



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 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ (ИУ7)  
НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.04 ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

## ОТЧЕТ

По лабораторной работе № 3

Название: Исследование синхронных счетчиков

Дисциплина: Архитектура ЭВМ

Студент

ИУ7-43Б

(Группа)

\_\_\_\_\_

(Подпись, дата)

И.А Цветков

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

\_\_\_\_\_

(Подпись, дата)

А. Ю. Попов

(И.О. Фамилия)

Москва, 2021

## Цель работы

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

### 1. Исследование четырехразрядного синхронного суммирующего счетчика с параллельным переносом на Т-триггерах.

Проверить работу счетчика:

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

Просмотреть на экране логического анализатора (осциллографа) временную диаграмму сигналов на входе и выходах счетчика, провести анализ временной диаграммы сигналов счетчика. Измерить время задержки распространения счетчика и максимальную частоту счета.

Схема от одиночного импульса (рисунок 1).

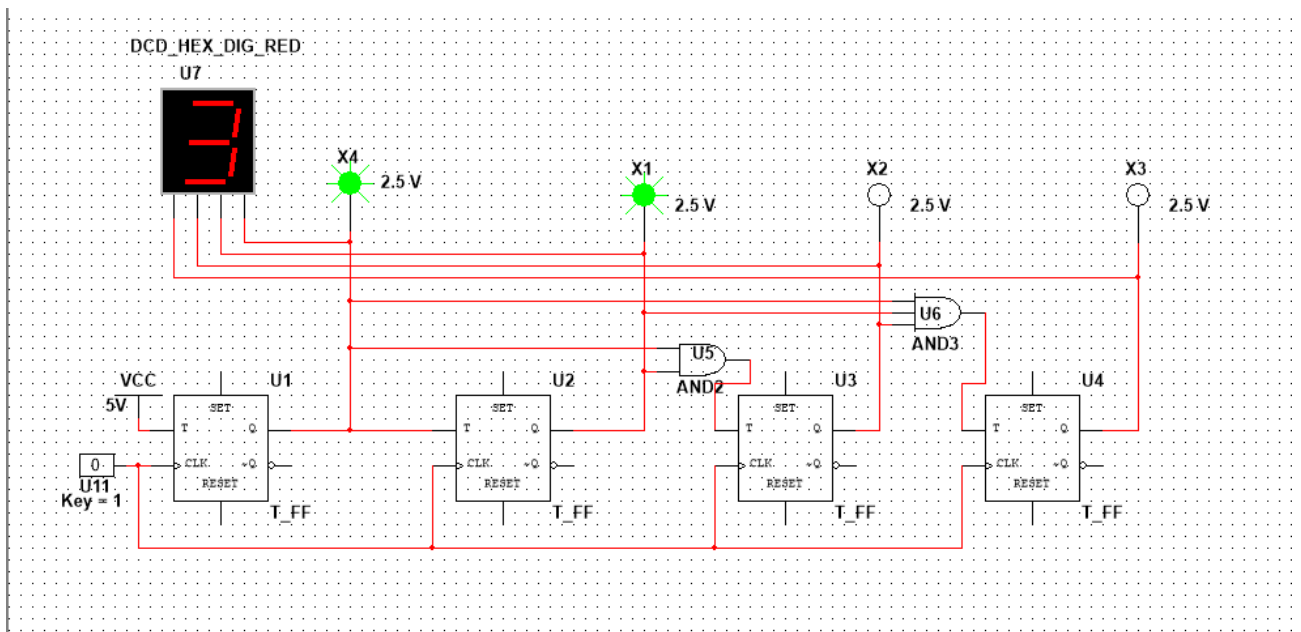
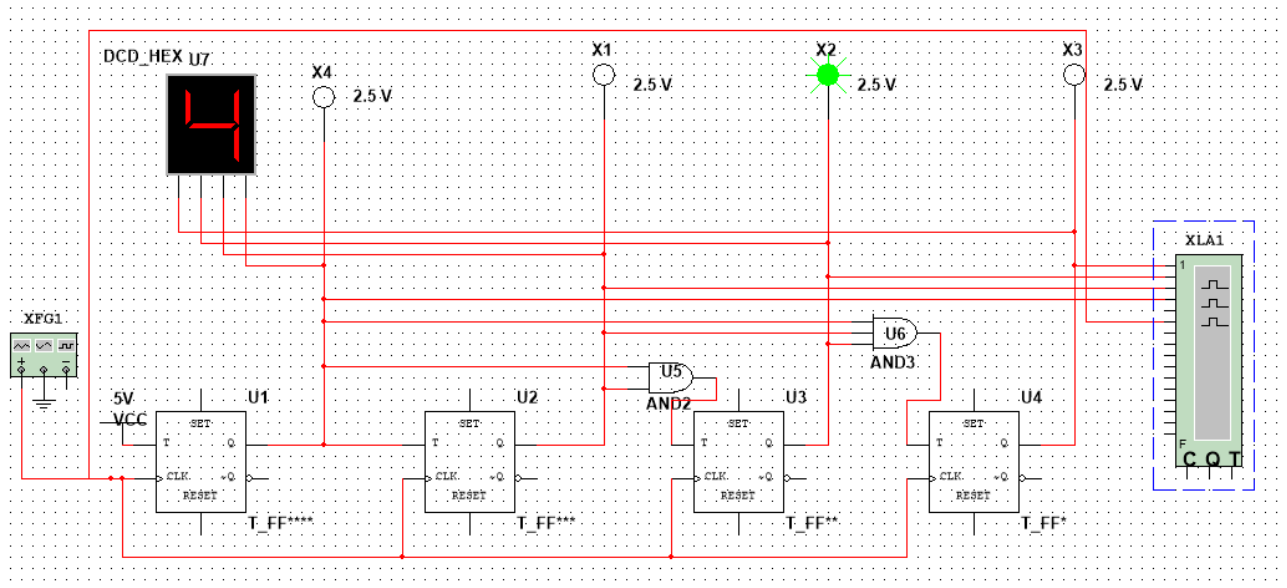


рис. 1

Схема от импульсного генератора (рисунок 2).



