МІНІСТРЕСТВО 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
_____2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

за спеціальністю 171 «Електроніка» освітньо-професійної програми «Електронні інформаційні системи»
на тему « Система контролю та керування доступом за допомогою RFID»

здобувача групи ЕП-01 Нечетова Євгенія Олеговича
(шифр групи) *(прізвище, ім'я, по батькові)*

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

_____ Євгеній НЕЧЕТОВ
(підпис) *(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)*

Керівник асистент кафедри ЕЗПФ,
канд. фіз.-мат. наук, _____ Андрій ЛОГВИНОВ

Суми - 2024

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

Л.В.Однодворець

«01» травня 2024 року

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Нечетова Євгенія Олеговича

Тема роботи: **«СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ ЗА ДОПОМОГОЮ RFID»**

затверджена наказом СумДУ від «24» квітня 2024 р., № 0417-VI

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи: 24 травня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи (актуальність, мета):

Системи контролю і управління доступом (СКУД) з використанням технології RFID залишаються надзвичайно актуальними на сьогоднішній день завдяки їхній високій ефективності, зручності та безпеці. Вони забезпечують автоматизований контроль доступу, що значно підвищує рівень захисту об'єктів, дозволяючи лише авторизованим особам потрапляти у певні зони. Це також сприяє зниженню витрат на охорону та адміністративний персонал, оскільки більшість процесів автоматизовані. СКУД з RFID швидко і безконтактно ідентифікують користувачів, що прискорює проходження через контрольні точки і підвищує загальну ефективність роботи підприємств. Метою роботи було: огляд СКУД та техноглогій RFID (історія, принцип роботи, актуальність) і побудова автономного приладу, як складової СКУД для зчитування RFID-міток з схемою підключення та переліком всіх компонентів, їх призначенням та характеристиками, а також окремою схемою роботи приладу.

4. Зміст текстової частини роботи (перелік питань, які необхідно розробити):

1. Системи контролю та керування доступом.
2. Технологія RFID.
3. Система контролю та керування доступом за допомогою RFID з резервним

живленням.

4. Висновки.

5. Список використаних джерел.

6. Схема роботи приладу.

5. Перелік графічного матеріалу для презентації:

Слайди № 1-2. Вступ.

Слайди № 3-5. Система контролю та керування доступом.

Слайд № 6. Технологія RFID.

Слайд № 7. RFID-мітка.

Слайди № 8-9. RFID-зчитувач.

Слайд №10. Система контролю та керування доступом за допомогою RFID з резервним живленням.

Слайд №11. Схема системи контролю та керування доступом за допомогою RFID з резервним живленням.

Слайд №12. Схема принципу роботи приладу.

Слайд №13. Висновки.

Слайд №14. Список використаних джерел.

6. Дата видачі завдання 01.05.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка про стан вик. роботи
1.	Аналіз літературних даних	до 07.05.2024 р.	*вик.*
2.	Проведення вимірювань, моделювання, розрахунків, обробка результатів	до 22.05.2023 р.	*вик.*
3.	Оформлення тексту кваліфікаційної роботи	до 26.05.2023 р.	*вик.*
4.	Попередній захист роботи	31.05.2024 р., 10-00, онлайн	*вик.*
5.	Захист кваліфікаційної роботи	04.06.2024 р., 10-00, онлайн	

Здобувач вищої освіти Євгеній НЕЧЕТОВ

Керівник Андрій ЛОГВИНОВ

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота викладена на 35 сторінках, зокрема, містить 13 рисунків, 7 таблиць, список використаних джерел із 15 найменувань.

Актуальність роботи полягає у тому, що використання RFID технологій дозволяє значно підвищити рівень безпеки об'єктів, забезпечуючи точну ідентифікацію і контроль доступу лише авторизованих осіб, що завжди є буде залишатися важливим аспектом нашого повсякдення. Система дозволяє автоматизувати і спростити процеси входу та виходу з територій, що зменшує потребу в людських ресурсах та скорочує час на перевірки. RFID-технології забезпечують високошвидкісне розпізнавання і зчитування даних, мінімізуючи помилки, які можуть виникати внаслідок людського фактора. Такі системи дозволяють вести детальний облік відвідувань та пересування осіб, що може бути корисним для аналізу та оптимізації робочих процесів, а також для запобігання несанкціонованому доступу.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра полягає в комплексному дослідженні, розробці, впровадженні та оцінці системи контролю та керування доступом за допомогою RFID, щоб підвищити рівень безпеки та ефективності управління доступом.

Під час виконання роботи була використана методика будування СКУД на основі RFID. Ця комплексна методика дозволяє глибоко вивчити тему, розробити ефективну систему контролю доступу та оцінити її практичну цінність.

У результаті кваліфікаційної роботи було вивчено основи СКУД та RFID технологій. Розглянуто принцип роботи RFID, включаючи RFID-мітки, зчитувачі, антени та програмне забезпечення. Практично продемонстровано приклад побудови СКУД на базі RFID з резервним живленням.

Ключові слова: СКУД, RFID-мітка, RFID-зчитувач, схема підключення модулів.

ЗМІСТ

С.
ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1 СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ 7
1.1 Загальний опис СКУД 7
1.2 Типи СКУД 9
1.3 Переваги і недоліки СКУД 10
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЯ RFID 12
2.1 Загальний опис RFID 12
2.2 Історія виникнення RFID 13
2.3 Будова RFID систем 15
2.3.1 RFID-мітка 15
2.3.2 RFID-зчитувач 19
2.3.3 Програмне забезпечення для RFID-системи 23
РОЗДІЛ 3 СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ ЗА ДОПОМОГОЮ RFID З РЕЗЕРВНИМ ЖИВЛЕННЯМ 25
3.1 Загальний опис пристрою 25
3.2 Вибір модулів для побудови пристрою 25
3.2.1 Arduino Uno 27
3.2.2 RFID-зчитувач RC522 28
3.2.3 Підвищуючий DC-DC перетворювач 30
3.3 Схема підключення модулів 29
ВИСНОВКИ 33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 34

ВСТУП

У наш час, де інформація та ресурси стають все ціннішими, зростає значення систем безпеки та контролю доступу в різних сферах, починаючи від корпоративних офісів та закінчуючи промисловими об'єктами та громадськими приміщеннями. Забезпечення безпеки та ефективного керування доступом стає важливим завданням для організацій та установ. Ці системи не лише визначають, хто має доступ до певних об'єктів чи інформації, але й забезпечують механізми контролю, моніторингу та реагування на потенційні загрози.

Системи контролю та керування доступом дозволяють організаціям та установам ефективно керувати фізичним доступом до будівель, приміщень, комп'ютерних систем та інших ресурсів. Вони забезпечують ідентифікацію осіб, авторизацію прав доступу та аудиторський контроль, що важливо для забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації та ресурсів.

Одним з передових інструментів у сфері контролю та керування доступом є технологія RFID (Radio-Frequency Identification) виявляється однією з найбільш перспективних та ефективних у цьому контексті. Використовуючи радіочастотні мітки та читачі, системи RFID забезпечують швидку та надійну ідентифікацію об'єктів та осіб, що зменшує час на проходження контрольних точок і підвищує загальну ефективність системи.

