

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему Мікропроцесорний пристрій зчитування інформації радіочастотним
методом
08-05.МКР.153.06.000

Виконав: студент 2-го курсу, групи МНТ-18м,
спеціальності

153 – «Мікро – та наносистемна техніка»

(шифр і назва спеціальності)

Магденко В. І.

(Прізвище та ініціали)

Керівник, к.т.н., доцент

Жагловська О. М.

(Прізвище та ініціали)

Рецензент, к.т.н., ст. викл. кафедри РТ

Савицький А. Ю.

(Прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем
Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність 153 – «Мікро- та наносистемна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ЕНС
д.т.н., проф. Білинський Й.Й

«3» вересня 2019р.

ЗАВДАННЯ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Магденку Владиславу Івановичу

1. Тема МКР: Мікропроцесорний пристрій зчитування інформації радіочастотним методом

науковий керівник роботи Жагловська Олена Миколаївна к.т.н., доцент

затверджено наказом ВНТУ від «3» вересня року №.254

2. Строк подання студентом роботи: 12.12.2019

3. Вихідні дані для виконання роботи:

Розробити електричну схему та друковану плату мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом з наступними параметрами: напруга живлення - $U_{ж} = +5$ В; наявність живлення від мережевого блоку та від резервної батареї; робоча частота - 10 МГц; споживаний струм в стані очікування - 210 мкА, в активному стані - 240 мкА; пікове споживання - 100 мА; дальність зчитування: до 300 м; генератор електромагнітного поля - 1 МГц; LCD індикатор - 4 бітний; розміри плати – не більше 45×60×1,5мм; максимальне значення струму в провіднику - 0,03 А.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз сучасного стану розробок радіочастотних електронних зчитувачів; структурна та електрична схеми пристрою радіочастотного електронного зчитувача; алгоритм роботи мікроконтролера, моделювання роботи схеми; заходи з охорони праці та навколишнього середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): схема електрична принципова та перелік елементів, плата друкована, складальне креслення та специфікація.

6. Консультанти розділів МК роботи

1. Науковий керівник _____ Жагловська О. М. к.т.н., доцент.
(підпис)

2. Економічна частина _____
(підпис) _____
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище

3. Охорона праці _____
(підпис) _____
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище

«__» _____ 20__ р.

Дата попереднього захисту «12» вересня 2019 р.

Рецензент _____
(підпис) _____
наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище

«__» _____ 20__ р.

Завдання видав
науковий керівник _____ Жагловська О. М. к.т.н., доцент.
(підпис)

«02» вересня 2019 р.

Завдання отримав магістрант _____ В. І. Магденко
(підпис)

«02» вересня 2019 р.

РЕФЕРАТ

Магденко Владислав Іванович

«Мікропроцесорний пристрій зчитування інформації радіочастотним методом». – 36 використаних джерела, - 59 с, - 7 додатків.

У роботі розглянуто загрози зберігання інформації при використанні пристрою і системи з технологією RFID та було створено захисний канал, який не дасть можливості підслухувати іншим пристроям. Розроблено структурну схему радіочастотного зчитувача та описано призначення її основних складових компонентів. Промодельовано розроблену електричну схему в різних режимах роботи, що підтверджує можливість її практичної реалізації. Розраховано параметри друкованої плати та обрано її тип – двостороння. Визначена мінімальна ширина провідника з умови допустимого падіння напруги, яка складає 60 мкм. Допустима густина струму для мідного провідника складає , товщина фольги дорівнює 35 мкм та максимальний потрійний струм 0,03А. При моделюванні використовувалися пакети ISIS Proteus та ARES PCB Layout, була створена електрична принципова схема, друкована плата та складальне креслення.

ABSTRACT

Vladyslav Mahdenko

«Microprocessor device for reading information by radio frequency method». - 24 sources used, - 36 p, - 7 applications.

Possible threats to the use of devices and systems of RFID technology are explored and recommendations are given. The structural scheme of the radio frequency reader is developed and the purpose of its main constituent components is described. The developed electrical circuit in different modes of operation is modeled, which confirms the possibility of its practical implementation. Circuit board parameters are calculated and its type is double-sided. The minimum conductor width is determined from the condition of a permissible voltage drop of 60 mkm. The allowable current density for a copper conductor is , the foil thickness is 35 mkm and the maximum triple current is 0.03A. ISIS Proteus and ARES PCB Layout designs were used in the simulation, electrical schematic, circuit board and assembly drawing were created.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПРИСТРОЇВ РАДІОЧАСТОТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ.....	9
1.1 Технології бездротового зв'язку малого радіусу дії.....	9
1.2 Принципи та поняття технології NFC.....	11
1.2.1 Застосування.....	15
1.2.2 Можливі загрози	16
1.2.3 Рішення та рекомендації	18
1.2.4 Приклади використання	20
1.3 Реалізація NFC - модулів	22
1.4 Висновки до першого розділу.....	25
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ РАДІОЧАСТОТНОГО ЗЧИТУВАЧА.....	26
2.1 Розробка структурної схеми радіочастотного зчитувача.....	26
2.2 Розробка електричної схеми радіочастотного зчитувача.....	27
2.3 Розробка алгоритму роботи	32
2.4 Моделювання роботи схеми.....	34
2.5 Висновки до другого розділу.....	37
3 РОЗРОБКА ПЛАТИ ТА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ РАДІОЧАСТОТНОГО ЗЧИТУВАЧА.....	38
3.1 Вибір типу та матеріалу друкованої плати.....	38
3.2 Вибір класу точності та методу проектування друкованої плати.....	40
3.3 Розрахунок ширини провідників.....	41
3.4 Моделювання проекту в ARES PCB LAYOUT.....	42
3.5 Висновки до третього розділу.....	45
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	46
5.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	46
5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони.....	46
5.1.2 Виробниче освітлення.....	47
5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання.....	48
5.1.4 Виробничі випромінювання.....	48
5.2 Технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом.....	50
5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць.....	50
5.2.2. Електробезпека.....	51
5.2.3 Пожежна безпека.....	51
5.3.1 Дослідження стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії іонізуючих випромінювань	54

5.3.2 Дослідження стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії електромагнітного імпульсу.....	55
5.3.3 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії загрозливих чинників НС.....	57
5.4 Висновки до четвертого розділу.....	59
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТОК А ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	64
ДОДАТОК Б СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА.....	68
ДОДАТОК В ПЛАТА ДРУКОВАНА.....	71
ДОДАТОК Г СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ.....	75
ДОДАТОК Д.....	00
ДОДАТОК Е.....	00
ДОДАТОК Є.....	00
ДОДАТОК Ж.....	00

ВСТУП

Актуальність теми

Останніми роками набули широкої популярності різні проекти на основі ключів з радіочастотною ідентифікацією (Radio Frequency IDentification або RFID), що застосовуються в різноманітних системах безпеки, охорони та доступу. На багатьох підприємствах такі системи, доповнені спеціалізованим програмним забезпеченням, застосовуються для фіксування робочого часу, обліку тощо.

Будь-яка RFID-система складається з зчитуючого пристрою (зчитувач або рідер) і транспондера (RFID-мітка). Широке розповсюдження технології RFID пояснюється такими її перевагами, як відносно великий обсяг даних (наприклад, в порівнянні зі штрих-кодом), що зберігаються на мітці; відсутність потреби прямої видимості; можливість змінювати інформацію на мітці; унікальний ідентифікатор, що гарантує високий ступінь захисту тощо. Але використання RFID-міток пов'язано також і з такими негативними явищами, як: покупець може навіть не знати про наявність RFID-мітки або не може її видалити; дані з мітки можуть бути зчитані дистанційно без відома власника; проблема стандартів. Остання проблема на сьогодні є чи не найболючішою. Хоча процес вдосконалення стандартів не закінчився, у багатьох фірм простежується тенденція приховувати від публіки частину команд міток за своїми стандартами. І потім, ввівши певну секретну команду, працівники фірми можуть зчитати з мітки шифровану інформацію.

Мета дослідження

Метою роботи є удосконалення процесу безпечного зчитування інформації .

Задачі дослідження:

- проаналізувати існуючі пристрої та системи радіочастотної ідентифікації, виявити їх переваги та недоліки та обрати найбільш оптимальний принцип побудови пристрою;
- запропонувати структурну та електричну принципову схеми пристрою;
- розробити друковану плату та складальне креслення пристрою.
- навести аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні.
- розробити орієнтовану ефективність і термін окупності витрат на розробку й освоєння виробництва продукції.

Об'єктом дослідження є процес перетворення радіочастотного сигналу у унікальний ідентифікаційний номер.

Предметом дослідження є параметри та характеристики пристрою.

Методи дослідження:

- аналіз літературних джерел;
- математичне моделювання з використанням пакети PROTEUS та ARES PCB Layout .

Наукова новизна:

Отримав подальший розвиток метод безпечного зчитування комп'ютерної інформації за рахунок використання захисного каналу .

Апробація результатів роботи:

Результати досліджень, що викладені в магістерській кваліфікаційній роботі, були апробовані на всеукраїнській науково-практичній конференції “Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи” в ВНТУ 2019р., тези якої опубліковані [1].

Структура роботи

Магістерська класифікаційна робота складається з чотирьох розділів. В першому розділі проведено аналіз існуючих пристроїв RFID-технології, відзначені переваги та недоліки тих чи інших варіантів їх реалізації, а також особливості їх конструктивного виконання. В другому розділі проведено розробку структурної схеми пристрою, також на її основі розробку схеми електричної принципової, наведено їх опис, призначення та особливості функціонування основних вузлів. Третій розділ роботи присвячений розробці топології друкованої плати, вибору матеріалу та способу її виготовлення, а також розробці складального креслення виробу. Четвертий розділ містить рекомендації щодо поліпшення умов роботи, розраховує і вибирає метод захисту від переважаючого шкідливого чи небезпечного фактору виробництва і включає в себе норми пожежної безпеки.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПРИСТРОЇВ РАДІОЧАСТОТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

У розділі проведено аналіз основних принципів технології бездротового зв'язку малого радіусу дії (RFID-технології), розглянуто конкретні приклади приладів на основі цієї технології, проаналізовано їх переваги та недоліки.

На сьогодні є широка популярність різних проектів бездротового розпізнавання, які виконуються з використанням спеціальних міток, привласнених об'єкту, які несуть інформацію. Цей метод вже став основою для побудови сучасних безконтактних інформаційних систем і має назву технологія RFID.

1.1. Технології бездротового зв'язку малого радіусу дії

Перша демонстрація сучасних RFID (Radio Frequency IDentification) чипів, як пасивних так і активних, проведена в Дослідницькій лабораторії Лос Амоса (Los Alamos Scientific Laboratory) 1973 року. Портативна система працювала на 915 МГц частоті і використовувала дванадцять бітні мітки [2]. Перший патент було видано Чарльзу Уолтону (Charles Walton), пов'язаний з назвою RFID, у 1983 року (патент США за № 4,384,288) [2].

З моменту винайдення технології малого радіусу дії було зроблену класифікацію RFID-міток і систем (рис. 1.1):

- за типом пам'яті;
- за робочою частотою;
- за джерелом живлення.

За джерелом живлення мітки діляться на:

- напівпасивні;
- пасивні;
- активні.

В пасивних мітках не має власного джерела живлення. Електричний струм, що індукований в антені від зчитувача електромагнітним сигналом, забезпечує потужність для функціонування кремнієвого CMOS-чіпу, що розміщений в мітці, для передачі відповідного сигналу.

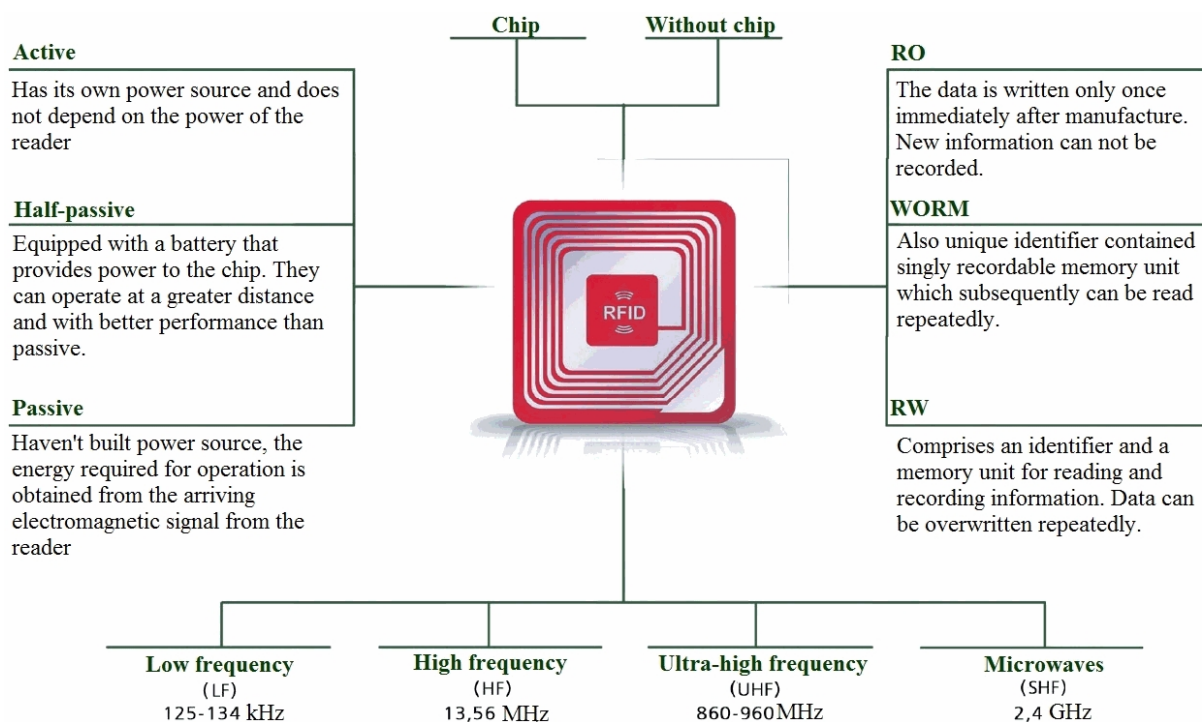


Рисунок 1.1 – Класифікація міток RFID

Пасивні мітки НВЧ та УВЧ діапазонів (2,4 – 2,5 ГГц та 860 – 960 МГц) передають сигнал методом модуляції несучої частоти відбитого сигналу. Антена випромінює сигнал несучої частоти та приймає від мітки відбитий модульований сигнал [2].

Пасивні мітки діапазону ВЧ передають сигнал методом модуляції несучої частоти навантаження сигналу. В кожній мітці є ідентифікований номер. Мітки можуть містити перезаписуючу пам'ять (енергонезалежну) EEPROM-типу. Дальність роботи міток складає 1- 10 метрів (УВЧ та СВЧ мітки) та 1- 200 см (ВЧ мітки).

RFID-мітки (активні) мають власне джерело живлення і не залежать від напруги зчитувача, тому вони зчитуються на більшій відстані, можуть бути оснащені додатковою електронікою та мають більші розміри.

Серед недоліків активних міток слід зазначити малу мобільність (внаслідок обмежень ємності батарей) та дороговизну їх виготовлення.

Активні мітки зазвичай мають набагато більшу дальність зчитування (до 300 м) і більше пам'яті, ніж пасивні. RFID-мітки (напівпасивні) дуже схожі на пасивні оснащені батареєю, яка забезпечує чіп енергоживленням.

RFID-мітки розділяють по типу пам'яті на:

- RW (Read Write) – такі мітки містять ідентифікатор тобто блок пам'яті для запису/ читання інформації

- RO (Read Only) – записуються тільки при створенні. Використовуються в якості ідентифікаторів. Не піддаються підробці.

- WORM (Write Once Read Many) – такі мітки містять блок пам'яті одноразового запису, окрім унікального ідентифікатора.

Переваги радіочастотної ідентифікації:

- великий обсяг даних (наприклад, в порівнянні зі штрих-кодом), що зберігаються на етикетці;

- немає необхідності в прямій видимості;

- можливість змінювати інформацію (не для всіх типів тегів) в залежності від ваших потреб;

- унікальний ідентифікатор, гарантує високий ступінь захисту.

Недоліки радіочастотної ідентифікації:

- недостатня відкритість стандартів;

- відносно висока вартість технології;

- недовіра більшості користувачів через нову технологію.

1.2. Принципи та поняття технології NFC

«NFC» або «Near Field Communication» - це технологія радіочастотного (бездротового) зв'язку малого радіусу дії. Ця технологія дозволяє обмінюватися

даними між пристроями, особливо безконтактними платіжними терміналами і смартфонами, які знаходяться в межах 10 см.

NFC є гілкою високочастотної RFID (HF), і працює на 13,56 МГц частоті. Технологія NFC розроблялася, щоб бути формою обміну даними (безпечною). Пристрій NFC може бути як NFC міткою так і зчитувачем NFC [3].

RFID - це унікальний метод ідентифікації об'єктів за допомогою радіохвиль. Система RFID включає в себе, щонайменше, антену, мітку та пристрій для зчитування. Принцип дії полягає в тому, що читач відправляє сигнал на мітку через антену, і мітка з унікальною інформацією реагує. В принципі роботи NFC є індуктивний зв'язок (рис. 1.2). Частота роботи складає - 13,56 МГц (HF RFID). Сигнал підлягає амплітудній маніпуляції OOK, фазовій маніпуляції і BPSK з різною глибиною 100% або 10%.

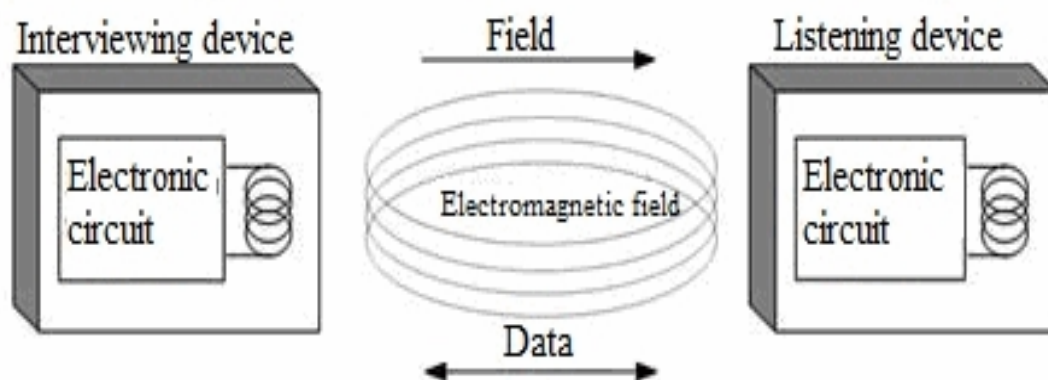


Рисунок 1.2 – Фізика обміну за технологією NFC

Взаємозв'язок NFC між пристроєм зчитування та телефоном виглядає так (рис. 1.3).

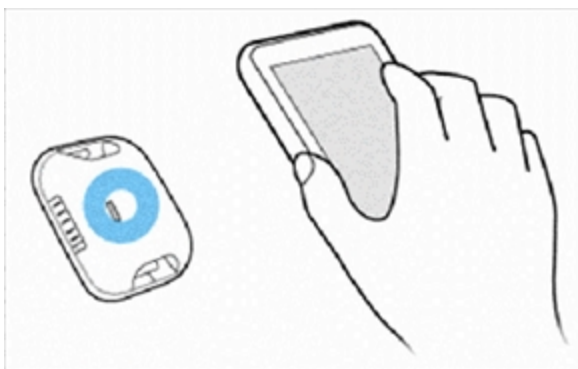


Рисунок 1.3 – Принцип роботи NFC

Використовується амплітудна маніпуляція ASK, при передачі інформації пасивного пристрою. Обидва пристрої рівноправні та виступають в якості поллінгових при обміні з активним пристроєм. Кожен пристрій має своє джерело живлення, а отже, після закінчення передачі, сигнал несучої відключається відразу.

