

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ « Ужгородський національний університет»
Інженерно-технічний факультет
кафедра електронних систем

кваліфікаційна робота бакалавра

На тему: Система контролю доступу на базі RFID технології.

Студента 4 курсу

Мороза Олександра Дмитровича

(прізвище та ініціали)

Керівник д.ф.-м.н. проф. Лукша О.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Голова ЕК:

Симулик В.М. д.ф.-м.н. проф. ІЕФ НАНУ

(прізвище, ініціали, вчене звання та ступінь)

Заяць Т.М. – к.ф.-м.н. доц. кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчене звання та ступінь)

Рубіш В.М. – д.ф.-м.н., проф. кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчене звання та ступінь)

Юркін І.М. – к.ф.-м.н, доц. кафедри ЕС

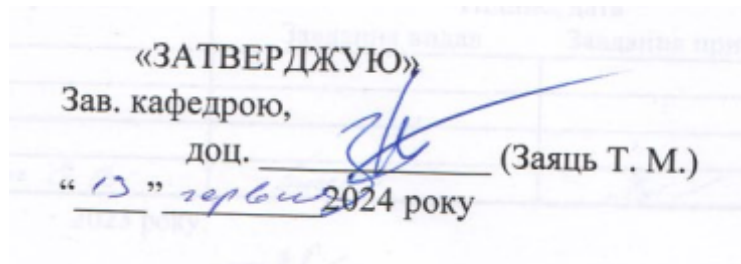
(прізвище, ініціали, вчене звання та ступінь)

(підпис)
(підпис)
(підпис)
(підпис)
(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент Лукша О.В.
(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

На кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА БАЗІ RFID ТЕХНОЛОГІЇ

Студента групи ЕС: Олександра МОРОЗА

Керівник: канд. д.ф.-м.н. проф, кафедри ЕС

Олег ЛУКША

()

()
(підпис)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою,

доц. 

(Заяць Т. М.)

« 13 » червня 2024 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу
студенту Морозу Олександрю Дмитровичу

- Тема роботи: Система контролю доступу на базі RFID технології.
Затверджена на засіданні кафедри (протокол № 3 від 10 червня 2023 р.)
- Термін закінчення роботи: 10 червня 2024 року.
- Вихідні дані до роботи.
 - Створити простий ефективний електричний пристрій, який забезпечує надання доступу до приміщення за допомогою технології радіо ідентифікації.
Забезпечити слідуючі характеристики контролера:
 - Робоча радіочастота RFID – 125кГц;
 - Напруга живлення: 5-24В;
 - Струм в режимі роботи не більше: 120 мА (без урахування потужності реле);
 - Робоча температура, °С -10 ÷ +65 ;
 - Наявні інтерфейси для програмування та зчитування RFID тегів – USB Type-C (у режимі 2.0)
- Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

ВСТУП

- Огляд і аналіз існуючих аналогів об'єкту проектування
- Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень поставленого завдання
- Проектно-конструкторський розділ
 - Синтез та аналіз структурної схеми
 - Синтез та аналіз електричної принципової схеми
 - Розрахунки режимів роботи елементів принципової схеми. Вибір елементів

Висновки

Перелік посилань

ДОДАТКИ

- Додаток А. структурна схема КРБ.ЕС. 10315367.001.Е1
Додаток Б. принципова схема КРБ.ЕС. 10315367.001.Е3
Додаток В. перелік елементів КРБ.ЕС. 10315367.001.ПЕ
Додаток Г. специфікація КРБ.ЕС. 10315367.001.СП

5. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	Лукша О.В.	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>

Дата видачі завдання 2023 року.

Керівник роботи *[підпис]* (доц. Лукша О.В.)

Завдання прийняв на виконання _____ (Мороз О.Д.)
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Пошук та аналіз аналогів об'єкта досліджень.	до 20.12.2023 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів.	до 20.02.2024 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.	до 20.03.2024 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.	до 20.04.2024 року	
5.	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.05.2024 року	
6.	Оформлення кваліфікаційної бакалаврської роботи.	до 10.06.2024 року	
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент *[підпис]* (Мороз О.Д.)

Керівник роботи *[підпис]* (доц. Лукша О.В.)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна бакалаврська робота на тему «Система контролю доступу на базі RFID технології.» / УжНУ; Керівник Лукаша О. В.; Студент Мороз О.Д., група ЕС.

Пояснювальна записка: 39 сторінок, 13 рисунків, 2 таблиць, 18 джерел, 4 додатки.

Графічна частина: 2 листи формату А1.

Об'єкт розробки – створення структурної та принципової схеми Система контролю доступу на базі RFID технології.

Метод дослідження – аналіз прототипів та аналогічних систем, синтез структурної та принципової схеми, а також її реалізація у вигляді електронної принципової схеми.

У процесі виконання цієї роботи було проведено пошук та аналіз аналогів проєктованого об'єкта. Відповідно до отриманих даних і вимог технічного завдання були розроблені структурна та принципова схеми. Проєктно-конструкторський розділ включає синтез структурної та принципової схеми, опис роботи пристрою та відповідні розрахунки.

RFID, СИСТЕМА ДОСТУПУ, USB, ПРИЛАД, РОЗРАХУНКИ, СХЕМА

ABSTRACT

Qualification bachelor's thesis on «Access system based on RFID technology» / UzhNU; Supervisor Lyksha O. V.; Student Moroz O. D., ES group.

Explanatory note: 39 pages, 13 figures, 2 tables, 18 sources, 4 appendices.

Graphic part: 2 sheets of A1 format.

Object of development - creation of a structural and schematic diagram of a access system based on RFID technology.



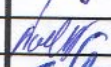
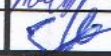
Research method - analysis of prototypes and similar systems, synthesis of the structural and schematic diagram, as well as its implementation in the form of an electronic circuit diagram.

In the process of performing this work, a search and analysis of analogues of the projected object was carried out. In accordance with the data obtained and the requirements of the technical task, the structural and circuit diagrams were developed. The design and development section includes a synthesis of the structural and circuit diagrams, a description of the device operation and relevant calculations.

RFID, ACCESS SYSTEM, USB, DEVICE, CALCULATIONS, SCHEME

ЗМІСТ

1. Вступ.....	8
2. Загальні відомості та огляд існуючих методів	9
2.1. Мікроконтролери.....	9
2.2. Загальні принципи проектування та розрахунки антен для радіочастотної ідентифікації.....	12
2.3. Огляд основної теорії для проектування антенних котушок.....	14
3. Огляд можливих схемних рішень RFID з використанням мікроконтролерів	23
3.1. Компоненти RFID систем з мікроконтролерами.....	23
3.2. Можливі рішення.....	23
4. Розрахунок основних блоків.....	28
4.1. Структурна схема пристрою	28
4.2. Стабілізоване джерело живлення	31
4.3. Розрахунок котушки антени	32
4.4. Вибір та реалізація зовнішнього цифрового інтерфейсу.....	34
5. Висновок.....	37
6. Список використаної літератури.....	38
7. Додатки: Схеми електрична структурна Схеми електрична принципова Перелік елементів	

				КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ			
Ви	Арк.	№ докум.	Підпис	Система контролю доступу на базі RFID технології ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Мороз О.Д.	 24.08		Н	7	39
Перевіри		Лукша О.В.	 24.08				
Н.Конт		Папп О.В.	 24.08				
Затв.		Заяць Т.М.	 24.08				
					УжНУ, ІТФ, гр.ЕС, 4-курс		

1. ВСТУП

Радіочастотна ідентифікація (RFID) є однією з найсучасніших та найперспективніших технологій у сфері автоматичної ідентифікації та управління доступом. RFID пристрої дозволяють автоматично визначати та відстежувати об'єкти за допомогою радіохвиль, що робить їх надзвичайно ефективними у різних сферах застосування, включаючи контроль доступу, логістику, охорону та безпеку.

Технологія RFID базується на використанні спеціальних міток (тегів) та зчитувачів, які взаємодіють між собою на певних радіочастотах. Тег містить унікальний ідентифікаційний код, який може бути зчитаний зчитувачем на відстані без фізичного контакту. Це забезпечує зручність і швидкість процесу ідентифікації порівняно з традиційними методами, такими як магнітні карти чи штрих-коди.

Основними складовими RFID системи є:

1. **Теги (мітки):** Малі пристрої, які містять вбудовані антени та мікрочипи для зберігання і передачі даних.
2. **Зчитувачі:** Пристрої, що передають радіосигнали для активації тегів та зчитують інформацію з них.
3. **Антени:** Використовуються як у тегах, так і у зчитувачах для передачі та прийому радіосигналів.
4. **Програмне забезпечення:** Інтегрує RFID обладнання в єдину систему, обробляє та аналізує дані, забезпечує їх зберігання і відображення.

RFID технології мають широкий спектр застосувань, включаючи системи контролю доступу, де вони використовуються для забезпечення безпечного та зручного входу до об'єктів. Такі системи можуть застосовуватись у різних установах — від офісних будівель до аеропортів і промислових об'єктів. Вони дозволяють не лише ідентифікувати особу, але й вести журнал доступу, аналізувати дані та забезпечувати високий рівень безпеки[1].

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					8
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ОГЛЯД ІНСТУЮЧИХ МЕТОДІВ

У даному розділі зробимо короткий теоретичний огляд інстуючих методів реалізації електронних пристроїв радіо ідентифікації. Коротко зупинимось на кожному з складових.

2.1 Мікроконтролери

Мікроконтролери є основними компонентами сучасних вбудованих систем і використовуються в широкому спектрі застосунків від побутової техніки до промислового обладнання та автомобільної електроніки. Вони забезпечують необхідну обчислювальну потужність для виконання конкретних завдань у реальному часі, що робить їх незамінними у багатьох галузях[2].

Що Таке Мікроконтролер?

Мікроконтролер (МК) — це компактний інтегральний пристрій, який містить центральний процесор (CPU), пам'ять (RAM і ROM), периферійні пристрої вводу/виводу (I/O) та інші функціональні блоки на одній мікросхемі. Основне призначення мікроконтролера — керувати іншими частинами електронної системи, виконуючи програму, записану у внутрішню пам'ять.

Структурну схему мікроконтролера наведено на рисунку 1.1.

Коротко розглянемо основні компоненти сучасного мікроконтролера. Незалежно від виробника, базова архітектура є подібною.