У цьому дослідженні ми розглянемо різноманітні аспекти систем контролю та керування доступом, їх роль у сучасному світі, переваги використання технології RFID, а також виклики та можливості, що стоять перед ними. Занурившись у цю тему, ми зможемо краще зрозуміти, як сучасні технології допомагають забезпечити безпеку та ефективність у нашому житті та роботі.

РОЗДІЛ 1

СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ

1.1 Загальний опис СКУД

Система контролю та керування доступом або СКУД (англ. Physical Access Control System, PACS), є важливою компонентою безпеки для багатьох організацій, будівель та промислових об'єктів. Вона призначена для забезпечення обмеженого доступу до певних зон, приміщень або ресурсів, контролюючи та реєструючи рух людей. СКУД може використовуватися для захисту від несанкціонованого доступу, ведення обліку робочого часу та підвищення загальної безпеки об'єкту.

Рисунок 1.1 – Приклад інтерфейсу програми для СКУД [1]

Однією з ключових переваг СКУД є можливість централізованого керування. Адміністратори можуть легко налаштовувати права доступу, створювати різні рівні доступу для різних користувачів, вести журнали доступу та отримувати повідомлення про незвичайну активність. Багато сучасних систем СКУД також інтегруються з іншими системами безпеки, такими як системи відеоспостереження

або системи виявлення вторгнень, що забезпечує комплексний підхід до безпеки об'єкту.

Системи контролю та управління доступом (СКУД) використовують різноманітні технології для забезпечення безпеки та управління доступом до приміщень:

1. RFID (Radio Frequency Identification): ця технологія дозволяє використовувати бездротові технології для ідентифікації та доступу. Картки, брелоки або навіть мобільні пристрої можуть бути обладнані RFID-чіпами, які можуть бути скановані для доступу до приміщень.

2. Біометричні системи: Такі системи використовують біометричні ознаки, такі як відбитки пальців, розпізнавання обличчя, сканування радужки ока тощо, для ідентифікації осіб. Це дозволяє використовувати унікальні фізичні характеристики для контролю доступу.

3. Клавіатурні кодові замки: Ці замки вимагають введення спеціального коду для доступу до приміщення.

4. Системи відеоспостереження: використовуються для моніторингу зон доступу та ведення запису подій.

5. Системи управління доступом через мобільний додаток: ці додатки дозволяють користувачам використовувати свої мобільні пристрої для отримання доступу до приміщень через Bluetooth або Wi-Fi з'єднання.

6. Інтеграція з системами безпеки: СКУД може бути інтегрована з іншими системами безпеки, такими як системи відеоспостереження, пожежної сигналізації, щоб забезпечити комплексний підхід до безпеки приміщень.

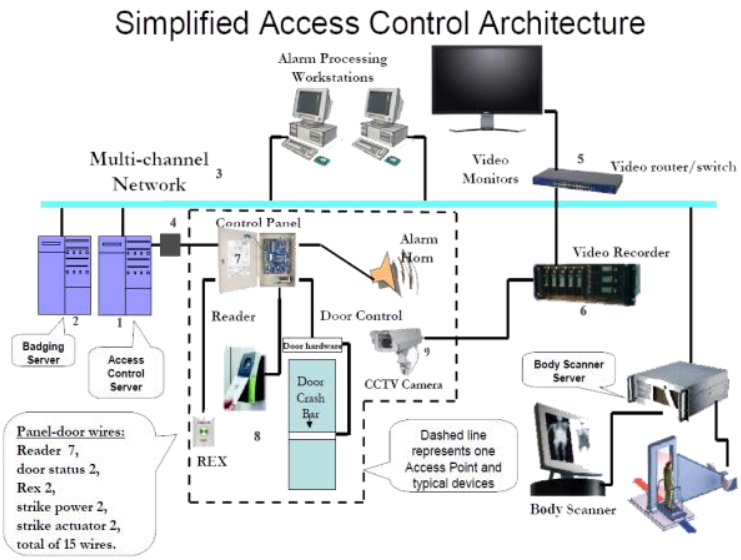


Рисунок 1.2 – Приклад архітектури СКУД [3]

Застосування СКУД може бути різноманітним, від офісних будівель і складських приміщень до лабораторій і медичних закладів. Вона допомагає зменшити ризик несанкціонованого доступу, викриває недоліки в системі безпеки та дозволяє швидко реагувати на потенційні загрози. Загалом, СКУД є важливим інструментом для забезпечення безпеки та контролю доступу в сучасному світі [2].

1.2 Типи СКУД

Існує два основних типи систем контролю і управління доступом (СКУД) - централізовані та автономні.

У централізованих системах управління всі дані та параметри керуються з одного центрального пункту керування або сервера. Керування доступом, моніторинг, аналітика та звіти зазвичай обробляються централізовано. Це дозволяє забезпечити великий рівень контролю та управління доступом у великих організаціях з розгалуженою інфраструктурою.

В автономних системах рішення про контроль доступу приймається на місці, без необхідності централізованого керування. Кожний пристрій, такий як зчитувач карток або біометричний пристрій, може мати вбудовану базу даних, що містить

інформацію про дозволених користувачів. Автономні системи часто використовуються в невеликих або розподілених об'єктах, де немає потреби в централізованому керуванні [4].

Обидва типи систем мають свої переваги і недоліки, і вибір між ними зазвичай залежить від конкретних потреб і характеристик організації чи об'єкта.

1.3 Переваги і недоліки СКУД

Система контролю та керування доступом (СКУД) має свої переваги і недоліки, які варто враховувати при її впровадженні:

Таблиця 1.1

Переваги	Недоліки
1. Збільшення безпеки: СКУД дозволяє ефективно контролювати доступ до зон або ресурсів, що забезпечує захист від несанкціонованого доступу та знижує ризик інцидентів безпеки.	1.Витрати на впровадження: встановлення та налагодження системи СКУД може бути витратним завданням, особливо для великих організацій або об'єктів з складною інфраструктурою.
2.Централізоване керування : адміністратори можуть легко керувати правами доступу, миттєво блокувати або скасовувати доступ користувачів, а також вести облік та аудит доступу з централізованої консолі керування.	2.Потреба в технічній підтримці: СКУД вимагає постійного технічного обслуговування та підтримки для забезпечення безперебійної роботи, виявлення та усунення можливих несправностей.
3.Гнучкість налаштувань: СКУД дозволяє налаштовувати права доступу для різних груп користувачів, встановлювати розклади доступу,	3.Ризик втрати даних: як і будь-яка інша система зберігання даних, СКУД піддається ризику втрати чи компрометації інформації про

обмежувати доступ до певних зон у певний час тощо.	користувачів, що може призвести до серйозних проблем з безпекою.
4.Покращення обліку робочого часу: СКУД може використовуватися для автоматичного обліку робочого часу співробітників, що спрощує процес оплати праці та управління робочим графіком.	4.Потенційні проблеми з приватністю: використання біометричних даних чи персональних інформаційних даних для ідентифікації може створювати проблеми з приватністю та порушенням прав користувачів.
5.Інтеграція з іншими системами безпеки :сучасні системи СКУД можуть інтегруватися з іншими системами безпеки, такими як системи відеоспостереження чи системи виявлення вторгнень, що підвищує загальну ефективність безпеки об'єкту.	5.Вразливість перед кібератаками: СКУД може бути вразливою перед кібератаками, такими як зламання системи або використання вразливостей програмного забезпечення для незаконного доступу.

