

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного
забезпечення

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти _____ перший бакалаврський _____
(другий магістерський рівень)

на тему Розробка пристрою декодування символічної інформації

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи 6.1531-с

Мандзюк Д. В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Напряму підготовки _____
(шифр)

Спеціальності 153

Мікро- та наносистемна техніка

(назва)

Керівник доцент, доцент, к.т.н.

Верьовкін Л. Л.

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

Рецензент _____

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

м. Запоріжжя - 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні

Рівень вищої освіти перший бакалаврський
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)
Напрямок підготовки 153
(шифр)
Спеціальність Мікро- та наносистемна техніка
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕІСПЗ
Критська Т.В.

“ 14 ” червня 20 24 року

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

Мандзюку Данилу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка пристрою декодування символної інформації

керівник проекту (роботи) Верьовкін Леонід Леонідович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “26” грудня 2023 року №2215-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 червня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Напруга з номінальним значенням $5V \pm 10\%$, і частотою 50 Гц

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Дослідження принципів та методів кодування символної інформації. Розробка пристрою декодування символної інформації. Охорона праці та техногенна безпека.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Функціональна схема пристрою декодування символної інформації. Функціональна схема пристрою декодування символної інформації. Загальна схема пристрою декодування символної інформації.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
<i>I</i>	<i>Верьовкін Л. Л., доцент</i>	
<i>II</i>	<i>Верьовкін Л. Л., доцент</i>	
<i>III</i>	<i>Верьовкін Л. Л., доцент</i>	

7. Дата видачі завдання 27.12.2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
<i>1</i>	<i>Дослідження математичної моделі сприйняття інформації</i>	<i>18.02.2024</i>	
<i>2</i>	<i>Аналітичний огляд пристроїв введення цифрової інформації</i>	<i>10.03.2024</i>	
<i>3</i>	<i>Моделювання кодуєчого пристрою за принципом функціонування перцептрона</i>	<i>18.03.2024</i>	
<i>4</i>	<i>Розробка інтерфейсу введення інформації</i>	<i>14.04.2024</i>	
<i>5</i>	<i>Розробка схеми пристрою декодування символної інформації</i>	<i>27.04.2024</i>	
<i>6</i>	<i>Охорона праці та техногенна безпека</i>	<i>18.05.2024</i>	
<i>7</i>	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>02.06.2024</i>	
<i>8</i>	<i>Рецензування, нормоконтроль, підписання роботи</i>	<i>14.06.2024</i>	
<i>9</i>	<i>Оприлюднений захист магістерської роботи</i>	<i>21.06.2024</i>	

Студент

_____ (підпис) Мандзюк Д. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

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

Нормоконтроль пройдено

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

Реферат

Дипломна робота містить 66 сторінок, 42 рисунка, 9 таблиць, 9 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – пристрої декодування інформації.

Мета роботи – розробка та розрахунок вузлів пристрою декодування символної інформації.

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

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 задач декодування символної інформації в мікроелектронних інформаційних системах.

Результати впровадженнь – електронна модель приладу пройшла випробування за допомогою програмних забезпечень кафедри ЕІСПЗ.

Прогнозні пропозиції: результати роботи рекомендуються для декодування символної інформації в мікропроцесорних пристроях введення даних, системах доступу до охоронних об'єктів та системах захисту від несанкціонованого доступу.

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

Дипломну роботу виконано на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення з 12.02.2024 р. по 10.05.2024 р.

Зміст

	Стор.
Вступ	6
1 Дослідження принципів та методів кодування символної інформації	7
1.1 Математична або комп'ютерна модель сприйняття інформації.....	7
1.2 Датчики сприйняття інформації	8
1.2.1 Фоторезистивний датчик	9
1.3 Перетворювачі кодів	11
1.4 Пристрої введення цифрової інформації	13
1.5 Буферний регістр	14
1.5.1 D – тригери (тригери затримки)	14
1.6 Аналіз схем цифрових генераторів тактових імпульсів	17
1.7 Пристрої відображення цифрової інформації	20
2 Розробка пристрою декодування символної інформації	26
2.1 Кодуючий пристрій за принципом функціонування перцептрона....	26
2.2 Алгоритм функціонування пристрою декодування символної ін- формації	31
2.3 Інтерфейс введення інформації	32
2.4 Вибір схеми генератора імпульсів	37
2.5 Пристрій відображення інформації	38
2.6 Схема контролю парності	45
2.7 Загальна схема пристрою декодування символної інформації.....	48
3 Охорона праці та техногенна безпека при розробці пристрою деко- дування символної інформації	52
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробни- чих факторів	52
3.2 Заходи зі зменшення впливу небезпечних та шкідливих виробни- чих факторів	54

3.3 Виробнича санітарія	55
3.4 Електробезпека	57
3.5 Пожежна та техногенна безпека	59
3.6 Розрахунок штучного освітлення лабораторного приміщення	61
Висновки та рекомендації	65
Перелік посилань	66

Вступ

Будь-яка інформація зберігається у вигляді кодів. Кодування - це утворення і надання кодового позначення об'єктам класифікації та класифікаційним угрупованням. Умовне позначення об'єктів за допомогою знака або сукупності знаків називають кодом. Система кодування - це сукупність правил утворення коду.

Система кодування використовується для заміни назви об'єкта на умовні позначення (коди) з метою забезпечення зручної і більш ефективної обробки інформації. Для кожного коду встановлюється: алфавіт коду - система знаків, що прийнята для утворення коду (цифровий, літерний, літерно-цифровий); основа коду - кількість знаків в алфавіті коду; розряд коду - позиція знака в коді; довжина коду - кількість знаків у коді. Процедура надання об'єктові кодового позначення називається кодуванням. Залежно від того, чи передуює кодуванню класифікування об'єктів, усі відомі системи кодування поділяють на реєстраційні і класифікаційні системи, кожна з цих систем використовує певні методи кодування.

Щоб деяку інформацію можна було обробити за допомогою електронної апаратури її код потрібно перетворити в електричний сигнал.

Сигнал (функція) може бути неперервним (аналоговим) або дискретним (імпульсним). Через те що мікропроцесор оперує з двійковими числами, будь-яку введену до нього інформацію потрібно подавати у вигляді двійкового коду. З двійковими числами мікропроцесор виконує арифметичні та логічні операції. Щоб користувач міг зрозуміти отриманий результат, мікропроцесор виводить його теж у десятковій системі, тобто здійснює процес декодування.

Актуальністю роботи являється розрахунок та розробка описаних у літературі схемотехнічних рішень, для реалізації інтерфейсів введення інформації і приведення практичних рекомендацій по їх вживанню.

1 Дослідження принципів та методів кодування символної інформації

1.1 Математична або комп'ютерна модель сприйняття інформації

Перцептрон, або персептрон (Perceptio - сприйняття) – математична або комп'ютерна модель сприйняття інформації мозком (кібернетична модель мозку), запропонована Френком Розенблаттом у 1957 року і вперше реалізована у вигляді електронної машини «Марк-1» в 1960 році.

Перцептрон складається з трьох типів елементів, а саме: сигнали, що поступають від датчиків, передаються елементам, а потім реагуючим елементам (рис. 1.1).

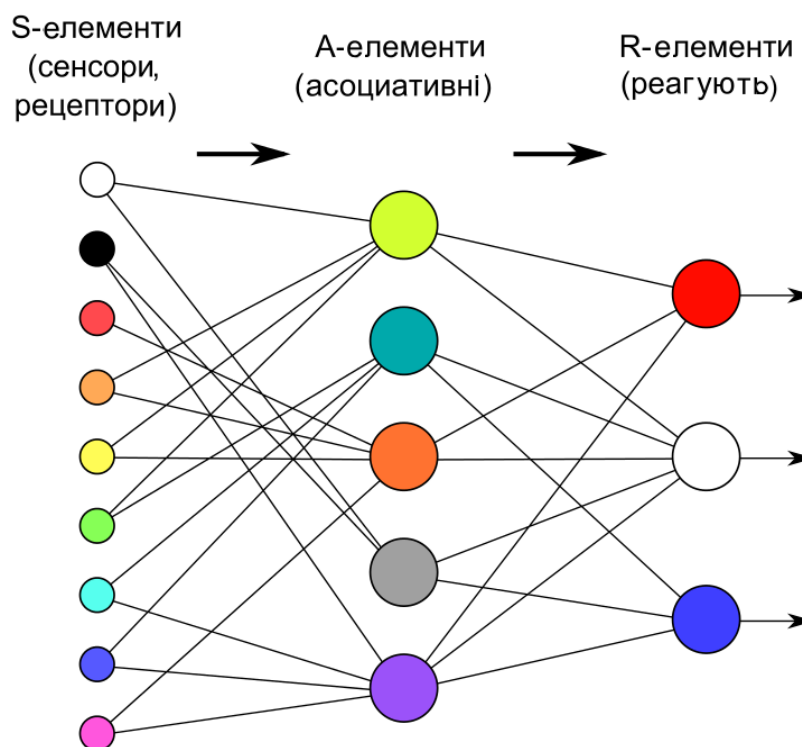


Рисунок 1.1 - Три типи елементів персептрона

Таким чином, перцептрони дозволяють створити набір «асоціацій» між вхідними стимул-реакціями і необхідною реакцією на виході. У біологічному

плані це відповідає перетворенню, наприклад, зорової інформації в фізіологічну відповідь від рухових нейронів. Згідно сучасної термінології, перцептрони можуть бути класифіковані як штучні нейронні мережі: з одним прихованим шаром; з пороговою передавальною функцією; з прямим поширенням сигналу.

1.2 Датчики сприйняття інформації

За вихідним сигналом датчики класифікуються наступним чином:

а) датчики з електричним вихідним сигналом, у якості якого використовується електричний опір, індуктивність, ємність, напруга, сила струму, частота та ін.;

б) датчики з гідравлічним або з пневматичним вихідним сигналом (тиск, витрата рідини або газу та ін.);

в) датчики з механічним вихідним сигналом (сила, момент сил, пересування, швидкість та ін.);

г) датчики з оптичним вихідним сигналом (яскравість світла, частота спалахів та ін.);

д) датчики з акустичним вихідним сигналом (сила звуку, частота звукових коливань та ін.).

Найбільше розповсюдження на ПС набули датчики з електричним вихідним сигналом, який далі у цифрово-аналоговому перетворювачі перетворюється на дискретний сигнал восьми (дванадцяти) розрядного коду, зручного для сполучення з бортовою обчислювальною машиною, що оговорені нижче [1].

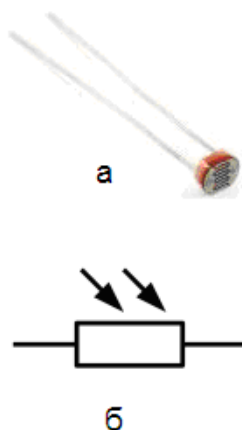
За способом подання інформації датчики можна поділити на два види:

а) датчики з безперервним (аналоговим) сигналом, в яких вихідний сигнал (електрична напруга, сила струму, частота, зсув фаз та ін.) пов'язаний з вхідною величиною безперервною функціональною залежністю, при цьому мірою вхідної величини служить величина вихідного сигналу;

б) датчики з дискретними сигналами, в яких при плавній зміні вхідної величини вихідний сигнал змінюється стрибкоподібно, причому рівень вихідного сигналу може приймати обмежену кількість значень. Мірою величини, що вимірюється, частіше всього служить накопичена за визначений термін часу кількість однакових за рівнем імпульсів або комбінація декількох сигналів, зашифрованих у двійковому коді (рівень кожного з сигналів може приймати одне з двох значень – 0 або 1).

1.2.1 Фоторезистивний датчик

Фоторезистор – це датчик, електричний опір якого міняється залежно від інтенсивності падаючого на нього світла (рис. 2.1) [2].



А – зовнішній вигляд;

Б – електричне позначення

Рисунок 1.2 – Фоторезистор

Чим інтенсивніше світло, тим більше створюється вільних носіїв зарядів і тим менше стає опір елемента. Два зовнішні металеві контакти фоторезистора йдуть через керамічний матеріал підстави до світлочутливої плівки, яка по своїй геометрії і властивості матеріалу визначає електричні властивості опору. Оскільки фоточутливий матеріал за природою з великим опором, то

між електродами з тонкою звивистою доріжкою, при середній інтенсивності світла, виходить низький загальний опір елемента.

Фоторезистори виготовляють з напівпровідникових матеріалів, які змінюють свій опір залежно від міри освітленості. Основна їх відмінність від інших фотоелектричних датчиків полягає у високій стабільності параметрів і лінійності зміни опору в досить широкому діапазоні. Остання властивість дозволяє використовувати фоторезистори не лише в цифровій автоматичній, але і в аналоговій техніці.

Фоторезистори є відносно інерційними елементами з набагато нижчою (одиниці кілогерц) швидкістю в порівнянні з фотодіодами і фототранзисторами. Після різких перепадів освітленості, їх опір змінюється не стрибком, а «пливе» протягом деякого часу. Це треба враховувати в практичній роботі і витримувати для адаптації до світла невеликі паузи.

Фоторезистор чутливий до певного діапазону довжини хвилі світла (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Діапазон довжин хвиль світла

Колір	Діапазон довжини хвилі, нм
Фіолетовий	400...450
Синій	450...500
Зелений	500...570
Жовтий	570...590
Помаранчевий	590...610
Червоний	610...700

Залежно від спектральної чутливості фоторезистори діляться на дві великі групи: для роботи у видимій і інфрачервоній частині спектру. У електричній схемі (рис. 1.3) транзистор VT1 підвищує чутливість фотодатчика R1. Важливим параметром являється максимально допустима робоча напруга. Зокрема, на фоторезистори СФ2-5, СФ3-4А/Б, СФ3-5 не можна подавати живлення більше, ніж 1,3...2 В. Більшість фоторезисторів можуть працювати при напрузі 5...50 В. Їх темновий опір складає 1...200 МОм, а в освітленому стані – на два-три порядки менше.

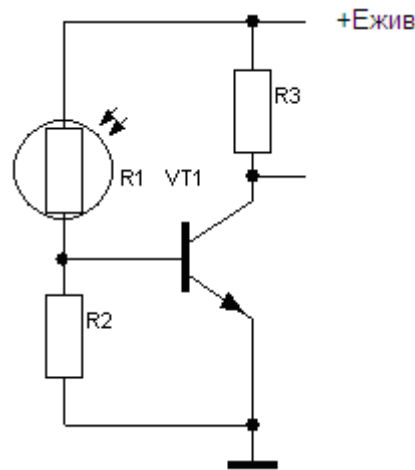


Рисунок 1.3 – Схема фотодатчика

1.3 Перетворювачі кодів

Операція зміни коду числа називається його перекодуванням. Інтегральні мікросхеми, що виконують ці операції, називаються перетворювачами коду (ПК). Перетворювачі коду бувають прості і складні. До простих відносяться перетворювачі, які виконують стандартні операції зміни коду чисел, наприклад, перетворень двійкового коду в десятковий або зворотну операцію. Складні перетворювачі коду виконують нестандартні перетворення коду і їх схеми доводиться розробляти кожен раз за допомогою алгебри логіки [3].

По своїй структурі перетворювачі коду являються дешифраторами, тільки вони перетворюють двійковий код в сигнали не лише на одному, але і на декількох виходах.

Вважатимемо, що перетворювачі коду мають n входів і m виходів. Співвідношення між n і m можуть бути будь-якими: $n = m$, $n < m$ і $n > m$. При перетворенні кодів чисел з ними можуть виконуватися різні додаткові операції, наприклад, множення на вагові коефіцієнти.

Перетворювачі коду можуть бути ваговими і неваговими. Вагові ПК перетворюють інформацію з однієї системи числення в іншу. Основне приз-

начення невагомих – перетворення інформації для її подальшого відображення.

Інтегральні мікросхеми перетворювачів коду випускаються лише для найбільш поширених операцій:

- перетворювачі двійково-десятькового коду в двійковий код;
- перетворювачі двійкового коду в двійково-десятьковий код;
- перетворювачі двійкового коду в код Грея;
- перетворювачі двійкового коду в код управління сегментними індикаторами;
- перетворювачі двійкового або двійково-десятькового коду в код управління шкальними або матричними індикаторами.

Як приклад, розглянемо перетворювач двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами (рис. 1.4). На рисунку також приведені зображення цифр. Такий перетворювач повинен мати чотири входи, оскільки для кодування десяткових цифр від 0 до 9 вистачає чотири двійкових розряди, і сім виходів, поодинці на кожен сегмент.

