

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут
Кафедра мікроелектронних інформаційних систем

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти магістерський
(перший (бакалаврський) рівень)

на тему Дослідження та розробка пристроїв подання інформації для інформаційних систем захисту

Виконав: студент (ка) II курсу, групи 8.1539-3
Лонів В.С. [Підпис]
(прізвище та ініціали) (підпис)

Напряму підготовки 153
(шифр)

Спеціальності Мікро-та комп'ютерна техніка
(назва)

Керівник доцент, доцент к.т.н.
Верховий Л.С.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут

Факультет Інформаційних інформаційних систем
Кафедра Інформаційних інформаційних систем
Рівень вищої освіти другий магістерський
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)
Напрямок підготовки 153
(шифр)
Спеціальність Мікро-та носіїв інформації
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри М.В.С.
М.В. Крижанська Т.В.
"01" листопада 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Павел Коваленко Сергій
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження та розробка пристроїв кодування інформації для інформаційних систем збереження

керівник проекту (роботи) Верховий Леонід Леонідович к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "25" листопада 2020 року № 601-

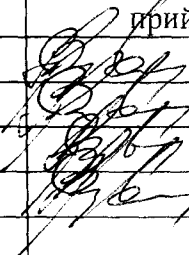


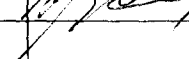
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Найбільша швидкість БВ, швидкість роботи ТТД 155 с/с, введення інформації за допомогою 10-клавішної клавіатури

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Дослідження пристроїв кодування інформації. Розробка кодування пристроїв введення інформації. Техніко-економічне обґрунтування розробки кодування пристроїв введення інформації. Організація праці та технологія безпеки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Функціональна схема кодування пристроїв введення інформації, комп'ютерна програма кодування інформації. Економічна схема пристроїв введення інформації.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
I	Верьовкін А.І., доцент	 20.11.20
II	Верьовкін А.І., доцент	 20.11.20
III	Верьовкін А.І., доцент	 20.11.20
IV	Верьовкін А.І., доцент	 10.11.20

7. Дата видачі завдання 24.05.2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Дослідження пристроїв кодування інформації?	14.09.2020	
2.	Пристрої відображення кодової інформації?	18.09.2020	
3.	Пристрої введення шорпової інформації?	25.09.2020	
4.	Світлодіодні пошвидкодіючі знаки, індикатори	02.10.2020	
5.	Модельвання пристроїв введення інформації?	09.10.2020	
6.	Блок кодування інформації?	16.10.2020	
7.	Охорона праці та технологія безпеки	23.10.2020	
8.	Вивчення постановальної записки	30.10.2020	
9.	Сформулювання графічного матеріалу	10.11.2020	
10.	Попередній захис дітями роботи	20.11.2020	

Студент


(підпис)

Лонів Р.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Верьовкін А.І.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено


(підпис)

Верьовкін А.І.
(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерний навчально-науковий інститут
Кафедра мікроелектронних інформаційних систем**

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти _____
(другий (магістерський) рівень)

на тему _____

Виконав: студент (ка) _____ курсу, групи _____

(прізвище та ініціали) (підпис)

Напряму підготовки _____
(шифр)

Спеціальності _____

(назва)

Керівник _____

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

м. Запоріжжя - 20__ рік

Реферат

Дипломна робота містить 78 сторінок, 43 рисунка, 21 таблицю, 20 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – прилади введення інформації в арифметично логічні пристрої мікроконтролерів.

Мета роботи – розробка та розрахунок вузлів кодуючого пристрою з сканованою клавіатурою для суматора-віднімача.

Задачі роботи – розробити схему електричну принципову та проаналізувати функціонування розробленого приладу.

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

Короткий виклад результатів досліджень – проведений аналіз проблем, що виникають при рішенні задачі введення інформації в арифметично-логічний пристрій.

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

Прогнозні пропозиції: результати роботи рекомендуються для кодування інформації в електронних пристроях сигналізації, систем доступу до охоронних об'єктів.

КЛАВІАТУРА, БЛОК СКАНУВАННЯ, ІНВЕРТОР, СУМАТОР,
АКУМУЛЯТОР, ЛІЧИЛЬНИК, ГЕНЕРАТОР, ДЕШИФРАТОР,
МУЛЬТИПЛЕКСОР

Дипломну роботу виконано на кафедрі мікроелектронних та електронних інформаційних систем, з 14.09.2020 р. по 15.11.2020 р.

Зміст

	Стор.
Вступ	6
1 Дослідження пристроїв кодування інформації	8
1.1 Кодування символної інформації	9
1.2 Пристрої введення інформації	12
1.3 Арифметично-логічний пристрій введення інформацій.....	19
1.4 Пристрої відображення кодованої інформації	21
1.4.1 Світлодіодні напівпровідникові знаковитезуючі індикатори	22
1.4.2 Метод статичної індикації	24
1.4.3 Метод динамічної індикації	25
2 Розробка кодуєчого пристрою введення інформації	29
2.1 Моделювання пристрою введення інформації.....	29
2.1.1 Комбінаційний інтерфейс введення інформації	29
2.1.2 Буферний регістр	32
2.1.3 Схема контролю парності	33
2.1.4 Вибір схеми генератора імпульсів	37
2.2 Блок кодування інформації	40
2.3 Арифметичний логічний пристрій	43
2.4 Пристрій відображення інформації	48
3 Техніко-економічне обґрунтування розробки кодуєчого пристрою введення інформації	55
3.1 Обґрунтування вибору технології виготовлення схеми кодуєчого пристрою введення інформації	55
3.2 Розрахунок витрат на виробництво схеми кодуєчого пристрою введення інформації	59
4. Охорона праці та техногенна безпека	61
4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих	

виробничих факторів	61
4.2 Заходи з поліпшення умов праці. Виробнича санітарія	62
4.3 Електробезпека	67
4.4 Пожежна безпека. Техногенна безпека	69
4.5 Розрахунок захисного заземлення	71
Висновки та рекомендації	74
Перелік посилань.....	75
Додатки	77

Вступ

Способи захисту інформації включають використання апаратних засобів і пристроїв, а також впровадження спеціалізованих технічних засобів і програмного забезпечення.

Інтегральні схеми, на яких заснована робота мікроелектронних систем, створюють високочастотні зміни рівня напруги і струмів. Коливання поширюються по дротах і можуть не лише трансформуватися в доступну для розуміння форму, але і перехоплюватися спеціальними пристроями. У комп'ютер або монітор можуть встановлюватися пристрою для перехоплення інформації, яка виводиться на монітор або вводиться з клавіатури.

Зазвичай в процесі кодування інформація перетворюється з форми, зручної для безпосереднього використання, у форму, зручну для передачі, зберігання або автоматичної обробки. У більш вузькому сенсі кодуванням інформації називають представлення інформації у вигляді коду. Засобом кодування служить таблиця відповідності знакових систем, яка встановлює взаємно однозначну відповідність між знаками або групами знаків двох різних знакових систем.

При проектуванні пристроїв кодування інформації на мікроконтролерах виникає необхідність забезпечення введення інформації за допомогою клавіатури. Клавіатура – це набір комутаційних елементів – клавіш, при дії на яких формуються електричні сигнали. Клавішні, кнопкові або валкодерні пристрої введення інформації в даний час є найпоширенішими пристроями в мікроконтролерних приладах. Клавіатури комп'ютерів, кнопкові поля телефонів, пультів дистанційного керування, панелі управління у вимірювальних і побутових приладах – далеко неповний перелік прикладів використання клавіатурних інтерфейсів.

У періодичній літературі і Інтернеті з даної тематики зустрічаються розрізнені описи різних варіантів підключення клавіатури, що мінімізують кількість використаних ліній зв'язку.

У керівних мікроконтролерних системах дуже часто використовуються прості і дешеві некодуєчі клавіатури які є сканованою матрицею кнопок. Без вживання додаткових інтерфейсних мікросхем кількість ліній зв'язку такої клавіатури з мікроконтролером рівне $N/2$, де N – кількість кнопок.

Серед методів, що дозволяють мінімізувати кількість ліній зв'язку можна виділити наступні: використання дільників резисторів, регістрів зсуву, двійкових лічильників. При практичній реалізації даних методів доводиться вирішувати наступні проблеми: адекватність розпізнавання номера клавіші і відповідність часу відгуку швидкодії опитуваного пристрою.

Актуальністю роботи являється спроба розрахувати та розробити описані в літературі схемотехнічні рішення для реалізації інтерфейсів кодування інформації з клавіатурами і привести практичні рекомендації по їх вживанню.

1 Дослідження пристроїв кодування інформації

Інформація – це дані та відомості, представлені у різних видах (документи, креслення, малюнки, тексти, звукові та світлові сигнали, енергетичні та нервові імпульси тощо).

Існують різні форми подання інформації – у символному, текстовому, графічному вигляді.

Символьна форма – в ній кожний символ має якесь значення (скорочення і позначення у формулах тощо). Використовуються букви, цифри, знаки. Але кожний символ має своє значення. Від зміни послідовності символів інформація, відображена у символній формі, свого значення не втрачає.

Текстова форма – зміст повідомлення передається не через окремі символи (цифри, букви, знаки), а їх сполученням, порядком розміщення. Послідовно розташовані символи утворюють слова, які у свою чергу можуть утворювати речення. У текстовій формі зміст інформації істотно змінюється залежно від порядку послідовності символів.

Як правило, найбільшою за обсягом є графічна форма подання інформації. До цієї форми належать фотографії, картини, креслення, графіки тощо. Графічна форма найбільш інформативна [1].

Інформація, що обробляється мікроелектронними цифровими системами, подається в двійковій системі числення. Будь-яка інформація зберігається у вигляді кодів. На письмі інформація кодується за допомогою кодів, які називаються буквами, символами. У вигляді кодів зберігаються і графічні зображення. Щоб деяку інформацію можна було обробити за допомогою електронної апаратури її код потрібно перетворити в електричний сигнал.

Інформація з клавіатури уводиться у вигляді десяткових чисел, які відразу перетворюються на двійкові числа (це процес кодування). З

двійковими числами комп'ютер виконує арифметичні та логічні операції. Щоб користувач міг зрозуміти отриманий результат, комп'ютер виводить його теж у десятковій системі, тобто здійснює процес декодування.

1.1 Кодування символної інформації

Кодова таблиця – це таблиця, яка задає відповідність між символами і двійковими числами (кодами символів). При натисненні клавіші на клавіатурі, електронна схема клавіатури формує двійковий код символу, що задається кодовою таблицею, наприклад, при натисканні на клавішу А утворюється код $01000001 = 41H$. Існують різні стандарти кодування символів [1].

За основу кодування символів у персональних комп'ютерах узятa кодова таблиця ASCII (American Standart Code for Information Interchange – американський стандарт кодів для обміну інформацією).

Двійковим кодом довжиною 8 біт (1 байт) можна закодувати $2^8 = 256$ символів. Кожному символу відповідає послідовність із восьми нулів і одиниць. Восьмибітний код використовується для того, щоб можна було б підтримати два алфавіти та різні спеціальні символи. Але різні держави мають свої алфавіти – в Грузії використовуються одні букви, в Україні – інші, тому під одним числовим кодом будуть використовуватися різні символи. У той самий час необхідно мати можливість прочитати текст, який був набраний на іншому комп'ютері (в іншій державі). Тому було прийнято таке рішення – таблицю кодів розділили навпіл. Перші 128 кодів (з 0 до 127) повинні бути стандартними і обов'язковими для всіх країн і всіх комп'ютерів, а другою половиною кодів (з 128 до 255) кожна країна може кодувати свій національний алфавіт.

Саме першу (міжнародну) половину таблиці кодів називають таблицею ASCII (аскі-кодом), її розробив Американський інститут стандартизації. У

цій таблиці розміщуються великі та малі букви латинського алфавіту, символи цифр від 0 до 9, всі розділові знаки, символи арифметичних операцій та деякі інші спеціальні коди.

Перші 32 коди ASCII таблиці (від 0 до 31) не застосовуються для представлення інформації, а застосовуються для керування комп'ютером.

Найперший символ стандарту ASCII – це пробіл. Він має код 20H = 00100000. За ним ідуть спеціальні символи і розділові знаки (коди з 21H до 2FH), далі – десять цифр (коди – 30H – 39H). Коди 3AH – 40H задають деякі математичні символи і розділові знаки, коди 41H – 5AH – великі букви англійського алфавіту, коди 5BH – 60H, 7BH – 7FH – спеціальні символи, коди 61H – 7AH - малі букви англійського алфавіту [1].

Окрім кирилиці існують інші алфавіти із значно більшою кількістю символів ніж у кирилиці. Наприклад, символів мовної групи південно-східної Азії є тисячі і їх неможливо описати в одному байті інформації, який виділяється для кодування символів в ASCII.

Для вирішення цієї проблеми було створено консорціум Юнікод (Unicode - Unicode Consortium) при співпраці багатьох лідерів ІТ індустрії (виробники програмного та апаратного забезпечення, розробники шрифтів), які були зацікавлені у появі універсального кодування тексту.

Першим кодуванням тексту, що вийшов під егідою консорціуму Юнікод, було кодування UTF 32. Цифра в назві кодування UTF 32 означає кількість біт, що використовується для кодування одного символу. Для кодування одного символу в новому універсальному кодуванні UTF 32 використано 4 байти інформації.

У результаті чого файл з текстом, що закодований в UTF 32, матиме розмір у чотири рази більше, ніж у розширеному кодуванні ASCII, проте з'явилася можливість закодувати 232 символів.

Подальшим розвитком універсального кодуванням стало UTF 16, яке вийшло настільки вдалим, що було прийнято за замовчуванням як базовий

простір для всіх символів, які використовуються. Для кодування одного символу UTF 16 використовує два байти. В UTF 16 можна закодувати 65536 символів (2¹⁶), що було прийнято за базовий простір в Юнікод [1].

Наприклад, в операційній системі Windows у таблиці символів можна переглянути векторні форми всіх встановлених у системі шрифтів.

Якщо вибрати в додаткових параметрах набір символів Юнікод, то можна побачити для кожного шрифту окремо весь асортимент символів, що входять до нього. Якщо клацнути на будь-якому з цих символів, можна побачити його багатобайтовий код у кодуванні UTF 16, що складається з чотирьох шістнадцяткових цифр.

Версія UTF 16 не принесла переваг для європейських користувачів, бо у них після переходу від розширеної версії кодування ASCII до UTF 16 вага документів збільшувалася в два рази (один байт на один символ в ASCII і два байти на той же символ у кодуванні UTF 16).

Саме для вирішення цього в консорціумі Юнікод було запропоновано кодування тексту змінної довжини UTF 8. UTF 8 є повноцінним кодуванням змінної довжини, тобто кожен символ тексту може бути закодований у послідовність, довжиною від одного до шести байт. На практиці ж в UTF 8 використовується тільки діапазон від одного до чотирьох байт, оскільки більше за чотири байти коду нічого вже навіть теоретично не можливо уявити.

В UTF 8 всі латинські символи кодуються в один байт, подібно до ASCII. У разі кодування тільки латиниці, навіть ті програми, які не розуміють Юнікод, все одно прочитають те, що закодовано в UTF 8. Тобто, базова частина кодування ASCII перейшла в UTF 8. Кириличні символи в UTF 8 кодуються у два байти, а, наприклад, грузинські - у три байти.

Після створення кодувань UTF 16 і UTF 8 консорціум Юнікод вирішив основну проблему – тепер у шрифтах існує єдиний кодовий простір. Виробникам шрифтів залишається тільки заповнювати цей кодовий простір розробленими векторними формами символів тексту.

1.2 Пристрої введення інформації

Клавіатура на сучасному етапі розвитку обчислювальної техніки є найбільш універсальним пристроєм введення інформації. Для введення будь-якої інформації (в даному разі інформації про символ) необхідно створити адекватний фізичному електричний сигнал. Такий сигнал можливо створювати за допомогою клавішного пристрою, який є складовою частиною клавіатури. Клавішні пристрої введення інформації призначені для ручного введення алфавітно-цифрових символів з метою їх подальшого перетворення в електричні сигнали. Клавішні пристрої можуть виконуватись як автономні, конструктивно завершені одиниці, так і у вигляді вбудованих блоків. В загальному вигляді клавішний пристрій (рис. 1.1) має одну або декілька клавіатур, шифратори, мультиплектори, інтерфейсні регістри, пристрої пам'яті, схему керування, індикатори контролю за станом клавіатури та ряд інших вузлів [2].

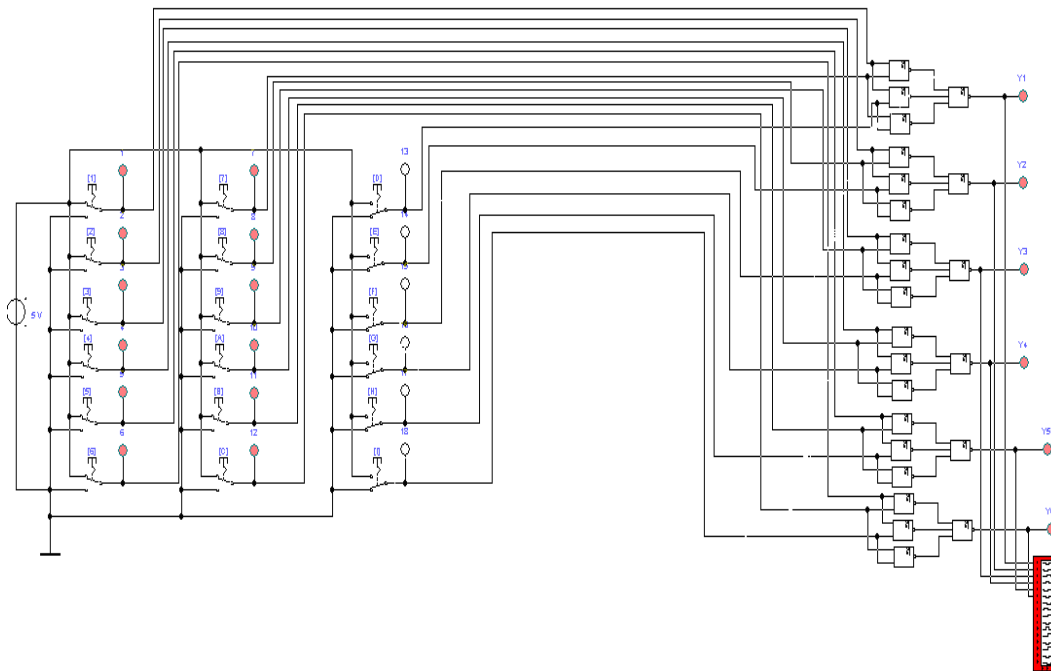


Рисунок 1.1 – Структура клавіатури

Лічильник, молодші розряди якого підключені до дешифратора, а старші до цифрового мультиплексора, під впливом генератора за допомогою

дешифратора вибирає сигнал логічного “0” на стовпцях матриці клавіатури. В цей час мультиплексор під управлінням старших розрядів лічильника вибирає для опитування рядки матриці клавіатури. Якщо один з комутаційних елементів матриці знаходиться в замкненому положенні, то при виборі відповідного стовпця, логічний “0” з виходу дешифратора з’являється на виході мультиплексора та видає запис коду відповідного замкненого елемента в регістр. Після перетворення коду в стандартну форму послідовний інтерфейс передає його в процесор. Протидребезгова схема частіше всього є одно вібратором з повторним запуском [2].

