

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет Інформаційних електронних систем
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра Інформаційних радіоелектронних технологій і систем
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до бакалаврської дипломної роботи на тему:

«РАДІОЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ З GSM КАНАЛОМ»

Виконав: студент 4-го курсу, групи ТКР-206,
спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Рябий Б.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., проф., професор каф. ІРТС

Семенов А.О.

(прізвище та ініціали)

«11» 06 2024 р.

Рецензент: д.т.н., доц., професор каф. ІКСТ

Михалевський Д.В.

(прізвище та ініціали)

«11» 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІРТС

д.т.н., проф. Осалчук О.В.

(прізвище та ініціали)

«12» 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ - 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет Інформаційних електронних систем
Кафедра Інформаційних радіоелектронних технологій і систем
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань – 17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка
Освітньо-професійна програма – Радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІРТС

Олександр ОСАДЧУК

15 березня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Рябому Богдану Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Радіоелектронний пристрій охоронної сигналізації з GSM каналом»

керівник роботи Семенов Андрій Олександрович, д.т.н., проф., проф. каф. ІРТС
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “11”03 2024 року № 80

2. Строк подання студентом роботи 07 06 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: Живлення пристрою здійснюється від двох джерел: зовнішнього акумулятора або батареї напругою 5 – 12 В. Частота кварцового генератора 1,8432 МГц. Синхронізацію роботи пристрою з центральним пультом охорони здійснити по GSM каналу. Кількість інформаційних каналів датчиків 8-16.

4. Зміст текстової частини: Вступ. Аналіз існуючих охоронних систем. Вибір датчиків для охоронної системи сигналізації. Розроблення програмного забезпечення. Комп'ютерне моделювання. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Склад технічних засобів охорони та безпеки. Схема СВЧ датчика руху. Структурна схема детектора переміщень. Схема ІЧ датчика переміщення. Схема простого детектора рухів. Побудова ультразвукових систем виявлення. Ультразвуковий датчик руху. Приклад GSM – сигналізації. Електрична схема пристрою. Загальний алгоритм програми. Модель системи у програмному середовищі PROTEUS 7.7. Осцилограма сигналу. Вікно віртуального термінал.

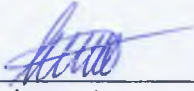
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Основна частина	д.т.н., професор, професор каф. ІРТС Семенов А.О.		
Охорона праці	професор кафедри БЖДПБ, професор, д.п.н., Дембіцька С.В.		

7. Дата видачі завдання 14.03. 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір, узгодження та затвердження теми БДР	14.02.2024-28.02.2024	
2.	Огляд та аналіз літературних джерел.	01.03.2024-10.03.2024	
3.	Затвердження теми. Розробка завдання на БДР.	11.03.2024-31.03.2024	
4.	Попередня розробка основних розділів. Аналіз вирішення поставленої задачі. Розробка структурної схеми та технічних рішень.	01.04.2024-06.05.2024	
5.	Математичне моделювання та електричні розрахунки . Експериментальне дослідження.	07.05.2024-18.05.2024	
6.	Розробка графічної частини БДР	19.05.2024-22.05.2024	
7.	Охорона праці (ОП)	23.05.2024-28.05.2024	
8.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини.	29.05.2024-05.06.2024	
9.	Нормоконтроль	06.06.2024-07.06.2024	
10.	Попередній захист БДР, доопрацювання, рецензування БДР	08.06.2024-10.06.2024	
11.	Захист БДР ЕК	11.06.2024-13.06.2024	

Студент  Рябий Б.О.
(підпис)Керівник роботи  Семенов А.О.
(підпис)

АНОТАЦІЯ

УДК 621.396

Рябий Б.О. Радіоелектронний пристрій охоронної сигналізації з GSM каналом. Бакалаврська дипломна робота – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 85 с. Українською мовою. Бібліогр.: 26 . назв; Рис.: 24.

У бакалаврській дипломній роботі розроблений та досліджений радіоелектронний пристрій охоронної сигналізації з GSM каналом. В першому розділі було проаналізовано основні системи існуючих охоронних систем. У другому розділі розглянуто датчики GSM сигналізації та датчики руху. Третій розділ присвячений розробці програмного забезпечення. У третьому розділі розроблено алгоритм та програму роботи МПМ на мові програмування C/C++. Четвертий розділ присвячений моделюванню, в якому результати дослідження часових характеристик сигналів віртуального терміналу.

Ключові слова: радіоелектронний пристрій, охоронна сигналізація, GSM каналом, датчик руху.

ABSTRACT

Ryaby B.O. Radio electronic security alarm device with GSM channel. Bachelor's thesis - Vinnytsia: VNTU, 2024. 85 p. In Ukrainian. Bibliography: 26. titles; Figures: 24.

In his bachelor's thesis, he developed and studied a radio-electronic burglar alarm device with a GSM channel. The first chapter analysed the main systems of existing security systems. The second chapter deals with GSM alarm sensors and motion sensors. The third section is devoted to software development. In the third section, the algorithm and programme of the MPM were developed in the C/C++ programming language. The fourth chapter is devoted to modelling, in which the results of the study of the time characteristics of the signals of the virtual terminal.

Keywords: radio electronic device, burglar alarm, GSM channel, motion sensor.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ОХОРОННИХ СИСТЕМ	8
1.1 Електричний контактний датчик	11
1.2 Магнітоконтантний датчик	11
1.3 Вібродатчики	11
1.4 Фотоелектричні датчики	12
1.5 Елементи теорії управління охоронних систем.....	15
2 ВИБІР ДАТЧИКА ДЛЯ ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ	21
2.1 НВЧ датчик руху	21
2.2 Інфрачервоний датчик руху	23
2.3 Пасивні ІЧ-датчики.....	26
2.4 Ємнісні датчики.....	28
2.5 Ультразвуковий датчик руху.....	30
2.6 Варіанти сучасних систем GSM сигналізації	36
2.7 Розроблення структурної та електричної схеми радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом.....	38
2.8 Висновки до розділу.....	45
3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	46
3.1 Розроблення загального алгоритму	46
3.2 Формування тексту програми	48
4 КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.....	57
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	62
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	65
5.3 Пожежна безпека.....	70
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74
Додаток А (обов'язковий) Ілюстративний матеріал.....	77
Додаток Б (обов'язковий) Протокол перевірки навчальної (бакалаврської) дипломної роботи.....	84

ВСТУП

Актуальність теми. Системи охоронної сигналізації є найбільш традиційними та поширеними засобами, що використовуються для охорони будинків, квартир, офісів. Основне призначення системи охоронної сигналізації - виявлення несанкціонованого проникнення в охоронюване приміщення і тим самим забезпечення цілісності майна.

Оповіщення безпеки дозволяють відстежувати та повідомляти про наступні процеси, що відбуваються в захищених об'єктах:

- Пошкоджено вікна, стіни, перекриття;
- відкрити двері та вікна;
- переміщення людей всередині приміщення.

Сьогодні на ринку охоронної сигналізації представлено безліч різноманітних варіантів, які відрізняються не тільки універсальністю та зовнішнім виглядом, але й ціною.

Всі системи безпеки, крім останньої, мають ряд недоліків:

1) немає можливості оповіщення користувача про тривогу, якщо його немає біля охоронного об'єкта дана система виконує лише «відлякувальну» функцію.

2) Сигналізація з функцією розблокування телефонної лінії. Телефонні лінії можна перерізати. Також можуть бути інші пошкодження телефонних ліній - система не автономна.

3) Пульти дистанційного керування підключається до панелі проводами, як і попередній; якщо провід пошкоджений, система перестане працювати.

Дана тема бакалаврської роботи є досить актуальною, так як на сьогоднішній день використання охоронних систем є досить популярним, і все більше людей надають перевагу сигналізації з використанням GSM каналу. Охоронні системи з GSM широко використовуються і потребують нових розробок.

Метою роботи є розроблення конструкції простого радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом із функціональними можливостями, які не поступаються промисловим зразкам.

Об'єктом дослідження є процес перетворення інформаційних сигналів в радіоелектронному пристрої охоронної сигналізації з GSM каналом.

Предмет дослідження – параметри та характеристики інформаційних сигналів радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом.

Для досягнення поставленої мети в бакалаврській дипломній роботі розв'язуються наступні задачі:

1. Зробити аналітичний огляд літератури.
2. Дослідити технологію системи.
3. Виконати програмне забезпечення.
4. Виконати комп'ютерне моделювання.
5. Розробити розділ Охорони праці.

Методи дослідження ґрунтуються на використанні: Методи дослідження базуються на використанні: теоретичних рівнянь радіоприйому, основних положень теорії функцій комплексних змінних, теорії схемотехнічного моделювання радіотехнічних пристроїв і засобів телекомунікацій.

Практичне значення одержаних результатів

- Розроблено електричну схему та конструкцію простого радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом із функціональними можливостями, які не поступаються промисловим зразкам.

- Отримано нові результати модельних досліджень радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом.

Структура і обсяг роботи. БДР містить зі вступ, 5 розділів, висновки, список використаних джерел і два додатки.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ОХОРОННИХ СИСТЕМ

Сучасний стан країни визначає її умови, які змушують вносити корективи у звичні статті витрат. Якщо раніше ми сплачували податки і покладалися на ефективність і компетентність правоохоронних органів у ситуаціях, коли наша безпека та майно були під загрозою, то тепер ми змушені піклуватися про себе. У цьому випадку можуть допомогти міцні механічні замки - дешево, але ненадійно, охоронці в камуфляжній формі - недешево і ненадійно, або електронні системи безпеки, сигналізації та обмеження доступу, грошей не потрібно, не страшно Жарко холодно, а я працюю цілодобово. в день я не маю шкідливих звичок і не знаю що таке втома.

Системи безпеки, сигналізації та контролю доступу дуже різноманітні і відрізняються один від одного. Як неважко здогадатися, таких електронних пристроїв дуже багато, і вибрати з них те, що потрібно для вирішення конкретної задачі захисту вашого майна, буває дуже і дуже складно. Після того, як ви вирішили, що вам потрібна система безпеки для вашого дому, офісу чи комерційного приміщення, у вас неминуче виникне питання: «Як це зробити? Кому можна довіряти? Чому варто зупинитися на своїх варіантах?» Звичайно, найбільш очевидним і взагалі правильним рішенням є звернення за допомогою до професіонала. Але допомога експертів високого рівня коштує недешево. Крім того, ви можете зіткнутися з іншими «експертами», чия допомога може погіршити вашу ситуацію. В даний час все більше людей приходить до висновку, що охороною і безпекою власного житла, квартири, дачі та іншого майна можуть займатися тільки державні правоохоронні органи.

Вибираючи будь-яку систему сигналізації, в першу чергу необхідно мати певне уявлення про цілі, завдання та принципи побудови системи безпеки. Отже, перш ніж ми почнемо думати про конкретні пристрої та системи безпеки, давайте спочатку зрозуміємо, що таке безпека та з яких компонентів вона складається.

Однією з характерних рис нашої епохи є зростання злочинності. Посягання на власність становлять більше половини всіх злочинів. У багатьох випадках надійна, але неправильно встановлена техніка не може захистити ваше майно.

Тому для забезпечення повної безпеки недостатньо просто встановити складну та дорогу електроніку у своєму будинку чи офісі [1].

Є ще деякі заходи і правила, яких необхідно дотримуватися в повсякденному житті, але їх недотримання іноді може призвести до серйозних наслідків.

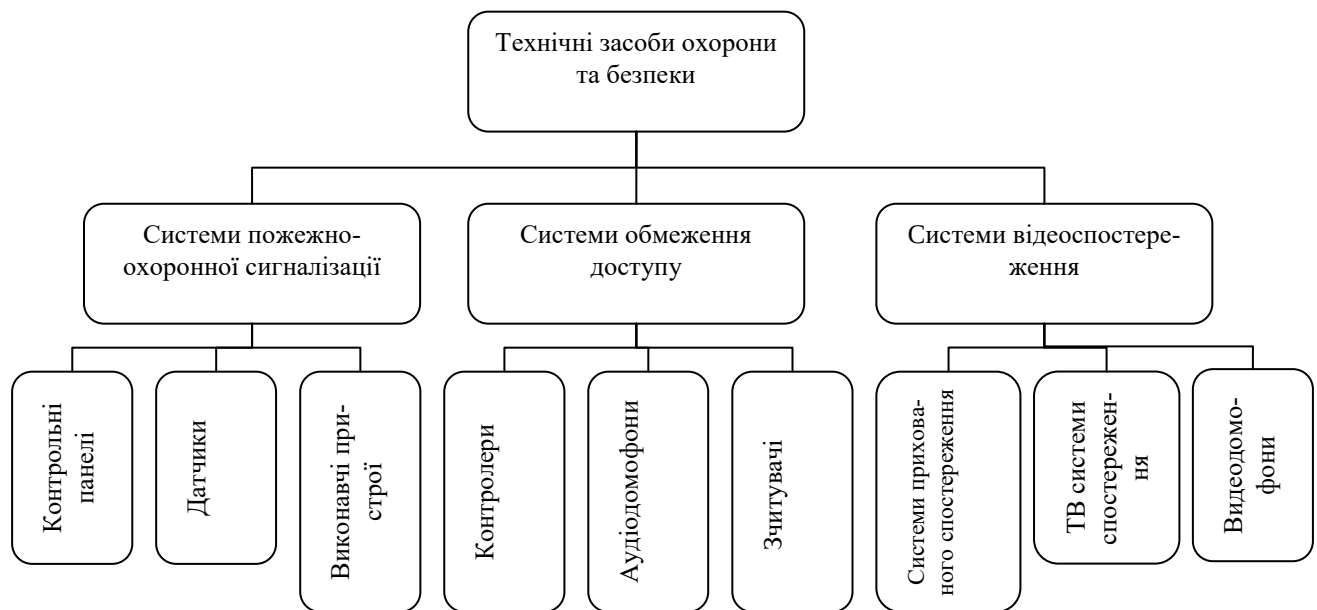


Рисунок 1.1 - Склад технічних засобів охорони та безпеки

Системи охоронно-пожежної сигналізації призначені для виявлення факту несанкціонованого проникнення на територію або виникнення ознак пожежі, подачі сигналу тривоги на пульт охорони та включення виконавчого обладнання (сигналізації, освітлення тощо). Системи охоронної та пожежної сигналізації включають пульти керування, сповіщувачі (датчики та сповіщувачі), виконавчі пристрої, пристрої сповіщення (сигналізації, дзвінки тощо) та джерела живлення.

ППК (приймально-контрольний пристрій) є центральним пристроєм системи охоронної сигналізації, заснованим на мікроконтролері, програма якого

визначає всі функції системи. Контрольна панель може бути підключена до комп'ютера для обробки та реєстрації тривожних сигналів, автоматично аналізуючи стан датчиків і роботу всієї системи. Пульт контролює пристрій виконання: увімкнення сирен, прожекторів, набір призначених номерів по телефонних лініях.

Для реєстрації змін контрольованих параметрів в системах охоронної сигналізації використовуються різні детектори. Детектор - це пристрій, який формує певний сигнал про зміну того чи іншого контрольованого параметра середовища. За умовами сповіщувачі можна розділити на датчики та детектори. Тут сенсор – це детектор, який перетворює фізичні значення та властивості (такі як тепло, світло, звук тощо) в електричні сигнали. Ми називаємо сенсор детектором, який включає датчики, схеми обробки сигналів і схеми прийняття рішень.

Прості детектори (сенсори) - виробляють аналогову обробку сигналів, що не завжди забезпечує необхідну надійність їх роботи. Підвищена надійність датчика забезпечується використанням методів цифрової обробки сигналу. За принципом дії сповіщувачі можна розділити на такі види [2]:

- електричні контакти (фольга, дріт);
- магнітний контакт;
- датчик вібрації;
- ультра-звукові датчики;
- радіохвилі;
- фотовольтаїка;
- детектор битого скла;
- пасивні та активні інфрачервоні (ІЧ) датчики руху;
- Злиття.

Датчики та сповіщувачі дозволяють контролювати частину об'єкта, що охороняється (об'єм, поверхня тощо), звану зоною.

1.1 Електричний контактний датчик

Електроконтактні датчики призначені для реєстрації пошкоджень і руйнувань їх нерухомих конструкцій: скляних віконних панелей, дверей, склоблоків тощо в опалювальних і неопалюваних приміщеннях. Виготовляються з тонкої алюмінієвої фольги товщиною від 0,008 до 0,04 мм і шириною не більше 12,5 мм. Фольга має клейовий шар. Іноді для цієї ж мети замість фольги використовують тонкий дріт.

1.2 Магнітоконтактний датчик

Магнітоконтактні датчики призначені для фіксації відкриття дверей і вікон, в яких вони встановлені. Датчики бувають двох типів: зовнішньої установки і прихованої установки. Вони засновані на герконах, контакти яких замикаються або розмикаються при наближенні (віддаленні) постійного магніту. Цей тип датчика підключається до охоронної сигналізації за допомогою дротяної петлі.

1.3 Вібродатчики

Датчики вібрації призначені для виявлення навмисних пошкоджень різних будівельних конструкцій: бетонних стін і підлоги, цегляних стін, дерев'яних (рами і двері) і стельових покриттів, а також сейфів і металевих шаф. Принцип роботи датчиків вібрації заснований на п'єзоелектричному ефекті або ефекті електромагнітної індукції, коли постійний магніт рухається вздовж обмоток котушки, викликаючи в ній змінний струм. У вітчизняній і зарубіжній літературі такі датчики в залежності від технічної реалізації називають електромагнітними датчиками, магнітно-резонансними датчиками або п'єзоелектричними датчиками.

Ультразвукові сповіщувачі спеціально розроблені для захисту закритих приміщень і мають характеристики високої чутливості та низького імунітету. Їх

дія заснована на інтерференції ультразвукових коливань. Ультразвукові детектори складаються з передавача і приймача. При закритих дверях і вікнах контрольований детектором простір обмежується і на позиції приймача формується стійка інтерференційна картина. При проникненні в приміщення будь-якого предмета стабільність інтерференційної картини порушується і формується сигнал тривоги.

Радіохвильові сповіщувачі призначені для реєстрації руху в межах контрольованих зон. Його принцип роботи заснований на передачі сигналів надвисокої частоти і прийомі відбитих сигналів, коли злочинець рухається, частота відбитого сигналу буде змінюватися (ефект Доплера). Ці пристрої використовуються для захисту закритих майданчиків і периметрів.

1.4 Фотоелектричні датчики

Фотоелектричні датчики, призначені для захисту внутрішніх і зовнішніх периметрів, прольотів, дверей, коридорів тощо з безконтактним блокуванням. Вони складаються з передавачів і приймачів, розташованих уздовж кордону, і використовують інфрачервоні сигнали з довжиною хвилі приблизно 1 мкм.

Детектори розбитого скла (BDS) призначені для фіксації навмисних пошкоджень скляних конструкцій: вікон, вітрин тощо. Вони реагують на звук розбитого скла та удару скла та аналізують спектр шуму в приміщенні, дозволяючи безконтактно контролювати цілісність скла розміром більше 20x20 см.

Детектори руху призначені для виявлення руху теплового об'єкта в охорнюваній зоні. За принципом дії вони поділяються на пасивні і активні. В даний час перший знаходять більш широке застосування. Вони мають регульовані зони виявлення, захист від помилкових спрацьовувань, що викликаються тваринами і комахами. Розрізняються пасивні детектори розміром зони виявлення (20-360°), методами обробки сигналу, конструкцією і т.п. Активні детектори використовуються, як правило, для охорони периметрів об'єктів [4].