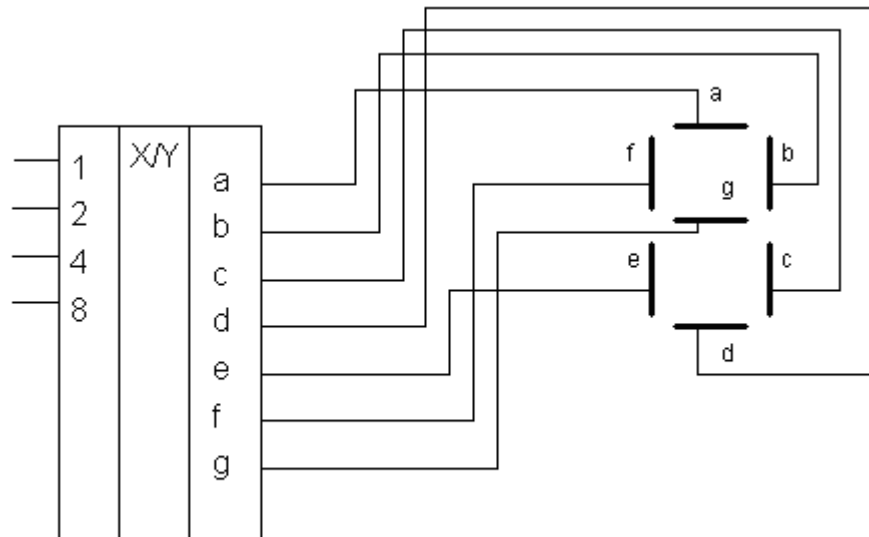


Рисунок 1.4 - Перетворювач двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами

1.4 Пристрої введення цифрової інформації

Будь-яка цифрова система, разом з центральною частиною, що виконує цифрову обробку і перетворення інформації, додатково містить засоби введення і виведення інформації. Як пристрій введення для формування сигналів управління та кодових сигналів, можуть використовуватися кнопкові перемикачі, контактні клавіатури датчики. Сигнал за допомогою кнопкових перемикачів формується шляхом замикання – розмикання ними електричного ланцюгу. Сигнали, що формуються контактною парою, супроводжуються брязкотом. Для усунення брязкоту в отриманому сигналі на виході контакту встановлюють спеціальні формувачі.

Формування кодових сигналів виконується в кодуючих пристроях. Додатковими функціями кодуючого пристрою є: формування сигналу готовності «Готовий» для управління перезаписом сформованого коду; блокування роботи при одночасному натисненні декількох клавіш; захист від брязкоту.

Кодуючий пристрій (рис. 1.5) містить: блок введення інформації БВІ; кодуючий блок КБ; вузол захисту і формування вихідних сигналів ФС. Найбільшого поширення набули комбінаційні кодуючі пристрої і пристрої із сканованою клавіатурою.

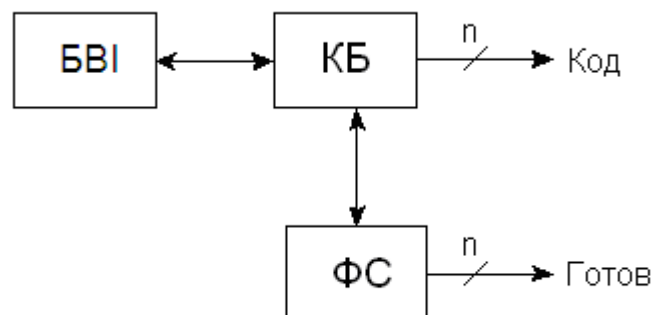


Рисунок 1.5 – Кодуючий пристрій

1.5 Буферний регістр

При створенні оперативного запам'ятовуючого пристрою ОЗП малої ємності (наприклад НОЗП), застосовується організація пам'яті у вигляді окремих регістрів. Типовий приклад тригерного ОЗП – регістр з паралельним прийомом і паралельною видачею інформації. Буферний регістр призначений для зберігання проміжної інформації і може бути реалізований за схемою регістра з паралельним введенням і паралельним виведенням інформації на тактованих D-тригерах (рис. 1.6).

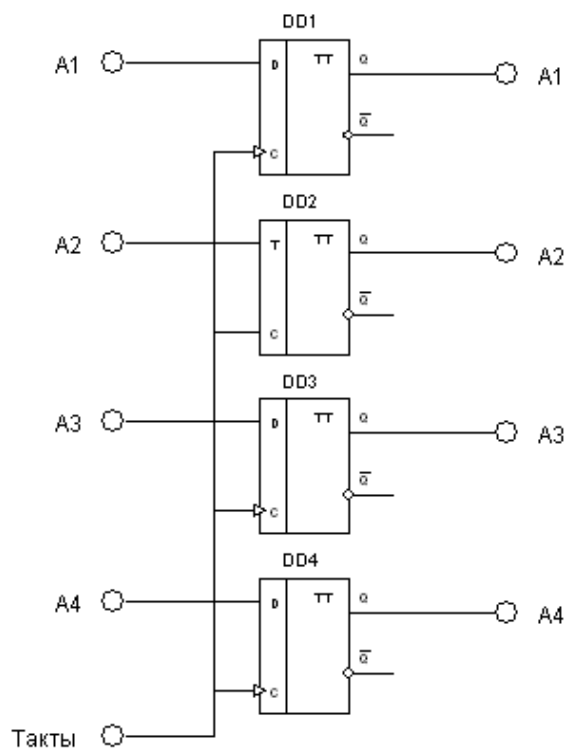


Рисунок 1.6 - Регістр з паралельним введенням і паралельним виведенням інформації на тактованих D-тригерах

1.5.1 D – тригери (тригери затримки)

D – тригери – це електронні пристрої з двома стійкими вихідними станами і одним інформаційним входом D. Для D – тригера скорочена таблиця істинності, словник переходів і діаграма станів приведені на рисунку 1.7.

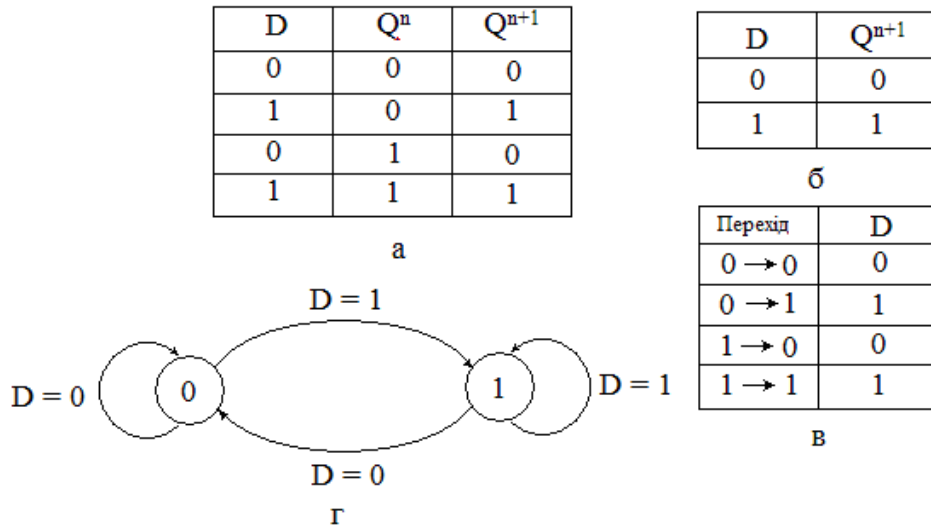


Рисунок 1.7 – Таблиця істинності (а), таблиця перемикань (б), словник переходів (в), діаграма станів (г) D-тригера

Характеристичне рівняння тригера: $Q^{n+1} = D_n$. Воно означає, що логічний сигнал Q^{n+1} повторює значення сигналу, встановлене на вході тригера в попередній момент часу.

Завдяки підключенню елемента DD1 на входи RS – тригера поступають різнополярні сигнали (рис. 1.8 а), тому заборонений стан вхідних сигналів виключений, але час затримки поширення сигналу елемента DD1 має бути менший, ніж у елементів DD2 і DD3.

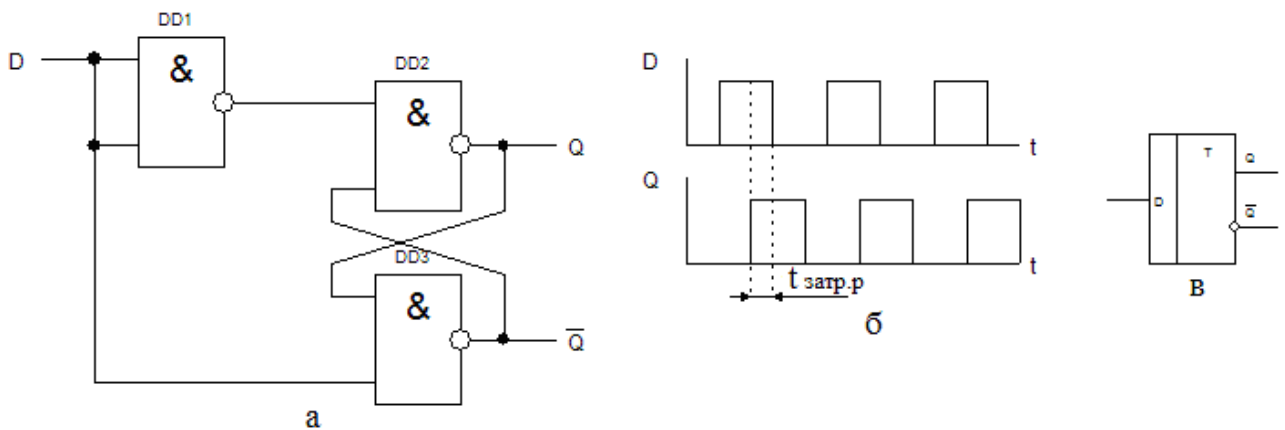


Рисунок 1.8 – Асинхронний D – тригер (а), затримка розповсюдження імпульсу (б) і умовне графічне позначення (в)

У приведеній вище схемі D – тригера внаслідок затримки поширення сигналів сигнал на виході Q з'являється з певною затримкою, як показано на рисунку 1.8 б. Таким чином, в асинхронному D – тригері затримка визначається параметрами елементів схеми.

Тактований D – тригер (рис. 1.9) встановлюється в стан $Q^{n+1} = D^n$ лише з приходом тактового імпульсу $C = 1$, тому затримка тактового D – тригера визначається часом приходу тактового імпульсу.

У схемі D – тригера часто паралельно входу C виготовляється ще один вхід V, як показано на рисунку 1.10 а. Такий тригер називається DV – тригером. При $V = 1$ DV – тригер працює як звичайний D – тригер, а при $V = 0$ не-мов би замикається і зберігає раніше записану інформацію.

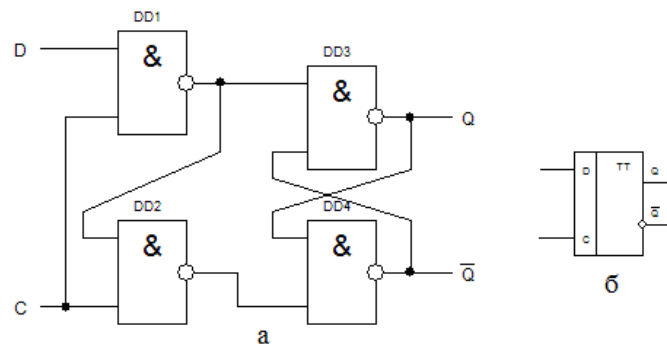


Рисунок 1.9 – Тактовий D – тригер (а) та його УГП (б)

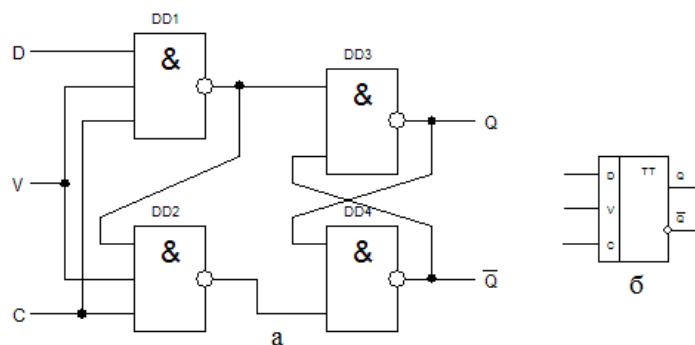


Рисунок 1.10 – Тактовий DV – тригер (а) та його УГП (б)

1.6 Аналіз схем цифрових генераторів тактових імпульсів

На базі логічних елементів цифрових пристроїв можуть бути сконструйовані різноманітні генератори імпульсів [2].

Генератор за схемою на рисунку 1.11 (використовуються елементи 2І-НІ з відкритим колектором) виробляє імпульси у широкому діапазоні частот - від одиниць герц до декількох кілогерц.

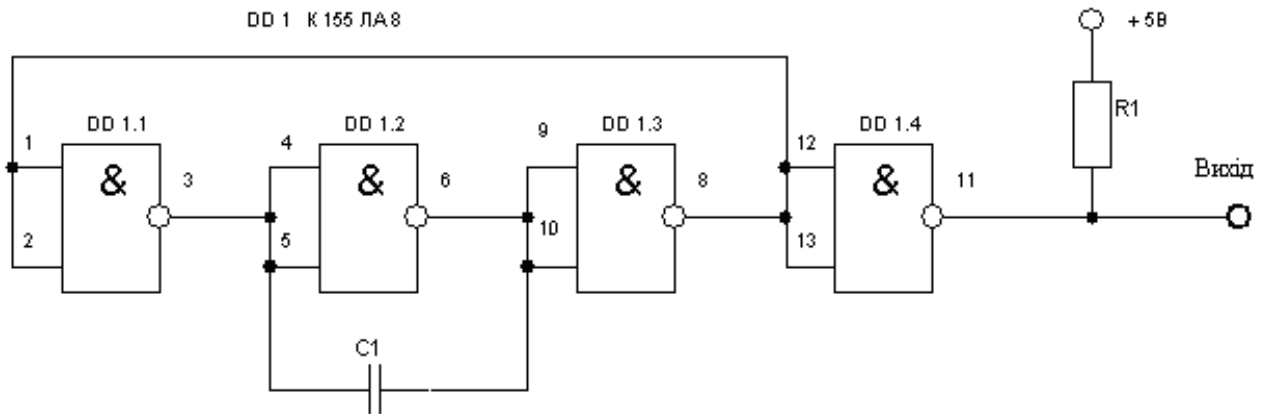


Рисунок 1.11 - Генератор імпульсів на мікросхемі K153ЛА8

Залежність частоти f (кГц) від ємності конденсатора $C1$ (пФ) виражається наближеною формулою:

$$f = 3 \times 10^5 / C1 \quad (1.1)$$

Скважність імпульсної напруги практично дорівнює 2. При зниженні напруги джерела живлення на 0,5 В частота імпульсів, що генеруються, зменшується на 20%.

У генераторі за схемою на рисунку 1.12 тривалість імпульсів можна регулювати змінним резистором $R2$ (скважність змінюється від 1,5 до 3), а частоту - резистором $R1$ [1]. Наприклад, в генераторі з $C1 = 0,1$ мкФ при виключенні резистора $R2$ лише резистором $R1$ частоту імпульсів, які генеруються, можна змінювати від 8 до 125 кГц. Для здобуття іншого діапазону частот необхідно змінити ємність конденсатора $C1$ [1].

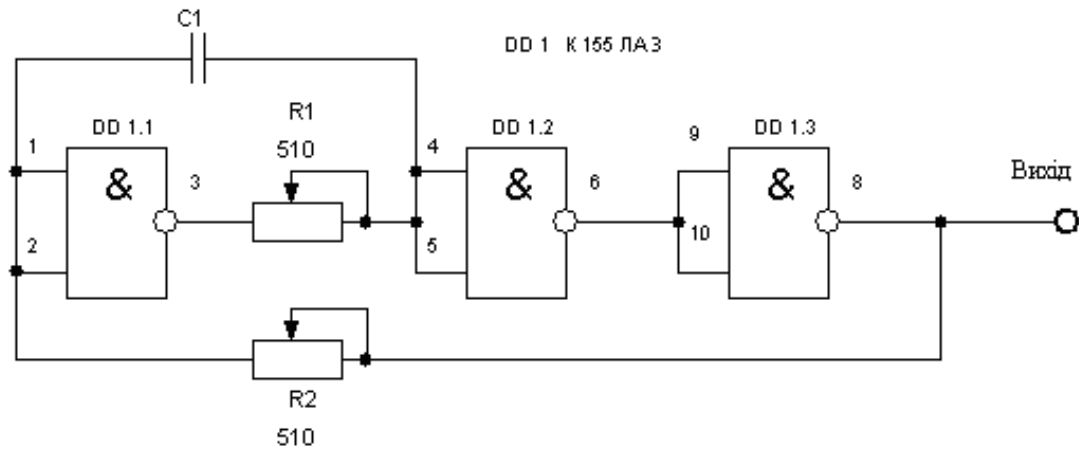


Рисунок 1.12 – Генератор імпульсів з регульованою тривалістю

Широка зміна частоти імпульсів (близько 50 тисяч разів), які генеруються, забезпечує пристрій, зібраний за схемою на рисунку 1.13 [1]. Мінімальна частота імпульсів тут близько 0,25 Гц.

Тривалість імпульсів регулюють резистором R1. Частоту дотримання можна визначити по формулі [2]:

$$f = \frac{1}{2C1 \cdot R1} \quad (1.2)$$

$$R1 = \frac{1}{2f \cdot C1}$$

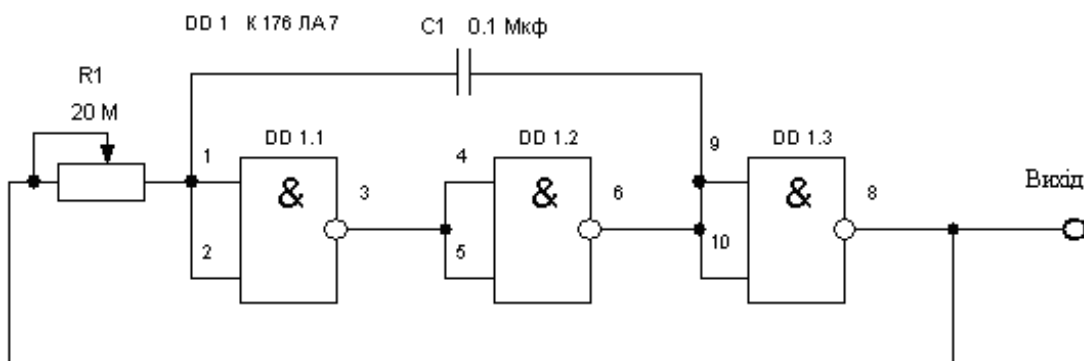


Рисунок 1.13 – Генератор імпульсів з регульованою тривалістю

При реалізації цифрових пристроїв різного призначення часто необхідно сформувані короткі імпульси по фронтах вхідного сигналу. Зокрема, такі імпульси використовують для скидання лічильників, як імпульси синхронізації, при записі інформації в регістри і так далі. На рисунку 1.14 представле-

ні схема і часові діаграми формувача коротких негативних імпульсів по позитивному перепаду напруги на його вході.