	Виконав				КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ	Арк.
	Керівник					9
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

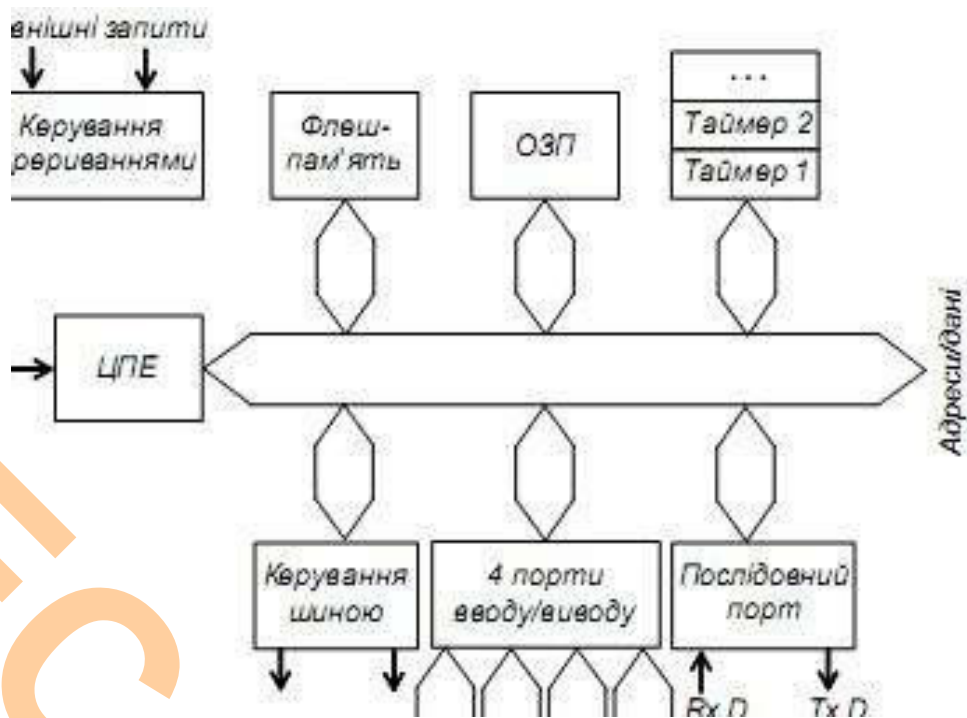


Рисунок 1.1 – Структурна схема мікроконтролера.

Основні Компоненти Мікроконтролера

1. **Центральний процесор (CPU):** Процесор є "мозком" мікроконтролера, який виконує команди програми. Процесори можуть бути різної архітектури, наприклад, 8-бітні, 16-бітні, 32-бітні або навіть 64-бітні.

2. Пам'ять:

- **Оперативна пам'ять (RAM):** Використовується для тимчасового зберігання даних під час виконання програм.

- **Постійна пам'ять (ROM/Flash):** Використовується для зберігання прошивки або програмного забезпечення мікроконтролера.

3. **Периферійні пристрої:** Мікроконтролери зазвичай мають вбудовані периферійні пристрої, такі як:

- Таймери та лічильники
- Аналого-цифрові перетворювачі (ADC)
- Цифро-аналогові перетворювачі (DAC)
- Порти вводу/виводу (GPIO)
- Послідовні інтерфейси (UART, SPI, I2C тощо)

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

10

4. **Інтерфейси вводу/виводу:** Вони забезпечують зв'язок мікроконтролера з іншими пристроями, такими як сенсори, виконавчі механізми, дисплеї тощо.

5. **Системний тактовий генератор:** Він визначає частоту роботи мікроконтролера, забезпечуючи синхронізацію всіх внутрішніх процесів.

Класифікація Мікроконтролерів

Мікроконтролери класифікуються за кількома параметрами, включаючи розрядність, архітектуру, обсяг пам'яті, кількість і типи периферійних пристроїв, потужність споживання та інші характеристики.

1. Розрядність:

- **8-бітні:** Найбільш підходять для простих задач з низькою обчислювальною потужністю.
- **16-бітні:** Пропонують більшу потужність і більше можливостей, ніж 8-бітні.
- **32-бітні:** Використовуються для більш складних задач, що потребують високої продуктивності.
- **64-бітні:** Зазвичай використовуються в задачах, що вимагають ще вищої продуктивності і обробки великих обсягів даних.

2. Архітектура:

- **Harvard:** Має окремі пам'яті для команд і даних, що дозволяє збільшити швидкість обробки.
- **Von Neumann:** Команди і дані зберігаються в одній пам'яті, що спрощує архітектуру.

3. Спеціалізовані Мікроконтролери:

- **Контролери реального часу (RTC):** Призначені для задач, що потребують точного відліку часу.
- **Контролери з низьким енергоспоживанням:** Оптимізовані для роботи в умовах обмеженого енергопостачання, наприклад, у портативних пристроях.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Мікроконтролери використовуються у різних галузях, зокрема:

- **Побутова техніка:** Пральні машини, мікрохвильові печі, холодильники тощо.
- **Автомобільна промисловість:** Системи керування двигуном, системи безпеки, інформаційно-розважальні системи.
- **Промисловість:** Системи автоматизації, контролери для обладнання.
- **Медична техніка:** Прилади для діагностики та моніторингу стану пацієнтів.
- **Портативні пристрої:** Смартфони, розумні годинники, фітнес-трекери.
- **Інтернет речей (IoT):** Смарт-сенсори, розумні будинки, промислові інтернет-речі (IIoT).

Переваги Використання Мікроконтролерів

1. **Інтеграція:** Всі необхідні компоненти в одному чіпі, що зменшує розмір і вартість системи.
2. **Енергоефективність:** Мікроконтролери оптимізовані для низького енергоспоживання, що важливо для портативних пристроїв.
3. **Програмованість:** Мікроконтролери легко програмуються для виконання різноманітних задач.
4. **Надійність:** Використання мікроконтролерів дозволяє створювати надійні та стабільні системи.

2.2 Загальні принципи проектування та розрахунки антен для радіочастотної ідентифікації.

В застосуванні радіочастотної ідентифікації (RFID) антена котушки потрібна з двох основних причин:

- Передача RF несучого сигналу для живлення мітки.
- Прийом даних з мітки.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

RF сигнал може ефективно випромінюватися, якщо лінійний розмір антени порівнянний з довжиною хвилі робочої частоти. У застосуванні RFID, яке використовує діапазон VLF (100 кГц – 500 кГц), довжина хвилі робочої частоти складає кілька кілометрів ($\lambda = 2.4$ км для сигналу 125 кГц). Через свою довгу довжину хвилі справжня антена ніколи не може бути сформована в обмеженому просторі пристрою. Натомість використовується невелика петля антени котушки, яка резонує на цікавій частоті (тобто 125 кГц). Цей тип антени використовує магнітну індукцію ближнього поля для зв'язку між передавальною і приймальною антенними котушками.

Поле, створене невеликою дипольною антеною петлі, не є поширюваною хвилею, а скоріше хвилею, яка затухає. Напруженість поля зменшується зі швидкістю r^{-3} (де r = відстань від антени). Така поведінка ближнього поля (r^{-3}) є головним обмежуючим фактором дальності зчитування в застосуваннях RFID.

Коли змінне магнітне поле проходить через котушку (антену), воно індукує напругу на терміналах котушки. Ця напруга використовується для активації пасивного пристрою мітки. Антена котушки повинна бути спроектована для максимізації цієї індукованої напруги.

Ця примітка до застосування написана як довідник для проектувальників антенних котушок і інженерів з застосування в індустрії RFID. Вона розглядає основні теорії електромагнетизму для розуміння антенних котушок, процедуру проектування котушок, розрахунок і вимірювання індуктивності, метод налаштування антени та взаємозв'язок між дальністю зчитування і розміром антенної котушки[3].

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					13
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Огляд основної теорії для проектування антенних котушок

Струм і магнітні поля.

Закон Ампера стверджує, що струм, який тече по провіднику, створює магнітне поле навколо провідника. Рисунок 2.1 показує магнітне поле, створене елементом струму.

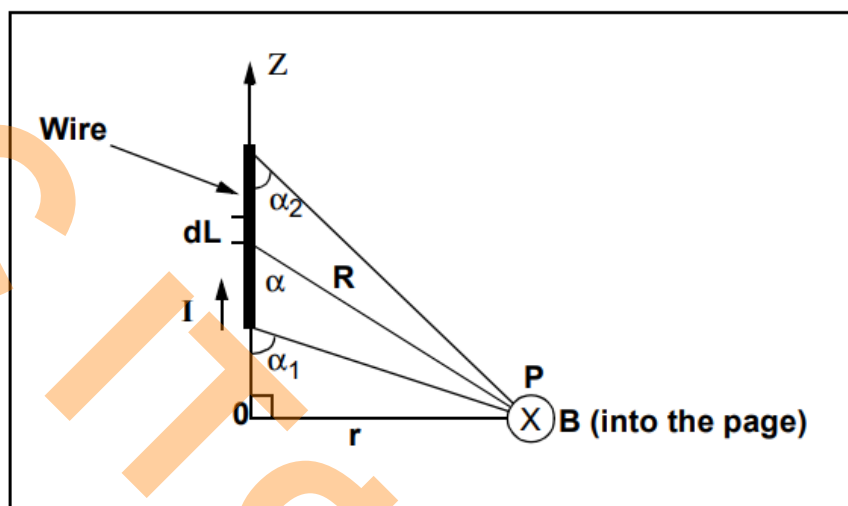


Рис.2.1 Розрахунок магнітного поля B , в точці P при протіканні струму I в провіднику.