Загалом, СКУД є потужним інструментом для забезпечення безпеки та контролю доступу, але вона також має свої власні виклики та обмеження, які потрібно враховувати при впровадженні та експлуатації.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЯ RFID

2.1 Загальний опис RFID

RFID (англ. Radio Frequency IDentification), що в перекладі означає "радіочастотна ідентифікація". Входить до групи технологій, які автоматично ідентифікують об'єкти та збирають про них дані, що відомі як AIDC (англ. Automatic Identification and Data Capture) – "автоматична ідентифікація та збір даних". Ці технології дозволяють отримувати дані про об'єкти та вводити їх в комп'ютерні системи без прямого втручання людини.

Принцип роботи полягає в наступному: Коли мітка з об'єктом потрапляє в зону зчитування рідера, зчитувач надсилає сигнал тегу для передачі інформації. Мітки можуть містити різноманітну інформацію про об'єкти, до яких вони прикріплені, таку як серійні номери, часові мітки, інструкції з конфігурації та інше. Після отримання даних тегу, зчитувач передає їх до контролера через стандартний мережевий інтерфейс. Після цього контролер може використовувати цю інформацію для різних цілей, наприклад, для інвентаризації об'єкту у базі даних або для управління об'єктом на конвеєрній системі [5].

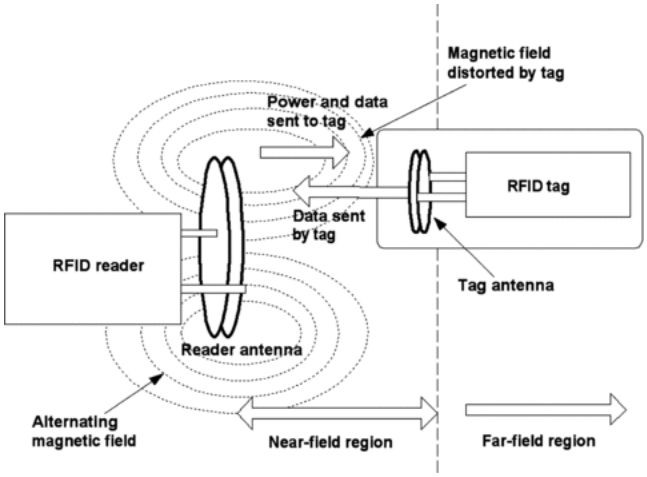


Рисунок 2.1 – Принцип роботи RFID [6]

Однією з ключових відмінностей між NFC та іншими категоріями RFID є значно менший діапазон зчитування у міток NFC. На відміну від інших типів RFID, які можуть зчитувати цілі піддони міток одночасно, мітки NFC потрібно зчитувати поодинці.

2.2 Історія виникнення RFID

Початкові дослідження з радіочастотної ідентифікації (RFID) почалися в 1940-х роках. В цей період було розроблено та випробувано системи для ідентифікації літаків під час Другої світової війни. Одним із ранніх прикладів було використання технології "Ідентифікації через радіохвилі" (Radio Frequency Identification) для розпізнавання дружніх літаків.

Перша реєстрація патенту на технологію RFID належить Мартіну Куперу від IBM у 1973 році.У цьому ж році в Дослідницькій лабораторії Лос-Аламоса відбулася перша демонстрація сучасних RFID-чіпів, які використовують ефект зворотного розсіювання. Ці чіпи можуть бути як активними, так і пасивними. Під час демонстрації використовувався портативний пристрій, який працював на частоті 915 МГц з 12-бітними мітками. У 1983 році Чарльз Уолтон отримав патент на винахід пасивного RFID тега. Дана система продовжує використовується в сучасних домофонах. Для ілюстраціївінвставив тег RFID у карту і встановив зчитувач на двері. Двері автоматично відчиняться, якщо зчитувач зможе визначити та перевірити картку [7].

Крім того, у 1970-х роках Національні лабораторії Лос-Аламоса почали розробляти систему надійного та безпечного відстеження транспортування ядерних матеріалів. Система включала різноманітні зчитувачі та транспондери, прикріплені до транспортних засобів, що перевозили матеріали. Це дозволяло ідентифікувати вантажівку в різних точках маршруту.

У 1980-1990-і роки технологія RFID зазнала значного розвитку і знайшла своє застосування в різних сферах. Компанії почали активно використовувати RFID для відстеження та контролю за запасами. Вбудовані RFID-мітки дозволяли

автоматизувати процеси інвентаризації та відстежувати рух товарів вздовж ланцюжка постачання. У автомобільній промисловості RFID почали використовуватися для ідентифікації та відстеження автодеталей під час виробництва та логістики.

В 1987 році було впроваджено першу платну дорогу із використанням RFID технології. Ця система широко використовується і у наші дні.

До 1990-х років дослідження у сфері RFID в основному спрямовувалися на роботу з низькочастотними системами через їх більшу доступність за ціною. Проте переваги використання високочастотних систем стали очевидними на початку 1990-х років. Фірма IBM проводила ряд експериментів у цьому напрямку.

До 2000 року було подано понад тисячу патентів, пов'язаних з технологією RFID. У 2015 році обсяг ринку RFID технологій оцінили в 26 мільярдів доларів США, порівняно з майже 2 мільярдами у 2005 році. Протягом 10 років ринок зріс на 24 мільярди.

Рисунок 2.2 – Стадії розвитку RFID

Експерти передбачають, що популярність цієї технології буде триматися щонайменше протягом наступних 20 років. Тому не дивно, що наразі вона активно використовується у різних сферах нашого життя.

2.3 Будова RFID систем

Комплекс RFID має такі складові, які виконують такі функції:

1. RFID-мітка - це ключовий елемент RFID системи, який містить унікальний ідентифікатор і внутрішню пам'ять для зберігання інформації.

2. RFID-зчитувач – виконує функцію передачі радіосигнала до міток, отримуючи зворотню інформація.

3. Антена – з’єднується з RFID-зчитувачем для посилання підсилення сигналів.

4. Програмне забезпечення для зчитувача - отримує і обробляє масу сигналів, що надходять від зчитувача, перетворюючи їх на зручні дані для користувача.

2.3.1 RFID-мітка

Більшість RFID-міток складаються з двох компонентів. Перший - інтегральна схема для зберігання та обробки інформації, модуляції та демодуляції радіочастотного сигналу та інших функцій. Другий - антена для прийому та передачі сигналу:

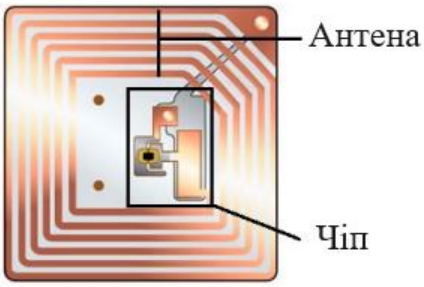


Рисунок 2.3 – Типова конструкція RFID-мітки

RFID-мітки можуть мати різні формфактори, які відрізняються за розміром, формою та способом закріплення.

