

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему:

**«РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ПРИСТРОЇВ КОДУВАННЯ»**

Виконав: студент II курсу, групи АКІТР-23мс
спеціальності 174 – Автоматизація ,
комп'ютерно-інтегровані технології
та робототехніка

(шифр і назва спеціальності)

Євген ЯСЬКО

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри АІТ

Сергій КРИВОГУБЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

« 10 » червня 2025 р.

Рецензент: к.т.н., професор кафедри КСУ

Микола БИКОВ

(прізвище та ініціали)

« 17 » листопада 2025 р.

Допущено до захисту
завідувач кафедри АІТ
Олег БІСІКАЛО

« 18 » листопада 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації

Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Освітньо-професійна програма Інтелектуальні комп'ютерні системи управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри АІТ

д.т.н., проф. Олег БІСІКАЛО

« 15 » 06 2025 року

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

Яську Євгену Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка лабораторного практикуму для дослідження пристроїв кодування»

керівник роботи Кривогубченко Сергій Григорович, к.т.н, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «20» березня 2025 року №97

2. Термін подання студентом роботи 10. 06. 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- використання програмного інструменту Sky Simulator;
- кількість пристроїв для моделювання – не менше 3;
- кількість клавіш модуля введення – 0-9, 0-F, 0-24;
- управління перезаписом сформованого коду;
- блокування роботи при одночасному натисканні декількох клавіш.

4. Зміст текстової частини (перелік питань, які потрібно розробити) Провести аналіз методів та пристроїв кодування, обґрунтувати вибір найбільш ефективних для подальшої розробки, запропонувати методику виконання лабораторних робіт та провести моделювання обраних пристроїв кодування, розробити комплекс лабораторних робіт.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Структура пристрою кодування, формувачі сигналу «Готовність» та сигналу в сенсорних «перемикачах», алгоритм виконання лабораторної роботи, панель інструментів, схеми моделювання обраних пристроїв та модуль цифрової індикації пристрою на основі матриці що сканується.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Кривогубченко С. Г., доц. каф. АІТ	 20.03.2025	 20.03.2025

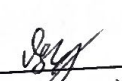
7. Дата видачі завдання 20.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

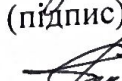
№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Вибір, узгодження та затвердження теми БКР	03.10.2024	09.10.2024	Викон.
2	Аналіз предметної області та опрацювання літературних джерел.	20.03.2025	29.03.2025	Викон.
3	Постановка задач для вирішення в БКР	01.04.2025	26.04.2025	Викон.
4	Вирішення поставлених задач	29.04.2025	10.05.2025	Викон.
5	Підтвердження достовірності отриманих результатів	13.05.2025	24.05.2025	Викон.
7	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	27.05.2025	31.05.2025	Викон.
8	Перевірка ПЗ на відповідність вимогам	03.06.2025	07.06.2025	Викон.
9	Попередній захист, доопрацювання, та рецензування БКР	10.06.2025	15.06.2025	Викон.
10	Захист БКР ЕК	16.06.2025	23.06.2025	

Студент

Керівник роботи


 (підпис)

Євген ЯСЬКО
 (прізвище та ініціали)


 (підпис)

Сергій КРИВОГУБЧЕНКО
 (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 70 сторінок формату А4, у тому числі і додатки, 48 рисунків, 6 таблиць, список використаних джерел містить 20 найменувань.

Метою роботи є удосконалення та розширення функціоналу на основі існуючого інформаційно - освітнього середовища Sky Simulator лабораторного практикуму для дослідження студентами різноманітних пристроїв кодування.

У загальній частині роботи проведено аналіз методів та пристроїв кодування, обгрунтовано вибір найбільш ефективних, включно додаткові функції, для подальшої розробки, запропоновано методику виконання лабораторних робіт та проведено моделювання пристроїв кодування, розроблено комплекс лабораторних робіт, який забезпечує студентам можливість виконувати лабораторні роботи в різних формах навчання.

Ключові слова: пристрої кодування, моделювання, інтерфейс програми, комбінаційний пристрій, сканування, перетворювачі, функціональний вузол.

ABSTRACT

The bachelor's qualification work consists of 70 pages of A4 format, including appendices, 48 figures, 6 tables, the list of used sources contains 20 names.

The aim of the work is to improve and expand the functionality of a laboratory workshop based on the existing Sky Simulator information and educational environment for students to study various coding devices.

In the general part of the paper, the methods and devices of coding are analysed, the choice of the most effective ones, including additional functions, for further development is substantiated, a methodology for performing laboratory work is proposed, and modelling of coding devices is carried out, a set of laboratory works is developed that provides students with the opportunity to perform laboratory work in various forms of education.

Keywords: encoding devices, modelling, application interface, combination device, scanning, converters, functional unit.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ПРИСТРОЇВ КОДУВАННЯ.....	5
1.1 Призначення та структура пристроїв кодування.....	5
1.2 Комбінаційний пристрій кодування.....	6
1.3 Пристрій кодування на основі клавіатури, що сканується.....	7
1.4 Пристрій кодування на основі матриці, що сканується.....	8
1.5 Формувач сигналу «Готовність» пристрою кодування.....	9
1.6 Пристрій кодування на основі сенсорної клавіатури, що сканується.	10
2 ОГЛЯД НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ	13
2.1 Загальні відомості	13
2.2 Sky Simulator	15
2.2.1 Інтерфейс програми.....	15
2.2.2 Користування програмою.....	27
2.2.3 Лабораторний практикум.....	34
3 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	35
4 МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ КОДУВАННЯ.....	38
4.1 Пристрій кодування комбінаційного типу.....	38
4.2 Пристрій кодування на основі клавіатури, що сканується.....	39
4.3 Пристрій кодування на основі матриці, що сканується.....	41
5 ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ.....	43
5.1 Дослідження пристроїв кодування і декодування.....	43
5.2 Дослідження роботи перетворювачів кодів.....	46
5.3 Моделювання роботи функціональних вузлів.....	49
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57
Додатки.....	59
Додаток А (Обов'язковий) Технічне завдання.....	60
Додаток Б (Обов'язковий) Ілюстративна частина.....	63
Додаток В (Обов'язковий) Протокол перевірки.....	70

ВСТУП

Актуальність. Для забезпечення якісної освіти потрібні сучасні підходи та інструменти, які забезпечують гнучкість навчання - проведення занять як онлайн так і офлайн форматах. Одним з освітніх компонентів, який вимагає не тільки теоретичного знання, але й практичного застосування, є електроніка та мікропроцерна техніка. Основною формою практикуму дисципліни є лабораторні заняття, на яких студенти мають отримувати практичні знання та набувати професійного досвіду у проектуванні та реалізації різноманітних пристроїв та засобів автоматизації. Тому створення нових ефективних навчальних засобів та їх удосконалення лабораторного практикуму є актуальною задачею.

Об'єкт роботи - процес виконання лабораторного практикуму з електроніки в різних форматах навчання.

Предмет роботи - розробка практичних методів дослідження пристроїв кодування, що дозволить здобувачам здійснювати лабораторні експерименти віртуально.

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи - удосконалення та розширення функціоналу на основі існуючого інформаційно - освітнього середовища Sky Simulator лабораторного практикуму для опанування здобувачами спеціальності 174 практичних методів дослідження різноманітних пристроїв кодування.

Для досягнення мети сформульовано наступні **задачі**:

- аналіз методів та пристроїв кодування;
- огляд навчальних програм для моделювання електричних схем;
- розробка методики виконання лабораторних робіт;
- моделювання пристроїв кодування та розробка лабораторного практикуму.

Практична цінність роботи полягає в створенні функціоналу, який забезпечує студентам можливість виконувати лабораторний практикум в

різних формах навчання. Розроблений практикум дозволяє ефективно використовувати доступні лабораторні ресурси та забезпечує якісне візуалізоване представлення результатів моделювання різних пристроїв, зручність та ефективність виконання лабораторних робіт і розширити взаємодію між студентами та викладачами.

Результати роботи доповідались та обговорювались на щорічній НТК викладачів та студентів ВНТУ (Вінниця, ВНТУ, 2025 р.) [1].

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ПРИСТРОЇВ КОДУВАННЯ

1.1 Призначення та структура пристроїв кодування

Перетворювачі кодів призначені для перетворення чисел з одного вигляду подання в інший [2-5] . Наприклад, під час введення інформації в ЕОМ необхідно перетворити символи від 0 до F (16-кова система числення) в двійкові, а у разі виведення інформації на індикатор чи друкувальний пристрій – двійкові коди в коди управління знакогенератором, світлодіодами або рідкокристалічними індикаторними панелями, механізмом друку. Одним з випадків перетворювача кодів є шифратор (кодер) – прилад, що забезпечує видачу певного коду у відповідь на збудження одного зі входів. Зворотне перетворення двійкового коду в код «*I з n*» виконують перетворювачі коду, що називаються дешифраторами (декодерами).

Створення кодових сигналів здійснюється в приладах кодування. Додатковими функціями приладів кодування є:

- створення сигналу «Гот.» (готовність) для керування перезаписом сформованого коду;
- блокування дії при одночасному натисканні кількох клавіш;
- захист від дребезгу.

Структурна схема приладу кодування зображена на рисунку 1.1 містить: клавіатуру КЛ; блок кодування БК (*n* - кількість ліній в шині); вузол захисту та формування вихідних сигналів ФС.

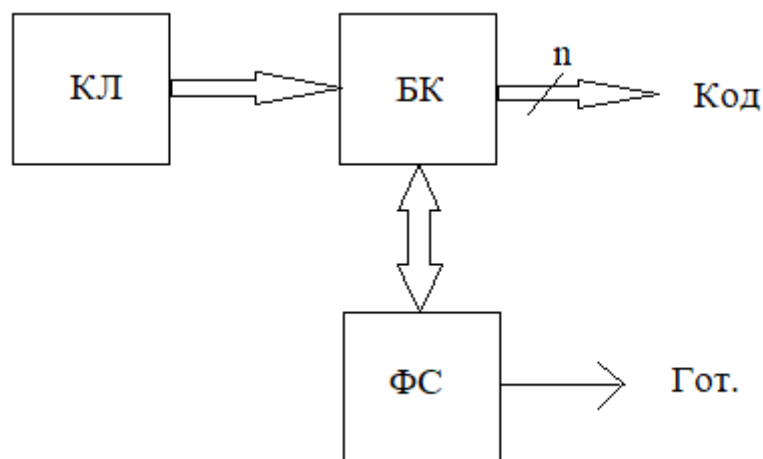


Рисунок 1.1- Схема структурна пристрою кодування

Найбільше розповсюдження отримали комбінаційні пристрої кодування та пристрої з клавіатурою, яка сканується.

1.2 Комбінаційний пристрій кодування

Комбінаційний пристрій кодування (рис. 1.2) формує шістнадцять чотирирозрядних кодів. Блок кодування утворюють чотири елемента АБО-НІ на DD1-DD4.

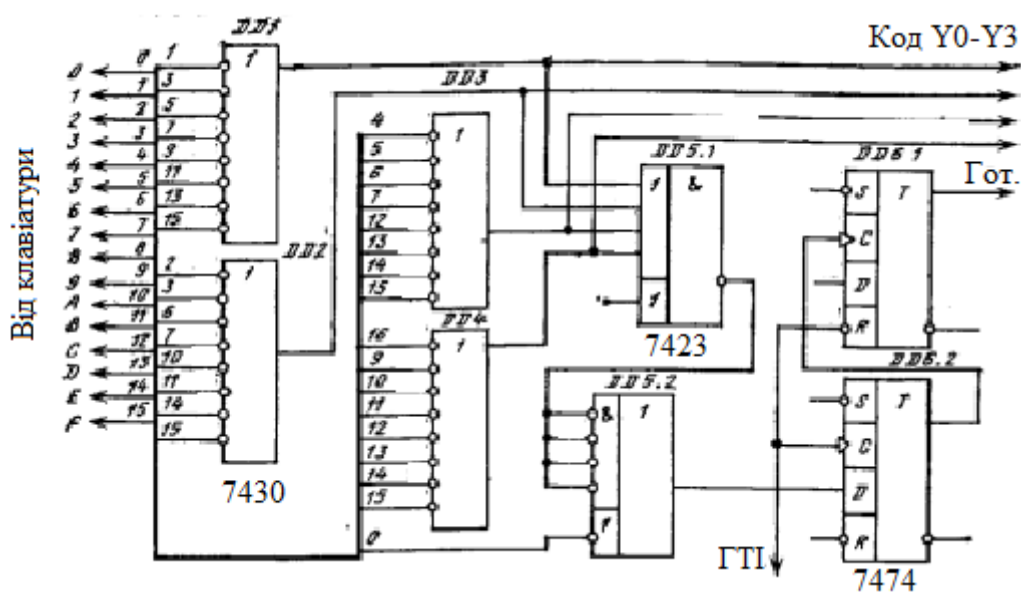


Рисунок 1.2 - Пристрій кодування комбінаційного типу

Вузол ФС пристрою містить п'ятиходову збірку АБО-НІ (DD5.1-DD5.2) та формувача сигналів на тригерах DD6.1 і DD6.2. Після натискання будь-якої клавіші вихідні сигнали з елементів DD1-DD4 формують відповідний чотирирозрядний код, на тактувальному тригері DD6.2 утворюється сигнал «Натискання». Тригер DD6.1 стає в одиничний стан по фронту сигналу та скидається по закінченню такту на вході R.

1.3 Пристрій кодування на основі клавіатури, що сканується

Прилад кодування на основі клавіатури, що сканується, (рис. 1.3) також утворює чотирирозрядний двійковий код і містить: блок сканування (послідовно увімкнуті чотирирозрядний двійковий лічильник DD2, мультиплексор на 16 входів DD3), формувач сигналу «Гот.» на тригері DD4.1 та елементах І-НІ DD1.2. Термін «сканування клавіатури» означає почергове опитування стану всіх складових.

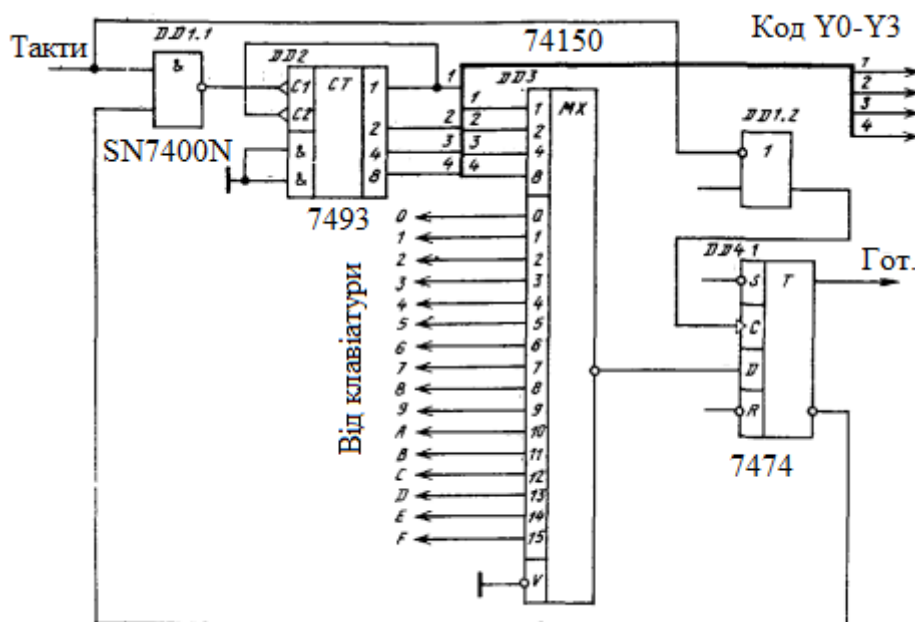


Рисунок 1.3 - Пристрій кодування на основі клавіатури, що сканується

В пристрої 16 клавiш пiд'єднаннi до 16 входiв мультиплексора DD3. В основному станi лiчильник DD2 функцiонує вiд зовнiшнiх тактiв, що надходять через елемент DD1.1. Для кожного стану лiчильника мультиплексор здiйснює опитування стану (натиснутий чи нi) вiдповiдного контакту клавіатури введення.

В момент опитування натиснутого контакту на виходi мультиплексора створюється сигнал високого рiвня, котрий готує тригер DD4.1 до встановлення в 1 по зрiзу вхiдного такту. З появою сигналу «Гот.» припиняється надходження тактiв на лiчильник DD2, а стан лiчильника вiдповiдає значенню вихiдного коду пристрою. З вiдтисканням клавiши КЛ прилад повертається у вихiдний стан.

Перевагою пристрою на основi клавіатури, що сканується, у порiвнянні з комбiнацiйним є меншi апаратнi витрати, зменшення мiжкомпонентних зв'язкiв, наявнiсть захисту вiд формування помилкового коду при одночасному натисканнi декiлькох клавiш КЛ.

1.4 Пристрiй кодування на основi матрицi, що сканується

Пристрiй кодування на основi матрицi, що сканується, (рис. 1.4) утворює до 256 восьмирозрядних двiйкових кодiв вiд клавіатури, яка мiстить вiдповiдну кiлькiсть перемикачiв. Вiдмiнна риса пристрою – матрична, наприклад в 16 рядках * 16 стовпчикiв, активацiя перемикачiв в блоцi клавіатури та вiдповiдна органiзацiя блоку сканування матрицi. Блок сканування утворюють чотирирозрядний дешифратор DD4 i мультиплексор DD5. Їх адреснi входи пiд'єднаннi до вiдповiдних розрядним виходам восьмирозрядного двiйкового лiчильника DD2, DD3. Сканування забезпечується почерговим опитуванням 16 лiнiй матрицi вихiдними сигналами з дешифратора DD4 та пошуком мультиплексором DD5 натисненої клавiши в усiх 16 мiсцях для кожної з цих стрiчок.

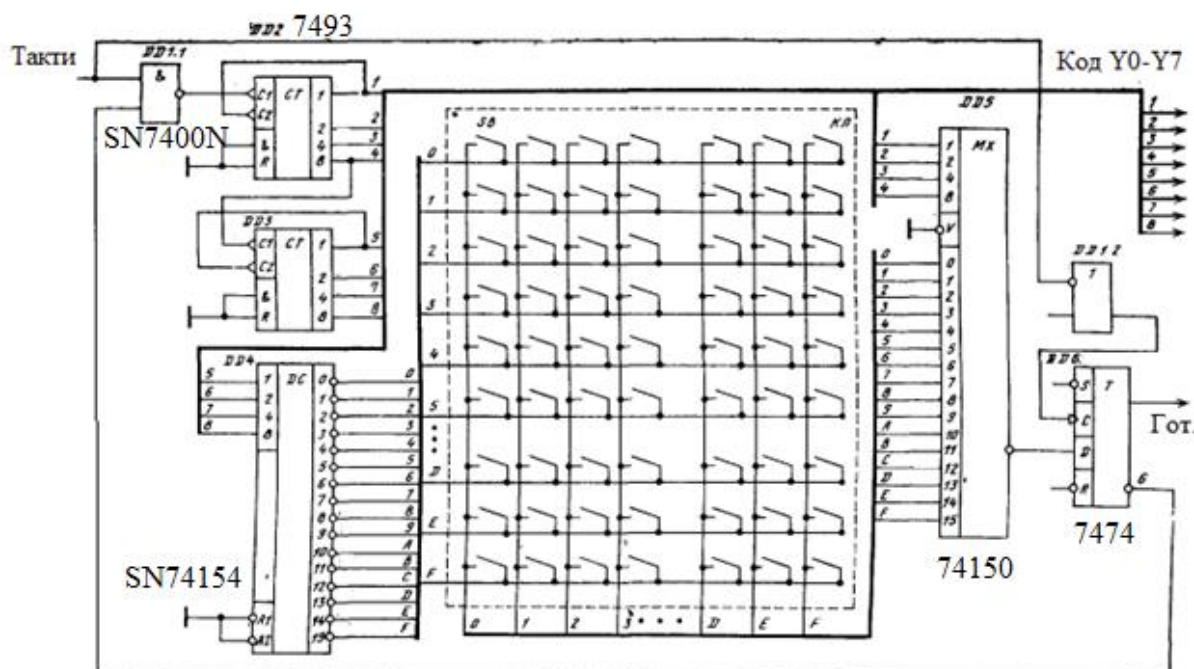


Рисунок 1.4 - Пристрій кодування на основі матриці, що сканується

Наприклад, після натискання клавіші в п'ятій стрічці та другому стовпчику, це натискання буде виявлено під час стану лічильника 01010010. В цей момент на виході мультиплексора DD5 з'явиться сигнал високого рівня. В подальшому робота пристрою повністю повторює роботу попереднього аналогу.

Доцільність побудови пристроїв за такою схемою очевидна для пристроїв кодування з розрядністю вихідних кодів ≥ 5 і числом клавіш клавіатури введення ≥ 16 .

1.5 Формувач сигналу «Гот.» пристрою кодування

Одним із визначальних моментів при розробці пристроїв, що скануються, являється вибір значення частоти тактів f_t . З одного боку, для усунення брязкиту частота не повинна перевищувати 60-80 Гц, проте час реакції на натискання з блоком клавіатури в 100 і більше клавіш буде

перевищувати 1с, що недопустимо. Для усунення цього протиріччя в пристрій вводять цифрову лінію затримки на лічильнику DD7, а тригер DD6.2 вмикають за схемою «защіпка» (рис. 1.5).