Магнітне поле, створене струмом на круговому провіднику (дроті) з кінцевою довжиною, дається рівнянням:

$$B\varphi = (\mu_0 I) / (4 \pi r) (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \quad (2.1)$$

де:

I – струм

r – відстань від центру проводу

μ_0 – проникність вільного простору і дорівнює $4 \pi \times 10^{-7}$ Гн/м

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

14

У спеціальному випадку з нескінченно довгим дротом, де $\alpha_1 = -180^\circ$ і $\alpha_2 = 0^\circ$, рівняння може бути переписано як:

$$B_\varphi = (\mu_0 I) / (2 \pi r) \quad (2.2)$$

Магнітне поле, створене антеною петлі

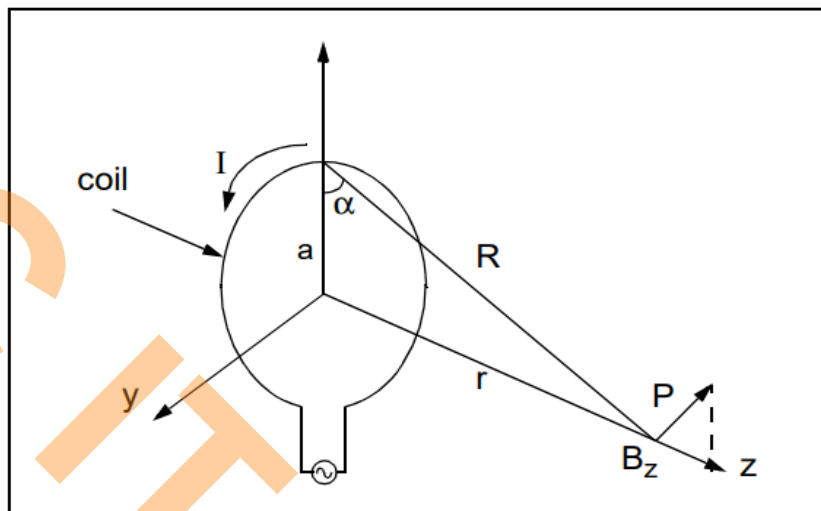


Рис. 2.2 Розрахунок магнітного поля В у точці Р створене струмом І в котушці.

Магнітне поле, створене круговою антеною петлі з N витками, як показано на Рисунку 2.2, знаходиться за рівнянням:

$$B_z = 2(a^2 + r^2)^{-3/2} \mu_0 I N a^2 \quad (2.3)$$

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					15
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

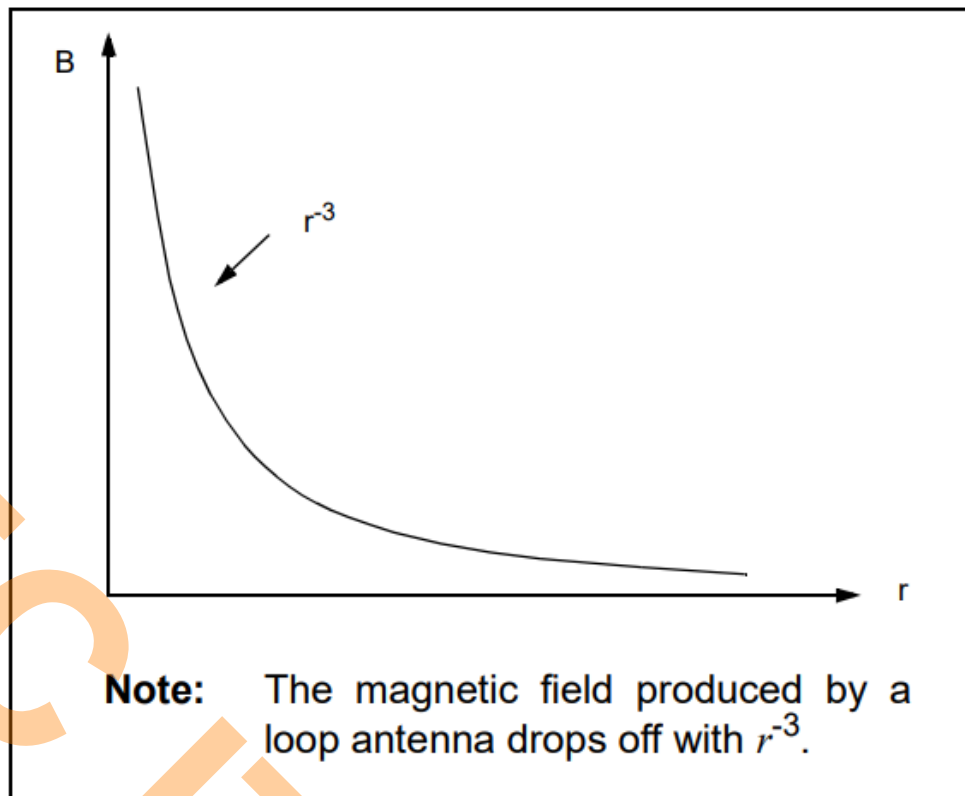


Рис. 2.3 Залежність напруженості магнітного поля B від відстані r .

Рівняння вказує, що магнітне поле, створене антеною петлі, затухає зі швидкістю $1/r^3$, як показано на Рисунку 2.3. Це затухання поля в ближньому полі є головним обмежуючим фактором дальності зчитування пристроєм RFID. Напруженість поля максимальна в площині петлі і прямо пропорційна струму (I), кількості витків (N) і площі поверхні петлі.

Рівняння часто використовується для розрахунку необхідної сили струму-витків для дальності зчитування. Декілька прикладів, які розраховують струм-витки і напруженість поля, необхідну для живлення мітки, будуть наведені в наступних розділах.

Індукована напруга в антенній котушці.

Закон Фарадея стверджує, що змінне магнітне поле, яке проходить через поверхню, обмежену замкненим контуром, індукує напругу в контурі. Цей

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

фундаментальний принцип має важливі наслідки для роботи пасивних пристроїв RFID.

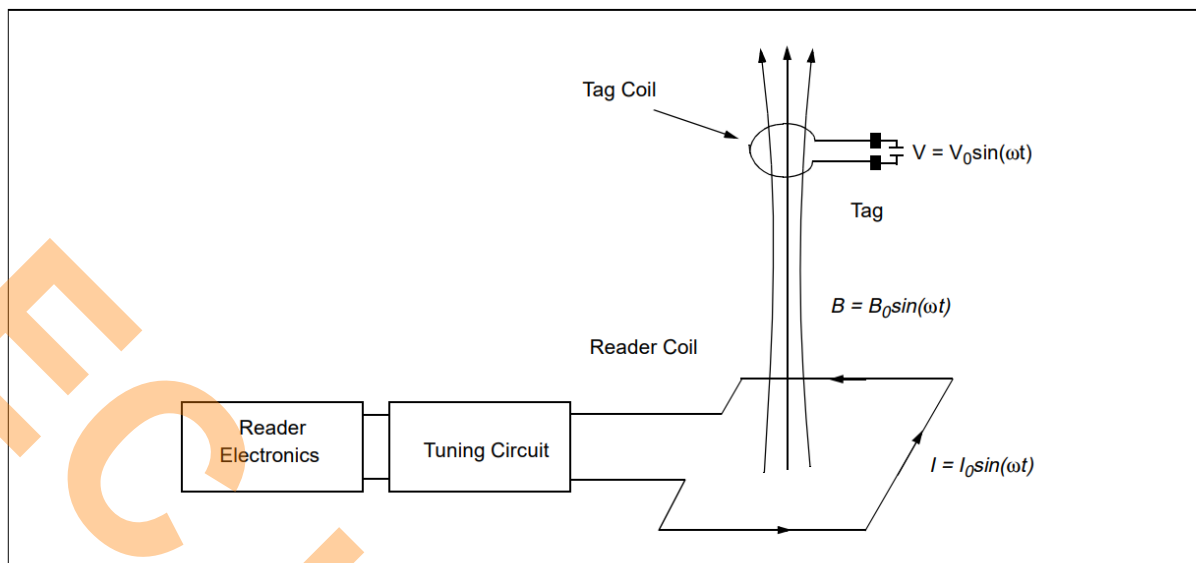


Рис.2.4 Базова система антена рідера міток RFID.

Рисунок 4 показує просту геометрію застосування RFID. Коли антени мітки і зчитувача знаходяться на близькій відстані, змінне магнітне поле B , створене антеною зчитувача, індукуює напругу (називається електрорушійною силою або просто ЕРС) в антені мітки. Індукована напруга в котушці викликає протікання струму в котушці. Це називається законом Фарадея.

Індукована напруга на антені мітки дорівнює швидкості зміни магнітного потоку Ψ .

$$V = -N (d\Psi / dt) \quad (2.4)$$

де:

N – кількість витків в антенній котушці

Ψ – магнітний потік через кожен виток

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

17

Мінус показує, що індукована напруга діє так, щоб протистояти магнітному потоку, який її створює. Це відоме як закон Ленца і підкреслює, що напрямок потоку струму в контурі такий, що індуковане магнітне поле, створене індукованим струмом, буде протистояти початковому магнітному полю[3].

Магнітний потік Ψ в рівнянні є загальним магнітним полем B , яке проходить через всю поверхню антенної котушки, і знаходиться за рівнянням:

$$\Psi = \int B dS \quad (2.5)$$

Презентація векторами в рівнянні вказує, що загальний магнітний потік Ψ , який проходить через антену котушки, залежить від орієнтації антенних котушок. Продукт двох векторів стає максимальним, коли два вектори спрямовані в одному напрямку. Тому магнітний потік, що проходить через котушку мітки, стане максимальним, коли дві котушки (котушка зчитувача і котушка мітки) розташовані паралельно одна до одної.

Індукована напруга для неналаштованої антени петлі

Індукована напруга V_0 для неналаштованої антени петлі визначається рівнянням:

$$V_0 = 2\pi f N S B_0 \cos(\alpha) \quad (2.6)$$

де:

f – частота вхідного сигналу

N – кількість витків в петлі

S – площа петлі в квадратних метрах

B_0 – напруженість вхідного сигналу

α – кут нахилу сигналу

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					18
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо котушка налаштована (за допомогою конденсатора C) на частоту вхідного сигналу (125 кГц), вихідна напруга V_0 значно зростає. Вихідна напруга, знайдена в рівнянні, множиться на навантажений коефіцієнт Q (якість) налаштованого контуру, який може варіюватися від 5 до 50 в типових низькочастотних RFID застосуваннях.

$$V_0' = Q \times V_0 = 2\pi f N S B_0 Q \cos(\alpha) \quad (2.7)$$

Коефіцієнт Q дорівнює 2π помножити на кількість зберігання енергії в системі та поділити на енергію, що втрачається за один цикл. Коефіцієнт Q приблизно дорівнює:

$$Q \approx fL/R \quad (2.8)$$

де:

- f = частота вхідного сигналу
- L = індуктивність котушки
- R = опір котушки

Типові значення Q для антенних котушок складають від 20 до 40. Це означає, що, налаштовуючи котушку на робочу частоту (125 кГц), індукована напруга може збільшуватися від 20 до 40 разів.

