

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 №4
«Синтез сдвигающих регистров»

Выполнил студент
группы 5130201/40002

_____ Семенов И. А.

Проверила
преподаватель

_____ Веробова Н. М.

«_____» _____ 2025г.

Санкт-Петербург
2025

Цель работы

Изучить принцип работы сдвигающих регистров.

Краткие теоретические сведения

Последовательные регистры предназначаются для кратковременного хранения информации, представленной в двоичном коде, и строятся на триггерах разных типов. В последовательных регистрах осуществляется логическая операция сдвига кода хранимого числа на любое число разрядов.

Сдвиг кода числа осуществляется с помощью сдвигающих импульсов, которые сдвигают все разряды кода числа с входа (сдвиг вправо) или с выхода регистра (сдвиг влево) к его выходу (входу), последовательно переводя каждый триггер регистра в состояния, соответствующие разряду кода на входе данного триггера в момент поступления очередного сдвигающего импульса.

Сдвиг вправо на p разрядов соответствует операции деления на K^p , а сдвиг влево — операции умножения на K^p , где K — основание системы счисления.

Методика выполнения работы

В первой части работы необходимо синтезировать последовательный 4-х разрядный сдвиговый регистр. Для синтеза используются D-триггеры, так как они наиболее просты в реализации сдвиговых операций и являются синхронными.

D-триггер имеет один информационный вход D и тактовый вход C . Принцип работы D-триггера прост: по фронту тактового импульса состояние выхода Q становится равным состоянию входа D :

$$Q^{t+1} = D$$

Таблица 1: Таблица истинности D-триггера

D	Q^{t+1}
0	0
1	1

Процедура синтеза сдвигового регистра на D-триггерах значительно проще, чем на JK-триггерах. Для каждого i -го триггера необходимо определить его следующее состояние Q_i^{t+1} в зависимости от:

- Состояния соседнего триггера Q_{i+1}^t (при сдвиге вправо)

- Состояния соседнего триггера Q_{i-1}^t (при сдвиге влево)

Часть 1. Синтез 4-х разрядного сдвигового регистра

Для сдвигового регистра на D-триггерах связь между триггерами определяется направлением сдвига.

Сдвиг вправо

При сдвиге вправо каждый триггер принимает значение от соседа слева (старшего разряда):

$$Q_i^{t+1} = Q_{i+1}^t$$

Это означает, что вход D_i каждого триггера подключается к выходу Q_{i+1} предыдущего (старшего) триггера:

$$D_i = Q_{i+1}$$

Таблица 2: Таблица переходов для сдвига вправо

Q_i^t	Q_{i+1}^t	Q_i^{t+1}
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Из таблицы видно, что $Q_i^{t+1} = Q_{i+1}^t$, следовательно $D_i = Q_{i+1}$.

Сдвиг влево

При сдвиге влево каждый триггер принимает значение от соседа справа (младшего разряда):

$$Q_i^{t+1} = Q_{i-1}^t$$

Вход D_i каждого триггера подключается к выходу Q_{i-1} следующего (младшего) триггера:

$$D_i = Q_{i-1}$$

Таблица 3: Таблица переходов для сдвига влево

Q_i^t	Q_{i-1}^t	Q_i^{t+1}
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Из таблицы видно, что $Q_i^{t+1} = Q_{i-1}^t$, следовательно $D_i = Q_{i-1}$.

