



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.04 Программная инженерия

О т ч е т

по лабораторной работе № 3

Название: Исследование синхронных счетчиков

Дисциплина: Архитектура ЭВМ

Студент гр. ИУ7-43Б

(Подпись, дата)

С.К. Паншин

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

А.Ю. Попов

(И.О. Фамилия)

2024 год

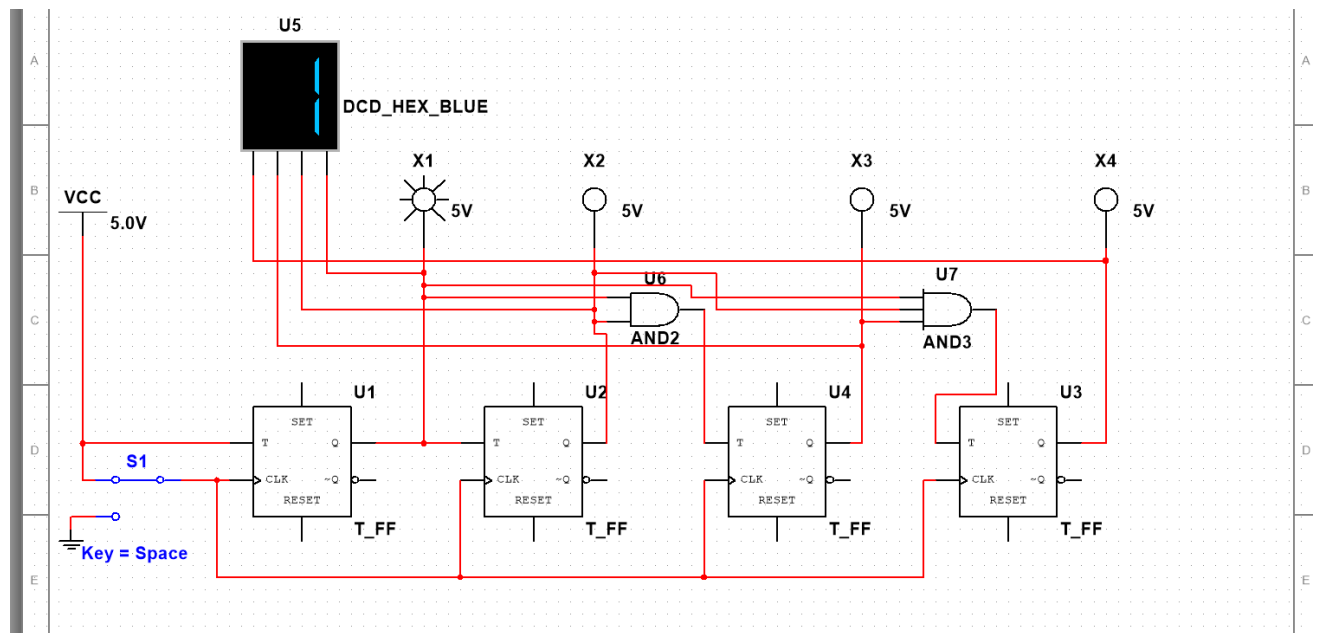
Цель работы

Изучение принципов построения счетчиков, овладение методом синтеза синхронных счетчиков, экспериментальная оценка динамических параметров счетчиков, изучение способов наращивания разрядности синхронных счетчиков.

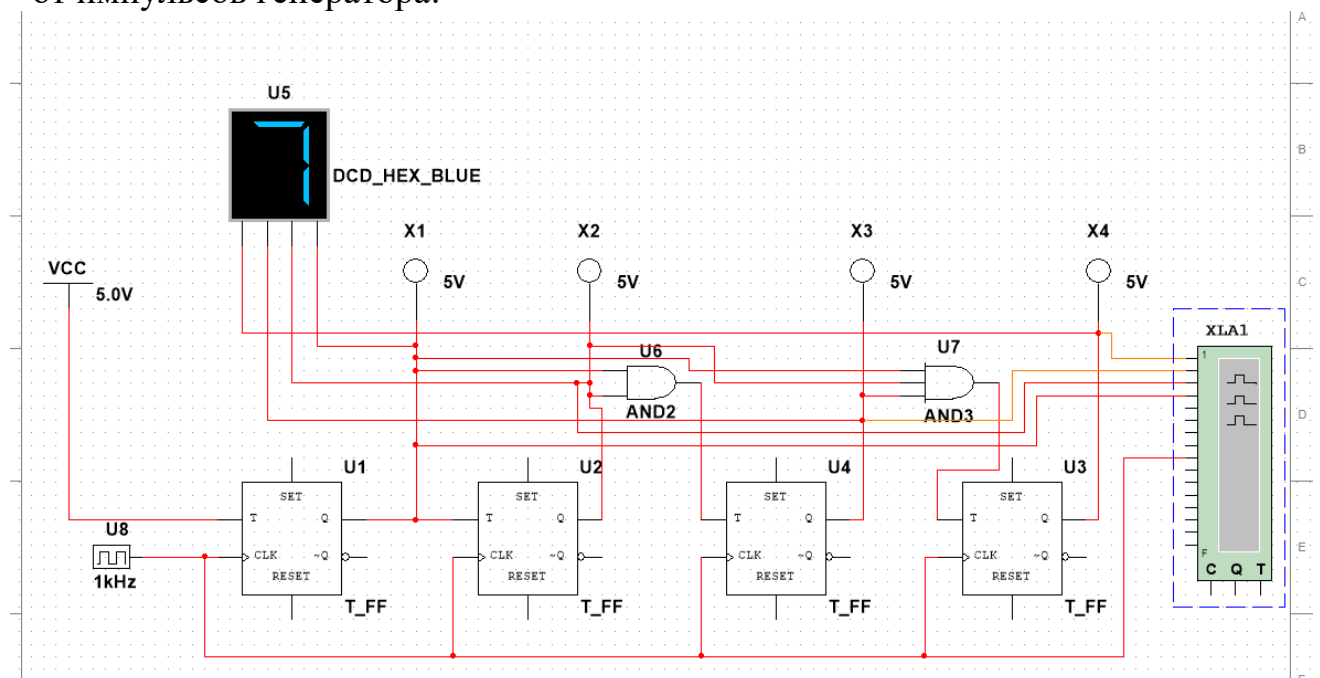
1. Исследование четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом на Т-триггерах.