Пасивний пристрій впливає на активний, за рахунок індуктивного зв'язку між прослуховувачими і пристроями опитування. Зміна повного опору прослуховуваного пристрою викликає зміну фази напруги або амплітуди на антені пристрою опитування, який він виявляє. Це називається модуляцією навантаження. Вона працює в режимі прослуховування із застосуванням 848 кГц допоміжної несучої частоти. Залежно від стандарту застосовується фазова маніпуляція (BPSK для 14443 В) або амплітудна (ASK для 14443 А). Ще один пасивний режим, на частоті 13,56 МГц, здійснюється без допоміжної частоти з маніпуляцією ASK та сумісний з FeliCa [2].

Три основні режими роботи NFC:

- активний (читання або запис).
- пасивний режим (емуляція смарт-карти). Як безконтактна картка одного з існуючих стандартів.

- проводиться обмін між двома рівноправними пристроями. При цьому, у прослуховувального пристрою, можна використовувати NFC, за рахунок власного джерела живлення, навіть при вимкненому живленні опитувального пристрою..

У кожному режимі можливе застосування одного з трьох способів передачі: NFC-F (JIS X 6319-4), NFC-B (14443 B), NFC-A (14443 A). Пристрій, що ініціює сеанс, посилає запит для розпізнавання способу передачі. Характеристики режимів модуляції і кодування подано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Режими роботи NFC

Стандарт	Тип пристрою	Кодування	Модуляція	Швидкість передачі, кб/с	Несуча, МГц
NFC-A	Опитуючий	Модифікований код Міллера	ASK 100%	106	13,56
	Прослуховуючий	Манчестер	Модуляція навантаження (ASK)	106	13,56 ± 848 кГц
NFC-B	Опитуючий	NRZ-L	ASK 10%	106	13,56
	Прослуховуючий	NRZ-L	Модуляція навантаження (ASK)	106	13,56± 848 кГц
NFC-F	Опитуючий	Манчестер	ASK 10%	212/424	13,56
	Прослуховуючий	Манчестер	Модуляція навантаження (ASK)	212/424	13,56 (без піднесучої)

Мітки NFC – пасивні пристрої, що використовуються для обміну з активними NFC-пристроями. Мітки NFC, як і мітки RFID, застосовуються для зберігання невеликої кількості даних. Загалом визначено 4 типів міток (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Типи міток

Тип	1	2	3	4
Стандарт	14443 A	14443 B	JIS 6319-4	14443 A/B
Сумісний продукт	Innovision Topaz	NXP Mifare	Sony FeliCa	NXP DESFire, SmartMX-JCOP, ін.
Швидкість передачі, кб/с	106	106	212, 424	106, 212, 424
Обсяг пам'яті	96 б, розширення до 2 кб	48 б, розширення до 2 кб	До 1 Мб	До 32 кб
Захист від колізій	Немає	Є	Є	Є

1.2.1 Застосування

Так як NFC є просто інтерфейс, тому існує безліч способів використання NFC.

Розглянемо застосування – три приклади.

1. «Зв'язування» пристроїв

У даному випадку два пристрої будуть належати до однієї групи пристроїв. Прикладом може служити цифровий фотоапарат і ноутбук. Користувач хоче встановити Bluetooth з'єднання для обміну даними зображення між двома пристроями. Встановлюється Bluetooth посилення, в результаті розміщення пристроїв один до одного, і запуск, між ними, протоколу NFC.

Зазначимо, що з'єднання, в цьому прикладі, NFC використовується тільки для ініціалізації Bluetooth з'єднання. Дані зображення через NFC не передаються, оскільки пропускна здатність занадто мала для передачі великих обсягів даних.

2. Безконтактний Токен

Він охоплює всі додатки, для вилучення деяких даних з пасивного маркера, які використовують технологію NFC. Пасивний маркер може бути RFID-міткою,

зв'язкою для ключів або безконтактною смарт-картою. Окрім цього, маркери можуть бути включені (фізично) в прилад без будь-яких електричних з'єднань з приладом.

3. Продаж/мікроплатіж

В цьому випадку інтерфейс NFC застосовується для передачі деякої важливої інформації.

Мікро дані або квиток оплати зберігаються в захищеному приладі. Це може бути мобільний телефон або безконтактна смарт-карта. Коли користувач захоче використати збережений квиток або виконати платіж, він представляє пристрій для зчитувача, який переглядає отриману інформацію і перевіряє платіж або відхиляє/приймає талон.

1.2.2 Можливі загрози

Підслуховування

Так як NFC є інтерфейсом бездротового зв'язку, то підслуховування є певною проблемою. Два пристрої використовують хвилі РЧ при обміні даними за допомогою NFC.

Використовуючи антену можна отримати переданий сигнал, або витягнути дані з радіосигналу [4].

NFC зв'язок зазвичай здійснюється в безпосередній близькості між двома пристроями. Не більше ніж на 10 см на відстані один від одного. Тому потрібно бути достатньо близько, щоб мати можливість отримати придатний по РЧ сигнал. Але через велику кількість параметрів неможливо вказати точну відстань[4].

Відстань залежить від таких параметрів:

- характеристики атакуючої антени (можливість зміни положення у всіх трьох вимірах, геометрія антени);
- РЧ характеристика пристрою відправника (екранування, геометрія антени, навколишнє середовище...);

- якість приймача зловмисника;
- якість декодера РЧ сигналів зловмисника;
- потужність сигналу, відправленого пристроєм NFC;
- налаштування місця, де виконується атака (наприклад, рівень шуму, бар'єри, такі як стіни або метал).

Пошкодження даних

Можлива спроба змінити дані, які через інтерфейс NFC передаються. У простому випадку зловмисник може порушити зв'язок так, щоб приймач був не в змозі зрозуміти, надіслані іншим пристроєм, дані.

Пошкодження даних може бути досягнуто шляхом передачі даних в потрібний час в дійсних частотах спектра. Правильний час можна вирахувати, якщо розуміти схеми кодування і модуляції. Але така атака не дозволяє зловмисникові маніпулювати фактичними даними. Дана атака - відмова в обслуговуванні [5].

Модифікація даних

У цьому випадку зловмисник хоче отримати деякі дані з метою подальшої модифікації. Це залежить від прикладеної сили амплітудної модуляції. Так відбувається тому, що декодування сигналу відрізняється для 10% та 100% модуляції.

Для 100% модуляції декодер перевіряє дві половини біта РЧ сигналу для ввімкненого (без паузи) або вимкненого сигналу (пауза). Щоб декодер розумів нуль як єдине або навпаки, атакуючий повинен робити такі речі. По-перше, перерва (по модуляції) повинена бути заповнена певною частотою. По-друге, потрібно згенерувати паузу РЧ сигналу, яка приймається нашим приймачем. Це значить, що зловмисник повинен РЧ-сигнал посилати таким чином, щоб цей сигнал, на антені приймача, ідеально перекривав вихідний сигнал, щоб дати 0-вий сигнал в приймач. А це практично неможливо.

У 10% модуляції декодер вимірює обидва рівня сигналу і порівнює їх. У випадку, коли вони знаходяться в правильний діапазон сигналу і отримує

декодування. Зловмисник може спробувати додати до 82% сигналу до, щоб він відображався як повний сигнал, сигнал 82% і фактично повний сигнал став 82% сигналом. Тобто, декодування буде декодувати біт дійсний протилежного значення, що відправлено.

Висновок полягає в тому, що з модифікованим кодуванням Міллера для коду Манчестера з 10% ASK ця атака можлива для всіх бітів, а при 100% ASK ця атака є дійсною для деяких бітів і неможлива для інших бітів.

Вставка даних

Це значить, що зловмисник вставляє, в обміні даними між двома пристроями, повідомлення. Це можливо тільки в тому разі, якщо приймаючий пристрій, щоб відповісти, вимагає дуже багато часу. В такому разі зловмисник може відправити дані раніше, ніж відправник. Вставка буде успішною тільки тоді, якщо вставлені дані будуть раніше за відповідь передані. Дані будуть пошкоджені, якщо обидва потоки даних перекриваються.

1.2.3 Рішення та рекомендації

Вище розглянуті основні проблеми в безпеці NFC пристроїв. Розглянемо основні методи протиставлення загрозам.

Підслуховування

Як розглянуто в розділі 1.2.2, NFC технологія сама не може захистити себе від підслуховування. Зауважимо, що, в пасивному режимі, передачу даних значно важче підслухати, але використання тільки пасивного режиму недостатньо для більшості програм, передаючи конфіденційні дані.

Рішенням проти підслуховування є створення захищеного каналу, який не дасть можливості підслухувати сторонніми пристроями

Пошкодження даних

NFC пристрої можуть протистояти такій атаці, оскільки вони можуть РЧ поля перевірити, в той час коли відбувається передача даних. Якщо пристрій NFC

зробить це, він виявить атаку. Адже потужність, яка необхідна для пошкодження даних значно більша, ніж потужність, яка може бути виявлена за допомогою NFC пристрою. Отже, кожна така атака буде виявлена.

Модифікація даних

Захист даних може бути досягнуто різним чином.

При використанні в активному режимі 106К бод стає неможливим змінити всі дані, що по РЧ передаються, як розглянуто в розділі 1.4.3. Це значить, що активний режим в обох напрямках необхідний для захисту від модифікації даних. Це є істотним недоліком, оскільки цей режим є найбільш вразливим для зловмисника. Окрім того, захист від модифікації не досконалий, так як навіть на 106к бод можуть бути змінені деякі біти.

NFC пристрої можуть перевіряти РЧ поля під час відправки. Тобто, передавальний прилад може постійно перевіряти наявність такої атаки та може зупинити передачу даних, коли така атака виявлена.

Хоча безпечний канал був би кращим рішенням.

Вставка даних

Є три можливих протидії. Перший це без будь-яких затримок забезпечення відповіді. У цьому випадку ворожий пристрій не може бути швидше, ніж відправник.

Другий - прослуховування приймаючим пристроєм каналу до моменту передачі, тобто, коли він відкритий. Прилад може виявити зловмисника, при намаганнях вставити дані.

Третій варіант - між двома пристроями захищений канал.

Захищений канал для NFC

Створення такого каналу між прилаштувати NFC, Звичайно, є кращим підходом до захисту від будь-яких загроз.

Стандартний протокол узгодження ключа, на Основі RSA як Diffie-Hellmann або еліптична крива, для створення Загальна секретного ключа між двома прилаштуваннями, можуть бути застосовані. Оскільки, такий секретний

ключ може бути використаний для отримання симетричного ключа, як AES або 3DES. Його потім можна використати для забезпечення безпечного каналу [6].

1.2.4 Приклади використання

NFC технологію можна використовувати в багатьох пристроях, так як стандарт підтримує зв'язок з вже існуючими мітками ISO 14443 стандарту та з іншими NFC пристроями.

Приклади використання технології у реальному світі.

Дверні замки

Замки, що спрацьовують під час піднесення пристроїв NFC, на яких записана відповідна мітка. Кошують такі пристрої біля 200 доларів. Мітки записують в NFC-кільце, телефон або інший пристрій [8]. Вигляд NFC-замку показано на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Вигляд NFC-замка

В такому замку розміщено керуючий елемент та модуль зчитування міток, який у разі вірного сигналу, від модулю, посилає імпульс на відчинення дверей. Але у випадку відсутності напруги (якщо батарейка розрядилася) замок можна відкрити тільки зсередини і тільки ключем.

Швидке підключення смартфонів

Розроблений компанією Google Android Beam (додаток) для обміну інформацією між різними Android-пристроями є одним з прикладів. З допомогою

цього додатку можна задіяти більшість інтегрованих в Android додатків. Як приклад, в «Галереї» між пристроями можливо передавати фотографії, відкриті посилання в Google Chrome –, реалізована передача відео в YouTube у якості посилання.

Проте є один мінус – в технології Beam вказано, що передача даних виконується після з'єднання по NFC, за допомогою технології Bluetooth [7].

«Мобільний квиток»

Під поняттям мобільного квитка розуміють квиток за плату в транспорті. На сьогодні майже на всіх станціях метрополітену (наприклад Києва) на вході до підземки можна оплатити проїзд безконтактним платежем. Це може бути як банківська картка з вбудованим чипом так і смартфон зі спеціальним додатком [8]. Вигляд пристрою ззовні наведено на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд терміналу оплати проїзду метрополітені

Всередині турнікету, розміщено спеціальний модуль зчитування міток NFC, він може взаємодіяти як із пасивним (банківські картки) так і активними (смартфон) мітками.

Електронний гаманець

ПриватБанк, на даний момент, підтримує мобільний додаток «Приват24» - безконтактну сплату послуг. Для проведення операції необхідно піднести телефон до терміналу (з можливістю безконтактної сплати) та підтвердити транзакцію пін-кодом своєї картки NFC.

Існує можливість замовити карту ПриватБанку з вбудованим NFC - чіпом для проведення платежів безконтактно.

1.3. Реалізація NFC - модулів

Вище розглянуто декілька прикладів використання NFC - технології у повсякденному житті. В основі яких лежить використання певного модуля зчитування міток NFC [9-12].

Серед модулів, що можна протестувати власноруч та придбати відмітимо наступні.

RFID-RC522 – більш-менш універсальний дешевий модуль. Який сумісний з найбільш поширеними RFID мітками та протоколами. Вигляд такого пристрою показано на рисунку 1.6.

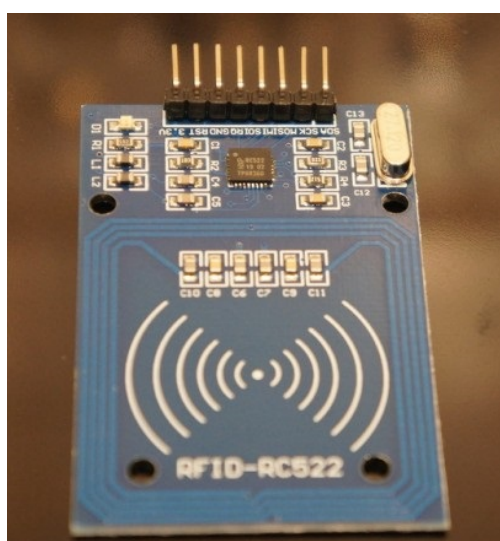


Рисунок 1.6 – Вигляд зверху модуля зчитування NFC-міток RFID-RC522

Він має такі характеристики:

- Робоча частота: 13,56 Мгц
- Напруга: 3,3 В
- Струм в режимі «сну»: менше 80 мкА
- Струм в активному стані: 13-26 мА
- Струм в стані очікування: 10-13 мА
- Пікове споживання: менше 30 мА
- Типи карт, що підтримуються: MIFARE S70, MIFARE S50, MIFARE DESfire, MIFARE UltraLight, MIFARE Pro.
- Розміри: 40*60 мм
- Інтерфейс: SPI

Серед переваг модулю PN532, що виконано з використанням мікросхеми NXP PN532, слід відзначити:

- Влаштований перетворювач рівнів - 5V TTL для I2C і UART, 3.3V TTL для SPI
- Вибір інтерфейсу підключення
- Вивід GPIO мікросхеми NXP PN532

Зовнішній вигляд такого пристрою показано на рисунку 1.7.

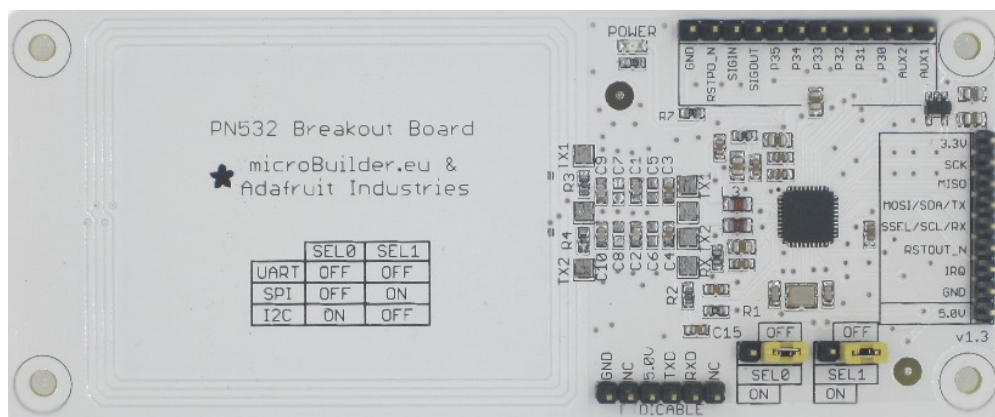


Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд модуля PN532 для зчитування NFC-міток

Його характеристики:

- Струм в активному стані: 120 мА
- Струм в стані очікування: 100 мА
- Напруга: 3,3-5 В
- Пікове споживання: 150 мА
- Дальність зчитування: 5-7 см
- Типи карт, що підтримуються: Ultralight, Desfire, ISO 14443 Type B, ISO 14443 Type A - NXP Mifare 1k, 4k, ISO/IEC 14443-4-сумісні чіпи, Jewel, Topaz, FeliCa
- Антена: вбудована в плату
- Інтерфейс: SPI, I2C, HSU (High Speed UART – $115,2 \cdot 10^3$ kbps)
- Розміри: 53,3*117,7 мм
- Режими роботи: P2P з'єднання, NFC для роботи із смартфонами на платформі Android, RFID (читання/запис).

Модуль - SL060, розроблений на базі ретранслятора NXPNFCIC, являє собою міні записуючий/зчитаючий пристрій.

Вигляд пристрою показано на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8. – Зовнішній вигляд модуля SL060 для зчитування NFC-міток

Характеристики пристрою:

- Робоча частота: 13,56 МГц
- Напруга: 2,5-3,6 В
- Типи карт, що підтримуються: NTAG203, Ultralight, MIFARE Mini, MIFARE™ Classic 4K, MIFARE™ Classic 1K, DESFire, FM11RF08
- Розміри: 46*46 мм
- Інтерфейс: UART.

1.4 Висновки до першого розділу

Проведено аналіз основних принципів технології бездротового зв'язку малого радіусу дії (RFID-технології), розглянуто класифікацію приладів на основі цієї технології.

Розглянуто потенційні загрози для використання пристроїв і систем з технологією RFID і дано рекомендації по їх боротьбі. Розглянуто конкретні приклади реалізації RFID-модулів, проаналізовано їх переваги та недоліки. Аналіз існуючих пристроїв показав, що їх сьогодні існує велике різноманіття, причому більшість з них є достатньо коштовними та побудовані за великою кількістю стандартів, які не всі є загальноприйнятими і несуть у собі приховану загрозу при використанні. Тому актуальною є розробка простого, не коштовного RFID-зчитувача, який підтримує загальноприйнятий протокол EM4100.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ РАДІОЧАСТОТНОГО ЗЧИТУВАЧА

В розділі проведено розробку радіочастотного зчитувача, розроблено його структурну та електричну схему, проведено моделювання за допомогою програмних засобів, яке продемонструвало та підтвердило його працездатність.