Рисунок 2.4 – Формфактори RFID-міток [8]

Різні RFID-мітки підходять для використання у різних сферах діяльності. Від вибору конкретного типу міток залежить ефективність системи ідентифікації загалом.

Класифікувати RFID-мітки можна за декількома критеріями:

1. За типом живлення:

- Активні мітки: мають вбудований джерело живлення (батарею) і можуть надсилати сигнали на значну відстань.
- Пасивні мітки: не мають власного джерела живлення і активуються радіосигналом, відправленим зчитувачем.

2. За частотним діапазоном:

- Низькочастотні (LF) RFID-мітки: від 30 кГц до 300 кГц. Зазвичай системи LF RFID працюють на частоті 125 кГц. LF-мітки мають меншу швидкість зчитування і скорочений діапазон зчитування порівняно з UHF або HF мітками. Однак вони менш схильні до перешкод від рідин і металів через свою велику довжину хвилі. Це робить їх популярними у випадках, коли мітка RFID має бути прикріплена до металевої основи, наприклад, при інвентаризації пивних бочок або автомобілів. Основні хакарактеристики LF-міток занесено до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристики	
Відстань зчитування	близько 10 см
Швидкість передачі даних	9600 біт/сек
Об'єм пам'яті	32-1024 байти
Формфактор міток	Циліндри, капсули, диски, брелоки, безконтактні смарт-картки, браслети, корпусні мітки
Типи зчитувачів	Ручні зчитувачі, стаціонарні моноблокові або з виносною антеною, настінні,модулі.
Антиколізія	Є, але не у всіх типах RFID-міток

- Високочастотні (HF) RFID-мітки: від 3 до 30 МГц. Більшість систем HF RFID працюють на частоті 13,56 МГц HF-мітки характеризуються більшим діапазоном зчитування і великим обсягом пам'яті, що робить їх ідеальними для сорторування бібліотечних матеріалів або для використання у браслетах для відстеження у тематичних каталогах. У категорії HF RFID поширені смарт-етикетки, такі як мітки зв'язку ближнього радіусу дії (NFC). NFC є підкатегорією технології HF RFID: всі мітки NFC є мітками HF RFID, але не всі HF RFID мітки є NFC. NFC працює на 13,56 МГц і має різноманітні варіанти використання та реалізації порівняно з іншими категоріями RFID.

Таблиця 2.2

Характеристики	
Відстань зчитування	3 – 100 см
Швидкість передачі даних	4 Кбіт/сек
Об'єм пам'яті	8-16348 байт

Формфактор міток	Диски, безконтактні смарт-картки, брелоки,смарт-етикетки.
Типи зчитувачів	Ручні зчитувачі, стаціонарні моноблокові або з виносною антеною, настінні,модулі, RFID принтери
Антиколізія	Так

- Ультрависокочастотні (UHF) RFID-мітки: від 300 МГц до 3 ГГц. Системи RFID RAIN відповідають стандарту UHF Gen2 і використовують діапазон від 860 до 960 МГц. UF-мітки вважаються "частотою ланцюжка поставок", оскільки вони, як правило, є дешевшими за інші типи міток, але при цьому забезпечують хороші діапазони та швидкості зчитування. Загальні застосування включають відстеження товарів на рівні одиниць, управління запасами в роздрібній торгівлі та підвищення ефективності ланцюжка поставок.

Таблиця 2.3

Характеристики	
Відстань зчитування	10 – 400 см
Швидкість передачі даних	128 Кбит/сек
Об'єм пам'яті	64-1024 біт (ISO), 64 або 96 біт (EPC)
Формфактор міток	Корпусні мітки, смарт-етикетки
Типи зчитувачів	Ручні зчитувачі, стаціонарні моноблокові або з виносною антеною
Антиколізія	Так, розрізняє до 150 міток за одну секунду

3. За типом пам’яті:

- Мітки RW (англ. Read and Write) - це мітки, які мають ідентифікатор і блок пам'яті, які можна читати або записувати інформацію. Дані в них можна перезаписувати безліч разів, що дозволяє змінювати збережену інформацію без обмежень.

- Мітки WORM (англ. Write Once Read Many) - це мітки, які містять спеціальний ідентифікатор і блок пам'яті, який може бути записаний лише один раз, але читаний багаторазово.
- Мітки RO (англ. Read Only) - це мітки, інформація на яку записується лише один раз під час її створення. Такі пристрої використовуються переважно для ідентифікації. Нову інформацію записати в цю мітку не можна, і на практиці вони майже неможливо підробити.

4. За застосуванням:

- Логістичні RFID - для відстеження та управління інвентарем.
- Активні RFID - для відстеження та контролю руху великих об'єктів, таких як контейнери або транспортні засоби.
- Пасивні RFID - для відстеження менших об'єктів, таких як товари в магазинах або документи в офісі.

2.3.2 RFID-зчитувач

Один з найсуттєвіших елементів системи RFID - це зчитувач RFID. Цей пристрій відповідає за передачу, отримання і обробку сигналів від RFID-міток. Крім того, зчитувачі постачають енергію пасивним міткам. Зчитувач може одночасно обробляти дані з великої кількості міток, що перебувають у зоні зчитування. Функція антиколізії допомагає уникнути помилок під час одночасного зчитування даних з різних міток.

Процес комунікації між мітками та зчитувальними пристроями складається з кількох етапів. Спочатку передається енергія до пасивних міток (пробудження пасивних міток). Для цього вони використовують енергію радіохвиль, яка передається зчитувачем. Потім відбувається кодування та декодування інформації. Зчитувач та мітки взаємодіють за допомогою радіохвиль. Зчитувач ініціює комунікацію, відправляючи кодований сигнал. Мітка, що знаходиться у зоні зчитування, приймає цей сигнал і відповідає на нього. Зчитувач отримує та декодує

відповідний сигнал від мітки. Частота, що використовується для комунікації між міткою та зчитувачем, називається операційною частотою.

Останній етап - зчитування та запис інформації на мітки. Зчитування даних, записаних на мітки, є базовою функціональною можливістю зчитувача. Крім цього, зчитувач може записувати на мітки нову інформацію, встановлювати на них пароль доступу та деактивувати їх. Більшість RFID-зчитувачів передають зібрані дані для подальшої обробки на комп'ютер зі спеціальним програмним забезпеченням. Деякі моделі зчитувачів оснащені вбудованим комп'ютером та можуть обробляти інформацію в автономному режимі [9].

Зчитувачі RFID обов'язково мають антену для передачі та прийому радіочастотних сигналів. Антена може мати різні форми і налаштовується під конкретне середовище, в якому вона використовується. Основні характеристики антени зчитувача, такі як її підсилення, поляризація та пропускна здатність, визначають його ефективність. Зазвичай чим вище підсилення антени, тим більший діапазон зчитування. Поляризація допомагає забезпечити стабільну роботу системи в різних умовах. Пропускна здатність важлива для можливості використання зчитувача у різних частотних діапазонах, які використовуються в різних регіонах світу.