Ці базові рівняння для індукованої напруги, розрахунку магнітного поля та ампер-витків у петльовій антені використовуються у наступних розділах, що описують конкретні приклади застосування і проектування.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

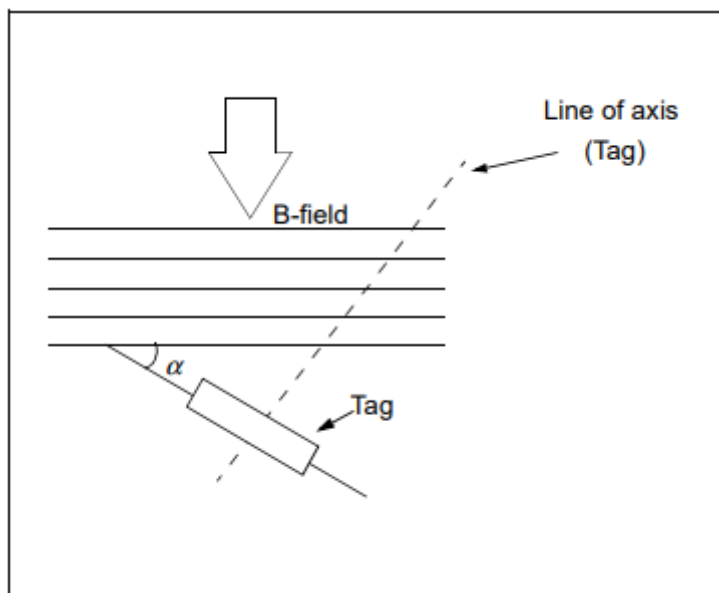


Рисунок 2.5: Індукція Напруги в Антеній Котушці за Законом Фарадея
 На практиці як правило застосовують 2 типи котушок антен – кругові та петлеві.

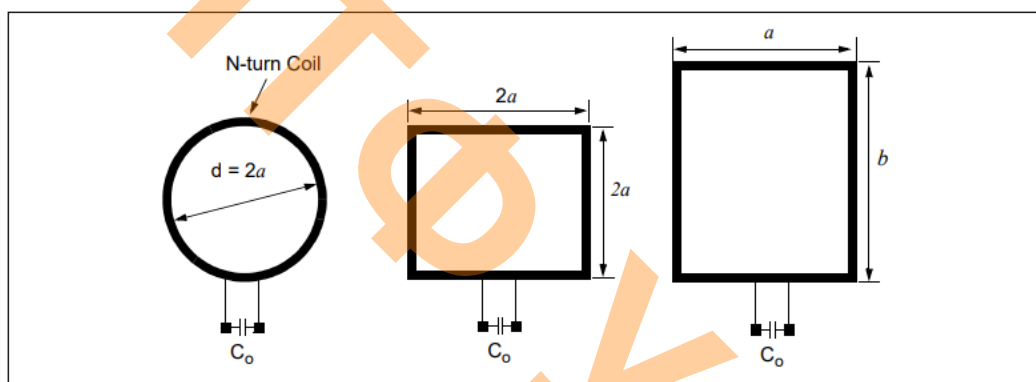


Рис 2.6 Основні типи котушок антен.

Кожен тип антени має свої переваги та недоліки, і вибір типу антени залежить від специфіки застосунку.

Кругова Петльова Антена

Кругова петльова антена є найпростішим типом антени. Вона має симетричну форму і рівномірне розподілення струму по всій довжині дроту. Кругова антена легка у виготовленні і має високу ефективність.

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

20

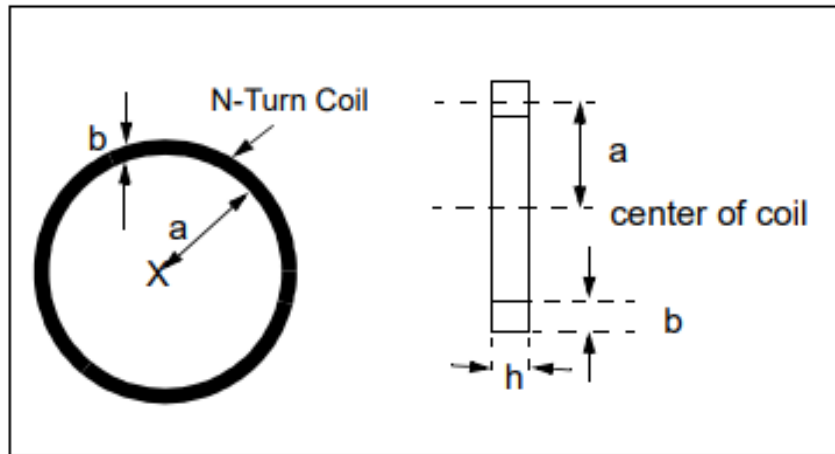


Рис 2.7 Кругова петлева антена

Рисунок 2.7 показує базову конфігурацію кругової петльової антени. Основні параметри кругової антени включають кількість витків (N), діаметр котушки (d) і індуктивність котушки (L).

Прямокутна Петльова Антена

Прямокутна петльова антена має більш складну геометрію, ніж кругова, але вона може бути більш ефективною для певних застосунків. Прямокутна антена може бути виготовлена з різними співвідношеннями сторін і може бути оптимізована для конкретних розмірів і форм міток.

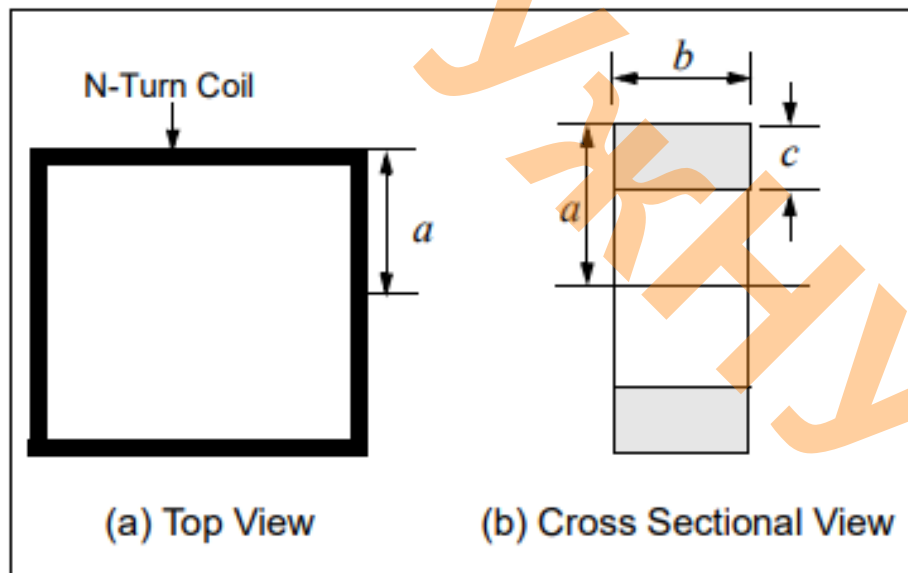


Рис 2.8 Прямокутна петльова антена

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

21

Рисунок 2.8 показує базову конфігурацію прямокутної петльової антени. Основні параметри прямокутної антени включають кількість витків (N), довжину сторін (a і b) і індуктивність котушки (L).

Процедура Проектування Антени

Проектування антени котушки включає кілька етапів:

1. Визначення робочої частоти і вимог до дальності зчитування.
2. Вибір типу антени (кругова або прямокутна).
3. Розрахунок основних параметрів антени, таких як кількість витків, індуктивність і коефіцієнт Q .
4. Налаштування антени для резонансу на робочій частоті.
5. Тестування і оптимізація антени у реальних умовах застосунку.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					22
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОГЛЯД МОЖЛИВИХ СХЕМНИХ РІШЕНЬ RFID ЗВИКОРИСТАННЯМ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ

Використання мікроконтролерів у системах RFID значно розширює можливості розробки та впровадження ефективних рішень для автоматичної ідентифікації та управління доступом. Мікроконтролери забезпечують гнучкість, програмованість та інтеграцію з іншими електронними компонентами, що робить їх ідеальними для створення сучасних RFID систем. У цьому огляді розглянемо основні компоненти та можливі рішення для побудови RFID систем на базі мікроконтролерів[4].

3.1. Компоненти RFID систем з мікроконтролерами

1. RFID модуль: Зазвичай складається з зчитувача і антени. Популярні модулі включають MFRC522, PN532, та RC522. Вони підтримують різні стандарти RFID, такі як ISO/IEC 14443 та ISO/IEC 15693.
2. Мікроконтролер: Виступає в ролі центрального процесора, керуючи зчитуванням даних з RFID модуля та їх подальшою обробкою. Найпопулярнішими мікроконтролерами для таких рішень є серії Arduino (UNO, Mega), ESP8266/ESP32, STM32, та Raspberry Pi Pico.
3. Додаткові компоненти: До них належать живлення, комунікаційні модулі (Wi-Fi, Bluetooth), датчики (наприклад, датчики руху або температури), дисплеї для відображення інформації та реле для керування замками або іншими пристроями.

3.2. Можливі рішення

1. Arduino з MFRC522
 - Опис: Arduino UNO або Nano використовується в поєднанні з RFID модулем MFRC522. Це базове рішення для навчальних та домашніх проектів.
 - Особливості: Простота у використанні, велика кількість доступних бібліотек та прикладів.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- Застосування: Домашні системи контролю доступу, навчальні проекти.

2. ESP8266/ESP32 з PN532

- Опис: ESP8266 або ESP32 з вбудованим Wi-Fi використовуються для створення мережеских RFID рішень. PN532 модуль забезпечує зчитування міток.
- Особливості: Можливість підключення до інтернету для віддаленого моніторингу та керування, підтримка Wi-Fi та Bluetooth (ESP32).
- Застосування: Розумні доми, системи контролю доступу з віддаленим керуванням, інтеграція з хмарними сервісами.

3. STM32 з RC522

- Опис: STM32 мікроконтролери відрізняються високою продуктивністю та широкими можливостями. RC522 модуль забезпечує зчитування RFID міток.
- Особливості: Висока швидкість обробки даних, можливість роботи з великими об'ємами інформації, низьке енергоспоживання.
- Застосування: Промислові системи контролю доступу, складські та логістичні рішення.