2.1 Розробка структурної схеми радіочастотного зчитувача

Згідно певних завдань розроблено структурну схему пристрою, яка показана на рис. 2.1.

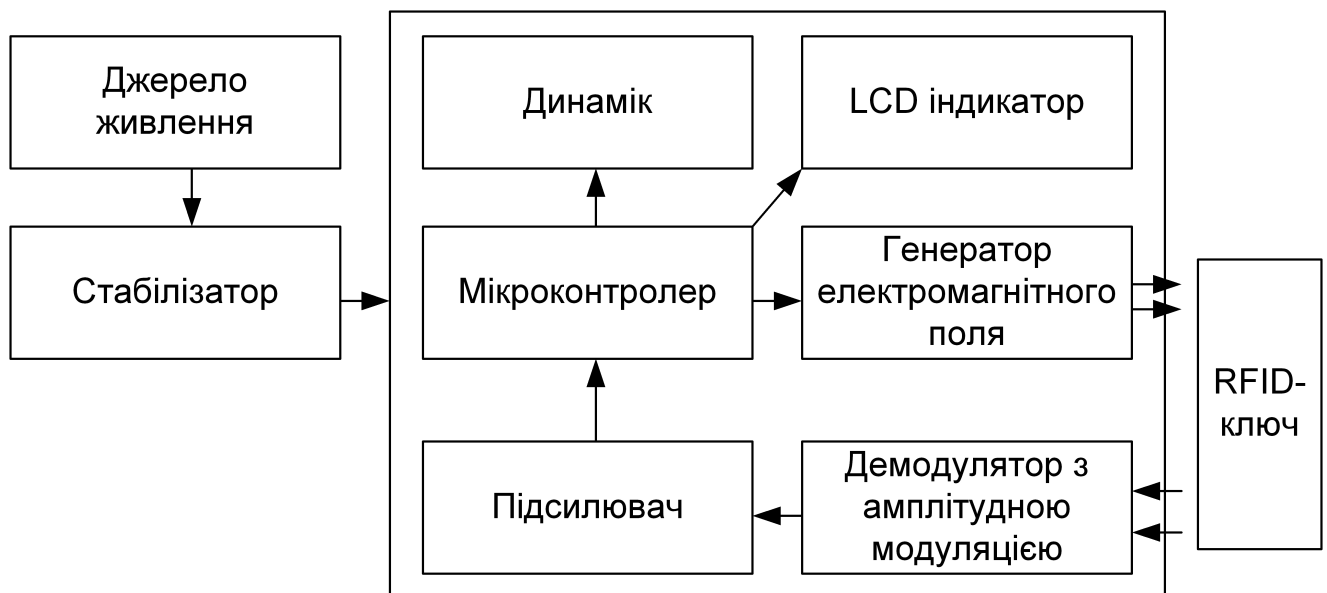


Рисунок 2.1 – Структурна схема радіочастотного зчитувача

- До структурної схеми входять наступні компоненти:
- блок живлення з метою забезпечення живлення абсолютно всіх компонентів радіочастотного зчитувача;
- регулятор з метою стабілізації вхідного сигналу в потрібному ступені;

- контролер - виробляє прямокутні імпульси потрібної частоти, що надалі оброблює формування RFID-ключа; бере на себе поліпшений демодульований знак з RFID-ключа; оцінює встановлений знак а також дає належні повідомлення в LCD індикатор а також гучномовець; гарантує єдине регулювання дією радіочастотного обміну інформацією;
- джерело електромагнітного створює вихідний сигнал з метою вибіркового зчитування а також живлення RFID-ключа;
- демодулятор з амплітудною модуляцією з метою способу а також демодуляції сигналу з RFID-ключа;
- аудіокоректор з метою збільшення сигналу аж до необхідного ступеня;
- LCD індикатор з метою відображення результатів руху радіочастотної ідентифікації;
- гучномовець дає знак про ефективну або провалену ідентифікацію.
- джерело електромагнітного поля створює вихідний сигнал з метою вибіркового зчитування а також живлення RFID-ключа;
- демодулятор з амплітудною модуляцією з метою демодуляції сигналу з RFID-ключа;
- аудіокоректор з метою збільшення сигналу аж до необхідного ступеня;
- LCD індикатор з метою відображення результатів радіочастотної ідентифікації;
- гучномовець дає знак про ефективної або провалену ідентифікації.

2.2 Розробка електричної схеми радіочастотного зчитувача

На основі структурної схеми розроблено електричну схему пристрою, яка зображена на рис. 2.3.

Принцип роботи схеми полягає у наступному.

Одним з основних елементів схеми являється мікроконтролер. Розглянемо можливість використання мікроконтролера ATtiny13 в радіочастотних зчитувачах. Для цього розглянемо його характеристики.

Загальні характеристики:

- 120 інструкцій оптимізованих для програмування на мовах високого рівня;
- 32 регістра загального призначення;
- Швидкодія 20 MIPS (20 мільйонів операцій за секунду);
- 1 кілобайт флеш-пам'яті для програм (самопрограмується);
- 64байт EEPROM (енергонезалежна пам'ять);
- 64байт SRAM (оперативна пам'ять).

З периферії:

- один 8 бітних таймерів/лічильників;
- два ШИМ канала;
- 4 каналний 10ти бітний АЦП;
- аналоговий компаратор;
- SPI послідовний інтерфейс;
- Watchdog таймер, зовнішній розрив на всіх ножках.

Живлення, частота:

1.8 – 5.5В (для ATtiny13V) до 10МГц

2.7 – 5.5В (для ATtiny13) до 20МГц

В робочому режимі споживає 240 мкА при живленні 1.8В та частоті генератора 1МГц. В режимі енергозбереження Power-down споживає менше 0.1мкА при 1.8 В (рис 2.2).

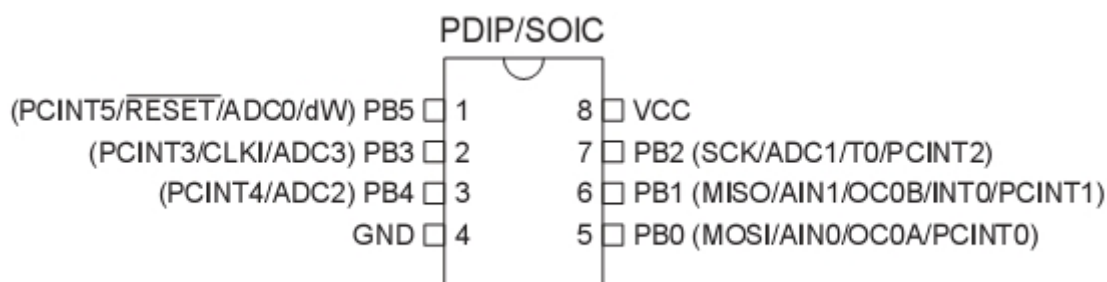


Рисунок 2.2 – Вигляд мікроконтролера ATtiny 13 з описом виводів

Як висновок можна сказати: ATtiny13 маленький, але швидкий мікроконтролер. Напевно, самий дешевий з серії AVR. Наявність в ATtiny13 АЦП дозволяє використовувати його для обробки та передачі цифрового сигналу в основний контролер (як приклад використання - ATtiny13+датчик температури обійдеться дешевше та більш функціональніше ніж DS18B20). Маленький планарний корпус дозволяє робити пристрої невеликого розміру. Як недолік відмітимо скромну функціональність, малу кількість пам'яті та невелику кількість ніжок.

Саме тому мікроконтролер ATtiny13 вибрано для дослідження його застосування в радіочастотних зчитувачах.

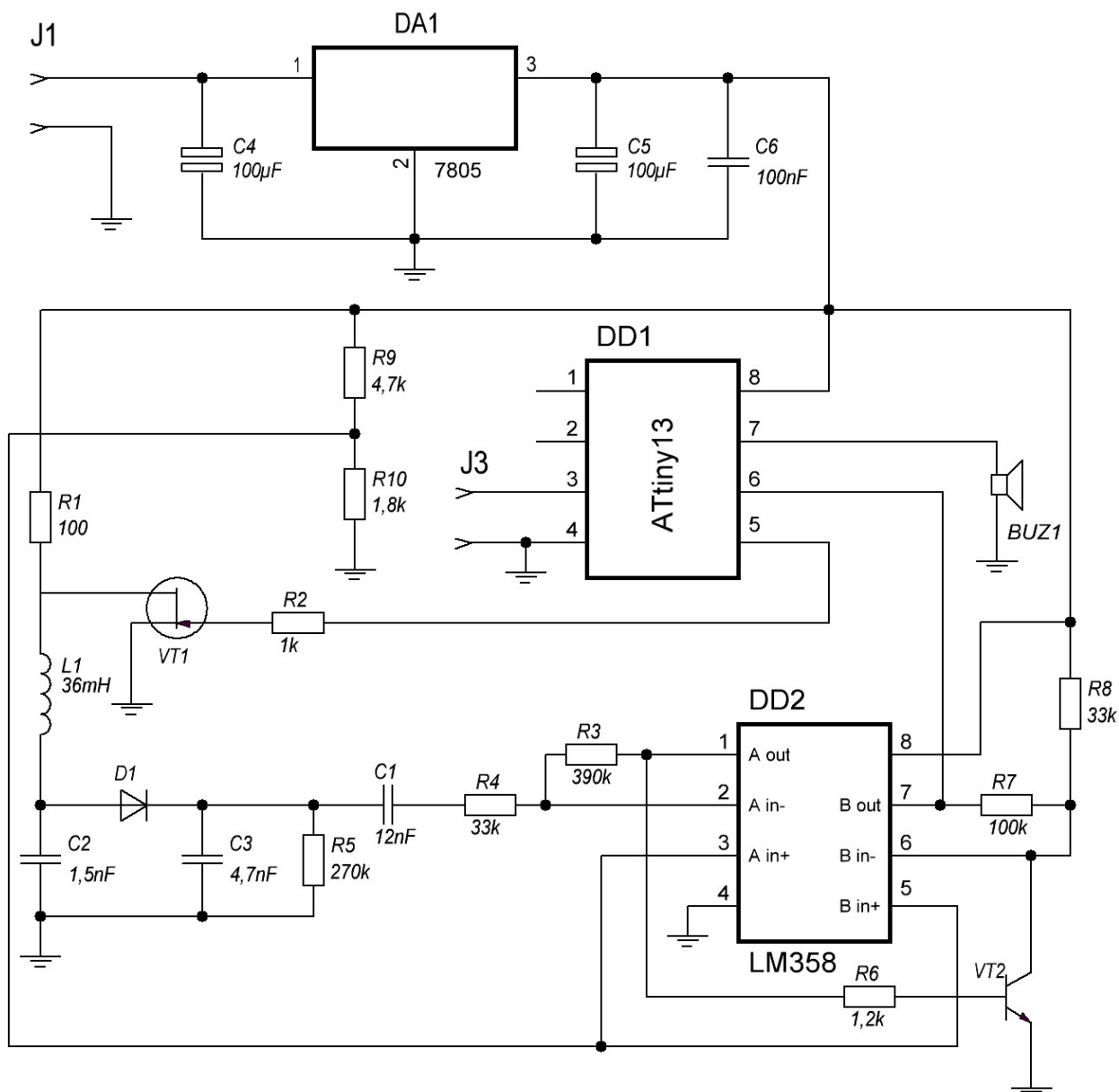


Рисунок 2.3 – Схема електрична радіочастотного зчитувача

Наростаючий фронт на виході PB0 (лог. 1) відкриває транзистор VT1, і верхній за схемою вивід котушки підключається до «землі». У цей момент котушка виявляється включеною паралельно конденсатору C2, утворюючи LC генератор (коливальний контур). Перемикання транзистора відбувається 125 000 разів на секунду (125 кГц). Як наслідок, котушкою генерується сигнал синусоїдальної форми з частотою 125 кГц (рис. 2.4).

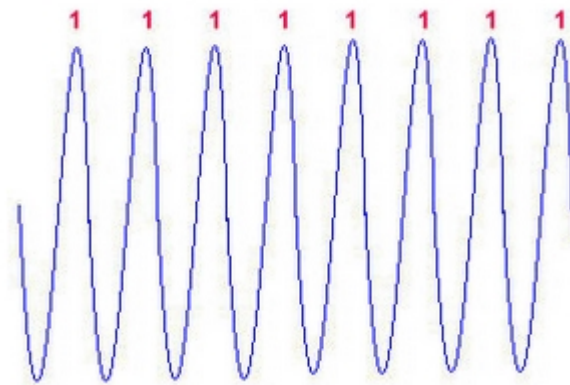


Рисунок 2.4 – Сигнал, що генерується коливальним контуром L1, C2

Модуль зчитувач генерує електромагнітне поле, енергія якого використовується для живлення RFID-ключа. В основі передачі енергії між RFID-ключем і зчитувачем лежить принцип роботи звичайного трансформатора: первинна обмотка трансформатора створює ЕРС індукції у всіх інших обмотках. Для нашого випадку первинною обмоткою є котушка зчитувача, а вторинною - котушка RFID-ключа. Елементи D1, C3 і R5 утворюють демодулятор сигналу з амплітудною модуляцією.

Процес обміну даними між RFID-ключем і зчитувачем дуже простий. Якщо RFID-ключ повинен передати лог. 0, то він до свого джерела живлення підключає певне «навантаження», що вимагає більше енергії, переданої зчитувачем. Це викличе невелике «спадання» напруги на стороні зчитувача; саме цей рівень сприймається зчитувачем як лог. 0 (рис. 2.5).

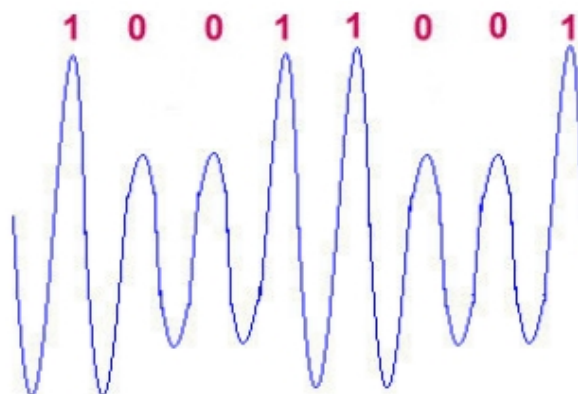


Рисунок 2.5 – Приклад передачі послідовності бітів

Прийнятий сигнал, через підсилювач потрапляє на мікроконтролер, де він аналізується на відповідність, про що видається повідомлення або на LCD індикатор, або на динамік.

2.3 Розробка алгоритму роботи

Розроблено блок-схему алгоритму роботи мікроконтролера у складі радіочастотного зчитувача, яка зображена на рисунку 2.6.

Алгоритм роботи достатньо простий.

При подачі живлення мікроконтролер ініціалізує необхідні змінні та константи, а також під'єднані пристрої. Потім починає генерувати прямокутній сигнал з частотою 125 кГц та очікує на відгук системи. При надходженні такого відгуку починається безпосередньо процес самої радіочастотної ідентифікації, тобто передача ключа, його прийом та подальший аналіз.

RFID ключ в загальному випадку передає 64 біта даних в наступній послідовності:

1. Перші 9 біт (завжди лог. 1) - стартові біти, що свідчать про початок обміну даними.
2. 4 біта - молодші значущі біти призначеного для користувача ідентифікаційного номера (D00 - D03).
3. 1 біт (P0) - біт контролю парності попередніх 4 біт.
4. 4 біта - старші значущі біти призначеного для користувача ідентифікаційного номера (D04 - D07).
5. 1 біт (P1) - біт контролю парності попередніх 4 біт.
6. 4 біта - перша частина 32-бітного серійного номера RFID ключа (D08 - D11).
7. 1 біт (P2) - біт контролю парності попередніх 4 біт.

8. Далі передаються групи по 4 біта серійного номера ключа, кожна з бітом контролю парності.

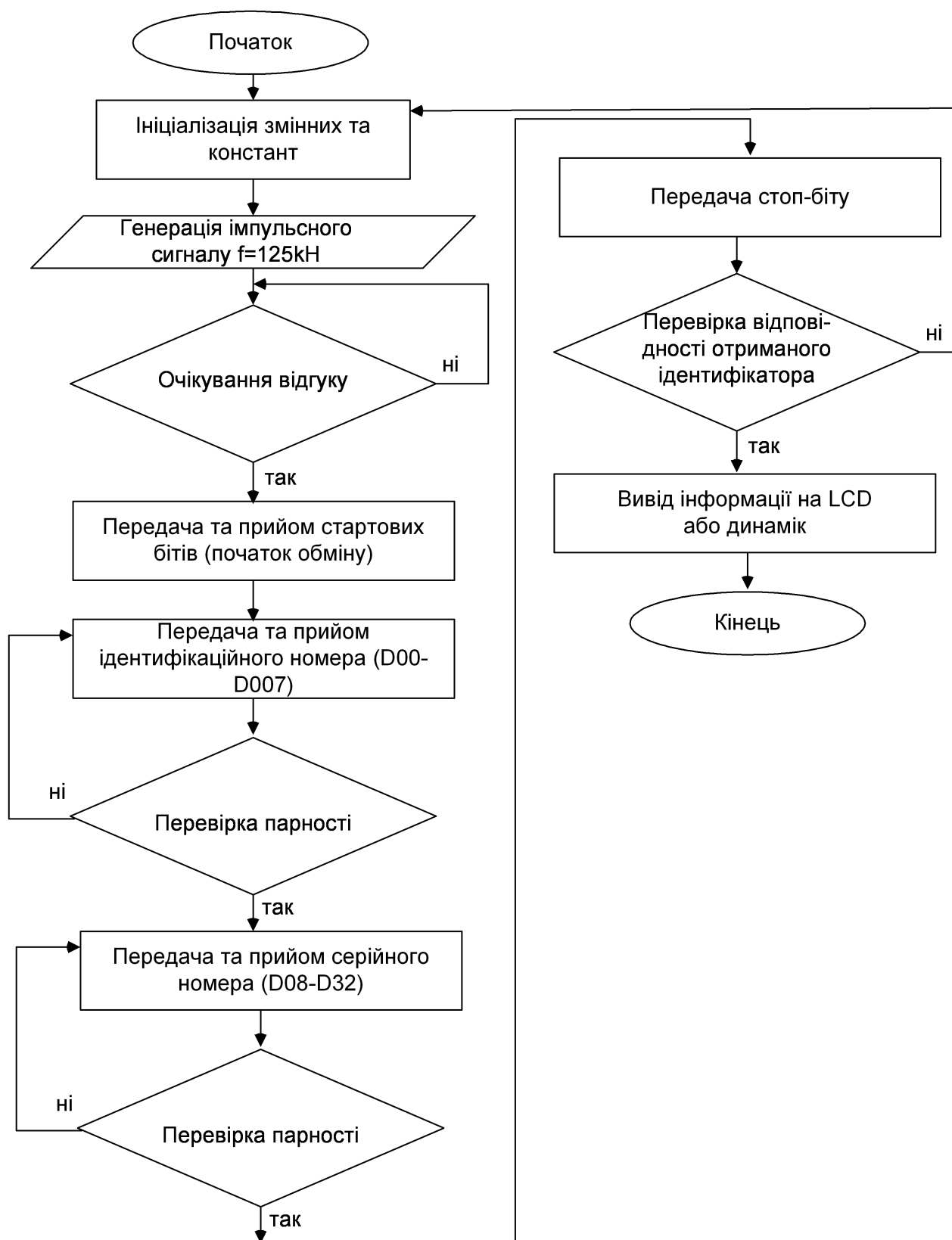


Рисунок 2.6 – Блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера

9. Потім передаються 4 біта контролю парності бітів по стовпцях. Наприклад, біт контролю парності PC0 для бітів D00, D04, D08, D12, D16, D20, D24, D28, D32 і D36.

