

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Радіотехнічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Г.М. Б.А. Костюк
(підпис) (ініціали, прізвище)

«11» 06 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

За спеціальністю 172 Телекомунікація та радіотехніка
(код та назва спеціальності)

на тему: Електронний блок системи контролю доступу в приміщення

Виконав (-ла): студент (-ка) 3 курсу, групи РІ-Г61-2
(шифр групи)

Грищенко Андрій Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

[Підпис]
(підпис)

Керівник Кікітчук Артем Валерійович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

[Підпис]
(підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н., Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

[Підпис]
(підпис)

Рецензент Корудинський Володимир Олександрович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

[Підпис]
(підпис)

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

Студент [Підпис]
(підпис)

Київ – 20__ року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Факультет (інститут) радіотехнічний
(повна назва)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

За напрямом підготовки 172 Телекомунікації та радіотехніка
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Меліні С.А. Нелін
(підпис) (ініціали, прізвище)

«16» травня 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу) студенту

Трищегачу Юрію Олегівичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Електронний блок контролю доступу в приміщення

керівник проекту (роботи) Накітчук Дмитро Валерійович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від «22» травня 2019 р. №1399-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18.06.2019

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Напруга живлення 12 В, керування двома пунктами пропуску, струм 0,4 А, сумістність з інтегрованою зчитувачом Weigand-26

4. Зміст (дипломної роботи) розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Вступ, аналіз технічного завдання, об'єкт існуючого рішення, об'єднання на структурній та принциповій схемі, вибір елементної бази,

проектування друкованої плати та корпусу, розрахунок надійності, охорона праці, безпека, перелік посилань

5. Перелік (ілюстративного) графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів тощо) Схема електричного принципу побудови складального кресленика друкованої плати, вузла, друкована плата, плакат

6. Консультанти розділів проекту (роботи)*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
3 охорони праці	к.т.н., доцент Каштанов С.Ф.		

7. Дата видачі завдання 15 травня 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	20.05.2019 - 22.05.2019	
2	Розробка технічного завдання	20.05.2019 - 22.05.2019	
3	Об'єднання та вибір	23.05.2019 - 24.05.2019	
3	електричного рішення	23.05.2019 - 24.05.2019	
4	Вибір та об'єднання електричних баз	25.05.2019 - 27.05.2019	
5	Проектну частину електричного проекту	28.05.2019 - 29.05.2019	
6	Проектну частину проекту	30.05.2019 - 31.05.2019	
2	Технічне завдання про надійність прил.	01.06.2019 - 02.06.2019	
8	Охорона праці	01.06.2019 - 02.06.2019	
9	Об'єднання технічного завдання та графічних документів	03.06.2019 - 06.06.2019	

Студент

(підпис)

Грищенко С.О.
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Кісінчук С.В.
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту (роботи)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект складається із пояснювальної записки обсягом 69 сторінки, включає 23 ілюстрації, 8 таблиць, 3 креслень, 1 плаката, 26 посилань, 3 додатки.

Метою дипломного проекту є розробка електронного блоку управління доступу в приміщення, що призначений для керування двома пунктами пропуску до приміщення, він може використовуватися в будь-яких будівлях, в яких потрібен підвищений рівень захисту: приватних будинках, багатоквартирних, учбових закладах, підприємства і т.д.

У проекті проведено аналіз сучасних блоків керування та методів за якими працюють такі прилади. Досліджено аналоги, підбрано оптимальну елементну базу та обрано найефективніші технічні рішення. На основі отриманих даних спроектовано друковану плату, обрано необхідні складові частини. Проведено розрахунки що підтверджують працездатність та відповідність усім нормативним документам та стандартам.

Ключові слова: СКУД система контролю та управління доступом, *RFID*, мікроконтролер, ДП друкована плата, електронний блок управління.

ANNOTATION

The degree project consists of an explanatory note on 69 pages, includes 23 illustrations, 8 tables, 3 drawings, 1 poster, 26 links, 2 appendices.

The purpose of the diploma project is the development of an electronic access control unit in the premises, which is designed to control two points of passage to the premises, it can be used in any buildings that require an increased level of protection: private house, multi-apartment buildings, educational institutions, enterprises, etc.

The project analyzes the modern control units and the methods by which such devices operate. Analogues were studied, the optimal element base was selected and the most effective technical solutions were selected. On the basis of the received data, a printed circuit board is designed, the necessary components are selected. Conducted calculations confirming performance and compliance with all normative documents and standards.

Keywords: AC access control, RFID, microcontroller, PCB(printed circuit board), electronic control unit

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	8
1.1 Огляд існуючих рішень	8
1.1.1 Контролер доступу <i>BOLID C2000-2</i> [1]	8
1.1.2 Мережевий контролер доступу <i>ZKTeco C3-100</i> [2].....	9
1.1.3 Мережевий контролер доступу <i>Суртрах іВС-01 Light</i> [3].....	10
1.1.4 Мережевий контролер доступу <i>Суртрах НАС-01</i> [4].....	11
1.2 Розробка та аналіз технічного завдання.....	13
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ	15
2.1 Обґрунтування структурної схеми пристрою	15
2.2 Обґрунтування електричної принципової схеми електронного блоку..	15
2.3 Вибір елементної бази.....	18
2.3.1 Вибір мікроконтролера	18
2.3.2 Вибір резисторів	20
2.3.3 Вибір конденсаторів	21
2.3.4 Вибір діодів	22
2.3.5 Вибір стабілітрона.....	24
2.3.6 Вибір варисторів	25
2.3.7 Вибір реле	25

					РІ61.425743.001ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електронний блок системи контролю доступу в приміщення	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Грищенко Ю.О.							
Перевір.		Нікітчук А.						3	
Реценз.									
Н. Контр.									
Затвердив.									

5.2.2	<i>Відповідність параметрів виробничого приміщення санітарним нормам</i>	46
5.2.3	<i>Відповідність рівня освітленості робочої зони санітарним нормам</i>	46
5.2.4	<i>Відповідність параметрів мікроклімату в робочій зоні санітарним нормам</i>	48
5.3	Пожежна безпека	51
ВИСНОВКИ		53
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ		54
Додаток А		57
Додаток Б		62
Додаток В		66

Грищенко Ю.О. РІ-61-2, 2019

						РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			5

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

CAD — *computer aided design* – Система автоматизованого проектування.

EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, Flash* – пам'ять) — постійний запам'ятовуючий пристрій, один із різновидів енергонезалежної пам'яті.

RAM — *Random Access Memory* – один із видів пам'яті комп'ютера, що дозволяє одночасно отримати доступ до будь-якої ячейки (завжди за один і той же час, незалежно від розташування) за її адресою на читання або запис.

RFID — *Radio Frequency Identification* – радіочастотна ідентифікація.

USB — *Universal Serial Bus* — універсальна послідовна шина – послідовний інтерфейс для підключення периферійних пристроїв до обчислювальної техніки.

Wiegand — простий провідний інтерфейс зв'язку між пристроєм читання ідентифікатора і контролером.

АЛП — арифметико-логічний пристрій.

АЦП — аналого-цифровий перетворювач.

ДП — друкована плата.

ЕРЕ — електрорадіоелемент.

РЕА — радіоелектронна апаратура.

						РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			6

ВСТУП

Безпека, запобігання витоку інформації і контроль ефективності роботи персоналу на підприємстві є одними з найбільш важливих і значних проблем на багатьох підприємствах у наш час.

Традиційні методи персональної ідентифікації, засновані на застосуванні паролів або матеріальних носіїв, таких як пропуск, паспорт, водійське посвідчення, не завжди відповідають сучасним вимогам безпеки.

Рішенням проблеми точної ідентифікації може бути застосування радіочастотних систем ідентифікації.

Розвиток комп'ютерних технологій, поява нових матеріалів і математичних алгоритмів забезпечив можливість створення спеціалізованих пристроїв ідентифікації — радіочастотних зчитувачів, які і лежать в основі *RFID* систем ідентифікації.

Дана технологія дозволяє отримувати інформацію про предмет без необхідності прямого контакту. Дистанції, на яких може проходити зчитування і запис інформації, можуть варіюватися від декількох міліметрів до декількох метрів, у залежності, від застосовуваної технології. Самі радіочастотні мітки теж є різні – розміром із кредитну картку, або зовсім крихітні — скляні мітки, які можуть імплантуватися.

Радіочастотна ідентифікація має низку переваг у порівнянні з іншими технологіями ідентифікації. Найбільшою перевагою радіочастотної ідентифікації є те, що відстань, на якій може відбуватися отримання і запис ідентифікаційної інформації, варіюється до декількох десятків метрів.

Метою дипломного проекту є проектування електронного блоку системи контролю доступу в приміщення: проектування друкованого вузла, розробка корпусу для приладу та розробка конструкторської документації.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд існуючих рішень

На ринку представлено багато рішень, серед яких: *BOLID C2000-2*, *ZKTeco C3-100*, *Cyphrax iBC-01 Light*, *Cyphrax NAC-01*. Розглянемо їх особливості.

1.1.1 Контролер доступу *BOLID C2000-2* [1]

Контролер доступу "*C2000-2*" призначений для управління доступом через одну або дві точки доступу шляхом зчитування кодів пред'явлених ідентифікаторів (карт *Proximity*, ключів *Touch Memory* і *PIN*-кодів), перевірки прав доступу і замикання (розмикання) контактів реле, керуючих запірними пристроями (електромеханічними і електромагнітними замками та засувками, турнікетом, шлагбаумом).

Випущена в 2012 році ця модель СКУД, на 2 точки доступу, є найпоширенішою на даний момент.

Переваги:

- контроль однієї точки доступу на вхід і на вихід або двох точок доступу на вхід;
- підключення зчитувачів ключів *Touch Memory*, карт *Proximity* або *PIN*- коду з інтерфейсом *Touch Memory*, *Wiegand*, *ABA TRACK II*;
- режим заборони повторного проходу (*Antipassback*);
- налаштовується контроль злому і блокування дверей;
- подвійна ідентифікація (*Proximity* карта + *PIN*- код);
- управління та передача повідомлень по інтерфейсу *RS-485* в *ICO* «Оріон»;
- запам'ятовування подій у буфері при втраті зв'язку по інтерфейсу *RS-485*.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Недоліки:

- досить великі габарити (356x197x59 мм);
- висока вартість – 3600 грн.



Рисунок 1.1 — BOLID C2000-2

1.1.2 Мережевий контролер доступу ZKTeco C3-100 [2]

Мережевий контролер доступу C3-100 призначений для організації двосторонньої точки проходу через 1 двері. Побудова системи контролю доступу зі зчитувачем на вхід і зчитувачем на вихід дозволяє також вести облік робочого часу.

Переваги:

- призначений для організації двосторонньої точки проходу через одні двері, а також для системи обліку робочого часу;
- можливість інтеграції в систему відеоспостереження, охоронно-пожежної сигналізації та ін;
- вбудовані реле для управління виконавчими пристроями (електронними замками, турнікетами);
- управління комбінацією карт.

									Арк.
									9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РІ61.425743.001 ПЗ				

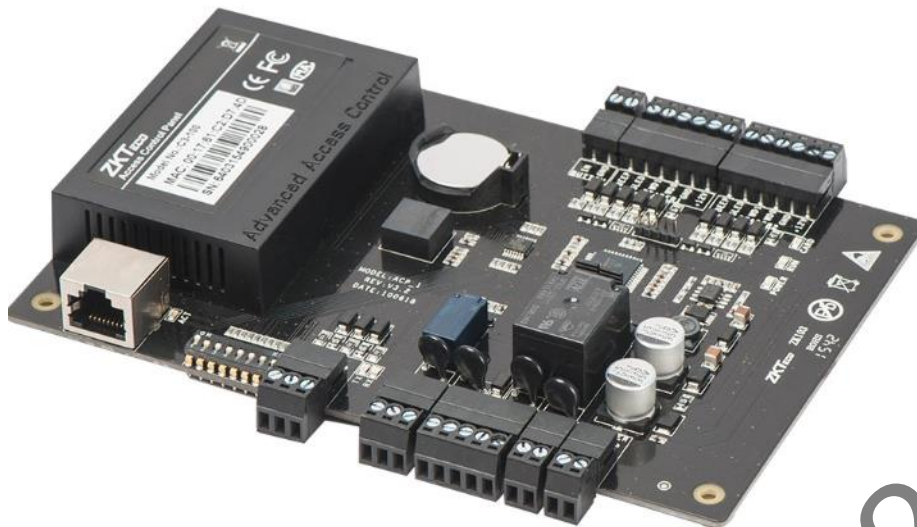


Рисунок 1.2 — ZKTeco C3-100

Недоліки:

- продається без корпусу;
- висока ціна – 6700 грн.

1.1.3 Мережевий контролер доступу Cyphrax iBC-01 Light [3]

Мережевий контролер доступу *iBC-01 Light* призначений для організації двосторонньої точки проходу через двоє дверей. Побудова системи контролю доступу з розширеним обліком робочого часу.