Клавіші, що використовуються в клавіатурах, поділяються на дві групи: контактні та безконтактні. Контактні клавіші знайшли широке застосування у якості елементів клавіатур. Вони поділяються за видом перемикачів на електромеханічні, герконові, мембранні, гумові.

Електромеханічні клавіші відрізняються простотою конструкції, їх основою є контактний перемикач, що забезпечує значну потужність перемикання (рис. 1.2). В той же час він має явні недоліки: наявність "дребезгу", невисоку частоту перемикання, непостійність електричного опору між контактами, велике зусилля натискання, невеликий термін служби.

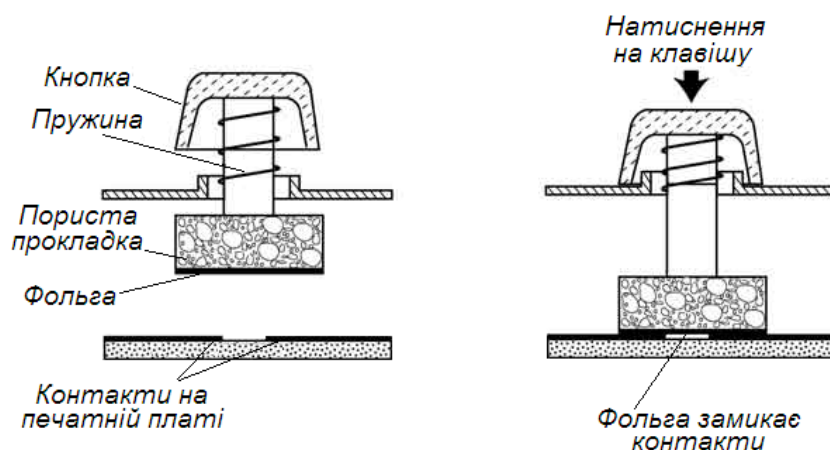


Рисунок 1.2 – Конструкція клавіші з накладкою з фольги, яка замикає

Більш надійними є герконові клавіші, в яких комутація здійснюється герметизованими в склі контактами – герконами (рис. 1.3). Герконовий

контакт замикається під дією на нього магнітного поля. Тому в склад клавіші вводиться спеціальний кільцевий магніт. Геркон спрацьовує якщо постійний магніт рухається навколо нього при натискуванні клавіші. В герконових клавіатурах використовують геркони типу КЕМ2, КЕМ3. Така клавіатура відрізняється простотою та великим терміном служби.

Мембранні клавіші побудовані на базі плоского перемикача, мають дві пластинки з еластичного матеріалу на які нанесені контакти та провідники.

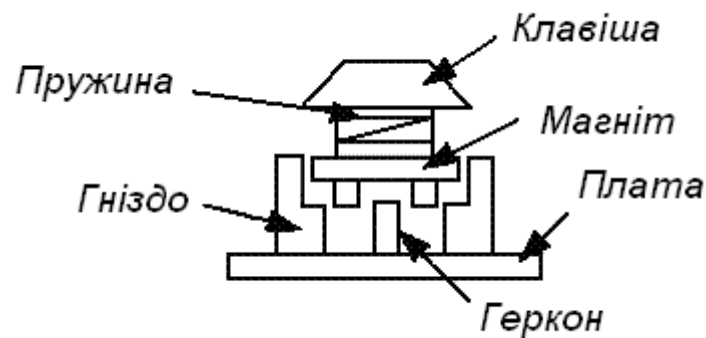


Рисунок 1.3 – Герконова клавіша

Між пластинками знаходиться тонка ізоляційна прокладка з отвором у зоні контактів. Ця прокладка перешкоджає замиканню контактів у ненатисненому стані. Натискання верхньої пластинки призводить до замикання контактів. Мембранні клавіші компактні та технологічні при виготовленні.

Перемикачі на основі провідної гуми (рис. 1.4) виготовляються у вигляді силіконових клавіш.

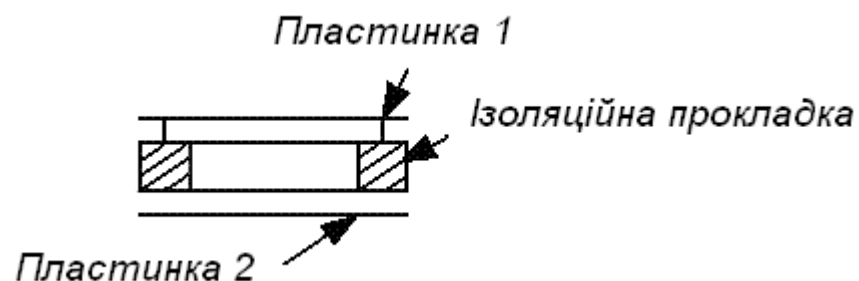


Рисунок 1.4 – Мембранна клавіша

Клавіші кріпляться прямо на друковану плату, на якій технологічним шляхом нанесено контакти перемикача та схема їх з'єднання. При натисканні клавіші провідна гума основи клавіші притискається до плати та замикає необхідні контакти.

До безконтактних перемикачів відносяться перемикачі, у яких механічні переміщення клавіш перетворюються у зміну ємності, індуктивності або опору і, в подальшому, у зміну напруги або струму.

В безконтактних перемикачах механічний вплив (наприклад, механічне переміщення) перетворюється в зміну ємності, індуктивності або опору, а потім ця зміна перетворюється в електричний сигнал. Для цього може бути використана конструкція мембранного перемикача, у якому між контактами розміщується зтискуюча ізолююча прокладка, котра не дозволяє контактам замкнутися. Тоді факт натискання клавіші визначається по зміні зазору між контактами та пов'язаною з цим зміною міжконтактної ємності, які реєструються спеціальною чутливою схемою. Відомі конструкції безконтактних перемикачів на основі взаємодії феритового сердечника та магніту, які використовують диференційні трансформатори та ефект Холла [3].

Ємнісні датчики єдині безконтактні перемикачі, що набули широкого поширення (рис. 1.5). Клавіатури з такими датчиками стійкіші до забруднення і корозії через відсутність електричних контактів. Для забезпечення зворотного зв'язку в цих клавіатурах використовуються циліндрові (гвинтові) пружини.

У ємнісних датчиках немає замикаючих контактів. Їх роль виконують дві пластинки, що зміщуються відносно одна одної, і спеціальна схема, що реагує на зміну ємності між ними. Клавіатура є набором таких датчиків.

При натисненні клавіші шток зміщує верхню пластину ближче до нерухомої нижньої. Клавіші сконструйовані так, що перехід між пластинами відбувається стрибкоподібно і при цьому чути клацання.

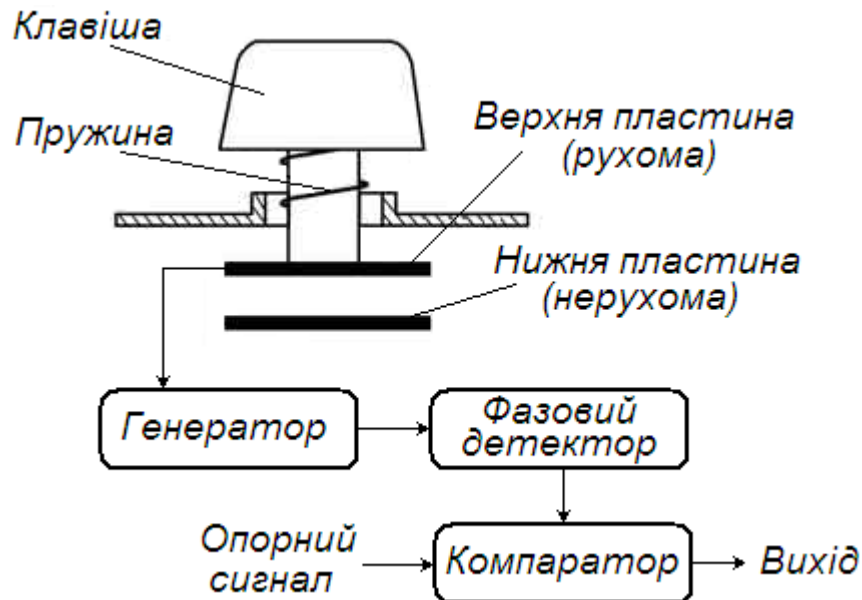


Рисунок 1.5 – Клавіатура з ємнісним датчиком

Коли верхня пластина наближається до нижньої, ємність між ними збільшується, що реєструється схемою компаратора, встановленою в клавіатурі.

У клавіатурі практично відсутнє “брязкотіння” (явище, коли при одному натисненні на клавішу символ вводиться кілька разів підряд).

Іншим методом отримання сигналу є використання так званого «контактного щупа» (рис. 1.6, а). Тут з виходу контактної майданчика у вихідному стані знімають потенційний сигнал U , а у момент доторкання майданчика щупом рівень сигналу стає рівним нулю. Сигнали, що формуються контактною парою, супроводяться брязкотом (рис. 1.6, б), тривалість якого складає $\sim 8 \dots 12$ мс. Для усунення брязкоту в сигналі, що отримується на виході контакту встановлюють спеціальні формувачі.

Формування кодових сигналів виконується в кодуєчих пристроях. Додатковими функціями кодуєчого пристрою є: формування сигналу «Гот.» (готовність) для управління перезаписом сформованого коду, блокування роботи при одночасному натисненні декількох клавіш і захист від брязкоту.

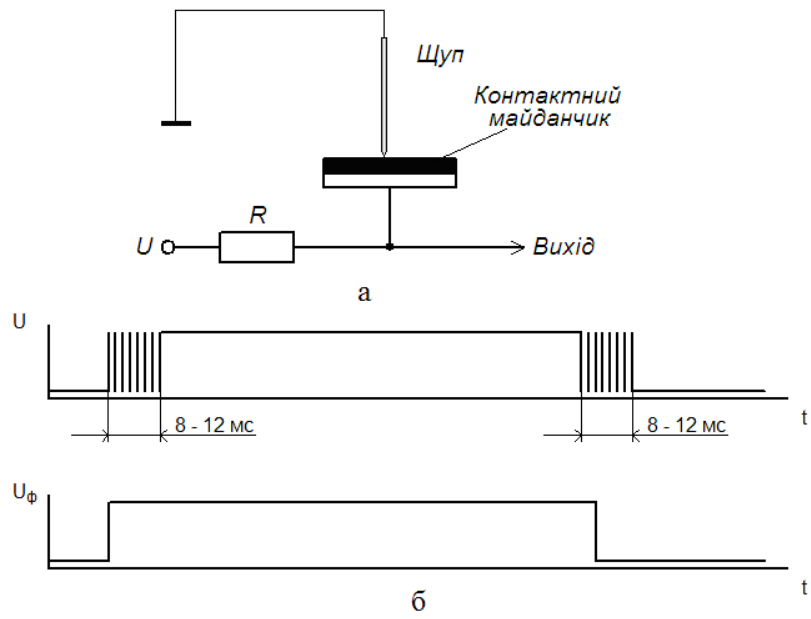


Рисунок 1.6 - Отримання електричного контакту методом «контактного щупа» (а) і сигнали формувача (б)

На рисунку 1.7 наведені схеми найбільш поширених формувачів. У формувачі на рисунку 1.7, а використовується принцип безпосередньої установки RS-тригера відповідно до стану перемикача SB1.

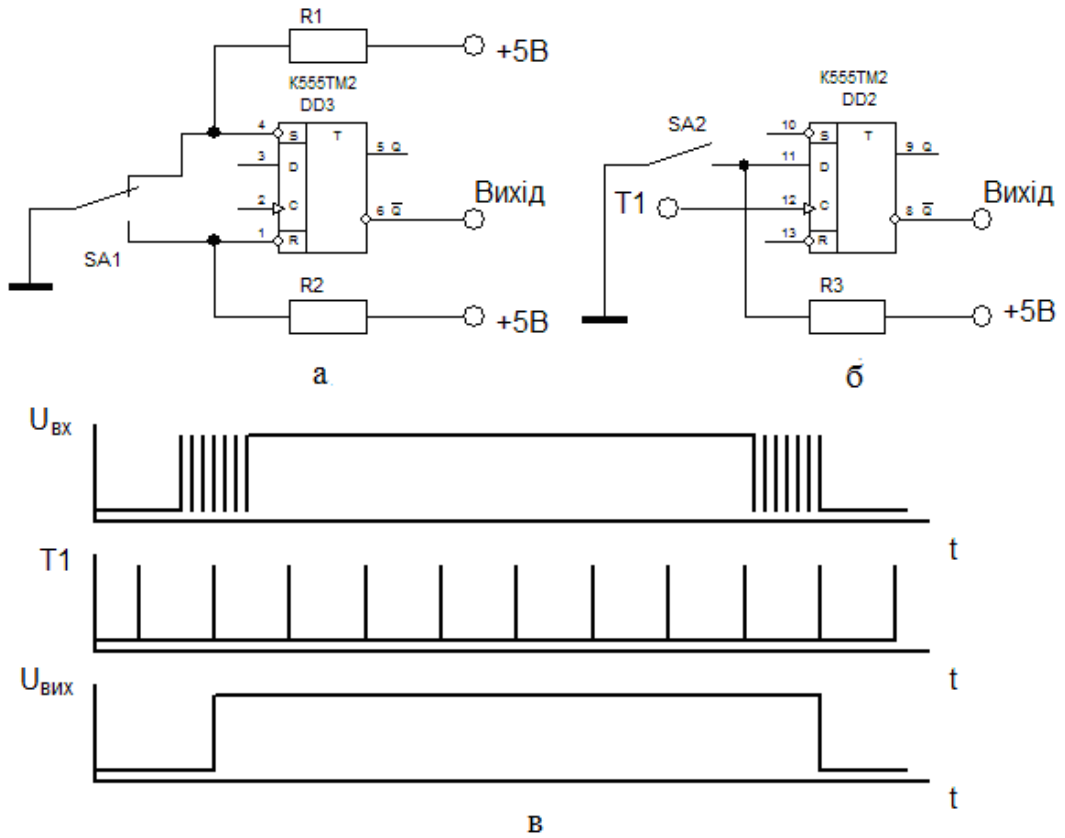


Рисунок 1.7 - Формувачі сигналів (а, б) і часова діаграма формувача (в)

Формувач на рисунку 1.7, б представляє собою однорозрядний тактований регістр з періодом вхідних тактів $T_1 \geq 10 \dots 20$ мс. Його роботу ілюструють діаграми на рисунку 1.7, в. Перший формувач простий, але для його підключення до перемикача SB1 потрібно два резистори (R1, R2) і двопровідну лінію. Для другого формувача потрібний один резистор R3 і однопровідна лінія, але додатково потрібна подача тактових імпульсів. Перевагою другого способу є часова прив'язка моменту появи вихідного сигналу з внутрішніми процесами пристрою, для якого цей сигнал формується, при цьому як тактові імпульси використовуються вже наявні в пристрої сигнали.

Кодуючий пристрій, функціональна схема якого показана на рисунку 1.8, містить: клавіатуру введення; блок кодування; вузол захисту і формування вихідних сигналів (знак n на шині показує число ліній в цій шині). Найбільшого поширення набули комбінаційні кодуєчі пристрої і пристрої із сканованою клавіатурою.

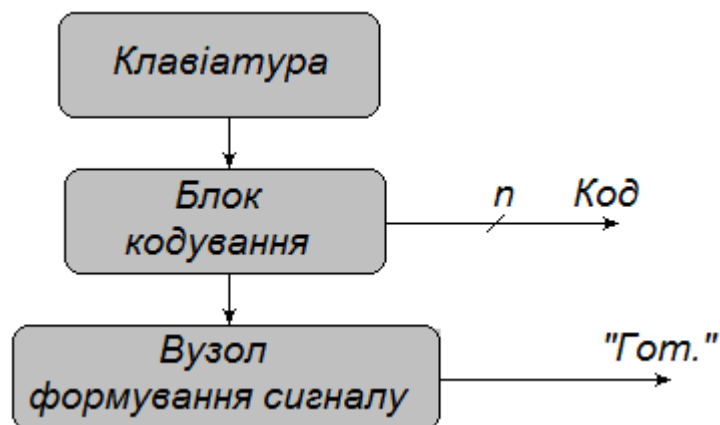


Рисунок 1.8 – Структурна схема кодуєчого пристрою

Одним з визначальних моментів при розробці пристроїв скануючого типу є вибір значення частоти тактів. З одного боку, для усунення впливу брязкоту частота не повинна перевищувати 60...80 Гц, проте при цьому час реакції пристрою на натиснення з блоком клавіатури в 100 і більше клавіш перевищуватиме 1 с, що недопустимо. Для усунення цього протиріччя в пристрій вводять цифрову лінію затримки.

1.3 Арифметично-логічний пристрій введення інформації

Дискретна техніка оперує класом пристроїв, призначення яких полягає у виконанні арифметичних дій з двійковими числами. Особливість арифметичних пристроїв полягає в тому, що сигналам приписуються не логічні, а арифметичні значення 1 і 0 і дії над ними підлягають законам двійкової арифметики. Для опису їх роботи також зручно користуватися таблицями істинності. Найважливіша з арифметичних операцій – складання (підсумовування). Окрім прямого призначення вона використовується і при інших операціях: віднімання – це складання, в якому від'ємник перетворюється в зворотний, а потім в додатковий код, а множення і ділення – це послідовне складання і віднімання. До арифметичних пристроїв відносять також вузли, що виконують спеціальні операції: порівняння двох чисел і виявлення парності заданих чисел (визначення паритету).

Суматори призначені для арифметичного складання двох чисел. З принципу складання багаторозрядних двійкових чисел виходить, що в кожному i -розряді знаходиться сума S трьох чисел по модулю два: доданків A_i , B_i і перенесення, яке надійшло із молодшого розряду P_i , і формується сигнал перенесення в старший розряд P_{i+1} .

Суматори за принципом дії підрозділяються на комбінаційні і накопичувальні. Розрізняють суматори паралельної дії і послідовної дії.

Для того, щоб мати малі витрати на апаратурну частину (hard ware) комп'ютера, були зроблені зусилля по зведенню до одного алгоритму віднімання і складання [4]. Цього можна досягти, якщо застосовувати двійкові цифри в їх доповнюючій формі. Розрізняють одиничне доповнення (зворотний код, порозрядне доповнення) і подвійне доповнення (точне доповнення). Порозрядне доповнення формується шляхом заміни всіх нулів на одиниці і назад. Отже, порозрядним доповненням (one's complement) 0001 є 1110. Нижче порозрядне доповнення двійкового числа A позначено \bar{A} . Вочевидь, що при представленні n -бітового слова маємо:

$$\bar{A} + A = 2^n - 1. \quad (1.2)$$

Наприклад, при представленні 8-бітового слова маємо:

$$10110011 + 01001100 = 11111111 = 2^8 - 1.$$

Можна перетворити рівняння (1.2), аби отримати формулу для розрахунку порозрядного доповнення:

$$\bar{A} = 2^n - 1 - A. \quad (1.3)$$

Точне доповнення (two's complement) A_d утворюється з порозрядного доповнення \bar{A} шляхом додавання 1:

$$A_d = \bar{A} + 1. \quad (1.4)$$

Отже, з урахуванням (1.2) буде справедливо:

$$A_d = 2^n - 1 - A + 1 = 2^n - A. \quad (1.5)$$

Видно, що в даному представленні міститься « $-A$ », завдяки чому воно зручне для проведення віднімання. Врахуємо також, що 2^n в двійковому представленні маємо $n + 1$ розрядів. Нижче приклад точного доповнення для 10101100: $A_d = \bar{A} + 1 = 01010011 + 1 = 01010100$.