10. 1 стоп-біт.

При програмуванні мікроконтролера необхідно встановити наступну конфігурацію Fuse-бітів: молодший байт 0x7A і старший байт 0x1F (мікроконтролер працює від вбудованого тактового генератора 9.6 МГц, дільник тактової частоти на 8 відключений).

2.4 Моделювання роботи схеми

Для моделювання роботи схеми пристрою радіочастотного зчитування обрано програмне середовище Proteus. Це програмне середовище дозволяє провести моделювання роботи схеми і розведення плати та компонування елементів. Використовуючи стандартні компоненти бібліотек зібрано схему для моделювання (рис. 2.7).

При піднесенні радіочастотного ключа до зчитувача за принципом трансформатора котушка індуктивності зчитувача наводить струм в радіочастотному ключі. Якщо радіочастотний ключ повинен передати логічний 0, то він вмикає певне навантаження і це потребує більше енергії, що передається зчитувачем. Це викликає незначну просадку напруги коливального контуру зчитувача. Далі ця просадка інтерпретується демодулятором як логічний 0. А коливання з більшою амплітудою відповідно інтерпретуються як логічна 1.

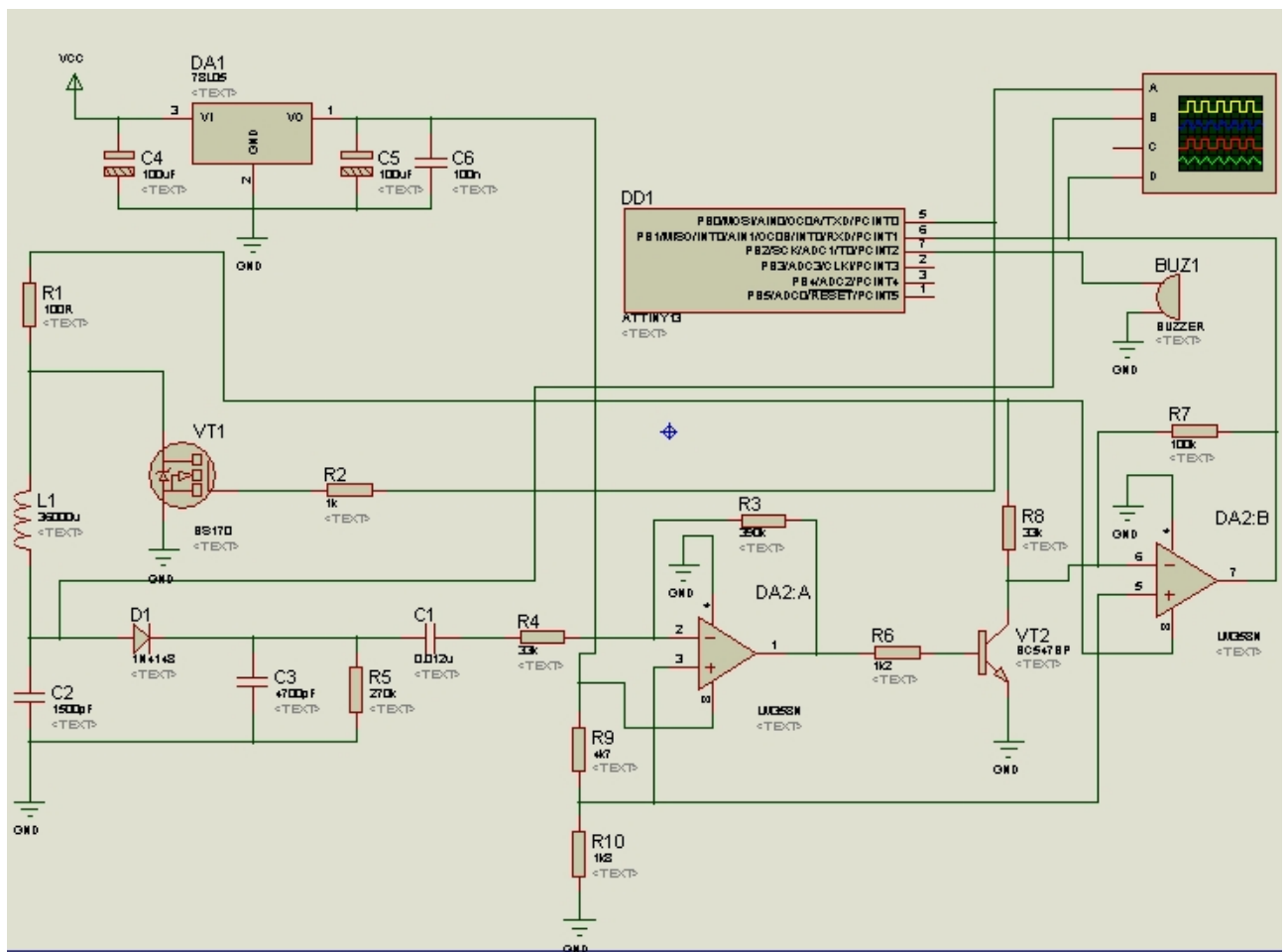


Рисунок 2.7 – Зображення схеми для моделювання

В даному випадку для перевірки роботи схеми було проімітовано просадку амплітуди коливань за допомогою підключення шунтуючого резистора паралельно конденсатору C2 (рис. 2.7). При замиканні ключа відбувається просадка амплітуди коливань, а при розмиканні – збільшення амплітуди. Демодулятор перетворює ці рівні в логічні рівні 0 та 1.

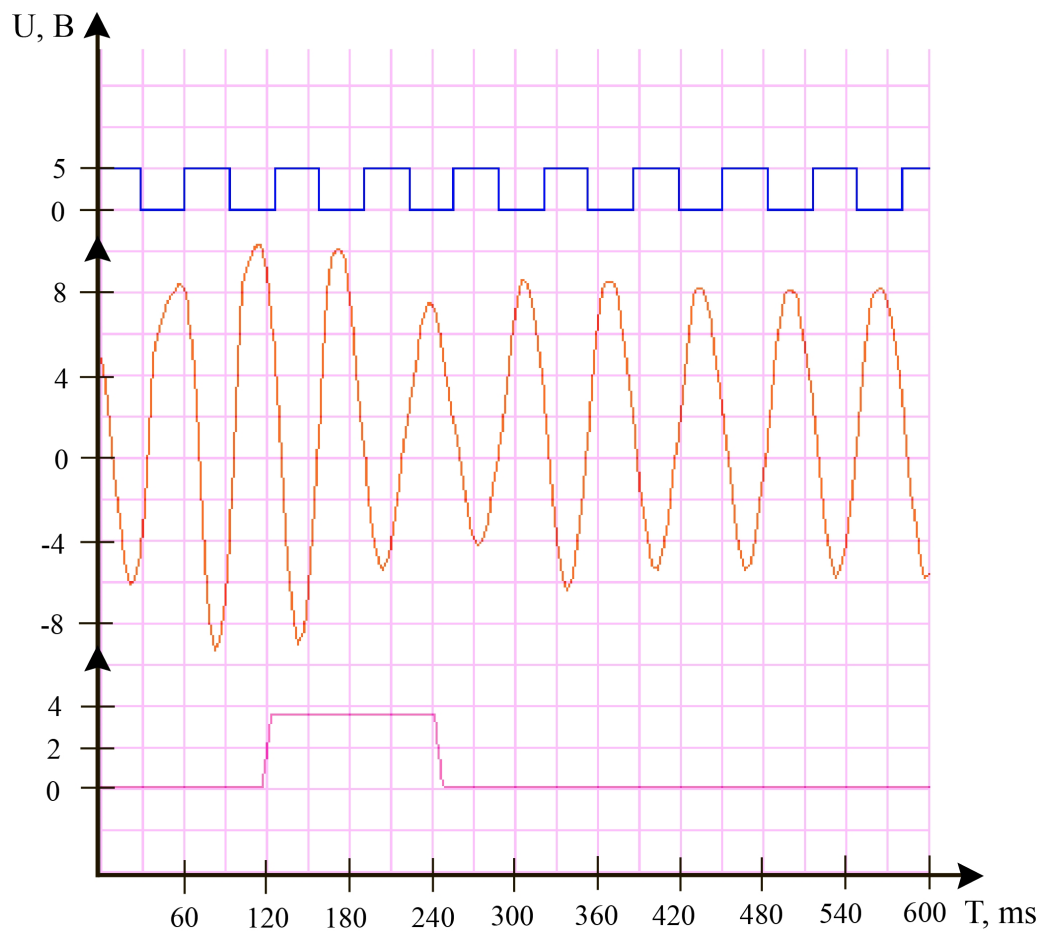


Рисунок 2.8 – Зображення результатів моделювання роботи схеми

На рисунку 2.8 зображено осцилограми сигналів схеми. Канал А відображує сигнал прямокутних імпульсів частотою 125 кГц, що генеруються мікроконтролером. Канал В відображає гармонічний сигнал коливального контуру зчитувача. Канал D відображає результат демодуляції гармонічного сигналу (більша амплітуда – логічна 1, менша амплітуда – логічний 0).

З рисунку робимо висновок, що при збільшеній амплітуді демодулятор видає логічну одиницю, що видно по відповідним сигналам каналів В та D, а при меншій амплітуді – логічний 0. Таким чином можемо говорити про вірну роботу основних блоків та схеми в цілому.

2.5 Висновки до другого розділу

Розроблено структурну схему радіочастотного зчитувача та описано призначення її основних складових компонентів.

На базі структурної схеми розроблено електричну схему та описано принцип її роботи. Також розроблено блок-схему алгоритму роботи мікроконтролера.

Промодельовано розроблену електричну схему в різних режимах роботи, що підтверджує можливість її практичної реалізації.

3 РОЗРОБКА ПЛАТИ ТА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ РАДІОЧАСТОТНОГО ЗЧИТУВАЧА

Проведено обґрунтування вибору мікроконтролера, типу та матеріалу друкованої плати, класу точності та кроку координатної сітки, на основі чого розроблено друковану плату та складальне креслення радіочастотного зчитувача.

3.1 Вибір типу та матеріалу друкованої плати

При виборі типу друкованої плати необхідно враховувати техніко-економічні показники. Модель цього пристрою не надто складна по конструкції і складається з доступних радіоелементів. Вибрано двосторонню друковану плату, яка характеризується високими комутаційними властивостями через металізації отворів, підвищену міцність завдяки з'єднанням для завершення елемента з малюнком пластини і низькою вартістю.

Для виготовлення друкованої плати використовуються листові діелектрики. Вихідними матеріалами для його виготовлення є папір або скловолокно, просочені синтетичними смолами або лавсанові, фторопластовим і полімерною плівкою. Мідна фольга приклеюється до поверхні фольгованих матеріалів з одного або двох сторін фольги в процесі виробництва. Його товщина становить від 20 до 50 мкм.

У нас є такі вимоги до матеріалу:

- високі технології;
- високі електрофізичні властивості;
- забезпечити високу адгезію;
- мінімальна механічна деформація.

У таблиці 3.1 представлені основні властивості матеріалів друкованих плат [13].

Таблиця 3.1 – Властивості матеріалів друкованих плат

Параметри	Гетинакс	Текстоліт	Склотекстоліт
Щільність без фольги, г/см ³	1,3...1,4	1,3...1,45	1,6...1,8
Відносна діелектрична проникність	4,5...6	4,5...6	5...6
Питомий об'ємний опір, Ом·м	10 ¹² ...10 ¹⁴	10 ¹² ...10 ¹⁴	10 ¹⁴ ...10 ¹⁵

Діапазон робочих температур, °С	-60...+80	-60...+105	-60...+120
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м×К)	0,25...0,3	0,23...0,34	0,34...0,74
Температурний коефіцієнт лінійного розширення, 10^{-6} K^{-1}	22	22	8...9

Найчастіше для виготовлення друкованих плат використовують склотекстоліт і гетинакс наступних марок:

- ГФ – фольгований гетинакс;
- СФ – фольгований склотекстоліт;
- ФГС – склотекстоліт фольгований травильний;
- СФПН – склотекстоліт фольгований нагрівостійкий;

СТФ – склотекстоліт теплостійкий.

Товщина друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу і вибирається залежно від елементної бази та навантажень.

Оптимальні параметри для розробки мікропроцесорного рідера, згідно з таблицею 3.1, має склотекстоліт. Тому ми вибираємо двосторонній склотекстоліт СФ-2-35-1,5 марки ТУ16-503.271-86, який має товщину листа 35 мкм, товщину матеріалу з листом 1,5 мм. і діапазон робочих температур від -60 до + 120 ° С. Цей матеріал, згідно [13], має досить високу ударостійкість і здатний витримувати перевантаження 25 г і механічні удари з тривалістю 13 мілісекунди імпульс. Покритий захисним лаком, склотекстолітовий лист стає нечутливим до вологи у всьому діапазоні робочих температур, що відповідає вимогам технічної специфікації.

3.2 Вибір класу точності та методу проектування друкованої плати

До друкованих плат висуваються такі вимоги:

1. Висока точність розташування струмопровідного рисунка
2. Велика величина опору діелектрика
3. Висока механічна міцність

4. Добра здатність до паяння, особливо після тривалого зберігання. Досягається шляхом вибору типу покриття та технологією його нанесення.

Точність розташування струмопровідного рисунка регламентується вимогами держстандартів. З цією метою введено поняття класу точності друкованих плат.

Таблиця 3.2 – Класи точності друкованих плат

Параметри конструкції плат, мм	Клас точності				
	1	2	3	4	5
1. Ширина друкованих провідників	0,75	0,45	0,25	0,15	0,1
2. Відстань між суміжними провідниками	0,75	0,45	0,25	0,15	0,1
3. Ширина гарантійного пояса	0,3	0,2	0,1	0,05	0,0025
4. Відносна товщина ДП	0,4	0,4	0,33	0,25	0,2

Для даного виробу (згідно таблиці 3.2), з огляду на не складне трасування найкращим варіантом буде вибір 2-го класу точності друкованої плати (не вимагає використання високоякісних матеріалів, інструментів і обладнання)

Цей клас характеризується наступними параметрами конструкції:

- а) ширина провідника – 0,45 мм;
- б) відстань між сусідніми доріжками – 0,45 мм;
- в) ширина гарантійного пояса – 0,2 мм;
- г) відносна товщина ДП – 0,4 мм.

Монтаж елементів, змонтованих на друкованій платі, здійснюється відповідно до стандартів ГОСТ 4ГО.010.030-81 і ГОСТ4.ГО.010.009. При розміщенні елементів необхідно враховувати наступні фактори: забезпечення високої надійності, мінімізація розмірів, забезпечення відводу тепла і ремонтпридатність.

Ми розміщуємо елементи на одній стороні паралельно сторонам відповідно до принципу коротких зв'язків.

Спочатку вибираємо крок затвора сітки 1,25 мм, відповідно до ГОСТ 217417-78. Розміщуємо отвори і елементи малюнка, надруковані на дошці щодо початку координат [14].

Всі контактні місця розміщені у вузлах сітки. Те ж саме стосується висновків елементарної бази.

3.3 Розрахунок ширини провідників

Ширина провідників визначається струмом, що протікає через них, і максимально можливим падінням пружності

Для допустимого струму:

$$b_{\min} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \times t}, \quad (3.1)$$

де $j_{\text{доп}}$ – допустима густина струму для мідного провідника, $j_{\text{доп}} = 17 \text{ А/мм}^2$;

t – товщина фольги, $t = 35 \text{ мкм}$;

I_{\max} – максимальний постійний струм, який проходить через провідник;
 $I_{\max} = 0,03 \text{ А}$, згідно індивідуального завдання.

$$b_{\min} = \frac{0,03}{17 \times 0,035} = 0,05(\text{мм}) = 50(\text{мкм}) < 250(\text{мкм})$$

Визначимо мінімальну ширину провідника з умови допустимого падіння напруги:

$$b_{\min} = \frac{I_{\max} \times \rho \times l_{\max}}{\Delta U_{\text{доп}} \times t}, \quad (3.2)$$

де ρ – питомий опір провідників, $\rho = 0,0175 \text{ Ом } \text{мм}^2/\text{м}$;

I_{\max} – струм, який проходить по провіднику, $I_{\max} = 0,03 \text{ А}$;

l_{\max} – максимальна довжина провідника, $l_{\max} = 0,1 \text{ м}$;

$U_{\text{доп}}$ – допустиме падіння напруги (становить 5% від напруги живлення $U_{\text{доп}} = 5 \times 0,05 = 0,25 \text{ В}$);

t – товщина фольги.

$$b_{\min} = \frac{0,03 \times 0,0175 \times 0,1}{0,25 \times 0,035} = 0,06(\text{мм}) = 60(\text{мкм}) < 250(\text{мкм})$$

Розраховані значення ширини провідників не перевищують обраних для другого класу точності.

3.4 Моделювання проекту в ARES PCB LAYOUT

Розробка друкованої плати в ARES розпочинається з виклику команди Tools>NetlisttoARES в програмі моделювання ISISProteus [15]. Після виклику команди автоматично запускається вікно програми ARES з пропозицією вибрати необхідний тип друкованої плати, воно буде розроблено. В якості друкованої плати виберем плату з двосторонньою металізацією, а потім збережемо проект.

При завантаженні списку з'єднань для кожного символу схеми в бібліотеках пакетів компонентів * .LIB знаходиться відповідний пакет. Якщо вам потрібен корпус, якого немає в бібліотеці, то на вкладці PackageMode створіть новий корпус або виберіть один з існуючих варіантів.

Перед запуском процесу автоматичного відстеження друкованої плати, використовуючи вкладку Технологія > DesignRules, ми встановлюємо необхідні параметри для допустимого розміщення провідників, їх мінімальної і максимальної товщини, а також зазорів між ними. Щоб почати трасування, виконайте команду «Інструменти» > «Автозапуск». Отримаємо розведену плату (рис. 3.2).