Схема 4-х разрядного сдвигового регистра

Для 4-х разрядного регистра с триггерами Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 (где Q_1 — старший разряд, Q_4 — младший):

Сдвиг вправо:

$$\begin{aligned}D_1 &= D_{in} \text{ (входные данные)} \\D_2 &= Q_1 \\D_3 &= Q_2 \\D_4 &= Q_3\end{aligned}$$

Сдвиг влево:

$$\begin{aligned}D_4 &= D_{in} \text{ (входные данные)} \\D_3 &= Q_4 \\D_2 &= Q_3 \\D_1 &= Q_2\end{aligned}$$

Преимущества D-триггеров для сдвиговых регистров

1. **Простота синтеза** — не требуется составление карт Карно и минимизация, связь между триггерами определяется напрямую
2. **Отсутствие дополнительной логики** — выход одного триггера подключается непосредственно к входу следующего
3. **Синхронность** — все триггеры переключаются одновременно по фронту тактового импульса

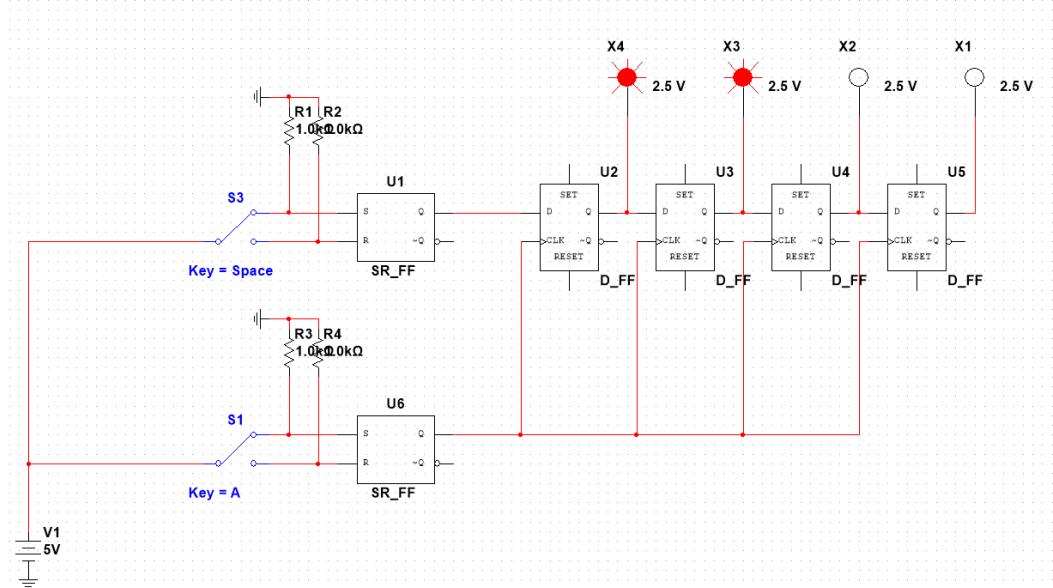


Рис. 1: Схема 4-х разрядного сдвигового регистра на D-триггерах: состояние 1100 после сдвига вправо