Мікропроцесор зчитувача обробляє інформацію, отриману від міток, і використовує вбудований алгоритм для управління конфліктами при одночасному зчитуванні декількох міток. Оскільки антиколізійні заходи мають бути реалізовані на рівні зчитувача, це одна з основних функцій мікропроцесора.

Практичний приклад роботи RFID-зчитувача можна пояснити так: у нас є один тег RFID з UID (англ. User identifier), що перекладається як "ідентифікатор користувача", який в нашому випадку має значення (B0 A5 8D 7C), і щоб зчитувач RFID міг отримати таку інформацію з тегу, його потрібно перетворити з шістнадцяткового значення на двійкове, як показано в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Конверсія UID з значенням = B0 A5 8D 7C	
Шістнадцяткове значення	Двійкове значення
B	1011
0	0000
A	1010
5	0101
8	1000
D	1101
7	0111
C	1100

Дані довжиною 32 біти передаються від тега до зчитувача у двійковій формі (1011 0000 1010 0101 1000 1101 0111 1100). Ці дані передаються на високій частоті (HF) 13,56 МГц, на якій працює наша система RFID [10].

В технології RFID інформація представлена командами управління та даними у двійковому форматі. Команди зазвичай подаються у вигляді послідовності двійкових даних, але іноді можуть мати унікальні модуляційні сигнатури. Дані кодуються та передаються через несучий сигнал за допомогою процесу, відомого як модуляція. Це необхідно для передачі даних через канал радіо зв'язку та координації спектра частот.

До основних характеристик RFID-зчитувача відносять:

1. Чутливість: дана характеристика вимірюється у децибелах міліватт (dBm) і вказує на мінімальний рівень потужності сигналу, який зчитувач може виявити. Зазвичай чутливість зчитувача від -80 до -115 дБм. Чим менше значення, тим більша чутливість.

2. Частотний діапазон: це діапазон частот, у яких працює зчитувач. Найбільш поширеними є HF (13,56 МГц), UHF (860-960 МГц) та LF (125-134 кГц). Різні регіони світу можуть використовувати різні частотні діапазони.

3. Вибірковість антени: здатність антени зчитувача розділяти сигнали від різних міток RFID в умовах змішаних радіочастотних середовищ. Виражається в рівні підсилення антени в різних напрямках та частотних діапазонах.

4. Динамічний діапазон: різниця між максимальним і мінімальним рівнями сигналу, які зчитувач може обробляти. Визначається в децибелах (dB) і вказує на ширину діапазону сигналів, які зчитувач може успішно виявляти і читати.

5. Інтерфейс зв'язку: спосіб зв'язку зчитувача з комп'ютером або іншими пристроями. Зазвичай це може бути USB, RS-232, Ethernet або бездротові технології, такі як Bluetooth або Wi-Fi.

За способом застосування RFID-зчитувачі можна розділити на дві основні категорії: стаціонарні та портативні.

а б в

Рисунок 2.5 – Приклади RFID-зчитувачів : а – ручний RFID-зчитувач; б та в – стаціонарні зчитувачі

Стаціонарні зчитувачі встановлюються на контрольних пунктах, наприклад, на входах, у місцях видачі товарів або на касових терміналах, де необхідно оперативно ідентифікувати велику кількість об'єктів у режимі реального часу.

Ручні зчитувачі призначені для автономної роботи. Вони мають вбудовану пам'ять для зберігання інформації, отриманої з міток. Хоча вони можуть бути менш потужними та ефективними у порівнянні зі стаціонарними аналогами, але завдяки високій мобільності вони мають більш широкий спектр застосувань [10].

2.3.3 Програмне забезпечення для RFID-системи

Для розробки програмного забезпечення для систем RFID часто використовуються різноманітні інструменти, такі як SDK (набори розробника програмного забезпечення) і API (інтерфейс програмного забезпечення), які забезпечуються виробниками зчитувачів. У додаток до цього, комплект для розробки часто включає готові тестові програми, які дозволяють провести тестування зчитувача і налаштувати необхідні параметри радіоінтерфейсу для реєстрації міток.

Програмне забезпечення для стаціонарних зчитувачів, які зазвичай працюють на невеликій відстані та підключаються через інтерфейс USB, зазвичай зв'язується з локальним програмним забезпеченням на комп'ютері. Тут обробляються результати реєстрації міток і надається інтерфейс для користувача. Програмне забезпечення для RFID може бути вбудоване безпосередньо в локальне програмне забезпечення або працювати як об'єкт ActiveX або COM (для Windows), до якого звертається інше програмне забезпечення.

У випадку стаціонарних промислових зчитувачів, які часто використовуються для організації великих зон реєстрації з багатьма антеннами, програмне забезпечення зазвичай виконується на сервері і може підтримувати роботу з багатьма зчитувачами одночасно. Для зберігання налаштувань системи і результатів реєстрації міток зручно використовувати буферну базу даних, через яку відбувається обмін даними з високорівневою інформаційною системою [9].

Програмне забезпечення для мобільних терміналів збору даних з вбудованим RFID-зчитувачем, сенсорним екраном і клавіатурою дозволяє зручно працювати з даними прямо на місці. RFID-зчитувач може бути вбудованим у сам термінал або підключатися зовнішнім зчитувачем через бездротовий інтерфейс, наприклад, Bluetooth. Це програмне забезпечення призначене для роботи на різних платформах, таких як Android, iOS, Windows CE/Mobile, і має відповідні функції, такі як інвентаризація, пошук товарів, складання замовлень, контроль за продукцією через RFID-мітки.

Враховуючи мобільну природу роботи, програмне забезпечення повинно підтримувати бездротовий доступ до інформаційних систем через Wi-Fi або мобільні мережі для збирання даних, отримання завдань і передачі результатів. Усі дані, зібрані на мобільних терміналах, повинні синхронізуватися з центральною інформаційною системою для подальшого аналізу та обробки .

РОЗДІЛ 3
СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ ЗА ДОПОМОГОЮ RFID З РЕЗЕРВНИМ ЖИВЛЕННЯМ

3.1 Загальний опис пристрою

Система контролю та управління доступом за допомогою RFID (радіочастотна ідентифікація) - це сучасне рішення для забезпечення безпеки та контролю доступу до об'єктів шляхом використання бездротової технології ідентифікації RFID.

СКУД з резервним акумуляторним живленням - це рішення ,яке дозволяє їй працювати незалежно від електричної мережі деякий час, в залежності об’єму акумулятора. Слід зазначити, що при наявності електроживлення акумулятори будуть заряджатись від основного джерела живлення.

Якщо брати до уваги реальні приклади використання СКУД з резервним живленням, то забезпечення автономності приладу позволить протягом деякого часу мати, наприклад , захищені від зловмисного втручання цінні папери, що будуть міститись в шафі з електромеханічним замком, працюючим за допомогою RFID.