*рис. 2*

Временная диаграмма (рисунок 3) для схемы на рисунке 2.

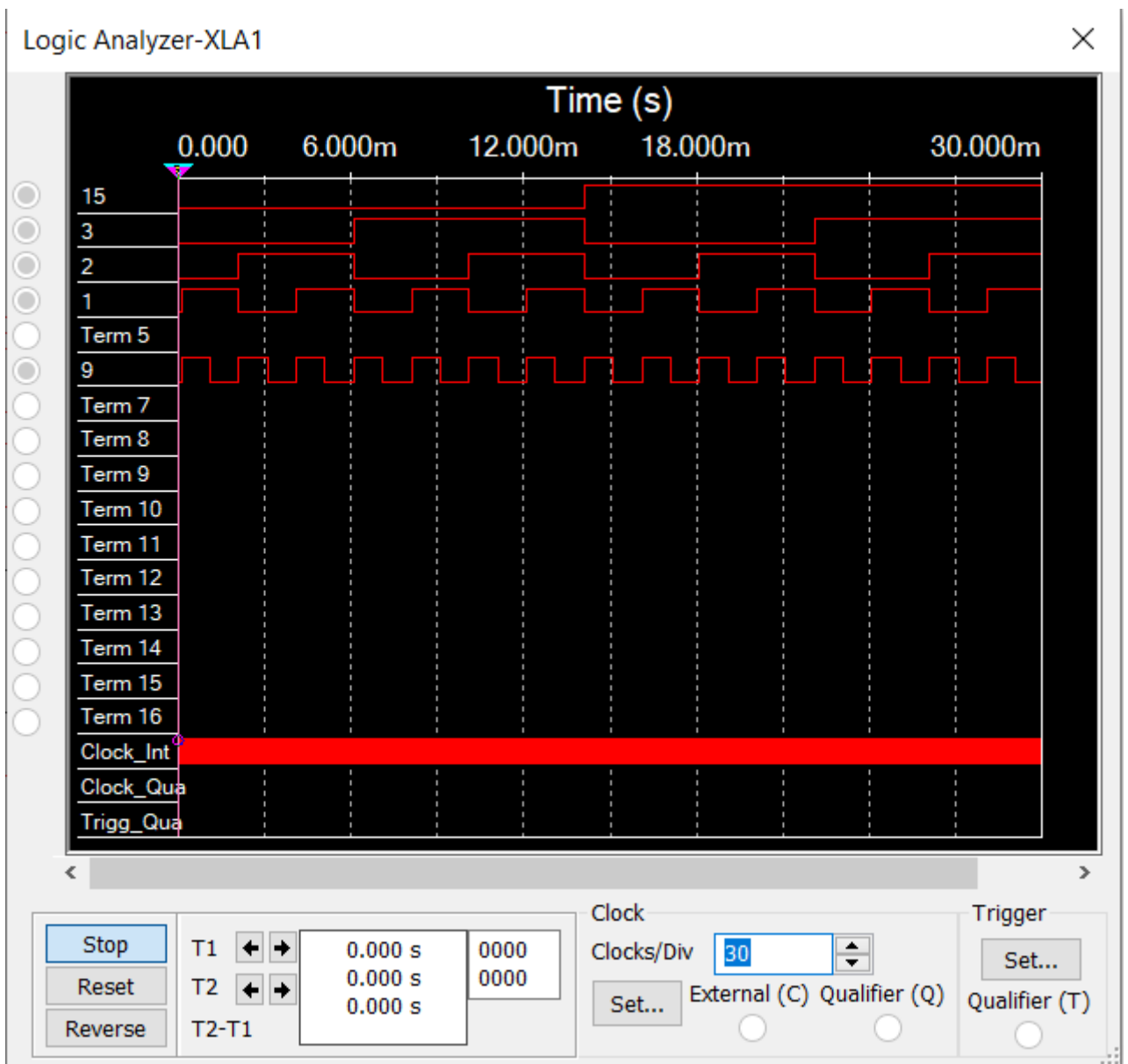
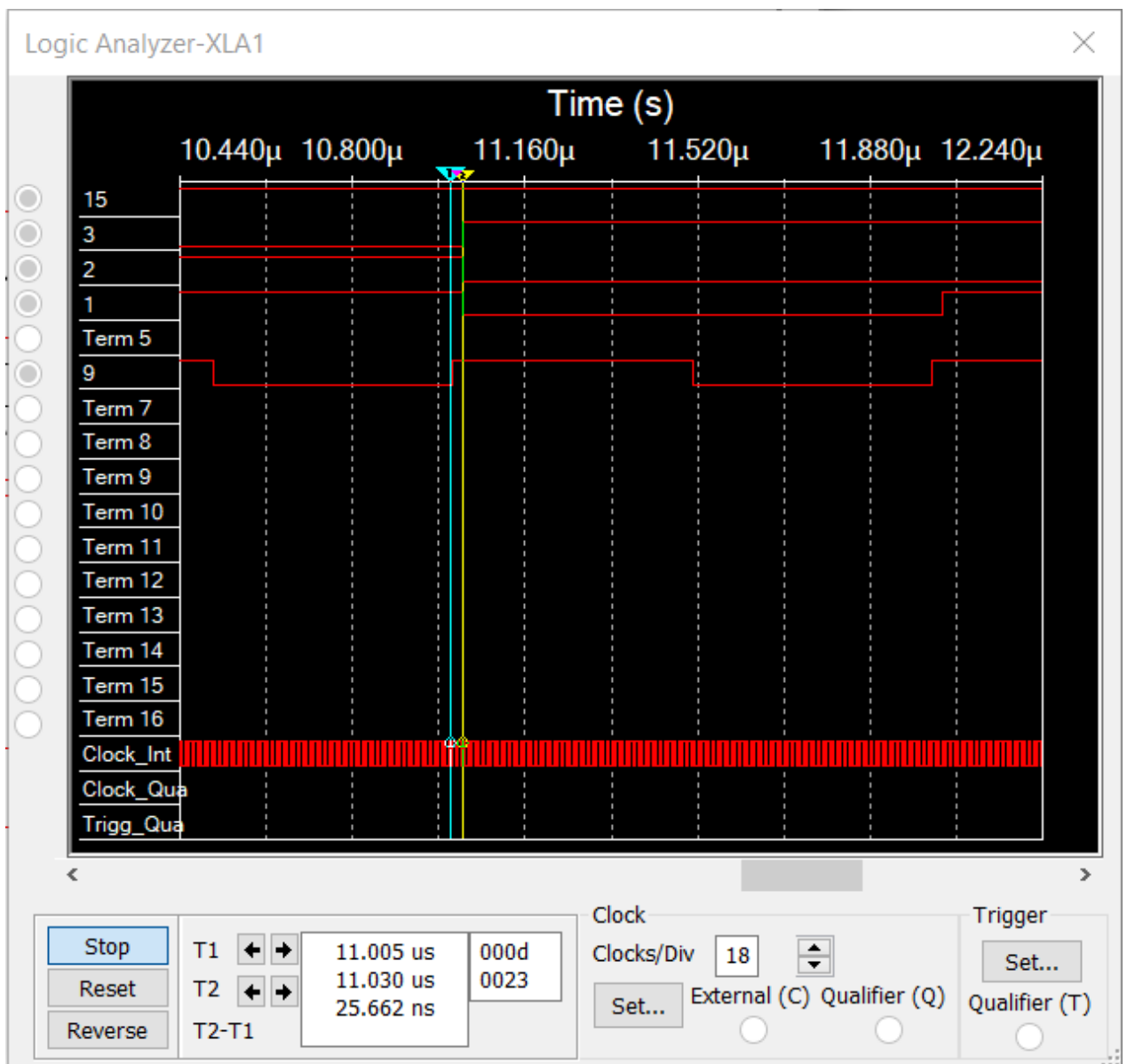


