

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого»

Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Направление: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Отчет по дисциплине: «Основы архитектуры ЦВМ»

**«Синтез последовательных схем.
Счетчики.»**

Студент,
группы 5130201/40003

_____ Адиатуллин Т. Р.

Руководитель,
Преподаватель

_____ Вербова Н. М.

«_____» _____ 2025 г.

Санкт-Петербург, 2025

Цель работы

Изучить принципы синтеза последовательных схем на примере синтеза недвоичного счётчика.

1 Синтез недвоичного вычитающего счётчика с коэффициентом пересчёта 5

1.1 Расчёт параметров счётчика

Коэффициент пересчёта:

$$K_{\text{сч}} = 5$$

Определим необходимое количество триггеров:

$$m \geq |\log_2 K| = |\log_2 5| = 2.3219 \approx 3$$

Число избыточных состояний:

$$N = 2^m - K = 2^3 - 5 = 8 - 5 = 3$$

Из возможных состояний счётчика исключим его последние состояния —

$$Q_1 \overline{Q_2} Q_3, \quad Q_1 Q_2 \overline{Q_3}, \quad Q_1 Q_2 Q_3 \quad (101, 110, 111),$$

которые будем трактовать как десятичные цифры 5, 6, 7. Тогда порядок изменения состояний счётчика будет следующим:

$$\overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3}, \quad \overline{Q_1} \overline{Q_2} Q_3, \quad \overline{Q_1} Q_2 \overline{Q_3}, \quad \overline{Q_1} Q_2 Q_3, \quad Q_1 \overline{Q_2} \overline{Q_3} \\ (000, 001, 010, 011, 100)$$

1.2 Таблица функционирования счётчика

№ сост.	Q_1^t	Q_2^t	Q_3^t	Q_1^{t+1}	Q_2^{t+1}	Q_3^{t+1}
0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0
2	0	1	0	0	0	1
3	0	1	1	0	1	0
4	1	0	0	0	1	1

1.3 Прикладные таблицы

Исходя из таблицы функционирования счётчика, были составлены индивидуальные таблицы переходов для каждого триггера. Эти таблицы отражают изменение состояния триггера от текущего момента Q_i^t к следующему Q_i^{t+1}

$Q_1^t > Q_1^{t+1}$	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	00	—	—	00
$!Q_3$	00	—	10	01
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

$Q_2^t > Q_2^{t+1}$	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	11	—	—	00
$!Q_3$	10	—	01	00
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

$Q_3^t > Q_3^{t+1}$	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	10	—	—	10
$!Q_3$	01	—	01	00
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

1.4 Карты Карно для JK-триггеров

На основе прикладных таблиц построим карты Карно в соответствии с их принципом составления.

$Q_i^t > Q_i^{t+1}$	J	K
00	0	*
01	1	*
10	*	1
11	*	0

J_1	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	0	—	—	0
$!Q_3$	1	—	*	1
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

J_2	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	*	—	—	0
$!Q_3$	*	—	1	0
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

J_3	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	*	—	—	*
$!Q_3$	1	—	1	0
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

K_1	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	*	—	—	*
$!Q_3$	*	—	1	*
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

K_2	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	0	—	—	*
$!Q_3$	1	—	*	*
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

K_3	Q_2		$!Q_2$	
Q_3	1	—	—	1
$!Q_3$	*	—	*	*
	$!Q_1$	Q_1		$!Q_1$

1.5 Логические уравнения входов триггеров

$$J_1 = \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_3}$$

$$J_2 = Q_1$$

$$J_3 = Q_1 \cdot \overline{Q_2} \vee Q_1$$

$$K_1 = 1$$

$$K_2 = \overline{Q_3}$$

$$K_3 = 1$$

1.6 Схема счетчика

Согласно рассчитанным уравнениям была спроектирована схема вычитающего счётчика с коэффициентом счёта $K = 5$ в программной среде Multisim (см. Рис. 1.)

