**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**
**ім. Ю. М. ПОТЕБНІ**

**Кафедра електроніки, інформаційних систем**
**та програмного забезпечення**
(повна назва кафедри)

# Кваліфікаційна робота

*другий магістерський*
(рівень вищої освіти)

на тему *Дослідження та розробка інформаційних систем кодового доступу до приміщення*

Виконав: студент (ка) *II* курсу, групи *8.1764*

Спеціальності *176 Мікро- та наносистемна техніка*
(код і назва спеціальності)

освітньої програми *Мікроелектронні інформаційні системи*
(код і назва освітньої програми)

*Д. В. Піпаш*
(ініціали та прізвище)

Керівник *доцент кафедри ЕІСПЗ, доцент, к.т.н.*
*Верьовкін Л. .Л.*
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент *завідувач кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем, професор, д.т.н.*
*Коваленко В. Л.*
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

2025 рік

**МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ**
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**
**ім. Ю. М. ПОТЕБНІ**

Кафедра *електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення*
Рівень вищої освіти *другий магістерський*
Спеціальність *176 Мікро- та наносистемна техніка*
(код і назва)
Освітня програма *Мікроелектронні інформаційні системи*
(код і назва)

**Спеціалізація**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
**Завідувач кафедри** *ЕІСПЗ*
*Критська Т. В.*
*"15" грудня 2025 року*

# З А В Д А Н Н Я
## НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

*Піпашу Дмитру Володимировичу*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) *Дослідження та розробка інформаційних систем кодового доступу до приміщення*
керівник проєкту (роботи) *Верьовкін Леонід Леонідович, доцент, к.т.н.*
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від *"27" лютого 2025 року №313-с*
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) *12 грудня 2025року*
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) *Напруга живлення 5В, елементна база КМОП 561 серії, введення інформації за допомогою клавіатури комбінаційного типу*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Інформаційні системи кодового доступу. Розробка мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу до приміщення. Техніко-економічне обґрунтування розробки мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу до приміщення. Охорона праці та техногенна безпека.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
*. Функціональна схема інформаційної системи кодового доступу. Блок введення та розпізнавання коду. Схема двійково-десяткового лічильника. Таймер тактових послідовностей лічильника. Аналіз функціонування генератора тактових послідовностей лічильника. Функціональна схема інформаційної системи кодового доступу. Аналіз функціонування блоку кодування інформації. Загальна схема мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу до приміщення*

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата завдання прийняв |
|---|---|---|
| *I* | *Верьовкін Л.Л., доцент* | *13.10.2025* |
| *II* | *Верьовкін Л.Л., доцент* | *10.11.2025* |
| *III* | *Верьовкін Л.Л., доцент* | *17.11.2025* |
| *IV* | *Верьовкін Л.Л., доцент* | *23.11.2025* |
| | | |

7. Дата видачі завдання ___*03 березня 2025 року*_____

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту (роботи) | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|---|---|---|---|
| *1* | *Аналітичний огляд датчиків і детекторів систем кодового доступу* | *14.09.2025* | |
| *2* | *Дослідження принципів побудови інтегральних систем кодового доступу* | *18.09.2025* | |
| *3* | *Аналіз принципів функціонування блоків кодування інформації* | *13.10.2025* | |
| *4* | *Моделювання функціональної схеми пристрою* | *20.10.2025* | |
| *5* | *Розрахунок основних параметрів лічильника послідовності набору коду* | *27.10.2025* | |
| *6* | *Розрахунок основних параметрів дешифратора станів двійково-десяткового лічильника* | *03.11.2025* | |
| *7* | *Побудова таймера тактових послідовностей лічильника* | *10.11.2025* | |
| *8* | *Техніко-економічне обгрунтуванн* | *17.11.2025* | |
| *9* | *Охорона праці та техногенна безпека* | *23.11.2025* | |
| *10* | *Написання пояснювальної записки* | *02.12.2025* | |
| *11* | *Оформлення графічного матеріалу* | *08.12.2025* | |
| *12* | *Попередній захист дипломної роботи* | *12.12.2025* | |
| *13* | *Оприлюднений захист кваліфікаційної роботи* | *18.12.2025* | |

Студент _____ _____*Піпаш Д. В.*_____
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ _____*Верьовкін Л. .Л.*_____
( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер _____ _____*Верьовкін Л. Л.*_____
( підпис ) (прізвище та ініціали)

# Реферат

Дипломна робота містить 84 сторінки, 41 рисунок, 20 таблиць, 17 джерел літератури.

Об’єкт дослідження – мікроелектронні інформаційні системи кодового доступу.

Мета роботи – розробка простої, оригінальної у виготовленні і ефективної у роботі інформаційної системи кодового доступу до приміщення.

Задачі роботи – розробити схему введення та розпізнавання інформаційного коду; розробити схему лічильник послідовності набору коду; розробити схему підключення виконавчих пристроїв; провести аналіз функціонування розроблених схем інформаційної системи кодового доступу до приміщення.

Методика досліджень – моделювання пристрою за допомогою програмних забезпечень Electronics Workbench 5.12, SPlan 5.0.

Короткий виклад результатів досліджень – проведений аналіз проблем, які виникають при рішенні задач введення кодованої інформації в мікроелектронні інформаційні системи.

Результати впроваджень – електронна модель приладу пройшла випробовування за допомогою програмних забезпечень кафедри ЕІСПЗ.

Прогнозні пропозиції: результати роботи рекомендуються для кодування інформації в електронних пристроях сигналізації, систем доступу до охоронних об’єктів та систем захисту від несанкціонованого доступу до приміщення.

КЛАВІАТУРА, РОСПІЗНАВАННЯ КОДУ, ТАЙМЕР, ДАТЧИК ПРОНИКНЕННЯ, ГЕНЕРАТОР, ДЕШИФРАТОР, ВИКОНАВЧИЙ КАСКАД

Дипломну роботу виконано на кафедрі електроніки, мікроелектронних систем та програмного забезпечення, з 03.03.2025 р. по 12.12.2025 р.

Зміст

Стор.

Вступ …….. 6

1 Інформаційні системи кодового доступу …… 8

1.1 Огляд датчиків і детекторів систем кодового доступу …….. 8

1.1.1 Ультразвукові сповіщувачі ……. 13

1.1.2 Активні оптико-електронні сповіщувачі ……... 16

1.1.3 Пасивні оптико-електронні сповіщувачі (детектори руху) ……. 18

1.1.4 Радіохвильові сповіщувачі …….. 21

1.2 Інтегральна система кодового доступу ……. 25

1.3 Цифрові таймери ……. 26

2 Розробка мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу до приміщення …….. 32

2.1 Блок кодування інформації …… 33

2.2 Лічильник послідовності набору коду …….. 37

2.2.1 Схема дешифратора станів двійково-десяткового лічильника ….. 39

2.3 Таймер тактових послідовностей лічильника …….. 42

2.4 Охоронні сповіщувачі інформаційної системи кодового доступу … 51

2.4.1 Бездротовий датчик відкриття дверей ……..……. 51

2.4.2 Бездротові датчики руху …….…… 53

2.4.3 Сирени в системах сповіщення …….. 58

2.5 Принцип функціонування інформаційної системи кодового доступу …… 59

3 Техніко-економічне обґрунтування розробки мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу до приміщення ……. 64

3.1 Обґрунтування вибору технології виготовлення схеми інформаційної системи кодового доступу до приміщення ……. 64

3.2 Розрахунок витрат на виробництво схеми інформаційної системи

кодового доступу до приміщення …….. 68
4 Охорона праці та техногенна безпека …….. 70
4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів …….. 70
4.2 Заходи з поліпшення умов праці ……... 71
4.3 Виробнича санітарія ……... 74
4.4 Електробезпека…… 76
4.5 Пожежна та техногенна безпека …… 78
4.6 Розрахунок захисного заземлення ……. 79
Висновки та рекомендації …… 82
Перелік посилань …….. 83

# Вступ

У сучасному суспільстві у зв'язку з дедалі більшими потребами людини виникають проблеми інформаційного забезпечення усіх сфер її діяльності, тобто надання всієї необхідної інформації. Є підстави вважати, що за своєю значимістю та актуальністю проблема інформатизації є найважливішою для сучасного суспільства. Однак вона породжує цілий ряд серйозних супутніх проблем, без вирішення яких немає ефективної інформатизації.

Однією з таких супутніх проблем є надійний захист інформації, що циркулює в системах обробки інформації, який забезпечував би попередження перекручення або знищення інформації, а також унеможливлював би її зловмисне отримання, використання або несанкціоновану модифікацію. Особливої гостроти ця проблема набуває у зв'язку з повсюдною та масовою комп'ютеризацією інформаційних процесів, і насамперед у зв'язку з об'єднанням комп'ютерів в інформаційно-обчислювальні мережі, що забезпечує масовий доступ будь-яких користувачів до їх ресурсів.

Інформація - це результат відображення та обробки в людській свідомості різноманіття навколишнього світу, відомостей про предмети, що оточують людину, явища природи, діяльність інших людей і т. п. [1].

З такого визначення випливає, що будь-яка інформація може бути важливою. Однак якщо обмежитися поняттям комп'ютерної системи (КС), що зараз дуже актуально, то можна дати більш просте визначення інформації - це все, що може бути представлене в КС. Відразу ж виникає питання про форми та види представлення інформації в КС.

Звичайно виділяють такі види представлення інформації, як букви, символи, цифри, слова, тексти, малюнки, схеми, формули, графіки, таблиці, плани, креслення, алгоритми і т. п. З цих видів можуть створюватися більш складні види та структури представлення інформації: команди, повідомлення, довідки, рішення, інструкції, масиви, файли, томи і т. п.

Інформація, що втілена і зафіксована в певній матеріальній формі, називається повідомленням. Повідомлення можуть бути безперервними (аналоговими) і дискретними (цифровими).

Безперервне повідомлення представляється деякою фізичною величиною (електричною напругою, струмом і т. д.), зміни якої відображають перебіг певного процесу. Фізична величина, що передає безперервне повідомлення, може набувати будь-яких значень і змінюватися в довільні моменти часу. Таким чином, у безперервному повідомленні скінченої довжини може міститися велика кількість інформації.

Для дискретних повідомлень характерна наявність фіксованого набору окремих елементів, з яких у дискретні моменти часу формуються різні послідовності елементів. Важливою є не фізична природа елементів, а те, що набір елементів скінчений, і тому будь-яке дискретне повідомлення скінченої довжини передає скінчене число значень деякої величини, а отже, кількість інформації в такому повідомленні скінчена. При дискретній формі представлення інформації окремим елементам її можуть бути присвоєні числові (цифрові) значення. У таких випадках маємо цифрову інформацію.

Елементи, з яких складається дискретне повідомлення, називають буквами чи символами. Набір цих букв (символів) утворює алфавіт. Число символів в алфавіті називається об'ємом алфавіту. Дискретне повідомлення можна розбити на групи символів, що називаються словами. Зі слів можуть формуватися більш складні структури (записи, файли, томи і т. п.), але тут ці поняття не розглядаються, тому що не є істотними для подальшого розгляду. Зауважимо лише, що найбільш простим є двійковий алфавіт.

Актуальність роботи полягає у розробці та удосконалені інформаційних систем кодового доступу до приміщення.

# 1 Інформаційні системи кодового доступу

Звичайно в комп’ютерних системах інформація представляється двійковим алфавітом, що фізично реалізується сигналом, здатним приймати два добре помітних значення, наприклад електричну напругу високого і низького рівня, протилежні значення напруженості магнітного поля і т. п. Найважливішою вимогою до фізичних аналогів двійкового алфавіту є можливість надійного розпізнавання двох різних значень сигналу, що при описі функціонування схем позначають символами 0 (нуль) і 1 (одиниця).

Інформація в КС піддається різним процесам: введення, збереження, обробка, виведення.

Введення інформації у КС може здійснюватися з перфокарт, перфострічок, магнітних стрічок, барабанів, дисків, дискет, клавіатури, спеціальних пультів і т. п. Збереження інформації здійснюється на запам'ятовуючих пристроях - оперативних запам'ятовуючих пристроях, різних регістрах пам'яті, магнітних стрічках, барабанах, дисках, дискетах і т. п. Обробляється у КС інформація відповідно до прийнятого в даній системі порядку (ОС, ПЗ і т. п.). Для виведення інформації є багато каналів (візуальний, звуковий, друк та ін.) [1].

## 1.1 Огляд датчиків і детекторів систем кодового доступу

Рівень надійності будь-якої охоронної системи або комплексу і їх робота в цілому залежать від того, які сповіщувачі датчики і детектори в них використані і як вони розміщені на території, що охороняється. Охоронні сповіщувачі – це свого роду рецептори, органи чуття системи охоронно-пожежної сигналізації, покликані виявити стороннього в приміщенні, що

охороняється, зафіксувати ознаки пожежі, сформувати сигнал тривоги і передати його в охоронну систему для вживання відповідних заходів.

Від того, які сповіщувачі використовуються в системі охорони офісу або квартири, безпосередньо залежить безпека майна, а інколи – безпека життя і здоров'я клієнта. Для цілей охорони майна використовується безліч різних технічних засобів, серед яких особливе місце займають охоронно-пожежні сповіщувачі.

Під датчиками розуміються пристрої, які перетворюють фізичні величини і характеристики (наприклад, тепло, світло, звук і т. п.) в електричний сигнал. Детекторами називаються сповіщувачі, які включають в свій склад датчики, схему обробки сигналів і схему ухвалення рішення..

Сповіщувачі можна класифікувати по різних ознаках. З точки зору вибору конкретного типа інформатора важливим є фізичний принцип дії або природа використовуваних сигналів, від яких багато в чому залежать функціональні характеристики інформаторів. Широко поширені наступні типи пристроїв:

- контактні;
- ультразвукові;
- радіохвильові;
- інфрачервоні;
- п'єзоелектричні;
- ємкісні;
- акустичні і ін.

За способом функціонування можна виділити двох основних типа інформаторів: 1 пасивні; 2 активні.

Активні сповіщувачі складаються з випромінювачів (передавачів) і приймачів хвиль різної фізичної природи (електромагнітних, акустичних, ультразвукових) [2].

Пасивні сповіщувачі самі не являються джерелами випромінювання і реєструють зміну стану того або іншого параметра середовища або об'єкту.

Ультразвукові, радіохвильові і лінійні інфрачервоні сповіщувачі відносяться до активного, а всі інші — до пасивного типу інформаторів.

По своєму функціональному призначенню сповіщувачі, як засоби визначення, можуть підрозділятися на наступні групи, безпосередньо зв’язані з дією інформатора (вказано в дужках):

- виявлення руху в контрольованих зонах (рух);
- розбивання скла (руйнування скляних конструкцій);
- руйнування будівельних конструкцій (руйнування стін, стель і т. д.);
- відкриття і зсуви (зсув предметів — рам, дверей і т. п.);
- периметральні (пересічення контрольованої зони);
- охорона окремих предметів (присутність об'єкту в контрольованому об'ємі).

Відомі датчики електроконтактів, що працюють на розмикання або замикання контактів, датчики, виконані з тонкого дроту або фольги, які рвуться при механічній дії на них. Вони формують сигнал тривоги при розмиканні або замиканні електричного контакту. В даний час використовуються, як правило, в системах тривожної сигналізації і працюють в ручному режимі.

Магнітоконтактні сповіщувачі формують сигнал тривоги при розмиканні контактів геркона унаслідок видалення від нього магнітного елементу. Встановлюються, як правило, на вікна і вхідні двері.

Вібраційні сповіщувачі призначаються для охорони різних поверхней. Вони перетворюють механічні коливання, що виникають при дії на об'єкт, що охороняється, в електричні. Існує безліч різних датчиків, заснованих на цьому принципі.

П'єзоелектричні сповіщувачі використовують в своїй роботі п’єзоелектричні матеріали, які володіють властивістю наведення різниці потенціалів на протилежних сторонах п'єзоелектричного кристала при його деформації. До них відносяться контактні сповіщувачі контролю розбитого скла, сповіщувачі контролю нерухомості встановлених або підвішених предметів і так далі.

Інерційні сповіщувачі використовують для формування сигналу тривоги інерційні властивості предметів при механічній дії на них, наприклад похитування автомобіля).

Сейсмічні сповіщувачі, що встановлюються на стіну або іншу конструкцію і формують сигнал тривоги у разі реєстрації в цій конструкції характерних коливань, що виникають при спробі руйнування перешкоди будь-якими способами і інструментами (відбійний молоток, абразивний інструмент, газовий різак, «кисневий спис», вибухівка і т. п.).

Акустичні сповіщувачі формують сигнал тривоги при реєстрації в вартовій зоні характерного звуку, наприклад звуку скла, що б'ється.

Ультразвукові сповіщувачі випромінюють і приймають відбитий від зовнішніх предметів ультразвуковий сигнал. Формування тривожного сигналу відбувається в разі виникнення руху в контрольованій зоні. Ультразвукові детектори мають досить високу чутливість і дозволяють реєструвати навіть незначний повітряний потік. Тут виникає проблема перешкодостійкості – будь-який незначний рух, протяг наводить до спрацьовування датчика і помилкової тривоги.

Інфрачервоні сповіщувачі виявляють теплове (інфрачервоне) випромінювання людського тіла і формують сигнал тривоги у разі, коли джерело теплового випромінювання рухається [2].

Радіохвильові сповіщувачі використовують той же принцип дії, що і ультразвукові сповіщувачі. Основна відмінність полягає в тому, що радіохвильові працюють в НВЧ-діапазоні радіохвиль.

Барометричні сповіщувачі формують сигнал тривоги при стрибкоподібному падінні атмосферного тиску в приміщенні, що охороняється, яке може виникнути в разі відкриття дверей або вікна, пролому в стіні і так далі

Комбіновані сповіщувачі поєднують в собі два або більше фізичних принципу дії (інфрачервоний і ультразвуковий, інфрачервоний і радіохвильовий, акустичний і магнітоконтактний і ін.). Використання двох фізичних

принципів дії дозволяє підвищити перешкодозахищеність інформатора, виключити помилкові спрацьовування.

Окрім вказаних існують сповіщувачі, що використовують інші фізичні принципи дії: ємкісні, індуктивні, електромагнітні і ін.

У сучасних системах охорони усе більшого поширення набувають бесконтактні датчики і детектори. До них відносяться: пасивні і активні ІЧ-детектори, радіохвильові детектори, детектори вібрації і битого скла, ультразвукові, магнітоконтактні і фотоелектричні датчики. Сучасні датчики і детектори виконуються на основі останніх досягнень науки і техніки. Вони мають не лише високі технічні характеристики, але і прекрасний дизайн.

В даний час широко використовуються детектори руху на основі ІЧ-датчиків. Вони спрацьовують при попаданні рухомого об'єкту, випромінюючого тепло (наприклад, людини), в зону чутливості датчика. гікдетектори руху забезпечують надійну охорону великої площі, мають сучасні дизайн, який добре вписується в інтер'єр квартири або офісу. Вони дозволяють реєструвати виникнення руху на об'єкті, що охороняється. Існує декілька їх різновидів, які розрізняються за принципом реєстрації руху: ультразвукові детектори, пасивні і активні детектори з інфрачервоним датчиком, детектори з радіохвильовим датчиком, а також їх комбінації [3].

До викладеного необхідно додати, що інфрачервоні і радіохвильові сповіщувачі можуть бути однопозиційними (для контролю руху в певному об'ємі) і двопозиційними (для контролю руху через обгороджування). Двопозиційні сповіщувачі складаються з конструктивно відособлених передатчика і приймача електромагнітних хвиль і використовуються для охорони периметрів. Формування тривожного сигналу в них відбувається при пересіченні людиною інфрачервоного або радіопроменя. У даному випадку маємо справу з активним інфрачервоним або радіохвильовим сповіщувачем.

### 1.1.1 Ультразвукові сповіщувачі

На первинному етапі розробки ультразвукових датчиків випромінювач BF1 і приймач BM1 розташовували на протилежних стінах приміщення, під стелею (для зниження впливу внутрішньої обстановки). Випромінювач BF1 збуджував в просторі приміщення стабільні по частоті і амплітуді ультразвукові коливання. Мікрофон (приймач) BM1 перетворював прийнятий з простору ультразвуковий сигнал в електричний. Потім електронний пристрій підсилював, детектував і аналізував цей сигнал по амплітуді. В разі вагання амплітуди ультразвукового сигналу формувався сигнал тривоги.

Передбачимо, що приміщення ідеальне, тобто є герметично замкнутим простором, обмеженим жорсткими стінами. Оскільки вилучення не є гостронаправленим, до мікрофону BM1 разом з прямою хвилею приходять хвилі, відбиті від стенів, стелі і підлоги. Енергія хвилі в зоні мікрофону BM1, як, втім, і на будь-якій поверхні приміщення, є результат інтерференції всіх падаючих хвиль. Поки в приміщенні немає якого-небудь переміщення відзеркалювальних або поглинаючих поверхонь або зміни фізичних властивостей середовища, інтерференційна картина, а значить, і рівень енергії хвилі в кожній крапці, будуть постійні.

Будь-який рух в приміщенні приведе до зміни шляху проходження ультразвукових хвиль, отже, і до змін інтерференційної картини. Це приведе до коливань амплітуди вихідного сигналу мікрофону BM1. Регіструя ці коливання, можна виявити переміщення в замкнутому просторі.

Даний спосіб виявлення рухливих об'єктів забезпечує дуже високу чутливість при високій економічності, оскільки хвиля від вилучателя BF1 до приймача BM1 проходить через приміщення по найбільш короткій дорозі, а отже, має найменше загасання.

У реальних умовах ця система практично непрацездатна із-за надзвичайно високої вірогідності помилкових спрацьовувань. Система реагує навіть на потік повітря, оскільки складання швидкості звуку із швидкістю повітря

змінить характер проходження хвилі, що буде сприйняте мікрофоном ВМ1 як переміщення об'єкту.

Для підвищення стійкості системи випромінювач BF1 і приймач ВМ1 розташовують на одній стіні. Довжина шляху хвилі збільшується в два рази, що зажадає значного збільшення випромінюваної потужності. Але при цьому через те, що хвиля проходить через потік повітря двічі – туди і назад, приріст швидкості взаємно компенсується, що і підвищує стійкість пристрою до помилкових спрацьовувань в умовах відносно рівномірних потоків повітря, рухомих в будь-яких напрямах.

У реальних умовах потоки повітря можуть бути вельми нерівномірними. Крім того, істотний вклад в нестабільність інтерференційної картини в реальному приміщенні вносять деформації стекол і дверей в результаті поривів повітря зовні, різного роду вібрації і інші чинники. Все це привело до того, що охоронна система, побудована за описаним вище принципом, виявилася нежиттєздатною.

Істотно підвищити перешкодостійкість дозволяє інший метод детектування сигналу – не по амплітуді, а по частоті. Якщо об'єкт переміщується уздовж напряму поширення хвилі (рис. 1.1), відбита від нього хвиля буде мати деякий зсув по частоті відносно випромінюваної [3].

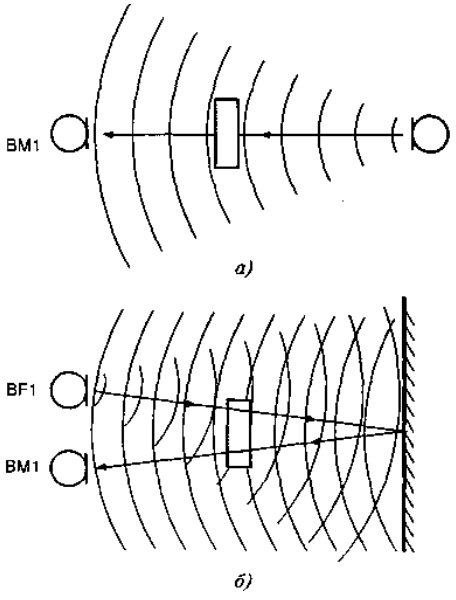



Рисунок 1.1 - Побудова ультразвукових систем виявлення

Це явище отримало назву ефекту Доплера. Із-за різноспрямованого віддзеркалення хвиль в реальному приміщенні ефект Доплера виявляється і при строго перпендикулярному переміщенні об'єкту відносно напряму поширення хвилі, правда, декілька слабкіше. Тому об'єкт, рухомий в будь-якому напряму, буде виявлений.