рис. 3

Получена задержка (рисунок 4) при данных настройках триггера (рисунок 5).



*puc. 4*

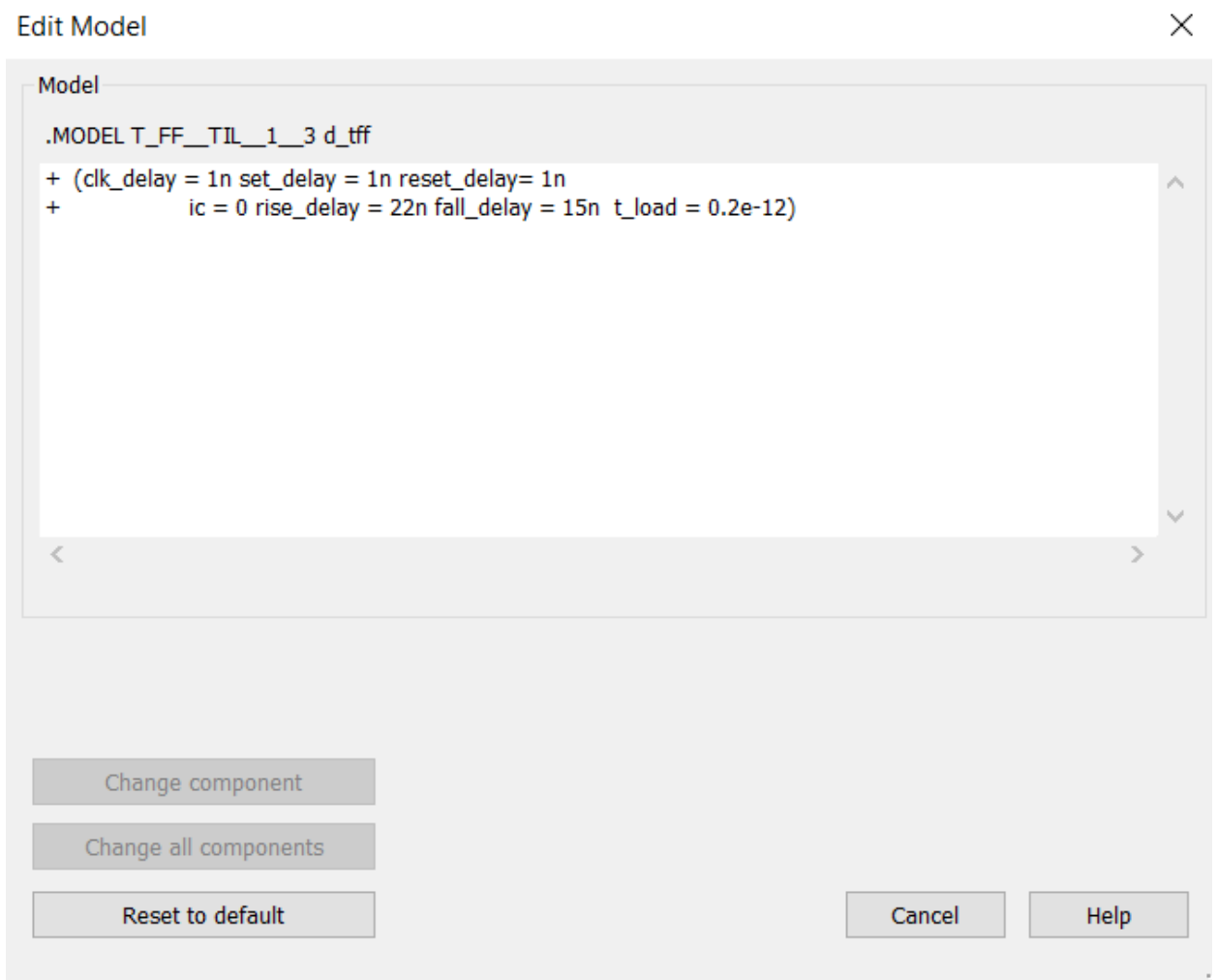


рис. 5

Получена задержка равна 25.662 ms.