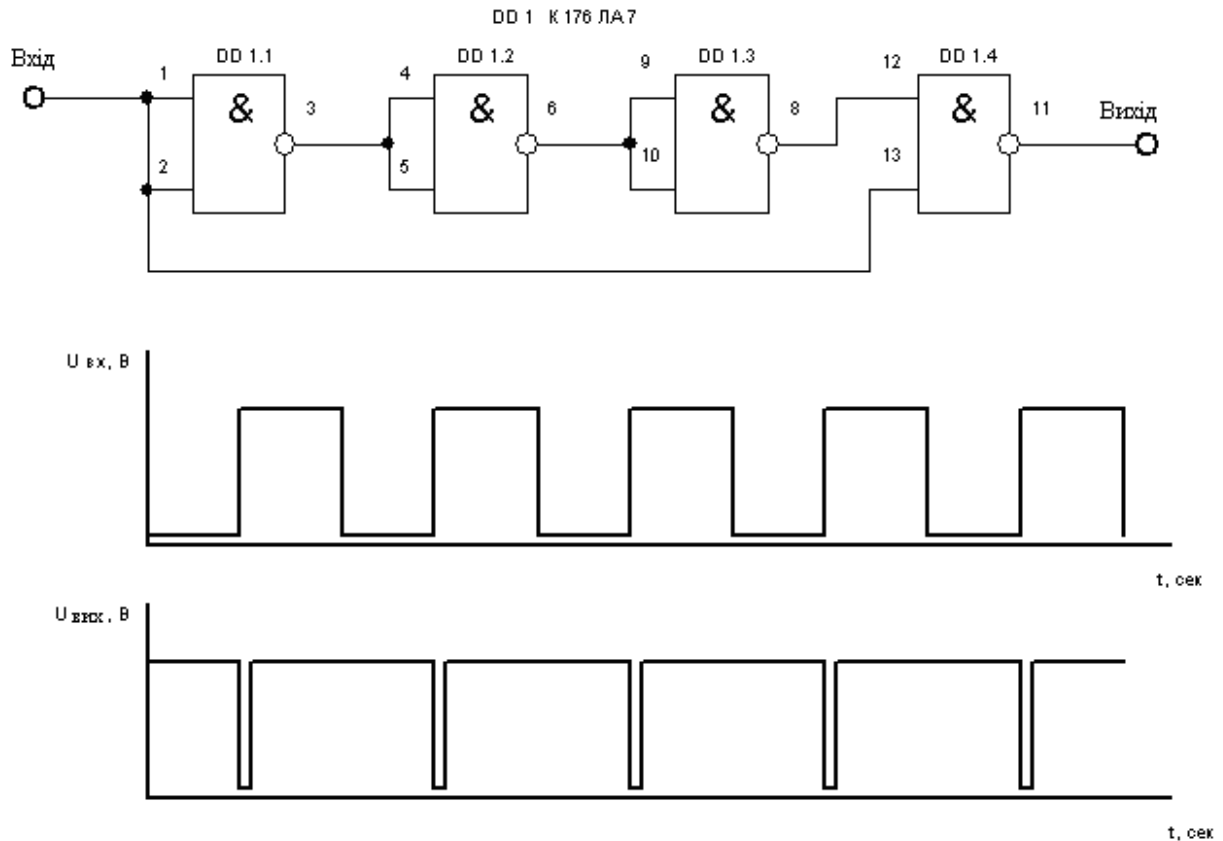


Рисунок 1.14 – Формувач імпульсів по фронту вхідного сигналу

При зміні напруги $U_{вх}$ від низького рівня до високого цей перепад без затримки поступає на вхід 13 елементу DD1.4. В той же час на вході 12 елементу DD1.4 напруга високого рівня зберігається протягом часу поширення сигналу через елементи DD1.1 – DD1.3 (близько 75 нс). В результаті протягом цього часу на виході пристрою зберігається напруга низького рівня. Потім на вході 12 встановлюється напруга низького рівня, а на виході пристрою – високого. Таким чином, формується короткий негативний імпульс, фронт якого збігається з фронтом вхідної напруги. Аби такий пристрій використовувати для формування негативного імпульсу по зрізу вхідного сигналу, його треба доповнити ще одним інвертором.

1.7 Пристрої відображення цифрової 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.

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.

Одиничний напівпровідниковий знаковосинтезуючий 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 небажачиме і знаходиться в інфрачервоній частині спектру.

Напівпровідникові знаковосинтезуючі 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.

У простому випадку одиничний напівпровідниковий знакосинтезуючий індикатор є плоским р-п переходом з омичними контактами (рис. 1.15). Проте така конструкція недостатньо ефективна із-за внутрішнього віддзеркалення світла, що генерується, на кордоні напівпровідник - повітря.

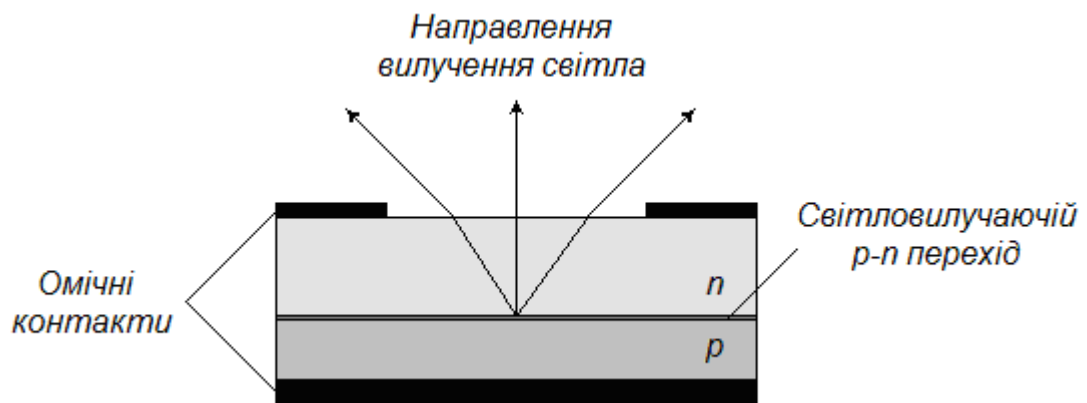


Рисунок 1.15 – Конструкція напівпровідникового знакосинтезуючого індикатора з плоским р-п переходом

Для зменшення віддзеркалення на поверхні напівпровідника формують напівсферичне покриття з прозорого матеріалу, коефіцієнт заломлення якого має проміжне значення між коефіцієнтами заломлення повітря і кристала (рис. 1.16).

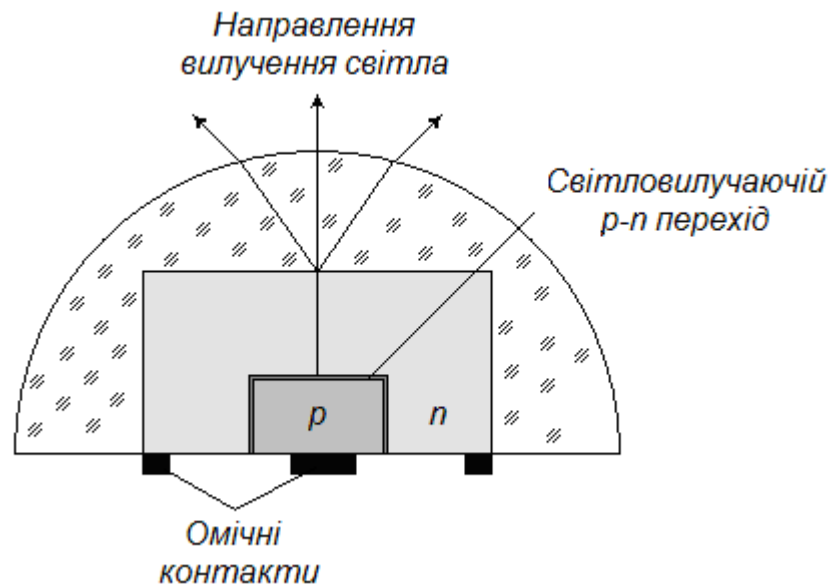


Рисунок 1.16 – Конструкція напівпровідникового знакосинтезуючого індикатора з напівсферичним покриттям

Ефективні конструкції одиничних напівпровідникових знакосинтезуючих індикаторів, в яких n -область p - n переходу має форму напівсфери (рис. 1.17). У такій конструкції промені світла, що генерується, підходять до розділу напівпровідник-повітря практично перпендикулярно, що різко знижує втрати на внутрішнє віддзеркалення.

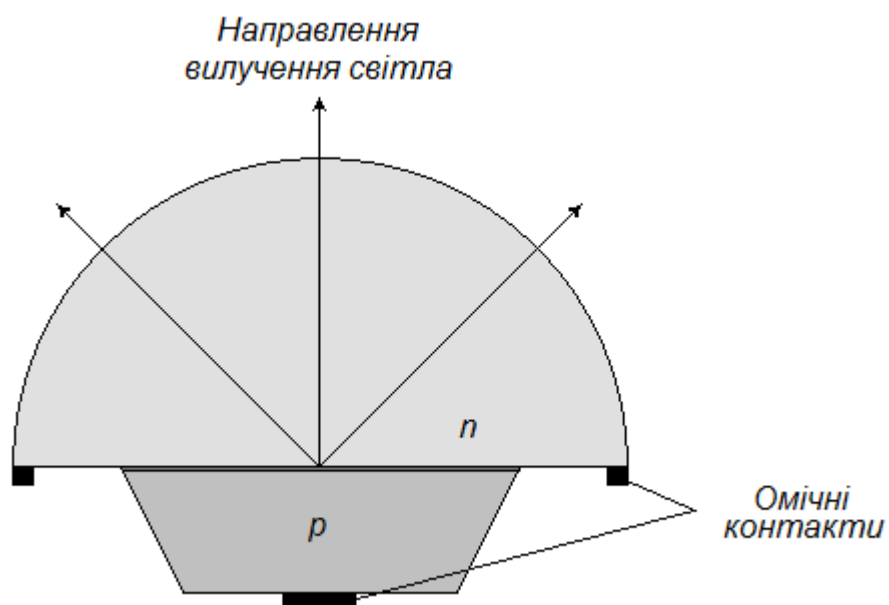


Рисунок 1.17 – Конструкція напівпровідникового знакосинтезуючого індикатора з напівсферичною n -областю

Розміри випромінюючих поверхонь одиничних напівпровідникових знаковитезуючих індикаторів малі, тому для збільшення розмірів зображення в конструкціях індикаторів використовуються лінзи, рефлектори і інші пристрої, що збільшують видимий розмір поверхні, що світиться.

Кристал одиничного напівпровідникового знаковитезуючого індикатора з керованим кольором свічення має два р-п переходу. Один з них випромінює червоне світло, інший випромінює зелене світло. При включенні одного з р-п переходів діод випромінює червоне або зелене світло, а при включенні обоє р-п переходів завдяки оптичній прозорості фосфіду галію можна отримати жовтий або помаранчевий колір свічення залежно від співвідношення струмів через р-п переходи.

Одиничні напівпровідникові знаковитезуючі індикатори володіють досить високою швидкістю, проте для пристроїв відображення, в яких вони зазвичай використовуються, часові параметри не являються критичними.

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.

На робочому полі може одночасно відображатися одне знакомісце (однорозрядний індикатор) або декілька знакомісць (багаторозрядний).

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. 1.18).

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

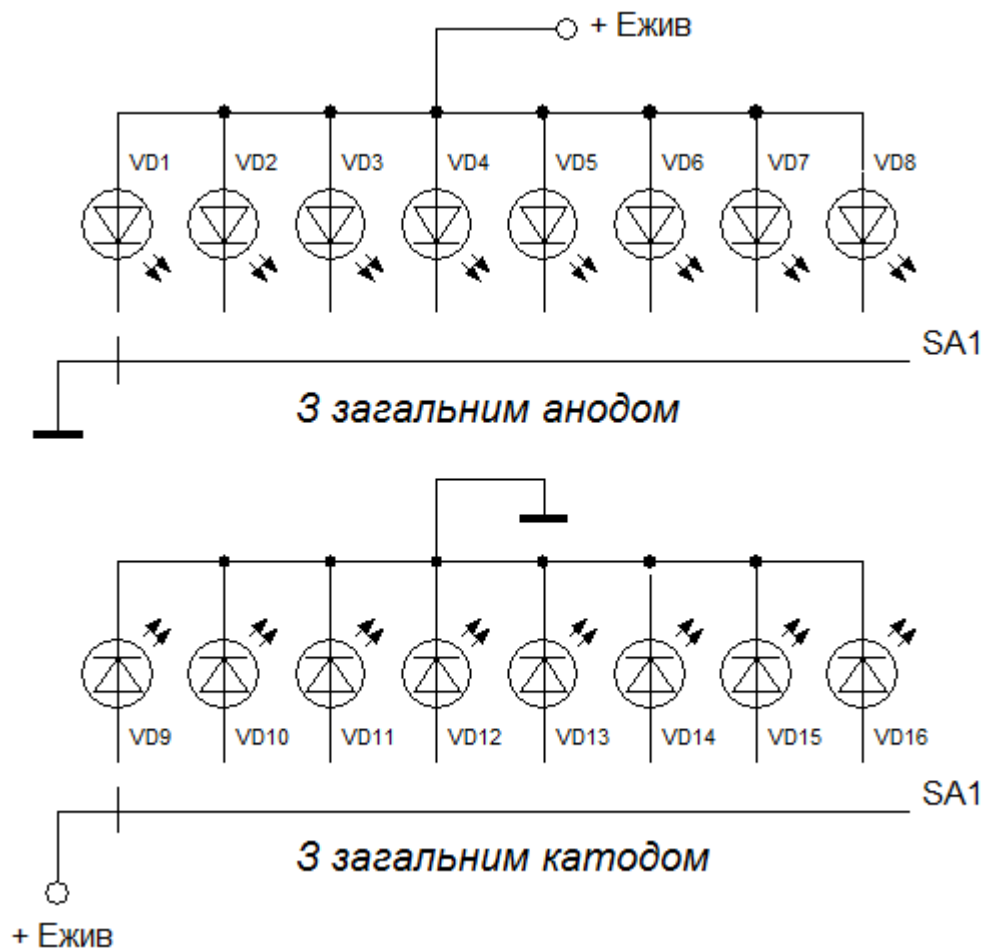


Рисунок 1.18 – Семисегментний світлодіодний індикатор

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 катоди потрібних діодів подається потенціал землі. Вибрані діоди запалюються за рахунок прямого струму, що протікає скрізь них. Катоди 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.

Метою роботи являється – розробка та розрахунок вузлів пристрою декодування символної інформації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- розробити пристрій вводу символної інформації;
- розробити схему декодування введеної інформації з буферним регістром;
- розробити пристрій відображення отриманої інформації.

2 Розробка пристрою декодування символної інформації

2.1 Кодуючий пристрій за принципом функціонування перцептрона

Робота пристрою заснована за принципом функціонування перцептрона – математичній, комп'ютерній або логічній моделі сприйняття інформації [5].

Пристрій розпізнає цифри від 0 до 9, що закодовані в сітці символу, представленого на рисунку 2.1.

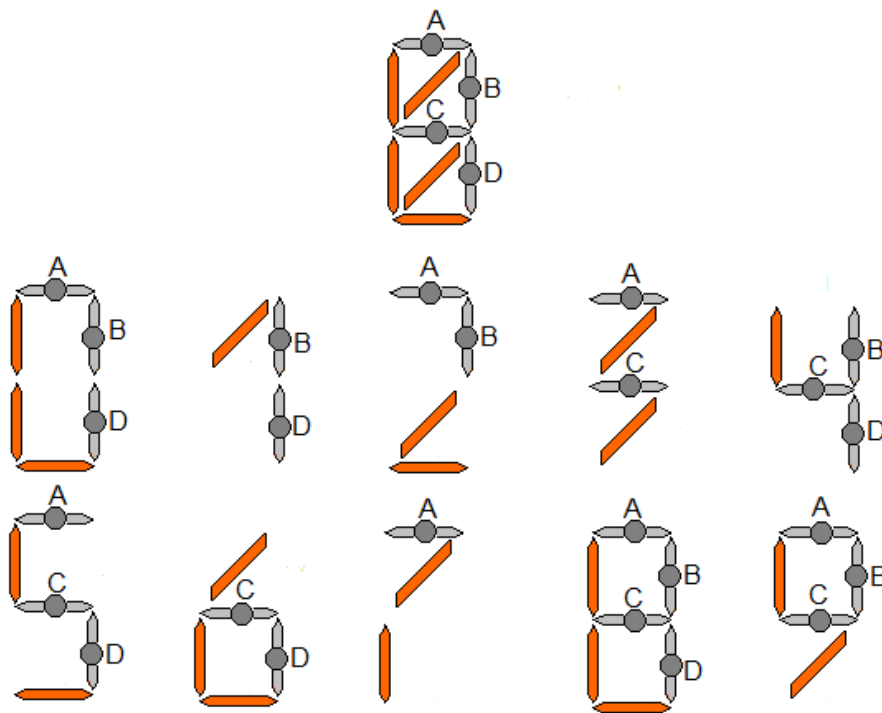


Рисунок 2.1 – Закодовані фрагменти цифр від 0 до 9 в сітці символу

Закодована інформація може бути отримана з різноманітних датчиків.