Переваги:

- облік робочого часу;
- підключення зчитувачів *Touch Memory (1-Wire, iButton)* і *Wiegand 26*;
- входи для датчика стану дверей, кнопки виходу;
- 15 різних розкладів доступу;
- енергонезалежна пам'ять для зберігання ключів доступу і подій;
- вбудований годинник реального часу з автономним елементом живлення.

					ПІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

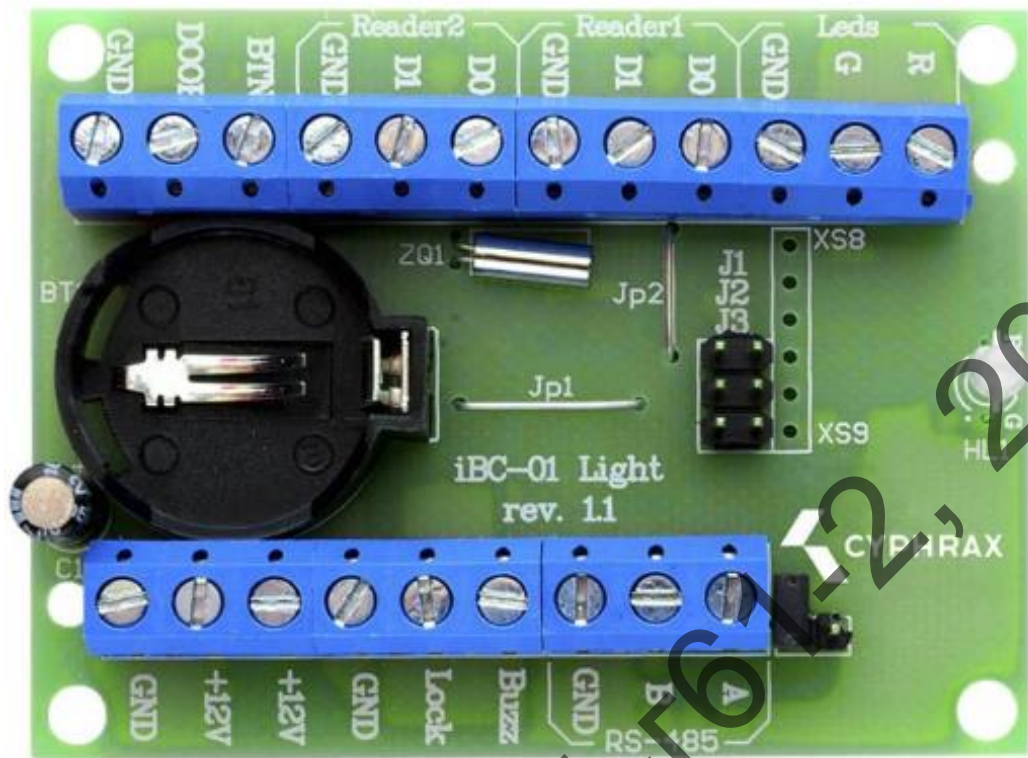


Рисунок 1.3 — *Cyphrax iBC-01 Light*

Недоліки:

- продається без корпусу;
- досить висока ціна – 2700 грн.

1.1.4 Мережевий контролер доступу *Cyphrax NAC-01* [4]

Мережевий контролер доступу *NAC-01* призначений для управління доступом у житлові, виробничі або офісні приміщення, обладнані електромагнітним або електромеханічним замком, шлагбаумом, турнікетом.

Переваги:

- мережева робота в системі контролю та управління доступом (СКУД);
- ключі доступу: *Touch Memory*, *Proximity* карти (*EM – Marin*), радіобрелки;
- 4 виходи (реле) для підключення замків;
- 6 входів для підключення пристроїв;

										Арк.
										11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PI61.425743.001 ПЗ					

- пам'ять ключів: 4000, подій: 32000;
- лінія зв'язку: *Ethernet*;
- максимальна відстань до зчитувача: 30 м (*I-Wire*), 100 м (*Wiegand*).

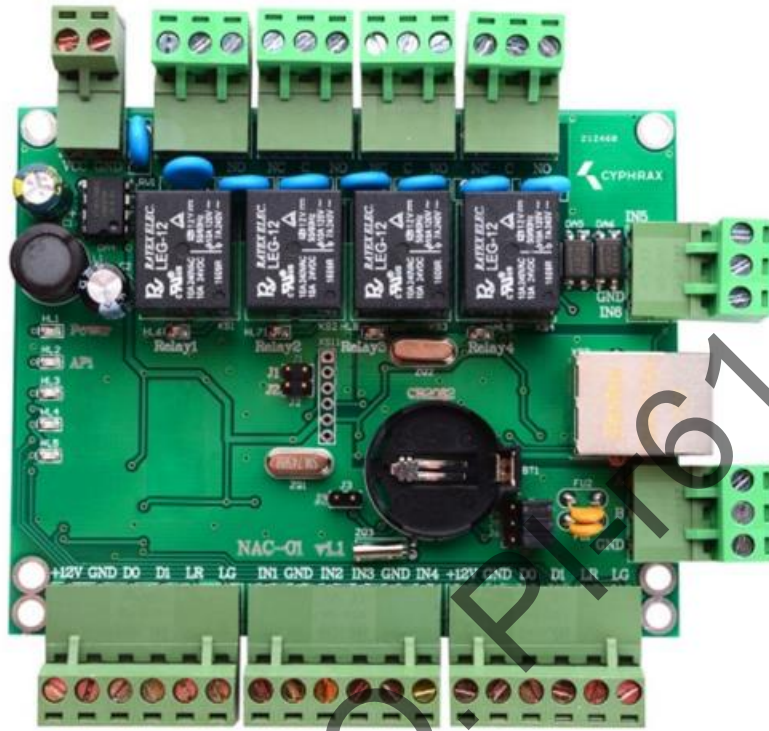


Рисунок 1.4 — *Cyphrax NAC-01*

Недоліки:

- реле часто виходять з ладу;
- висока ціна – 10600 грн.

Принцип роботи пристроїв, наведених вище, базується на технології радіочастотних зчитувачів, які базуються на *radio frequency identification (RFID)* системі ідентифікації.

RFID-мітка — мініатюрний пристрій. Вона складається з мікročіпа, який зберігає інформацію, і антени, за допомогою якої мітка передає і отримує дані. Іноді *RFID*-мітка має власне джерело живлення (активна), але більшість міток живлення не потребують (пасивна).

У пам'яті *RFID*-мітки зберігається унікальний номер і інформація. Коли мітка потрапляє в зону реєстрації, ця інформація приймається *RFID*-зчитувачем.

					PI61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.5 — *RFID*-мітка

Для передачі даних пасивні *RFID*-мітки використовують енергію поля зчитувача. Накопичивши необхідну кількість енергії, мітка починає передачу. Дистанція реєстрації пасивних міток 0,05 – 8 метрів, в залежності від типу *RFID*-зчитувача і архітектури мітки [5].

На основі зробленого огляду та аналізу було розроблено технічне завдання (додаток А).

1.2 Розробка та аналіз технічного завдання

Згідно технічного завдання потрібно розробити «Електронний блок системи контролю доступу в приміщення», пристрій повинен бути сумісним зі зчитувачами *RFID*-карток з інтерфейсом *Wiegand-26*, працювати з електромагнітними та електромеханічними замками. У пам'яті пристрою повинно зберігатися не менше 70 унікальних *identity document (ID)*. Прилад живиться від блоку живлення 12 В.

На лицьовій панелі станції необхідно передбачити отвори для роз'єму живлення, зчитувача карток, електромагнітних замків, *USB type B* – інтерфейсу для програмування приладу.

На верхній панелі приладу розміщується світлова індикація режиму роботи та звуковий випромінювач котрий сигналізує перемикання режиму

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

роботи, на нижній панелі приладу розміщуються ніжки для горизонтального розміщення приладу та засоби кріплення до вертикальних поверхонь.

Корпус складається з двох частин, котрі виконані з пластику і скріпляються між собою чотирма гвинтами М3х50.

Серед переглянутих аналогів електронного блоку системи контролю доступу в приміщення, функції, які функції вони мають, проаналізували ціни та основний тип розпізнавання коду «працівника».

Грищенко Ю.О. РІ-Г61-2, 2019

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

2.1 Обґрунтування структурної схеми пристрою

Структурна схема розроблюваного пристрою представлена на рисунку

2.1

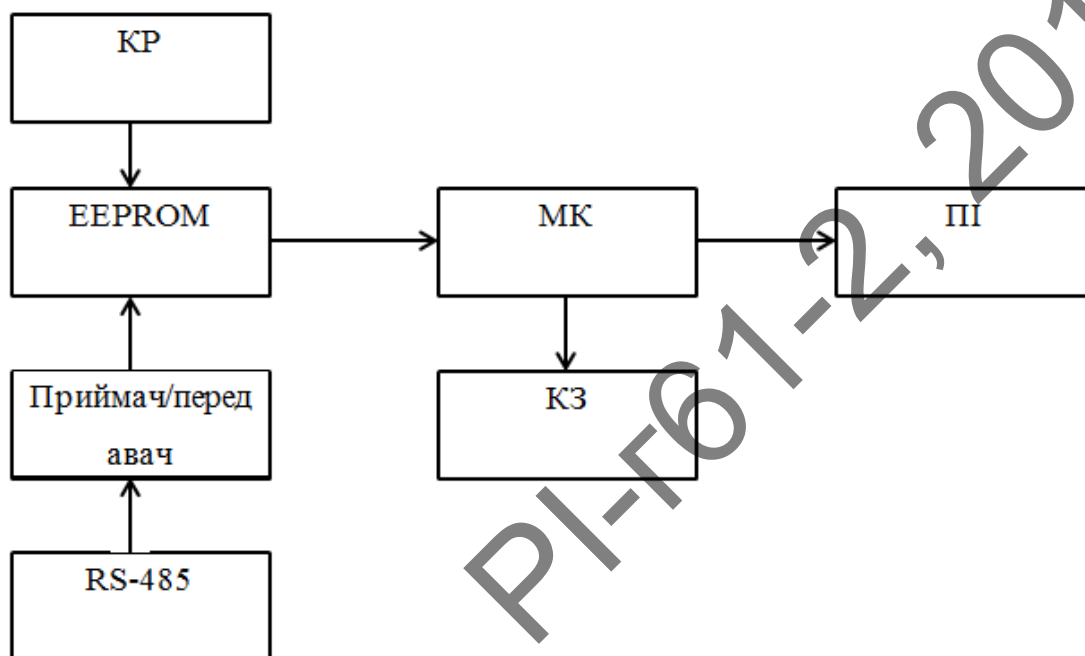


Рисунок 2.1 — Структурна схема

На рисунку 2.1:

- КР — кварцевий резонатор, слугує для приймання інформації;
- *EEPROM* — пам'ять, в якій зберігаються дані карток та події;
- приймач/передавач — приймач/передавач інтерфейсу *RS-485*, слугує для завантаження та вивантаження даних із пам'яті;
- *RS-485* — інтерфейс *RS-485*;
- МК — мікроконтроллер, слугує для обробки даних та керування;
- КЗ — реле для керування замками;
- ПІ — пристрої індикації, слугують для інформування стану замків.

2.2 Обґрунтування електричної принципової схеми електронного блоку

Принципова електрична схема призначена для повного відображення

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PI61.425743.001 ПЗ				

взаємозв'язків пристрою з урахування принципів їх дії і послідовності роботи. На принципових схемах за допомогою умовних позначень зображені пристрої і лінії зв'язків між окремими елементами, блоками і модулями. На рисунку 2.2 представлена схема електрична принципова електронного блоку.

