**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА**"



**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ**

**з дисципліни “Комп’ютерна електроніка” ч.2**

для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності

122 Комп’ютерні науки,

спеціалізація “Системна інженерія” (“Інтернет речей”)

*Затверджено*

*на засіданні кафедри*

*“Комп’ютеризовані системи автоматики”*

*Протокол № 4 від 21.11.2022*

Реєстраційний №…від …………. р.

Львів - 2022

Л**абораторний практикум з дисципліни “Комп’ютерна електроніка” ч.2 для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 122 Комп’ютерні науки, спеціалізація “Системна інженерія” (“Інтернет речей”).** Укл. Бучма І.М., Мичуда З.Р. Проць Р.В.,– Львів: Видавництво Національного університету Львівська політехніка, 2022, 38с.

Практикум містить інструкції до лабораторних робіт з навчальної дисципліни Комп’ютерна електроніка ч.2. Виконання лабораторних робіт базується на теоретичних засадах, в правильності яких студент має змогу переконатися в процесі експериментальних досліджень при виконанні лабораторних робіт та моделюванні електронних схем за допомогою прикладного пакету комп’ютерних програм Multisim.

Укладачі: д.т.н., проф. Бучма І.М., к.т.н., доц. Проць Р.В.

Відповідальний за випуск: Наконечний А.Й., д.т.н., професор

Рецензент: Мичуда З.Р., д.т.н., професор

**Лабораторна робота №1**

**Дослідження логічних елементів і комбінаційних схем**

1. **Мета роботи**

Метою роботи є дослідження елементарних логічних операцій, логічних елементів та простих логічних виразів і комбінаційних схем.

1. **Теоретична частина**

Теоретичною основою цифрової техніки є **алгебра логіки** (**алгебра Буля**), яка розроблена для системи числення, основою якої є число 2 і в якій числові коефіцієнти можуть приймати тільки два значення 0 або 1, тобто для двійкової системи. Основним предметом цієї алгебри є твердження, про яке можна сказати, що воно **істинне** (позначають символом **1**) або **хибне** (позначають символом **0**). Використання апарату алгебри логіки у цифровій техніці базується на тому, що цифрові елементи характеризуються **двома** станами і через це можуть бути описані логічними (**булевими) функціями**. Логічна функція, число можливих значень якої, як і кожної її незалежної змінної, дорівнює двом, є **булевою**. Булеві функції можуть залежати від однієї, двох і від *п* змінних і найчастіше функція позначається буквою **Y**. Кожна змінна може позначатися будь-якою літерою (наприклад, **Х**). Якщо значення змінної заперечується, то це позначається рискою над змінною. Булеві функції, які залежать від одного і двох аргументів називають **елементарними**, а схему яка здійснює **елементарну** логічну операцію, називають **логічним елементом**.

Якщо кількість змінних дорівнює ***п*,** то кількість можливих двійкових функцій дорівнює ****.** При збільшенні ***п*** кількість двійкових функцій різко зростає (при ***п*** = 3) вона дорівнює 256, при ***п*** = 5 перевищує 4 млрд.). Для однієї змінної кількість двійкових функцій дорівнює 4, для двох – 16.

Множину функцій ***п*** змінних можна представити таблицею істинності або таблицею відповідності. Стовпці таблиці відводяться для **2*п*** слів довжиною ***п***, а рядки – для  функцій. Множина функцій для однієї змінної ***y*** = ***f*(*x*); *п=1*** наведена в таблиці істинності 1.

Таблиця 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *x* | 0 1 | *f*(*x*) |
| y0 | 0 0 | 0 |
| y1 | 0 1 | *x* |
| y2 | 1 0 |  |
| y3 | 1 1 | 1 |

Функції ***у*0** = 0 і ***у*3** = 1 не змінюють своїх значень при зміні аргументу, тобто є константами, ***у*1** = ***х*** – це повторення. Єдиною **оригінальною** функцією є ******, яка називається запереченням або інверсією.

З усіх 16 функцій двох змінних [1] тільки 8 є **оригінальними**, тобто залежними від ***х*1** і ***х*2**.

Назви логічних операцій, які реалізуються над одною або двома змінними, і стандартні графічні позначення основних логічних елементів, що реалізують ці логічні операції, приведені в таблиці 2. В останньому стовпці наведені графічні позначення у зарубіжній літературі реальних логічних елементів на комплементарних польових транзисторах КМОН (CMOS).

