дозволяє клавіатурі, кнопкам, чи іншим зовнішнім пристроям взаємодіяти з контролером. Сигнал переривання дає команду процесу зупинити виконання поточних задач і передати контроль обробнику переривань (ISR – Interrupt Service Routine). Обробник буде виконувати код, який ми напишемо, по свої суті це звичайна функція. Важливо, що після виконання переривання, процесор продовжить виконувати задачі які виконував до настання переривання. Також одночасно може виконуватися тільки одне переривання, тому інші переривання які можуть відбутися будуть проігноровані. Переривання можуть бути реалізовані за допомогою різних сигналів на контакт, що відповідає за переривання:

- Контакт притягнутий до землі. Поки на контакті буде сигнал типу Low, переривання буде дійсне.
- Зміна сигналу. Якщо на контакті відбулась зміна сигналу, то буде виконано функцію переривання
- Коли сигнал змінив значення з Low на High
- Зміна сигналу з High на Low.

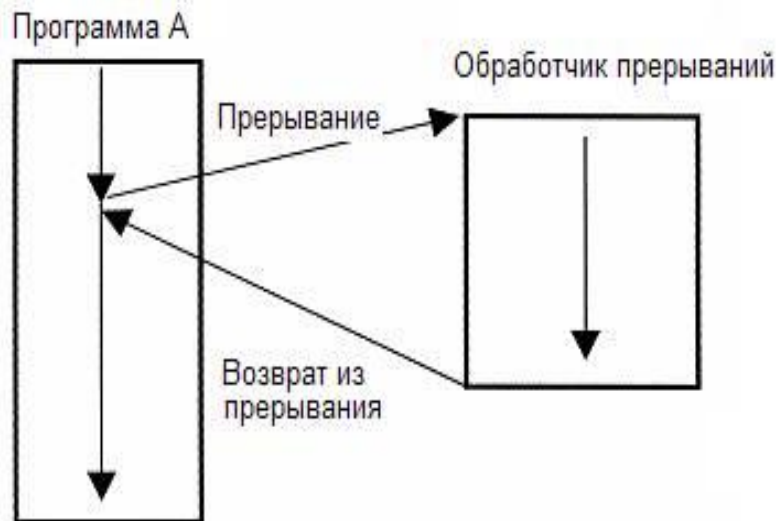


Рисунок 3.2.5 Схема роботи переривань

Arduino Mega може житися за допомогою двох варіантів. Живлення від USB – коли пристрій підключено до ПК йому достатньо живлення і він буде працювати в штатному режимі, але такий тип може бути не зручним для автономної інсталяції. Живлення від зовнішнього джерела – для цього використовуються акумуляторні батареї чи БП (Рис. 3.2.6). Коли пристрій живиться від акумуляторів потрібно або придбати спеціальний пристрій для живлення від акумуляторів або під'єднати акумулятори до виводів Gnd, Vin. Важливим аспектом при живленні від зовнішнього БП є діапазон напруги яким потрібно жити пристрій. Виробник визначає від 6 В до 20 В, проте практика показує просадку по 5 В лінії при живленні Arduino 6 В, що може спричинити некоректну роботу датчиків, актуаторів та інших пристроїв. Також і не рекомендується жити більше ніж 12 В адже починається нагрів стабілізатора

напруги, що може в майбутньому спричинити вихід його із ладу. Важливо згадати про те, що потужні споживачі по типу:

- Електродвигуни.
- Потужні світлодіоди.
- Нагрівачі.

не можна живити від Arduino, їх потрібно живити від окремого БП, це спричинено тим що доріжки живлення досить тонкі і не розраховані на довготривале живлення потужних споживачів і ще тому що на вході стоїть Діод.

Піни живлення на Arduino mega:

- VIN – Пін для підключення зовнішнього живлення чи його подавання.
- 5V – цей пін подає 5 В, які попередньо проходять стабілізатор напруги, вне від того як живиться сам Ардуіно.
- 3.3 V – Вивід який надає 3.3 В, що попередньо проходять стабілізатор напруги.
- Gnd – Вивід землі.
- Ioref – Вивід, який дає інофрмацію платам розширення про робочу напругу Arduino.

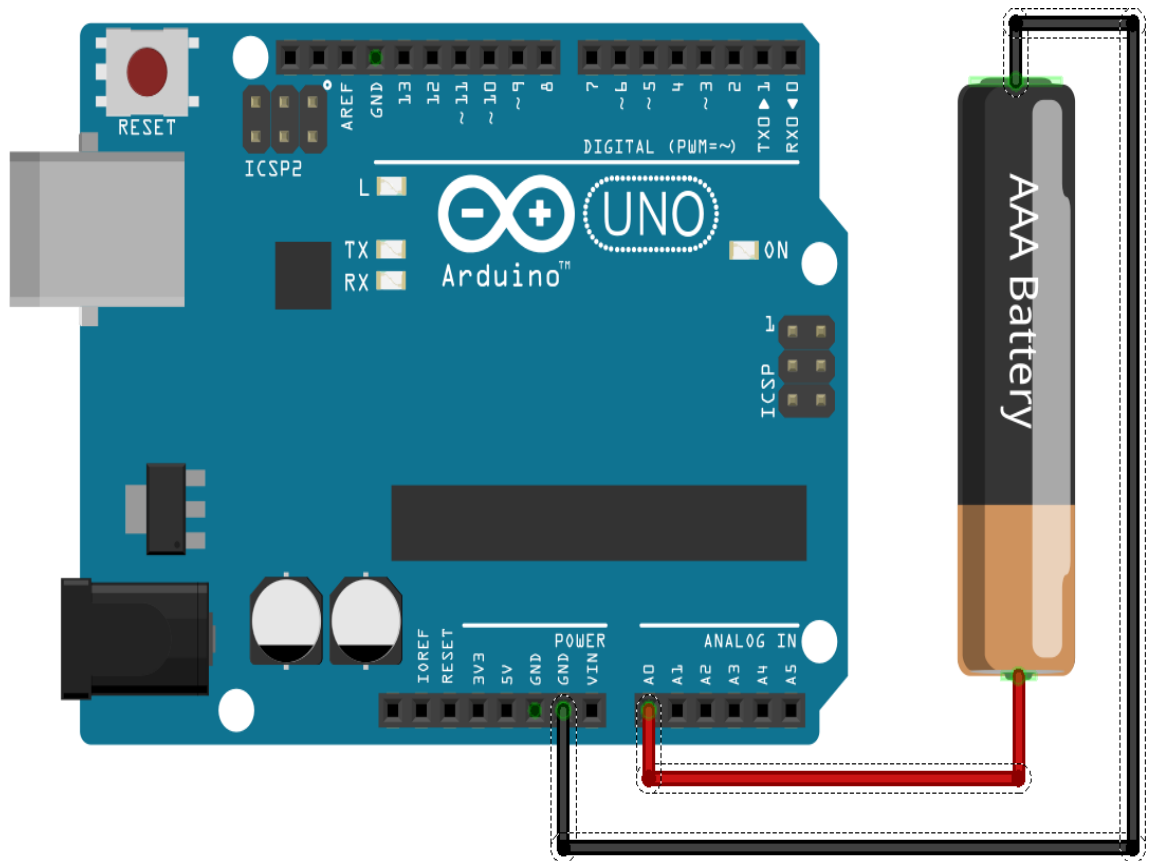


Рисунок 3.2.6 Зовнішнє живлення контролера

Пам'ять в Atmega2560 представлена 256 Кб флеш – пам'яті.

Arduino має широкі можливості у керуванні різними пристроями, а модель Mega має збільшену їх кількість. Для правильної роботи електричної схеми потрібно знати за що відповідає кожен порт на платі (Рис. 3.2.7, Рис. 3.2.8). 54 порти Arduino мають різні призначення, є такі:

- Serial порти: 0-1, 18-19, 16-17, 14-15.
- Порти переривання: 2,3,4,18,19,20,21.
- ШИМ: 2-13, 44-46.
- SPI: 50-53.
- Власний світлодіод плати 13 порт.
- TWI: 20-21.

