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

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

Кваліфікаційна робота

перший бакалаврський
(рівень вищої освіти)

на тему *Розробка багатоканальної мікроелектронної системи оцінки параметрів цифрової інформації*

Виконав: студент (ка) *IV* курсу, групи *6.1532-с*

Спеціальності *153 (176) Мікро- та наносистемна техніка*
(код і назва спеціальності)

освітньої програми *Мікро- та наносистемна техніка*
(код і назва освітньої програми)
М. Д. Кашлецький
(ініціали та прізвище)

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

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

м. Запоріжжя

2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю. М. ПОТЕБНІ

Кафедра _____*електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення*_____
Рівень вищої освіти _____*перший (бакалаврський)*_____
Спеціальність *153 (176) Мікро- та наносистемна техніка*_____
(код і назва)

Освітня програма ___*Мікро- та наносистемна техніка*_____
(код і назва)

Спеціалізація _____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____*ЕІСПЗ*_____
_____*Критська Т. В.*
"_*10*_" __*червня*__20_*25*_року

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

_____*Кашлецькому Миколі Дмитровичу*_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи__*Розробка багатоканальної мікроелектронної системи оцінки параметрів цифрової інформації*_____
керівник роботи __*Верьовкін Леонід Леонідович, доцент, к.т.н.*_____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від *"27"грудня 2024 року №2029-с*
2. Строк подання студентом роботи _____*10 червня 2025року*_____
3. Вихідні дані до роботи *Обрати систему контролю за станом параметрів цифрової інформації*_____
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *Системи та методи кодування цифрової інформації. Розробка системи перетворення сигналу з клавіатури в кодовану цифрову інформацію. Охорона праці та техногенна безпека.*_____
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) *Функціональна схема кодуючого пристрою з сканованою клавіатурою. Аналіз функціонування пристрою__ перетворення двійково-десяткового коду а натуральний двійковий код. Загалбна схема системи перетворення двійково-десяткового коду а натуральний двійковий код.*_____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата завдання прийняв
I	*Верьовкін Л. .Л, доцент*	
II	*Верьовкін Л. Л, доцент*	
III	*Верьовкін Л. Л, доцент*	

7. Дата видачі завдання _____*10.02.2025 року*_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	*Аналіз двійково-кодованих десяткових чисел*	*28.02.2025*	
2	*Дослідження типів перетворювачів кодів*	*21.03.2025*	
3	*Розробка пристрою контролю заряду акумуляторної батареї*	*04.04.2025*	
4	*Розробка пристрою введення інформації*	*25.04.2025*	
5	*Розробка пристрою кодуючого пристрою на основі сканованої клавіатури*	*08.05.2025*	
6	*Моделювання пристрою відображення інформації*	*12.05є2025*	
6	*Охорона праці та техногенна безпека*	*23.05.2025*	
7	*Оформлення пояснювальної записки*	*10.06.2025*	
8	*Рецензування, нормоконтроль, підписання роботи*	*13.06.2025*	
9	*Оприлюднений захист магістерської роботи*	*18.06.2025*	

Студент _____ _____*Кашлецький М. Д.*_____
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Нормоконтроль пройдено

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

Реферат

Дипломна робота містить 65 сторінок, 40 рисунка, 9 таблиць, 11 джерел літератури.

Об’єкт дослідження – логічні аналізатори для перевірки правильності проходження цифрових сигналів по лініях зв’язку.

Мета роботи – розрахунок та схемні вирішення багатоканальної мікроелектронної системи оцінки параметрів цифрової інформації.

Завдання роботи – забезпечити передачу вхідних сигналів без дестабілізуючих спотворень; розрахувати схемотехніку функціональних вузлів системи оцінки параметрів цифрової інформації; забезпечити інформаційність контролю параметрів за допомогою індикаторів.

Методика досліджень – моделювання пристрою за допомогою програмних забезпечень Electronics Workbench 5.12, SPlan 5.0, Layout 4.0.

Короткий виклад результатів досліджень – використання автоматів контролю цифрової інформації зменшує імовірність спотворень, що забезпечує точність передачі сигналів.

Результати впроваджень – макет електронного приладу пройшов випробовування на кафедрі ЕІСПЗ.

Прогнозні пропозиції – рекомендується подальша доробка схеми, для забезпечення запам’ятовування інформації і переді її на персональний комп’ютер для подальшого аналізу.

ЦИФРОВИЙ КОД, КОНТРОЛЬНИЙ АВТОМАТ, ГЕНЕРАТОР, ЛІНІЯ ЗВ’ЯЗКУ, ДЕШИФРАТОР, ІНДИКАТОР

Дипломну роботу виконано на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення з 10.02.2025 р. по 10.06.2025 р.

Зміст

Стор.

Вступ …….. 6

1 Дослідження принципів функціонування та побудови пристроїв аналізу цифрових сигналів ……... 8

1.1 Генератори числових послідовностей …….. 9

1.2 Використання схем контрольних автоматів ……. 10

1.2.1 Схеми контрою парності ……. 11

1.2.2 Код з простим та інверсним повторенням ……..…….. 12

1.2.3 Кореляційний код ……..... 15

1.3 Цифрові регістри пам’яті ……... 17

1.4 Пристрої відображення інформації ……... 19

1.5 Логічні параметричні аналізатори …… 22

2 Мікроелектронна система оцінки параметрів цифрової інформації … 26

2.1 Джерело цифрової інформації ……... 26

2.2 Система контролю параметрів цифрової інформації …….. 32

2.2.1 Контрольний автомат …….. 33

2.2.2 Буферний регістр ……. 36

2.2.3 Пристрій відображення інформації …… 37

2.3 Аналізатор цифрових параметрів …….. 45

2.4 Схема пристрою оцінки параметрів цифрової інформації ……. 47

3 Охорона праці та техногенна безпека …….. 48

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів …….. 48

3.2 Заходи з поліпшення умов праці ……... 49

3.3 Виробнича санітарія ……... 52

3.4 Електробезпека ……... 54

3.5 Пожежна безпека. Техногенна безпека …… 56

3.6 Розрахунок захисного заземлення ……. 57
Висновки та рекомендації …….. 60
Перелік посилань……... 61
Додаток А …….. 63

Вступ

З появою цифрових систем, зокрема, мікропроцесорів, постала задача їх від лагодження і діагностування. Для цієї мети використовувався прилад, що називається логічним аналізатором, завдання якого зводилося до фіксації цифрових послідовностей сигналів, їх візуалізації і аналізу. В даний час цифрова техніка отримала бурхливий розвиток. Аналогова апаратура практично витиснена цифровою. Традиційні цифрові пристрої, наприклад мікропроцесори, також не стоять на місці, обумовлюючи вдосконалення логічних аналізаторів. Засоби діагностування виявилися необхідними не тільки розробникові, але і користувачеві. Відповідно до цього інтерфейс логічних аналізаторів придбав більш дружній вигляд, а самі прилади стали випускатися не для конкретних цілей, а для широкого спектру завдань, збільшуючи тим самим функціональні можливості аналізаторів [1].

Логічний аналізатор (ЛА) – пристрій призначений, для запису, перегляду і аналізу сигналів в цифрових схемах. Принцип роботи логічного аналізатора близький до принципу роботи осцилографа. Головна відмінність полягає в тому, що спостереження досліджуваних сигналів проводиться не в одній або двох, а в істотно більшій кількості точок одночасно. Логічний аналізатор підключається багатоканальною системою до аналізованої схеми, але на відміну від осцилографа фіксує лише два стани сигналу «0» і «1».

При проведенні тестової діагностики виникає складність у визначенні еталонних реакцій при діагностуванні існуючих схем, у визначенні оптимального числа контрольних точок для зняття вихідної реакції цифрової схеми, що діагностується [1].

Логічний аналізатор є комбінацією багатоканального реєстратора двійкових сигналів, побудованого на базі швидкодіючого запам’ятовуючого пристрою з розвиненою системою управління процесом запису даних, і екранно-

го пульта-дисплея, що відображає записану в пам’ять інформацію у формі, яка є зручною для аналізу.

Інформація з аналізатора може бути виведена на екран у формі логічних часових діаграм, логічних таблиць або графічного зображення.

При проведені діагностування цифрових пристроїв або контролю цифрових потоків інформації широко використовуються логічні аналізатори та генератори логічних сигналів. Використання логічних аналізаторів і генераторів логічних сигналів дозволяють будувати комплексні системи діагностики цифрових пристроїв з можливістю активного впливу на об'єкт дослідження з аналізом швидкоплинних процесів в реальному часі [1].

Актуальним являється розробка багатоканальної мікроелектронної системи оцінки параметрів цифрової інформації, їх додатковій обробці і аналізу, виконаного у вигляді автономного пристрою.

1 Дослідження принципів функціонування та побудови пристроїв аналізу цифрових сигналів

Шифрування є найпоширенішим способом захисту інформації. Криптографічні алгоритми зазвичай використовують випадкові числа, щоб приховати корисну інформацію у випадково згенерованих послідовностях. Як випливає з назви, такі послідовності виробляються генераторами.

Якщо згенерована послідовність чисел виглядає випадковою, генератор називається генератором псевдовипадкових чисел. Іншими словами, статистичний тест на випадковість не може виявити, що числова послідовність була створена навмисно.

Сучасна наука широко використовує псевдовипадкові числа в різних додатках. При цьому від якості використовуваних генераторів псевдовипадкових чисел залежить якість отриманих результатів [1].

Попит на генератори псевдовипадкових послідовностей (ГПВП) із заданим імовірнісним розподілом, а також на самі випадкові послідовності настільки зріс, що з’явились науково-виробничі фірми, які займаються їх виробництвом і продажем.

Можливі сфери застосування псевдовипадкових чисел:

- моделювання (наближають моделі до реальності);
- числовий аналіз (інтегрування);
- програмування (джерело тестових даних);
- криптографія (формування ключів, додаток до криптографічних систем);
- розваги (карти, рулетка).

Генератори Фібоначчі, відомі як пристрої для формування псевдовипадкових чисел і бітових послідовностей [1].

1.1 Генератори числових послідовностей

Послідовністні пристрої - генератори чисел називають також розподільниками сигналів, оскільки послідовність двійкових чисел на їх виходах використовується для управління роботою інших цифрових вузлів. Число станів генератора називається довжиною послідовності чисел L_n, яка дорівнює кількості тактів, після якої послідовність чисел на виході генератора повторюється. По своїй структурі генератори чисел близькі або до лічильників, або до регістрів. Будь-який лічильник можна вважати генератором послідовності чисел, яка має $L_n = K_{рах.}$ Як правило, необхідне число розрядів генератора дорівнює числу двійкових розрядів m в числах, які генеруються. Якщо $m > \log_2 L_n$, то для зменшення числа використовуваних тригерів, структура генераторів змінюється. В цьому випадку генератор доцільніше будувати у вигляді лічильника з модулем рахунку $K_{рах.} = L_n$ і підключеною до його виходів комбінаційною схемою, яка синтезує необхідні значення двійкових чисел послідовності. Генератори на лічильниках можуть бути з мультиплексованим виходом [2].

Перевагою генераторів з використанням регістра зсуву, побудованого з однотипних тригерів, істотно спрощує схемотехнічне проектування. В такий спосіб можна реалізувати генератори циклічних послідовностей чисел, в яких кожне подальше число утворюється шляхом зсуву попереднього числа, записаного в регістрі, на один розряд і введенням в перший розряд, який звільнився, 0 або 1. Для цього до входу першого розряду регістра підключається комбінаційна схема, яка створює необхідний управляючий сигнал. Якщо є n-розрядний регістр зсуву, то можна генерувати циклічні послідовності завдовжки L_n.

Синтез структури генераторів послідовностей на регістрах зсуву, в першу чергу, полягає в знаходженні вигляду функцій входів. Відповідно до схеми регістра зсуву на вхід x подається періодична послідовність інформаційних «0» і «1».

Кодування внутрішніх станів генератора числової послідовності наводиться в таблиці переходів генератора.

Використовуючи словник переходів тригера, для кожного входу тригера складаються карти Карно, в клітинках яких проставляються сигнали, необхідні для забезпечення переходів тригерів, вказаних в однойменних клітинках карт функцій переходів.

Складання логічної схеми генератора виконується за рахунок побудови управляючої комбінаційної схеми, яка реалізує функцію входів, та її підключенням до входу першого розряду регістра зсуву.

Синтезувавши комбінаційну схему з перебудованою структурою, можна отримати ряд різних послідовностей від одного пристрою.

Генератори на основі регістрів утворюють лише циклічні послідовності чисел. Для реалізації будь-яких нециклічних послідовностей потрібне використання додаткових комбінаційних перетворювачів коду, які включаються на виході генератора. Порядок появи чисел в послідовності можна вважати псевдовипадковими послідовностями.

Генератори псевдовипадкових послідовностей широко використовуються в цифровій апаратурі для формування безлічі тестових сигналів, необхідних для контролю і діагностики несправностей.

1.2 Використання схем контрольних автоматів

Контрольні автомати являються широким класом комбінаційних схем, призначених для перевірки закодованої інформації, яка передається або приймається в системах зв'язку або для перевірки правильності функціонування складних багатотактних пристроїв.

В цифрових автоматичних пристроях можуть виникати помилки, які призводять до спотворення інформації. Тому при проектуванні цифрових пристроїв застосовують контрольні автомати, які призначені для виявлення помилок. В основі роботи таких автоматів лежить використання контролюю-

чих та коригуючи кодів. Вирішення всіх проблем контролю можливе лише за наявності певної надлишкової інформації, яка супроводжує основну інформацію. Як відомо для представлення числа в у будь-якому коді, тобто, при кодуванні інформації, необхідно доповнити її додатковими, контрольними бітами в цьому коді.

1.2.1 Схеми контрою парності

Схеми контролю парності застосовуються для виявлення одиничних помилок, викликаних перешкодами в лінії зв'язку або в блоках пам'яті. Метод заснований на підрахунку числа одиниць в порції інформації, яка передається в лінію або направляється в пам'ять на зберігання. Причому, якщо число одиниць парне - функція парності P (Parity) дорівнює нулю (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Таблиця станів схеми контролю парності для чотирьохрозрядного двійкового числа

Входи				Вихід
Число X		Число Y		P
A	B	C	D	
0	0	0	0	X
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	1
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

Рівняння функціонування схеми контролю парності [3]:

$$P = \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BCD + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}CD + AB\overline{C}D + ABC\overline{D} =$$
$$= \overline{A}\overline{B}(\overline{C}D + C\overline{D}) + \overline{A}B(\overline{C}\overline{D} + CD) + A\overline{B}(\overline{C}\overline{D} + CD) + AB(\overline{C}D + C\overline{D}) =$$
$$= \overline{A}\overline{B}(C \oplus D) + \overline{A}B(\overline{C \oplus D}) + A\overline{B}(\overline{C \oplus D}) + AB(C \oplus D) =$$
$$= \overline{A}\overline{B}(C \oplus D) + AB(C \oplus D) + \overline{A}B(\overline{C \oplus D}) + A\overline{B}(\overline{C \oplus D})$$
$$= (\overline{A}\overline{B} + AB)(C \oplus D) + (\overline{A}B + A\overline{B})(\overline{C \oplus D}) = (\overline{A \oplus B})(C \oplus D) + (A \oplus B)(\overline{C \oplus D}) =$$
$$= (A \oplus B) \oplus (C \oplus D)$$

Схемна реалізація і умовне позначення приведені на рисунку 1.1.

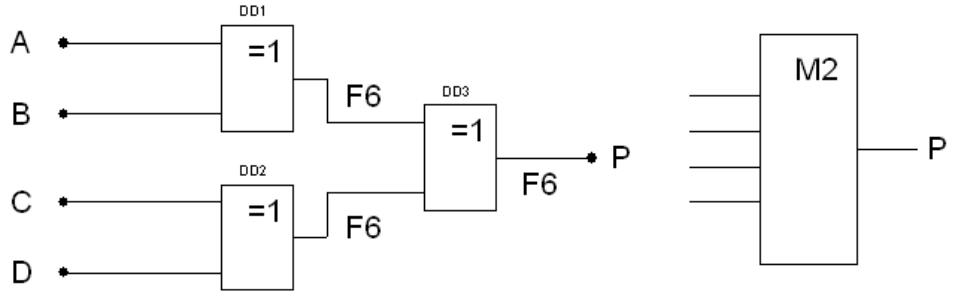


Рисунок 1.1 – Схема контролю парності

По 4-дротяній лінії зв'язку (рис. 1.1) передається паралельний двійковий код Q4Q3Q2Q1, а приймається код Q4’Q3’Q2’Q1’. Тоді величина P1 = (Q4⊕ Q3) ⊕ (Q2 ⊕ Q1). На приймальному кінці лінії зв'язку P2= (Q4'⊕ Q3’) ⊕ (Q2’ ⊕ Q1’). Підставляючи в останню формулу вираження для P1 і групуючи змінні в однойменні пари, отримаємо: P2 = (Q4 ⊕ Q4’) ⊕ (Q3 ⊕ Q3’) ⊕ (Q2 ⊕ Q2’)⊕ (Q1 ⊕ Q1’). З останнього вираження виходить, що якщо передача пройшла без спотворень то $Q_i = Q'_i$ и $Q_i \oplus Q_i' = 0$, а P2 = 0. При спотворенні одного і в загальному випадку непарного числа біт функція P2 = 1. Експериментальна схема контролю парності представлена на рисунку 1.2.

Контроль парності (синонім – за паритетом або відповідності) широко використовується у комп'ютерах. Цей спосіб заснований на припущенні, що в двійковому числі найчастіше виникають одиночні похибки – втрата або поява зайвої одиниці.