Не дивлячись на достоїнства, детектування з використанням ефекту Доплера не знімає повністю проблему помилкових спрацьовувань. Існує певна межа інтенсивності повітряних потоків і інших чинників, вище за яку датчик реєструватиме помилкові переміщення.

Структурна схема ультразвукового доплерівського датчика представлена на рисунку 1.2.

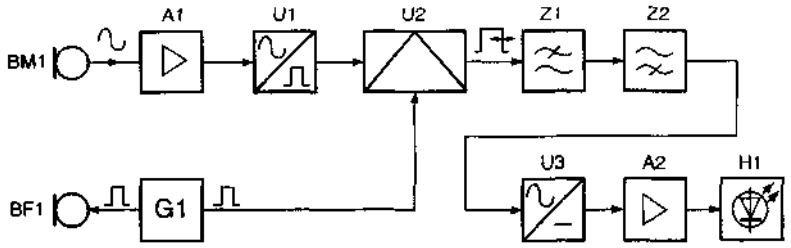



Рисунок 1.2 - Структурна схема ультразвукового датчика

У якості випромінювача BF1 і приймача BM1, як правило, використовують високоефективні резонатори з пьезокераміки.

До складу апаратної частини ультразвукового датчика входять наступні блоки: випромінювач BF1; приймач BM1; еталонний генератор G1; вхідний підсилювач A1; перетворювач U1; фазовий детектор U2; фільтр нижніх частот Z1; фільтр верхніх частот Z2; детектор-формувач U3; вихідний підсилювач A2; пристрій індикації H1.

Вилучатель BF1 ультразвукової хвилі служить навантаженням еталонного генератора G1. Робочу частоту вибирають як компроміс між перешкодостійкістю і загасанням ультразвукових коливань в повітрі. Чим більше частота, тим менше вплив природних і штучних шумів, які сприймаються датчиком, проте із збільшенням частоти підвищується загасання хвилі, і для но-

рмальної роботи датчика необхідно збільшувати потужність випромінювання (пропорційно квадрату частоти). Найбільш відповідною є частота близько 40 кГц. Потужність випромінювання вибирається з міркувань прийнятної економічності, необхідного рівня сигналу, який приймається, і об'єму контрольованого простору.

### 1.1.2 Активні оптико-електронні сповіщувачі

Активні оптико-електронні сповіщувачі призначені для охорони периметра, внутрішніх об'ємів приміщення і реагують на переривання світлового променя. Оптико-електронні датчики формують сповіщення про спробу проникнення або пожежу при нормованій зміні відбитого потоку (однопозиційний сповіщувач (рис. 1.3, а) або припиненні зміни потока, який приймається (двопозиційний сповіщувач (рис. 1.3, б) енергії активного випромінювання сповіщувача.

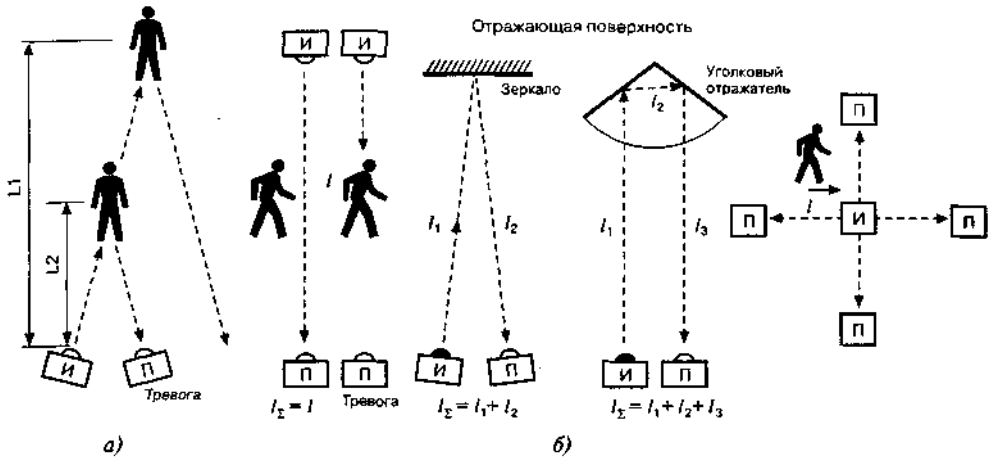



Рисунок 1.3 – Варіанти побудови активних оптико-електронних сповіщувачів

Історично, як альтернативу пристроям електроконтактів, стали використовувати пучок світла, направлений електронною лампою з системою лінз, і фотоприймач на протилежному кінці пучка світла. Фактично тут використо-

вується та ж нормально замкнута контактна система, лише як контакт використовується не електричний вимикач, наприклад геркон, а промінь світла.

Те або інше вживання такого роду датчиків залежить від відстані, на яку можна рознести випромінювач і приймач, зберігши їх оптичний контакт. Ця відстань залежить від потужності випромінювача, чутливості приймача і похибкової обстановки.

Найчастіше використовується схема, коли джерело світла (випромінювач І) розташований на одному кінці зони, яка охороняється, і освітлює фотоприймач (П), який знаходиться на протилежному кінці зони. Поки потік світла, освітлюючий фотоелемент не перерваний, датчик знаходиться в своєму нормальному режимі чекання. Якщо який-небудь об'єкт (у тому числі і густий дим) пройде між джерелом світла і фотоприймачем, останній подасть сигнал тривоги.

Схема, коли випромінювач і приймач знаходяться практично в одній точці, використовується при використанні деяких відбивних поверхонь. У результаті віддзеркалення світлового променя, що йде від випромінювача, від відображаючої поверхні (дзеркала, куткового відбивача) промінь потрапляє на приймач випромінювання, пройшовши подвійну відстань в порівнянні з попередньою схемою. Як відбивач зазвичай використовується особливе дзеркало – так званий кутковий відбивач, складений з трьох взаємоперпендикулярних дзеркал-граней. Якщо такий відбивач буде лише обернений своїм до джерела світла, то він поверне його випромінювання назад, трохи змістивши промінь убік. Якщо порушник перериває хоч би один світловий промінь, то «контакт» розмикається, і по шлейфу сигналізації видається сигнал тривоги.

Для охорони об'єму внутрішнього приміщення використовують об'ємні сповіщувачі. В центрі приміщення, що охороняється, на стелі встановлюється джерело світла (лампа), а по різних кінцях кімнати на стінах – фотоприймачі, направленні на джерело світла.

Як елемент, здатний виявити зміну освітлення в затемненому приміщенні або замкнутому об'ємі, використовуються фотодіоди або фототран-

зистори. Для того, щоб використовувати оптико-електронні сповіщувачі у будь-який час доби і зробити їх непомітними для порушника, застосовують випромінювачі, які працюють в небачимому для людського ока інфрачервоному діапазоні хвиль.

### 1.1.3 Пасивні оптико-електронні сповіщувачі (детектори руху)

Для охорони внутрішніх приміщень найчастіше застосовуються пасивні ІЧ-детектори руху. В даний час інфрачервоні пасивні сповіщувачі набули широкого поширення у всьому світі і є одним з основних засобів сигналізації для захисту об'ємів приміщень, площ, проходів, коридорів і тому подібне. Десятки фірм в багатьох країнах світу виробляють сотні модифікацій цих датчиків, загальний випуск яких, по оцінках західних експертів, перевищив мільйон екземплярів. Вони відрізняються один від одного, в основному розміром зони виявлення і перешкодостійкістю.

Популярність використання цих сповіщувачів в охоронних системах практично кожного об'єкту обумовлюється рядом безперечних переваг, якими вони володіють в порівнянні з іншими датчиками руху – мікрохвильовими або ультразвуковими сповіщувачами. Пасивний принцип дії, тобто відсутність яких-небудь випромінювань робить цей датчик абсолютно нешкідливим для людини, що знаходиться в зоні його дії, або для експонатів, що захищаються. Пасивний принцип дії дозволяє довести загальне енергоспоживання датчика до мінімуму, обумовленого лише вжитком схеми посилення і обробки сигналу.

Принцип дії пасивних ІЧ-сповіщувачів заснований на реєстрації змін інтенсивності ІЧ-випромінювання, що виникає при русі теплового об'єкту, наприклад людини або собаки, в зоні виявлення приладу.

Відомо, що всяке тіло з температурою, відмінною від абсолютного нуля, випускає електромагнітне випромінювання, довжина хвилі якого залежить від температури тіла. Чим вище температура, тим коротше довжина хвилі і більше інтенсивність випромінювання. Таким чином, основне завдання сповіщувача – виявляти інфрачервоне випромінювання живого тіла. Теплове випромінювання людського тіла знаходиться в межах спектрального діапазону електромагнітного випромінювання з довжинами хвиль 8…12 мкм. Це так зване рівноважне свічення людського тіла, максимум довжини випромінювання якого повністю визначається температурою тіла (34…37°С для різних його ділянок) і відповідає приблизно 10 мкм [3].

Це випромінювання за допомогою оптичної системи фокусується на датчик, який перетворює його в електричний сигнал. При появі людини в зоні, що охороняється, змінюється рівень і характер випромінювання. Ці зміни реєструються датчиком, і схема обробки приймає рішення про тривогу і включає реле. Таким чином, можна сказати, що пасивний оптико електронний сповіщувач складається з наступних основних функціональних вузлів:

- оптичної системи;
- піроприймача, який приймає теплове випромінювання;
- вузла перетворення і обробки сигналу;
- формувача тривожного сповіщення.

Не дивлячись на простоту функціонування інфрачервоний пасивний датчик є складним високочутливим оптико-електронним приладом, втіленням багатьох сучасних досягнень в області фізики, схемотехніки і теорії оптимальної обробки сигналу. Розглянемо детальніше роботу цих пристроїв.

Оптична система служить для фокусування випромінювання на піроелектричному елементі і для просторової структуризації чутливості сповіщувача. У сучасних пасивних ІЧ-сповіщувачах використовуються три типи оптичних систем:

- лінзи Френеля;
- дзеркальна оптика;

- комбінована оптика.

Виготовлення звичайної лінзової системи з врахуванням вимоги формування просторово структурованої діаграми спрямованості є дорогим завданням, тому звичайні лінзи в пасивних інфрачервоних датчиках не застосовуються. Застосовуються так звані лінзи Френеля.

Лінзи Френеля – це фасеточні (сегментовані) лінзи, які представляють собою пластикову пластину з відштампованими на ній декількома призматичними лінзами-сегментами (рис. 1.4). Ці сегменти утворені шляхом розділення опуклої поверхні звичайної лінзи на безліч концентричних колоподібних кільцевих лінз (з кроком 0,05 мм) і їх поєднання з метою максимально скоротити товщину лінзи, в той же час зберігаючи її функцію як опуклої лінзи.

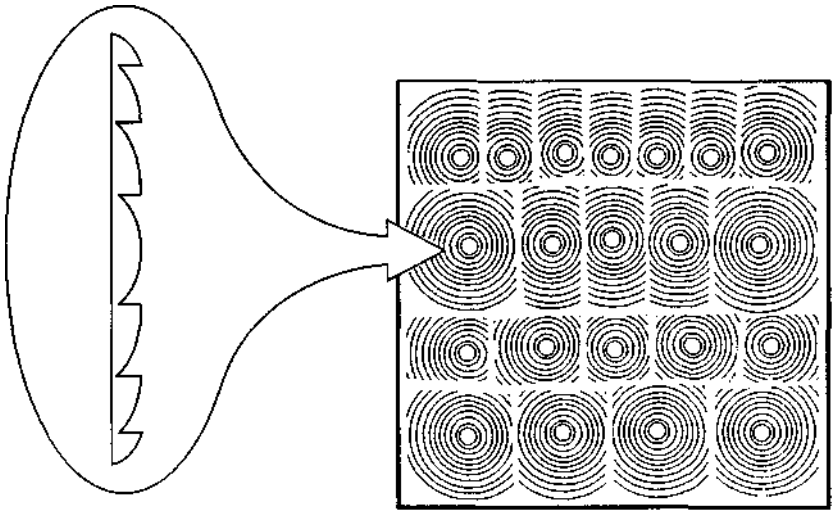


Рисунок 1.4 – Лінза Френеля

У звичайній лінзі для направленого відхилення світла (фокусування) використовується спеціальна сферична форма поверхні, матеріал лінзи має коефіцієнт оптичного заломлення, відмінний від коефіцієнта заломлення довкілля. У лінзі Френеля використовується явище дифракції, яке виявляється, зокрема, у відхиленні світлового променя при проходженні через вузьку щілину. Лінза Френеля виготовляється методом штампування і тому коштує дешево. Недоліком вживання лінзи Френеля є неминуча втрата частини енер-

гії випромінювання в результаті його дифракційного відхилення лінзою в напрямі, відмінному від напряму на піроелектричний елемент.

Зазвичай кожен сегмент лінзи Френеля формує свій промінь діаграми спрямованості. Сучасні технології виготовлення лінз дозволяють забезпечити практично постійну чутливість детектора по всіх променях за рахунок підбору і оптимізації параметрів кожній лінзи-сегменту: площі сегменту, кута нахилу і відстані до піроприймача, прозорості, здатності відображення, міри дефокусування.

Останнім часом освоєна технологія виготовлення лінз Френеля із складною точною геометрією, що дає 30%-е збільшення збираної енергії порівняно із стандартними лінзами і відповідно збільшення рівня корисного сигналу, який приходить від людини з великих відстаней.

Матеріал, з якого виготовляються сучасні лінзи, забезпечує захист піроприймача від білого світу і, в теж час, є прозорим для випромінювання з довжиною хвилі 8…12 мкм. Цьому сприяє і така властивість лінзи Френеля, як залежність фокусної відстані лінзи від довжини хвилі світла. Таким чином, на піроприймачі фокусуватиметься лише випромінювання необхідного діапазону. Інше ж випромінювання буде, навпаки, розсіюватися.

### 1.1.4 Радіохвильові сповіщувачі

Принцип дії радіохвильового сповіщувача  заснований на активному методі виявлення. Цей метод, у свою чергу, полягає у випромінюванні в довколишній простір електромагнітного поля НВЧ-діапазону і реєстрації його змін, викликаних віддзеркаленням від порушника, рухомого в зоні чутливості датчика. Радіохвильові активні датчики, що реалізовують цей метод, відносяться до класу детекторів руху.

Переміщення порушника в межах зони, що охороняється, наводить до появи відбитого сигналу, що змінюється в часі. При цьому можна відстежувати і реєструвати два різні ефекти:

- зміна просторової картини стоячих хвиль;

- частотне зрушення відбитої від рухомої людини хвилі (ефект Доплера).

Радіохвильові датчики, засновані на реєстрації першого ефекту, називаються амплітудно-модуляційними, другого – доплерівськими. Взагалі кажучи, обидва ці ефекту нерозривно зв'язані, мають загальну природу і виявляються однаково, і тому практично нероздільні. Відмінність виявляється лише в структурі побудови і характеристиках НВЧ-пріймача.

Радіохвильові сповіщувачі, які використовують ефект Доплера, набули найбільшого поширення як ті що мають вищу чутливість.

Доплерівське зрушення частоти виникає при русі порушника уподовж НВЧ-проміня. При цьому частота відбитого сигналу зростає при русі до датчика і зменшується при русі від датчика. Абсолютна величина доплерівського зрушення частоти сигналу пропорційна частоті зондуючого сигналу і складової швидкості руху уподовж променя. Чим більше швидкість руху, тим більше зрушення частоти.

Радіохвильові сповіщувачі складаються з наступних основних елементів:

- передавача (НВЧ-генератора);
- антенної системи;
- приймача НВЧ-сигналу;
- блоку обробки.

Передавач (НВЧ-генератор) радіохвильового сповіщувача призначений для формування НВЧ-сигналу в діапазонах від 2 до 60 ГГц. Якщо спочатку в радіохвильових датчиках використовувалися генератори на діодах Ганна, то в наступний час виробники перейшли на транзисторні генератори. Сучасні

НВЧ-генератори дозволяють формувати стабільний сигнал з необхідними характеристиками при малих габаритах і низькому енергоспоживанні.

Антенна система створює електромагнітне поле в довколишньому просторі, приймає відбиті сигнали, формує діаграму спрямованості приладу і визначає форму просторової зони виявлення.

Як антенна система в мікрохвильових датчиках зазвичай використовується одна поєднана прийомо-передавальна антена. У більшості сучасних сповіщувачів застосовуються антени, виконані по мікросмужній технології, оскільки вони володіють меншими габаритами, вагою і вартістю у порівнянні з рупорними антенами. Проте деякі виробники датчиків і в даний час застосовують рупорні антени, оскільки вони забезпечують декілька вищу точність формування діаграми спрямованості.

Приймач НВЧ-сигналу приймає, підсилює відбитий сигнал, а також реєструє зміну його характеристик.

Блок обробки сповіщувача призначений для виділення сигналів, обумовлених рухомою людиною, на фоні перешкод і ухвалення рішення про порушення простору, що охороняється.

Форми зон виявлення радіохвильових сповіщувачів не відрізняються різноманіттям. Як правило, вони є об'ємним тілом, що нагадує формою еліпсоїд. У ідеалі від антенної системи потрібне випромінювання (і, відповідно, прийом) лише в передній напівпростір без помітного заднього і бічного випромінювання (з метою мінімізації помилкових спрацьовувань). Для такої ідеальної антенної системи зона виявлення є об'ємним тілом каплевидної форми, що характеризується кутами огляду (у горизонтальній і вертикальній площинах), довжиною (максимальною дальністю дії) і шириною (заввишки). Саме ці параметри зазвичай наводяться в документації на радіохвильові сповіщувачі. Зона виявлення, що формується реальною антенною системою, відрізняється від ідеальної із-за наявності задньої і бічної пелюсток діаграми спрямованості антени.

Приведені вище характеристики справедливі для вільного простору. При розташуванні сповіщувача в приміщенні форма зони виявлення істотно спотворюється. Це відбувається із-за віддзеркалення сигналу від навколишніх конструкцій (стін, стелі, підлоги, меблів). Тому електромагнітне поле не випромінюється в одному напрямі, а як би «заповнює» з більшою або меншою мірою рівномірності практично усе приміщення, якщо розміри цього приміщення не перевищують розміри зони дії випромінювача. З іншого боку, тонкі перегородки з легких матеріалів, дерев'яні двері, стекла, штори не являються істотною перешкодою для електромагнітного випромінювання даного діапазону, тому зона чутливості може поширюватися і за межі приміщення, яке охороняється, що може привести до помилкових спрацьовувань, наприклад при проході людей по коридору або проїзді транспорту у вікон першого етажа. В той же час великогабаритні предмети (шафи, сейфи і т. п.), які знаходяться в приміщенні, створюють «мертві» зони. Все це потрібно враховувати при виборі місця установки і кількості використовуваних датчиків.

Допускається експлуатація декількох сповіщувачів в одному приміщенні за умови використання декількох робочих частот (частотних літер), що необхідно для виключення взаємного впливу сигналів сповіщувачів один на одного.

На якість роботи сповіщувачів впливають різні перешкоди. Оскільки типові значення реєстрованих датчиком величин доплерівського зрушення лежать в діапазоні частот мережевої перешкоди 50…60 Гц і її гармонік, то для боротьби з цими перешкодами сучасні сповіщувачі оснащуються режекторними фільтрами (у тому числі адаптивними) гармонік мережі. Іншими джерелами перешкод, які викликають помилкові спрацьовування доплерівських датчиків, є віддзеркалення від вібруючих об'єктів. Такими джерелами помилкових спрацьовувань можуть бути, наприклад:

- установочна арматура включених ламп денного світла;
- працююче електроустаткування, яке створює вібрацію;
- потоки дощової води на стеклах;

- рух води в пластикових трубах;
- дрібні тварини і птиці.

## 1.2 Інтегральна система кодового доступу

Схема системи кодового доступу володіє надійністю – для відкриття дверей необхідно в потрібній послідовності натискувати на 4 певних кнопки за обмежений час (15 сек.). Час витік – набір доведеться повторити. Замок так само «скинеться» при натисненні на будь-яку «неправильну» кнопку під час набор (рис. 1.5) [4].

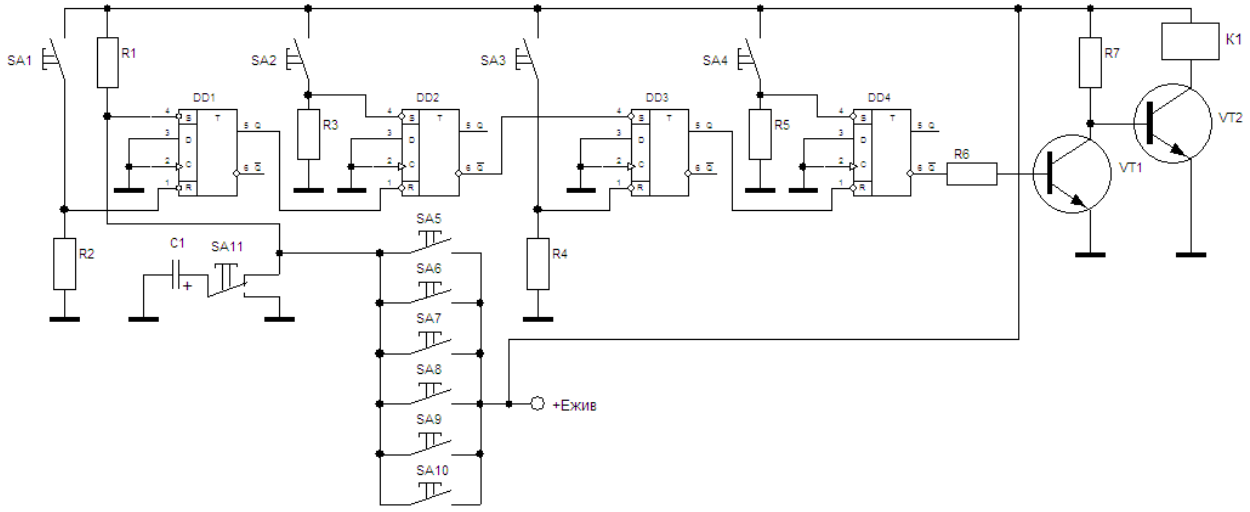



Рисунок 1.5 - Схема системи кодового доступу

Схема складається з чотирьох тригерів, включених послідовно. Перемикання кожного попереднього дозволяє роботу подальшого. Таким чином, останній тригер DD4 перемкнеться і включить електромагніт замку лише після того, як перемкнуться послідовно один за іншим всі попередні. Натисненням на кнопку SA11 запускається реле часу, зібране на елементах C1, R3. Поки конденсатор заряджається, потрібно послідовно натиснути на кнопки S1…S4 і перемкнути всі тригери [3].

У результаті замок буде відкритий (транзистор VT1 закриється, VT2 відкриється і включить електромагнітне реле К1). При неправильній послідовності натиснення кнопок останній тригер перемкнути не удасться. Якщо набір не буде виконаний за час зарядки С1 до напруги логічної одиниці на вході S тригера DD1, то введення з клавіатури буде заблоковано на будь-якому етапі набору. Для повторного набору необхідно знову короткочасно натиснути на кнопку S11. Якщо під час відкриття замку натиснута будь-яка з кнопок SA5…SA10, схема буде примусово скинута.

Недоліком схеми являється відсутність в схемі, для підвищення надійності таймерної схеми управління набором коду.

## 1.3 Цифрові таймери

Таймер – прилад виробничо-технічного, військового або побутового призначення, в заданий момент часу, що видає певний сигнал, або вмикає – вимикає устаткування через свій пристрій комутації електричного кола.

