

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт компьютерных наук и технологий

ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4  
«СИНТЕЗ СДВИГАЮЩИХ РЕГИСТРОВ.»  
по дисциплине «Архитектура вычислительных систем»

Выполнил  
студент гр.3530903/80302

<подпись>

А.П. Большакова

Руководитель  
доцент, к.т.н.

<подпись>

Н.М. Вербова

«    »                      2020 г.

Санкт-Петербург  
2020

## Цель работы.

Целью данной работы является изучение принципа работы сдвигающих регистров.

## Ход работы.

### 1. Синтез последовательного (сдвигающего) 4-х разрядного регистра.

По заданию работы требовалось построить последовательный (сдвигающий) 4-х разрядный регистр. Для реализации такого регистра потребуется 4 триггера, по количеству разрядов. Была составлена таблица возможных переходов  $i$ -го триггера из состояния  $Q_i^t$  в момент времени  $t$  (до прихода сдвигающего импульса) в состояние  $Q_i^{t+1}$  после прихода сдвигающего импульса в зависимости от его собственного состояния  $Q_i^t$  и состояния  $Q_{i+1}^t$  предыдущего триггера:

№ сост.	$Q_1^t$	$Q_2^t$	$Q_3^t$	$Q_4^t$	$Q_1^{t+1}$	$Q_2^{t+1}$	$Q_3^{t+1}$	$Q_4^{t+1}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	1	1	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	0	1	0
5	0	1	0	1	0	0	1	0
6	0	1	1	0	0	0	1	1
7	0	1	1	1	0	0	1	1
8	1	0	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	1	0	1	0	0
10	1	0	1	0	0	1	0	1
11	1	0	1	1	0	1	0	1
12	1	1	0	0	0	1	1	0
13	1	1	0	1	0	1	1	0
14	1	1	1	0	0	1	1	1
15	1	1	1	1	0	1	1	1

Таблица 1 – Таблица функционирования регистра.

На основании таблицы функционирования регистра были составлены прикладные таблицы для каждого триггера регистра (Таблицы 2-5). Прикладные таблицы отражают переход данного триггера из предыдущего состояния в последующее. Для составления прикладных таблиц в клетки карты, соответствующие номерам предыдущих состояний автомата, вписываются 2-разрядные двоичные числа, выражающие переход триггера при изменении состояния автомата. В этих таблицах прочёркнутые клетки соответствуют исключённым состояниям счётчика.

$Q_1^t \rightarrow Q_1^{t+1}$	$Q_3$	$Q_3$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_3}$	
$Q_4$	00	10	10	00	$\overline{Q_2}$
$Q_4$	00	10	10	00	$Q_2$

$\overline{Q_4}$	00	10	10	00	$Q_2$
$Q_4$	00	10	10	00	$\overline{Q_2}$
	$\overline{Q_1}$	$Q_1$	$Q_1$	$\overline{Q_1}$	

Таблица 2 – Прикладная таблица для  $Q_1$ .

$Q_2^t \rightarrow Q_2^{t+1}$	$Q_3$	$Q_3$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_3}$	
$Q_4$	00	01	01	00	$\overline{Q_2}$
$Q_4$	10	11	11	10	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	10	11	11	10	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	00	01	01	00	$\overline{Q_2}$
	$\overline{Q_1}$	$Q_1$	$Q_1$	$\overline{Q_1}$	

Таблица 3 – Прикладная таблица для  $Q_2$ .

$Q_3^t \rightarrow Q_3^{t+1}$	$Q_3$	$Q_3$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_3}$	
$Q_4$	10	10	00	00	$\overline{Q_2}$
$Q_4$	11	11	01	01	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	11	11	01	01	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	10	10	00	00	$\overline{Q_2}$
	$\overline{Q_1}$	$Q_1$	$Q_1$	$\overline{Q_1}$	

Таблица 4 – Прикладная таблица для  $Q_3$ .