Перетворення інформації у двійковий код здійснюється у відповідності з таблицею 1.1. Аналіз таблиці показує, що символи цифр від 0 до 9, у наборі з $n = 2^4 = 16$ позицій, мають свій фіксований двійковий код. Останні шість

позицій набору невизначені і можуть бути використані для довизначення функцій. Зняття інформації виконується з датчиків розташованих в сітці [6].

Декодування інформації виконується у відповідності з таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 – Таблиця декодування інформації

A	B	C	D	X
1	1	0	1	0
0	1	0	1	1
1	1	0	0	2
1	0	1	0	3
0	1	1	1	4
1	0	1	1	5
0	0	1	1	6
1	0	0	0	7
1	1	1	1	8
1	1	1	0	9

Згідно з таблицею функціонування система рівнянь декодування інформації:

$$X_0 = A\bar{B}\bar{C}D;$$

$$X_1 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D;$$

$$X_2 = A\bar{B}\bar{C}\bar{D};$$

$$X_3 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D};$$

$$X_4 = \bar{A}BCD;$$

$$X_5 = A\bar{B}CD;$$

$$X_6 = \bar{A}\bar{B}CD;$$

$$X_7 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D};$$

$$X_8 = ABCD;$$

$$X_9 = ABC\bar{D}.$$

Таблиця 2.2 – Таблиця функціонування шифратора

X	Y4	Y3	Y2	Y1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Згідно таблицею функціонування побудуємо рівняння функціонування шифратора.

$$Y1=X1+X3+X5+X7+X9;$$

$$Y2=X2+X3+X6+X7;$$

$$Y3=X4+X5+X6+X7;$$

$$Y4=X8+X9.$$

Згідно з рівняннями структурна схема функціонування перетворювача кодової інформації у двійковий код за принципом функціонування S, A, R елементів перцептрона представлена на рисунку 2.4.

Набори змінних, для яких функція визначена, називаються робочими, а для яких не визначена - байдужими. Значення функції, які відповідають байдужим наборам, позначатимемо в таблицях істинності і на картах Карно знаком «×». На практиці байдужими являються такі набори значень логічних змінних, які при роботі даного конкретного цифрового пристрою ніколи не реалізуються. Частково певну функцію можна зробити повністю визначеною (довизначити), приписавши байдужим наборам які-небудь значення функції.

або 0. Звичайне до визначення функції проводиться так, щоб спростити її алгебраїчні вираження і практичну реалізацію.

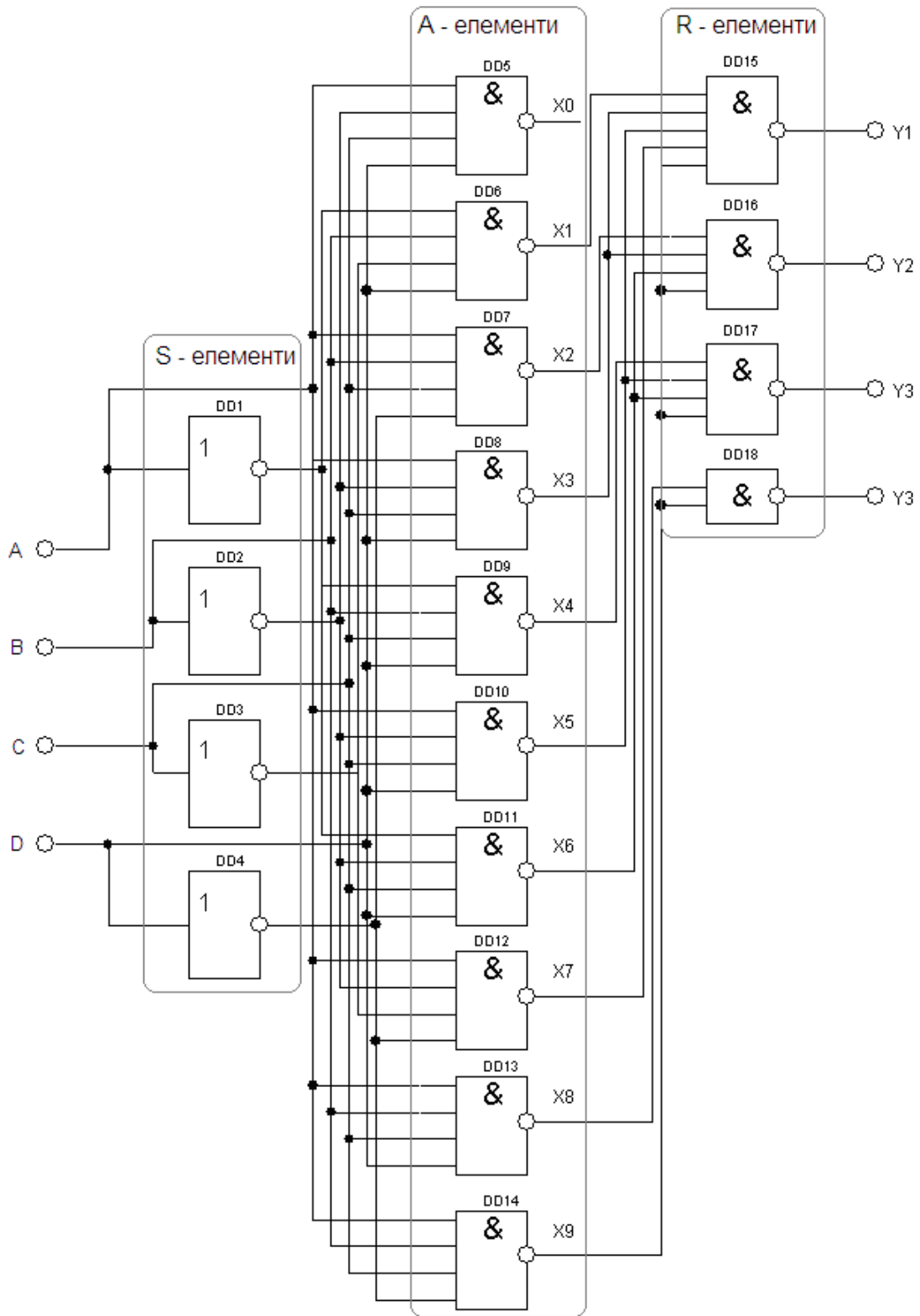


Рисунок 2.4 – Схема перетворювача кодової інформації у двійковий код за принципом функціонування S, A, R елементів персептона

2.2 Алгоритм функціонування пристрою декодування символної інформації

Функціональна схема зв'язку складових частин кодуєчого пристрою між собою представлена на рисунку 2.5.

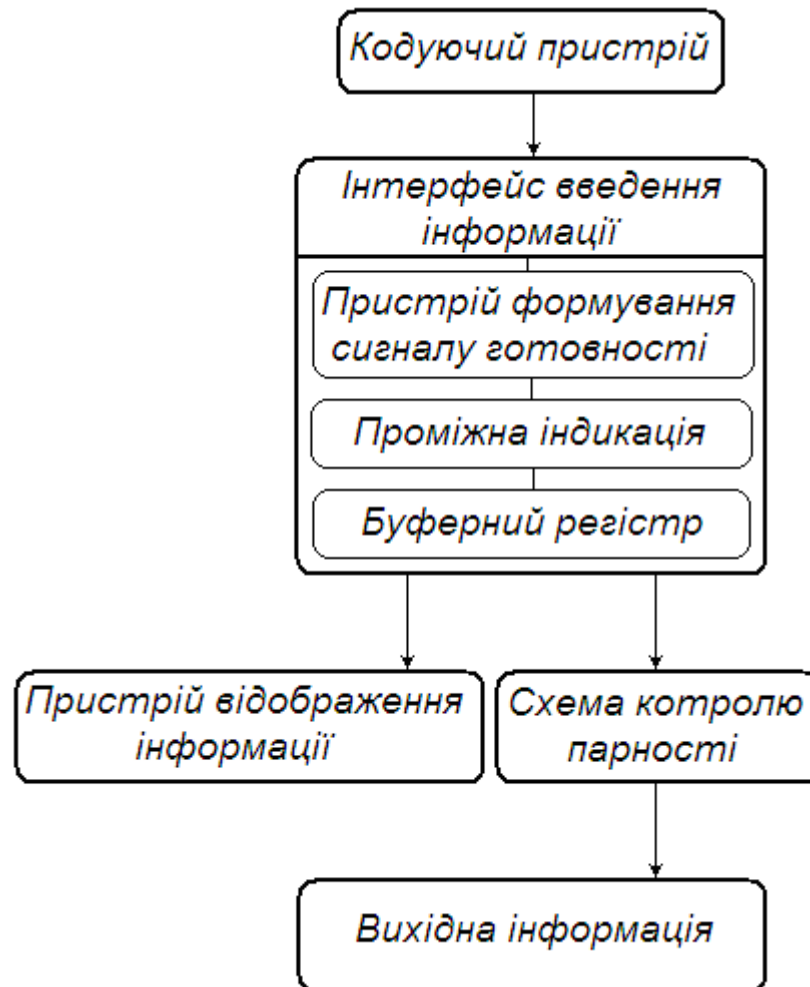


Рисунок 2.5 – Функціональна схема пристрою декодування символної інформації

Алгоритм функціонування пристрою декодування символної інформації полягає в обробці даних, які формуються в блоках: кодування сигналів, які поступають з датчиків і логічних констант, що являють собою необхідну для користувача форму представлення. Дані відображуються або виводяться для подальшої обробки або використання.

2.3 Інтерфейс введення інформації

Символьна інформація отримується з сітки символу (рис. 2.1) у вигляді чотирьохрозрядного коду ABCD и перетворюється у двійковий код F4F3F2F1 згідно з таблицею декодування (табл. 2.3) [5].

Таблиця 2.3 – Таблиця декодування інформації з сітки символу у двійковий код

Dec	A	B	C	D	F4	F3	F2	F1
0	1	1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0	1
2	1	1	0	0	0	0	1	0
3	1	0	1	0	0	0	1	1
4	0	1	1	1	0	1	0	0
5	1	0	1	1	0	1	0	1
6	0	0	1	1	0	1	1	0
7	1	0	0	0	0	1	1	1
8	1	1	1	1	1	0	0	0
9	1	1	1	0	1	0	0	1
10	—	—	—	—	×	×	×	×
11	—	—	—	—	×	×	×	×
12	—	—	—	—	×	×	×	×
13	—	—	—	—	×	×	×	×
14	—	—	—	—	×	×	×	×
15	—	—	—	—	×	×	×	×

Так як сітка символів однорозрядна, вона може відтворити тільки коди символів 0...9. Коди символів 10...15 не існують і в таблиці функціонування відповідні позиції для кодів F4F3F2F1 можна вважати як невизначені. Викор-

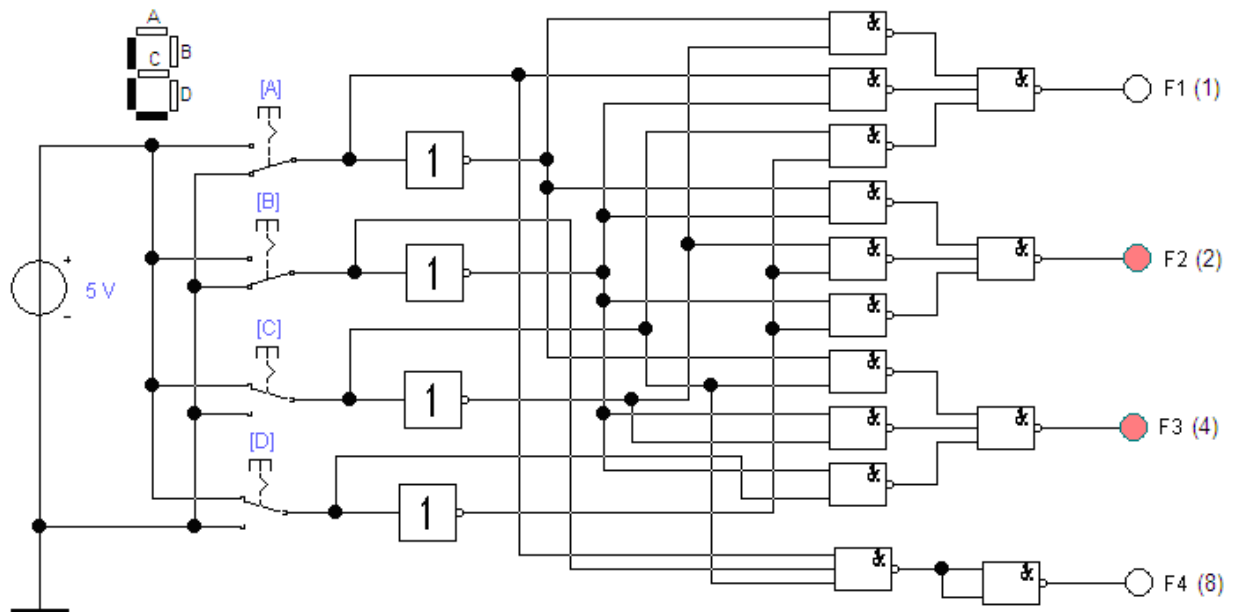


Рисунок 2.7 - Моделювання схеми декодування введеної інформації у програмному забезпеченні Electronics Workbench

Пристрій формування сигналу готовності реалізована за допомогою невизначених символічних наборів (табл. 2.3). Отримаємо рівняння функції та спросимо його за допомогою карти Карно (рис. 2.8).

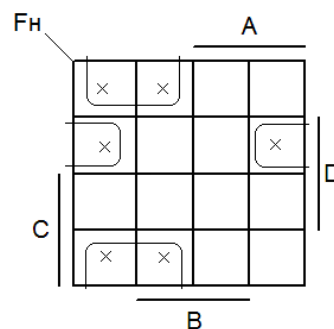


Рисунок 2.8 – Спрощення рівняння невизначених символічних наборів

Функція невизначених символічних наборів представляється рівнянням:

$$\begin{aligned}
 F_H &= \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} = \\
 &= \overline{A}\overline{D} + \overline{B}C = \overline{\overline{A}\overline{D}} + \overline{\overline{B}C} = \overline{\overline{A}\overline{D} \cdot \overline{B}C}
 \end{aligned}$$

Згідно з рівнянням невизначених символічних наборів фрагмент схеми на рисунку 2.9 реалізовано елементами DD5...DD7. При появі на входах ABCD невизначеної символічної інформації на виході елемента DD7 логічна «1» (рис. 2.9).

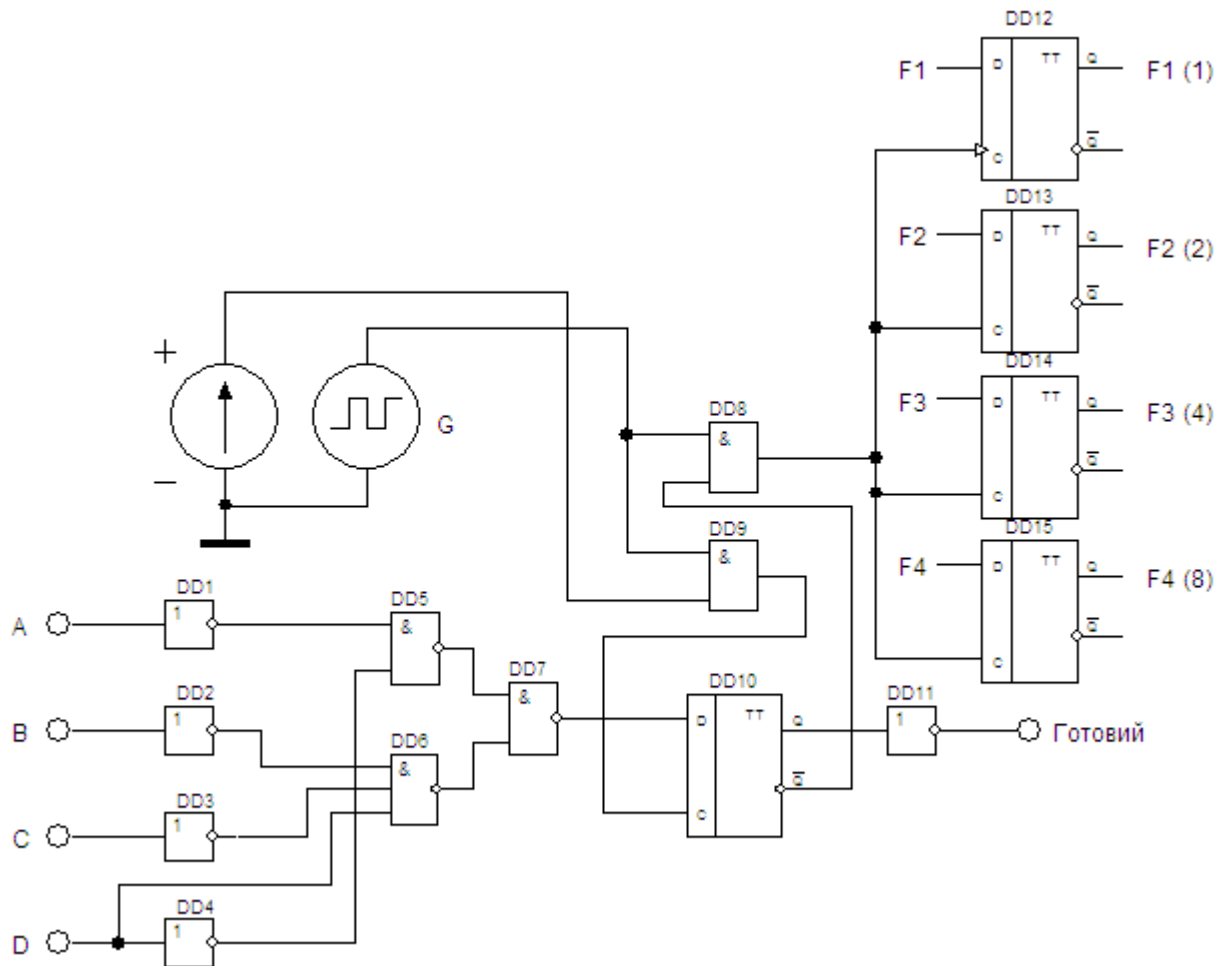


Рисунок 2.9 – Схема формування сигналу готовності та буферного регістру

Вона записується в тригер DD10 і через інвертор DD11 відсутній сигнал “Готовий”. На інверсному виводі тригера DD10 логічний «0». Він блокує проходження тактового сигналу генератора скрізь елемент DD8 на буферний регістр. На виходах елементів DD12...DD15 залишається записаною попередня інформація.