Переважно під таймерами маються на увазі пристрої, що відмірюють заданий інтервал часу з моменту запуску (уручну або електричним імпульсом) з секундоміром зворотного відліку, в той же час, існують таймери, момент спрацьовування яких задається установкою необхідного часу доби (так звані таймери реального часу), в цьому випадку таймер має в своєму складі годинник або пристрій зберігання часу, простим таймером такого роду є будильник. Таймери, що мають достатню точність і призначену для установки тривалість яких-небудь процесів в промисловому виробництві, на транспорті, в зв'язку, наукових дослідженнях атестуються як засоби вимірів. Деякі види таймерів мають програмний пристрій для забезпечення спрацьовування в різні моменти часу, з видачею сигналів по різних каналах, наприклад, для включення в певній послідовності різних побутових приладів. Також, існують програмні таймери, що реалізовують схожі функції [5].

У програмуванні, таймером є об'єкт, збуджуючий подію після закінчення заданого проміжку часу. Подією є посилка повідомлення, виклик функції, установка параметрів об'єкту ядра і так далі Зазвичай, даний тип таймерів підтримується операційною системою, причому часто підтримка таймерів існує на рівні апаратури.

Джерелом тактової частоти для таймера можуть служити:

1) робоча (тактова) частота мікроконтролера (МК) (внутрішнє джерело частоти);

2) синхроімпульси подані на певний вивід МК (зовнішнє джерело частоти).

Тактова частота МК перед подачею на лічильник таймера може бути зменшена/збільшена – це наладжується в регістрі управління таймером. Збільшення частоти таймера приведе до швидшої його роботи.

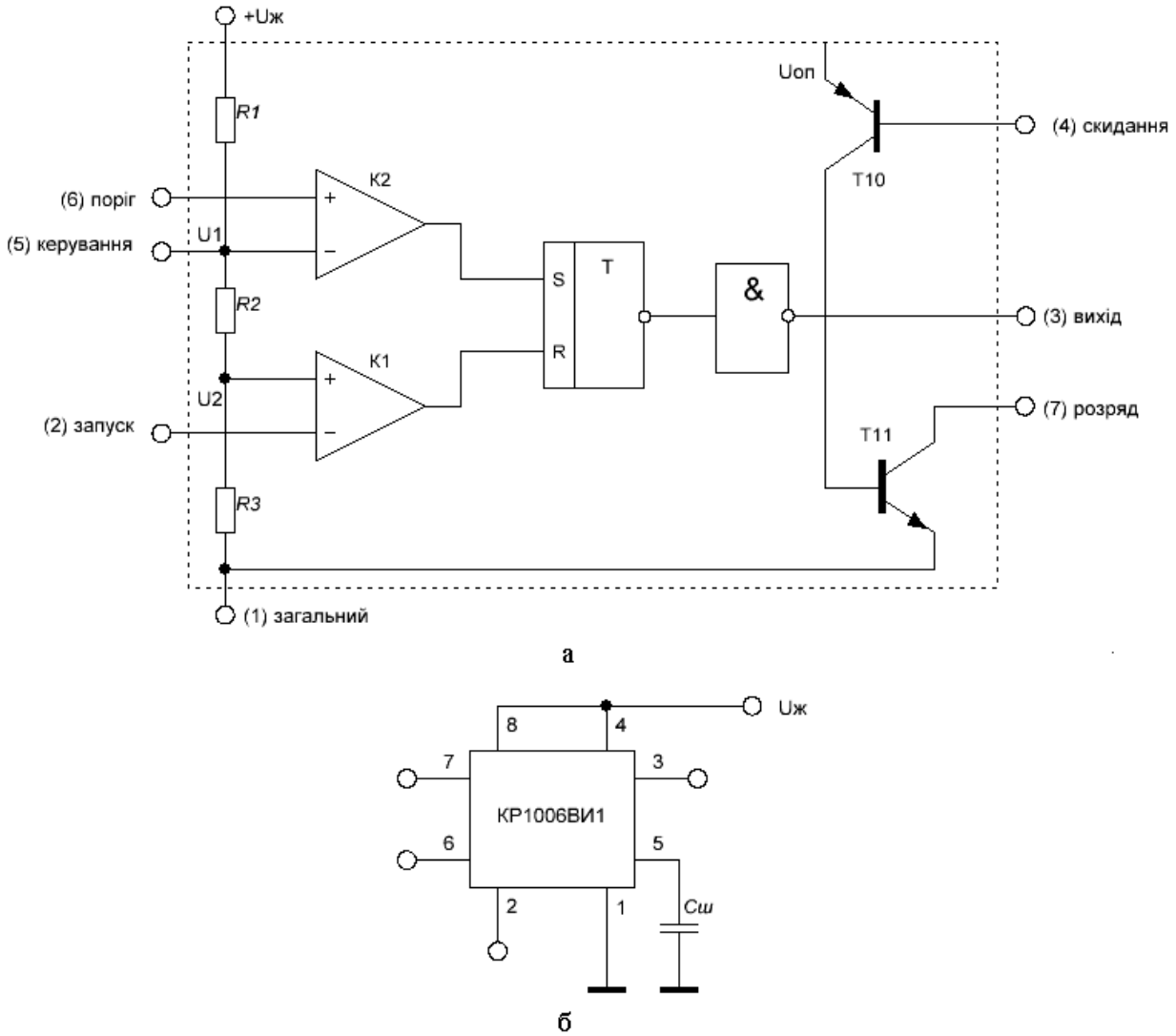
Напівпровідникові таймери - це відносно нові функціональні елементи в мікроелектроніці.

Вперше таймер (NE 555) був випущений фірмою Signetics Corporation в 1972 році. Поява вітчизняного аналога таймера КР1006ВІ1 дала можливість використовувати його для проектування більшості схем установки часу, при цьому використовується лише декілька зовнішніх елементів і, таким чином, істотно спрощується проектування. По функціональному складу внутрішніх вузлів і способу виконання заданої функції таймери не є повністю аналоговими або цифровими ІС.

Сучасні таймери разом з компараторами напруги, яка відносять до аналогових ІС, містять вузли, що виконують цифрові функції: логічні вентилі, тригери лічильники і ін. Компаратори в таймерах забезпечують підвищення чутливості цифрових структур від одиниць вольт до доль мілівольта до змін вхідної напруги. Таким чином, основні функції в таймерах виконують цифрові вузли, точність же формування часу визначається в першу чергу компараторами напруги.

Спрощений внутрішній устрій таймера КР1006ВИ1 приведений на рисунку 1.6, а, умовне його позначення показане на рисунку 1.56, б.

Ця мікросхема складається з двох операційних підсилювачів, що використовуються як компаратори К1 і К2, RS - тригера, дільника напруги, що складається з трьох резисторів R1…R3 по 5кОм кожен. Крім того передбачений інвертуючий вихідний каскад, що забезпечує досить високу здатність навантаження. Для швидкого розряду зовнішнього часозадаючого конденсатора є транзисторний ключ Т11, а для скидання таймера використовується блокуючий транзистор Т10 [6].




а – функціональна схема;

б – умовне графічне позначення

Рисунок 1.6 - Таймер КР1006ВИ1

Напруга від дільника U1 = 1/3Uг подається на неінвертуючий вхід компаратора запуску (К1), а напруга U2 = 2/3Uж - на інвертуючий вхід компаратора скидання (К2). В процесі роботи компаратори виконують функцію управління таймером, зокрема, тригером.

Тригер формує імпульси прямокутної форми і, у свою чергу, управляє роботою розрядного транзистора Т11.

Компаратор К1 в процесі управління тригером і таймером, володіє пріоритетом перед компаратором К2. Це означає, що у разі, коли на вхід компаратора К1 подана напруга запуску ( Uвх1 < U1), то незалежно від рівня напруги на вході компаратора К2 (Uвх2 < U2, Uвх2 > U2) тригер встановлюється в стан, відповідний стану запуску таймера.

Транзистор Т10 служить для блокування роботи таймера. На емітер цього транзистора подається напруга Uоп, що формується внутрішніми елементами таймера.

Розглянемо принцип роботи таймера в режимі мультивібратора, схема якого показана на рисунку 1.7.

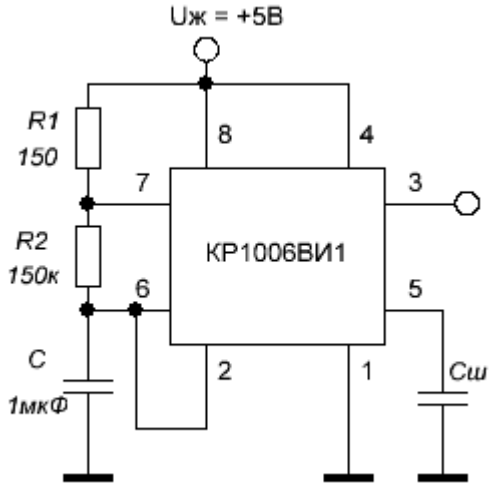



Рисунок 1.7 - Схема мультивібратора

Формування на виході схеми послідовності імпульсів відбувається в результаті заряду і розряду часозадавального конденсатора С. перемикання

кола RC здійснюють компаратори К1 і К2. Таймер завжди знаходиться в робочому режимі.

При підключенні схеми до джерела живлення конденсатор С починає заряджати по колу R1C1 від значення нижнього порогового рівня напруги U1 до верхнього порогового рівня напруги U2, прагнучи заряджатися до максимального значення вихідної напруги $U_{max}$ (рівного $U_ж$), а розряджається від рівня напруги U2 до рівня напруги U1, прагнучи розрядитися до мінімального значення вихідної напруги $U_{min}$.

Іншими словами, коли напруга на вході "ПОРІГ" (вивід 6) перевищить дві третини напруги живлення, перебування на вході верхнього компаратора К2 зміниться і на виході тригера з'явиться напруга високого рівня, яке відкриє транзистор VT11. Із-за наявності інвертуючого підсилювача на "ВИХОДІ" (вивід 3) формується напруга логічного нуля (рис. 1.8).

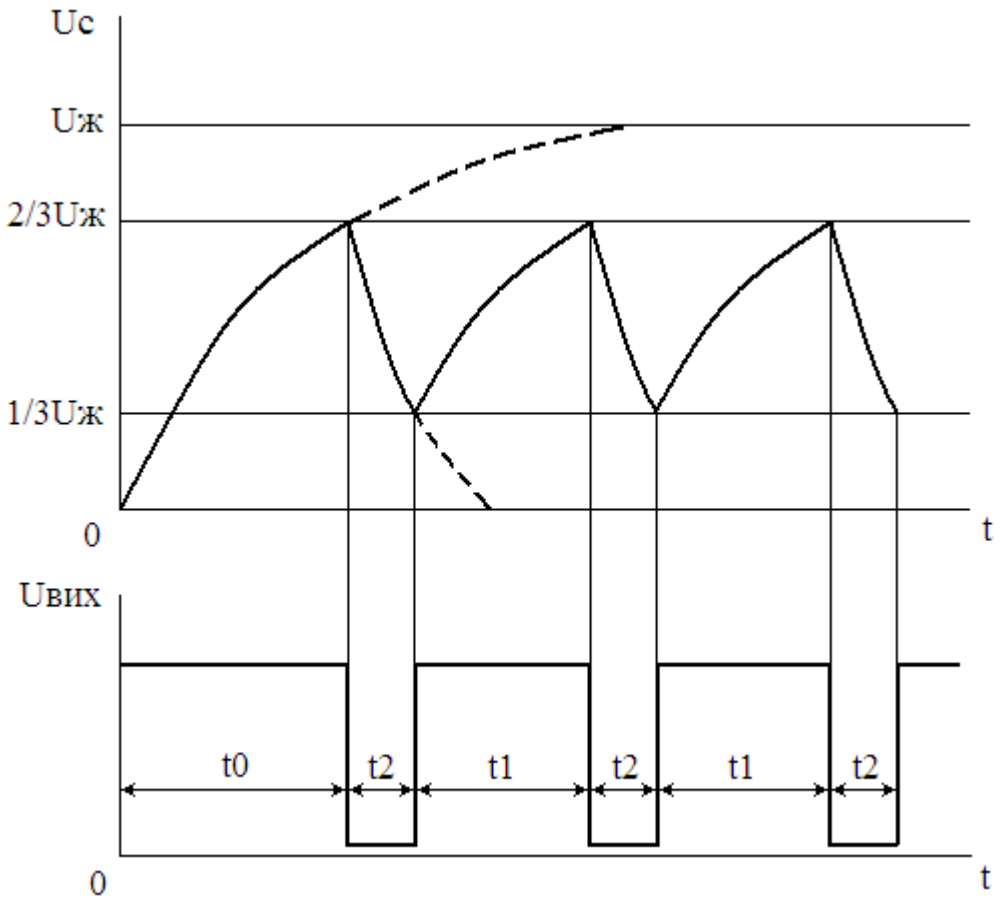



Рисунок 1.8 – Часові діаграми

Тепер конденсатор З розряджатиметься струмом, який протікатиме через резистор R2 і транзистор VT11. Через деякий час напруга на вході "ЗАПУСК" (вивід 2) зменшиться до однієї третини напруги джерела живлення і компаратор К1 змінить свій стан, повернувши тригер у вихідний стан (одиничне). На виході Q з'явиться напруга низького рівня, транзистор VT11 відкриється і на виході таймера (вывод3) з'явиться напруга високого рівня (логічна одиниця). Таким чином, весь цикл роботи таймера повторюється безперервно.

Метою роботи являється розробка простої, оригінальної у виготовленні і ефективної у роботі інформаційної системи кодового доступу до приміщення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- розробити схему введення та розпізнавання інформаційного коду;
- розробити схему лічильник послідовності набору коду;
- розробити схему підключення виконавчих пристроїв;
- провести аналіз функціонування розроблених схем інформаційної системи кодового доступу до приміщення.

# 2 Розробка мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу до приміщення

Функціональна схема інформаційної системи кодового доступу у приміщення складається з клавіатури введення коду, системи розпізнавання коду, таймера часових інтервалів, лічильника імпульсів, системи перевірки введеного коду та виконавчого каскаду (рис. 2.1).

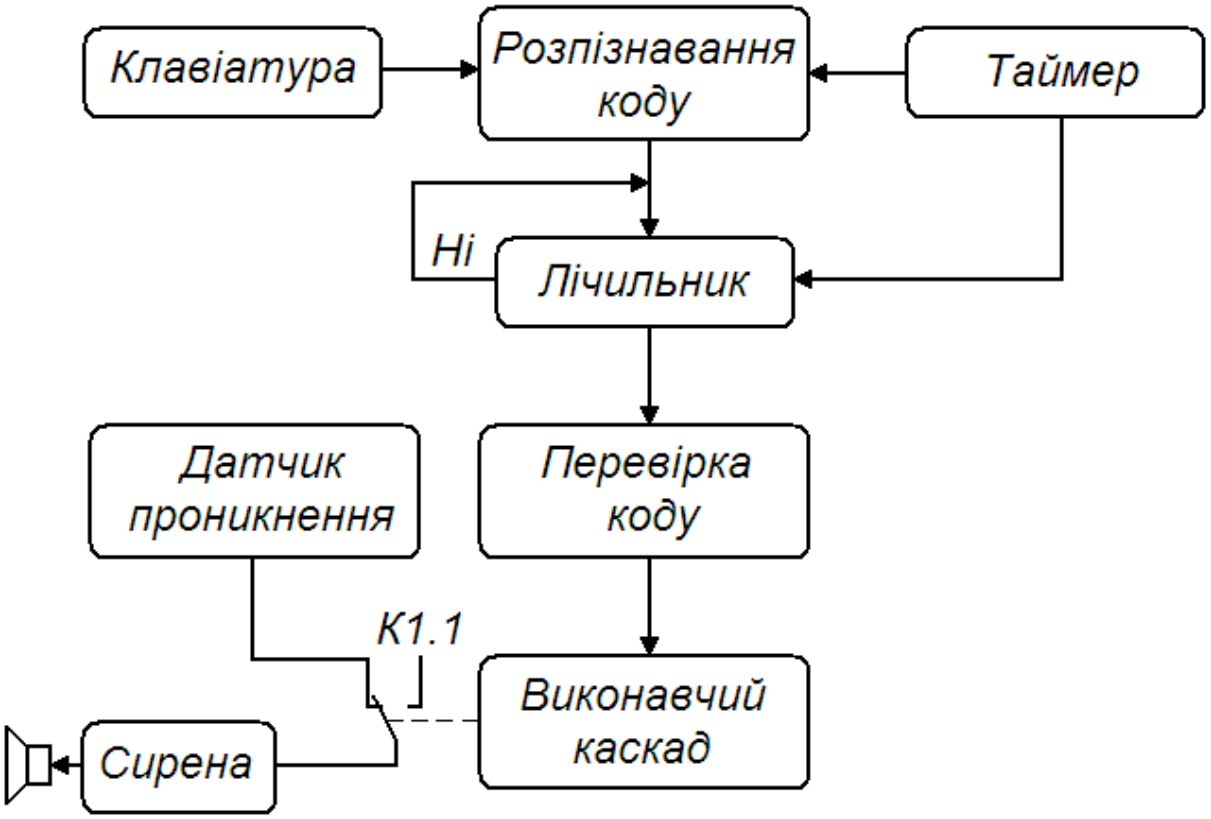



Рисунок 2.1 - Функціональна схема інформаційної системи кодового доступу

У функціональній схемі показані датчик проникнення і електронна сирена, яка замикається на ревун. Датчик проникнення виконується як геркон з нормально замкнутими контактами, встановлений на дверній коробці згідно магніту, встановленому на дверях. Колі двері відкриваються контакти геркона замикаються.

## 2.1 Блок кодування інформації

Комбінаційній кодуючий пристрій побудовано по схемі непріоритетного шифратора, який здійснює перетворення десяткового номери активного входу в двійковий еквівалент цього номера (рис. 2.2) [5].

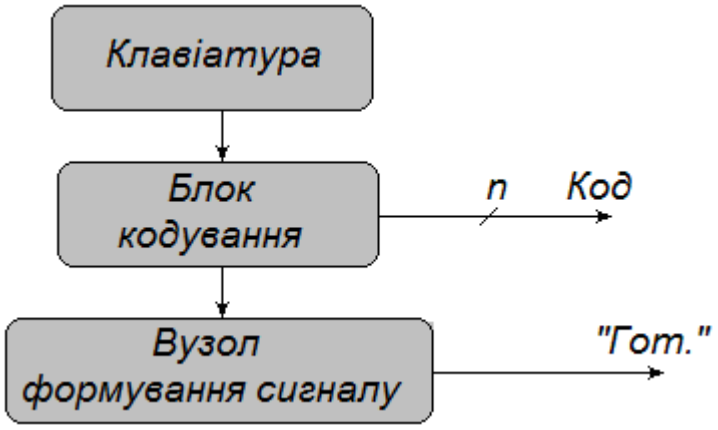



Рисунок 2.2 – Структурна схема кодуючого приладу

Клавіатура з 12 клавіш формує 12 двійкових чотирьохрозрядних кодів (таблиця. 2.1).

Рівняння функціонування шифратора:

$$F1 = SA1 + SA3 + SA5 + SA7 + SA9 + SA11;$$

$$F2 = SA2 + SA3 + SA6 + SA7 + SA10 + SA11;$$

$$F3 = SA4 + SA5 + SA6 + SA7;$$

$$F4 = SA8 + SA9 + SA10 + SA11.$$

Блок кодування створюють чотири елемента АБО (два шостивходових DD1, DD2, два чотирьохвходових DD3, DD4 (рис. 2.3).

В загальному випадку, при використанні двійкового коду, можна закодувати 2n вхідних сигналів. В розглянутій вище схемі вихідний код «0000» присутній на виході при подачі сигналу на вхід SA0, а також в разі, якщо вхідний сигнал взагалі не подається ні на один з входів.

Для однозначної ідентифікації сигналу SA0 в інтегральних схемах формується ще один вихідний сигнал – ознака подачі вхідного сигналу, який використовується і для інших цілей.

Табліця 2.1 - Таблиця істинності кодуючого блоку «12 в 4»

| Входи | Виходи | | | |
|---|---|---|---|---|
| $SA_i$ | F4 | F3 | F2 | F1 |
| SA0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SA1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SA2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| SA3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| SA4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| SA5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| SA6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| SA7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| SA8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| SA9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| SA10 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| SA11 | 1 | 0 | 1 | 1 |

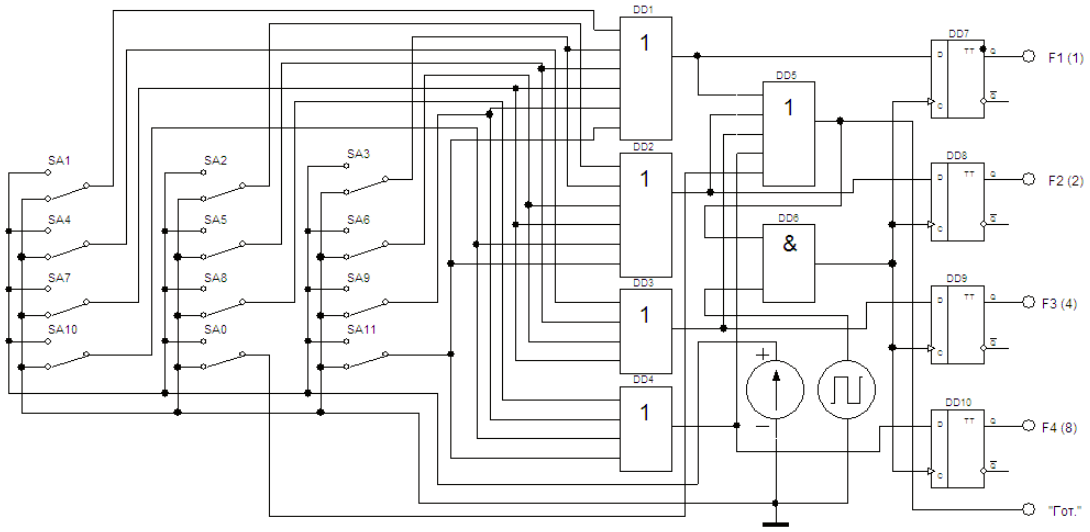



Рисунок 2.3 – Блок кодування інформації

Вузол формування сигналу «Готовій» включає п’ятивходовий елемент АБО DD5 та двохвходовий елемент І DD6. З «натисненням» будь-якої з клавіш клавіатури введення вихідні сигнали з елементів АБО утворюють відпо-

відний чотирьохрозрядний код. Формується сигнал «Готовій» з виходу DD5 на якому відтворюється логічна «1». Цей сигнал дозволяє проходження імпульсів генератора скрізь елемент DD6 на тактові входь елементів DD7...DD10. Інформація записується в буферний регістр на D-тригерах. Якщо відповідна клавіша віджата на виході DD5 формується логічний «0». Відсутній сигнал «Готовій» та блокується проходження імпульсів генератора скрізь елемент DD6. На виході буферного регістра DD7...DD10 зберігається код раніш натиснутої клавіші. З натисненням наступної клавіші процес формування вихідного коду повторюється [8].

Аналіз функціонування блоку кодування інформації у програмному забезпеченні EWB показує правильність відображення набраної на клавіатурі інформації (рис. 2.4 – 2.5).