$Q_4^t \rightarrow Q_4^{t+1}$	$Q_3$	$Q_3$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_3}$	
$Q_4$	11	11	10	10	$\overline{Q_2}$
$Q_4$	11	11	10	10	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	01	01	00	00	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	01	01	00	00	$\overline{Q_2}$
	$\overline{Q_1}$	$Q_1$	$Q_1$	$\overline{Q_1}$	

Таблица 5 – Прикладная таблица для  $Q_4$ .

В качестве элементной базы были выбраны триггеры D типа, которые имеют следующую характеристическую таблицу (Таблица 6):

$Q^t \rightarrow Q^{t+1}$	$D'$
00	0
01	1
10	0
11	1

Таблица 6 – Характеристическая таблица для D-триггера.

На основании полученных прикладных таблиц и характеристической таблицы D триггера были составлены карты Карно для входов каждого триггера (Таблицы 7-10). Для этого 2-разрядные двоичные числа в прикладных таблицах были заменены соответствующими обобщёнными значениями из клеток характеристической таблицы для каждого входа триггера.

$Q_1^t \rightarrow Q_1^{t+1}$	$Q_3$	$Q_3$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_3}$	
$Q_4$	0	0	0	0	$\overline{Q_2}$
$Q_4$	0	0	0	0	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	0	0	0	0	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	0	0	0	0	$\overline{Q_2}$
	$\overline{Q_1}$	$Q_1$	$Q_1$	$\overline{Q_1}$	

Таблица 7 – Карта Карно для входа  $D_1$ .

$Q_2^t \rightarrow Q_2^{t+1}$	$Q_3$	$Q_3$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_3}$	
$Q_4$	0	1	1	0	$\overline{Q_2}$
$Q_4$	0	1	1	0	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	0	1	1	0	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	0	1	1	0	$\overline{Q_2}$
	$\overline{Q_1}$	$Q_1$	$Q_1$	$\overline{Q_1}$	

Таблица 8 – Карта Карно для входа  $D_2$ .

$Q_3^t \rightarrow Q_3^{t+1}$	$Q_3$	$Q_3$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_3}$	
$Q_4$	0	0	0	0	$\overline{Q_2}$
$Q_4$	1	1	1	1	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	1	1	1	1	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	0	0	0	0	$\overline{Q_2}$
	$\overline{Q_1}$	$Q_1$	$Q_1$	$\overline{Q_1}$	

Таблица 9 – Карта Карно для входа D<sub>3</sub>.

$Q_4^t \rightarrow Q_4^{t+1}$	$Q_3$	$Q_3$	$\overline{Q_3}$	$\overline{Q_3}$	
$Q_4$	1	1	0	0	$\overline{Q_2}$
$Q_4$	1	1	0	0	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	1	1	0	0	$Q_2$
$\overline{Q_4}$	1	1	0	0	$\overline{Q_2}$
	$\overline{Q_1}$	$Q_1$	$Q_1$	$\overline{Q_1}$	

Таблица 10 – Карта Карно для входа D<sub>4</sub>.

В результате был получен набор карт Карно, отражающих значения логических функций на входах каждого триггера в зависимости от состояний счётчика.

Из полученного набора карт Карно были составлены логические уравнения входов триггеров, которые связывают между собой входы и выходы всех триггеров счётчика:

$$D_1 = 0;$$

$$D_2 = Q_1;$$

$$D_3 = Q_2;$$

$$D_4 = Q_3;$$

По полученным уравнениям был в Multisim построен требуемый регистр (Рисунок 1). При замыкании ключа D схема работает как регистр, при размыкании ключа D на каждом такте происходит включение ламп одна за другой.