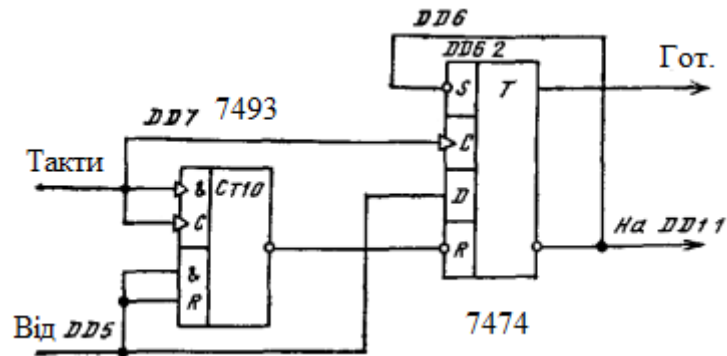


Рисунок 1.5 - Формувач сигналу «Гот.» пристрою кодування

Робота отриманого варіанту блока починається після появи сигналу на виході мультиплексора. Цей сигнал встановлює в нульовий стан лічильник DD7 і готує тригер DD6.2 до встановлення в одиничний стан по зрізу вхідного тактового імпульсу. З переходом в цей стан тригер стає на самоблокування та знаходиться в одиничному стані до надходження на його вхід R сигналу з виходу лічильника. Такий сигнал може з'явитись тільки через інтервал часу $10 \cdot 1f_T$ (10 – коефіцієнт перерахунку лічильника DD7) після стійкового встановлення сигналу низького рівня на виході мультиплексора. Розглянуте технічне рішення дозволяє збільшити частоту вхідних тактових імпульсів в 10 разів, а захист від брязкіту виконувати тільки для натиснутої клавіши.

1.6 Пристрій кодування на основі сенсорної клавіатури, що сканується

Пристрій кодування на основі сенсорної клавіатури, що сканується (рис. 1.6) являється різновидом пристрою за схемою на рис. 1.3. В ньому

блок клавіатури виконано у вигляді металізованих площадок, які підключено до входів мультиплексора DD4. В основу його роботи покладено принцип зміни ємності на обраному вході мультиплексора в момент дотику відповідної площадки клавіатури. В залежності від значення отриманої ємності змінюється характер проходження короткого імпульсу з управляючого входу V мультиплексора на його вихід.

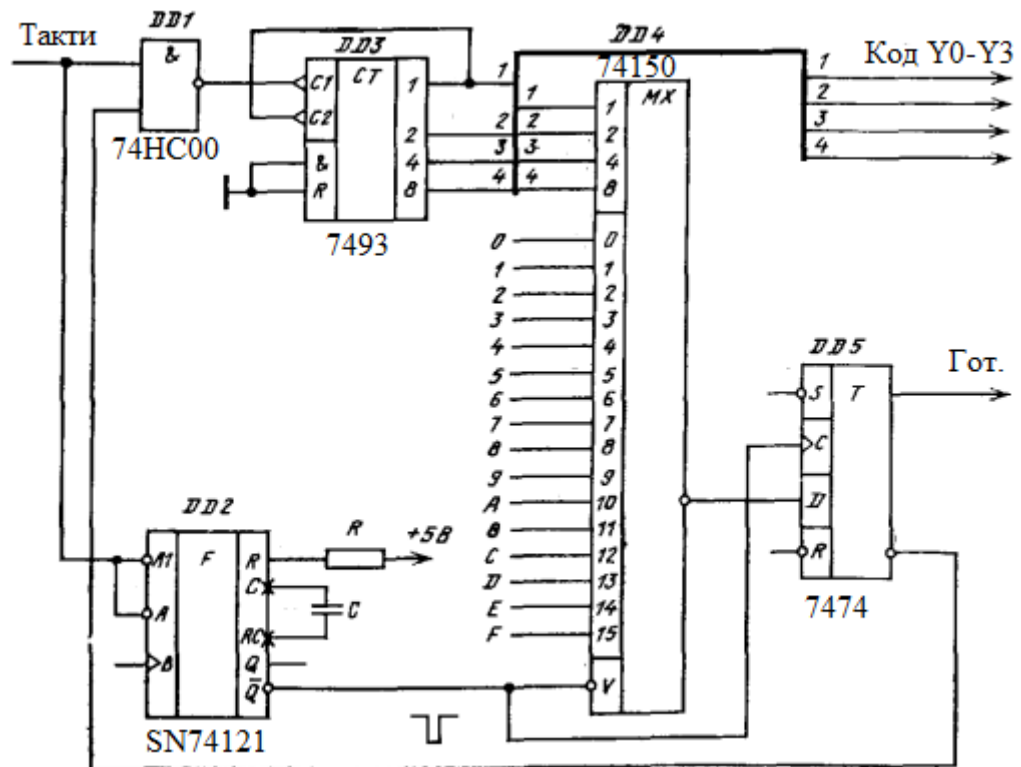


Рисунок 1.6 - Пристрій кодування на основі сенсорної клавіатури, що сканується

Проходження короткого імпульсу (70-100 нс) через елемент І-НЕ (мікросхема 74HC00) з двоємітерним вхідним транзистором (рис. 1.7, а). Після надходження на перший емітер зростає напруга і на другому емітері (рис. 1.7, б). Час зростання напруги на цьому «плаваючому» емітері визначається його ємністю. При дотику до площадки ємність $C_{\text{п}}$ змінюється приблизно від 5 до 30 пФ (рис. 1.7, в). Вибором тривалості імпульсу, який надходить на перший емітер, необхідно домогтися, щоб напруга на плаваючому емітері встигала

досягти значення вище порогового, при ненадтиснутій клавіші, і не встигала зростати при натиснутій. В другому випадку імпульсу на виході 3 не буде (рис. 1.7, г).

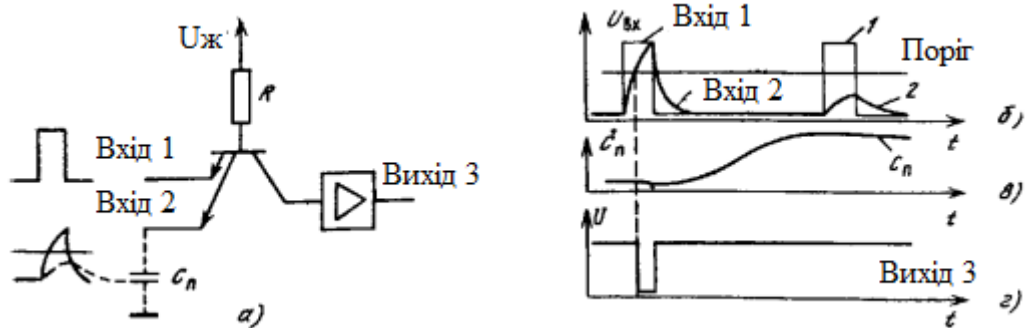


Рисунок 1.7 – Формування сигналу в сенсорних «перемикачах»

В пристрою (рис. 1.6) в якості основного елемента використовують мультиплексор, 16 інформаційних входів якого підключено до площадок блоку клавіатури. Короткий імпульс подають на його управляючий вхід V. Пристрій містить додатковий формувач коротких імпульсів F з тривалістю 70-100 нс.

2 ОГЛЯД НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ

2.1 Загальні відомості

У цій главі ми проведемо порівняльний аналіз безкоштовних навчальних тренажерів, доступних для розробки та моделювання електричних схем у лабораторній практиці.

1. LTspice — це високопродуктивне програмне забезпечення моделювання SPICE, яке широко використовується для моделювання аналогових схем. Він пропонує зручний інтерфейс і широкий спектр компонентів для розробки складних схем. За допомогою LTspice користувачі можуть симулювати лінійні та нелінійні схеми, виконувати аналіз перехідних процесів, аналіз змінного струму тощо. Програма забезпечує точні результати та підходить як для початківців, так і для досвідчених користувачів.

2. Tinkercad — це веб-програмне забезпечення для моделювання, яке дозволяє користувачам проектувати та моделювати як аналогові, так і цифрові схеми. Він пропонує простий інтерфейс перетягування, що робить його ідеальним для новачків. Tinkercad надає такі функції, як макетування, моделювання схем і програмування Arduino, що дозволяє користувачам легко імітувати реальні додатки. Це універсальний інструмент для освітніх цілей.

3. Proteus — це комплексне програмне забезпечення для моделювання, яке підтримує як аналогове, так і цифрове проектування схем. Він пропонує велику бібліотеку компонентів і потужний механізм моделювання. Proteus дозволяє користувачам моделювати схеми на основі мікроконтролерів, проектувати друковані плати та виконувати моделювання змішаних сигналів. Завдяки розширеним функціям Proteus підходить для професіоналів і студентів, яким потрібен поглиблений аналіз схеми.

4. SimulIDE — це програмне забезпечення для моделювання з відкритим вихідним кодом, яке фокусується на розробці цифрових схем. Він забезпечує простий інтерфейс для розробки та моделювання цифрових схем, включаючи логічні елементи, тригери та лічильники. SimulIDE пропонує можливості моделювання в реальному часі, що робить його корисним для додатків у реальному часі. Хоча в основному для цифрових схем, SimulIDE також може імітувати базові аналогові компоненти.

Підсумовуючи, наявність безкоштовних навчальних тренажерів для розробки та моделювання аналогових і цифрових електричних схем значно сприяла практичному навчанню в галузі електроніки. Кожен симулятор має свої унікальні особливості та сильні сторони, обслуговуючи користувачів із різним рівнем досвіду. Студенти та професіонали можуть скористатися цими інструментами, щоб отримати практичний досвід і покращити своє розуміння проектування та аналізу електричних схем. Ефективно використовуючи ці тренажери, люди можуть поглибити свої знання та навички в галузі електроніки.

В дисципліні «Електроніка та мікропроцесорна техніка» при проведенні лабораторного практикуму в першій частині застосовується розроблений на кафедрі автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій програмний інструмент **Sky Simulator**, який в повній мірі відповідає навчальній програмі, всім вимогам та значно спрощує та прискорює процес проектування та аналізу електричних схем [6]. Графічний інтерфейс та панель інструментів дозволяють складати схеми в онлайн-режимі, тобто «на льоту», без потреби вимикати або вмикати електричну схему. Більш детально на можливостях та основах використання зупинимось далі.

2.2 Sky Simulator

Симулятор містить необхідний набір аналогових та цифрових елементів, що дозволяє досліджувати практично всі необхідні для навчального процесу схеми.

Осцилограф дозволяє відстежувати та аналізувати стани схеми у потрібних місцях, а також спостерігати за перехідними процесами через можливість зміни швидкості симуляції.

Однією з ключових рис програми є можливість стежити за рухом струму та за навантаженням на компонентах та вузлах схеми.

2.2.1 Інтерфейс програми

Інтерфейс програми містить такі панелі (рис. 2.1):

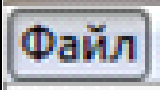
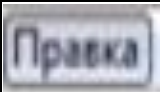
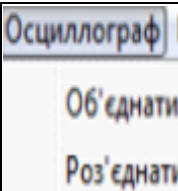
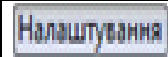
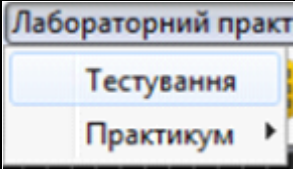
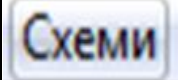
- 1 – Меню;
- 2 – Інструментів;
- 3 – Електричних компонентів;
- 4 – Налаштування симуляції;
- 5 – Електричної схеми;
- 6 – Осцилографа.



Рисунок 2.1 – Інтерфейс програми

Позначення та опис функцій меню програми подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Функції меню програми

Позначення	Пояснення
	Відкриття, зберігання електричних схем та вихід з програми
	Відміна, повторення операції. А також дозволяє вирізати, копіювати, вставляти та виділяти компоненти електричної схеми (5)
	Об'єднання чи роз'єднання каналів осцилографа (6)
	Налаштування відображення фону панелі електричної схеми (5) та електричних компонентів.
	Проходження тестування Відображення структури файлів
	Завантаження схем з папки «SkySimulator\circuits»

Продовження таблиці 2.1

Допомога	Інформація про поточну версію програми та її оновлення. Опис програми, інструкція з користування нею та налаштування.
---------------------	---

Панель інструментів

Панель інструментів (рис. 2.2) полегшує та прискорює користування програмою. Вона містить чотири частини (табл. 2.2 та 2.3).



Рисунок 2.2 – Панель інструментів

Таблиця 2.2 – Панель інструментів

Частина	Пояснення
	Відкриття та збереження схеми
	Призупинення, перезавантаження та очищення схеми
	Відміна чи повторення змін на панелі електричної схеми (5)
	Керування електричними компонентами

Таблиця 2.3 – Меню для роботи з електричними компонентами

Позначення	Пояснення
	Переміщення виділеного(их) компоненту(ів)
	Пересування всієї схеми разом з компонентами
	Виділення компонентів на схемі
	Зсув усіх компонентів по вертикалі
	Зсув усіх компонентів по горизонталі
	Поворот виділеного компоненту
	З'єднання електричним провідником
	Напис на схемі
	Видалення
	Вирізання виділеного(их) компонента(ів)
	Копіювання виділеного(их) компонента(ів)
	Відкріплення чи закріплення панелі осцилографа (6)

Панель інструментів

Усі електричні елементи розміщені на панелі (3).

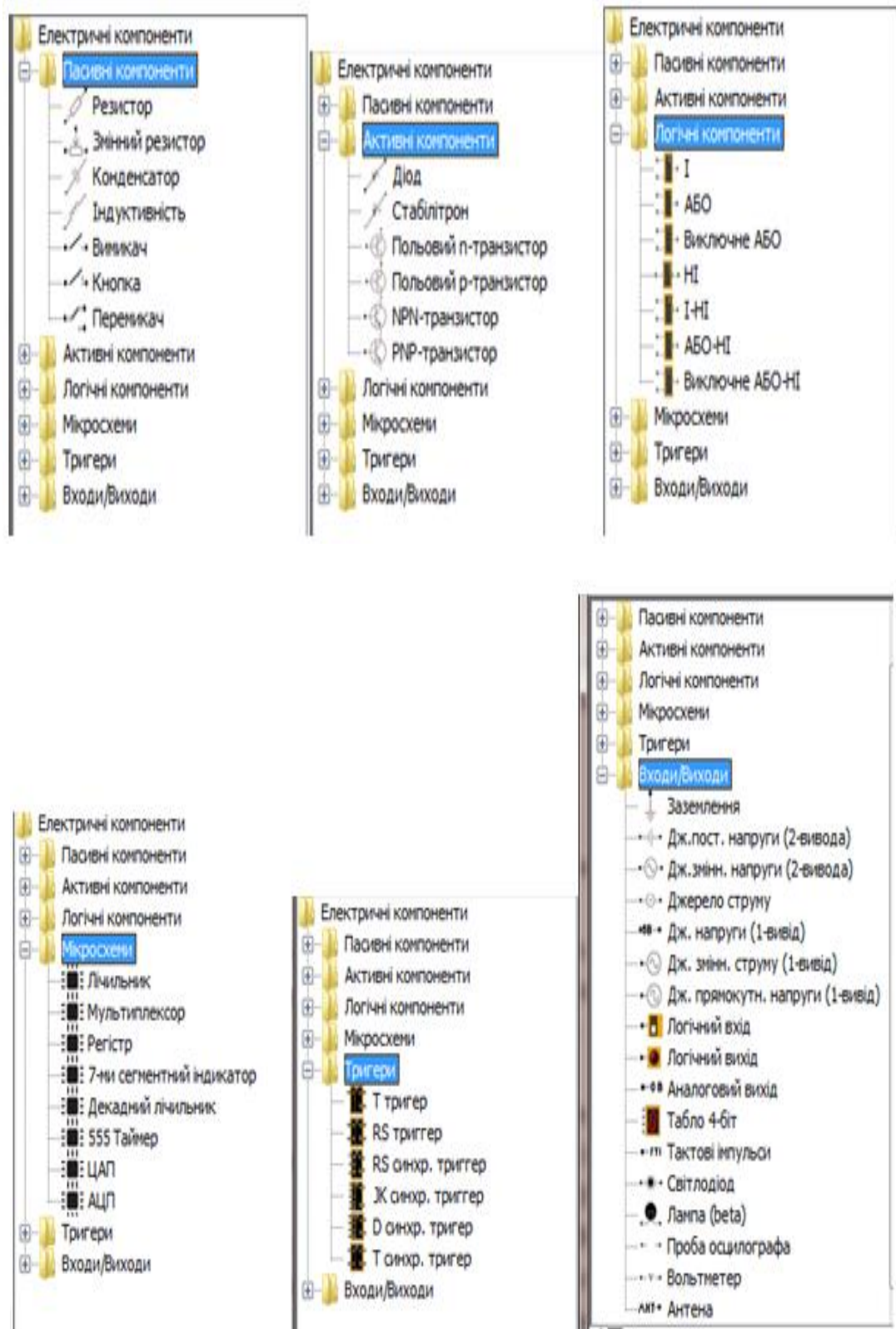
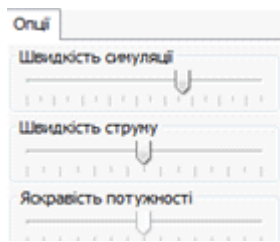


Рисунок 2.3 – Електричні елементи

Панель регулювання симуляції



На цій панелі є три повзунки:

- швидкість симуляції;
- швидкість струму;
- яскравість.

Швидкість симуляції – сповільнює чи прискорює час на схемі. Зміни відображаються на таймері, що виділено зеленим кольором (рис. 2.4).

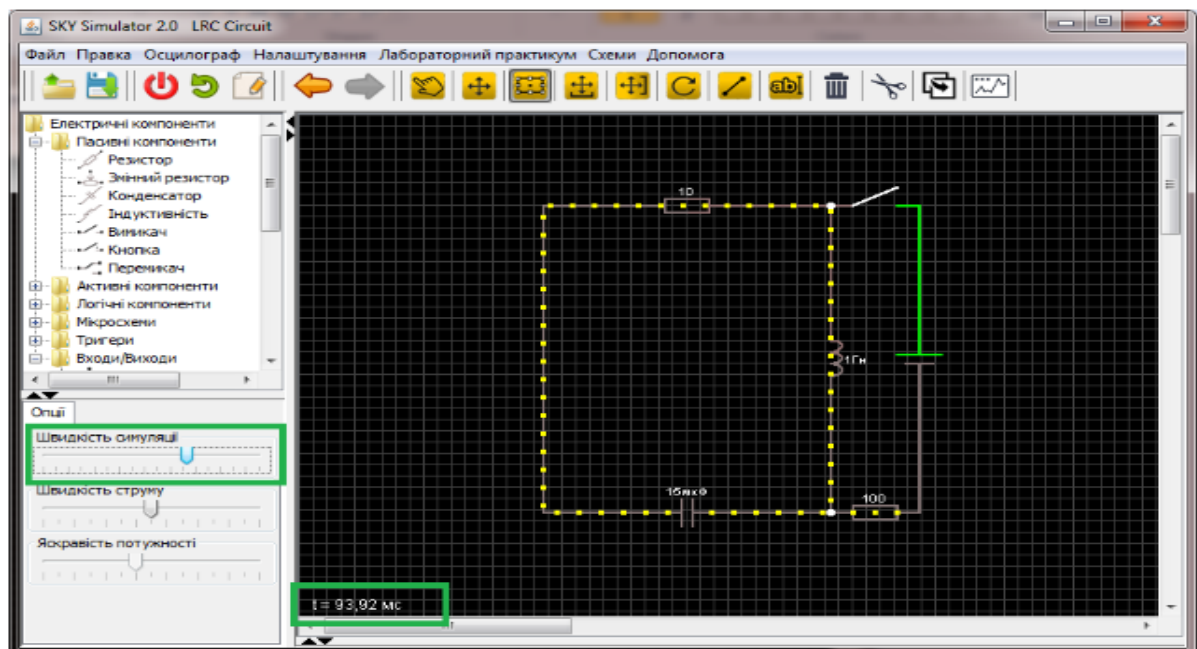


Рисунок 2.4 – Швидкість симуляції

Швидкість струму (рис. 2.5) налагоджує швидкість руху візуальних часточок (жовтих міток) на провіднику, котрим тече струм.

Яскравість діє, якщо увімкнена функція «Відображати потужність» в «Меню => Параметри». У крайньому правому положенні повзунок всі електричні компоненти, які навантажені, будуть світитися яскравіше (рис. 2.6), а у крайньому лівому – ледь підсвічуватися (рис. 2.7) .