Загалом, автономність в системі контролю та керування доступом за допомогою RFID є важливою характеристикою, яка забезпечує підвищенний захист та ефективність функціонування системи в різних умовах та сценаріях використання.

3.2 Вибір модулів для побудови пристрою

Даний пристрій буде складатися з таких основних компонентів:

1. Arduino Uno Rev3 - 1 одиниця : виконує роль програмованого пристрою для управління доступом в приміщення на основі RFID-технології пропонується скористатися платою макетування Arduino Uno R3. Ця плата вважається

найоптимальнішим рішенням для вирішення цієї задачі з огляду на її технічні характеристики та доступну вартість.

2. Дисплей LCD 1602 з модулем I2C - 1 одиниця: для відображення інформації щодо статусу доступу.

3. RFID-модуль RC522 - 1 одиниця: для ідентифікації та забезпечення реєстрації RFID-міток.

4. Модуль зарядки акумулятора TP4056 - 1 одиниця: забезпечує живлення пристрою та зарядку акумуляторів. Має захист від перезаряду. Характеристики цього модуля можуть бути покращенні додатковими паралельно з'єднаними модулями.

5. Підвищуючий DC-DC перетворювач напруги на базі LM2577 - 1 одиниця: забезпечує потрібну напругу 12В з захистом.

6. Сервопривід Sg90 - 1 одиниця: забезпечує функцію електродвигуна для засувки.

7. Акумулятори формату 18650 - 3 одиниці: забезпечує функцію резервного живлення для СКУД на базі RFID.

8. Тактова кнопка - 1 одиниця: виконує функцію "Reset", тобто скидає налаштування пристрою щодо зареєстрованих RFID-міток.

9. Макетна плата - 1 одиниця: для поперного розміщення елементів на платі та їх тестування.

До додаткових компонентів приладу входять:

1. Активний зумер - 1 одиниця: за допомогою звуків інформує щодо статусу операцій.

2. Світлодіоди (червоний,синій,зелений) - 3 одиниці: додаткове візуальне відображення статусу операцій.

3. Резистори (220 Ом) - 3 одиниці: забезпечують оптимальний струм для світлодіодів.

4. Дріт з роз'ємом DC 5.5 * 2.1 - 1 одиниця: з'єднує підвищуючий DC-DC перетворювач напруги з Arduino Uno для його подальшого живлення.

3.2.1 Arduino Uno

Використання плати макетування Arduino Uno для системи контролю та керування доступом за допомогою RFID є чудовим варіантом для створення простого та ефективного прототипу. Arduino Uno має достатньо ресурсів та можливостей для зчитування RFID-міток, обробки даних та керування різними аспектами системи доступу. Зовнішній вигляд та призначення виводів наведено на рисунку 3.1:

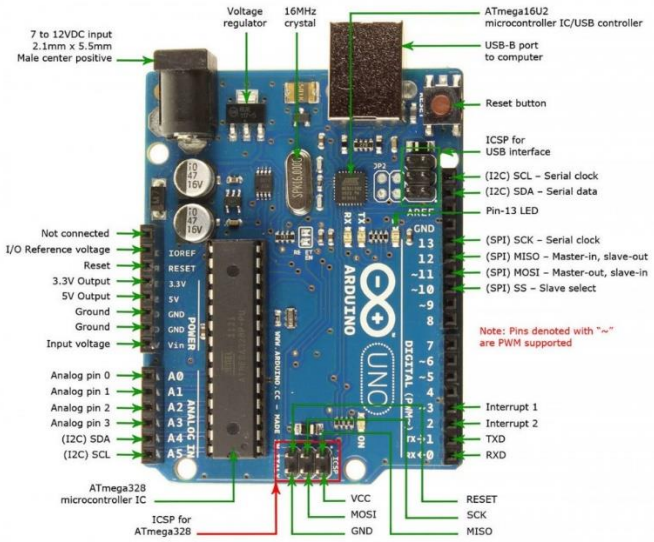


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд, призначення виводів та їх розташування на Arduino Uno [11]

Також основні характеристики цього приладу буде наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Характеристика	Значення характеристики
Мікроконтролер	ATmega328P
Робоча напруга	5V
Вхідна напруга (рекомендована)	7 - 12V
Кількість цифрових входів/виходів	14

ШИМ роз’єми цифрових входів/виходів	6
Кількість аналогових входів/виходів	6
Постійний струм на один роз'єм входу/виходу	20 mA
Постійний струм на один роз'єм 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) з яких 0,5 КБ використовується завантажувачем
SRAM	2KB (ATmega328P)
EEPROM	1KB (ATmega328P)
Тактова частота	16 MHz
Вага	25 г
Довжина	68.6 мм
Ширина	53.4 мм

За результатами аналізу встановлено, що Arduino Uno R3 може ефективно використовуватися для створення системи контролю доступу на основі RFID-технології в приміщенні. Ця платформа має всі необхідні можливості для підключення та керування зчитувачами RFID, передачі даних через Wi-Fi, а також управління сервоприводом в якості емулятора роботи дверного замка. Крім того, до Arduino Uno R3 можна підключити LCD-дисплей і світлодіоди для візуального підтвердження готовності до зчитування RFID-мітки.

3.2.2 RFID-зчитувач RC522

RFID-модуль на частоті 13.56 МГц .Підтримує різні протоколи зчитування та запису, включаючи MIFARE Classic, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire тощо. Залежно від антени та умов оточуючого середовища, зчитування може

здійснюватися на відстань від декількох міліметрів до декількох сантиметрів. Має низьке споживання енергії, що робить його ефективним для використання в мобільних пристроях або пристроях з обмеженим джерелом живлення. Дозволяє як читати інформацію з RFID-міток, так і записувати на них дані. Сумісний з різними типами RFID-міток, включаючи мітки з різними типами пам'яті та функціональними можливостями, які підтримують стандарт ISO/IEC 14443A.Є популярним пристроєм для бездротового зчитування та запису інформації на RFID-мітках. Живится напругою від 2.7 до 3.3В. Має внутрішній генератор для підключення до кварцового кристала 27,12 МГц

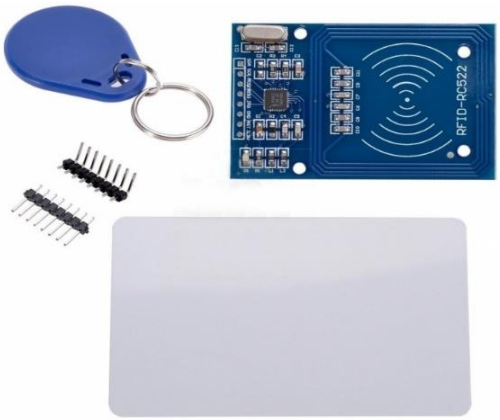


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд RFID-модуля RC522 з комплектними RFID-мітками [12]

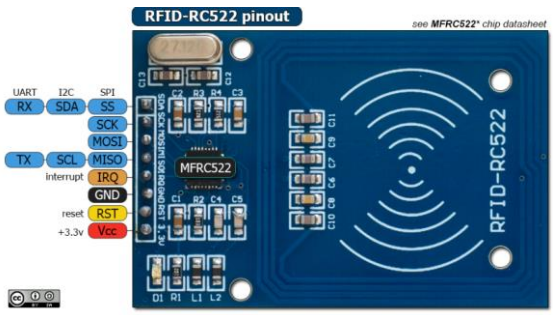


Рисунок 3.3 - Призначення виводів та їх розташування на RFID-модулі RC522 [13]

Зчитувач може обмінюватись даними з мікроконтролером через 4-контактний SPI з максимальною швидкістю передачі даних 10 Мбіт/с. Він також підтримує зв'язок через протоколи I2C і UART. Модуль RFID RC522 можна запрограмувати на генерування переривання, дозволяючи модулю сповіщати нас, коли до нього наближається тег, замість того, щоб постійно запитувати модуль «Чи є картка поблизу?».