Недоліком найпростіших і дешевих інфрачервоних сповіщувачів руху є низька завадостійкість - вони працюють навіть при появі теплового потоку (на-

приклад, через нагрівання приміщення сонцем). Більш просунуті детектори не мають цього недоліку. Багатоканальні п'єзоелектричні елементи та складна електронна обробка сигналів самих сповіщувачів забезпечують їх надійність і стійкість до теплових перешкод.

У простих моделях обробка сигналу здійснюється аналоговими методами, а в більш складних моделях, наприклад, цифрова обробка здійснюється за допомогою вбудованих процесорів.

Комбіновані детектори – це пристрої, які використовують два різних фізичних принципи виявлення руху. У переважній більшості таких пристроїв використовуються пасивні інфрачервоні та радіохвильові принципи виявлення руху. По-перше, такі пристрої характеризуються значно вищими властивостями виявлення та дуже низькою ймовірністю помилкових тривог порівняно з пристроями, що використовують лише один із принципів виявлення руху.

За способом підключення сповіщувача системи охоронної пожежної сигналізації поділяються на дротові та бездротові. По-перше, зв'язок між усіма пристроями системи здійснюється по проводах. Набір з'єднувальних проводів, датчиків, детекторів, розподільних коробок, роз'ємів і т.д. називають шлейфом. Заповідні зони формуються за допомогою шлейфів. Хоча дротові системи надійні, вони не такі гнучкі, як бездротові. У бездротовій системі кожен сповіщувач оснащений власним передавачем, а контрольна панель оснащена багатоканальним приймачем. Надійність зв'язку залежить від характеристик приймача і передавача, конструкції будівлі та рівня промислових радіоперешкод. Дальність зв'язку бездротових систем сигналізації зазвичай становить від 30 до 1000 м, що є більш зручним у встановленні та використанні та може бути доповнено пристроями дистанційного керування. На вітчизняному ринку вже з'явилися бездротові системи, що використовують промислові мережі змінного струму 220В для зв'язку та живлення.

Виконавче обладнання - призначене для передачі інформації користувачу або компетентному органу про спрацювання системи безпеки шляхом подачі звукових і (або) світлових сигналів або автоматичного набору номера передба-

чуваного користувача по телефонній лінії, а також для управління різними механізмами, що забезпечують підвищена безпека.

Прилади реалізації включають зовнішнє освітлення, прожектори, стробоскопи, сигналізацію, дзвінки, електромагнітні реле, електрозамки та ін.

Прожектори, зовнішні ліхтарі та стробоскопи освітлюють територію, що охороняється, і вмикаються у разі тривоги, щоб привернути увагу оточуючих. У темному або слабо освітленому приміщенні яскравий спалах ліхтарика може оглушити злочинця і тимчасово вивести його з ладу.

Сирена або ревун видає гучний звуковий сигнал потужністю до 130 децибел, який можна почути на відстані сотень метрів. Сирени бувають різних конструкцій і розмірів, деякі з них мають автономні джерела живлення. Загальна тривалість звуку сирени може варіюватися і встановлюватися за бажанням користувача.

Пристрій автоматичного дозвону (автоматичний дзвінок або комунікатор) підключається до телефонної лінії і може автоматично набирати одного або кількох користувачів на основі логіки системи безпеки. Електромагнітні релейні блоки забезпечують включення потужних виконавчих механізмів і обладнання.

Системи обмеження доступу розроблені таким чином, щоб автоматично дозволяти входити в приміщення лише тим користувачам, яким дозволено доступ до певного місця. Вони засновані на використанні апаратного та програмного забезпечення для контролю руху людей і транспортних засобів через контрольовані точки доступу. Ці системи можуть варіюватися від невеликих систем на 1-3 двері до систем, що контролюють діяльність тисяч людей. Ідентифікація користувача відбувається шляхом пред'явлення електронної або магнітної картки або введення певного числового коду. Системи контролю доступу включають зчитувачі карток і контролери. Крім того, системи обмеження доступу можуть включати системи аудіодомофона з можливістю дистанційного відкриття дверей [5].

Для зчитування ідентифікаційного коду та передачі його на контролер потрібен зчитувач.

Ці пристрої призначені для перетворення унікального коду кодового ключа в код стандартного формату та передачі його на контролер дверей для аналізу та прийняття рішень. Фізична реалізація картридерів різна (пластикові картки з магнітними смугами, штрих-кодами, безконтактні безконтактні картки, ключі та картки з інтегрованими мікросхемами тощо). Ці пристрої розташовані безпосередньо біля дверей та інших точок доступу (турнікетів, шлюзів тощо), які обмежують рух користувача. Крім того, вони можуть виконувати багато інших функцій, таких як контроль відкривання дверей, час відкриття дверей і контроль безпечної зони.

Контролер необхідний для керування зчитувачами та пристроями виконання. Він приймає рішення щодо доступу для конкретного користувача, який представляє ідентифікаційний пристрій у певній точці доступу в певний час на основі збереженої в ньому інформації про конфігурацію системи та дозволи користувача системи обмеження доступу. Ідентифікаційний пристрій схожий на ключ, оскільки він підтверджує повноваження його власника та співробітників керувати точкою доступу. Контролер може обслуговувати одного чи кількох зчитувачів і перебувати від них на певній відстані. Кілька контролерів можуть утворювати групу для обслуговування зон і логічно незалежних частин системи контролю доступу (поверх, будівля, організація), які називаються об'єктами.

Аудіодомофон – система призначена для обмеження доступу сторонніх осіб у приватні квартири, дачі, під'їзди багатоповерхових будинків, офіси, банки, медичні установи тощо. Він дозволяє вести переговори з відвідувачами і дистанційно відкривати входні двері при необхідності [7].

Крім того, сучасні аудіодомофони дозволяють виконувати функції охоронної системи.

Системи відеоспостереження призначені для візуального спостереження за об'єктами, що контролюються телевізійними камерами. Вони дозволяють спостерігати за одним або кількома об'єктами одночасно.

Камери відеоспостереження можуть бути встановлені в приміщенні та на вулиці. Завдання системи відеоспостереження – візуальне представлення відео-

інформації про роботу контрольованих об'єктів. Одним із різновидів такої системи є відеодомофон, який виконує функції дверей, вікна та домофона. Системи прихованого спостереження використовують крихітні камери з інфрачервоним освітленням.

Найпростіша система телевізійного (телевізійного) спостереження складається з однієї або кількох телекамер і моніторів або телевізорів. Камери можуть бути встановлені на ротаційному обладнанні зовні або всередині приміщення та забезпечують цілодобове спостереження за територією. Управління системою телевізійного спостереження може бути автоматизованим або ручним, залежно від її складності та умов об'єкта. З цими системами можна використовувати датчики руху, системи освітлення та інше додаткове обладнання.

У системі відеоспостереження, яка розрахована на використання кількох камер, на екрані одного монітора можна виводити зображення з усіх камер одночасно. Для цього використовується пристрій під назвою ортогоналізатор (роздільник екрана). При необхідності зображення з будь-якої камери можна швидко розгорнути на весь екран. Для послідовного виведення зображення використовується мультиплексор (перемикач), який послідовно підключає камеру до монітора.

Системи телевізійного відеоспостереження дозволяють створити гнучку та масштабовану систему безпеки, яка може включати не лише компоненти телевізійної системи, а й системи сигналізації та обмеження доступу.

Системи прихованого спостереження використовуються для підвищення ефективності безпеки і встановлюються там, де необхідно приховати факт стеження. Завдання системи прихованого спостереження - не вивчення відвідувачів, а моніторинг ситуації на охоронюваній території.

За допомогою плоскої камери розміром із сірникову коробку та спеціальної лінзи-обскури (камера з виступаючою входною зіницею) з діаметром входної зіниці 0,8-2,0 мм можна вести приховане спостереження за будь-ким. частина кімнати. Цей тип камери можна встановити всередині корпусу годинника, на двері, під шпалерами тощо.

Інший, більш простий спосіб спостереження - це використання так званого відеоглазка з ширококутною оптикою, який призначений для встановлення на двері. За зовнішнім виглядом вони нічим не відрізняються від звичайного дверного скла. Передача живлення та відеосигналів до цих пристроїв відбувається через кабелі або радіоканали.

Відеодомофон - це пристрій, який виконує функції дверей, вікон і домофонів. Відеодомофон дозволяє спостерігати за простором перед вашими дверима та розмовляти з відвідувачами за ними. Зазвичай камеру розташовують так, щоб у поле її зору потрапляло максимальне місце навколо дверей. Багато камер оснащено інфрачервоним підсвічуванням, що дозволяє працювати в умовах поганого освітлення. При обладнанні житлового будинку системою відеодомофона доцільно створити два рівні захисту: входні двері в під'їзді (на поверсі) і входні двері для кожної квартири.

1.5 Елементи теорії управління охоронних систем

Основні принципи управління, що лежать в основі функціонування охоронних систем, відрізняються між собою способом формування сигналу управління $Z(t)$ або його операторного зображення $Z(p)$. Відрізняють чотири основні принципи управління [8].

1. Принцип управління за входним сигналом (рис.1.4, а), тобто $Z = f[X(t)]$. При такому принципі управління система РА буде розімкненою. Якщо сигнал управління буде функцією не тільки входного сигналу, але й завади $\xi(t)$, тобто $Z = f[X(t), \xi(t)]$, то необхідно формувати додаткове коло для компенсації завади.

2. Принцип управління за відхиленням (рис.1.4, б), в основі якого лежить функціональна залежність $Z = f[E(t)] = f[X(t) - Y_{зз}(t)]$. При 100% - ному зворотному зв'язку функціональну залежність можна представити таким чином: $Z = f[X(t) - Y(t)]$.

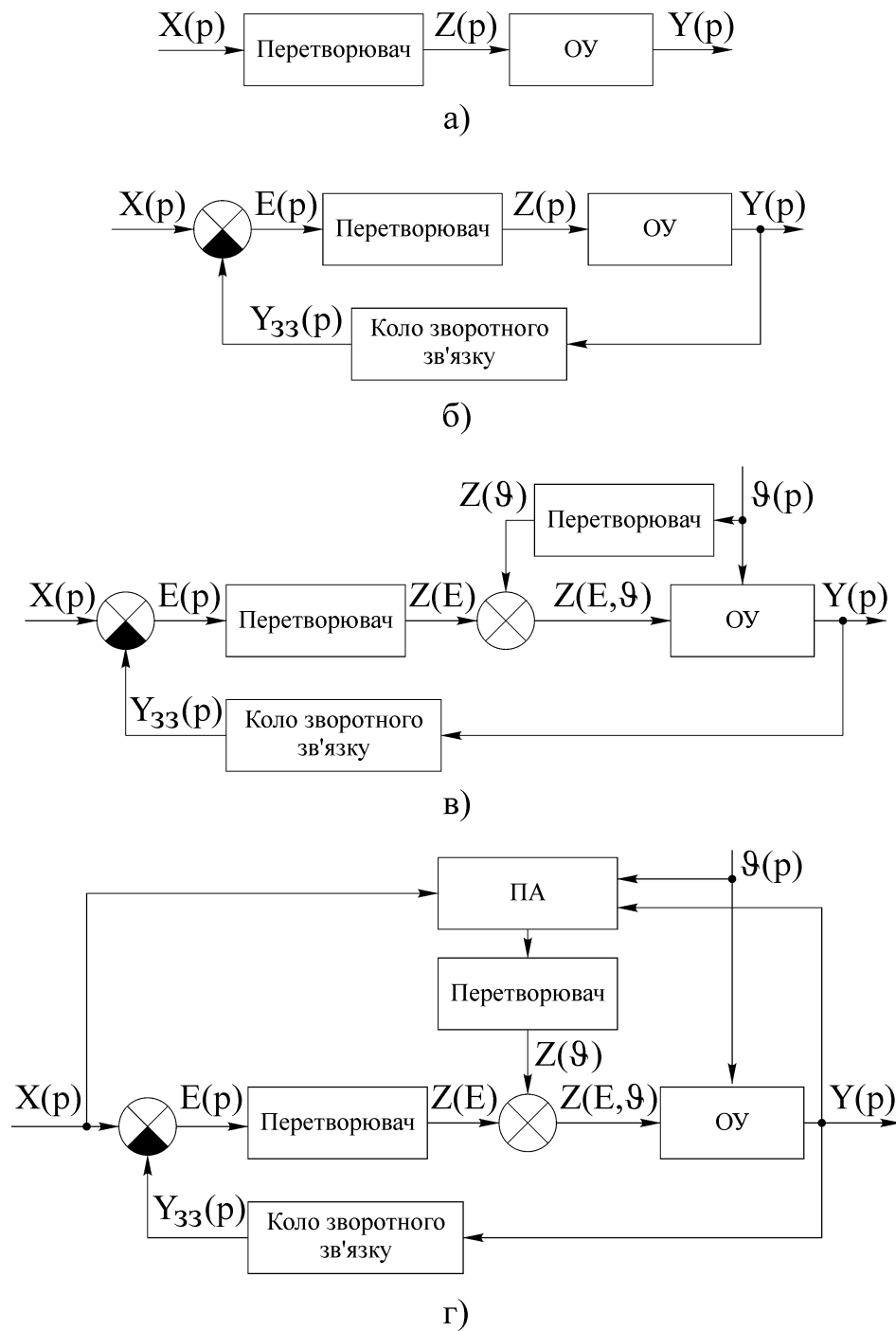


Рисунок 1.2 – До пояснення принципів управління слідкуючих радіоелектронних охоронних систем

На рис. 1.2 введені такі умовні позначення: ОУ – об’єкт управління; ПА – пристрій адаптації.

3. Комбінований принцип управління (рис.1.4, в), який є комбінацією перших двох принципів управління. При такому принципі управління функціональна залежність буде мати вигляд $Z(E, \vartheta) = Z(E) + Z(\vartheta) = f_1[E(t)] + f_2[\vartheta(t)]$, а

вихідний сигнал визначається як $Y(t) = Y_x(t) + \Delta Y_9(t) = f_3[X(t)] + f_4[\theta(t)]$, де $\Delta Y_9(t)$ – похибка сигналу на виході системи. Такий принцип управління носить назву принципу двоканальності або принципу інваріантності.

Розглянуті принципи управління лежать в основі звичайних систем автоматичного управління, для функціонування яких відомі 100% вихідної (попередньої) інформації.

4. Адаптивний принцип управління (рис.1.4, г), який використовується в системах, в яких відсутня 100%–на вихідна робоча інформація. Найбільш простим прикладом адаптивного принципу управління є системи пошуку екстремумів, які реалізують екстремальний принцип управління. Принцип екстремального управління, як і принцип адаптації в цілому, потребує введення додаткових контурів адаптації, що призводить до підвищення інтелекту системи. Рівень інтелекту контуру адаптації може бути різним.

Визначити сигнал на виході системи, яка описується диференціальним рівнянням виду $\tau \frac{dY(t)}{dt} + Y(t) = K X(t)$, якщо вхідний сигнал дорівнює $X(t) = X_m \sin \omega t$.

За допомогою співвідношень (2.7) та (2.8) знайдемо передаточну функцію системи:

$$K(p) = \frac{K}{1 + p\tau}.$$

За таблицями зображень Лапласу

$$X(p) = \int_{-\infty}^{\infty} X_m \sin \omega t \cdot e^{-pt} dt = \frac{X_m \omega}{p^2 + \omega^2}.$$

Тоді

$$Y(p) = K(p)X(p) = \frac{KX_m \omega}{(p^2 + \omega^2)(1 + p\tau)}.$$

Розкладемо функцію $Y(p)$ на елементарні дроби

$$Y(p) = \frac{KX_m \omega}{(p^2 + \omega^2)(1 + p\tau)} = \frac{A}{1 + p\tau} + \frac{Bp}{p^2 + \omega^2} + \frac{C}{p^2 + \omega^2} =$$

$$= \frac{(A + B\tau)p^2 + (B + C\tau)p + A\omega^2 + C}{(p^2 + \omega^2)(1 + p\tau)}.$$

Прирівнявши коефіцієнти при однакових ступенях p в чисельнику лівої та правої частин останнього рівняння, отримаємо систему алгебраїчних рівнянь для визначення коефіцієнтів [9]

$$\begin{cases} A + B\tau = 0; \\ B + C\tau = 0; \\ A\omega^2 + C = KX_m \omega. \end{cases}$$

Вирішивши останнє рівняння, знаходимо

$$A = \frac{KX_m \omega \tau^2}{1 + \omega^2 \tau^2}; \quad B = -\frac{KX_m \omega \tau}{1 + \omega^2 \tau^2}; \quad C = \frac{KX_m \omega}{1 + \omega^2 \tau^2}.$$

Скориставшись таблицями перетворень Лапласу, знаходимо

$$L^{-1} \left[\frac{A}{1 + p\tau} \right] = \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{KX_m \omega \tau}{1 + \omega^2 \tau^2} e^{-\frac{t}{\tau}};$$

$$L^{-1} \left[\frac{Bp}{p^2 + \omega^2} \right] = B \cos \omega t = -\frac{KX_m \omega \tau}{1 + \omega^2 \tau^2} \cos \omega t;$$

$$L^{-1} \left[\frac{C}{p^2 + \omega^2} \right] = \frac{C}{\omega} \sin \omega t = \frac{KX_m}{1 + \omega^2 \tau^2} \sin \omega t,$$

де L^{-1} - оператор зворотного перетворення Лапласу.

Тоді сигнал на виході системи буде визначатися таким співвідношенням

$$Y(t) = L^{-1}[Y(p)] = \frac{KX_m \omega \tau}{1 + \omega^2 \tau^2} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{KX_m}{1 + \omega^2 \tau^2} (\sin \omega t - \omega \tau \cos \omega t) = \frac{KX_m}{1 + \omega^2 \tau^2} \times$$

$$\times \left\{ \omega \tau e^{-\frac{t}{\tau}} + \sin \omega t - \omega \tau \cos \omega t \right\} = \frac{KX_m}{1 + \omega^2 \tau^2} \left\{ \omega \tau e^{-\frac{t}{\tau}} + \sqrt{1 + \omega^2 \tau^2} \sin(\omega t - \arctg \omega \tau) \right\}.$$

2 ВИБІР ДАТЧИКІВ ДЛЯ ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ

2.1 НВЧ датчик руху

Цей датчик використовується для охоронної сигналізації. Оскільки живлення датчика здійснюється від джерела живлення сигналізації, а в буфері знаходиться кислотна батарея 12 вольт, мережевий фільтр в цьому рішенні не потрібен, а стабілізатор DA1 необхідно замінити на параметричний стабілізатор. . Тріод і стабілітрон, каскад VT2, U1, DA3 необхідно замінити на трьохкаскадний тріод з електромагнітним ключем на виході [10].

Аналізуючи дані закордонних захисних мікрохвильових датчиків руху, встановлено, що схеми цих датчиків мають такі характеристики, а саме:

1. Вхідний підсилювач завжди ізольований від мікрохвильового автогенератора за допомогою розв'язувального конденсатора, а в деяких пристроях на додаток до розв'язувального конденсатора включений L-подібний блокуючий високочастотний фільтр.

2. Вхідний операційний підсилювач завжди інвертується.

3. Між вхідним підсилювачем і компаратором завжди є один або частіше два каскади підсилення, відокремлені від вхідного підсилювача розв'язуючим конденсатором.