Таблиця 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Заперечення  (інверсія) | НЕ |  |  |
| Диз’юнкція | АБО |  |  |
| Заперечення (інверсія) диз’юнкції | АБО НЕ |  |  |
| Кон’юнкція | І |  |  |
| Заперечення (інверсія) кон’юнкції | І НЕ |  |  |
| Заперечення еквівалентності | Виключне АБО  (Сума за модулем 2) |  |  |
| Еквівалентність | Еквівалентність  (Рівність) |  |  |

З’єднання декількох основних елементів утворюють комбінаційну схему, функціонування якої описується таблицею істинності або логічним виразом.

Наприклад, у таблицю істинності функції трьох змінних необхідно записати усі можливі комбінації, яких є 8, і у стовпці Y для істинного значення комбінації записується 1, для хибного – 0. Таблиця 3 є прикладом такої таблиці істинності.

Таблиця 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Х1 | Х2 | Х3 | Y |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

У цій таблиці істинними комбінаціями є

**

Функціонування комбінаційної схеми описується наступним логічним виразом:



Дослідження логічних елементів здійснюється на лабораторних стендах УМ-11М, виконаних на стандартній промисловій елементній базі, яка дозволяє за рахунок зовнішньої комутації досліджувати крім елементарних і більш складні логічні функції.

На лабораторних стендах також розміщені джерела напруг логічних рівнів з комутаторами, генератори частот 1,0 і 0,5 МГц, генератор одиничних імпульсів, оптичні індикатори логічних рівнів і клеми для підключення осцилографа. Усі з’єднання здійснюються за допомогою джемперів через гнізда на панелі стенду.

**3. Зміст роботи**

1. Ознайомитися з розміщенням цифрових елементів на панелі стенду, органами керування та індикації станів елементів.
2. За допомогою зібраної на стенді схеми дослідити функції, які виконуються наведеними у таблиці 2 основними логічними елементами. На рис.1 наведена узагальнена схема підключень для дослідження логічного елемента.



Рис.1. Схема для дослідження логічних елементів

Стан входів і виходів елемента контролюється свіченням світлодіодних індикаторів V1…V3: логічна одиниця – свічення, логічний нуль – відсутність свічення. Перебір усіх вхідних кодових комбінацій здійснюється перемикачами S1 i S2. Верхнє положення перемикача відповідає логічній одиниці, нижнє – нулю. В якості логічного елемента D послідовно використовуються усі елементи таблиці Результати експериментальної перевірки оформляються у вигляді таблиці істинності (табл.4):

Таблиця 4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Х1 | Х2 | Y |
| 0 | 0 |  |
| 0 | 1 |  |
| 1 | 0 |  |
| 1 | 1 |  |

Дослідження проводяться для кожного елемента таблиці 2.

1. Експериментально дослідити комбінаційну схему з трьома змінними, для чого зібрати заданий варіант схеми на стенді. Узагальнена схема з’єднань логічних елементів наведена на рис.2. Для заданого варіанту схеми за результатами експериментального дослідження складаються таблиці істинності.



Рис.2. Дослідження комбінаційної схеми

За експериментальними результатами записати логічні функції для двох виходів: Y1 і Y2.

**4. Перевірка результатів дослідження**

Перевірка результатів дослідження комбінаційної схеми здійснюється шляхом моделювання за допомогою прикладної програми **Multisim.**

Для перевірки одержаних результатів аналізу комбінаційної схеми слід відкрити програму **Multisim** і відкрити вікно з мікросхемами **CMOS**, з якого вивести на робочий стіл необхідні логічні елементи. Розмістити на столі генератор вхідних двійкових комбінацій від 000 до 111 **Word Generator** і аналізатор логічних сигналів **Logic Analizer**. Необхіднозібратизадану схему і, починаючи з 0 виходу, з’єднати генератор з входами заданої схеми і з першими входами аналізатора. Наступні входи аналізатора з’єднати з виходами комбінаційної схеми, як це показано на рис.3. Бажано для оперативного контролю входи і виходи схеми з’єднати з одиничними індикаторами Х.