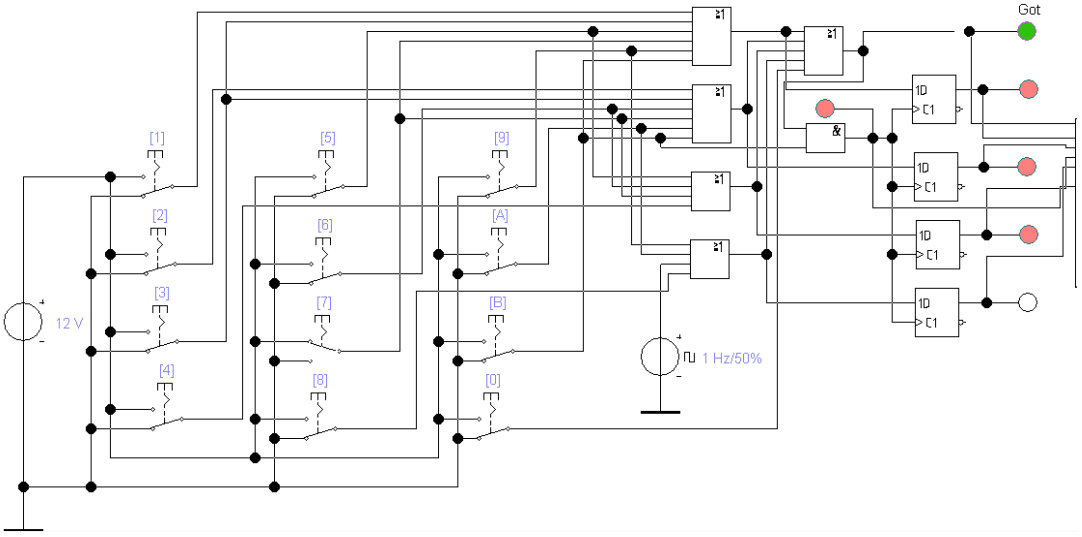



Рисунок 2.4 – Аналіз функціонування блоку кодування інформації

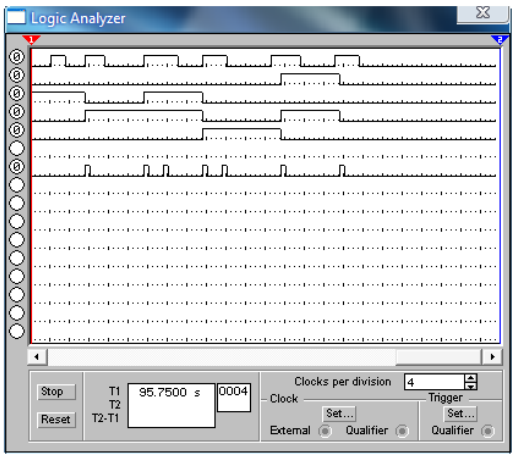



Рисунок 2.5 – Діаграма функціонування блоку кодування інформації

Згідно з вимогами завдання код доступу, набраний на клавіатурі приводить в дію відключення охоронної сигналізації. Час набору коду доступу обмежений часом. Після закінчення цього часу система переходить в режим скидання і знову готова до прийому інформації від клавіатури. Вільні кнопки клавіатури підключені паралельно і будь-яке натиснення на одну з них наводить систему прочитування коду в режим скидання (рис. 2.6).

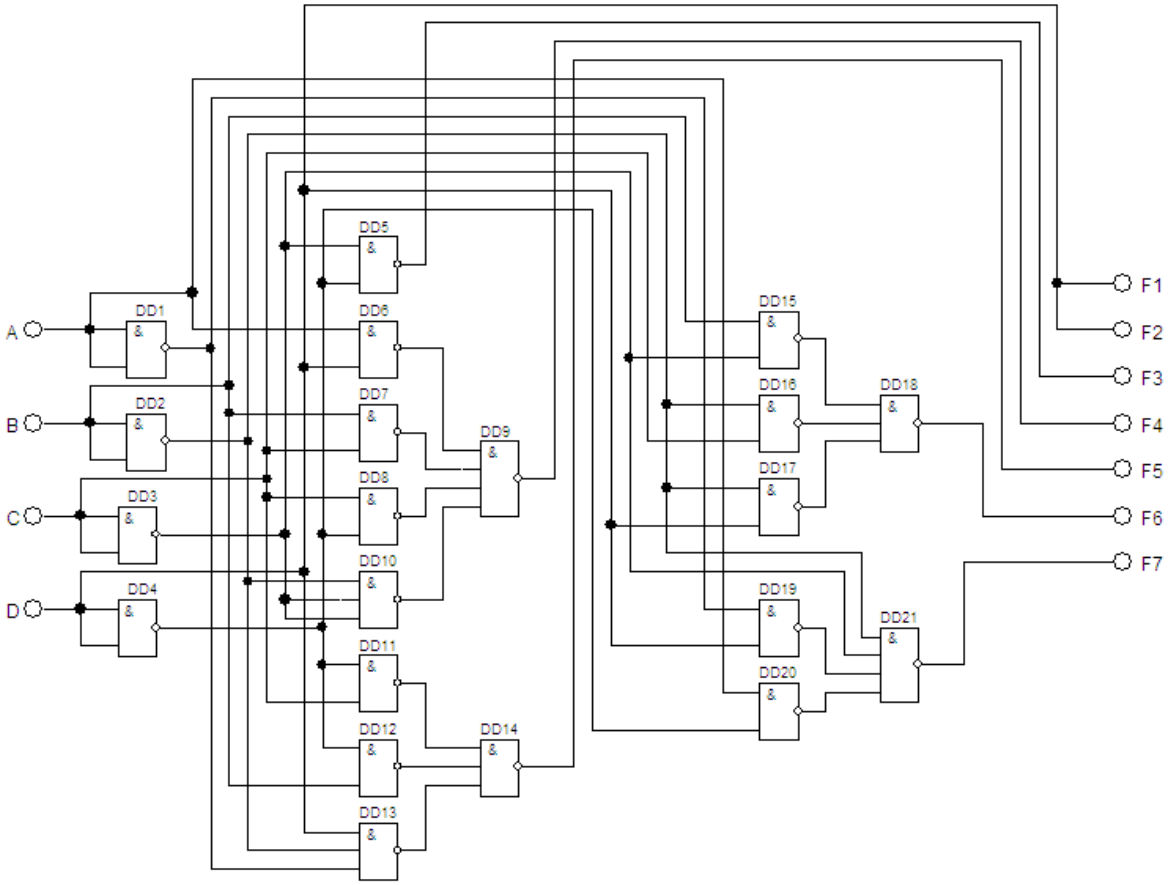



Рисунок 2.6 – Блок введення та розпізнавання коду

Набрана на клавіатурі кодова послідовність 1-2-3-4 через елемент DD1 запускає таймер тактових послідовностей. Лічильник відраховує такти і після четвертого такту інформація через елементи DD2…DD5 записується у тригери DD7…DD10. Далі через елемент DD6 відпрацьовує виконавчий каскад.

Вичерпаний час набору коду або натиснення несанкціонованої клавіші приводить до режиму скидання і прийняття інформаційною системою кодового доступу нової інформації [8].

## 2.2 Лічильник послідовності набору коду

Двійково-десяткові лічильники мають $K_{рах.} = 10$. Їх синтезують на основі чотирьохрозрядного лічильника, виключаючи $N = 2^m - K_{рах.} = 16 - 10 = 6$ надлишкових станів. Виключити можна будь-які 6 з 16 станів. У різних варіантах схем одному і тому ж десятковому числу можуть відповідати різні кодові комбінації, тобто різні варіанти лічильників працюють в різних двійково-десяткових кодах. Синтез двійково-десяткового лічильника можливо здійснити відповідно до таблиці станів (табл. 2.2) [5].

Таблиця 2.2 – Таблиця станів двійково-десяткового лічильника

| n | $Q4^n$ | $Q3^n$ | $Q2^n$ | $Q1^n$ | $Q4^{n+1}$ | $Q3^{n+1}$ | $Q2^{n+1}$ | $Q1^{n+1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Складемо карти Карно для функцій переходів тригерів кожного розряду (рис. 2.6).

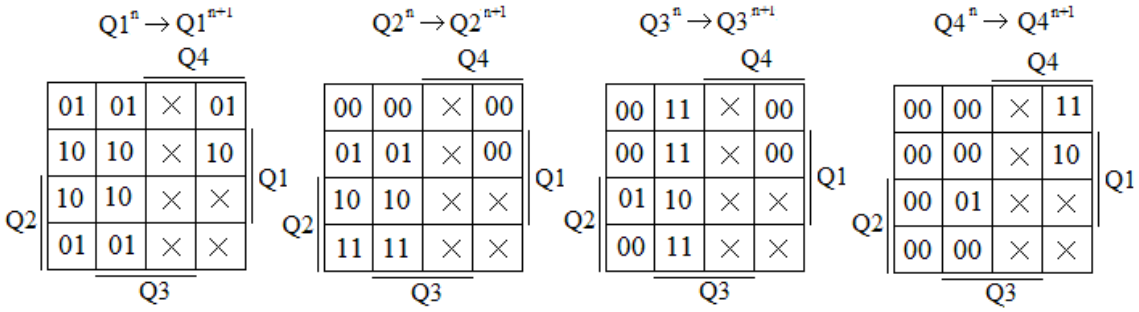



Рисунок 2.6 - Карти функцій переходів тригерів двійково-десяткового лічильника

Вибираємо JK – тригер, для побудови лічильника. Використовуючи словник переходів JK – тригера (рис. 2.7), для кожного входу тригера складаються карти Карно (рис. 2.8).

| J | K | $Q^n$ | $Q^{n+1}$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

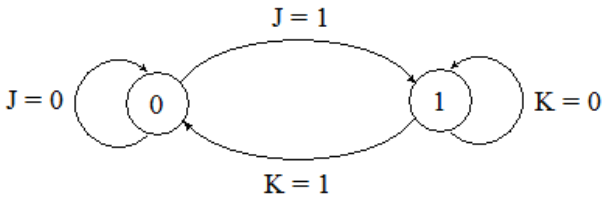
а

| J | K | $Q^{n+1}$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | $Q^n$ |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | $\overline{Q^n}$ |

б

| Перехід | J | K |
|---|---|---|
| 0 → 0 | 0 | × |
| 0 → 1 | 1 | × |
| 1 → 0 | × | 1 |
| 1 → 1 | × | 0 |

в




г

Рисунок 2.7 – Таблиця істинності (а), таблиця перемикань (б), словник переходів (в), діаграма станів (г) JK – тригера

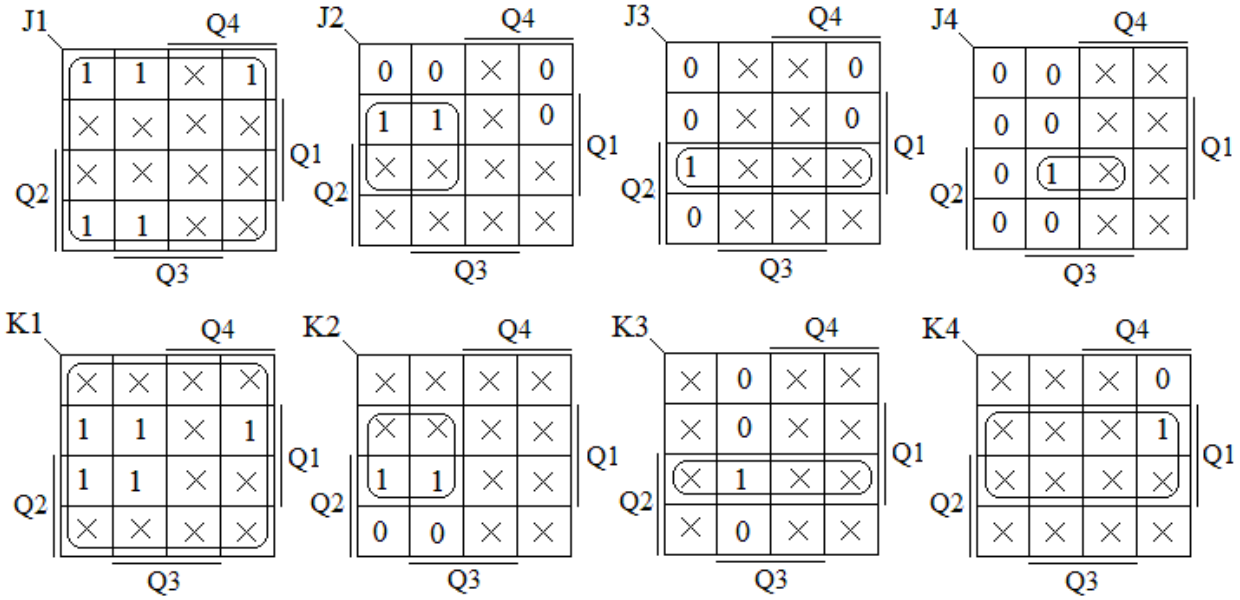



Рисунок 2.8- Карти Карно функцій входів тригерів лічильника

Функції входів лічильника мають вигляд:

$$J1 = 1; \quad J2 = \overline{Q}4Q1; \quad J3 = Q2Q1; \quad J4 = Q3Q2Q1$$

$$K1 = 1; \quad K2 = \overline{Q}4Q1; \quad K3 = Q2Q1; \quad K4 = Q1$$

Схема двійково-десяткового лічильника з $К_{рах.}$ = 10 на JK – тригерах представлена на рисунку 2.9

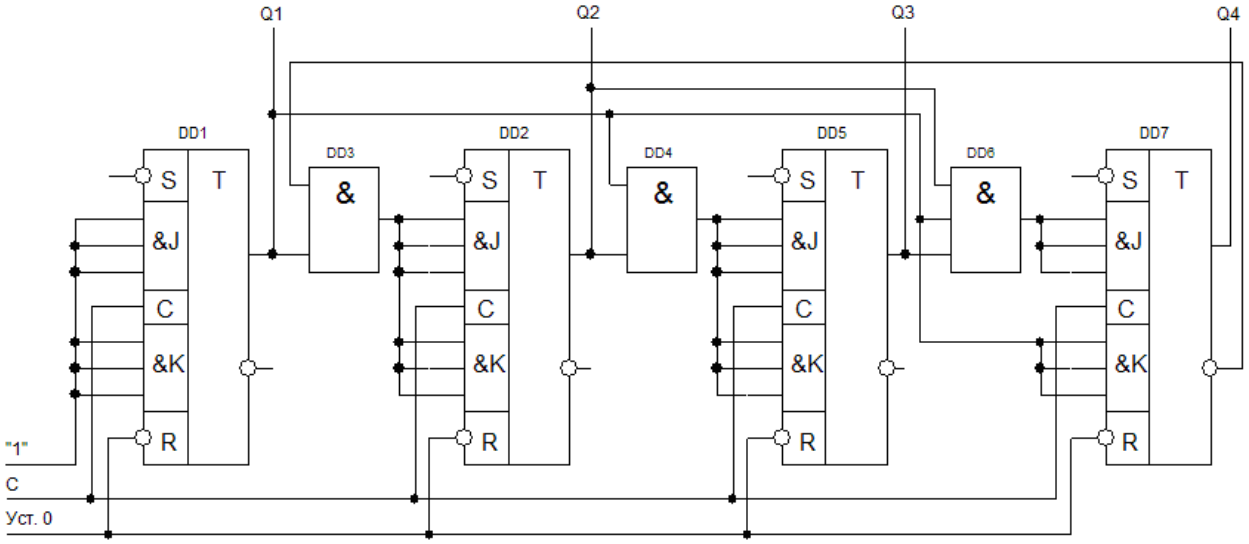



Рисунок 2.9 - Схема двійково-десяткового лічильника

Для того, щоб на виході лічильника отримати результат рахунку в десятковій системі потрібно збирати схему лічильника і дешифратора.

### 2.2.1 Схема дешифратора станів двійково-десяткового лічильника

Дешифратор (ДШ) – пристрій комбінаційного типу, який дозволяє визначити код вхідного числа по одиночному сигналу на одному з виходів.

Дешифратори широко застосовуються в пристроях управління, в системах цифрової індикації, для побудови розподільників імпульсів по різних колах і т. д. Дешифратор, в якого число виходів $2^n$, де n - число входів, називається повним. Розрахуємо дешифратор 4 в 10.

З таблиці станів (табл. 2.3) випливає, що на кожному вході дешифратора повинен стояти інвертор. Рівняння функціонування дешифратора по кожному виході визначається певною комбінацією вхідних сигналів.

Таблиця 2.3 – Таблиця станів дешифратора

| Q4 | Q3 | Q2 | Q1 | F0 | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Кожному вхідному двійковому коду відповідає низький рівень лише на одному виході, а на всіх інших зберігається високий рівень

Рівняння функціонування дешифратора:

$$F0 = \overline{Q4}\,\overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}; \qquad F5 = \overline{Q4}\,Q3\,\overline{Q2}\,Q1;$$

$$F1 = \overline{Q4}\,\overline{Q3}\,\overline{Q2}\,Q1; \qquad F6 = \overline{Q4}\,Q3\,Q2\,\overline{Q1};$$

$$F2 = \overline{Q4}\,\overline{Q3}\,Q2\,\overline{Q1}; \qquad F7 = \overline{Q4}\,Q3\,Q2\,Q1;$$

$$F3 = \overline{Q4}\,\overline{Q3}\,Q2\,Q1; \qquad F8 = Q4\,\overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1};$$

$$F4 = \overline{Q4}\,Q3\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}; \qquad F9 = Q4\,\overline{Q3}\,\overline{Q2}\,Q1.$$

Відповідно до рівнянь функціонування будується схема пірамідального дешифратора (рис. 2.10).

Аналогічну структуру має мікросхема дешифратора 4 в 10 К155ИД6, в серії 561 така мікросхема відсутня [9-11].

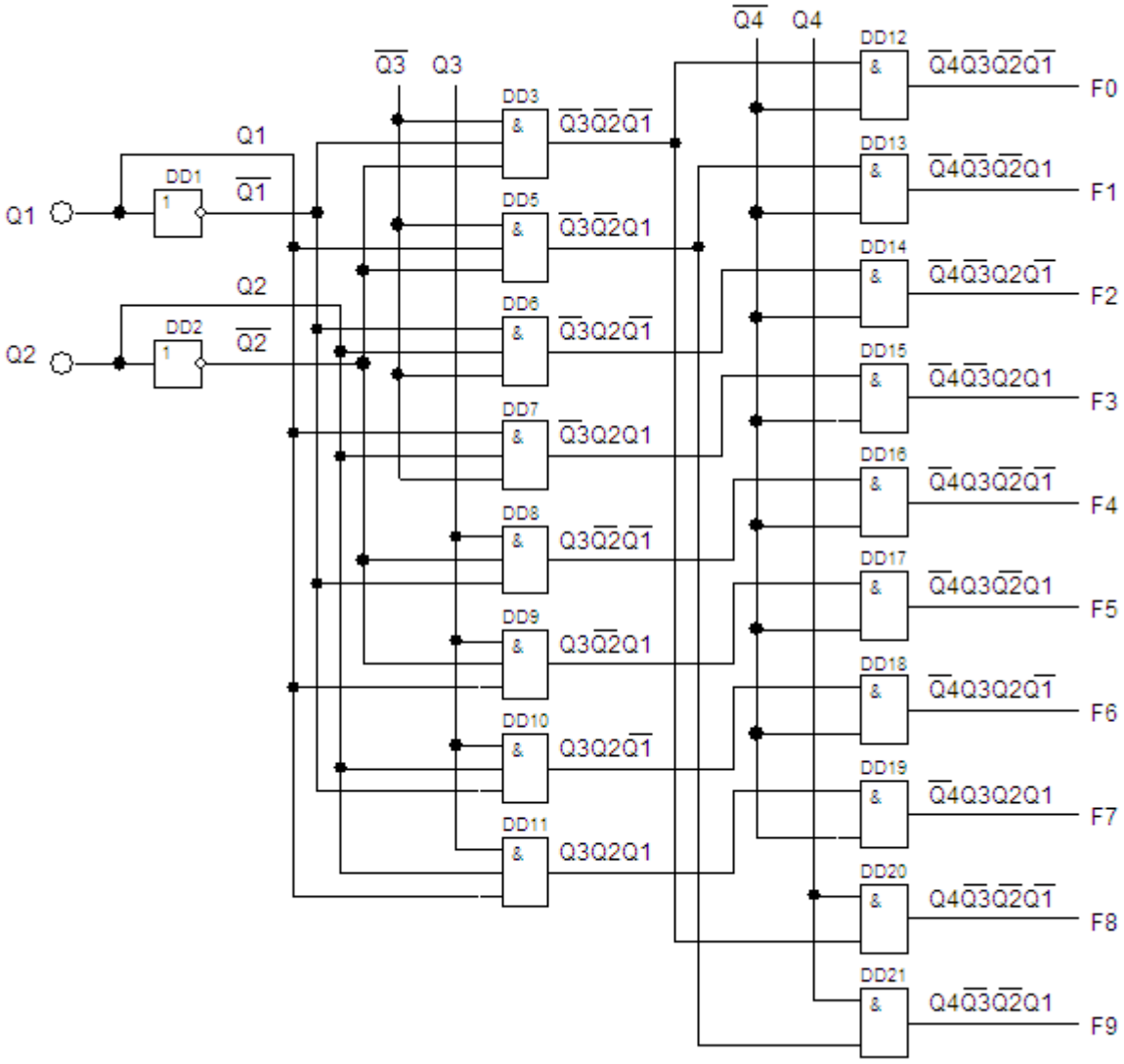



Рисунок 2.10 - Схема пірамідального дешифратора 4 в 10

Окрім лічильників і дешифраторів існує ще один тип мікросхем — лічильники - дешифратори, що містять в одному корпусі і лічильник і дешифратор, підключений на виході лічильника. Одна з таких, найбільш поширених мікросхем К561ИЕ8. Мікросхема містить двійковий лічильник, рахунок якого обмежений до 10-ти (під час вступу на його рахунковий вхід десятого імпульсу лічильник автоматично переходить в нульовий стан), і двійково-десятковий дешифратор, який включений на виході цього лічильника (2.11).

У мікросхеми К561ИЕ8 мається ще один вихід, позначений CR. Це вихід переносу, необхідний для організації багаторозрядної системи лічильників [11].

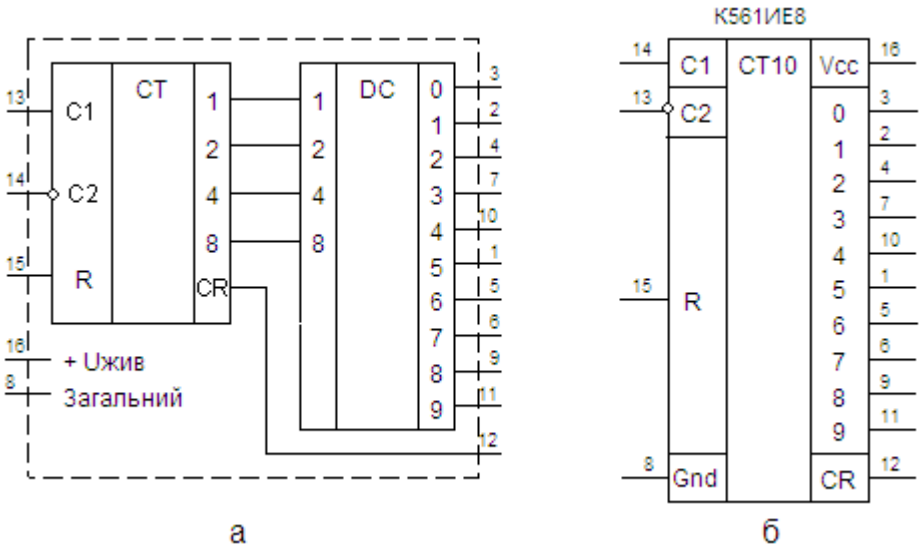



Рисунок 2.11 – Структура (а) та умовне графічне позначення (б) мікросхеми К561ИЕ8

Після установки пуля на цьому виході буде одиниця до тих пір доки мікросхема не полічить пять імпульсів, потім на цьому виході встановиться нуль і буде до тих пір доки мікросхема не долічить до 10 і переключиться в нуль.