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

Десятичными числами в последовательности по номеру варианта обозначены номера двоичных наборов, изображающие десятичные цифры и определяющие состояние счётчика. Начертить схему счётчика на элементах интегрального базиса (И-НЕ; И, ИЛИ, НЕ), синхронных JK-триггерах.

Вариант 21 0,1,2,3,4,11,12,13,14,15

Таблица 1

	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_3^*$	$Q_2^*$	$Q_1^*$	$Q_0^*$	$J_3$	$K_3$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	*	0	*	0	*	1	*
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	*	0	*	1	*	*	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	*	0	*	*	0	1	*
3	0	0	1	1	0	1	0	0	0	*	1	*	*	1	*	1
4	0	1	0	0	1	0	1	1	1	*	*	1	1	*	1	*
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11	1	0	1	1	1	1	0	0	*	0	1	*	*	1	*	1
12	1	1	0	0	1	1	0	1	*	0	*	0	0	*	1	*
13	1	1	0	1	1	1	1	0	*	0	*	0	1	*	*	1
14	1	1	1	0	1	1	1	1	*	0	*	0	*	0	1	*
15	1	1	1	1	0	0	0	0	*	1	*	1	*	1	*	1

Минимизация:

Карта Карно для  $J_3 = q_2$  (таблица 2)

Таблица 2

$q_3 q_2$	$q_1 q_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0	0
01	1	-	-	-	-
11	*	*	*	*	*
10	-	-	*	-	-

Карта Карно для  $K_3 = q_2 q_1 q_0$  (таблица 3)

Таблица 3

$q_3 q_2$	$q_1 q_0$	00	01	11	10
00	*	*	*	*	*
01	*	-	-	-	-
11	0	0	1	0	0
10	-	-	0	-	-

Карта Карно для  $J_2 = q_1 q_0 \mid q_3$  (таблица 4)

Таблица 4

$q_3 q_2$	$q_1 q_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0	0
01	*	-	-	-	-
11	*	*	*	*	*
10	-	-	1	-	-



Карта Карно для  $K_2 = q_1q_0 \mid \sim q_3$  (таблица 5)

Таблица 5

$q_3q_2$	$q_1q_0$	00	01	11	10
00	*	*	*	*	
01	1	-	-	-	
11	0	0	1	0	
10	-	-	*	-	

Карта Карно для  $J_1 = q_0 \mid \sim q_3q_2$  (таблица 6)

Таблица 6

$q_1q_0$ $q_3q_2$	00	01	11	10
00	0	1	*	*
01	1	-	-	-
11	0	1	*	*
10	-	-	*	-

Карта Карно для  $K_1 = q_0$  (таблица 7)

Таблица 7

$q_1q_0$ $q_3q_2$	00	01	11	10
00	*	*	1	0
01	*	-	-	-
11	-	-	1	-
10	*	*	1	0

Карта Карно для  $J_0 = 1$  (таблица 8)

Таблица 8

$q_1q_0$ $q_3q_2$	00	01	11	10
00	1	*	*	1
01	1	-	-	-
11	1	*	*	1
10	-	-	*	-

Карта Карно для  $K_0 = 1$  (таблица 9)

Таблица 9

$q_1q_0$ $q_3q_2$	00	01	11	10
00	*	1	1	*
01	*	-	-	-
11	*	1	1	*
10	-	-	1	-

Схема счётчика на элементах интегрального базиса (И-НЕ; И, ИЛИ, НЕ), синхронных JK-триггерах (рисунок 6).

