

Министерство образования и науки Российской Федерации
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Высшая школа технологий искусственного интеллекта
Направление: 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

Отчёт о выполнении лабораторной работы №2
«Синтез комбинационных суммирующих устройств. АЛУ»

Выполнил студент
группы 5130201/40002

_____ Семенов И. А.

Проверила
преподователь

_____ Веробова Н. М.

«_____» 2025г.

Санкт-Петербург
2025

Цель работы

Синтезировать и построить схемы полусумматора и одноразрядного сумматора в соответствии с данными таблицами истинности. Изучить принципы работы суммирующего устройства (АЛУ К155ИП3).

Методика выполнения работы

В соответствии с таблицей 1 были составлены логические выражения для одноразрядного сумматора.

$$\begin{aligned} S &= \bar{x}\bar{y}z + \bar{x}y\bar{z} + x\bar{y}\bar{z} + xyz = z(\bar{x}\bar{y} + xy) + \bar{z}(\bar{x}y + x\bar{y}) \\ &= z(x \oplus y) + \bar{z}(\overline{x \oplus y}) = x \oplus y \oplus z, \end{aligned}$$

$$P = \bar{x}yz + x\bar{y}z + xy\bar{z} + xyz = yz(\bar{x} + x) + x(\bar{y}z + y\bar{z}) = yz + x(y \oplus z).$$

Таблица 1: Таблица истинности одноразрядного сумматора

X	Y	Z	S	P
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Далее в соответствии с таблицей 2 были сосоставлены логические выражения для полусумматора.

$$S = \bar{x}y + x\bar{y} = x \oplus y,$$

$$P = xy.$$

Таблица 2: Таблица истинности для полусумматора

X	Y	S	P
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

По полученным логическим выражениям были построены схемы полусумматора и одноразрядного сумматора. В схемах использовались следующие элементы: источник питания напряжением 5 В, резистором номиналом 1 кОм, переключатели (ключи), индикаторные лампочки, а также логические элементы **XOR**, **AND** и **OR**.

Протокольная часть работы

В первой части работы были проверены схемы полусумматора и одноразрядного сумматора. В соответствии с функциями, синтезированными из таблиц истинности 1 и 2.

Для проверки корректности работы схем были использованы лампочки. Вкл. - 1, Выкл. - 0. Исходные переменные задавались переключателями (ключами).

На рисунках 1 и 2 представлены полученные схемы 3-разрядного сумматора и полусумматора соответственно.