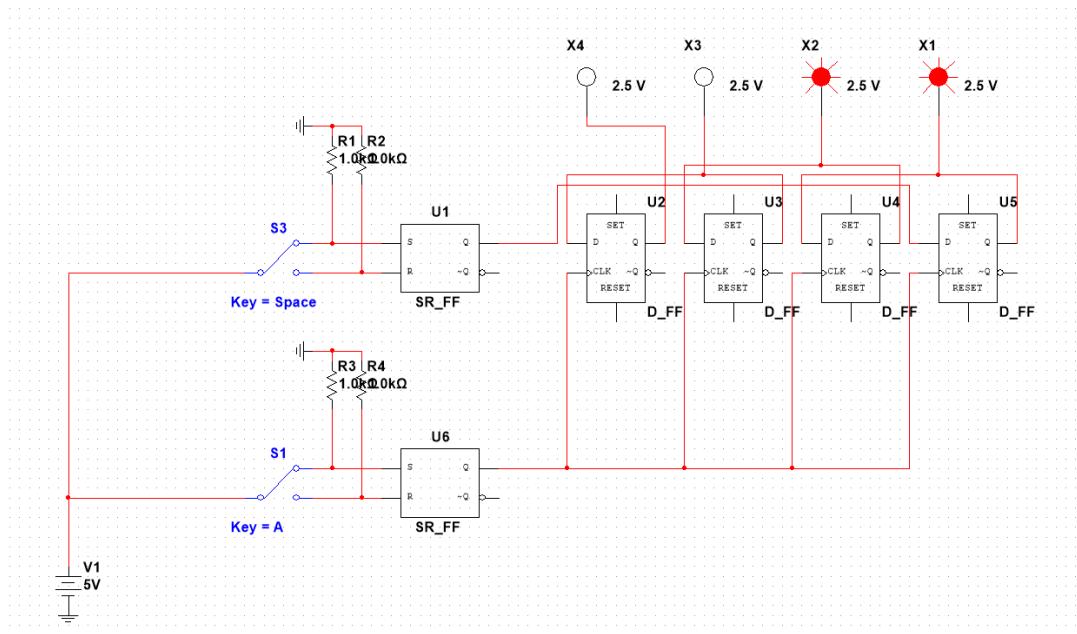


Рис. 2: Схема 4-х разрядного сдвигового регистра на D-триггерах: состояние 0011 после сдвига влево

Часть 2. Исследование микросхемы K155ИР13 (SN74198)

Микросхема K155ИР13 (зарубежный аналог SN74198) представляет собой восьмиразрядный универсальный сдвиговый регистр со следующими возможностями:

- Параллельная загрузка данных через входы D_1-D_8

- Последовательный сдвиг вправо через вход DR
- Последовательный сдвиг влево через вход DL
- Сброс регистра через вход R

Режим работы регистра определяется комбинацией управляющих входов $S0$ и $S1$:

Таблица 4: Режимы работы регистра K155ИР13

$S1$	$S0$	Режим работы
0	0	Хранение
0	1	Сдвиг влево
1	0	Сдвиг вправо
1	1	Параллельная запись

Режим 1: Хранение ($S1=0$, $S0=0$)

При установке управляющих входов в $S1=0$, $S0=0$ регистр сохраняет текущее состояние независимо от тактовых импульсов. Данные на входах D1-D8, DR и DL игнорируются. Это режим используется для временного хранения информации.

Режим 2: Сдвиг влево ($S1=0$, $S0=1$)

При установке $S1=0$, $S0=1$ регистр выполняет сдвиг влево (от младших разрядов к старшим).

Режим 3: Сдвиг вправо ($S1=1$, $S0=0$)

При установке $S1=1$, $S0=0$ регистр выполняет сдвиг вправо (от старших разрядов к младшим).

Режим 4: Параллельная запись ($S1=1$, $S0=1$)

При установке $S1=1$, $S0=1$ по тактовому импульсу происходит параллельная загрузка данных со входов D1-D8 в соответствующие разряды регистра.