ARDUINO MEGA 2560 PINOUT

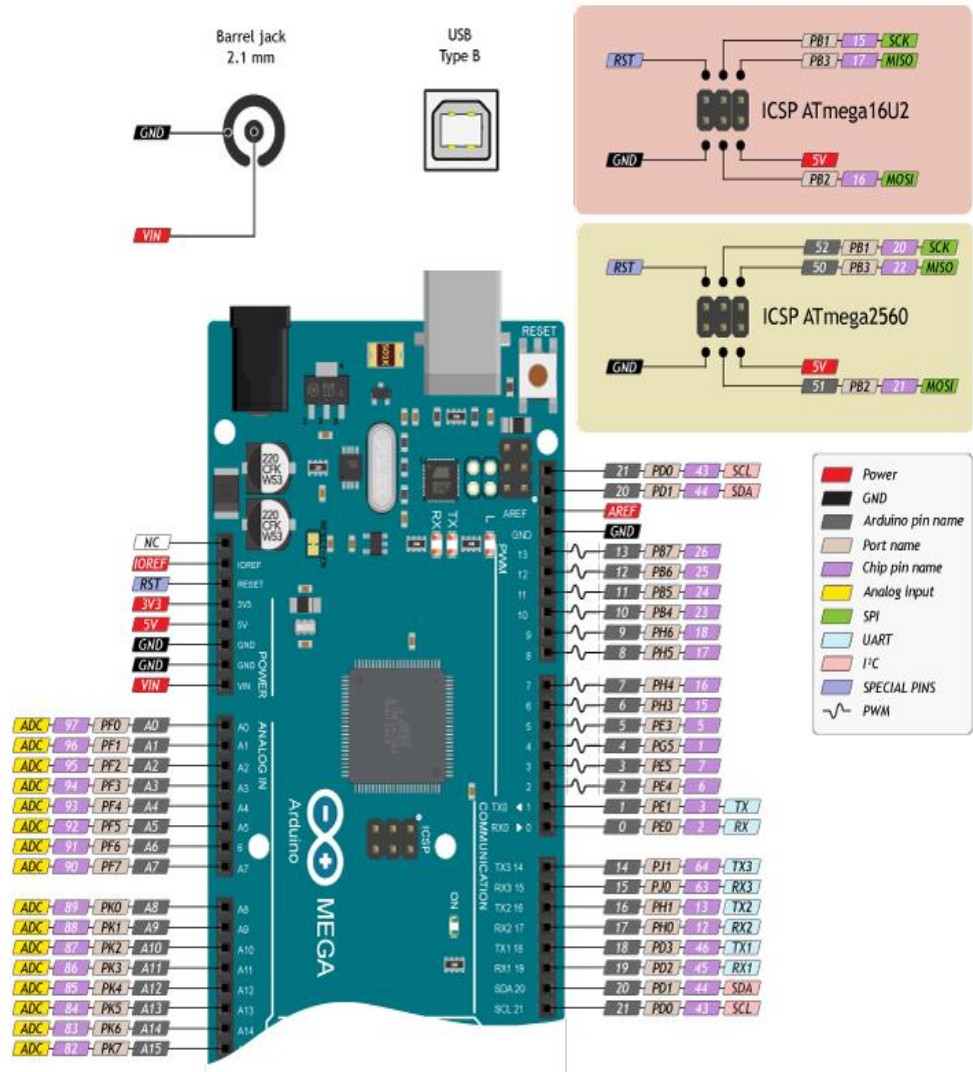


Рисунок 3.2.7 Распиновка Ардуіно Мега

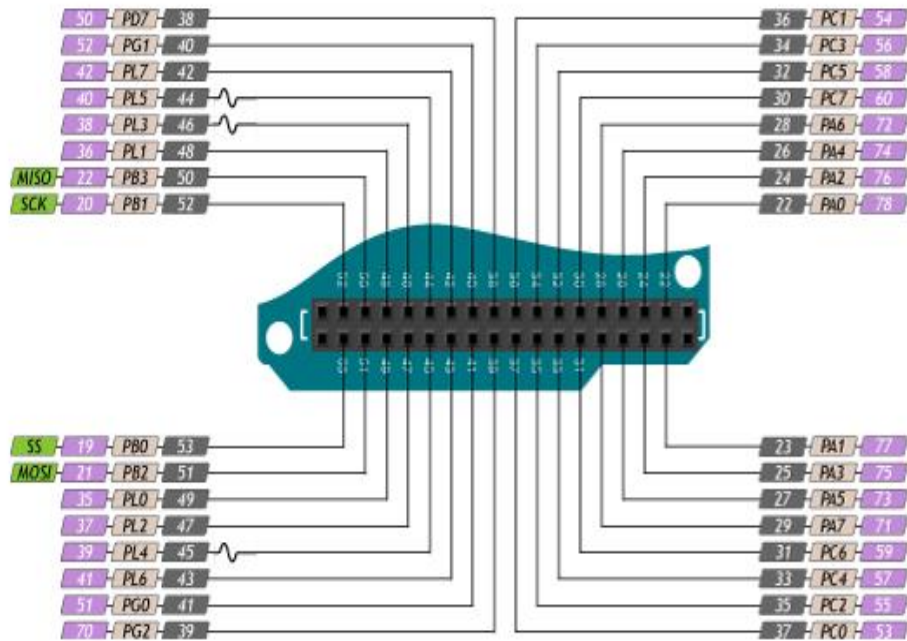


Рисунок 3.2.8 Распиновка Ардуіно Мега

Можна ще додати те, що Arduino Mega має запобіжники, які у аварійній ситуації захистять ПК від короткого замикання та перевантаження. Запобіжники замінні, тому після його спрацювання необхідно лише його замінити на новий. Таким чином контролер захищає не тільки свої апаратні деталі, а й ПК, що може його жити або прошивати у момент настання аварійної ситуації. Важливо розуміти, що не якісні аналоги можуть не мати достатнього рівня захисту.

Підсумовуючи все вище описане плюсами є:

- Доступність.
- Універсальність.
- Велика база знань.
- Багато доступних датчиків.
- Наявність захистів в аварійних ситуаціях.
- Високі показники.
- Велика кількість контактів.
- Можливість живлення через USB.

- Велика кількість бібліотек для Arduino IDE.

Загалом пристрій підійде для автоматизації паркувальних процесів на паркінгу у варанті прототипа. За допомогою відповідних плат цей пристрій покриє і наші потреби у передачі інформації до сервера і буде одночасно справлятися з усіма задачами по моніторингу працездатності нашої системи, а також у керуванні нашими актуаторами.

Важливо перейти до технології, що буде використана для ідентифікації клієнтів та їх доступу на парковку. Потрібно рішення яке буде задовольняти одразу декілька наших вимог, як:

- Надійність.
- Легкість в використанні.
- Невисока ціна.
- Довговічність.
- Мінімальне обслуговування.

По всім цим параметрам ідеально підходить технологія RFID, яку ми використаємо у нашій системі. Rfid була розроблена дуже давно ще у 40-х роках минулого сторіччя і використовувалась на військових літаках у якості системи розпізнавання “свій – чужий”. Потім про цю технологію на деякий час забули і вона використовувалась тільки в деяких специфічних сферах. Зараз же не можливо уявити сучасний світ без використання RFID, він використовується в самих різних галузях, як наприклад:

- Громадський транспорт – пропуски.
- Роздрібна торгівля – відслідковування товарів.
- Спортивні заходи – для відслідковування часу перетину фінішу.
- В банківській сфері – для безконтактної оплати.
- Логістика – ідентифікація, переміщення.
- Виробництво преміум одягу – контрольне маркування.

Технічна сторона технології досить не складна і за рахунок цього надійна, RFID – це Радіочастотне розпізнавання. В системі є дві основні частини це – мітка та передавач (Рис. 3.2.9). Сама ж мітка в собі має антену та та мікрочип. Антена в пасивній мітці ловить електромагнітні хвилі, що випромінює передавач і перетворює їх у:

1. Сигнал.
2. Живлення для чіпа.
3. Передачу сигналу – відповіді.

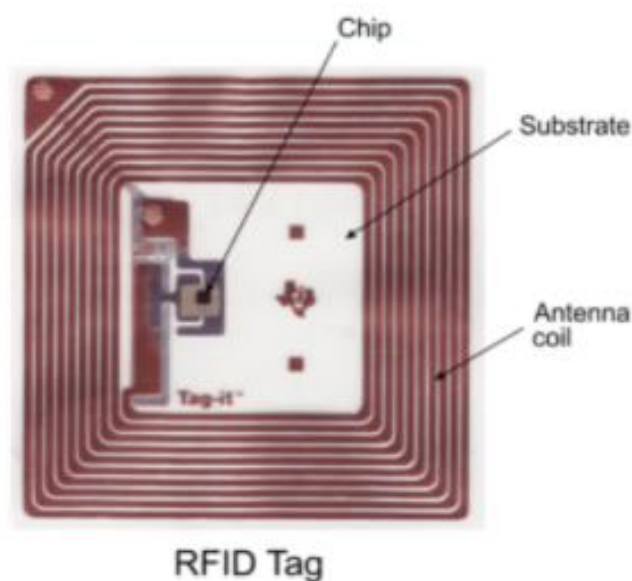


Рисунок 3.2.9 Схема RFID мітки

Мітки бувають різного частотного діапазону, але принцип дії у них ідентичний:

- LF (120 – 150 kHz) .
- HF (13.65 MHz) – найбільш часто зустрічається, NFC працює на цій частоті.
- UHF (433, 866 MHz) .

Такий тип міток як правило виглядає як карта чи брелок і найбільше всього використовується, тому що має ближній радіус спрацювання (Рис. 3.2.10,

Рис. 3.2.11). Саме такий тип міток застосовується у громадському транспорті, системах доступу в готелях, замках та інших галузях [19].