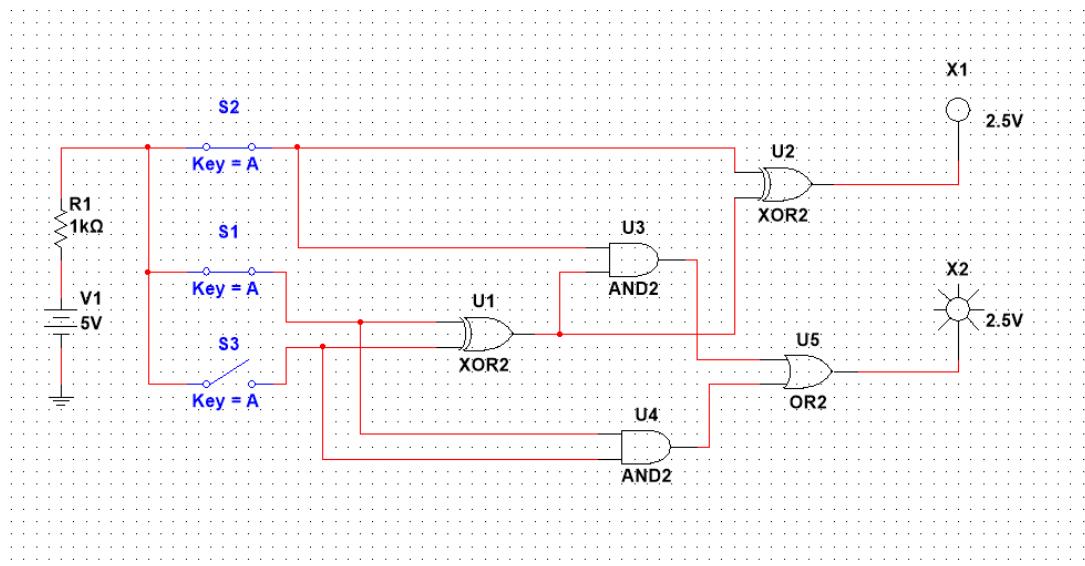


Рис. 1: Схема 3-разрядного сумматора

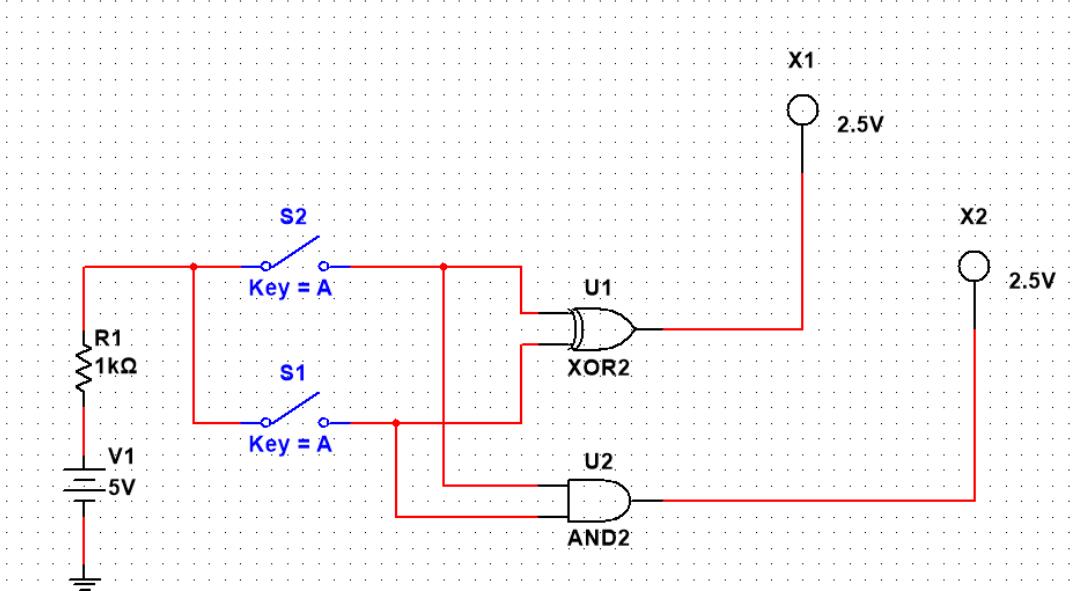


Рис. 2: Схема полусумматора

Далее, во второй части работы, была построена схема с использованием микросхемы АЛУ К155ИПЗ (рис. 3) и изучены принципы работы этой микросхемы. Данная микросхема позволяет выполнять не только арифметические операции, но еще и логические.

- M – вход, задающий режим работы АЛУ: при $M = 0$ происходит работа в режиме арифметических операций, при $M = 1$ – в режиме логических;
- C_n – вход переноса, используемый в случаях, когда производятся операции над числами с разрядностью больше четырех;
- $A_0–A_3$ – информационные входы первого 4-х разрядного операнда (A);
- $B_0–B_3$ – информационные входы второго 4-х разрядного операнда (B);
- $S_0–S_3$ – входы выбора операции (4 бита управления);
- $F_0–F_3$ – выходы, по которым задается выполняемая операция;
- C_{n+4} – выход переноса (для каскадирования микросхем);
- P, G – выходы для организации быстрого переноса;
- $A=B$ – выход сравнения (активен при равенстве operandов).

Микросхема выполняет 16 различных арифметических операций (сложение, вычитание, инкремент, декремент и др.) при $M = 0$ и 16 логических операций (AND, OR, XOR, NOT и др.) при $M = 1$. Выбор конкретной операции осуществляется комбинацией сигналов на входах S0–S3.