Загальна функціональна схема інтерфейсу введення інформації представлена на рисунку 2.10.

Символьна інформація з датчиків перетворюється блоком декодування DD1...DD18 у двійковий код, який записується в буферний регістр DD26...DD29. Блок формування сигналу “Готовий” включає елементи DD19...DD25, генератор тактових імпульсів G1 і коло подачі сигналу логічної «1».

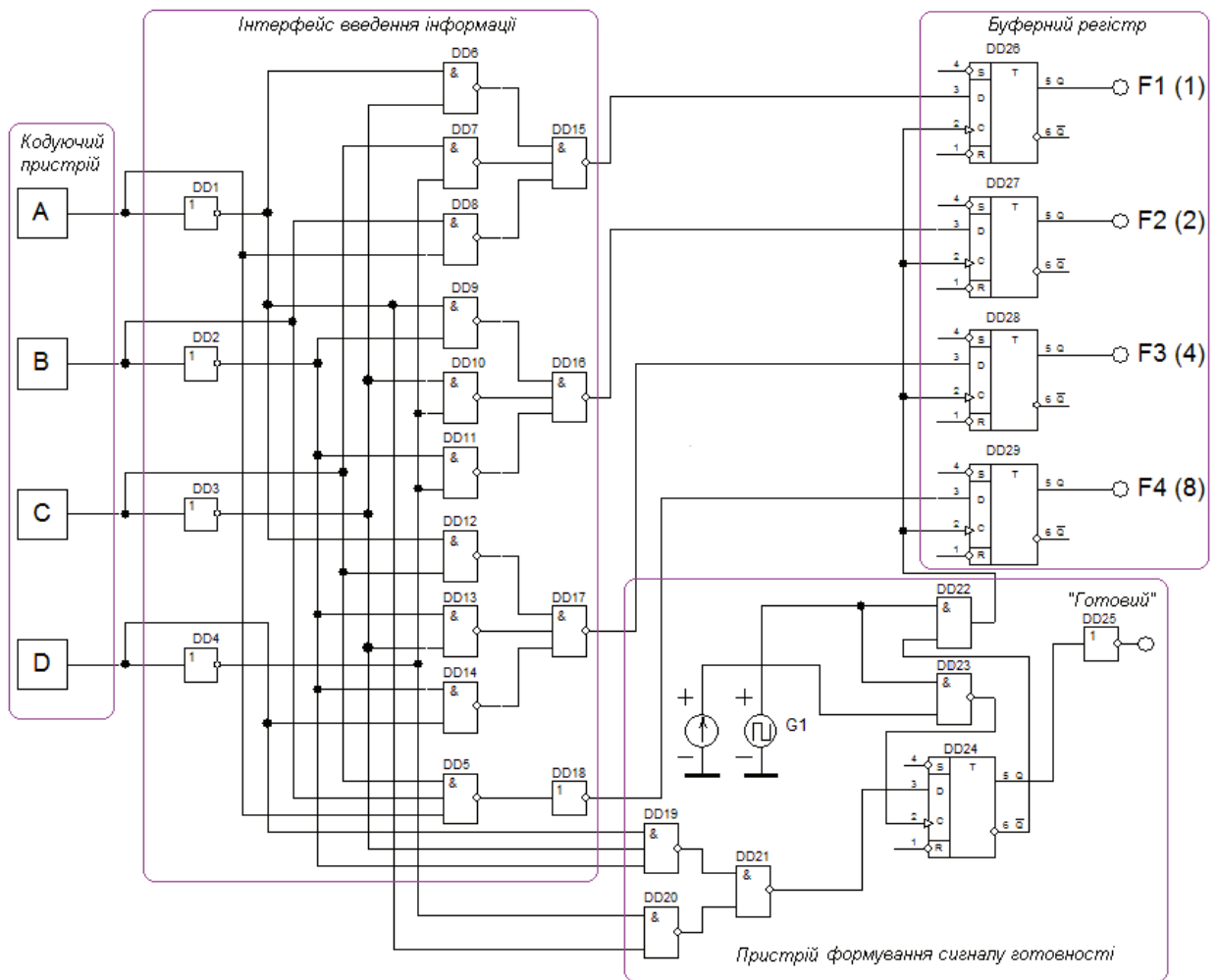


Рисунок 2.10 – Функціональна схема інтерфейсу введення інформації

При обробці символної інформації з датчиків, яка відповідає таблиці 2.3 на виході елемента DD22 логічний «0». Він записується в тригер DD24 тактовим імпульсом від генератора G1, який проходить скрізь елемент DD23 і далі після інвертора DD25 формується сигнал «Готовий». На інверсному виводі тригера DD24 логічна «1». Вона дозволяє проходження тактового сигналу генератора скрізь елемент DD22 на буферний регістр. Двійковий код символної інформації записується в елементи DD26...DD29.

Формувач сигналу готовності виконано на базі D – тригерів, тактованих генератором імпульсів. При декодуванні відповідної цифри пристрій фіксує код і формує сигнал «Готовий».

2.4 Вибір схеми генератора імпульсів

Генератор імпульсів призначений для узгодження роботи всіх вузлів пристрою, що розробляється з частотою 1 Гц [4].

Широка зміна частоти імпульсів (близько 50 тисяч разів), що генеруються, забезпечує генератор, зібраний за схемою, що представлена на рисунку 2.11. 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 (1 Гц); $R1$ – опір, Ом (20 к); $C1$ – ємність, Ф (200 мк).

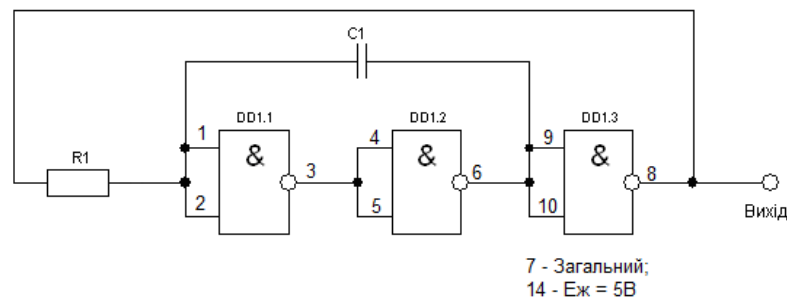


Рисунок 2.11 – Схема генератора імпульсів

Для побудови схеми використаємо мікросхему К555ЛА3 (рис. 2.12).

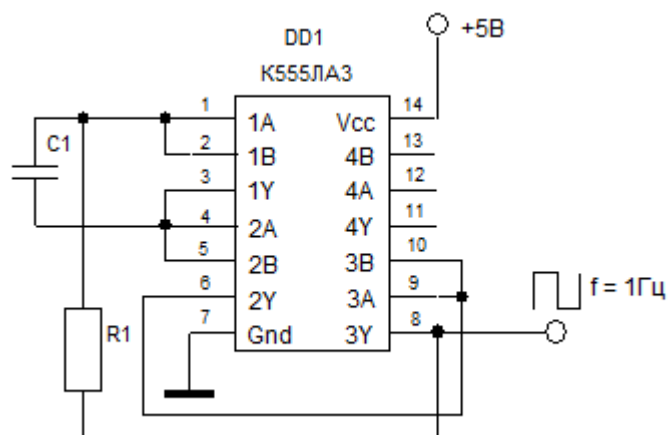


Рисунок 2.12 – Генератор імпульсів з частотою 1 Гц

2.5 Пристрій відображення інформації

Розрахуємо перетворювач двійкового коду в код управління семисегментним світлодіодним індикатором [4]. Такий перетворювач повинен мати чотири входи, оскільки для кодування десяткових цифр від 0 до 9 вистачає чотири двійкових розряди, і сім виходів, по одинці на кожен сегмент (рис. 2.13).

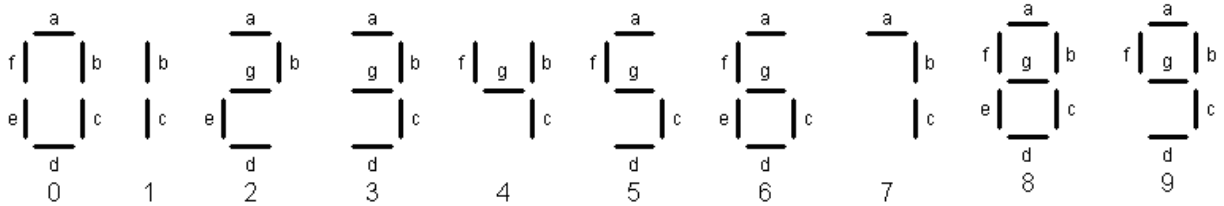


Рисунок 2.13 – Представлення цифр на семисегментному індикаторі

З таблиці істинності перетворювача коду (табл. 2.4) видно, що, наприклад, в цифрі 0 повинні світитися всі сегменти за винятком сегменту g, в цифрі 1 світяться лише два сегменти b і c і т. д. Вагові коефіцієнти двійкових розрядів дорівнюють $(8421)_2$. Нулі проставлені для тих цифр, в яких сегмент не світиться.

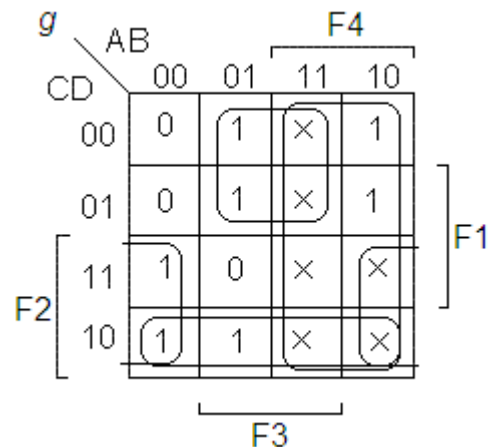
Таблиця 2.4 – Таблиця істинності перетворювача двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами

Десяткова цифра	Входи				Виходи						
	F4	F3	F2	F1	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

У зв'язку з тим що індикатор може відобразити лише цифри від 0 до 9, в логічному наборі для чотирьох змінних - для цифр від 10 до 15 - стани вихідних сигналів є неактивованими. Тому, при мінімізації функцій виходів, їх можна до визначити (вважати що позначка \times – логічна “1”), що спрощує схему перетворювача коду [4].

Вихідна функція для сегменту g:

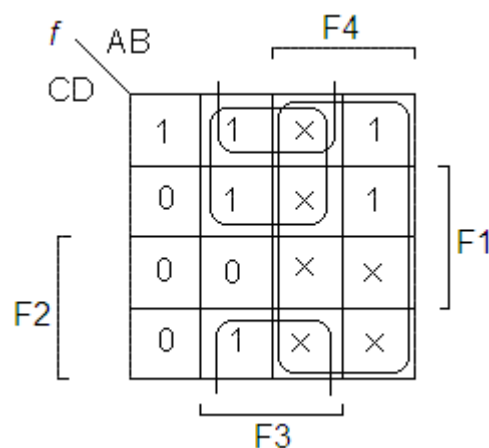
$$F_g = \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}F_1 + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2F_1 + \overline{F_4}F_3\overline{F_2}\overline{F_1} + \overline{F_4}F_3\overline{F_2}F_1 + F_4\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + F_4\overline{F_3}\overline{F_2}F_1$$



Після спрощення отримаємо: $F_g = F_4 + F_3\overline{F_2} + F_3F_2$.

Вихідна функція для сегменту f:

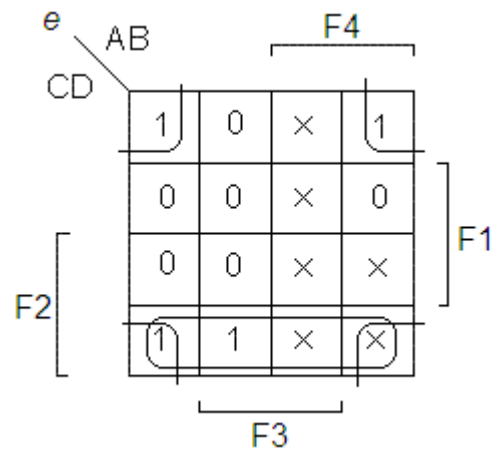
$$F_f = \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}F_1 + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2F_1 + F_4\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + F_4\overline{F_3}\overline{F_2}F_1$$



Після спрощення отримаємо: $F_f = F_4 + F_3\overline{F_2} + F_3F_1$.

Вихідна функція для сегменту e:

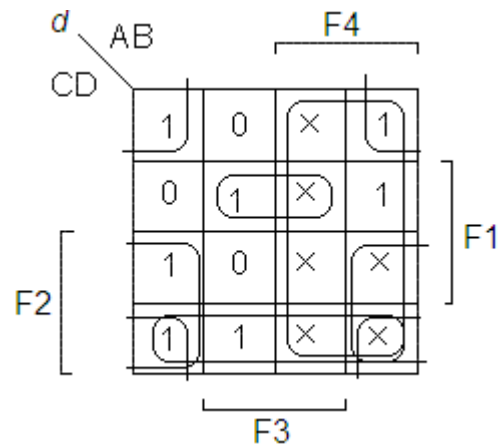
$$F_e = \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}F_1 + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2F_1$$



Після спрощення отримаємо: $F_e = F_2 \overline{F_1} + \overline{F_3} F_1$.

Вихідна функція для сегменту d:

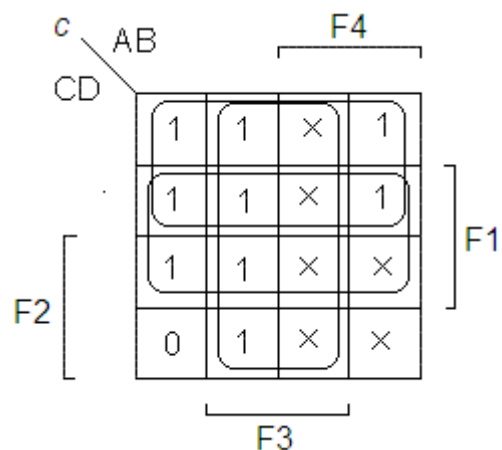
$$F_d = \overline{F_4} \overline{F_3} \overline{F_2} \overline{F_1} + \overline{F_4} \overline{F_3} \overline{F_2} F_1 + \overline{F_4} \overline{F_3} F_2 \overline{F_1} + \overline{F_4} \overline{F_3} F_2 F_1 + \overline{F_4} F_3 \overline{F_2} \overline{F_1} + \overline{F_4} F_3 \overline{F_2} F_1 + \overline{F_4} F_3 F_2 \overline{F_1} + \overline{F_4} F_3 F_2 F_1$$



Після спрощення отримаємо: $F_d = F_4 + \overline{F_3} F_2 + \overline{F_3} F_1 + F_2 \overline{F_1} + F_3 \overline{F_2} F_1$

Вихідна функція для сегменту c:

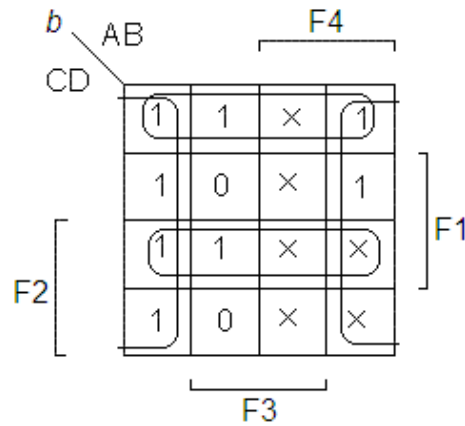
$$F_c = \overline{F_4} \overline{F_3} \overline{F_2} \overline{F_1} + \overline{F_4} \overline{F_3} \overline{F_2} F_1 + \overline{F_4} \overline{F_3} F_2 \overline{F_1} + \overline{F_4} \overline{F_3} F_2 F_1 + \overline{F_4} F_3 \overline{F_2} \overline{F_1} + \overline{F_4} F_3 \overline{F_2} F_1 + \overline{F_4} F_3 F_2 \overline{F_1} + \overline{F_4} F_3 F_2 F_1$$



Після спрощення отримаємо: $F_c = F_3 + \overline{F_2} + F_1$

Вихідна функція для сегменту b:

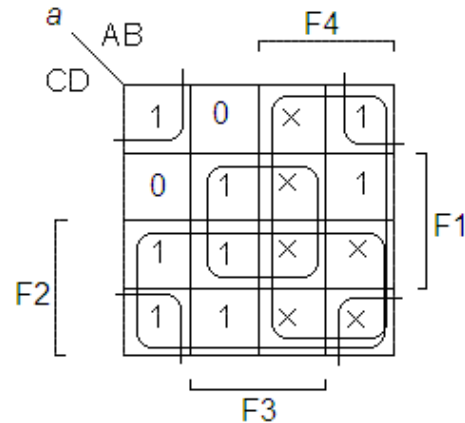
$$F_b = \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}F_1 + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2F_1 + \overline{F_4}F_3\overline{F_2}\overline{F_1} + \overline{F_4}F_3\overline{F_2}F_1 + F_4\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + F_4\overline{F_3}\overline{F_2}F_1$$



Після спрощення отримаємо: $F_b = \overline{F_3} + F_2F_1 + \overline{F_2}\overline{F_1}$

Вихідна функція для сегменту a:

$$F_a = \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}\overline{F_2}F_1 + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2\overline{F_1} + \overline{F_4}\overline{F_3}F_2F_1 + \overline{F_4}F_3\overline{F_2}\overline{F_1} + \overline{F_4}F_3\overline{F_2}F_1 + F_4\overline{F_3}\overline{F_2}\overline{F_1} + F_4\overline{F_3}\overline{F_2}F_1$$



Після спрощення отримаємо: $F_a = F_2 + F_4 + F_3F_1 + \overline{F_3}\overline{F_1}$

Проведемо моделювання перетворювача двійкового коду у код семисегментного індикатора в програмному забезпеченні Electronics Workbench (рис. 2.14). Діаграма функціонування показує правильність функціонування перетворювача кодів (рис. 2.15).