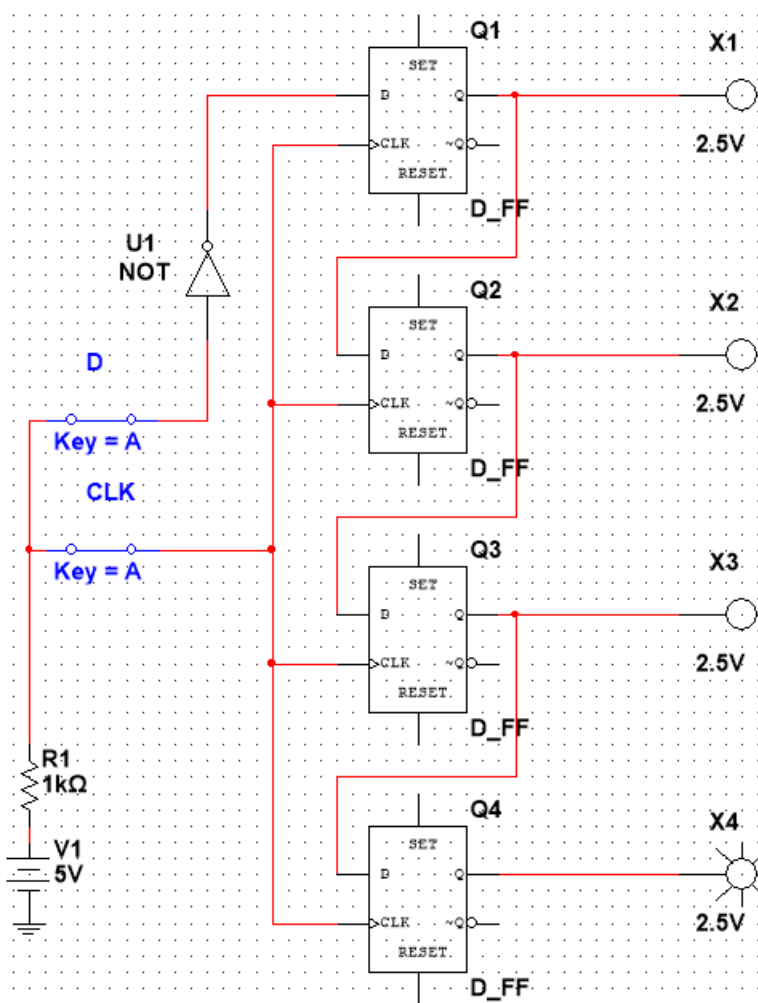


Рисунок 1 – Синтезированный последовательный (сдвигающий) 4-х разрядный регистр.

## 2. Регистр на ИС К155ИР13 (SN74198).

Универсальный сдвиговый регистр К155ИР13 является восьмиразрядным. Занесение информации в регистр осуществляется в параллельном или последовательном коде. Занесение информации в регистр выполняется по синхроимпульсу (точнее по положительному перепаду). Считывание информации из регистра происходит в параллельном коде. Для исследования работы ИС К155ИР13 была предоставлена специальная схема (Рисунок 2):