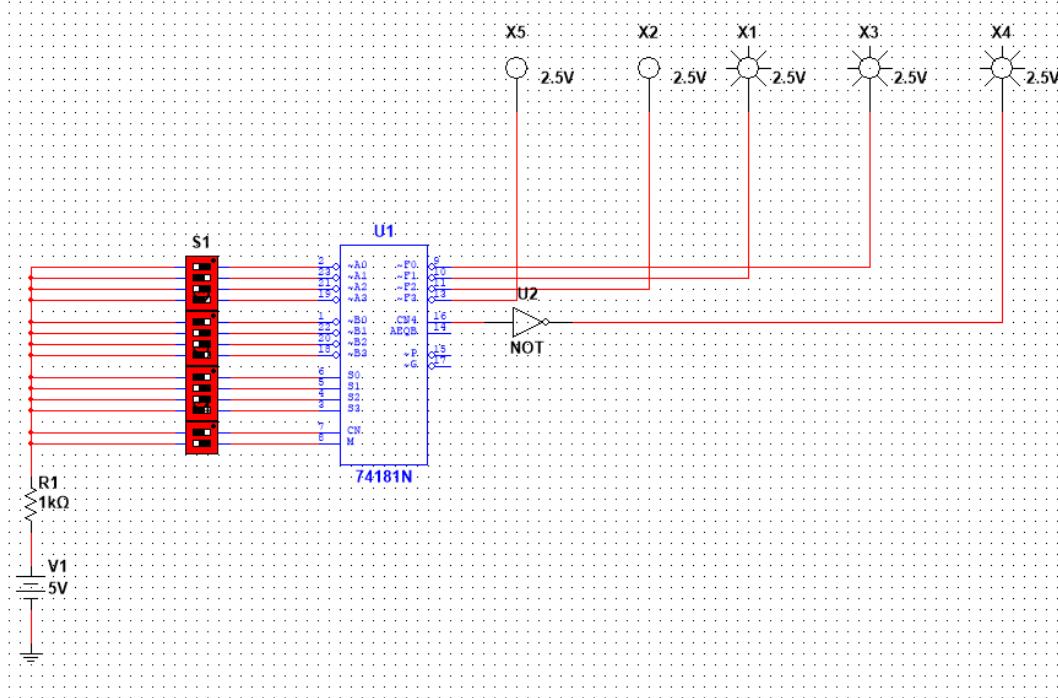


Рис. 3: Схема АЛУ на микросхеме К155ИП3

На схеме (рис. 3) входные переключатели S1 формируют входные операнды и управляющие сигналы для микросхемы АЛУ К155ИП3.

Согласно положению переключателей S1, на входы микросхемы подаются входные операнды A и B, а также управляющие сигналы S0–S3, определяющие выполняемую операцию. Вход M установлен в состояние, соответствующее арифметическому режиму работы, что позволяет микросхеме выполнять арифметические операции над операндами. Дополнительно задается значение входа переноса Cn. При данной комбинации входных сигналов микросхема К155ИП3 выполняет заданную арифметическую операцию, результат которой отображается на светодиодах X1–X4, показывающих выходные биты F0–F3. Светодиод X4 индицирует состояние выхода переноса Cn+4, который используется при каскадировании микросхем для обработки многоразрядных чисел. Инвертор U2 обеспечивает правильную логику индикации одного из выходных сигналов.

Результаты работы

В ходе выполнения лабораторной работы были синтезированы и построены схемы (рис. 1 и 2) полусумматора и одноразрядного сумматора на

основе таблиц истинности. Получены логические выражения для выходных функций S и P обеих схем. Схемы были реализованы с использованием логических элементов XOR, AND и OR, и их корректность была проверена экспериментально с помощью переключателей и индикаторных лампочек.

Во второй части работы была изучена микросхема АЛУ К155ИП3 и построена схема, демонстрирующая её работу (рис. 3). Изучены назначение входов и выходов микросхемы, принципы выбора режима работы (арифметический или логический) и управления операциями. Экспериментально подтверждена возможность выполнения микросхемой различных арифметических и логических операций над 4-разрядными операндами в зависимости от комбинации управляющих сигналов.