Лабораторная работа №2. Алгебра логики и основы синтеза комбинационных логических цепей

Макаров П. А.

1 Краткая теория

1. В.С. Гутников. Интегральная электроника в измерительных приборах. — Л.: Энергия, 1974, 144 с.

2. Д.О. Квочкин, П.А. Макаров, В.А. Устюгов. Микросхемотехника. — Сыктывкар.: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, Ч.1 – 2016, 64 с; Ч.2 – 2017, 67 с.

3. А.В. Карпов, А.С. Калабанов, Р.А. Ишмуратов. Основы цифровой электроники. — Казань.: Изд-во Казан. ун-та, 2019, 75 с.

4. Logisim Docs `https://www.cburch.com/logisim/docs.html`.

5. `https://logisim.app`.

6. Logisim-evolution `https://github.com/logisim-evolution/logisim-evolution`.

7. О. Большаков. Выбираем стандарт языка Си в 2025 году.

2 Задания для самостоятельного решения

1. Ознакомьтесь с источниками приведёнными выше и ответьте на следующие вопросы.

   - Что такое алгебра логики и булева алгебра? Есть ли разница между этими терминами?
   - Что называют логическим вентилем? Какие они бывают? Что такое функционально полный набор и базис?

- Какие схемы цифровой электроники называют комбинационными и последовательностными? Как эти виды схем соотносятся с логическими вентилями?
- Каковы основные этапы синтеза комбинационных логических цепей?
- Что такое Logisim? Какова история этого проекта и в каком состоянии он находится сейчас?

2. Синтезируйте простейшую пороговую ячейку (модель искусственного нейрона в элементарной реализации) — трёхвходовую логическую цепь, сигнал на выходе которой будет равен единице только тогда, когда на её входах присутствует не менее двух единичных сигналов. Сколько решений имеет эта задача?

3. Спроектируйте полусумматор — логическое устройство, которое вырабатывает сигналы суммы S и переноса P при сложении двух двоичных одноразрядных чисел.

4. Разработайте сумматор — логическую схему, выполняющую суммирование двух двоичных одноразрядных чисел a_i и b_i с учётом сигнала переноса с предыдущего разряда P_{i-1}.

5. Реализуйте на языке Си логику работы двух предыдущих устройств. Придумайте для этого необходимые структуры данных и напишите работающие с ними функции `halfadder` и `fulladder`. Продемонстрируйте результаты работы с помощью соответствующих таблиц. Решите задачу различными способами: ограничиваясь лишь средствами ANSI C и пользуясь возможностями стандарта C17.

6. Постройте логическую цепь, вычисляющую сумму двух одноразрядных десятичных чисел. Реализуйте два варианта представления результата: в двоичной системе счисления и в двоично-десятичном взвешенном коде 8-4-2-1. Предусмотрите дополнительный выход устройства E, используемый для сигнализации ошибки входной комбинации (пусть $E = 1$ когда хотя бы одно из чисел на входе выходит за рамки требуемого диапазона). Какие выводы вы можете сделать по результатам решения этой задачи?

7. Сконструируйте логическое устройство, выявляющее совпадение кодов. Пусть на вход цепи подаются два произвольных восьмиразрядных двоичных кода A и B, а сигнал на выходе R равен единице только в случае $A = B$.