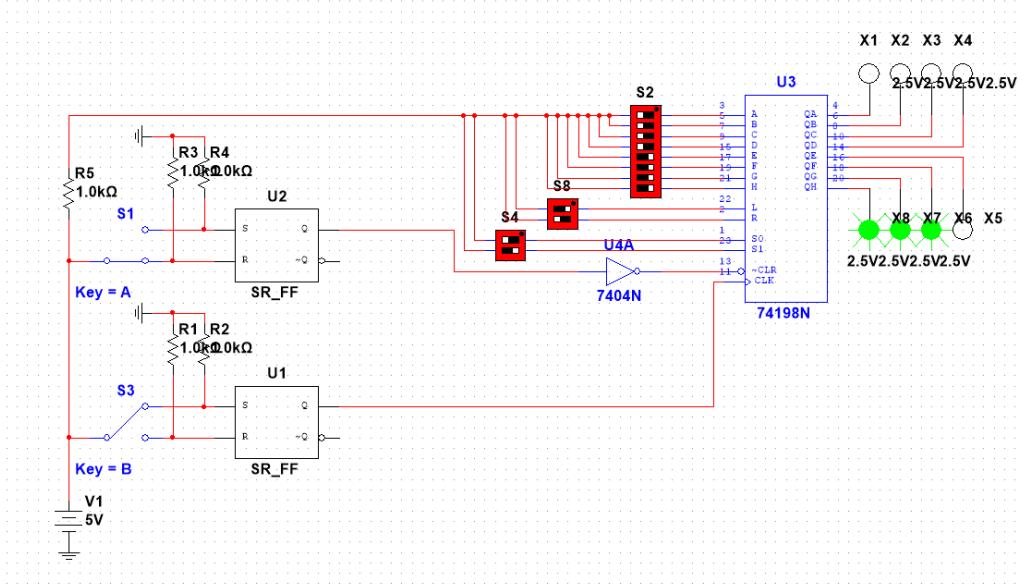


Рис. 3: Схема исследования регистра K155ИР13: состояние после сдвига вправо

Часть 3. Кольцевой сдвигающий регистр

Кольцевой регистр — это сдвиговый регистр, в котором выход последнего триггера соединён с входом первого, образуя замкнутое кольцо. При этом информация циклически сдвигается по кольцу без потерь.

Для реализации кольцевого регистра на базе K155ИР13:

- Для кольцевого сдвига вправо: выход Q_8 соединяется с входом DR
- Для кольцевого сдвига влево: выход Q_1 соединяется с входом DL

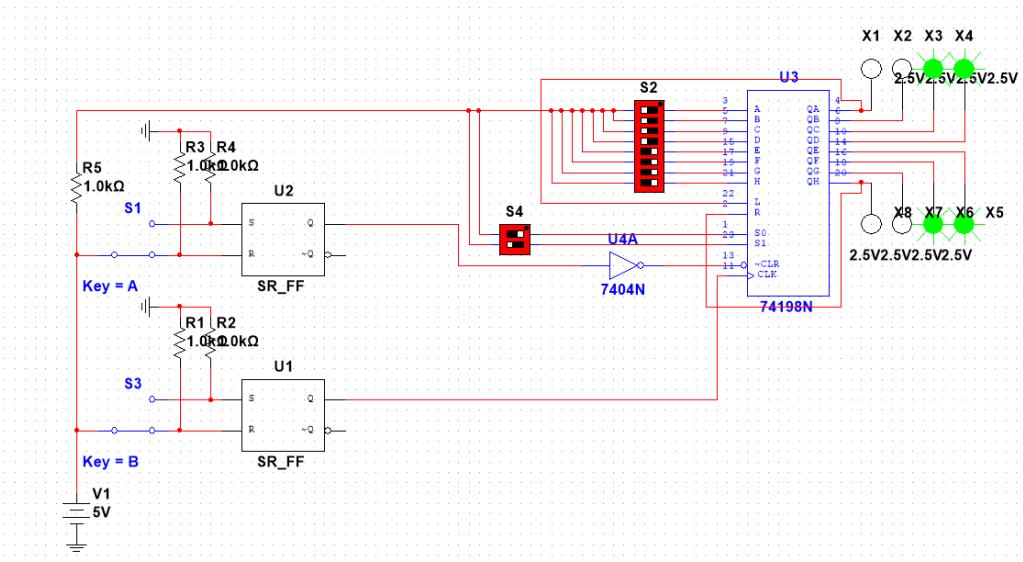


Рис. 4: Схема исследования кольцевого регистра K155ИР13: состояние после сдвига влево

Результаты работы

1. Синтезирован 4-х разрядный последовательный сдвиговый регистр на базе D-триггеров. Составлены таблицы переходов для обоих направлений сдвига.
2. Построены и проверены схемы сдвигового регистра.
3. Изучен принцип работы универсального сдвигового регистра K155ИР13 (SN74198).
4. Составлена схема для изучения работы универсального сдвигового регистра K155ИР13 (SN74198).
5. Исследованы все четыре режима работы: хранение, сдвиг влево, сдвиг вправо и параллельная запись.
6. Сконструирован кольцевой сдвигающий регистр на базе K155ИР13.
7. Исследована работа кольцевого регистра.