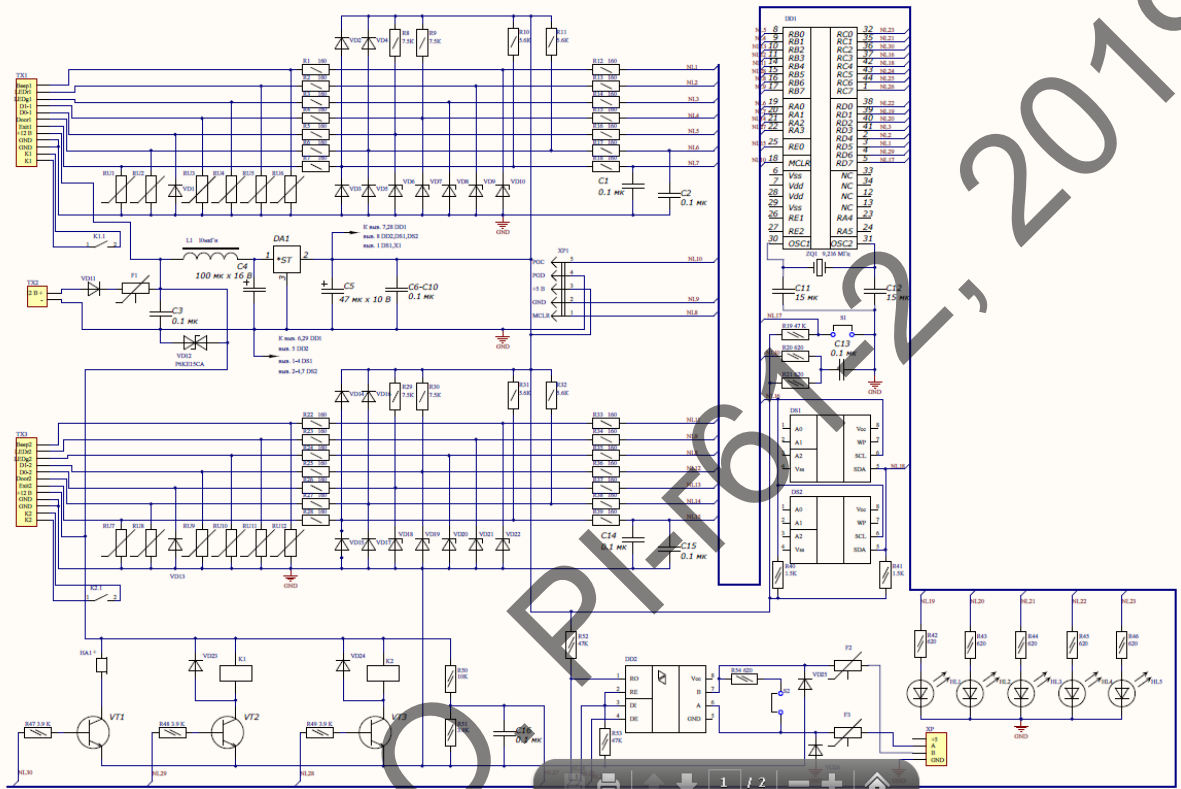


Рисунок 2.2 — Схема електрична принципова електронного блоку

Для передачі зчитаного коду карти, між зчитувачем і контролером доступу використовуються спеціалізовані інтерфейси: *Wiegand-4*, *Wiegand-8*, *Wiegand-26*, *Wiegand-40*, *Dallas ouch Memory* та ін. Найпопулярніший - *Wiegand-26*. Цифра 26 означає, що передається 26 біт, 24 біта - дані і 2 біта контролю парності. Інтерфейс – трьохпровідний: *D0*-лінія передачі нулів, *D1* - лінія передачі одиниць і загальний провід. У початковому стані, коли немає передачі, на обох лініях даних *D0* і *D1* встановлено високий рівень (+5 В відносно загального проводу). Для передачі одиниць на лінії *D1* встановлюють низький рівень, а для передачі нуля відповідно встановлюють низький рівень на лінії *D0*. Дані по інтерфейсу *Wiegand* передаються «нулями», низькими рівнями.

										Арк.
										16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Основні задачі виконує мікроконтролер *DD1*. Зчитувач карт підключають до гнізд *XT1* та *XT3*. Його контакти 1–3 призначені для управління світлодіодами і звуковим випромінювачем зчитувача. Найчастіше ці контакти на зчитувачі мають позначення: 1 – *BEEP*, 2 – *LEDRed*, 3 – *LEDGreen*. У деяких зчитувачів світлозвукова сигналізація може бути відсутня, в цьому випадку ці контакти роз'єму залишаються незадіяними. Контакт 4 — *D1*, лінія даних, контакт 5 — *D0*, лінія даних. До контактів 11 і 12 роз'єму *XT1* підключені нормально розімкнуті контакти реле, призначені для подачі напруги на електромагнітний замок. Контакт 8 — напруга живлення 12 В. Контакт 6 — «*Door*», підключення геркону. На контакті 7 (*EXIT*) цього роз'єму в початковому стані присутній високий рівень (+5 В), цей контакт призначений для підключення кнопки на вихід. Кнопка може бути будь-якою, наприклад, від дверного дзвінка. Її підключають між контактами 9 і 10 (загальний провід) роз'ємів *XT1* та *XT3*. Розташовуватися вона повинна всередині приміщення, що охороняється.

Між деякими контактами роз'єму *XT1* та *XT3*, до яких підключають зчитувач, і контактами мікроконтролера включені захисні ланцюги: для лінії *D0* (контакт 1); *D1* (контакт 2); лінія для контакту 3, до якого підключають світлодіод зеленого кольору зчитувача карт; лінія для контакту 4, до якого підключають світлодіод червоного кольору зчитувача карт; лінія для контакту 5, до якого підключають звуковий випромінювач зчитувача карт; *EXIT* на лінії *D1*, *D0* і *EXIT* через резистори *R7* – *R9* поданий високий рівень (напруга живлення +5 В). Мікросхема пам'яті *DS1*, підключена по шині *I2C* до мікроконтролеру *DD1* (контакти 37 і 42), – зовнішня *EEPROM* для зберігання великої кількості ідентифікаційних кодів карт (до 21 000 карт). Обсяг *EEPROM*-пам'яті мікроконтролера *PIC18F452* дуже мала – всього 256 байт, але цього вистачає для зберігання кодів 84 карт. Світлодіоди *HL1*– *HL5* і звуковий випромінювач *HA1* – світлові та звукові індикатори поточного стану контролера.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.3 Вибір елементної бази

Елементна база для проектного пристрою вибирається з таких міркувань:

- елементна база повинна забезпечити необхідні електричні параметри виробу з заданою точністю;
- елементна база визначає габарити і вагу виробу;
- елементна база повинна надійно працювати в заданих кліматичних умовах;
- елементна база визначає надійність пристрою і заданий час його роботи;
- вибір типу елементної бази впливає на технологію виготовлення приладу та на можливість автоматизації збірки;
- доступність елементної бази;
- елементна база впливає на вартість виробу.

У пристрої, який проектується, використовуються активні та пасивні елементи, також проведено аналіз та вибір мікроконтролера, адже він є головною складовою розроблюваного приладу.

2.3.1 Вибір мікроконтролера

У даному дипломному проекті представлено розробку електронного блоку системи управління та контролю доступу до приміщення на мікроконтролері *PIC18F452-I/PT*.

PIC18F452-I/PT — це 8-розрядний мікроконтролер з 32 Кб внутрішньо системної програмованої *Flash* пам'яті. На рисунку 2.3 представлено мікроконтролер *PIC18F452-I/PT* в корпусі *TQFP*.

Особливостями таких мікроконтролерів є:

- 8-розрядний високопродуктивний *PIC* мікроконтролер з малим споживанням;
- архітектура *Harvard* 8 біт;
- 75 команд;

					PI61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- пам'ять для інструкцій та пам'ять для даних представляють собою різні фізичні носії;
- канал інструкцій та канал даних фізично розділені;
- 16 восьмирозрядних регістрів загального призначення;
- продуктивність до 10 MIPS;
- енергонезалежна пам'ять даних та програм;
- забезпечує 100 000 циклів запису/стирання;
- 256 байт EEPROM (вид енергонезалежної пам'яті);
- 1,5 Кбайта вбудованої RAM;
- програмне блокування, що забезпечує захист програмних засобів користувача;
- робоча частота: (0 – 40) МГц.

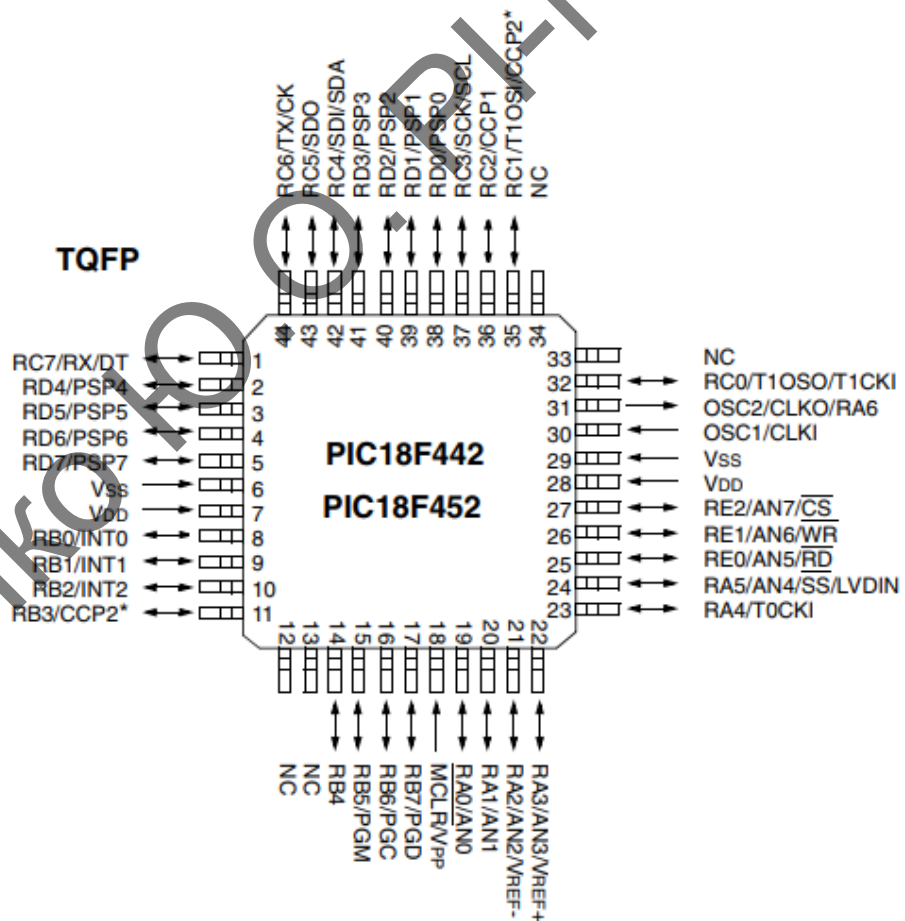


Рисунок 2.3 — Мікроконтролер *PIC18F452-I/PT* в корпусі *TQFP*

PIC18F452-I/PT побудована на ядрах *PIC* і поєднує широкий набір інструкцій із 16 регістрами загального призначення. Усі регістри

					ПІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпосередньо підключені до арифметико-логічного пристрою (АЛП), що дозволяє двом незалежним регістрам мати доступ до однієї інструкції і виконуватись одночасно. У результаті архітектура стає більш ефективною та продуктивною [6].

В якості аналога *PIC18F452-I/PT* можливо використати мікроконтролер *PIC18F442-I/PT*. Такий мікроконтролер можна застосовувати, але він має ряд недоліків, чим і поступається *PIC18F452-I/PT*.

Порівняння характеристик мікроконтролерів *PIC18F452-I/PT* та *PIC18F442-I/PT*:

- *PIC18F442-I/PT* має 126 байт, тоді коли у *PIC18F452-I/PT* — 256 байт;
- *PIC18F442-I/PT* має 768 байт вбудованої RAM, тоді коли у *PIC18F452-I/PT* — 1,5 Кбайта вбудованої RAM;
- у *PIC18F442-I/PT* в 2 рази менше *Flash*-пам'яті, ніж у *PIC18F452-I/PT*;
- продуктивність *PIC18F442-I/PT* менша в 2 рази у порівнянні з *PIC18F452-I/PT* — 5 MIPS.

Зважаючи на переваги *PIC18F452-I/PT* перед його аналогами, було обрано *PIC18F452-I/PT*.

2.3.2 Вибір резисторів

При виборі резисторів потрібно звернути увагу на такі характеристики: розміри, номінал, надійність та вартість.

Для зменшення габаритних розмірів приладу оберемо SMD-резистори типорозміру 1206:

- резистор *RC1206JR-07160RL* 0,25 Вт 160 Ом, виробник — *Vishay / Dale*;
- резистор *RC1206JR-077K5L* 0,25 Вт 7,5 кОм, виробник — *Vishay / Dale*;
- резистор *RC1206JR-075K6L* 0,25 Вт 5,6 кОм, виробник — *Vishay / Dale*;

					PI61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

- резистор *RCS120647K0JNEA* 0,5 Вт 47 кОм, виробник — *Vishay / Dale* [7];
- резистор *RCS12061K50JNEA* 0,5 Вт 1,5 кОм, виробник — *Vishay / Dale* [8];
- резистор *RCS12063K90FKEA* 0,5 Вт 3,9 кОм, виробник — *Vishay / Dale* [9];
- резистор *RCS120610K0JNEA* 0,5 Вт 10 кОм, виробник — *Vishay / Dale* [10].

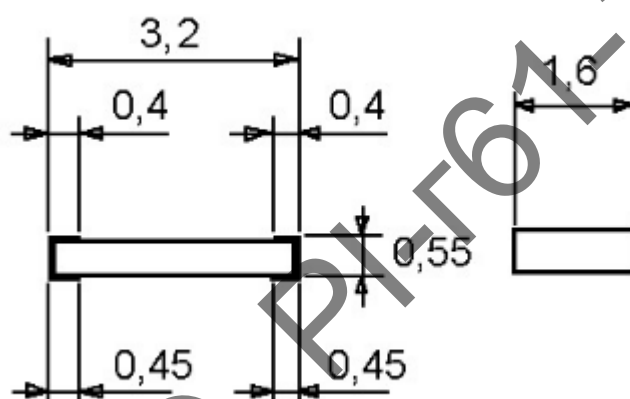


Рисунок 2.4 — Габаритні розміри обраного резистора [11]

2.3.3 Вибір конденсаторів

При виборі конденсаторів потрібно звернути увагу на такі характеристики:

- розміри;
- номінал та допуск відхилення від нього;
- діапазон робочих температур;
- вартість.