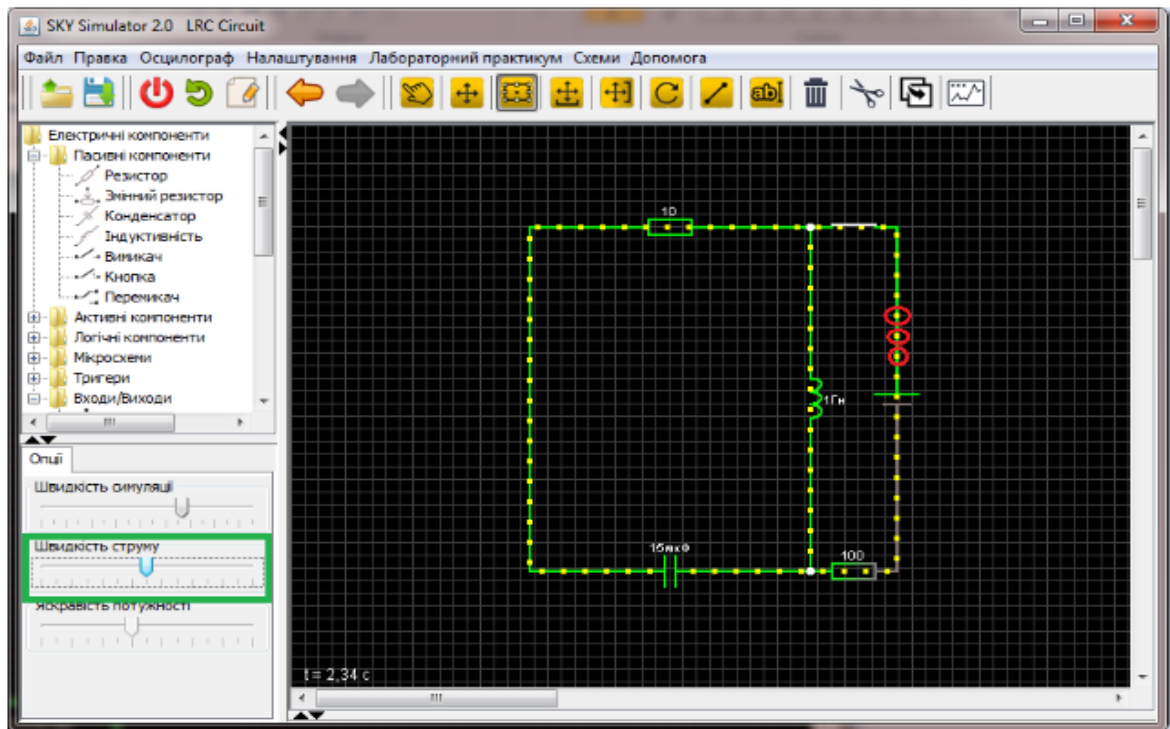


Рисунок 2.5 – Швидкість струму

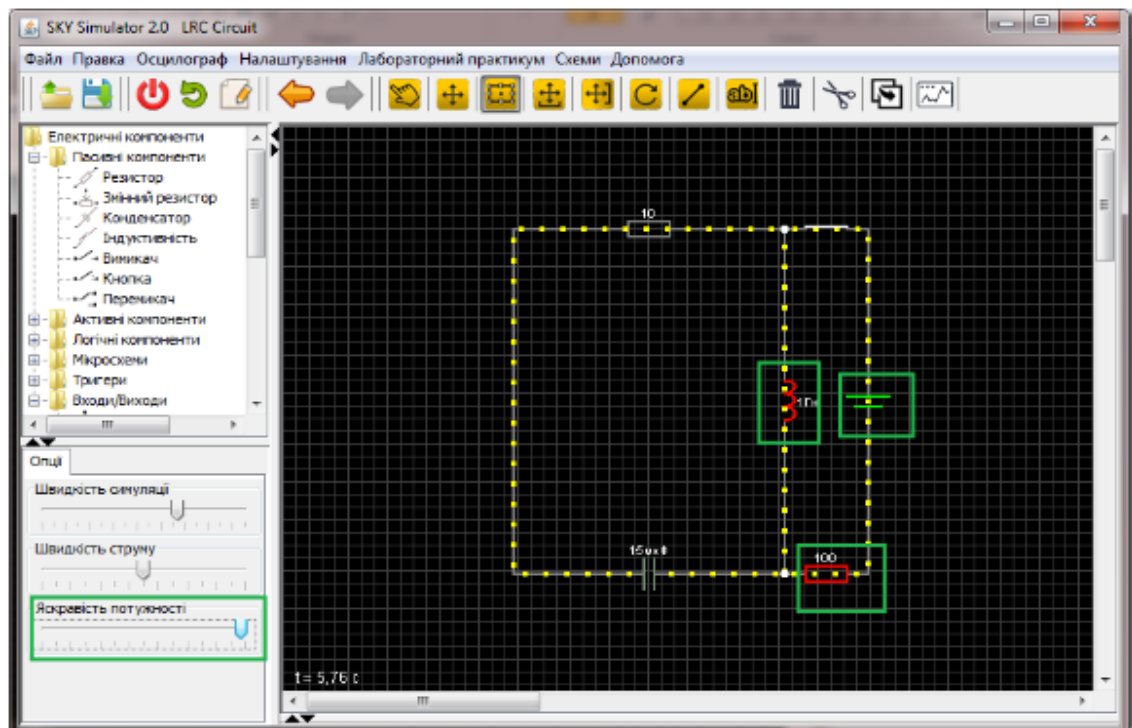


Рисунок 2.6 – Яскравість потужності (максимум)

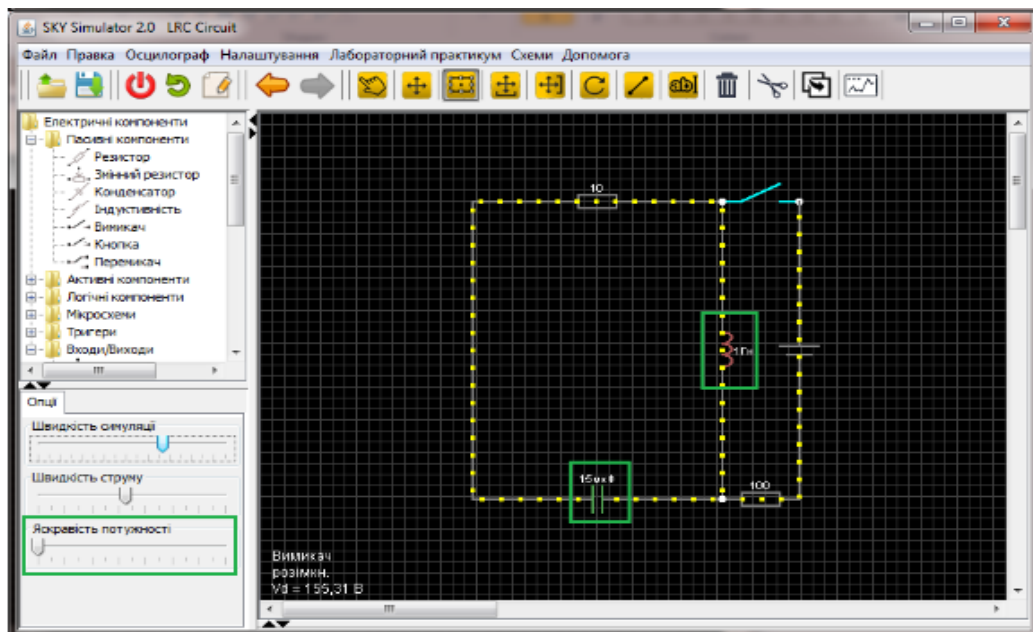


Рисунок 2.7 – Яскравість потужності (мінімум)

Панель електричної схеми

Є основною панеллю програми для складання електричних схем. За замовчуванням панель чорного кольору та розмічена в клітинку (рис. 2.8).

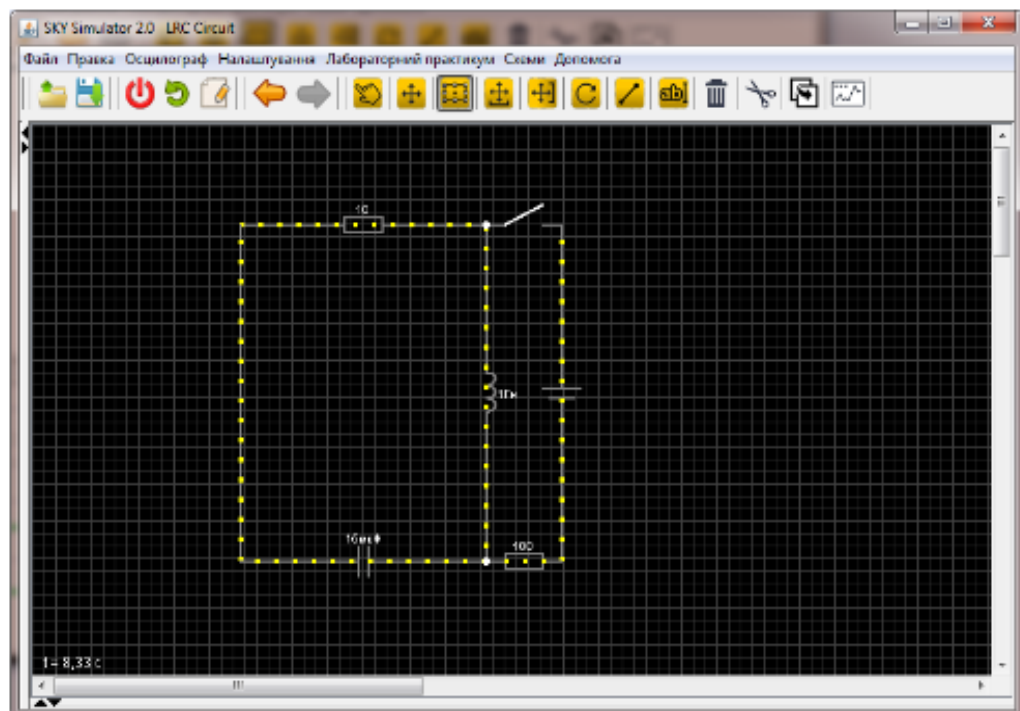


Рисунок 2.8 – Панель електричної схеми

Для друку схеми необхідно використати налаштування (рис. 2.9).

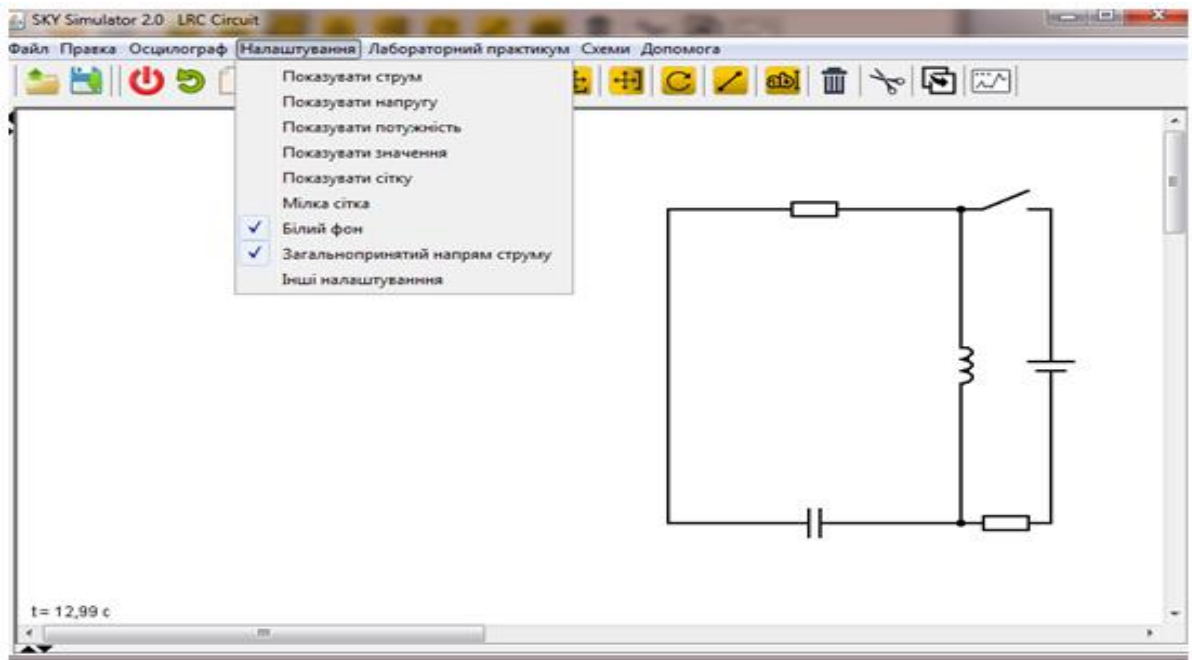


Рисунок 2.9 – Налаштування для друку

Панель осцилографа

За допомогою осцилографа можна спостерігати стани електричних елементів та сигналів (рис. 2.10). Панель налаштування наведена в табл. 2.4.

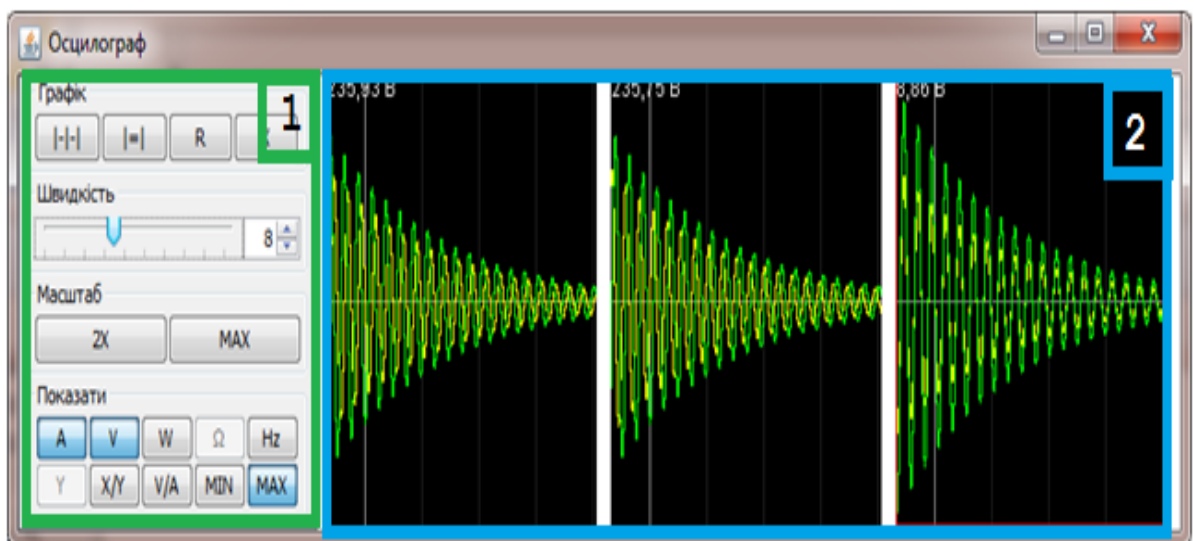
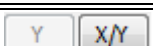


Рисунок 2.10 – Осцилограф

Таблиця 2.4 – Панель для налаштування

Позначення	Пояснення
	Роз'єднання каналів
	Об'єднання каналів
	Очищення графіка
	Закриття каналу та від'єднання електричного компонента від осцилографа
	Повзунок для збільшення/зменшення швидкості відображення
	Масштабування графіка каналу осцилографа.
	Відображення струму на графіку (жовтим кольором)
	Відображення напруги на графіку (зеленим кольором)
	Відображення потужності на графіку (білим кольором)
	Відображення опору на графіку (білим кольором)
	Показ частоти сигналу на графіку
	Показ від'ємного та додатного максимального значення сигналу на графіку
	Відображення відношення напруги до струму(по осі Y– струм, по X – напруга)
	Відображення відношення між двома сигналами на пробах осцилографа

2 – панель для графічного показу сигналів на приєднаних каналах осцилографа. Найбільше можна під'єднати до 20 каналів.

Щоб налагодити відображення сигналу на окремому каналі, слід натиснути двічі лівою кнопкою миші на необхідному каналі, після чого він виділиться червоним кольором по краях (рис. 2.11).

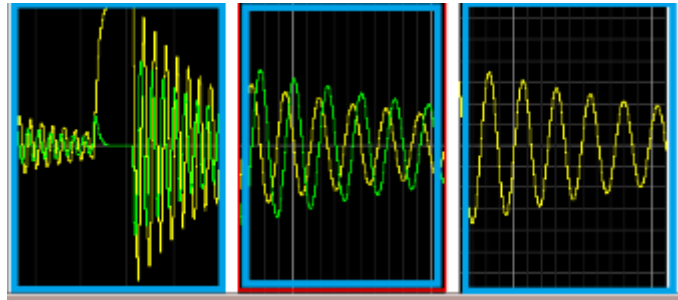


Рисунок 2.11 – Відображення 3-х каналів осцилографа

Для відображення сигналів кількох графіків відносно однієї осі Y потрібно вибрати в меню => об'єднати канали. Відповідно для роз'єднання – роз'єднати канали (рис. 2.12).

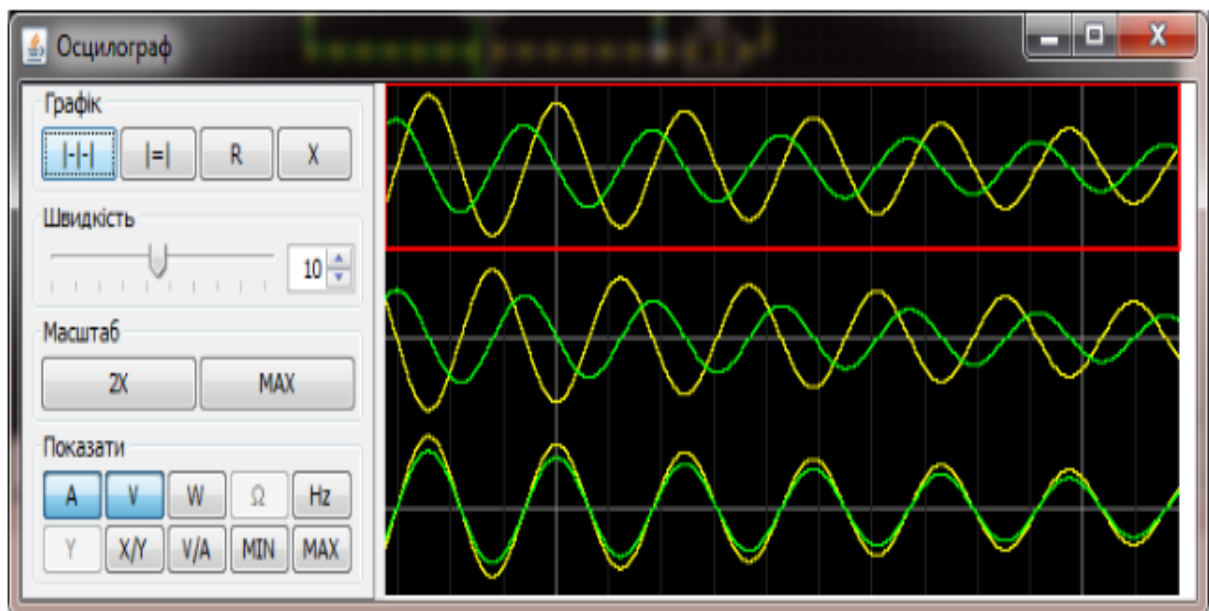


Рисунок 2.12 – Сигнали осцилографа на одній осі

Для спостереження за певним електричним компонентом необхідно навести курсор миші на компонент, натиснути праву кнопку миші і у вихідному меню обрати «Переглянути в осцилографі» (рис. 2.13, 2.14).