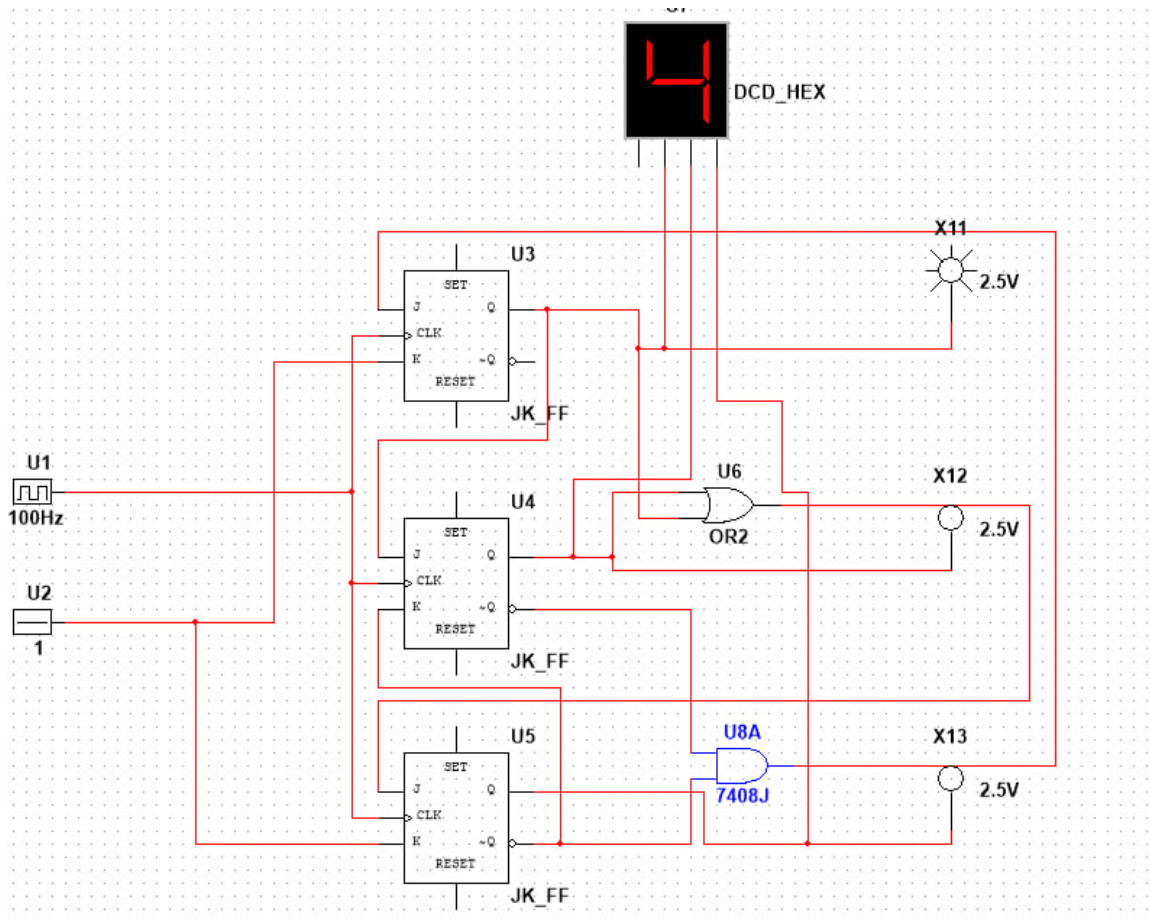


Рис. 1: Схема вычитающего счётчика с коэффициентом пересчёта 5

2 Исследование К155ИЕ6 (SN74192)