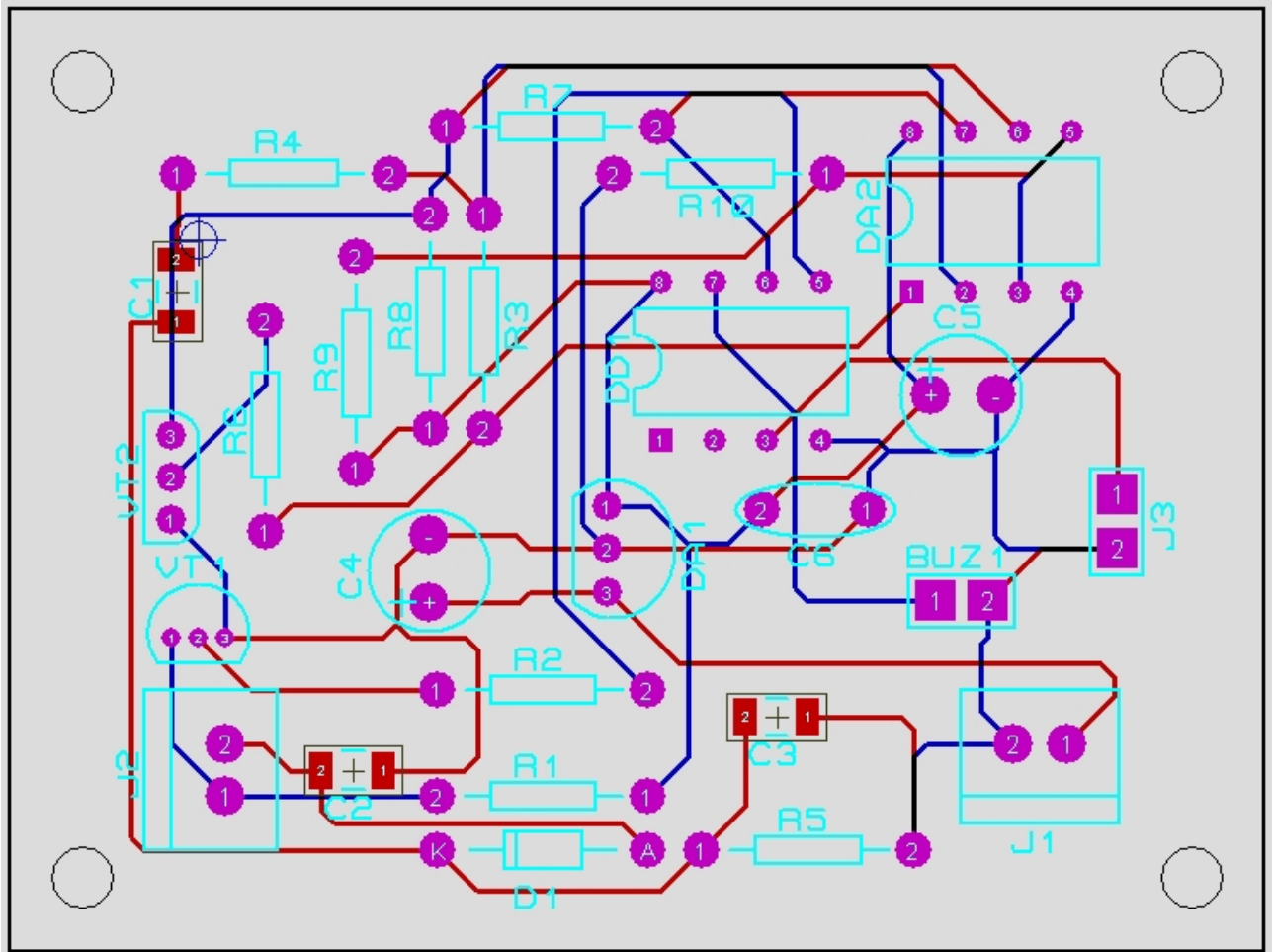


Рисунок 3.2 – Розведена плата в ARES Proteus Layout

Після використання функціональності ARES ми створимо трьохвимірну візуальну модель друкованої плати з встановленими компонентами. Побудована трьохвимірна модель пристрою (рис. 3.3). А також зображено вигляд плати без елементів (рис. 3.4).

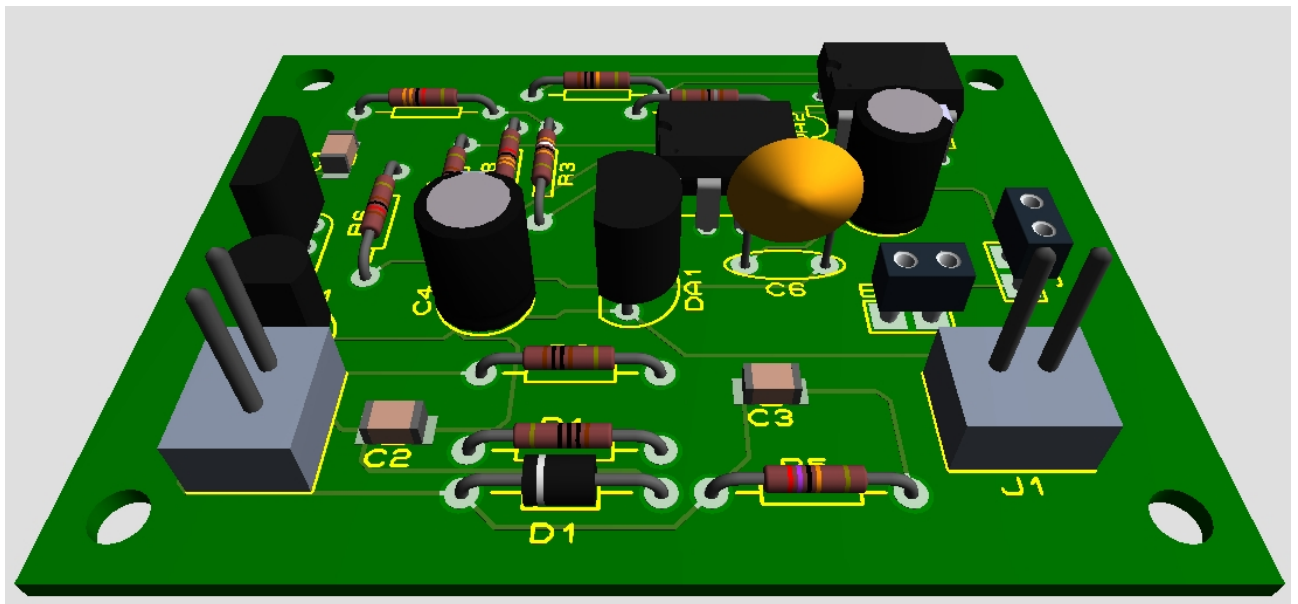


Рисунок 3.3 – Зображення моделі плати пристрою з елементами

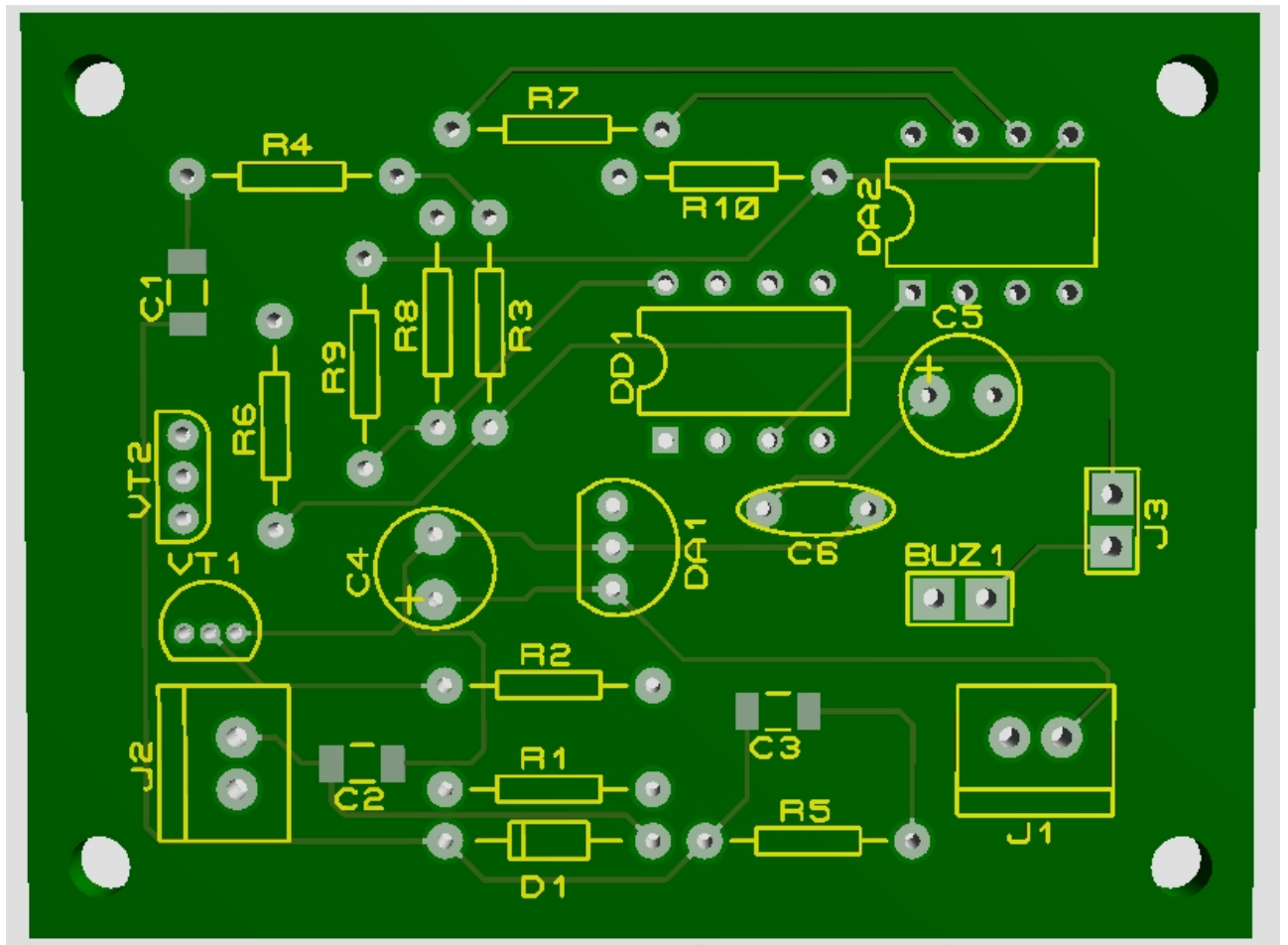


Рисунок 3.4 – Зображення моделі плати пристрою без елементів

3.5 Висновки до третього розділу

Проведено розрахунок параметрів друкованої плати і її типу обраний - двосторонній. Цей тип характеризується високими комутаційними властивостями, підвищеною міцністю з'єднань виводів змонтованих елементів з рисунком плати, високою щільністю електронних компонентів і низькою вартістю.

Був обраний матеріал друкованої плати - двосторонній фольгований склотекстоліт СФ-2-35-1,5, ТУ16-503.271-86 (ГОСТ 10316 - 78), що має товщину 1,5 мм. Для цього типу плати була розрахована ширина друкованих провідників. Визначається товщина фольги, яка становить 35 мкм, максимальний постійний струм - 0,03 А, товщина плівки - 35 мкм. Крок сітки 1,25 мм був обраний.

Використовуючи ARES PCB Layout, був створений пакет і змодельований пристрій. На основі пакетів програмного забезпечення ISIS Proteus і ARES PCB Layout створені електрична схема, друкована плата і складальне креслення, які наведені в додатках.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Головна задача охорони праці – мінімізація імовірності виникнення захворювань та виробничого травматизму при забезпеченні нормованих показників умов праці.

В цьому розділі проводиться розгляд шкідливих, небезпечних і уражаючих для людини і оточуючого довкілля чинників, що виникають при проведенні розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом. Тут висвітлюються, в тому числі, технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення безпечної відстані від джерела ЕМВ, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки, безпека у надзвичайних ситуаціях.

Під час розробки даного пристрою на працівників діють ті або інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп відповідно до [24].

Фізичні НШВФ: підвищена або понижена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, недостатність або відсутність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, пряма або відбита блискучість, підвищена яскравість світла.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

5.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Визначаємо для приміщення, де проводяться роботи з розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа.

Відповідно до [25] допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні для холодного та теплого періодів року наведені в таблиці Х.1 додатку Х.

Перепад температури повітря вздовж висоти робочої зони для всіх категорій робіт дозволяється до 3°C. При опроміненні менше 25% поверхні тіла працівника, нормована інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м².

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), які використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, для контролю за якістю виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, що використовуються у даному виробничому приміщенні наведено в таблиці Х.2 додатку Х.

З метою забезпечення нормованих параметрів мікроклімату і чистоти повітря робочої зони передбачено такі заходи: у приміщенні повинна бути встановлена система опалення для холодного і кондиціонування для теплого періодів року; для підвищення вологості повітря слід розташовувати місткості з водою за типом акваріумів поблизу опалювальних приладів або використовувати зволожувачі; припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

5.1.2 Виробниче освітлення

Для забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях значні вимоги пред'являються щодо кількісних та якісних показників освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, де проводяться роботи з розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом, відповідно до [26] знаходимо, що вони відповідають III розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – великий та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд g .

Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості для штучного освітлення приведені в таблиці Х.3 додатку Х.

Оскільки приміщення знаходиться в місті Вінниця (друга група забезпеченості природним світлом), а світлові пройми орієнтовані за азимутом 225° , то за таких умов КЕО визначатиметься за формулою [3, 4]

$$e_N = e_n m_N [\%], \quad (5.1)$$

де e_n – табличне значення КЕО, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

Підставляючи відомі значення одержимо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,6} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 (\%);$$

$$e_{N,c} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 (\%).$$

Для встановлення нормованих значень показників освітлення запропоновано такі заходи:

1) при недостатньому природному освітлені в світлу пору доби доповнення штучним за допомогою люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) використання штучного освітлення в темну пору доби.

5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при експлуатації пристроїв крім усього іншого устаткування використовується обладнання, робота якого генерує шум та вібрацію, необхідно передбачити захист від шуму та вібрації.

Визначено, що приміщення, де проводиться робота з розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом може містити робочі місця із шумом та вібрацією, який виходить від сусідніх промислових приміщень.

Для запобігання травмуванню працюючих під дією шуму та вібрації вони підлягає нормуванню. Основним документом стосовно виробничого шуму, діючим на території нашої країни, є [27], згідно з яким допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях в виробничих приміщеннях не повинні перевищувати значень, що приведені у таблиці X.4 додатку X. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці X.5 додатку X для 3-ї категорії (технологічна) типу "в".

Для забезпечення допустимих параметрів віброакустичних коливань в приміщенні передбачено такі заходи: завчасне здійснення профілактичного ремонту; використання в конструкціях обладнання акустичних екранів та звуко- та віброізоляційних кожухів.

5.1.4 Виробничі випромінювання

Аналіз умов праці показав, що приміщення, де проводиться робота з розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів показані в таблиці X.6 додатку X.

З метою забезпечення захисту і досягнення нормативних рівнів випромінювань потрібно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

Визначимо безпечну відстань від джерела ЕМВ, якщо сила струму в провіднику (антені) $I = 5,2$ А, а частота поля $f = 19$ МГц. Довжина провідника (антени) $L = 5,5$ м.

Біля джерела ЕМВ виділяють ближню зону (зону індукції), що знаходиться на відстані $r \leq \lambda / 2\pi$, і далеку зону (зону випромінювання), для якої $r > \lambda / 2\pi$, де λ – довжина хвилі, м.

Безпечну відстань від джерела ЕМВ будемо визначати як найбільшу із безпечних відстаней від джерел електричної та магнітної складових ЕМВ, відповідно

$$r = \max \{r_E, r_H\}, \quad (5.2)$$

де r_E – безпечна відстань від джерела електричного поля, м;

r_H – безпечна відстань від джерела магнітного поля, м.

Безпечну відстань від джерела електричного поля для ближньої зони можна визначити за формулою

$$E_{\text{бл}} = \frac{IL}{4\pi^2 f \varepsilon r_E^3} \quad [\text{В/м}], \quad (5.3)$$

звідки

$$r_E = \sqrt[3]{\frac{IL}{4\pi^2 f \varepsilon E_{\text{бл}}}} \quad [\text{м}], \quad (5.4)$$

де $E_{\text{бл}}$ – напруженість електричного поля ближньої зони, В/м;

I – сила струму в провіднику (антені), А;

L – довжина провідника (антени), м;

f – частота електромагнітного поля, Гц;

ε – діелектрична проникність середовища, Ф/м (для повітря $\varepsilon = 1$ Ф/м).

Безпечну відстань від джерела магнітного поля для ближньої зони можна визначити за формулою

$$H_{\text{бл}} = \frac{IL}{4\pi r_H^2} \text{ [А/м]}, \quad (5.5)$$

звідки

$$r_H = \sqrt{\frac{IL}{4\pi H_{\text{бл}}}} \text{ [м]}, \quad (5.6)$$

де $H_{\text{бл}}$ – напруженість магнітного поля ближньої зони, А/м;

Для діапазону частот 3...30 МГц $E_{ГД} = 300$ В/м, $H_{ГД} = 50$ А/м.

Після підстановки відомих значень у формули (4.4, 4.6, 4.2), отримаємо:

$$r_E = \sqrt[3]{\frac{5,2 \cdot 5,5}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 19 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 300}} = 0,0005 \text{ (м)};$$

$$r_H = \sqrt{\frac{5,2 \cdot 5,5}{4 \cdot 3,14 \cdot 50}} = 0,2134 \text{ (м)};$$

$$r = \max\{0,0005; 0,2134\} = 0,2134 \text{ (м)}.$$

Отже, безпечна відстань від джерела ЕМВ складатиме 0,2134 м.

5.2 Технічні рішення з промислової та пожежної безпеки при проведенні розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом

5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, його розміри і взаємне розташування його елементів повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним властивостям людини, а також характеру роботи [28].

Площа, на якій розташовується одне робоче місце для обслуговуючого персоналу, має складати не менше 6,0 м², об'єм приміщення – не менше як 20 м³, висота – не менше 3,2 м [29].

Кольорове оздоблення інтер'єру приміщення повинно відповідати вказівкам з проектування кольорової обробки інтер'єрів приміщень будівель промислових підприємств. Поверхня підлоги має бути гладкою, не слизькою, без вибоїн, зручною для вологого прибирання, мати антистатичні властивості. Забороняється

використовувати під час оснащення інтер'єру полімерні матеріали, які забруднюють повітря шкідливими хімічними речовинами та сполуками.

5.2.2 Електробезпека

Основними причинами ураження електричним струмом в даному приміщенні можуть бути: робота під напругою при ремонтних роботах, несправність електрообладнання, випадковий дотик до струмоведучих частин або металевих частин, які опинилися під напругою. У відповідності до [25] дане приміщення відноситься до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом в наслідок наявності значної (понад 75 %) вологості. Тому безпека експлуатації електрообладнання має гарантуватись рядом заходів, які включають застосування ізоляції струмовідних частин, захисного заземлення, захисних блокувань тощо [26].

5.2.3 Пожежна безпека

Відповідно до [28] приміщення, де проводиться робота з розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом, відноситься до категорії пожежної небезпеки В. Дане приміщення відноситься до 2-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці Х.7. В таблиці Х.8 приведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Вибираємо, що приміщення, де проводиться робота з розробки, має бути оснащене двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також ємністю з піском [29].

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.

Безпека в надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки та визначення області працездатності аналізатора фазових нестабільностей в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.

Надзвичайна ситуація (далі – НС) – порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті,

спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, зокрема епідемією, епізоотією, епіфітотією, пожежею, що призвело (може призвести) до виникнення великої кількості постраждалих, загрози життю та здоров'ю людей, їх загибелі, значних матеріальних утрат, а також до неможливості проживання населення на території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності [25].

Метою класифікації НС є створення ефективного механізму оцінювання події, що відбулася або може відбутися у прогнозований термін, та визначення ступеня реагування на відповідному рівні управління.

Крім того, ще виділяють надзвичайні ситуації воєнного характеру – порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене застосуванням звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якого виникають вторинні чинники ураження населення, що її визначають в окремих нормативних документах.

Джерелами іонізуючих випромінювань є радіоактивні елементи і їх ізотопи, ядерні реактори, прискорювачі заряджених частинок та ін. Рентгенівські установки і високовольтні джерела постійного струму відносяться до джерел рентгенівського випромінювання.

Дія іонізуючих випромінювань на елементну базу електронних пристроїв та систем як правило викликає зміну практично всіх електричних і експлуатаційних характеристик їх елементів. Цей процес залежить від протікання процесів іонізації і порушення структури матеріалів зі зміною перехідних струмів в р-n переходах транзисторів, вольт-амперних характеристик напівпровідникових діодів, опорів транзисторів, ємностей конденсаторів, тощо.