3.2.3 Підвищуючий DC-DC перетворювач

В нашому випадку ми використовуємо підвищуючий DC-DC перетворювач на базі LM2577, однак на ринку існує так багато альтернатив даному модулю. Це інтегральна схема DC-DC перетворювача від компанії Texas Instruments, яка використовується для підвищення напруги. Вона дозволяє підвищувати вхідну напругу до більш високої вихідної напруги з високою ефективністю. Основні характеристики LM2577 включають високу ефективність перетворення енергії, вбудований внутрішній вимірювач напруги, термічний захист та вбудований вихідний струмовий обмежувач. У даному перетворювачі використовують високоефективні компоненти, такі як індуктивності, конденсатори і діоди. Вимагаючи мінімальної кількості зовнішніх компонентів, цей регулятор економічний та простий у використанні.

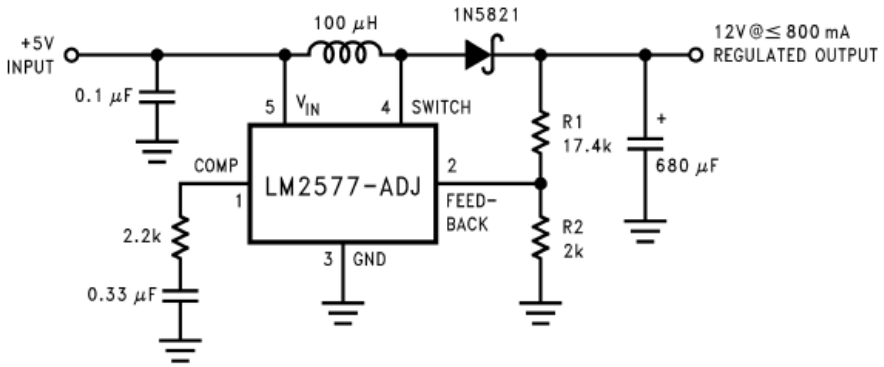


Рисунок 3.4 – Приклад застосування перетворювача на базі LM2577 [14]

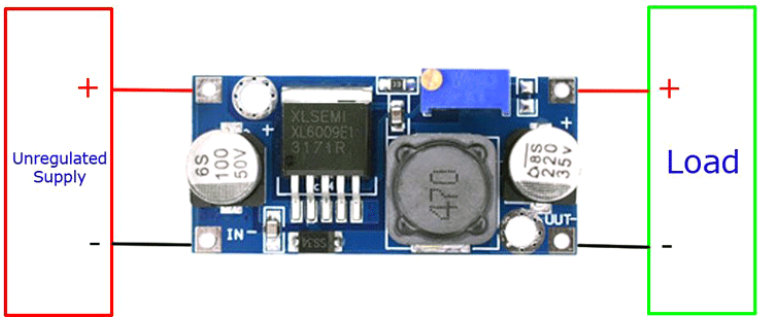


Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд та призначення виводів аналога модуля на LM2577, побудований на базі XL6009E1 [15]

Таблиця 3.2

Характеристика	Значення характеристики
Мікросхема	LM2577
Вхідна напруга, В	3 ... 32
Вихідна напруга, В	5 ... 35
Частота перетворення, кГц	400
ККД, %	92
Робочий діапазон температур, °С	-40...+125
Розміри модуля, мм	49 x 24 x 14
Вага, гр	10

У висновку слід додати, що підвищуючий DC-DC перетворювач на базі LM2577 може бути використаний для різних застосувань, включаючи живлення віддалених пристроїв, зарядку акумуляторів та інші сценарії, де потрібна підвищена напруга.

3.3 Схема підключення модулів

Схему підключення модулів було побудовано за допомогою програми "Fritzing", яка має такий вигляд:

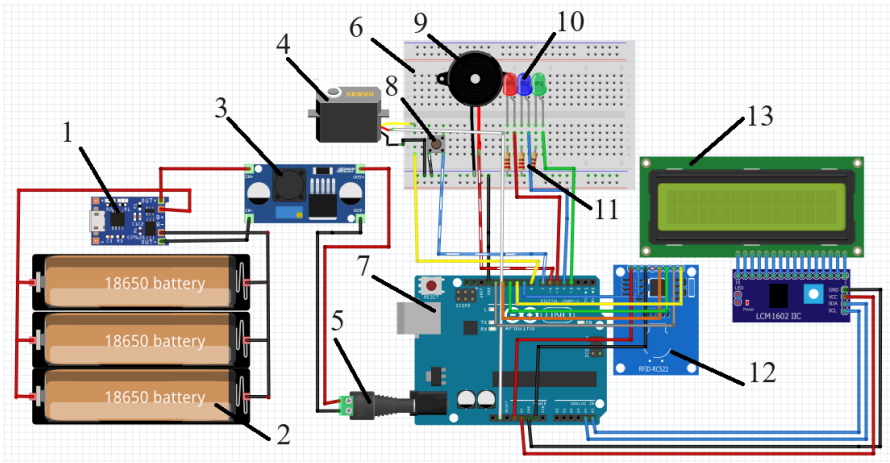


Рисунок 3.6 – Схема підключення пристроїв: 1 - модуль зарядки акумулятора TP4056; 2 - акумулятори формату 18650; 3 - підвищуючий DC-DC перетворювач напруги на базі LM2577; 4 - сервопривід Sg90; 5 - дріт з роз'ємом DC 5.5 * 2.1; 6 – макетна плата; 7 - Arduino Uno Rev3 ; 8 - тактова кнопка; 9 - активний зумер; 10 - світлодіоди (червоний,синій,зелений); 11 – резистори (220 Ом); 12 - RFID-модуль RC522 ; 13 - дисплей LCD 1602 з модулем I2C

Всі компоненти підключаються згідно схемі (особливо для RFID-зчитувача, через використовування протоколу послідовного зв'язку SPI на Arduino). Далі Arduino Uno програмується для виконання функцій управління , реєстрації, сканування RFID-міток, відображення інформації щодо статусу операції на дисплеї.

Використовувані комплектні мітки формату «Mifare» мають свій унікальний ідентифікатор (UID) об'мом 32 біта (понад 4 млн. Комбінацій) , тому проблем з її унікальністю не повинно виникнути.