Таким чином, цілочисельне віднімання двох чисел A і B генерується в двійковій системі точно так, як і в десятковій системі – по розрядам. При цьому до зменшуваного додається від'ємник, представлений в точному додатковому коді. Наприклад десяткова операція віднімання $46 - 36 = 10$, у вигляді двійкової арифметичної операції виглядатиме таким чином:

$$\begin{array}{l}
 A_{10} = 46 \quad A_2 = 101110 \\
 B_{10} = 36 \quad B_2 = 100100 \quad \bar{B}_2 = 011011 \quad B_{2d} = 011100 \\
 \begin{array}{r}
 101110 \\
 + \\
 011100 \\
 \hline
 \textcircled{1} 001010
 \end{array}
 \end{array}$$

На рисунку 1.9 представлена структурна схема суматора-віднімача з використанням додаткового коду до 2.

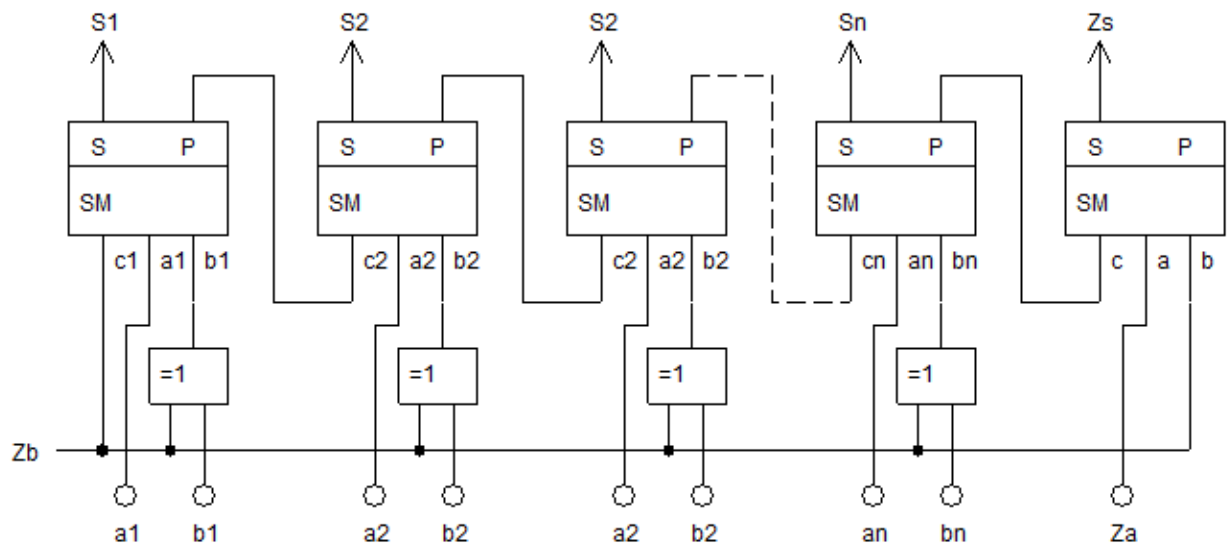


Рисунок 1.9 – Структурна схема суматора-віднімача

1.4 Пристрої відображення кодованої інформації

Для відображення цифрової інформації в мікропроцесорних пристроях застосовуються різні індикатори. У основі принципів дії індикаторів лежать різні фізичні явища, такі як низьковольтна катодолюмінесценція, інжекційна і передпробійна електролюмінесценція, випромінювання газового розряду, різні електрооптичні ефекти і т. п. Індикатори розрізняються функціональними можливостями і призначенням, конструктивним і технологічним виконанням [4].

Найбільшого поширення набули світлодіодні і рідкокристалічні індикатори завдяки низькій напрузі і слабким струмам в робочому режимі. Вживання подібних індикаторних елементів полегшується завдяки наявності безлічі інтегральних драйверів.

Літеро-цифрові індикатори призначені для відображення інформації у вигляді цифр, літер і різних символів. Розрізняють наступні види літеро-цифрових індикаторів: накульні; газорозрядні; світлодіодні; вакуумні електролюмінесцентні; рідкокристалічні. Накальні і газорозрядні індикатори в даний час практично не застосовуються. Приведемо деякі інші типи

індикаторів, що не увійшли до перерахованих вище типів: накалині індикатори – лампи; накалині вакуумні індикатори; накалині індикатори на флуоресціюючих стеклах; газорозрядні неонові лампи; газові електронно-світлові індикатори; тиратрони тліючого розряду; газорозрядні знакові індикатори; газорозрядні індикаторні панелі; електронно-променеві індикатори; термоіндикатори і т. д.

1.4.1 Світлодіодні напівпровідникові знаковитезуючі індикатори

Одиничний напівпровідниковий знаковитезуючий індикатор – це напівпровідниковий діод, в переході якого в результаті рекомбінації електронів і дірок при їх інжекції в прямому напрямі генерується світлове випромінювання. Принцип їх роботи полягає в тому, що при прямому зсуві потенційний бар'єр р-п переходу знижується і відбувається інжекція електронів в р-область і дірок в n-область. В процесі рекомбінації неосновних носіїв в р-п переході енергія виділяється у вигляді фотонів, тобто процес рекомбінації супроводиться світловим випромінюванням, частота якого пропорційна енергії забороненої зони напівпровідникового матеріалу. Якщо ширина забороненої зони більше 1,8 еВ, то випромінювання бачиме (довжина хвилі менше 700 нм), якщо менше, то випромінювання небачиме і знаходиться в інфрачервоній частині спектру.

Напівпровідникові знаковитезуючі індикатори – це низьковольтні прилади, зручно поєднувані з джерелами живлення і рівнями струмів мікросхем. Вони мініатюрні і дозволяють конструювати пристрої, призначені для відображення інформації різної складності, - від точки, що світиться, до текстів і графіків. Індикатори володіють малим часом перемикавання - менше 50 нс. Прилади характеризуються відносно високими рівнями робочих струмів і помірними рівнями яскравості.

Основні матеріали, що використовуються для виготовлення світлодіодів, - тверді розчини арсеніду і фосфіду галію. Колір видимого свічення: червоний, жовтий, зелений.

Останніми роками перспективним методом здобуття індикаторів з різним кольором свічення вважається нанесення люмінофорного покриття безпосередньо на кристал з інфрачервоним випромінюванням. Така конструкція дозволяє перетворити інтенсивне інфрачервоне випромінювання кристала у видиме світло колірного люмінофора, що істотно розширює можливості практичного вживання цих індикаторів в техніці і побуті. Багатоелементні напівпровідникові знаковитезуючі індикатори призначені для представлення інформації у вигляді знаків і організованих в один або декілька розрядів. В даний час випускається декілька сотень типів багатоелементних напівпровідникових індикаторів, у тому числі знакові, модулі шкали, модулі екрану. Вони розрізняються числом, розмірами і конфігурацією світловилучаючих елементів, кольором свічення, конструктивними рішеннями.

Семисегментні світлодіодні індикатори призначені для відображення інформації у вигляді цифр і включають в свій склад вісім світлодіодів, сім з яких мають форму сегментів, а один, восьмий - крапка (рис. 1.10).

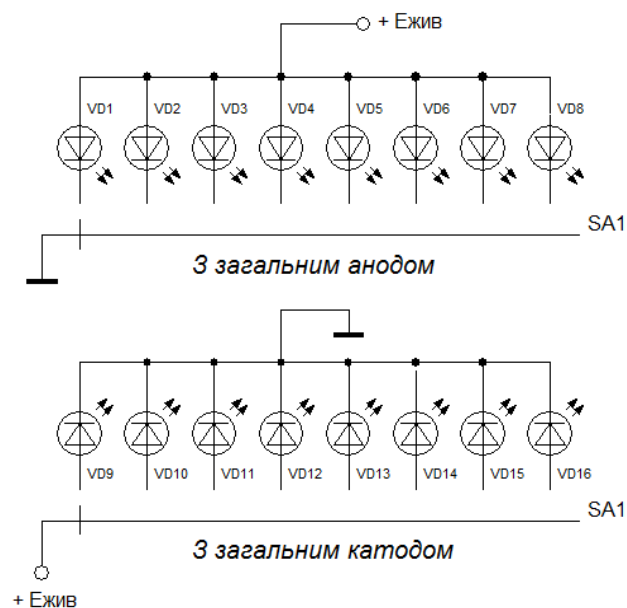


Рисунок 1.10 – Семисегментний світлодіодний індикатор

Семисегментні індикатори випускаються двох видів – з об'єднаним анодом або з об'єднаним катодом, для зменшення числа контактних виводів індикатора.

Для активації 5, 7 або 9 сегментного індикатора при структурі із загальним анодом досить на об'єднаний анод всіх діодів подати позитивну напругу (близько 2 В). На католи потрібних діодів подається потенціал землі. Вибрані діоди запалюються за рахунок прямого струму, що протікає скрізь них. Католи невживаних діодів можна підключити до позитивної напруги або залишити непідключеними.

Для структури із загальним катодом на об'єднаний катод подається потенціал землі. На аноди потрібних діодів подається позитивна напруга.

Стилізоване зображення цифр (та деякого набору літер) складають із семи лінійних сегментів, розташованих у вигляді цифри вісім (рис. 1.11).

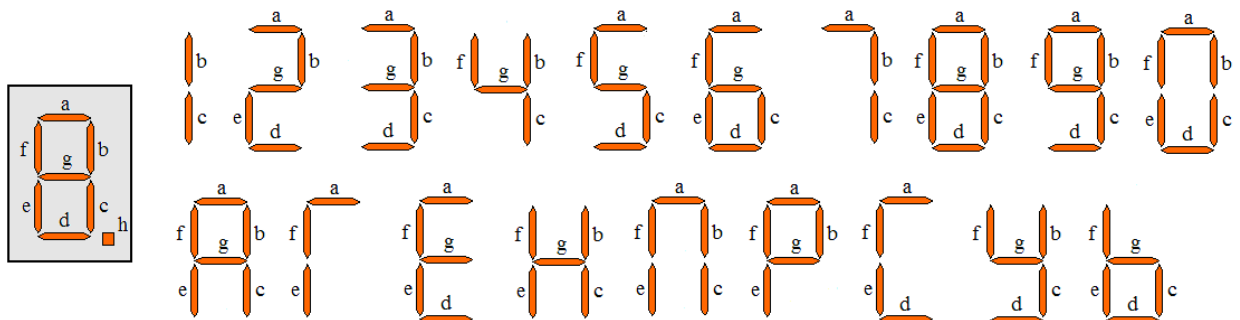


Рисунок 1.11 – Зображення знаків на семисегментному індикаторі

1.4.2 Метод статичної індикації

У дисплеях, що використовують метод статичної індикації, через світлодіоди індикатора протікає безперервний робочий струм. Для забезпечення такого метода кожен одиночний семисегментний індикатор необхідно підключати через власний буферний підсилювач. В якості таких підсилювачів досить часто використовують паралельні регістри. Для

передачі інформації на регістри використовується шина P8 мікроконтролера (є деяких AVR-процесорів), або ця шина формується програмний шляхом.

На рисунку 1.12 приведено принципову схему двохрозрядного індикатора із програмним формуванням шини зв'язку з буферними регістрами. У схемі використано два буферних регістра D2, D3, підключених до загальної паралельної шини, яка формується з використанням порту PC.

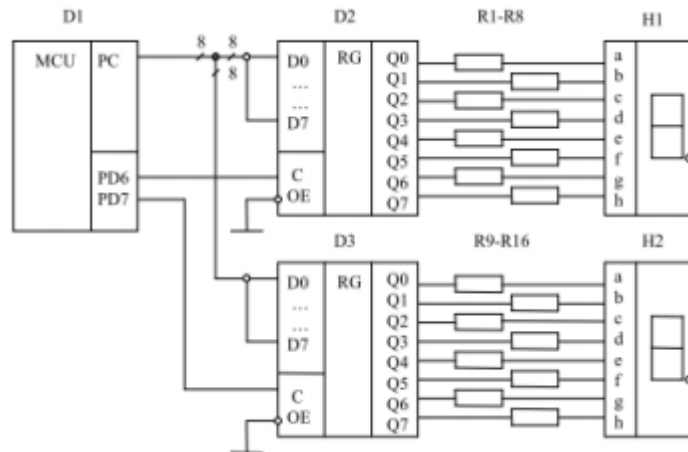


Рисунок 1.12 – Схема статичної індикації

Для активізації виходів регістрів на лінії керування OE заведені активні логічні рівні «0». Запис інформації у регістри одиниць та десятків відбувається за рахунок формування відповідних сигналів керування на лініях портів PD6, PD7. Резистори R1 – R16 використовуються для обмеження струму, що протікає через світлодіоди індикаторів H1, H2. Використання метода статичної індикації спрощує програму-драйвер індикатора, але при цьому за рахунок великої кількості ліній керування та додаткових регістрів суттєво ускладнюється печатна плата.

1.4.3 Метод динамічної індикації

У дисплеях, що використовують динамічний метод індикації, через світлодіоди протікає імпульсний струм. Використовується спільний

буферний регістр-підсилювач для керування сегментами “а - h” індикатора. Напряга живлення по черзі поступає на розряди індикатора. Синхронно із напругою живлення розрядів визначається і стан сегментів цих розрядів. Таким чином інформація по черзі виводиться у розряди сотень, десятків та одиниць. Для вилучення оптичних ефектів частота комутації кожного розряду повинна перевищувати 25 Гц. Світлодіоди індикаторів доцільно використовувати на частотах комутації до 0,5-4 кГц. Для забезпечення нормальної яскравості випромінювання сегментів необхідно підвищувати імпульсний струм світлодіодів так, щоб середнє значення струму відповідало номінальному статичному струму. Так у трирозрядному індикаторі необхідно підвищувати імпульсний струм у три рази, у порівнянні з відповідним індикатором статичного типу.

Динамічний метод індикації реалізується схемотехнічно простіше, у порівнянні із статичним, але програмний продукт більш складний. На рисунку 1.13 приведено принципову схему двохрозрядного індикатора, у якому використано метод динамічної індикації.

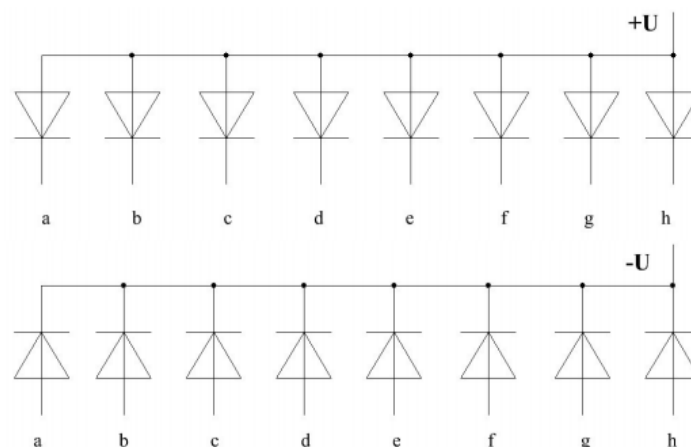


Рисунок 1.13 – Схема динамічної індикації

У схемі використано один буферний регістр - підсилювач, який підключено до паралельної шини мікроконтролера (порт РС). Для активізації виходів регістра на лінію OE подано нулевий логічний рівень напруги. Активізація відповідних розрядів індикатора реалізується за допомогою ліній

процесора PD6, PD7. Для запису інформації з паралельної шини у регістр використовується сигнал керування, що формується на лінії PD3 мікроконтролера. Резистори R1 – R8 використовуються для обмеження струму світлодіодів індикатора. Для нормалізації напруги, що прикладається до світлодіодів індикатора використано підсилювачі напруги D3.1, D3.2. Транзистори VT1, VT2 використовуються для комутації розрядів десятків та одиниць індикатора.

Для виводу цифр у семисегментний індикатор необхідно провести їх перекодування. Визначення кодів залежить від упаковки сегментів в індикаторі, упаковки паралельної шини даних та від того, який вихідний рівень порту паралельної шини є активним. У таблиці 1.1 приведено приклад визначення кодів «0» та «2» для схеми розташування сегментів, що наведено на рисунку 1.11, визначеного у таблиці порядку пакування бітів порту, та індикатора з спільним анодом (LOW-активних рівней керування сегментами).

Таблиця 1.1 - Приклад визначення кодів «0» та «2»

Сегменти індикатора	h	g	f	e	d	c	b	a
Упаковка лінії шини	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Код «0»	1	1	0	0	0	0	0	0
Код «2»	1	0	1	0	0	1	0	0

Символічні описи кодів цифр розміщують в описовій частині програми:

```

; _____
equ CODE_0 = 0b11000000 ;код «0»
equ CODE_2 = 0b10100100 ;код «2»
; _____

```

Сформовані таким чином коди індикації цифр розміщують у таблиці в пам'яті програм мікроконтролера після всіх підпрограм.

Метою роботи являється розробка та розрахунок вузлів кодуєчого пристрою з клавіатурою комбінаційного типу для введення інформації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- розробити пристрій введення інформації на 10-клавішній клавіатурі комбінаційного типу з буферним регістром;
- розробити арифметичний логічний пристрій кодування інформації за схемою суматора-віднімача;
- розробити пристрій відображення інформації.

2 Розробка кодуючого пристрою введення інформації

Функціональна схема зв'язку складових частин кодуючого пристрою між собою представлена на рисунку 2.1.

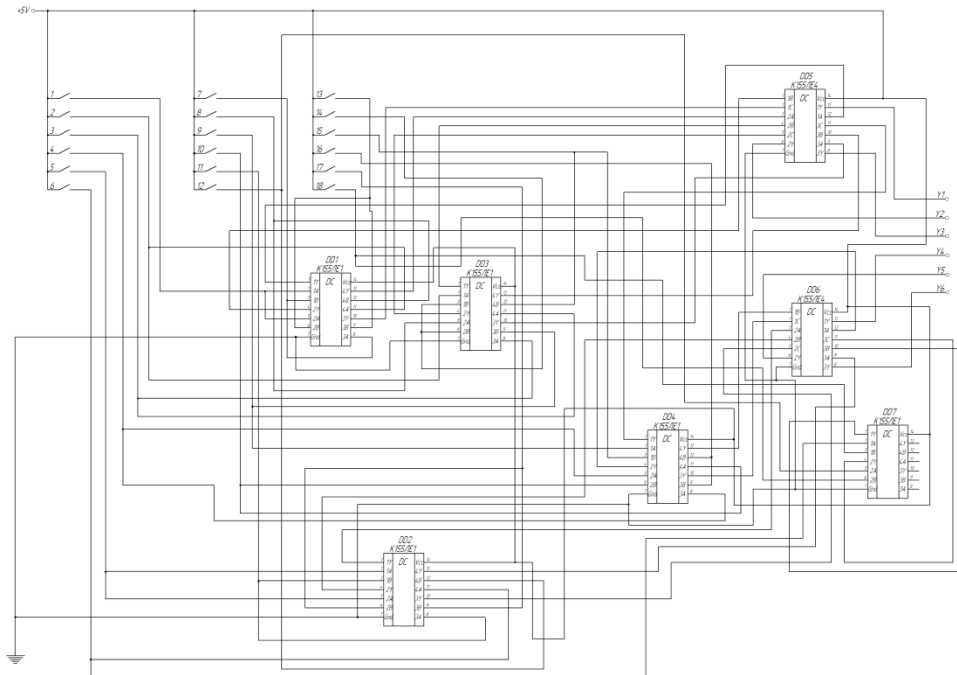


Рисунок 2.1 – Функціональна схема кодуючого пристрою введення інформації

2.1 Моделювання пристрою введення інформації

2.1.1 Комбінаційний інтерфейс введення інформації

Комбінаційний інтерфейс введення інформації побудовано по схемі неперіоритетного шифратора, який здійснює перетворення десяткового номера активного входу в двійковий еквівалент цього номера. Клавіатура з 10 клавіш формує 10 двійкових чотирьохрозрядних кодів (табл.2.1) [4].