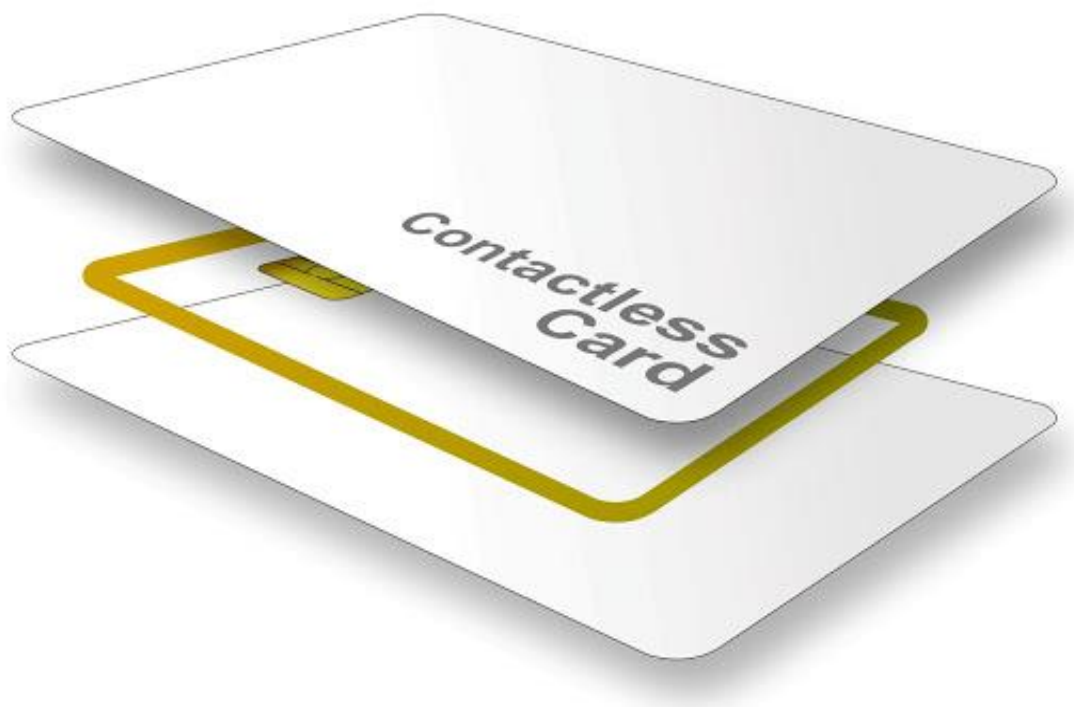


Рисунок 3.2.10 RFID мітка в вигляді карти



Рисунок 3.2.11 RFID мітка - брелок

Також мітки бувають і активні, ці мітки мають інтегровані акумулятори і забезпечують велику відстань спрацювання, але мають більші габарити,

потребують заміни акумуляторів і взагалі більш складні і дорогі (Рис. 3.2.12). Мітки такого типу можуть бути доповнені різними модулями по типу термометра, gps модуля, гігрометра [39].



Рисунок 3.2.12 Активна RFID мітка

По типу пам'яті мітки бувають:

- Тільки для читання
- Один перезапис
- З можливістю багаторазового перезапису.

Пердатчик являє собою теж антену, як правило передатчик може виконувати одразу декілька дій, як наприклад:

- Зчитування
- Запис
- Знищення даних.

Передатчик може бути самостійний автономний, а може потребувати підключення до ПК з використанням спеціального програмного забезпечення.

В нашому випадку буде використовуватися RFID передатчик RC-522, він є доступним і дуже поширеним, часто такі передатчики вироблені не визначеним виробником. Такий передатчик дуже часто використовується в хобі – проектах в якості:

- Системи доступу.
- Актуатора.
- “Замка запалювання”.

На передатчики існує багато користувацьких бібліотек сама використовується MFRC522.

Модуль RC522 працює по типовій схемі, тобто випромінює сигнал і чекає на відповідь від RFID мітки. Модуль побудован на базі чіпа від компанії NXP і називається MFRC522. Чип надає можливість працювати на самому розповсюдженішому діапазоні HF (13,65 MHz). Комплект поставки включає в себе модуль, мітка брелок, мітка карта, конектори (Рис. 3.2.13).

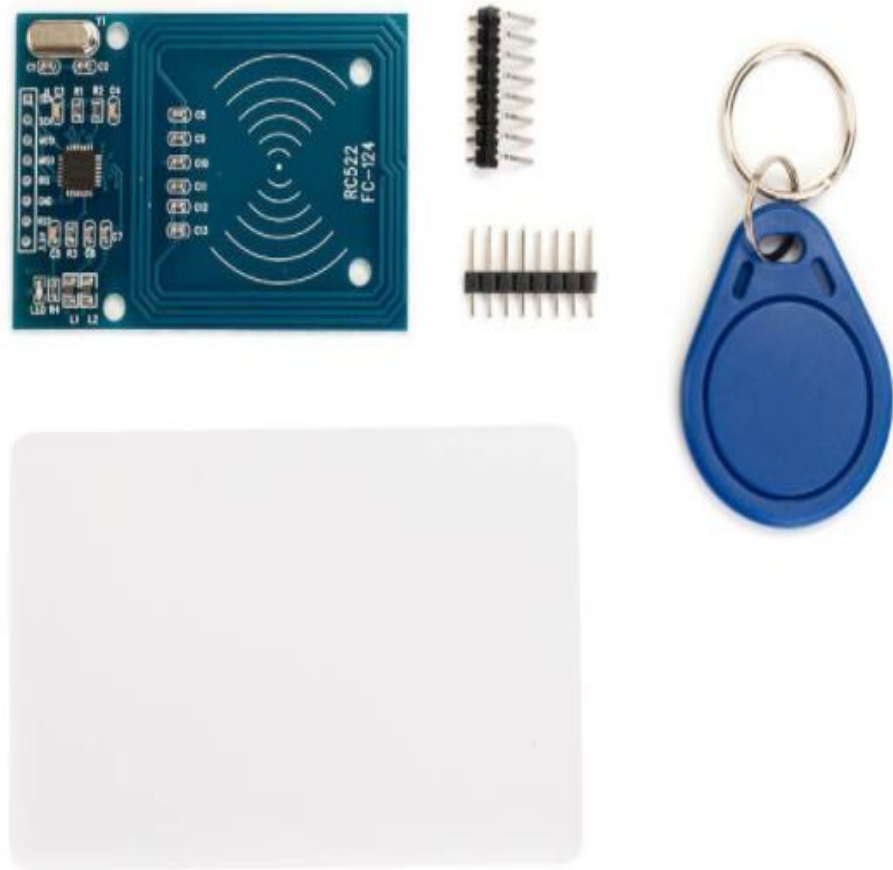


Рисунок 3.2.13 Комплект RC522

Передавач потребує досить низької напруги в 3.3 В і споживання в 13 – 26 mA, це дозволить підключити його напряму до контролера без використання додаткового живлення від зовнішніх джерел. Дальність спрацювання модуля від 0 до 60 мм, що є задовільним для демонстрації роботи системи. Максимальна швидкість передачі складає 10 Мбіт/с. Розміри приладу дуже компактні і складають 40 мм х 60 мм, що дозволяє встановлювати прилад в умовах недостатнього простору[9].

Підключення пристрою здійснюється через різні інтерфейси, як:

- SPI.
- UART.
- I2C.

Який інтерфейс буде використовуватися обирається шляхом виставлення відповідних логічних рівнів на контактах чипа (Рис. 3.2.14).

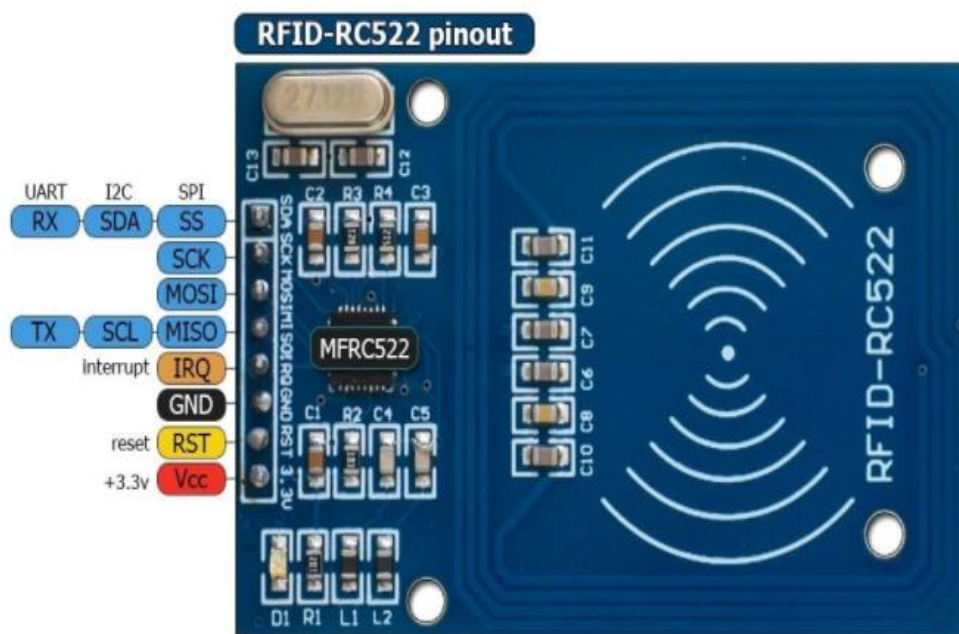


Рисунок 3.2.14 Вибір інтерфейсів

Виводи мікросхеми представлені, як:

- SDA – вибір веденого.
- SDK – сигнал синхронізування.
- MOSI – master – slave.
- MISO – slave – master.
- RST – вивід для сбросу.
- IRQ – вивід переривання.
- GND – земля.
- VCC – 3.3 В.