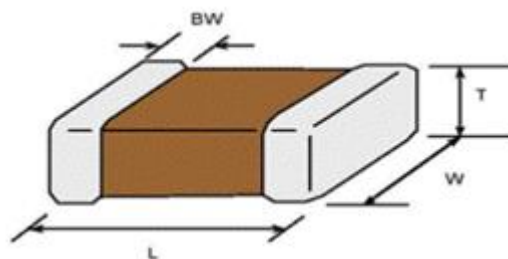
Для зменшення габаритних розмірів приладу оберемо *SMD*-компоненти типорозміром 0805. Для приладу були обрані танталові конденсатори із-за їх малих розмірів, високої надійності та дуже малого струму втрат.

1276-1007-2-ND 0,1 мкФ, виробник — *Vishay Sprague*;

478-8126-2-ND 100 мкФ, виробник — *Vishay Sprague*;

					PI61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

478-8126-6-ND 47 мкФ, виробник — Vishay Sprague;



Samsung P/N	Dimension(mm)			
	L	W	T	BW
CL21F104ZBANNNC	2.00 ± 0.10	1.25 ± 0.10	0.65 ± 0.10	0.50 +0.2/-0.3

Рисунок 2.5 — Конденсатор типорозміром 0805 [12]

Фазозсувні конденсатори були вибрані також танталові, але для полегшення розведення плати були обрані типорозміром 0603.

718-1674-2-ND 15 мкФ, виробник — Vishay Sprague;

CASE CODE	L	W	H (MAX.)	P1	P2 (REF.)	C
M	0.083 ± 0.008 [1.60 ± 0.2]	0.033 ± 0.008 [0.85 ± 0.2]	0.035 [0.9]	0.020 ± 0.004 [0.50 ± 0.1]	0.024 [0.60]	0.024 ± 0.004 [0.60 ± 0.1]

Рисунок 2.6 — Конденсатор типорозміром 0603 [13]

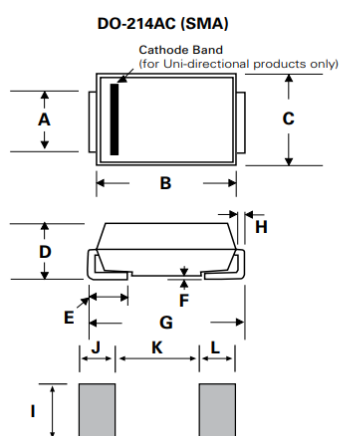
2.3.4 Вибір діодів

При виборі діодів потрібно звернути увагу на такі характеристики:

- розміри;
- прямий струм діода;
- максимальна зворотня напруга діода;
- ціна.

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PI61.425743.001 ПЗ				

Захисні діоди виберемо *SMAJ10A* в корпусі *DO-214AC-2 (SMA)*, із максимальною зворотною напругою діода — 12,3 В та максимальним прямим струмом — 23,5 А.



Dimensions	Inches		Millimeters	
	Min	Max	Min	Max
A	0.049	0.065	1.250	1.650
B	0.157	0.181	3.990	4.600
C	0.095	0.110	2.400	2.790
D	0.075	0.090	1.900	2.290
E	0.030	0.060	0.780	1.520
F	-	0.008	-	0.203
G	0.189	0.208	4.800	5.280
H	0.006	0.012	0.152	0.305
I	0.070	-	1.800	-
J	0.082	-	2.100	-
K	-	0.090	-	2.300
L	0.082	-	2.100	-

Рисунок 2.7 — Діод *SMAJ10A* в корпусі *DO-214AC-2 (SMA)* [14]

SMAJ10A можливо замінити на двонаправлені діоди *SMAJ10CA* (але вони дорожчі).

Випрямний діод виберемо по відношенню ціна/надійність *HS1J*, але його можливо замінити будь-яким випрямляючим діодом.

Також для приладу виберемо діоди з максимальною зворотною напругою – не більше 100 В та прямим струмом – 200 мА.

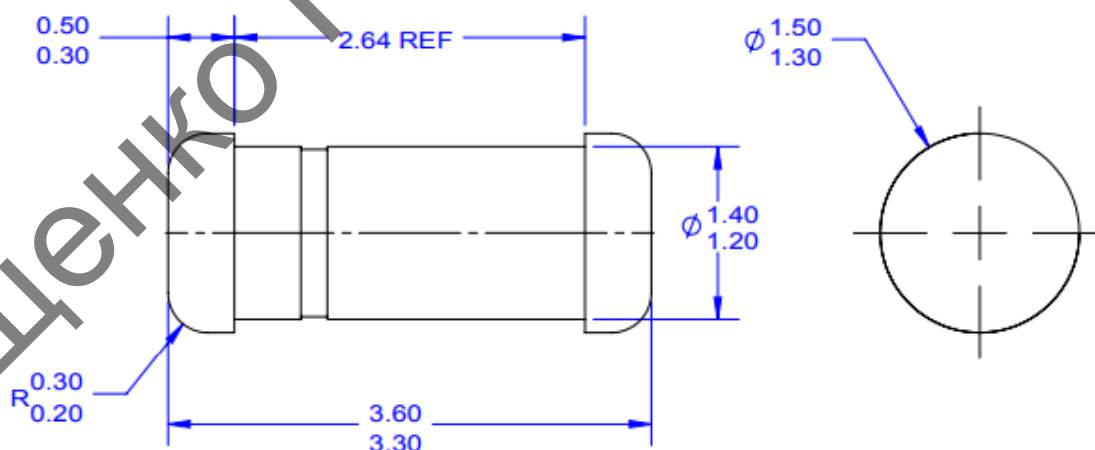


Рисунок 2.8 — Вигляд та розміри діода *LL4148* в корпусі *SOD-80* [15]

Під ці характеристики підходить надійний на недорогий діод *LL4148*. Візьмемо діод *LL4148* у корпусі *SOD-80* для зручності розташування на платі.

										Арк.
										23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PI61.425743.001 ПЗ					

2.3.5 Вибір стабілітрона

При виборі стабілітрона потрібно звернути увагу на такі характеристики:

- допустима розсіювальна потужність;
- номінальна напруга стабілізації;
- номінальний струм стабілізації;
- динамічний опір;
- температурний коефіцієнт стабілізації напруги.

Для проектування приладу виберемо стабілітрон *BZV55C5V6*, для зручності проектування друкованої плати виберемо корпус *SOD-80*. 3D – модель компонента в корпусі *SOD-80* зображений на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 — 3D – модель компонента в корпусі *SOD-80* [16]

Стабілітрон *BZV55C5V6* має наступні характеристики:

- допустима розсіювальна потужність — 0,5 Вт;
- номінальна напруга стабілізації — 5,6 В;
- номінальний струм стабілізації — 5 мА;
- динамічний опір — 15 Ом;
- температурний коефіцієнт стабілізації напруги — 2,5 %/С [17].

									Арк.
									24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PI61.425743.001 ПЗ				

2.3.6 Вибір варисторів

При виборі варистора потрібно звернути увагу на такі характеристики:

- класифікаційна напруга (зазвичай при 1 мА);
- робоча напруга;
- робочий струм;
- максимальна розсіювана енергія.

При проектуванні приладу для простоти проектування друкованої плати, був вибраний варистор *CN1206K40G* типорозміром 1206, характеристики наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Характеристики варистора CN1206K40G [18]

Тип	<i>cn1206</i>
Класифікаційна напруга при струмі 1 мА, В	68
Напруга спрацьовування середньоквадратичне, В	40
Напруга спрацьовування на постійному струмі, В	56
Енергія, що поглинається, Дж	0,7
Максимальний імпульсний струм (імпульс 8/20 мкс), А	200
Робоча температура, °С	-40...85
Виконання	<i>smd 1206</i>
Діаметр корпусу, мм	1,6
Висота (довжина), мм	3,2

2.3.7 Вибір реле

Підійде будь-яке реле з напругою живлення 12 В та нормально розімкненими контактами.

Вибране було реле *TRC-12VDC-SB-AL*. Воно задовольняє вимоги, надійне та недороге.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

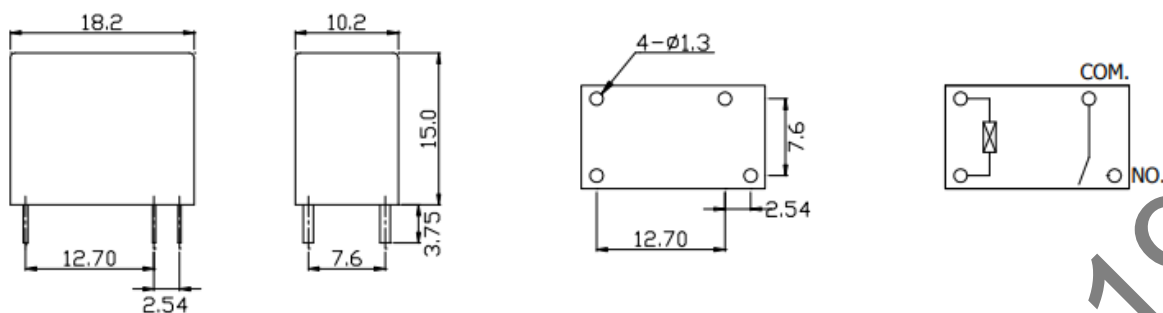
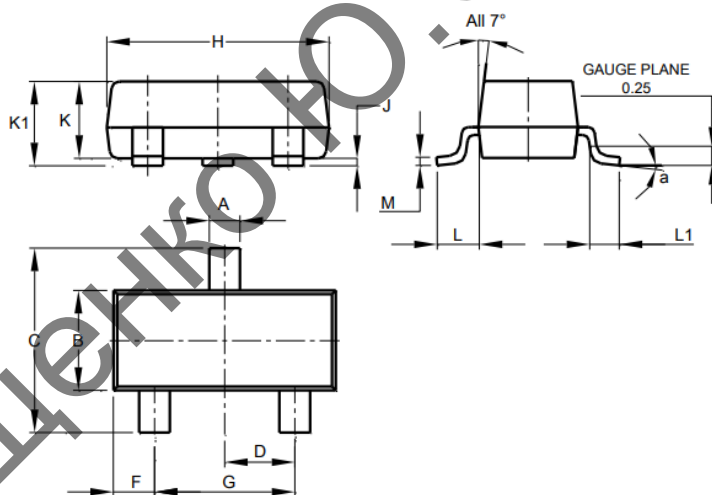


Рисунок 2.10 — Габаритні розміри реле *TRC-12VDC-SB-AL* [19]

2.3.8 Вибір транзисторів

Так як через транзистори включаються реле, було вирішено взяти кремнієвий біполярний транзистор *BC817-25* в корпусі *SOT23*:

- максимальна розсіювана потужність: 0,3 Вт;
- максимальна напруга колектор–база: 50 В;
- максимальна напруга колектор–емітер: 45 В;
- максимальна напруга база–емітер: 5 В;
- максимальний постійний струм колектора: 0,5 А;
- ємність колекторного переходу: 10 пФ [20].



SOT23			
Dim	Min	Max	Typ
A	0.37	0.51	0.40
B	1.20	1.40	1.30
C	2.30	2.50	2.40
D	0.89	1.03	0.915
F	0.45	0.60	0.535
G	1.78	2.05	1.83
H	2.80	3.00	2.90
J	0.013	0.10	0.05
K	0.890	1.00	0.975
K1	0.903	1.10	1.025
L	0.45	0.61	0.55
L1	0.25	0.55	0.40
M	0.085	0.150	0.110
a	0°	8°	--
All Dimensions in mm			

Рисунок 2.11 — Вигляд та розміри транзистора *BC817-25* в корпусі *SOT23* [20]

Транзистор *BC817-25* можливо замінити на аналоги *50C02CH-TL-E* або *BC817-40*, але вони приблизно в 2 рази дорожчі.

2.3.9 Вибір драйвера інтерфейсу RS-485

Було використано мікроконтролер *MAX483EESA* в корпусі *SOIC 8* з такими характеристиками:

- підтримуваний протокол: *RS-485* та *RS-422*;
- підтримувані режими роботи: *Half Duplex*;
- кількість передавачів: 1;
- кількість приймачів: 1;
- максимальна швидкість передачі даних: 250 кбіт/с;
- здатність навантаження (вузлів): 32;
- напруга живлення: 5 В;
- номінальний струм споживання: 350 мкА;
- *ESD* захист: 15 кВ [21].