Таблиця 2.1 - Таблиця істинності кодуєчого блоку «10 в 4»

Входи	Виходи			
	F4	F3	F2	F1
SA ₀	0	0	0	0
SA ₁	0	0	0	1
SA ₂	0	0	1	0
SA ₃	0	0	1	1
SA ₄	0	1	0	0
SA ₅	0	1	0	1
SA ₆	0	1	1	0
SA ₇	0	1	1	1
SA ₈	1	0	0	0
SA ₉	1	0	0	1

Рівняння функціонування шифратора:

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

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

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

$$F4 = SA8 + SA9.$$

Блок кодування створюють чотири елемента АБО (один п'ятивходовий DD1, два чотирьохвходових DD2, DD3 і один двохвходовий DD4) (рис. 2.2).

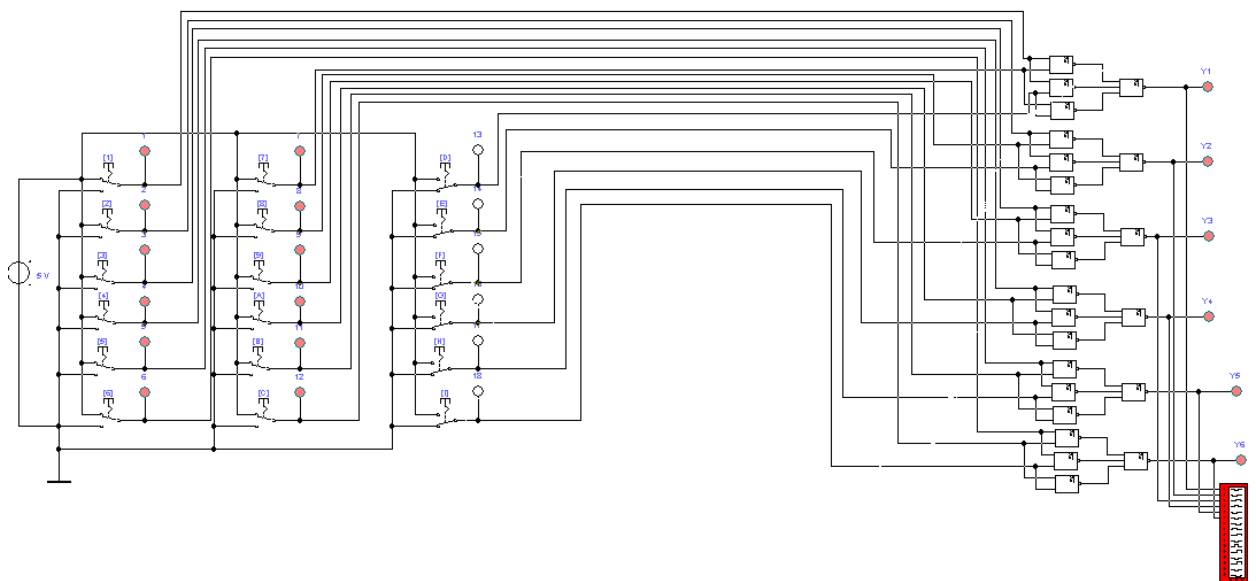


Рисунок 2.2 – Комбінаційний інтерфейс введення інформації

У загальному випадку, при використанні двійкового коду, можна закодувати 2^n вхідних сигналів. У розглянутій вище схемі вихідний код «0000» присутній на виході при подачі сигналу на вхід SA0, а також у 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.

Вузол формування сигналу «Готовий» 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 відповідний чотирирозрядний код. Формується сигнал «Готовий» з виходу DD5 на якому відтворюється логічна «1». Цей сигнал дозволяє проходження імпульсів генератора скрізь елемент DD6 на тактові входи елементів DD7...DD10. Інформація записується в буферний регістр на D-тригерах. Якщо відповідна клавіша віджата на виході DD5 формується логічний «0». Відсутній сигнал «Готовий» та блокується проходження імпульсів генератора скрізь елемент DD6. На виході буферного регістра DD7...DD10 зберігається код раніш натиснутої клавіши. З натисненням наступної клавіши процес формування вихідного коду повторюється.

Аналіз функціонування інтерфейсу введення інформації у програмному забезпеченні Electronics Workbench 5.12 показує правильність функціонування згідно з розробленим алгоритмом (рис. 2.3).

На моделі натиснута клавіша клавіатури, що фіксується відповідним індикатором. Шифратор перетворює десятковий код натиснутої клавіші $(7)_{10}$ та перетворює його у двійковий код $(0111)_2$, який запам'ятовується буферним регістром. При цьому на індикаторі виробляється сигнал «Готовий».

Буферний регістр управляється сигналом з генератора, який попередньо проходить через елемент І-НІ, на другий вхід якого поступає інформація з п'ятивходового елемента АБО. Тільки при натиснутій клавіші

на елементі АБО формується логічна «1», що дозволяє проходженню через елемент І-НІ імпульсів з генератора.

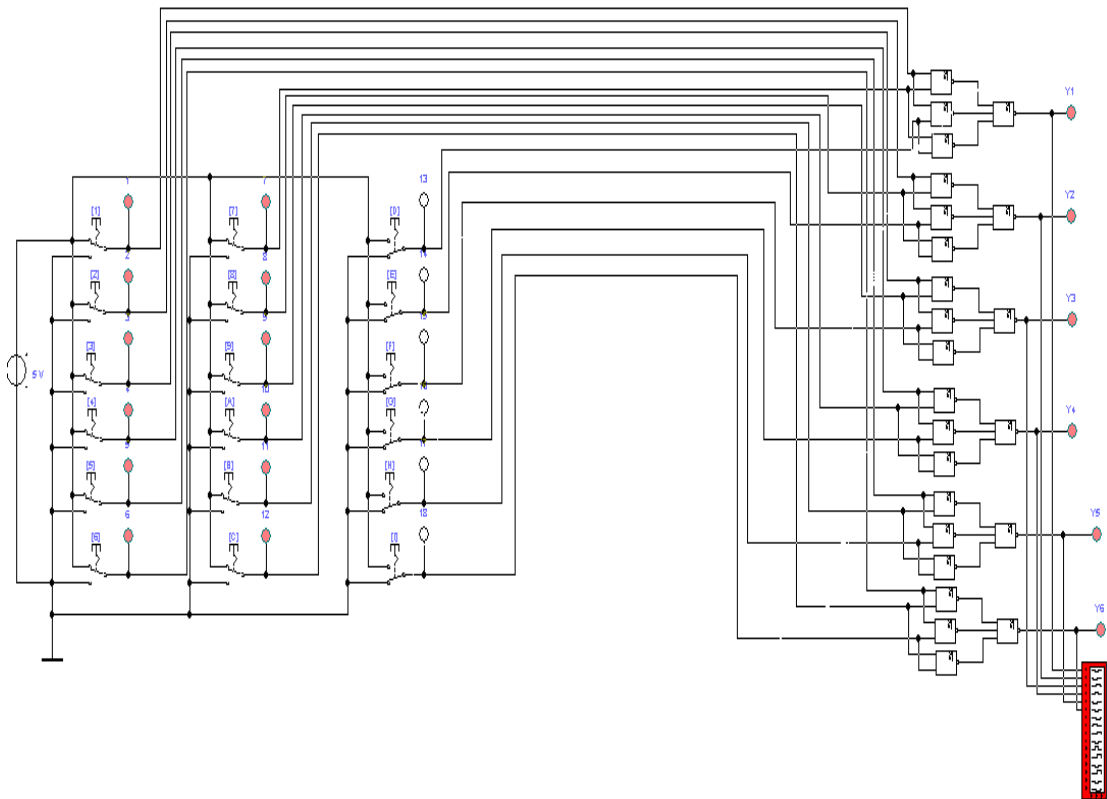


Рисунок 2.3 - Аналіз функціонування інтерфейсу введення інформації

2.1.2 Буферний регістр

Буферний регістр призначений для зберігання проміжної інформації і може бути реалізований за схемою регістра з паралельним введенням і паралельним виведенням інформації (рис. 2.4). Для зберігання кожного двійкового розряду в регістрі використовується одне тригерне вічко. Для запам'ятовування багаторозрядних слів необхідне число тригерів об'єднують разом і розглядають як єдиний функціональний вузол – регістр [4].

Запис коду в паралельні регістри здійснюється паралельним кодом, тобто у всі розряди регістра одночасно. Їх функція зводиться лише до прийому, зберігання і передачі інформації.

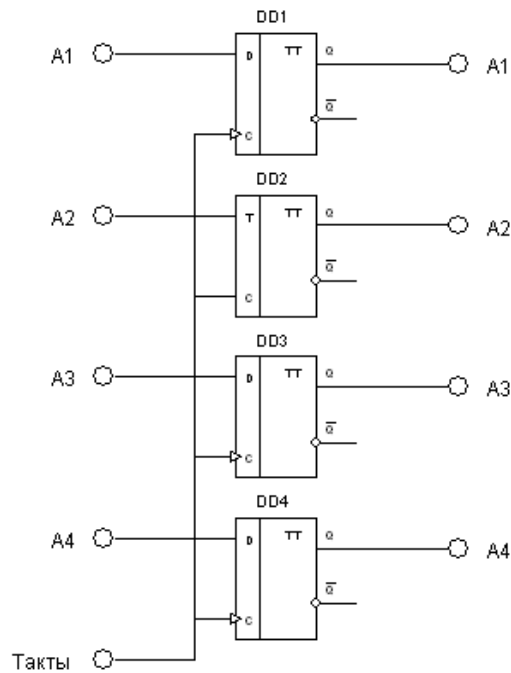


Рисунок 2.4 - Регістр з паралельним введенням і паралельним виведенням інформації

У зв'язку з цим паралельні регістри називають регістрами пам'яті. Як розряди регістра пам'яті використовуються D-тригери, що синхронізуються, якщо інформація поступає у вигляді однофазних сигналів.

Схема електрична принципова буферного регістру зібрана на мікросхемі K155TM2. (рис. 2.5).

2.1.3 Схема контролю парності

Схема контролю парності застосовується для виявлення одиночних помилок, викликаних перешкодами в лінії зв'язку або в блоках пам'яті. Метод заснований на підрахунку числа одиниць в переданих в лінію або переданих в пам'ять на зберігання порції інформації, причому, якщо число одиниць парне - функція парності P (Parity) дорівнює нулю. Для чотирирозрядного

двійкового числа таблиця станів схеми контролю парності представлена у таблиці 2.2.

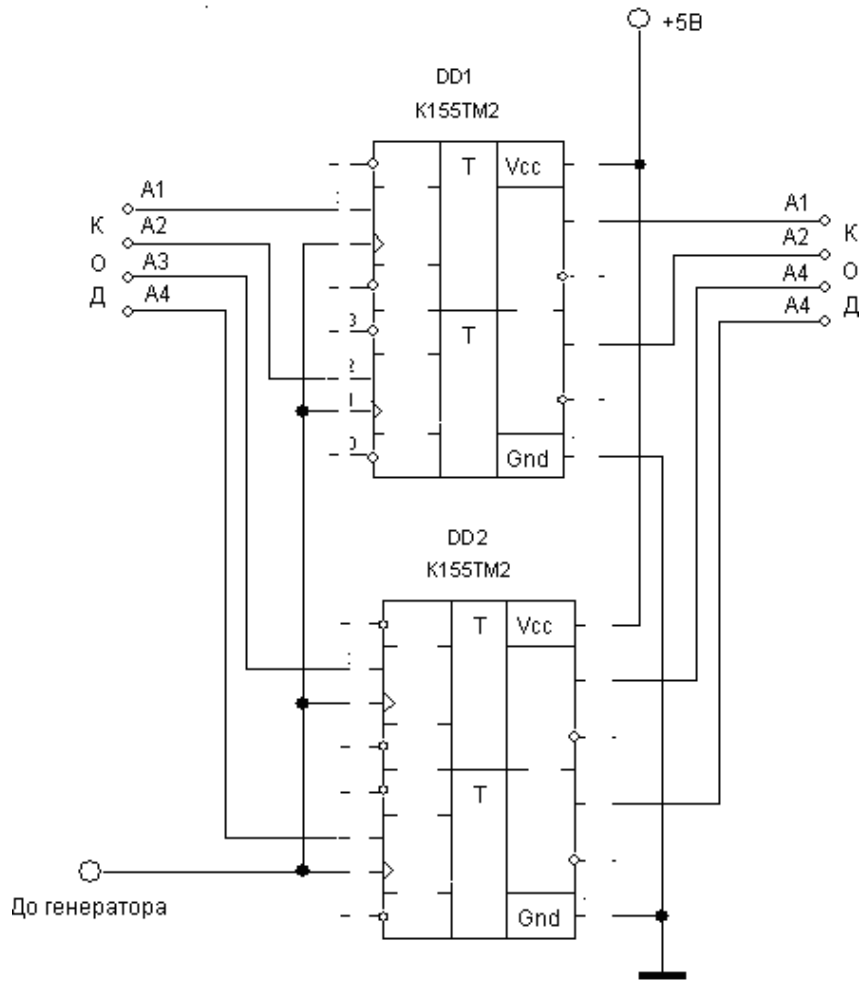


Рисунок 2.5 - Схема електрична принципова буферного регістру

Таблиця 2.2 – Таблиця станів схеми контролю парності

Входи				Вихід
Y4	Y3	Y2	Y1	P
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1

1		1	1	0
1		0		
1		0		
1		1		
		1		

Карта Карно:

	Y4				
		1		1	
	1		1		
		1		1	
	1		1		
	Y3				
Y2					Y1

Рівняння функціонування:

$$\begin{aligned}
 P &= \overline{Y4}Y3\overline{Y2}Y1 + \overline{Y4}Y3Y2\overline{Y1} + \overline{Y4}Y3\overline{Y2}Y1 + \overline{Y4}Y3Y2Y1 + \\
 &+ Y4\overline{Y3}\overline{Y2}Y1 + Y4\overline{Y3}Y2\overline{Y1} + Y4Y3\overline{Y2}Y1 + Y4Y3Y2\overline{Y1} = \\
 &= \overline{Y4}Y3(\overline{Y2}Y1 + Y2\overline{Y1}) + \overline{Y4}Y3(\overline{Y2}Y1 + Y2Y1) + Y4Y3(\overline{Y2}Y1 + \\
 &+ Y2Y1) + Y4Y3(\overline{Y2}Y1 + Y2\overline{Y1}) = \overline{Y4}Y3(Y2 \oplus Y1) + \\
 &+ \overline{Y4}Y3(Y2 \oplus \overline{Y1}) + Y4Y3(\overline{Y2} \oplus Y1) + Y4Y3(Y2 \oplus \overline{Y1}) = \\
 &= (Y2 \oplus Y1)(\overline{Y4} \oplus Y3) + (\overline{Y2} \oplus Y1)(Y4 \oplus Y3) = (Y2 \oplus Y1) \oplus (Y4 \oplus Y3)
 \end{aligned}$$

Схемна реалізація і умовне позначення приведені на рисунку 2.6.

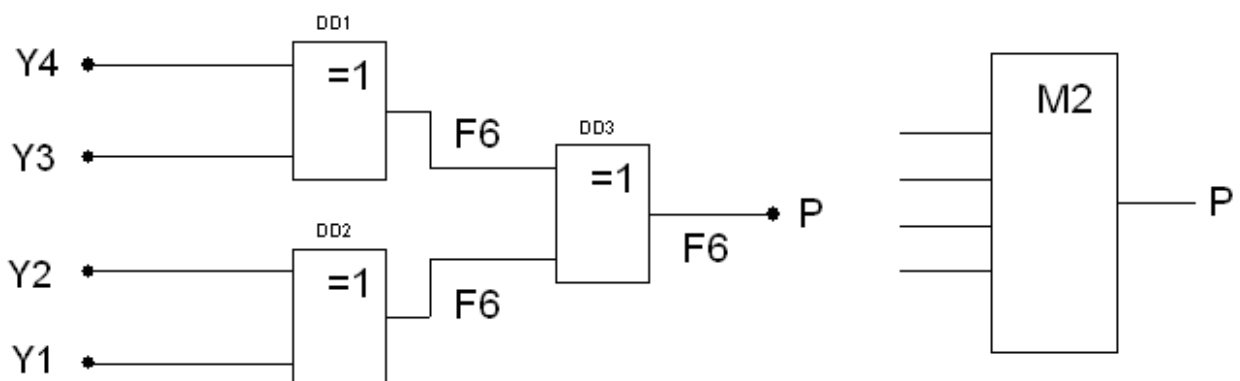


Рисунок 2.6 – Схема контролю парності

Символом M2 позначена операція - "сума по модулю два".

По 4-дротяній лінії зв'язку (рис. 2.7) передається паралельний двійковий код $Y4Y3Y2Y1$, а приймається код $X4'X3'X2'X1'$. Тоді величина

$P1 = (Y4 \oplus Y3) \oplus (Y2 \oplus Y1)$. На приймальному кінці лінії зв'язку $P2 = (Y4' \oplus Y3') \oplus (Y2' \oplus Y1')$. Підставляючи в останню формулу вираження для $P1$ і групуючи змінні в однойменні пари, отримуємо: $P2 = (Y4 \oplus Y4') \oplus (Y3 \oplus Y3') \oplus (Y2 \oplus Y2') \oplus (Y1 \oplus Y1')$.