Наслідком дії іонізуючих випромінювань на автоматизовані системи може бути миттєва втрата працездатності при критичних рівнях радіації або розвиток відновлюваних чи невідновлюваних змін через деякий час після радіоактивного зараження при рівнях радіації значно нижчих від критичних.

Дія електромагнітного випромінювання характеризується генерацією дуже короткого (10^{-7} с), але інтенсивного електромагнітного імпульсу, який розповсюджується від джерела з інтенсивністю, що зменшується, у відповідності з теорією електромагнетизму. Цей імпульс енергії створює потужне електромагнітне поле, особливо поблизу джерел виникнення. Поле може бути достатньо сильним, щоб викликати короточасні перенапруження в тисячі вольт в електричних провідниках, таких як контактна проводка або провідні доріжки мікросхем.

Залежно від електромагнітної стійкості електроніки до дії ЕМІ і інтенсивності поля, обладнання може бути необоротно пошкоджене або, іншими

словами, електрично знищено. Заподіяне пошкодження мало чим відрізняється від того, що можна чекати від близького удару блискавки і може потребувати повної заміни системи, або, принаймні, істотної її частини.

Тому комп'ютери, що використовуються в системах обробки даних, комунікаційних системах, системах відображення інформації, системах промислового контролю потенційно уразливі до дії ЕМІ.

5.3.1 Дослідження стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії іонізуючих випромінювань

Критерієм стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації умовах дії іонізуючих випромінювань приймається максимальне значення експозиційної дози ($D_{e,gr}$), при якій можуть виникнути зворотні зміни параметрів елементів, але робота приймача ще не порушується.

Вихідними даними для оцінки є максимальне значення потужності дози через одну годину після аварії p_{1max} Р/год; коефіцієнт послаблення радіації виробничими приміщеннями, транспортними засобами, $K_{посл}$. Приймаємо $p_{1max}=4,75$ Р/год, $K_{посл}=1$; $t_{п}=1$ год; $t_{pmax}=40000$ год.

Дослідження проводиться в наступній послідовності.

1. Аналізується схема мікропроцесорного пристрою зчитування інформації і елементи від яких залежить робота. В нашому випадку це мікросхеми, транзистори, конденсатори, резистори. Для кожного елементу визначається максимально допустима експозиційна доза ($D_{gr,i}$). Дані заносимо в таблицю 5.6. Аналізуємо дані і за мінімальним значенням $D_{gr,i}$ визначається границя стійкості роботи широкодіапазонного панорамного приймача.

2. Визначається можлива експозиційна доза опромінення системи в заданих умовах протягом експлуатаційного терміну:

Таблиця 5.6 – Граничні дози опромінення елементів пристрою

№ блоку	Блок	Елементи РЕА	$D_{зві}, P$	$D_{звб}, P$	D_{gr}, P
1	Живлення	Мікросхеми	10^5	10^4	10^4
		Діоди	10^4-10^6		
2	Приймальний	Конденсатори	10^7-10^9	10^5	
		Резистори	10^7-10^9		

	блок	Діелектричні матеріали	10^5	
3	Передавальний блок	Резистори	10^7-10^9	10^5
		Діелектричні матеріали	10^5	

$$D_M = \frac{2 \cdot P_{1\max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{\text{посл}}} = \frac{2 \cdot 4,75 \cdot (\sqrt{40000} - \sqrt{1})}{1} = 1890,5 \text{ Р.}$$

3. Граничне значення експозиційної дози ($D_{\text{гр. min}}$) порівнюється з D_M , що очікується, і робиться висновок про стійкість роботи пристрою. Оскільки $D_{\text{гр. min}} > D_M$ то імпульсний металошукач стійкий до радіації.

4. Розраховується допустимий час безпечної роботи широкодіапазонного панорамного приймача у заданих умовах:

$$t_d = \left(\frac{D_{\text{гр. min}} \cdot K_{\text{посл}} + 2 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt{t_n}}{2p_{1\max}} \right)^2 = \left(\frac{10^4 \cdot 2 + 2 \cdot 4,75 \sqrt{1}}{2 \cdot 4,75} \right)^2 = 2058,61 \text{ (год).}$$

Отже, можлива доза опромінення елементної бази мережі складає 1890,5 Р, а допустима – 10000 Р. Тож мікропроцесорний пристрій зчитування інформації є стійким в умовах дії іонізуючого випромінювання. Допустимий час роботи приймача в заданих умовах становить 2058,61 год., при рівні радіації 4,75 Р/год.

5.3.2 Дослідження стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії електромагнітного імпульсу

Початкові дані: $E_B = 12,34 \text{ кВ/м}$, $U_{\text{ж}} = 12; 5\text{В}$.

Дослідження стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації ведеться в послідовності:

1. Визначається горизонтальна складова напруженості електричного поля

$$E_{\Gamma} = 10^{-3} \cdot E_B = 10^{-3} \cdot 12,34 \cdot 10^3 = 12,34 \text{ (В/м)};$$

2. Стільникова мікропроцесорний пристрій зчитування інформації розподіляється на окремі функціональні вузли: система живлення, приймальні та

передавальні блоки. На кожній ділянці визначається максимальна довжина вертикальної і горизонтальної струмопровідної частини l_B і l_Γ

На ділянці системи живлення максимальна довжина вертикальної і горизонтальної струмопровідної частини $l_{B,ж}=0,13$ м, $l_{\Gamma,ж} = 0,11$ м. На ділянці прийомного та передавального блоку $l_{B,м}=0,017$ м, $l_{\Gamma,м}=0,021$ м.

3. Для кожної ділянці визначаються наведені напруги у струмопровідних частинах.

На ділянці системи живлення:

$$U_{B,ж}=E_\Gamma \cdot l_{B,ж}=12,34 \cdot 0,13=1,6 \text{ (В)};$$

$$U_{\Gamma,ж}=E_B \cdot l_{\Gamma,ж}=12,34 \cdot 10^3 \cdot 0,11=1357 \text{ (В)}.$$

На ділянці прийомного та передавального блоків:

$$U_{B,м}=E_\Gamma \cdot l_{B,м}=12,34 \cdot 0,017=0,2 \text{ (В)};$$

$$U_{\Gamma,м}=E_B \cdot l_{\Gamma,м}=12,34 \cdot 10^3 \cdot 0,021=259,14 \text{ (В)}.$$

4. Визначається допустиме коливання напруги живлення:

$$U_D=U_{ж} + \frac{U_{ж} \cdot N}{100} \text{ (В)},$$

На ділянці системи живлення:

$$U_{Дж}=U_{ж} + \frac{U_{ж} \cdot N}{100}=12 + \frac{12}{100} \cdot 5=12,12 \text{ (В)}.$$

На ділянці прийомного та передавального блоків:

$$U_{Дм}=U_M + \frac{U_M \cdot N}{100}=5 + \frac{5}{100} \cdot 5=5,05 \text{ (В)}.$$

5. Визначаються коефіцієнти безпеки:

$$K_{БВ} = 20 \cdot \lg \frac{U_D}{U_B}, K_{БГ} = 20 \cdot \lg \frac{U_D}{U_\Gamma}.$$

Для ділянки живлення:

$$K_{\text{БВЖ}} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{ДЖ}}}{U_{\text{ВЖ}}} = 20 \cdot \lg \frac{12,12}{1,6} = 17,9 \leq 40 \text{ (дБ)};$$

$$K_{\text{БГЖ}} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{ДЖ}}}{U_{\text{ГЖ}}} = 20 \cdot \lg \frac{12,12}{1357} = -40,63 \leq 40 \text{ (дБ)};$$

Для ділянки прийомного та передавального блоків

$$K_{\text{БВМ}} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{ДМ}}}{U_{\text{ВМ}}} = 20 \cdot \lg \frac{5,05}{0,2} = 28 \leq 40 \text{ (дБ)};$$

$$K_{\text{БГМ}} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{ДМ}}}{U_{\text{ГМ}}} = 20 \cdot \lg \frac{5,2}{259,14} = -33,6 \leq 40 \text{ (дБ)};$$

6. Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.7

Таблиця 5.7 – Результати розрахунків коефіцієнтів безпеки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації .

Ділянка	$U_{\text{д}}$, В	$E_{\text{в}}$, В/м	$E_{\text{г}}$, В/м	$U_{\text{в}}$, В	$U_{\text{г}}$, В	$K_{\text{БВ}}$, дБ	$K_{\text{БГ}}$, дБ
Живлення	12,12	12340	12,34	1,6	1357	17,9	-40,63
Прийомний та передвальний блоки	5,05	12340	12,34	0,2	259,14	28	-33,6

7. Дані таблиці аналізуємо і робимо висновки

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що коефіцієнти безпеки набагато менше 40 дБ, тому необхідно застосовувати екранування.

5.3.3 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії загрозливих чинників НС

Тож мікропроцесорний пристрій зчитування інформації є умовно стійким в умовах впливу іонізуючого випромінювання. Допустимий час роботи пристрою в

заданих умовах становить 2058,61 год., при рівні радіації 4,86 Р/год. Для додаткового захисту можна застосувати підбір радіаційно стійкої елементної бази та перебування блоків пристрою в більш захищених приміщеннях.

Від впливу на систему ЕМІ необхідно застосувати додаткове екранування. Визначається перехідне гасіння енергії електричного поля екраном (А, дБ). Для сталевих екранів визначається за допомогою формули:

$$A = 5,2 \cdot t \cdot \sqrt{f}, (\text{дБ}),$$

де t - товщина стінки екрану, см;

f – частота $f=13000$ Гц.

Для ділянки живлення:

$$A_{ГЖ}=35-(-40,63)=75,63 (\text{дБ}),$$

$$t = \frac{A_{ГЖ}}{5,2\sqrt{f}} = \frac{75,63}{5,2\sqrt{13000}} = 0,128 (\text{см})$$

Для ділянок приймального та передавального блоків:

$$A_{ГМ}=35-(-33,6)=68,6 (\text{дБ}),$$

$$t = \frac{A_{ГМ}}{5,2\sqrt{f}} = \frac{68,6}{5,2\sqrt{13000}} = 0,115 (\text{см})$$

Отже даному підрозділу була проведена дослідження стійкості роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії іонізуючих випромінювань і електромагнітного імпульсу. В умовах дії іонізуючих випромінювань час роботи системи перевищив заданий час. Після застосування сталевих екранів коефіцієнт безпеки став не менше 40 дБ, а тому стільникова система є стійкою до ЕМІ і може працювати без збоїв.

Під час виконання даного розділу було розглянуто такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, розраховано стійкість роботи мікропроцесорного пристрою зчитування інформації в умовах дії ЕМІ. В умовах

дії іонізуючих випромінювань час роботи пристрою перевищив заданий час. При дії ЕМІ необхідно застосування сталевого екрану товщиною 0,128 мм для ділянки живлення та 0,115 мм для ділянки передавального та приймального блоків.

5.4 Висновки до четвертого розділу

Під час виконання цього розділу було розглянуто такі питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії, визначення безпечної відстані від джерела ЕМВ, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом, безпека у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз основних принципів технології бездротового зв'язку малого радіусу дії (RFID-технології), розглянуто класифікацію приладів на основі цієї технології. Розглянуто можливі загрози використання пристроїв та систем RFID-технології, а також надано рекомендації щодо боротьби з ними. Наведено конкретні приклади реалізації RFID-модулів, проаналізовано їх переваги та недоліки.
2. Розроблено структурну схему радіочастотного зчитувача та описано призначення її основних складових компонентів. На базі структурної схеми розроблено електричну схему та описано принцип її роботи. Також розроблено блок-схему алгоритму роботи мікроконтролера. Промодельовано електричну схему в різних режимах роботи, що підтверджує можливість її практичної реалізації.
3. Виконано розрахунок параметрів друкованої плати та обрано її тип. У якості матеріалу друкованої плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86 (ГОСТ 10316 – 78), який має товщину 1,5 мм. Розроблено креслення друкованої плати та складальне креслення. Створено модель плати та навісних елементів в програмному пакеті ARES PROTEUS.
4. В результаті виконання цього розділу було розглянуто такі питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії, визначення безпечної відстані від джерела ЕМВ, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом, безпека у надзвичайних ситуаціях.

1. Режим доступа: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fritzp/all-fritzp-2019/paper/view/6534/5433>.
2. "Information technology - Telecommunications and information exchange between systems — Near Field Communication — Interface and Protocol (NFCIP-1)", ISO/IEC 18092, First Edition, 2004-04-01. -76с.
3. Технология NFC – связь на близком расстоянии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.russianelectronics.ru>. – ISSN 1813 - 8586.
4. Near Field Communication Technology Standards [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.nearfieldcommunication.org>. – ISSN 2071 – 7342.
5. What is NFC? Everything you need to know [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.techradar.com>
6. Near Field Communication [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.android.com>
7. Security Concerns with NFC Technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nearfieldcommunication.org>
8. NFC security: 3 ways to avoid being hacked [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pcworld.com>
9. Бейлина Р.А. Микроэлектронные сенсоры / Бейлина Р.А., Грозберг Ю.Г., Довгяло Д.А. – Новополюцк ПГУ. 2002. – 119 с.
10. Бараночников М.Л. Микромагнитоэлектроника. Т.1. - М., ДМК Пресс, 2001.– 174с.
11. Бараночников М.Л. Микромагнитоэлектроника: Т.2. М., ДМК Пресс, 2001.-Т.1.-324с
12. Г.А. Егиазарян, В.И. Стафеев Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение/ Г.А. Егиазарян, В.И. Стафеев. - М., Радио и связь, 1987 – 41с.

- 13.Измерительные системы GEMAC [Электроний ресурс]: Ukrainian Context Optimizer. – Режим доступа: <http://technosens.com.ua/index.php?option>. – Назва з екрану.
- 14.Проектирование сенсоров для измерения механических величин / Под ред. А.П.Осадчего. - М.:Машиностроение, 1979. – 154с
- 15.Алейников А.Ф. Сенсоры (перспективные направления развития) / Алейников А.Ф., Гридчин В.А., Цапенко М.П.: Учеб. Пособие – Новосибирск: НГТУ, 2003. - 56с
- 16.Викулин И.М. Гальваномагнитные приборы / Викулин И.М., Викулина Л.Ф., Стафеев В.И. - М.: 1983– 125с.
- 17.MagLine - Магнитные линейные и угловые измерительные системы. [Электроний ресурс]: Ukrainian Context Optimizer. – Режим доступа: <http://www.sensorlink.ru/show/404.htm>. – Назва з екрану.
18. Виглеб Г. Сенсоры. Устройства и применение. – М.: Мир, 1989. – 196 с.
- 19.Медведев А. В. Печатные платы. Конструкции и материалы: монографія / А. В. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
- 20.Основы проектирования электронных средств. Часть 1: Учебное пособие /Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В./ - 2011г. – 368 с.
- 21.Медведев А. В. Печатные платы. Конструкции и материалы: монографія / А. В. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
- 22.Основы проектирования электронных средств. Часть 1: Учебное пособие /Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В./ - 2011г. – 368 с.
- 23.Proteus. Редактор ISIS [Электронний ресурс] // radio-hobby. – Режим доступа: <http://radio-hobby.org/modules/instruction/instr.php?id=15>.
- 24.ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 25.ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
- 26.ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

- 27.Пособие по расчету и проектированию, естественного, искусственного и совмещенного освещения НИИСФ – М.: Стройиздат. 1985. – 384 с.
- 28.ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
- 29.ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
- 30.ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
- 31.Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 64 с.
- 32.Правила улаштування електроустановок. 2-е вид., перероб. і доп. – Х: "Форт", 2009. – 736 с.
- 33.ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
- 34.ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
- 35.НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.
- 36.СНиП 2.09.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
- 37.ДСанПіН 3.3.6-096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.

Додаток X
Нормовані значення виробничих чинників

Таблиця X.1 – Допустимі показники мікроклімату [30]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	Непостійних		
Холодний	Ia	21-25	18-26	75	≤0,1
Теплий	Ia	22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

Таблиця X.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр, що нормується	Значення	Клас небезпеки
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м ³	0,15	4
Іони n ⁺ , n ⁻	число іонів в 1 см ³ повітря	50000	–

Таблиця X.3 – Нормативні значення КПО і мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Ряд зорової роботи	Підряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загальноного			
Високої точності	0,3-0,5	III	г	великий	середній	400	200	200	2	1,2

Таблиця Х.4 – Допустимі рівні звукового тиску і еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних полосах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
1,5	3	25	50	100	200	400	800	1600	
6	1	1	4	9	5	2	0	8	50

Таблиця Х.5 – Допустимі рівні віброприскорення [31]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних полосах з середньо-геометричними частотами, Гц							Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	125	
3	3	3	39	45	51		33
6	3	3					

Таблиця Х.6 – Гранично допустимі значення електромагнітних полів на робочих місцях згідно [33]

Параметри та одиниці вимірювання	Граничні значення в діапазонах частот					
	1-10 кГц	10-60 кГц	0,06-3 МГц	3-30 МГц	30-50 МГц	50-300 МГц
$E_{ГД}$, В/м	1000	700	500	300	80	
$E_{H_{ГД}}$, $(В/м)^2 \cdot год$	120000	40000	20000	7000	800	
$H_{ГД}$, А/м	75	57	50	–	3,0	–
$E_{H_{H_{ГД}}}$, $(А/м)^2 \cdot год$	675	390	200	–	0,72	–

Таблиця Х.7 – Значення мінімальних меж вогнестійкості приміщення [35]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колона	Східчастий майданчик	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Само несучі	Зовнішні несучі	Перегородини				Плити, прогони	Балки, ферми
2	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	REI 15 M0	R 30 M0

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

Таблиця Х.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [36]

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія пожежної небезпеки	Ступінь	Відстань, м, при щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м ²			Кількість людей	Відстань між будівлями та спорудами, м, для ступеня їх вогнестійкості	Найбільша кількість поверхів	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м ² , для числа поверхів					
			до 1	2-3	4-5				1	2	3 і більше			
									I,II	III	IV,V			

						н а л м ш и р и н и ев ак о в и х о д у							
до 15	В	2	100	60	40	110	9	9	12	8	н.о.	н.о.	н.о.

Примітки: н.о. – не обмежується.

Додаток А
(обов'язковий)

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ЕНС
д.т.н., проф. Білінський Й.Й

«17» вересня 2019р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
до магістерської кваліфікаційної роботи

**Мікропроцесорний пристрій зчитування інформації радіочастотним
методом**

зі спеціальності 153 - «Мікро- та наносистемна техніка»

Керівник,
к.т.н., доцент
_____ Жагловська О.М.

Дипломник,
Студент гр. МНТ-18м
_____ Магденко В.І.

Вінниця, 2019р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Найменування і область застосування

Найменування - Мікропроцесорний пристрій зчитування інформації радіочастотним методом

Область застосування – процес перетворення радіочастотного сигналу в унікальний ідентифікаційний номер.

2. Основою для (дослідження) розробки

Основою для виконання цієї магістерської кваліфікаційної роботи є завдання на МКР та наказ ректора ВНТУ № 254 від «03» вересня 2019 р.

3. Мета та призначення дослідження (розробки)

Мета розробки – підвищення ступеню безпеки при використанні радіочастотного зчитувача.

Призначення розробки – розробка простого, некоштовного RFID-зчитувача, який підтримує загальноприйнятий протокол EM4100.