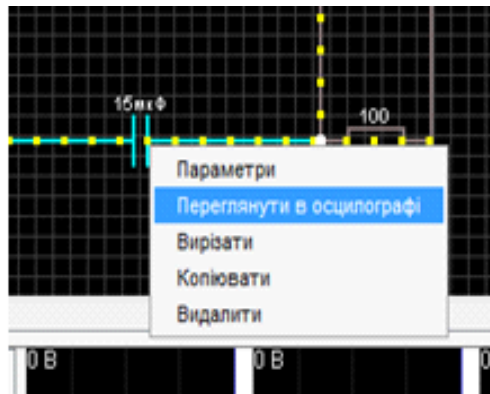


Рисунок 2.13 – Спостереження за електричним компонентом

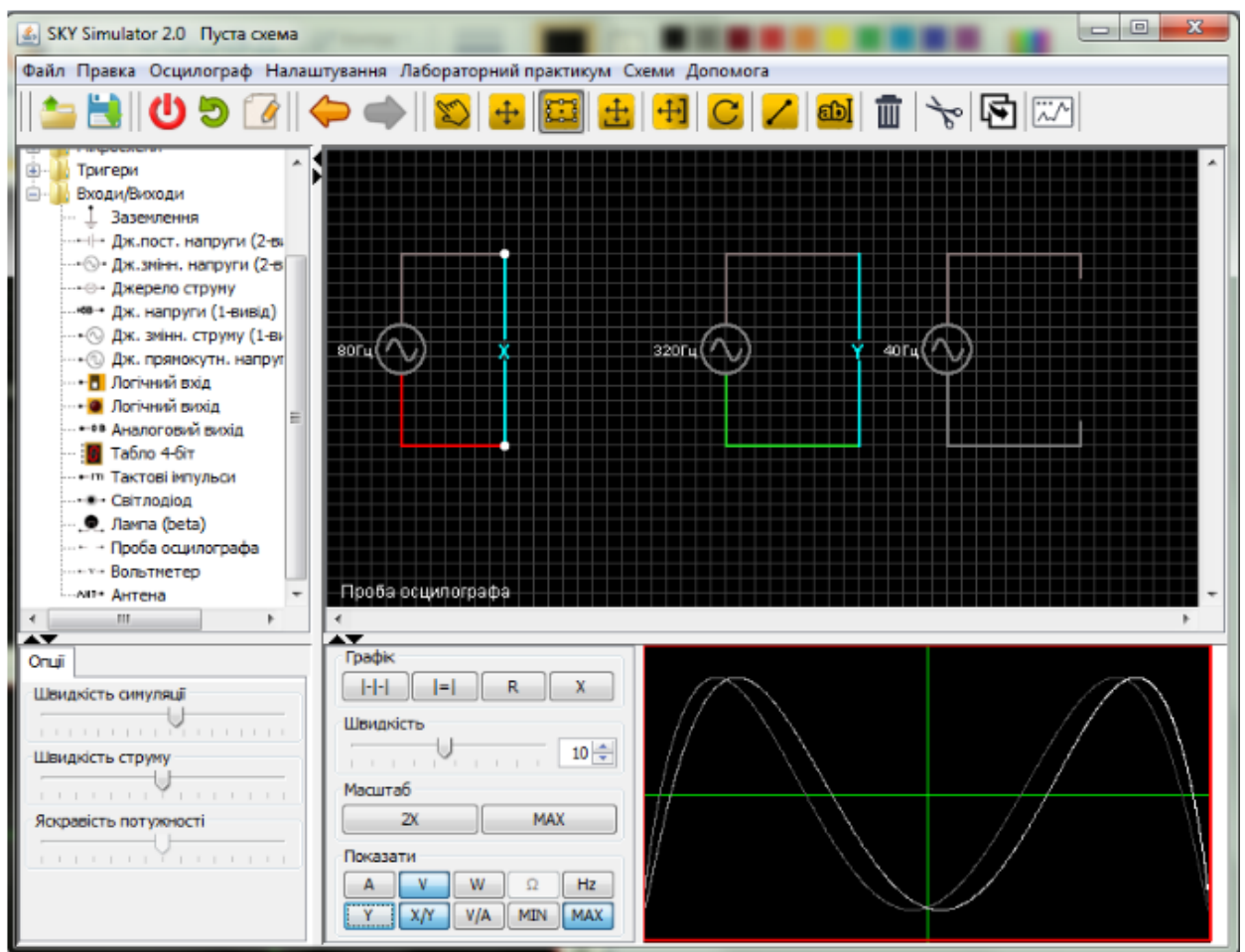


Рисунок 2.14 – Налаштування відображення сигналу

2.2.2 Користування програмою

Дає змогу переглядати, змінювати та встановлювати налаштування компонентів схеми, переміщувати, з'єднувати з іншими, змінювати їх габарити та параметри. Виконувати налаштування, перевірку працездатності та зберігання схеми лабораторного практикуму.

Параметри електричних компонентів

Для перегляду параметрів компонента необхідно натиснути на нього два рази лівою кнопкою миші або один раз правою та у вихідному меню обрати пункт «Параметри» (рис. 2.15). Параметри можна змінювати під час роботи схеми. Однак, коли вкладка «Параметри» відкрита, на панелі електричної схеми (5) не можна додавати інші компоненти або редагувати, виділяти існуючі чи виконувати інші дії з ними.

Після налаштування компонента на вкладці «Параметри» потрібно натиснути на кнопку «Примініти», а потім «ОК», після чого вкладка автоматично закриється і панель електричної схеми (5) стане доступною.

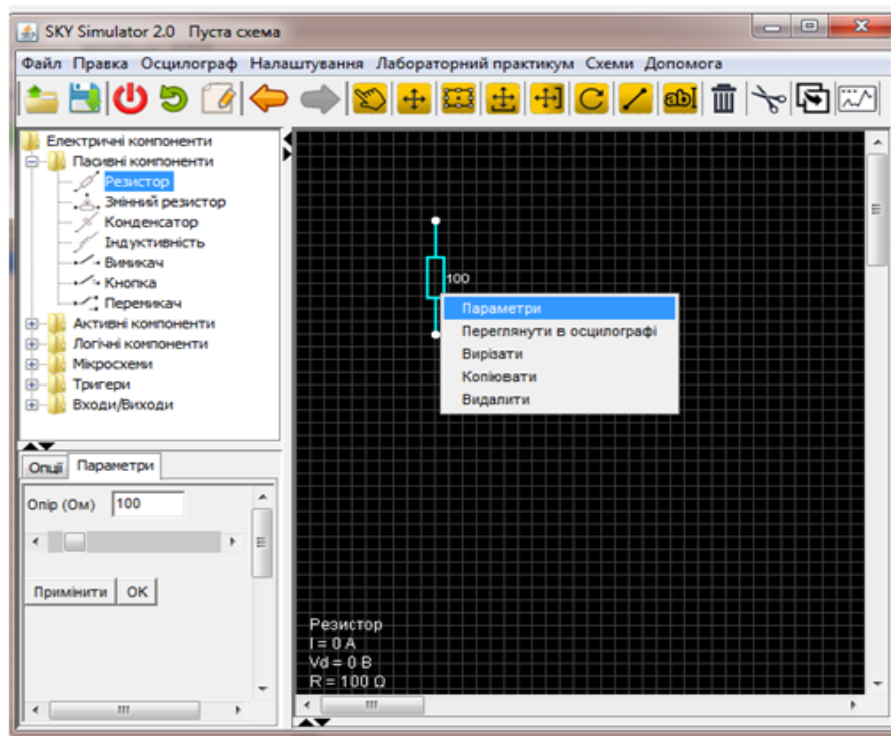


Рисунок 2.15 – Параметри елементів

Керування електричними елементами

Кожний елемент схеми можна переміщувати, з'єднувати з іншими, змінювати його розміри та параметри. Наприклад, у синхронних тригерів можна змінювати тип синхронізації (за фронтом чи за спадом), у деяких інших компонентів можна змінювати бік виведення контактів для зручності їх застосування.

На електричному провіднику, котрий з'єднує кілька компонентів, дозволено активувати функцію показу струму, що проходить крізь нього. У змінного резистора можна змінювати позицію його ковзного контакту. Задля цього на ньому треба двічі натиснути лівою кнопкою миші. І на панелі симуляції стане доступний повзунок (виділений зеленим, рис. 2.16), яким можна буде змінювати позицію ковзного контакту.

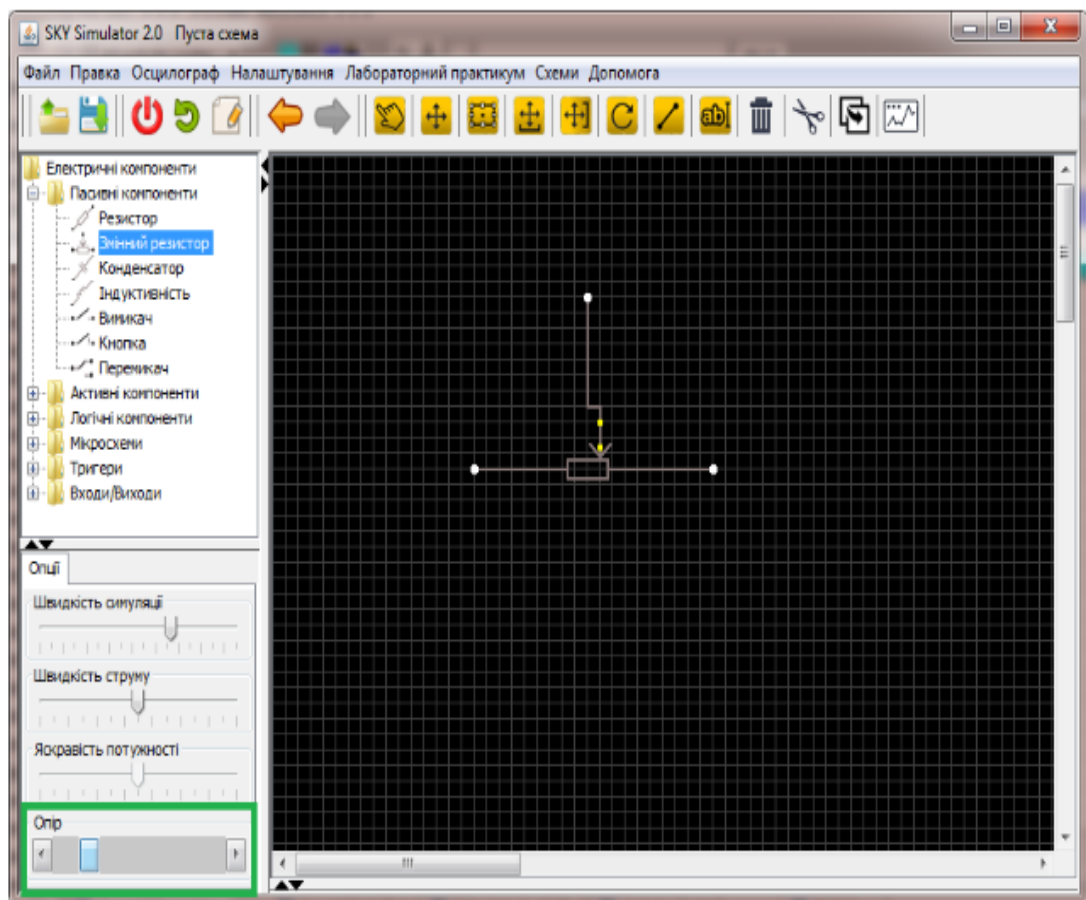


Рисунок 2.16 – Керування електричними елементами

У елемента «Логічний вхід» в параметрах можливо увімкнути функцію самоповернення, після чого він буде працювати в режимі кнопки. У кожного логічного елемента в налаштуваннях можна змінювати кількість входів. Це допомагає зменшити складність схеми.

Налаштування схеми

Під час роботи зі схемою одним із важливих параметрів її налаштування є «Швидкість симуляції». Вона впливає на відображення сигналів як на компонентах схеми, так і в осцилографі. За допомогою зміни цього параметра можна спостерігати перехідні процеси на схемі, послідовність переключень компонентів логічних схем. Також корисною буде зміна швидкості анімації переміщення струму за допомогою параметра «Швидкість струму». Наприклад, якщо у схемі протікають дуже низькі струми, потрібно пересувати слайдер «Швидкість струму» поступово в праву сторону. І навпаки, якщо у схемі протікають дуже високі струми, потрібно переміщувати слайдер вліво, поки анімація руху струму на провідниках стане чітко видимою.

Для того, щоб побачити величину струму, яка протікає через провідник, потрібно відкрити його параметри і обрати «Показувати струм». Якщо потрібно дізнатись величину напруги на компоненті, то потрібно підключити паралельно до нього вольтметр (Електричні компоненти => Входи/Виходи => Вольтметр). Величини цих та інших параметрів (частоти, тривалості, опору, потужності) можна побачити на графіках осцилографа, додавши необхідний компонент до нього (рис. 2.17).

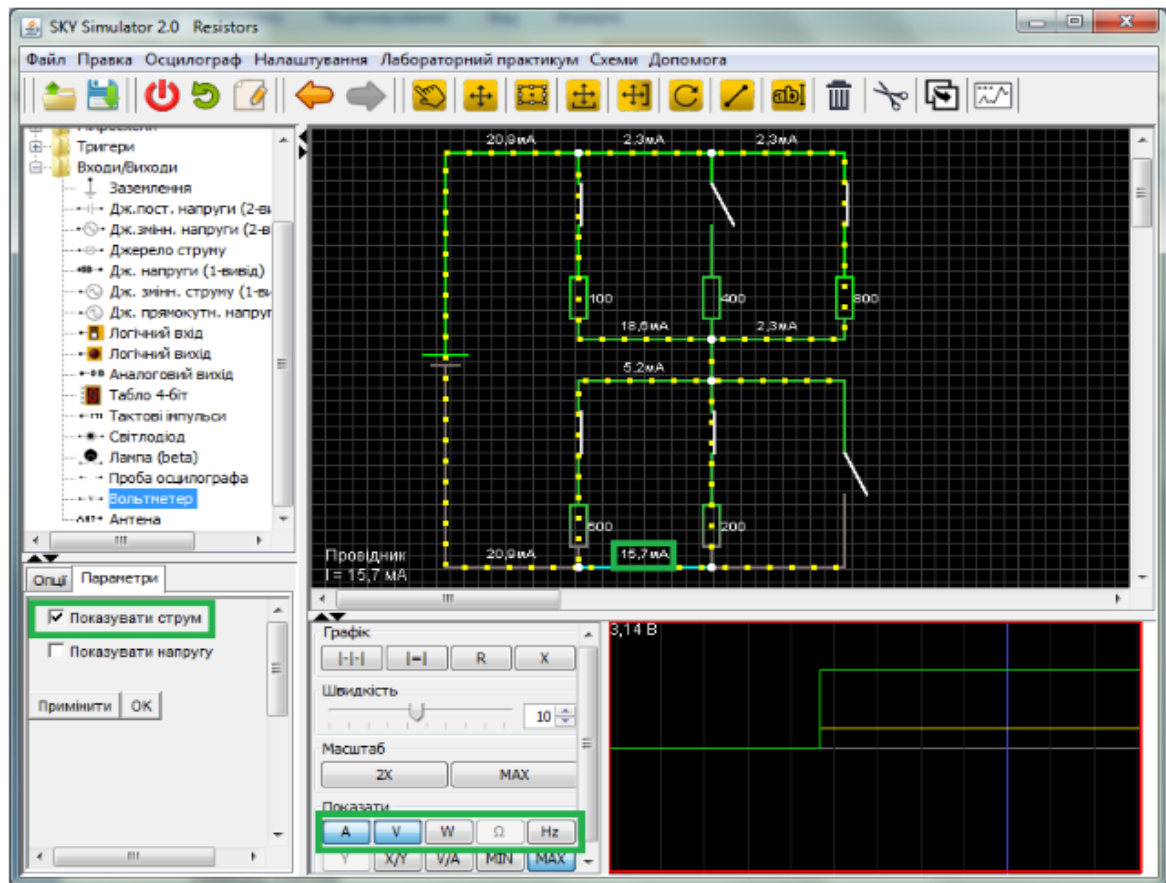


Рисунок 2.17 – Налаштування схеми

Робота зі схемою

Для створення чи редагування схеми необхідно очистити робоче поле «Очистити схему» або відкрити існуючу схему «Відкрити схему» на панелі інструментів (рис. 2.18).

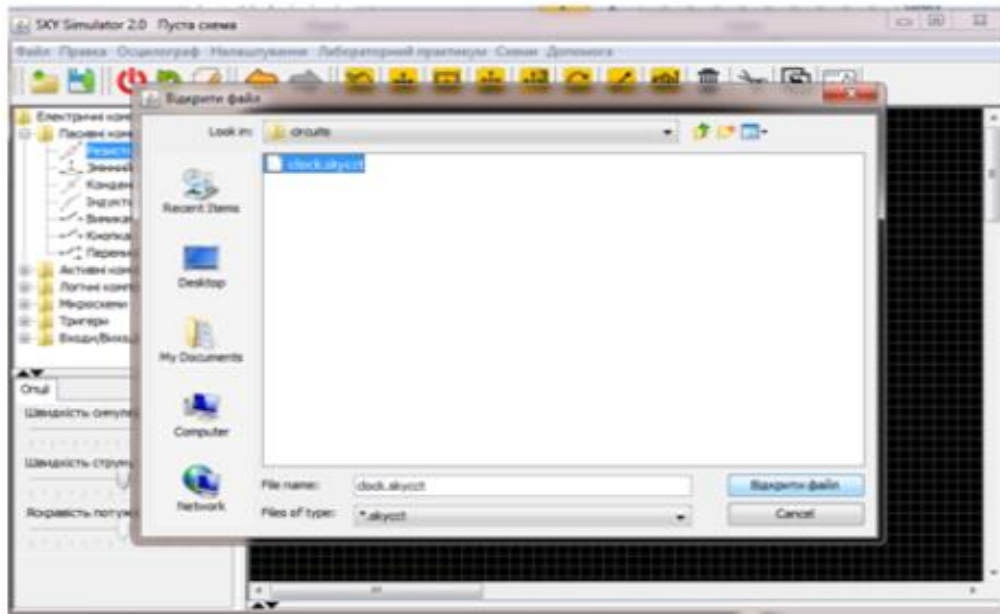


Рисунок 2.18 – Відкриття схеми

Додавання компонентів

Щоб додати елемент до схеми, необхідно:

1. Обрати його на панелі електричних елементів (3) лівою кнопкою миші.
2. Після цього треба навести вказівником миші на панель схеми, натиснути й утримувати ліву кнопку миші.
3. Провести вказівник праворуч. Після того як елемент з'явився, не відпускаючи ліву кнопку миші, дозволяється змінювати положення елемента щодо першої точки, переміщуючи вказівник у потрібному напрямку.

Потім дозволяється відпустити ліву кнопку миші та, за потреби, додати інший елемент (рис. 2.19).

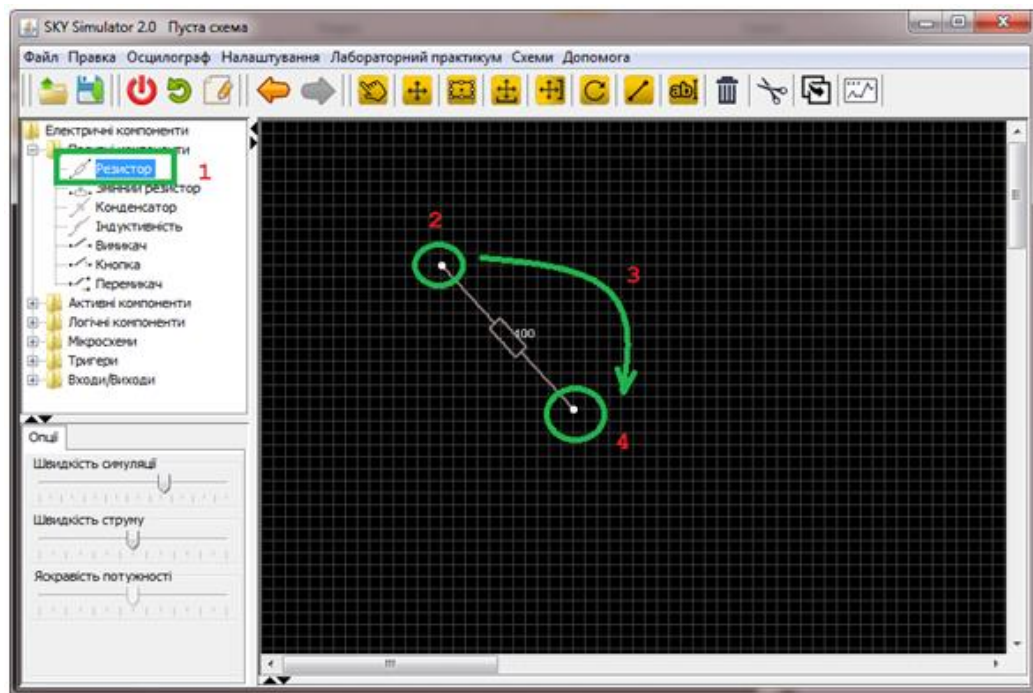


Рисунок 2.19 – Додавання елементів до схеми

Вилучення складників

Щоб вилучити складник (рис. 2.20), необхідно натиснути на ньому правою кнопкою миші та у вихідному меню натиснути «Вилучити» або виділити складник та прибрати його за допомогою панелі інструментів.

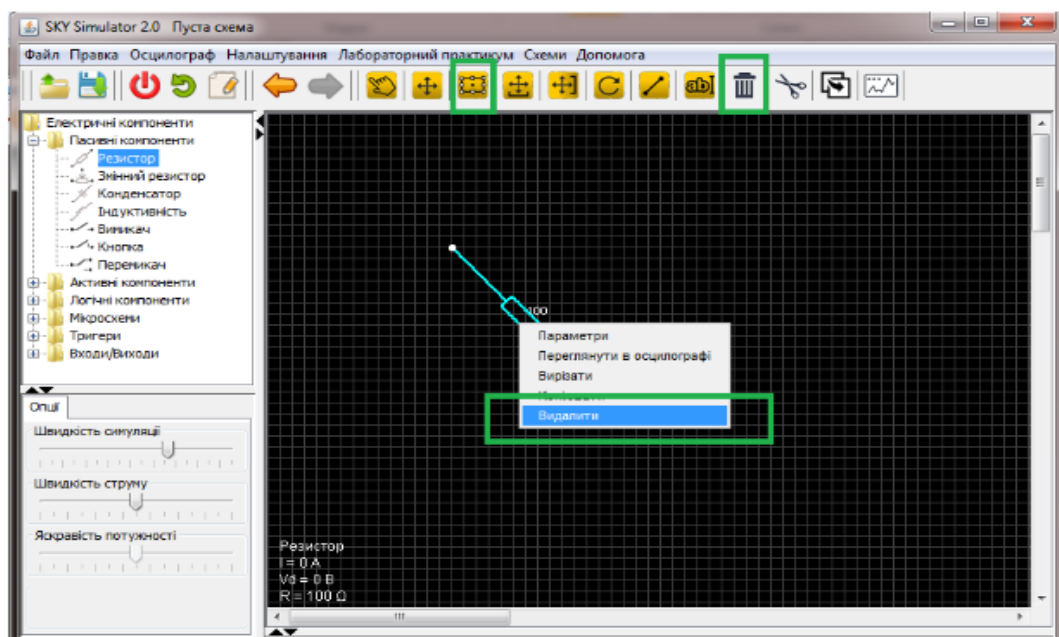


Рисунок 2.20 – Вилучення складників зі схеми

Управління кількома елементами

Коли є потреба створити декілька подібних блоків, наприклад, три електричні кола з джерелом живлення, перемикачем, і лампою розжарювання, необхідно створити один блок, виділити його, скопіювати та вставити «Меню => Правка => Вставити». Скопійований блок з'явиться поряд з основним та далі його можна перемістити у необхідне місце на схемі (рис. 2.21).