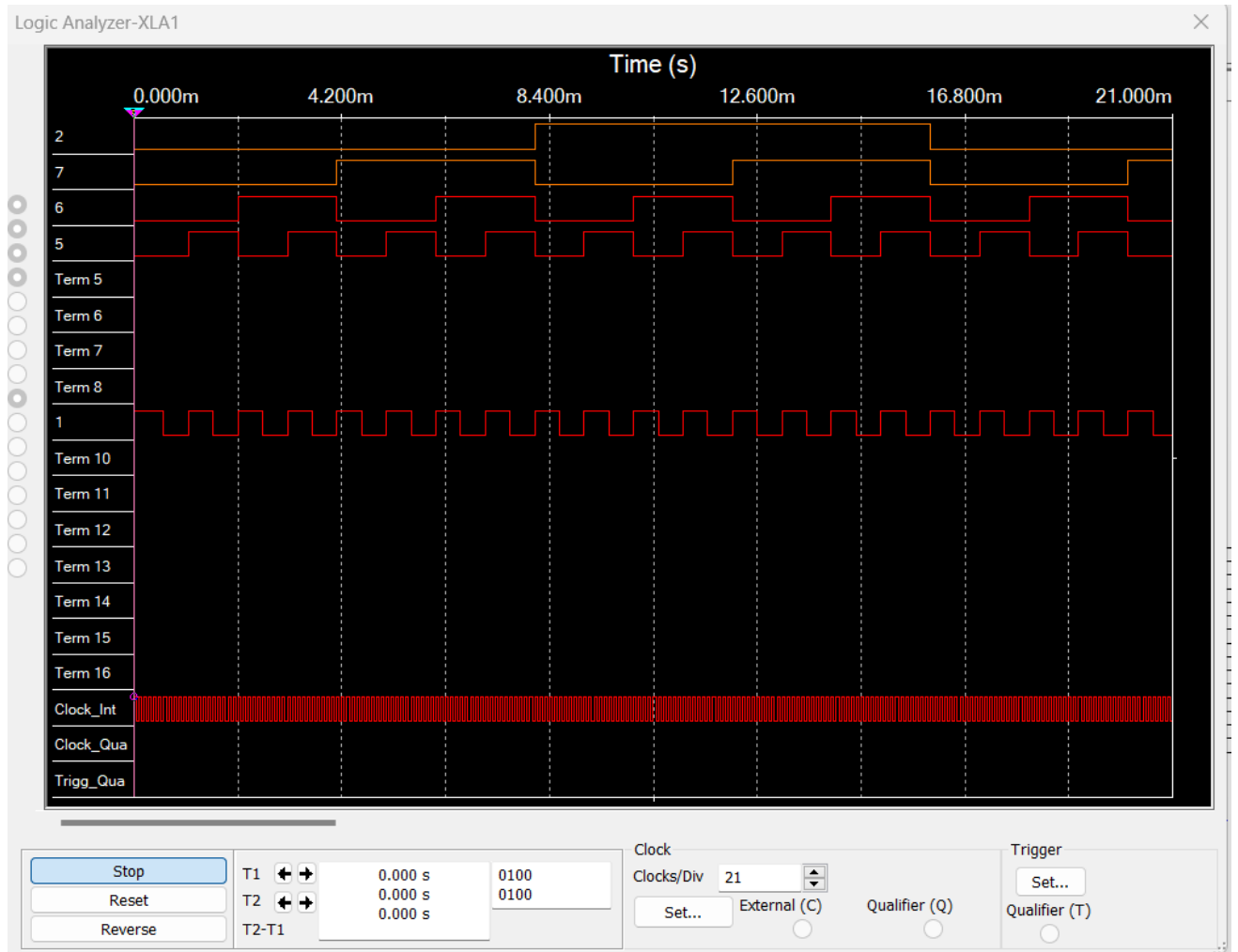
Проверить работу счётчика:

- от одиночных импульсов, подключив к прямым выходам разрядов световые индикаторы:



- от импульсов генератора:





2. Синтезировать двоично-десятичный счётчик с заданной последовательностью состояний.

Вариант 13: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12.

№	Время t				Время t+1				Функции возбуждения JK-триггеров							
	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₃ *	Q ₂ *	Q ₁ *	Q ₀ *	J ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	α	0	α	0	α	1	α
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	α	0	α	1	α	α	1
2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	α	1	α	α	1	0	α
4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	α	α	0	0	α	1	α
5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	α	α	0	1	α	α	1
6	0	1	1	0	1	0	0	0	1	α	α	1	α	1	0	α
8	1	0	0	0	1	0	0	1	α	0	0	α	0	α	1	α
9	1	0	0	1	1	0	1	0	α	0	0	α	1	α	α	1
10	1	0	1	0	1	1	0	0	α	0	1	α	α	1	0	α
12	1	1	0	0	0	0	0	0	α	1	α	1	0	α	0	α

Минимизация:

Карта Карно для J₃

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
Q ₃ Q ₂				
00	0	0	α	α
01	0	0	-	α
11	-	-	-	-
10	0	1	-	α
Q ₂ &Q ₁				

Карта Карно для K₃

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
Q ₃ Q ₂				
00	α	α	1	0
01	α	α	-	0
11	-	-	-	-
10	α	α	-	0
Q ₂				

Карта Карно для J₂

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
Q ₃ Q ₂				
00	0	α	α	0
01	0	α	-	0
11	-	-	-	-
10	1	α	-	1
Q ₁				

Карта Карно для K₂

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
Q ₃ Q ₂				
00	α	0	1	α
01	α	0	-	α
11	-	-	-	-
10	α	1	-	α
Q ₃ Q ₁				