Відкрити вікно генератора (рис 4а) і клавішею **Set** відкрити вікно редагування **Settings** (рис.4б) . Натиснути кнопку **Dec** і у вікні **Buffer Size** встановити число вхідних комбінацій 8. Активізувати кнопку **Up counter** і закрити вікно клавішею **Accept**. При цьому буфер генератора заповниться кодовими комбінаціями починаючи з 0000 і до значення 0007, що буде відображено у вікні генератора (або від 000 до 111 у двійковому вигляді):

Рис.3

На аналізаторі у вікні **Cloks/Division** встановити значення 8. При послідовному натисканні кнопки **Step** генератора на його виходах послідовно появляються кодові комбінації від 000 до 111.



Рис. 4

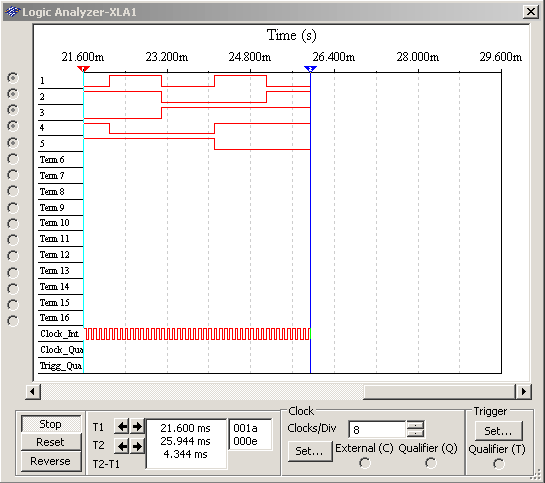


Рис. 5.

Після натискання кнопки **Cycle** генератор видає кодові комбінації в автоматичному режимі. Вони відображаються низькими «0» і високими «1» рівнями у перших трьох рядках аналізатора (рис. 5). У четвертому рядку відображається функція Y1, у п’ятому - функція Y2.

**5. Зміст звіту**

1. Навести позначення основних логічних елементів з таблицями істинності для кожного з них.
2. Навести досліджені комбінаційні схеми і експериментально отримані для них таблиці істинності.
3. Видрукувати осцилограми, отримані на аналізаторі логічних сигналів, для чого відкрити вікно **Display Graphs**, з якого вивести на друк необхідний матеріал.
4. Порівняти між собою експериментальні результати і результати моделювання.
5. Зробити висновки з проведеної роботи.

**6. Контрольні запитання**

1. Які основні логічні елементи Ви знаєте?
2. Що означає функціонально повний набір логічних елементів?
3. Що таке таблиця істинності?
4. Як визначити кількість рядків таблиці істинності, якщо відома кількість змінних?
5. Які функції виконують генератор слова і аналізатор при моделюванні логічної схеми?

**Варіанти завдань**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Варіант | Елемент D1 | Елемент D2 |
|  | Еквівалентність | АБО |
|  | Суматор за модулем 2 | АБО |
|  | Еквівалентність | АБО НЕ |
|  | Суматор за модулем 2 | АБО НЕ |
|  | Еквівалентність | І |
|  | Суматор за модулем 2 | І |
|  | Еквівалентність | І НЕ |
|  | Суматор за модулем 2 | І НЕ |
|  | АБО | Еквівалентність |
|  | АБО | Суматор за модулем 2 |
|  | АБО НЕ | Еквівалентність |
|  | АБО НЕ | Суматор за модулем 2 |
|  | І | Еквівалентність |
|  | І | Суматор за модулем 2 |
|  | І НЕ | Еквівалентність |
|  | І НЕ | Суматор за модулем 2 |

**Список рекомендованої літератури**

1. Бабич М.П., Жуков А.І. Комп’ютерна схемотехніка: Навчальний посібник. – К.:   
   «МК-Прес», 2004.
2. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MATLAB. − М.: «Солон−Р», 2004.
3. Короткий опис програми Electronics Workbench до лабораторних робіт з математичним моделюванням для студентів напряму 0907 “Радіотехніка”. / Укл. Проць Р.В., Яковенко І.Г. Львів: НУ”ЛП”, 2003.
4. Розевиг В.Д. Система схемотехнического моделирования Micro-Cap V. − М.: «Солон−Р», 1997.
5. Методичні вказівки до проведення лабораторних робіт *з курсу “Цифрова схемотехніка” для студентів базового напрямку 122 «Інтернет речей» усіх* форм навчання / Укл. Р.В. Проць – Львів: НУ ЛП, 2018. 36с.