Важливим піном є RST – коли на пін надійде сигнал LOW, то контролер перезавантажить модуля. Також встановленням низького рівня сигналу, модуль дає знати, що він в режимі сна і для виходу з режиму необхідна подача HIGH.

Якщо на контролері зайнять інтерфейс SPI, то RFC522 підключити до роз'єма ICSP, який знаходиться на платі, тоді модуль буде працювати теж по SPI (Рис. 3.2.15).

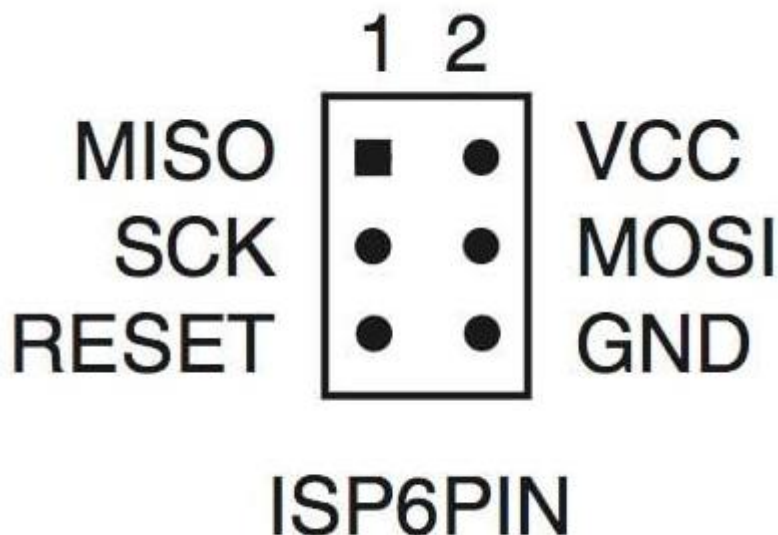


Рисунок 3.2.15 ICSP

Технічні характеристики данного приладу досить задовільні для нашого проекту, але для повноцінних систем існують більш професіональні рішення, що забезпечать більші характеристики по надійності, дальності спрацювання, пристосованості до погодних умов.

Система використовує оптичний інфрачервоний датчик перепон YL – 63 (Рис. 3.2.16). Такий датчик дуже часто встановлюється для виконання аматорських автономних транспортних засобів або ж як датчик руху. Датчик простий в використанні і коштує порівняно небагато, широко розповсюджен. Не потребує додаткового живлення.



Рисунок 3.2.16 YL - 63

Принцип дії датчик сформован на тому, що він випромінює на деяку відстань імпульс, якщо у зоні його спрацювання є об'єкт який буде відражати інфрачервоне випромінювання, то приймач на датчику оцінює рівень випромінювання і в залежності від цього датчик дає сигнал HIGH або LOW (Рис. 3.2.17).

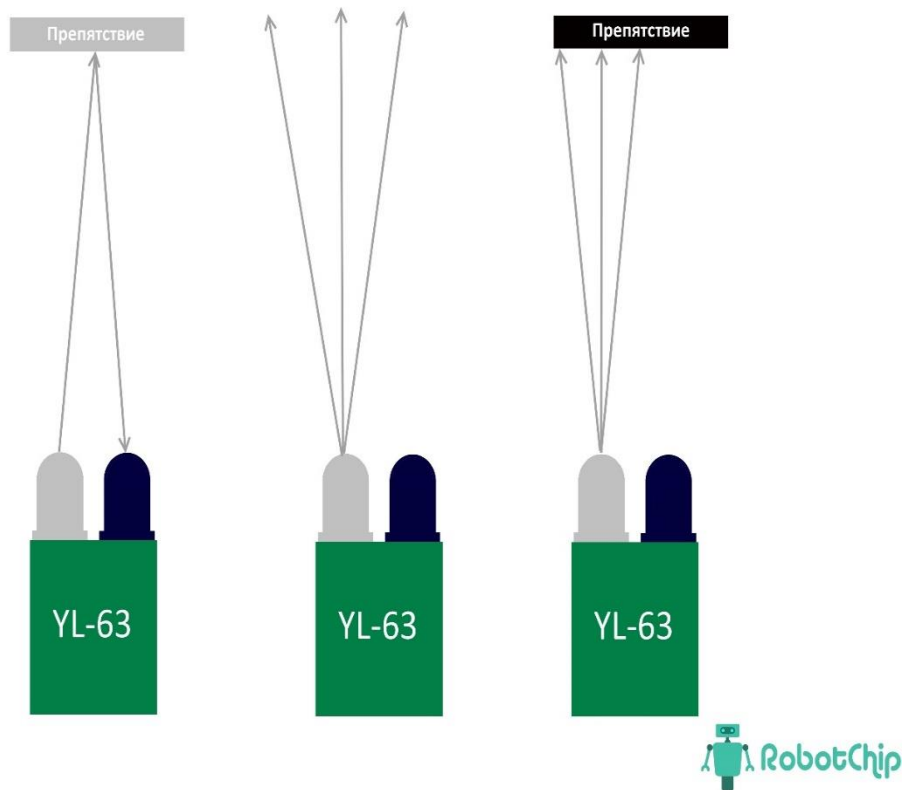


Рисунок 3.2.17 Принцип роботи YL - 63

На корпусі пристрою розташовано 2 світлодіоди, перший горить коли є живлення на датчик інший загоряється коли датчик фіксує об'єкт у полі спрацювання. Живлення від 3.3В шини. Має 3 роз'єми: земля, напруга, вихідний сигнал. Цей датчик має кут спрацювання близько 35 градусів і приблизну дистанцію спрацювання від 2 до 30 см, що регулюється потенціометром. Працює на основі мікросхеми LM 393[12].

Оскільки контролеру потрібен доступ до мережі то потрібен мережевий модуль W5100 (Рис. 3.2.18, Рис. 3.2.19) . Пристрій побудован на базі чіпа Wiznet W5100 і підтримує передачу даних на швидкості 100 мбит/с. Модуль має роз'єм RJ-45. Пристрій з'єднується штирьовим методом з контролером. Пристрій працює по шині SPI і таким чином займає 10,11,12,13 порт, проте всі ці порти придатні до використання коли мережева плата встановлена, окрім 10, адже він використовується як порт вибору.



Рисунок 3.2.18 W5100 з верхньої проєкції



Рисунок 3.2.19 W5100 з нижньої проєкції

Плата має влаштовані світлодіоди в собі і показує коли на неї подано живлення, є з'єднання з мережею, показує швидкість з'єднання, коли відправляє дані.

LCD 2004A - в системі це одна з головних ліній інформування водіїв. Дисплей показує корисну інформацію, таким чином спрощує процес паркування. Дисплей виконан по технології STN, LED підсвітка забезпечує високу яскравість а також може бути регульвана за допомогою потенціометра[14].

Дисплей підключен за допомогою шини I2C, що знижує кількість пінів, що потрібні бути задіяні до 4.

Може виводити:

- Pass – проїзд дозволено.
- denied – проїзд заборонено (Рис. 3.2.21 LCD).
- Gb, pay n – до побачення, заплатіть n – суму грошей (Рис. 3.2.20).
- N free palces – n кількість місць вільно.