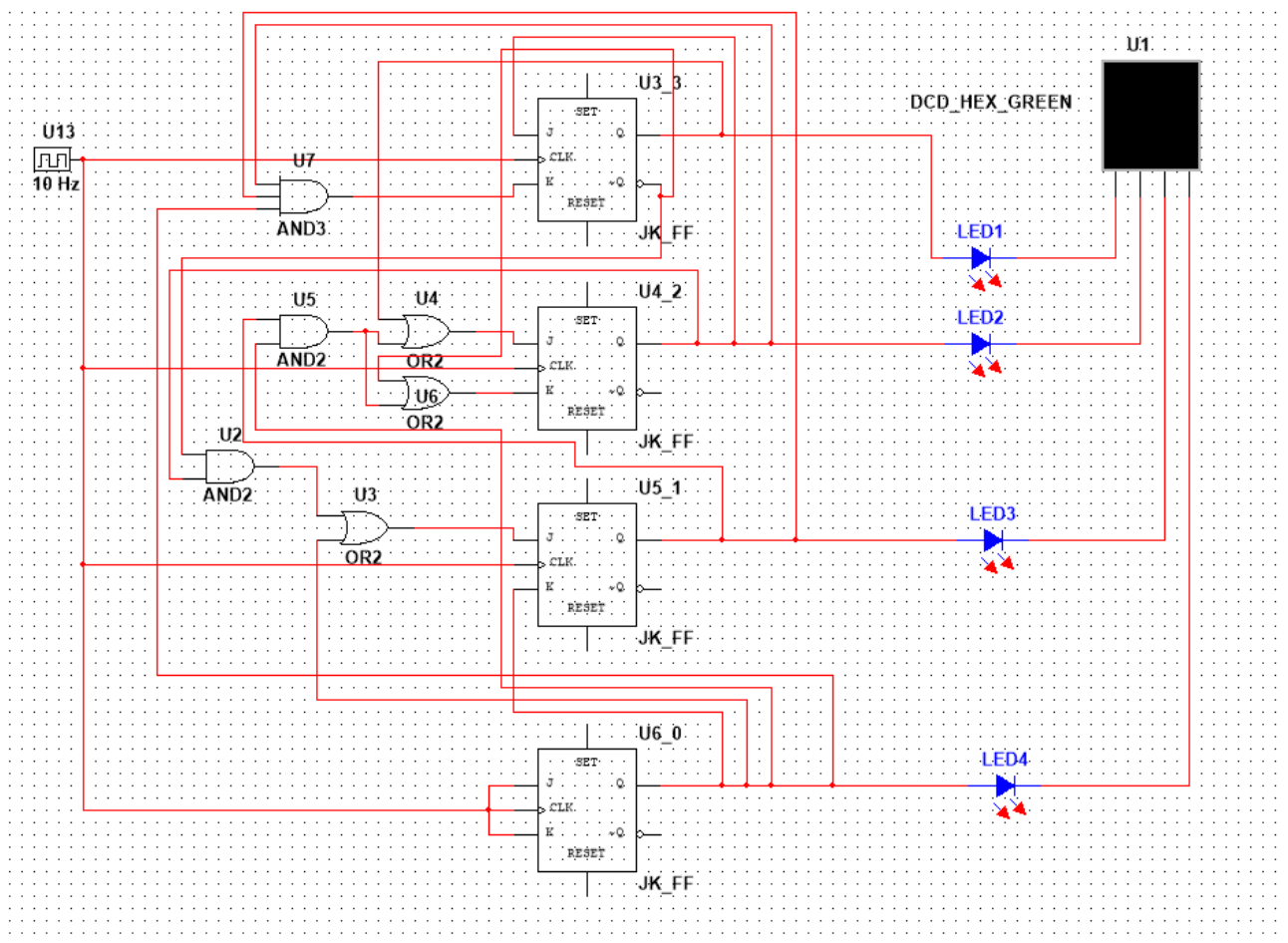


рис. 6

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

Установить счетчик в начальное состояние, подав на установочные входы R соответствующий сигнал.

Таблица счетчика (таблица 10).

Таблица 10

	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_3^*$	$Q_2^*$	$Q_1^*$	$Q_0^*$	$J_3$	$K_3$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	*	0	*	0	*	1	*
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	*	0	*	1	*	*	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	*	0	*	*	0	1	*
3	0	0	1	1	0	1	0	0	0	*	1	*	*	1	*	1
4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	*	*	0	0	*	1	*
5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	*	*	0	1	*	*	1
6	0	1	1	0	0	1	1	1	0	*	*	0	*	0	1	*
7	0	1	1	1	1	0	0	0	1	*	*	1	*	1	*	1
8	1	0	0	0	1	0	0	1	*	0	0	*	0	*	1	*
9	1	0	0	1	0	0	0	0	*	1	0	*	0	*	*	1
10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Минимизация:

Карта Карно для  $J_3 = q_2q_1q_0$  (таблица 11)

Таблица 11

$q_3q_2$	$q_1q_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0	0
01	0	0	1	0	0
11	-	-	-	-	-
10	*	*	-	-	-

Карта Карно для  $K_3 = q_0$  (таблица 12)

Таблица 12

$q_3q_2$	$q_1q_0$	00	01	11	10
00	*	*	*	*	*
01	*	*	*	*	*
11	-	-	-	-	-
10	0	1	-	-	-

Карта Карно для  $J_2 = q_1q_0$  (таблица 13)

Таблица 13

$q_3q_2$	$q_1q_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0	0
01	*	*	*	*	*
11	-	-	-	-	-
10	0	0	-	-	-

Карта Карно для  $K_2 = q_1q_0$  (таблица 14)

Таблица 14

$q_1q_0$ $q_3q_2$	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	0	0	1	0
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

Карта Карно для  $J_1 = q_3q_0$  (таблица 15)

Таблица 15

$q_1q_0$	00	01	11	10
$q_3q_2$				
00	0	1	*	*
01	0	1	*	*
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

Карта Карно для  $K_1 = q_0$  (таблица 16)

Таблица 16

$q_1q_0$	$q_3q_2$	00	01	11	10
00	*	*	1	0	
01	*	*	1	0	
11	-	-	-	-	
10	*	*	-	-	

Карта Карно для  $J_0 = 1$  (таблица 17)

Таблица 17

$q_3q_2$ $q_1q_0$	00	01	11	10
00	1	*	*	1
01	1	*	*	1
11	-	-	-	-
10	1	*	-	-

Карта Карно для  $K_0 = 1$  (таблица 18)

Таблица 18

$q_3q_2$ $q_1q_0$	00	01	11	10
00	*	1	1	*
01	*	1	1	*
11	-	-	-	-
10	*	1	-	-

Схема (рисунок 7).