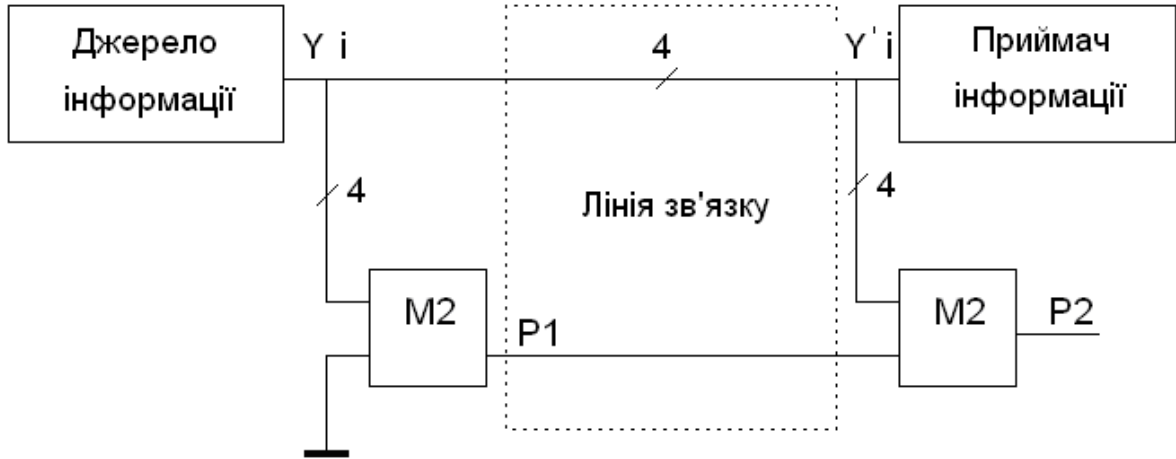


Рисунок 2.7 – Передача двійкового паралельного коду

З останнього вираження виходить, що якщо передача пройшла без спотворень то $Y_i = Y'_i$ и $Y_i \oplus Y'_i = 0$, а $P2 = 0$. При спотворенні одного і в загальному випадку непарного числа біт функція $P2 = 1$. Експериментальна схема контролю парності представлена на рисунку 2.8.

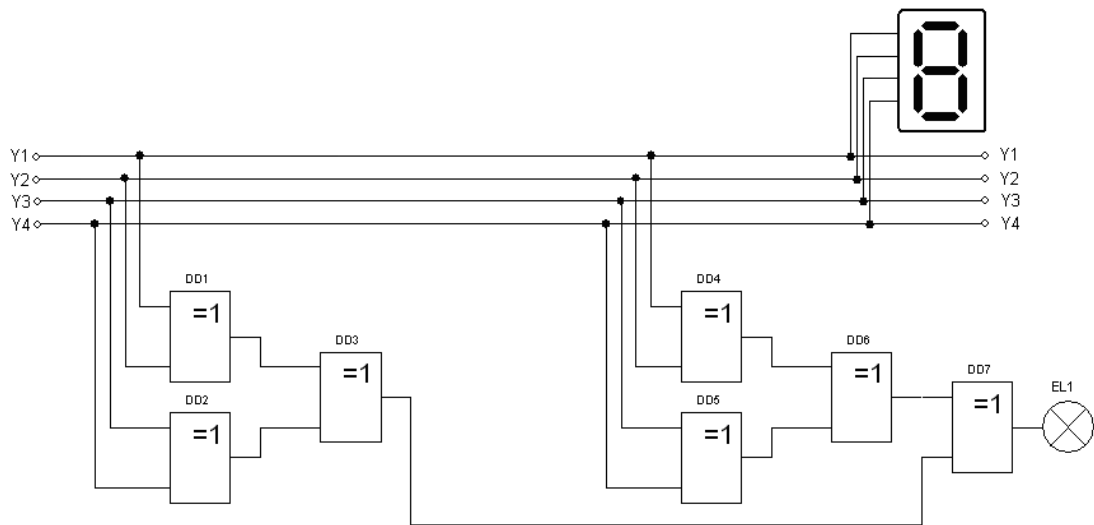


Рисунок 2.8 – Експериментальна схема контролю парності

Пристрій контролю парності побудовано на мікросхемах К155ЛП5, яка представляє собою чотири двохвходових елемента «Виключаюче АБО» в одному корпусі. Таке рішення повністю відповідає петедачі та контролю інформації по чотирьох провідній шині даних (рис. 2.9).

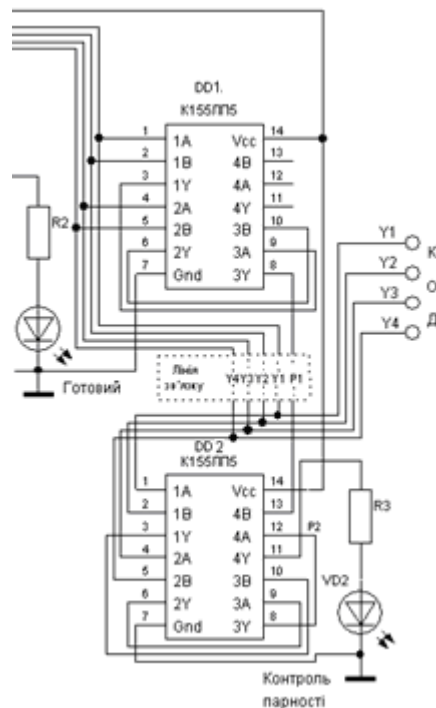


Рисунок 2.9 - Схема електрична контролю парності

У схемі передбачено індикатор «Контроль парності» для більшої інформативності про проходження сигналів [4-12].

2.1.4 Вибір схеми генератора імпульсів

Генератор імпульсів призначений для узгодження роботи всіх вузлів пристрою, що розробляється.

Широка зміна частоти імпульсів (близько 50 тисяч разів), що генеруються, забезпечує генератор, зібраний за схемою, що представлена на рисунку 2.10. Мінімальна частота імпульсів тут близько 0,25 Гц. Тривалість імпульсів регулюється резистором R1. Частоту дотримання можна визначити по формулі:

$$f = \frac{1}{2} R1C1,$$

Де f – частота, Гц; $R1$ – опір, Ом; $C1$ – ємність, Ф.

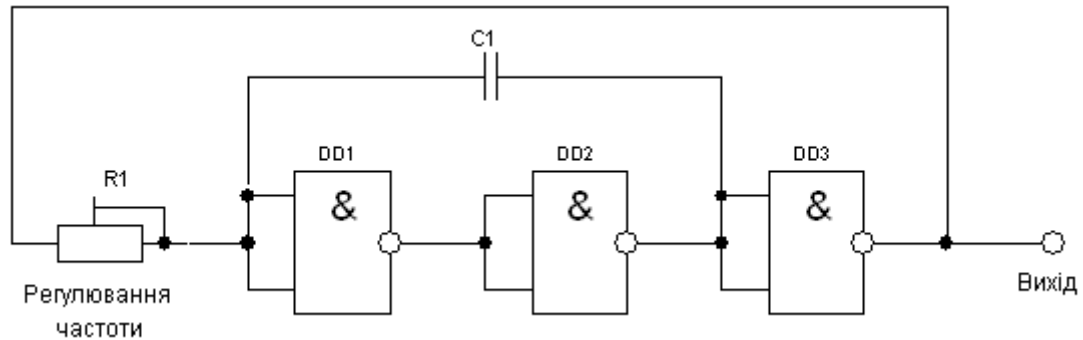


Рисунок 2.10 – Схема генератора імпульсів

Для побудови схеми використаємо мікросхему К155ЛА3 (рис. 2.11).

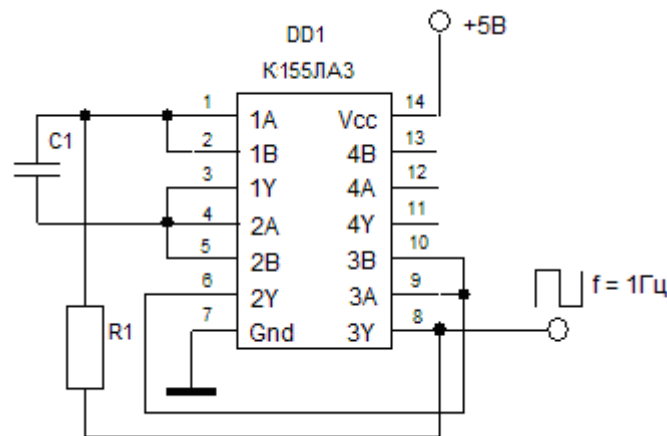


Рисунок 2.11 – Генератор імпульсів 1 Гц

Елементна база розрахованих вузлів ТТЛ логіка. Аналіз функціонування в програмних засобах показує, що у якості схеми відновлення інформації можна використати елемент І-НІ мікросхеми К155ЛА3, буферний регістр побудовано на D-тригерах, з можливістю розширення функціональних можливостей. Формувач сигналу «Готовий» побудовано на елементі 8-АБО К555ЛД3. Генератор імпульсів зібраний мікросхемі К155 ЛА3. Вихідний код запам'ятовується буферним регістром, зібраним на мікросхемі К155ТМ2 (рис. 2.12).

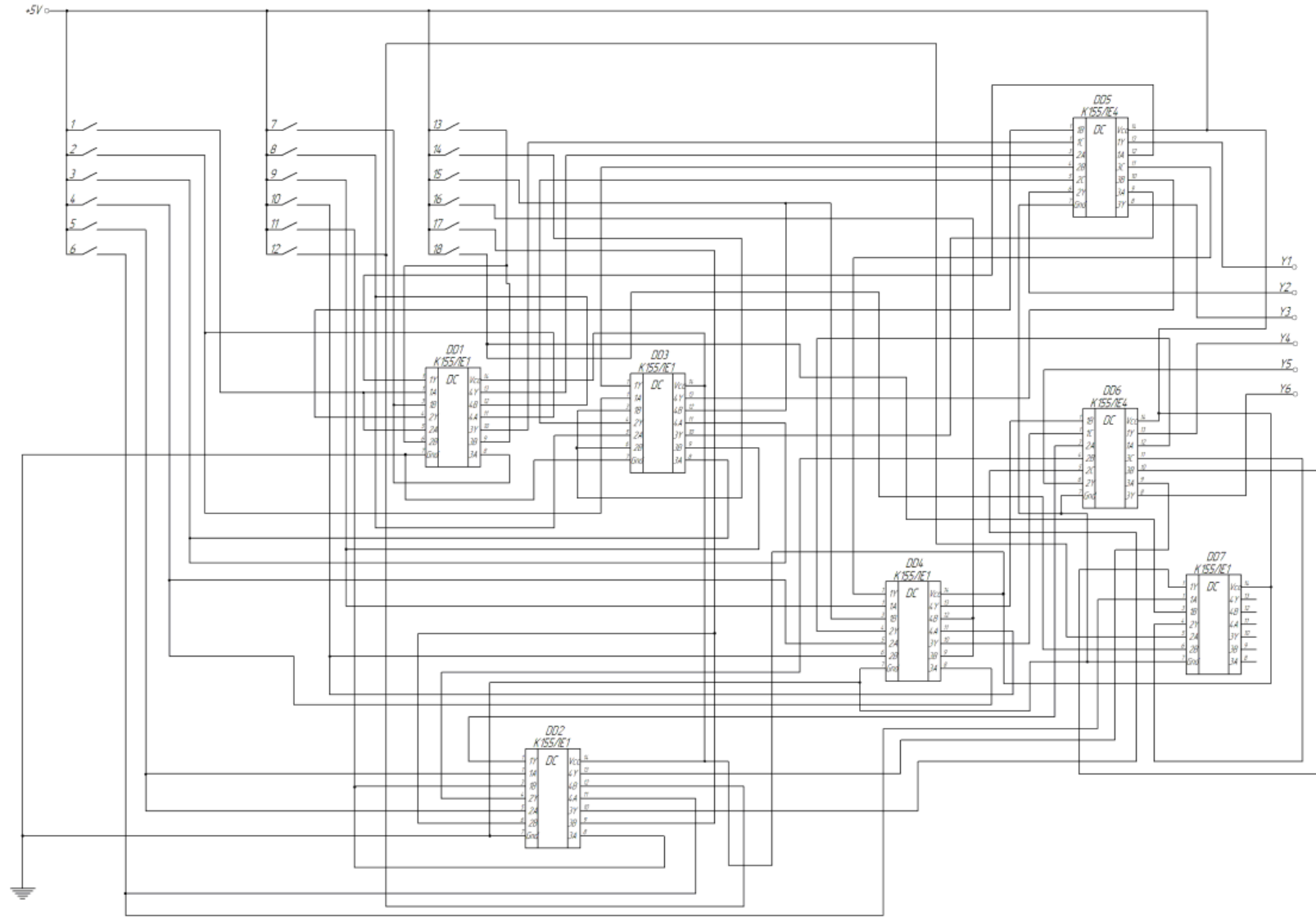


Рисунок 2.12 - Пристрій введення інформації

2.2 Блок кодування інформації

Блок кодування інформації являє собою 4-розрядний регістр, в якому зберігаються константи, які вибираються з пристрою обробки інформації. Таким чином він може бути схемою, яка зібрана на регістровій пам'яті.

У паралельному регістрі на тактованих D-тригерах кодована інформація, яка запам'ятовується, подається на інформаційні входи всіх тригерів і записується в регістр з приходом сигналу «Запис» (рис. 2.13). Вихідна інформація змінюється з подачею нового вхідного слова і приходом наступного сигналу запису. Число тригерів дорівнює максимальній розрядності слів, що зберігаються.

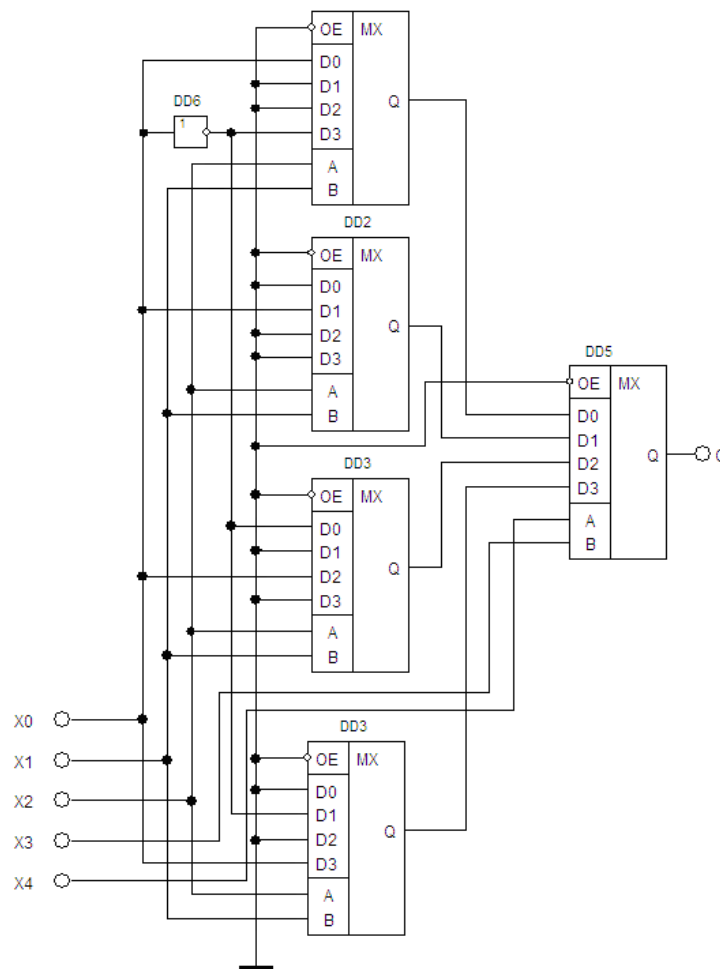


Рисунок 2.13 – Моделювання схеми блоку кодування інформації в програмному забезпеченні Electronics Workbench

Для кодування інформації використовується електронний ключ [11-16]. Таким чином у схемі замість діодів застосовуються геркони (рис. 2.14).

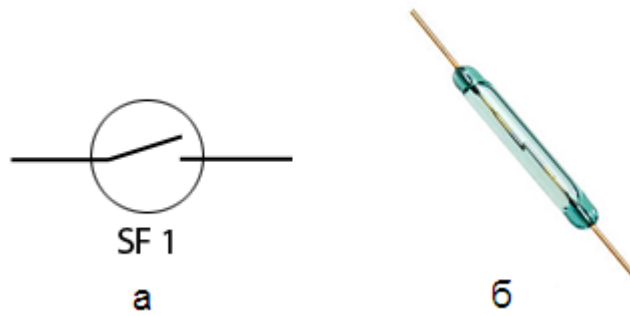
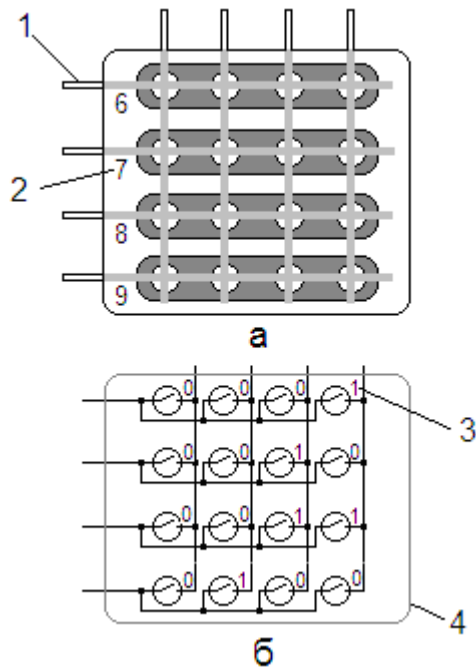


Рисунок 2.14 – Умовне позначення геркона (а) та його зовнішній вигляд (б)

Геркон являє собою герметичну скляну колбу в якій знаходяться дві (або більше) металеві контактні пластини. Всередині колби контакти гнучкі, бо обидва виконані у формі тонкої пластини, котра має довжину трішечки більшу за половину довжини колби. Ці пластини розташовані у паралельних площинах на малій відстані один від одного. Також виробляються геркони з перекидним контактом. У ньому центральний контакт виходить з одного боку колби та два других з іншого. Гнучким є тільки центральний контакт, який в присутності магнітного поля замикає один контакт або другий контакт при відсутності поля. Під дією постійного магнітного поля гнучкі феромагнітні контакти взаємно притягаються і торкаються один одного. Коли дія магнітного поля припиняється, контакти повертаються в початкове положення.

Контактна матриця з герконами виготовлена з текстоліту з фрезерованими вікнами у які вставляється відповідний номеру натиснутох клавiші на пристрої введення інформації електронний ключ (рис. 2.15 в). Ключі марковані згідно з номером натиснутої клавiші. Загальна ідея кодування полягає у тому, щоб на виході і на індикаторі кодуючого пристрою введення інформації після суматора-віднімача з'явилася цифра «5». Схема матриці блоку кодування інформації представлена на рисунку 2.15 б. Схема електрична принципова блоку кодування інформації представлена на рисунку 2.16.