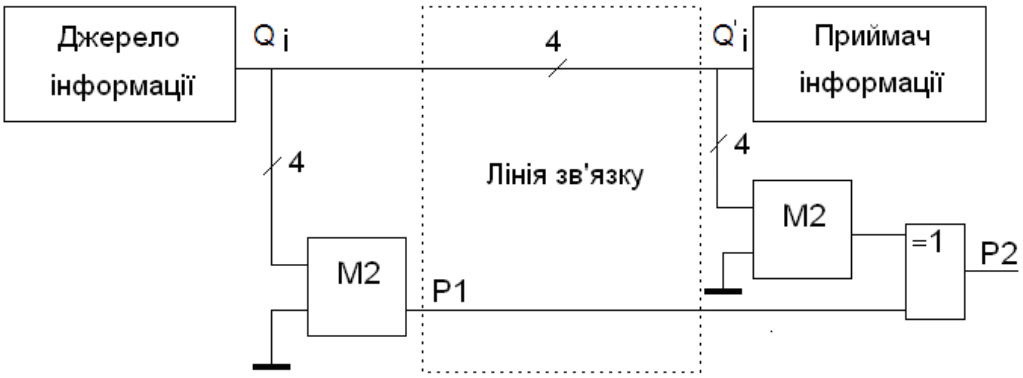


Рисунок 1.2 – Передача двійкового паралельного коду

1.2.2 Код з простим та інверсним повторенням

Контролюючий код з простим повторенням ґрунтується на повторенні передачі повідомлення, тобто контрольні біти повторюють інформаційні. Позначимо буквою **A** інформаційні розряди, буквою **B** - контрольні розряди. Результуюча кодова комбінація буде представлена у вигляді:

$$A1A2A3A4\ \ B1B2B3B4$$

Необхідно передати послідовність: 1011. Тоді кодове слово буде мати вигляд: 1011 1011. Прийнята кодова комбінація порівнюється. Якщо є неспівпадіння у відповідних розрядах, то фіксується наявність помилки в кодовій комбінації. Рівняння функціонування контрольного автомата:

$$P = (A1 \oplus B1) \oplus (A2 \oplus B2) \oplus (A3 \oplus B3) \oplus (A4 \oplus B4)$$

Кодер та декодер коду з простим повторенням представлено на рисунку 1.3.

Експериментальна схема контролю парності з простим повторенням представлена на рисунку 1.4.

Контрольні розряди коду з інверсним повторенням інверсні інформаційним розрядам. Результуюча кодова комбінація буде представлена у вигляді: $A1A2A3A4\,\overline{A1}\,\overline{A2}\,\overline{A3}\,\overline{A4}$

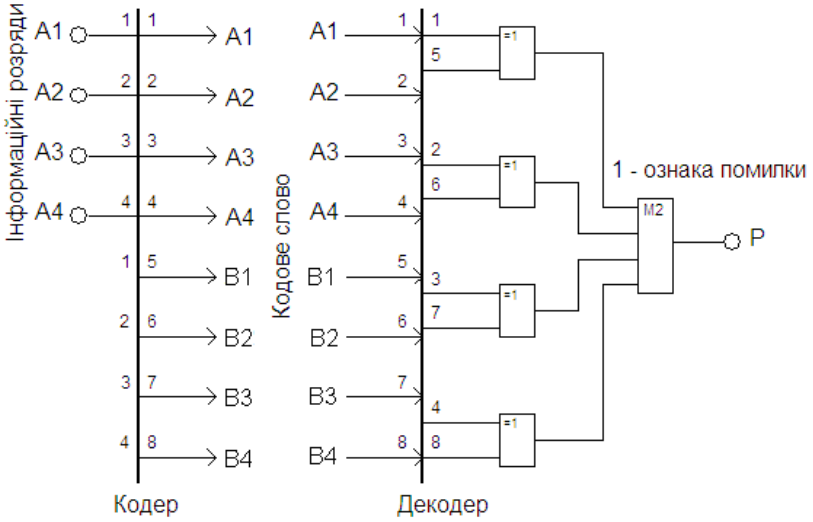


Рисунок 1.3 - Кодер та декодер коду з простим повторенням

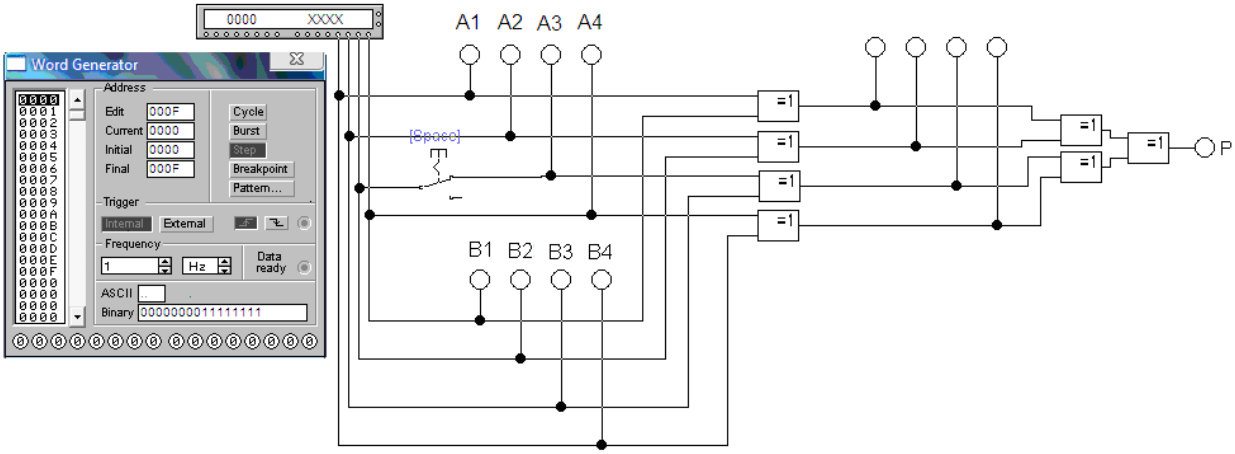


Рисунок 1.4 - Експериментальна схема контролю парності з простим повторенням

Необхідно передати послідовність: 1011. Результуюча кодова комбінація буде представлена у вигляді: 1011 0100. Прийнята кодова комбінація порівнюється. Якщо є співпадіння у відповідних розрядах, то фіксується наявність помилки в кодовій комбінації Рівняння функціонування контрольного автомата: $P = \overline{(A1 \oplus \overline{A1}) \cdot (A2 \oplus \overline{A2}) \cdot (A3 \oplus \overline{A3}) \cdot (A4 \oplus \overline{A4})}$

Кодер та декодер коду з інверсним повторенням представлено на рисунку 1.5.

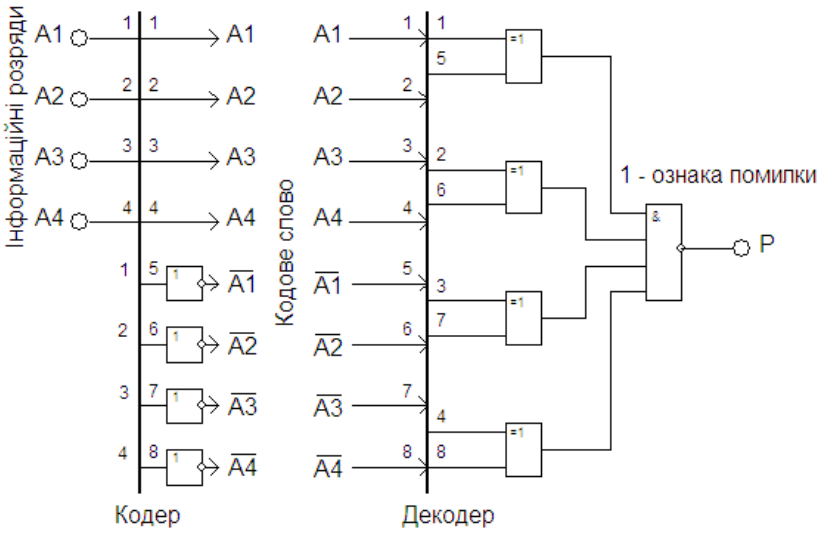


Рисунок 1.5 - Кодер та декодер коду з інверсним повторенням

Експериментальна схема контролю парності з інверсним повторенням представлена на рисунку 1.6.

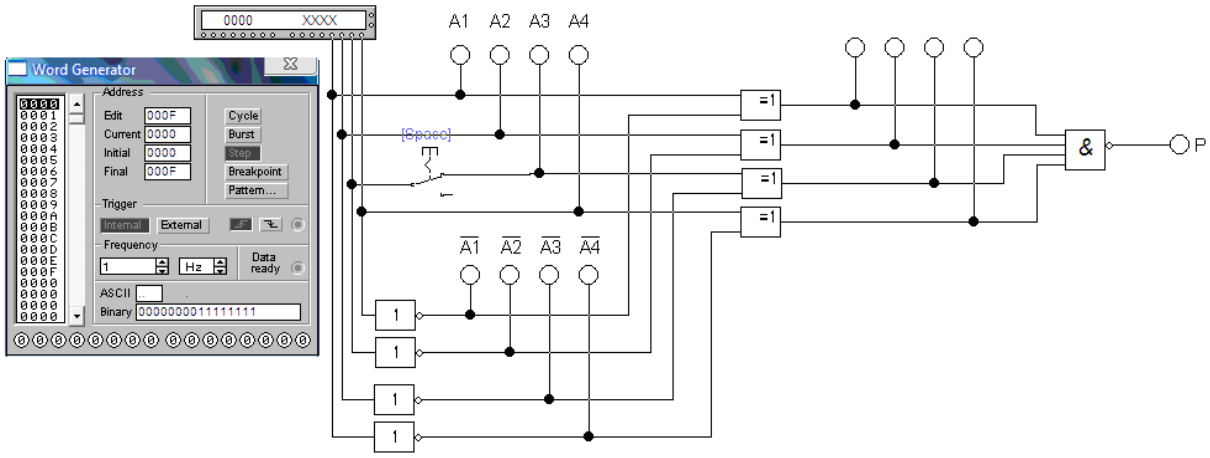


Рисунок 1.6 - Експериментальна схема контролю парності з інверсним повторенням

1.2.3 Кореляційний код

В кореляційному коді, передача повідомлення забезпечується додатковими розрядами, розташованими в кодовій комбінації. Цифра 0 зображується надлишковою комбінацією 01, а цифра 1 зображується як 10.

Необхідно передати комбінацію 01011. Кодова комбінація є послідовністю 0110011010. Кодер та декодер кореляційного коду для послідовності 01011 наведено на рисунку 1.7.

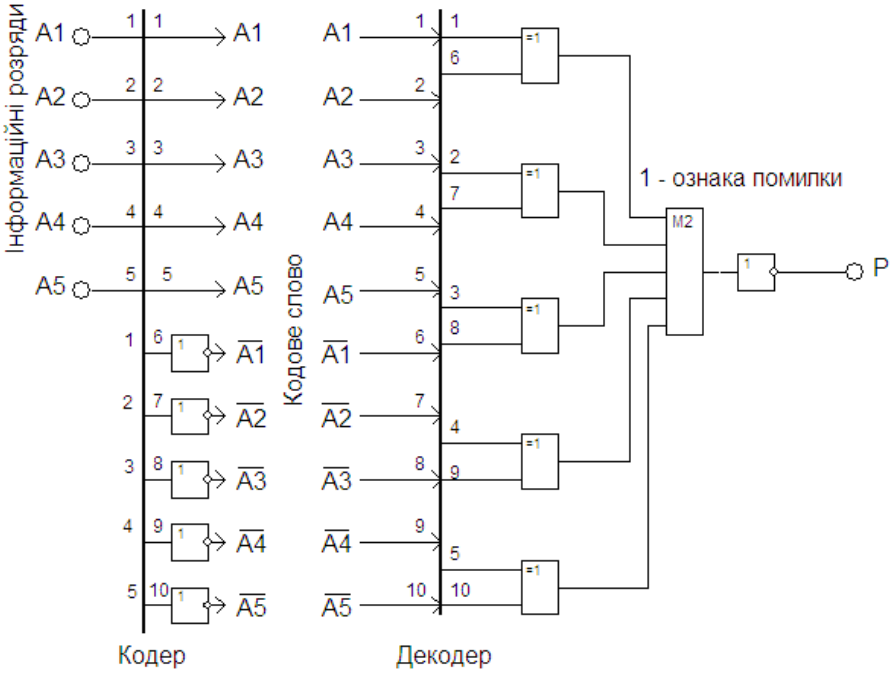


Рисунок 1.7 - Кодер та декодер кореляційного коду

Рівняння функціонування кореляційного кодування:

$$P = \overline{(A1 \oplus \overline{A1}) \oplus (A2 \oplus \overline{A2}) \oplus (A3 \oplus \overline{A3}) \oplus (A4 \oplus \overline{A4}) \oplus (A5 \oplus \overline{A5})} =$$

$$= \overline{(A1 \oplus \overline{A1}) \oplus [(A2 \oplus \overline{A2}) \oplus (A3 \oplus \overline{A3})] \oplus [(A4 \oplus \overline{A4}) \oplus (A5 \oplus \overline{A5})]}$$

Експериментальна схема кореляційного кодування представлена на рисунку 1.8.

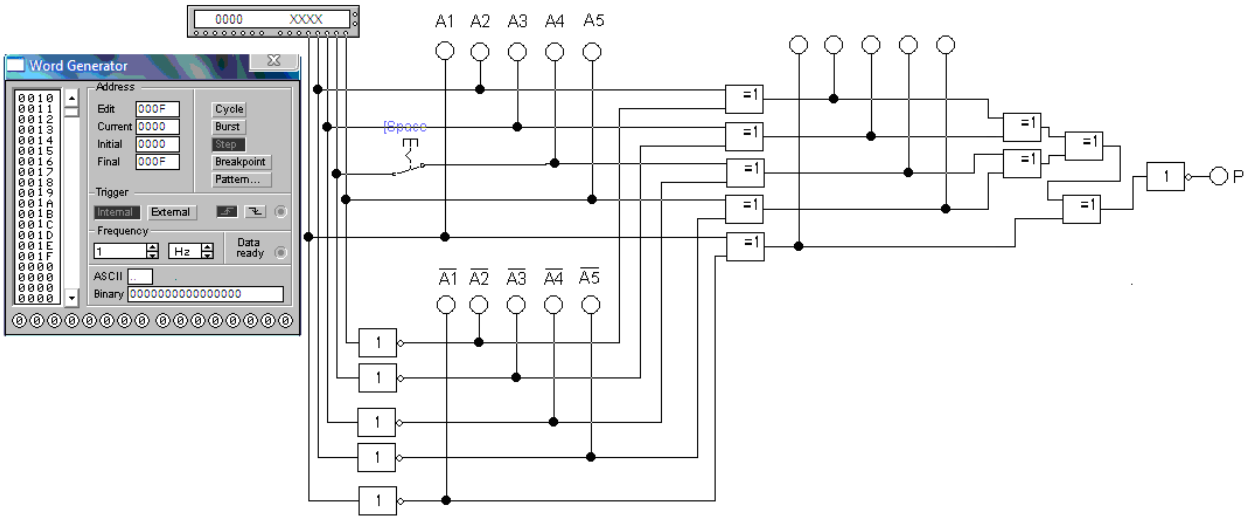


Рисунок 1.8 - Експериментальна схема кореляційного кодування

1.3 Цифрові регістри пам’яті

Цифрові пристрої послідовністного типу або цифрові автомати з пам'яттю – це електронні цифрові пристрої, логічні значення на виходах яких визначаються не лише сукупністю логічних сигналів на входах в даний момент часу, але і станом внутрішніх елементів пам'яті за результатами його попередньої роботи. Запам'ятовування попередніх станів виконується за допомогою тригерів і регістрів пам'яті. Функції переходу і виходів можуть задаватися у формі таблиць або за допомогою графів.

Регістром називається функціональний пристрій для приймання, запам’ятовування, перетворення та передавання двійкової інформації (слів). Регістри можуть використовуватися також для виконання деяких логічних перетворень. Введення (запис) інформації у регістр і зняття (зчитування) інформації з нього залежать від способу та характеристик з’єднання тригерів, з яких складається регістр. Тригери – запам’ятовуючі елементи регістрів. Їх кількість дорівнює розрядності чисел, які зберігаються. Окрім тригерів регістри містять також комбінаційні схеми, призначені для введення і виведення чисел, які зберігаються, перетворення їх кодів, зсування кодів на те або інше число розрядів. Інформація в регістрах зберігається, як правило, протягом деякої кількості тактів [4].

Паралельні регістри - це пристрої, призначені для запису, зберігання і надання інформації, представленої у вигляді двійкового коду. Для зберігання кожного двійкового розряду в регістрі використовується одна тригерна комірка. Для запам'ятовування багаторозрядних слів необхідне число тригерів об'єднують разом і розглядають як єдиний функціональний вузол – регістр.

Структурна схема регістра цього типу представлена на рисунку 1.9. Запис інформації в паралельні регістри здійснюється паралельним кодом, тобто у всі розряди регістра одночасно. Їх функція зводиться лише до прийому, зберігання і передачі інформації. У зв'язку з цим паралельні регістри називають регістрами пам'яті.