Рисунок 3.2.20 LCD приклад роботи

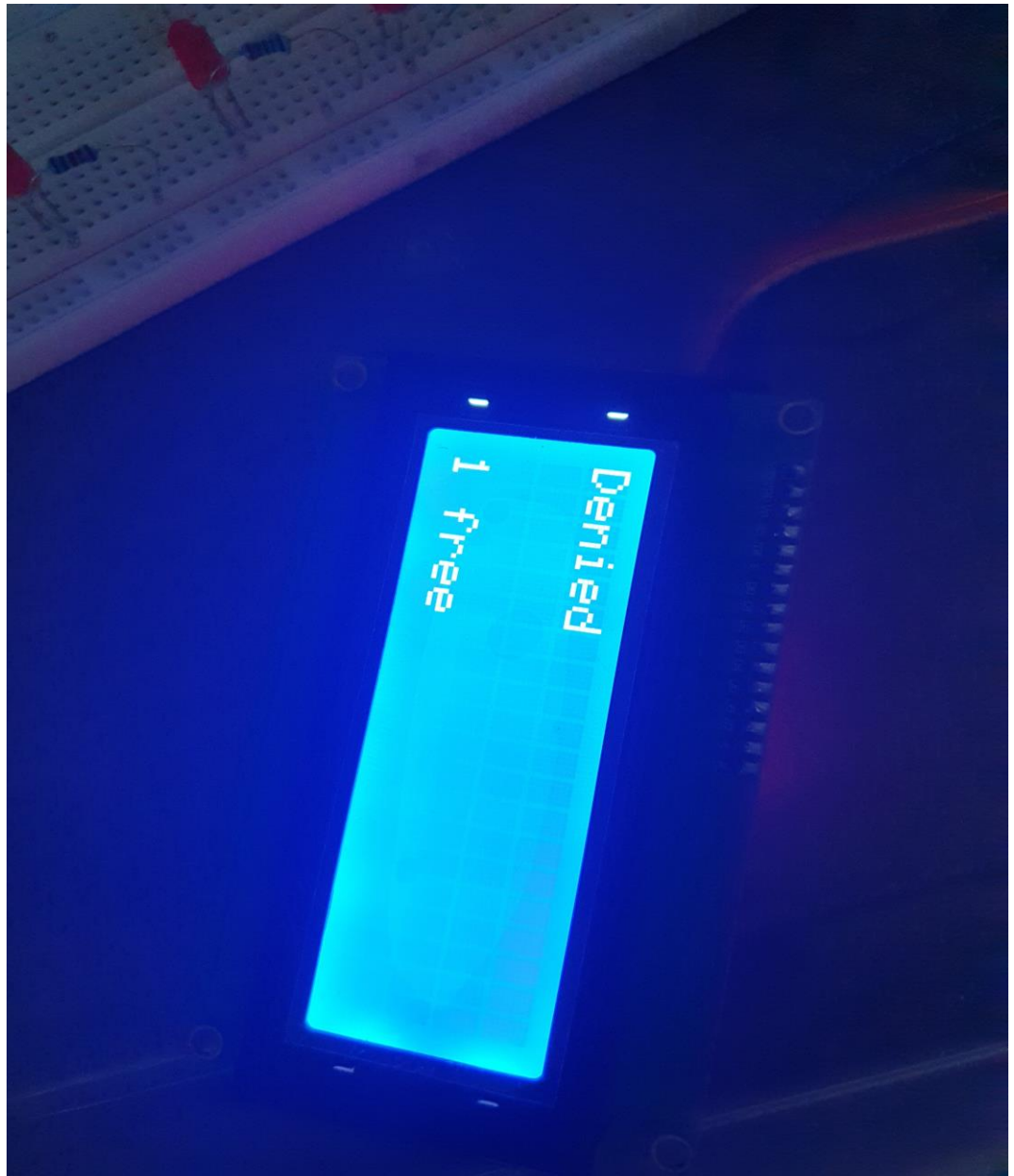


Рисунок 3.2.21 LCD приклад роботи

Світлодіоди в системі виконують роль показчиків шляху до парковочного місця. Присутні 2 типи світлодіодів: червоні та сині. Червоний світлодіод показує маршрут до паркомісця, синій імітує показчик паркомісця (Рис. 3.2.22). Світлодіоди підключаються анодом через резистор до пінів контролера, а катодом до землі на макетній платі, що з'єднана з землею на контролері (Рис. 3.2.23).

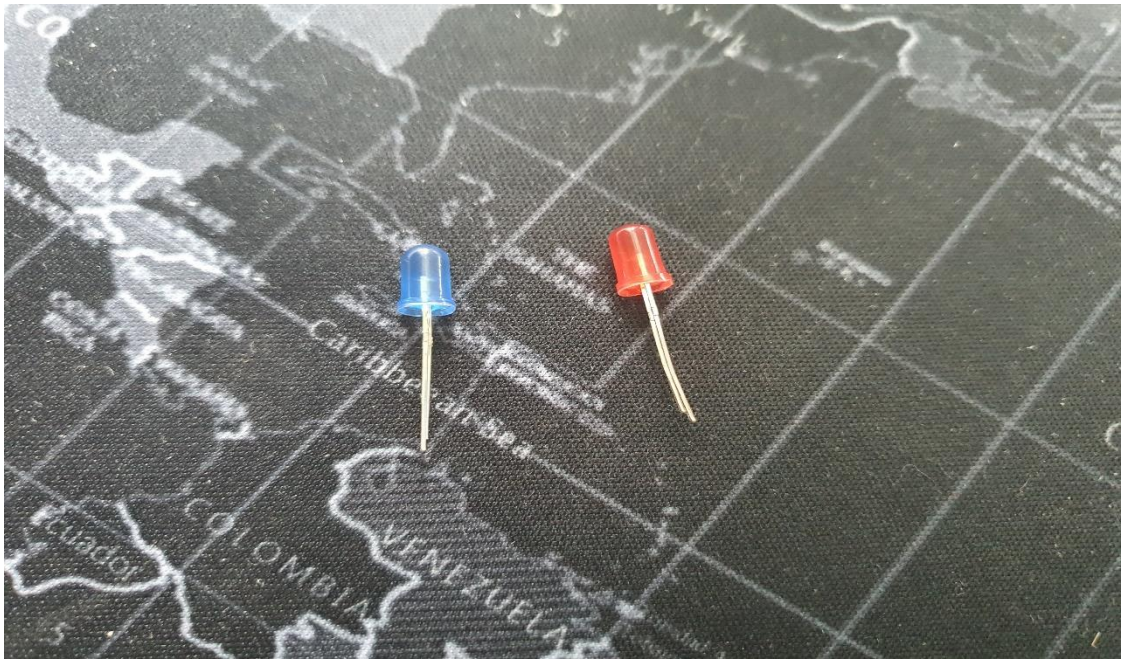


Рисунок 3.2.22 Світлодіоди



Рисунок 3.2.23 Резистор

3.3 Схема підключення

Зовнішній вигляд проект та способів підключення (Рис 3.3.1).

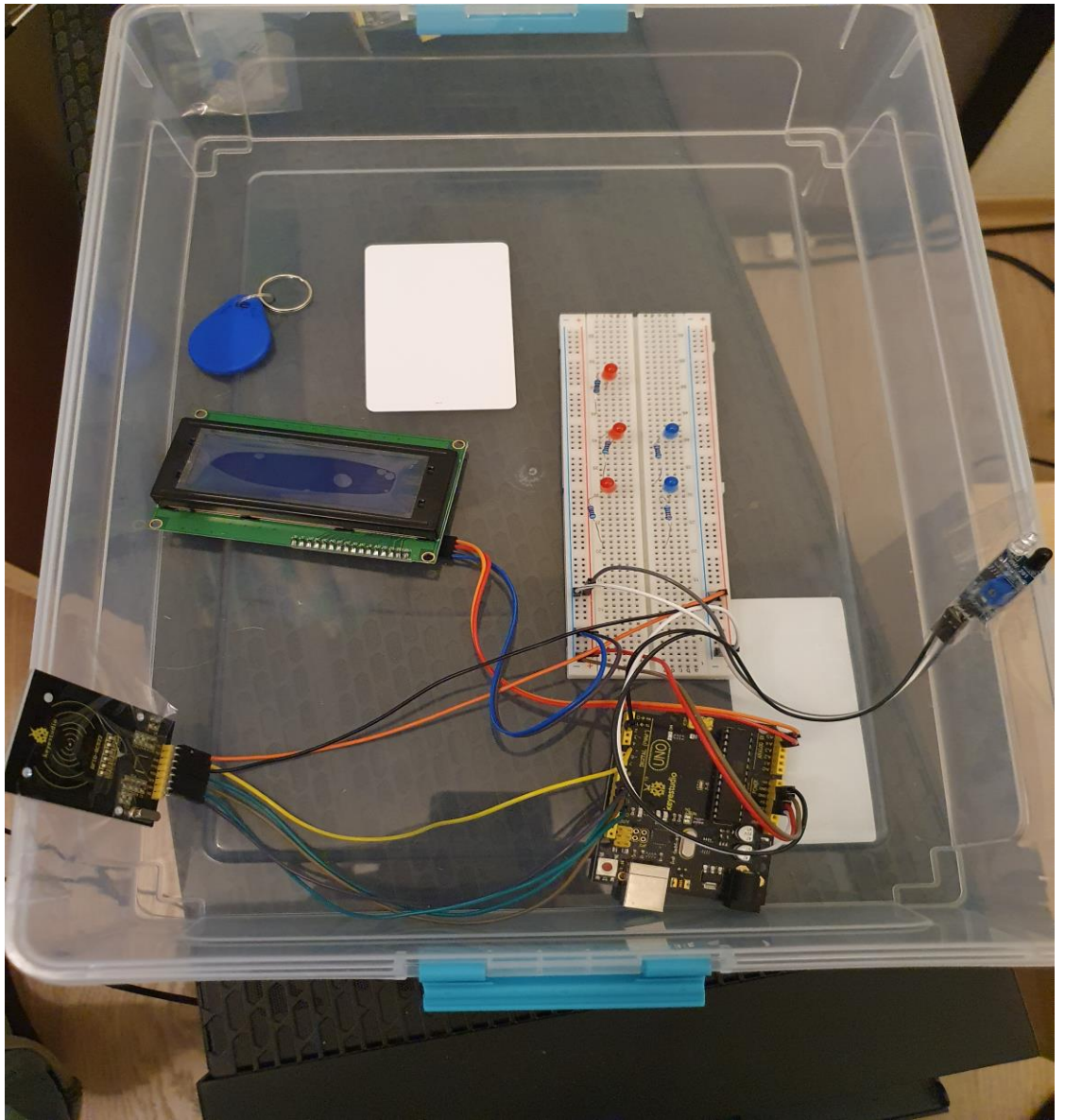


Рис 3.3.1 Зовнішній вигляд підключення

В прототипі використана макетна плата, яка підвищує зручність підключення, на неї виведені живлення та земля. Буде наведено інформацію про піни, що використані і що до них підключено:

- A4 – SDA LCD екрана.
- A5 – SCL LCD екрана.
- 2 пін – OUT YL – 63.
- 4 пін – RST RFID.
- 8 пін – NSS RFID.
- 11 пін – MOSI RFID.