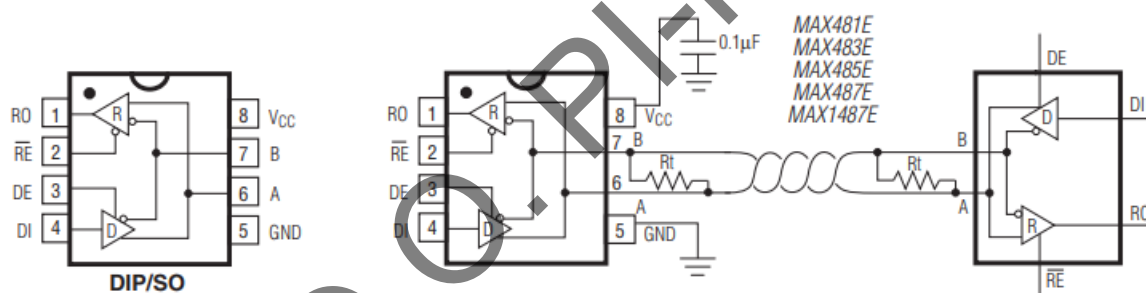


Рисунок 2.12 — Конфігурація пінів та типова робоча схема [21]

2.3.10 Вибір мікросхем пам'яті

Мікросхема пам'яті вибиралася з урахуванням сумісності з головним мікроконтролером, ємності та структури пам'яті.

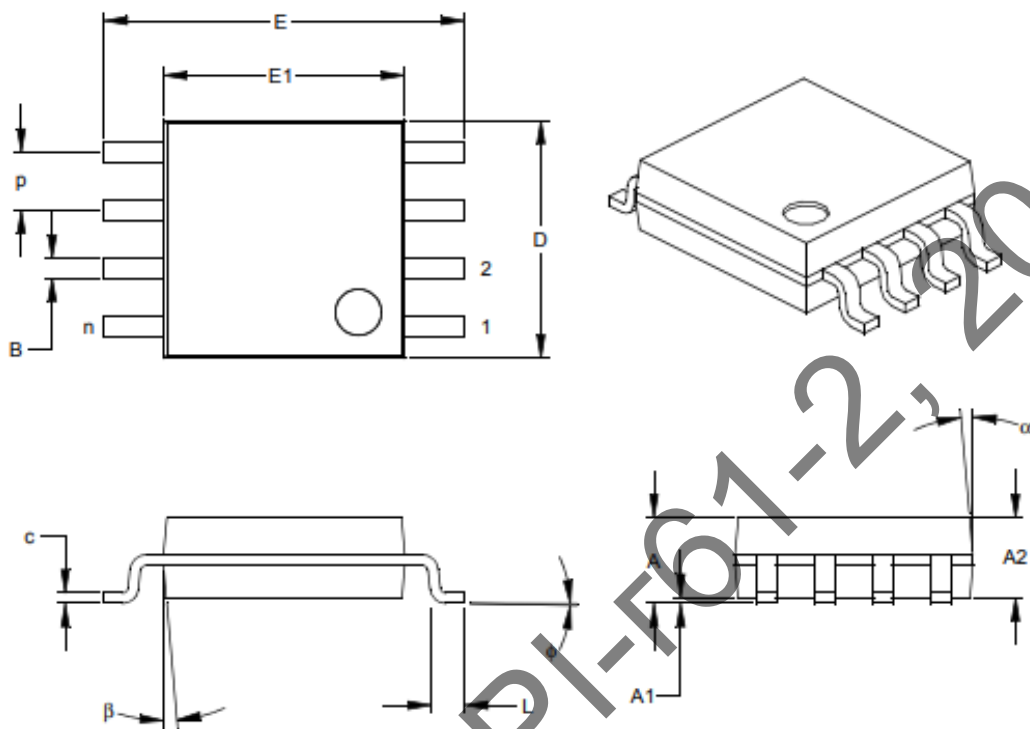
Було вибрано мікросхему *24LC512-I/SM* в корпусі *SOIC 8* з такими характеристиками:

- вид пам'яті: *EEPROM*;
- інтерфейс: *I2C*;
- структура пам'яті: 64 К x 8 біт;
- робоча напруга: 2,5 – 5,5 В;
- тактова частота: 400 Гц;
- ємність пам'яті: 512 Кбіт;

										Арк.
										27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

– час доступу: 5мс [22].

Мікросхему *24LC512-I/SM* в корпусі *SOIC 8* зображено на рисунку 2.13.



Units		INCHES*			MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		8			8	
Pitch	P		.050			1.27	
Overall Height	A	.070	.075	.080	1.78	1.97	2.03
Molded Package Thickness	A2	.069	.074	.078	1.75	1.88	1.98
Standoff §	A1	.002	.005	.010	0.05	0.13	0.25
Overall Width	E	.300	.313	.325	7.62	7.95	8.26
Molded Package Width	E1	.201	.208	.212	5.11	5.28	5.38
Overall Length	D	.202	.205	.210	5.13	5.21	5.33
Foot Length	L	.020	.025	.030	0.51	0.64	0.76
Foot Angle	φ	0	4	8	0	4	8
Lead Thickness	c	.008	.009	.010	0.20	0.23	0.25
Lead Width	B	.014	.017	.020	0.36	0.43	0.51
Mold Draft Angle Top	α	0	12	15	0	12	15
Mold Draft Angle Bottom	β	0	12	15	0	12	15

Рисунок 2.13 — Габаритні розміри мікросхеми *24LC512-I/SM* [22]

У цьому розділі розглянуто ринок електронних компонентів, остаточно, які компоненти використовувати і чому їх використовувати та їх аналоги які присутні на ринку у вільній продажі.

3 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

3.1 Визначення габаритів друкованої плати та параметрів друкованого монтажу.

3.1.1 Визначення площі друкованої плати

Для визначення площі плати треба розрахувати мінімальну площу, що відповідає загальній площі всіх елементів кожної сторони, тобто елементів поверхневого монтажу та вивідних елементів окремо. Результати представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1—Розміри елементів друкованого монтажу

Корпус	$W, \text{мм}$	$L, \text{мм}$	N	k	$S, \text{мм}^2$	$S_s, \text{мм}^2$	$S(\text{ЧІП}), \text{мм}^2$	$S(\text{вивід}), \text{мм}^2$
CM1212X	9	9	1	1	81	2535,75	918,45	1617,3
P6KE15CA	3,6	9	1	1	32,4			
TRC-12VDC-SB-AL	18,2	10,2	2	1	371,3			
USB type B	14	18	1	1	252			
CON PLS-5	2,54	13,2	1	1	33,6			
Клемніки	75	6,8	13	1	397			
Світлодіод 9мм	9	10	5	1	450			
0805	2	1,25	4	1	10			
0603	1,6	0,8	27	1	34,6			
1206	3,2	1,6	54	1	276,5			
SMAJ10A	4,8	2,4	4	1	46,1			
BZV55C5V6	3,3	1,4	20	1	92,4			
Катушка 10 мкГн	1,5	1,5	1	1	2,25			
BC817-25	3	2,5	3	1	22,5			
KX-K	12,3	4,5	1	1	55,4			
MC78M05BDT	9,4	6,35	1	1	59,7			
PIC18F452-I/PT TQFP	12	12	1	2	288			
SOIC-8	5	6,2	3	2	31			
Кріплення	7	7	4	1	196			

W —ширина елементів;

L —довжина елементів;

n —кількість елементів;

k —коефіцієнт форми;

S —загальна площа елементів певного корпусу;

S_s —мінімальна площа плати;

S (ЧПП) —загальна площа елементів поверхневого монтажу;

S (вивід) —загальна площа вивідних елементів.

З таблиці 3.1 отримуємо, що мінімальна площа плати — 2535,75 мм², площа, яку займають елементи поверхневого монтажу — 918,45 мм², площа, яку займають вивідні елементи — 1617,3 мм². Оскільки габарити корпусу в будь-якому випадку залежать від габаритів клемників і роз'ємів, було вирішено обрати плату з розмірами 95x210 мм. Такі розміри плати цілком забезпечать оптимальне розміщення елементів.

3.1.2 Визначення розмірів ширини друкованих провідників

Для розрахунку ширини друкованих провідників необхідно знати який максимальний струм та напруга проходять через силові та сигнальні ланцюги. Аналізуючи дане завдання, отримуємо, що для сигнальних провідників $I_{max} = 0,25$ А, а для силових $I_{max} = 1$ А. Товщина фольги 0,7 мм.

За допомогою програми Mathcad були проведені всі необхідні розрахунки результати яких представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Результат розрахунку ширини друкованих провідників

Вид провідника	Максимальний Струм, А	Максимальна напруга, В	Мінімальна ширина доріжки, мм	Мінімальна відстань між сусідніми провідниками, мм
Силовий	1	12	0,4	0,3
Сигнальний	0,25	5,5	0,2	0,2

3.1.3 Визначення розмірів контактних майданчиків вивідних елементів.

Розміри контактних майданчиків для елементів поверхневого монтажу розраховуються за формулою [23]:

$$Dk = Dv + 0,3,$$

де Dk — розміри контактних майданчиків;

Dv — розміри виводів.

Отримані значення наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 — Розміри для елементів поверхневого монтажу

Назва елемента	Dv , мм	Dk , мм
AVX 0805	0,5x0,25	0,8x0,55
Samsung 0805	0,5x0,25	0,8x0,55
Samsung 0603	0,8 x0,3	1,1x0,5
ROHM 0.25Bm 0603	0,8 x0,3	1,1x0,5
Stackpole 0.125Bm 1206	1,6x0,5	1,9x0,8
SMAJ10A	1,8x2,1	2,1x2,4
BZV55C5V6	1,25x2,0	1,55x2,3
Катушка 10 мкГн	0,5x0,7	0,8x1,0
MF-MSMF110	1,5x3,2	1,8x3,5
BC817-25	0,5x0,5	0,8x0,8
KX-K 9,216 МГц	1,0x4,0	1,3x4,3
CN1206K40G	1,6x0,5	1,9x0,8
MC78M05BDT	5,0x6,2	5,3x6,5
PIC18F452-I/PT TQFP	1,0x0,3	1,3x0,6
MAX483EESA SOIC-8	0,5x1,0	0,8x1,3
24LC512-I/SM SOIC-8	0,5x1,0	0,8x1,3

Діаметри отворів для вивідних елементів розраховуються за формулою [23]:

$$Do = Dv + 0,2,$$

де Do — розміри отворів для вивідних елементів.

Розрахуємо розміри контактних майданчиків для вивідних елементів за формулою [23]:

$$Dk = Do + 0,6 .$$

За умови, що $Do \geq 1,1$, розміри контактних майданчиків розраховуються за формулою [23]:

$$Dk = Do + 0,8 \div 1 .$$

Отримані значення наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 — Розміри для вивідних елементів

Назва елемента	Dv , мм	Do , мм	Dk , мм
<i>HCM1212X</i>	0,6	0,8	1,4
<i>P6KE15CA</i>	0,8	1,1	1,7
<i>TRC-12VDC-SB-AL</i>	0,9	1,1	1,83
<i>USB type B</i>	0,6	0,8	1,4
<i>SL2</i>	0,8	1,1	2,66
<i>CON PLS-5</i>	0,6	0,8	1,4
Клемники	0,8	1,1	1,7
Світлодіод 9 мм	0,5	0,8	1,4

3.2 Трасування плати в системі автоматизованого проектування Altium Designer

3.2.1 Трасування плати

Трасування плати проводиться в програмі автоматизованого проектування *Altium designer*. Для того, щоб зробити трасування друкованої плати (ДП), спочатку потрібно створити бібліотеку елементів, які є в приладі, створити для кожного – футпринт, та прив'язати відповідну 3D модель компонента, після чого створюється схема електрична принципова і тільки потім виконується трасування ДП.