Карта Карно для J_1

Q_1Q_0	00	01	11	10
Q_3Q_2				
00	0	0	0	0
01	1	1	-	1
11	-	-	-	-
10	α	α	-	α
Q_0				

Карта Карно для K_1

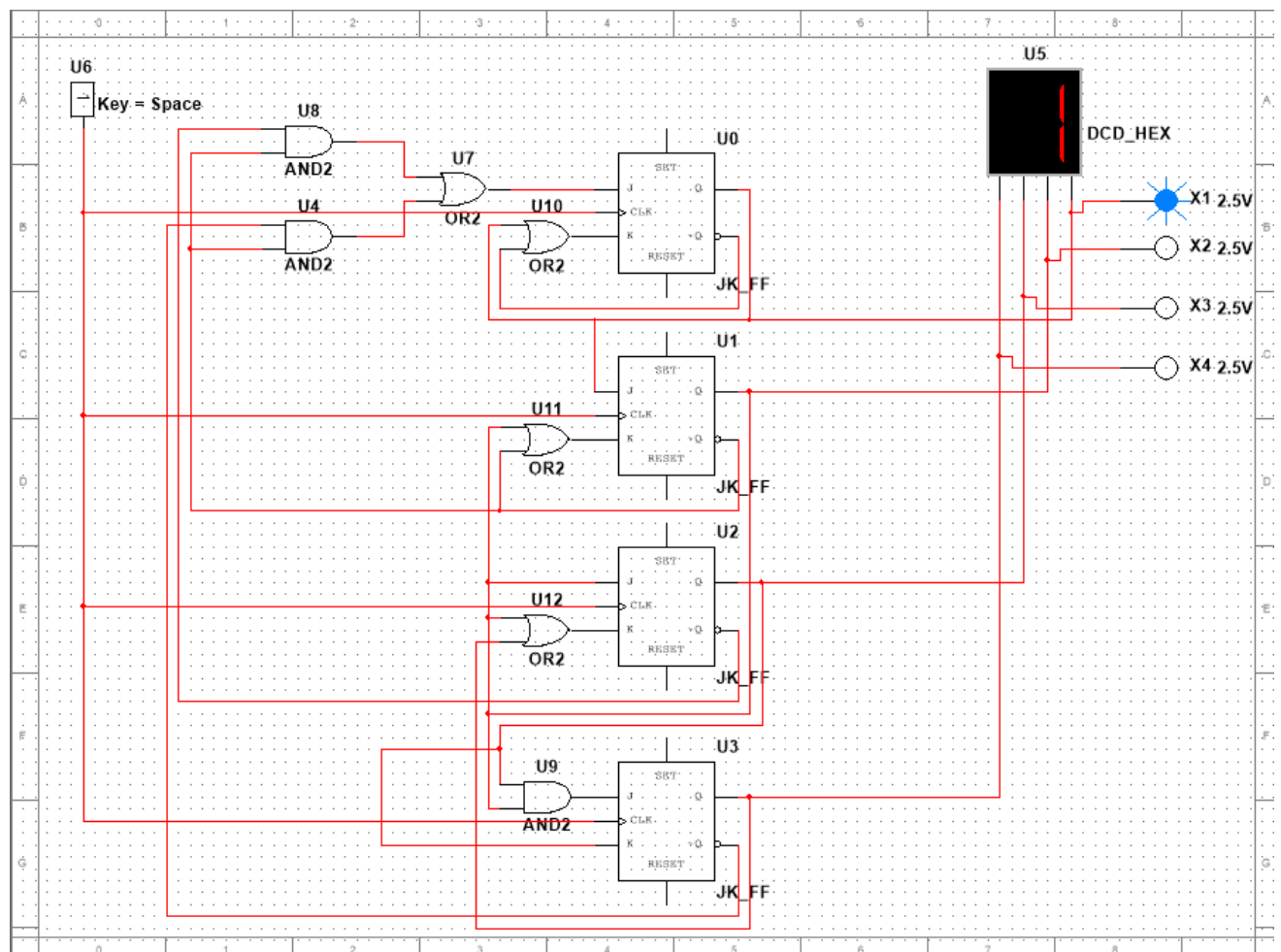
Q_1Q_0	00	01	11	10
Q_3Q_2				
00	α	α	α	α
01	α	α	-	α
11	-	-	-	-
10	1	1	-	1
1				

Карта Карно для J_0

Q_1Q_0	00	01	11	10
Q_3Q_2				
00	1	1	0	1
01	α	α	-	α
11	-	-	-	-
10	0	0	-	0
$\sim Q_2 \& \sim Q_1 \sim Q_3 \& \sim Q_1$				

Карта Карно для K_0

Q_1Q_0	00	01	11	10
Q_3Q_2				
00	α	α	α	α
01	1	1	-	1
11	-	-	-	-
10	α	α	-	α
1				



3. Собрать десятичный счётчик, используя элементную базу приложения Multisim или учебного макета.

№	Время t				Время t+1				Функции возбуждения JK-триггеров							
	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₃ *	Q ₂ *	Q ₁ *	Q ₀ *	J ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	α	0	α	0	α	1	α
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	α	0	α	1	α	α	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	α	0	α	α	0	1	α
3	0	0	1	1	0	1	0	0	0	α	1	α	α	1	α	1
4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	α	α	0	0	α	1	α
5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	α	α	0	1	α	α	1
6	0	1	1	0	0	1	1	1	0	α	α	0	α	0	1	α
7	0	1	1	1	1	0	0	0	1	α	α	1	α	1	α	1
8	1	0	0	0	1	0	0	1	α	0	0	α	0	α	1	α
9	1	0	0	1	0	0	0	0	α	1	0	α	0	α	α	1

Минимизация:

Карта Карно для J₃

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
Q ₃ Q ₂				
00	0	0	-	α
01	0	0	-	α
11	0	1	-	-
10	0	0	-	-
Q ₂ &Q ₁ &Q ₀				

Карта Карно для K₃

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
Q ₃ Q ₂				
00	α	α	-	0
01	α	α	-	1
11	α	α	-	-
10	α	α	-	-
Q ₀				

Карта Карно для J₂

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
Q ₃ Q ₂				
00	0	α	-	0
01	0	α	-	0
11	1	α	-	-
10	0	α	-	-
Q ₁ &Q ₀				

Карта Карно для K₂

Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
Q ₃ Q ₂				
00	α	0	-	α
01	α	0	-	α
11	α	1	-	-
10	α	0	-	-
Q ₁ &Q ₀				

Карта Карно для J_1

Q_1Q_0 Q_3Q_2	00	01	11	10
00	0	0	-	0
01	1	1	-	0
11	α	α	-	-
10	α	α	-	-
$\sim Q_3 \& Q_0$				