Тому на рисунку 2.1 показана схема саморозбійності НВЧ на транзисторі VT1. Вхідний фільтр підсилювача на ОУ DA1 - інвертуючий. Блокуючий ВЧ-фільтр L3C1 запобігає надходженню ВЧ-сигналів на вхід ОП DA1. З боку джерела живлення вхідний підсилювач відокремлений від інших вузлів пристрою через фільтр R18C5. Транзистори VT2 і VT3 в каскаді - два каскади підсилення НЧ. Далі йде двокаскадний УПТ на транзисторах VT4 і VT6. Функцію компаратора виконують стабілітрон VD3 і реле K1. Порівняння відбувається за порогового значення, порівнянного з напругою живлення, і всі каскади розв'язані розділовими конденсаторами постійного струму, що забезпечує високу термічну стабільність.

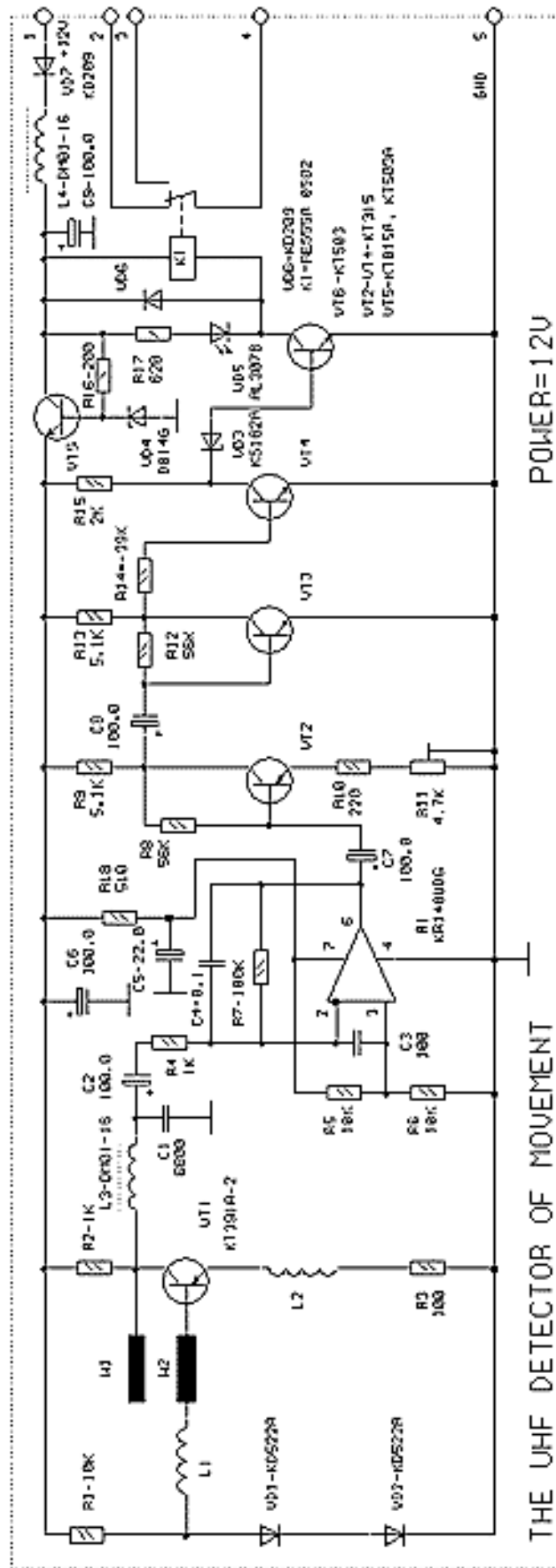


Рисунок 2.1 - Схема НВЧ датчика руху

Якщо датчик передбачається використовувати у формі круга, розмістіть його на неметалевій основі та під'єднайте до неметалевої захисної верхньої частини. У той же час налаштування чутливості датчика повинні враховувати навколишні місця без нагляду та діяльність людини поза будівлею. Для круглих форм монтажна відстань від основи до основи може бути менше 10 мм, поки корпус не буде безпосередньо з'єднаний з основою. Датчик прикручується до стіни або іншої конструкції об'єкта через отвори діаметром 4 мм, просвердлені в кутах основи.

2.2 Інфрачервоний датчик руху

Інфрачервоне випромінювання існує в електромагнітному спектрі. Його довжина хвилі більша, ніж у видимого світла. Інфрачервоне випромінювання невидиме неозброєним оком, але його можна виявити за допомогою спеціальних датчиків. В інфрачервоному діапазоні активно випромінюють тіла людини, а також тіла тварин. Максимальне значення цього випромінювання припадає на довжину хвилі 9,4 мкм.

Для виявлення інфрачервоного випромінювання використовуються піроелектричні датчики. Вони створені на основі спеціального кристалічного матеріалу, здатного генерувати поверхневий заряд під дією інфрачервоного випромінювання. Цей заряд підсилюється підсилювачем на польовому транзисторі, вбудованому в інфрачервоний датчик, забезпечуючи таким чином розвиток керуючої напруги. Оскільки датчик реагує на інфрачервоне випромінювання в широкому діапазоні, для звуження останнього використовуються спеціальні фільтри, які обмежують сприйняття датчиком інфрачервоного випромінювання діапазоном від 8 до 14 мікрон.

На рисунку 2.2 показана структурна схема сповіщувача руху. Вихід 2 датчика підключений до корпусу через шунтуючий резистор опором 100 кОм. Сигнал від датчика подається на двокаскадний узгоджений підсилювач, що забезпечує загальний коефіцієнт посилення 10000. У типовому застосуванні смуга пропускання підсилювача обмежена 10 Гц, щоб послабити високочастотні пе-

решкоди та забезпечити надійну роботу компаратора, коли фіксуються позитивні чи негативні падіння вихідної напруги датчика [11].

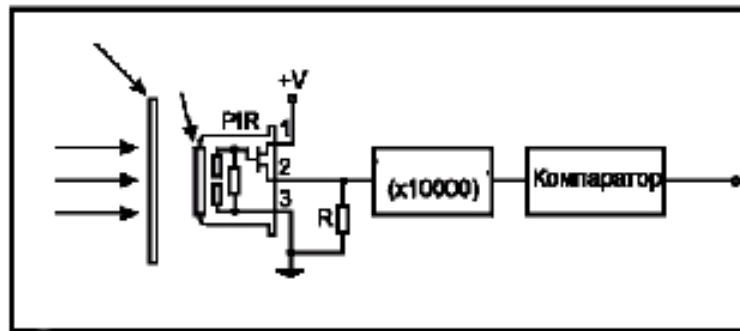


Рисунок 2.2 - Структурна схема детектора переміщень

На вихід 1 датчика подається добре відфільтрована напруга живлення від 3 до 15 В. Датчик PE200V має два чутливих елемента, з'єднаних за схемою компенсації напруги. Такий метод локалізації дозволяє усунути сторонні сигнали, викликані вібрацією, перепадами температур і сонячним світлом. Коли людина рухається по зоні датчика, спочатку активується один елемент, а потім інший. Джерело випромінювання рухається в горизонтальній площині. При цьому висновки 1 і 2 також повинні розташовуватися в горизонтальній площині. Для збільшення дальності дії датчика використовуються лінзи Френеля. Коли вони використовуються, ця площа збільшується приблизно до 25-30 м. Датчик постачається з набором лінз P165. Лінза збиральна, але на відміну від традиційних опуклих лінз, лінзи Френеля мають набагато меншу витрату завдяки своїй конструкції.

На рис. 2.3 показана типова схема застосування інфрачервоного датчика переміщення. Компоненти P11 і С6 задають час, через яке реле RU1 розмикається після спрацювання датчика переміщення. У цьому рішенні використовується датчик PE200V, який має такі характеристики:

- Реакція на теплове випромінювання в спектрі 5...14мкм;
- Вихідна напруга 20 мілівольт;

- Напруга шуму 0,4 мВ;
- Напруга зміщення 0,1В;
- напруга живлення від 2,2 до 15 В;
- Робоча температура від -30 до +70°C.

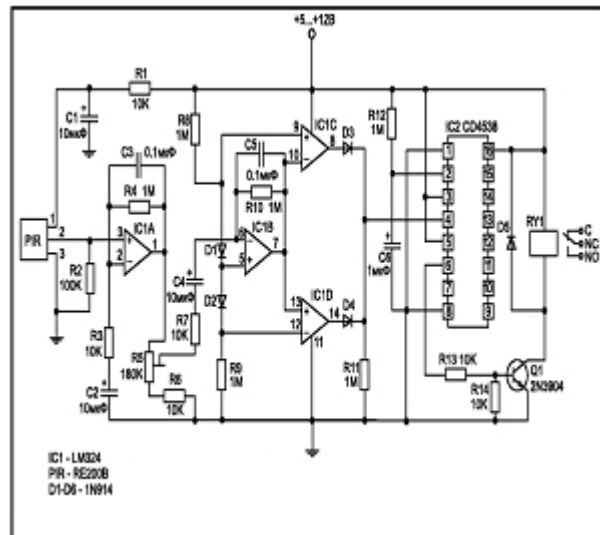


Рисунок 2.3 - Схема ІЧ датчика переміщення

Внутрішні з'єднання виходу датчика:

Вивід 1 - зі стоком, вивід 2 - з витком польового транзистора, вивід 3 - загальний. Між клемми 2 і 3 необхідно підключити резистор 100 кОм.

У рішенні детектора руху використовується дешевий квадроциклічний операційний підсилювач 1М324. Перші два ОП - 1С1А, 1С1Б - виконують функцію підсилювачів, два інших - функції компараторів. Після випрямлення сигналу діодами 03 і 04 він надходить на моновібратор 1С2 і управляє кнопкою транзистора 01. Обмотка, яка приводить в дію реле, міститься в ланцюзі колектора транзистора 01.

Не завжди зручно або можливо використовувати дроти для підключення датчиків до виконавчих механізмів. В цьому випадку датчик краще підключати до актуатора по радіоканалу. У країнах Європи та Америки на частоті 418 МГц дозволена робота пристроїв дистанційного керування та автосигналізацій. Обладнання, яке відповідає умовам застосування для роботи на такій частоті, не вимагає сертифікації та авторизації. Якщо спочатку, після випуску уніфіковано-

го модуля передавача TM1V і приймача PM1V, були певні труднощі при проектуванні та виготовленні таких трансиверів, то проблема зв'язку з пристроями дистанційного керування по радіоканалу на частоті 418 МГц була легко вирішена. вирішено. Завдяки використанню мікросхем кодера в передавачі і декодера в приймачі забезпечується сумісність роботи з апаратурою дистанційного керування на близькій відстані.

2.3 Пасивні ІЧ-датчики

Пасивні інфрачервоні датчики руху (PIR) можуть виявляти, коли людина входить у контрольовану зону, фіксуючи зміни в інтенсивності інфрачервоного випромінювання, отриманого від рухомих об'єктів, і виникнення пожежі. Ці датчики використовуються для запобігання доступу в охоронювані приміщення в закритих опалювальних і неопалюваних приміщеннях. Основні відмінності датчиків – форма чутливої зони та стійкість до помилкових тривог. Чутливою зоною датчика охоронної сигналізації є сектор (90° - 110°). У технічному описі датчика є схеми, на яких чітко показано чутливу зону датчика. Однак схему детектора можна змінити за допомогою змінної лінзи Френеля, прикріпленої до датчика, або покривного шару, який покриває чутливу частину датчика. У простих датчиках PIR обробка сигналу здійснюється аналоговими методами, в більш складних датчиках цифровими методами за допомогою вбудованого процесора.

І АІС, і ІРС надійні та прості в експлуатації. Однак не варто переоцінювати цю особливість, оскільки балки зазвичай розташовані ближче до підлоги, а не до стелі, де часто збирається дим. Тому слід пам'ятати, що інфрачервона сигналізація може мимоволі включитися через пил або дим. Крім того, якщо вони встановлені на відкритому повітрі, дощ, листя, кущі або тварини можуть спровокувати їх відкриття.

Огляд пасивного інфрачервоного сповіщувача KX15ED.

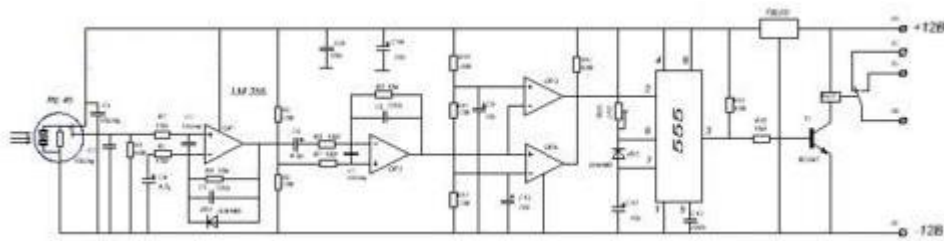


Рисунок 2.4 – Схема принципова сповіщувача KX15ED

Це рішення використовується компанією «Електронні Технології Безпеки» в продукті KX15ED. Резистор R1 - Встановлює посилення (чутливість датчика). За звичайних обставин вихід датчика має високий рівень і перемикається на низький рівень, коли виникає тривога [12].

Каскади підсилення OP1 і OP2 і компаратори OP3, OP4 - зібрані на двох LM358.

На мікросхемі 555 зібраний таймер, що відповідає за час розмикання реле. Технічні дані пасивного інфрачервоного датчика 1VY7015.

Напруга живлення датчика і всього пристрою становить близько 220 В. Струм споживання самого датчика в режимі захисту становить 0,021 А, а відповідна споживана потужність 4,62 Вт. Звичайно, при включенні галогенної лампи потужністю 150 або 500 Вт відповідно збільшиться і витрата електроенергії. Максимальний радіус виявлення рухомих об'єктів (перед датчиком) - 12 м, зона чутливості в горизонтальній площині - 120...1800, затримка освітлення регулюється (після виходу об'єкта з зони контролю) від 5. ..10 секунд до 10....15 хвилин Допустимий діапазон робочих температур -10 ... +40 °С. Вологість повітря допускається до 93%.

ІЧ-датчик може бути в одному з наступних режимів. «Режим охорони», в якому «пильно» стежить за контрольованою зоною і готовий у будь-який момент відкрити реле виконання (навантаження). «Режим тривога», при якому датчик включає навантаження за допомогою спрацьовувального реле, коли рухомий об'єкт потрапляє в зону, що знаходиться під його контролем. «Режим сну», в якому датчик включений вдень (слабкий струм), не реагує на зовнішні подразники, і автоматично переходить в «режим захисту» з настанням сутінків (тем-

ряви). Цей режим передбачений для того, щоб освітлення не вмикалося вдень. Після включення живлення датчик запускає «режим тривоги», а потім переходить в «режим охорони».

Подібні датчики також продаються окремо. Вони набагато універсальніші, ніж комплекти (прожектори з датчиками) і в залежності від режиму живлення можуть бути розраховані на напругу ~ 220 В або $= 12$ В.

2.4 Ємнісні датчики

Ємнісні датчики реагують на самі різні речовини - тверді тіла та рідини, метали та діелектрики. Наприклад, їх можна використовувати для безконтактного контролю наповнення резервуарів для рідин і сипучих матеріалів, позиціонування та підрахунку різних об'єктів, охорони об'єктів. Представлена стаття описує принцип роботи безконтактних датчиків і показує рішення, придатні для практичної реалізації та використання.

Безконтактні датчики багатьох вітчизняних і зарубіжних компаній працюють за принципом «конденсатора» і реагують на зміни відносної діелектричної провідності навколишнього середовища, викликані присутністю сторонніх предметів в чутливій зоні. Типовий датчик з діаметром чутливої поверхні 60 мм утримує «стандартну ціль» на відстані 40 мм.

Чутливим елементом безконтактного ємнісного датчика є конденсатор, нанесений на плоску поверхню, як показано на малюнку 1. 2.5 Залежно від наявності або відсутності сторонніх речовин, середня діелектрична проникність навколишнього середовища буде змінюватися, викликаючи зміну ємності конденсатора. Останній використовується як частотозадаючий елемент для автоматичних генераторів. Порогові пристрої в датчиках контролюють амплітуду або частоту коливань і активують вузли виконання при їх зміні.

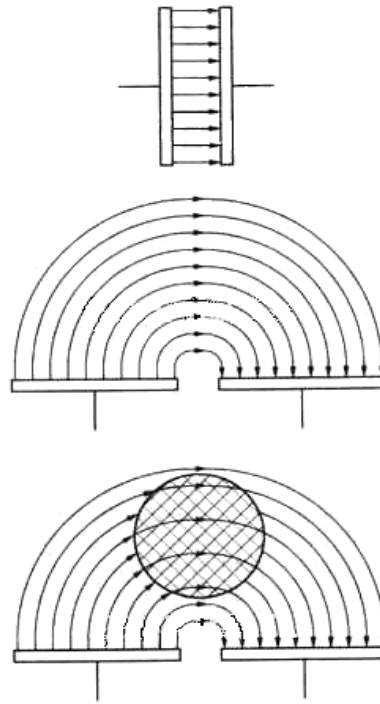


Рисунок 2.5 – Конденсатор з обкладаннями

У багатьох ємнісних датчиках частота генератора вибирається в кілька мегагерц. Генератор побудований з використанням дискретних транзисторів у кількості п'яти. Однак генератор, який працює на частоті сотень кілогерц і достатньо чутливий до змін ємності, можна побудувати лише за допомогою операційного підсилювача середнього рівня.

Схема простого ємнісного сповіщувача руху наведена на рисунку 2.6.

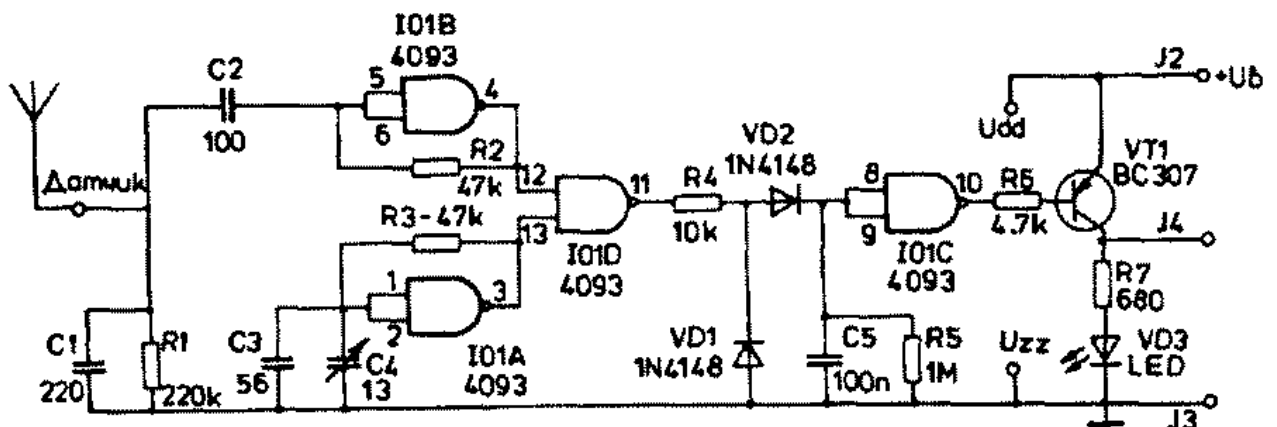


Рисунок 2.6 – Схема простого детектора рухів

Рішення складається з мікросхеми 4093, транзистора, світлодіода та кількох пасивних компонентів.