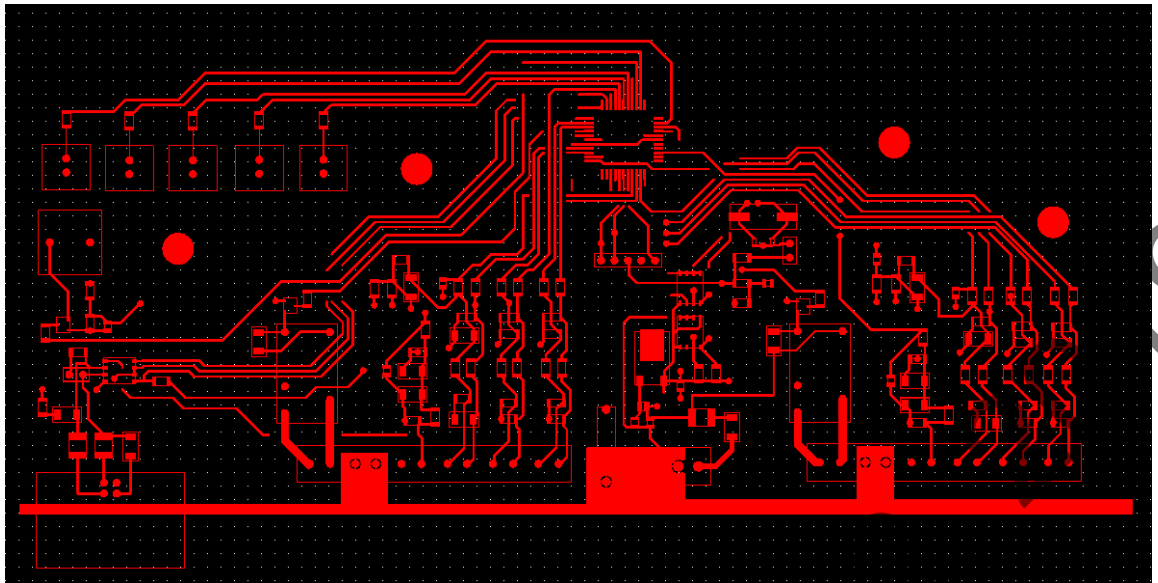


Рисунок 3.1 — Верхній металізований шар ДП

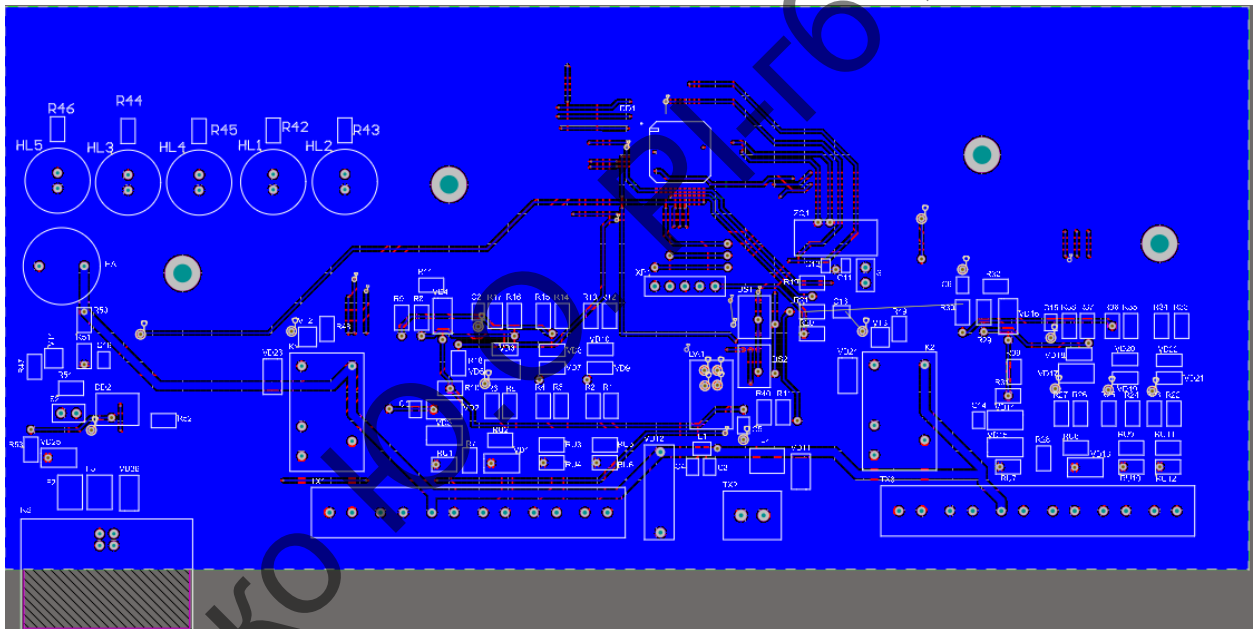


Рисунок 3.2 — Нижній металізований шар ДП

Переваги систем автоматизованого проектування (CAD), в тому що виконавець відразу може дивитися на весь виріб із будь-якої сторони та в 2D або 3D, що значно полегшує проектування та значно зменшує час який потрібен на створення прототипу приладу. На рисунку 3.3 зображено 3D – вигляд друкованого вузла в програмі Altium designer.

										Арк.
										33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PI61.425743.001 ПЗ					

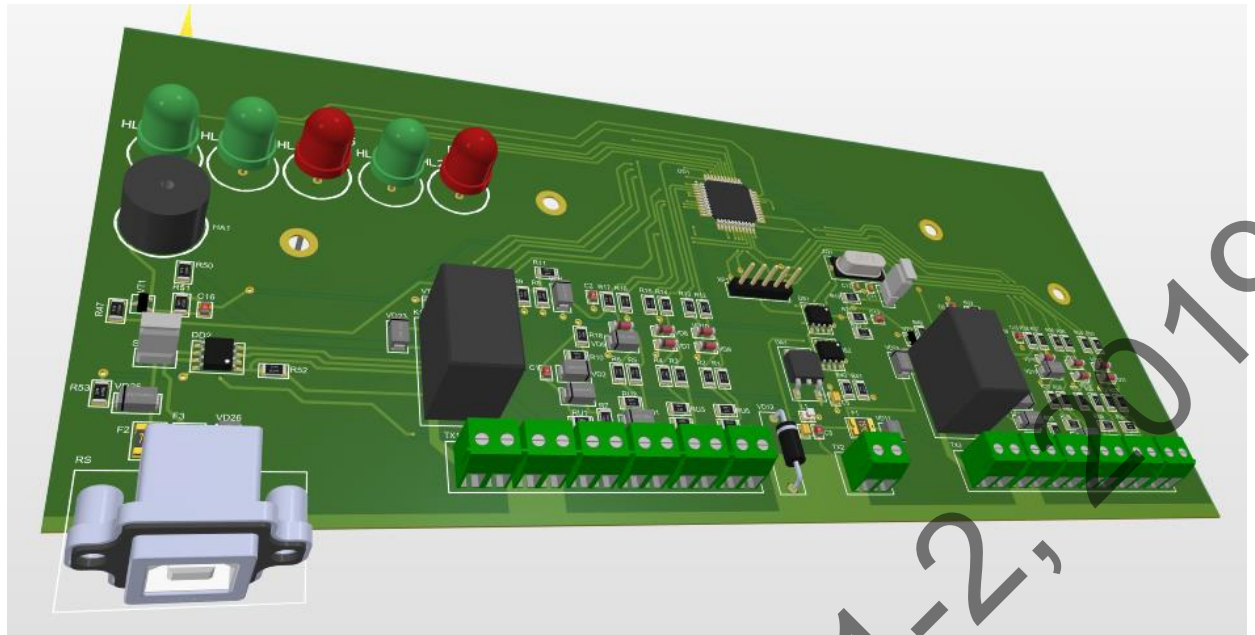


Рисунок 3.3 — 3D – вигляд друкованого вузла

По обраній елементній базі розраховано мінімальну площу друкованої плати, обрано склотекстоліт на основі його характеристик розраховано ширину друкованих провідників та розміри контактних майданчиків для вивідних елементів та елементів поверхневого монтажу. На основі цих розрахунків спроектовано друкований вузол в середовищі *Altium designer*.

					PI61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

4 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ТА АНАЛІЗ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

4.1 Проектування приладу

Прилад спроектовано в системі автоматизованого проектування *SolidWorks*. Програма сумісна з *Altium Designer*, в якій розроблено та розведено друкований вузол. У даній програмі розроблено корпус виробу.

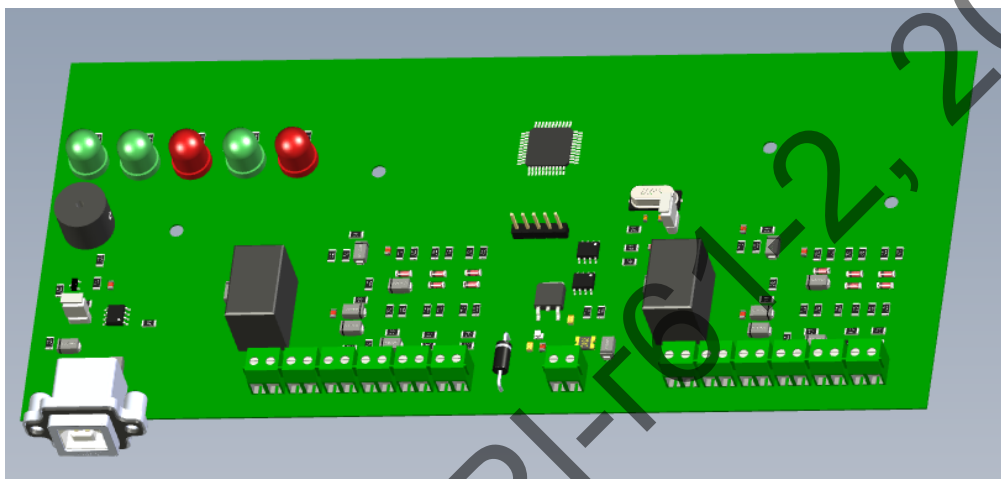


Рисунок 4.1 — Вигляд друкованого вузла після експорту в *SolidWorks*

У *SolidWorks* експортовано друкований вузол із програми *Altium Designer*.

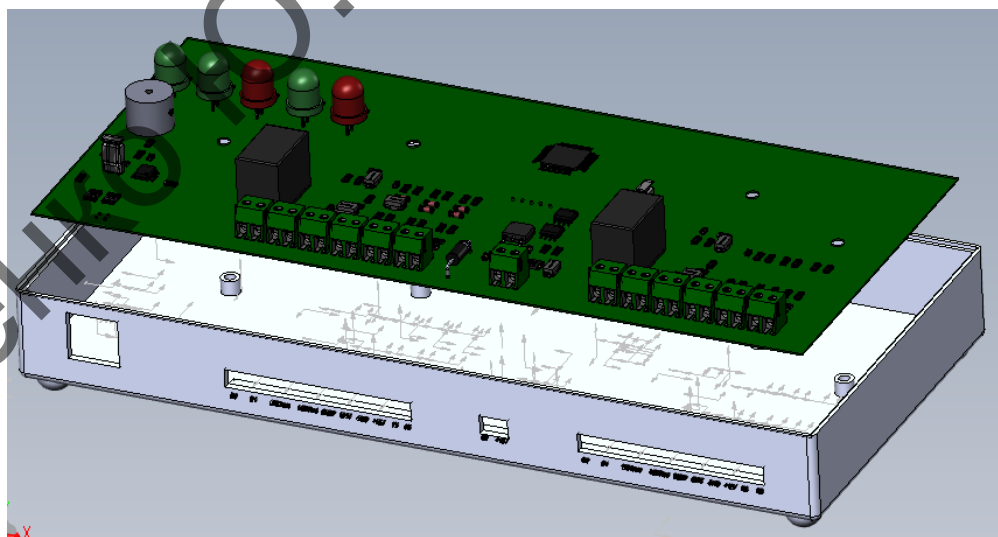


Рисунок 4.2 — 3D – модель електронного блоку управління доступом

Далі змодельюється корпус пристрою з усіма необхідними отворами.

Плата кріпиться в корпусі затискаючись між двома половинками корпусу, які

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

скручуються між собою гвинтами МЗ, на лицьовій панелі розташовані отвори для роз'ємів.

4.2 Розрахунок надійності приладу

При розрахунку безвідмовності технічного пристрою за раптовими відмовами визначають такі показники: ймовірність безвідмовної роботи за заданий час $P(t)$, інтенсивність відмов $\lambda(t)$ або параметр потоку відмов $\Lambda(t)$ та напрацювання до відмови або на відмову T_0 .

Розрахунок проводиться за умови виконання таких припущень:

- кожний елемент та пристрій у цілому знаходяться в одному з двох можливих станів: працездатному або непрацездатному;
- відмови елементів є подіями випадковими і незалежними;
- інтенсивність відмов елементів є величина постійна, що не залежить від часу;
- середній час напрацювання до відмови елементів розподілений за показниковим законом.

Розрахунок загального параметра потоку відмов пристрою проводиться за формулою [24]:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i,$$

де n – загальна кількість груп однотипних елементів, що входять до складу пристрою; N_i та λ_i – число та інтенсивність відмов елементів i -та групи, відповідно.

Однотипні елементи з приблизно однаковими коефіцієнтами електричного навантаження допускається об'єднувати в одну групу.

Інтенсивність відмов елементів i -та групи λ_i в робочому режимі визначається за формулою [24]:

$$\lambda_i = \alpha_{1i} \alpha_{2i} \lambda_{0i},$$

									Арк.
									36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де – α_{1i} коригуючий коефіцієнт, який враховує умови роботи (кліматичні та механічні дії) залежно від призначення та умов експлуатації пристрою;

α_{2i} – коригуючий коефіцієнт, який враховує електричне навантаження елементів та температуру зовнішнього середовища;

λ_{0i} – інтенсивність відмов елементів (комплектуючих виробів) в нормальних умовах (при температурі зовнішнього середовища 25 ± 5 °С, відносній вологості 30-70% та атмосферному тиску 618,9...795,2 мм рт. ст., без механічних дій) [24].

Коефіцієнт α_{1i} визначається за формулою [24]:

$$\alpha_{1i} = \prod_{i=1}^n K_i ,$$

де K_i – коефіцієнти, призначення яких та номери таблиць їх значень, наведені в довідниках; n – кількість коефіцієнтів.