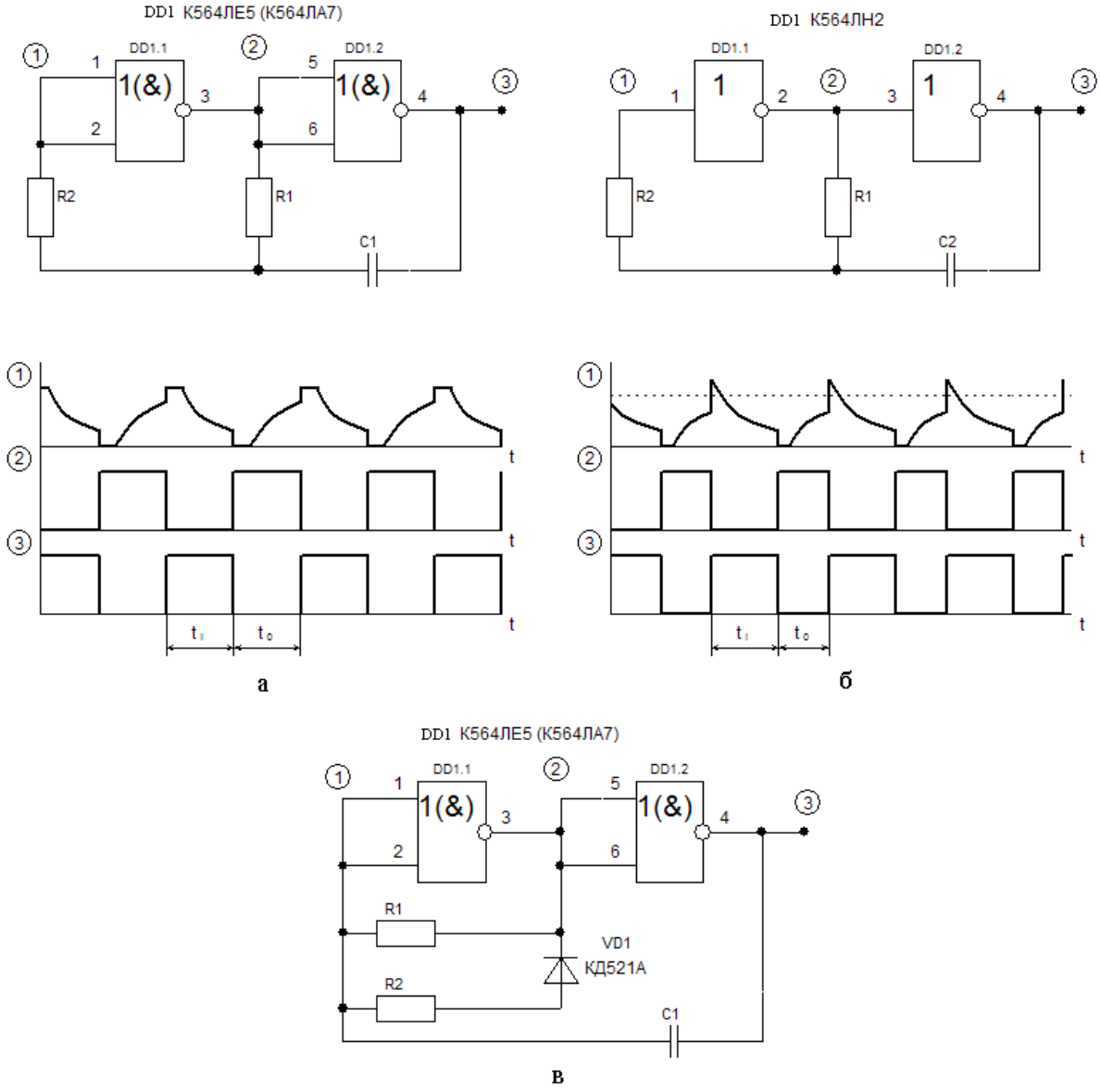
Виходить так, що на цьому виході за весь період рахунку мікросхеми формується один негативний імпульс, завершення якого говорить про те, що мікросхема долічила до 10-ти. Цей імпульс можна подати на вхід С2 іншої мікросхеми К561ИЕ8 і ця інша мікросхема рахуватиме десятки імпульсів, які поступили на вхід першої. А загальний коефіцієнт перерахунку складе 100. Можна включити і третю мікросхему услід за другою (рахунок до 1000), і четвертую услід за третьою (рахунок до 10000), і так далі

## 2.3 Таймер тактових послідовностей лічильника

Схема таймера зібрана на генераторі імпульсів з заданими параметрами. Варіант генератора на двох інверторах показаний на рисунку 2.12, а. Схема має два динамічних стана. У першому з них, коли на виході DD1.1 стан логічної "1" (вихід DD1.2 логічний "0"), конденсатор С1 заряджається. В

процесі заряду напруга на вході інвертора DD1.1 зростає, і досягши значення $U_{пор} = 0{,}5U_{жив}$ відбувається стрибкоподібний перехід в другий динамічний стан, в якому на виходах DD1.1 логічний "0", DD1.2 логічна "1". У цьому стані відбувається перезаряд ємкості (розряд) струмом зворотного напряму [12]

.




а – генератор на мікросхемі К561ЛЕ5;

б - генератор на мікросхемі К561ЛН2;

в – генератор на мікросхемі К561ЛЕ5 з додатковим ланцюгом R2, VD1

Рисунок 2.12 – Генератори імпульсів на двох інверторах

Досягши напруги на С1 $U_{пор}$ відбувається повернення схеми в перший динамічний стан. Діаграма напруги пояснює роботу генератора. Резистор R2 являється обмежувальним, і його опір не повинен бути менше 1 кОм. Аби він не впливав на розрахункову частоту, номінал резистора R1 обирається значно більше R2 (R2 < 0,01R1). Обмежувальний резистор (R2) інколи встановлюють послідовно з конденсатором. При використанні неполярного конденсатора С1 тривалість імпульсів ($t_i$) і паузи ($t_0$) будуть майже однаковими: $t_i = t_0 = 0,7R1C1$. Повний період $T = 1,4R1C1$. Резистор R1 і конденсатор С1 можуть знаходитися в діапазоні 20 к0м...10 МОм; 300 пф...100 мкФ.

При використанні в схемі (рис. 2.10, б) двох інверторів мікросхеми К561ЛН2 (вони мають на вході лише один захисний діод) перезаряд конденсатора походитиме від рівня $U_{жив} + U_{пор}$. Внаслідок чого симетричність імпульсів порушується $t_i = 1,1R1C1$, $t_0 = 0,5R1C1$, період $T = 1,6R1C1$. Оскільки поріг перемикання логічних елементів не відповідає точно половині напруги живлення, аби отримати симетричність імпульсів, в традиційну схему генератора можна додати ланцюг з R2 і VD1 (рис. 2.10, в). Резистор R2 дозволяє підстроюванням отримати меандр ($t_i = t_0$) на виході генератора. Розглянуті схеми досить надійні в роботі але не мають регулювань параметрів імпульсів

Схема на рисунку 2.13 дає можливість окремо регулювати тривалість і паузу між імпульсами: $t_i = 0,8C1R1$, $t_0 = 0,8C1R2$. При номіналах елементів, вказаних на схемі тривалість імпульсів близько 0,1с, період повторення 1с.

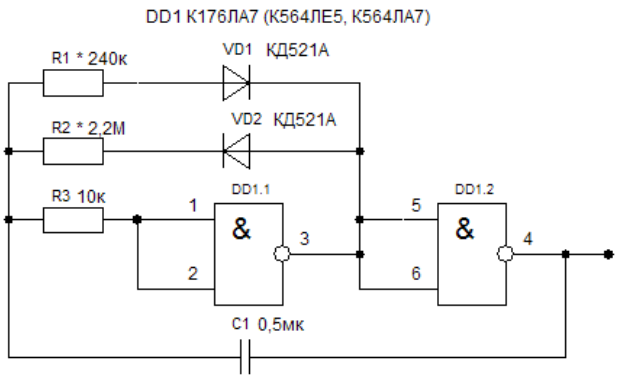



Рисунок 2.13 - Генератор імпульсів з роздільною установкою тривалості імпульсу і паузи між ними

Стабільніша частота в генераторів, виконаних на трьох інверторах (рис. 2.14). Процес перезаряду С1 у бік зменшення напруги на лівій обкладинці починається від напруги $U_{жив} + U_{пор}$, внаслідок чого на це вирушає більше часу $t_i$ =1,1C1R2. Повний період коливань складе T = 1,8C1R2.

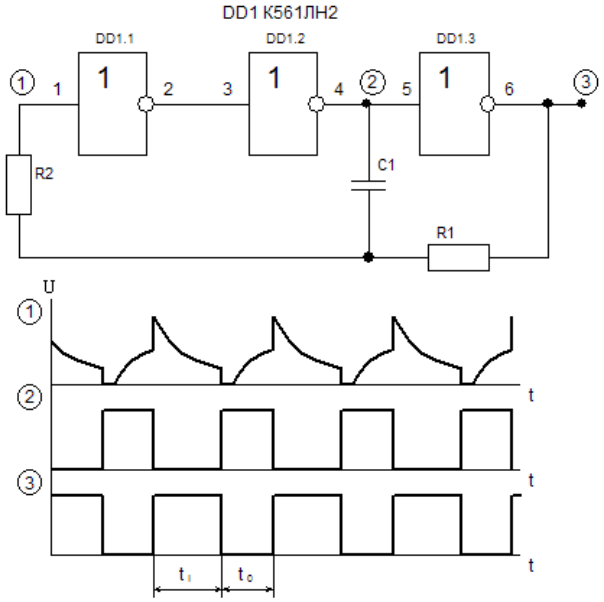
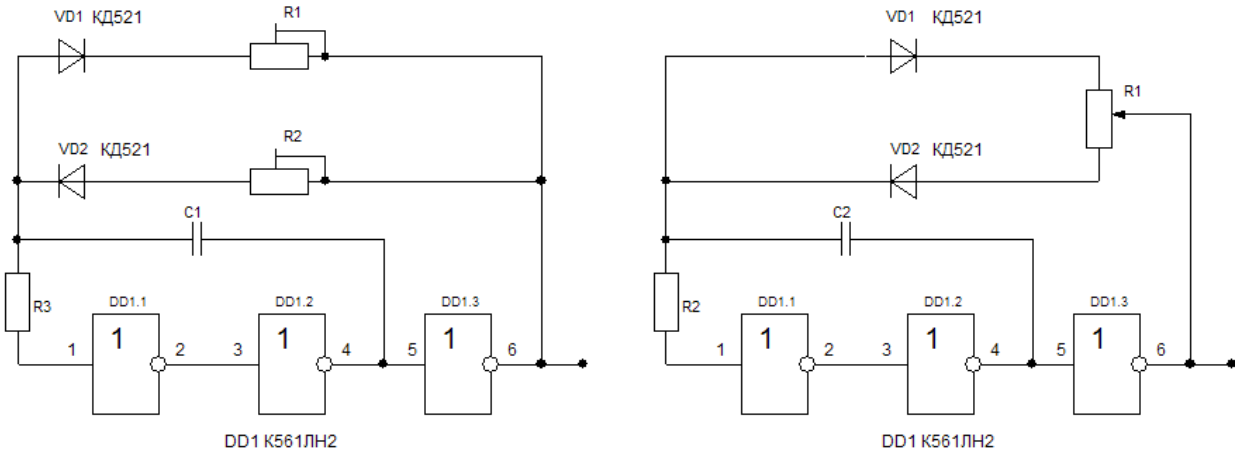



Рисунок 2.14 - Генератор імпульсів на трьох інверторах

На рисунку 2.15 приведені схеми аналогічних генераторів, які дозволяють окремо регулювати тривалість і паузу між імпульсами або при незмінній частоті регулювати шпаруватість імпульсів.




а) регулювання тривалості імпульсів і паузи між ними;

б) регулювання шпаруватості імпульсів

Рисунок 2.15 - Генератор імпульсів з роздільним регулюванням

Якщо потрібно отримати на виході приведених вище схем генераторів симетричні імпульси без підстроювання, то після схеми необхідно ставити тригер або ж скористатися схемою на трьох інверторах (рис. 2.16).

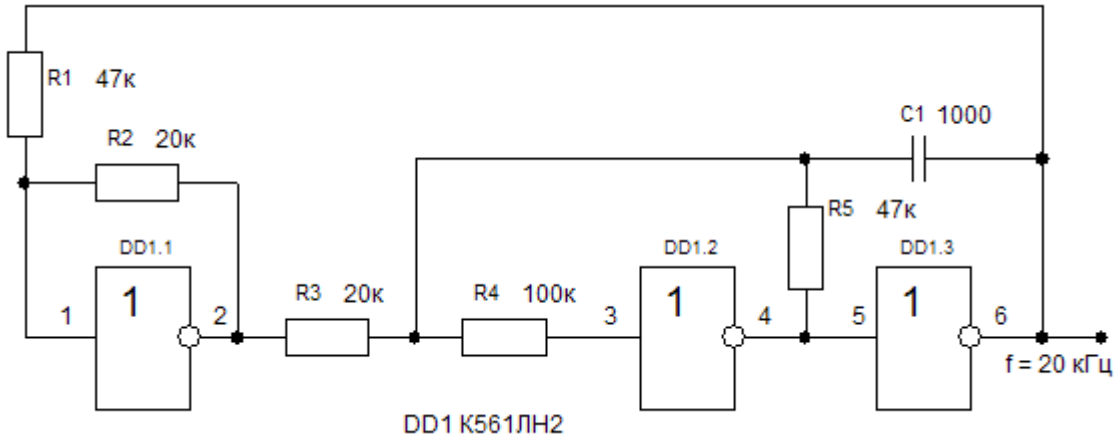



Рисунок 2.16 - Генератор з симетричними імпульсами на виході

Елемент DD1.1 використовується для створення другого ланцюга негативного зворотного зв'язку, що охоплює інвертор DD1.2 (головний ланцюг зворотного зв'язку для сигналу утворює резистор R5). Елемент мікросхеми DD1.1 працює в режимі з низьким коефіцієнтом посилення при замкнутому зворотному зв'язку подібно до операційного підсилювача що працює в лінійній частині характеристики. В результаті цього інвертована порогова напруга інвертора DD1.1 може бути підсумована з напругою негативного зворотного зв'язку і подана на вхід елементу DD1.2. Якщо співвідношення R2/R1 дорівнює відношенню R3/R5 може бути отримана повна компенсація помилок обумовлених зміною порогових напруг елементів DD1.1 і DD1.2 При цьому передбачається, що всі елементи схеми розташовані в одному корпусі і їх порогова напруга фактично рівна Частота імпульсів такої схеми визначається із співвідношення F = 1 / R5C1 (вона буде приблизно в два рази вище в порівнянні з схемою, показаною на рисунку 2.10).

Генератор з малим вжитком енергії можна виконати на двох ключах мікросхеми К561КТ3 (рис. 2.17).

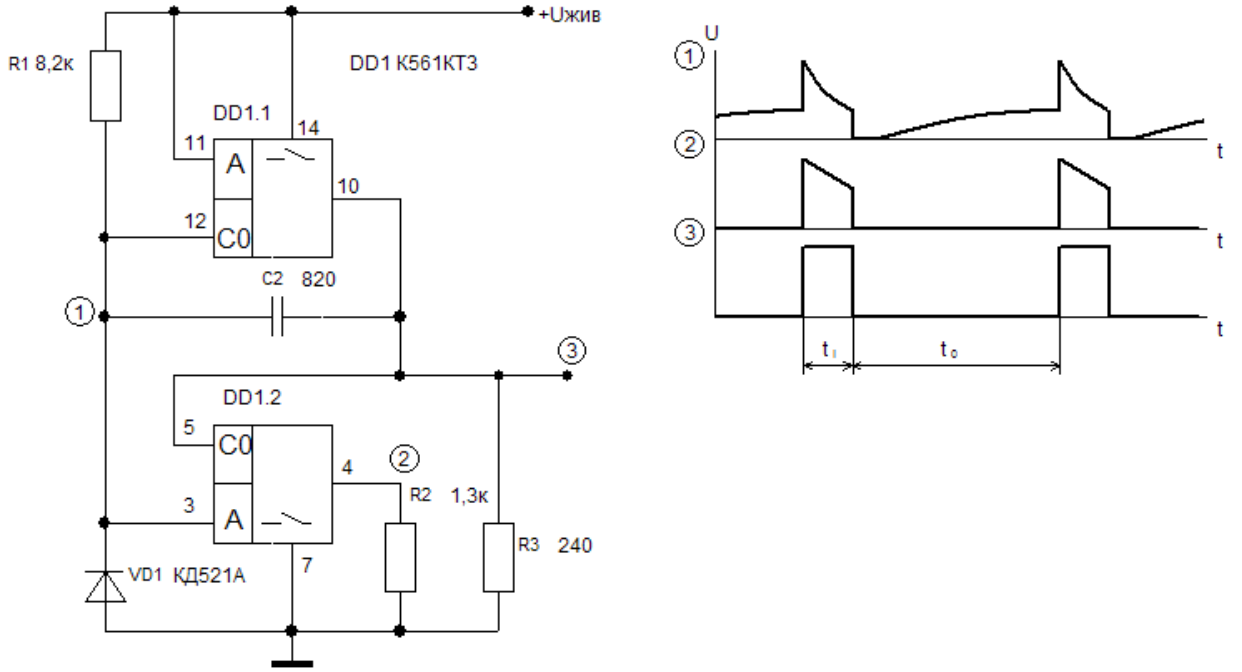



Рисунок 2.17 - Генератор імпульсів з підвищеною здатністю навантаження

Після включення напруги живлення обидва ключа розімкнено. Конденсатор С1 розряджений, тому напруги на ньому немає, зарядний струм від джерела живлення протікає через послідовно включені резистори R1 і R2. Оскільки R1 > R2, напруга на резисторі R2 не досягне порогу спрацьовування ключа DD1.2, а надалі, у міру зменшення зарядного струму, ця напруга прагне до 0. В той же час у міру накопичення заряду на конденсаторі напруга на виводі (12) DD1експоненціально зростає. Коли вона досягне порогу спрацьовування ключа DD1.1, з'єднається ланцюг між виводами 11 і 10, що приведе до спрацьовування ключа DD1.2. Відразу після замикання обох ключів нижня обкладка конденсатора С1 підключається до шини "+" живлення. Заряд, накопичений раніше на конденсаторі, не може змінитися миттєво, тому напруга на (12) DD1стрибком зростає до рівня, $U_{жив}$, що перевищує, на величину, рівну порогу спрацьовування ключа DD1.1. Після цього напруга на С1 починає зменшуватися з постійною часу, рівною С1R1R3/(R1+R3), і прагне досягти рівня напруги, що задається дільником на резисторах R1, R3. В процесі перезаряду конденсатора напруга на С1 зменшиться до порогу розми-

кання ключа DD1.1. У результаті розвивається лавиноподібний процес розмикання обох ключів. Для захисту ключа DD1.2 від негативного викиду напруги в схему вводиться діод. Після розмикання ключів конденсатор починає заряджати через послідовно включені резистори R1 і R2 — описані вище процеси повторюються [12].

При заданій ємкості конденсатора тривалість паузи $t_0$ між імпульсами регулюється резистором R1, проте зміна тривалості паузи підбором резистора R1 наводить і до зміни тривалості імпульсу $t_i$. Тому, аби встановити потрібну тривалість імпульсу, не міняючи паузу, необхідно скористатися резистором R3. Регулювання параметрів імпульсів здійснюється в широких межах, при цьому відношення $ti/t_0$ може бути як менше, так і більше 1.

Аналіз автогенераторів на МОН мікросхемах показує, що якщо схема мультивібратора не симетрична, то зростає її чутливість до зміни живлячої напруги (для мікросхем 561-ої серії період може мінятися на 35% при зміні $U_{жив}$ від 3 до 15В), тому розрахункові співвідношення справедливі для максимальної напруги живлення.

При стабілізованому живленні, зміна тривалості імпульсів мультивібраторів і частоти в генераторах на RC-колах зазвичай не краще 1% на 15°С (в разі вживання термостабільних конденсаторів). Велику стабільність частоти можна отримати, використовуючи кварцову стабілізацію. На рисунку 2.10 приведені типові схеми побудови таких генераторів. Для невеликого підстроювання частоти інколи послідовно з кварцовим резонатором встановлюють конденсатор 10...100 пФ. Частота імпульсів і їх стабільність в цьому випадку в генератора задається параметрами кварцового резонатора [8].

Обираємо для схеми системи кодового доступу генератор тактових послідовностей лічильника, що забезпечує підвищену стабільність частоти при зміні довкілля в широкому діапазоні (рис. 2.18, а).

По аналогічній схемі зібрано генератор часових інтервалів задавання кодової послідовності (рис. 2.18, б).

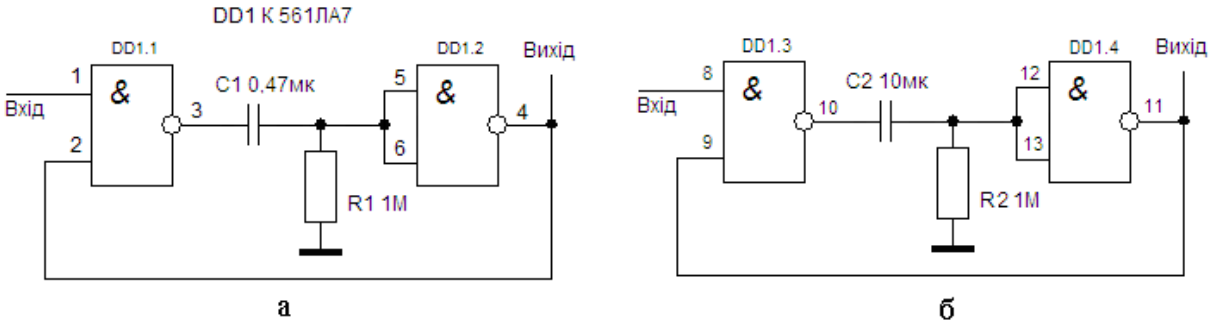



Рисунок 2.18 – Схеми, які забезпечують підвищену стабільність частоти при зміні довколишньої температури в широкому діапазоні

Для побудови схеми генератора імпульсів асинхронного типу використовуємо мікросхему 564ЛА7 виконану по МОН технології. Структурна схема представлена на рисунку 2.19, призначення виводів в таблиці 2.4, алгоритм функціонування в таблиці 2.5.

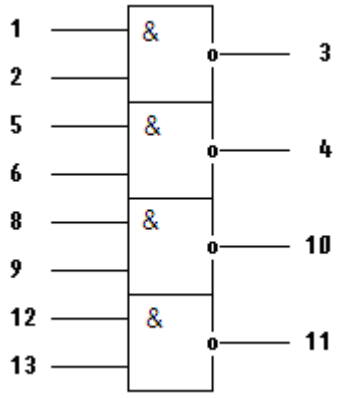



Рисунок 2.19 – Структурна схема мікросхеми 564ЛА7

Таблиця 2.4 - Призначення виводів мікросхеми 564ЛА7

| № вив. | Призначення | № вив. | Призначення |
|---|---|---|---|
| 1 | Вхід | 8 | Вхід |
| 2 | Вхід | 9 | Вхід |
| 3 | Вихід | 10 | Вихід |
| 4 | Вихід | 11 | Вихід |
| 5 | Вхід | 12 | Вхід |
| 6 | Вхід | 13 | Вхід |
| 7 | Загальний | 14 | +Ежив |

Таблиця 2.5 – Таблиця функціонування мікросхеми 564ЛА7

| Входи | | | | | | | | Виходи | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 5 | 6 | 8 | 9 | 12 | 13 | 3 | 4 | 10 | 11 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Схема розробленого генератора тактових послідовностей лічильника, для інформаційної системи кодового доступу представлена на рисунку 2.20.