Ємнісний датчик являє собою телескопічну антену, підключену до генератора з частотою приблизно 200 кГц. При наближенні до антени «живого» об'єкта частота генератора змінюється. Компаратор порівнює з опорним генератором, формуючи диференціальний імпульс і заряджаючи конденсатор С5. Тригер Шмітта (четвертий елемент мікросхеми 4093) управляє кнопкою транзистора через світлодіодний індикатор VD3. Вихідна напруга з колектора транзистора може використовуватися для управління зовнішніми пристроями [12].

Налаштування детектора передбачає налаштування опорного генератора за допомогою конденсатора С4. Пристрій живиться від регульованого джерела живлення напругою 5...10 В. Мікросхема типу 4093. Транзистор можна замінити на будь-який вітчизняний кремнієвий транзистор прямого проходу, наприклад 2N5401.

2.5 Ультразвуковий датчик руху

На початкових етапах розробки ультразвукового датчика система виявлення рухомих об'єктів була показана на малюнку 2.7. Передавач BF1 і приймач BM1 розміщуються на протилежних стінах кімнати, під стелею (для зменшення впливу внутрішнього середовища). мікрофон (приймач) отримує з простору. Результуючий ультразвуковий сигнал перетворюється на ультразвуковий сигнал, який потім посилюється, детектується та аналізується на амплітуду в електронному обладнанні.

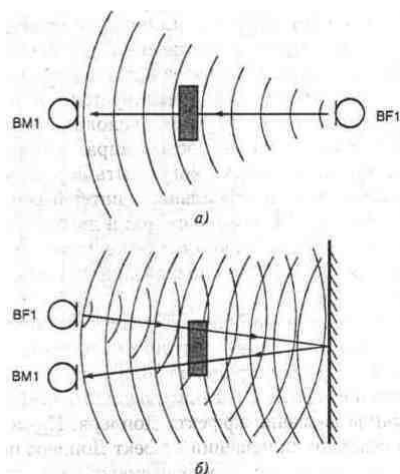


Рисунок 2.7 - Побудова ультразвукових систем виявлення

Приймаємо, що кімната ідеальна, тобто це замкнутий простір, обмежений жорсткими стінами. Оскільки випромінювання не є чітко спрямованим, хвилі, відбиті від стін, стелі та підлоги, надходять до мікрофона VM1 разом із прямими хвилями. Енергія хвиль в області мікрофона VM1, як і будь-якої поверхні в кімнаті, є результатом інтерференції від усіх вхідних хвиль. Поки поверхня, що відбиває або поглинає, не рухається, або фізичні властивості середовища не змінюються, інтерференційна картина, а отже, і рівень енергії хвилі в кожній точці, залишається незмінним.

Будь-який рух всередині приміщення викликає зміну траєкторії ультразвукових хвиль, що призводить до зміни інтерференційної картини. Це викликає коливання амплітуди вихідного сигналу мікрофона VM1. Записуючи ці вібрації, можна виявити рух у замкнутому просторі.

Цей метод виявлення рухомих об'єктів забезпечує дуже високу чутливість і високу ефективність, оскільки хвилі від передавача BF1 до приймача BM1 проходять найкоротшим шляхом через кімнату і тому мають мінімальне затухання.

Однак в реальних ситуаціях ця система практично не працює через надзвичайно високу ймовірність помилкових тривог. Система навіть реагує на рух повітря, тому що швидкість звуку в поєднанні зі швидкістю повітря змінює характер хвильових каналів, які мікрофон VM1 сприймає як рух об'єкта.

Для підвищення стабільності системи передавач BF1 і приймач VM1 розміщені на одній стіні (рис. 2.8). Довжина шляху хвилі збільшується вдвічі, що

вимагає значного збільшення потужності випромінювання. Але в той же час, оскільки хвилі проходять крізь повітряний потік двічі - рухаючись вперед і назад, збільшення швидкості компенсує одне одного, що підвищує стійкість пристрою до помилкових тривог, коли рух повітряного потоку є відносно рівномірним у будь-якому напрямку.

У реальних ситуаціях потік повітря може бути дуже нерівномірним. Крім того, великий вплив на нестабільність інтерференційної картини в реальному приміщенні має деформація скла і дверей, викликана поривами зовнішнього вітру, різними вібраціями та іншими факторами. Все це призводить до того, що системи безпеки, побудовані за вищевказаними принципами, виявляються нежиттєздатними.

Використання альтернативного методу виявлення сигналу (не по амплітуді, а по частоті) могло б значно підвищити імунітет. Якщо об'єкт рухається в напрямку поширення хвилі (рис. 2.8), частота відбитих від нього хвиль буде зміщена на певну величину відносно частоти випромінюваної хвилі. Це явище називається ефектом Доплера. Завдяки різноспрямованому відображенню хвиль у реальному приміщенні, навіть якщо об'єкт зазнає строго вертикального заданого руху, ефект Доплера буде помітний, але трохи слабше. Тому об'єкти, що рухаються в будь-якому напрямку, будуть виявлені.

Незважаючи на ці переваги, виявлення за допомогою ефекту Доплера не усуває повністю проблему помилкових тривог. Існують певні обмеження на силу повітряного потоку та інші фактори, за межами яких датчик реєструватиме помилковий рух. Високоєфективні п'єзоелектричні керамічні резонатори зазвичай використовуються в якості передавачів BF1 і приймачів BM1.

Апаратна частина ультразвукового датчика включає: приймач VM1, вхідний підсилювач U2, фільтр високих частот U3 підсилювач A2;

Ультразвуковий передавач BF1 служить навантаженням для опорного генератора G1. Вибір робочої частоти є компромісом між перешкодостійкістю та гасінням ультразвукових коливань у повітрі. Чим вища частота, тим менший вплив природних і техногенних шумових перешкод сприймає датчик, однак зі

збільшенням частоти збільшується загасання хвиль, і для правильної роботи датчика необхідне збільшення випромінюваної потужності (пропорційно квадрату частоти). Оптимальною є частота близько 40 кГц. Потужність випромінювання вибирається з міркувань прийнятної економії, рівня, необхідного для прийому сигналу, і обсягу контрольованого простору.

Вхідний підсилювач А1 повинен забезпечувати надійний прийом відбитого сигналу навіть при значних коливаннях його амплітуди. Щоб зменшити вплив перешкод, потрібна висока вибірковість підсилювача в інтервалі $f_g \pm f_d$, де f_g — робоча частота генератора, а f_d — доплерівський зсув, який на практиці не перевищує 1 кГц.

Для усунення залежності вхідного сигналу від амплітудних складових в посиленому прийнятому сигналі вибирають точку переходу, що проходить «нуль», і формують прямокутний сигнал. Цю функцію виконує перетворювач U1.

Наприклад, якщо рухомий об'єкт являє собою одну поверхню, що відбиває, то разом із сигналом основної частоти буде вироблятися сигнал з доплерівським зсувом, амплітуда якого буде пропорційна відношенню енергії хвилі, що йде від об'єкта, до енергії хвилі, що йде від предмета. Вся енергія набігаючої хвилі. Іншими словами, амплітуда доплерівського зміщеного сигналу буде залежати від площі об'єкта [13].

Якщо амплітуда хвиль, відбитих від рухомого об'єкта, не перевищує суми хвиль, відбитих від стін кімнати, то сигнал після проходження через перетворювач буде фазово-модульованим, а не частотно-модульованим. В іншому випадку до фазової модуляції додається частотна модуляція.

Разом з хвилями, відбитими від стінок, приймач буде фіксувати хвилі, відбиті від усіх поверхонь об'єкта. Амплітуда і частота цих хвиль будуть залежати від площі поверхні, що відбиває, і швидкості об'єкта відповідно. Їх переміщення в просторі. Фазова модуляція відображатиме весь рух, створений об'єктом.

Фазовий детектор U2 перетворює фазову модуляцію сигналу в широтно-імпульсну модуляцію. Фільтр низьких частот Z1 згладжує імпульсний вихід

фазового детектора U2 і перетворює його в амплітудно-модульований сигнал. Частота зрізу фільтра Z1 дорівнює практичній верхній межі частоти доплерівського зсуву, яка в нашому випадку становить 1 кГц. Фільтр високих частот Z2 обмежує смугу частот, яка сприймається пристроєм знизу. Це відіграє особливу роль у запобіганні помилкових тривог для всієї системи.

Як було сказано вище, основною причиною амплітудної модуляції на вході датчика є зміна інтерференційної картини в захищеному просторі, при цьому збирається безліч хвиль з довільною фазою і амплітудою. Наприклад, зміна амплітуди одного з них може викликати зміну фази результуючого сигналу внаслідок зміни кута відбиття від вібруючого віконного скла. Додавання амплітудно-модульованого сигналу та немодульованого колювання тієї ж частоти вже призводить до зсуву фази, пропорційного похідній функції модуляції. Видно, що датчик сприйме вібрацію скла як доплерівський зсув. Спектр цих колювань в основному зосереджений в діапазоні частот нижче 1 - 3 Гц. Тепер стає зрозумілою особлива роль, призначена фільтру Z2, зокрема на основі вимоги записувати мінімальні швидкості руху.

Детектор U3 перетворює огинаючу прийнятого сигналу в пропорційну їй постійну напругу. Підсилювач A2 підсилює це до рівня, необхідного для роботи пристрою індикатора НІ, забезпечуючи деяку затримку та додатково зменшуючи ймовірність помилкових тривог.

Принципова схема ультразвукового датчика показана на рисунку 2.8. В якості передавача БФ1 і приймача ультразвукових колювань БФ1 використовуються п'єзоелектричні мікрофони типу УМ-1 з резонансною частотою в діапазоні 36 - 46 кГц.

Генератор G1 зібраний на мікросхемі DD1 і DA4 згідно принципової схеми. Це робиться для забезпечення оптимальних рівнів вихідної потужності при низьких напругах живлення.

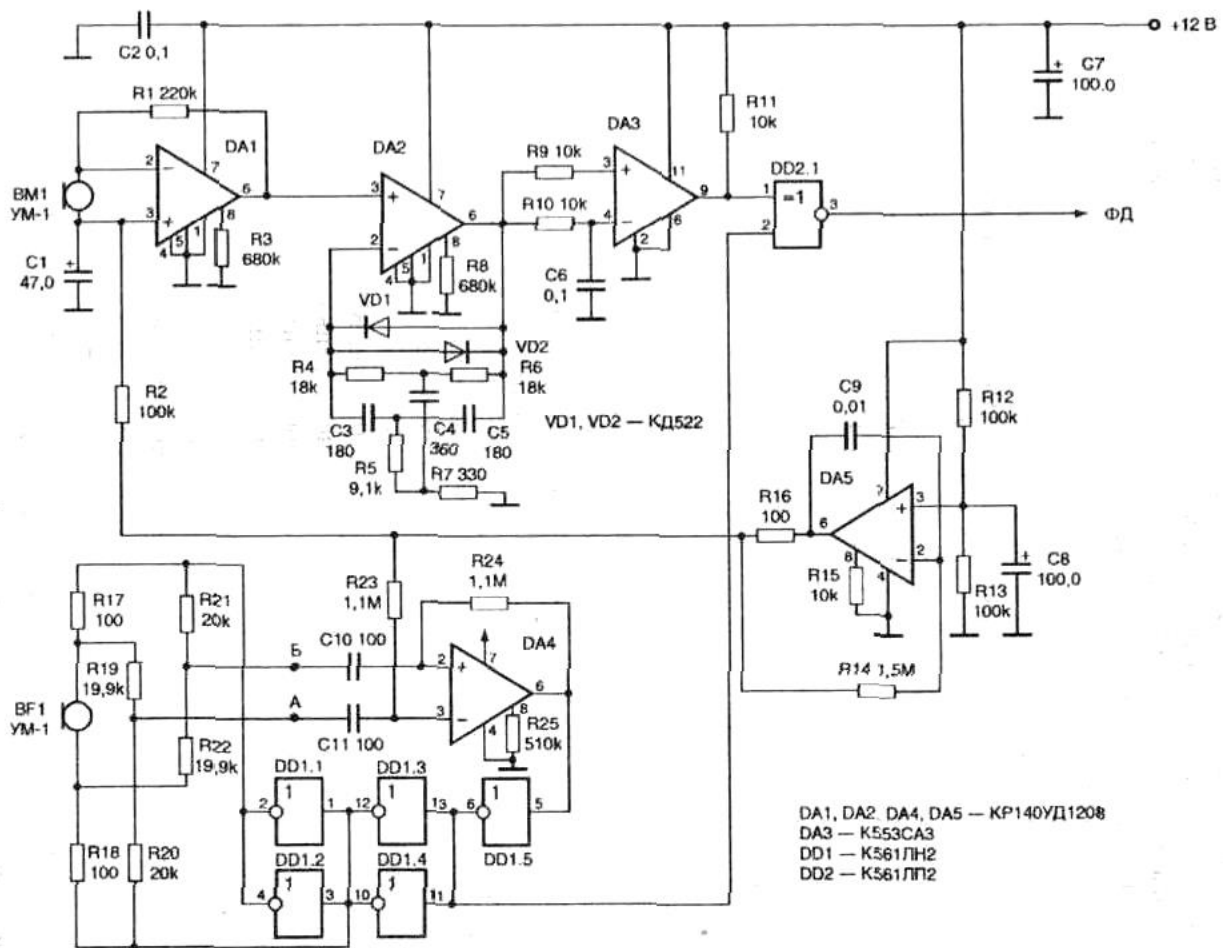


Рисунок 2.8 - Ультразвуковий датчик руху

Крім того, мостове з'єднання дозволяє заважати п'єзоелектричному резонатору BF1 на його власній резонансній частоті. Ультразвуковий передавач BF1 міститься між виходами пар інверторів DD1.1, DD1.2 і DD1.3, DD1.4, з'єднаних паралельно, утворюючи мостовий вихідний підсилювач. Сигнали на виходах кожної пари інверторів інвертуються, завдяки чому амплітуда напруги на емітері BF1 фактично вдвічі перевищує напругу живлення. Паралельні інвертори збільшують навантажувальну здатність підсилювача. При необхідності збільште кількість на кожному плечі.

Оскільки робоча частота генератора визначається власною резонансною частотою струму емітера BF1, в його ланцюг включені датчики струму - резистори R17 і R18. Прецизійні резисторні дільники R19, R20 і R21, R22 використовуються для поділу сигналу від датчика струму в контексті високої амплітуди вихідної напруги мостового підсилювача. Опір резисторів визначається такими

виразами: $R_{20} = R_{19} + R_{17}$ і $R_{21} = R_{22} + R_{18}$. Якщо виключити навантаження, то і постійна напруга, і напруга змінного струму між точками А і В будуть пропорційні струму через навантаження.

Напруга U_{AB} подається на вхід диференціального підсилювача змінної напруги, зібраного на мікросхемі DA4. Рівень вихідної напруги підсилювача відповідає рівню спрацьовування КМОП-інвертора мікросхеми DD1. У той же час диференціальний підсилювач пригнічує незначну синфазну складову напруги U_{AB} . Це відбувається тому, що опір прецизійного резистора поділу напруги може не збігатися з розрахованим неминучим відхиленням і значенням вихідної напруги мостового інвертора. Резистор R25 визначає струм, споживаний операційним підсилювачем DA4, і, таким чином, швидкість, з якою підвищується вихідна напруга. Ємність конденсаторів C10 і C11 оптимальна для кожної конкретної частоти.

Буферний інвертор DD1. 5 створює імпульс з крутим переднім фронтом, що робить генератор на 20% ефективнішим.

2.6 Варіанти сучасних систем GSM сигналізації

В даний час великою популярністю користуються GSM сигналізації, які ідеально підходять для охорони будь-якого віддаленого об'єкта (гараж, склад, сарай, кіоск і т.д.). Для роботи будь-якої GSM-сигналізації важливою є наявність електроенергії, і досить стабільний стільниковий зв'язок. GSM сигналізація зазвичай являє собою блок (GSM контролер), до якого підключаються датчики (чутливі елементи) і GSM модеми. Будучи модемом GSM, користуватися застарілими мобільними телефонами дуже зручно і економічно, враховуючи низьку вартість [13].

При надходженні сигналу тривоги по каналу GSM користувач може вирішити, що робити: самостійно перевірити об'єкт, що охороняється, подати сигнал, подзвонити сусіду і т.д. Однак для надійності розумніше використовувати кілька каналів зв'язку. Телефонна лінія може бути основною, а GSM-канал мо-

же бути резервним, тоді при спрацьовуванні датчика сигнал передається по телефонній лінії і по GSM-каналу в разі збою.

Конструкція охоронного пристрою «GSM-Сигналізація» має наступні відмінні особливості:

- Безпрецедентна простота рішення (завдяки використанню сучасних мікроконтролерів кількість деталей зведено до мінімуму, що спрощує збірку та усуває необхідність налагоджувального обладнання);
- Широкий функціонал пристрою;
- Найнижча вартість будівництва не має аналогів у інших подібних систем;
- Можливість оповіщення користувачів по телефону та SMS;
- Має окремі оповіщення про рівень сигналу мережі, що дозволяє встановлювати пристрій у різних географічних точках, що особливо вигідно, коли система безпеки встановлена на автомобілі;
- Багаторічний досвід експлуатації довів надзвичайно високу надійність.



Рисунок 2.9 - Система GSM сигналізації Kit



Рисунок 2.10 - Система GSM сигналізації Ajax StarterKit



Рисунок 2.11 - Система GSM сигналізації Ajax HomeSiren

2.7 Розроблення структурної та електричної схеми радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом

На рисунку 2.12 наведена структурна схема пропонованого радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом



Рисунок 2.12 – Узагальнена структурна схема радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом

Деталізована структурна схема радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом наведена на рис. 2.13.



Рисунок 2.13 – Деталізована структурна схема радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом

Пристрій «GSM - сигналізація» представляє собою невелику приставку до смартфона (дивіться рис. 2.13). Приставка (далі просто контролер) пов'язана з телефоном з'єднувальним кабелем. За допомогою цього кабелю контролер може повнофункціонально керувати телефоном, змушуючи його виконувати ті чи інші команди такі, наприклад як подзвонити абоненту, відправити SMS - повідомлення та ін. До модуля контролера підключаються охоронні датчики, які з'єднуються з пристроєм за допомогою двох охоронних шлейфів. Як датчики можуть виступати найрізноманітніші пристрої від простих контактних датчиків до складних цифрових пристроїв, таких як датчики руху. Також до контролера підключається сигналізатор (наприклад, звукова сирена) для оповіщення на об'єкті та потайна кнопка активації / деактивації охоронного пристрою. У разі виникнення події на об'єкті, що охороняється датчики системи подають сигнал контролеру, той у свою чергу активує стільниковий телефон, що входить до складу охороною системи і змушує його зв'язатися з телефоном власника. У результаті власник отримує на свій телефон сигнальний дзвінок про подію і SMS - повідомлення з текстом, що описує подію яке відбулося. Також контролер може активувати світлові, звукові та інші сигналізатори на самому об'єкті.



Рисунок 2.14 – Вигляд модуля Arduino UNO

Даний GSM охоронний пристрій працює спільно з практично будь-яким сучасним смартфоном. В основі пристрою лежить мікроконтролер ATMEGA328P фірми Atmel (рис. 2.14).

Комплектація радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом така: давач руху типу PIR HC-SR501 (рис. 2.15); давач відкриття дверей типу MC-38 (рис. 2.16); GSM модуль типу SIM800L (рис. 2.18); модуля контролю заряду-розряду АКБ типу TP4056 (рис. 2.19) та модуля модуля п'єзодинаміка (рис. 2.20).