Карта Карно для K_1

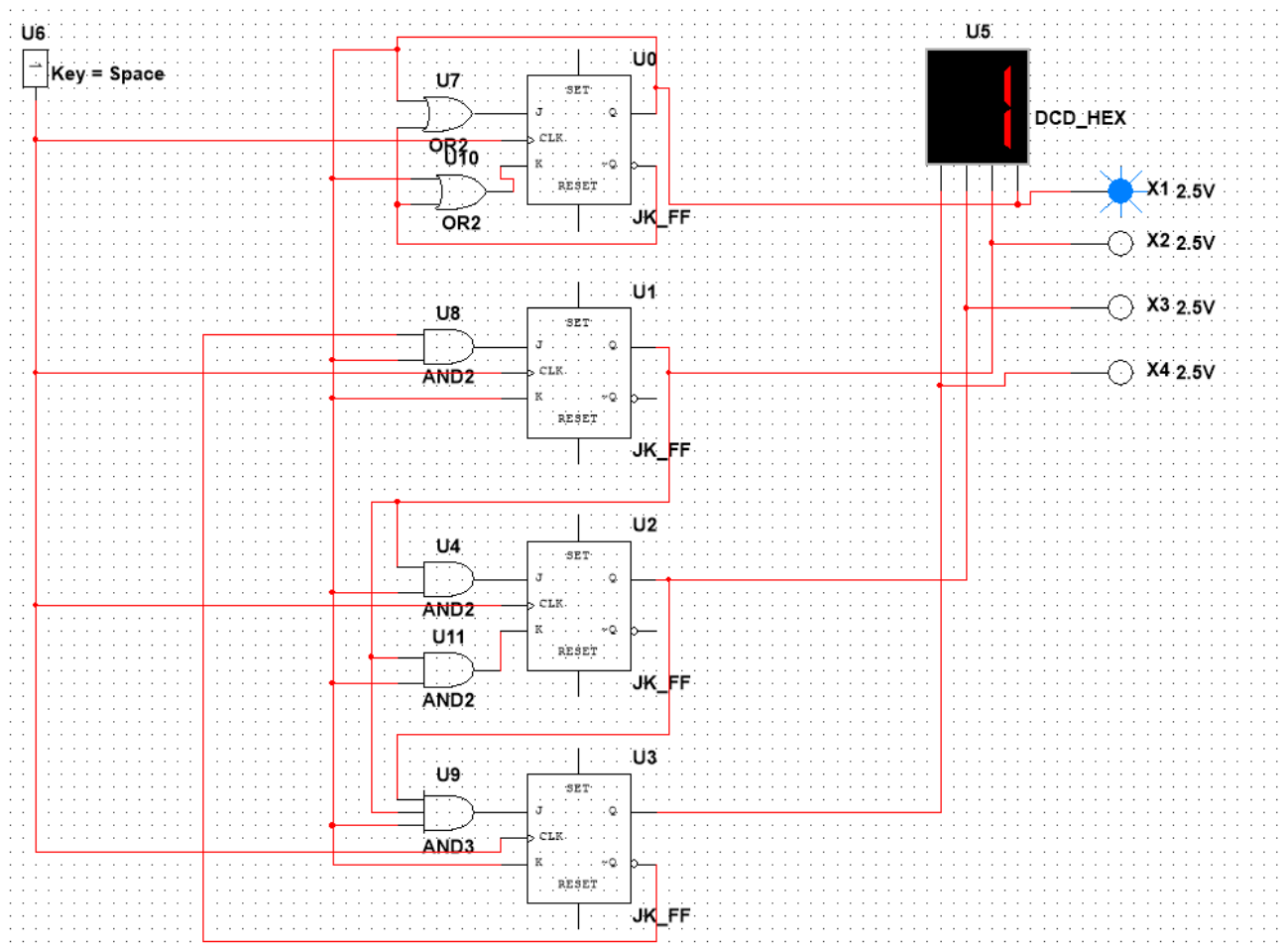
Q_1Q_0 Q_3Q_2	00	01	11	10
00	α	α	-	α
01	α	α	-	α
11	1	1	-	-
10	0	0	-	-
Q_0				

Карта Карно для J_0

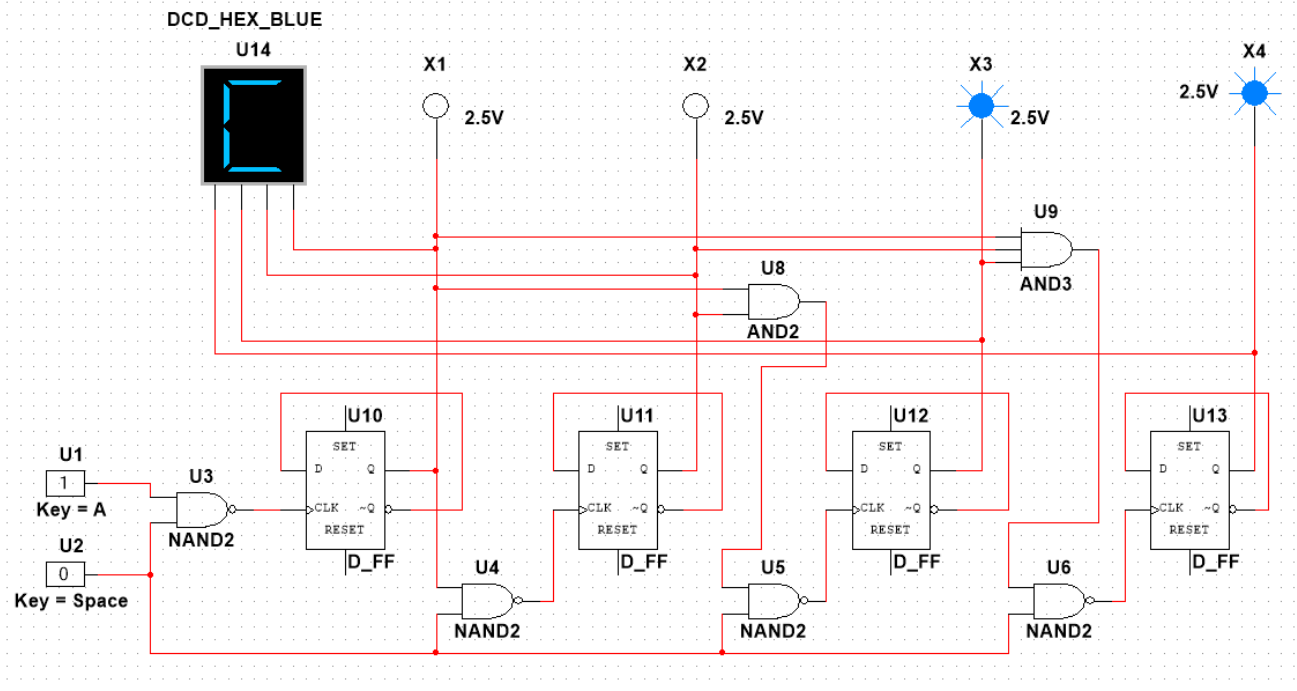
Q_1Q_0 Q_3Q_2	00	01	11	10
00	1	1	-	1
01	α	α	-	-
11	α	α	-	-
10	1	1	-	-
1				