4. Джерела розробки

У процесі розробки мікропроцесорного пристрою зчитування інформації радіочастотним методом рекомендовано залучати патентний пошук та використовувати спеціальну літературу, а саме:

4.1 Klaus Finkenzeller, "RFID Handbuch"/ Hanser Verlag, 2002. – 125 с.

4.2 Morris Dworkin, "Recommendation for Block Cipher Modes of Operation", NIST Special Publication 800-38A, 2001. – 655 с.

4.3 W. Diffie and M.E. Hellman, "New directions in cryptography", IEEE Transactions on Information Theory 22 (1976), 644-654.- 211с.

4.4 C. Castelluccia and G. Avoine, "Noisy Tags: A Pretty Good Key Exchange Protocol for RFID Tags", Proceedings of CARDIS 2006, LNCS 3928, 2006. - 300 с.

4.5 Технология NFC в смартфонах и ее практическое использование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ixbt.com/mobile/nfc-2013.shtml>.

5. Технічні вимоги

5.1 Вимоги до електричних параметрів та режимів:

- напруга живлення, В.....5;
- робоча частота, МГц.....10;
- споживаний струм в стані очікування, мкА.....20;
- в активному стані, мкА.....240;
- пікове споживання, мА.....100;

- дальність зчитування, не більше, м.....300;
- генератор електромагнітного поля, МГц.....1.

5.2 Вимоги до конструкції:

- LCD індикатор, біт.....4;
- матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований склотекстоліт;
- товщина, мм.....1.5;
- розміри, не більше, мм, 45×60×1,5;

5.3 Вимоги до стійкості при механічній дії:

Мікропроцесорний пристрій зчитування має зберігати свої параметри в межах встановлених норм під час та після дії механічних навантажень: вібраційних з частотою 1–2000 Гц і максимальним прискоренням 1–5 g, багатократних ударів тривалістю 13 мс з прискоренням 25–70 g, лінійних навантажень з максимальним прискоренням 25g.

5.4 Вимоги до стійкості при кліматичній дії:

Мікропроцесорний пристрій зчитування має зберігати свої параметри в межах встановлених норм під час і після дії на неї кліматичних факторів: температури повітря від +120°C (верхнє значення) до –60°C (нижнє значення); відносної вологості навколишнього середовища 70 % при температурі +35°C.

5.5 Вимоги до надійності:

Мінімальне напрацювання пристрою у вказаних режимах та умовах має бути не меншою за 10 000 год. Інтенсивність відмов у режимах й умовах роботи не має перевищувати .

6 Економічні показники:

Орієнтовна ефективність і термін окупності витрат на розробку й освоєння виробництва продукції, лімітна ціна, економічна перевага розробленої продукції порівняно з кращими зразками.

7 Стадії і етапи розробки:

7.1 Розробка технічного завдання.

7.2 Огляд відомих мікропроцесорних пристроїв зчитування інформації радіочастотним методом за літературними й патентними джерелами.

7.3 Вибір та аналіз варіантів рішення.

7.4 Вибір оптимального варіанта й детальна розробка його конструктивної схеми.

7.5 Розробка функціональної та електричної схеми перетворювача.

7.6 Моделювання роботи перетворювача.

7.7 Розробка складального креслення.

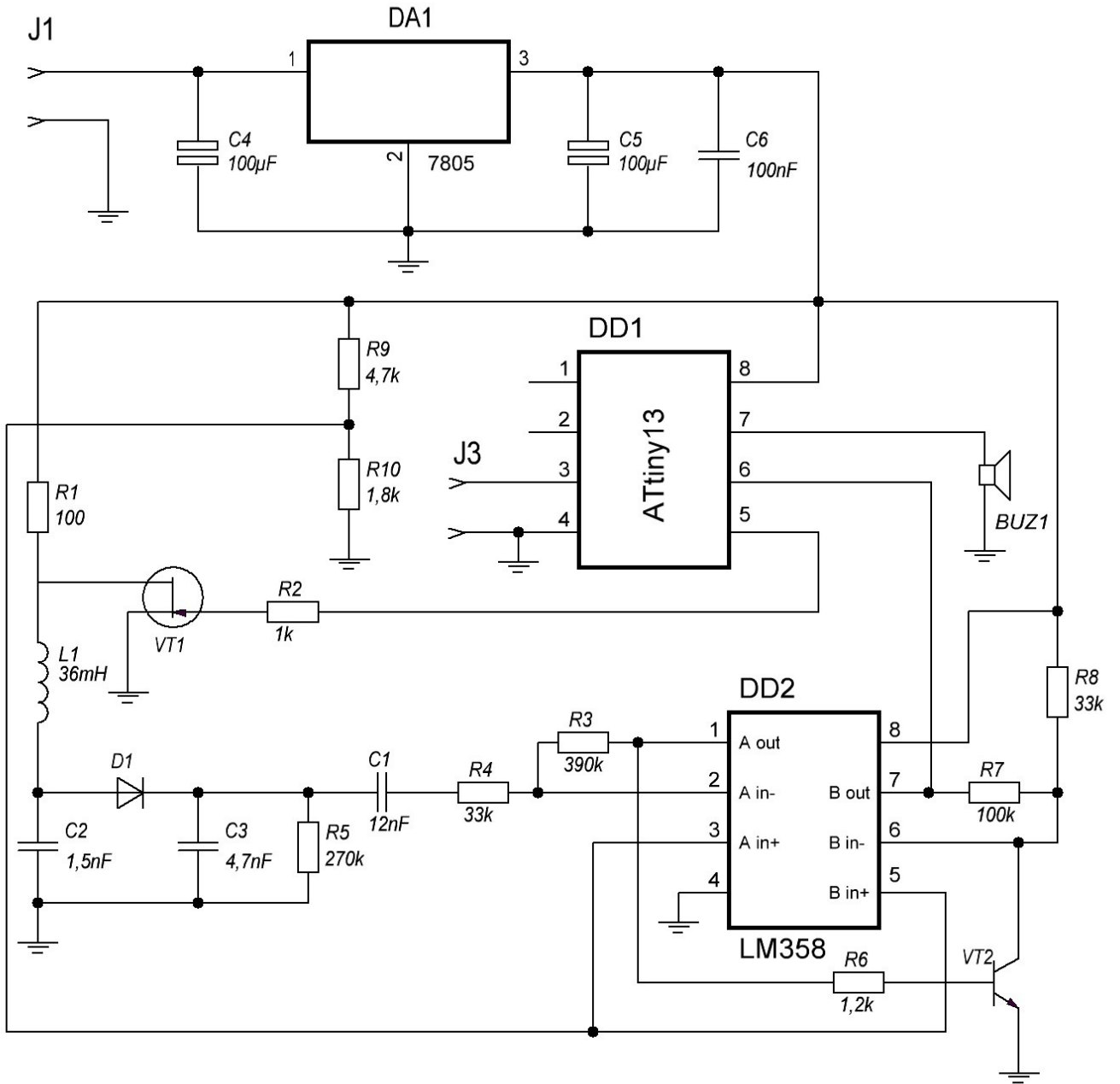
7.8 Техніко-економічні розрахунки, розробка заходів безпеки життєдіяльності.

7.9 Оформлення текстової документації та ілюстративних матеріалів для захисту МКР.

8 Порядок контролю і приймання:

- рубіжний контроль виконання окремих розділів МКР;
- попередній захист магістерської кваліфікаційної роботи;
- захист МКР перед ДЕК

Додаток Б



08-05.МКР.153.06.002 ЕЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
		Магденко В.І.		
		Жагловська О.М.		
		Кравченко Ю.С.		
		Білинський Й.Й.		
Пристрій зчитування інформації Схема електрична принципова				
У Д П		Лім	Маса	Масштаб
Аркуш 1		Аркушів 1		
ВНТУ гр. МНТ-18М				

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Поз.позн.	Найменування	К-ть	Примітки
<u>Конденсатори</u>			
C1	12 нФ ±5%	1	
C2	1,5 нФ ±5%	1	
C3	4,7 нФ ±5%	1	
C4, C5	100 мкФ ±20%	2	
C6	100 нФ ±10%	1	
<u>Індуктивність</u>			
L1	36 мГн ±5%	1	
<u>Резистори</u>			
R1	100 Ом ±10%	1	
R2	1 кОм ±10%	1	
R3	390 кОм ±10%	1	
R4, R8	33 кОм ±10%	1	
R5	270 кОм ±10%	1	
R6	1,2 кОм ±10%	1	
R7	100 кОм ±10%	1	
R9	4,7 кОм ±10%	1	
R10	1,8 кОм ±10%	1	
<u>Транзистори</u>			
VT1	BS170	1	
VT2	BC547BP	1	
<u>Мікросхеми</u>			
DD1	ATTINY2313	1	
DA1	78L05	1	
DD2	LM358	1	
<u>Роз'єми</u>			
J1	SIL-100-2	1	
J3	CONN-H2	1	
<u>П'єзодинамік</u>			
BUZ1	BMT-1206UX	1	

08-05.МКР.153.06.002 ПЕЗ					Аркушіє			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Магденко В.І.				Пристрій зчитування інформації Перелік елементів	Літера	Аркуш	
Перевірів	Жагловська О.М.						1	1
Реценз.								
Н. контр.	Кравченко Ю.С.					ВНТУ зр.МНТ-18м		
Затверд.	Білинський Й.Й.							

Додаток Д
(обов'язковий)

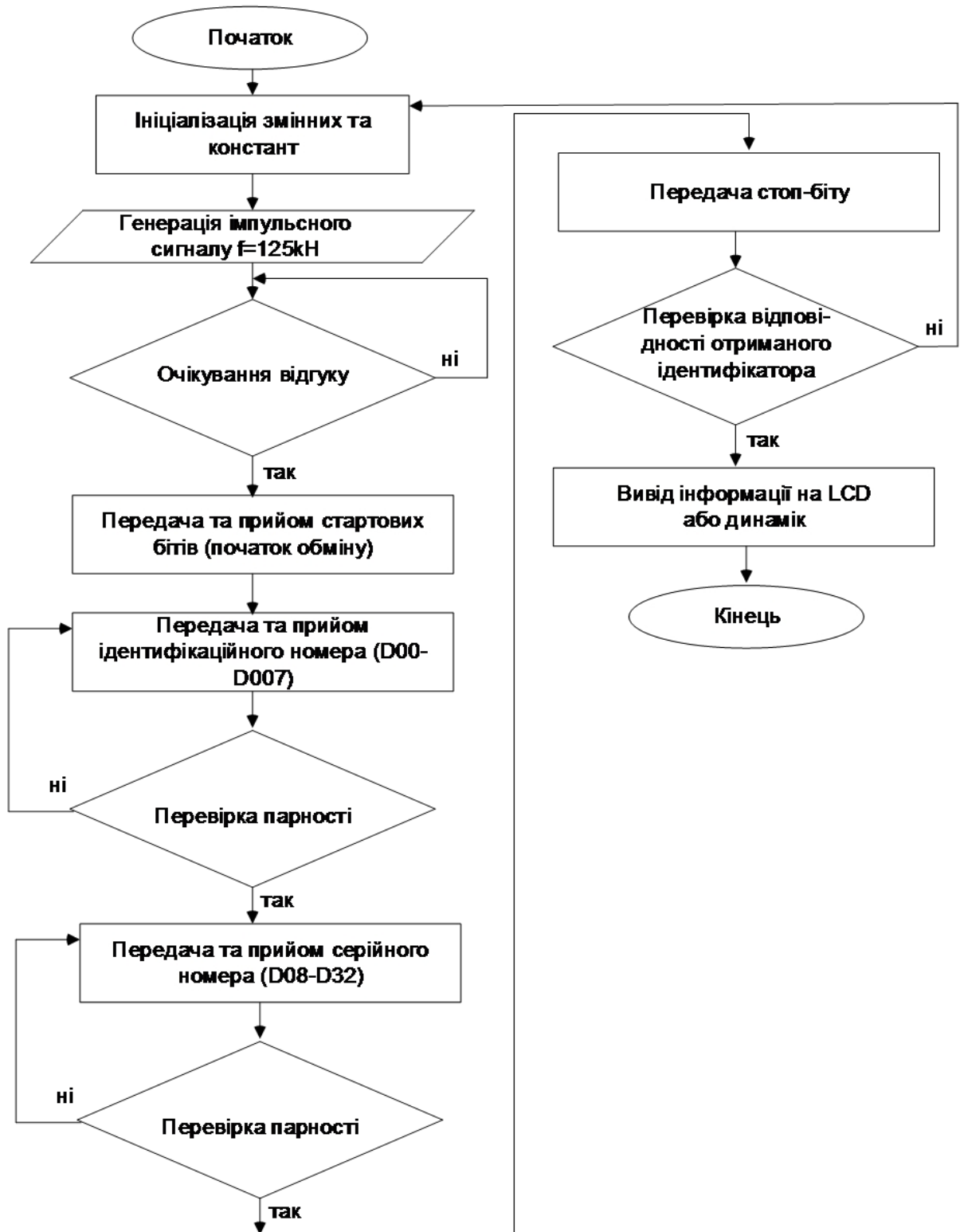


Рисунок Д1 – Блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера

Додаток Е
(обов'язковий)

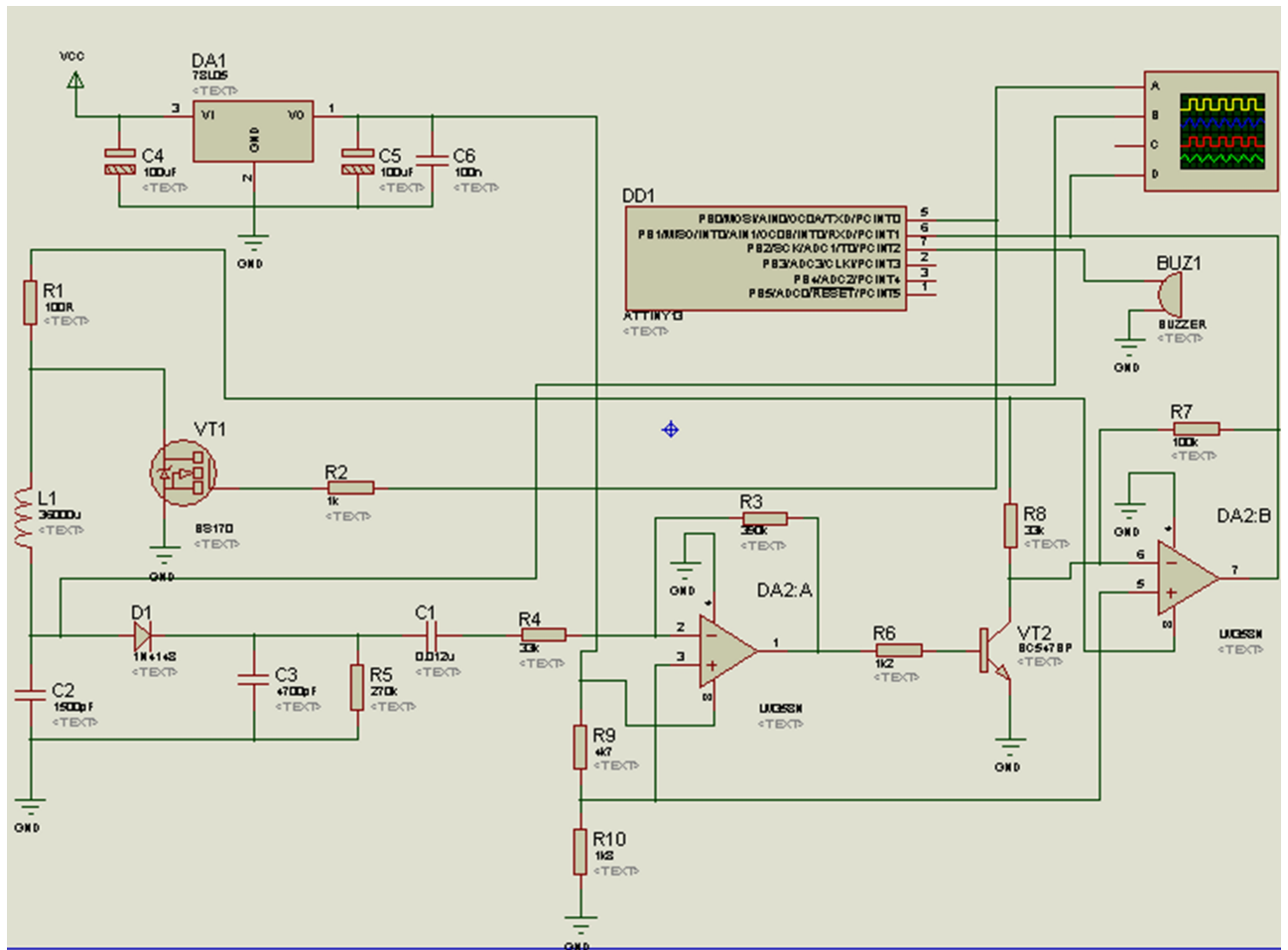


Рисунок Е1 – Схемотехнічне моделювання

Додаток Є
(обов'язковий)

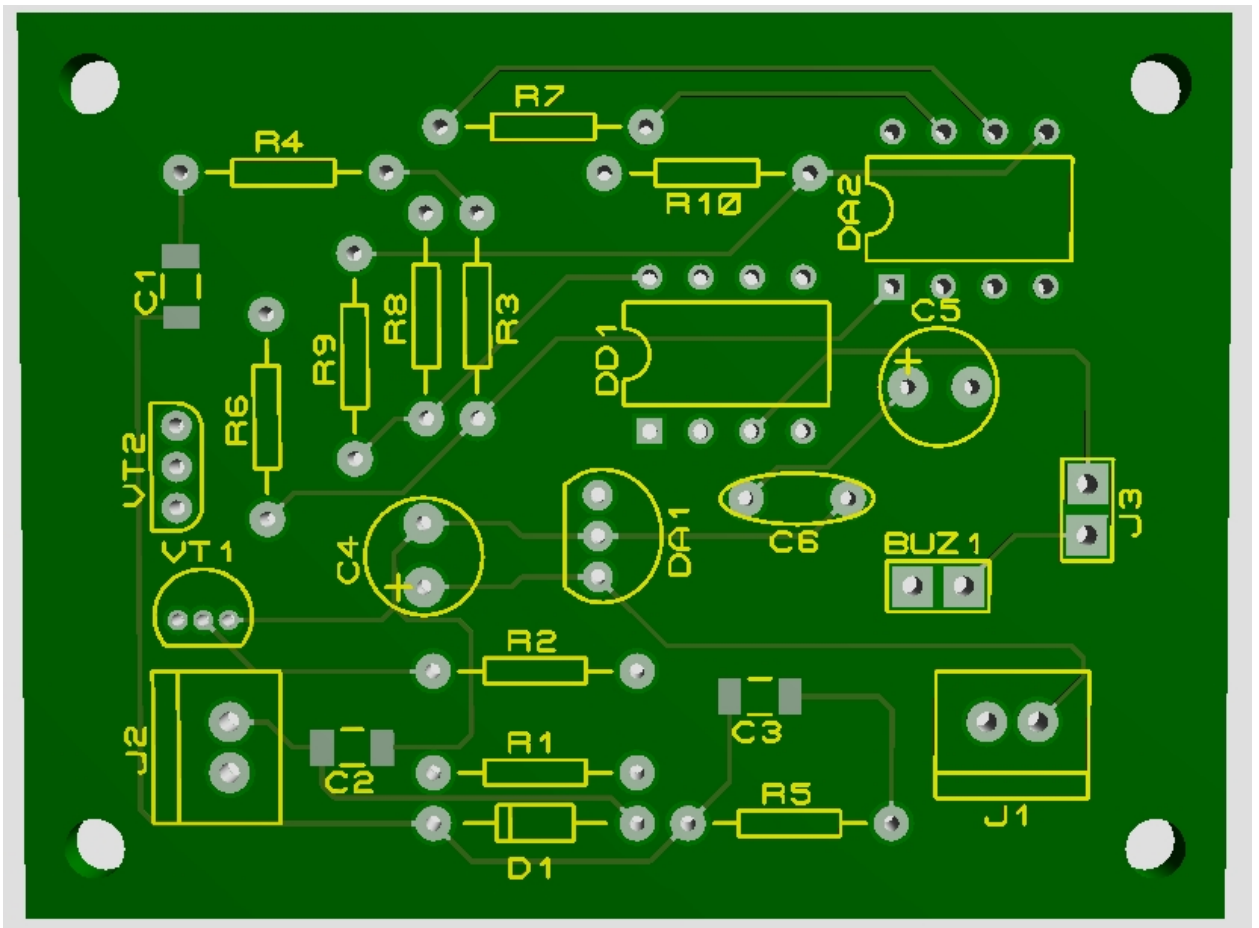


Рисунок Є1 – 3D - зображення плати пристрою без елементів

Додаток Ж
(обов'язковий)