4. Raspberry Pi з USB RFID зчитувачем

- Опис: Raspberry Pi використовується як повноцінний комп'ютер для обробки даних з USB RFID зчитувача.
- Особливості: Потужний процесор, можливість використання різних операційних систем, інтеграція з іншими периферійними пристроями.
- Застосування: Розширені системи контролю доступу, дослідницькі проекти, розробка прототипів.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики популярних платформ Arduino

№	Назва	Мікроконтролер		Flash-пам'ять	Оперативна пам'ять	Аналогові входи	Цифрові входи та виходи	ШИМ
		Марка	Частота, МГц	КБ	КБ			
1	Arduino UNO 	ATmega328	16	32	2	6	14(6 ШИМ)	
2	Arduino Leonardo 	ATmega32u4	16	32	2.5	12	20	7
3	Arduino Mini 	ATmega328	16	32	2	8	14(6 ШИМ)	
4	Arduino Nano 	ATmega168 (328)	16	16/32	1	8	14(6 ШИМ)	
5	Arduino Mega 2560 	ATmega2560	16	256	8	16	54(14 ШИМ)	



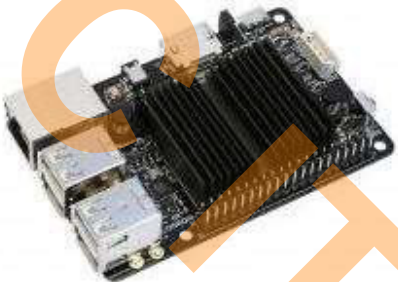




	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

25

Таблиця 3.2 Поширені програмні платформи та мікропроцесорні пристрої [3,4]

	
<p>Raspberry Pi 3 Model B.</p>	<p>Orange Pi PC Plus</p>
	
<p>ODROID-C2</p>	<p>pcDuino v.3 Sparkfun</p>
	
<p>Intel Genuino 101</p>	<p>Одноплатний комп'ютер NanoPi M1</p>
	
<p>Arduino Uno Rev3</p>	

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

26

3.2 Переваги та складнощі:

Переваги:

- Гнучкість: Мікроконтролери дозволяють створювати настроювані рішення під конкретні потреби.
- Програмованість: Можливість написання власного програмного забезпечення для обробки та аналізу даних.
- Інтеграція: Легка інтеграція з іншими системами та пристроями, такими як мережеве обладнання, датчики та виконавчі механізми.

Виклики:

- Складність розробки: Потреба у знаннях програмування та електроніки.
- Вартість: Високоякісні мікроконтролери та RFID модулі можуть бути дорогими.
- Забезпечення безпеки: Необхідність впровадження додаткових заходів для захисту від несанкціонованого доступу та зломів.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					27
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ БЛОКІВ ПРИСТРОЮ

4.1 Структурна схема пристрою

Згідно з завданням, потрібно спроектувати модуль контролю доступу за допомогою технології RFID. Для отримання найдешевшого і простого рішення буде використано доволі просту схему на базі мікроконтролера ATmega 323. По суті, це буде спрощене рішення платформи Arduino.

Мікроконтролер ATMEGA 328P побудовано за гарвардською архітектурою (рисунок 4.1). У 1946 році ВМС США замовили двом університетам – Гарвардському і Принстонському – розробку цифрової обчислювальної машини для систем керування артилерією лінкорів. Обчислювальна машина Гарвардської структури складалась з двох пристроїв пам'яті: програм і даних.

Така структура забезпечувала високу швидкодію однак необхідно було використовувати два канали передачі даних. Принстонська структура – структура фон Неймана, була простішою, в ній дані і програма зберігаються в одному і тому ж запам'ятовуючому пристрої а для обміну даними між АЛП й ЗП та між ПК й ЗП використовуються однакові процедури. Після звернення МП до ЗП перший код вважається кодом команди, а наступні – адресами, даними чи командами у контексті виконання першої команди [5,6].

Платформа Arduino відома своєю універсальністю, що, звісно, дуже зручно для багатьох застосувань. Однак, наше завдання - створити схемне рішення, яке відповідатиме конкретним вимогам технічного завдання. Це дозволить зменшити вартість і підвищити ефективність використання ресурсів.

RFID-зчитувач буде реалізований на базі мікросхеми SN75176. Вибір цієї мікросхеми обумовлений її доступністю та здатністю забезпечувати надійне зчитування RFID-міток.

Простий алгоритм роботи системи передбачає зчитування RFID-мітки і, у випадку успішного зчитування, відкриття електромагнітного замка на дверях. Керування колом замка буде здійснюватися через реле, яке у свою чергу активуватиметься відповідним виходом контролера.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

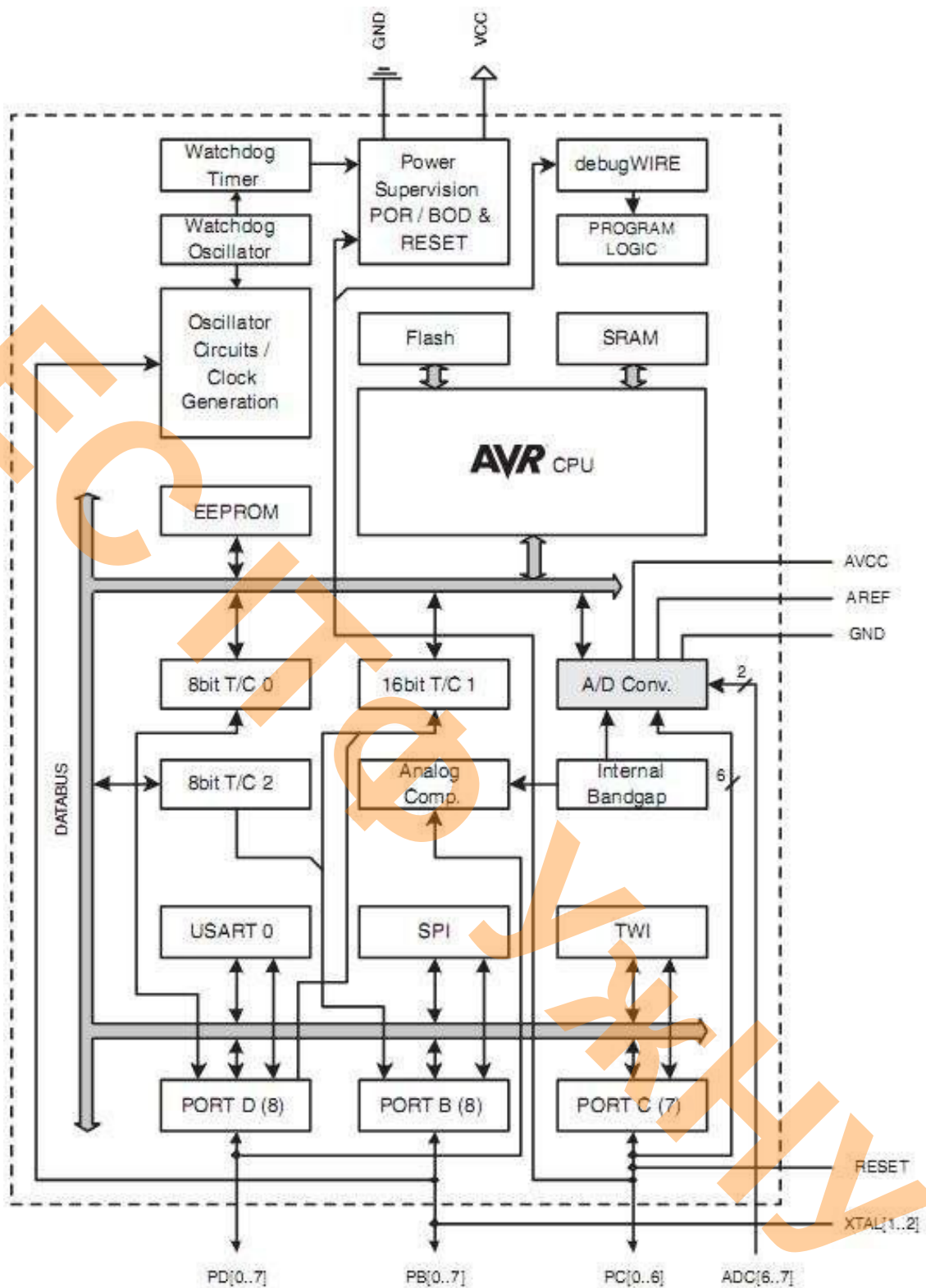


Рисунок 4.1 – Блок-схема архітектури мікроконтролерів АТМЕГА 48РА/88РА/168РА/328Р.

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

29

Схема буде складатися з наступних основних компонентів:

1. **Мікроконтролер ATmega 323:** серце системи, що обробляє сигнали і керує іншими компонентами.
2. **RFID-зчитувач на базі SN75176:** забезпечує зчитування даних з RFID-міток.
3. **USB інтерфейс на базі FTDI232RQ.**
4. **Реле:** служить для замикання і розмикання електричного кола електромагнітного замка.
5. **Електромагнітний замок:** пристрій, який блокує або відкриває двері залежно від сигналів, що надходять від реле.
6. **Стабілізатор вхідної напруги.**

Це рішення дозволить ефективно керувати доступом з мінімальними витратами на компонентну базу і простотою реалізації.

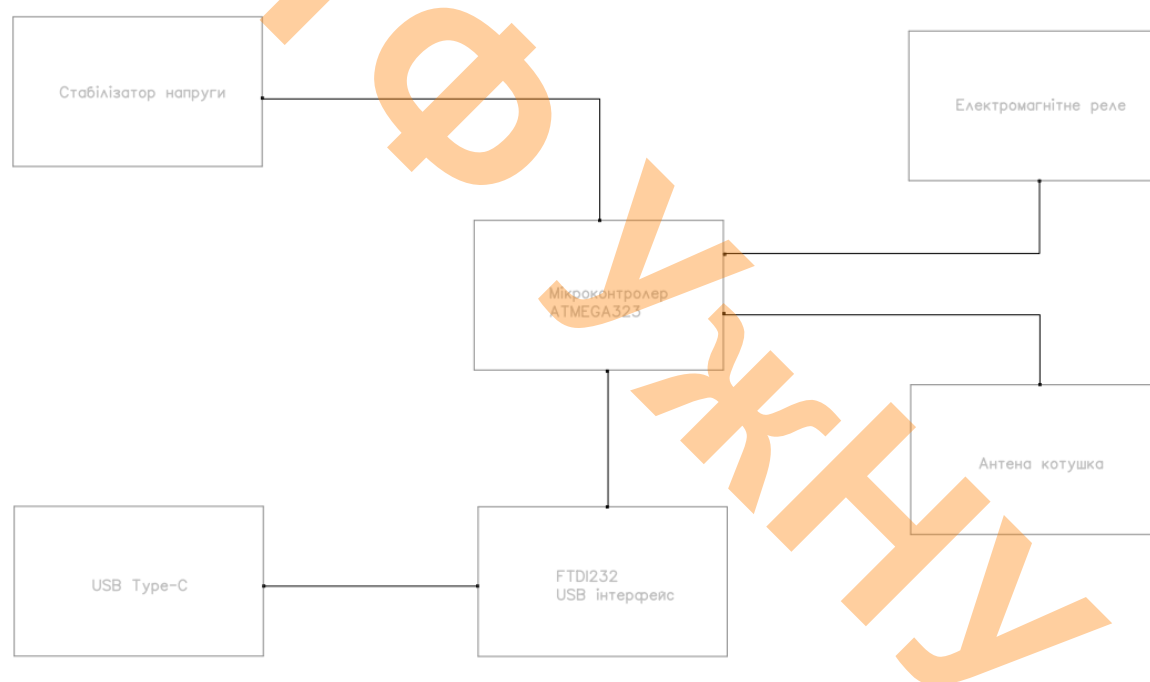


Рис 4.2 Структурна схема пристрою.