- 1 – контакти кодууючої матриці;
 2 – номери натиснутих клавiш пристрою введення iнформацiї;
 3 – код матрицi;
 4 – магнiти ключей
 а – корпус матрицi;
 б – плата з герконами;
 в – магнiтнi ключi
- Рисунок 2.15 – Конструкцiя матрицi блоку кодування iнформацiї

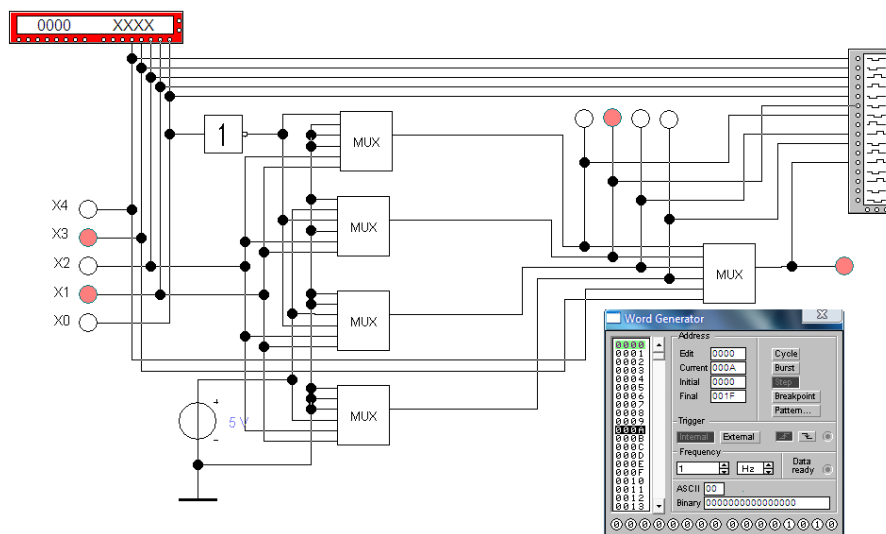


Рисунок 2.16 – Схема блоку кодування iнформацiї

2.3 Арифметичний логічний пристрій

Відповідно до завдання арифметичний логічний пристрій є чотирьох розрядним паралельним суматором – віднімачем. Число напівсуматорів тут дорівнює числу розрядів.

Вихід перенесення P кожного суматора сполучений з входом перенесення наступного, більш старшого розряду. Доданки A_i і B_i складаються у всіх розрядах одночасно, а перенесення P поступає із закінченням операції складання в попередньому розряді.

Згідно з таблицею функціонування суматора (табл. 2.3) можливо скласти рівняння функціонування.

У кожному i -розряді знаходиться сума S_i трьох чисел A_i , B_i і перенесення з молодшого розряду P_i і формується сигнал перенесення в старший розряд P_{i+1} .

$$S_i = \overline{A_i} \overline{B_i} \overline{P_i} + A_i \overline{B_i} \overline{P_i} + \overline{A_i} B_i P_i + A_i B_i P_i$$

$$P_{i+1} = A_i B_i \overline{P_i} + \overline{A_i} B_i P_i + A_i \overline{B_i} P_i + A_i B_i P_i$$

Таблиця 2.3 – Таблиця функціонування паралельного суматора

Входи			Виходи	
A_i	B_i	P_i	S_i	P_{i+1}
0	0	0	0	0
0	1	0	1	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	1

Схема функціонування чотирьохрозрядного паралельного суматора представлена на рисунку 2.17. Для того, щоб суматор виконував функції віднімача, число B слід представити в додатковому коді.

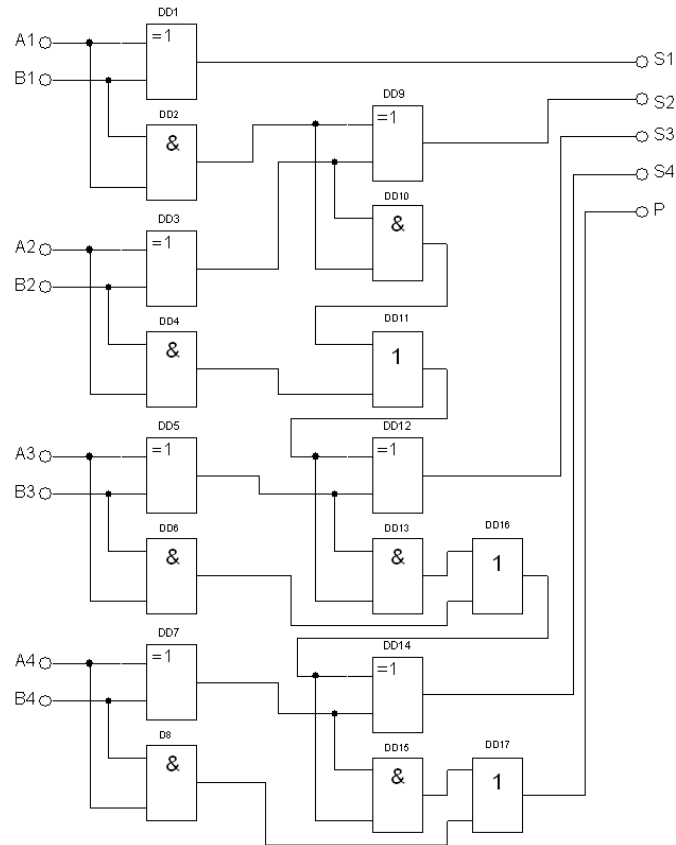


Рисунок 2.17 - Схема функціонування чотирьохрозрядного суматора з послідовним перенесенням

Як результат отримуємо чотирьохрозрядний код. Стан перенесення 1 – позитивне число, 0 – негативне число.

Таблиця перетворювача двійкового коду в додатковий (табл. 2.4) дозволяє отримати рівняння функціонування.

$$F1 = \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}CD + A\overline{B}C\overline{D} + AB\overline{C}D + ABCD;$$

$$F2 = \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}CD + A\overline{B}C\overline{D} + AB\overline{C}D + ABCD;$$

$$F3 = \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}CD + A\overline{B}C\overline{D} + AB\overline{C}D + ABCD;$$

$$F4 = \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}CD + A\overline{B}C\overline{D} + AB\overline{C}D + ABCD.$$

Спростуємо рівняння методом карт Карно (рис. 2.18).

Рівняння функціонування перетворювача двійкового коду в додатковий код приведені до єдиного базису:

Таблиця 2.4 – Таблиця функціонування перетворювача

A	B	C	D	\bar{A}	\bar{B}	\bar{C}	\bar{D}	F4	F3	F2	F1
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

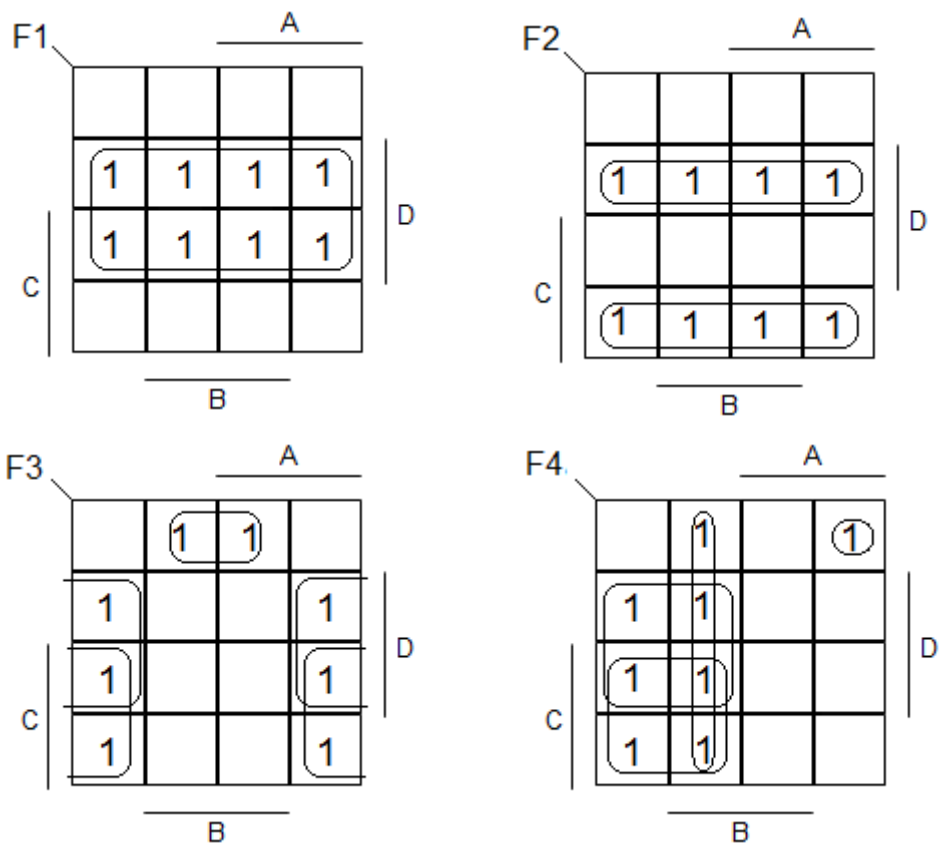


Рисунок 2.18 – Спрощення отриманих функцій

$$F1 = D;$$

$$F2 = \overline{CD} + C\overline{D} = \overline{\overline{CD}} + \overline{\overline{C\overline{D}}} = \overline{\overline{CD} \cdot \overline{C\overline{D}}};$$

$$F3 = \overline{BC} + \overline{BD} + \overline{BCD} = \overline{\overline{BC} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BCD}};$$

$$F4 = \overline{AC} + \overline{AD} + \overline{AB} + \overline{ABCD} = \overline{\overline{AC} \cdot \overline{AD} \cdot \overline{AB} \cdot \overline{ABCD}}.$$

Згідно рівняннями побудуємо структурну схему перетворювача двійкового коду в додатковий (рис. 2.19). Схема має рівень складності по Квайну 34. Тому розглянемо варіант використання чотирьохрозрядного суматора на одному вході якого буде постійна одиниця.

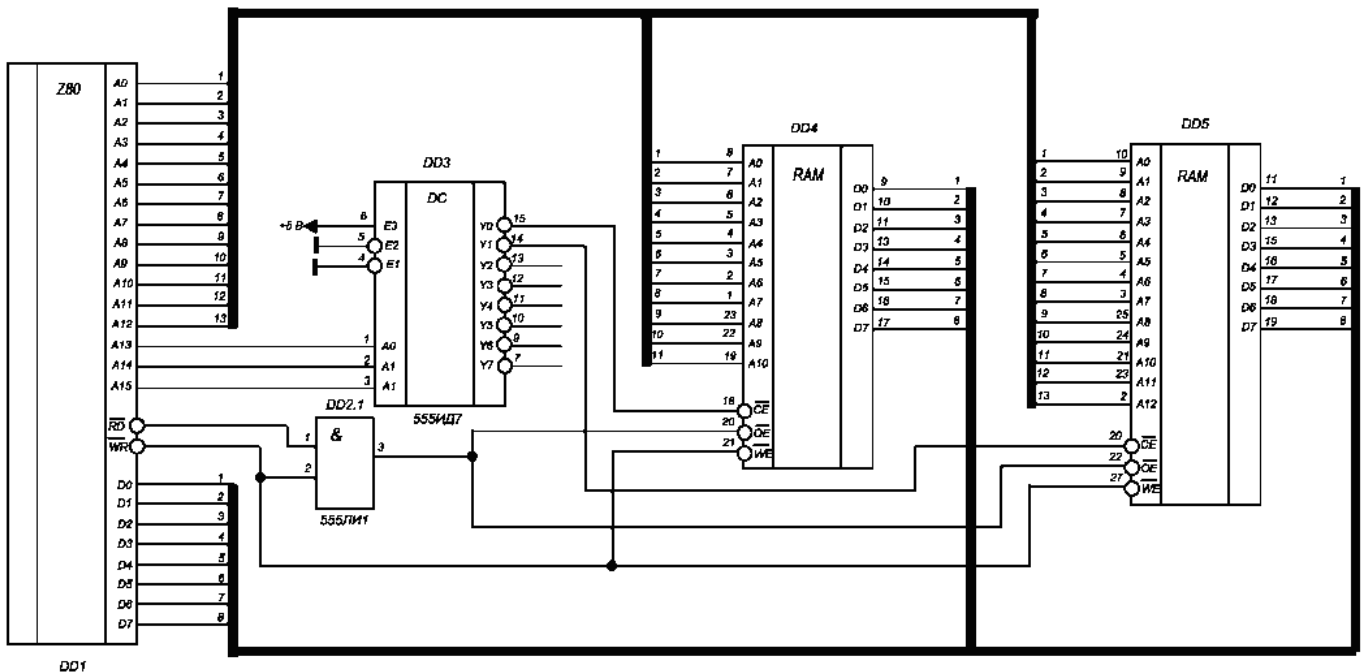


Рисунок 2.19 - Структурна схема перетворювача двійкового коду в додатковий

У вигляді окремих мікросхем випускаються однорозрядні, двохрозрядні і чотирьохрозрядні суматори. У сімействі ТТЛШ це мікросхеми відповідно К555ІМ1, ІМ2 і ІМ3. За допомогою тригерів DD2 (рис. 2.16) можна отримати зворотній код числа $V_4V_3V_2V_1$. Схема електрична перетворювача двійкового коду в додатковий представлена на рисунку 2.20.

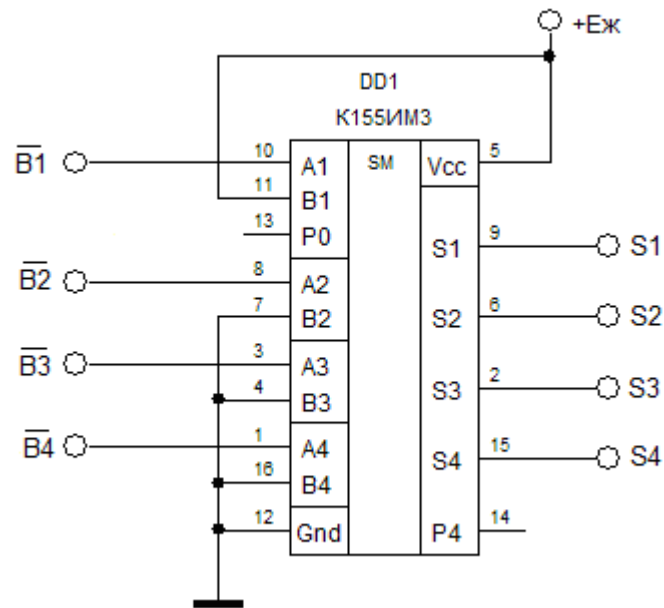


Рисунок 2.20 - Схема електрична перетворювача двійкового коду числа $B_4B_3B_2B_1$ в додатковий $S_4S_3S_2S_1$

Схема електрична принципова чотирьохрозрядного паралельного суматора – віднімача (рис. 2.21) містить перетворювач числа $B_4B_3B_2B_1$, яке подається з інверсних виходів акумулятора. Число $A_4A_3A_2A_1$ подається на суматор з буферного регістра пристрою вводу інформації через схему контролю парності.

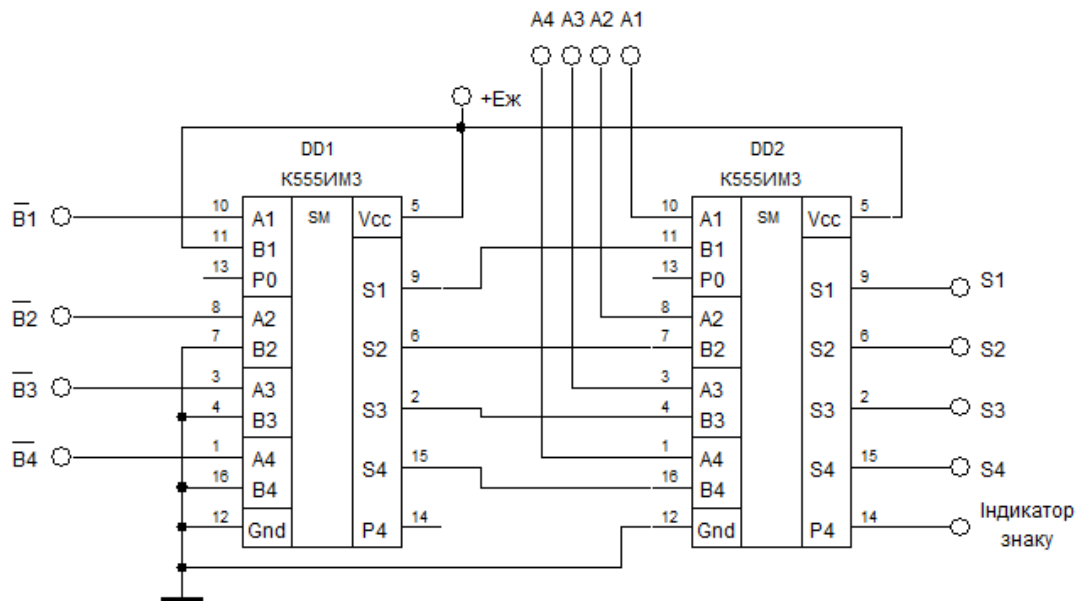


Рисунок 2.21 - Схема електрична принципова чотирьохрозрядного паралельного суматора – віднімача

2.4 Пристрій відображення інформації

Побудуємо пристрій перетворення двійкового коду чисел в код семисегментного індикатора. З таблиці функціонування такого пристрою (табл. 2.5) розрахуємо рівняння функціонування [4-12].

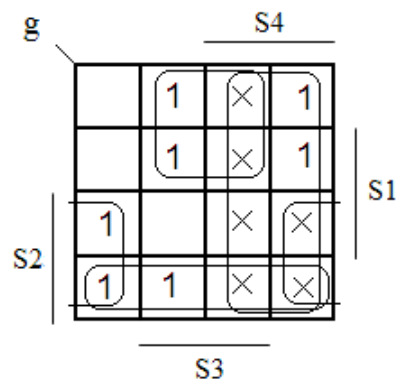
Таблиця 2.5 - Таблиця функціонування перетворювача двійкового коду чисел в код семисегментного індикатора

№	S4	S3	S2	S1	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

З таблиці виводимо рівняння функціонування пристрою перетворення двійкового коду чисел в код семисегментного індикатора.

$$g = \overline{S4}\overline{S3}\overline{S2}\overline{S1} + \overline{S4}\overline{S3}S2\overline{S1} + \overline{S4}S3\overline{S2}\overline{S1} + \overline{S4}S3\overline{S2}S1 + \overline{S4}S3S2\overline{S1} + S4\overline{S3}\overline{S2}\overline{S1} + S4\overline{S3}\overline{S2}S1$$

Карта Карно:

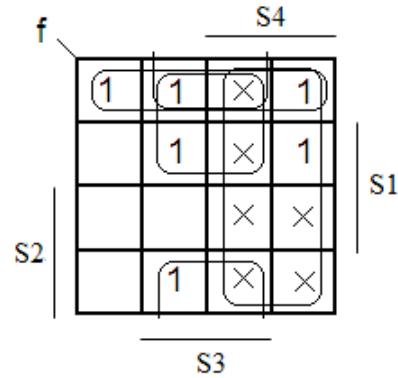


Спрощене рівняння:

$$g = S4 + \overline{S3}S2 + S2\overline{S1} + S3\overline{S2}$$

$$f = \overline{S4}\overline{S3}\overline{S2}\overline{S1} + \overline{S4}\overline{S3}\overline{S2}S1 + \overline{S4}S3\overline{S2}\overline{S1} + \overline{S4}S3\overline{S2}S1 + S4\overline{S3}\overline{S2}\overline{S1} + S4\overline{S3}\overline{S2}S1$$

Карта Карно:

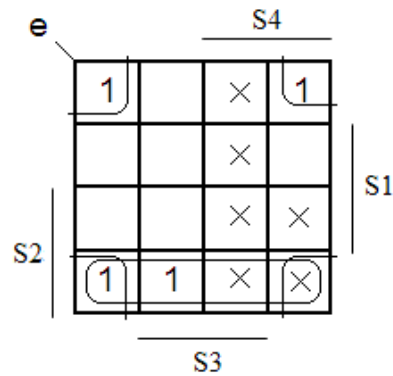


Спрощене рівняння:

$$f = S4 + \overline{S2S1} + S3\overline{S2} + S3S1$$

$$e = \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1}$$

Карта Карно:



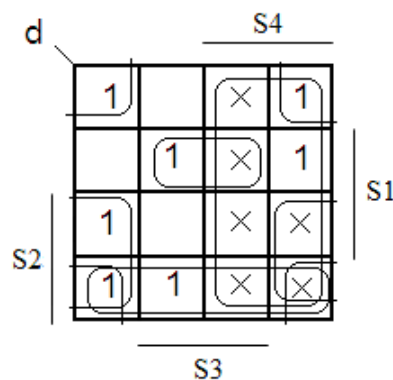
Спрощене рівняння:

$$e = S2\overline{S1} + \overline{S3S1}$$

$$d = \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} +$$

$$+ \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1}$$

Карта Карно:



Спрощене рівняння:

$$d = S4 + S2\overline{S1} + \overline{S3S2} + \overline{S3S1} + \overline{S3S2S1}$$

$$c = \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} +$$

$$+ \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1}$$

Карта Карно:

	S4				
c	1	1	×	1	
	1	1	×	1	S1
S2	1	1	×	×	
		1	×	×	
			×	×	
	S3				

Спрощене рівняння:

$$c = S1 + \overline{S2} + S3$$

$$b = \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} +$$

$$+ \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1}$$

Карта Карно

	S4				
b	1	1	×	1	
	1		×	1	S1
S2	1	1	×	×	
	1		×	×	
			×	×	
	S3				

Спрощене рівняння:

$$b = \overline{S2S1} + \overline{S3} + S2S1$$

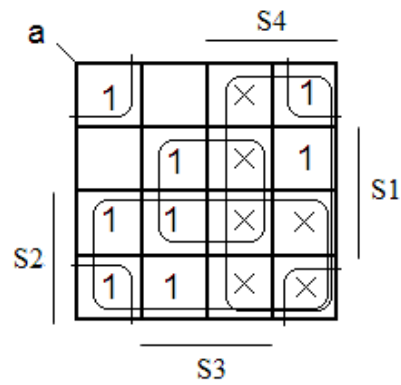
$$a = \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1} +$$

$$+ \overline{S4S3S2S1} + \overline{S4S3S2S1}$$

Спрощене рівняння:

$$a = S2 + S4 + S3S1 + \overline{S3S1}$$

Карта Карно:



Моделювання схеми перетворювача двійкового коду чисел в код семи сегментного індикатора в програмному забезпеченні Electronics Workbench представлено на рисунку 2.22.