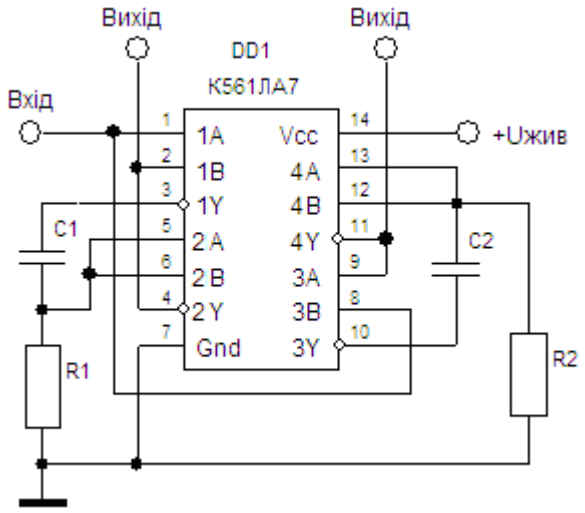



Рисунок 2.20 – Схемна модель розробленого генератора тактових послідовностей лічильника

Генератор тактових послідовностей лічильника зібраний на чотирьох вентилях мікросхеми 561ЛА7 (7411) (рис. 2.21). У генераторі передбачено регулювання частоти дотримання імпульсів підбором конденсаторів С2 та резисторів R2 [7,12]. Таким чином регулюється час натиснення кнопок на клавіатурі кодуючого блоку. Цей час можна збільшити, пропорційно збільшуючи опір резистора і ємкість конденсатора. Аналіз автогенераторів на МОН мікросхемах показує, що якщо схема мультивібратора не симетрична, то зростає її чутливість до зміни живлячої напруги (для мікросхем 561-ої серії період може мінятися на 35% при зміні $U_{жив}$ від 3 до 15В), тому розрахункові співвідношення справедливі для максимальної напруги живлення.

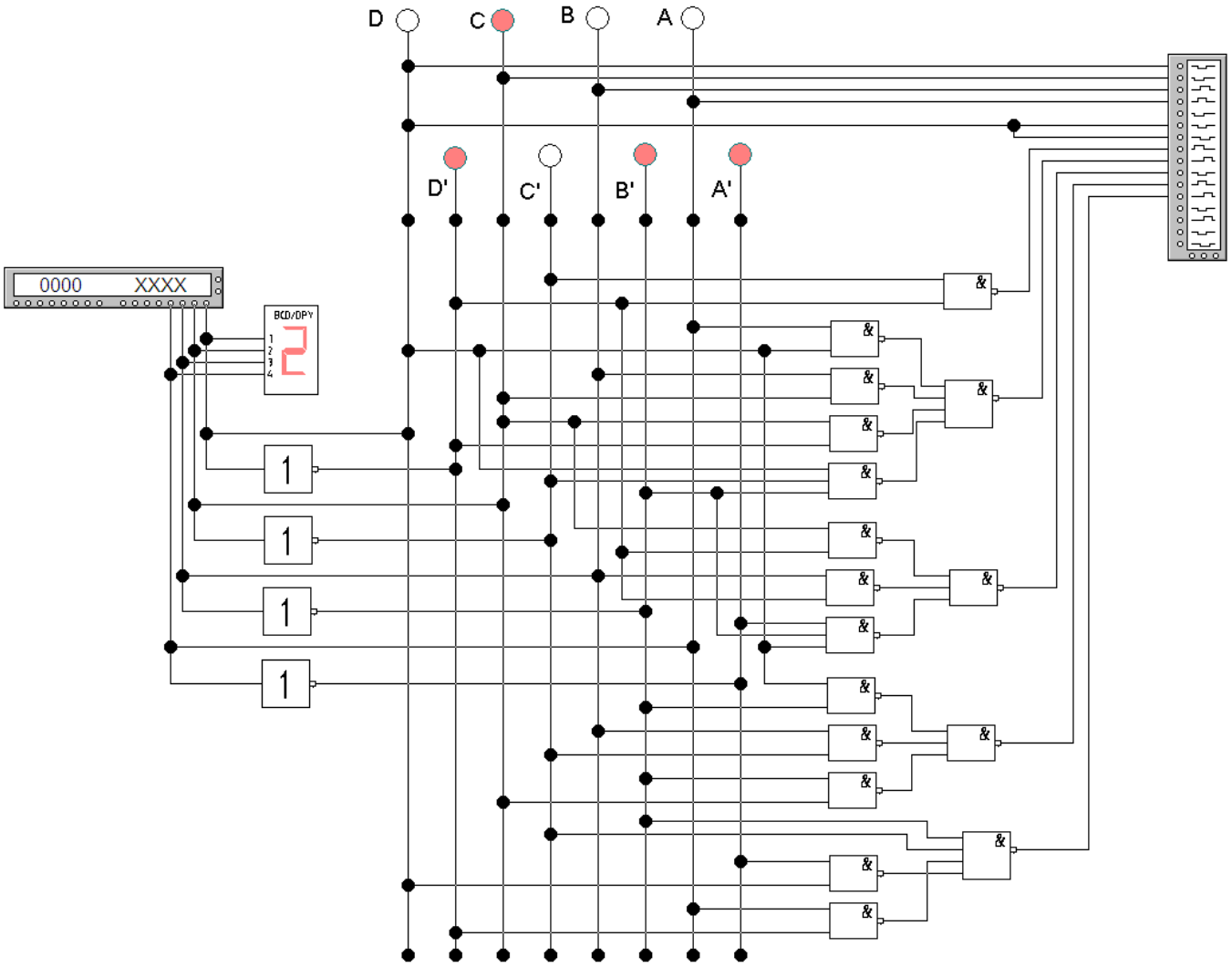



Рисунок 2.21 – Аналіз функціонування генератора тактових послідовностей лічильника

## 2.4 Охоронні сповіщувачі інформаційної системи кодового доступу

### 2.4.1 Бездротовий датчик відкриття дверей

Дверну конструкцію оснащують додатковими захисними системами – це можуть бути і прості сигналізації з мінімальним набором функцій або

ж потужні і серйозні охоронні комплекси. І у простій системі, і в складній є одна загальна деталь – це датчик відкриття дверей.

Герконовий датчик самий популярний серед всіх тих, які можна встановити на вхідні двері. Дані рішення широко поширені практично в багатьох галузях, але використовують їх і в охоронних системах. Перевага гекона в тому, що це доступний, простій в монтажі і дуже ефективний датчик, який реагує на відкриття дверей, воріт, люків, вікон – будь-яких рухомих конструкцій [3].

Вживання датчиків відкриття дверей магнітоконтактного типу або ж Геркон може реагувати на замикання або розмикання рухливих частин, які надають доступ в приміщення. На рисунку 2.22 показано принцип установки герконового датчика.

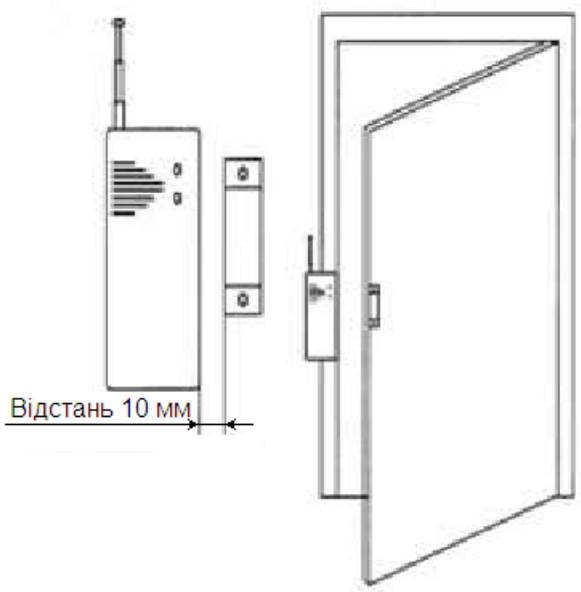



Рисунок 2.22 - Принцип установки герконового датчика

Дані вилучателі розташовують усередині будов, вони непомітні для очей, робота їх практично безвідмовна – за допомогою мініатюрних датчиків забезпечується надійний захист видалених об'єктів. За допомогою таких датчиків з'являється можливість організувати ефективну охоронну систему. Встановити такий датчик відкриття дверей можна де завгодно – на сейфах, вітринах магазинів, усередині квартир на сталевих дверях.

Принцип дії заснований на використанні сил взаємодії, які діють на два феромагнітних тіла в магнітному полі. Дані сили заставляють пружинні контакти деформуватися і переміщатися до їх з'єднання – так працює датчик закриття дверей. Коли створюється магнітне поле певної сили, то кінці пружин притягуються і замикаються. Коли сила магнітного поля знижується (дві частини датчика відокремлюються), то пружини розтискали і контакт буде розірваний, внаслідок чого спрацьовує сигналізація.

У ланцюзі охоронної сигналізації пропускається постійний електричний сигнал – він проходить через датчик відкриття дверей. Також може використовуватися і постійне магнітне поле. За стандартом поріг спрацьовування геркона може набудовуватися від 30 до 50 мм. Якщо відкрити двері на відстані 30 мм, то на виконавчий каскад сигналізації поступить сигнал про те, що контакти магнітного датчика розірвані.

Герконові реле лежать в основі будь-яких сучасних дверних охоронних систем. У них є деякі недоліки і переваги. Так, перевагою вважають компактну конструкцію, яка виділяють високу герметичність, – це особливо поважно, якщо в приміщенні підвищена вологість. Окрім цього, відзначають високу швидкість спрацьовування реле, його довговічність [3].

Найзначніший недолік – це міцність. При механічній дії пристрій просто вийде з ладу. Окрім цього, датчик закриття дверей реагує на магнітні поля, які розташовані поряд з ним. При дії на геркон високого струму ланцюг може мимоволі розмикатися.

### 2.4.2 Бездротові датчики руху

Бездротові датчики – новий розвитку систем сповіщення. Завдяки цим пристроям, життя людей знаходиться в більшій безпеці: істотно зменшується загроза виникнення пожежі, потопу або пограбування. Ці датчики істотно спрощують охорону навіть найскладніших об'єктів.

Разом з магніто-контактним видучателем бездротовий датчик руху, який реагує на зміну інфрачервоного випромінювання, є одним з найпоширеніших приладів, вживаних в системах охоронної сигналізації. Чутливість датчиків така що вони реагують навіть  а дрібних тваринах. У деяких приладах спеціально збільшують поріг спрацьовування, аби уникнути цього. При цьому пристрої прості у виготовленні і дешеві.

Сфера застосування бездротових датчиків охоронної сигналізації бувають різного призначення:

- магніто-контактні для контролю відкриття і закриття вікон і дверей;

- сповіщувачі розбиття скла;

- бездротові датчики руху для охорони приміщення.

Найбільше використання вони отримали на об'єктах, де втручання у інтер’єр має бути мінімальним. Використовуються для підвищення рівня безпеки, завдяки своїй мобільності можуть переставлятися з одного приміщення в  інше без прокладки додаткових дротів. Отримали використання в охороні присадибних ділянок у поєднанні з освітленням і сонячними  батареями.  Для дистанційного контролю відвідувань, фотофіксації і охорони об'єкту активно стали застосовуватися в заміських будинках, дачах, офісах сповіщувачі, які поєднують в собі сенсор руху і відеокамеру. Такий прилад називається бездротовим  датчиком  руху з функцією фотопідтвердження.

Можна виділити наступні переваги використання бездротового датчика:

- бездротові датчики практично не вимагають витрат на монтаж устаткування;

- мобільність – гідність, яка виявляється, коли необхідно оперативно захистити які-небудь матеріальні цінності або додатково підсилити захист об'єкту;

- надійний захист від стороннього проникнення на свою територію;

- зручність в експлуатації;

- універсальність використання в різних системах охорони і відеоспостереження;

- доступність в ціні.

Датчики незамінні в місцях, де відсутня електрика або прокладка кабелю недопустима по якихось причинах. Всі бездротові вилучателі є адресними, тобто цифровими, тому можуть передавати детальну інформацію про свій стан. Це дає можливість застосовувати їх у відповідальних і складних системах. Якщо на об'єкті є Інтернет, то через роутер датчик руху Wi-Fi може надавати інформацію про порушення режиму охорони в будь-яку точку, де є мобільний зв'язок.

Основними є наступні параметри:

- тип роботи датчика (GSM датчик руху може бути дротяним, або бездротовим);

- тип сенсора руху (здвоєний або піроелектричний);

- дальність виявлення активності (вказується в метрах);

- максимальна висота установки (вказується в метрах);

- горизонтальний і вертикальний кути детектування руху в градусах;

- кількість номерів, що зберігаються, для сповіщення при тривозі;

- міцність корпусу і можливість установки на вулиці (вуличний GSM датчик руху, як правило, володіє більш високою стійкістю до перепадів температури, попаданню пилу і механічним пошкодження);

- додаткові особливості (імунітет від домашніх тварин).

Принцип роботи бездротових датчиків руху для сигналізації буває активним і пасивним. За типом опромінення вони діляться на:

- інфрачервоні (ІЧ);

- радіохвильові вилучателі.

У ІЧ датчиках передавач періодично посилає інфрачервоний промінь на приймач як це показано на рисунку 2.23. При перериванні променя яким-небудь предметом на пульт управління по радіоканалу передається сигнал тривоги.

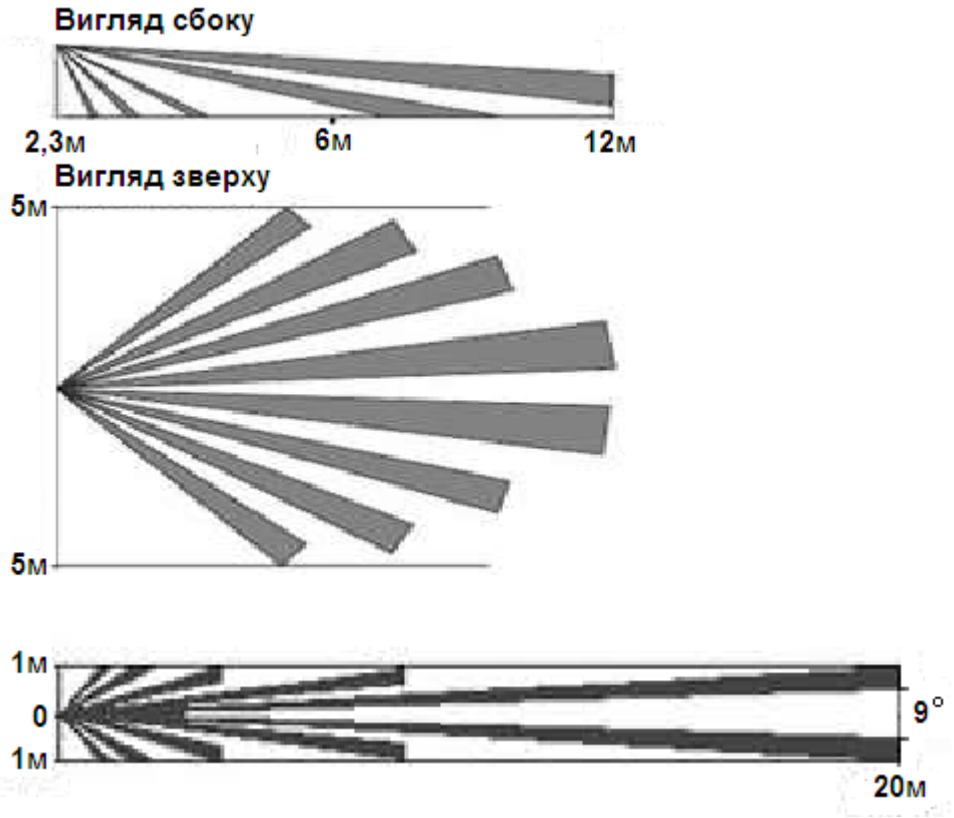



Рисунок 2.23 - Діаграма спрямованості ІЧ-вилучення

Бездротовий інфрачервоний датчик руху пасивного типа, на відміну від активного, нічого не випромінює, що утрудняє його виявлення. Він є набором лінз Френеля і мікроконтролером, який обробляє потік випромінювання, що потрапляє на кожну лінзу окремо. Рисунок 2.24 показує принцип роботи лінз Френеля [13].

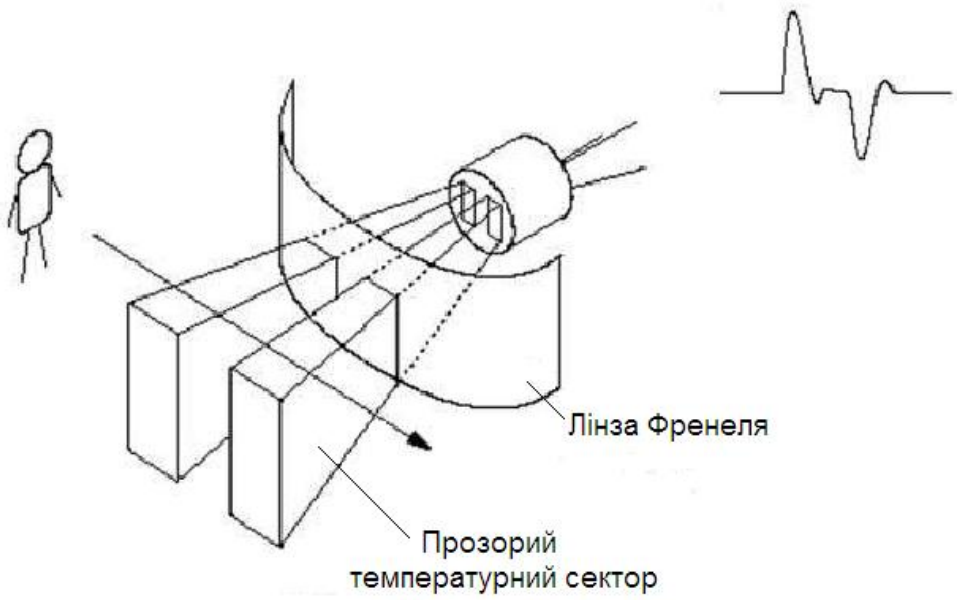



Рисунок 2.24 – Принцип роботи лінз Френеля

При зміні в одній з ділянок цієї зони рівня інфрачервоного випромінювання, мікроконтролер обчислює, чи перевищений поріг чутливості, і видає відповідний сигнал на контрольну панель по радіоканалу.

По конструкції пасивні ІЧ-датчики діляться ще на стельові і «штори». Перші захищають простір під собою радіусом до 10 м. У сповіщувачах типа штори сенсори розташовуються таким чином, що реагують на переміщення людини при пересіченні площини охорони. Зазвичай встановлюються в отворах дверей.

При виборі бездротових пристроїв руху в першу чергу потрібно відходити від параметрів об'єкту, що охороняється . Місця розташування, орієнтація за сонцем, температурний режим, наявність живності на території об'єкту і інших моментах, які можуть вплинути на вибір того або іншого сповіщувача. Для надійнішого виявлення порушників потрібно використовувати датчики декількох типів за принципом виявлення.

Якісну охорону території можна отримати при використанні одночасно радіохвильових і активних ІЧ-датчиків. Дуже велике значення має правильне розташування сповіщувачів. Їх необхідно розміщувати так, щоб порушник пересікав зону під кутом, при якому пристрій має найбільшу чутливість (рис. 2.25). Бездротові датчики руху для охорони житла будуть надійним сигналізатором за умови правильної установки фахівцями.




Рисунок 2.25 – Установка ІЧ-датчика

В області реагування пристрої не повинні потрапляти об'єкти з швидко змінним температурним діапазоном (електричні обігрівачі т.д.), рухомі предмети з температурою близькою до температури тіла людини (штори, що коливаються, над радіатором), і домашні тварини.

### 2.4.3 Сирени в системах сповіщення

Вибір устаткування і розрахунок необхідного числа сповіщувачів виконується з врахуванням реальних умов в екстремальній ситуації. Наприклад, рекомендується враховувати збільшення падіння напруги при нагріванні провідників лінії зв'язку при пожежі.

Для ефективної роботи системи сповіщення при пожежі потрібний достатньо високий, але не надмірно великий рівень звукових сигналів. Сповіщувачі повинні забезпечувати рівень звукового тиску на відстані 1 м в діапазоні від 85 до 110 дБА. У звукових сповіщувачах, призначених для експлуатації в умовах високого рівня шуму, гранично допустимий рівень звукового тиску може бути збільшений до 120 дБА на відстані 1м. Параметри звукових сповіщувачів, їх кількість і розставляння повинні забезпечувати рівень звуку відповідно до вимог у всіх місцях постійного або тимчасового перебування людей. Настінні звукові сповіщувачі, як правило, повинні кріпитися на висоті не менше 2,3 м від рівня підлоги, але відстань від стелі до сповіщувача має бути не менше 150 мм [13].

При проектуванні системи сповіщення необхідно вибрати тип сповіщувачів, їх кількість і місця установки, виходячи з необхідного мінімального рівня сигналу. Для забезпечення заданого рівня сигналу сповіщення у всьому приміщенні сигнал сповіщувача повинен перевищувати це значення на величину загасання при його поширенні в найбільш видалену частину приміщення.

## 2.5 Принцип функціонування інформаційної системи кодового доступу

Функціональна схема інформаційної системи кодового доступу поєднує в собі простоту і оригінальність у виготовленні, ефективність в роботі. У схемі передбачений чотирьохкнопковий активний код, який можна розширити до 11 цифр, додавши при необхідності однотипні комутаційні вузли. Перед об'єктом який охороняється розташована клавіатура в антивандальному корпусі (рис 2.26).




Рисунок 2.26 – Антивандальна клавіатура

Набір на кнопках коду доступу, приводить в дію відключення охоронної сигналізації (рис. 2.27). Час набору коду доступу обмежений десяттю секундами. Після закінчення цього часу система переходить в режим скидання і знову готова до прийому інформації від клавіатури.

Надійність пристрою підвищує схемне вирішення вільних кнопок клавіатури, які підключені паралельно і будь-яке натиснення на одну з них наводить систему прочитування коду в режим скидання. Одновібратор на логічних елементах DD2, DD3 спрощує користування приладом - натиснення кнопок при введенні секретного коду абсолютно невибагливо, тобто відсутні перешкоди із-за брязкоту контактів якої-небудь кнопки. Вони гасяться одновібратором. Таким чином, натиснення на будь-яку кнопку може бути будь-якої сили і тривалості, від цього робота пристрою не міняється. Обмеженість часу набору коду визначається елементами часозадавального кола R7, C4. Цей час можна збільшити, пропорційно збільшуючи опір резистора і ємкість конденсатора. Часовий таймер в цій схемі необхідний і разом з іншими вузлами покликаний забезпечувати безпеку об'єкту.