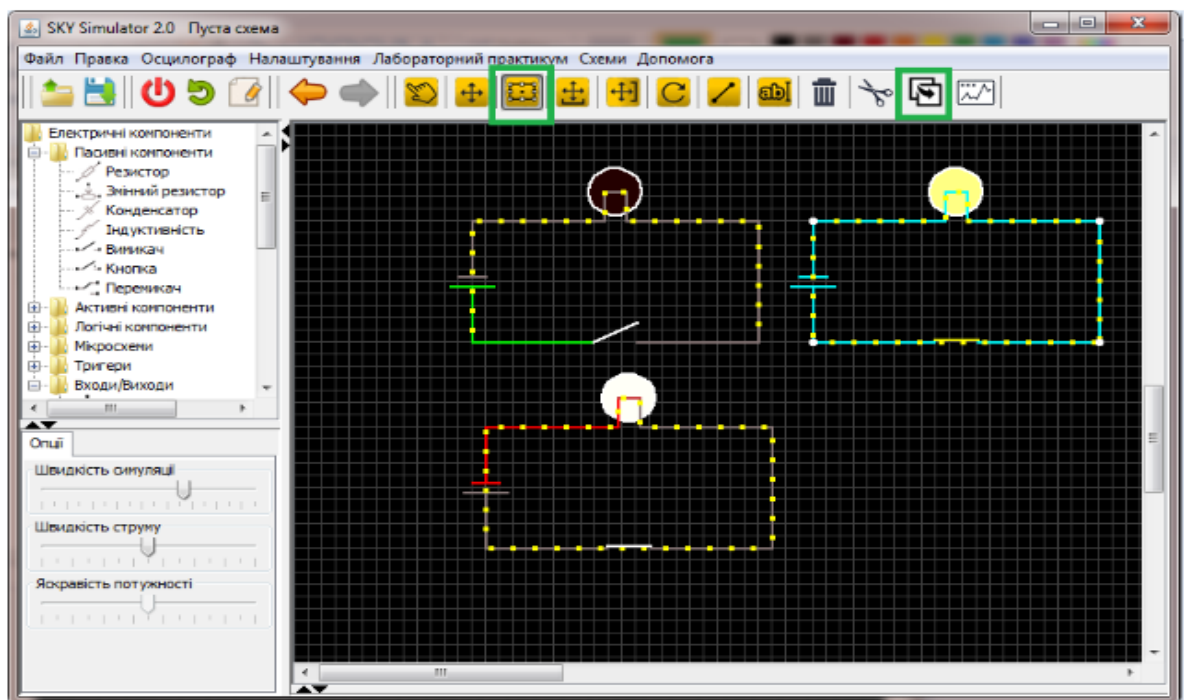


Рисунок 2.21 – Управління кількома елементами

Збереження схеми

Щоб зберегти схему треба обрати «Меню => Файл => Зберегти як» – якщо це щойно створена схема або «Меню => Файл => Зберегти» – якщо відкрита схема для редагування. Ще можливо використати кнопку «Зберегти схему» на панелі інструментів, котра автоматично обере потрібну дію збереження. Усі схеми зберігатимуться з розширенням «*.skysct» за замовчуванням (рис. 2.22).

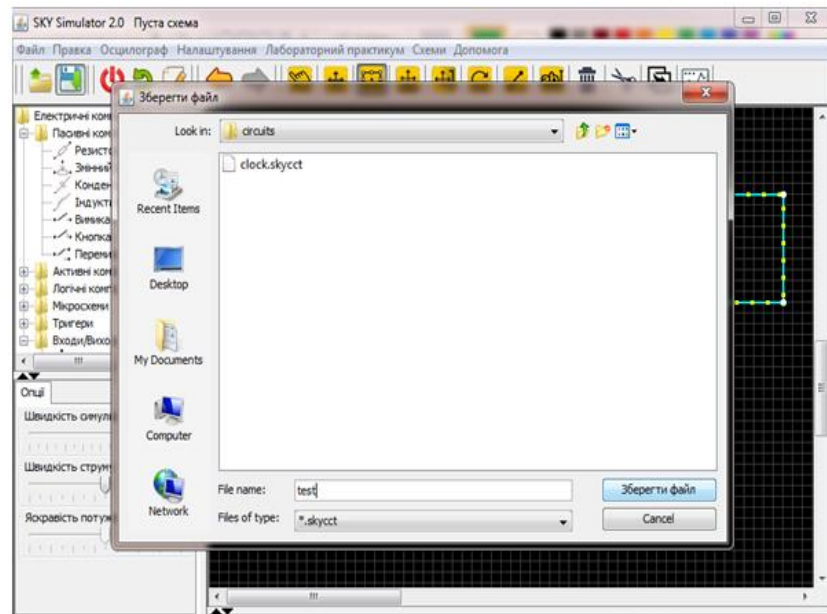


Рисунок 2.22 – Збереження схеми

2.2.3 Лабораторний практикум

У підменю «Практикум» пункти червоного кольору означають, що для виконання практичного завдання лабораторної роботи, необхідно пройти тест. Після успішного проходження (більше 60 % – мінімальна оцінка за шкалою ECTS – E) відкриється вікно з практичним завданням. Тест проходять тільки один раз, після чого елемент меню стане звичайного, сірого, кольору (рис. 2.23).

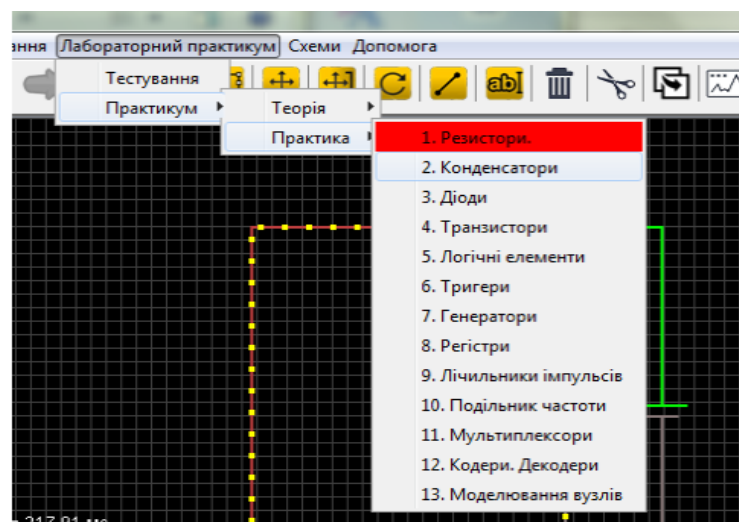


Рисунок 2.23 – Лабораторний практикум

3 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Після детального ознайомлення з інтерфейсом програмного інструменту **Sky Simulator** можна запропонувати загальну структуру методики виконання лабораторних робіт (рис. 3.1).

У запропонованому меню обирають одну з наведених лабораторних робіт, додатково ознайомитись з теоретичними відомостями, відкрити вікно тестування та пройти необхідний тест. Підменю «Практикум» завантажується динамічно з папки програми – «SkySimulator\docs\lab\» і відображає структуру її файлів. Після успішного проходження тестування можна перейти до практичного завдання. Попередньо необхідно підготувати схемне рішення та очистити місце для складання електричної схеми.

Комплект електричних елементів розташовано на панелі (рис. 3.2).

Обрати необхідні компоненти, розмістити на панелі електричної схеми, встановити їх відповідні параметри та з'єднання.

Перед запуском схеми необхідно відмітити на схемі всі точки, в яких буде проводитись спостереження та під'єднати осцилограф. Для того, щоб відображати сигнали кількох графіків відносно однієї осі Y, потрібно вибрати Меню => Осцилограф => Об'єднати канали (рис. 3.3).

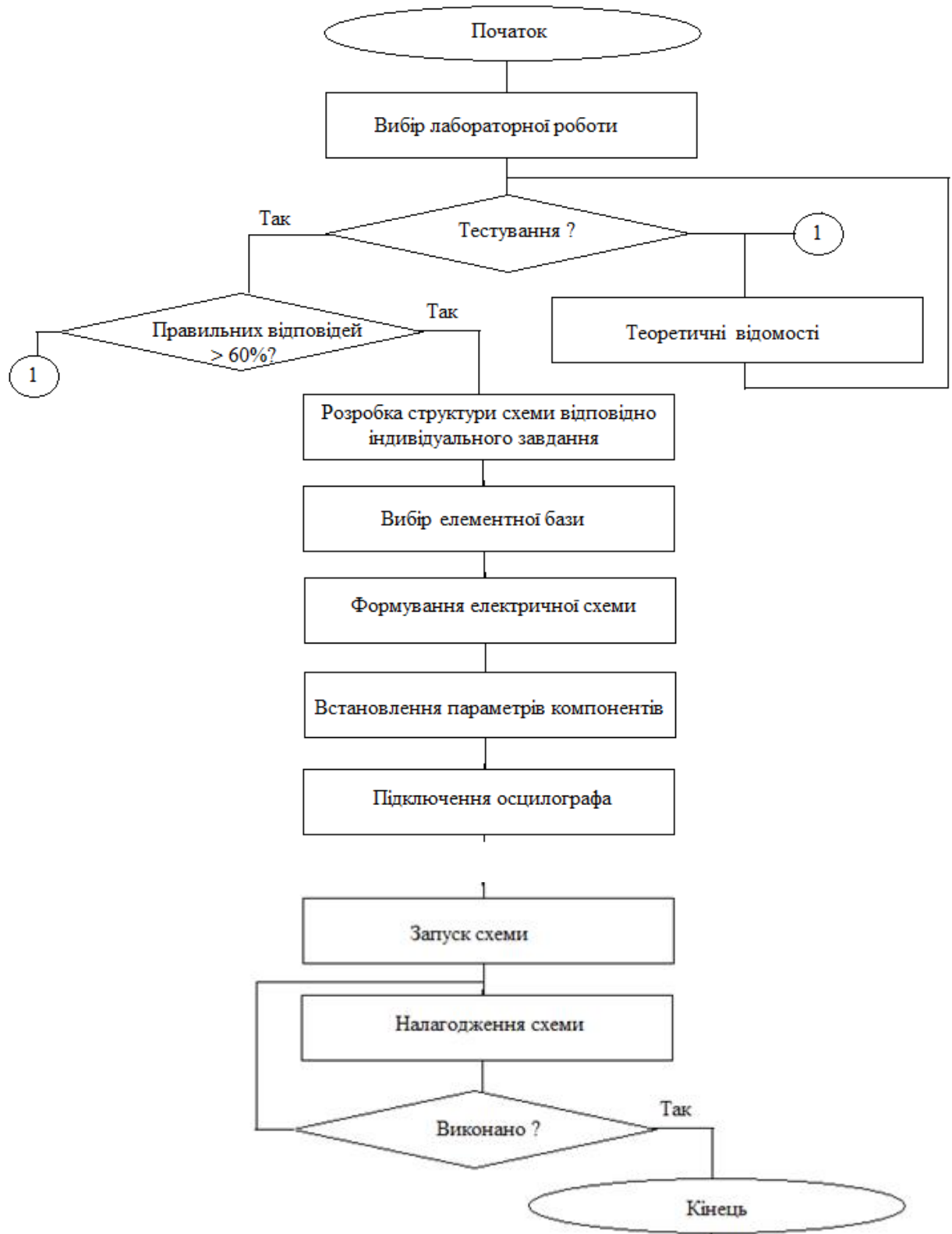


Рисунок 3.1 – Алгоритм виконання лабораторної роботи

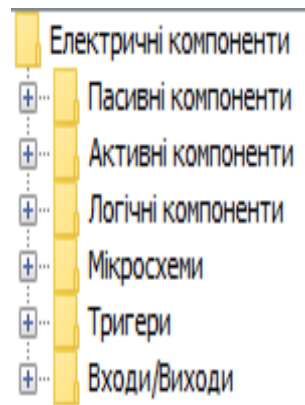


Рисунок 3.2 – Панель електричних компонентів

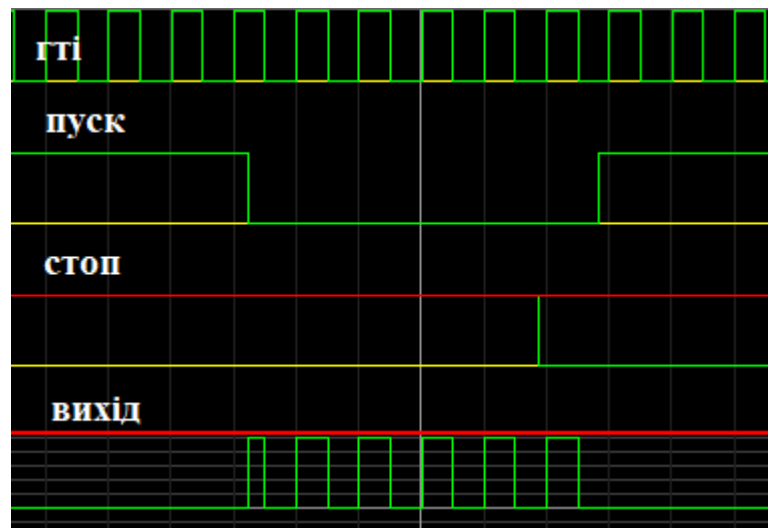


Рисунок 3.3 – Об'єднання каналів осцилографа

Після виконання роботи необхідно зберегти всі схеми, які зберігаються з розширенням «*.skysct» за замовчуванням.

4. МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ КОДУВАННЯ

4.1 Пристрій кодування комбінаційного типу

Для реалізації пристрою кодування комбінаційного типу використаємо структуру, наведену на рисунку 1.2. Комбінаційний пристрій кодування формує 16 (0 - F) чотирирозрядних кодів (dcba). Блок кодування в пристрої утворюють чотири восьмивходових елемента АБО. Вузол захисту та формування вихідних сигналів ФС містить п'ятивходову АБО та формувача сигналів на синхронних D-тригерах. Після активації клавіші вихідні сигнали утворюють відповідний чотирирозрядний код, на тактуючому тригері формується сигнал «Натискання»-«Gotovnist».

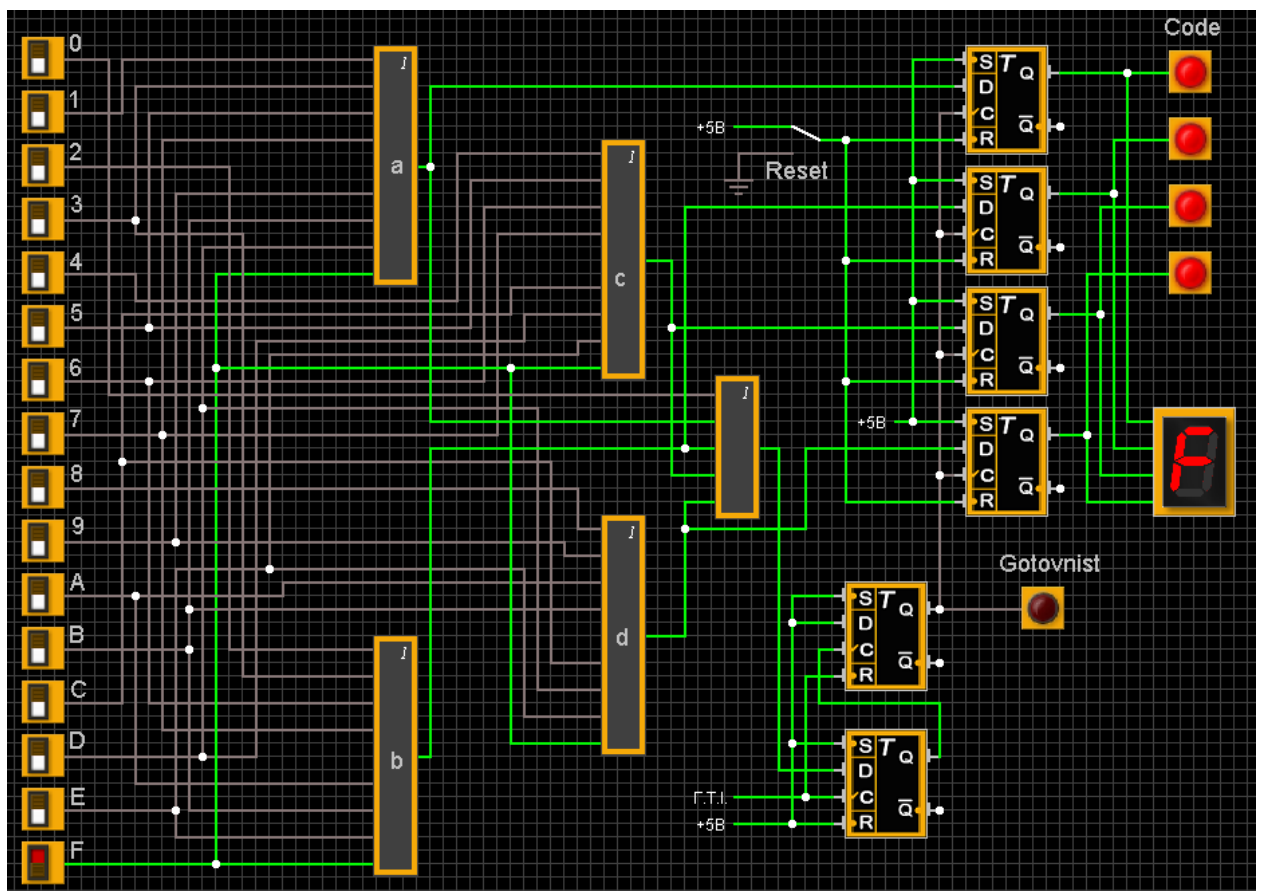


Рисунок 4.1 - Пристрій кодування комбінаційного типу

Верхній тригер встановлюється в одиничний стан по фронту сигналу та скидається по закінченню такту на вході R. Для фіксації коду «Code» застосовано 4 синхронних D-тригера. Для встановлення схеми в вихідний стан передбачено перемикач «Reset». Одночасне натискання декількох клавіш схема не відпрацьовує. Для подальшого спрацювання необхідно деактивувати натисненні клавіші. Часові діаграми роботи пристрою наведені на рисунку 4.2 після спрацювання відповідно клавіш 0, 1, 2, А та формування сигналу «Gotovnist».

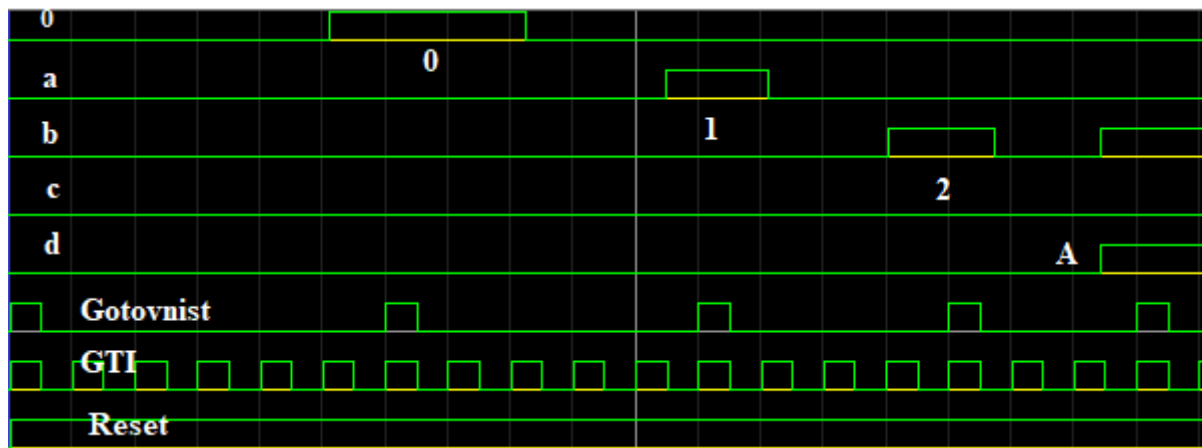


Рисунок 4.2 - Часові діаграми роботи пристрою

4.2 Пристрій кодування на основі клавіатури, що сканується

Пристрій кодування на основі клавіатури (0 - 9), що сканується, (рис. 4.3) також формує чотирирозрядний двійковий код і містить: блок сканування (поєднані послідовно ввімкнуті чотирирозрядний лічильник, 2 мультиплексори на 8 входів), формувач сигналу «Гот.» на синхронному D-тригері і елементу АБО. Термін «сканування» означає по черзі опитування стану всіх компонентів. В пристрої 10 виходів клавіатури (0 - 9) введення під'єднанні до 10 входів двох мультиплексорів. В основному режимі лічильник працює від зовнішніх тактів, які надходять через елемент І.