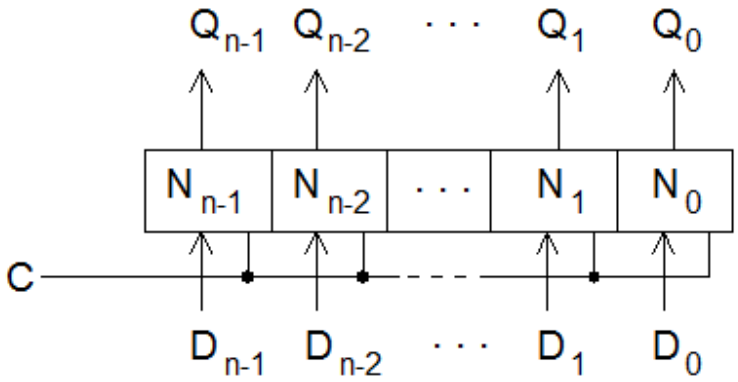


Рисунок 1.9 – Структурна схема паралельного регістра

Інформація (число) записується у всі розряди регістра, у всі D – тригери одночасно, тобто паралельним кодом. При подачі управляючого сигналу C = 1, інформація по входах D1 – D4 записується одночасно у відповідні розряди чотирьох D – тригерів (рис. 1.10).

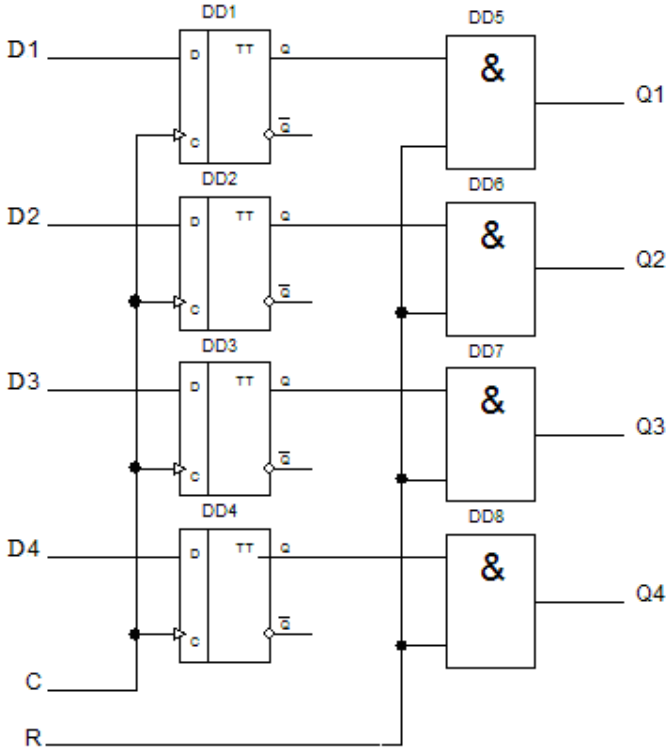


Рисунок 1.10 – Паралельний регістр на тактованих D – тригерах

При C = R = 0 інформація зберігається в регістрі пам'яті, а при R = 1 відбувається паралельне зчитування інформації.

Умовним зображенням регістра на рисунку 1.11(а) користуються тоді, коли на схемі необхідно показати кожен вхід і вихід даних. Якщо ж тракт да-

них розглядається як єдине, збільшене поняття (шина даних), то користуються позначенням, показаним на рисунку 1.11 (б).

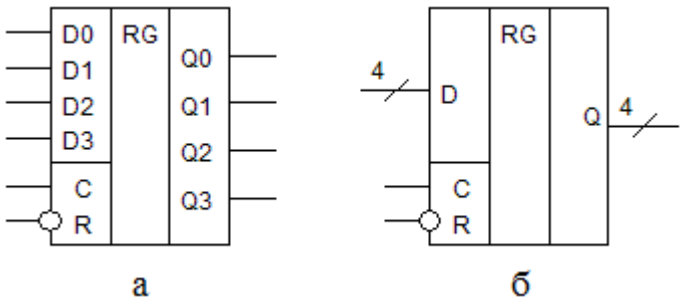


Рисунок 1.11– Умовне позначення паралельного регістра

Регістри, які випускаються промисловістю, інколи об’єднують на кристалі мікросхеми з іншими вузлами, в парі з якими регістри часто використовуються в схемах цифрової апаратури.

1.4 Пристрої відображення інформації

Для відображення цифрової інформації в системах контролю застосовуються різні індикатори. У основі принципів дії індикаторів лежать різні фізичні явища, такі як низьковольтна катодолюмінісценція, інжекційна і передпробійна електролюмінісценція, випромінювання газового розряду, різні електрооптичні ефекти і т. п. Індикатори розрізняються функціональними можливостями і призначенням, конструктивним і технологічним виконанням.

Одиничний напівпровідниковий знакосинтезуючий 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 p-n переходу знижується і відбувається інжекція електронів в p-область і дірок в n-область. В процесі рекомбінації неосновних носіїв в p-n переході енергія виділяється у вигляді фотонів, тобто процес рекомбінації супроводиться світловим випромінюванням, частота якого пропорційна ене-

ргії 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.

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

Багатоелементні напівпровідникові знакосинтезуючі 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 світловилучаючіх елементів, кольором свічення, конструктивними рішеннями [5].

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. Семисегментні індикатори випускаються двох видів – з об'єднаним анодом або з об'єднаним катодом, для зменшення числа контактних виводів індикатора (рис. 1.12) .

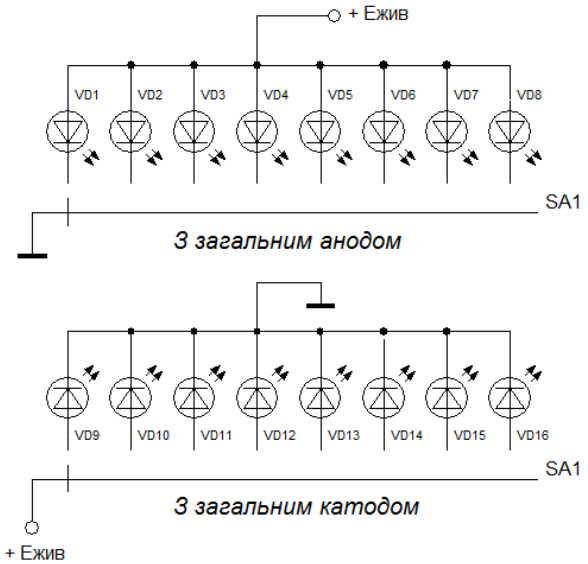


Рисунок 1.12 – Семисегментний світлодіодний індикатор

Розглянемо перетворювач двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами (рис. 1.13). 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.

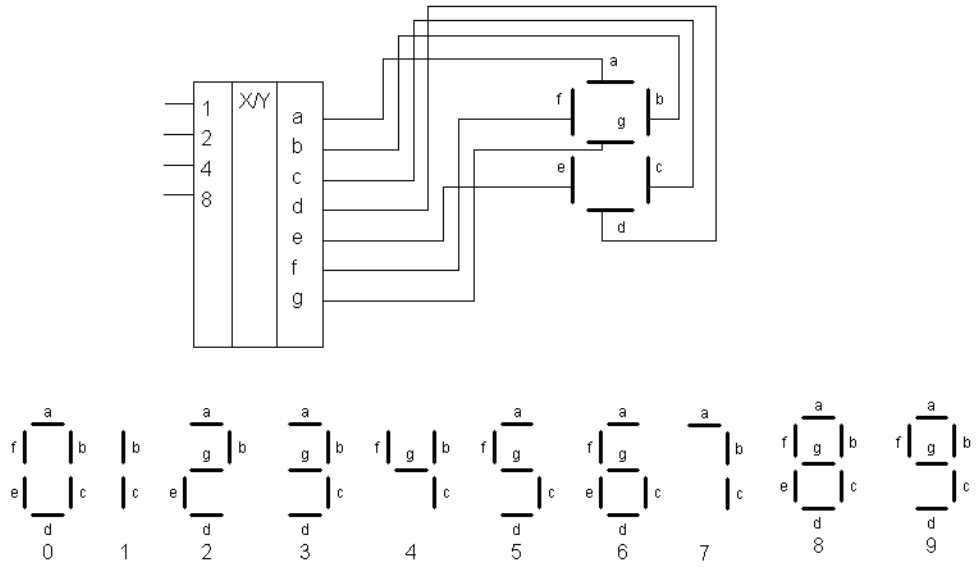


Рисунок 1.13 - Перетворювач двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами

З таблиці істинності перетворювача коду (табл. 1.2) 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.

Таблиця 1.2 – Таблиця істинності перетворювача двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами

DEC цифра	Входи				Виходи						
	A	B	C	D	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

Вагові коефіцієнти двійкових розрядів дорівнюють $(8421)_2$. Нулі проставлені для тих цифр, в яких сегмент не світиться.

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 довизначити (вважати що позначка × – логічна “1”), що спрощує схему перетворювача коду.

1.5 Логічні параметричні аналізатори

Логічний параметричний аналізатор підключається до тестових точок досліджуваної цифрової системи. Під параметричним значенням сигналу розуміють типове, мінімальне і максимальне значення: рівнів напруги (U), струму (I), часу затримки сигналу при проходженні його через компонент. Під логічним значенням сигналу розуміють деякий діапазон рівнів напруги. Залежно від використовуваних електронних компонентів: ТТЛ, ЕЗЛ, КМОН - логічному 0 і 1 зіставляють конкретні значення діапазонів, у межах яких можуть перебувати рівні напруг 0 і 1. У пристроях із шинною організацією під логічним значенням розуміють також вихід елемента в високоімпедансний стан (z стан).

Логічні сигнали в досліджуваних точках із заданою частотою дискретизації реєструються в буферному пристрої. Реєстраційні дані, збережені в буферному пристрої, можуть бути передані в пам'ять комп'ютера для відображення на екрані монітора у вигляді часової діаграми або таблиці станів [5].

Частота дискретизації вхідних сигналів може задаватися як від внутрішнього джерела, так і від зовнішнього (від тактового сигналу досліджуваної цифрової системи). Відповідно до цього робота аналізатора може здійснюватися як в асинхронному, так і в синхронному режимі (по відношенню до ро-

боти досліджуваної системи). Перший режим використовується, як правило, для виявлення помилок в роботі досліджуваної системи на апаратному рівні, тобто порушення часової діаграми – зрушення, помилкові імпульси і так далі. В даному випадку внутрішня частота дискретизації вибирається набагато більше частоти роботи досліджуваної системи. Другий режим (синхронний) використовується, як правило, для виявлення помилок в логіці роботи досліджуваної системи на мікропрограмному рівні (неправильні дані, команди і так далі).

Стан цифрових сигналів в системах контролю, як в комбінаційних схемах, так і в цифрових автоматах, досить часто визначають за допомогою логічних пробників. Схема логічного параметричного аналізатора приведена на рисунку 1.14 [6].

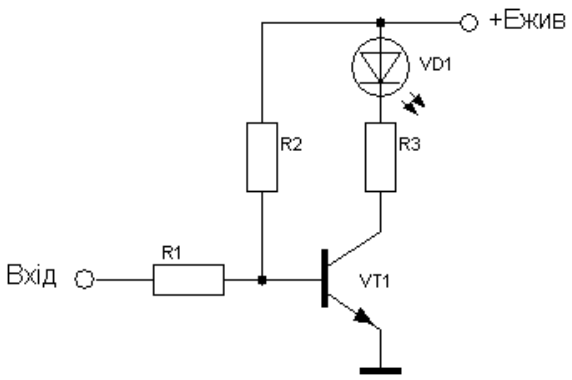


Рисунок 1.14 – Логічний параметричний аналізатор

Логічний параметричний аналізатор дозволяє визначити стан логічної одиниці, логічного нуля і відсутність електричного контакту (високоімпедансний стан). Якщо світлодіод VD1 не горить, то це свідчить про логічний нуль, якщо світлодіод горить яскраво, то це означає логічну одиницю. Світлодіод, який слабо світиться, вказує на відсутність електричного контакту, або на стан високоімпедансний стан виходу логічного елемента.

Логічний параметричний аналізатор може бути виконано на емітерних повторювачах, які аналогічно схемам досліджених логічних пробників, зменшують навантаження на перевіряємий пристрій.

Розглянемо емітерний повторювач зібраний по схемі з загальним колектором (рис. 1.15) [7].

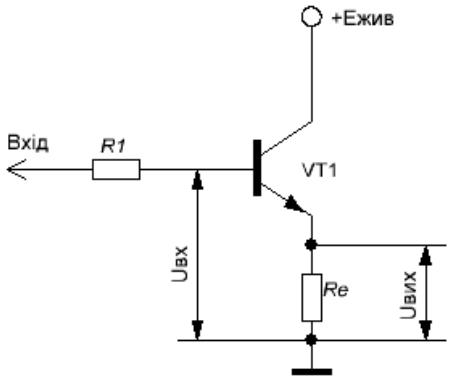
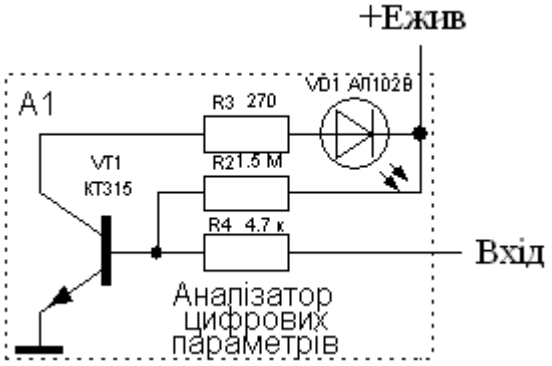


Рисунок 1.15 – Емітерний повторювач по схемі з загальним колектором

Принцип дії схеми із загальним колектором полягає в наступному. Якщо прикласти вхідну напругу більше чим 0,7 В, то протікає колекторний струм, який викликає падіння напруги на Re. Вихідна напруга зростає настільки, аби напруга база-емітер досягла 0,7 В. Тоді



Якщо збільшити $U_{вх}$, то колекторний струм зросте, а також і падіння напруги на $R_э$ підвищиться. Внаслідок цього напруга $U_{бэр}$ лише трохи збільшується при підвищенні колекторного струму. Отже, вихідна напруга зростає майже також, як вхідна, і коефіцієнт посилення по напрузі дорівнює

$$К_{підс} = \frac{\Delta U_{вих}}{\Delta U_{вх}} = 1$$

Оскільки зміна потенціалу емітера повторює зміну потенціалу бази, то схему із загальним колектором часто називають емітерним повторювачем.

Вхідний опір емітерного повторювача не відрізняється від вхідного опору схеми із загальним емітером і негативного зворотного зв’язку.

Метою роботи являється розрахунок та схемні вирішення багатоканальної мікроелектронної системи оцінки параметрів цифрової інформації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- забезпечити передачу вхідних сигналів без дестабілізуючих спотворень;

- розрахувати схемотехніку функціональних вузлів системи оцінки параметрів цифрової інформації;

- забезпечити інформаційність контролю параметрів за допомогою індикаторів.

2 Мікроелектронна система оцінки параметрів цифрової інформації

Структурна схема система оцінки параметрів цифрової інформації представлена на рисунку 2.1. Як джерело цифрової інформації обрано генератор числової послідовності Фібоначчі (1-1-2-3-5-8-13-21). Числова послідовність передається по восмирозрядній лінії зв'язку на мікроелектронну систему оцінки параметрів цифрової інформації. Контрольний автомат перевіряє правильність передачі цифрової інформації, яка фіксується в буферному регістрі і відображається системою індикації. Параметрична перевірка виконується інтерфейсним пристроєм перед подальшою передачею на виконавчі пристрої.

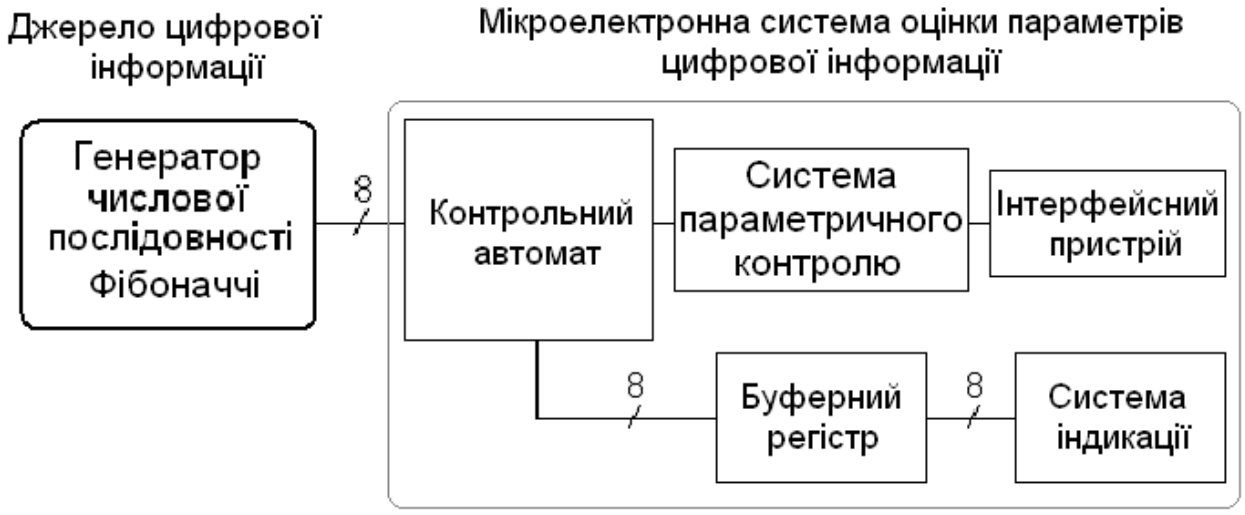


Рисунок 2.1 - Структурна схема система оцінки параметрів цифрової інформації

2.1 Джерело цифрової інформації

Розглянемо генератор чисел 1-1-2-3-5-8-13-21. Оскільки $L_n = 8$, то за основу генератора можна взяти трьохрозрядний лічильник $K_{max.} = 8$, який генерує числа 0-1-2-3-3-4-5-6-7. Підключивши до виходів лічильника комбіна-

ційну схему, яка виконує перетворення коду відповідно до таблиці функціонування, отримаємо структуру генератора, який створює задану послідовність чисел.