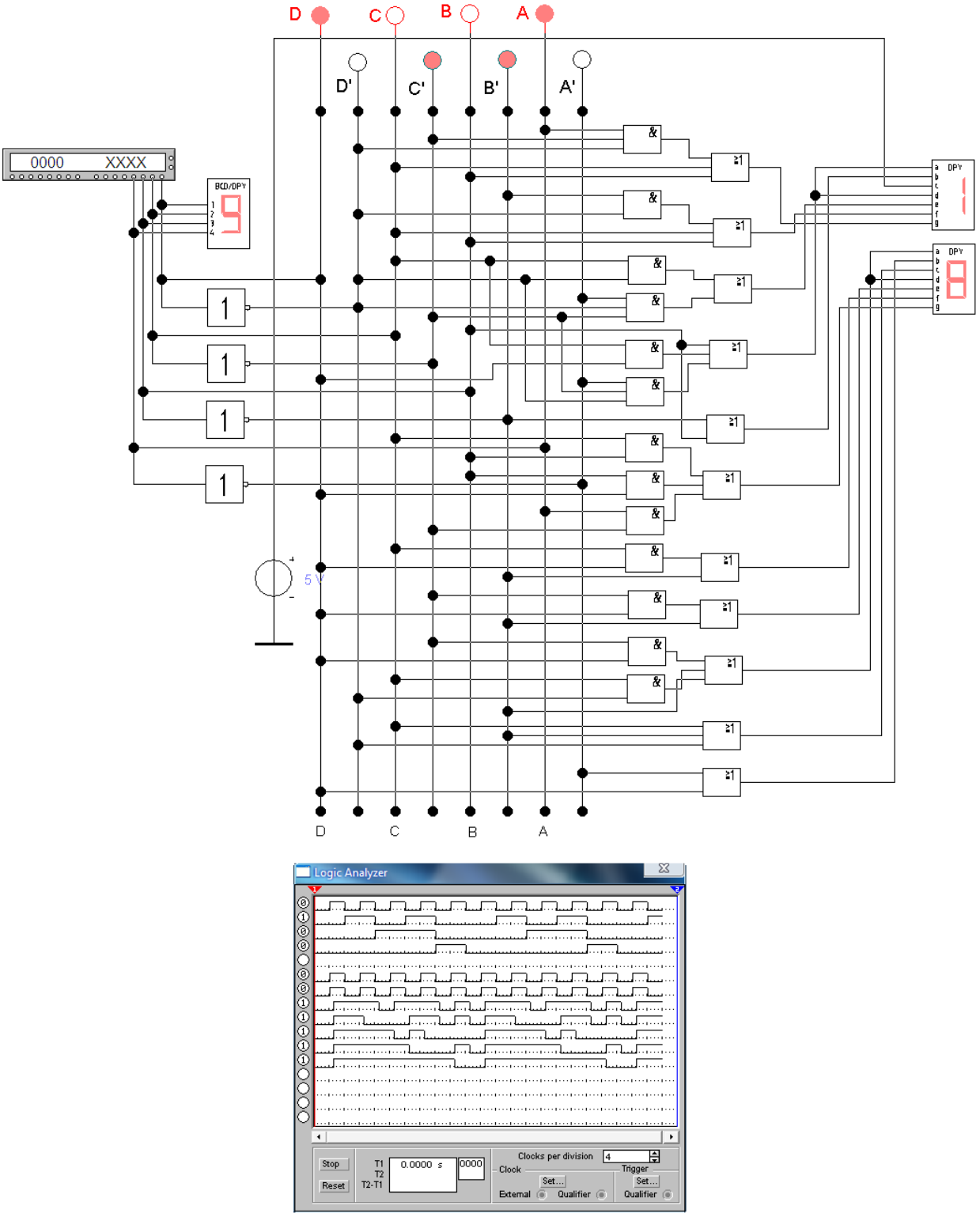



Рисунок 2.27 - Функціональна схема інформаційної системи кодового доступу

Десятковий лічильник DD8 К56ИЕ8 задає послідовність набору коду. Чотири D-триггера на мікросхемах К561ТМ2 (DD10 і DD13) запам'ятовують

натиснення кожної кнопки. Вихід тригерів переходить в стан високого логічного рівня, якщо послідовність коду вірна, і навпаки, в стан низького логічного рівня, якщо код набраний неправильно або витік регламент часу для набору цифр коду. Логічний елемент на мікросхемі К561Е6 (D16) розпізнає поєднання інформації, яка приходить від тригерів, і перемикає тригер DD14 в разі правильного коду. Натиснення будь-якої з «незадіяних» кнопок SA5…SA12 наводить до встановлення пристрою у вихідний стан чекання набору коду, обнуляє всі тригери, у тому числі DD14 і вимикає реле К1, якщо в той момент воно було включене попереднім набором коду. Підключені паралельно кнопки SA5…SA12 в той же час є вмикачем системи в режим охорони. Вихід тригера своїм станом високого логічного рівня відкриває транзисторний ключ на VT1 і включає реле К1.

У вихідному каскаді схеми включений світлодіод VD3, який відображає стан охорони пристрою. Коли світлодіод горить включена функція охорони і система доступу не розблокована і будь-яке проникнення на об'єкт приведе до спрацьовування сирени (згідно функціональній схемі рис. 2.1). Реле розриває коло живлення сирени. Проте варіантів може бути декілька, залежно від конкретних завдань. Наприклад, К1 може комутувати дверний замок-соленоїд, який відкриває доступ в приміщення.

Загальна схема мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу реалізована на чотирьох мікросхемах серії 561 (рис. 2.28). Пристрій розроблявся спеціально для завдання дипломної роботи, проте принцип дії універсальний і забезпечує надійний захист від несанкціонованого проникнення ззовні. Якщо для кожного варіанту передбачити різний спеціальний код доступу, забезпечити зовнішню клавіатуру антивандальним корпусом, то пристрій виявляється корисним і оптимальним для використання виходячи з критерію «ефективність-вартість».

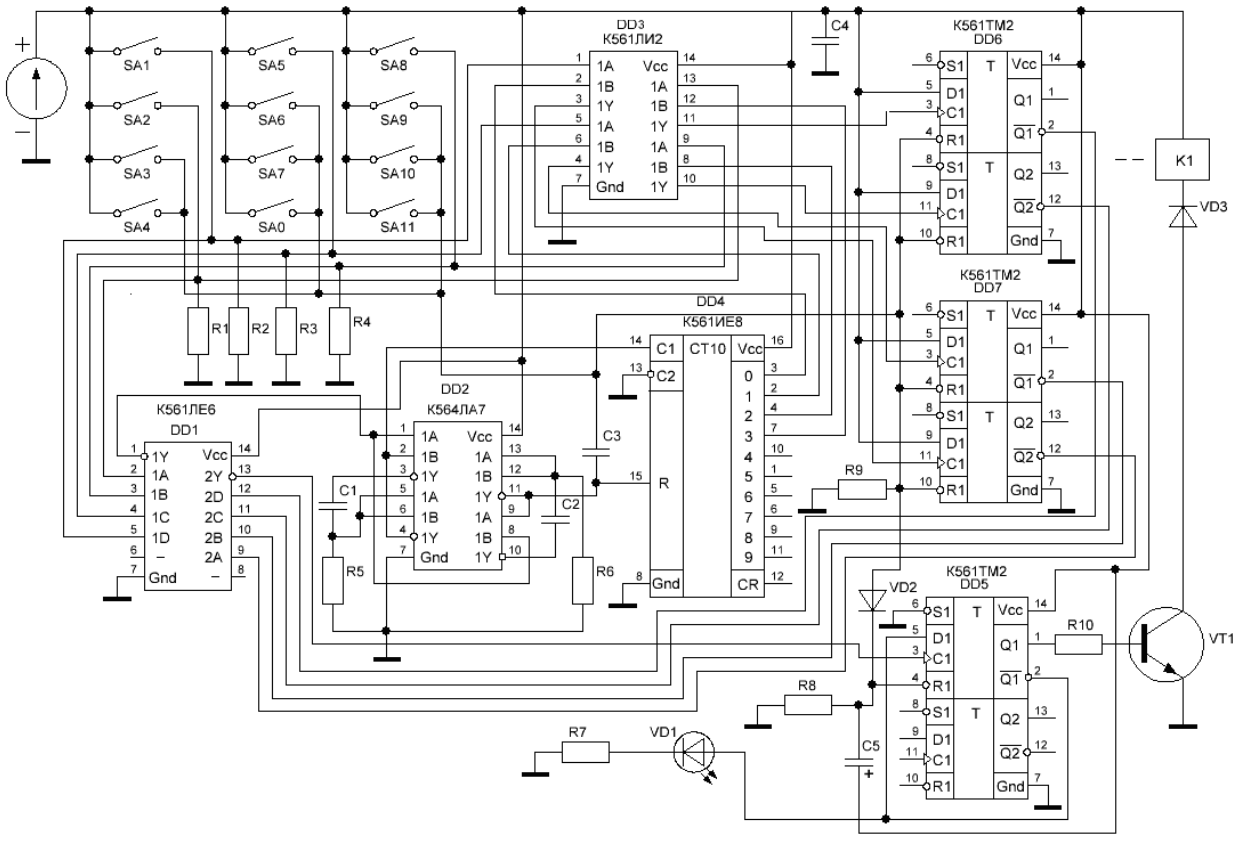



Рисунок 2.28 - Загальна схема мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу до приміщення

При подачі напруги живлення виходи обох одновібраторів DD2 мікросхеми К561ЛА7 (виводи 4 і 11) відповідають високому логічному рівню. Тригер DD5 обнуляється завдяки затримці на елементах С5, R8 по фронту імпульсу на вході R. У перший момент часу на вході скидання лічильника DD4 К561ИЕ8 логічна 1. Вона встановлює вихід Q0 в логічну 1, а всі останні виходи лічильника в логічний 0. Потім високий рівень по черзі з'являтиметься з кожним новим фронтом імпульсу на тактовому вході С1 мікросхеми DD4 на виходах Q1...Q9. При натисненні першої кнопки коду відповідний їй вхід елементу DD3 мікросхеми КР1561ЛИ2 приймає рівень високого логічного стану. Якщо порядок набору коду не порушений, на виході елементу I (DD3 К561ЛИ2) з'являється логічна 1 і вихід відповідного D-тригера перекидається в логічну 1. Якщо послідовність коду порушена (наприклад, набраний код 1243 замість 1582), відповідний вихід тригера залишається в стані логічного 0. На виході елементу АБО-НЕ DD1.1 низький логічний рівень, він

запускає обидва одновібратора. Тому на їх виходах (відповідно виводи 4 і 11 DD2) логічний 0 - лічильник обнуляється. Після того як кнопка відпущена, затримка C1, R5 подавлення брязкоту контактів завершена, на виводі 11 DD2 рівень логічної 1. На виході Q1 лічильника DD4 - логічна 1. Вона дозволяє логічному елементу DD2 приймати другу цифру коду. При наборі кожної цифри коду знов запускається одновібратор подавлення брязкоту контактів на елементах DD2, а затримка на DD2 продовжує відлік ліміту часу. Коли цифри коду набрані правильно, на всіх інверсних виходах тригерів DD6 з'являється сигнал логічного 0. Інверсний вихід елементу DD1.2 перейде в логічну 1 і зберігатиме такий стан протягом часу, наданого для набору коду (10 с). Цей позитивний імпульс, який поступив на тактовий вхід 3 тригера DD5, змінить його стан на протилежний, відкриє транзисторний ключ на транзисторі VT1 і включить реле. Діод VD3 перешкоджає кидкам зворотного струму через реле К1, захищаючи перехід транзистора VT1 при комутації. Коли час затримки (10 с) витік, вивід 3 мікросхеми DD2 в стані високого логічного рівня і він скидає лічильник у вихідний стан (Q0 - 1, інші виходи - 0). Сигнал цього одновібратора діє також на коло R7, C3 і поступає на входи R (скидання) тригерів DD6.

Елементи пристрою кріпляться на монтажній перфорованій платі, розташованій у діелектричному пластмасовому корпусі

# 3 Техніко-економічне обґрунтування розробки мікроелектронної інформаційної системи кодового доступу до приміщення

## 3.1 Обґрунтування вибору технології виготовлення схеми інформаційної системи кодового доступу до приміщення

Топологічний аналіз показує, що пристрій може бути реалізований у вигляді малогабаритного мікромодуля і виконаний за сучасною маловитратною технологією тонко плівкових гібридних мікрозборок, або за технологією печатних плат на фольгованому текстоліті. Обидві технології передбачають, що всі елементи будуть навісними, а напиленням на підкладці, або травленням поверхні виконується лише струмопровідний шар.

Для вибору технології виготовлення схеми інформаційної системи кодового доступу у приміщення проаналізуємо ієрархії чотирьох варіантів (табл. 3.1), враховуючи шкалу відносної важливості (табл. 3.2) [14]

Таблиця 3.1 - Можливі варіанти технологій виробництва схеми

| Технологія | | Короткий опис |
|---|---|---|
| A | Технологія печатних плат на фольгованому текстоліті | Активні та пасивні елементи схеми навісні, а струмопровідний шар виконано травленням фольгованого текстоліту. |
| B | Толстоплівкових гібридних інтегральних схем | Всі елементи та між елементні з’єднання виконані у вигляді товстих композитних плівок. |
| C | Тонкоплівкових гібридних інтегральних схем | Всі елементи та між елементні з’єднання виконані у вигляді тонких плівок провідних та резистивних матеріалів. |
| D | Тонкоплівкових гібридних мікрозборок | Активні та пасивні елементи схеми навісні, а струмопровідний шар виконано у вигляді тонких плівок. |

Таблиця 3.2 - Шкала відносної важливості

| Інтенсивність відносної важливості | Визначення |
|---|---|
| 1 | рівна важливість |
| 3 | помірна перевага |
| 5 | сильна перевага |
| 7 | значна перевага |
| 9 | дуже сильна перевага |
| 2,4,6,8 | проміжні судження |

Вибір робимо за критеріями, наведеними в таблиці 3.3.

Встановлюємо відносну вагу кожного критерію на основі матриці попарних порівнянь для обраних критеріїв (табл. 3.3) [14].

У матриці прийняті наступні позначення: *i* – номер критерію; при порівнянні 6-ох критеріїв (табл. 3.3) *i* = 1, 2, 3, 4, 5, 6; $X_i$ - локальний пріоритет, тобто відносна вага і-го критерію в глобальному критерії:

Таблиця 3.3 – Попарне порівняння критеріїв

| Критерій | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\sqrt[6]{\prod_{i=1}^{6}\omega_i}$ | $X_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Швидкодія | 1 | 1/3 | 3 | 1/7 | 1/5 | 3 | 0,664 | 0,073 |
| 2. Завадостійкість | 3 | 1 | 3 | 1/3 | 1/7 | 3 | 1,042 | 0,116 |
| 3. Споживання | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/7 | 3 | 0,460 | 0,051 |
| 4. Площа | 7 | 3 | 5 | 1 | 1/5 | 7 | 2,297 | 0,254 |
| 5. Сумісність | 5 | 7 | 7 | 5 | 1 | 5 | 4,277 | 0,473 |
| 6. Вартість | 1/3 | 1/5 | 1/3 | 1/7 | 1/5 | 1 | 0,293 | 0,033 |
| $\sum$ | | | | | | | 9,033 | 1,00 |

Далі аналогічно складаємо 6 матриць попарних порівнянь альтернатив стосовно кожного критерію (табл. 3.4 - 3.9). Оскільки тепер порівнюються 4 технології по одному критерію , то і = 1, 2, 3, 4.

$$X_i = \frac{\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}}{\sum_{i=1}^{4}\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}},$$

де $\sum$ - сума по стовпці $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$.

Таблиця 3.4 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «швидкодія»

| Технологія | A | B | C | D | $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$ | $X_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 3 | 1/5 | 1 | 3 | 1,16 | 0,19 |
| B | 5 | 1 | 7 | 7 | 3,96 | 0,65 |
| C | 1/3 | 1/7 | 1 | 1/2 | 0,39 | 0,07 |
| D | 1/3 | 1/7 | 2 | 1 | 0,56 | 0,09 |
| ∑ | | | | | 6,07 | 1,00 |

Таблиця 3.5 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «завадостійкість»

| Технологія | A | B | C | D | $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$ | $X_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 5 | 1 | 1/3 | 1,14 | 0,21 |
| B | 1/5 | 1 | 1/5 | 1/7 | 0,48 | 0,09 |
| C | 1 | 5 | 1 | 1/3 | 1,56 | 0,29 |
| D | 3 | 7 | 3 | 1 | 2,20 | 0,41 |
| ∑ | | | | | 5,37 | 1,00 |

Таблиця 3.6 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «споживання»

| Технологія | A | B | C | D | $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$ | $X_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 5 | 1/5 | 1/7 | 0,61 | 0,09 |
| B | 1/5 | 1 | 1/7 | 1/9 | 0,24 | 0,04 |
| C | 5 | 7 | 1 | 1/3 | 1,85 | 0,29 |
| D | 7 | 9 | 3 | 1 | 3,71 | 0,58 |
| ∑ | | | | | 6,41 | 1,00 |

Таблиця 3.7 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «площа»

| Технологія | A | B | C | D | $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$ | $X_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 5 | 3 | 5 | 0,99 | 0,21 |
| B | 1/5 | 1 | 1/3 | 1/2 | 0,24 | 0,05 |
| C | 1/3 | 3 | 1 | 3 | 2,03 | 0,43 |
| D | 1/5 | 2 | 1/3 | 1 | 1,47 | 0,31 |
| ∑ | | | | | 4,73 | 1,00 |

Таблиця 3.8 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «сумісність»

| Технологія | A | B | C | D | $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$ | $X_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 5 | 1/3 | 1/5 | 0,76 | 0,13 |
| B | 1/5 | 1 | 1/7 | 1/9 | 0,24 | 0,04 |
| C | 5 | 7 | 1 | 1/2 | 2,41 | 0,41 |
| D | 3 | 9 | 2 | 1 | 2,47 | 0,42 |
| ∑ | | | | | 5,88 | 1,00 |

Таблиця 3.9 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «вартість»

| Технологія | A | B | C | D | $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$ | $X_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 3 | 5 | 6 | 3,08 | 0,56 |
| B | 1/3 | 1 | 3 | 4 | 1,41 | 0,26 |
| C | 1/5 | 1/3 | 1 | 2 | 0,60 | 0,11 |
| D | 1/6 | 1/4 | 1/2 | 1 | 0,38 | 0,07 |
| ∑ | | | | | 5,47 | 1,00 |

Глобальний пріоритет для кожної альтернативи обчислюється як сума добутків кожного локального пріоритету на його ваговий коефіцієнт (табл. 3.10) [14].

З порівняння глобальних пріоритетів різних технологій видно, що найбільшим є пріоритет у варіанта реалізації схеми інформаційної системи кодового доступу до приміщення з використанням технології печатних плат на фольгованому текстоліті.

Таблиця 3.10 - Глобальний пріоритет для кожної альтернативи

| Пріоритети | №1 | №2 | №3 | №4 | №5 | №6 | Глобальний |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Вага | 0,073 | 0,116 | 0,051 | 0,254 | 0,473 | 0,033 | |
| Печатних плат на фольгованому текстоліті | 0,07 | 0,29 | 0,29 | 0,43 | 0,41 | 0,11 | 0,360 |
| Толстоплівкових гібридних інтегральних схем | 0,65 | 0,09 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,26 | 0,100 |
| Тонкоплівкових гібридних інтегральних схем | 0,19 | 0,21 | 0,09 | 0,21 | 0,13 | 0,56 | 0,176 |
| Тонкоплівкових гібридних мікрозборок | 0,09 | 0,41 | 0,58 | 0,31 | 0,42 | 0,07 | 0,364 |

За допомогою методу аналізу ієрархій проведене порівняння чотирьох типів технологій реалізації схеми інформаційної системи кодового доступу до приміщення за наступними критеріями: 1) швидкодія; 2) завадостійкість; 3) споживана потужність; 4) площа, займана на кристалі; 5) сумісність; 6) вартість. Найбільший локальний пріоритет у критерію «сумісність» (табл. 3.3). За даними таблиці 3.9 локальний пріоритет за критерієм «вартість» є найвищим для технології печатних плат на фольгованому текстоліті. Проте найбільший глобальний пріоритет мають технологія тонкоплівкових гібридних мікрозборок та печатних плат на фольгованому текстоліті. Саме технологія печатних плат на фольгованому текстоліті й буде використовуватися для виготовлення схеми інформаційної системи кодового доступу до приміщення.

## 3.2 Розрахунок витрат на виробництво схеми інформаційної системи кодового доступу до приміщення

Витрати на матеріали і напівфабрикати вказані в таблицях 3.11, 3.12.

Витрати на матеріали і напівфабрикати склали 257,3 грн.

Таблиця 3.11 – Розрахунок вартості матеріалів на виробництво схеми інформаційної системи кодового доступу до приміщення

| Матеріали | Одиниця виміру | Кіль-кість | Ціна за одиницю, грн. | Усього ви-трат, грн. |
|---|---|---|---|---|
| Мікросхема К561ЛЕ6 | шт. | 1 | 15,90 | 15,90 |
| Мікросхема К561ЛИ2 | шт. | 1 | 15,90 | 15,90 |
| Мікросхема К561ЛА7 | шт. | 1 | 15,90 | 15,90 |
| Мікросхема К561ИЕ8 | шт. | 1 | 18,10 | 18,10 |
| Мікросхема К561ТМ2 | шт. | 2 | 22,20 | 44,40 |
| Транзистор ГТ906А | шт. | 1 | 44,20 | 44,20 |
| Конденсатор К10-17 | шт. | 4 | 2,40 | 9,60 |
| Резистор МЛТ 0,125 | шт. | 10 | 0,16 | 1,60 |
| Діод КД522А | шт. | 2 | 6,20 | 12,40 |
| Транзистор КТ312А | шт. | 1 | 2,0 | 2,0 |
| Світлодіод АЛ307Б | шт. | 1 | 5,0 | 5,0 |
| Реле РЕС15 (паспорт 003) | шт. | 1 | 23,50 | 23,50 |
| Всього | | | | 208,20 |

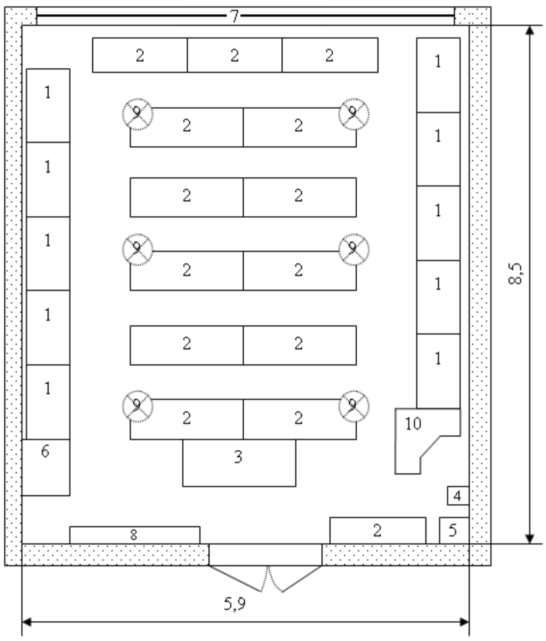
Таблиця 3.12 – Розрахунок вартості напівфабрикатів

| Матеріали | Одиниця виміру | Кількість | Ціна за одиницю, грн. | Усього ви-трат, грн. |
|---|---|---|---|---|
| Фольгований текстоліт 40 × 60 | шт. | 1 | 8,00 | 8,00 |
| Травильник | уп. | 1 | 4,90 | 4,90 |
| Трафарет | шт. | 2 | 6 | 12,00 |
| Провід МГТФ-0.2 | уп. | 1 | 24,20 | 24,20 |
| Ітого | | | | 49,10 |

# 4 Охорона праці та техногенна безпека

## 4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

При виконанні дипломної роботи комп’ютерне моделювання та розрахунок електронної схеми інформаційної системи кодового доступу проводилися в приміщенні кафедри ЕІСПЗ, макет якої представлено на рисунку 4.1.




1 - стіл комп'ютерний; 2 - стіл аудиторний; 3 - стіл викладача; 4 - автомат відключення електричного живлення; 5 - шафа силова; 6 - шафа універсальна; 7 - вікно; 8 - дошка аудиторна; 9 - світильник 4-х ріжковий; 10 - стіл адміністратора мережі

Рисунок 4.1 – Макет приміщення в якому проводилися роботи

Площа приміщення складає 50,15 м$^2$; об’єм 175,52 м$^3$; довжина приміщення 8,5 м; ширина приміщення 5,9 м; висота приміщення 3,5 м; число вікон 1; число робочих місць 10; освітлення: природне (через бічне вікно) і за-

гальне штучне. Параметри приміщення задовольняють нормативним значенням: площа 6м$^2$, об’єм 20м$^3$ на одного працюючого [15].

Лабораторія є приміщенням легкої категорії (виконуються легкі фізичні роботи), тому повинні дотримуватися такі вимоги (період року – холодний):

- оптимальна температура повітря – 22 – 24 $^o$С (допустима – 20 – 24 $^o$С);
- оптимальна відносна вологість – 40 – 60% (допустима не більше 75%);
- швидкість руху повітря не більше 0,1 м/с.

Оцінка шкідливих і небезпечних факторів та карта умов праці для робочого місця працівника лабораторії представлені в таблиці 4.1.

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів дозволяє зробити висновок, що умови праці в лабораторії характеризуються наявністю нешкідливих виробничих чинників, які не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

На ділянці проведення експерименту значна частина моделювання вироблялася на персональному комп'ютері IBM PC і макетному стенді, оснащеному блоками живлення, програмованими пристроями вхідних дій, реєструючим і вимірювальним устаткуванням. Печатні плати виготовлялися за технологією травлення фольгованого текстоліту на спеціальному стенді з витяжною шафою, розташованому в науково-дослідній лабораторії кафедри.