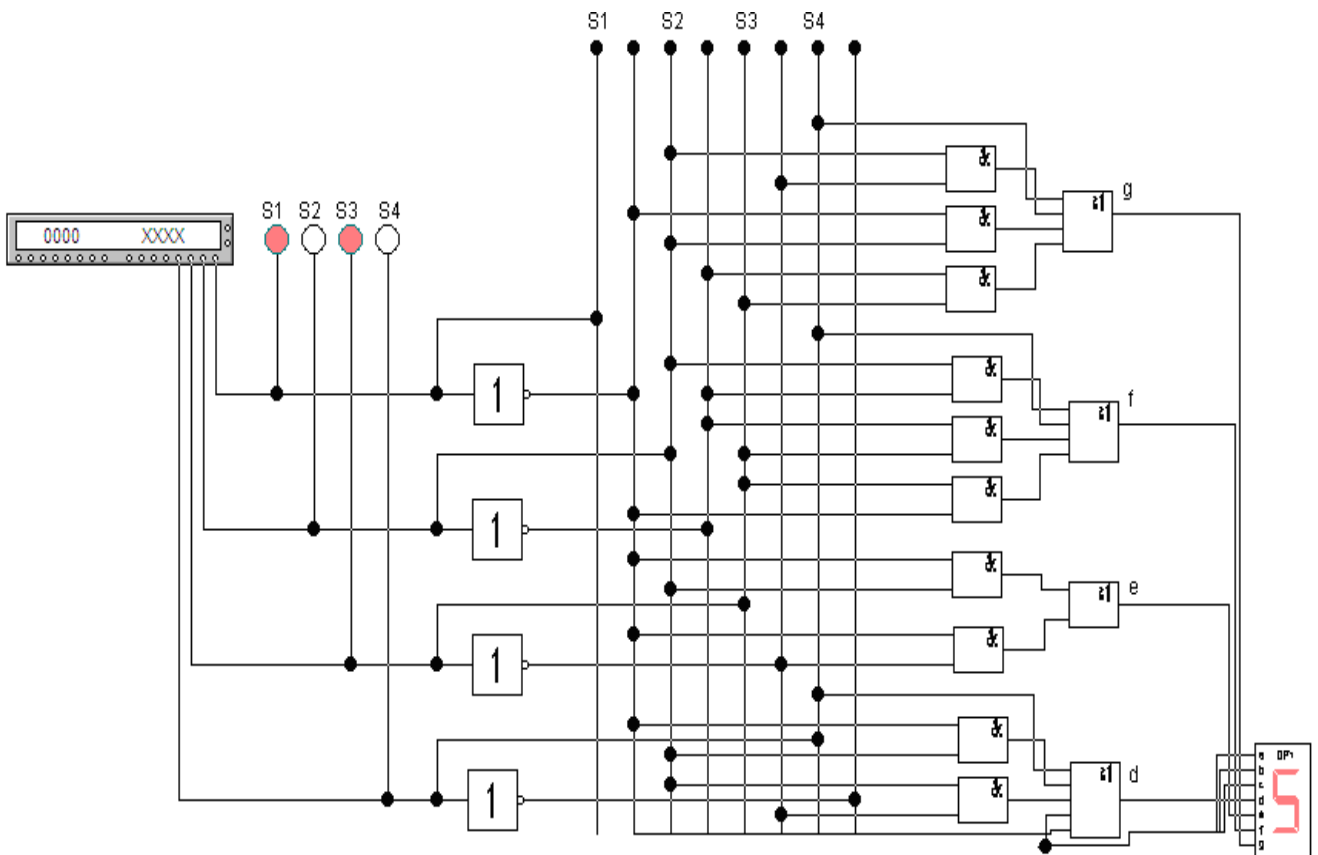


Рисунок 2.22 - Моделювання схеми перетворювача двійкового коду чисел в код семи сегментного індикатора

Аналіз функціонування схеми перетворювача двійкового коду чисел в код семи сегментного індикатора показує правильність обробки заданих завданням алгоритмів.

Схема електрична принципова може бути виконана на мікросхемі ТТЛ логіки. Мікросхема 7448РС являє собою перетворювач логічних сигналів з двійкового коду 8-4-2-1 в семисегментний (рис. 2.23). Мікросхема має виходи з відкритим колектором і підвищеною навантажною здатністю. Призначення виводів представлено в таблиці 2.6. Схема знаходиться в працездатному стані, коли на виводі управління BI/RBO присутній високий рівень.

Таблиця 2.6 – Призначення виводів мікросхеми 7448РС

№ вивода	Призначення
1	Вхід з вісовим значенням розряду (2)
2	Вхід з вісовим значенням розряду (4)
3	Вхід контролю індикатора (LT)
4	Вихід сигналу схеми послідовного погашення (BI/RBO)
5	Вхід сигналу схеми послідовного погашення (RBI)
6	Вхід з вісовим значенням розряду (8)
7	Вхід з вісовим значенням розряду (1)
8	Загальний (Gnd)
9	Вихід сегменту (e)
10	Вихід сегменту (d)
11	Вихід сегменту (c)
12	Вихід сегменту (b)
13	Вихід сегменту (a)
14	Вихід сегменту (g)
15	Вихід сегменту (f)
16	Напруга живлення (+Vcc)

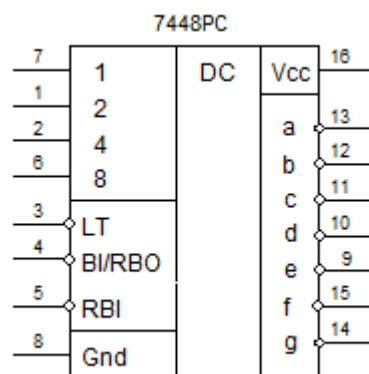


Рисунок 2.23 – Мікросхема 7448РС

Схема електрична принципова пристрою відображення інформації представлена на рисунку 2.24.

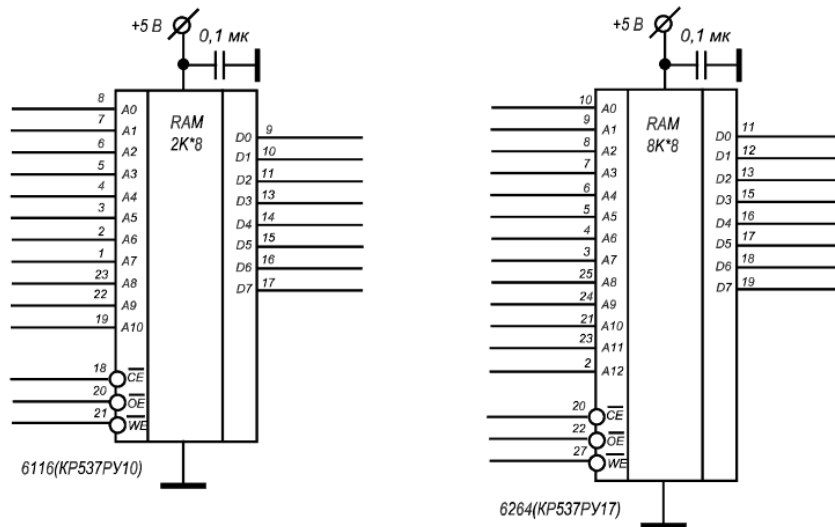


Рисунок 2.24 - Схема електрична принципова пристрою відображення інформації

Загальна схема кодуючого пристрою введення інформації представлена на рисунку 2.25.

Розраховані схемні елементи кодуючого пристрою введення інформації відповідають заданим функціональною схемою умовам.

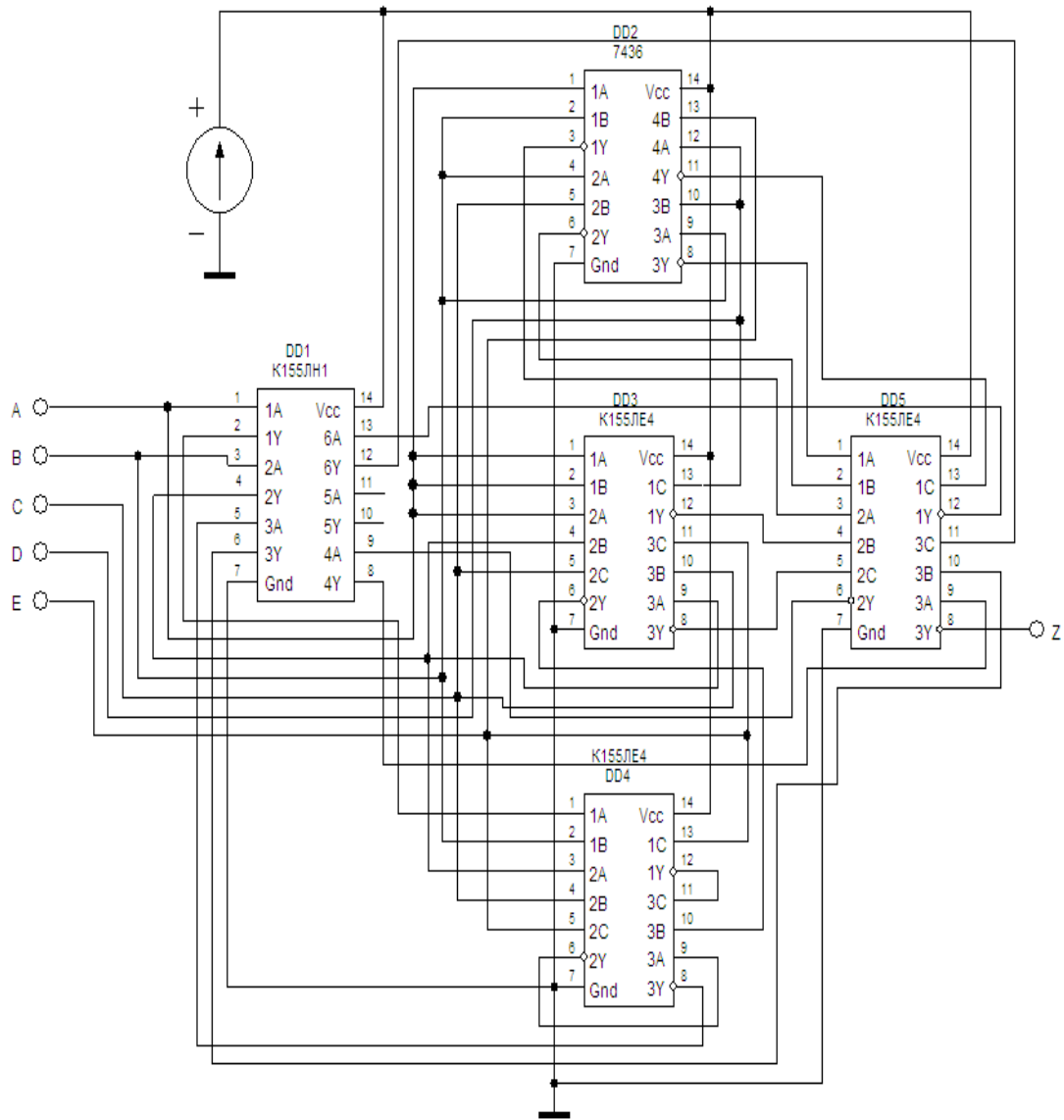


Рисунок 2.25 – Схема кодуєчого пристрою введення інформації

3 Техніко-економічне обґрунтування розробки кодуючого пристрою введення інформації

3.1 Обґрунтування вибору технології виготовлення схеми кодуючого пристрою введення інформації

Топологічний аналіз показує, що пристрій може бути реалізований у вигляді малогабаритного мікромодуля і виконаний за сучасною маловитратною технологією тонко плівкових гібридних мікроборок, 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 кодуючого пристрою введення інформації проаналізуємо ієрархії чотирьох варіантів (табл. 3.1), враховуючи шкалу відносної важливості (табл. 3.2) [17]

Таблиця 3.1 - Можливі варіанти технологій виробництва

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	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 мікроборок	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) [17].

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 i -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	0,664
2. Завадостійкість	3	1	3	1/3	1/7	3	0,664	0,664
3. Споживання	1/3	1/3	1	1/5	1/7	3	0,664	0,664
4. Площа	7	3	5	1	1/5	7	0,664	0,664
5. Сумісність	5	7	7	5	1	5	0,664	0,664
6. Вартість	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1	0,664	0,664
Σ							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 $i = 1, 2, 3, 4$.

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

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
	Σ				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	0,664
B	1/5	1	1/5	1/7	0,48	0,664
C	1	5	1	1/3	1,56	0,664
D	3	7	3	1	2,20	0,664
	Σ				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	0,664
B	1/5	1	1/7	1/9	0,24	0,664
C	5	7	1	1/3	1,85	0,664
D	7	9	3	1	3,71	0,664
	Σ				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	0,664
B	1/5	1	1/3	1/2	0,24	0,664
C	1/3	3	1	3	2,03	0,664
D	1/5	2	1/3	1	1,47	0,664
Σ					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	0,664
B	1/5	1	1/7	1/9	0,24	0,664
C	5	7	1	1/2	2,41	0,664
D	3	9	2	1	2,47	0,664
Σ					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	0,664
B	1/3	1	3	4	1,41	0,664
C	1/5	1/3	1	2	0,60	0,664
D	1/6	1/4	1/2	1	0,38	0,664
Σ					5,47	1,00

Глобальний пріоритет для кожної альтернативи обчислюється як сума добутків кожного локального пріоритету на його ваговий коефіцієнт (табл. 3.10) [17].

З порівняння глобальних пріоритетів різних технологій видно, що найбільшим є пріоритет у варіанта реалізації схеми кодуючого пристрою введення інформації 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	0,664
Толстоплівкових гібридних інтегральних схем	0,65	0,09	0,04	0,05	0,04	0,26	0,664
Тонкоплівкових гібридних інтегральних схем	0,19	0,21	0,09	0,21	0,13	0,56	0,664
Тонкоплівкових гібридних мікрозборок	0,09	0,41	0,58	0,31	0,42	0,07	0,664

За допомогою методу аналізу ієрархій проведене порівняння чотирьох типів технологій реалізації схеми кодуючого пристрою введення інформації за наступними критеріями: 1) швидкодія; 2) заводостійкість; 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 кодуючого пристрою введення інформації.

3.2 Розрахунок витрат на виробництво схеми кодуючого пристрою введення інформації

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

Витрати на матеріали і напівфабрикати склали 184,60 грн.

Таблиця 3.11 – Розрахунок вартості матеріалів на виробництво схеми кодууючого пристрою введення інформації

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Усього витрат грн.
Мікросхема К155ТМ2	шт.	2	0,664	0,664
Мікросхема К155ЛП5	шт.	2	0,664	0,664
Мікросхема К555ИД4	шт.	1	0,664	0,664
Мікросхема К555ТМ8	шт.	1	0,664	0,664
Резистор МЛТ 0,125	шт.	10	0,664	0,664
Мікросхема К155ЛД3	шт.	1	0,664	0,664
Мікросхема К155ЛЛ1	шт.	2	0,664	0,664
Мікросхема К155ИМ3	шт.	2	0,664	0,664
Мікросхема 7448РС	шт.	1	0,664	0,664
Всього				159,70

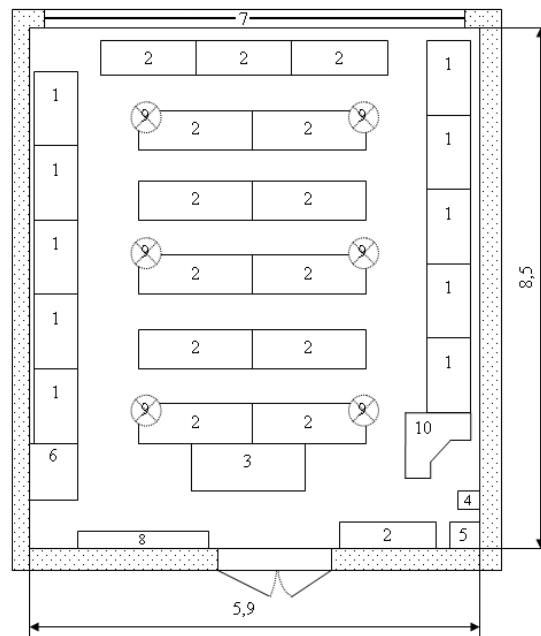
Таблиця 3.12 – Розрахунок вартості напівфабрикатів

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Усього витрат грн.
Фольгований текстоліт 40 × 60	шт.	1	0,664	0,664
Травильник	уп.	1	0,664	0,664
Трафарет	шт.	2	0,664	0,664
Ітого				24,90

4 Охорона праці та техногенна безпека

4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

При виконанні дипломної роботи комп'ютерне моделювання та розрахунок кодуючого пристрою введення інформації проводилися в приміщенні кафедри МЕІС, макет якого представлено на рисунку 4.1 [18].