Для побудови генератора використовуємо лічильник, побудований на двох JK – тригерах. Використовуємо схему віднімаючого лічильника, отже, подамо сигнал перенесення на тригер старшого розряду не з прямого виходу попереднього тригера, а з інверсного. Складемо таблицю переходів станів розрядів лічильника (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Таблиця станів розрядів лічильника генератора

n	$Q3^n$	$Q2^n$	$Q1^n$	$Q3^{n+1}$	$Q2^{n+1}$	$Q1^{n+1}$
0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0
2	0	1	0	0	1	1
3	0	1	1	1	0	0
4	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	1	0
6	1	1	0	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0

Складемо карти Карно для функцій переходів тригерів кожного розряду (рис. 2.2).

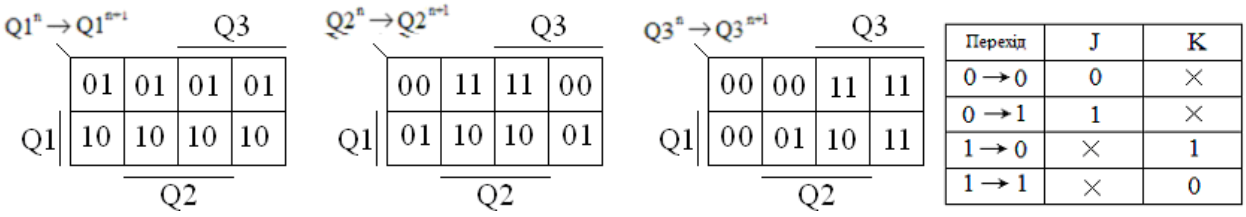


Рисунок 2.2 – Карти функцій переходів тригерів генератора

Використовуючи словник переходів JK – тригера для кожного входу тригера, складемо карти Карно, в клітинках яких проставимо сигнали, необхідні для забезпечення переходів тригерів, вказаних в однойменних клітинках карт функцій переходів (рис. 2.3) [3].

Виконаємо мінімізацію логічних функцій входів в картах Карно з метою отримання їх аналітичних виразів. У результаті отримуються наступні функції входів тригерів лічильника генератора:

$$J1 = 1;\ K1 = 1;\ J2 = Q1;\ K2 = Q1;\ J3 = Q2Q1;\ K3 = Q2Q1$$

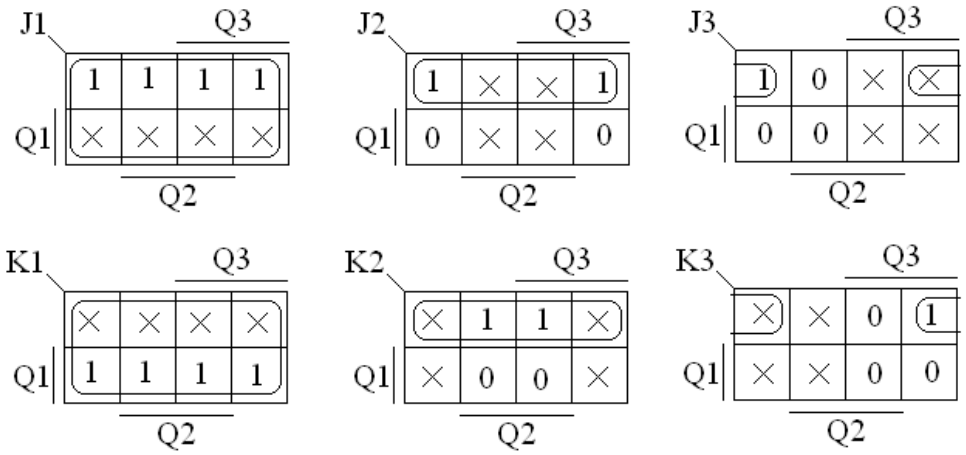


Рисунок 2.3 – Карти Карно функцій входів тригерів лічильника

Складемо логічну схему лічильника генератора чисел (рис. 2.4).

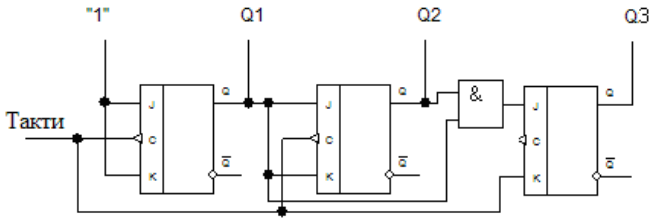


Рисунок 2.4 – Лічильник генератора чисел

Аналіз функціонування відповідає таблиці станів розрядів лічильника генератора чисел (рис. 2.5).

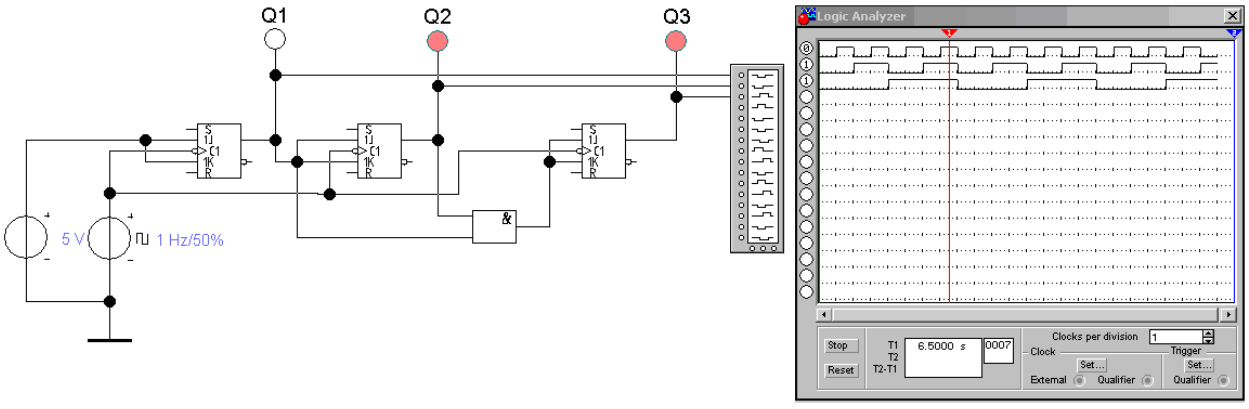


Рисунок 2.5 – Аналіз функціонування лічильника генератора чисел

Розрахуємо комбінаційну схему, яка виконує перетворення коду відповідно до таблиці функціонування (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Алгоритм функціонування комбінаційної схеми генератора послідовності Фібоначчі

Число	Q3	Q2	Q1	F6	F5	F4	F3	F2	F1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	0	1	0
3	0	1	1	0	0	0	0	1	1
5	1	0	0	0	0	0	1	0	1
8	1	0	1	0	0	1	0	0	0
13	1	1	0	0	1	0	0	1	1
21	1	1	1	1	0	0	0	0	1

У результаті отримуємо наступні функції виходів генератора числової послідовності 1-1-2-3-5-8-13-21

$$F1 = \overline{Q3}\,\overline{Q2}Q1 + \overline{Q3}Q2\overline{Q1} + Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q3\overline{Q2}Q1 + Q3Q2Q1 + \overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}$$

$$F2 = \overline{Q3}Q2Q1 + Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q3Q2Q1$$

$$F3 = Q3\overline{Q2}Q1 + \overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}$$

$$F4 = Q3Q2\overline{Q1} = \overline{\overline{Q3Q2\overline{Q1}}}$$

$$F5 = Q3Q2Q1 = \overline{\overline{Q3Q2Q1}}$$

$$F6 = \overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}$$

Технічна схема генератора числової послідовності Фібоначчі представлена на рисунку 2.6.

Аналіз схемного рішення генератора вимагає перетворення рівнянь до інверсно-кон’юнктивної форми

$$F1 = \overline{\overline{Q3}\,\overline{Q2}Q1 + \overline{Q3}Q2\overline{Q1} + Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q3\overline{Q2}Q1 + Q3Q2Q1 + \overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}} =$$

$$= \overline{\overline{Q3}\,\overline{Q2}Q1 + \overline{Q3}Q2\overline{Q1} + Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q3\overline{Q2}Q1 + Q3Q2Q1 + \overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}} =$$

$$= \overline{\overline{Q3}\,\overline{Q2}Q1} \cdot \overline{\overline{Q3}Q2\overline{Q1}} \cdot \overline{Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1}} \cdot \overline{Q3\overline{Q2}Q1} \cdot \overline{Q3Q2Q1} \cdot \overline{\overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}}$$

$$F2 = \overline{\overline{Q3}Q2Q1 + Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q3Q2Q} = \overline{\overline{Q3}Q2Q1 + Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q3Q2Q1} =$$

$$= \overline{\overline{Q3}Q2Q1} \cdot \overline{Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1}} \cdot \overline{Q3Q2Q}$$

$$F3 = Q3\overline{Q2}Q1 + \overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1} = \overline{\overline{Q3\overline{Q2}Q1} + \overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}} = \overline{\overline{Q3\overline{Q2}Q1}} \cdot \overline{\overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1}}$$

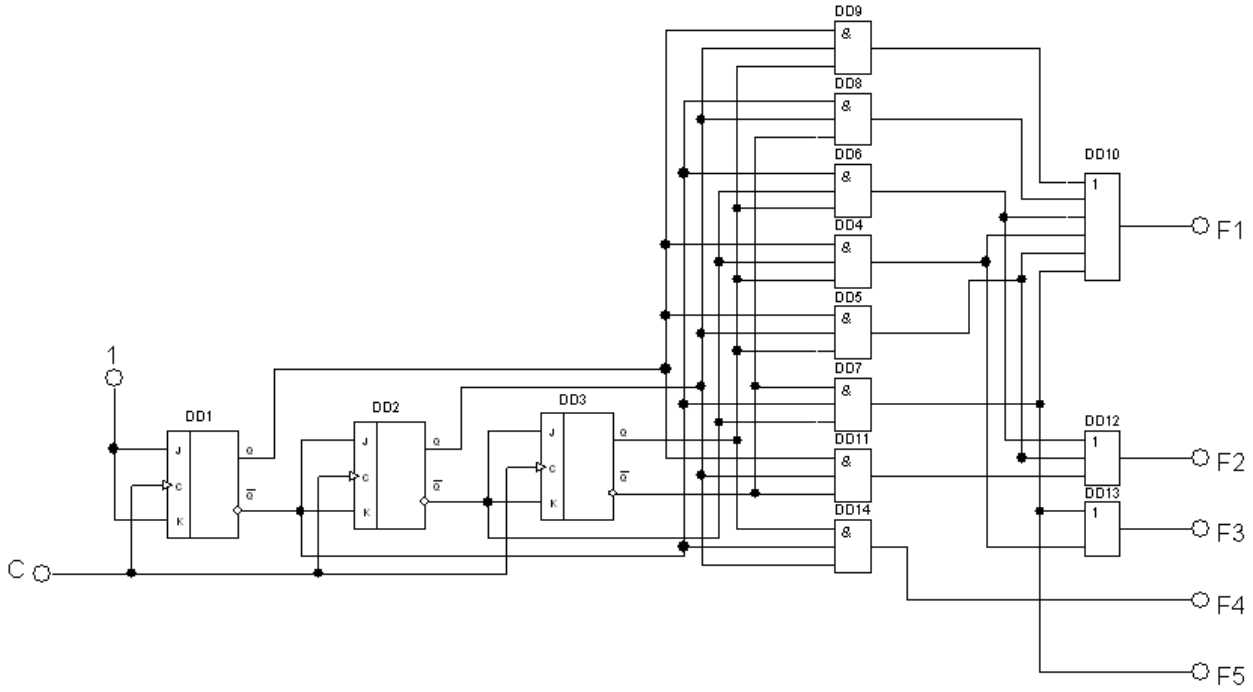


Рисунок 2.6 – Технічна схема генератора числової послідовності 1-1-2-3-5-8-13-21 на основі лічильника з вихідною комбінаційною схемою

Аналіз схеми з метою отримання діаграми функціонування виконаємо у програмному забезпеченні EWB (рис. 2.7)

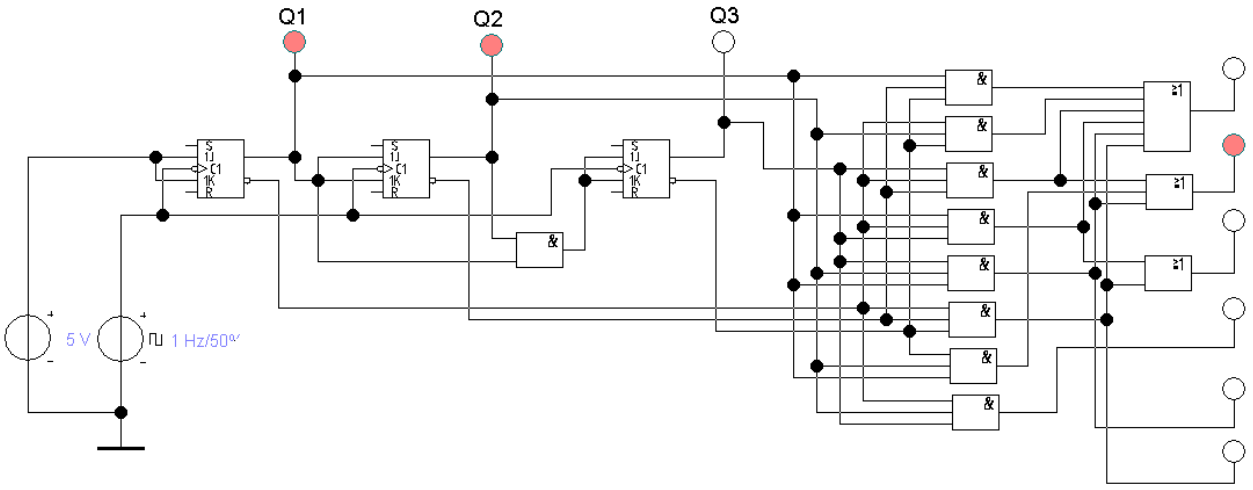


Рисунок 2.7 – Аналіз функціонування генератора числової послідовності Фібоначчі 1-1-2-3-5-8-13-21

Часова діаграма роботи генератора (рис. 2.8) показує, що періодична зміна вихідних комбінацій відбувається згідно з заданою числовою послідовністю Фібаночі.

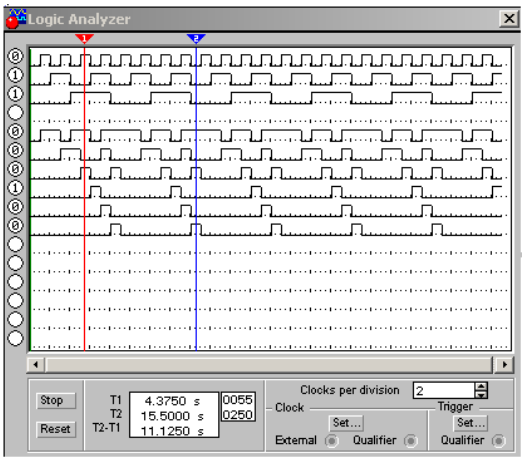


Рисунок 2.8 - Аналіз схеми з метою отримання діаграми функціонування

Генератор імпульсів призначений для узгодження роботи елементів генератора числової послідовності [3]. Широка зміна частоти імпульсів (близько 50 тисяч разів), що генеруються, забезпечує генератор, зібраний за схемою, яка представлена на рисунку 2.9. 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.

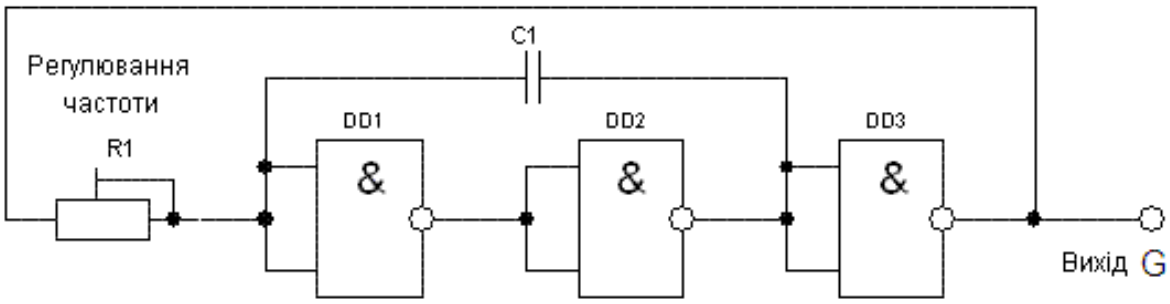


Рисунок 2.9 – Схема генератора імпульсів

Схема електрична принципова генератора імпульсів у програмному забезпеченні sPlan 5.0 зібрана на мікросхемі К555ЛА3 (аналог 7400) (рис. 2.10).

Схема генератора числової послідовності Фібоначчі зібрана на елементах ТТЛ логіки (рис. 2.11).