Тривала робота перед екраном монітора наводить до різних функціональних розладів організму, навантаження на очі. Захворювання поступово накопичуються. В основному страждають кисті, зап'ястя, плечі, шийна область.

## 4.2 Заходи з поліпшення умов праці

При проведенні моделювання схеми інформаційної системи кодового доступу, якість експерименту багато в чому залежить від освітлення, тому в лабораторії має бути передбачене штучне освітлення [16].

Таблиця 4.1 – Оцінка факторів виробничого та трудового процесу працівника лабораторії

| № п/п | Фактори виробничого середовища та трудового процесу | Нормативне значення | Фактичне значення | III клас: шкідливі та небезпечні умови, характер праці | | | Час дії фактора |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | I ступінь | II ступінь | III ступінь | |
| 1 | Шкідливі хімічні речовини, мг/м$^3$:<br>I клас небезпеки _____<br>II клас небезпеки _____<br>III-IV клас небезпеки _____ | | | | | | |
| 2 | Пил переважно фіброгенної дії, мг/м3 | | | | | | |
| 3 | Вібрація (загальна і локальна), дБ | | | | | | |
| 4 | Шум, дБА | | | | | | |
| 5 | Інфразвук, дБ | | | | | | |
| 6 | Ультразвук, дБ | | | | | | |
| 7 | Неіонізуючі випромінювання:<br>- радіочастотний діапазон, В/м<br>- діапазон промислової частоти, кВ/м<br>- оптичний діапазон (лазерне випромінювання), Вт/м$^2$ | | | | | | |
| 8 | Мікроклімат в приміщенні:<br>- температура повітря, ºС (тепл. п)<br>- швидкість руху повітря, м/с<br>- відносна вологість повітря, %<br>- інфрачервоне випромінювання, Вт/м$^2$ | <br>23 – 25<br>≤ 0 ,2<br>40 – 60<br><br>100 | <br>23<br>0,1<br>60 | | | | <br>100<br>100<br>100 |
| 9 | Важкість і напруженість праці | категорія важкості праці - легка, категорія напруженості праці - мало напружена | | | | | |

Незадовільне освітлення може спотворити інформацію, крім того, викликає стомлення організму в цілому. Неправильне освітлення може з'явитися причиною травматизму.

Залежно від класу приміщення по вибухонебезпеці і від чистоти середовища виробничих приміщень, визначається схема розташування світильників, їх марка і конструктивного виконання [16].

Для освітленості приміщення з розмірами А = 8,5 м, В = 5,9 м та висотою Н = 3,5 м використовуються 6 світильників з чотирма лампами розжарювання. Коефіцієнти віддзеркалення світлового потоку від стелі, стін і підлоги відповідно рівні $\rho_{пот}$ = 70%, $\rho_{ст}$ = 50%, $\rho_{полу}$ = 10%. Затінювання робочих

місць немає. Висота світильника $h_c$ = 0,9 м, висота робочої поверхні над рівнем підлоги $h_p$ = 0,8 м. Нормативна величина освітленості робочих місць з відео-терміналами складає $E_t$ = 300 – 500 лк. В даному приміщенні освітленість 350 – 500 лк.

При монтажі компонентів на плату і формуванні топологічного рисунка струмопровідного шару виникає потенційна небезпека небажаної дії на організм речовин, що звертаються в технологічному процесі, і матеріалів. Всі речовини, що забруднюють повітря, надають шкідливу дію, якщо вони потрапляють в організм в кількостях, що перевищують деяку порогову величину (ГДК). У виробництві плат застосовують певні речовини, які шкідливі для організму. Клас небезпеки шкідливих речовин встановлюється залежно від гранично допустимої концентрації речовин в повітрі робочої зони. Це та концентрація яка переноситься без відхилень від нормального стану в перебігу робочого дня при щоденному диханні. Згідно СН 245-71 встановлюють чотири класи шкідливих речовин: 1-й клас – речовини надзвичайно небезпечні; 2-й клас – речовини високо небезпечні; 3-й клас – речовини помірно небезпечні; 4-й клас – речовини мало небезпечні. Дія токсичних речовин виявляється в гострих і хронічних отруєннях.

При монтажі електронних плат застосовують ацетон, етиловий спирт для знежирення і очищення від пилу мікросхеми, а також олово і каніфоль для припаювання ніжок напівпровідникового приладу до плати. Спирт, ацетон викликає сухість шкіри. При систематичному вдиханні можливі захворювання сітківки ока. Також можливі нервово - психічні захворювання.

Каніфоль дратівливо діє на слизисті оболонки дихальних доріг і на шкіру, що наводить до дерматитів.

Основні засоби техніки безпеки – герметизація апаратури і устаткування, наявність припливний витяжній вентиляції в приміщенні проведення робіт і витяжна шафа для виготовлення печатних плат і монтажу компонентів паянням (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Витяжна шафа для виготовлення печатних плат

Витяжна шафа оснащена вентилятором моделі CE 140L-125. Вентилятор має крильчатки із заломленими вперед лопатками і двигун із зовнішнім ротором. Корпус виготовлений з листової сталі, що гальванізується. Для захисту двигуна від перегріву вентилятор оснащений вбудованими термоконтактами з ручним перезапуском.

## 4.3 Виробнича санітарія

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відео терміналах і персональних комп'ютерах є допоміжною, температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робочих місцях повинні відповідати діючим санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень [17].

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відео терміналах і персональних комп'ютерах є основною, повинні забезпечуватися оптимальні параметри мікроклімату відповідно до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Оптимальні норми мікроклімату для приміщень з відео - терміналами і персональними комп'ютерами

| Період року | Категорія робіт | Температура повітря, °С (не більше) | Відносна вологість повітря % | Швидкість руху повітря м/с |
|---|---|---|---|---|
| Холодний | Легка – 1а | 22-24 | 40-60 | 0.1 |
| Теплий | Легка – 1а | 23-25 | 40-60 | 0.1 |

До категорії 1а відносяться роботи, які виконуються сидячи і що не вимагають фізичної напруги, при яких витрата енергії складає до 120 ккал/ч. До категорії 1б відносяться роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою і такі, що супроводяться деякою фізичною напругою, при яких витрата енергії складає від 120 до 150 ккал/год.

У приміщенні проведення експерименту підтримується мікроклімат відповідний нормативам, для категорії робіт «Легка – 1а»

Ергономічне розташування робочого міста за персональним комп’ютером оцінюється вимогами:

- до візуальних параметрів засобів відображення інформації індивідуального користування;

- до емісійних параметрів ПК - параметрів випромінювань дисплеїв, системних блоків, джерел живлення, зокрема безаварійного, і ін.

Робота з дисплеями при неправильному виборі яскравості і освітленості екрану, контрастності знаків, квітів знаку і фону, за наявності відблисків на екрані, тремтіння і мигтіння зображення - приводить до зорового стомлення, головних болів, до значного фізіологічного і психічного навантаження, до погіршення зору.

Візуальні параметри і світловий клімат визначають зоровий дискомфорт, який може виявлятися при використанні будь-яких типів екранів дисплеїв, - на електронно-променевих трубках, рідкокристалічних, газорозрядних, електролюмінесценціях панелях або на інших фізичних принципах.

## 4.4 Електробезпека

Для забезпечення захисту від поразки електричним струмом у використовуваних електроустановках повинні застосовуватися технічні способи і засоби захисту [17].

Приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відповідно до ПУЕ і ДСТу 12.1.013-92 являється приміщенням без підвищеної небезпеки. Приміщення сухе, добре опалюване з струмонепровідною підлогою, з температурою 18-24 °С, з вологістю 40-50%. З електроустаткувань в ньому знаходяться відео термінальні пристрої та учбові стенди, які знаходяться під напругою U = 220 В, частотою f = 50 Гц.

Вибір того або іншого способу або засобу захисту (або їх поєднань) в конкретному електроприладі, і ефективність його вживання залежать від цілого ряду чинників, у тому числі від:

- номінальної напруги;
- роду, форми і частоти струму використовуваного приладу;
- способу електропостачання (від стаціонарної мережі, від автономного джерела живлення електроенергією);
- вигляду виконання (стаціонарні, пересувні, переносні);
- умов зовнішнього середовища;
- схеми можливого включення людини в ланцюг протікання струму (прямий однофазний, прямий двофазний дотик; включення під напругу кроку);
- вигляду робіт (монтаж, наладка, випробування) і ін.

Основними технічними засобами захисту є:

- захисне заземлення;
- автоматичне відключення живлення (занулення);
- пристрої захисного відключення;
- ізоляція струмопровідних частин.

Принцип роботи ПЗВ (рис. 4.3) полягає в тому, що воно постійно контролює вхідний сигнал і порівнює його з наперед заданою величиною. Якщо

вхідний сигнал перевищує встановлене значення, то пристрій спрацьовує і відключає захищену електроустановку від мережі. Як вхідні сигнали пристроїв захисного відключення використовують різні параметри електричних мереж, які несуть в собі інформацію про умови поразки людини електричним струмом.

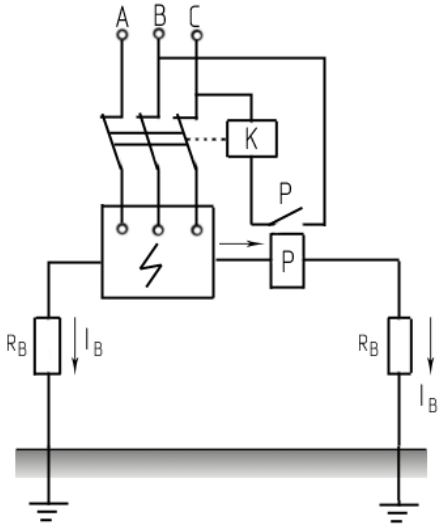



Рисунок 4.3 - Проста схема пристрою захисного відключення

Основними елементами будь-якого пристрою захисного відключення є датчик, перетворювач і виконавчий орган.

Основними параметрами, по яких підбирається те або інші ПЗВ є: номінальний струм навантаження, тобто робочий струм електроустановки, який протікає через нормально замкнуті контакти ПЗВ в черговому режимі; номінальна напруга; встановлене значення напруги; час спрацьовування пристрою [17].

## 4.5 Пожежна та техногенна безпека

Виробництво напівпровідникових приладів, згідно ДБН В.1.1–7–2002, відноситься до категорії Б, оскільки це виробництво зв'язане із застосуванням речовин спирту і ацетону з температурою спалаху пари від 28 до 60°С горю-

чих газів. Для зниження пожежної небезпеки використовують обмежену кількість матеріалів які обертаються в процесі, зберігаються, здатні горіти.

Характерними причинами виникнення пожеж в лабораторії є необережне поводження з вогнем, порушення технологічних процесів, неправильні електропроводки і устаткування, неправильне користування електричними приладами і ін. Для лабораторії встановлена категорія пожежної небезпеки В.

Основні будівельні конструкції будівлі, в якій знаходиться ділянка, виконані з тих, що не згорають і важко згорають матеріалів, що цегельних і виштукатурюють. Отже, вогнестійкість будівлі має 2 рівень. Для евакуації людей на випадок пожежі, згідно ДБН В.1.1–7–2002, в лабораторії є два евакуаційні виходи, розташованих в протилежних кінцях приміщення ділянки. Ширина дверей і сходів рівна 1,6 м, що відповідає нормі.

Відстань від найбільш видаленого робочого місця до найближчого виходу – 15 м. Швидкість пересування людей при евакуації – 16 м/мін [16].

Згідно правилами влаштування електроустановок ПВЕ, будівля, в якій знаходиться ділянка по заходах захисту від блискавок, відноситься до категорії 3 і захищається від прямих ударів блискавок, і від замету високих потенціалів через землю, тобто підземні металеві комунікації приєднуються при введенні в об'єкт, що захищається, до заземлювачів електроустаткування. Отже, грозозахист заснований на стержневих громовідводах.

Для попередження пожеж на ділянці необхідно створити строгий протипожежний режим. Створюється загально об'єктова і лабораторна інструкція по ПБ, проводиться первинний протипожежний інструктаж на робочому місці; створюється план протипожежних заходів і евакуації людей на випадок пожежі.

Як вогнегасні речовини можна застосовувати воду, вуглекислоту, хімічну і повітряно-механічну піну. Для гасіння вогнищ усередині будівлі на майданчиках сходових кліток, в коридорах і отворі встановлюють пожежні крани, які розміщені в шафах, де знаходиться і рукав з протипожежним стволом. Для гасіння пожеж електроустановок використовується вуглекислий во-

гнегасник ОУ-2, в кількості двох вогнегасників на приміщення. Існують пожежна електрична сигналізація, яка забезпечує прямий зв'язок пожежної охорони з охоронним об'єктом. У даній будівлі застосовують звукову систему сигналізації. При появі сигналу сповіщення про пожежу співробітники лабораторії № 216 організовано без паніки покидають лабораторію і, залежно від місця спалаху, слідують або вліво через лабораторний корпус для виходу на вулицю Добролюбова, або управо для виходу на вулицю Незалежної України (рис. 4.4).

## 4.6 Розрахунок захисного заземлення

Заземленню підлягають вимірювальні установки, напруга живлення яких 220 В. У якості заземлювача візьмемо сталеві вертикальні стержні довжиною l = 2,5 м, діаметром d = 0,04 м, діаметр сполучної смуги b = 0,04 м. Контур заземлення розташовано на горизонтальному майданчику біля корпусу академії. Грунт – суглинок.

Допустимий опір заземлюючого пристрою ($R_н$) дорівнює 4 Ом [17]. Визначимо питомий електричний опір ґрунту (суглинку), ρ якого дорівнює 100 Ом·м [17].

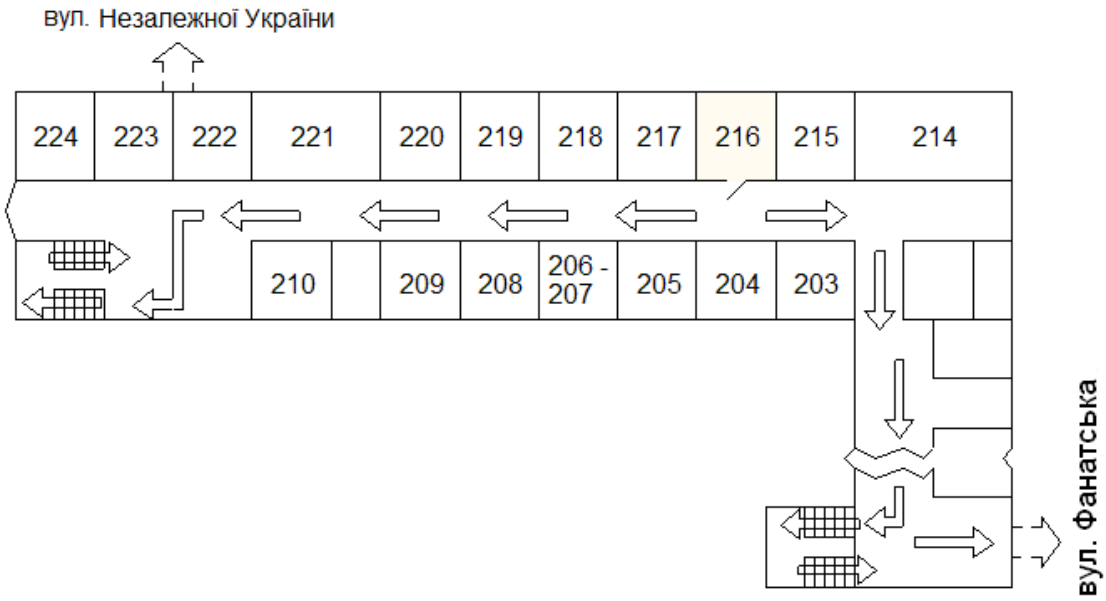



Рисунок 4.4 – План евакуації при пожежі із аудиторії № 216

Розрахуємо опір розтікання струму одного вертикального стержня:

$$R_{в} = \frac{\rho}{2\pi\pi} \cdot \ln\frac{4 \cdot l}{d} = \frac{100}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}5} \ln\frac{4 \cdot 2{,}5}{0{,}04} = 35{,}1 \text{Ом}$$

Приймемо число заземлювачів:

$$n = \frac{R_{l}}{R_{n}} = \frac{35{,}1}{4} = 8{,}775 \approx 9$$

Визначимо довжину горизонтальної смуги (по контуру):

$$l_{г} = a \cdot n,$$

де а – відстань між вертикальними електродами (а = 2 м)

$$l_{г} = 2 \cdot 9 = 18 \text{ м}$$

Опір горизонтальної смуги:

$$R_{2c} = \frac{\rho}{\pi \cdot l_{г}} \cdot \frac{4 \cdot l_{г}}{b} = \frac{100}{3{,}14 \cdot 18} \cdot \ln\frac{4 \cdot 18}{0{,}04} = 13{,}2 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт екранування для вертикального заземлювача [17]:

$$\eta_{в} = \frac{0{,}68 + 0{,}56}{2} = 0{,}62$$

і для горизонтальної смуги

$$\eta_{г} = \frac{0{,}34 + 0{,}4}{2} = 0{,}37$$

Опір групи вертикальних заземлювачів:

$$R_{гр} = \frac{R_{вз}}{n \cdot \eta_{в}} = \frac{35{,}1}{9 \cdot 0{,}62} = 6{,}3 \text{ Ом}$$

Опір горизонтальної смуги з врахуванням екранування:

$$R_{г} = \frac{R_{го}}{\eta_{г}} = \frac{13{,}2}{0{,}37} = 35{,}6 \text{ Ом}$$

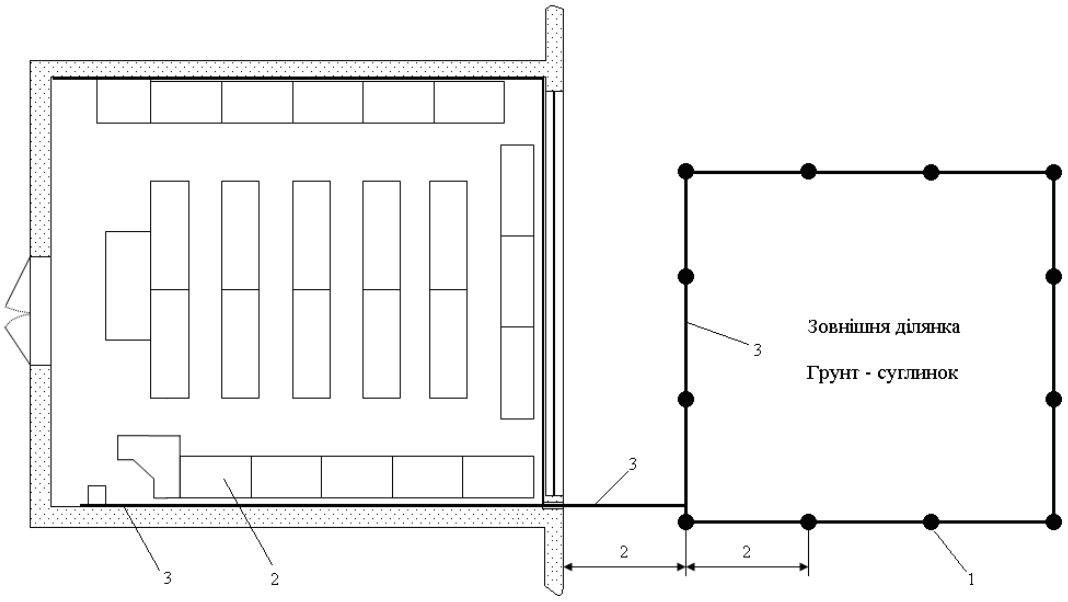
Опір заземлювача в цілому:

$$R_{з} = \frac{R_{гр} \cdot R_{г}}{R_{гр} + R_{г}} = \frac{6{,}3 \cdot 35{,}6}{6{,}3 + 35{,}6} = 5{,}3 \text{ Ом}$$

Як видно, опір заземлювача перевищує нормативний (4 Ом), тому збільшимо кількість заземлювачів: $n = 10$, тоді опір заземлювача в цілому складе $R_з$ = 4,6 Ом, що теж більше $R_н$.

Якщо n = 11, то $R_з$ = 4,2 > $R_н$. Якщо n = 12, то $R_з$ = 3,99 < $R_н$.

Число заземлювачів дорівнює 12, які розміщені по контуру зовнішньої ділянки, як показано на рисунку 4.5.




1 – заземлювачі

2 – електроустаткування що заземлюється

3 – сполучна смуга

Рисунок 4.5 – Розміщення заземлюючих електродів на зовнішній ділянці та сполучної смуги лабораторії проведення експерименту

Таким чином, для виконання захисного заземлення використовується 12 вертикальних стержнів діаметром 0,04 м, завдовжки 2,5 м, кожен з яких має опір 31,5 Ом. Опір сполучної смуги 13,2 Ом. Опір заземлювачів в цілому складе 3,99 Ом, що забезпечує безпечну роботу на установках лабораторії.

## Висновки та рекомендації

1. Розроблена схема введення та розпізнавання інформаційного коду поєднує в собі простоту і оригінальність у виготовленні, ефективність в роботі.

2. Надійність пристрою підвищує схемне вирішення вільних кнопок клавіатури, які підключені паралельно і будь-яке натиснення на одну з них наводить систему прочитування коду в режим скидання.

3. Запропоновані пристрої логічно керуються розробленим виконавчім каскадом.

4. Аналіз функціонування розроблених схем інформаційної системи кодового доступу до приміщення підтверджує правильність функціонування згідно з поставленим завданням.

Результати роботи рекомендуються для використання при розробці інтегральних системи кодового доступу.

Перелік посилань

1. Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я. Основи схемотехніки електронних систем : підручник. Київ : Вища шк., 2004. 527 с.

2. Рябенький В. М., Жуйков В. Я., Гулий В. Д.. Цифрова схемотехніка : навч. посіб. Львів : "Новий Світ-2000", 2019. 736 с.

3. Бойко В. І., Багрій В. В. Цифрова схемотехніка. Київ : ІЗМН, 2001. 228 с.

4. Мельник А. О. Архітектура комп'ютера : підручник. Луцьк : ЛДТУ, 2008. 468 с.

5. Цифрова схемотехніка : підручник / Л. Л. Верьовкін, М. В. Світанько, Є. М. Кісельов та ін. Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 214 с.

6. Бойко В. І. Основи схемотехніки електронних систем : підручник. Київ : Вища шк., 2004. 527 с

7. Бабіч Н. П., Жуків И. А. Комп'ютерна схемотехніка. Київ : МК-Прес, 2004. 576 с.

8. Павлов С. М. Основи мікроелектроніки : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2010. 224 с.

9. Кожем'яко В. П., Павлов С. В., Тарновський М. Г. Оптоелектронна схемотехніка : навч. посіб. Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. 189 с.

10. Електроніка та мікросхемотехніка : підручник / О. М. Воробйова, І. П. Панфілов, М. П. Савицька та ін. Одеса : ОНАЗ, 2015. 298 с.

11. Лавриненко В. Ю. Довідник з напівпровідникових приладів. Київ : Техніка, 1984. 424с.

12. Світанько М. В., Верьовкін Л. Л., Кісельов Є. М. Автоматизація схемотехнічного проектування : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 120 с.

13. Колонтаєвський Р. П., Сосков А. Г. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник. Київ : Каравела, 2009. 287 с.

14. Белуха М. Т. Основи наукових досліджень. Київ : Вища шк., 1997. - 271с.

15. Кожемякін Г. Б., Рижков В. Г., Бєлоконь К. В. Охорона праці та техногенна безпека : методичні вказівки до виконання розділу магістерських робіт. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 48 с.

16. Ткачук К. М. Охорона праці та навколишнього середовища в радіоелектронній промисловості. Київ : Вища шк., 1988. 240 с.

17. Горобець А. І., Степаненко А. І. Охорона праці радіоелектронної промисловості. Київ : Техніка, 1987. 345 с.