Схема електрична принципова перетворювача двійково-десятькового коду чисел в коди семисегментних індикаторів може бути виконана на мікросхемах ТТЛ логіки.

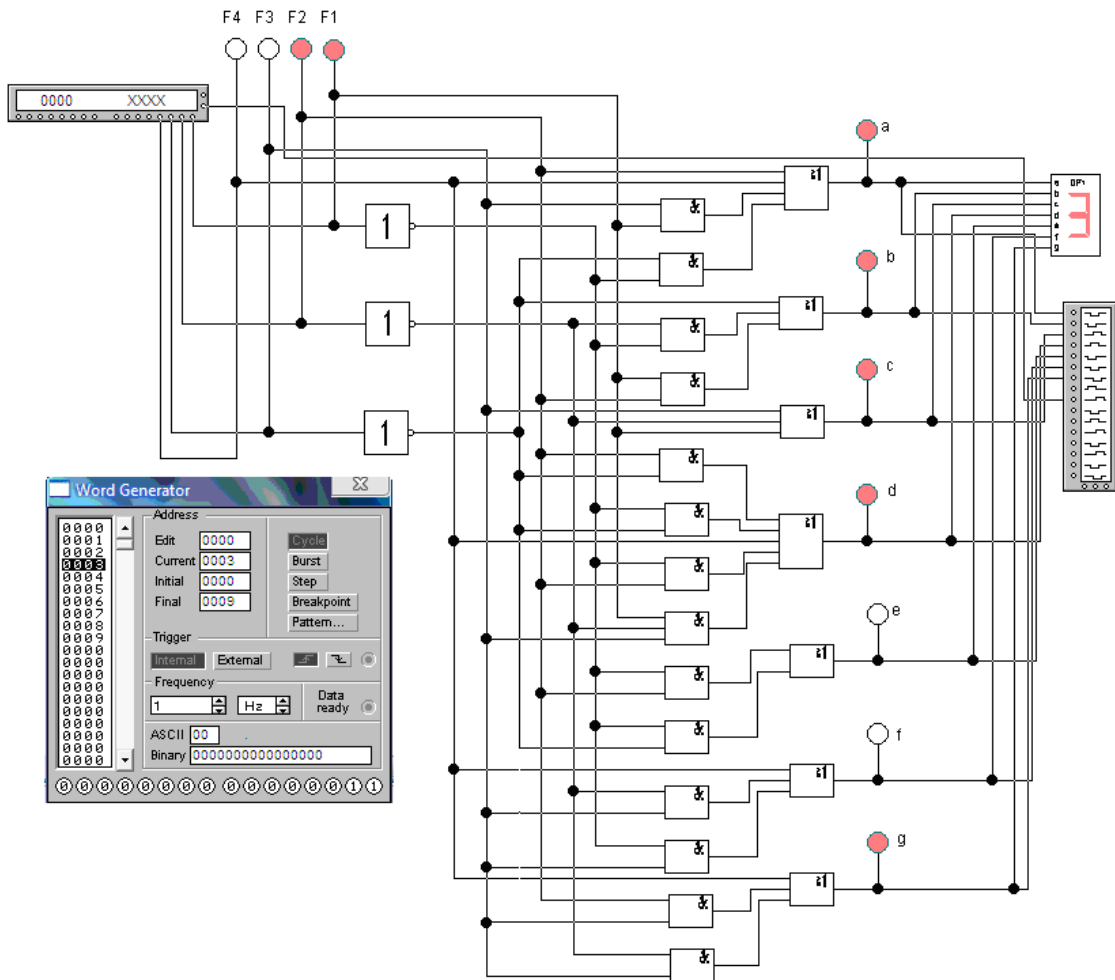


Рисунок 2.14 - Моделювання перетворювача двійкового коду у код семисегментного індикатора

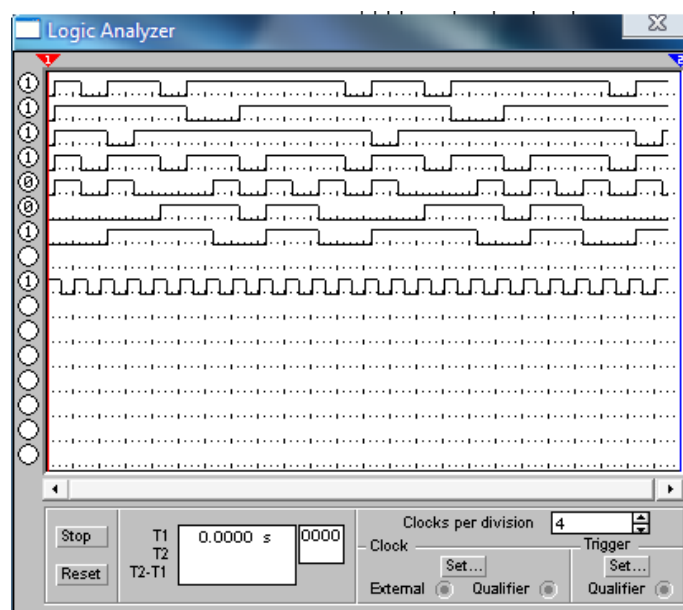


Рисунок 2.15 – Діаграма функціонування перетворювача кодів

Мікросхема 7447РС являє собою перетворювач логічних сигналів з двійкового коду 8-4-2-1 в код семисегментного індикатора з загальним анодом (рис. 2.16) [5].

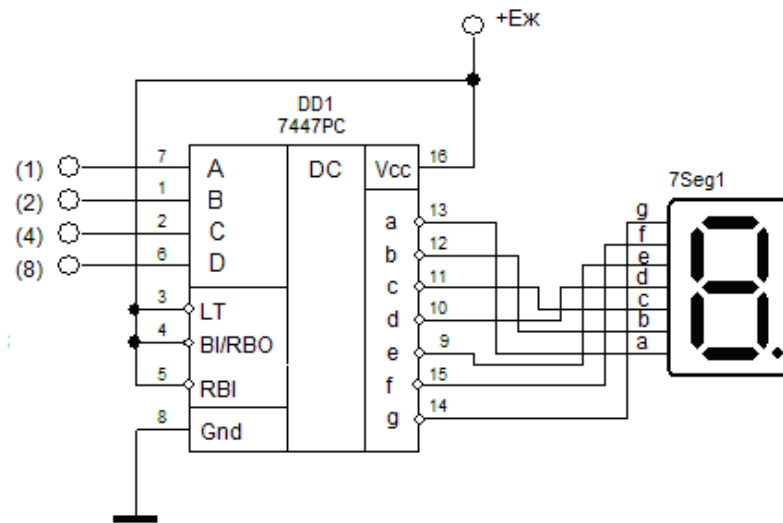


Рисунок 2.16 – Схема перетворення двійкового коду 8-4-2-1 в код семисегментного індикатора на мікросхемі 7447РС

Мікросхема має виходи з відкритим колектором і підвищеною навантаженою здатністю. Призначення виводів представлено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Призначення виводів мікросхеми 7447РС

№ вивода	Призначення
1	Вхід з ваговим значенням розряду (2)
2	Вхід з ваговим 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 ваговим значенням розряду (8)
7	Вхід з ваговим 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)

Схема знаходиться в працездатному стані, коли на виводі управління VI/RBO присутній високий рівень. Для перевірка робоздатності мікросхеми на вивід LT подається низький рівень сигналу. При цьому на усіх виходах з'являється логічний 0. Складемо таблицю функціонування перетворювача двійкового коду 8-4-2-1 в код семисегментного індикатора на мікросхемі 7447РС (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Таблиця функціонування перетворювача двійкового коду 8-4-2-1 в код семисегментного індикатора

№	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
6	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
10	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
11	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
12	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
13	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
14	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Проведемо аналіз функціонування перетворювача в програмному забезпеченні Electronics Workbench (рис. 2.17).

Активний рівень сигналу на виходах мікросхеми 7447 логічний 0, так як схема з відкритим колектором. В програмному забезпеченні Electronics Workbench використовується семисегментний індикатор з загальним катодом, тому виходи мікросхеми (OA OB OC OD OE OF OG) необхідно інвертувати.

Для відображення інформації отриманого двійково-десятькового коду необхідно включити в схему світлодіодний індикатор.

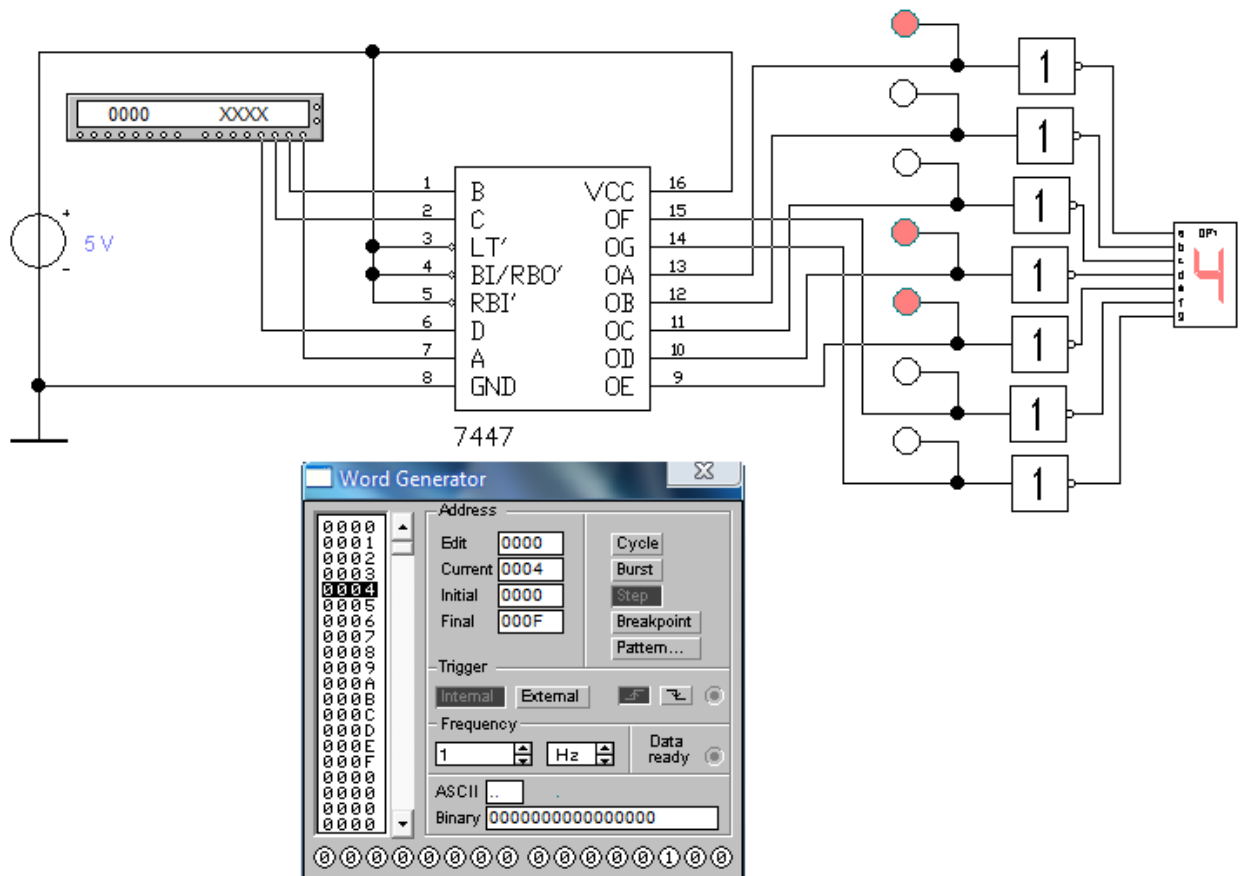


Рисунок 2.17 - Аналіз функціонування перетворювача двійкового коду 8-4-2-1 в код семисегментного індикатора

2.6 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 [4]. Для чотирьохрозрядного двійкового числа таблиця станів схеми контролю парності представлена в таблиці 2.7.

Згідно з таблицею рівняння функціонування має тупикову форму, що підтверджує карта Карно (рис. 2.18). Рішення рівняння з метою спрощення можливе розрахунковим способом.

Таблиця 2.7 – Таблиця станів схеми контролю парності

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

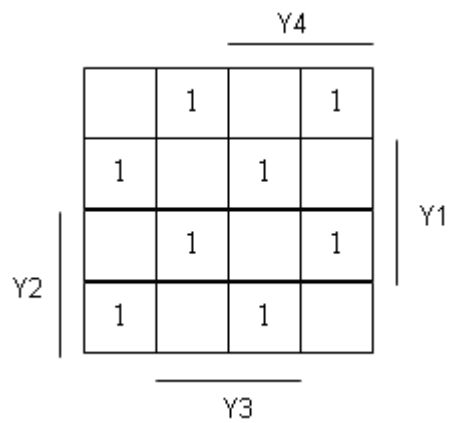


Рисунок 2.18 – Карта Карно схеми контролю парності

Рівняння функціонування:

$$\begin{aligned}
 P &= \overline{Y_4} \overline{Y_3} \overline{Y_2} Y_1 + \overline{Y_4} \overline{Y_3} Y_2 \overline{Y_1} + \overline{Y_4} Y_3 \overline{Y_2} \overline{Y_1} + \overline{Y_4} Y_3 Y_2 Y_1 + Y_4 \overline{Y_3} \overline{Y_2} \overline{Y_1} + Y_4 \overline{Y_3} Y_2 Y_1 + \\
 &+ Y_4 Y_3 \overline{Y_2} Y_1 + Y_4 Y_3 Y_2 \overline{Y_1} = \overline{Y_4} \overline{Y_3} (\overline{Y_2} Y_1 + Y_2 \overline{Y_1}) + \overline{Y_4} \overline{Y_3} (Y_2 Y_1 + Y_2 \overline{Y_1}) + \\
 &+ Y_4 \overline{Y_3} (\overline{Y_2} Y_1 + Y_2 \overline{Y_1}) + Y_4 Y_3 (\overline{Y_2} Y_1 + Y_2 \overline{Y_1}) = \overline{Y_4} \overline{Y_3} (Y_2 \oplus Y_1) + \overline{Y_4} \overline{Y_3} (\overline{Y_2 \oplus Y_1}) + \\
 &+ Y_4 \overline{Y_3} (\overline{Y_2 \oplus Y_1}) + Y_4 Y_3 (Y_2 \oplus Y_1) = (Y_2 \oplus Y_1) (\overline{Y_4 \oplus Y_3}) + (\overline{Y_2 \oplus Y_1}) (Y_4 \oplus Y_3) = \\
 &= (Y_2 \oplus Y_1) \oplus (Y_4 \oplus Y_3)
 \end{aligned}$$

Схемна реалізація і умовне позначення приведені на рисунку 2.19.