Температура всередині пристрою визначається для найгірших умов за формулою [24]:

$$t = t_{\text{оточ.макс.}} + \Theta ,$$

де $t_{\text{оточ.макс.}}$ – максимальна температура зовнішнього середовища;

Θ – температура перегріву всередині пристрою відносно зовнішнього середовища.

Значення температури зовнішнього середовища для кожного варіанта завдання слід визначати згідно з варіантом його кліматичного виконання та кліматичної категорії.

За знайденим значенням параметра потоку відмов визначають ймовірність безвідмовної роботи пристрою для заданого часу t за формулою [24]:

$$P(t) = e^{-\lambda t} .$$

Напрацювання на відмову визначають за формулою [24]:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda} .$$

									Арк.
									37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Система призначена для роботи в умовах помірного клімату: діапазон робочих температур від -30°C до $+40^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря до 80% при 30°C , конструктивне виконання УЗ (для роботи в закритих приміщеннях із природною вентиляцією без штучно регульованих умов).

Значення коефіцієнта α_1 знаходиться за формулою [24]:

$$\alpha_1 = K_1 K_2 K_3 K_4 ,$$

де K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнти, значення яких обираємо з довідкової літератури згідно з вказаними вище умовами.

Критерієм відмови схеми вважається відмова будь-якого елемента, що призводить до порушення працездатності системи.

При розрахунках приймаємо такі припущення:

- відмова елемента схеми є подією випадковою,
- відмова будь-якого елемента призводить до відмови вузла системи в цілому;
- інтенсивність відмов елементів протягом періоду їх служби при незмінних робочих режимах та умовах є постійною;
- коефіцієнт навантаження всіх елементів рівний 0,7, що відповідає найгіршим умовам експлуатації [24].

Складаємо таблицю вихідних даних для розрахунку, визначаємо конструктивну характеристику компонентів, кількість компонентів по групах, розраховуємо інтенсивність відмов λ_i для кожної з груп компонентів, враховуючи коригуючі коефіцієнти, розраховуємо інтенсивність відмов.

Вихідні дані для розрахунку надійності наведені в таблиці 4.1 [24].

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 4.1 — Дані для розрахунку надійності

№	Елементи	Інтенсивність відмов $\lambda_{0i} \cdot 10^{-6}, 1/\text{Год.}$	Кое ф. α_1	Кое ф. α_2	Кі-сть	Загальна інтенсивність відмов $\lambda_{0i} \cdot 10^{-6}, 1/\text{Год.}$
1	Резистори	0,034	1,1	1,0	54	2,02
2	Конденсатори полярні	0,17	1,12	1,0	2	0,38
3	Конденсатори непол.	0,028	1,05	1,0	14	0,41
4	Діоди <i>SMAJ10A</i>	0,025	1,13	1,0	4	0,11
5	Діоди <i>LL4148</i>	0,022	1,13	1,0	10	0,25
6	Стабілітрон <i>BZV55C5V6</i>	0,0041	1,06	1,0	11	0,048
7	Варистор <i>CN1206K40G</i>	0,022	1,2	1,0	12	0,31
8	Реле <i>TRC-12VDC-SB-AL</i>	0,03	1,13	1,0	2	0,07
9	Тринзистори <i>BC817-25</i>	0,044	1,3	1,0	3	0,17
10	Мікроконтр. <i>MAX483EESA</i>	0,023	1,1	1,0	1	0,025
11	Мікроконтр. <i>PIC18F452-I/PT</i>	0,023	1,1	1,0	1	0,025
12	ІМС <i>24LC512-I/SM</i>	0,03	1,15	1,0	2	0,07
13	Світлодіоди	0,034	1,1	1,0	5	0,19
14	Кварц. резонатор	0,026	1,05	1,0	1	0,027
						4,105

Розраховується середній наробіток на відмову [24]:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{4,105 \cdot 10^{-6}} = 243605 \text{ Год.}$$

						РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			39

4.3 Розрахунок віброміцності друкованого вузла

Проведемо розрахунок віброміцності друкованого вузла, за визначеною методикою [25]. Розрахунок частоти власних коливань друкованої плати.

Вихідні данні:

- довжина плати $a = 0,095$ м;
- ширина плати $b = 0,21$ м;
- товщина плати $h = 1,5 \cdot 10^{-3}$ м.

Матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований стеклотекстолит СФ-2-70Г-1,5 з параметрами [26]:

- модуль пружності $E = 3,01 \cdot 10^{10}$ Н/м²;
- щільність $\rho = 2,05 \cdot 10^3$ кг/м³;
- коефіцієнт Пуассона $\xi = 0,23$;
- маса встановлених на платі елементів, кг $M = 0,035$ кг.

Визначимо приведену масу друкованої плати за формулою:

$$m_n = \rho h .$$

Визначимо приведену масу плати з деталями за формулою:

$$m = m_n + m_e .$$

Розраховуємо циліндричну жорсткість за формулою:

$$D = \frac{E h^3}{12(1 - \xi^2)} .$$

Визначаємо значення функції для кріплення плати в чотирьох точках за формулою:

$$\varphi(\beta) = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1.621 \frac{\xi}{\beta} + \frac{1}{\beta^2}}{1 + 1.621 \frac{1}{\beta^3} + \frac{1}{\beta^6}}} .$$

Визначимо значення резонансної частоти плати за формулою:

$$f_0 = \frac{\varphi(\beta)}{2\pi\alpha^2} \sqrt{\frac{D}{m}} .$$

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як резонансна частота плати $f_0 = 90$ Гц в 3 рази перевищує максимальну частоту вібраційних впливів ($f = 30$ Гц), то обраний варіант кріплення плати влаштовує вимоги віброміцності.

Грищенко Ю.О. РІ-Г61-2, 2019

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Даний розділ присвячено розробці заходів щодо охорони праці при розробці та монтажі інтелектуального приладу, що аналізує рух тіла..

Дипломне проектування передбачає аналіз умов праці з точки зору факторів, що шкідливо впливають на здоров'я і якість праці працівників, а також розробку заходів, що дозволять знизити вплив шкідливих та небезпечних факторів до значень, які є допустимими.

До найбільш шкідливих факторів, що виникають при проектуванні, виготовленні і налагодженні та експлуатації приладу відносять: вплив електромагнітного випромінювання; безпеку ураження електричним струмом; запиленість і загазованість робочої зони; незадовільна освітленість робочих місць чи підвищена яскравість; незадовільні метеорологічні умови в робочій зоні; психофізичні перевантаження.

Згідно законодавства України з охорони праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником із питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Тому дотримання безпечних умов праці є обов'язковим для будь-якого підприємства, а ухилення від виконання цього закону вважається тяжким злочином та переслідується адміністративним або кримінальним кодексом України.

У даному розділі визначені основні та потенційно небезпечні виробничі чинники при розробці, використанні та експлуатації спроектованого

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

пристрою, а також запропоновані технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії і визначені основи захисту з електробезпеки.

5.1 Визначення основних шкідливих і потенційно небезпечних виробничих чинників при розробці, виготовленні та експлуатації спроектованого пристрою

До основних шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на працівників, які задіяні на виробництві розроблюваного приладу, можуть відноситись [27]:

- підвищені рівні електромагнітного поля радіочастотного діапазона (рівні випромінювань повинні відповідати ГОСТ 2.1.006-84);
- недостатня освітленість робочої зони (умови освітленості виробничих приміщень повинні відповідати нормам, які визначені у ДБНВ 2.5-28-2006);
- небезпека ураження електричним струмом;
- незадовільні параметри мікроклімату робочої зони (величини показників мікроклімату у виробничих приміщеннях повинні відповідати нормам, які визначні у ДСН 3.3.6.042-99);
- вміст (у повітрі робочої зони) шкідливих речовин різного характеру в небезпечних концентраціях, що перевищують гранично припустимі (гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинна відповідати нормам, які визначені у ГОСТ 12.1.005-88);
- підвищений рівень шуму на робочому місці (припустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку й еквівалентні рівні звуку на робочих місцях варто приймати відповідно до санітарних норм допустимих рівнів шуму на робочих місцях ДСН 3.3.6.037-99);
- підвищена напруженість електричного поля промислової частоти на робочому місці (напруженість електричних полів промислової частоти

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

на робочих місцях повинна відповідати нормам, які визначні у ГОСТ 12.1.002-88).

Отже для забезпечення безпеки виробництва пристрою потрібно дотримуватись усіх наведених норм.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Електробезпека

Розроблений пристрій згідно з ДСТУ ІЕС 61140:2015 має ІІІ клас за електрозахистом ($V_{жив.} = 4В$).

Інша вимірвальна апаратура в робочому приміщенні має відповідати І та ІІ класам за електрозахистом.

Відповідно до ДСТУ ІЕС 61140:2015 все устаткування (крім ЕОМ - ІІ клас) відноситься до І класу, воно має робочу ізоляцію і підключається до електромережі за допомогою трьохконтактних вилок, один із виводів яких підключений до заземленого виводу розетки.

Робоче приміщення нежарке, сухе, відноситься до класу приміщень без підвищеної небезпеки поразки персоналом електричним струмом, оскільки відносна вологість повітря не перевищує 75%, температура не більше 35°C, відсутні хімічно агресивні середовища (ПУЕ).

Живлення електроприладів у робочому приміщенні здійснюється від трьохфазної мережі із глухозаземленою нейтралю напругою 220 В і частотою 50 Гц із використанням автоматів струмового захисту. У приміщенні застосована схема занулення.

Підключення устаткування виконане відповідно до вимог ПУЕ.

Виконаємо розрахунок електромережі на перевірку вимикаючої здатності автоматів струмового захисту при аварійному режимі роботи.

									Арк.
									44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	PI61.425743.001 ПЗ				

При розрахунку струму однофазного короткого замикання скористаємося формулою:

$$I_{кз} \cong \frac{U_{\phi}}{R_0 + R_{\phi} + Z_t} \quad (5.6)$$

де R_0 — опір нульового дроту (0,5 Ом);

R_{ϕ} — опір фазного дроту (0,5 Ом);

Z_t — розрахунковий опір трансформатора (0,25 Ом).

$$I_{кз} \cong \frac{220}{0,5 + 0,5 + 0,25} = 102 \text{ A} \quad (5.7)$$

Оскільки для струмового захисту використовується автоматичний вимикач, обчислимо необхідний номінальний струм його спрацювання $I_{срб}$. Для надійної роботи автоматів струмового захисту необхідно виконання наступної умови:

$$I_{кз} > I_{срб} \cdot 1,25 \quad (5.8)$$

Одержуємо: $I_{срб} < 81,6 \text{ A}$.

Таким чином, струм спрацювання автоматів струмового захисту повинен бути меншим ніж 81,6 А. Автомати, які використовуються в робочих приміщеннях, мають струм спрацювання 25 та 30 А при $t = 0.1$ сек, що відповідає даній величині.

Знайти величину напруг на корпусах при аварійному режимі його роботи (пробій робочої ізоляції).

$$U_{к.макс} = I_{к.з} \cdot R_0 = 50 \text{ В}. \quad (5.9)$$

Це значення менше $U_{доп}$ ($U_{доп} = 500 \text{ В}$, при $t < 0,1$) згідно ПУЕ – 2012.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

5.2.2 Відповідність параметрів виробничого приміщення санітарним нормам

Дотримання санітарних норм дозволить створити сприятливі умови праці для працівників. Основні вимоги до таких приміщень викладені в СНиП 2.09.02-85 та в інших нормативних документах.

Висота виробничого приміщення повинна складати 4 м, довжина — 8 м, ширина — 6 м.

Отже, площа приміщення складає 48 м², об'єм складає 192 м³.

Загальна кількість працюючих складає 5 чоловік, тому на працюючого припадає площа 9,6 м² та об'єм 38,4 м³. Згідно СНиП 2.09.02-85 на одного працюючого в приміщенні повинна припадати площа не менше 4,5 м², об'єм не менше 15 м³, тому таке виробниче приміщення цілком відповідає вимогам.

При розробці пристрою в лабораторії розробником виконуються дослідницькі роботи з технічною документацією, макетами вимірювальних приладів, конструкторські роботи (розрахунок вимірювальних схем пристроїв, виготовлення креслень); практичні роботи (монтаж схем складених блоків апарату і їхня збірка, пайка друкованих плат, перевірка працездатності пристрою та основних його характеристик). Виконувани роботи не вимагають систематичного значного фізичного навантаження і відносяться до легких фізичних робіт з енерговитратами до 120 ккал/година (категорія Іа, постійне робоче місце).

5.2.3 Відповідність рівня освітленості робочої зони санітарним нормам

Для світлого часу доби використовується природне освітлення через вікна в стінах будинку, а також штучне освітлення, що складається із загального освітлення приміщення й місцевого, тобто має місце суміщене освітлення.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Загальне штучне освітлення забезпечується за допомогою світильників із лампами денного світла типу ЛТБ-40, потужністю 40Вт, а індивідуальне за допомогою настільних світильників із лампами накаливання потужністю 60Вт, і напругою 36 В.