- 12 піп – MISO RFID.
- 13 піп – SCK RFID.
- 3,6,7,A0,A1 – діоди.

3.4 Висновки розділа

В ході розділа було розроблено робочий прототип системи, розроблено безпосередньо веб сервер для збору інформації, описано особливості програмного коду, описано і підбрано технічні засоби реалізації.

Висновки

В ході виконання дипломної роботи по темі “Застосування технології RFID для автоматизації парковок торговельно - розважальних центрів” було виконано аналіз наявних на ринку рішень, перегляд проектів та досвіду, розроблено робочий прототип який виконує функції, вироблено алгоритми роботи системи, розглянуто технологію RFID. Розроблена система представляє основний функціонал, який потрібен бути у сучасній системі за допомогою розроблених алгоритмів.

Аналіз систем від 3 провідних виробників з різних країн, показав сильні і слабкі сторони цих проектів. Кожен виробник має свою техніку так і програмне рішення. Один з виробників представляв не повний комплекс автоматизації паркування, а лише її складову, яка була реалізована за допомогою дуже технологічного пристрою і мала потужну веб частину. Інші ж системи були повноцінні і досить схожі. Аналіз дав змогу поставити цілі, які вирішуватиме майбутня система.

Розробка прототипу та алгоритмів була виконана у відповідності з задачами, що потрібно вирішувати. Було розроблено власноруч і описано, алгоритми наступних систем:

- Індикації вільних місць.
- Пропуск за допомогою RFID.
- Онлайн моніторинг та збір статистики на веб – сервер.
- Інформування водіїв.
- Пошук авто.

Наступним кроком після розробки було виконано практичну реалізацію та написання програмного коду. Практична реалізація включила в себе таку апаратуру:

- Контролер Arduino.
- LCD дисплей.

- Датчик присутності авто.
- RFID модуль.
- Мережева плата.

Кожен пристрій було оглянуто та описано його можливості, було описано підключення пристроїв до контролера та їх функціональні особливості.

Програмна реалізація була виконана на двох мовах програмування Arduino C та Ruby. При реалізації були використані сучасні бібліотеки та фреймворки. Було розроблено веб – сервер для моніторингу, а також програмне забезпечення для контролера.

Перелік використаних джерел

1. RFID-технологии на службе вашего бизнеса / за ред. Н. Троїцький Москва: Альпіна Паблішер, 2007. 288 с.
2. Финкенцеллер К. Rfid-технологии : довідник. Київ, 2016 р. 167 с.
3. Ли П. Архитектура интернета вещей : монографія. Київ, 2018 р. 456 с.
4. Грингард С. Интернет вещей. Будущее уже здесь : монографія. Прага, 2017 р. 188 с.
5. Кранц М. Интернет Речей. Нова технологічна революція. : монографія. Київ, 2017 р. 240 с.
6. Локотков, А. Интерфейсы последовательной передачи данных. Стандарты RS-422/RS-485 : довідник. Москва, 1997 р. 420с.
7. Боксал Д. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects: довідник. Нью Йорк, 2013 р. 181 с.
8. Санчес Х., Кантон М. Microcontroller Programming: довідник. Нью Йорк, 2017 р. С. 563 – 575.
9. Обзор модуля RC522 RFID : веб-сайт. URL <https://robotchip.ru/obzor-modulya-rc522-rfid/> (Дата звернення 25.03.2021)
10. Getting Started with Arduino MEGA2560: веб-сайт. URL: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560>(дата звернення 25.03.2021)
11. Функции ардуино веб-сайт. URL: <https://arduino-diy.com/arduino-Ispolzuyem-funksii-delay-i-millis-pravilno> (дата звернення 30.03.2021)
12. Ардуино: оптический датчик препятствия: веб-сайт. URL: <https://robotclass.ru/tutorials/arduino-proximity-sensor/> (дата звернення 01.04.2021)
13. Ethernet Shield и Arduino: веб-сайт. URL: <https://arduino-diy.com/arduino-ethernet-shield-osnovi>(дата звернення 03.04.2021)
14. Подключение LCD2004А к Arduino: веб-сайт. URL: <https://kbss.ru/blog/arduino/360>(дата звернення 04.04.2021)
15. Внешнее питание ардуино: веб-сайт. URL: <https://hobbytech.com.ua/%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-arduino/> (дата звернення 07.04.2021)
16. Широтно-импульсная модуляция и Ардуино: веб-сайт. URL: <https://arduinoplus.ru/arduino-shim/> (дата звернення 08.04.2021)

17. Подключение трехцветного светодиода к Arduino: веб-сайт. URL: <https://microkontroller.ru/arduino-projects/podklyuchenie-trehczvetnogo-svetodioda-k-arduino-uno/> (дата звернения 12.04.2021)
18. Arduino MEGA: веб-сайт. URL: <https://ru.scribd.com/document/135341509/Arduino-MEGA> (дата звернения 15.04.2021)
19. Технология RFID, метки, ридеры и ее применение веб-сайт: https://real-trac.com/ru/company/blog/princip_raboty_tehnologii_rfid_i_ee_primenenie/ (дата звернения 16.04.2021)
20. Радиочастотная идентификация RFID. Отличие активных и пассивных меток. веб-сайт: <https://1cab.ru/ab/news/VnedrenieRFIDtehnologiiidlyaavtomatizatsiiskladaiprovedeniyainventarizatsii/> (дата звернения 23.04.2021)
21. Руководство по интегрированной среде разработки Arduino веб-сайт: <https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/support/articles/000006321/boards-and-kits/intel-galileo-boards.html> (дата звернения 23.04.2021)
22. Как выбрать датчик для Arduino веб-сайт: <https://amperka.ru/page/kak-vybrat-datchik-dlya-arduino> (дата звернения 25.04.2021)
23. RFID модуль RC522 чтение запись веб-сайт: <http://arduino-kid.ru/blog/rfid-modul-rc522-chtenie-zapis> (дата звернения 26.04.2021)
24. Building a Simple Web Server with Sinatra: веб-сайт. URL: <http://arduino-kid.ru/blog/rfid-modul-rc522-chtenie-zapis> (дата звернения 26.04.2021)
25. Sinatra (software): веб-сайт. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sinatra_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sinatra_(software)) (дата звернения 23.04.2021)
26. Smart Parking: веб-сайт. URL: <https://www.akeparking.com/parkingsolutions/SmartParking/list/35.html> (дата звернения 16.05.2021)
27. Meshlium: веб-сайт. URL: <https://www.libelium.com/iot-products/meshlium/> (дата звернения 18.05.2021)
28. Smart Parking: веб-сайт. URL: <https://www.libelium.com/iot-solutions/smart-parking/> (дата звернения 17.05.2021)
29. Indoor PGS-Ultrasonic Series: веб-сайт. URL: <https://www.akeparking.com/parkingsolutions/indoorparkingguidance/UltrasonicSeries/list/37.html> (дата звернения 17.05.2021)
30. Projects: веб-сайт. URL: <https://circontrol.com/projects-and-mobility-emoobility/> (дата звернения 19.05.2021)
31. iPark: веб-сайт. URL: <https://circontrol.com/efficient-parking/parking-guidance-system/> (дата звернения 20.05.2021)

32. Main: веб-сайт. URL: <https://www.smartparking.com/> (дата звернення 17.05.2021)
33. IEEE: веб-сайт. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4368108> (дата звернення 18.05.2021)
34. Main: веб-сайт. URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560> (дата звернення 19.05.2021)
35. Arduino + Arduino Ethernet Shield + NFC Shield: веб-сайт. URL: <https://forum.seeedstudio.com/t/arduino-arduino-ethernet-shield-nfc-shield/16938> (дата звернення 21.05.2021)
36. RFID-RC522 + Hanrun Ethernet shield: веб-сайт. URL: <http://forum.amperka.ru/threads/rfid-rc522-hanrun-ethernet-shield.3851/> (дата звернення 08.04.2021)
37. Arduino + Arduino Ethernet Shield + NFC Shield: веб-сайт. URL: <https://forums.adafruit.com/viewtopic.php?f=31&t=37496/> (дата звернення 09.04.2021)
38. Библиотека SPI: веб-сайт. URL: <http://arduino.ru/Reference/Library/SPI> (дата звернення 10.04.2021)
39. Rfid: веб-сайт. URL: <https://github.com/miguelbalboa/rfid> (дата звернення 11.04.2021)
40. Гайд по использованию RFID-ридера MFRC522 вместе с Arduino: веб-сайт. URL: <http://wikihandbk.com/> (дата звернення 12.04.2021)
41. Arduino библиотека Wire: веб-сайт. URL: <https://all-arduino.ru/biblioteki-arduino/arduino-biblioteka-wire/> (дата звернення 13.04.2021)
42. Библиотека Wire: веб-сайт. URL: <https://doc.arduino.ua/ru/prog/> (дата звернення 14.04.2021)
43. IEEE 802.11TM wireless local area networks: веб-сайт. URL: <https://www.ieee802.org/11/> (дата звернення 15.04.2021)
44. MajorDoMo. URL: <https://mjdm.ru/> (дата звернення 16.04.2021)
45. Логічна модель даних. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Логічна_модель_даних (дата звернення 17.04.2021)
46. Physical data models. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/ida/9.1.1?topic=modeling-physical-data-models> (дата звернення 18.04.2021)
47. Logical data models. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/ida/9.1.2?topic=modeling-logical-data-models> (дата звернення 19.04.2021)
48. Conceptual Data Model. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/conceptual-data-model> (дата звернення 20.04.2021)
49. Проектування бази даних. URL: https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:89b3d175c06a6b137e410cb14821d0e94549ad5a/latest/44233/index.html (дата звернення 21.04.2021)