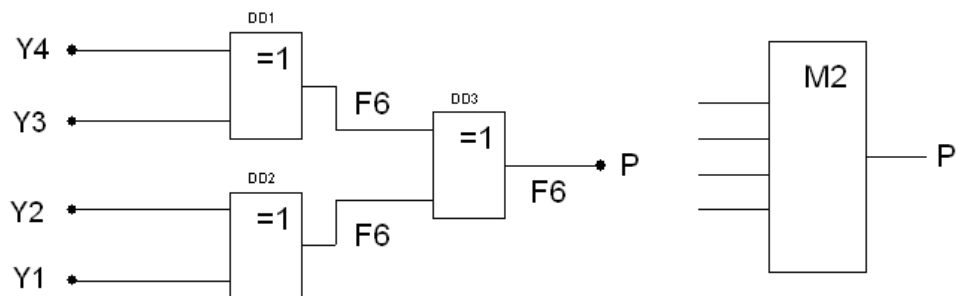


Рисунок 2.19 – Схема контролю парності

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

По 4-дротяній лінії зв'язку (рис. 2.10) передається паралельний двійковий код $Y_4 Y_3 Y_2 Y_1$, а приймається код $X_4' X_3' X_2' X_1'$ [4].

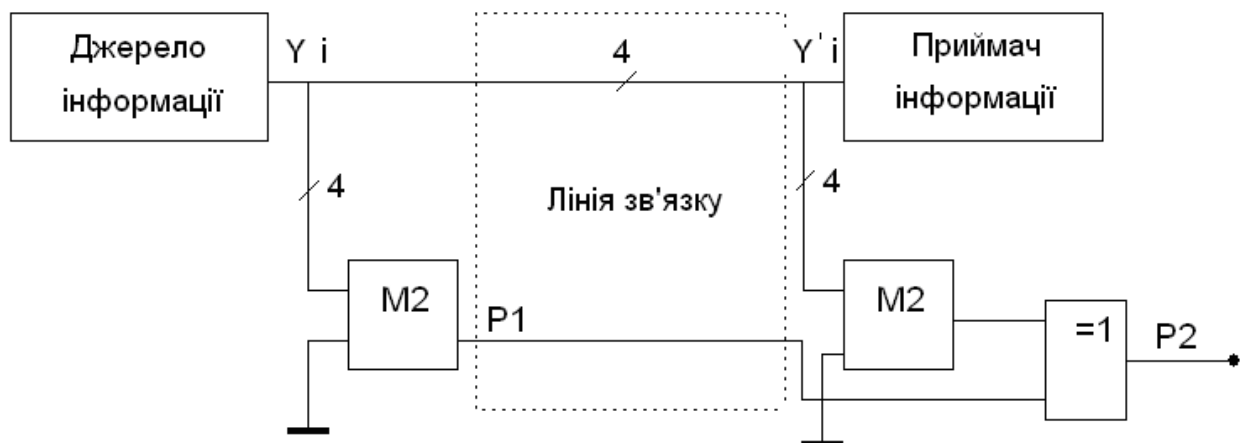


Рисунок 2.20 – Контроль передачі двійкового паралельного коду

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, отримаємо: $P2 = (Y4 \oplus Y4') \oplus (Y3 \oplus Y3') \oplus (Y2 \oplus Y2') \oplus (Y1 \oplus Y1')$. 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 $P2 = 1$. Аналіз функціонування схеми контролю парності представлено на рисунку 2.21.

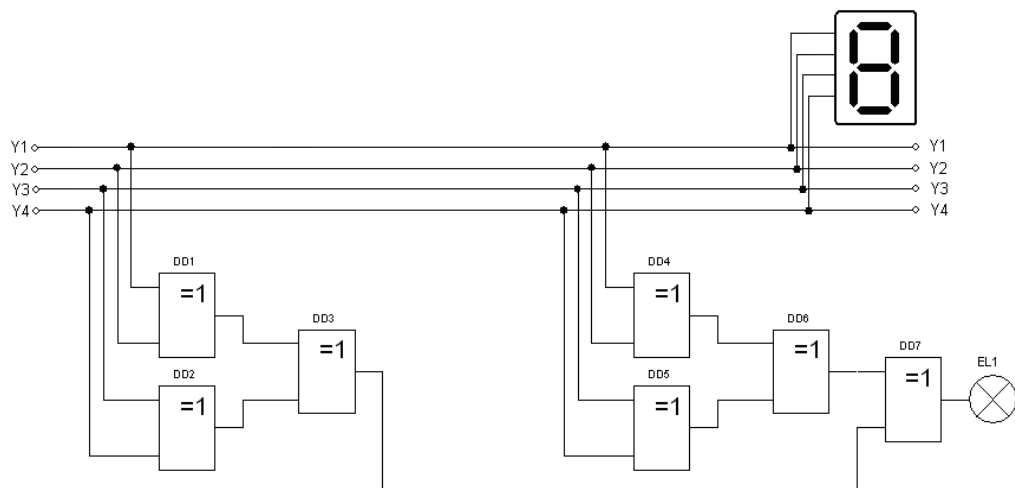


Рисунок 2.21 – Аналіз функціонування схеми контролю парності

2.7 Загальна схема пристрою декодування символної інформації

Розраховані схемні елементи пристрою декодування символної інформації відповідають заданим функціональною схемою умовам. Загальна схема розрахованого пристрою представлена на рисунку 2.22.

Пристрій декодування символної інформації зібрано на 13 мікросхемах ТТЛШ логіки, що відповідає поставленому завданню по напрузі живлення, споживній потужності, часу спрацювання [6].

Пристрій кодується інформацією з фотодіодних датчиків VD1...VD4. Інформація декодується у двійковий код F4F3F2F1 елементами DD1...DD5. При цьому спрацьовує блок формування сигналу «Готовий» (індикатор VD5).

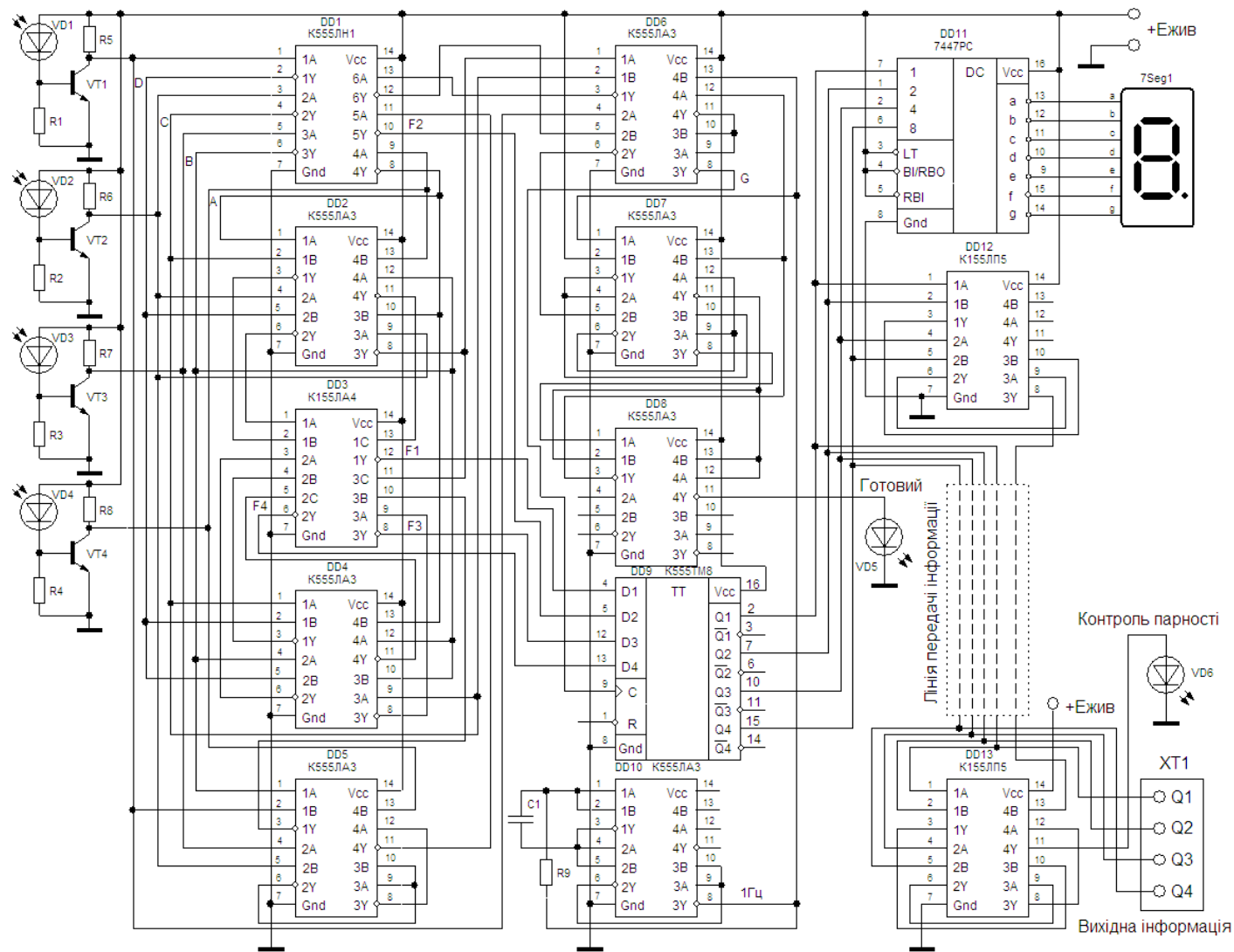


Рисунок 2.22 - Загальна схема пристрою декодування символної інформації

На буферному регістрі DD9 записується декодована інформація з сітки символу. Схема формування сигналу і імпульсів управління записом в буферний регістр зібрана на мікросхемах DD6...DD8.

При відсутності символної інформації буферний регістр обнуляється.

Інформація, що отримується з запам'ятовуючого пристрою для візуального контролю, відображається на світлодіодному семисегментному індикаторі. Для подальшої обробки отримана пристроєм декодування інформація передається через «Схему контролю парності». При появі порушень в тракці передачі інформації спрацьовує схема індикації на світлодіоді VD6 передається.

Проведений аналіз схемотехнічних рішень вузлів пристрою декодування символної інформації проказує правильність функціонування, згідно з поставленим завданням.

3 Охорона праці та техногенна безпека при розробці пристрою декодування символної інформації

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Приміщення, в якому знаходиться робоче місце інженера електронщика, має такі характеристики: довжина приміщення 6.5 м; ширина приміщення 3.7 м; висота приміщення 3.5 м; число вікон 2; число робочих місць 3; освітлення природне (через бічні вікна) і загальне штучне. Загальна площа дорівнює 24.1 кв.м. Тобто на кожне робоче місце припадає по 8 кв.м., що відповідає нормам (не менше 6 кв.м.).

На рисунку 3.1 наведено план розташування робочих місць інженерів електронщиків. На робочому місці інженер електронщик піддається впливу наступних несприятливих факторів [7]:

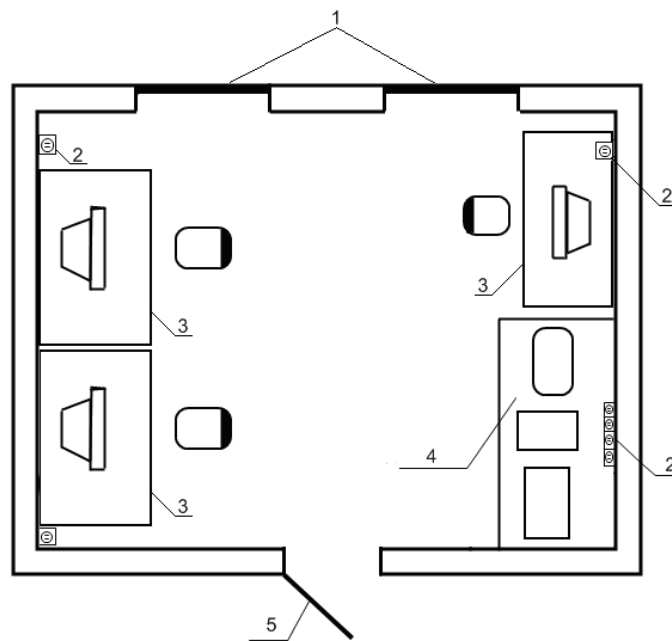
- недостатнє освітлення;
- шум від працюючих машин (комп'ютерів, робочих стендів) На даному робочому місці шум непостійний. Джерелом шуму є робочі стенди. Шум діє на робітника протягом 5 годин;
- електромагнітне випромінювання. На робочому місці допустимі рівні електромагнітних випромінювань за електричної та магнітної складових в діапазоні 5...2000 Гц;
- виділення надлишків теплоти. Тепловий поріг починається з $J = 10 \text{ мВт/см}^2$;
- підвищена запиленість.

Розвитку стомлюваності на робочому місці сприяють такі чинники [12]:

- неправильна ергономічна організація робочого місця, нераціональні зони розміщення обладнання по висоті від підлоги, по фронту від осі симет-

рії. Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення, тому велике значення надається характеристикам робочого крісла. Велике значення також надається правильній робочій позі користувача. Істотне значення для продуктивної і якісної роботи на комп'ютері мають розміри знаків, контраст і співвідношення яскравості символів і фону екрану. Під час користування комп'ютером медики радять встановлювати монітор на відстані 50...60 см від очей.

- характер протікання праці. Трудовий процес організований таким чином, що інженер електронщик змушений з перших хвилин робочого дня вирішувати найбільш складні і трудомісткі задачі, у той час як у перші хвилини роботи функціональна рухливість нервових клітин мозку низька. Тому дотримання правильного режиму праці і відпочинку при роботі грає дуже важливу роль.



- 1 – вікна;
- 2 – розетка;
- 3 – робоче місце;
- 4 – місце для стендів;
- 5 – двері

Рисунок 3.1 – План розташування робочих місць інженерів-електронщиків

Важливе значення має чергування праці та відпочинку, зміна одних форм роботи іншими.

Джерела небезпечних та шкідливих чинників на інженера електронщика [8]:

- рівень шуму в приміщенні протягом робочого дня непостійний (табл. 3.1). При цьому протягом однієї години діє шум з рівнем звуку 83 дБА, протягом наступних двох годинників $\frac{3}{4}$ з рівнем звуку 86 дБА, останню годину $\frac{3}{4}$ 81 дБА при тому що норматив повинен бути не більше 70 дБА. Основними джерелами шуму є: комп'ютери, робочі стенди. Отже, робоче місце по показнику рівня шуму відноситься до класу умов праці 3.2 – шкідливий.

- основним джерелом електромагнітного випромінювання приміщення є персональні комп'ютери з системними блоками Intel Pentium і моніторами SVGA Samsung, SyncMaster 450b.

Таблиця 3.1 Оцінка чинників виробничого і трудового процесу робочого місця інженера електронщика

№	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови			Тривалість дії чинників за зміну %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Пил, переважно фіброгенної дії. мг/м ³	4	3.9				50
2	Шум, дБА	70	83		13		75
3	Мікроклімат в приміщенні:						
	- температура повітря С°	22-24	18-24				100
	- швидкість руху повітря, м/с	0,1-0,2	0,15-0,2				100
	- відносна вологість повітря %	40-60	45-60				100

3.2 Заходи зі зменшення впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів

До засобів захисту відносяться: вентиляція, штучне освітлення, звукоізоляція. Існують нормативи, що визначають комфортні умови і гранично допустимі норми запиленості, температури повітря, шуму, освітленості. У системі заходів, що забезпечують сприятливі умови праці, велике місце відводиться естетичним чинникам: оформлення виробничого інтер'єру, обладнання, застосування музики та інші, які мають певний вплив на організм людини. Важливу роль відіграє забарвлення приміщень, яка повинна бути світлою. З метою запобігання або зменшення впливу на працюючих шкідливих і небезпечних виробничих чинників застосовують засоби колективного та індивідуального захисту.

Засоби колективного захисту призначені для [8]:

1) нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць (вентиляція, кондиціонування, опалення, автоматичний контроль і сигналізація);

2) нормалізації освітлення виробничих приміщень і робочих місць (джерела світла, освітлювальні прилади, світлозахисне обладнання, світлофільтри). При недоліку природного освітлення необхідно буде користуватися штучним. Як джерела світла при штучному освітленні рекомендується застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ;

захисту від іонізуючих, інфрачервоних, ультрафіолетових, електромагнітних, лазерних, магнітних та електричних полів (огородження, герметизація, знаки безпеки, автоматичний контроль і сигналізація, дистанційне керування тощо);

3) захисту від шуму, вібрації (огородження, звукоізоляція, віброізоляція). Для зменшення рівня шуму, який перевищує норму в лабораторному приміщенні можна застосовувати оздоблювальні матеріали з шумопоглинаючим ефектом;

- 4) захисту від ураження електричним струмом (різні види огороження, захисне заземлення, автоматичне відключення, дистанційне керування).
- 5) забезпечення недоступності струмоведучих частин досягається ізолюванням струмовідних кабелів і проводів;
- 6) захисту від дії механічних факторів (огороження, автоматичний контроль і сигналізація, знаки безпеки);
- 7) захисту від хімічних факторів (огороження, герметизація, вентиляція та очищення повітря, дистанційне керування, знаки безпеки);
- 8) захисту від високих і низьких температур навколишнього середовища (огороження, автоматичний контроль і сигналізація, термоізоляція, дистанційне керування).

3.3 Виробнича санітарія

Оскільки у приміщенні присутнє лабораторне устаткування, комп'ютери, шафи та робоча документація, то спостерігається деяка запиленість. За нормою запиленість в приміщенні не повинна перевищувати 4 мг/м^3 , а в даному приміщенні вона складає $3,9 \text{ мг/м}^3$.

Для запобігання дещо підвищеної запиленості рекомендується встановлювати витяжні пристрої, а також проводити вологе прибирання лабораторного приміщення, а перед початком і після кожної академічної години навчальних занять, до і після кожного заняття провітрювати приміщення, що забезпечить поліпшення якісного складу повітря.