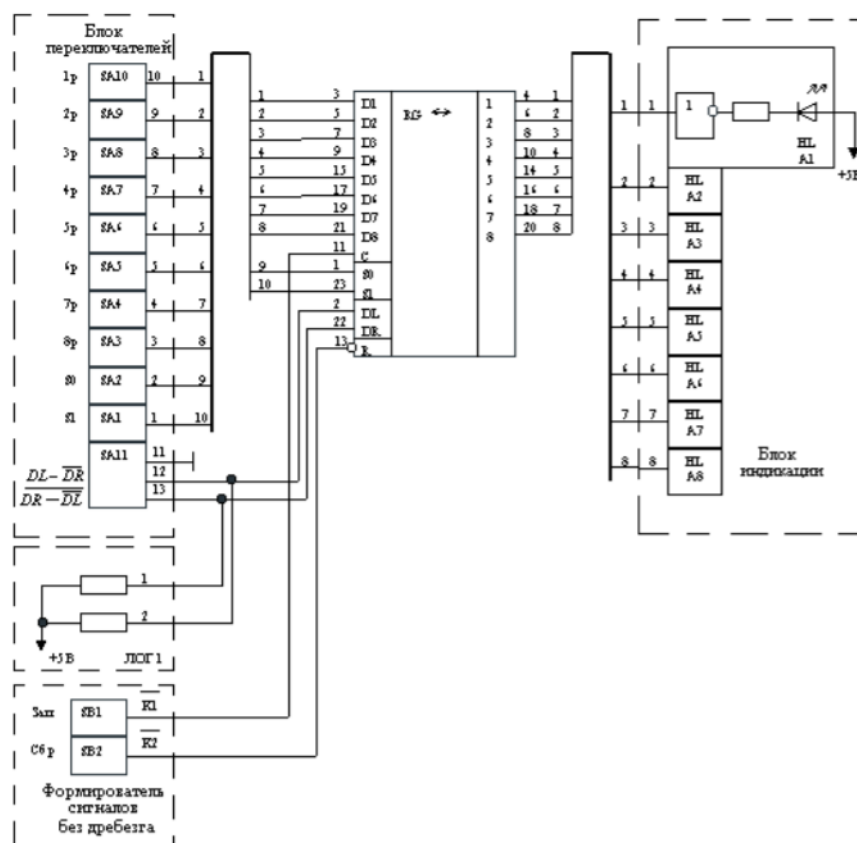


Рисунок 2 – Схема для исследования ИС К155ИР13.

Данная схема была перенесена в Multisim для проверки её работы (Рисунок 3). Вместо ИС К155ИР13 использовался его аналог – 74198N.

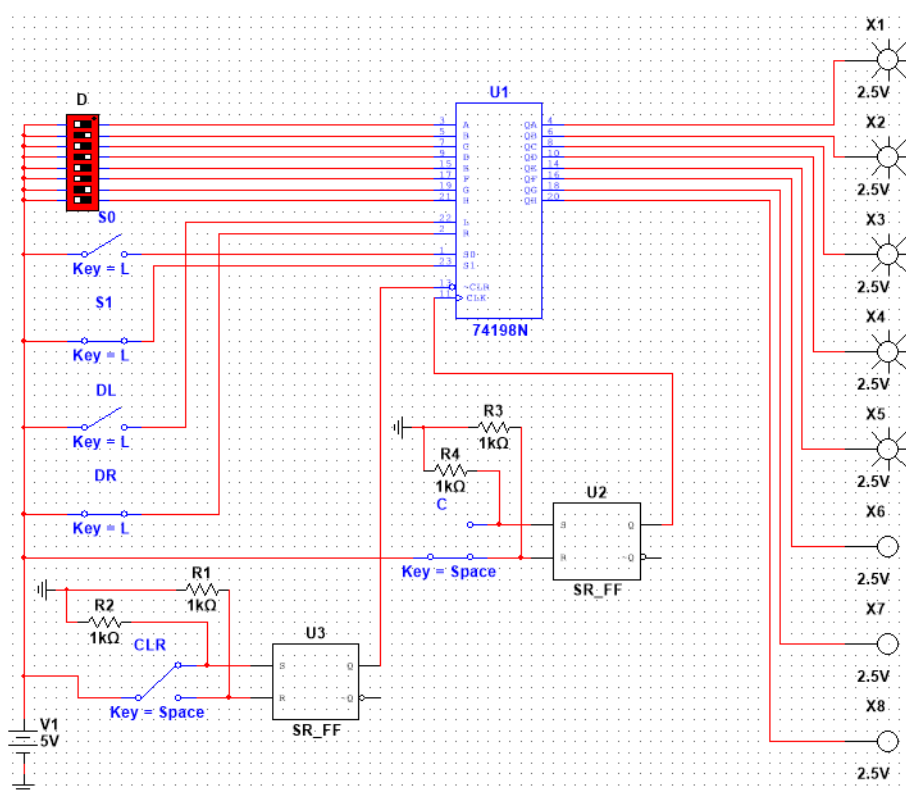


Рисунок 3 – Схема для исследования ИС К155ИР13, перенесённая в Multisim.