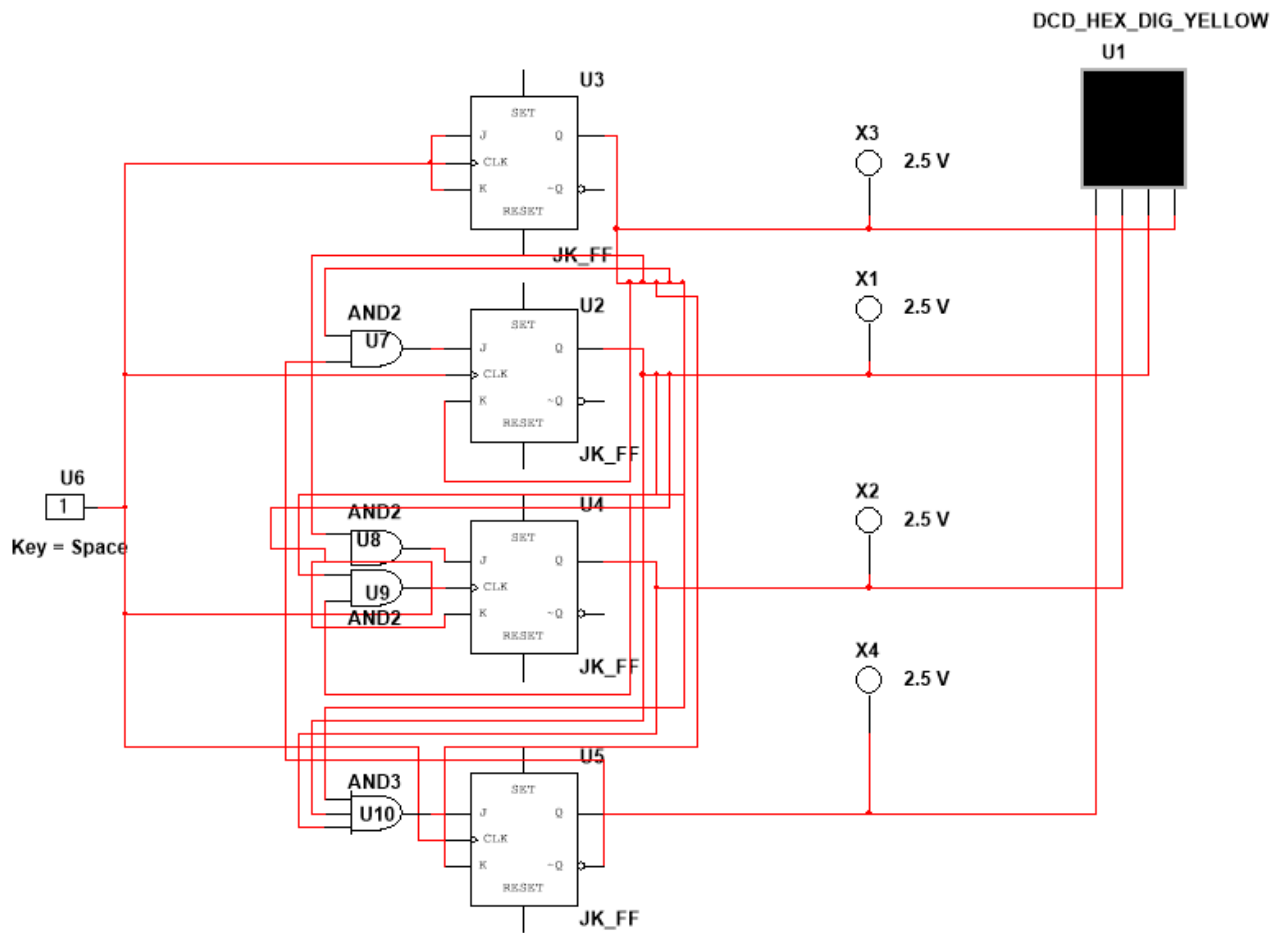


рис. 7



#### 4. Исследование четырехразрядного синхронного суммирующего счетчика с параллельным переносом.

Проверить работу счетчика:

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

Просмотреть на экране логического анализатора (осциллографа) временную диаграмму сигналов на входе и выходах счетчика, провести анализ временной диаграммы сигналов счетчика. Измерить время задержки распространения счетчика и максимальную частоту счета.

Схема от одиночных импульсов (рисунок 8).

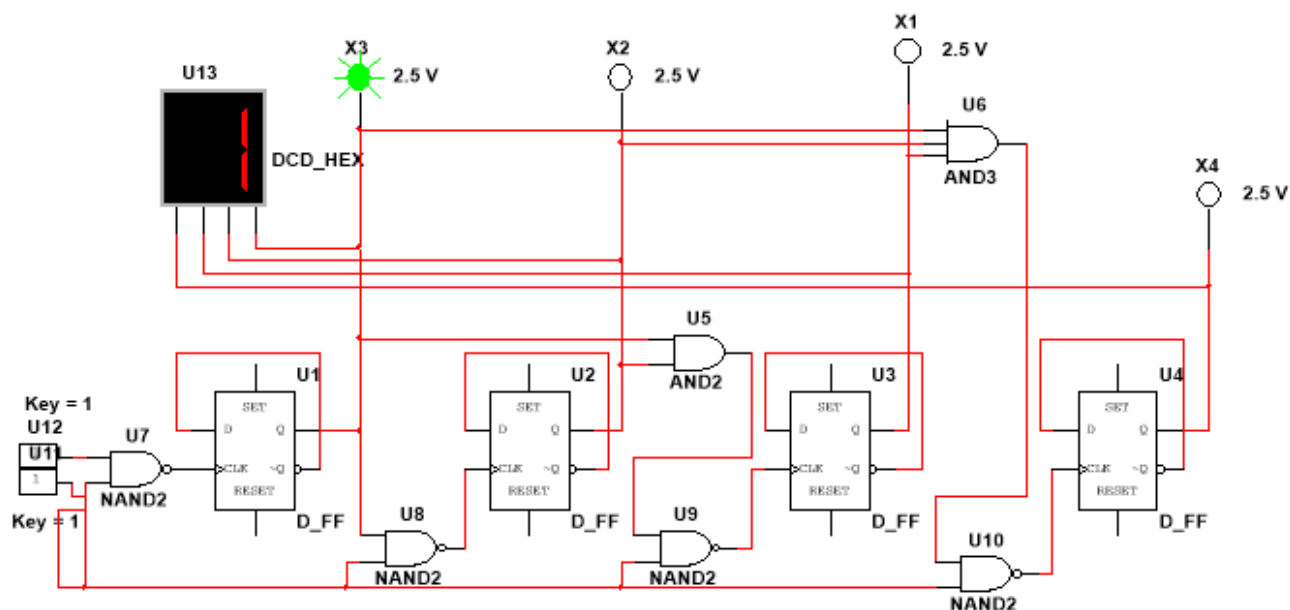


рис. 8

Схема от импульсного генератора (рисунок 9).