Рисунок 2.15 – Вигляд модуля давача руху типу PIR HC-SR501



Рисунок 2.16 – Вигляд давача відкриття дверей типу MC-38



Рисунок 2.17 – Вигляд модуля давача розбиття скла типу KY-037



Рисунок 2.18 – Вигляд GSM модуля типу SIM800L



Рисунок 2.19 – Вигляд модуля контролю заряду-розряду АКБ типу TP4056



Рисунок 2.20 – Вигляд модуля п'єзодинаміка

Електрична схема радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом представлена на рисунку 2.21.

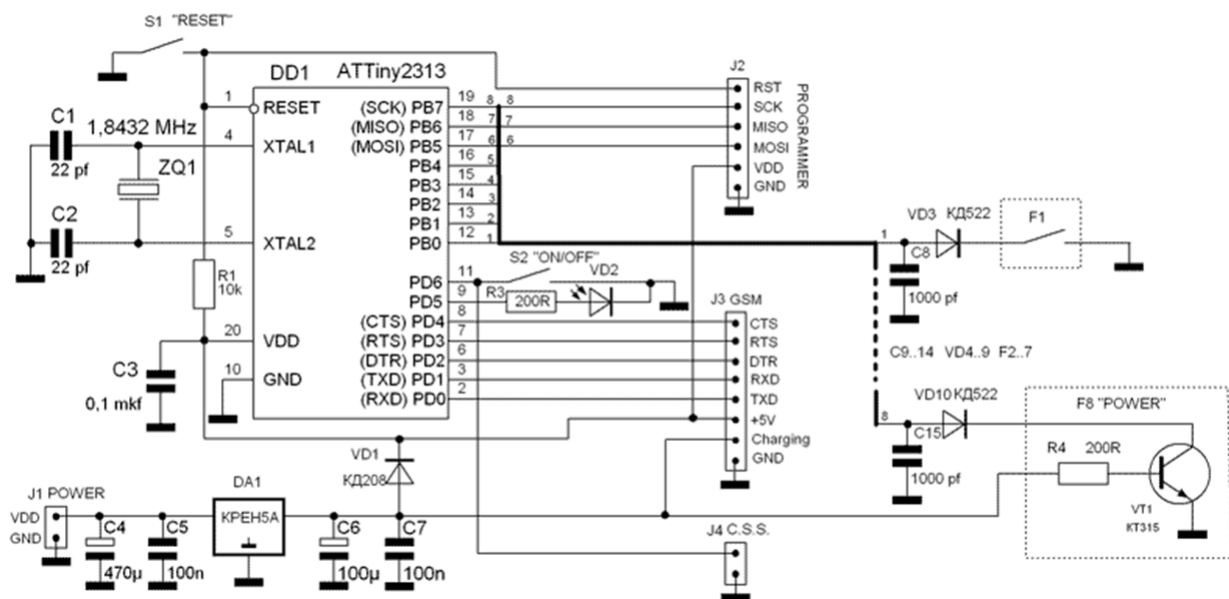


Рисунок 2.21 – Електрична схема радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом

Живлення пристрою здійснено від будь-якого з двох джерел: акумулятора GSM - телефону або зовнішнього живлення. При включеному зовнішньому живленні МК живиться від нього, а за його відсутності - від АКБ пристрою. Зовнішнє живлення стабілізується аналогової мікросхемою - стабілізатором

КРЕН5А, таким чином живлення пристрою може походити від напруги 5 - 20 вольт.

До виходів XTAL1 і XTAL2 підключений кварц частотою 1,8432 МГц, дана частота забезпечує безпомилкову роботу послідовного порту МК (UART). До роз'єму J2 "PROGRAMMER" підключається послідовний програматор для програмування мікроконтролера. До роз'єму J3 "GSM" підключається мобільний телефон. Лінії RXD і TXD телефону підключаються до відповідних висновків TXD і RXD послідовного порту МК , а висновки CTS, RTS, DTR мобільного телефону до таких же висновків МК [11-13].

Датчик підключається до висновків PB0 - PB7 мікроконтролера. Для запобігання впливу високочастотних перешкод на шлейф датчика встановлені конденсатори C8-C15. Коли датчик від'єднується від загальної клеми, датчик спрацьовує від розриву, таким чином запобігаючи можливості відключення шлейфу датчика. Діоди VD3 - VD10 захищають МК від високої напруги в шлейфі датчика.

Роботу пристрою можна синхронізувати з центральною системою безпеки через роз'єм J4 "C.S.S." ("Central Safety System"). В якості одного з датчиків (F8 на схемі) можна використовувати датчик наявності або відсутності зовнішнього джерела живлення в системі безпеки.

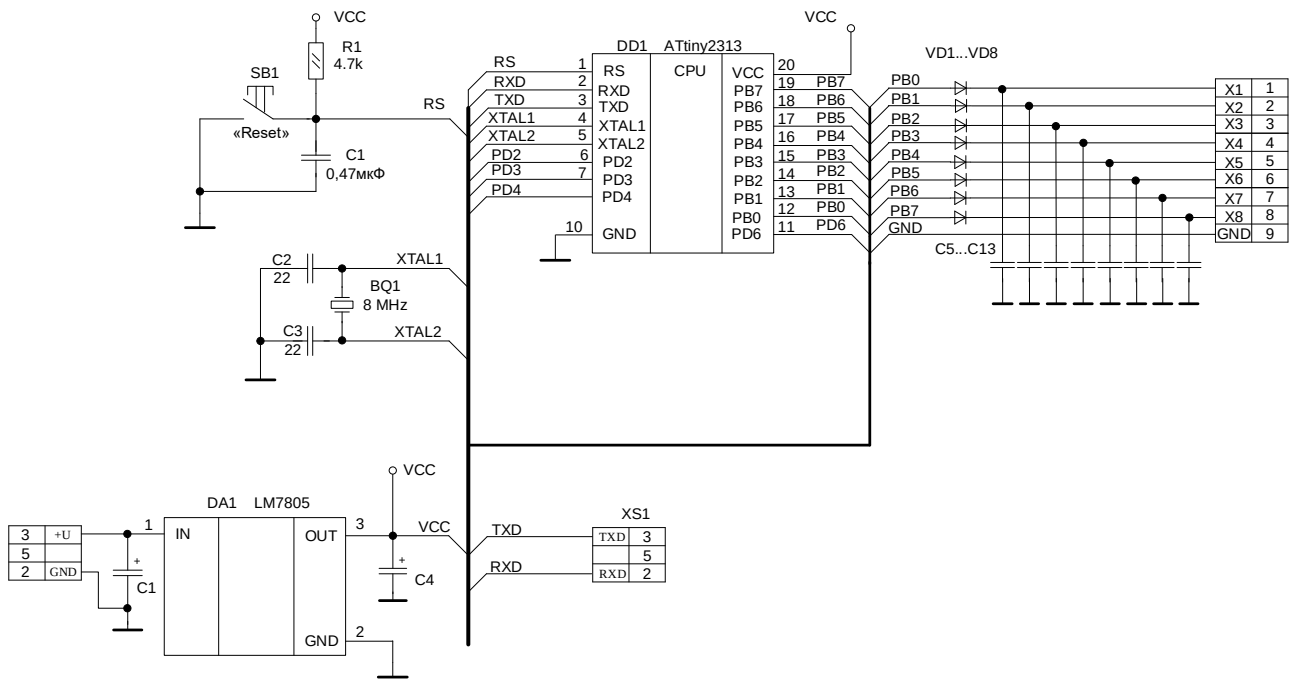


Рисунок 2.21 – Схема електрична принципова блоку мікроконтролера

2.8 Висновки до розділу

Вибір рішення GSM сигналізації був не випадковим. Пристрої, зібрані за цим рішенням, дуже ефективні в застосуванні. Важливим критерієм вибору є те, що пристрій має досить просту конструкцію, але працює дуже надійно і ефективно. Варто відзначити матеріальні фактори для вибору цього рішення, оскільки воно на порядок дешевше у виробництві в порівнянні з аналогічними пристроями. Також важливо, що система також має можливість сповіщати користувачів за допомогою телефонних дзвінків і текстових повідомлень. Як повідомляється, комплект Великий набір функцій і висока надійність приладу підтверджені багаторічним досвідом експлуатації.

Але головний критерій вибору полягає в тому, що якщо ви хочете вдосконалити або модернізувати свій пристрій, використання цієї схеми цілком можливо, оскільки розробники цієї схеми вже це передбачили.

З вище перерахованого очевидно, що вибір схеми зроблений успішно.

3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Розроблення загального алгоритму

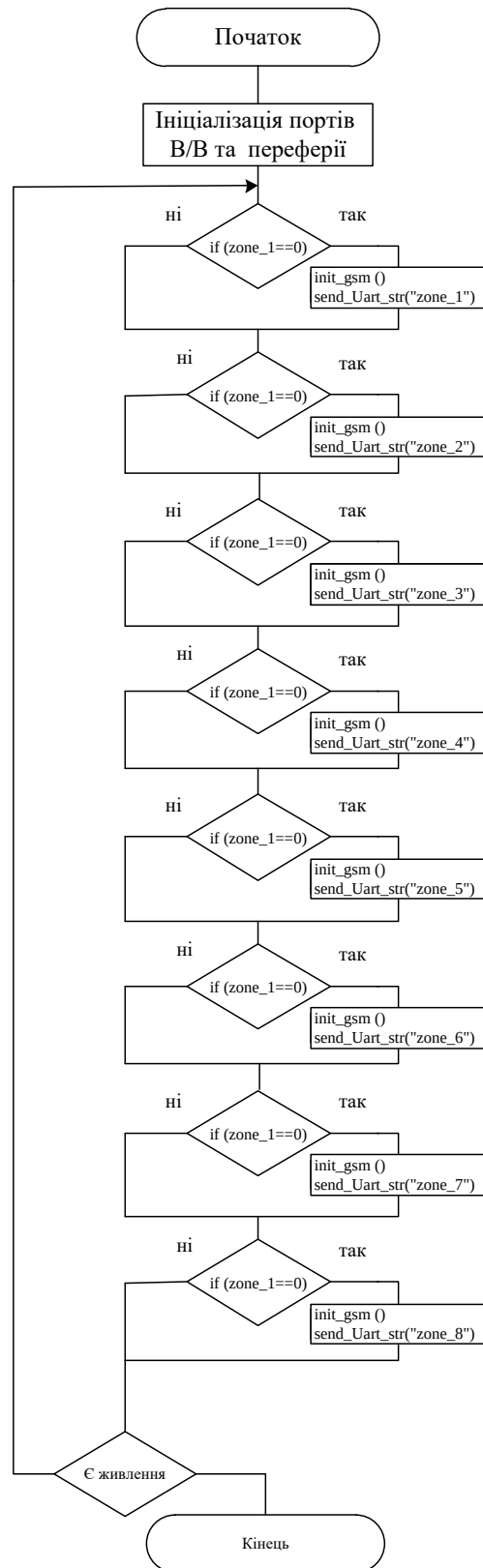


Рисунок 3.1 – Загальний алгоритм програми

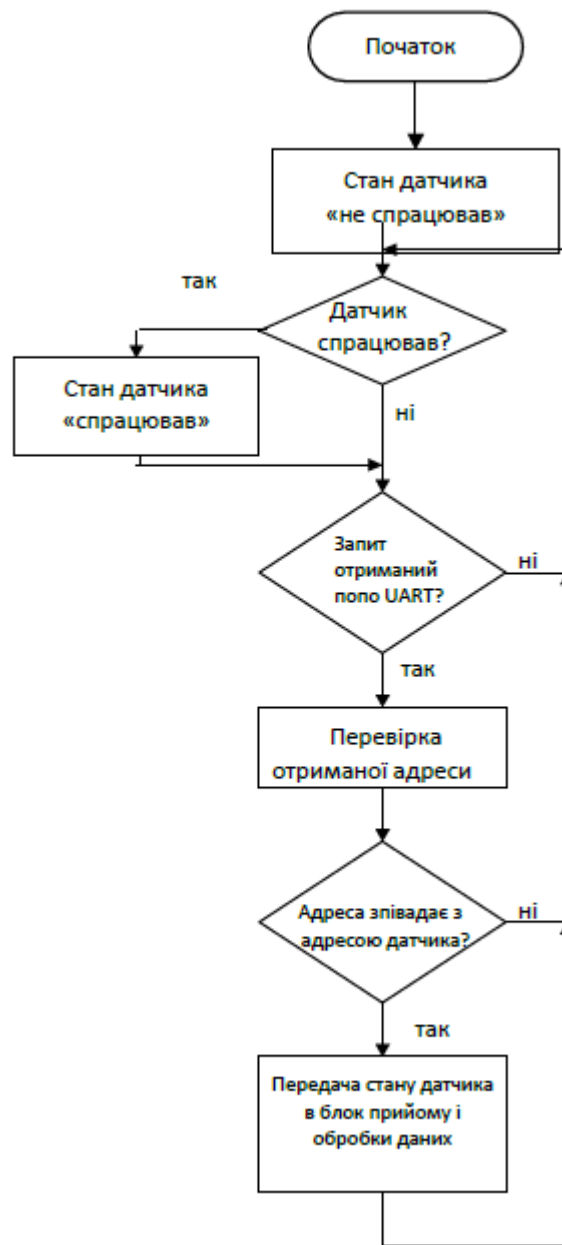


Рисунок 3.2 – Алгоритм роботи блоку оброблення сигналу датчика

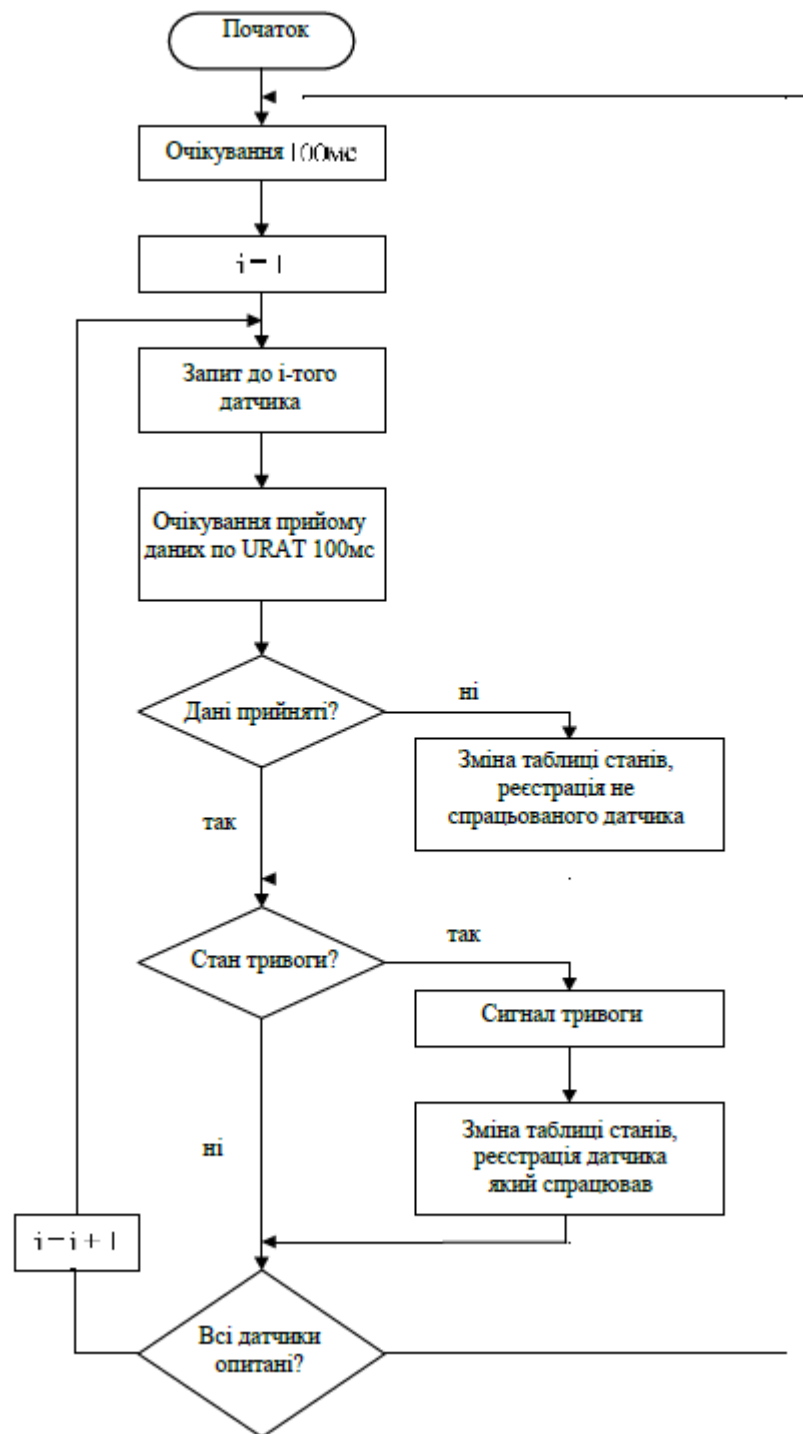


Рисунок 3.3 - Алгоритм роботи блоку приймання та оброблення даних

3.2 Формування тексту програми

C/C++ (включаючи детальні та зрозумілі пояснення) за алгоритмом на рис. 3.1 з урахуванням алгоритмів на рис. 3.2-3.3 [14].

Створимо текст програми мікроконтролера в середовищі компілятора CodeVision AVR C. Розробником цієї програми є HP InfoTech. Однією з голов-

них переваг CodeVisionAVR є те, що його неважко навчитися самостійно, він підтримує всі численні сімейства мікроконтролерів AVR (включно з чіпами з ядрами ATxmega), а також генерує повний та ефективний програмний код. Крім компіляції, середовище розробки здатна записувати створену програму в пам'ять мікроконтролера. Модуль прошивки може взаємодіяти з усіма популярними програматорами (AVR910, STK200/300 та ін.). Редактор дозволяє працювати над двома проектами одночасно, розміщувати закладки та встановлювати час автоматичного збереження результатів [15-16].

АТ-команди використовуються для коректної роботи мобільних телефонів GSM. Звичайно, існує багато команд АТ, але для наших цілей потрібні лише деякі:

АТ + CMGF - Встановити режим роботи: 0 цифр або 1 текст. Ця команда буде викликана першою, від неї залежить формат наступних команд і відповідь модему.

АТ+CMGS – надсилає повідомлення, формат параметрів сильно залежить від режиму (тобто попередньої команди).

Текст програми з необхідними коментарями подано нижче.