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

30

1. Стабілізоване джерело напруги;
2. Зовнішній інтерфейс USB Type-C;
3. Мікроконтролер ATmega323;
4. Мікросхема інтерфейсу USB;
5. Антена котушка для зчитування RFID тегів;

4.2 Стабілізоване джерело живлення

Стабілізатори напруги набули широкого застосування в повсякденному житті споживача. Однією з таких сфер є використання в блоках живлення комп'ютерів, де вони стабілізують напругу постійного струму, що використовується процесором і іншими елементами[7].

Мікросхеми стабілізаторів напруги діляться на два класи: лінійні стабілізатори і імпульсні стабілізатори. Лінійні стабілізатори - пристрої, які працюють у своїй лінійній області. На вхід лінійного стабілізатора подається вхідна, нестабільна напруга, а при виході генерується стабільна. Лінійні стабілізатори прості і не вимагають великої кількості додаткових електронних компонентів. Імпульсні стабілізатори - генерувати вихідну напругу, яка вище вхідної або має протилежну полярність.

Потужність, що передається через прохідний пристрій, має дискретні імпульси, за рахунок чого досягається велика ефективність, так як прохідний пристрій працює як перемикач з низьким опором. Таким чином, ефективність імпульсного стабілізатора коливається в діапазоні від 70 до 90%. Мікросхема живлення L7805CV TO-220 відноситься до типу лінійних стабілізаторів напруги (ЛСН). Вона призначена для автоматичної, постійної підтримки стабільної напруги. Залежно від типів стабілізаторів, їх можна використовувати для регулювання одного або декількох напруг, змінного або постійного струму.

Стабілізатор напруги L7805CV TO-220. Стабілізатор напруги у вигляді мікросхеми з трьома виводами (рис. 4.3). Використовується для стабілізації напруги і як понижуючий перетворювач напруги.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

При роботі на потужне навантаження може знадобитися радіатор охолодження.



Рисунок 4.3 – Загальний вигляд стабілізатора

Мікросхема L7805CV є стабілізатор напруги з вихідним напругою 5,0 В позитивної полярності. Призначена для стабілізації позитивного фіксованого напруги у вузлах і блоках апаратури широкого застосування. Має вбудований захист від перегріву і вбудовану односторонній захист від перевантажень. Корпус: ТО-220. Маса не більше 2,5 г. Діапазон робочих температур від 0 до +150°C. Основні параметри стабілізатора L7805CV: - вхідна напруга - від 7 до 25 В; - потужність, що розсіюється - 15 Вт; - вихідна напруга - 4,75 ... 5,25 В; - вихідний струм - до 1,5 А.

4.3 Розрахунок котушки антени.

Вибір Типу Антени

Існує два основні типи антен, які використовуються у застосунках RFID:

1. Кругові петльові антени.
2. Прямокутні петльові антени.

Для нашого варіанту виберемо прямокутну петлеву антену.

Виконаємо основні розрахунки котушки антени:

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Розрахуємо напруженість магнітного поля при наступних характеристиках котушки:

Площа котушки антени – 38,71см²

Робоча частота – 125 кГц

Кількість витків – 100

Добротність котушки Q – 15

Амплітудне значення напруги котушки – 7В

cos α – 1 (нормальний напрямок, α = 0)

$$B_0 = \frac{V_0}{2\pi f_0 N Q S \cos \alpha} = \frac{7(2.4)}{(2\pi)(125\text{кГц})(100)(15)(38.71\text{см}^2)} = 1,5 \text{ мкВб/м}^2 \quad (4.1)$$

Параметр розрахунку скін-ефекту для мідного дроту при частоті 125кГц може бути виконаний наступним чином:

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f (4\pi \times 10^{-7})(5.8 \times 10^{-7})}} = \frac{0.06608}{\sqrt{f}} = 0.187 \text{ мм} \quad (4.2)$$

Індуктивність кругової петльової антени розраховується за наступною формулою:

$$L = \frac{0,31(aN)^2}{6a+9h+10b} \quad (4.3)$$

де:

- L = індуктивність котушки
- N = кількість витків
- a = радіус котушки
- c = довжина дроту
- h = висота котушки

Відповідно індуктивність нашої котушки буде складати L=3.87мкГн

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Для створення резонансного кола, яке буде працювати на робочій частоті 125кГц необхідно розрахувати додатково ємність. Ця ємність буде підключатись до котушки та може бути розрахована наступним чином:

$$C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} = \frac{1}{(2\pi^2)(125 \times 10^3)(3.87 \times 10^{-3})} = 419 \text{ пФ} \quad (4.4)$$

4.4 Вибір та реалізація зовнішнього цифрового інтерфейсу.

Для зручності роботи, кожен сучасний пристрій повинен мати інтерфейс, через який можна виконувати програмування, діагностування та налаштування. Для даного пристрою вибрано сучасний зруний інтерфейс USB type-C. Конектор Type-C можна підключати будь-якою стороною вгору, що значно спрощує процес підключення пристроїв і знижує ризик пошкодження портів. Інтерфейс USB Type-C підтримує передачу живлення до 5 В при 1.5 А або 3 А залежно від конфігурації кабелю. Це дозволяє використовувати Type-C для живлення даного пристрою.

Відповідно максимальна потужність приладу яку він зможе отримати виключно через type-c (без додаткового живлення):

$$P_{MAX} = 5V * 3A = 15Вт. \quad (4.5)$$

4.4 Вибір та підключення електромагнітного реле.

Підключення електромагнітного реле до мікроконтролера через біполярний транзистор є поширеною схемою для керування навантаженнями, які перевищують можливості виходів мікроконтролера. Нижче представлена схема підключення (рис.4.4) та основні розрахунки параметрів[8-9].

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

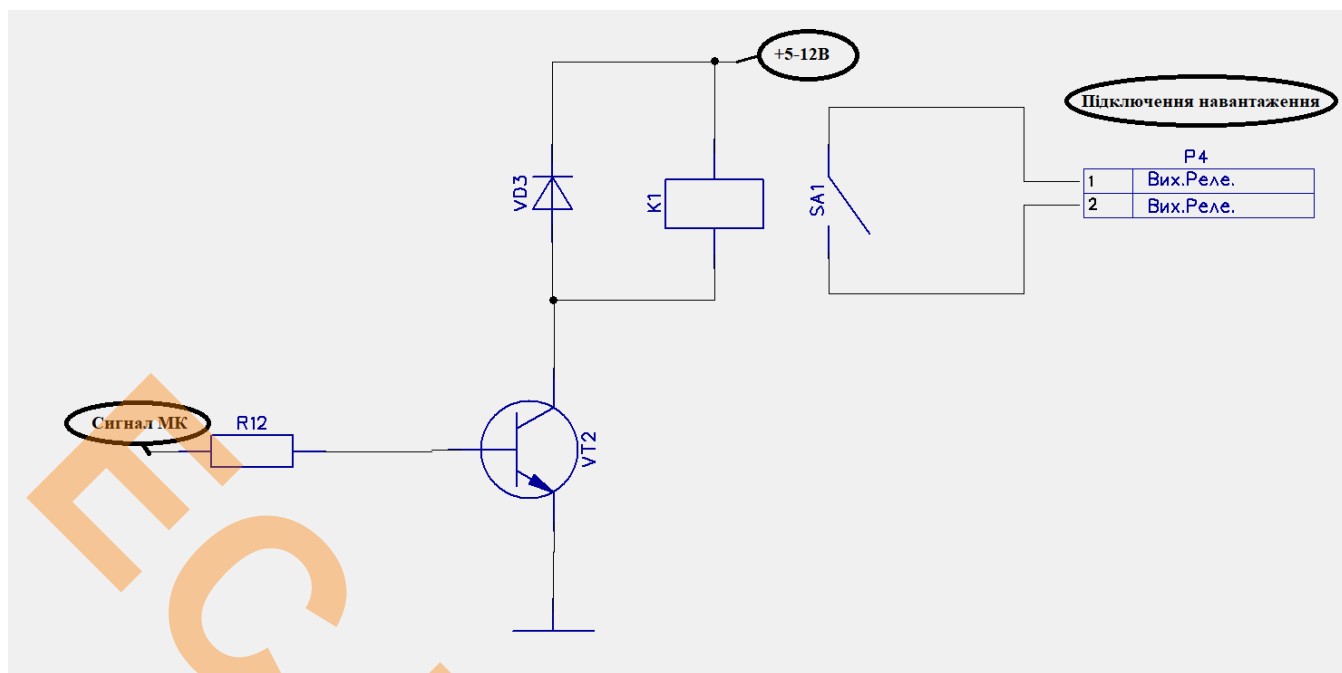


Рисунок 4.4 – Загальний вигляд схеми підключення електромагнітного реле

Схема підключення

1. **Електромагнітне реле:** Вибрано реле з робочим струмом 100 мА.
2. **Біполярний транзистор:** NPN-транзистор, наприклад, 2N2222.
3. **Резистор бази:** Розрахований для обмеження струму бази транзистора.
4. **Діод (Flyback diode):** Діод для захисту транзистора від індуктивного стрибка напруги при вимкненні реле (наприклад, 1N4007).