Карта Карно для K_0

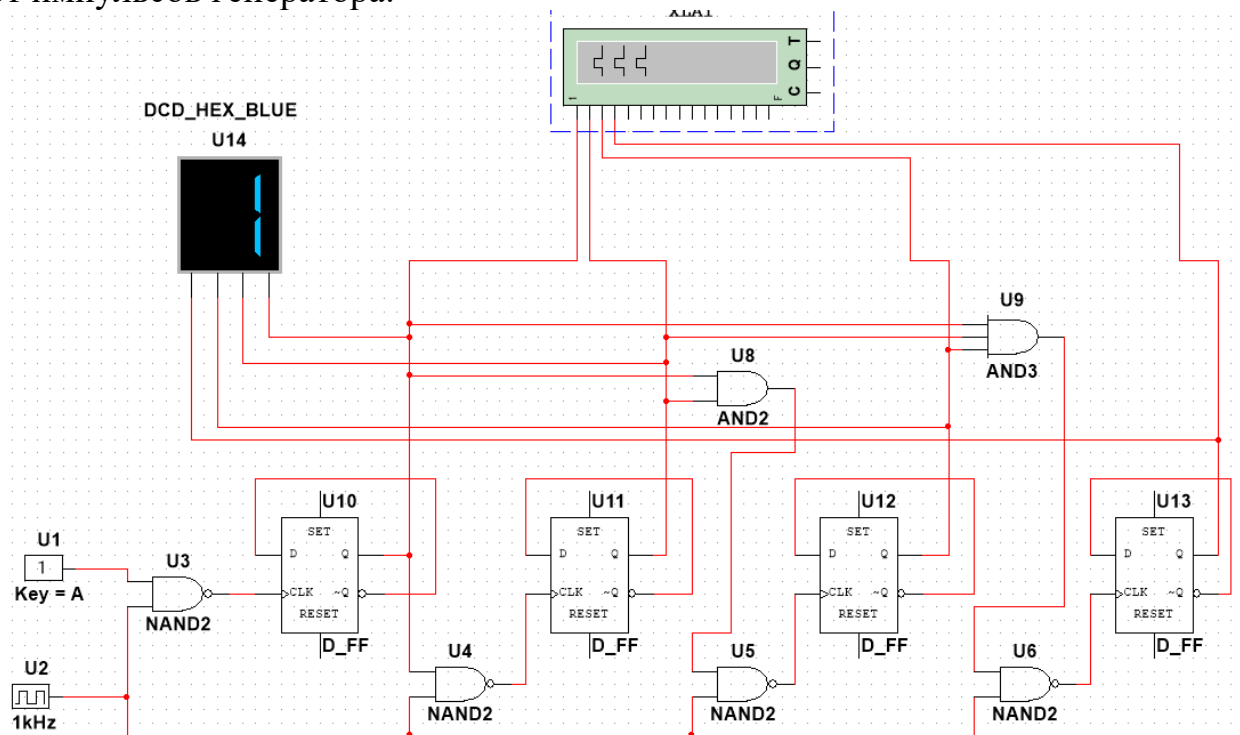
Q_1Q_0 Q_3Q_2	00	01	11	10
00	α	α	-	α
01	1	1	-	1
11	1	1	-	-
10	α	α	-	-
1				

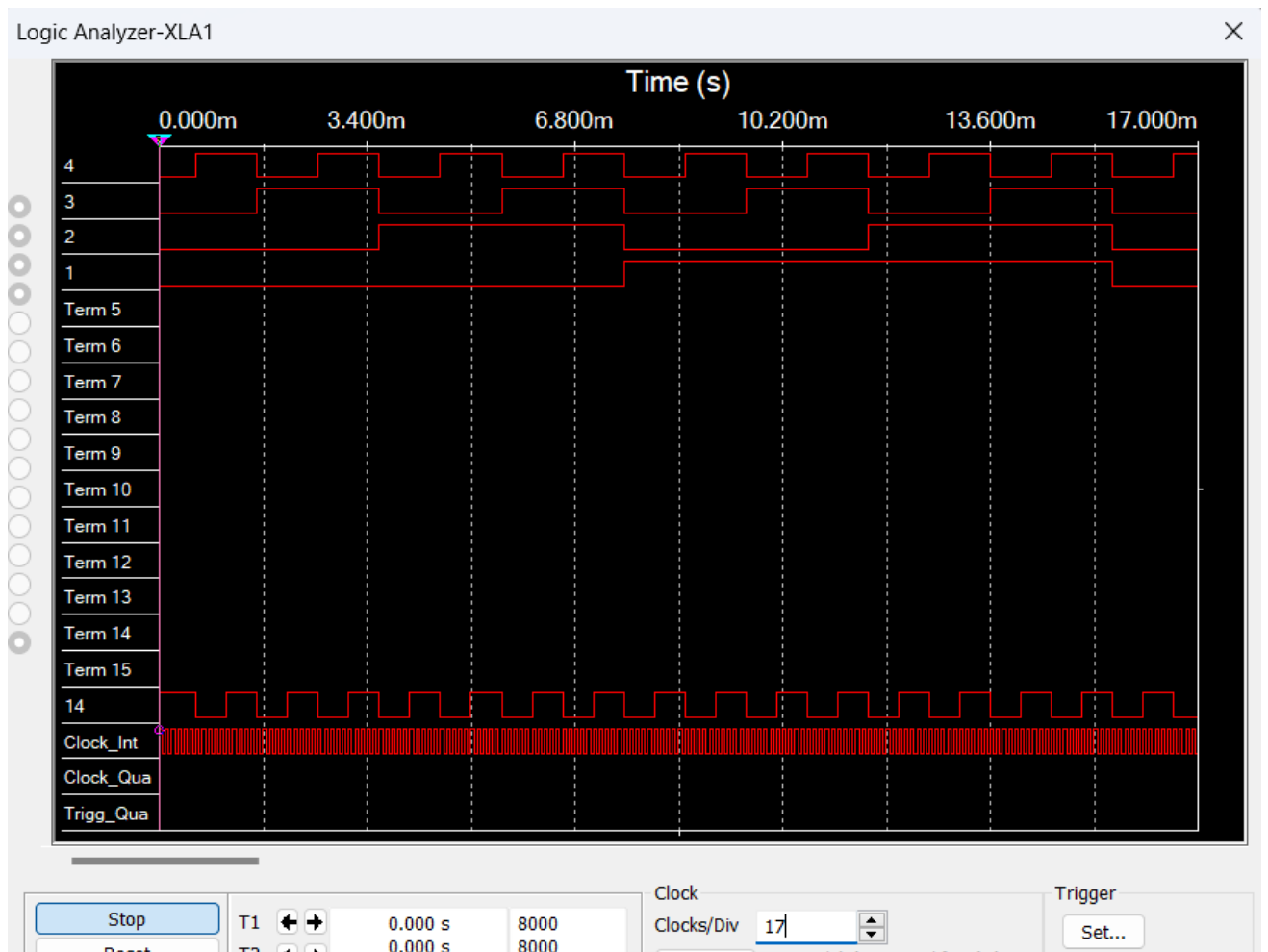


4. Исследование четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом.