Для кожного стану лічильника мультиплексор проводить опитування стану (натиснутий чи ні) відповідного контакту клавіатури введення.

В момент опитування натиснутого контакту на виходах відповідного мультиплексора формується сигнал високого рівня, який готує D-тригер до встановлення в 1 по фронту вхідного такту. Сигнал «Гот.» зупиняє надходження тактів на лічильник, а його стан дорівнює значенню вихідного коду пристрою. Після відтискання клавіші пристрій повертається у вихідний стан.

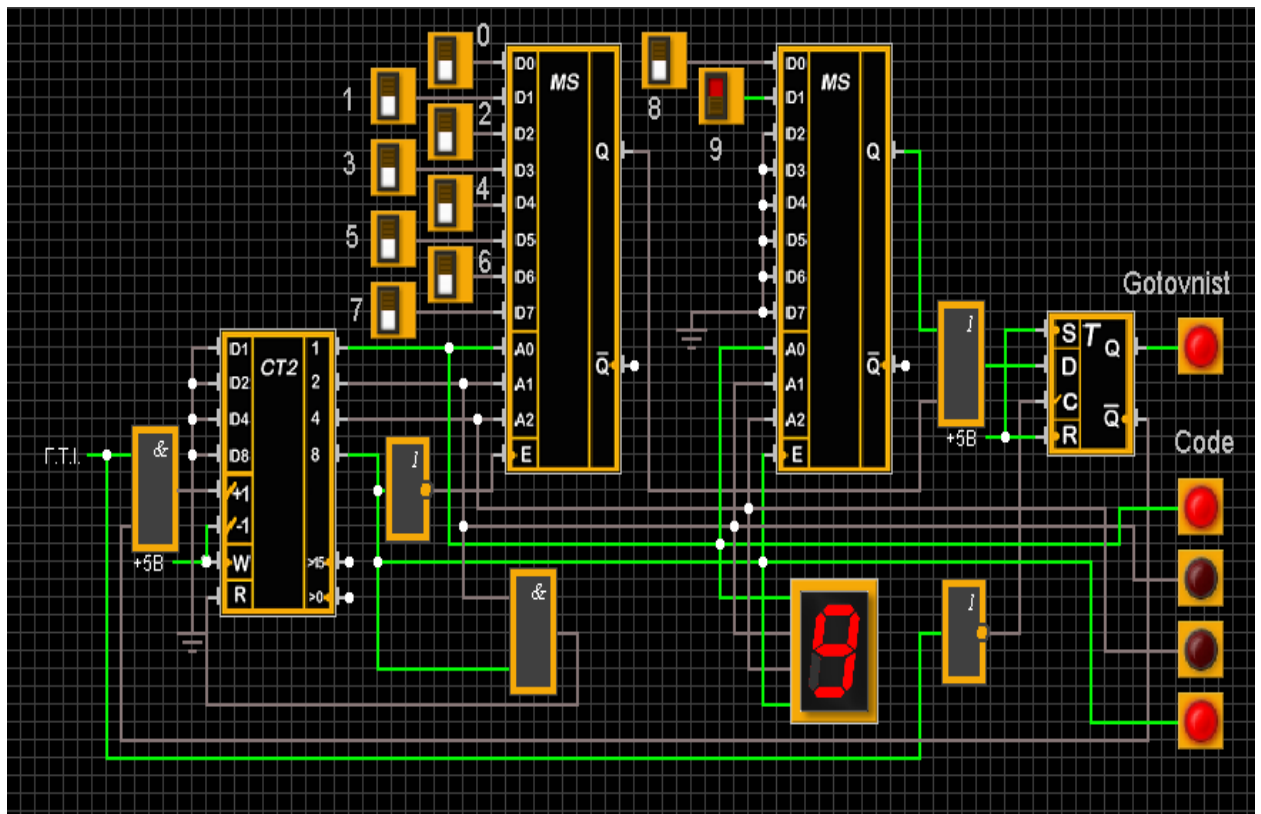


Рисунок 4.3 - Пристрій кодування на основі клавіатури, що сканується

Вибір мультиплексора відбувається вихідним сигналом «8» лічильника CT2: 0 – перший MS, 1 - другий MS. Кількість клавіш КЛ може бути збільшена до 16, якщо задіяти входи D2 – D7 другого MS.

Для візуалізації № клавіші після натискання крім логічних виходів (світлодіодів) задіяно цифровий індикатор.

4.3 Пристрій кодування на основі матриці, що сканується

Пристрій кодування на основі матриці, що сканується, (рис. 4.4)

формує 25 восьмирозрядних двійкових кодів від клавіатури, яка включає відповідну кількість перемикачів. Відмінна риса пристрою – матрична, наприклад в 5 стрічках * 5 стовпчиків, ввімкнення перемикачів в блоці клавіатури та відповідна організація блоку сканування матриці.

Блок сканування утворюють дешифратор на чотирирозрядному лічильнику СТ2, логічних елементах НІ, І та мультиплексорів. Їх адресні входи під'єднанні до відповідних розрядним виходам двійкового лічильника. Сканування відбувається почерговим опитуванням 5 стрічок матриці вихідними сигналами з дешифратора і пошуком мультиплексорами натиснутої клавіші в усіх 5 місцях для кожної з цих стрічок.

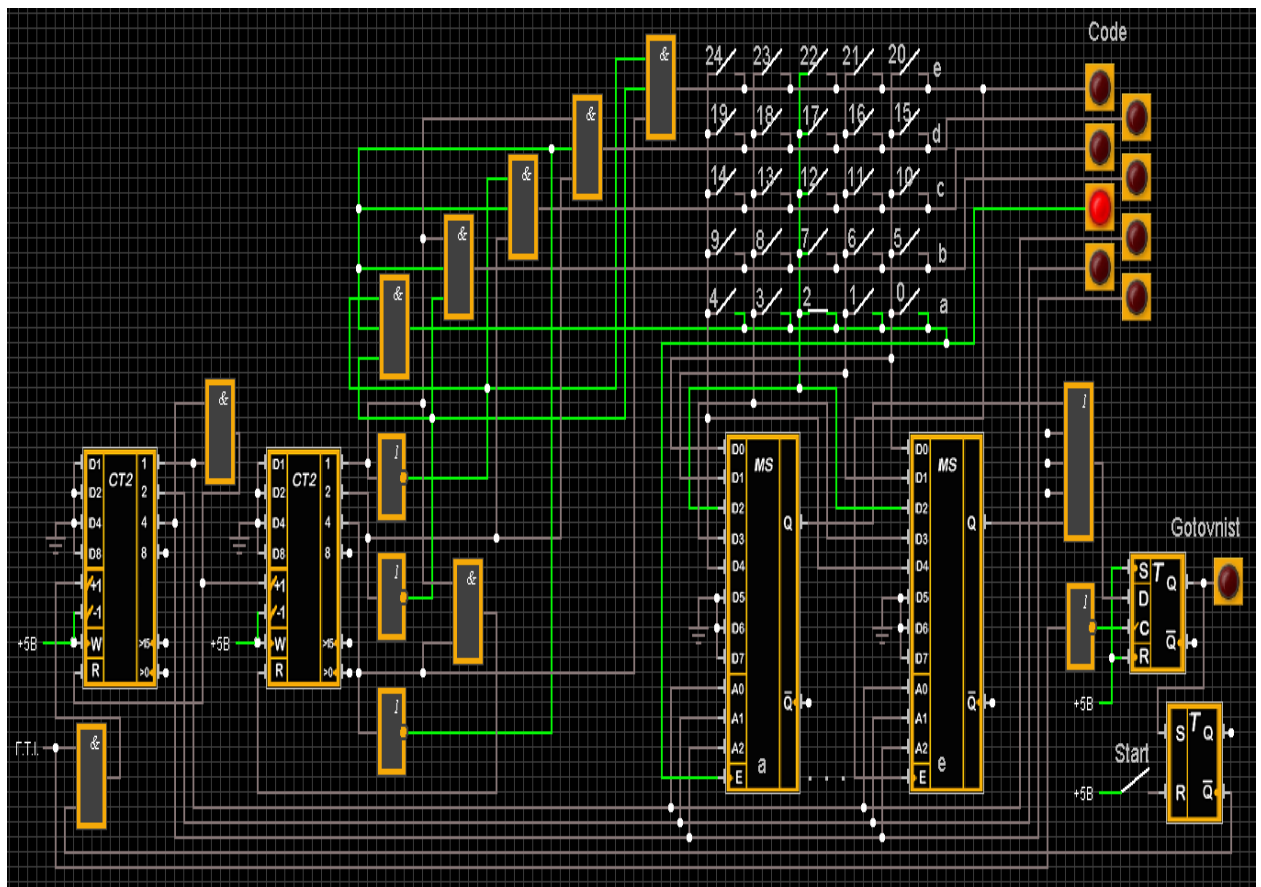


Рисунок 4.4 - Пристрій кодування на основі матриці, що сканується

Пристрій кодування на основі матриці, що сканується, (рис. 4.4) може сформувати до 256 двійкових кодів від клавіатури, яка включає відповідну кількість перемикачів (16 стрічок * 16 стовпчиків), ввімкнення перемикачів в блоці клавіатури та відповідна організація блоку сканування матриці.

Крім світлодіодної візуалізації № натиснутої клавіші можна реалізувати цифрову (рис. 4.5).

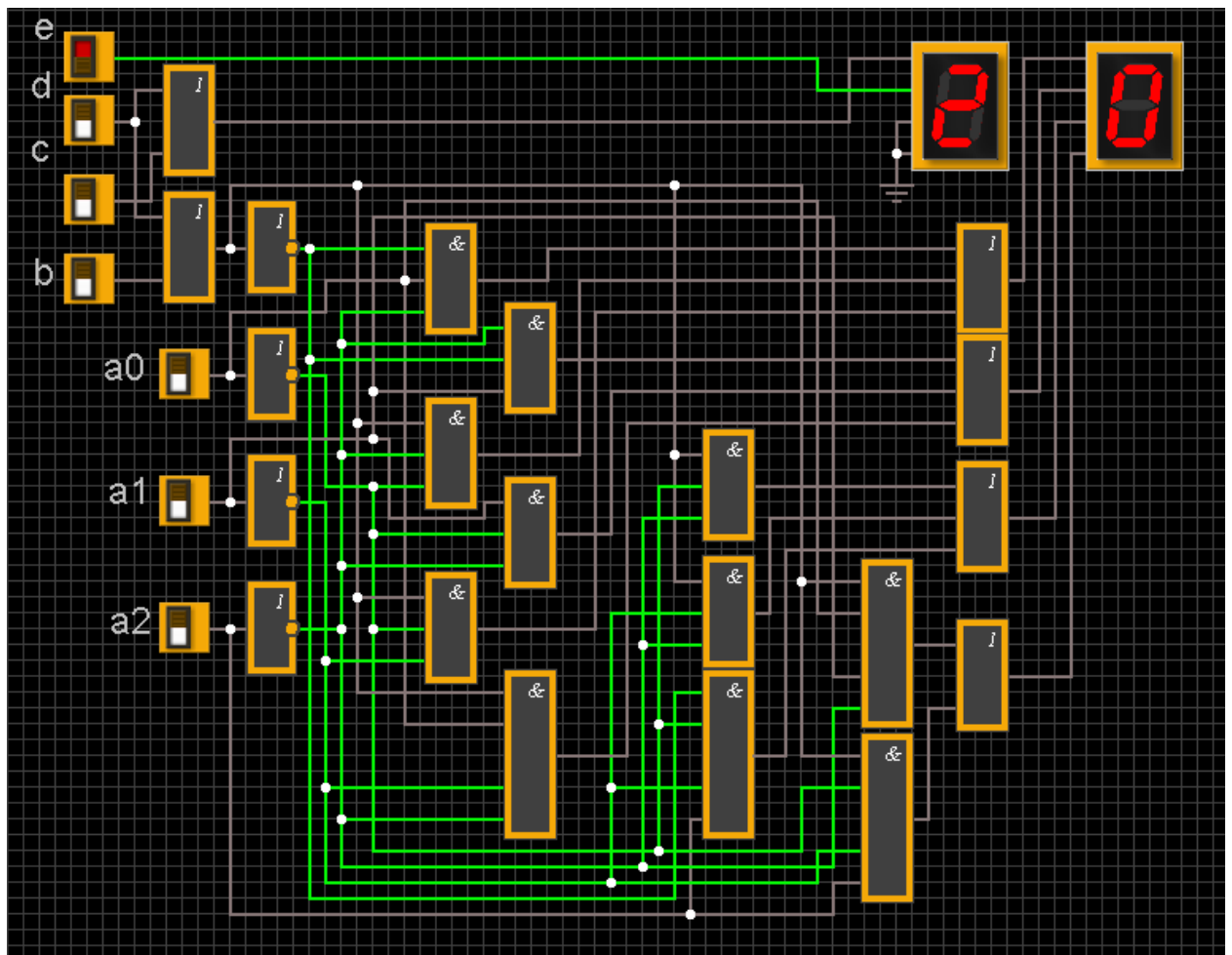


Рисунок 4.5 - Цифрова індикація пристрою кодування на основі матриці, що сканується

5. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

5.1 Дослідження пристроїв кодування і декодування

Мета роботи: вивчення засад функціонування, методів синтезу пристроїв кодування та декодування на основі інтегральних мікросхем, здобуття навичок і вмінь розробки та перевірки працездатності схем, що вивчаються.

Теоретичні відомості

Кодери (шифратори) та декодери (дешифратори) це пристрої, які перетворюють вхідні коди у вихідні [7-10]. Найбільш часто використовуються двійкові кодери і декодери. Двійкові кодери перетворюють код 1 з N в двійковий. При надходженні логічної одиниці на будь який вхід кодера на виходах утворюється двійковий код, що відповідає номеру ініційованого входу. Основне застосування кодера - введення інформації з клавіатури (з десятковою цифрою) призводить до передачі на пристрій цієї цифри. Для повного кодера $N=2^n$, де N-входи та n-виходи.

Двійковим декодером це пристрій для перетворення двійкового вхідного коду у вихідний код 1 з N. Двійковий код на входах декодера формує логічну одиницю на відповідному виході. Існують декодери, де на відповідному виході встановлюється рівень логічного нуля - на інших - логічна одиниця. Декодери застосовують як перетворювачі двійкового коду в сигнал управління (0 або 1) на шині пристрою. Методика побудови кодуючих та декодуючих пристроїв аналогічна методиці, яка розглянута в роботі при вивченні основ синтезу комбінаційних логічних схем.

Приклад декодування чотирирозрядного двійкового коду (рис. 5.1) наведена схема керування взаємодією двох декодерів K155ІД7 (аналог 74138). В схемі перші сім вхідних імпульсів перетворюються декодером

DD2, а DD3 вимкнтий входом дозволу. При надходжені 8-го імпульсу DD2 вимикається, а DD3 переходить в режим перетворення.

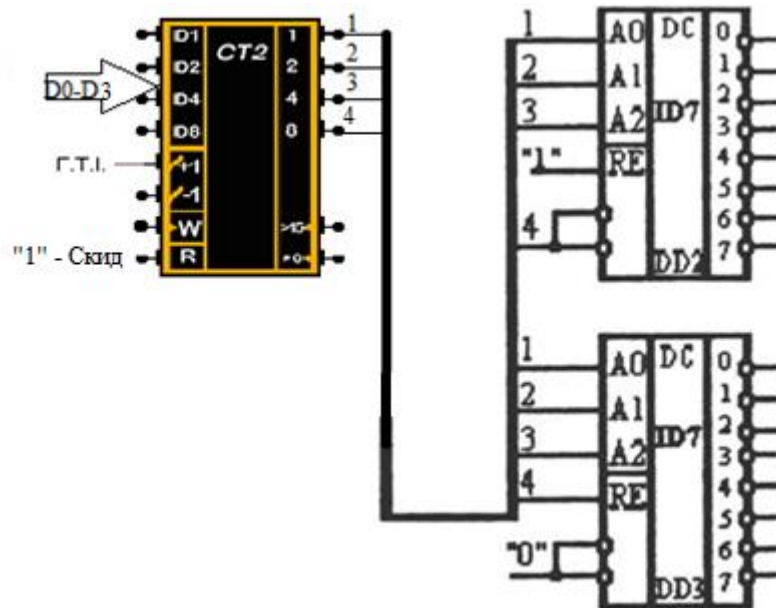


Рисунок 5.1- Схема управління декодером.

Робота пристрою пояснюється часовими діаграмами (рис. 5.2).

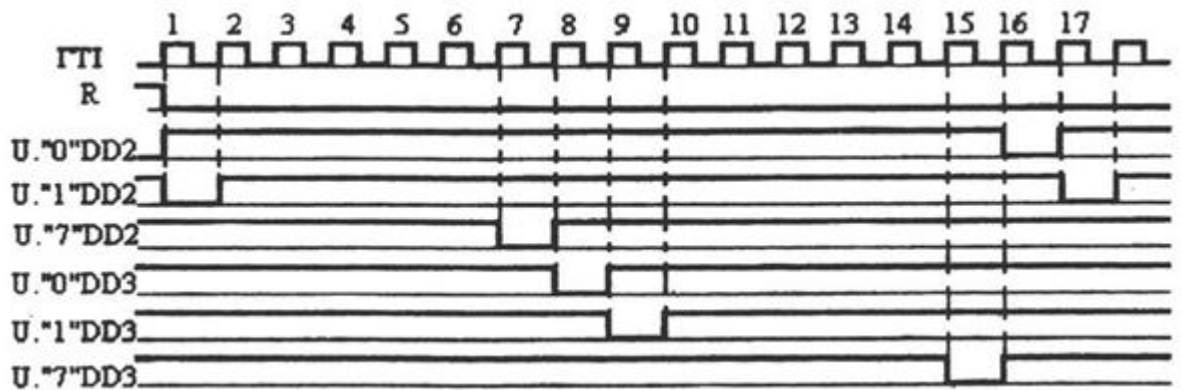


Рисунок 5.2- Часові діаграми схеми управління декодером.

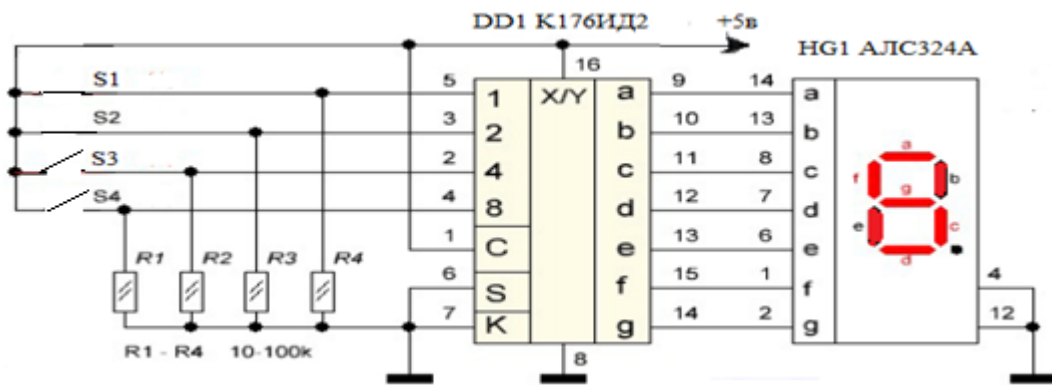
Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
2. Розробити таблицю відповідності, логічне рівняння та схему кодера для вхідного коду 1 з 3 . Ознайомитись з роботою декодера K155ІД7 (аналог 74138).

3. Запустити програму Sky Simulator.
4. Сформувати схему кодера для вхідного коду 1 з 3 на елементах І-НЕ та перевірити її прцездатність. Подати на входи зібраного приладу відповідні сигнали, дослідити роботу схеми.
5. Зібрати послідовно схеми паралельної та полслідовної роботии двох декодерів K155ІД7 при декодуванні чотирирозрядного двійкового коду. Отримати осцилограми роботи зазначених схем.
6. Зібрати схему розподільника імпульсів з використанням декодерів з кількістю виходів від 3 до 15 в циклічному і «старт-стопному» режимі.
7. Порівняти результати з теоретичними.

Контрольні запитання

1. Визначення кодерів (шифраторів).
2. Визначення декодерів (дешифраторів).
3. Принципи побудови кодерів (шифраторів).
4. Принципи побудови декодерів (дешифраторів).
5. Двійкові кодери (шифратори).
6. Двійкові декодери (дешифратори).
7. Методика побудови кодуючих та декодуючих пристроїв.
8. Принцип побудови схеми паралельної роботи двох декодерів.
9. Принцип побудови схеми полслідовної роботи двох декодерів.
- 10.Реалізація розподільника імпульсів з використанням декодерів з кількістю виходів до 15 в циклічному.
- 11.Реалізація розподільника імпульсів з використанням декодерів з кількістю виходів до 15 в «старт-стопному» режимі.
- 12.Визначити показання індикатора.