2.1 Схема для исследования

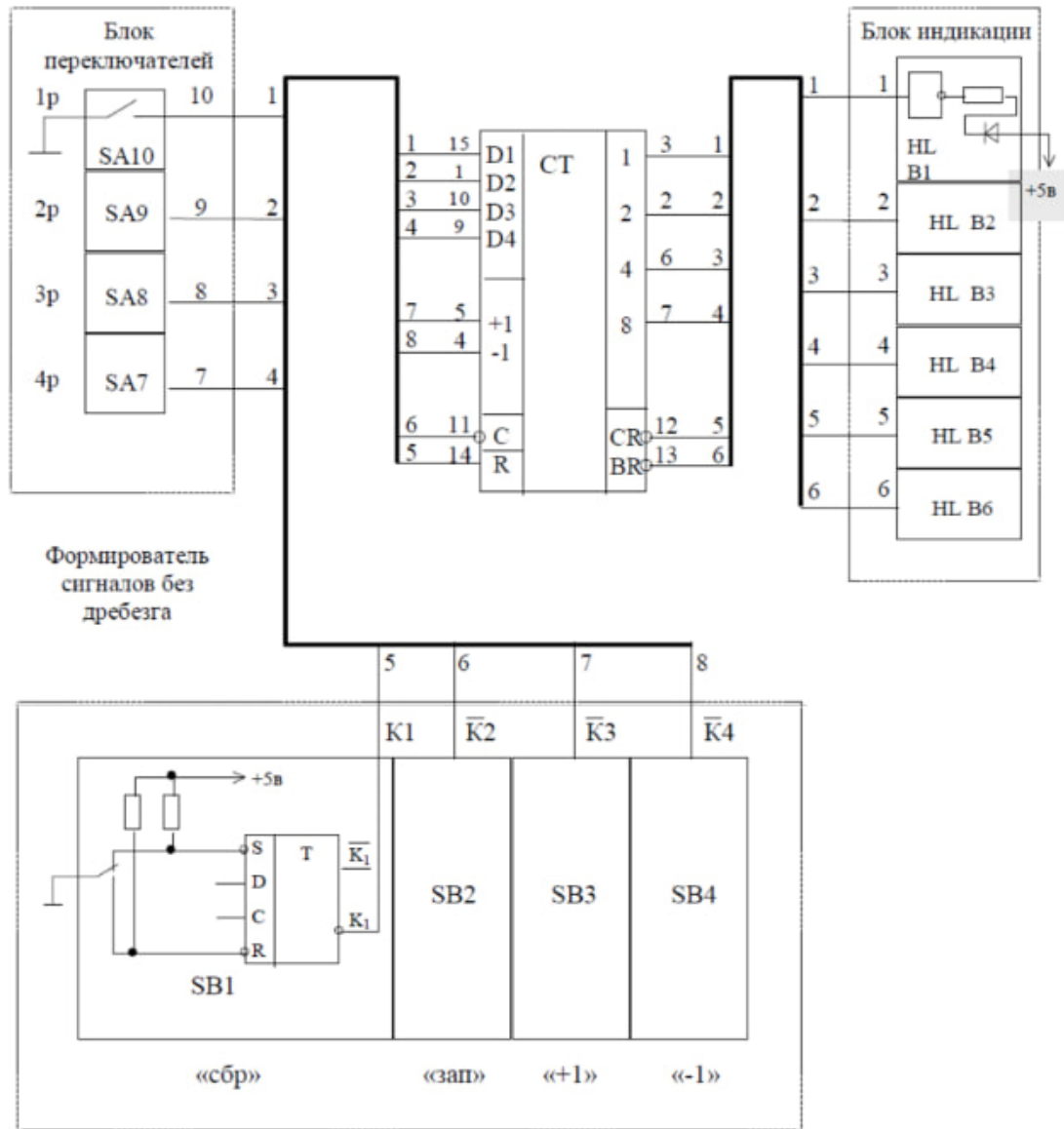


Рис. 2: Схема исследования ИС К155ИЕ6 (SN74192)