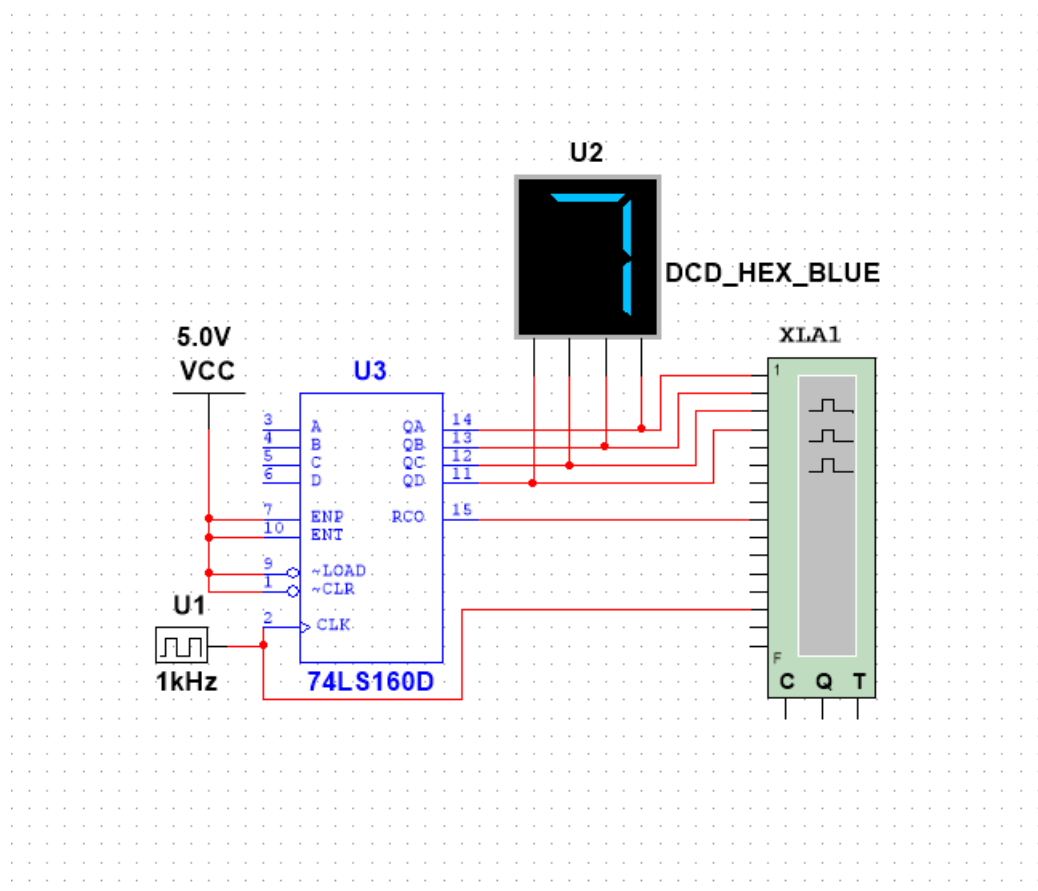
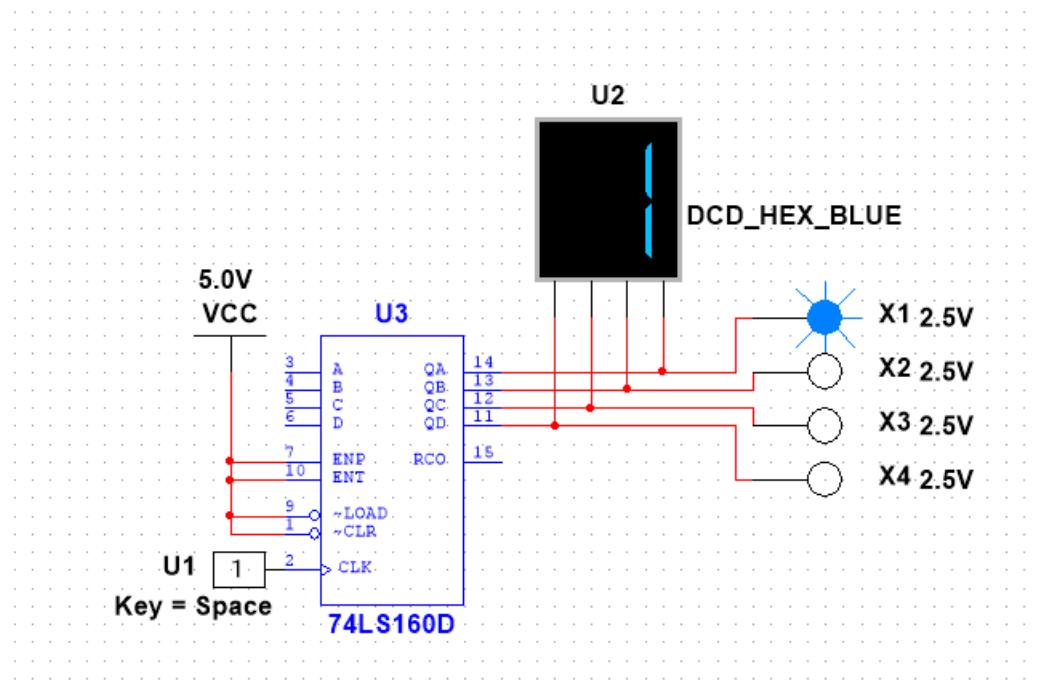


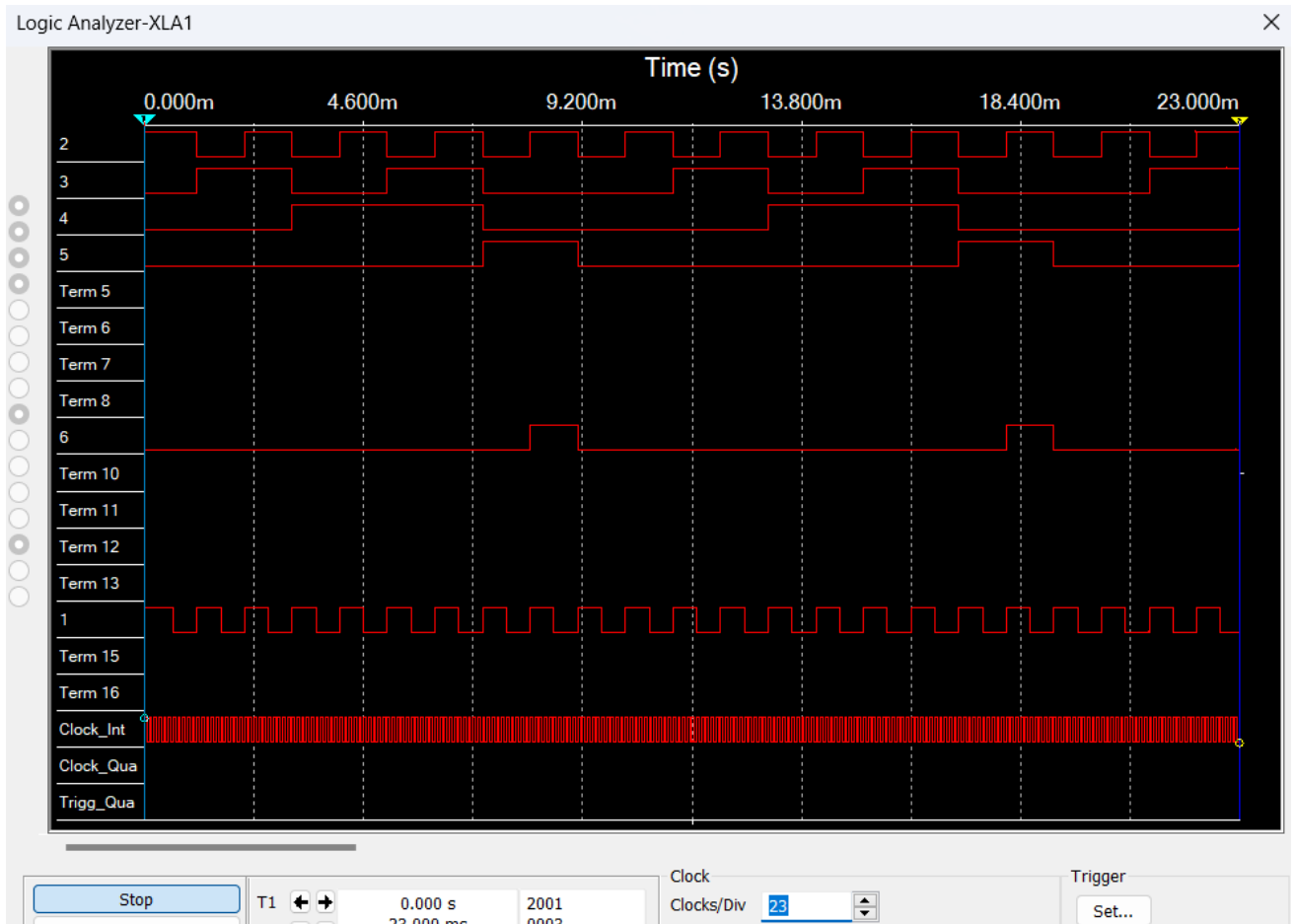
- от импульсов генератора.