50. Інформаційні технології в менеджменті (управлінні). URL:
<https://stud.com.ua/62420/menedzhment/praktikum> звернення 22.04.2021)

Додаток А. Фрагменти коду програми

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//#include <Ethernet.h>
#define Motion2 2
//#define Motion3 3
#define UART Serial
int counter = 1;
long last_time;
uint32_t last_time1;
long firstTarif = 8000;
unsigned long secondTarif = 12000;
volatile boolean park1;
boolean condition;
//#define ETH Ethernet
//byte mac[]={0x33, 0x33, 0x33, 0x33, 0x33, 0x33};

// КОНТАКТЫ
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 5
//#define Diod 5

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);

// Разрешённый идентификатор Card UID
byte uidCard[4] = {0xC0, 0xEC, 0x02, 0x32};

void setup() {

    Serial.begin(9600);
    SPI.begin();
    UART.begin(9600);
    mfrc522.PCD_Init();
```

```

    lcd.init();                // Инициализация lcd
    lcd.backlight();
    /// digitalWrite(Diod, LOW);

    //if (ETH.begin(mac) == 0) {
    //  UART.println("Failed!");
    // }
    // else {
    //  UART.print("ip=");
    //  for (int k = 0; k < 4; k++) {
    //    UART.print(ETH.localIP()[k], DEC);
    //    UART.print(".");
    //  }
    //  UART.println();
    // }

    //attachInterrupt(1, MotionInfo, CHANGE); //обробник переривання
    pinMode(Motion2,INPUT);
  }

  //void MotionInfo(){
  // park1 = digitalRead( Motion2 );

  // if( park1 == LOW ){
  //   condition = LOW;
  //   Serial.println("dasdasd");

  //}

  ///if( park1 == HIGH ){
  //   condition = HIGH;
  //   Serial.println("art");

  //}

  //}
  //}

```

```

void loop() {
  if ( millis() - last_time1 >= 10000 ){
last_time1 = millis();
park1 = digitalRead( Motion2 );

    if( park1 == LOW ){
      condition = LOW;
      Serial.println("dasdasd");
      lcd.setCursor(0, 3);
      lcd.print("1 free");

    }
    if( park1 == HIGH ){
      condition = HIGH;
      Serial.println("art");
      lcd.setCursor(0, 3);
      lcd.print("0 free");

    }

  }

  // if ( condition == HIGH ){
  //   lcd.setCursor(0, 3);
  //   lcd.print("1 free");
  // }
  // if ( condition == LOW ){
  //   lcd.setCursor(0, 3);
  //   lcd.print("0 free");
  // }
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()){
    return;
  }
  // чтение
  if ( !mfrc522.PICC_ReadCardSerial() ) {

```

```

return;
}

for (byte i = 0; i < 4; i++) {
// Если идентификатор не совпадает с заданным номером
if (uidCard[i] != mfrc522.uid.uidByte[i]) {
Serial.println("У вас нет доступа");
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Denied"); // Выводим текст
delay(3000);
lcd.clear();
return;

}

}

Serial.println("dsada");
Serial.println(counter);
Serial.println(counter);
lcd.setCursor(0, 0); // Устанавливаем курсор в начало 0 строки
lcd.print("Pass "); // Выводим текст
Serial.println(counter);
delay(3000);
last_time = millis();
Serial.println("go");
if ( counter %2 == 0 ) {
Serial.println(counter);

if ( secondTarif > millis() - last_time > firstTarif);{
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("GB, pay 10$");
delay(3000);
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print(" ");
Serial.println("go pay");
Serial.println(counter);
lcd.clear();
}
}

```

```

        if ( millis() - last_time > secondTarif) {
            lcd.setCursor(0, 2);
            lcd.print("GB, pay 20$");
            delay(3000);
            lcd.setCursor(0, 2);
            lcd.print("    ");
            Serial.println("go pay 2");
            lcd.clear();
        }
        //lcd.clear();

    }
    delay(3000);
    counter++;
}

require 'sinatra'
require_relative 'services/park_service.rb'

get '/park/:card_id' do
    park_service = Services::ParkService.new(@user)
    park_service.call
end

get '/unpark/:card_id' do
    park_service = Services::UnparkService.new(@user)
    park_service.call
end

before do
    define_user
end

def define_user
    @user = Users.find_by(card_id: params[:card_id])
    raise "Invalid card ID" unless @user
end

module Services

```

```

class ParkService
  def initialize(user)
    @user = user
  end

  def call
    user.tickets.create(park_time: Time.now, status: :parked)
    {parked: true, card_id: user.card_id}
  end

  private

  attr_reader :user
end

module Services
  class UnparkService
    PRICE_PER_MINUTE = 1.freeze

    def initialize(user)
      @user = user
    end

    def call
      last_ticket = user.tickets.where(status: :parked).last
      cost = calculate_price(last_ticket)
      last_ticket.update(status: :unparked, cost: cost, unpark_time: Time.now)
      {parked: false, cost: cost, card_id: user.card_id}
    end