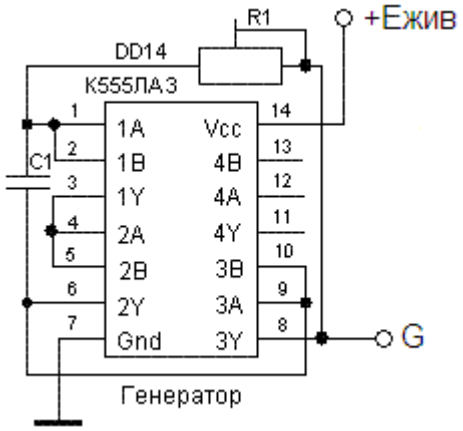


Рисунок 2.10 – Схема електрична принципова генератора імпульсів

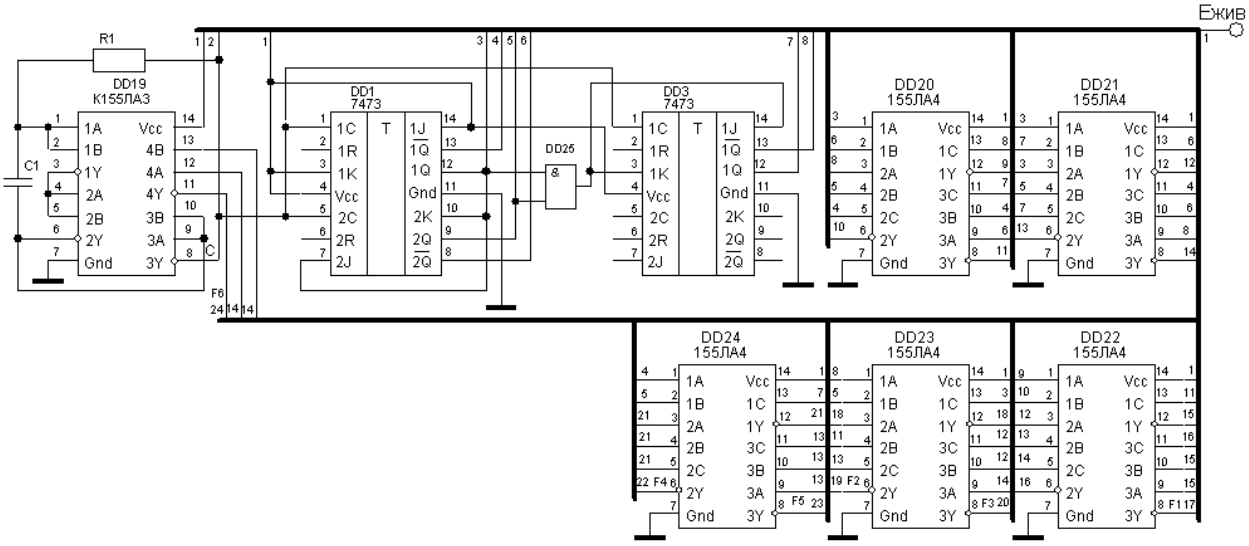


Рисунок 2.11 - Схема генератора числової послідовності Фібоначчі

2.2 Система контролю параметрів цифрової інформації

Аналіз існуючих логічних систем контролю показує на малу кількість більш дешевих пристроїв, які не використовують мікроконтролери і коштовне програмне забезпечення. По функціям такі аналізатори аналогічні процесорним, але по мобільності, автономності використання та коштовності перевершують їх. Аналізатор логічних станів призначений для дослідження цифрових електричних сигналів шляхом реєстрації їх в цифровій пам'яті і відображення на індикаторах, цифрового виміру часових параметрів.

2.2.1 Контрольний автомат

Вісьмирозрядний код Фібоначчі 1-1-2-3-5-8-13-21 розіб'ємо на дві тетради Q8Q7Q6Q5 Q4Q3Q2Q1. Отримаємо два чотирьохрозрядних кода: Q8Q7Q6Q5 – десятки і Q4Q3Q2Q1 – одиниці.

Для чотирьохрозрядного двійкового коду одиниць Q4Q3Q2Q1 таблиця станів схеми контролю парності представлена в таблиці 2.3 [3].

Таблиця 2.3 – Таблиця станів схеми контролю парності

Входи				Вихід
Q4	Q3	Q2	Q1	P
0	0	0	0	x
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

Випробуємо метод мінімізації за допомогою карт Карно (рис. 2.12).

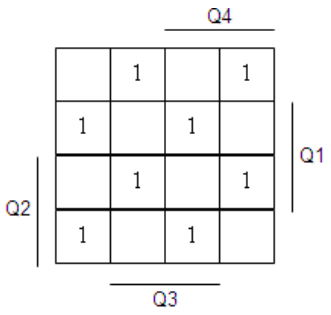


Рисунок 2.12 - Карта Карно чотирьохрозрядного двійкового коду Q4Q3Q2Q1

2) Виведемо рівняння функціонування розрахунковим методом:

$$P = \overline{Q4}\,\overline{Q3}\,\overline{Q2}Q1 + \overline{Q4}\,\overline{Q3}Q2\overline{Q1} + \overline{Q4}Q3\overline{Q2}\,\overline{Q1} + \overline{Q4}Q3Q2Q1 +$$
$$+ Q4\overline{Q3}\,\overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q4\overline{Q3}Q2Q1 + Q4Q3\overline{Q2}Q1 + Q4Q3Q2\overline{Q1} =$$
$$= \overline{Q4}\,\overline{Q3}(\overline{Q2}Q1 + Q2\overline{Q1}) + \overline{Q4}Q3(\overline{Q2}\,\overline{Q1} + Q2Q1) + Q4\overline{Q3}(\overline{Q2}\,\overline{Q1} +$$
$$+ Q2Q1) + Q4Q3(Q2Q1 + Q2Q1) = Q4Q3(Q2 \oplus Q1) +$$
$$+ \overline{Q4}Q3(\overline{Q2 \oplus Q1}) + Q4\overline{Q3}(\overline{Q2 \oplus Q1}) + Q4Q3(Q2 \oplus Q1) =$$
$$= (Q2 \oplus Q1)(\overline{Q4 \oplus Q3}) + (\overline{Q2 \oplus Q1})(Q4 \oplus Q3) = (Q2 \oplus Q1) \oplus (Q4 \oplus Q3)$$

Для тетради десятків Q8Q7Q6Q5 результати розрахунків аналогічні:

$$P = (Q5 \oplus Q6) \oplus (Q7 \oplus Q8)$$

Технічна схемна реалізація контролю парності приведені на рисунку 2.13.

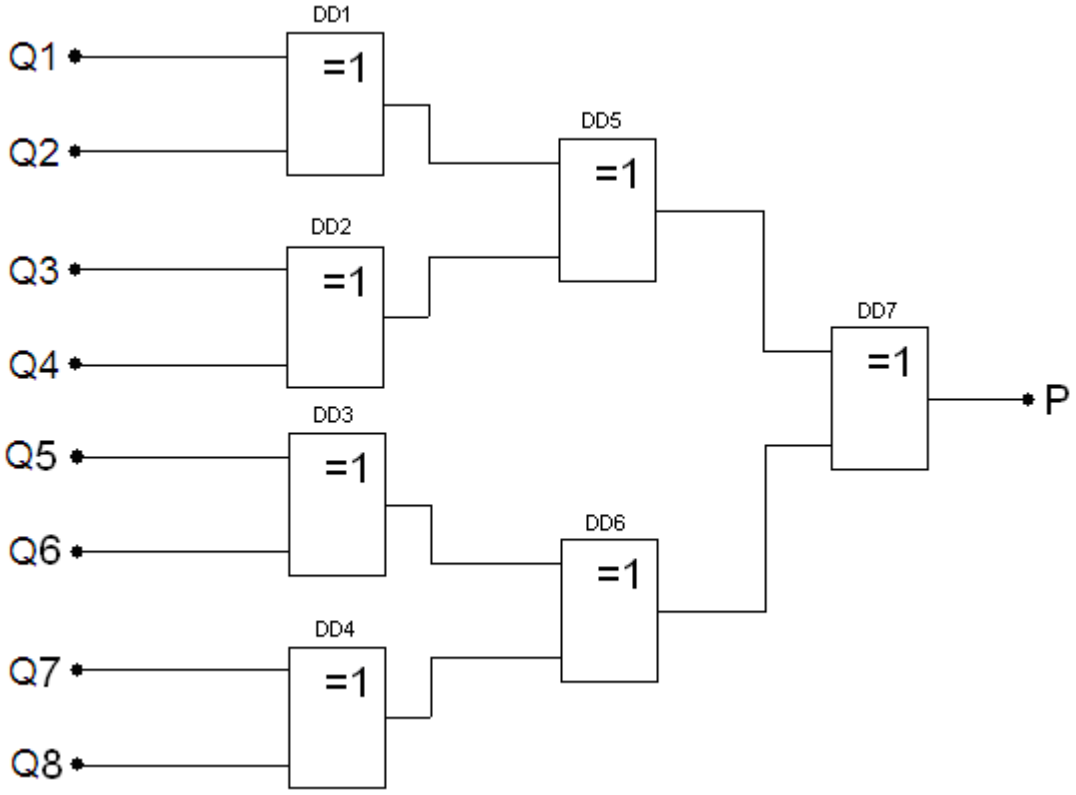


Рисунок 2.13 – Технічна схема контрольного автомата

Перевірка правильності функціонування контрольного автомата в програмному забезпеченні EWB представлена на рисунку 2.14.

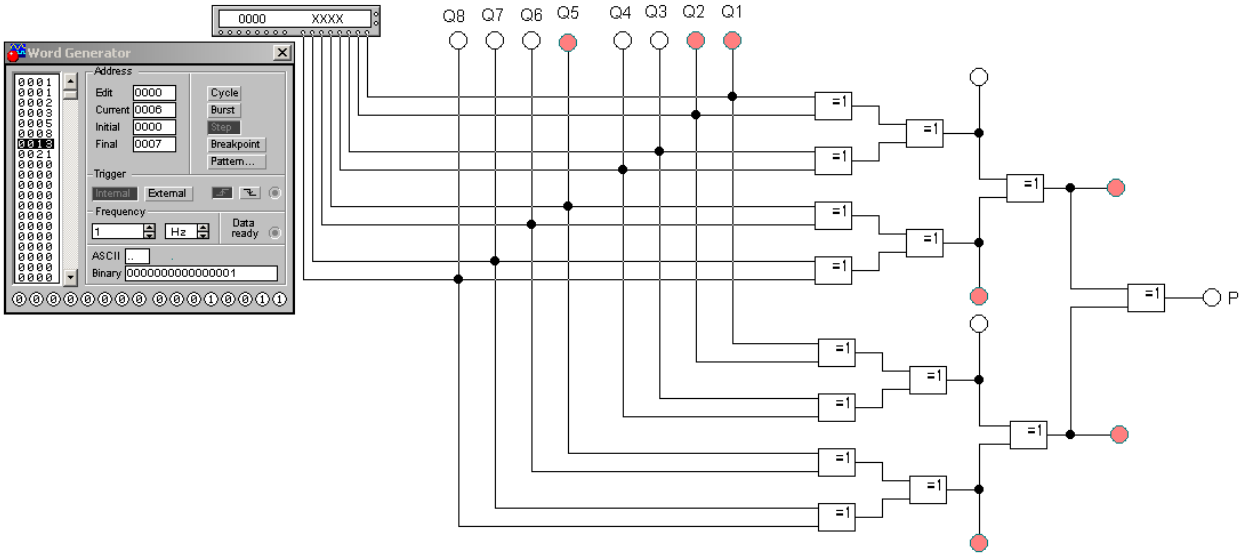


Рисунок 2.14 – Аналіз функціонування контрольного автомата

Схема електрична принципова контролю правильності проходження інформації у програмному забезпеченні sPlan 5.0 зібрана на мікросхемах К555ЛП5 (аналог 7486) (рис. 2.15).

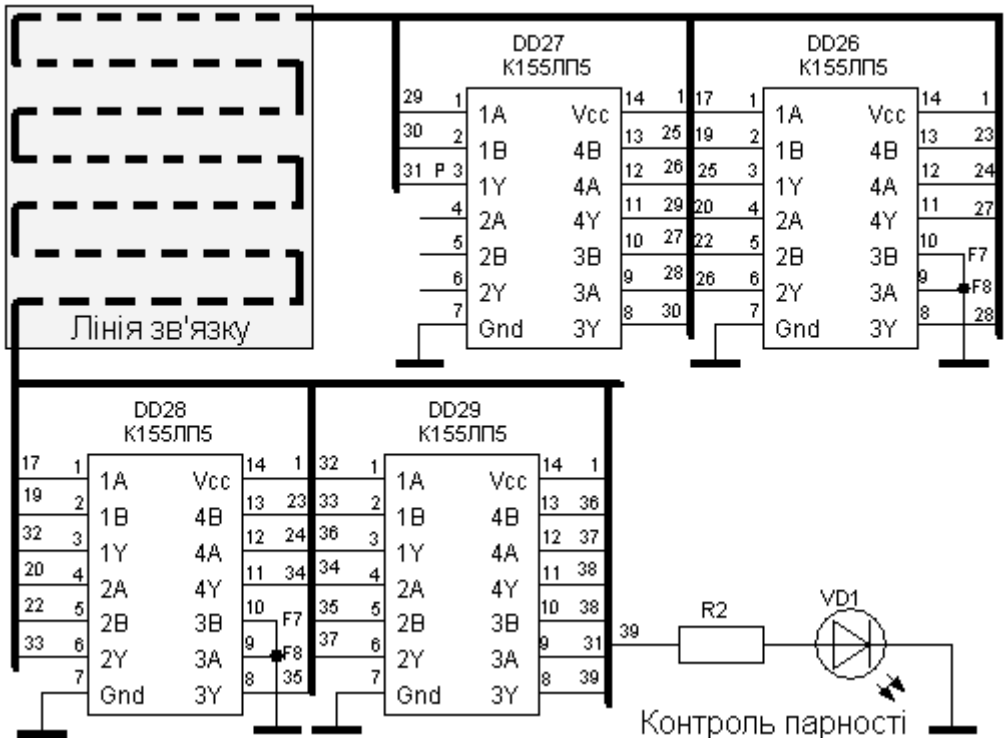


Рисунок 2.15 – Схема електрична принципова контрольного автомата

2.2.2 Буферний регістр

Буферний регістр призначений для зберігання проміжної інформації і може бути реалізований за схемою регістра з паралельним введенням і паралельним виведенням інформації (рис. 2.16).

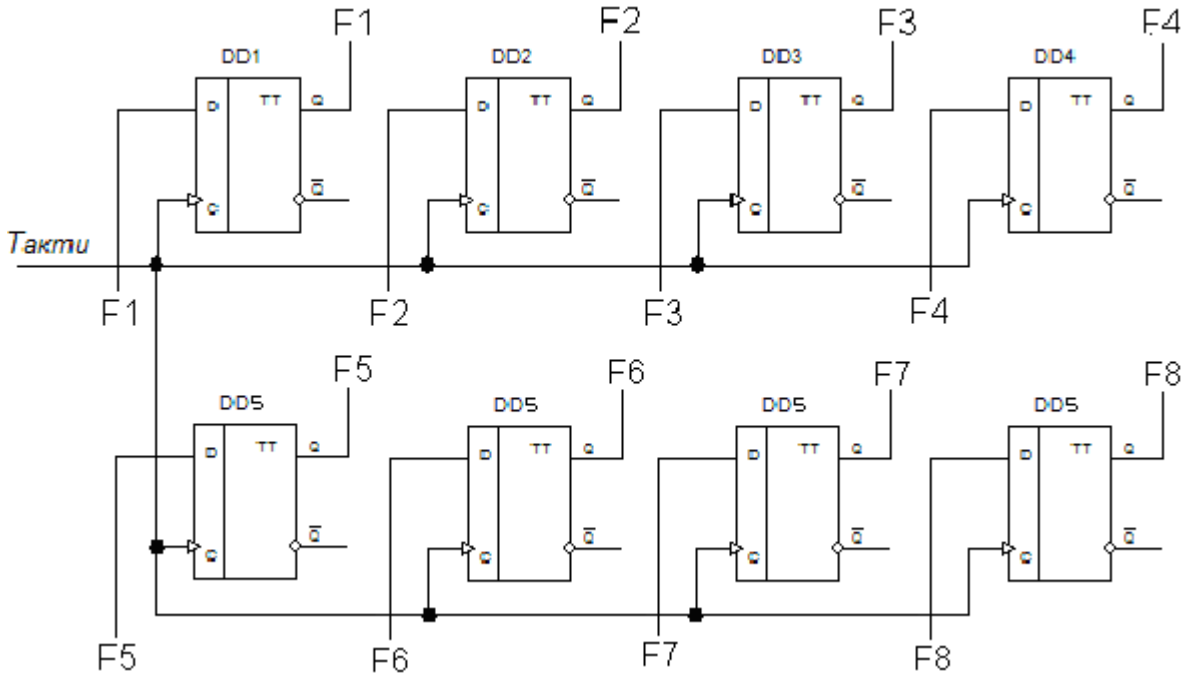


Рисунок 2.16 - Регістр з паралельним введенням і паралельним виведенням інформації

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

У зв'язку з цим паралельні регістри називають регістрами пам'яті. Як розряди регістра пам'яті використовуються D-тригери, які синхронізуються, якщо інформація поступає у вигляді однофазних сигналів. Елементна база розрахованих вузлів може бути різноманітна. Аналіз функціонування в програмних засобах показує, що в якості лічильника можна використати мікросхему К555ИЕ5, в якій JK-тригери включені по схемі Т тригерів і з’єднані по-

слідовно [4]. Код послідовності Фібоначчі запам’ятовується буферним регістром, зібраним на мікросхемах К555ТМ8 (74175) (рис. 2.17) [3].