5. Исследование четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом ИС 74LS160.





6. Исследование схем наращивания разрядности счетчиков ИЕ9 до четырех секций с последовательным переносом между секциями (рис. 5) и по структуре «быстрого» счета (рис. 6).

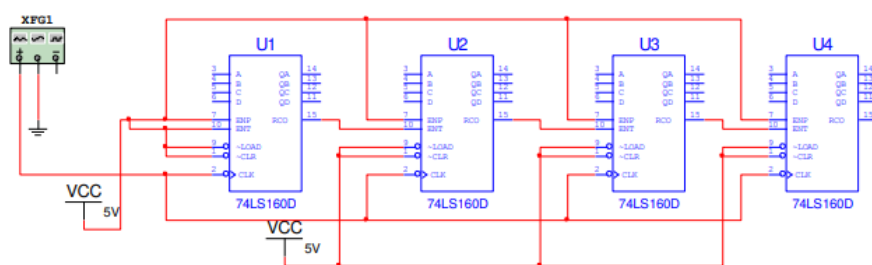


Рис. 5

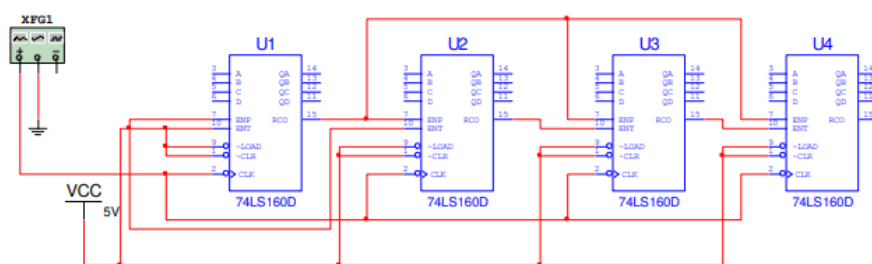
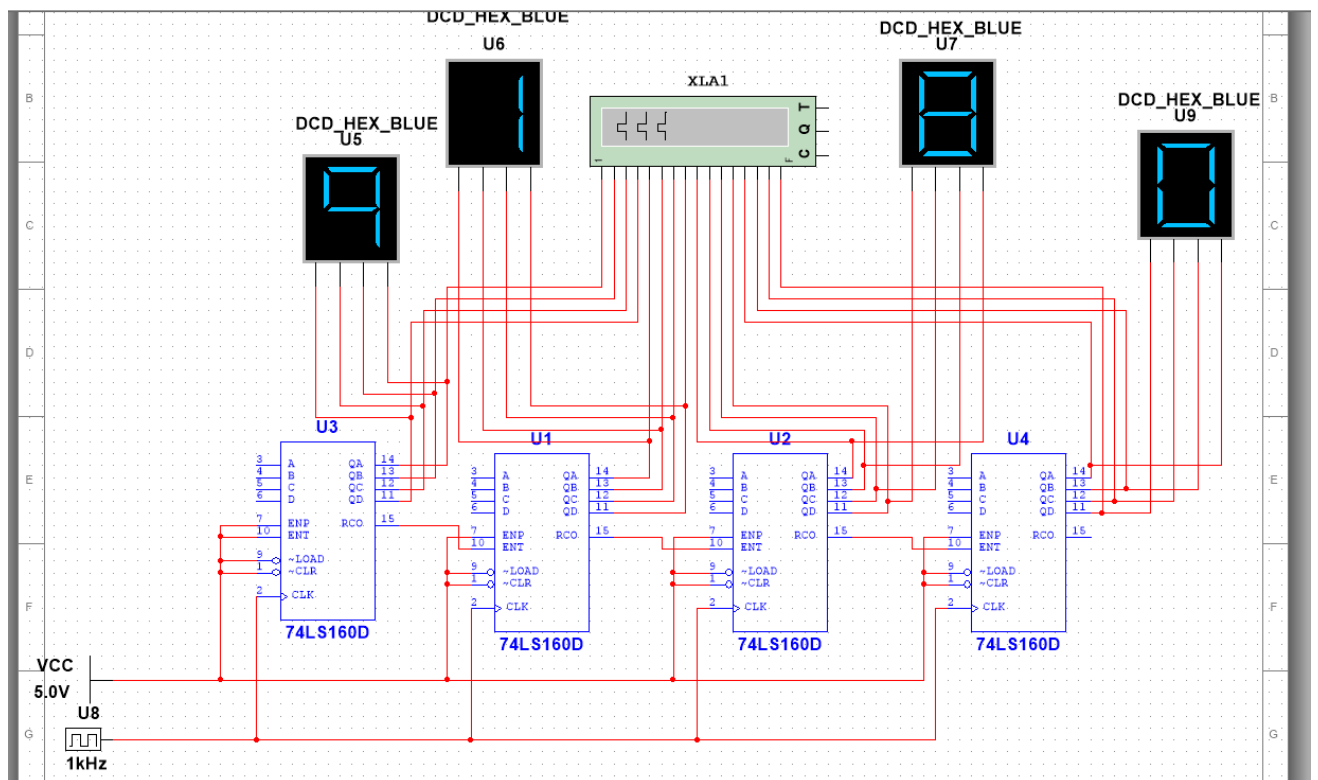
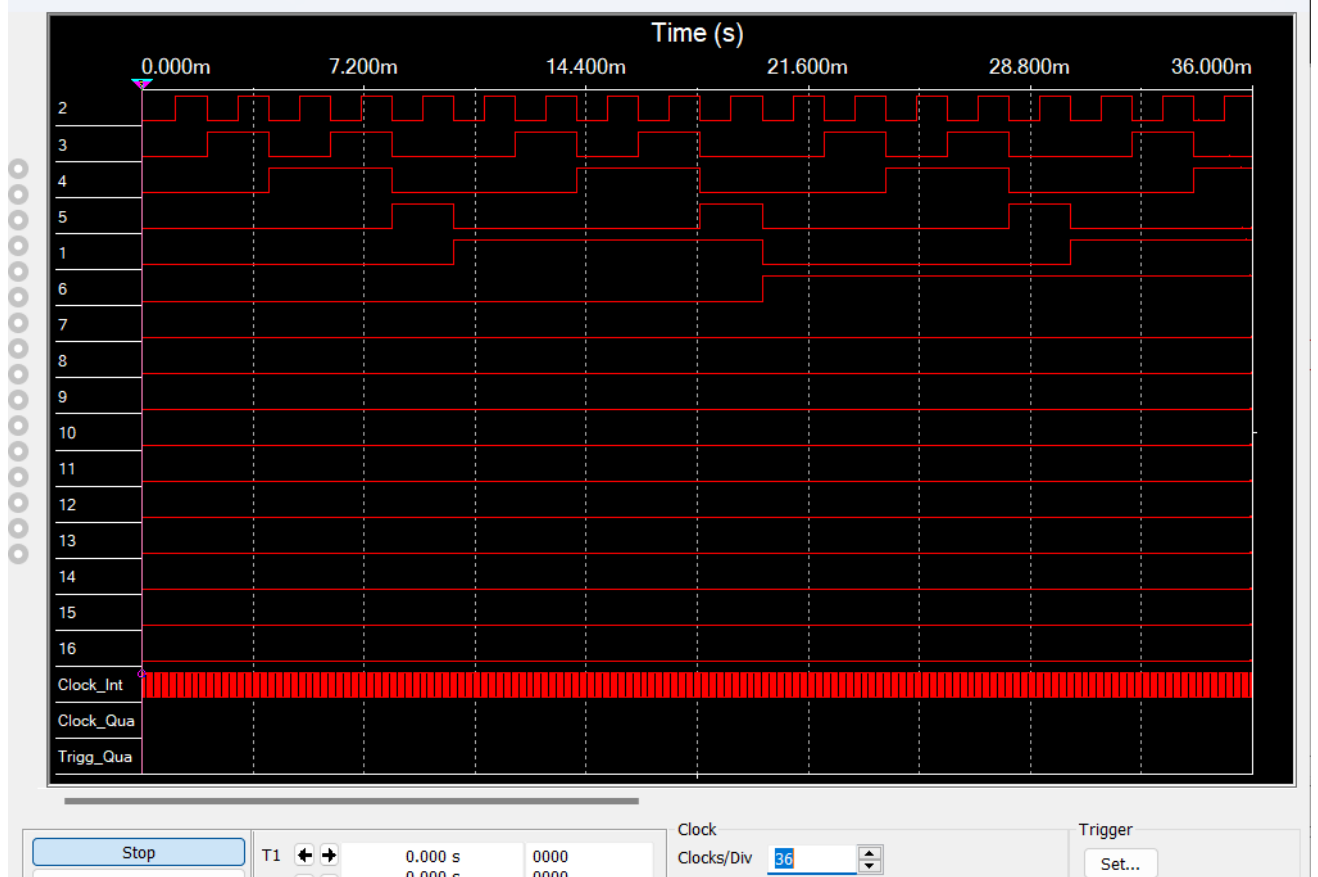