/*****

This program was produced by the

CodeWizardAVR V2.05.0 Professional

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2010 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 09.06.2014

Author :

Company :

Comments:

Chip type : ATtiny2313
 AVR Core Clock frequency: 8,000000 MHz
 Memory model : Tiny
 External RAM size : 0
 Data Stack size : 32

*****/

```
#include <tiny2313.h>
// Standard Input/Output functions
#include <delay.h>
// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>
```

```
#define zone_1 PINB.0
#define zone_2 PINB.1
#define zone_3 PINB.2
#define zone_4 PINB.3
#define zone_5 PINB.4
#define zone_6 PINB.5
#define zone_7 PINB.6
#define zone_8 PINB.7
```

```
void send_Uart(unsigned char c)// Отправка байта
```

```
{
    while(!(UCSRA&(1 << UDRE))) // Устанавливается, когда регистр свобо-
ден
```

```

    {
    }
    UDR = c;
}

void send_Uart_str(unsigned char *s)// Отправка строки
{
    while (*s != 0) send_Uart(*s++);
}

void init_gsm(void)
{
    send_Uart_str("AT+CMGF=1");
    send_Uart_str("AT+CMGS=067123456");
}

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Crystal Oscillator division factor: 1
    #pragma optimize-
    CLKPR=0x80;
    CLKPR=0x00;
    #ifdef _OPTIMIZE_SIZE_
    #pragma optimize+
    #endif

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Func2=In Func1=In Func0=In

```

```

// State2=T State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
PORTB=0xFF;
DDRB=0x00;

// Port D initialization
// Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
//
// Mode: Normal top=0xFF
if () {

// OC0A output: Disconnected
// OC0B output: Disconnected
TCCR0A=0x00;
TCCR0B=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0A=0x00;
OCR0B=0x00;

```



```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// Interrupt on any change on pins PCINT0-7: Off
GIMSK=0x00;
MCUCR=0x00;
```

```
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// Universal Serial Interface initialization
// Mode: Disabled
// Clock source: Register & Counter=no clk.
// USI Counter Overflow Interrupt: Off
USICR=0x00;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x06;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x33;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
DIDR=0x00;

while (1)
{
    if (zone_1==0)
```

```
{  
    init_gsm();  
    send_Uart_str("zone_1 ") ;  
};  
if (zone_2==0)  
{  
    init_gsm();  
    send_Uart_str("zone_2 ") ;  
};  
if (zone_3==0)  
{  
    init_gsm();  
    send_Uart_str("zone_3 ") ;  
};  
if (zone_4==0)  
{  
    init_gsm();  
    send_Uart_str("zone_4 ") ;  
};  
if (zone_5==0)  
{  
    init_gsm();  
    send_Uart_str("zone_5 ") ;  
};  
if (zone_6==0)  
{  
    init_gsm();  
    send_Uart_str("zone_6 ") ;  
};  
if (zone_7==0)
```

```
{  
    init_gsm();  
    send_Uart_str("zone_7 ") ;  
};  
if (zone_8==1)  
{  
    init_gsm();  
    send_Uart_str("zone_8 ") ;  
};  
delay_ms(500);  
}  
}
```

4 КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Електрична схема радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом, яка розроблена в додатку EasyEDA, наведена на рис. 4.1.

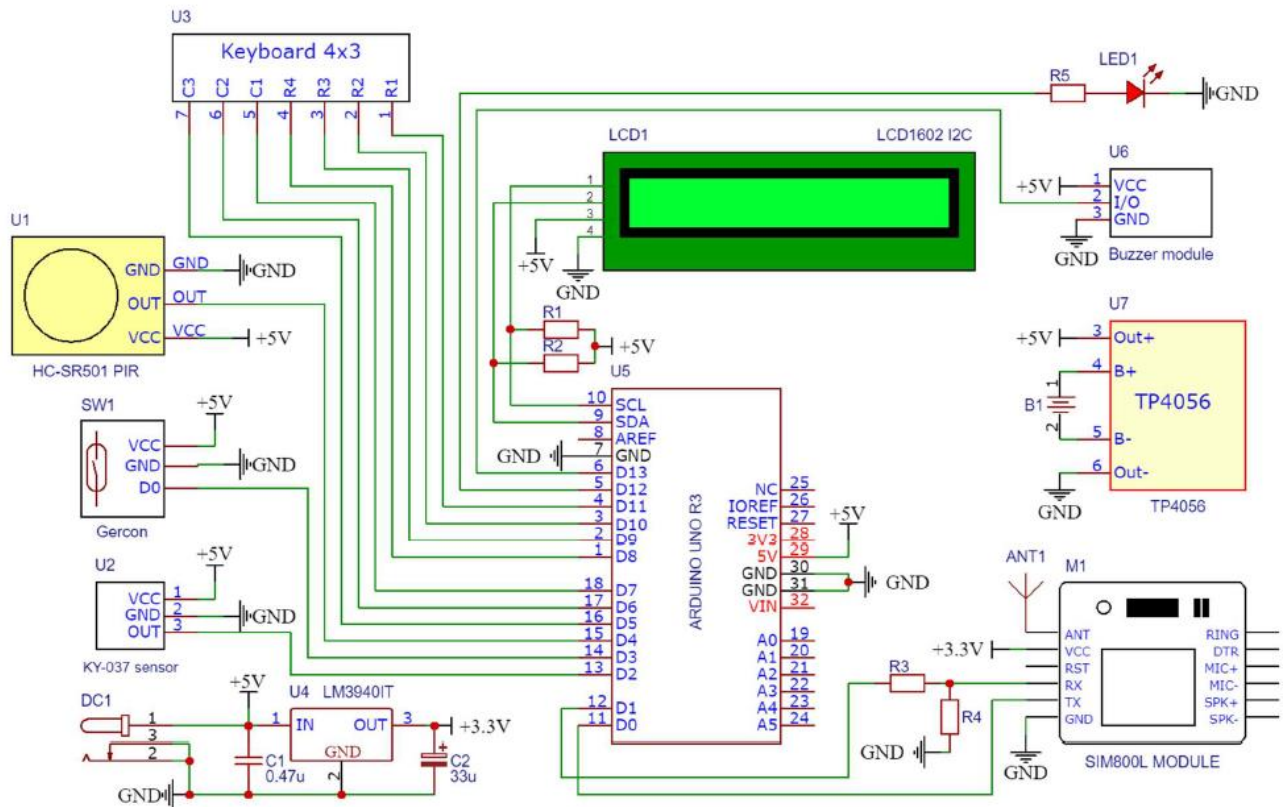


Рисунок 4.1 – Електрична схема радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом

Живлення схеми може здійснюватися з двох джерел: через роз'єм DC1 штатного блоку живлення або від батареї B1 через модуль управління її зарядом і розрядом U7. Оскільки GSM-модуль SIM800L живиться напругою 3,3 В, то в схемі передбачений стабілізатор напруги LM390IT, умовна назва якого U4.

Виходи датчика руху (U1), відкриття дверей (SW1) і розбиття скла (U2) підключені до цифрових входів платформи Arduino UNO, позначених на схемі U5. Матричний клавіатурний модуль U3 має сім виходів, три з яких відповідають за підключення колонок клавіатури до входів мікроконтролера, а чотири служать для підключення рядів клавіатури [14-16].

Рідкокристалічний дисплей LCD1 поєднується з модулем I2C для обміну даними з мікроконтролером по лініях SDA і SCL. Резистори R1 і R2 номінально 10 кОм використовуються для підключення цих ліній до +5 В, щоб забезпечити правильну роботу інтерфейсу I2C.

Модуль GSM M1 обмінюється даними з мікроконтролером платформи Arduino через інтерфейс UART. Резистори R3 і R4 утворюють дільник напруги для узгодження рівнів сигналу між модулями U5 і M1, оскільки вони мають різні напруги живлення. Антена ANT1 підключається до GSM модуля M1 для посилення рівня сигналу.

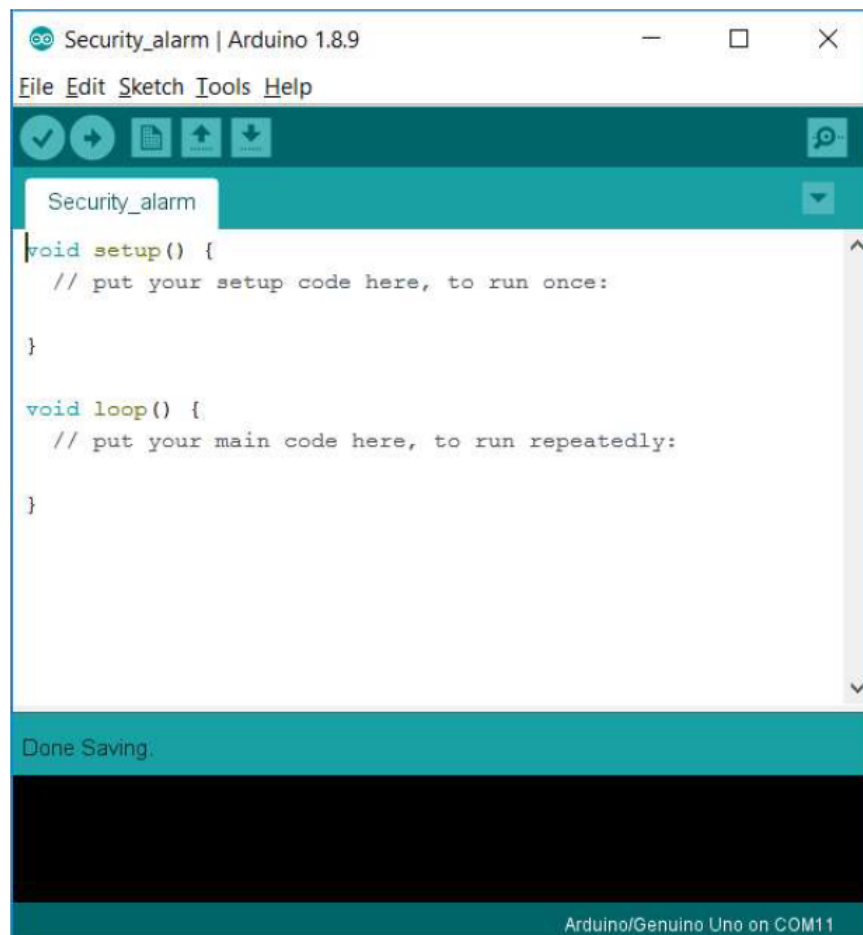


Рисунок 4.2 – Вигляд головного вікна додатку для програмування Arduino IDE

Ми використовуємо моделювання для вивчення деяких складних процесів, які неможливо вивчити в лабораторних умовах. Спочатку моделювання застосовувалося до більш простих процесів. Використовуйте фізичні пристрої для

моделювання таких процесів. Але ці методи неефективні, оскільки вони потребують більше часу та ресурсів для побудови моделі. Але деякі складні системи неможливо точно змоделювати за допомогою фізичних пристроїв. У наш час простішим способом вирішення цих проблем є математичне моделювання за допомогою електронно-обчислювальних машин. Існує багато різних пакетів програмного забезпечення для моделювання різних систем.

Розроблений блок керування телекомунікаційною системою ми змонтуюмо та змодельуємо в програмному комплексі PROTEUS 7.7 для забезпечення його ефективності. На малюнку 4.3 показано систему, зібрану в програмному середовищі PROTEUS 7.7.

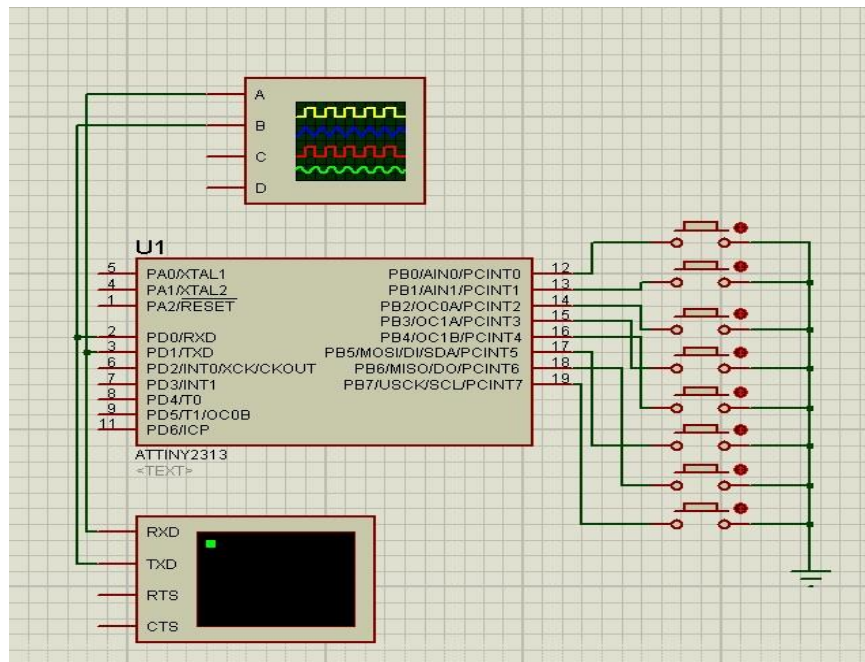


Рисунок 4.3 – Модель системи у програмному середовищі PROTEUS 7.7

Під'єднали осцилограф та віртуальний термінал до системи. При спрацюванні одного із датчиків, буде замикатись сигнал та на віртуальному терміналі буде показувати який спрацював датчик. Отримана осцилограма та віртуального терміналу одного датчика показані на рис. 4.4 та 4.5.

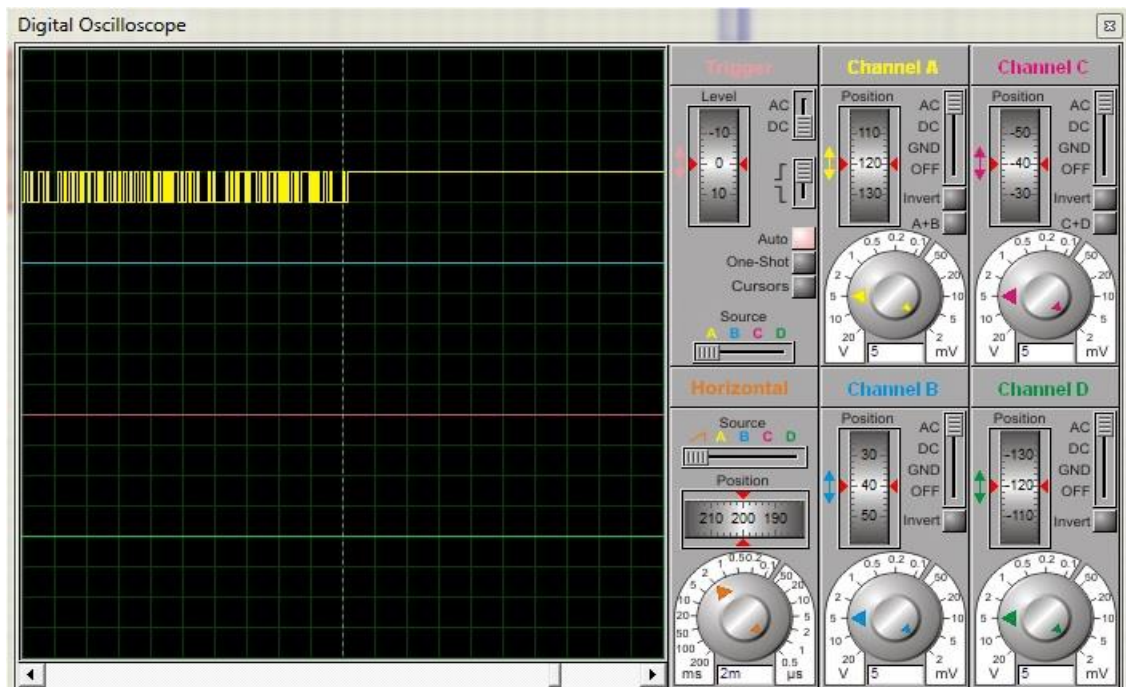


Рисунок 4.4 – Осцилограма сигналу

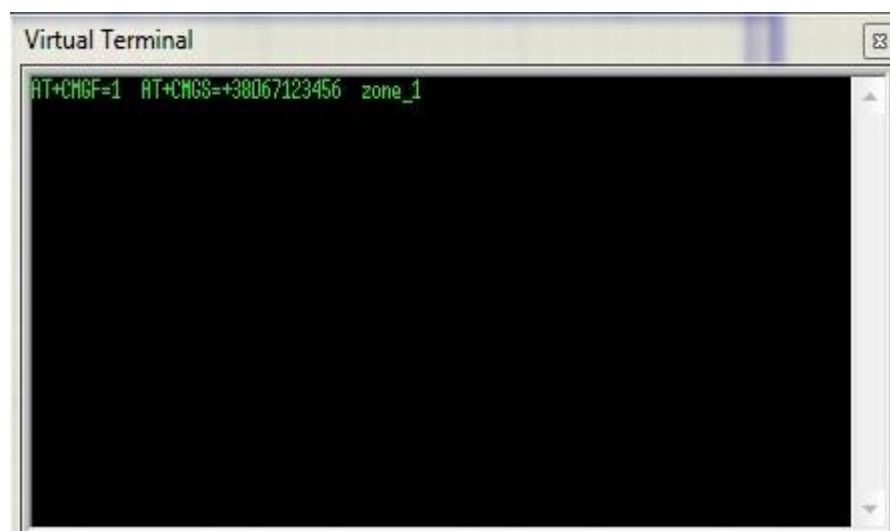


Рисунок 4.5 – Вікно віртуального терміналу

У вікні віртуального терміналу показано AT – команди для GSM телефону, а саме, якому абоненту і який текст буде відправлятися у SMS – повідомленні.

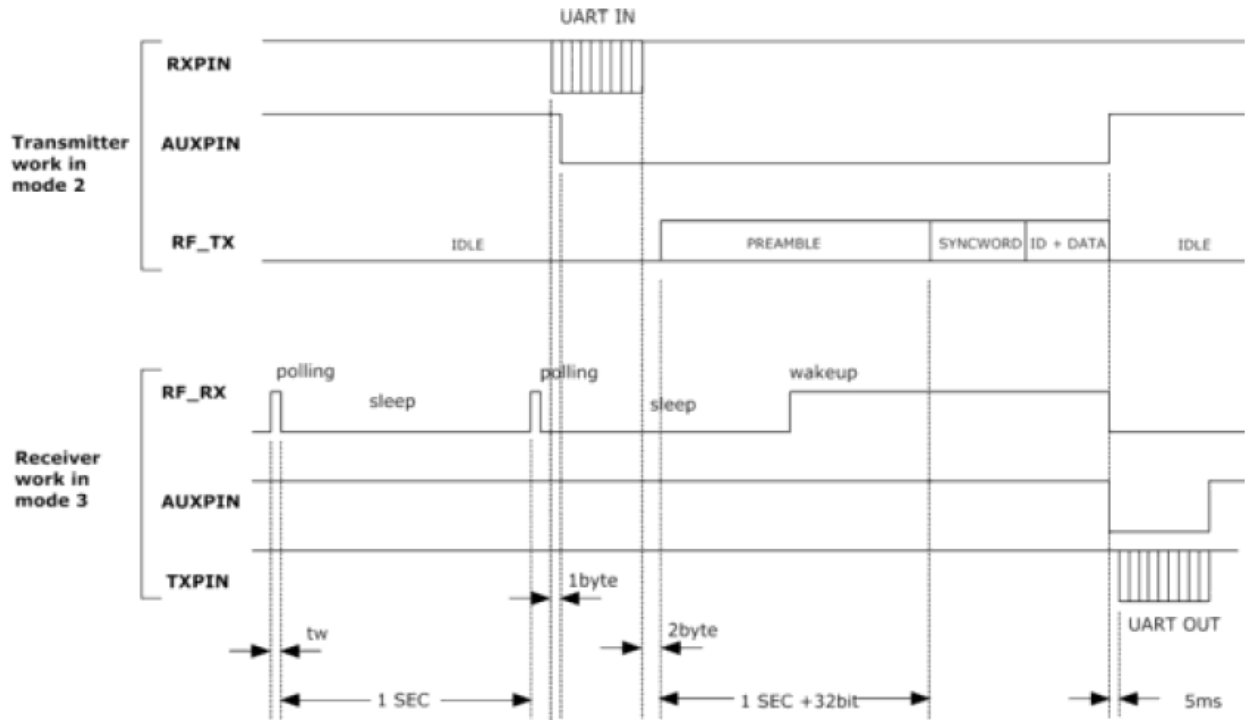


Рисунок 4.6 - Часові діаграми приймача в режимах приймання і передавання даних

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Проектування радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом відбувалася в приміщенні, яке обладнане комп'ютеризованими робочими місцями. На дослідника мали вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Фізичні: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена чи понижена вологість повітря; підвищений рівень статичної електрики; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; недостатня освітленість робочої зони.