    private

    attr_reader :user

    def calculate_price(ticket)
      park_time = ticket.park_time
      parked_interval = Time.now - park_time # in seconds
      parked_interval * PRICE_PER_MINUTE / 60
    end
  end
end

```


Додаток Б. Презентація

ДИМПЛОМНА РОБОТА

НА ТЕМУ: «ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ RFID ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ПАРКОВОК ТОРГОВЕЛЬНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ»

ВИКОНАВ СТУДЕНТ ГРУПИ ІР-41: ЖИХАРЄВ ІЛЛЯ
МИКОЛАЙОВИЧ

КЕРІВНИК: ДОЦЕНТ, Д.Т.Н. КОЛЕСНИКОВ
ОЛЕКСІЙ ЄВГЕНОВИЧ

**ЗАГОЛОВО
К СЛАЙДА**

- **Об'єкт дослідження** – система IoT рішень для процесів автоматизованого паркування.
- **Мета роботи** - створення прототипу розумного паркування та методів і алгоритмів його роботи

Предметом дослідження є проектування, програмна, апаратна реалізація його функціонування, відгуки на події та зміни, та створення алгоритмів та архітектури самої системи.



АВТОМАТИЗАЦІЯ ПАРКУВАННЯ

- Автоматизована парковка - це цілий комплекс систем і рішень, що покликан вирішити цілу низку питань. Такий комплекс по суті являє собою розумну парковку в якій буде застосована система RFID для автоматизування всіх процесів, що пов'язані з паркуванням
- Автоматизація паркінгів відноситься безпосередньо до сфери автоматизування транспорту.

АКТУАЛЬНІСТЬ



По даним з відкритих джерел за останні 10 років кількість авто в Києві зросла на 40% і становить 1.06 млн авто.

Компанія Uber у своєму нещодавньому дослідженні показала, що в Києві на 1000 чоловік більше авто аніж в Нью-Йорку і ця цифра становить 362 авто на 1000 жителів, в Москві 306 авто на 1000 людей.



Система актуальна, адже багато населених пунктів мають проблеми з не правильним паркуванням, до того ж якщо паркінги є, то вони як правило застарілі і люди втрачають свій час. Алгоритми та функціонал на прикладі прототипа, що розроблені в дипломній роботі дозволяють зменшити ці проблеми.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

Важливо усвідомлювати, що рішень які працюють тільки з єдиною технологією RFID немає і всі автоматизовані паркінги це програмно - апаратні комплекси, які використовують і інші датчики для роботи всієї системи. Таким чином ми розуміємо, що надалі будуть розглядатися саме автоматизовані комплекси для паркування, а не просто системи пропуску з RFID. В ході аналізу ми будемо досліджувати цілі комплекси та окремі складові і надалі при розробці за допомогою висновків буде намагатися автоматизувати ті функції які доцільно автоматизувати.



- **«CirPark» від компанії CirControl**

В рамках управління паркуванням CirPark Scada працює з паркувальними контролерами і дозволяє отримувати, відображати, передавати, обробляти інформацію з наступного обладнання

- паркувальних датчиків
- Датчиків підрахунку транспорту
- Контролерів управління освітленням
- Станцій зарядки електромобілів
- Дозволяє складати плани паркувальних об'єктів (поверхові, розподіл на зони, прив'язка до місцевості і так далі)
- Створювати екрани візуалізації для оператора
- вести статистику



«SPP» ВІД КОМПАНІЇ LIBELIUM

Libelium не мають повноцінного рішення для покриття всіх потреб розумного паркінгу, але розробки компанії потребують розгляду, адже вони виконані дуже сучасно і мають потужний користувацький інтерфейс.

Компанія пропонує систему моніторинга вільних місць з бездротовим з'єднанням по LoraWan.

По завіренням виробника встановлення системи таких датчиків має багато плюсів:

- Зменшення об'єму трафіка на 8%
- Зменшення викидів на 40%
- Зменшення відстані, що проїде авто у пошуку місця для паркування на 40%
- Зменшення трати часу на 43%



ЗАДАЧІ

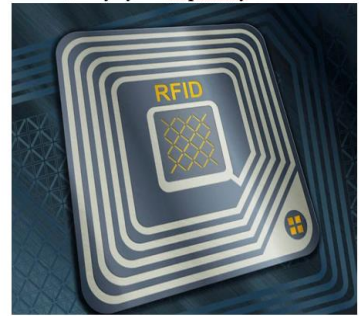
Мегаполіси потребують значної модернізації паркувальних майданчиків, автоматизовані паркінги повині мати одразу декілька переваг:

- Поліпшення зручності паркування
- Підвищення енергоефективності
- Зменшення обслуговування
- Автоматизація
- Ведення обліку
- Збільшення пропускної спроможності
- Збільшення екологічності

RFID

Важливо перейти до технології, що буде використана для ідентифікації клієнтів та їх доступу на парковку. Потрібно рішення яке буде задовольняти одразу декілька наших вимог, як:

- Надійність
- Легкість в використанні
- Невисока ціна
- Довговічність
- Мінімальне обслуговування

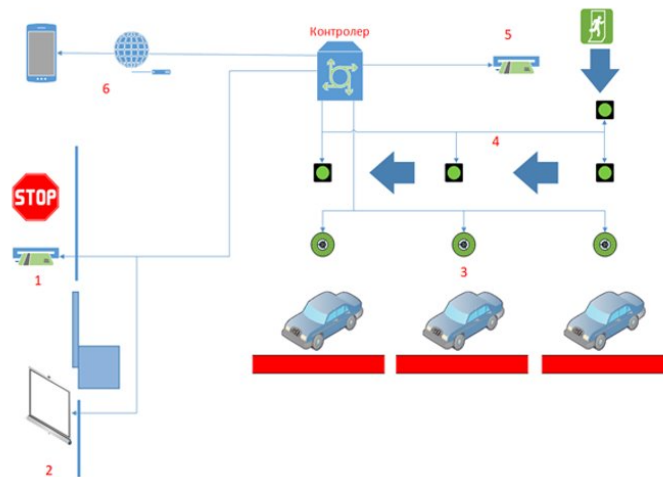


RFID – це Радіочастотне розпізнавання. Технічна сторона технології досить не складна і за рахунок цього надійна. В системі є дві основні частини це – мітка та передавач. Сама ж мітка в собі має антену та та мікрочип. Антена в пасивній мітці ловить електромагнітні волни, що випромінює передавач і перетворює

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ

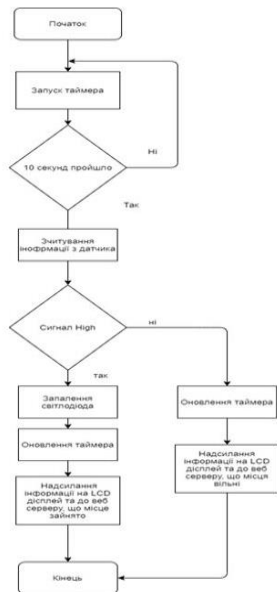
- Пропуск за допомогою RFID – Функція, що забезпечує доступ до території паркінгу за технологією RFID. Для функціонування потрібен зчитувач Rfid карт. Ця функція має за мету безпеку, надання статистики та зручний пропускний режим.
- Ідникація вільних місць - Показує водіям вільні місця за допомогою світлодіодів та екрану LCD, веб - сторінки моніторингу. Ця функція потребує для роботи наявність датчиків присутності, що суміщенні одночасно з світлодіодами та LCD дисплея.
- Онлайн моніторинг та збір статистики на веб - сервер - дозволяє клієнтам паркінгу та обслуговуючому персоналу переглядати показники паркінга у реальному часі.
- Інформування водіїв - показує іноформацію чи можливий проїзд, інформує про вільні місця
- Пошук авто - клієнт прикладає картку RFID до зчитувача, світлодіоди відображать клієнту шлях до його автомобіля.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛУ



1. RFID рідер –RFID – рідер, що виконує пропуск автовок.
2. Екран, що інформує водіїв про поточну зайнятість паркінгу, а також у разі виїзду інформує про оплату.
3. Над кожним паркувальним місцем розташовано датчик присутності, що суміщен з світловим індикатором, для простоти пошуку парковочного місця.
4. Система пошуку авто на паркінгу, це дозволяє швидко прокласти маршрут за допомогою світлових приладів до свого парко-місця.
5. Окремий RFID – рідер для системи пошуку авто.
6. Система має віддалений моніторинг та збір статистики, у вигляді веб сервера.

1.Алгоритм Індикації місць

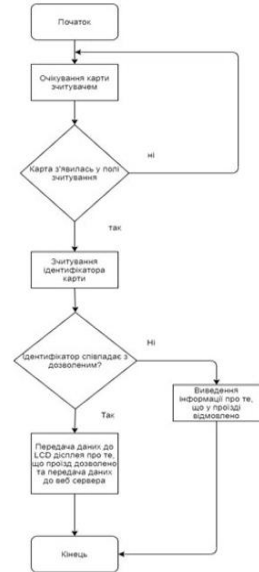


АЛГОРИТМИ

2.Алгоритм пошуку авто

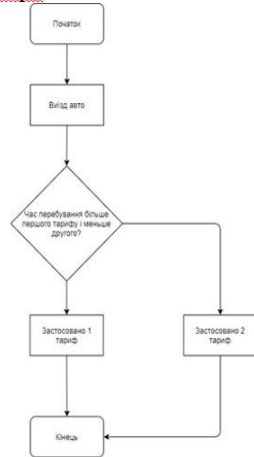


3.Алгоритм RFID пропуску



АЛГОРИТМИ

4. Алгоритм гнучких тарифів

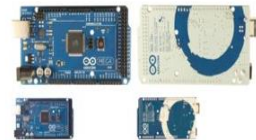


5. Алгоритм запису часу



РОЗРОБКА

- Система розроблена на базі контролера Arduino, модуля rfid, оптичного датчика перепоп, ethernet shield, lcd екрана, світлодіодних поркажчиків

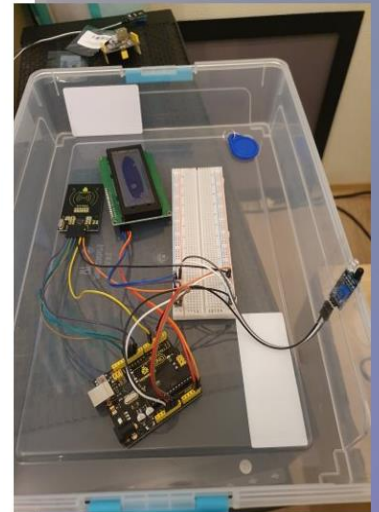
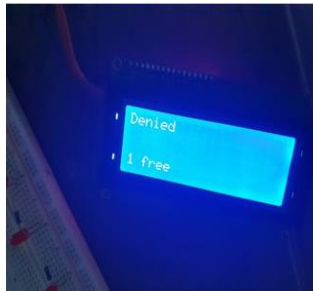


РОЗРОБКА

Загальний вид працюючого прототипа системи автоматизованого паркування та скріншоти роботи



```
curl http://localhost:4567/park/23?token=1234  
{  
  "status": "success",  
  "message": "Card 10 is valid",  
  "data": {  
    "card": "10",  
    "token": "1234",  
    "expired": true,  
    "cost": "10",  
    "free": "1" }  
}
```



ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи по темі "Застосування технології RFID для автоматизації парковок торговельно - розважальних центрів" було виконано аналіз наявних на ринку рішень, перегляд проектів та досвіду, розроблено робочий прототип який виконує функції, вироблено алгоритми роботи системи, розглянуто технологію RFID. Розроблена система представляє основний функціонал, який потрібен бути у сучасній системі за допомогою розроблених алгоритмів.

Розробка прототипу та алгоритмів була виконана у відповідності з задачами, що потрібно вирішувати. Було розроблено власноруч і описано алгоритми наступних систем:

- Індикації вільних місць.
- Пропуск за допомогою RFID.
- Онлайн моніторинг та збір статистики на веб – сервер.
- Інформування водіїв.
- Пошук авто.

Наступним кроком після розробки було виконано практичну реалізацію та написання програмного коду. Практична реалізація включила в себе таку апаратуру:

- Контролер Arduino.
- LCD дисплей.
- Датчик присутності авто.
- RFID модуль.
- Мережева плата.

Програмна реалізація була виконана на двох мовах програмування Arduino C та Ruby. При реалізації були використані сучасні бібліотеки та фреймворки. Було розроблено веб – сервер для моніторингу, а також програмне забезпечення для контролера.