Далее схема была модифицирована таким образом, чтобы на базе ИС К155ИР13 был получен универсальный кольцевой регистр (Рисунок 4). Для этого было учтено, что если осуществляется сдвиг влево и на выходе А единица, то на выходе Н должна будет появиться единица. Аналогично, если осуществляется сдвиг вправо и на выходе Н единица, то на выходе А должна будет появиться единица. Ключи DL и DR в случае универсального кольцевого регистра не нужны.

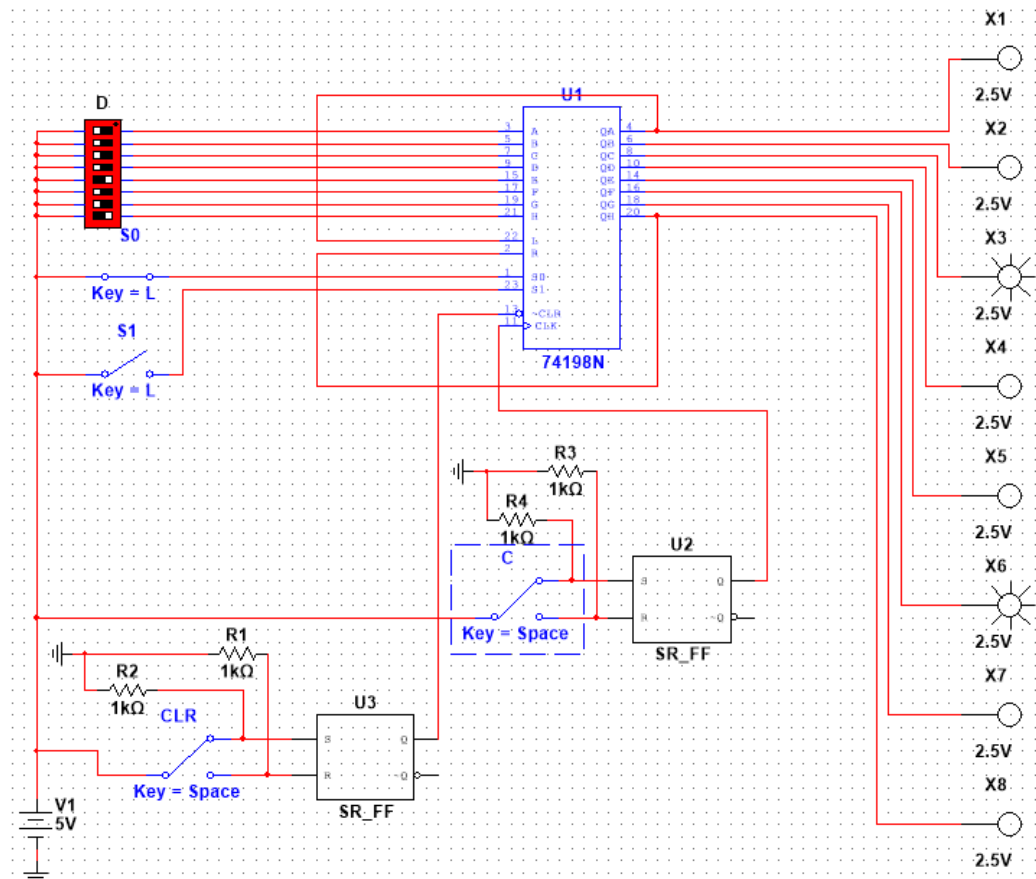


Рисунок 4 – Универсальный кольцевой регистр.

## Вывод.

В результате данной работы была синтезирована схема сдвигового 4-х разрядного регистра, построена его принципиальная электрическая схема, изучен принцип работы ИС К155ИР13 (SN74198) и проверена его работа. Также на базе ИС К155ИР13 был сконструирован универсальный кольцевой регистр, была осуществлена проверка его работы.