2. Психофізіологічні: розумове перевантаження; перенапруга аналізаторів; статичне перевантаження.

Відповідно до визначених факторів формуємо рішення щодо безпечного виконання роботи.

5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

5.1.1 Обладнання робочого місця

Організація робочого простору для проектувальника радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом повинна відповідати ергономічним вимогам, щоб забезпечити комфортні умови праці. Робоче місце розраховане на сидячу роботу. При цьому враховуються загальні принципи ергономіки, а також особливості та характер трудової діяльності. [18].

Площа, виділена для одного робочого місця з ПК, повинна становити не менш 6 м^2 , а об'єм – не менше 20 м^3 [19].

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче, ніж 1,5%.

Виробничі приміщення повинні обладнуватись шафами для зберігання документів, стелажми, тумбами тощо, з урахуванням вимог до площі приміщень.

У приміщеннях з ПК слід щоденно робити вологе прибирання.

Приміщення із ПК мають бути оснащені аптечками першої медичної допомоги.

При приміщеннях із ПК мають бути обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження. В кімнаті психологічного розвантаження слід передбачити встановлення пристроїв для приготування й роздачі тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою.

Конструкція робочого місця користувача ПК повинна забезпечувати підтримку оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками: стопи ніг – на підлозі або на підставці для ніг; стегна – у горизонтальній площині; передпліччя – вертикальні; лікті – під кутом 70-90° до вертикальної площини; зап'ястя зігнуті під кутом не більше 20° щодо горизонтальної площини, нахил голови – 15-20° щодо вертикальної площини.

Висота робочої поверхні стола для відеотерміналу повинна перебувати в межах 680-800 мм, а ширина – забезпечувати можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля.

Робочий стіл для ПК повинен мати простір для ніг висотою не менш 600 мм, шириною не менш 500 мм, глибиною на рівні колін не менш 450 мм, на рівні витягнутої ноги - не менш 650 мм.

Робоче сидіння (стілець, крісло) користувача ПК повинен мати наступні основні елементи: сидіння, спинку й стаціонарні або знімні підлокітники.

Екран монітора й клавіатура повинні розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків і символів.

Клавіатуру варто розміщати на поверхні стола або на спеціальній, регульованій по висоті, робочій поверхні окремо від стола на відстані 100-300 мм

від краю, найближчого до працівника. Кут нахилу клавіатури повинен бути в межах 5-15°.

При організації праці, пов'язаної з використанням ПК, для збереження здоров'я працюючих, запобігання професійним захворюванням і підтримки працездатності передбачаються внутрішньо змінні регламентовані перерви для відпочинку.

Внутрішньозмінні режими праці й відпочинку містять додаткові нетривалі перерви в періоди, що передують появі об'єктивних і суб'єктивних ознак стомлення й зниження працездатності.

Працюючі з ПК підлягають обов'язковим медичним оглядам: попереднім – при влаштуванні на роботу і періодичним – протягом трудової діяльності. Основними критеріями оцінки придатності до роботи з ПК мають бути показники стану органів зору: гострота зору, показники рефракції, акомодації, стану біноккулярного апарату ока тощо. При цьому необхідно враховувати також стан організму в цілому.

Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв ПК й устаткування для обслуговування, ремонту й налагодження ПК в приміщенні виконана як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазових, нульових робочих і нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення електроприладів.

Металеві труби й гнучкі металеві рукави заземлені. Заземлення відповідає вимогам Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів [20].

Неприпустимим є:

- експлуатація кабелів і проводів з ушкодженими захисними властивостями за час експлуатації ізоляції; залишення під напругою кабелів і проводів з неізовльованими провідниками;
- застосування саморобних подовжувачів, що не відповідають вимогам ПУЕ до переносних електропроводів;
- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального устаткування або ламп накаливання;

- користування ушкодженими розетками, вимикачами й іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або здуття;
- підвішування світильників безпосередньо на струмоведучих проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною й іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);
- використання електроапаратури й приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Робота з проектування радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом за енерговитратами відноситься до категорії 1а [21]. Допустимі параметри мікроклімату для категорії 1а наведені в табл.5.2.1 (відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [22]).

Таблиця 5.2.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення оптимального мікроклімату в приміщенні використовується система опалення та вентиляції повітря. Вимірювання показників мікроклімату проводяться на початку, середині і кінці холодного і теплого періодів року, не рідше трьох разів протягом робочої зміни. При коливаннях цих показників, які можуть бути обумовлені технологічними процесами та іншими факторами, вимірювання також проводяться при найменших і найбільших значеннях термічних навантажень на працівників протягом робочої зміни.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

В приміщенні, де здійснюється проектування радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом можливими забруднювачами повітря може бути офісна техніка та пил, який потрапляє ззовні. ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 5.2.2.

Таблиця 5.2.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Середньо добова	Клас небезпечності
	Максимально разова		
Фенол	0,01	0,01	3
Формальдегід	0,035	0,003	2
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	4

В повітрі зовнішнього природного середовища, як і в повітряному середовищі приміщень завжди є наявною певна кількість заряджених частинок – іонів. Так в 1 см³ чистого зовнішнього повітря міститься близько 1000 негативних іонів і понад 1200 позитивних. Параметри іонного складу повітря на робочому місці, що обладнане ПК, повинні відповідати допустимим нормам (табл.5.2.3).

Таблиця 5.2.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Для дотримання нормального складу повітря робочої зони в приміщенні використовують припливно-витяжну вентиляцію. Систематично здійснюють

провітрювання через віконні отвори та вологе прибирання з метою підтримки оптимальних умов для праці. Крім того, в планах передбачено встановлення системи кондиціонування, що допоможе забезпечити стабільні параметри температури та вологості в приміщенні.

5.2.3 Виробниче освітлення

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні для виконання роботи зазначені у таблиці 5.2.4 (відповідно до ДБН В.2.5-28-2018[23]):

Таблиця 5.2.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	II	г	великий	світлий	1000	300	7	2,5	4,2	1,5

Місце праці повинно бути розташоване так, щоб уникнути попадання в очі прямого світла. Щоб уникнути світлових відблисків необхідно використовувати обладнання з матовою поверхнею. Для захисту очей від прямого сонячного світла чи джерел штучного освітлення необхідно застосовувати захисні козирки та жалюзі на вікнах.

Для створення оптимальних умов зорової роботи слід враховувати не лише кількість та якість освітлення, а й кольорове оточення. Так, при світлому пофарбуванні інтер'єру завдяки збільшенню кількості відбитого світла рівень освітленості підвищується на 20 – 40% (при тій же потужності джерел світла), різкість тіней зменшується, покращується рівномірність освітлення.

5.2.4 Виробничий шум

Допустимі рівні шуму та вібрації на місцях праці осіб, що працюють з ПК, встановлені санітарними нормами ДсанПіН 3.3.2-007-98 [24], витяг з яких подано в таблиці 5.2.5.

Таблиця 5.2.5 - Допустимі еквівалентні рівні шуму

Вид професійної діяльності, місце праці	Еквівалентні рівні шуму, дБА.
Програмісти	50
Оператори в залах опрацювання інформації на ПК та оператори комп'ютерного набору	65
В приміщеннях для розташування шумних агрегатів	75

Основними заходами боротьби з шумом є усунення або ослаблення причин шуму в самому його джерелі у процесі роботи, використання звукопоглинаючих матеріалів, раціональне планування виробничих приміщень.

5.2.5 Виробничі випромінювання

Оскільки проектування проводилося за допомогою ПК, то на робочому місці працівника можливий підвищений рівень електромагнітного випромінювання.

Основою функціонування організму є дуже слабкі біоелектричні струми, що синхронізують природні біологічні режими. Штучні ЕМП якщо співпадають з частотами біологічних ритмів мозку або біоелектричною активністю

серця чи інших органів людини можуть призвести до десинхронізації функціональних процесів в організмі.

Механізм біологічної дії на організм людини полягає як у тепловому, так і нетепловому специфічному ефекті, тепла дія ЕМП проявляються у підвищенні температури тіла, а також локальному, вибіркового нагріванні тканин, органів, клітин унаслідок переходу електромагнітної енергії у теплову.

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітору комп'ютера представлені в табл. 5.2.6.

Таблиця 5.2.6 – Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Види поля	Допустимі параметри поля		Допустима поверхнева щільність потоку енергії (інтенсивність потоку енергії), Вт/м ²
	за електричною складовою (E), В/м	за магнітною складовою (H), А/м	
Напруженість електромагнітного поля, 6 кГц...3 МГц	50	5	
3 МГц...30 МГц	2	-	
30 МГц...5 ГГц	-	-	10
Електромагнітне поле оптичного діапазону в ультрафіолетовій частині спектру: УФ-С (220...280 нм)			0,001
УФ-В (280...320 нм)			0,01
УФ-А (320...400 нм)			10,0
в інфрачервоній частині спектру: 0,76... 10,0 мкм			35,0... 70,0
Напруженість електричного поля ВДТ			20 В/м

Для зменшення впливу ЕМП від ПК на дослідника, необхідно дотримуватися регламентованих режимів роботи та відпочинку.

5.3 Пожежна безпека

В приміщенні, де здійснювалося проектування радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом використовуються тільки негорючі речовини та матеріали у холодному стані, за ступенем вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщення відноситься до категорії «Д».

За вогнестійкістю будинок відноситься до другої категорії [25]. Робоча зона приміщення віднесена до класу вибухонебезпечності В-Па та пожежонебезпечності П-Па, оскільки вибухонебезпечна концентрація пилу і волокон може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності.

5.3.1 Технічні рішення системи запобігання пожежі

Система запобігання пожежі включає такі основні напрями:

- запобігання утворенню горючого середовища. Досягається: застосуванням герметичного виробничого устаткування; максимально можливою заміною в технологічних процесах горючих речовин та матеріалів негорючими; обмеженням кількості пожежо- та вибухонебезпечних речовин при використанні та зберіганні, а також правильним їх розміщенням; ізоляцією горючого та вибухонебезпечного середовища; організацією контролю за складом повітря в приміщенні та контролю за станом середовища в апаратах; застосуванням робочої та аварійної вентиляції; відведенням горючого середовища в спеціальні пристрої та безпечні місця; застосуванням в установках з горючими речовинами пристроїв захисту від пошкоджень та аварій; використанням інгібувальних (хімічно активні компоненти, що сприяють припиненню пожежі) та флегматизаційних (інертні компоненти, що роблять середовище негорючим) добавок та ін.

- запобігання виникненню в горючому середовищі (чи внесенню в нього) джерела запалювання. Досягається: використанням устаткування та при-

строїв, при роботі яких не виникає джерел запалювання; використанням електроустаткування, що відповідає за виконанням класу пожежо- та вибухонебезпеки приміщень та зон, груп і категорії вибухонебезпечної суміші; виконанням вимог щодо сумісного зберігання речовин та матеріалів; використанням устаткування, що задовольняє вимоги електростатичної іскробезпеки; улаштуванням блискавкозахисту; організацією автоматичного контролю параметрів, що визначають джерела запалювання; використанням швидкодіючих засобів захисного вимкнення; заземленням устаткування, видовжених металоконструкцій; використанням під час роботи з ЛЗР інструментів, що не допускають іскроутворення; ліквідацією умов для самоспалахування речовин і матеріалів; усуненням контакту з повітрям пірофорних речовин; підтриманням температури нагрівання поверхні устаткування пристроїв, речовин та матеріалів, які можуть контактувати з горючим середовищем нижче гранично допустимої (80 % температури самозаймання).

Можливі причини виникнення пожежі у приміщенні, де проводилося проектування кодерів сигналів звукомовлення на базі цифрової модуляції з передбаченням такі:

- несправна електропроводка (іскріння, перегрів провідників, пересихання електроізоляційних матеріалів);
- залишення без нагляду увімкнутих комп'ютерів, обчислювальної техніки та інших електроприладів.

Для запобігання виникнення пожежі доцільні такі заходи:

- призначення осіб, що відповідальні за пожежну безпеку приміщення;
- систематичне проведення повторних протипожежних інструктажів та занять за програмою пожежно-технічного мінімуму з особами, що відповідальні за пожежну безпеку;
- утримання в справному стані засобів протипожежного захисту.

5.3.2 Технічні рішення системи протипожежного захисту

Протипожежний захист промислових об'єктів забезпечується:

- правильним вибором необхідного ступеня вогнестійкості будівельних конструкцій; правильним об'ємно-планувальним рішенням будівель і споруд; розташуванням приміщень та виробництв з урахуванням вимог пожежної безпеки;
- улаштуванням протипожежних перепон у будівлях, системах вентиляції, опалювальних та кабельних комунікаціях;
- спорудженням протидимного захисту;
- забезпеченням евакуації людей;
- використанням засобів пожежної сигналізації, сповіщення та пожежогасіння;
- організацією пожежної охорони об'єкта;
- засобами, що забезпечують успішне розгортання тактичних дій гасіння пожежі.

Досліджуване приміщення має два переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше. Крім того, треба передбачати по одному вуглекислотному вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше:

- на 20 м² площі підлоги в таких приміщеннях: офісні приміщення з ПК, комори, електрощитові, вентиляційні камери та інші технічні приміщення;
- на 50 м² площі підлоги приміщень архівів, машинних залів, бібліотек, музеїв [26].

ВИСНОВКИ

У бакалаврській дипломній роботі здійснено розроблення та дослідження радіоелектронного пристрою охоронної сигналізації з GSM каналом. На початковому етапі було здійснено аналітичний огляд літератури, у якому розглянуті аналіз існуючих охоронних систем. Проведення аналітичного огляду системи показало її загальні принципи роботи, а також значні переваги в порівнянні з іншими аналоговими системами.

В другому розділі бакалаврської дипломної роботи розглянуто вибір датчика для охоронної системи, у якому описано та проведено аналітичний огляд схем існуючих датчиків руху, та вибрано датчик GSM сигналізації, який має значні переваги над їхніми охоронними сповіщувачами.

В третьому розділі бакалаврської роботи розглянуто розробку програмного забезпечення, у якому описано розробку загального алгоритму функціонування приладу та сформовано текст програми МПП на мові програмування C/C++.

Четвертий розділ бакалаврської дипломної роботи присвячений комп'ютерному моделюванню. Тут було побудовано осцилограму сигналів. Дані дослідження підтвердили адекватність проведених в попередньому розділі програмного забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Михальчук Д. О., Яворська О. М. Аналіз ринку систем охоронної сигналізації. Матеріали 75-ї науково-технічної конференції професорсько викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів. 2020. С. 49-50.
2. Ahmad M. B., Abdullahi A. A., Muhammad A. S., Saleh Y. B., Usman U. B. The Various Types of sensors used in the Security Alarm system. International Journal of New Computer Architectures and their Applications (IJNCAA). 2019. 9(2). P. 50-59.
3. Погребенник В. Д., Політило Р. В. Ультразвукові сенсори системи охоронної сигналізації. Вісник НТУУ “КПІ”. Серія «Приладобудування». 2008. Вип. 36. С. 68-76.
4. Кугір А. В. Автоматизована система охоронної сигналізації для промислового підприємства. 2021. С. 75-76.
5. Çavaş M., Ahmad M. B. A review advancement of security alarm system using internet of things (IoT). International Journal of New Computer Architectures and their Applications (IJNCAA). 9 (2). 2019.P. 38-49.
6. Кучеров Д. П., Березкін А. Л. Радіоканал LORA в системі охоронної сигналізації. Наукоємні технології. 2019. № 3(43). С. 357-363.
7. Комплект бездротової сигналізації MAKS PRO Black. URL: <https://securitylab.com.ua/ua/maks-pro-black/> (дата звернення: 16.04.2022).
8. Комплект бездротової сигналізації ATIS Kit GSM 100. URL: <https://securitylab.com.ua/ua/atis-kit-gsm-100/> (дата звернення: 17.04.2022).
9. StarterKit – стартовий комплект системи безпеки Ajax. URL: <https://ajax.systems.ua/products/starterkit/> (дата звернення: 18.04.2022).
10. Бездротова кімнатна сирена Ajax HomeSiren. URL: <https://ajax.systems.ua/products/homesiren/> (дата звернення: 18.04.2022).
11. Поширення земних радіохвиль та мобільний зв'язок / Л. М. Логачова, Т. І. Бугрова / Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 236 с

12. Захист інформації в комп'ютерних системах та мережах : навч. посібник / С. Г. Семенов [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХП", 2014. – 251 с.

13. [Текст] : конспект лекцій з дисципліни “Основи теорії передавання та кодування інформації” для студ. радіотехнічного ф-ту / Уклад. Г.І. Бондаренко - К.: НТУУ "КПІ", 2019. – 307 с.

14. Системи рухомого зв'язку. Навчальний посібник / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Бєлов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с.

15. Телекомунікаційні мережі рухомого (мобільного) зв'язку загального користування. Телекомунікаційні послуги. Показники якості. Методи випробування СОУ 64.2–00017584–006:2009 / Державне підприємство «Український державний центр радіочастот»; Товариство з обмеженою відповідальністю "Науково-дослідний інститут Радіо"; Приватне підприємство «Ай Бі Консалтинг» - В.Корсак (науковий керівник); І. Гепко, док. техн. наук; Є. Свиридов, канд. техн. наук

16. Закон України від 18.11.2003 № 1280-IV «Про телекомунікації».

17. ДСТУ OHSAS 18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007 (OHSAS 18002:2008, IDT). К. : ГП «УкрНИУЦ», 2016. 21 с

18. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71028

19. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php.

20. ДСТУБ В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с

21. Гігієнічна класифікація праці (за показниками шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища від 12.08.1986 № 4137-86. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86>

22. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

23. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/prirodne-i-shtuchne-osvitlennja-nor8425.html>

24. Про мінімальні вимоги безпеки при роботі з дисплейним обладнанням: 90/270/ЕЭС. Брюссель : Рада Європейських співтовариств, 1990. URL: <http://docs.pravo.ru/document/view/32704903/>

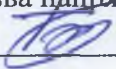
25. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pd

26. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

Додаток А
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ
РАДІОЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ З
GSM КАНАЛОМ

Виконав: студент 4-го курсу, групи ТКР-206
спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Рябий Б.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник:  д.т.н., проф., професор каф. ІРТС
Семенов А.О.