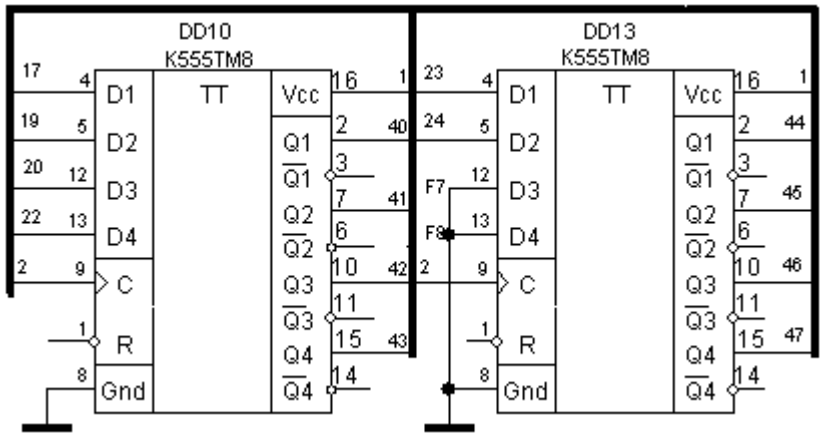


Рисунок 2.17 – Схема електрична принципова буферного регістра

2.2.3 Пристрій відображення інформації

За умовою використання восьми розрядів коду Фібаночі максимальне число F8F7F6F5F4F3F2F1, яке зберігається в буферному регістрі у десятковому еквіваленті 21, у двійково-десятковому 00100001. При цьому старші розряди двійково-десяткового коду F8=F7= 0. Для спрощення схемотехніки пристрою відображення інформації необхідно використовувати перетворювачі чотирьохрозрядних кодів F8F7F6F5 та F4F3F2F1 у коди семисегментних індикаторів.

Складемо таблицю функціонування пристрою відображення інформації (табл. 2.4), яка описує алгоритм перетворення двійково-десяткового коду F8F7F6F5 F4F3F2F1 (40-30-20-10 8-4-2-1) в коди двох семисегментних індикаторів (рис. 2.18). Кожна тетрада коду послідовності Фібоначчі відображається своїм семисегментним світлодіодним індикатором. Таким чином буде спостерігатися візуальна інформація про правильність проходження цифрового сигналу через лінію зв’язку.

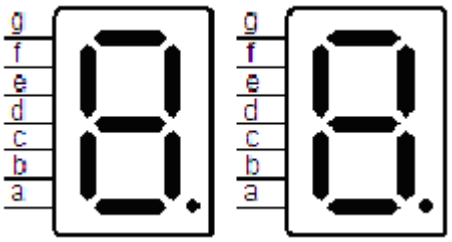


Рисунок 2.18 – Семисегментні індикатори для відображення отриманої з буферного регістра інформації

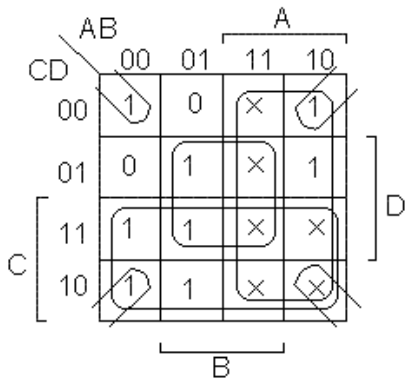
З таблиці істинності перетворювача коду (табл. 2.4) видно, що кожен індикатор може відобразити цифри від 0 до 9. У зв'язку з цим в логічному наборі, для чотирьохрозрядного коду, стани вихідних сигналів цифр від 10 до 15 є неактивованими. Тому, при мінімізації функцій виходів, їх можна довизначити (вважати що позначка × – логічна "1"), що спрощує схему перетворювача коду.

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

DEC цифра	Входи				Виходи						
	A	B	C	D	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
10	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
11	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
12	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
13	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
14	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Вихідна функція для сегменту a:

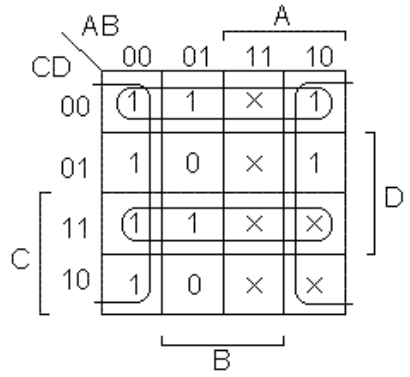
$$Fa = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BCD + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D$$



Після спрощення отримаємо: $Fa = A + C + BD + \overline{B}\overline{D}$.

Вихідна функція для сегменту b:

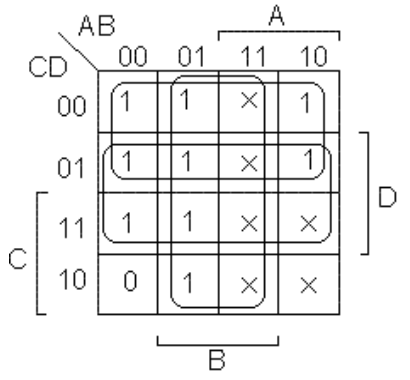
$$Fb = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}BCD + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D$$



Після спрощення отримаємо: $Fb = \overline{B} + CD + \overline{C}\overline{D}$.

Вихідна функція для сегменту c:

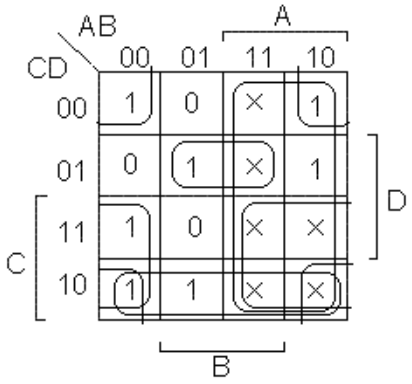
$$Fc = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}BCD +$$
$$+ A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D$$



Після спрощення отримаємо: $Fc = \overline{C} + B + D$.

Вихідна функція для сегменту d:

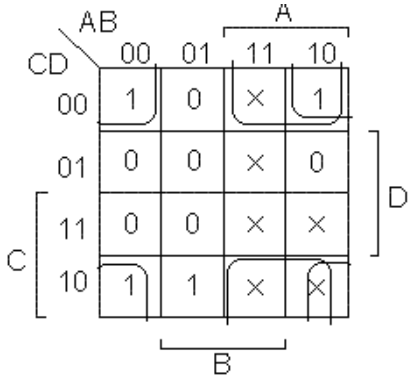
$$Fd = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D$$



Після спрощення отримаємо: $Fd = A + C\overline{D} + \overline{B}C + \overline{B}\overline{D} + B\overline{C}D$.

Вихідна функція для сегменту e:

$$Fe = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D}$$

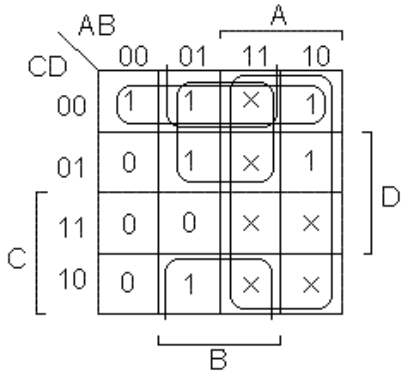


Аналогічно отримуємо функції для наступних виходів:

Після спрощення отримаємо: $Fe = C\overline{D} + \overline{B}\overline{D}$;

Вихідна функція для сегменту f:

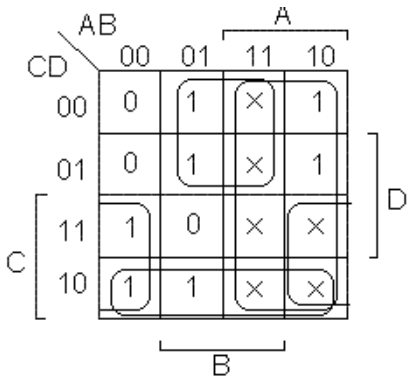
$$Ff = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D}$$



Після спрощення отримаємо: $Ff = A + B\overline{C} + B\overline{D} + \overline{C}\overline{D}$.

Вихідна функція для сегменту g:

$$Fg = \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}BCD + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D + AB\overline{C}D$$



Після спрощення отримаємо: $Fg = A + B\overline{C} + C\overline{D} + \overline{B}C$.

Реалізація схеми на елементах елементарної логіки представлена на рисунку 2.19.

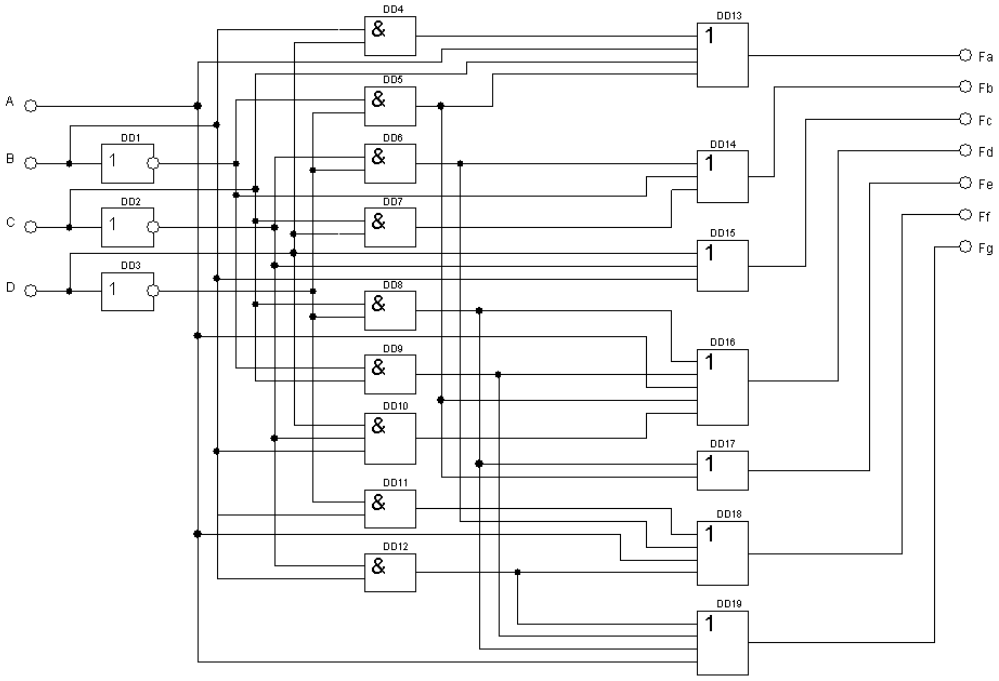


Рисунок 2.19 – Технічна схема перетворювача двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами

Проведемо моделювання перетворювача двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами в програмному забезпеченні Electronics Workbench (рис. 2.20).

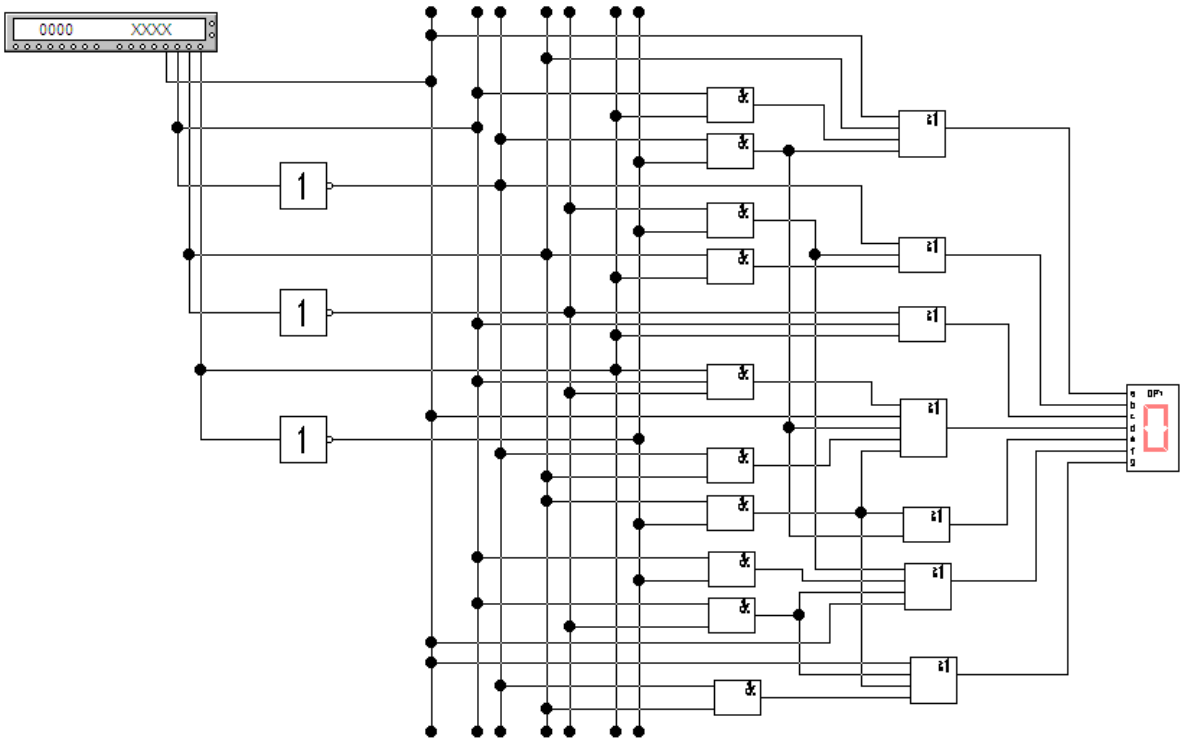


Рисунок 2.20 - Моделювання перетворювача двійкового коду в код управління семисегментним світлодіодним індикатором

Схема електрична принципова перетворювача двійкового коду в код управління семисегментними світлодіодними індикаторами у програмному забезпеченні sPlan 5.0 може бути виконана на мікросхемах К555ИД18 (7447PC). Мікросхема являє собою перетворювач логічних сигналів з двійкового коду 8-4-2-1 в код семисегментного індикатора з загальним анодом рис. 2.21).

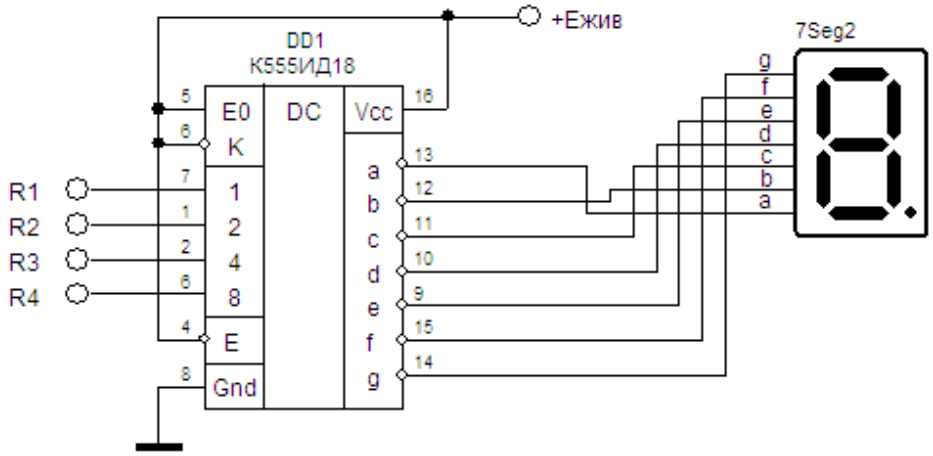


Рисунок 2.21 – Схема перетворення двійкового коду 8-4-2-1 в код семисегментного індикатора на мікросхемі К555ИД18

Проведемо аналіз функціонування перетворювача в програмному забезпеченні Electronics Workbench (рис. 2.22). Так-як мікросхема має виходи з відкритим колектором (активний нуль), а семисегментний індикатор в програмному забезпеченні EWB з загальним катодом, в схемі необхідно використати інвертори.

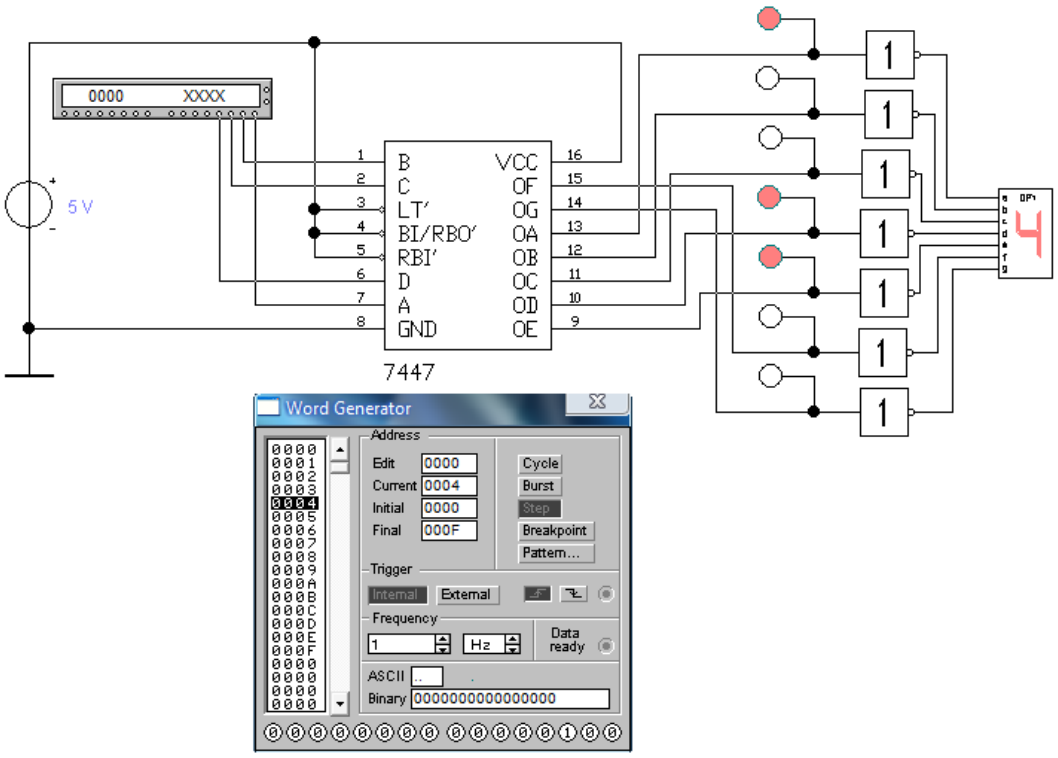


Рисунок 2.22 – Аналіз функціонування перетворювача

Мікросхема К555ИД18 (7447РС) являє собою перетворювач логічних сигналів з двійкового коду 8-4-2-1 в код семисегментного індикатора з загальним анодом (рис. 2.23). Призначення виводів представлено в таблиці 2.5.