5.2 Дослідження роботи перетворювачів кодів

Ціль роботи – вивчення принципів роботи, методів синтезу перетворювачів кодів, придбання навиків і умінь побудови і перевірки працездатності схем, які досліджуються.

Теоретичні відомості

Перетворювачі кодів це пристрої для перетворення чисел з однієї форми подання в іншу [11-15]. Наприклад, під час введення інформації в ЕОМ необхідно перетворити символи від 0 до F (16-кова система числення) в двійкові, а у разі виведення інформації для індиціювання чи друкування – в коди управління. Необхідно побудувати пристрій перетворення коду 8421 в код 7-ми сегментного індикатора. Сегменти відповідають літерам (рис. 5.3), а фрагмент таблиці відповідності (табл. 5.1) встановлює відповідність між символом в 16- ковій системі числення і потрібним для відображення символу набором сегментів.

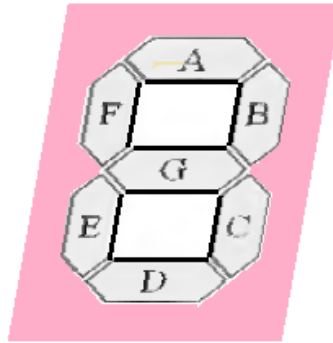


Рисунок 5.3 – Семисегментний індикатор

Таблиця 5.1- Фрагмент таблиці відповідності

Код 8-4-2-1				Символ	Сегменти індикатора						
X4	X3	X2	X1		A	B	C	D	E	F	G
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	2	1	1	0	1	1	0	1
...				Від 3 до d							...
1	1	1	0	E	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	F	1	0	0	0	1	1	1

Згідно індивідуального завдання (табл. 5.2) необхідно визначити досконалі диз'юнктивну та кон'юнктивну нормальні форми, а також мінімальні форми по картам Вейча - Карно. Побудувати логічну схему в базису (І – АБО – НІ) для перетворення двійкового коду в код 7-ми сегментного індикатора.

Таблиця 5.2- Варіанти індивідуальних завдань.

№ варіанта *	Послідовність символів для виведення на індикатор
0	0 2 3 5 6 A b C d E
1	0 1 4 7 8 A C d E F
2	2 3 5 6 7 8 b C d F
3	3 4 5 6 9 A b C d F
4	1 2 3 4 9 b C d E F
5	0 3 5 6 8 A b d E F
6	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
7	0 1 2 3 A b C d E F
8	3 6 7 8 9 A b C d E
9	5 6 7 8 9 A b C E F

*- остання цифра залікової книжки.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
2. Скласти таблицю істинності, знайти досконалу диз'юнктивну , кон'юнктивну нормальні та мінімальну форми по картам Вейча - Карно. Побудувати логічну схему в базису (І – АБО – НІ) для перетворення двійкового коду в код 7-ми сегментного індикатора.
3. Запустити програму Sky Simulator.
- 4.Зібрати схему перетворювача і перевірити правильність її функціонування. Подати на входи зібраного приладу відповідні сигнали, дослідити роботу схеми.
6. Порівняти результати з теоретичними.

Контрольні запитання

1. Формування ДДНФ.
2. Формування ДКНФ.
3. Формування мінімальних форм.
4. Призначення карт Вейча - Карно.
5. Принципи формування карт Вейча - Карно для БФ декількох змінних .
6. Процес синтезу комбінаційних ланцюгів.
7. Методика побудови мінімальних форм.
8. Для скількох аргументів булевих функцій зручно проводити мінімізацію за допомогою діаграм Вейча?

5.3 Моделювання роботи функціональних вузлів

Ціль роботи – набуття вмінь розробляти та моделювати функціональні вузли цифрової техніки на інтегральних мікросхемах..

Теоретичні відомості

До програми робіт включено розробку та моделювання таких функціональних блоків цифрової техніки [16-20] :

1. Схема автоматичного пристрою «старт-стоп».
2. Схема перетворення двійкового коду в кількість імпульсів.
3. Схема формування імпульсів зі змінною скважністю.
4. Схема автоматичного приладу сканування з використанням універсального регістру.
5. Схема сканування з визначенням робочої області.
6. Схема селектора тривалості автоматичного блокування з використанням тригера-защипки.

На рис. 5.4 наведена схема автоматичного приладу «старт-стоп». Такі прилади широко застосовуються для запуску і автоматичної зупинки в пристроях системах контролю і управління.

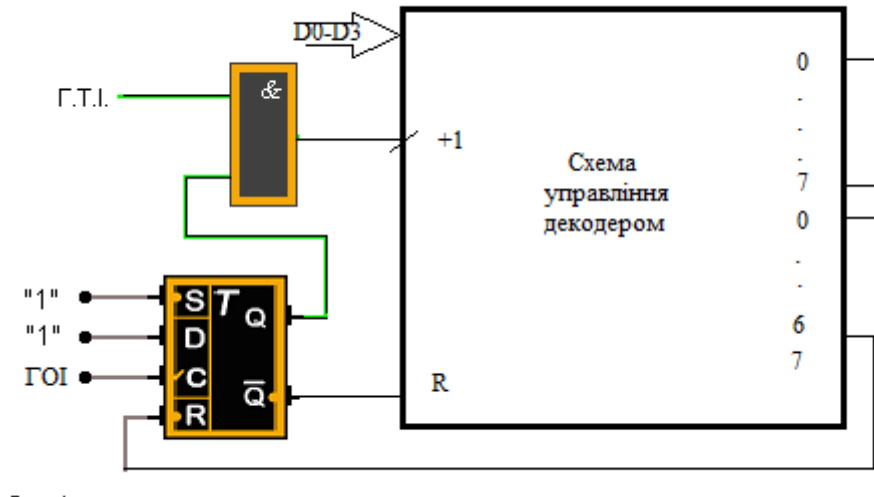


Рисунок 5.4 – Схема автоматичного приладу «старт-стоп»

В склад схеми входять: лічильник, дешифратор, тригер та логічний елемент. Схеми запускається від ГОІ: при активації кнопки на вході ГОІ утворюється перепад з 0 в 1, на прямому виході тригера встановлюється рівень 1, а на інверсному - 0. Імпульси від ГТІ надходять на вхід «+1» лічильника. На виходах дешифратора по чергово встановлюється рівень 0. І після його надходження на вихід, який з'єднано зі входом R, тригер перейде в 0 стан, а на виході Q - 1, що призведе до скиду лічильника і блокування надходження на вхід «+1» тактових імпульсів. Стан схеми зберігається до наступного імпульсу запуску від ГОІ. Тривалість імпульсу на виході тригера або кількість імпульсів на виході елементу залежить від того, з якого виходу дешифратора подається сигнал на вхід R тригера.

На рис. 5.5 представлено схему перетворення двійкового коду в кількість імпульсів. В схему входить: дільник частоти на 16 (регістр і тригер),

На рис. 5.6 наведена схема формувача імпульсів зі змінною шпаруватістю. В схему входять розподільник імпульсів на 16 виходів (лічильник і дешифратори) та RS-тригери.

Тривалість вихідних імпульсів на виході кожного тригера і їх взаємний фазовий зсув залежить від того, до якого виходу розподільника підключені R і S входи тригерів (можливі будь-які комбінації). Схему можна використати для формування управляючих сигналів з різними заданими часовими відношеннями.

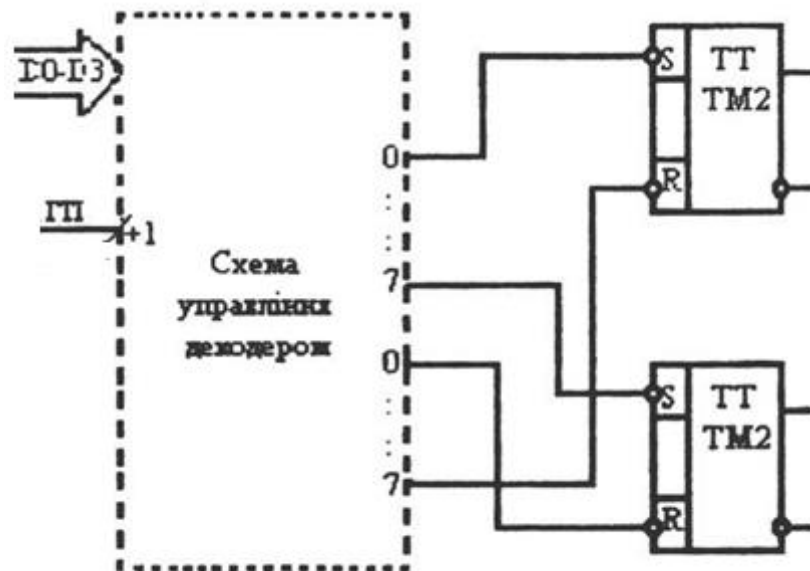


Рисунок 5.6 – Схема формувача імпульсів зі змінною шпаруватістю.

Схему автоматичного скануючого пристрою з використанням універсального регістру представлено на рис. 5.7.

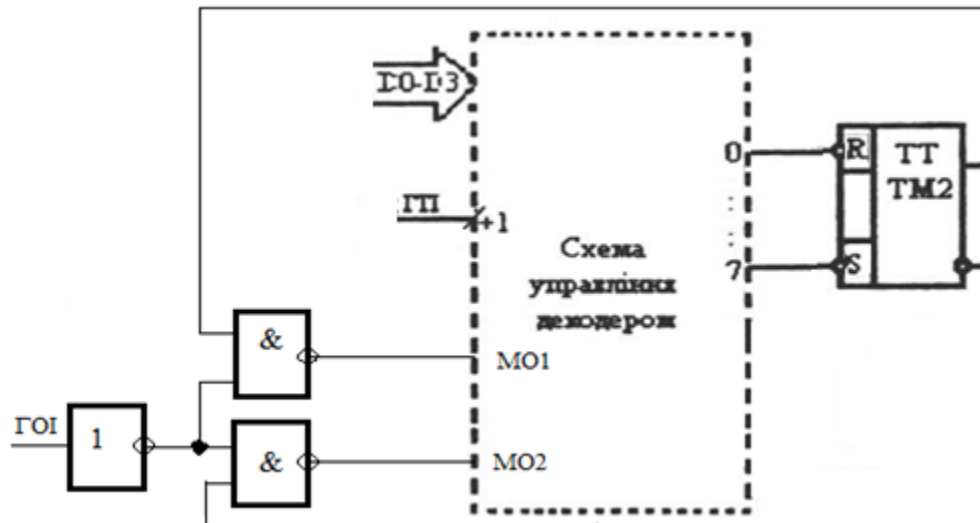


Рисунок 5.7 – Схема автоматичного скануючого пристрою.

Робота схеми базується на почерговому переміщенні логічної одиниці на виходах регістру напочатку від виходу "0" до виходу "7", а далі - від виходу "7" до виходу "0". Для чого необхідно попередньо встановити за допомогою перемикачів D0...D7 комбінацію 01000000, активіувати кнопку ГОІ - в регістр записується паралельний код 0100000. Після чого регістр переходить в режим зсуву інформації з періодичністю, яка визначається станом тригера, і зміною напрямку зсуву.

Дана схема може бути використана для періодичного опитування станів різноманітних цифрових сенсорів в системах телеуправління та телесигналізації, в приладах почергового контролю і реклами для створення ефекту світлових зображень, що рухаються. Подібну схему сканування можна реалізувати також на основі лічильника і дешифраторів (рис. 5.8). Робота схеми базується на переключенні лічильників у режим додавання або віднімання завдяки впливам вихідних сигналів дешифратора.

Зміна рахунку визначається станом тригера. Ширина "робочої області" пристрою залежить від того, до яких виходів дешифратора підключені сигнали управління тригером.

Сигнал "Скид" подається шляхом короткочасного з'єднання входу елемента АБО з загальною шиною. В наслідку конденсатор С7 розряджається, а на виході утворюється логічна одиниця.

Ця схема селектора може бути застосована для виявлення поодинокого імпульсу із параметрами, що виходять за межі заданих, в схемах автоматичної аварійної сигналізації та інших подібних.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
2. Запустити програму Sky Simulator.
3. Зібрати послідовно схеми (рис. 5.4 - 5.9).
4. Подати на входи зібраних приладів відповідні сигнали, дослідити роботу схем. Отримати часові діаграми роботи розглянутих схем.
5. Порівняти результати з теоретичними.

Контрольні запитання

1. Сутність автоматичного приладу в режимі "старт-стоп".
2. Чим визначається тривалість імпульсу на виході приладу?
3. Сутність перетворення двійкового коду в кількість імпульсів.
4. Чим визначається кількість імпульсів на виході схеми?
5. Сутність формувача імпульсів зі змінною шпаруватістю.
6. Шпаруватість. Визначення та яким чином відбувається зміна?
7. Сутність автоматичного скануючого приладу.
8. Який режим роботи універсального регістру використовується в схемі?
9. Де застосовується схема автоматичного скануючого приладу?
10. Сутність сканування з завданням робочої зони.
11. Чим визначається ширина робочої зони приладу.
12. Сутність селектора тривалості з автоматичним блокуванням.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено лабораторний практикум для дослідження пристроїв кодування.

В першому розділі проведено аналіз методів та пристроїв кодування. Обґрунтовано вибір найбільш ефективних включно додаткові функції для подальшої розробки.

В другому, третьому та четвертому розділах бакалаврської кваліфікаційної роботи мною проведено порівняльний аналіз безкоштовних навчальних тренажерів, доступних для розробки та моделювання електричних схем у лабораторній практиці. Детально розглянуто програмний інструмент Sky Simulator, який в повній мірі відповідає навчальній програмі, всім вимогам та значно спрощує та прискорює процес проектування та аналізу електричних схем, запропоновано методику виконання лабораторних робіт та проведено моделювання пристроїв кодування.

У п'ятому розділі розроблено комплекс лабораторних робіт, який забезпечує студентам можливість виконувати лабораторні роботи в різних формах навчання, якісне візуалізоване представлення результатів моделювання різних пристроїв, зручність та ефективність виконання лабораторних робіт і розширює взаємодію між студентами та викладачами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Моделювання пристроїв кодування / Є.С. Ясько, С.Г. Кривогубченко. LIV Всеукраїнська науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету. Вінниця, 24-27.03.2025. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2025/paper/view/23515/19521>
2. Матвієнко М. П. Основи електроніки: підручник. К. : Ліра – К, 2017. 360 с.
3. Paul Horowitz, Winfield Hill. The Art of Electronics. : Cambridge University Press, 2015. 1220 p. ISBN-10: 9780521809269
4. Електротехніка та основи електроніки: підручник / Гуржій А. М., Мещанінов С. К., Нельга А. Т., Співак В. М. К. : Літера ЛТД, 2020. 288 с.
5. Побєдаш К. К. Комп'ютерна електроніка : навчальний посібник. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 364 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456_789/27548/1/Komp_elektronika.pdf. (дата звернення 12.02.23)
6. Основи електроніки та МП техніки : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Кривогубченко С. Г., Іванов Ю. Ю., Овчинников К. В. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 187 с
7. Комп'ютерна електроніка : навчальний посібник / Кривогубченко С. Г., Іванов Ю. Ю., Кривогубченко Д. С. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2018. 120 с.
8. Тарарака В. Д. Прикладна теорія цифрових автоматів : навчальний посібник. Житомир : ЖДТУ, 2019. 183 с.
9. Арифметичні основи проектування мікропроцесорних систем : навчальний посібник / Кветний Р. Н. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2017. 111 с.
10. Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г. Теорія інформації і кодування : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2008. 145 с.

11. Функціональні перетворювачі систем автоматики і управління : навчальний посібник / Кривогубченко С. Г., Кулик А. Я., Компанець М. М., Хомчук А. Ф. Вінниця : ВНТУ, 2011. 185 с.
12. Рябенський В. М. Схемотехніка : підручник. Київ : КПІ, 2016. 399 с.
13. Схемотехніка електронних систем. Книга 2. Цифрова схемотехніка : підручник / В. І. Бойко та ін. 2-ге вид., допов. і переробл. К. : Вища школа, 2004. 423 с.
14. Комп'ютерна схемотехніка : підручник / Азаров О. Д., Гарнага В. А., Клятченко Я. М., Тарасенко В. П. Вінниця : ВНТУ, 2018. 230 с.
15. Теоретичні основи електротехніки : підручник / Карпов Ю. О., Каців С. Ш., Кухарчук В. В., Ведміцький Ю. Г.; під ред. проф. Ю. О. Карпова. Вінниця : ВНТУ, 2011. 377 с.
16. Каганюк О. К. Комп'ютерна схемотехніка : навчальний посібник. Луцьк : РРВ ЛНТУ, 2016. 236 с.
17. Хаїмзон І. Я. Техніка передачі інформації. Функціональні вузли та схеми : навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2000. 143 с.
18. Воробйова О. М., Іванченко В. Д. Основи схемотехніки : підручник. Одеса : Фенікс, 2009. 388 с.
19. Задерейко О. В. Цифрова схемотехніка : підручник. Суми : СДУ, 2016. 200 с.
20. Основи техніки передавання інформації : підручник / Кветний Р. Н., Компанець М. М., Кривогубченко С. Г., Кулик А. Я. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. 358 с.

Додатки

Вінницький національний технічний університет
Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувача кафедри АІТ
д.т.н., професор Олег БІСІКАЛО

(підпис)

« 23 » березня 2025 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на бакалаврську кваліфікаційну роботу
«Розробка лабораторного практикуму для дослідження
пристроїв кодування»
08-31.БКР.017.02.000 ТЗ

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи
к.т.н., доц. Сергій КРИВОГУБЧЕНКО

(підпис)

« 23 » травня 2025 р.

Розробив студент гр. АКІТР-23мс

Євген ЯСЬКО

(підпис)

« 23 » травня 2025 р.

Додаток А
(обов'язковий)
Технічне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу

1 Підстава для проведення робіт

Підставою для виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему: «Розробка лабораторного практикуму для дослідження пристроїв кодування» є наказ № 97 від 20.03.2025 р.

Термін виконання робіт:

початок 03.09.2024 р.
кінець 10.06.2025 р.

2 Мета та вихідні дані для проведення робіт

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є Метою роботи є удосконалення та розширення функціоналу на основі існуючого інформаційно - освітнього середовища Sky Simulator лабораторного практикуму для дослідження студентами різноманітних пристроїв кодування.

Вихідними даними для проведення робіт є індивідуальне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу від 20.03.2025 р.

3 Етапи виконання робіт

Виконавцем всіх перерахованих в даному розділі етапів є: студент групи **АКІТР-23мс Ясько Євген Сергійович** факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації Вінницького національного технічного університету, а замовником є кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій.

№ Етапу	Зміст етапу	Строки виконання
Е1	Аналіз предметної області та визначення основних етапів розробки	20.03 – 29.03
Е2	Розробка методики виконання лабораторних робіт	20.04 – 26.04
Е3	Моделювання пристроїв кодування	27.04 – 09.04
Е4	Розробка лабораторного практикуму	10.05 – 01.06
Е5	Аналіз результатів роботи та підготовка роботи до захисту	02.06 – 20.06

4 Призначення і галузь застосування

Лабораторний практикум направлений на удосконалення та розширення функціоналу на основі існуючого інформаційно - освітнього середовища Sky Simulator для опанування здобувачами спеціальності 174 практичних методів дослідження різноманітних пристроїв кодування в освітньому компоненті такому, як електроніка та мікропроцесорна техніка.

Симулятор забезпечує студентам можливість виконувати лабораторний практикум в різних формах навчання, як онлайн так і офлайн.

5 Технічні дані

- 5.1 Кількість пристроїв для моделювання – не менше 3;
- 5.2 кількість клавіш модуля введення – 0-9, 0-F, 0-24;
- 5.3 управління перезаписом сформованого коду;
- 5.4 блокування роботи при одночасному натисканні декількох клавіш.

6 Джерела розробки

- 6.1 Програмний інструмент **Sky Simulator**.
- 6.2 Paul Horowitz, Winfield Hill. The Art of Electronics. : Cambridge University Press, 2015. 1220 p. ISBN-10: 9780521809269
- 6.3 Основи електроніки та МП техніки : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Кривоғубченко С. Г., Іванов Ю. Ю., Овчинников К. В. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 187 с
- 6.4 Методичні вказівки до виконання бакалаврських дипломних робіт (проектів) для студентів спеціальностей 126 – «Інформаційні системи та технології», 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Уклад. Р. Н. Кветний, О. М. Бевз, О. В. Бісікало. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 26 с.