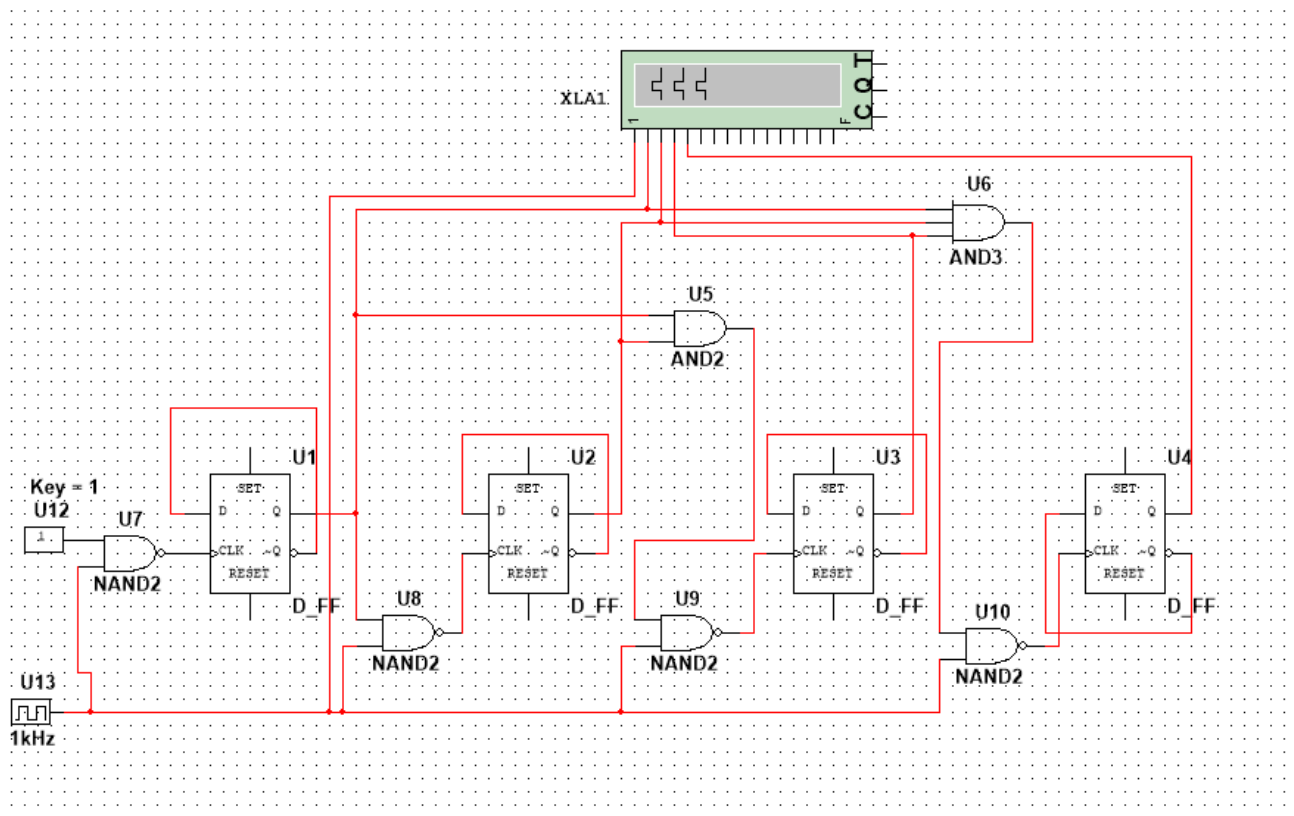


рис. 9

Временная диаграмма (рисунок 10) для схемы на рисунке 9.