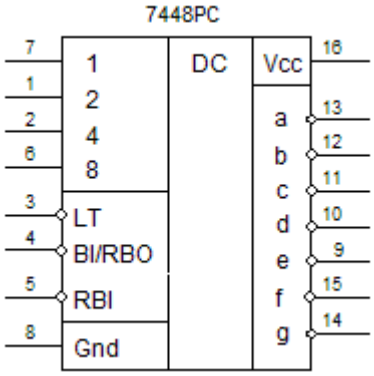


Рисунок 2.23 – Мікросхема 7447

Таблиця 2.5 – Призначення виводів мікросхеми 7447

№ виводу	Призначення
1	Вхід з вісовим значенням розряду (2)
2	Вхід з вісовим значенням розряду (4)
3	Вхід контроля 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)

Для відображення двійково-десяткового коду послідовності Фібоначчі, необхідно включити в схему два світлодіодних індикатора [5]. Проведемо моделювання перетворювача двійково-десяткового коду (0-0-20-10 8-4-2-1) в коди семисегментних індикаторів на мікросхемах 7447 (рис. 2.24).

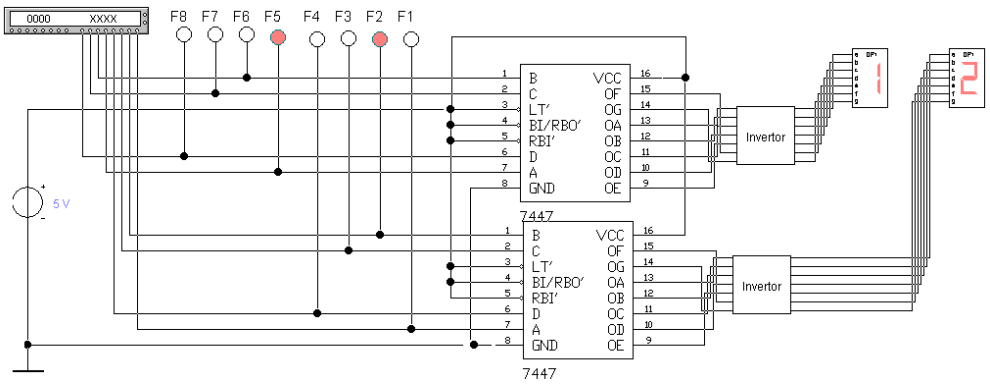


Рисунок 2.24 - Моделювання схеми перетворювача двійково-десяткового коду 0-0-20-10 8-4-2-1 у коди двох семисегментних індикаторів

Схема електрична принципова пристрою відображення інформації перевіряємого цифрового сигналу, на світлодіодних індикаторах у програмному забезпеченні sPlan 5.0 представлена на рисунку 2.25.

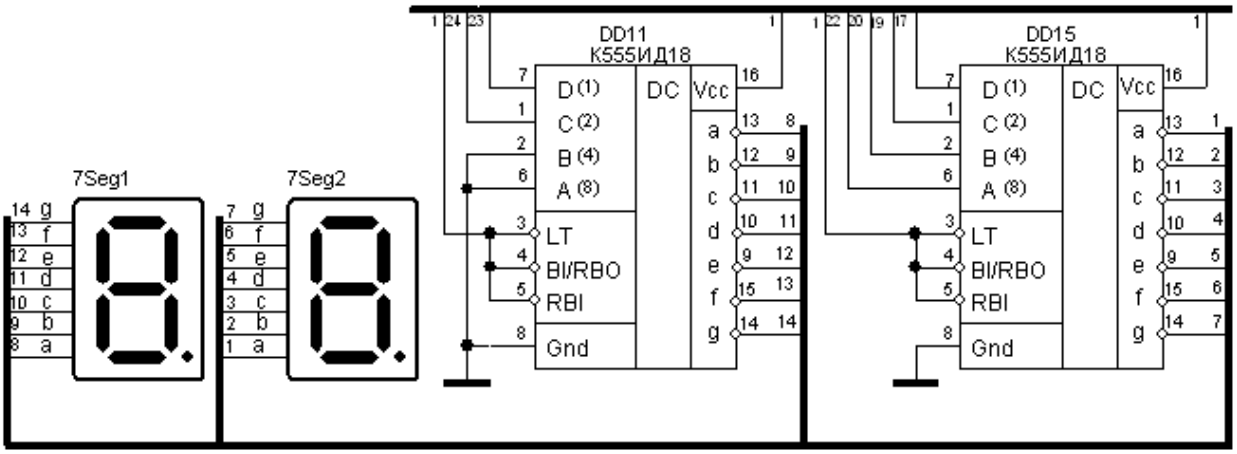


Рисунок 2.25 – Схема електрична принципова пристрою відображення інформації

2.3 Аналізатор цифрових параметрів

Вузли аналізатора цифрових параметрів А1 – А8 виконані на ключових схемах, які аналогічно схемам досліджених логічних пробників, зменшують навантаження на перевіряємий пристрій (рис. 2.26).

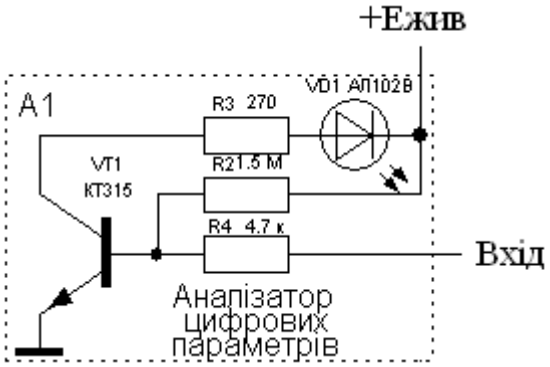


Рисунок 2.26 – Ключова схема аналізатора логічних параметрів цифрових сигналів

Логічний параметричний аналізатор дозволяє визначити стан логічної одиниці, логічного нуля і відсутність електричного контакту (високоімпедансний стан). Якщо світлодіод VD1 не горить, то це свідчить про логічний нуль, якщо світлодіод горить яскраво, то це означає логічну одиницю. Світ-

лодіод, який слабо світиться, вказує на відсутність електричного контакту, або на стан високоімпедансний стан виходу логічного елемента.

Інформація про параметри цифрового сигналу визначається візуально за допомогою лінійного світлодіодного індикатора.

Елементи індикації є конструктивно завершеним перетворювачем інформаційного електричного сигналу в просторовий візуальний [8].

Лінійні шкали є аналогами щитових вимірювальних приладів і служать для відображення величин які постійно змінюються.

За способом формування символів можна виділити статичні та динамічні елементи індикації. До першої групи належать елементи, для яких візуальний образ кожного повідомлення формується одночасно на всьому індикаторі. Для динамічних елементів характерно послідовне в часі поетапне формування образу кожного з повідомлень на індикаторі. Статична обробка сигналів і синтез елементів індикації підвищує швидкодію і знижує рівень завад.

Світлодіодна шкала (шкальний індикатор) – це кілька незалежних світлодіодів в одному корпусі, викладених у формі шкали. Світлодіодні шкальні індикатори випускаються на різну кількість елементів індикації, залежно від призначення (рис. 2.27).

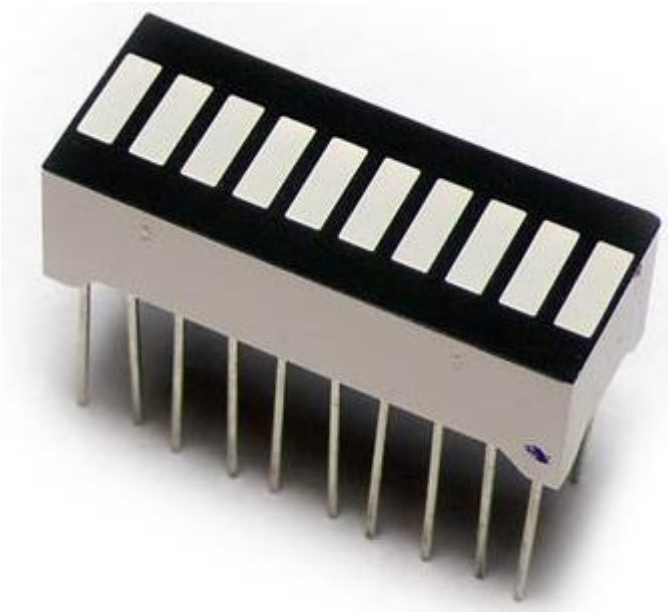


Рисунок 2.27 – Шкальний індикатор логічних параметрів цифрового сигналу OSX10201-YG

2.4 Схема пристрою оцінки параметрів цифрової інформації

Загальна схема пристрою оцінки параметрів цифрової інформації, являє собою систему комплексної оцінки правильності формування сигналу цифрової інформації (коду Фібоначчі), його передачі до виконавчого пристрою та попередньою перевіркою контрольним автоматом і параметричним аналізатором (рис. 2.28).

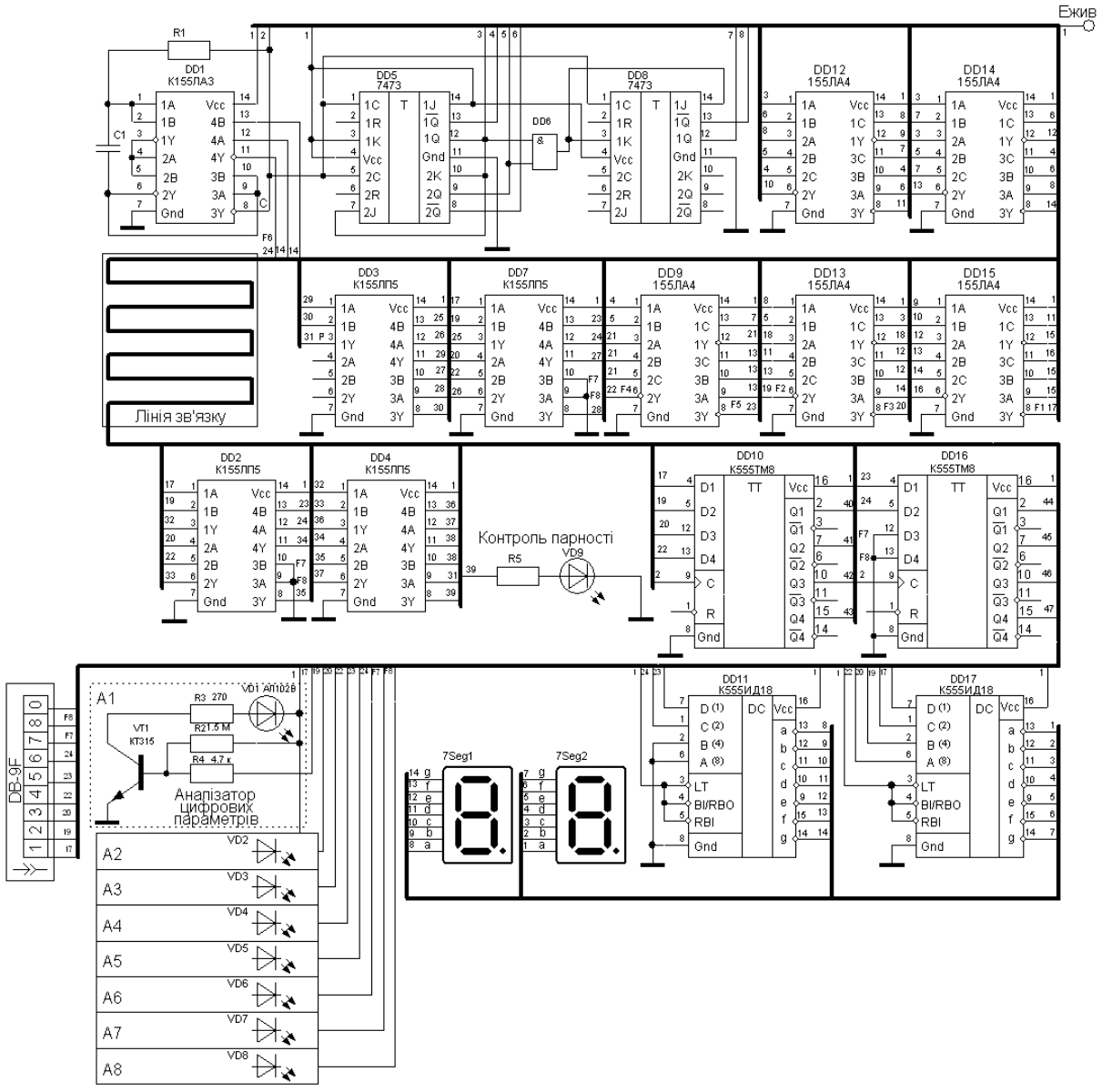


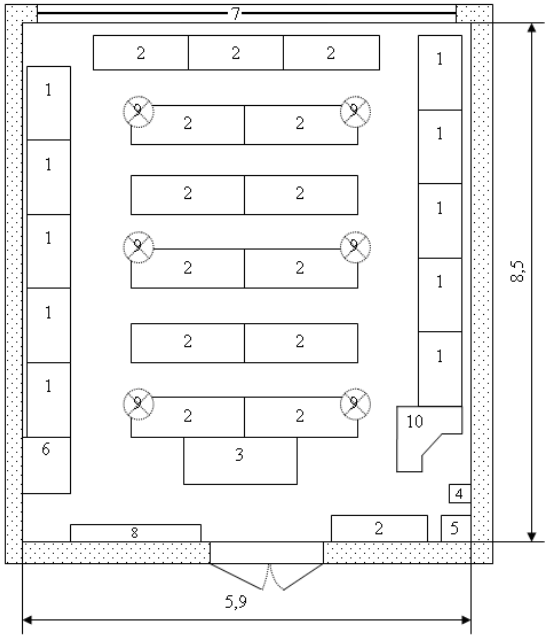
Рисунок 2.28 - Схема пристрою оцінки параметрів цифрової інформації

Підключення до виконавчого пристрою виконується через роз'їм DB-9F. Це дозволяє використовувати персональний комп'ютер для подальшої обробки цифрової інформації.

3 Охорона праці та техногенна безпека

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

При виконанні дипломної роботи комп’ютерне моделювання та розрахунок електронної схеми логічного аналізатора проводилися в приміщенні кафедри ЕІСПЗ, макет якої представлено на рисунку 3.1.



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

Рисунок 3.1 – Макет приміщення в якому проводилися роботи

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

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

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

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

Оцінка шкідливих і небезпечних факторів та карта умов праці для робочого місця працівника лабораторії представлені в таблиці 3.1.

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 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.

3.2 Заходи з поліпшення умов праці

При проведенні моделювання схеми приладу, якість експерименту багато в чому залежить від освітлення, тому в лабораторії має бути передбачене штучне освітлення [9].

Таблиця 3.1 – 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 небезпеки _____ II клас небезпеки _____ III-IV клас небезпеки _____						
2	Пил переважно фіброгенної дії, мг/м3						
3	Вібрація (загальна і локальна), дБ						
4	Шум, дБА						
5	Інфразвук, дБ						
6	Ультразвук, дБ						
7	Неіонізуючі випромінювання: - радіочастотний діапазон, В/м - діапазон промислової частоти, кВ/м - оптичний діапазон (лазерне випромінювання), Вт/м^2						
8	Мікроклімат в приміщенні: - температура повітря, ºС (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				 100 100 100
9	Важкість і напруженість праці	категорія важкості праці - легка, категорія напруженості праці - мало напружена					

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

Залежно від класу приміщення по вибухонебезпеці і від чистоти середовища виробничих приміщень, визначається схема розташування світильників, їх марка і конструктивного виконання [10].

Для освітленості приміщення з розмірами А = 8,5 м, В = 5,9 м та висотою Н = 3,5 м використовуються 6 світильників з чотирма лампами розжарювання. Коефіцієнти віддзеркалення світлового потоку від стелі, стін і підлоги відповідно рівні $p_{пот} = 70\%,\ p_{ст} = 50\%,\ p_{полу} = 10\%$. Затінювання робочих місць немає. Висота світильника $h_с = 0{,}9$м, висота робочої поверхні над рівнем підлоги $h_р = 0.8$ м. Нормативна величина освітленості робочих місць з відео-терміналами складає $E_н = 300 - 500$ лк. В даному приміщенні освітленість 350 – 500 лк.

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

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

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

Основні засоби техніки безпеки – герметизація апаратури і устаткування, наявність припливний витяжній вентиляції в приміщенні проведення робіт і витяжна шафа для виготовлення печатних плат і монтажу компонентів паянням (рис. 3.2).

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.

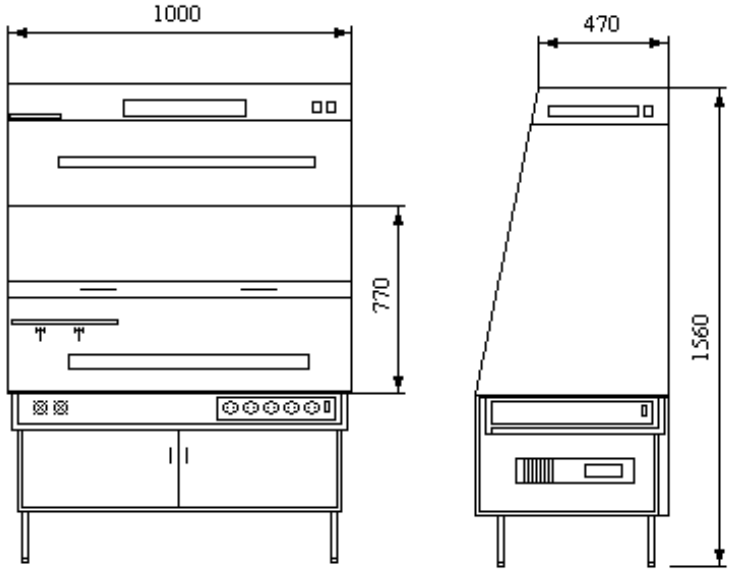


Рисунок 3.2 – Витяжна шафа для виготовлення печатних плат

3.3 Виробнича санітарія

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відео терміналах і персональних комп'ютерах є допоміжною, температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робочих місцях повинні відповідати діючим санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень [11].