Рис. 6



Logic Analyzer-XLA1



Вывод: в результате выполнения работы были изучены принципы построения счетчиков, получены навыки синтеза синхронных счетчиков, были экспериментально оценены динамические параметры счетчиков, изучены способы наращивания разрядности синхронных счетчиков.

Контрольные вопросы

1. Что называется счётчиком?

Счётчик – это операционный узел ЭВМ, предназначенный для выполнения счёта, кодирования в определённой системе счисления и хранения числа сигналов импульсного типа, поступающих на счётный вход.

2. Что называется коэффициентом пересчёта?

Коэффициент пересчёта – число входных сигналов, которое возвращает схему в начальное состояние, в качестве которого может быть взято любое её состояние.

3. Перечислить основные классификационные признаки счётчиков.

По значению модуля счёта:

- Двоичные счётчики ($M = 2^n$, n - кол-во двоичных разрядов)
- Двоично-кодированные счётчики
- Счётчики с одинарным кодированием (состояние представлено местом расположения единственной единицы)

По направлению счёта:

- Суммирующие
- Вычитающие
- Реверсивные

По способу организации межразрядных связей:

- Счётчики с последовательным переносом
- Счётчики со сквозным переносом
- Счётчики с параллельным переносом
- Счётчики с групповым переносом

По порядку изменения состояний:

- С естественным порядком счёта
- С произвольным порядком счёта

По способу управления переключением триггеров во время счёта:

- Синхронные
- Асинхронные

4. Указать основные параметры счётчиков.

- Модуль счёта M
- Емкость счётчика N
- Статические и динамические параметры счётчика (максимальная частота счёта, минимальные длительности различных импульсов).

5. *Что такое время установки кода счётчика?*

Время установки кода счётчика – один из параметров, влияющих на его быстродействие. Время установки кода t_{set} равно времени между моментом поступления входного сигнала и моментом установки счетчика в новое устойчивое состояние.

6. *Объяснить работу синхронного счётчика с параллельным переносом, оценить его быстродействие.*

Синхронные счётчики строятся на синхронных триггерах, синхронизирующие входы объединены. Счётные сигналы подаются на входы. Поэтому триггеры переключаются одновременно. Поэтому время задержки распространения сигнала от счетного входа до выходов его триггеров равно времени задержки распространения сигнала любого триггера счетчика от C -входа до его выхода. Максимальная частота – при параллельном образовании сигналов. Сигналы переноса формируются в каждом разряде, с помощью логических схем. В качестве триггеров – синхронные триггеры с динамическим управлением. В синхронном двоичном суммирующем счётчике с параллельным переносом, построенном на JK -триггерах, функции возбуждения формируются параллельно.

7. *Объяснить методику синтеза синхронных счётчиков на двухступенчатых JK - и D - триггерах.*

Синтез синхронного счетчика как цифрового автомата содержит 7 этапов:

- Определение числа триггеров счетчика, исходя из модуля счета M и максимального состояния L счётчика:

$$n_1 = \lceil \log_2 M \rceil,$$

$$n_2 = \lceil \log_2 L \rceil, \text{ где } \lceil \dots \rceil - \text{округление до ближайшего большего целого числа.}$$

- Составление обобщенной таблицы переходов счётчика и функций возбуждения триггеров.
- Минимизация функции возбуждения триггеров счётчика.
- Перевод минимизированных функций возбуждения в заданный базис логических функций.
- Построение функциональной схемы счётчика
- Проверка полученной схемы счётчика на самовосстановление после сбоев