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 м²; об'єм 175,52 м³; 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 загальне штучне. Параметри приміщення задовольняють нормативним значенням: площа 6 м^2 , об'єм 20 м^3 на одного працюючого.

Лабораторія є приміщенням легкої категорії (виконуються легкі фізичні роботи), тому повинні дотримуватися такі вимоги (період року – холодний) [19]:

- оптимальна температура повітря – $22 - 24 \text{ }^\circ\text{C}$ (допустима – $20 - 24 \text{ }^\circ\text{C}$);
- оптимальна відносна вологість – $40 - 60\%$ (допустима не більше 75%);
- швидкість руху повітря не більше $0,1 \text{ м/с}$.

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. Виробнича санітарія

При проведенні моделювання схеми приладу, якість експерименту багато в чому залежить від освітлення, тому в лабораторії має бути передбачене штучне освітлення.

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 : I клас безпеки _____ II клас безпеки _____ III-IV клас безпеки _____						
2	Пил переважно фіброгенної дії, мг/м ³						
3	Вібрація (загальна і локальна), дБ						
4	Шум, дБА						
5	Інфразвук, дБ						
6	Ультразвук, дБ						
7	Неіонізуючі випромінювання: - радіочастотний діапазон, В/м - діапазон промислової частоти, кВ/м - оптичний діапазон (лазерне випромінювання), Вт/м ²						
8	Мікроклімат в приміщенні: - температура повітря, °С (тепл. п) - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря, % - інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	23 – 25 ≤ 0,2 40 – 60 100	23 0,1 60				0,664
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 [19].

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

Для освітленості приміщення з розмірами $A = 8,5$ м, $B = 5,9$ м та вистою $H = 3,5$ м використовуються 6 світильників з чотирма лампами розжарювання. Коефіцієнти віддзеркалення світлового потоку від стелі, стін і підлоги відповідно рівні $p_{ном} = 70\%$, $p_{ст} = 50\%$, $p_{полу} = 10\%$. 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 $E_n = 300 - 500$ 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 шляхів 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).

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.

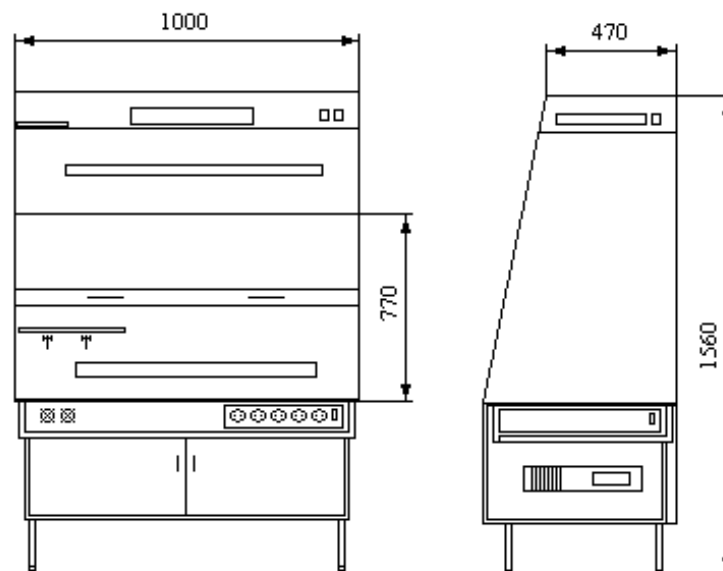


Рисунок 4.2 – Витяжна шафа для виготовлення печатних плат

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.

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 [20].

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 [20].

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.

4.3 Електробезпека

Для забезпечення захисту від поразки електричним струмом у використовуваних електроустановках повинні застосовуватися технічні способи і засоби захисту [19].

Приміщення відноситься до приміщень без підвищеної безпеки. Відповідно до ПЗП приміщення лабораторії відносять до класу по пожежобезпеці П-11 а. Міра захисту електроустаткування 1 Р44. 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.

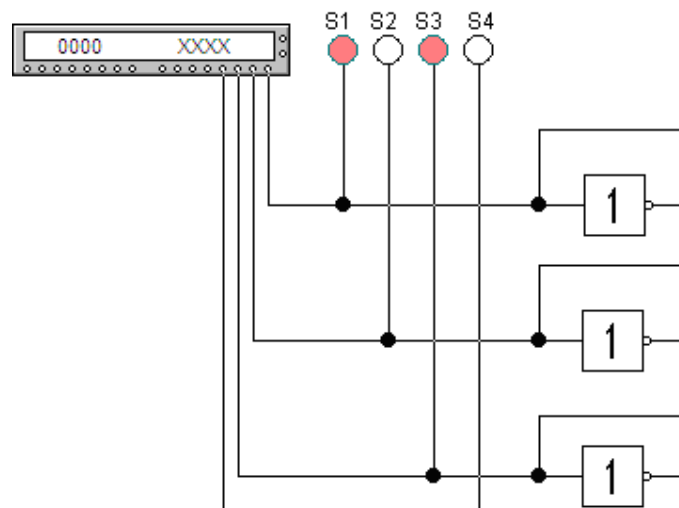


Рисунок 4.3 - Проста схема пристрою захисного відключення

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.

4.4 Пожежна безпека. 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°C горючих газів. Для зниження пожежної небезпеки використовують обмежену кількість матеріалів які обертаються в процесі, зберігаються, здатні горіти [20].

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.

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 вогнегасник 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, слідує або вліво через лабораторний корпус для виходу на вулицю Добролюбова, або управо для виходу на вулицю Незалежної України (рис. 4.4).

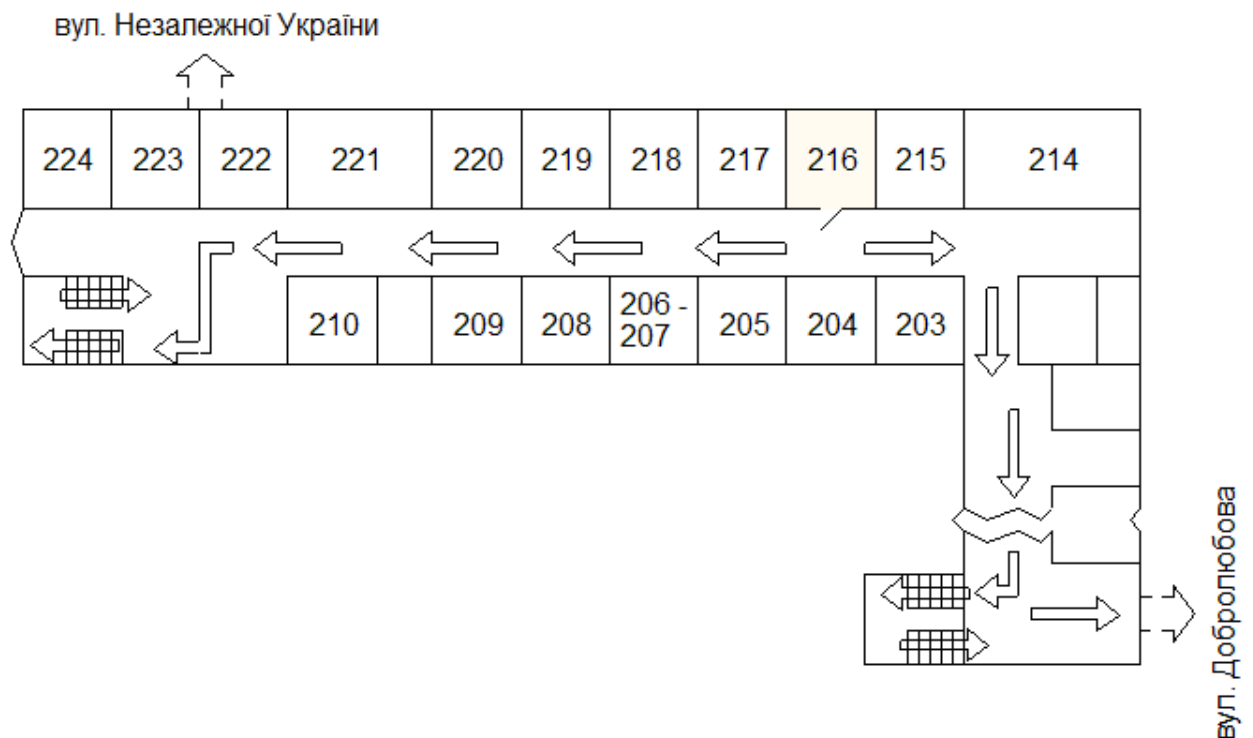


Рисунок 4.4 – План евакуації при пожежі із аудиторії № 216

4.5 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. Ґрунт – суглинок. Допустимий опір заземлюючого пристрою (R_n) дорівнює 4 Ом. Визначимо питомий електричний опір ґрунту (суглинка), ρ якого дорівнює 100 Ом·м [20].

Розрахуємо опір розтікання струму одного вертикального стержня:

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

Прийmemo число заземлювачів:

$$n = \frac{R_l}{R_n} = \frac{35,1}{4} = 8,775 \approx 9$$

Визначимо довжину горизонтальної смуги (по контуру):

$$l_2 = a \cdot n,$$

де a – відстань між вертикальними електродами ($a = 2$ м)

$$l_2 = 2 \cdot 9 = 18 \text{ м}$$

Опір горизонтальної смуги:

$$R_{2c} = \frac{\rho}{\pi \cdot l_2} \cdot \frac{4 \cdot l_2}{b} = \frac{100}{3,14 \cdot 18} \cdot \ln \frac{4 \cdot 18}{0,04} = 13,2 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт екранування для вертикального заземлювача:

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

і для горизонтальної смуги

$$\eta_2 = \frac{0,34 + 0,4}{2} = 0,37$$

Опір групи вертикальних заземлювачів:

$$R_{sp} = \frac{R_{s3}}{n \cdot \eta_s} = \frac{35,1}{9 \cdot 0,62} = 6,3 \text{ Ом}$$

Опір горизонтальної смуги з врахуванням екранування:

$$R_2 = \frac{R_{zo}}{\eta_2} = \frac{13,2}{0,37} = 35,6 \text{ Ом}$$

Опір заземлювача в цілому:

$$R_3 = \frac{R_{zp} \cdot R_2}{R_{zp} + R_2} = \frac{6,3 \cdot 35,6}{6,3 + 35,6} = 5,3 \text{ Ом}$$

Як видно, опір заземлювача перевищує нормативний (4 Ом), тому збільшимо кількість заземлювачів:

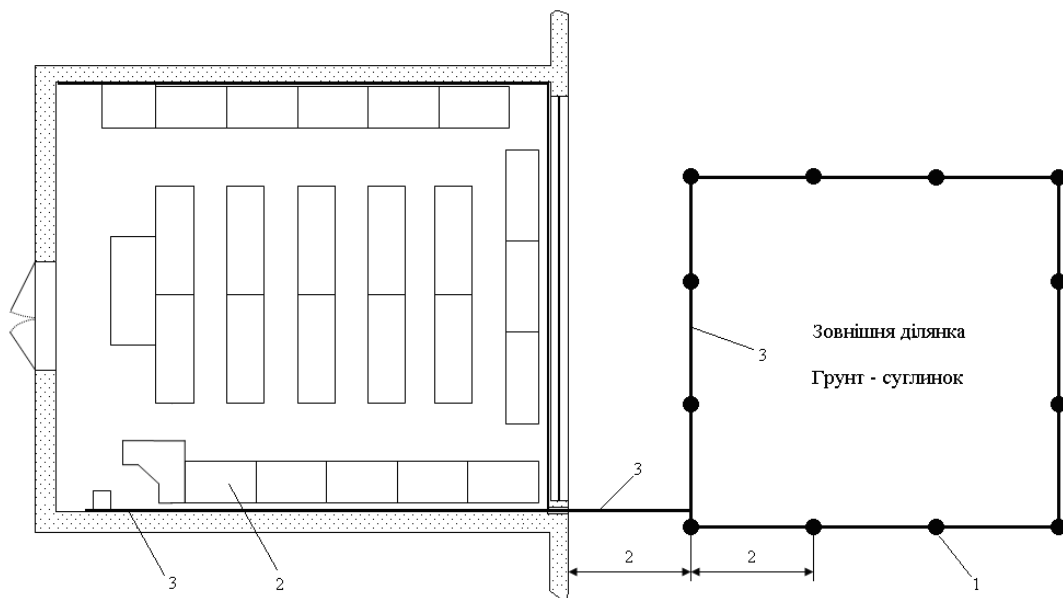
$$n = 10,$$

тоді опір заземлювача в цілому складе $R_3 = 4,6 \text{ Ом}$, що теж більше R_H .

Якщо $n = 11$, то $R_3 = 4,2 > R_H$.

Якщо $n = 12$, то $R_3 = 3,99 < R_H$.

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. Проведений аналіз проблем, що виникають при рішенні задачі введення інформації в арифметично-логічний пристрій, дозволив отримати наступні результати:

- систематизовані і проаналізовані рішення схемотехніки по підключенню клавіатури до арифметично-логічного пристрою, засновані на використанні пристрою формування сигналу готовності, буферних регістрів, двійкових лічильників і дешифраторів, що дозволяють мінімізувати кількість ліній зв'язку з мікроконтролером.

- розраховано алгоритм кодування інформації, що рекомендується для використання при програмній реалізації розглянутих методів.

Результати роботи рекомендуються для кодування інформації в електронних пристроях сигналізації, систем доступу до охоронних об'єктів.

Перелік посилань

1. Могилев А.В., Хеннер Е.К., Пак Н.И. Информатика : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 848 с..
2. Вальпа О. Микроконтроллеры и клавиатура IBM PC. - Схемотехника. – № 5, 2006. - С. 36 -37.
3. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто!. - Т.4 – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. – 464 с.:ил.
4. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Кісельов Є.М, Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: Підручник. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. – 214 с.
5. Нефедов А.В. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Справочник. – Т. 2. – М.: ИП РадиоСофт, 2000. – 640 с.
6. Уильямс Г.Б. Отладка микропроцессорных систем. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 345 с.
7. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Цифровые устройства [Учебное пособие для вузов]. – СПб.: Политехника, 1996. – 324 с.
8. Мясников В.А., Игнатъев М.Б., Кочкин А.А., Шейнин Ю.Е. Микропроцессоры: системы программирования и отладки. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 367 с.
9. Бабич Н.П., Жуков И.А. Компьютерная схемотехника. – К: «МК-Пресс», 2004. – 576 с.
10. Халоян А.А. Измерительніе пробники. - М.: ИП РадиоСофт, ЗАО «Журнал «Радио», 2003. - 244 с.
11. Шуберт Ф. Светодиоды. – 2-е изд. – ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
12. Солдатов А.И. Электронные средства обработки и отображения информации: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 177 с.
13. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи схемотехніки електронних систем [Підручник]. – К.: Вища шк., 2004. – 527 с

14. Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. - М.: Радио и связь, 1990. - 496 с.
15. Прянишников В.А. Электроника курс лекций. – Санкт Петербург.: «КОРОНА принт». – 1998. – 401 с.
16. Бойт К. Цифровая схемотехника. – Москва: Техносфера, 2007. – 472
17. Белуха М.Т. Основи наукових досліджень. - К: Вища шк., 1997. 271с.
18. Малишева І.В. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та техногенна безпека» дипломного проекту (роботи). - Запоріжжя: ЗДІА, 2011. – 24 с.
19. Ткачук К.Н. Охрана труда и окружающей среды в радиоэлектронной промышленности. – К.: Вища шк., 1988. - 240 с.
20. Горобец А.И., Степаненко А.И. Охрана труда в радиоэлектронной промышленности. – К.: Техника, 1987. – 345 с.

МАТЕРІАЛИ
XXV НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
СТУДЕНТІВ, МАГІСТРАНТІВ,
АСПІРАНТІВ І ВИКЛАДАЧІВ
ІНЖЕНЕРНОГО НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО
ІНСТИТУТУ
ЗНУ

**Секція мікроелектронних та електронних
інформаційних систем**

24-27 листопада 2020 р.

УДК 621.311

Попов Костянтин ст. гр. 8.1539-з,
Верьовкін Л.Л

СХЕМА ФІКСАЦІЇ КОДУ НАТИСНУТОЇ КЛАВІШІ ДЛЯ СИСТЕМИ КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету,
кафедра МЕЕІС

Підсумовуючі лічильники виконують складання числа імпульсів, що поступають на вхід, з тим числом, яке зберігалось в ньому. Для побудови двійкового підсумовуючого лічильника сканування клавіш та буферних регістрів, з порядком рахунку $K_{\text{рах.}} = 16$ необхідно $m = \log_2 16 = 4$ тригера, що відповідає чотирьом розрядам двійкового числа (коду 8-4-2-1). У таблиці станів такого лічильника вхідний сигнал x^n позначено через 1, $Q4^n$ – старший розряд, $Q1^n$ – молодший розряд. Таким чином, частота перемикавання кожного наступного тригера зменшується вдвічі. Отже, лічильник можна побудувати як коло послідовно включених рахункових JK-тригерів. У схемі JK-тригери перетворені в T-тригери шляхом подачі «1» на вхід J і K [1] (рис.1).

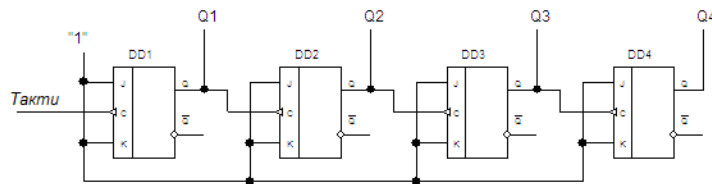


Рисунок 1 – Схема двійкового підсумовуючого лічильника з послідовним перенесенням

Розрахований пристрій формування сигналу готовності (рис. 2).

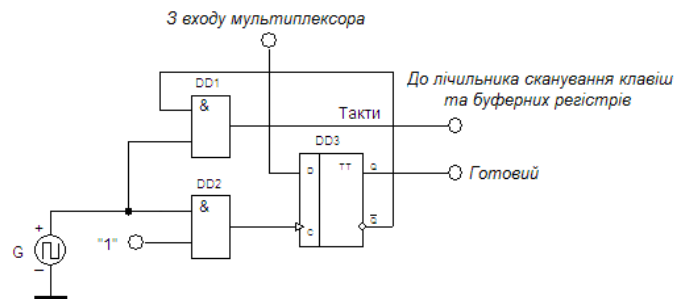


Рисунок 2 – Схема фіксації коду натиснутої клавіші

Вихідний код перебирається лічильником до тих пір, поки не буде натиснута необхідна клавіша, при цьому логічна 1 записується в тригер DD3, і формує сигнал «Готовий», який відображається індикатором. Відповідно на інверсному виході тригера DD1 – логічний 0. Він поступає на один з входів елемента І (DD1), до іншого входу якого підключений генератор прямокутних імпульсів. Такий стан блокує лічильник, та буферні регістри. Лічильник зупиняє рахунок і на виході схеми фіксується код натиснутої клавіші. При відпусканні клавіші цикл сканування відновлюється за допомогою елемента І (DD1). Елемент DD2 забезпечує функціонування тригера DD3. Аналіз функціонування пристрою формування сигналу готовності показує правильність завданих режимів.

Література

1. Верьовкін Л.Л. Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: Підручник. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. – 214 с.