Додаток Б
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЇВ КОДУВАННЯ

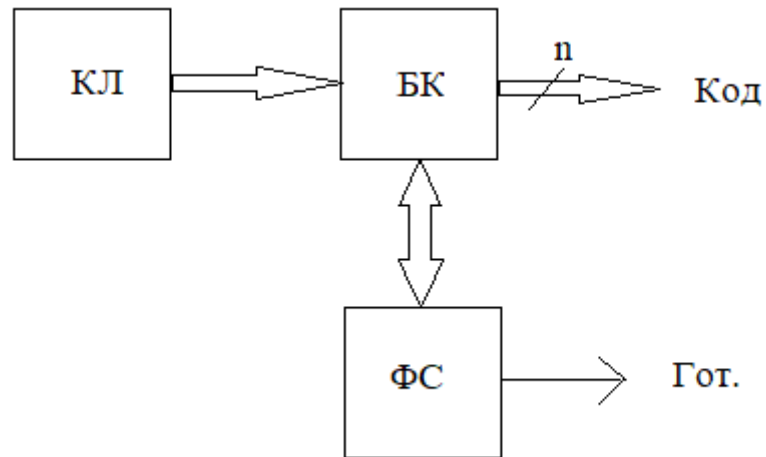


Рисунок Б.1- Схема структурна пристрою кодування

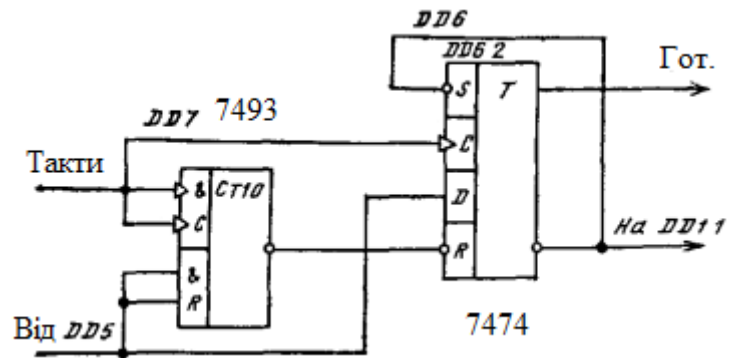


Рисунок Б.2 - Формувач сигналу «Гот.» пристрою кодування

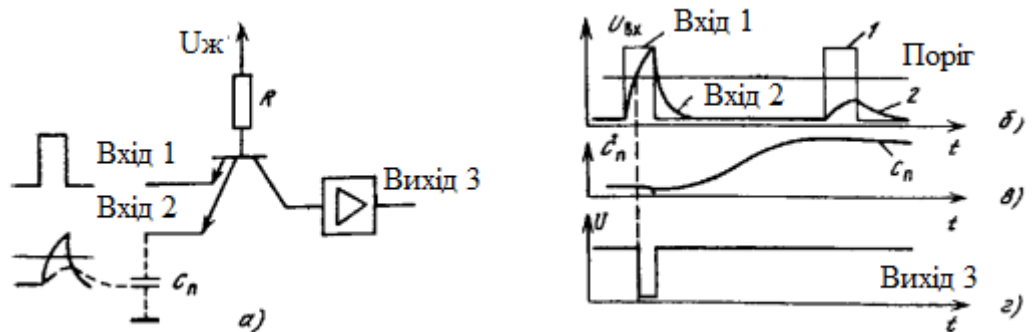


Рисунок Б.3 – Формування сигналу в сенсорних «перемикачах»

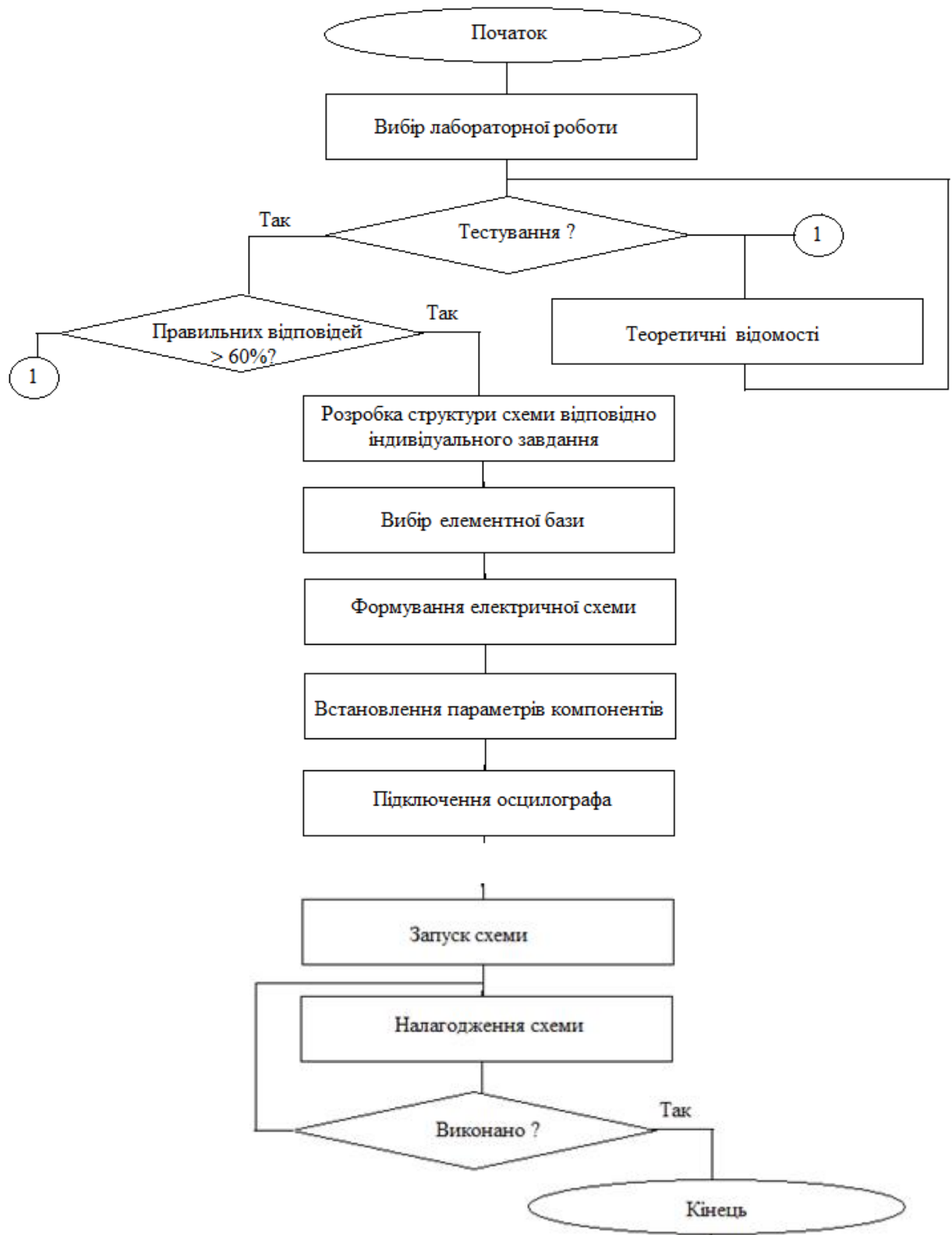


Рисунок Б.4 – Алгоритм виконання лабораторної роботи

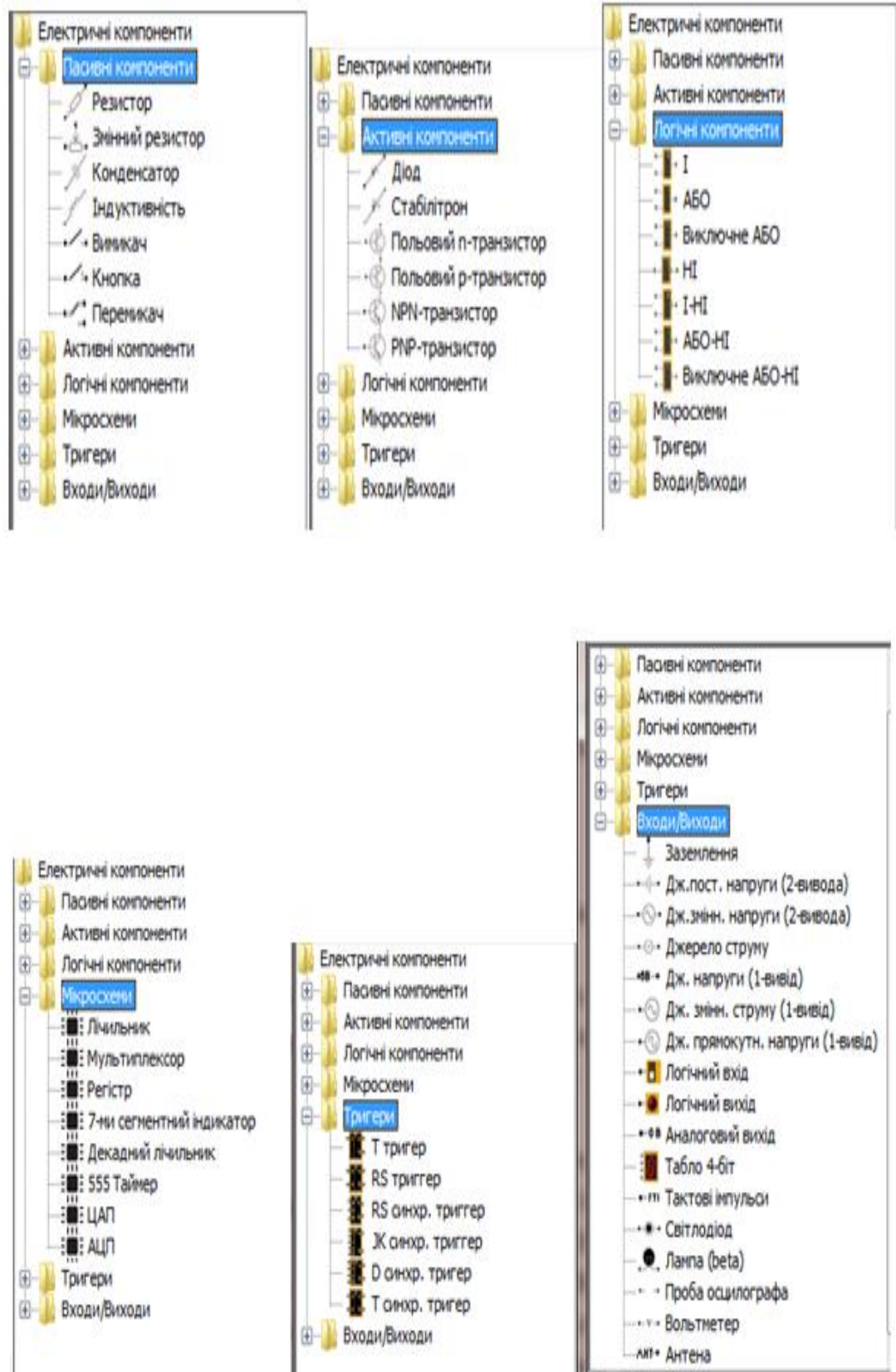


Рисунок Б.5 – Панель інструментів. (електричні компоненти)

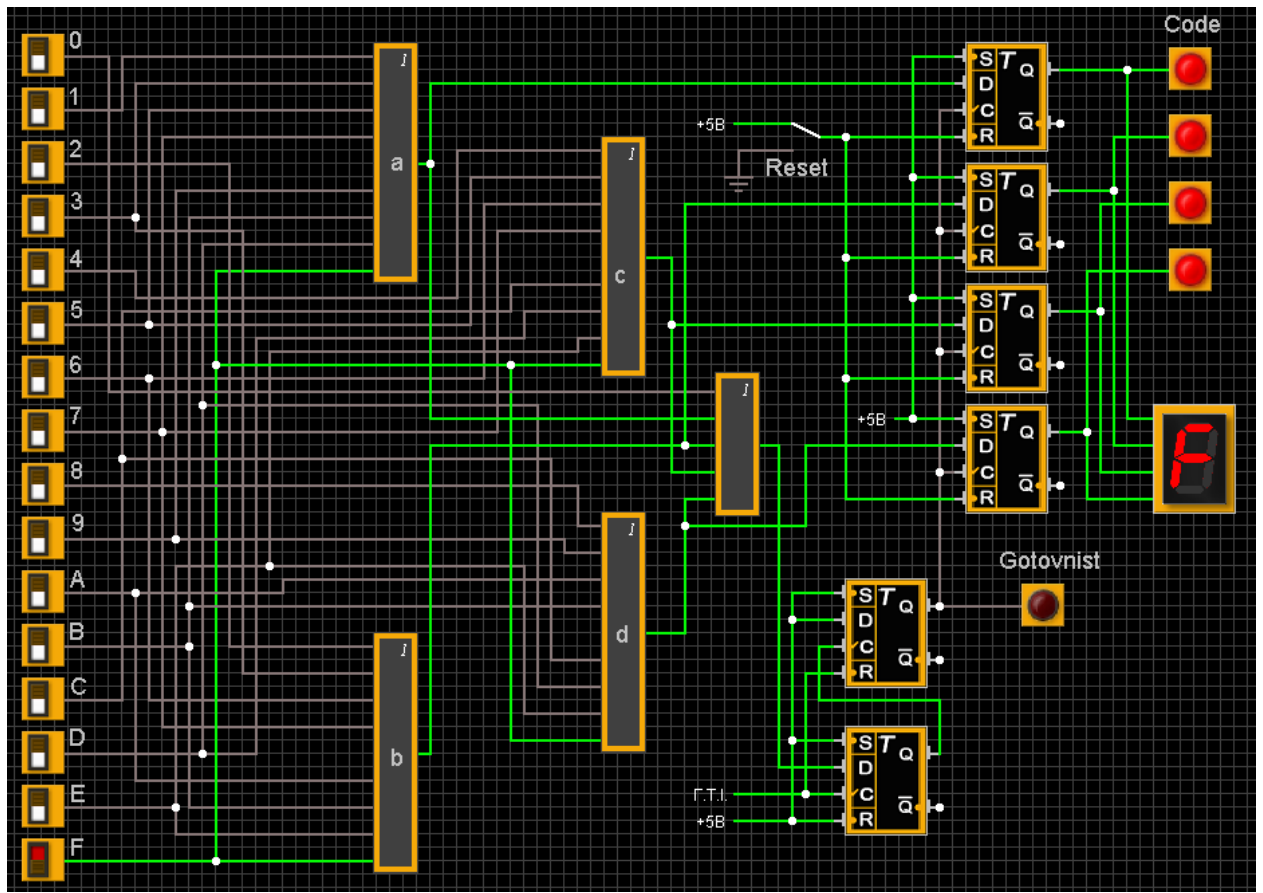


Рисунок Б.6 - Пристрій кодування комбінаційного типу

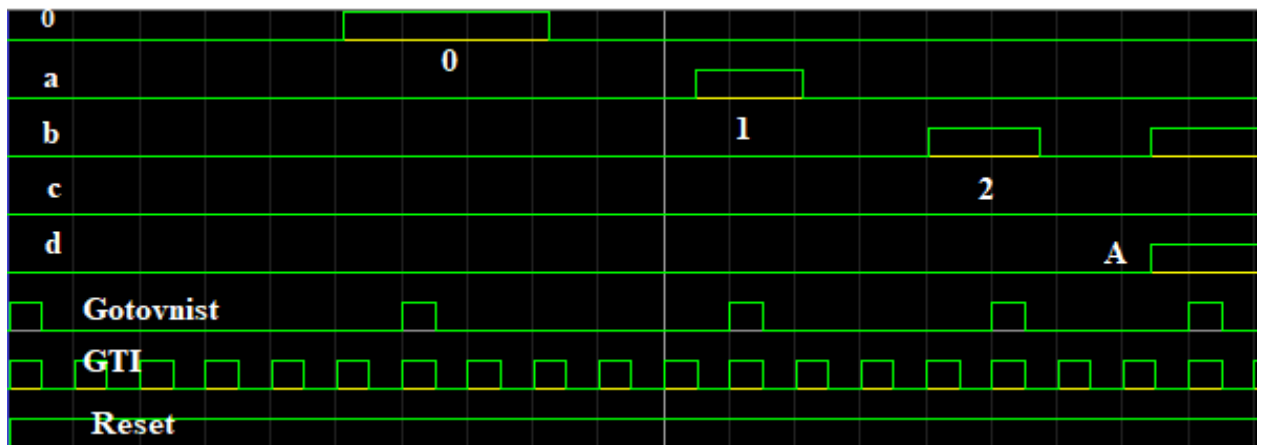


Рисунок Б.7 - Часові діаграми роботи пристрою

Рисунок Б.9 - Пристрій кодування на основі матриці, що сканується

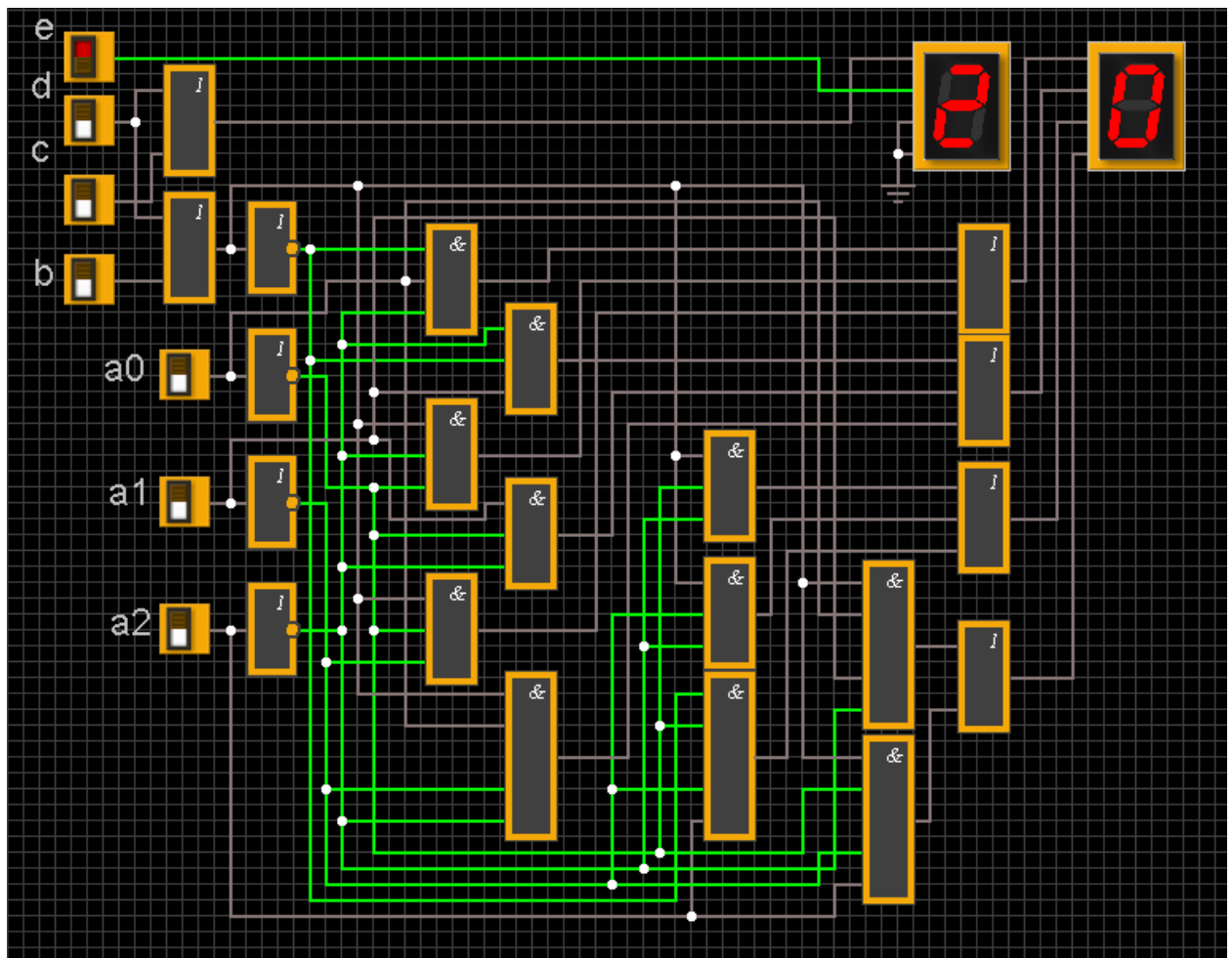


Рисунок Б.10 - Цифрова індикація пристрою кодування
на основі матриці, що сканується

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: «Розробка лабораторного практикуму для дослідження пристроїв кодування»

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота
(бакалаврська кваліфікаційна робота / магістерська кваліфікаційна робота)

Підрозділ кафедра АІТ, ФІТА, АКТР – 23 мс
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі
системою StrikePlagiarism 31,13 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту

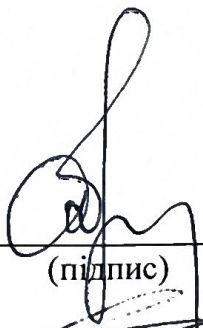
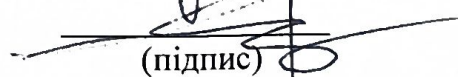
☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

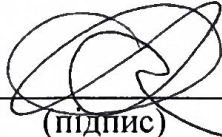
☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Олег БІСІКАЛО, зав. кафедри АІТ
(прізвище, ініціали, посада)

Любов ЯНЧУК, секретар кафедри АІТ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)

Костянтин ОВЧИННИКОВ
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник 
(підпис)

Сергій КРИВОГУБЧЕНКО, доцент каф. АІТ
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач 
(підпис)

Євген ЯСЬКО
(прізвище, ініціали)