Раціональне колірне оформлення приміщення направлено на поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці, підвищення її продуктивності та безпеки. Забарвлення приміщень впливає на нервову систему людини, його настрої і в кінцевому рахунку на продуктивність праці. Основні виробничі приміщення доцільно офарблювати відповідно до кольору технічних засобів. Освітлення приміщення і устаткування має бути м'яким, без блиску.

Зниження шуму, створюваного на робочих місцях лабораторного приміщення внутрішніми джерелами, а також шуму проникаючого зовні, є дуже важливим завданням. Зниження шуму в джерелі випромінювання можна забезпечити застосуванням пружних прокладок між підставою приладу і опорною поверхнею. Як прокладки використовуються гума, повсть, пробка, різної конструкції амортизатори. Під настільні шумливі апарати можна підкладати м'які килимки з синтетичних матеріалів, а під ніжки столів, на яких вони встановлені, - прокладки з м'якої гуми, повсті, завтовшки 6 - 8 мм. Кріплення прокладок можливе шляхом приклеювання їх до опорних частин [8].

Таким чином, для зниження шуму, створюваного на робочих місцях внутрішніми джерелами, а також шуму, що проникає з зовні необхідно: послабити шум самих джерел (застосування екранів, звукоізолюючих кожухів);

- знизити ефект сумарної дії відбитих звукових хвиль (звукопоглинаючі поверхні конструкцій);
- застосовувати раціональне розташування обладнання;
- використовувати архітектурно-планувальні і технологічні рішення ізоляцій джерел шуму.

Температура в приміщеннях є одним з провідних чинників, що визначають метеорологічні умови виробничого середовища. Високі температури надають негативну дію на здоров'я людини. Робота в умовах високої температури супроводжується інтенсивним потовиділенням, що приводить до обезводнення організму, втрати мінеральних солей і водорозчинних вітамінів, викликає серйозні і стійкі зміни в діяльності серцево-судинної системи, збільшує частоту дихання [8].

При низькій температурі висока відносна вологість збільшує тепловтрати організму в результаті інтенсивного поглинання водяними парами енергії випромінювання людини. Це веде до переохолодження організму – гіпотермії. Низька вологість викликає пересихання слизистих оболонок дихальних шляхів.

В приміщенні нормована температура повітря повинна складати в теплий період 22-24°C (в холодний період 21-23°C), відносна вологість 40-60 %, швидкість руху повітря 0,1-0,2 м/с.

Фактичні параметри: температура в теплий період – 18-24 °С, відносна вологість 45-60%, швидкість руху повітря 0,15-0,2 м/с.

У приміщеннях, обладнаних ПЕВМ, повинна проводитися щоденне, вологе прибирання і систематичне провітрювання після кожної години роботи на ПЕВМ. Рівні позитивних і негативних аероіонів в повітрі приміщень, де розташовані ПЕВМ, повинні відповідати санітарно-епідеміологічним нормативам, що діють.

Недостатнє освітлення робочого місця утрудняє тривалу роботу, викликає підвищене стомлення і сприяє розвитку короткозорості. Дуже низькі рівні освітленості викликають апатію, сонливість, а в деяких випадках сприяють розвитку відчуття тривоги. Таким чином буде доцільно зробити розрахунок фактичної освітленості приміщення [9].

3.4 Електробезпека

Електричні установки, до яких відноситься практично все обладнання ЕОМ, представляють для людини велику потенційну небезпеку, тому що в процесі експлуатації або проведенні профілактичних робіт людина може торкнутися частин, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок: струмоведучі провідники, корпуси стійок ЕОМ і іншого устаткування, що опинилося під напругою в результаті пошкодження (пробою) ізоляції, не подають будь-яких сигналів, які попереджають людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає лише при протіканні останнього через тіло людини. Виключно важливе значення для запобігання електротравматизма має правильна організація обслуговування діючих електроустановок, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт.

При цьому під правильною організацією розуміється строге виконання ряду організаційних і технічних заходів і засобів, встановлених діючими "Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів і правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів" (ПТЕ і ПТБ споживачів) і "Правила установки електроустановок" (ПУЕ) Залежно від категорії приміщення необхідно вжити певних заходів, що забезпечують достатню електробезпеку при експлуатації і ремонті електроустаткування. Так, в приміщеннях з підвищеною небезпекою електроінструменти, переносні світильники повинні бути виконані з подвійною ізоляцією або напруга живлення їх не повинна перевищувати 42 В. В особливо небезпечних приміщеннях напруга живлення переносних світильників не повинна перевищувати 12 В [9]. Приміщення, в якому знаходиться робоче місце інженера електронщика, класифікується як приміщення з підвищеною небезпекою.

Щоб захистити людину від ураження електричним струмом, захисне заземлення має задовольняти ряду вимог, викладених у ПУЕ і ГОСТ 12.1.030 - 81 "ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення. Занулення ». Ці вимоги залежать від напруги електроустановок та потужності джерела живлення. В електроустановках змінного струму напругою до 1000 В у мережі з ізольованою нейтраллю або ізольованим виводом джерела однофазного струму опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 4 Ом.

Важливо відзначити, що якщо занулений корпус одночасно заземлений, то це тільки покращує умови безпеки, тому що забезпечує додаткове заземлення нульового захисного дроту.

3.5 Пожежна та техногенна безпека

Пожежі в лабораторному приміщенні становлять особливу небезпеку, тому що пов'язані з великими матеріальними втратами. Характерна особливість лабораторних кімнат - невеликі площі приміщень. Як відомо, пожежа може виникнути при взаємодії горючих речовин, окислення і джерел запалю-

вання. У даному приміщеннях присутні всі три основні чинника, необхідні для виникнення пожежі.

Горючими компонентами в кімнаті є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, двері, підлоги, ізоляція кабелів і ін.

Джерелами запалювання в лабораторному приміщенні можуть бути електронні схеми від ЕОМ, прилади, застосовувані для технічного обслуговування, пристрої електроживлення, кондиціонування повітря, де в результаті різних порушень утворюються перегріті елементи, електричні іскри і дуги, здатні викликати загоряння горючих матеріалів.

В сучасних ЕОМ дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовуються сполучні дроти, кабелі. При протіканні по них електричного струму виділяється значна кількість теплоти. При цьому можливо оплавлення ізоляції. Для відводу надлишкової теплоти від ЕОМ служать системи вентиляції та кондиціонування повітря. При постійній дії ці системи представляють собою додаткову пожежну небезпеку.

Для більшості приміщень лабораторних кімнат встановлена категорія пожежної небезпеки В.

Однією з найбільш важливих завдань пожежного захисту є захист будівельних приміщень від руйнувань та забезпечення їх достатньої міцності в умовах впливу високих температур при пожежі. Враховуючи високу вартість електронного обладнання, а також категорію його пожежної небезпеки, будівлі для лабораторного приміщення і частини будівлі іншого призначення, в яких передбачено розміщення ЕОМ, повинні бути 1 та 2 ступеня вогнестійкості.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. В лабораторних приміщеннях застосовуються головним чином вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (ВВК3,5), перевагою яких є висока ефективність гасіння пожежі, схоронність електронного устаткування, діелектри-

чні властивості вуглекислого газу, що дозволяє використовувати ці вогнегасники навіть у тому випадку, коли не вдається знеструмити електроустановку відразу. Вогнегасник ОУ5 (ВВК3,5) переносний з місткістю балона 5 літрів (3,5 кілограма), призначений для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою не більш 10 кВ. В даному приміщенні знаходиться один такий вогнегасник.

З приміщень, на випадок пожежі, має бути передбачена й забезпечена евакуація людей через так звані евакуаційні виходи. Найважливішою вимогою успішної евакуації людей і цінностей є улаштування внутрішніх переходів, пожежних сходів і аварійного освітлення. Виходи вважають евакуаційними, якщо вони ведуть із приміщень:

1) першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітку;

2) будь-якого поверху, крім першого, в коридор, що веде на сходову клітку, в тому числі через хол. При цьому сходові клітки повинні мати вихід назовні безпосередньо або через вестибюль, відокремлений від прилеглих коридорів перегородками з дверима;

3) у сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, яке забезпечене виходами, зазначеними в пунктах 1 і 2.

Фактично, лабораторне приміщення має необхідні умови для евакуації людей і цінностей. В будівлі передбачені й забезпечені евакуаційні виходи з приміщення. Коридор веде на сходову клітку, яка має вихід безпосередньо назовні.

3.6 Розрахунок штучного освітлення лабораторного приміщення

Для освітленості приміщення з розмірами $A = 6,5$ м, $B = 3,7$ м та висотою $H = 3,5$ м використовуються 2 світильники ОДР з двома люмінесцентними лампами типа ЛБ - 40. Коефіцієнти віддзеркалення світлового потоку від стелі, стін і підлоги відповідно рівні $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$, $P_{\text{підлоги}} = 10\%$.

Затінювання робочих місць немає. Висота звісу світильника $h_s = 0$, висота робочої поверхні над рівнем підлоги $h_p = 0.8$ м.

Нормативна величина освітленості для відеоплейних терміналів складає $E_n = 400$ лк.

При перевірці відповідності освітленості в приміщенні нормативному рівню, коли відома кількість світильників, ламп, їх тип і потужність. фактичну освітленість в приміщенні визначаємо по формулі:

$$E_{\phi} = \frac{N \cdot F \cdot n \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k_{зан}}, \text{ (лк)} \quad (3.1)$$

де $N = 2$ – число світильників, шт.;

$F = 3120$ лм – світловий потік лампи;

$n = 2$ – число ламп в світильнику;

S - площа освітлюваного приміщення;

$z = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення для люмінесцентних ламп (відношення $E_{сер} / E_{мін}$);

$k_{зан} = 1,5$ – коефіцієнт запас, що враховує зниження освітленості із-за забруднення і старіння лампи ;

η – коефіцієнт використання освітлювальної установки.

Для визначення η необхідно знати тип світильника, індекс приміщення і коефіцієнт віддзеркалення світлового потоку від стелі, стін і підлоги. Оскільки тип світильника і коефіцієнти віддзеркалення світлового потоку відомі, то для знаходження η необхідно визначити значення індексу приміщення i .

$$i = \frac{A \cdot B}{h_n \cdot (A + B)} \quad (3.2)$$

де A і B - відповідно довжина і ширина приміщення в м;

h_n - висота від робочої поверхні до світильника, визначається висотою приміщення (H , м) і висотою умовної робочої поверхні ($h_p = 0.8$ м) по формулі:

$$h_n = H - h_s - h_p = 3.5 - 0 - 0.8 = 2.7 \text{ (м)} \quad (3.3)$$

Підставляємо набуте значення у формулу (3.2) і знаходимо індекс при-
міщення:

$$i = \frac{6.5 \cdot 3.7}{2.7 \cdot (65 + 3.7)} = \frac{24.05}{27.54} = 0.87$$

Підставляємо всі знайдені величини в формулу (3.1):

$$E_{\phi} = \frac{2 \cdot 3120 \cdot 2 \cdot 0.89}{6.5 \cdot 3.7 \cdot 1.1 \cdot 1.5} = \frac{11107.2}{39.6825} = 279.9, \text{ (лк)}$$

Оскільки отримана величина $E_{\phi} < E_n$ для досягнення нормативної осві-
тленості необхідно або збільшити кількість світильників, або збільшити по-
тужність ламп. Порахуємо міру збільшення W :

$$W = \frac{E_n}{E_{\phi}} = \frac{400}{279.9} = 1.42 \text{ разів}$$

Тепер можна обчислити необхідну кількість світильників:

$$N_1 = N \cdot W = 2 \cdot 1.42 = 2.84 \text{ шт.}$$

Збільшимо кількість світильників до 3 штук. Тоді

$$E_{\phi} = \frac{5 \cdot 3120 \cdot 2 \cdot 0.89}{6.5 \cdot 3.7 \cdot 1.1 \cdot 1.5} = \frac{27768}{39.6825} = 699.7, \text{ (лк)}$$

Таким чином, при збільшенні кількості світильників на три штуки фак-
тична освітленість E_{ϕ} практично відповідає нормативному значенню освіт-
леності $E_n = 400$ лк.

Такий же ефект може бути отриманий при заміні лампи з великим світ-
ловим потоком. Порахуємо необхідний світловий потік лампи:

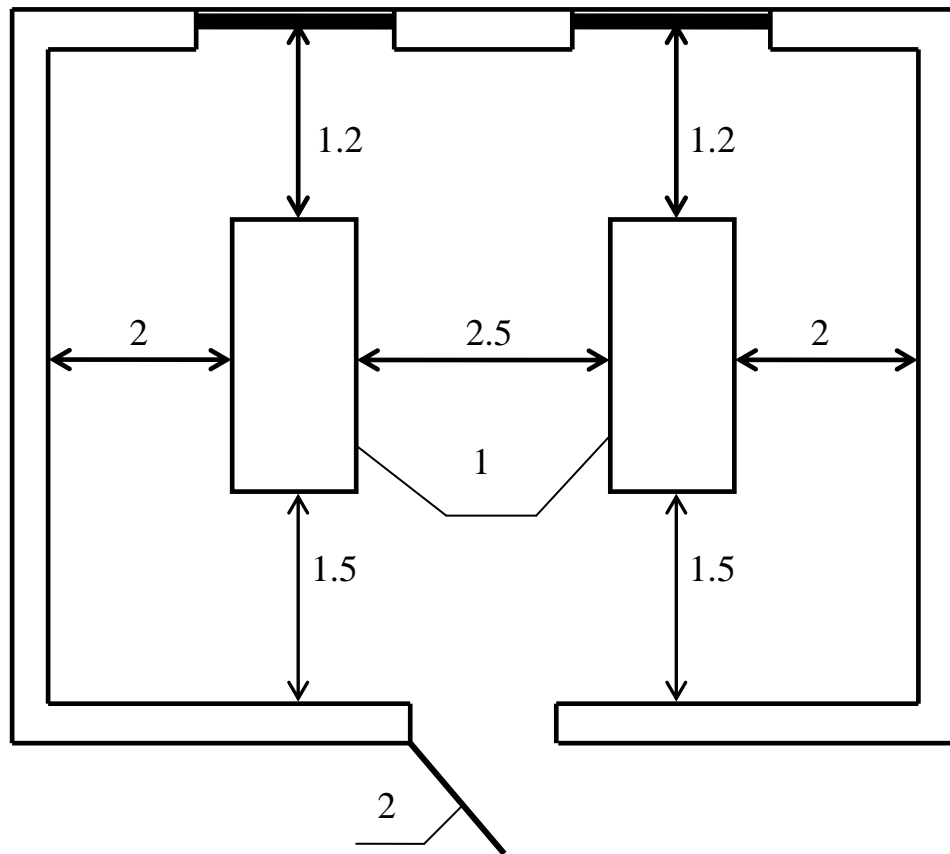
$$F_1 = F \cdot W = 3120 \cdot 1.42 = 4430.4, \text{ (лм)}$$

Так, якщо всі лампи типа ЛБ-40 в приміщенні замінити на лампи типа
ЛТБ-65 з $F=3980$ лм E_{ϕ} буде рівне:

$$E_{\phi} = \frac{2 \cdot 3980 \cdot 2 \cdot 0.89}{6.5 \cdot 3.7 \cdot 1.1 \cdot 1.5} = \frac{14168.8}{39.6825} = 357, \text{ (лк)}$$

Таким чином, в цьому випадку фактична освітленість також практично
відповідатиме нормативному значенню.

На рисунку 3.2 представлена схема розташування двох світильників, в кожному з яких знаходиться по дві лампи типу ЛТБ-65.



1 – світильник;

2 – двері

Рисунок 3.2 – План розташування світильників в лабораторному приміщенні

Висновки та рекомендації

Проведений аналіз проблем, які виникають при вирішенні задачі кодування символічної інформації, дозволив отримати наступні результати:

- систематизовані і проаналізовані рішення схемотехніки по підключенню пристрою введення інформації, засновані на використанні схеми формування сигналу готовності, буферних регістрів, генератора імпульсів, що дозволяють мінімізувати кількість ліній зв'язку з мікроконтролером.

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

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

Перелік посилань

1. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи схемотехніки електронних систем: підручник. Київ : Вища шк., 2004. 527 с
2. Гельжинський І.І., Голяка Р.Л., Готра З.Ю., Марусенкова Т.А. Мікросхемотехніка: підручник. Львів : Ліга-Прес, 2015. 492 с.
3. Швець Є.Я., Верьовкін Л.Л., Світанько М.В. Мікропроцесорна техніка: методичні вказівки до виконання курсової роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2011. 47 с.
4. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Кісельов Є.М, Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: Підручник. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. – 214 с.
5. Рябенський В. М., Жуйков В. Я., Гулій В. Д.. Цифрова схемотехніка: навчальний посібник. Львів : "Новий Світ-2000", 2019. 736 с.
6. Воробйова. О. М., Іванченко В. Д.. Основи схемотехніки: підручник. [2-е вид.]. Одеса : Фенікс, 2009. 388 с.
7. Кожемякін Г. Б., Рижков В. Г., Белоконь К. В. Охорона праці та техногенна безпека: методичні вказівки до виконання розділу магістерських робіт для студентів ЗДІА всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 48 с.
8. Ткачук К. Н. Охорона праці і довкілля в радіоелектронній промисловості. Київ : Вища шк., 1988. 240 с.
9. Кобевник В. О. Охорона праці. Київ : Вища шк., 1990. 347 с.