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відео терміналах і персональних комп'ютерах є основною, повинні забезпечуватися оптимальні параметри мікроклімату відповідно до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Оптимальні норми мікроклімату для приміщень з відеотерміналами і персональними комп'ютерами

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

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

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

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

- до візуальних параметрів засобів відображення інформації індивідуального користування;

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

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

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

3.4 Електробезпека

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

Приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відповідно до ПУЕ і ГОСТу 12.1.013-78 являється приміщенням без підвищеної небезпеки. Приміщення сухе, добре опалюване з струмонепровідною підлогою, з температурою 18-24 °С, з вологістю 40-50%. З електроустаткувань в ньому знаходяться відео термінальні пристрої та учбові стенди, які знаходяться під напругою U = 220 В, частотою f = 50 Гц.

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

- номінальної напруги;

- роду, форми і частоти струму використовуваного приладу;

- способу електропостачання (від стаціонарної мережі, від автономного джерела живлення електроенергією);

- вигляду виконання (стаціонарні, пересувні, переносні);

- умов зовнішнього середовища;

- схеми можливого включення людини в ланцюг протікання струму (прямий однофазний, прямий двофазний дотик; включення під напругу кроку);

- вигляду робіт (монтаж, наладка, випробування) і ін.

Основними технічними засобами захисту є:

- захисне заземлення;

- автоматичне відключення живлення (занулення);

- пристрої захисного відключення;

- ізоляція струмопровідних частин.

Принцип роботи ПЗВ (рис. 3.3) 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.

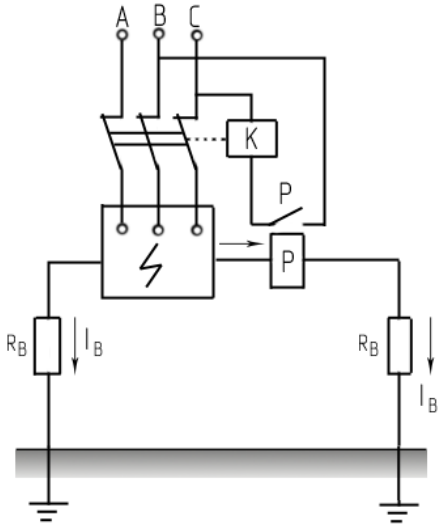


Рисунок 3.3 - Проста схема пристрою захисного відключення

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 [11].

3.5 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°С горючих газів. Для зниження пожежної небезпеки використовують обмежену кількість матеріалів які обертаються в процесі, зберігаються, здатні горіти.

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

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

Відстань від найбільш видаленого робочого місця до найближчого виходу – 15 м. Швидкість пересування людей при евакуації – 16 м/мін [11].

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, слідують або вліво через лабораторний корпус для виходу на вулицю Добролюбова, або управо для виходу на вулицю 40 років Радянської України (рис. 3.4).

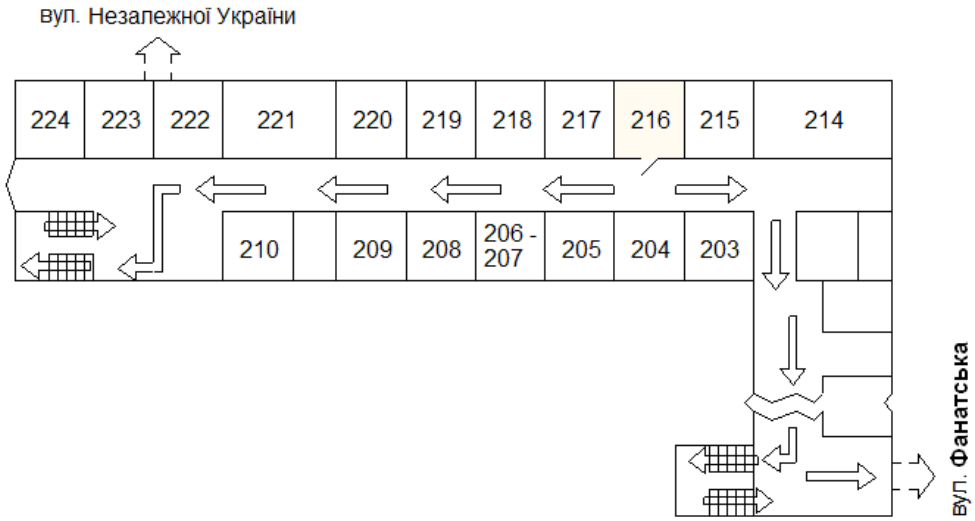


Рисунок 3.4 – План евакуації при пожежі із аудиторії № 216

3.6 Розрахунок захисного заземлення

Заземленню підлягають вимірювальні установки, напруга живлення яких 220 В. У якості заземлювача візьмемо сталеві вертикальні стержні довжиною l = 2,5 м, діаметром d = 0,04 м, діаметр сполучної смуги b = 0,04 м.

Контур заземлення розташовано на горизонтальному майданчику біля корпусу академії. Грунт – суглинок.

Допустимий опір заземлюючого пристрою ($R_н$) дорівнює 4 Ом [10]. Визначимо питомий електричний опір ґрунту (суглинку), ρ якого дорівнює 100 Ом·м [11].

Розрахуємо опір розтікання струму одного вертикального стержня:

$$R_в = \frac{\rho}{2\pi\pi} \cdot \ln\frac{4 \cdot l}{d} = \frac{100}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}5} \ln\frac{4 \cdot 2{,}5}{0{,}04} = 35{,}1О5$$

Приймемо число заземлювачів:

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

Визначимо довжину горизонтальної смуги (по контуру):

$$l_г = a \cdot n,$$

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

$$l_г = 2 \cdot 9 = 18 \text{ м}$$

Опір горизонтальної смуги:

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

Коефіцієнт екранування для вертикального заземлювача [10]:

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

і для горизонтальної смуги

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

Опір групи вертикальних заземлювачів:

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

Опір горизонтальної смуги з врахуванням екранування:

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

Опір заземлювача в цілому:

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

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

$$n = 10,$$

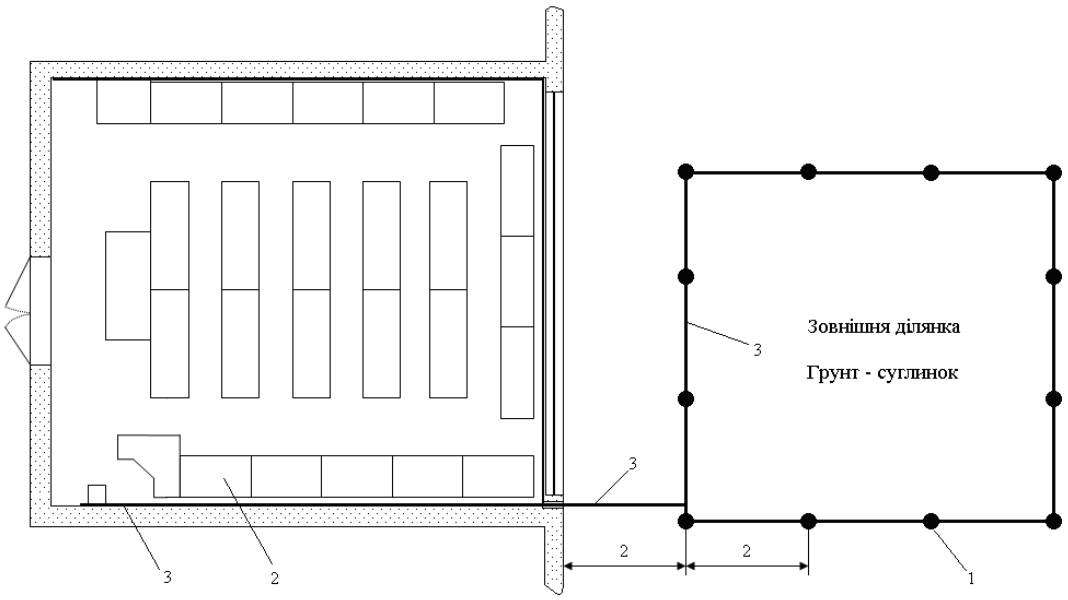
тоді опір заземлювача в цілому складе $R_з$ = 4,6 Ом, що теж більше $R_н$.

Якщо n = 11, то $R_з$ = 4,2 > $R_н$.

Якщо n = 12, то $R_з$ = 3,99 < $R_н$.

Число заземлювачів дорівнює 12, які розміщені по контуру зовнішньої ділянки, як показано на рисунку 3.5.

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.



1 – заземлювачі

2 – електроустаткування що заземлюється

3 – сполучна смуга

Рисунок 3.5 – Розміщення заземлюючих електродів на зовнішній ділянці та сполучної смуги лабораторії проведення експерименту

Висновки та рекомендації

1. Передача цифрового коду послідовності Фібоначчі проходить без спотворень що фіксує контрольний автомат..

2. Розроблена схемотехніка функціональних вузлів системи оцінки параметрів цифрової інформації відрізняється від існуючих аналогів відсутністю використання мікроконтролерних пристроїв і відповідного програмного забезпечення, що спрощує можливості її використання.

3. Інформаційність контролю параметрів забезпечується двома групами індикаторів, візуальний контроль послідовності сигналу у десятковому коді семисегментними світлодіодними індикаторами і параметричний контроль коду шкальним світлодіодним індикатором.

Рекомендується подальша доробка схеми, для забезпечення запам’ятовування інформації і передачі її на персональний комп’ютер для подальшого аналізу.

Перелік посилань

1. Озеранський В. С., Перевозніков С. І. Особливості використання логічних аналізаторів для діагностування схем цифрових пристроїв. Матеріали XLVII науково-технічної конференції ВНТУ : збірник доповідей. Вінниця : ВНТУ, 2018. с. 1205-1206. ISBN 978-966-641-737-7

2. Мірошник М. А., Клименко Л. А., Корольова Я. Ю. Технології та автоматизація проєктування цифрових пристроїв складних комп'ютерних систем на ПЛІС: Навч. посібник. Харків : УкрДУЗТ, 2021. 220 с.

3. Костів Ю.М., Максимович В. М., Гарасимчук О.І., М.Мандрона М. М. Апаратна реалізація і дослідження модифікованих генераторів Фібоначчі. Комп'ютерні технології друкарства : збірник наукових праць. Львів : Вид-во Української академії друкарства, 2013. № 29. с. 167-174.

4. Бабіч Н.П., Жуков И.А. Комп'ютерна схемотехніка. Київ : «МК-Прес», 2004. 576 с.

5. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи схемотехніки електронних систем [Підручник]. Київ : Вища шк., 2004. 527 с

6. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с.

7. Фабричев В.А., Боровик В.М. Інформаційні системи і технології підприємства: навч. посіб. Київ : НАУ, 2008. 100 с.

8. Бушма О.В., Гурукало А. В. Багатоелементні шкальні індикаторні пристрої у вбудованих системах. Київ : Кібербезпека: освіта, наука, техніка № 3 (11), 2021. С. 30-46.

9. Кожемякін Г.Б., Рижков В.Г., Бєлоконь 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.

10. Ткачук К.Н. Охорона праці і довкілля в радіоелектронній промисловості. Київ : Вища шк., 1988. 240 с.

11. Горобець А.І. Степаненко А.І. Охорона праці в радіоелектронній промисловості. Київ : Техніка, 1987. 345 с.

Додаток А

«ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Науково-дослідна частина

Наукове товариство студентів, аспірантів і докторантів

Рада молодих вчених

ЗБІРНИК

наукових праць студентів,

здобувачів PhD, докторантів і молодих вчених

«МОЛОДА НАУКА-2025»

Том V

«Секції Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету»

Запоріжжя
2025

Кашлецький Микола
студент 4 курсу ІННІ
Наук. кер.: канд. техн. наук, доц. Верьовкін Л.Л.

МІКРОЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

З появою цифрових систем, зокрема, мікропроцесорів, встало завдання їх налагодження і тестування. Для цієї мети використовувався логічний аналізатор, завдання якого зводилося до фіксації цифрових послідовностей сигналів, їх візуалізації і аналізу. Логічні аналізатори використовувалися розробниками апаратури і для ряду інших специфічних завдань. Основні вимоги до цього типу приладів були сформульовані в ході різносторонньої експлуатації і згодом були узяті за основу для нових розробок.

Логічні аналізатори – контрольні вимірювальні прилади, призначені для збору даних про поведінку дискретних систем, для обробки цих даних [1].

Проблема тестового діагностування цифрових схем виникає на різних етапах їх виробництва і експлуатації і включає взаємозв'язані завдання. Перша з них полягає у визначенні, в якому стані знаходиться досліджувана схема [2]. Основним станом цифрових схем є справне - це такий технічний стан схеми, при якому вона задовольняє всім вимогам, встановленим технічною документацією. Інакше схема знаходиться в одному з несправних станів.

Класична стратегія тестування цифрових схем заснована на формуванні тестових послідовностей, які дозволяють виявляти задану безліч їх несправностей. При цьому, для проведення процедури тестування, зберігаються як самі тестові послідовності, так і еталонні вихідні реакції схем на їх дію. В процесі тестування при відповідності отриманих реакцій схеми еталонним вона вважається справною, інакше схема містить несправність і знаходиться в несправному стані.

Структурні блоки, на які розбивається завдання діагностики, приведені на рисунку 1.

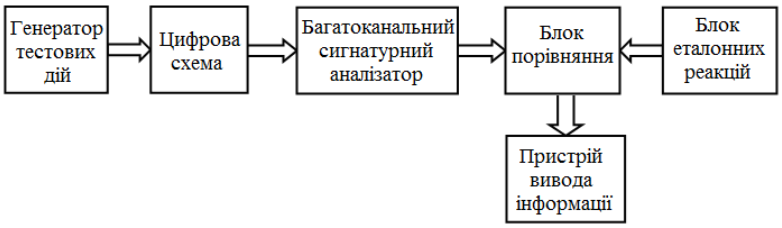


Рисунок 1 - Основні функціональні блоки, що використовуються при тестуванні цифрової схеми

Логічний взаємозв'язок функціональних блоків побудований таким чином: з генератора тестових дій через цифрову схему сигнали поступають на схему стискування інформації (сигнатурний аналізатор). Стислі вихідні реак-

ції (сигнатури) потрапляють на схему порівняння, де вони порівнюються з еталонними сигнатурами, які зберігаються в блоці еталонних реакцій. Далі інформація потрапляє в пристрій виведення інформації про стан схеми.

За допомогою вхідних пробників аналізатор підключається до тестових точок досліджуваної цифрової системи. Логічні сигнали в досліджуваних точках із заданою частотою дискретизації реєструються в буферному пристрої. Реєстраційні дані, збережені в буферному пристрої, можуть бути передані в пам'ять комп'ютера для відображення на екрані монітора у вигляді часової діаграми або таблиці станів [3].

Частота дискретизації вхідних сигналів може задаватися як від внутрішнього джерела, так і від зовнішнього (від тактового сигналу досліджуваної цифрової системи). Відповідно до цього робота аналізатора може здійснюватися як в асинхронному, так і в синхронному режимі (по відношенню до роботи досліджуваної системи). Перший режим використовується, як правило, для виявлення помилок в роботі досліджуваної системи на апаратному рівні, тобто порушення часової діаграми – зрушення, помилкові імпульси і так далі. В даному випадку внутрішня частота дискретизації вибирається набагато більше частоти роботи досліджуваної системи. Другий режим (синхронний) використовується, як правило, для виявлення помилок в логіці роботи досліджуваної системи на мікропрограмному рівні (неправильні дані, команди і так далі).

Пробник (рис. 2) дозволяє розрізняти логічні стани «0» і «1», виявляти одиночні імпульси і пачки імпульсів, оцінювати шпаруватість імпульсів. Інформація відображується на семисегментному світлодіодному індикаторі. На ньому відображаються цифри «0» і «1», які вказують на відповідні рівні, і точка, яка відображує наявність імпульсів на вході пробника [3].

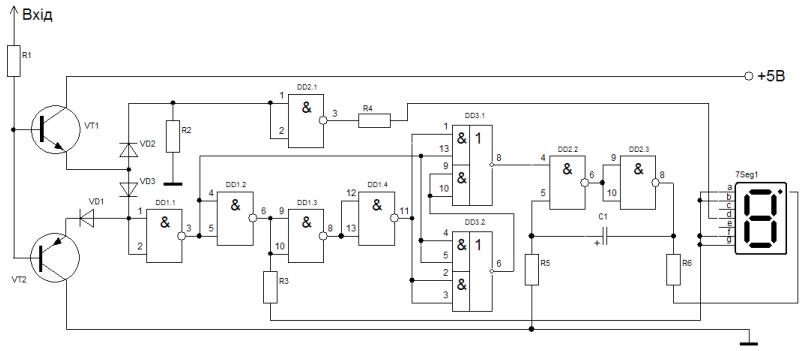


Рисунок 2 – Логічний аналізатор цифрової інформації

Література:

1. Бабіч Н.П., Жуков И.А. Комп’ютерна схемотехніка. Київ : «МК-Прес», 2004. 576 с.

2. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи схемотехніки електронних систем [Підручник]. Київ : Вища шк., 2004. 527 с

3. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с.