(прізвище та ініціали)

«11» 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ - 2024 рік



Рисунок 1 - Склад технічних засобів охорони та безпеки

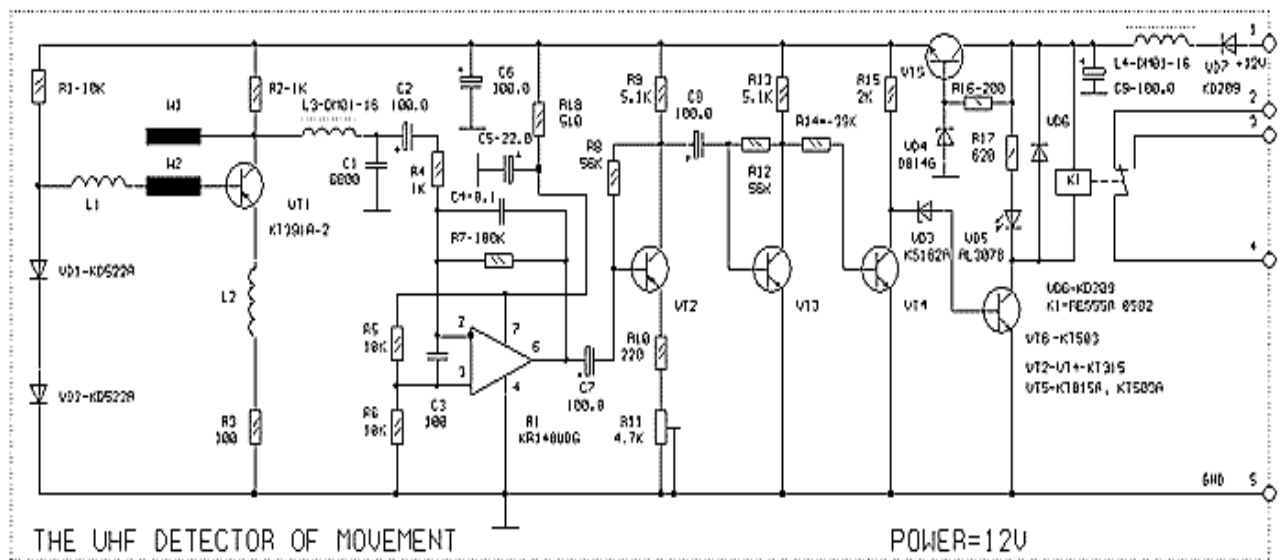


Рисунок 2 - Схема СВЧ датчика руху

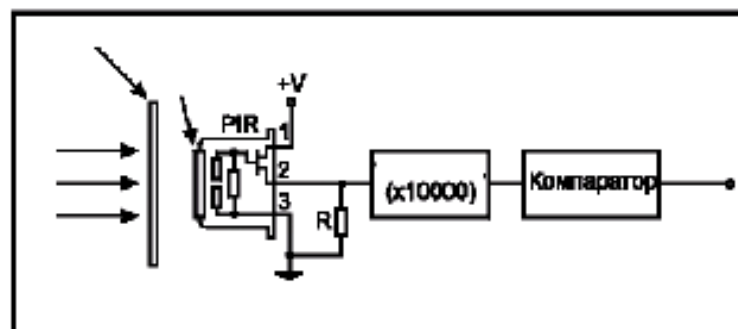


Рисунок 3 - Структурна схема детектора переміщень.

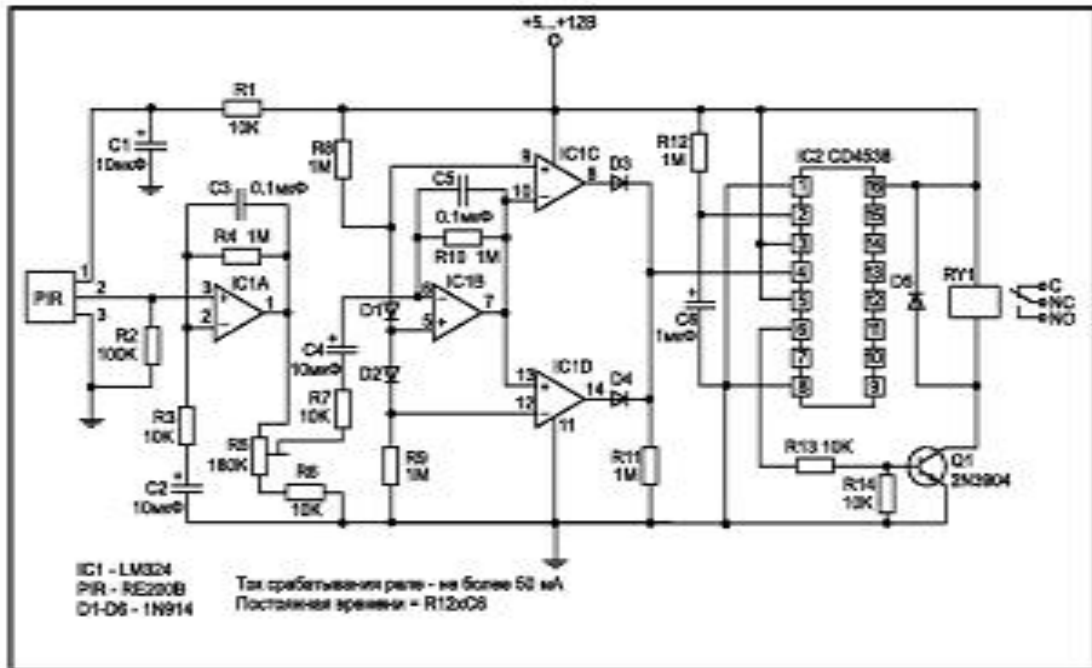


Рисунок 4 - Схема ІЧ датчика переміщення

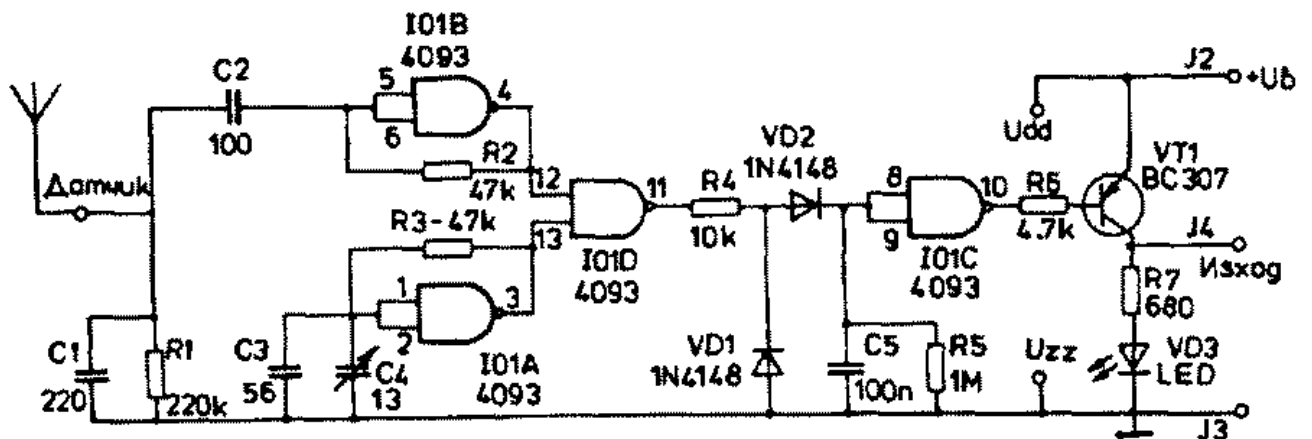


Рисунок 5 – Схема простого детектора рухів

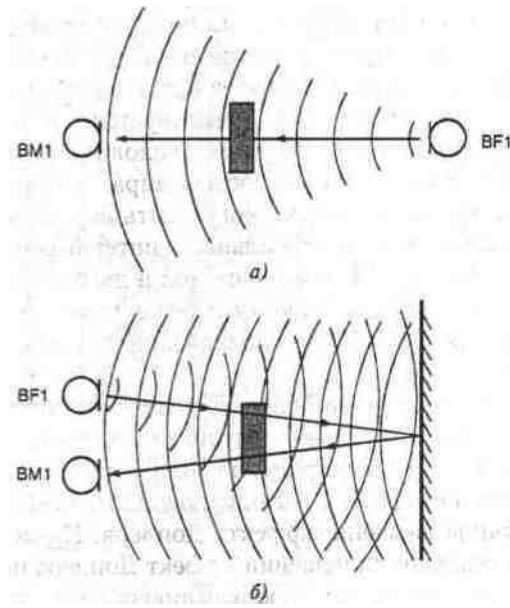


Рисунок 6 - Побудова ультразвукових систем виявлення

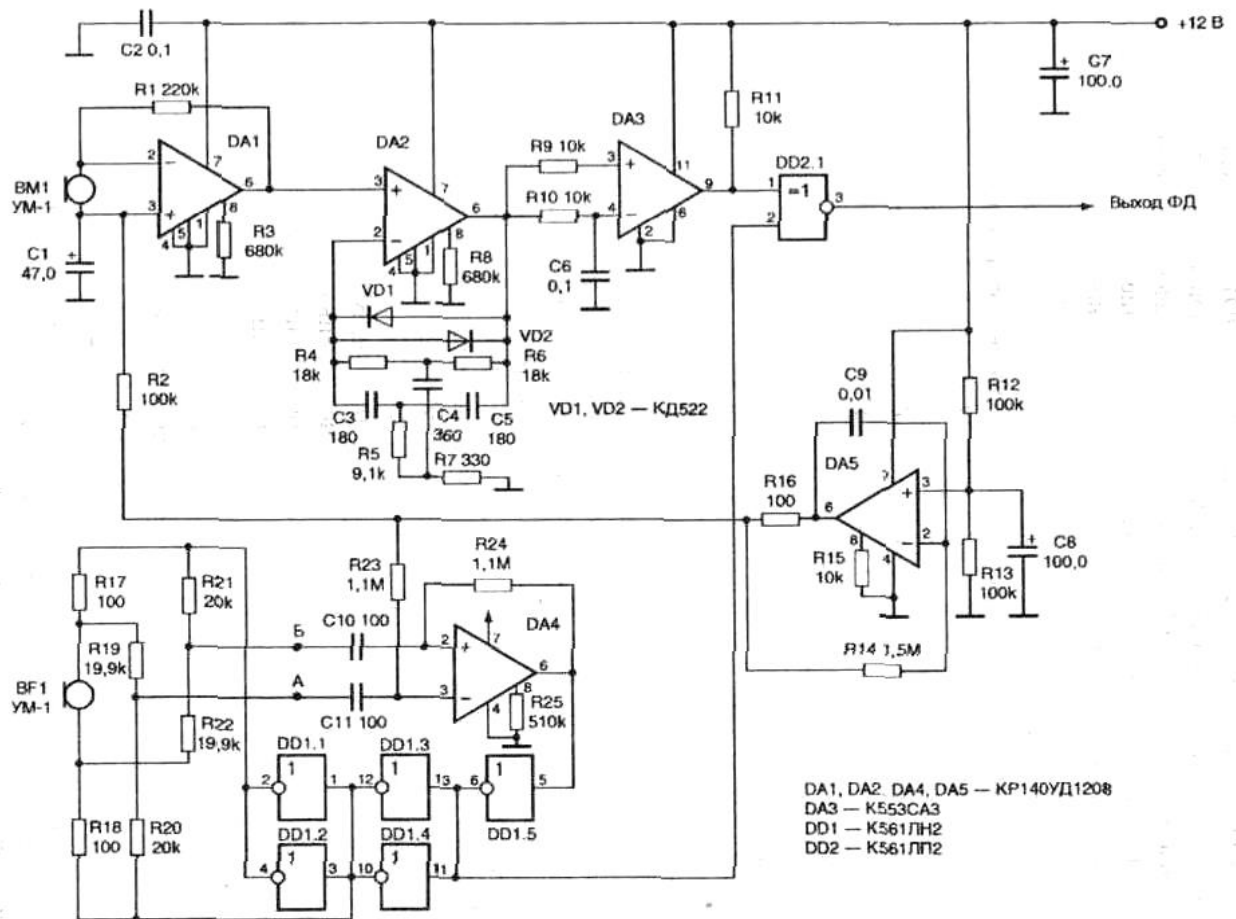


Рисунок 7 - Ультразвуковой датчик руху

[illegible]

Рисунок 9 – Електрична схема пристрою

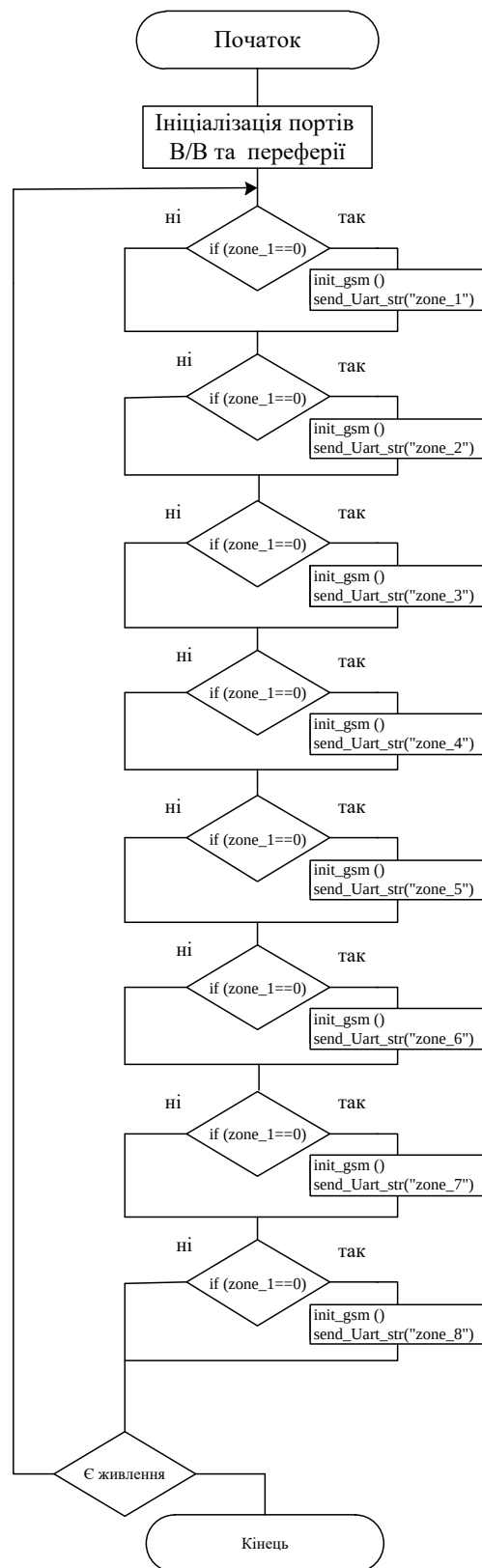


Рисунок 10 – Загальний алгоритм програми

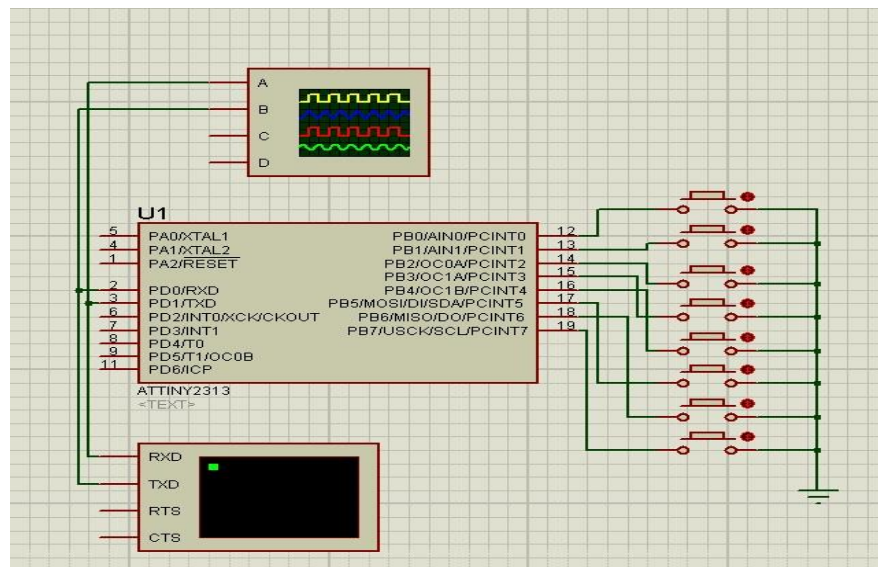


Рисунок 11 – Модель системи у програмному середовищі PROTEUS 7.7

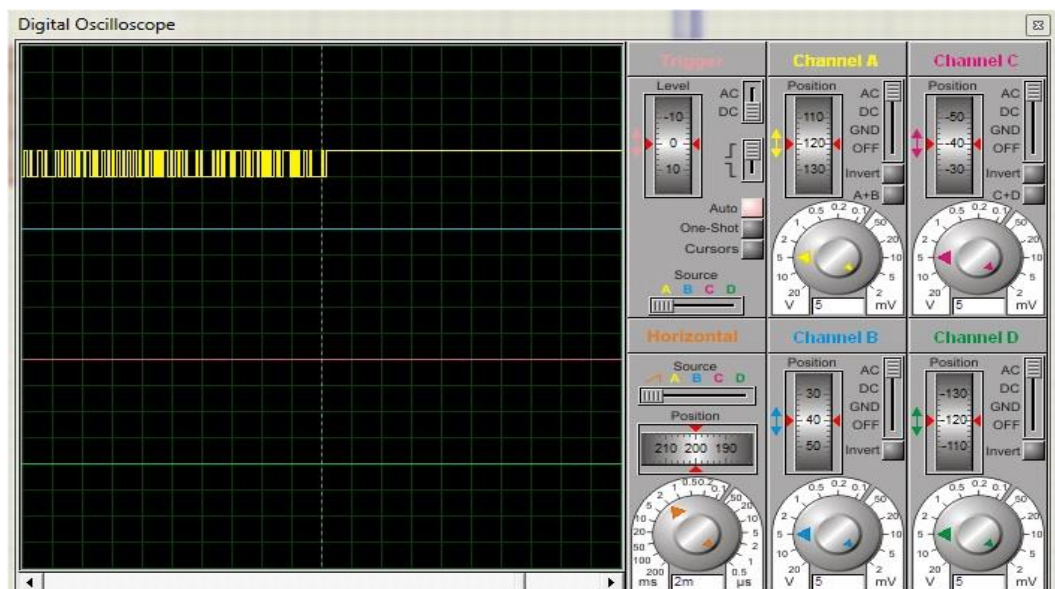


Рисунок 12 – Осцилограма сигналу

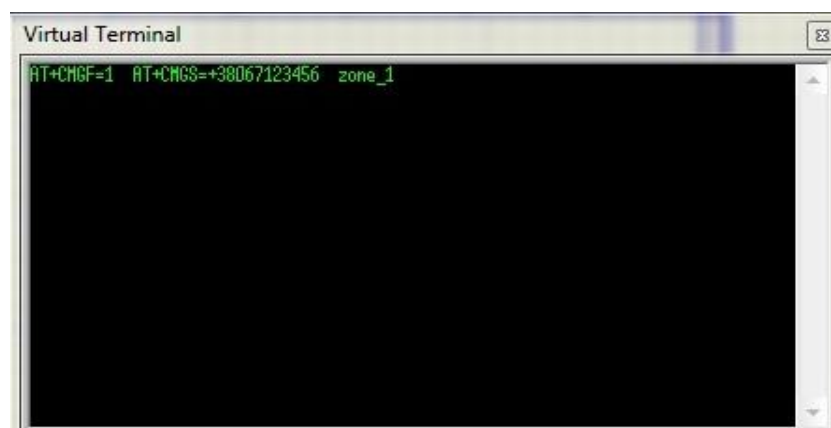


Рисунок 13 – Вікно віртуального термінал

Додаток Б
(обов'язковий)

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ РОБОТИ
РАДІОЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ З
GSM КАНАЛОМ**

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Радіoeлектронний пристрій охоронної сигналізації з GSM каналом»

Тип роботи: БДР
(БДР, МКР)

Підрозділ ІРТС, ІЕС
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 88,2% Схожість 11,8%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібно):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Олександр ЗВЯГІН
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Богдан РЯБИЙ
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Андрій СЕМЕНОВ
(прізвище, ініціали)