- **Струм через реле:** $I_r = 100 \text{ мА}$
- **Коефіцієнт підсилення (hFE) транзистора:** Для 2N2222 $h_{FE} \approx 100 h_{FE}$
- **Струм бази:** I_b

Для забезпечення насичення транзистора приймаємо запас по струму бази в 5 разів (тобто $h_{FE} = 20$).

$$I_b = \frac{I_r}{h_{FE}} = \frac{100 \text{ мА}}{20} = 5 \text{ мА} \quad (4.5)$$

	Виконав			
	Керівник			
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ

Арк.

35

- **Вибір резистора бази R_b :**

Напруга виходу мікроконтролера (V_{OUT}) = 5 В

Напруга база-емітер транзистора (V_{BE}) = 0.7 В

$$R_b = \frac{V_{OUT} - V_{BE}}{I_B} = \frac{5\text{В} - 0.7\text{В}}{5\text{мА}} = \frac{4.3\text{В}}{5\text{мА}} \approx 860 \text{ Ом} \quad (4.6)$$

Найближче стандартне значення резистора: 820 Ом або 1 кОм.

Захисний діод, який також називають flyback-діодом або діодом зворотної напруги, необхідний для захисту транзистора від індуктивного стрибка напруги, що виникає, коли реле вимикається. Параметри захисного діода для даної схеми:

- **Максимальна зворотна напруга (VR):** Діод повинен витримувати напругу живлення реле. Якщо напруга живлення реле $V_{cc} = 12 \text{ В}$, діод повинен мати максимальну зворотну напругу не менше 12 В. Завжди рекомендується мати запас, тому вибираємо діод з максимальним VR принаймні 20 В.
- **Максимальний струм (IF):** Діод повинен витримувати струм, який протікає через реле. Якщо струм через реле $I_R = 100 \text{ мА}$, діод повинен мати максимальний струм принаймні 100 мА. Знову ж таки, для надійності рекомендується мати запас, тому вибираємо діод з максимальним IF принаймні 200 мА.

Для цього застосування добре підходять діоди типу 1N4001 або аналогічні.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

5. ВИСНОВОК

В процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи «Система контролю доступу на базі RFID технології.», виходячи із поставлених у технічному завданні вимог, проведений повний аналіз завдання та мети роботи, а також критичний огляд існуючих аналогів, на основі чого:

- Розроблена електрична структурна схема електричного приладу;
- Спроектована електрична принципова схема приладу.
- Були проведені базові розрахунки.
- Вибрана сучасна та доступна елементна база для проектування схеми, та пропонуються елементна база доступна на радіоринку.

Одержані результати не виходять з рамок курсового проекту і достатні для проведення проектно-конструкторських робіт по проектуванню систем контролю доступу на базі радіо ідентифікації.

До основних параметрів та характеристик проектованого пристрою можемо віднести наступні:

- Відносна простота пристрою;
- Можливість оперативного зчитувати RFID теги та програмувати доступ через USB Type-C інтерфейс;
- Можливість подальшої модернізації пристрою. Гнучка елементна база та особливо простий у програмуванні мікроконтролер дає можливість легко змінювати можливості відповідно до потреб користувача.

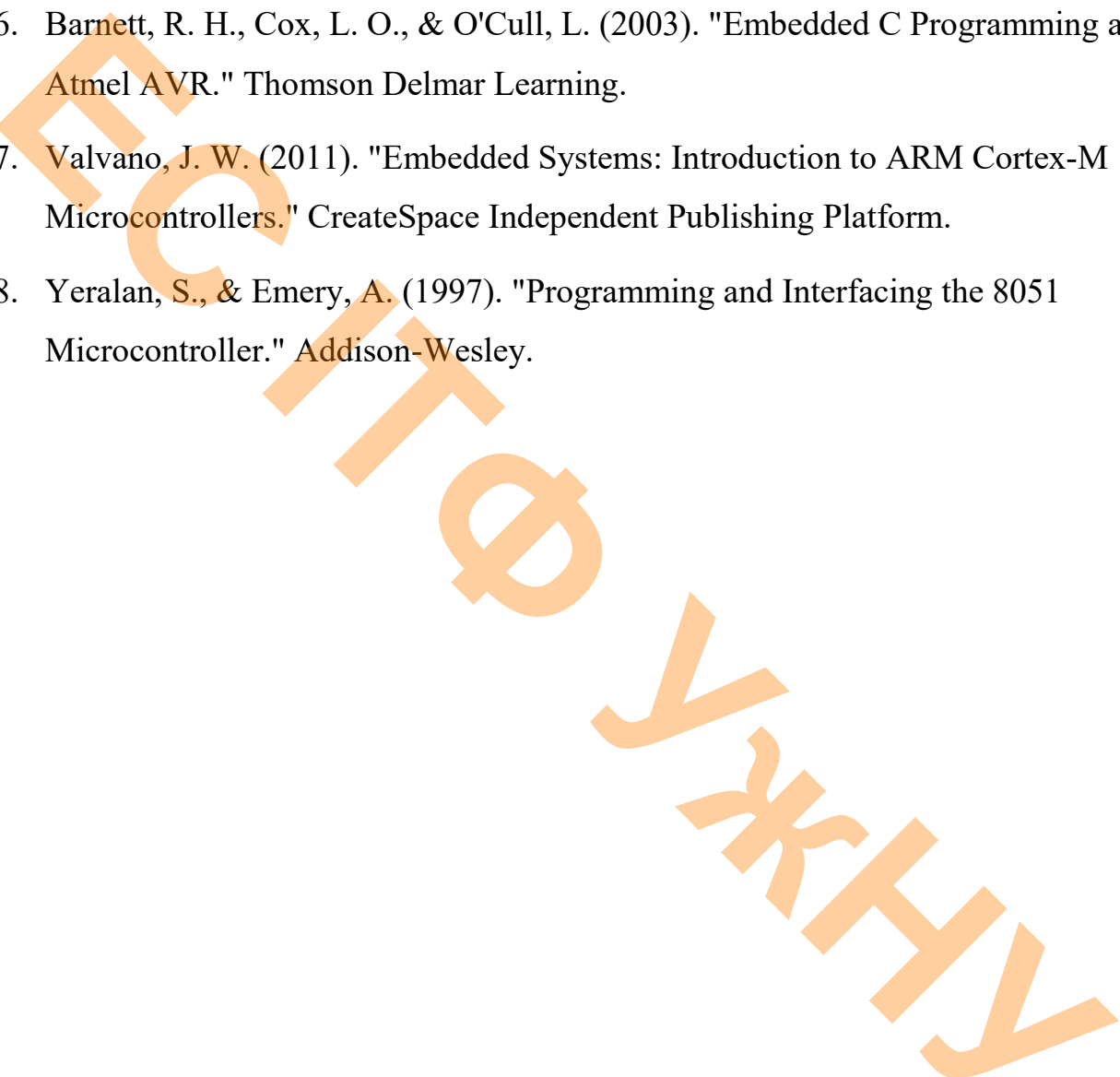
	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Буличов А. Л. та ін. Аналогові інтегральні схеми, 1985. - 223 с.
2. О.П. Григорєв та ін.. Діоди, М., Радіозв'язок, 1990.
3. П. Хоровіц, У. Хілл. Мистецтво електротехніки. Т.т. 1-2., 1998.
4. Ulrich Tietze, Christoph Schenk, Eberhard Gamm., Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Vieweg Berlin, Heidelberg, 2019
5. Peatman, J. B. (1998). "Design with PIC Microcontrollers." Prentice Hall.
6. Wilmshurst, T. (2010). "Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers: Principles and Applications." Newnes.
7. Мікропроцесорна техніка: конспект лекцій (для студентів, які навчаються за напрямами 0906 "Електротехніка", 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" всіх форм навчання)/Уклад.. Колонтаєвський Ю.П., – Харків: ХНАМГ, 2009. – 83 с.
8. Методичні вказівки до лабораторної роботи № 16 “Ознайомлення із контролерами сімейства Arduino” з курсу "Проектування систем автоматизації". Шкодзінський О.К., Пісьціо В.П., Медвідь В.Р., Галушка А.В., Тернопіль: ТНТУ, 2016 - 27 с.
9. Інтернет-магазин «Ардуіно в Україні» продаж Arduino, Raspberry Pi мікропроцесорів в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino-ua.com>.
10. Iskra-Neo [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://amperka.ru/product/iskra-neo>
11. Arduino [Електронний ресурс] / Інформаційний Інтернет ресурс // Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>
12. Tod E. Kurt. Arduino and bionic / Tod E. Kurt / Machineproject – November 2007.
13. Massimo Banzi. GETTING STARTED WITH ARDUINO / Massimo Banzi. — М.: Рид Групп, 2012. — 128 с.

	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					38
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