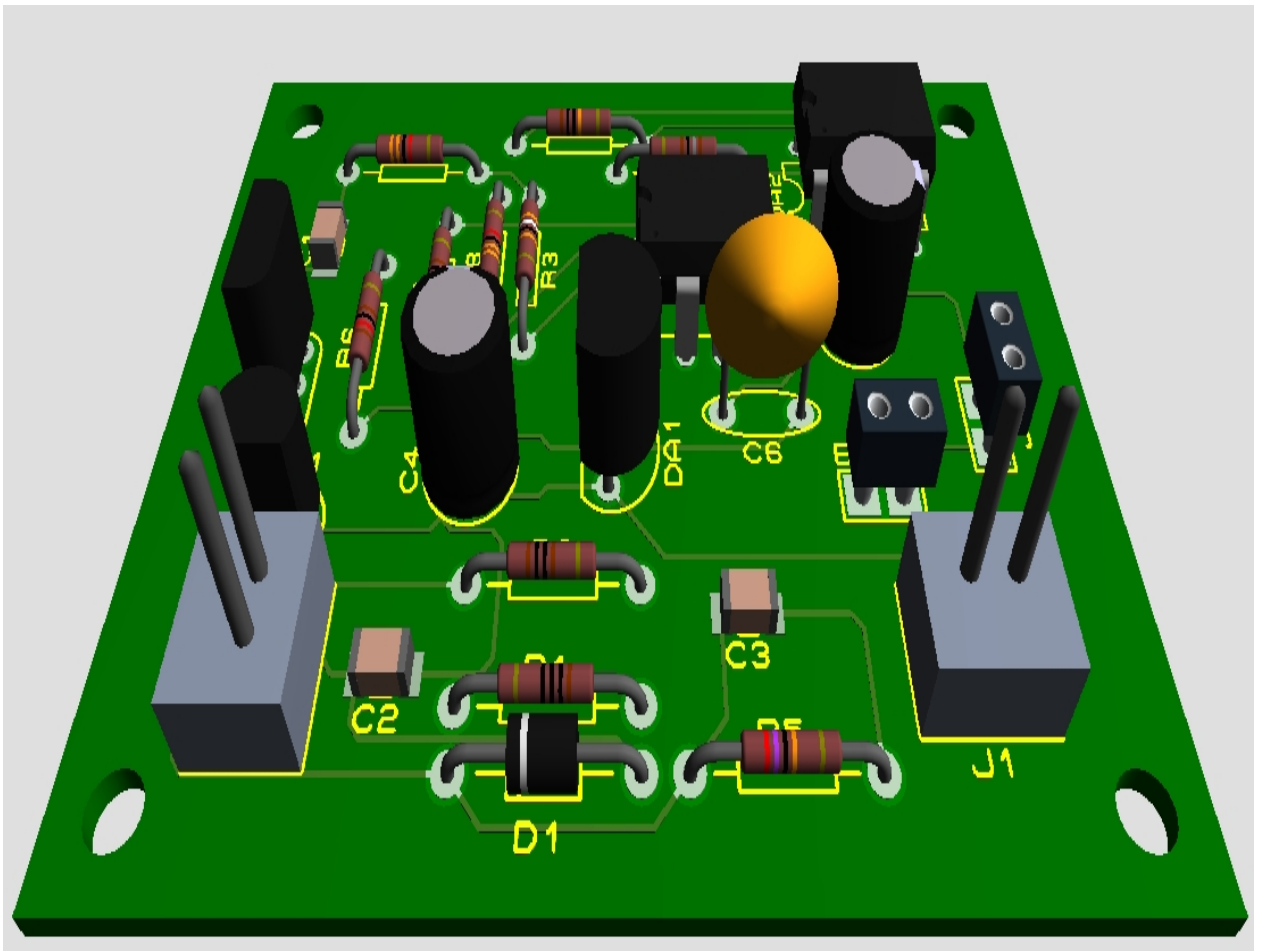
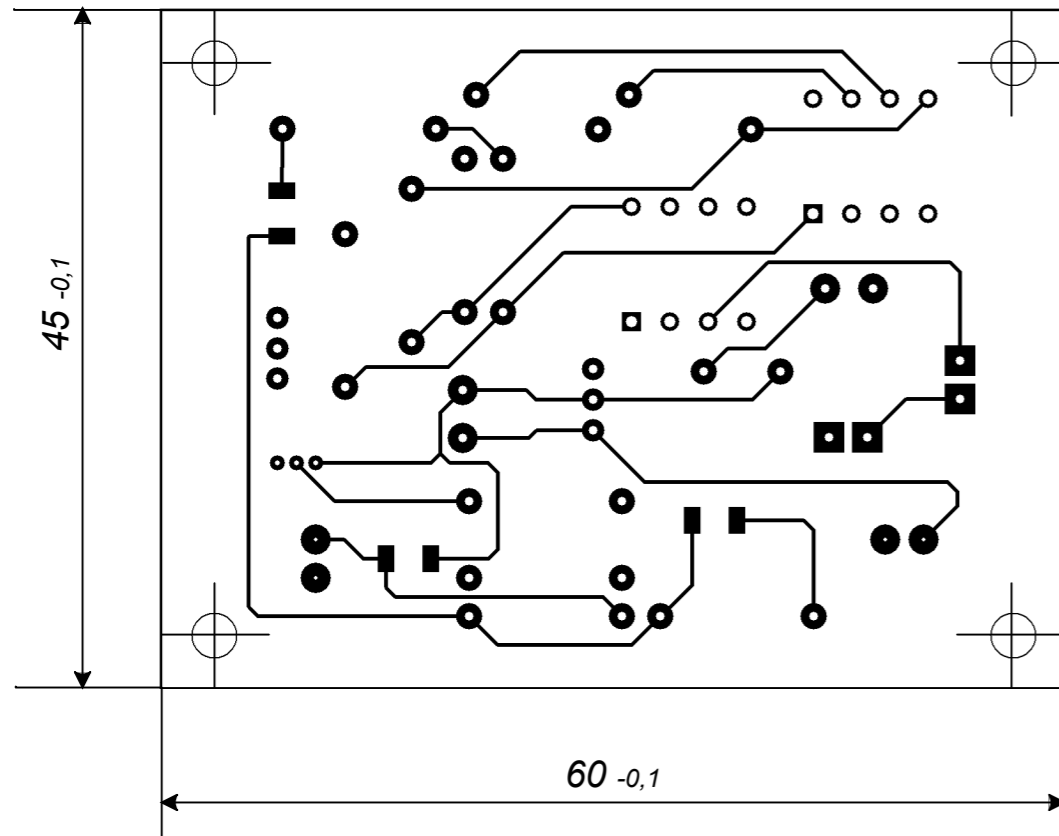
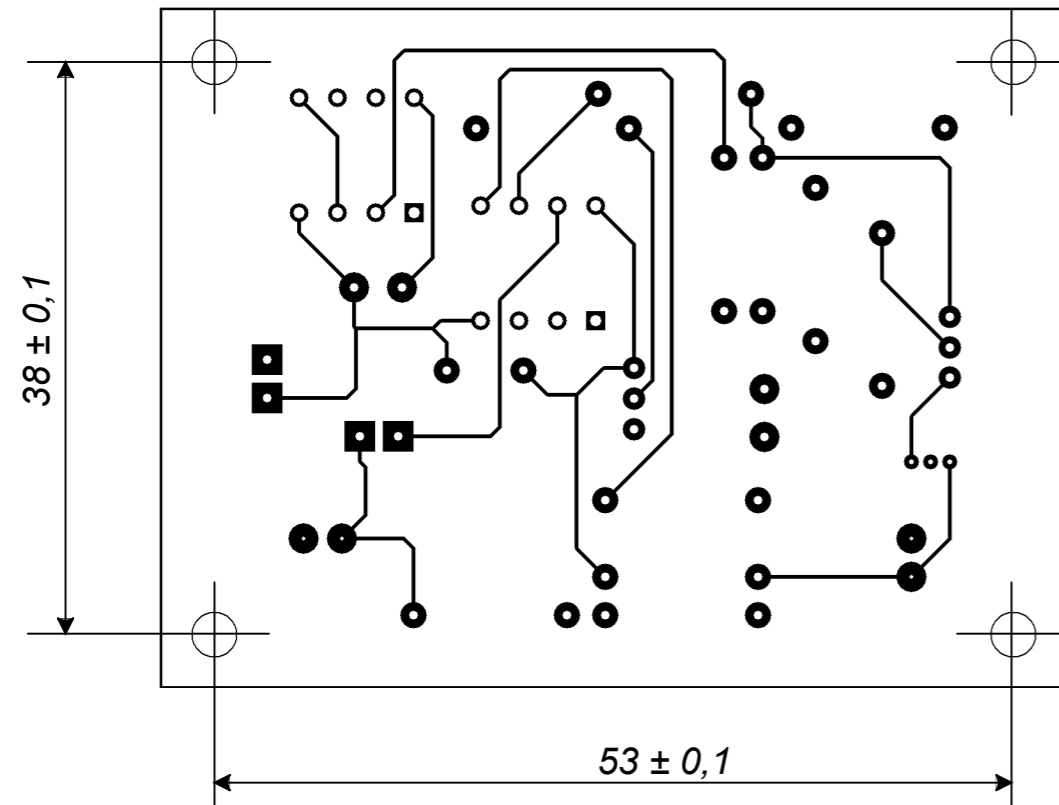
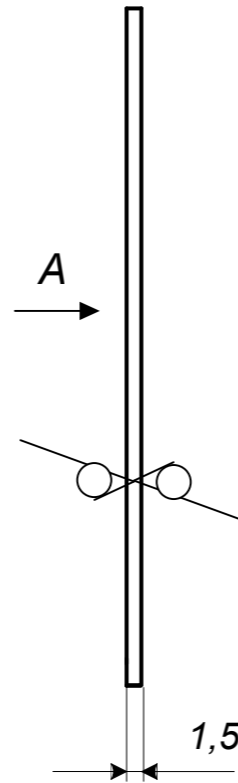


Рисунок Ж1 – 3D - зображення плати пристрою з елементами

1. Провідники, умовно позначені суцільними лініями, виконати шириною 0,45 мм.
2. Відстань між провідниками не менше 0,25 мм.



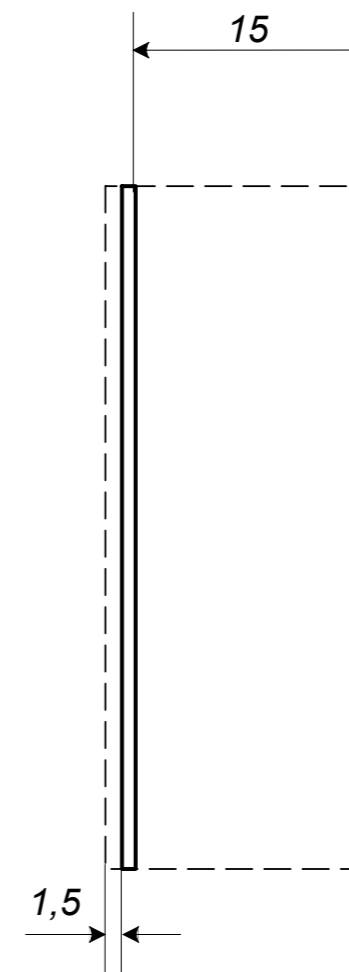
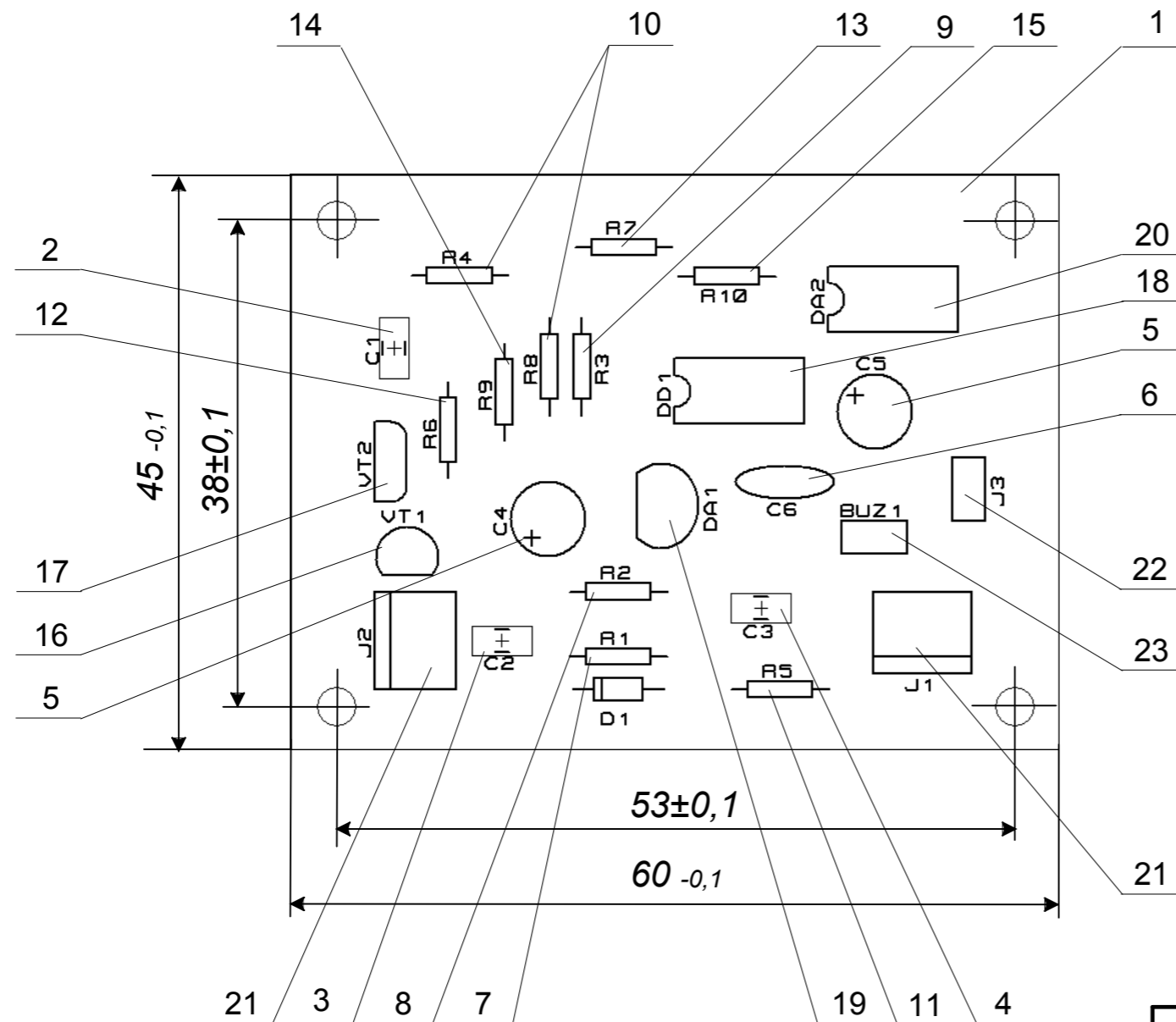
Вид А



Умове позначення отвору	Діаметр отвору, мм	Наявність металізації в отворі	Діаметр/ширина контактної площадки, мм	Кількість отворів
•	0,5	є	1	3
○	0,8	є	1,4	14
◐	0,8	є	1,6	6
◑	0,8	є	2	23
◒	0,8	є	2,6	4
◓	0,8	є	1,4	2
◔	0,8	є	2,2	4
◕	0,5	є	2	4
⊕	4	немає		4

					08-05.МКР.153.06.003			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Плата друкована	Літ	Маса	Масштаб
						УДП	15 г	2:1
Розроб.		Магденко В.І.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Перевір.		Жагловська О.М.						
Т. контр.								
Реценз.								
Н. контр.		Кравченко Ю.С.			Склотекстоліт СФ-2-35-1,5		ВНТУ гр. МНТ-18м	
Затверд.		Білинський Й.Й.						

1. Радіоелементи кріпити за допомогою припою ПОС-61 ГОСТ 19746-2015. □ 2. Таврувати фарбою БМ, білою, шрифт ЗПР-3



					08-05.МКР.153.06.004 СК			
					Плата	Лім	Маса	Масштаб
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		У	Д	П
		Розроб.	Магденко В.І.					
		Перевір.	Жагловська О.М.					
		Т. контр.					Аркуш 1	Аркуші 1
		Реценз.						
		Н. контр.	Кравченко Ю.С.					
		Затверд.	Білинський Й.Й.					
						ВНТУ гр. МНТ-18м		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			08-05 МКР.153.06.003 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
A3		1	08-05 МКР.153.06.002	Плата друкована	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		2		Конденсатор CAP SMD 12 n ± 5%	1	
		3		Конденсатор CAP SMD 1,5 n ± 5%	1	
		4		Конденсатор CAP SMD 4,7 n ± 5%	1	
		5		Конденсатор CAP ELEC RAD-13 100 μ ± 20%	2	
		6		Конденсатор CAP CER_DISC 100n ± 10%	1	
		7		Резистор MINRES 100 Ohm ¼ W 10%	1	
		8		Резистор MINRES 1 kOhm ¼ W 10%	1	
		9		Резистор MINRES 390 kOhm ¼ W 10%	1	
		10		Резистор MINRES 33 kOhm ¼ W 10%	2	
		11		Резистор MINRES 270 kOhm ¼ W 10%	1	
		12		Резистор MINRES 1,2 kOhm ¼ W 10%	1	
		13		Резистор MINRES 100 kOhm ¼ W 10%	1	
		14		Резистор MINRES 4,7 kOhm ¼ W 10%	1	
		15		Резистор MINRES 1,8 kOhm ¼ W 10%	1	
		16		Транзистор BS170	1	
		17		Транзистор BC547BP	1	

					08-05.МКР.153.06.004			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Маащенко В.І.			Плата	Літера	Аркуш	Аркушіє
Перевірів		Жагловська О.М.					1	2
Реценз.								
Н. контр.		Кравченко Ю.С.						
Затверд.		Білинський Й.Й.				ВНТУ зр.МНТ-18м		