Слід відмітити,що на відміну від послідовному з'єднанні (напруга акумуляторів сумуєтсья, ємність не змінюється), паралельно розташовані акумулятори (ємність яких сумується, напруга не змінюється) у видадку, якщо один з них вийде з ладу, то схема буде далі працювати і не буде потреби у налаштуванні напругу на підсилювачі та з можливістю швидкої заміни компонета.

ВИСНОВКИ

1. В першому розділі було розглянуто, що являє собою система контролю та керування доступом (СКУД), наведено візуальний приклад інтерфейсу програми для СКУД, перелічено та описано різноманітні технологоії та сфери застосування. Описано та наведено різниці між централізованою та автономною системою контролю та керування доступом. Перелічено переваги та недоліки застосування СКУД.

2. В другому розділі було розглянуто технологію радіочастотної ідентифікації (RFID). Описано принцип роботи, історію виникнення, динаміку розвитку технології, сфери застосування. Наведено ключові елементи при застосуванні RFID, а також їх принцип роботи, будову, головні характеристики, види, особливості та сфери застосування.

3. В третьому розділі описано розроблений пристрій для зчитування RFID-міток з резервним живленням, наведено його переваги та сфери застосування. Перелічено компоненти, кількість та їх призначення для подальшої побудови приладу. Описано будову, наведено розташування контактів, перевагу використання та основні характеристики деяких модулів. Зображено попередню схему підключення виводів компонентів приладу, який дозволить ще деякий час працювати в автономному режимі до підключення живлення з основної мережі, матиме можливість швидкої заміни компонентів живлення, але при цьому невисокий струм заряду акумуляторів, через невисоку ціну модуля заряду, який по бажанню можна замінити на більш потужний.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. https://k-int.com.ua/staff-time-tracking-software/ - Програмне забезпечення для системи контролю та управління доступом , дата доступу: 11.05.2024 р.

2. Mike Chapple.Access Control and Identity Management: Jones & Bartlett Learning, 2020. 376 p.

3. http://www.systems-io.com/AccessControl.html - Security Access Control System Basic Elements and Architecture, дата доступу: 11.05.2024 р.

4. Messaoud Benantar. Access Control Systems: Security, Identity Management and Trust Models: Springer, 2005.284 p.

5. Klaus Finkenzeller. RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication: Wiley, 2011. 826 p.

6. https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2009.01323.x - Working Principle of an RFID System, дата доступу: 11.05.2024 р.

7. https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/rfid-radio-frequency-identification/development-history.php - RFID History, дата доступу: 11.05.2024 р.

8. https://www.researchgate.net/figure/Type-of-an-RFID-tags_fig3_332319065 - RFID-tag types, дата доступу: 11.05.2024 р.

9. Yan Zhang, Laurence T. Yang, Jiming Chen. RFID and Sensor Networks: Architectures, Protocols, Security, and Integrations (Wireless Networks and Mobile Communications): CRC Press, 2009. 646 p.

10. https://www.researchgate.net/publication/336254229_Automatic_Access_Control_System_using_Arduino_and_RFID - Automatic Access Control System using Arduino and RFID, дата доступу: 11.05.2024 р.

11. https://www.jameco.com/Jameco/workshop/CircuitNotes/CN-Arduino-uno.html - Arduino Uno Pinout Diagram, дата доступу: 11.05.2024 р.

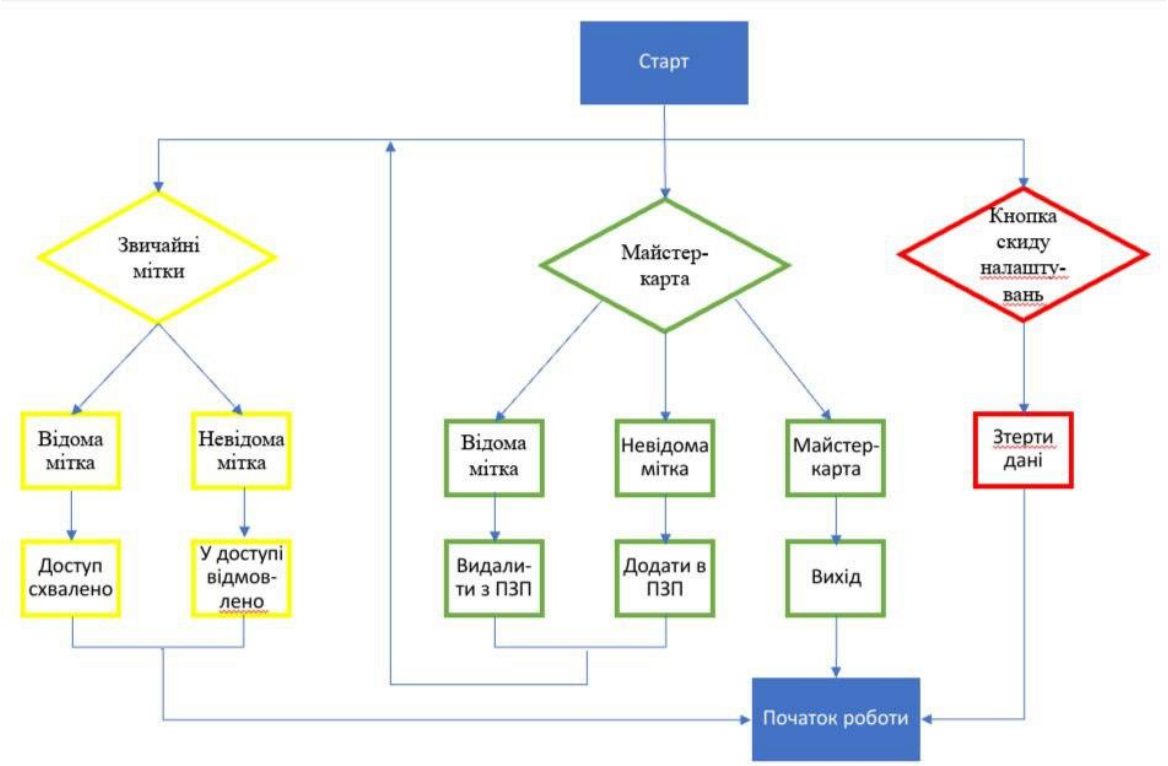
12. https://arduino.ua/ru/prod649-rfid-modyl-rc522-s-kartochkoi-dostypa-dlya-arduino - RFID-модуль RC522, дата доступу: 11.05.2024 р.

13. https://microcontrollerslab.com/rc522-rfid-reader-pinout-arduino-interfacing-examples-features/ - RC522 Pinout Diagram, дата доступу: 11.05.2024 р.

14. https://www.elecrow.com/download/LM2577.pdf - LM1577/LM2577 Series SIMPLE SWITCHER® Step-Up Voltage Regulator, дата доступу: 11.05.2024 р.

15. https://components101.com/modules/xl6009-dc-dc-step-down-voltage-regulator-module - XL6009 DC-DC Buck Boost Converter Module, дата доступу: 11.05.2024 р.

ДОДАТОК А
СХЕМА РОБОТИ ПРИЛАДУ



*ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій, енергонезалежний. **EEPROM** - (англ. Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)