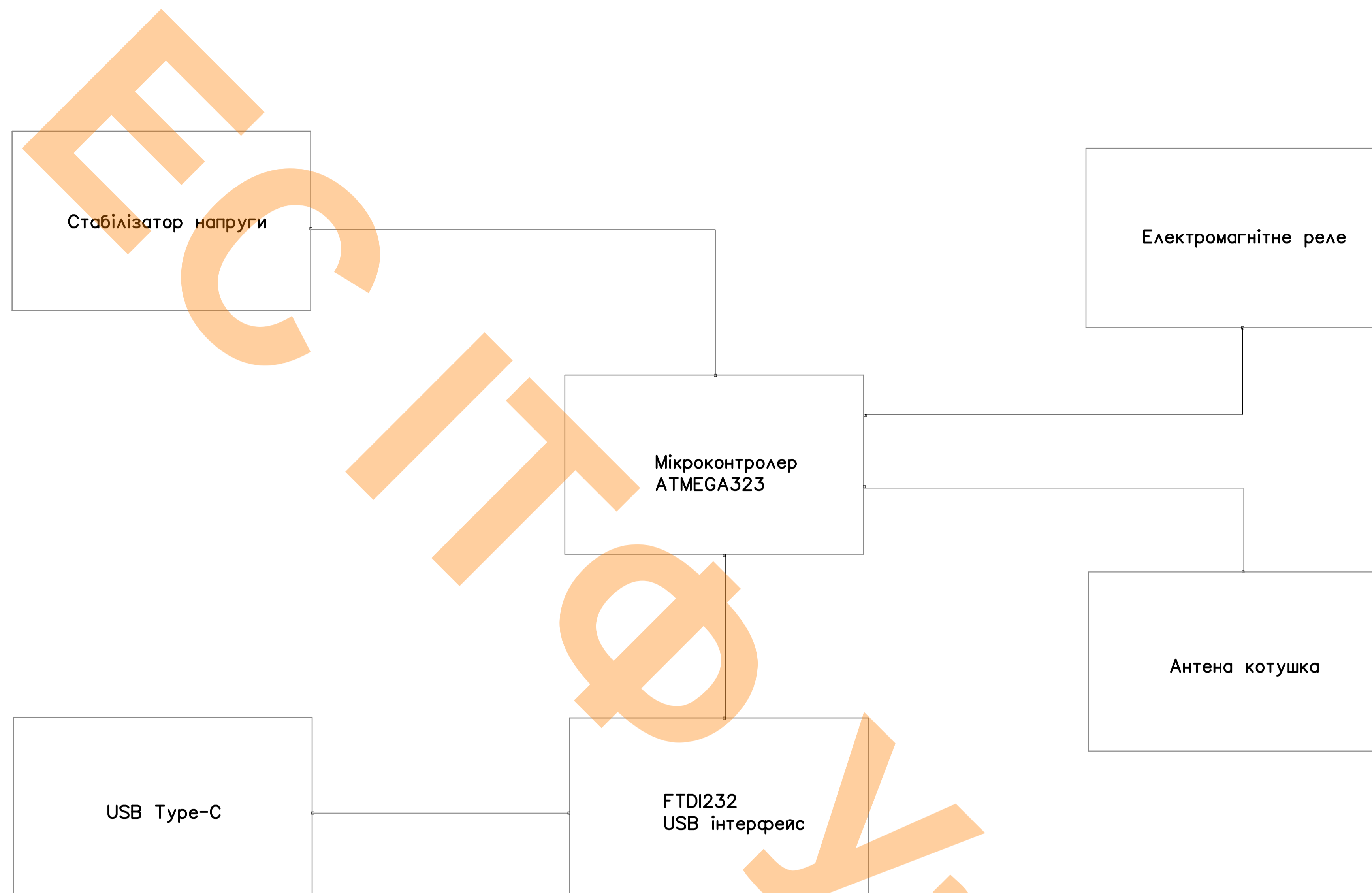
14. Brian W. Evans. Arduino Programming Notebook / Brian W. Evans / California USA 2007 – 40 p.
15. Методичні вказівки до лабораторної роботи № 16 “Ознайомлення із контролерами сімейства Arduino” з курсу "Проектування систем автоматизації". Шкодзінський О.К., Пісьціо В.П., Медвідь В.Р., Галушка А.В., Тернопіль: ТНТУ, 2016 - 27 с.
16. Barnett, R. H., Cox, L. O., & O'Cull, L. (2003). "Embedded C Programming and the Atmel AVR." Thomson Delmar Learning.
17. Valvano, J. W. (2011). "Embedded Systems: Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers." CreateSpace Independent Publishing Platform.
18. Yeralan, S., & Emery, A. (1997). "Programming and Interfacing the 8051 Microcontroller." Addison-Wesley.



	Виконав				<i>КРБ.ЕС.10315367.001.ПЗ</i>	Арк.
	Керівник					
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

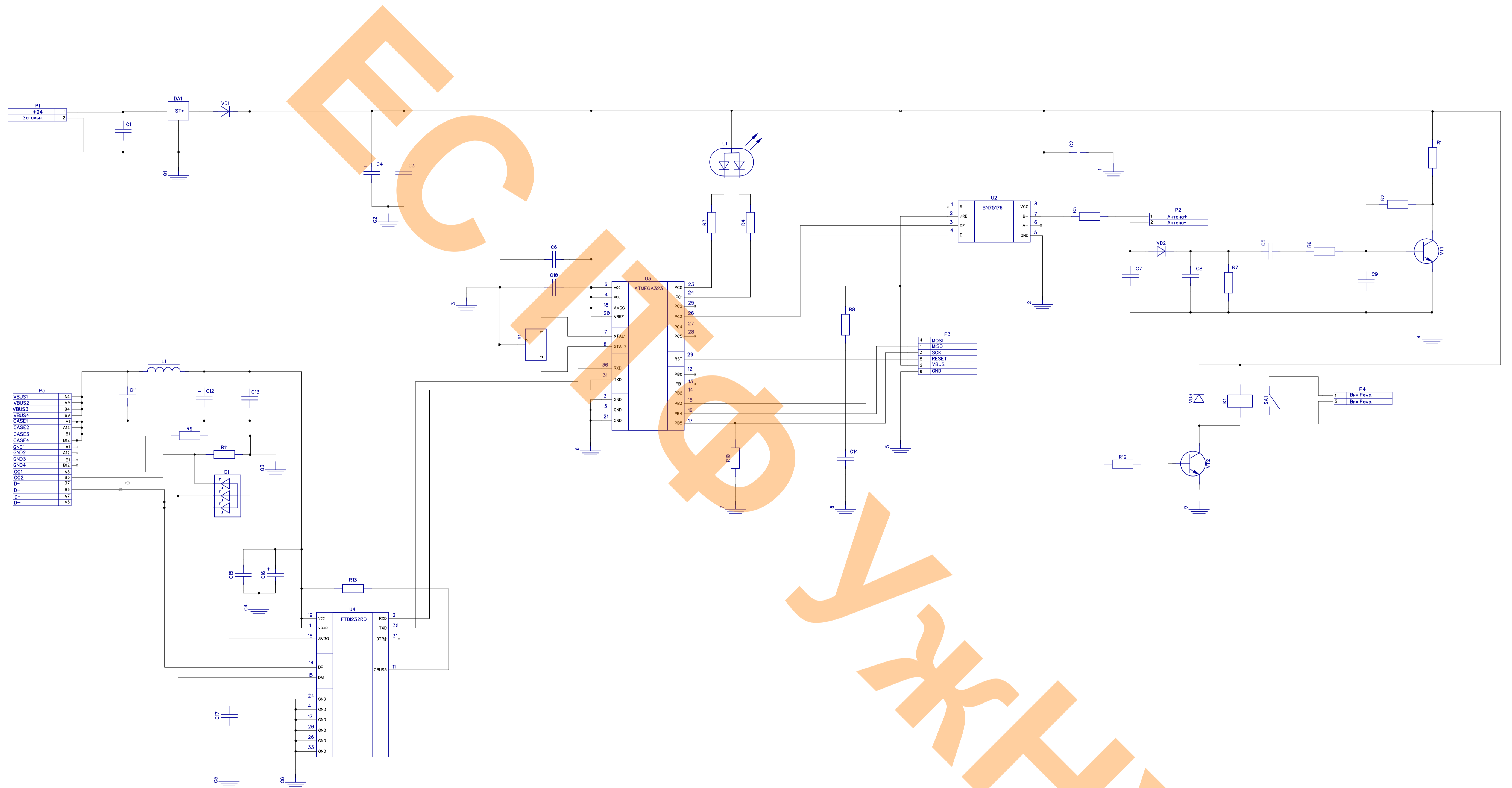
Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
<u>Конденсатори</u>			
C1	КЛС 10 нФ ± 10% ОЖ0.460.043 ТУ	1	
C2-C4	К50-35-25В-47мкФ ± 10% ОЖ0.464.214ТУ	3	
C5	КЛС 10 нФ ± 10% ОЖ0.460.043 ТУ	1	
C6-10	КЛС 0,12 мкФ ± 10% ОЖ0.460.043 ТУ	5	
C11	КЛС 10 нФ ± 10% ОЖ0.460.043 ТУ	1	
C12	К50-35-25В-47мкФ ± 10% ОЖ0.464.214ТУ	1	
C13	КЛС 47нФ ± 10% ОЖ0.460.043 ТУ	1	
C14-C17	КЛС 10 нФ ± 10% ОЖ0.460.043 ТУ	3	
<u>Мікросхеми аналогові</u>			
DA1	LM7805 БКО 348.064 ТУ	1	TE Connectivity
<u>Мікросхеми цифрові</u>			
U1	SSL-LX3059IGW-CA	1	
U2	SN75176	1	
U3	ATmega328P-AU	1	revB, Oct-2001
U4	FT232RQ	1	FTDI

КРБ.ЕС. 10315367.001.ПЕ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Мороз О.Д.	<i>[Signature]</i>	24.06
Перевірів		Лукиша О.В.	<i>[Signature]</i>	26.06
Т. контр				
Н/Контр.		Папп О.В.	<i>[Signature]</i>	24.06
Затвердив		Заяць Т.М.	<i>[Signature]</i>	24.06
Система контролю Доступу на базі RFID технології Перелік елементів				
Літера		Аркуш	Аркушів	
У		1	4	
УжНУ, ІТФ, зр. ЕС 4 курс				



				КРБ.ЕС.10315367.001.Е1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Піп.	Дата.	Літера	Аркт.	Аркуші
Розроб.	Мароз О.Д.				У		1
Перевір.	Лукаш О.В.						
№ контр.	Папн О.В.				УжНУ, ІТФ, гр.ЕС, 4-курс		
Затв.	Зашь О.В.						

Система контролю доступу
на базі RFID технології
Структурна схема



				КРБ.ЕС.10315367.001.Е3		
Зм. Арк.	№ докум.	Пап.	Дата.	Алітера	Аркт.	Аркуші
Розроб.	Мороз О.Д.	<i>OM</i>		У		1
Перевір.	Лушка О.В.	<i>OL</i>				
№ контр	Пап О.В.	<i>PO</i>		УжНУ, ІТФ, гр.ЕС, 4-курс		
Затв.	Засьє Т.М.	<i>ZT</i>		Схема електрична принципова		

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Засяда Т. М.

Студента (-ки) 4 курсу
спеціальності ЕС
Мороз О. Д
(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, Мороз Александр Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові),
Студент(-ка) Денна ІТФ ЕС 4 курс
(форма навчання, факультет, курс)
заявляю: моя письмова робота на тему: Система контролю
доступу на базі RFID технології

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

26.06.2024
Дата

[Підпис]
Підпис

Додаток 2.

ДОВІДКА
про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Мороз О. Д
Назва роботи	система контролю доступу на базі RFID технології
Спеціальність	ЕС
Курс	4 курс
Факультет	інженерно-технічний
Кафедра	електронних систем
Керівник роботи	
Роботу перевірено в програмі	Unicheck
Додано до бази даних	так
Ідентифікаційний номер роботи	КРБ Мороз О. Д
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	—
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	97%

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

24.06.2024р

Дата

Лукица О.В.
(прізвище, ініціали)


Підпис