Основною величиною для розрахунку й нормування природного освітлення усередині приміщень прийнятий метод коефіцієнта використання світлового потоку, призначеного для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь, при відсутності предметів, що затемнюють. При цьому в розрахунках враховується пряме та відбите світло. Необхідний світловий потік ламп у кожному світильнику визначається по формулі:

$$F_{л} = \frac{E_{\phi} \cdot k_z \cdot S \cdot z}{N \cdot n \cdot \eta} \quad (5.1)$$

Фактичне висвітлення робочих місць штучним освітленням визначається по формулі:

$$E_{\phi} = \frac{N \cdot n \cdot \eta \cdot F_{л}}{kz \cdot S \cdot z}, \quad (5.2)$$

де $F_{л}$ — світловий потік лампи, лм;

N — кількість ламп, од;

n — кількість ламп в світильнику, од;

η — коефіцієнт використання світлового потоку;

S — площа приміщення, м²;

k_z — коефіцієнт запасу, обираємо $k = 1,5$;

z — коефіцієнт нерівномірності, обираємо $z = 1,1$.

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку визначаємо індекс приміщення та коефіцієнти відбиття стелі ρ_p , стін ρ_c , робочої поверхні ρ_r :

$$i = \frac{a \cdot b}{h_c \cdot (a + b)} \quad (5.3)$$

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

де a — довжина приміщення, м;

b — ширина приміщення, м;

h_c — висота підвісу світильників над робочою поверхнею, м.

$$i = \frac{8 \cdot 6}{3,2 \cdot (8 + 6)} = 1,07 \quad (5.4)$$

Коефіцієнт відбиття побіленої стелі $\rho_p = 0,7$, побілених стін при незавішених вікнах $\rho_c = 0,5$, середніх робочих поверхонь $\rho_p = 0,3$.

Виходячи з коефіцієнту обираємо коефіцієнти використання світлового потоку. За табличними даними отримуємо $\eta = 0,43$.

Знаючи тип ламп, а саме ЛТБ-40 (чотири лампи з розсіювачем), за табличними даними визначаємо номінальний світловий потік, лм. Отримуємо

$F_{л} = 3120$ лм. Тоді:

$$E_{\phi} = \frac{3120 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 0,43}{1,5 \cdot 48 \cdot 1,1} = 677,5 \text{ лм} \quad (5.5)$$

Штучне освітлення в приміщеннях регламентується нормами ДБН В.2.5.-28-2006. Для зорової роботи категорії 3 при загальному освітленні це 600 лм. У нашому випадку фактичне освітлення більше припустимих норм.

5.2.4 Відповідність параметрів мікроклімату в робочій зоні санітарним нормам

Для підвищення працездатності і збереження здоров'я важливо створити для людини стабільні метеорологічні умови — мікроклімат повітряного середовища, до якого входять температура, відносна вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового опромінення.

Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Оптимальні мікрокліматичні умови поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

При відхиленні параметрів мікроклімату від комфортних в організмі людини відбуваються процеси, спрямовані на терморегулювання. Розрізняють хімічну і фізичну терморегуляцію організму. Хімічна відбувається завдяки зниженню рівня обміну речовин, а фізична – за допомогою теплопровідності, конвекції, випромінювання і випаровування.

Значні відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних можуть стати причиною ряду простудних захворювань, які можуть перейти в більш важкі захворювання, якщо не прийняти відповідні заходи по оздоровленню та покращенню мікроклімату приміщення.

Робочою зоною вважається простір, обмежений конструкціями виробничих приміщень, що мають значну висоту над рівнем підлоги чи площадки, на яких знаходяться місця постійного чи непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного повітря і впливу на нього виробничих факторів, що утворюються в процесі трудової діяльності людини.

Для нормальної життєдіяльності людини важливий парціальний тиск кисню – 21331 Па (160 мм рт.ст.) і необхідно, щоб у повітрі приміщень містилось не менше 19-20% кисню.

Важливо, щоб повітря мало визначений іонний склад. У повітрі містяться негативні і позитивні іони, що по рухливості розрізняються на легкі, середні та важкі. На життєдіяльність організму людини позитивно впливають негативні іони кисню. Вміст легких іонів у повітрі виробничих і громадських приміщень, повітряне середовище яких піддається спеціальній обробці в системах кондиціонування, приведено в таблиці 5.1.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 5.1 Припустимий вміст легких іонів у повітрі робочої зони

Рівень іонізації повітря	Число іонів у 1 см ² повітря		Значення показників полярності
	n+	n-	
Мінімально необхідний	400	600	-0,2
Оптимальний	1000-3000	3000-5000	від -0,67 до 0
Максимально припустимий	5000	5000	від -0,05 до +0,05

Багато, щоб рівень іонізації повітря в виробничому приміщенні відповідав оптимальному рівню.

Для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату в робочій зоні розробника користуються СНиП 2.04.05-84. Самі нормовані значення параметрів мікроклімату в робочій зоні розробника наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 — Нормовані значення параметрів мікроклімату в робочій зоні розробника

Період року	Параметр мікроклімату	Нормативні значення параметрів мікроклімату	
		Оптимальні	Допустимі
Холодний	Температура, °С	22-24	21-25
	Відносна вологість, %	40-60	75
	Швидкість руху, м/с	Не більше 0,1	Не більше 0,1

Таблиця 5.2 — продовження

Теплий	Температура, °С	23-25	22-28
	Відносна вологість, %	40-60	55 при 28°С
	Швидкість руху, м/с	Не більше 0,1	0,1-0,2

Багато дотримуватись оптимальних нормованих значень параметрів мікроклімату. Щоб цього досягти, потрібно використовувати спеціальні охолоджуючі чи обігрівуючі мікрокліматичні пристрої. Слід пам'ятати, що мікроклімат окрім організму людини також впливає на вимірювальну техніку, тому недотримання вимог мікроклімату може значно вплинути на точність цієї техніки, що може призвести до збільшення кількості бракованих виробів лише через те, що вони не пройшли нормоконтроль.

Слід зазначити, що холодним періодом року вважається період, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює +10° С і нижче. Теплим періодом року вважається період, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10° С.

5.3 Пожежна безпека

Згідно ДБН В.1.1-7-2016 приміщення, де виконуються електромонтажні роботи, по рівню пожежної безпеки та вибухонебезпеки належать до категорії В (пожежнонебезпечні). В приміщенні знаходяться тверді горючі речовини, що не здатні переходити в зважений стан, тому робочі зони приміщення за пожежною небезпекою належать класу II-IIIа згідно з НПАОП-40.1-1.32-01.

Причиною виникнення пожежі може бути порушення ізоляції струмоведучих дротів, коротке замикання, паління в приміщенні і порушення правил експлуатації електроприладів.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

На випадок виникнення пожежі повинна бути забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. Потрібна кількість виходів, ширина проходів та ступінь вогнестійкості будівлі повинна відповідати СНиП 2.01.02-85, СНиП 2.09.02-85 та ДБН В.1.1-7-2016.

У будівлі присутні три евакуаційні виходи — фасад і два виходи з бокових сторін.

Кількість, розташування та умови зберігання засобів для гасіння пожежі (вогнегасники, пожежні гідранти і т.п.) повинні відповідати ГОСТ 12.1.004-85 та ГОСТ 3675-98, ISO 3941-77.

У приміщенні встановлені два вогнегасники ВВ-8 — вуглекисневих восьмилітрових для гасіння електроустановок напругою до 1000 В.

Передбачаються наступні заходи з метою забезпечення пожежної безпеки:

- постійний контроль стану засобів пожежогасіння;
- контроль за станом ізоляції струмоведучих дротів;
- заборонено паління в приміщенні;
- неприпустимість перевантажень, перегріву при роботі обладнання;
- заборона експлуатації обладнання з саморобними запобіжниками;
- неприпустимість знаходження в приміщенні горючих та вибухонебезпечних речовин;
- Встановлення пожежних сповіщувачів потрібного типу, які зможуть захистити увесь виробничий простір.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ВИСНОВКИ

1. У результаті огляду існуючих рішень, було проаналізовано ринок та обрано чотири найпопулярніших представника в даному сегменті ринка. Були відмічені головні переваги та недоліки кожного пристрою та на основі цих даних розроблено технічне завдання.

2. У даному розділі дипломного проекту представлено схему структурну та схему принципів. По схемі принципів описано принцип роботи пристрою. Також обрано і обґрунтовано елементну базу для електронного блоку системи контролю доступу в приміщення.

3. По обраній елементній базі розраховано мінімальну площу друкованої плати, обрано склотекстоліт на основі його характеристик розраховано ширину друкованих провідників та розміри контактних майданчиків для вивідних елементів та елементів поверхневого монтажу. На основі цих розрахунків спроектовано друкований вузол в середовищі *Altium designer*.

4. На основі спроектованого друкованого вузла розроблено корпус для пристрою, розраховано віброміцність та надійність приладу. Наробіток на відмову приблизно: 240000 Год.

5. В цілому, розроблений, електронний блок системи контролю доступу в приміщення відповідає вимогам технічного завдання.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. *BOLID C2000-2* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://bolid.ru/production/orion/access-controller/s2000-2.html>.
2. *ZKTeco C3-100* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zkteco.com.ua/products/rfid/c3100.htm>.
3. *iBC-01 Light* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://secur.ua/kk/skyd/setevye-kontrollery/setevoj-kontroller-dostupa-irs-ibc-01-light.html>.
4. *NAС-01* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://secur.ua/kk/skyd/setevye-kontrollery/setevoj-kontroller-dostupa-irs-nac-01.html>.
5. *RFID* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.rst-invent.ru/about/technology/>.
6. *PIC18F452-I/PT* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564c.pdf>.
7. *RCS120647K0JNEA* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.digikey.lv/product-detail/en/vishay-dale/RCS120647K0JNEA/541-10647-1-ND/10060013>.
8. *RCS12061K50JNEA* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.digikey.com/product-detail/en/vishay-dale/RCS12061K50JNEA/541-10587-1-ND/10059953>.
9. *RCS12063K90FKEA* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.digikey.com/product-detail/en/vishay-dale/RCS12063K90FKEA/541-10636-1-ND/10060002>.
10. *RCS120610K0JNEA* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.digikey.be/product-detail/en/vishay-dale/RCS120610K0JNEA/541-10564-2-ND/10059630>.
11. Розміри елемента [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.cqham.ru/super/smd/dim_chip.htm.

					ПІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

12. Конденсатор типорозміром 0805 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://datasheets.avx.com/f92.pdf> .
13. Конденсатор типорозміром 0603 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.vishay.com/docs/40114/tr8.pdf> .
14. Діод *SMAJ10A* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.littelfuse.com/~media/electronics/datasheets/tvs_diodes/littelfuse_tvs_diode_smaj_datasheet.pdf.pdf .
15. діод *LL4148* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://eu.mouser.com/datasheet/2/308/LL4148-1124993.pdf> .
16. модель компонента в корпусі *SOD-80* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.3dcontentcentral.com/secure/download-model.aspx?catalogid=171&id=543401> .
17. Стабілітрон *BZV55C5V6* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://eu.mouser.com/datasheet/2/395/BZV55C2V4_SERIES_G1804-1519273.pdf .
18. варистор *CN1206K40G* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.chipdip.ru/product/b72520-v0400-k062-cn1206k40g> .
19. Реле *TRC-12VDC-SB-AL* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.compel.ru/item-pdf/55324e1338a0e6bff2a98dae6315a9f0/ps/ts~trc.pdf> .
20. Транзистор *BC817-25* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.diodes.com/assets/Datasheets/ds11107.pdf> .
21. *MAX483EESA* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.compel.ru/item-pdf/078bdca243d34774ee1b9e8222df87f6/pn/max~max483eesa.pdf> .
22. *24LC512-I/SM* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://eu.mouser.com/datasheet/2/268/21754M-708763.pdf> .
23. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА/ [Белинский Т.В., Гондюл В.П., Грозин А.Б., Круковский-Синевиц К.Б., Мазор Ю.Л.] — К.:Вища школа, 1992. —496 с.

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

24. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_72356.pdf .
25. Б.М. Уваров. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Методи розрахунку елементів конструкцій радіоелектронних засобів на статичну, вібраційну, ударну міцність та витривалість» / К.:– Київ: КПІ, 1998. — 180 с.
26. Стеклотекстолит СФ-2-70Г-1.5 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.selltec.ru/catalogue/materialy/steklotekstolit/sf/steklotekstolit-copy_3370.html .
27. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://pidruchniki.com/85757/bzhd/klasifikatsiya_shkidlivih_nebezpechnih_virobnichih_chinnikiv .
28. Пожежна безпека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://profiteh.ua/pozhezhna-bezpeka-na-pidprijemstvi-pravyla-ta-orhanizatsiia/> .

					РІ61.425743.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56