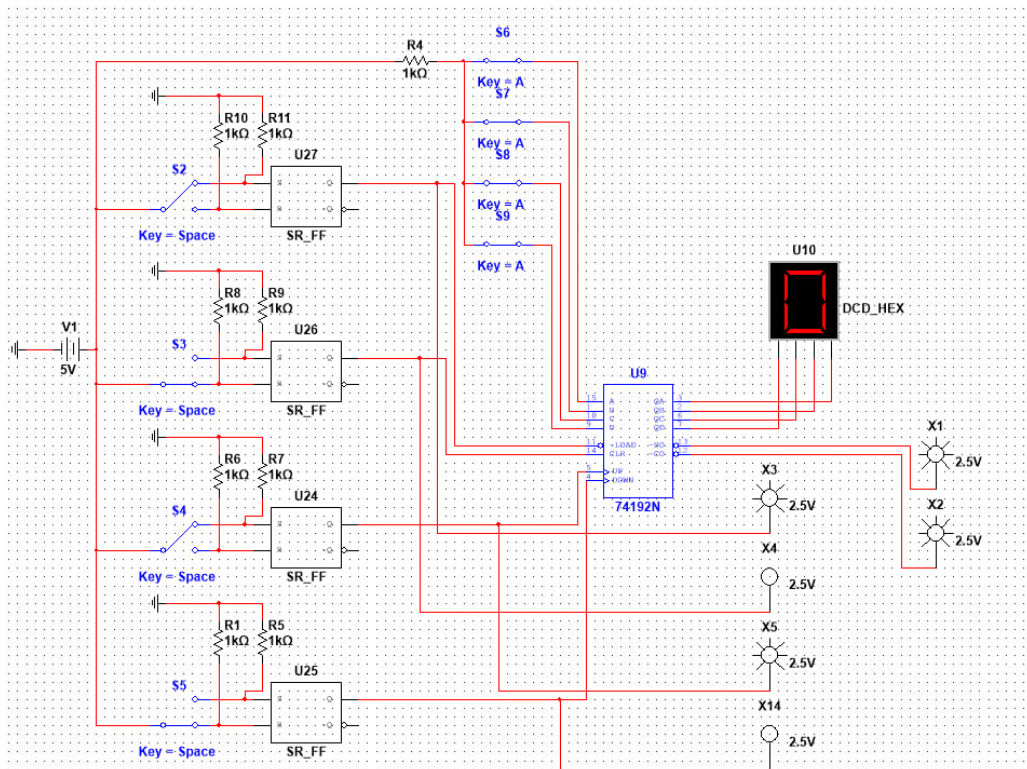


Рис. 3: Схема подключения ИС K155ИЕ6

2.2 Проверка работы схемы

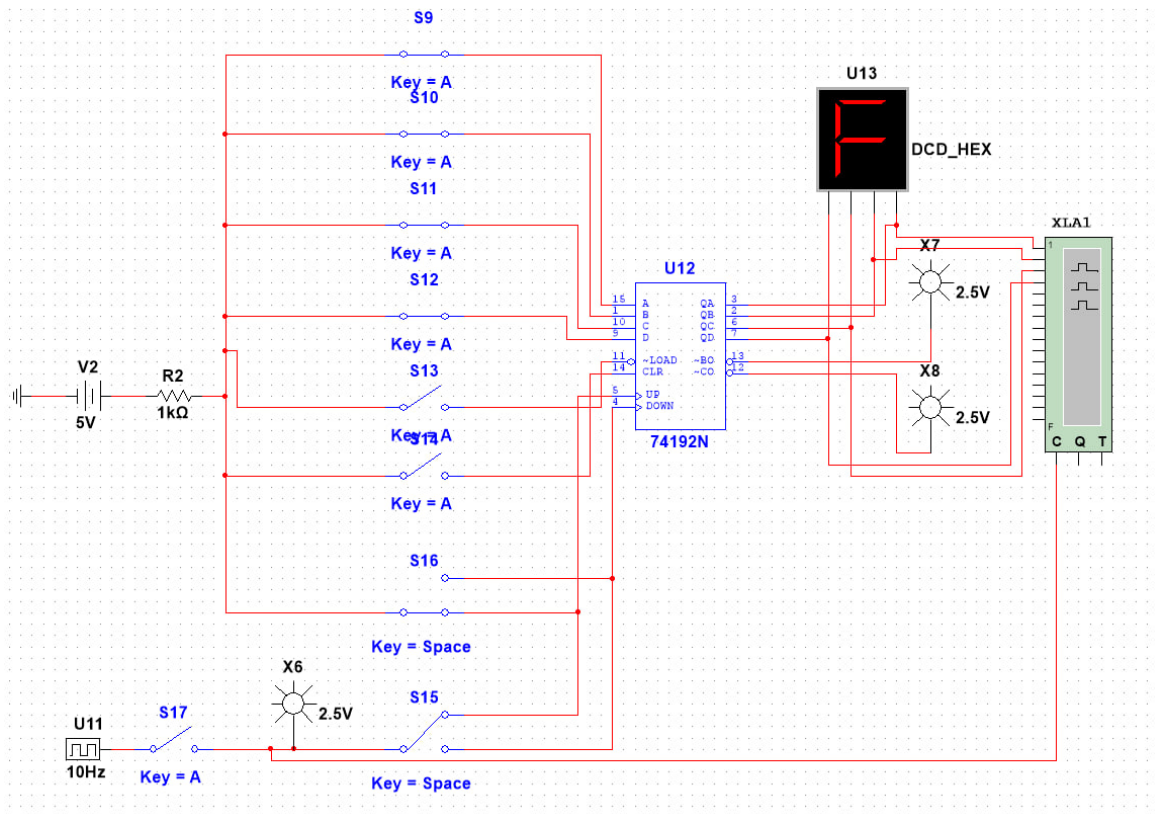


Рис. 4: Суммирование в динамике

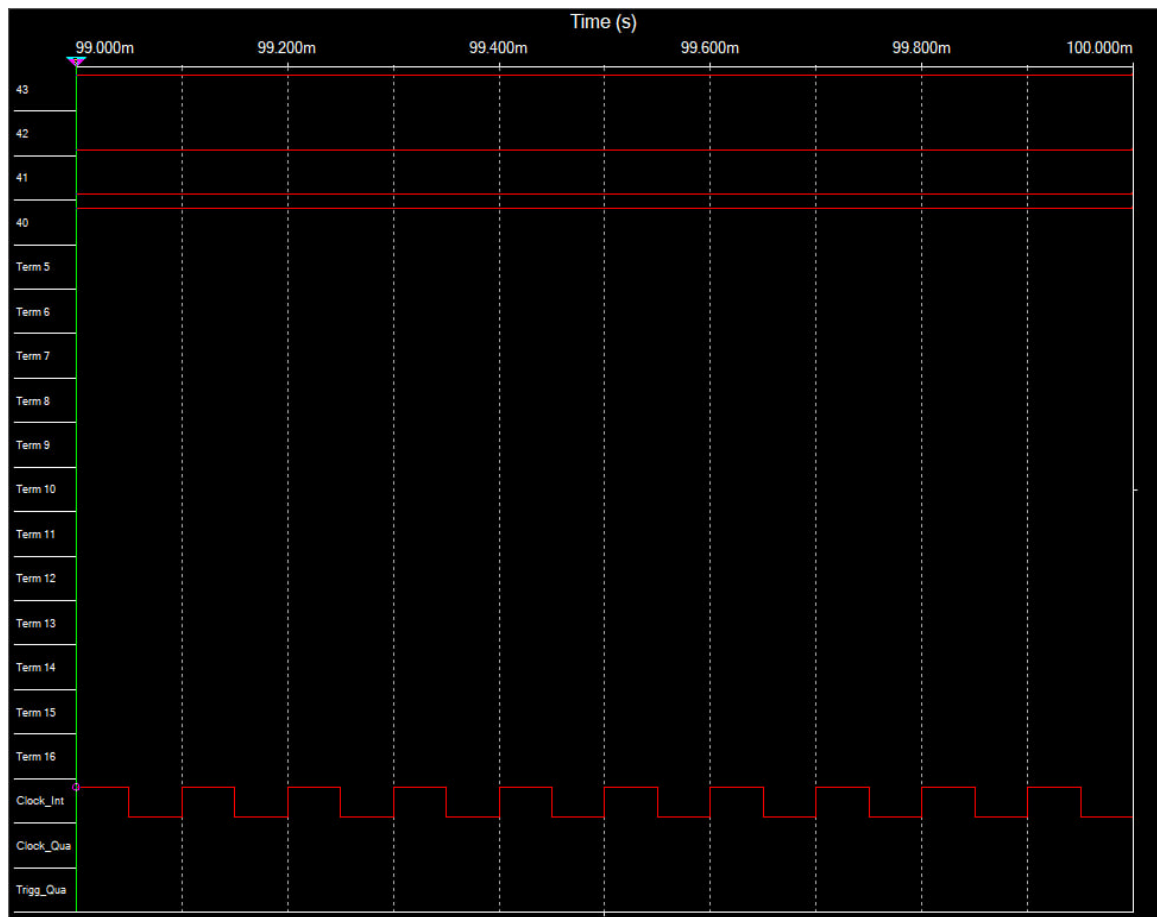


Рис. 5: Осциллограммы сигналов

2.3 Суммирующий счетчик с $K = 6$

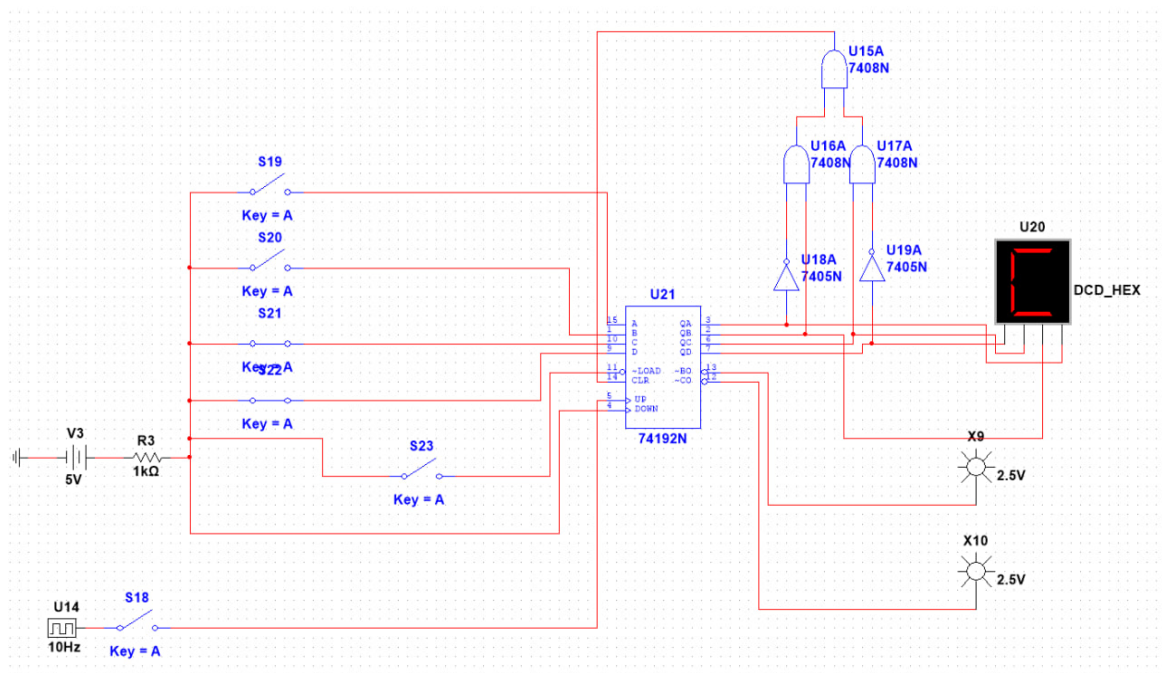


Рис. 6: Осциллограммы сигналов

3 Вывод

В ходе лабораторной работы был синтезирован недвоичный вычитающий счётчик с коэффициентом пересчёта 5 и проверена его работоспособность в среде Multisim. Кроме того, был изучен принцип действия счётчика на микросхеме K155ИЕ6 (SN74192), на основе которого реализован счётчик с коэффициентом пересчёта 6.