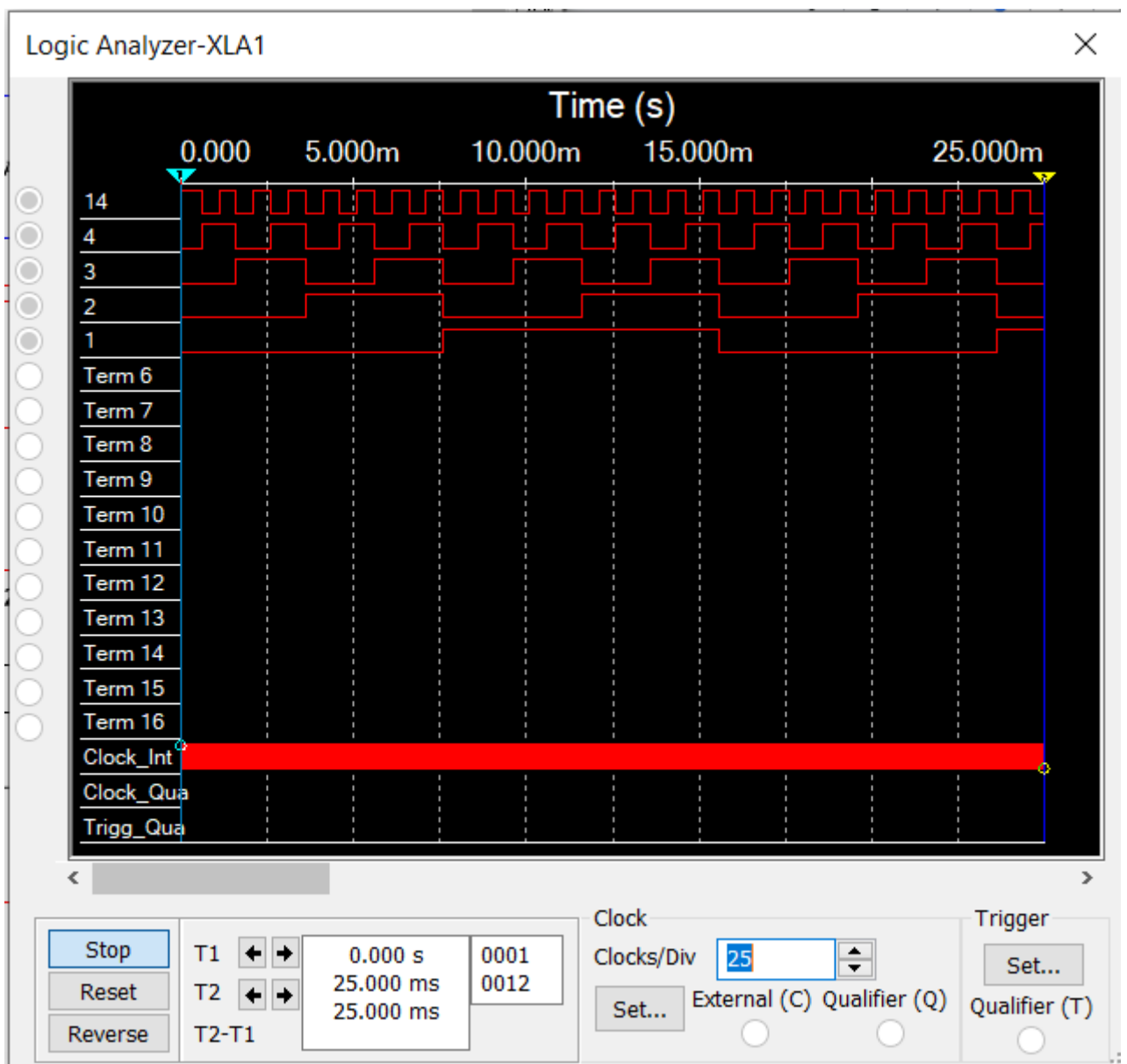


рис. 10

## 5. Исследование четырехразрядного синхронного суммирующего счетчика с параллельным переносом ИС К555ИЕ9, аналог ИС 74LS160.

ИС К555ИЕ9, аналог ИС 74LS160 изображён на рисунке 11.



рис. 11

Проверить работу счетчика:

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

Просмотреть на экране логического анализатора (осциллографа) временную диаграмму сигналов на входе и выходах счетчика, провести анализ временной диаграммы сигналов счетчика. Измерить время задержки распространения счетчика и максимальную частоту счета.

Схема от одиночных импульсов (рисунок 12).

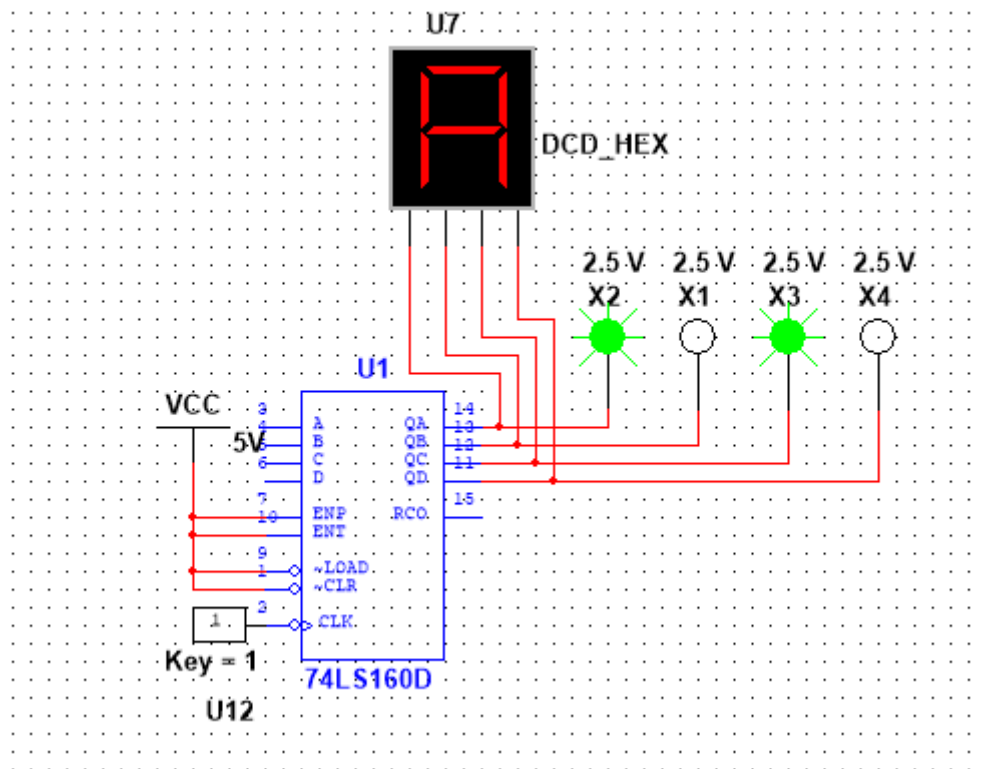


рис. 12

Схема от импульсного генератора (рисунок 13).

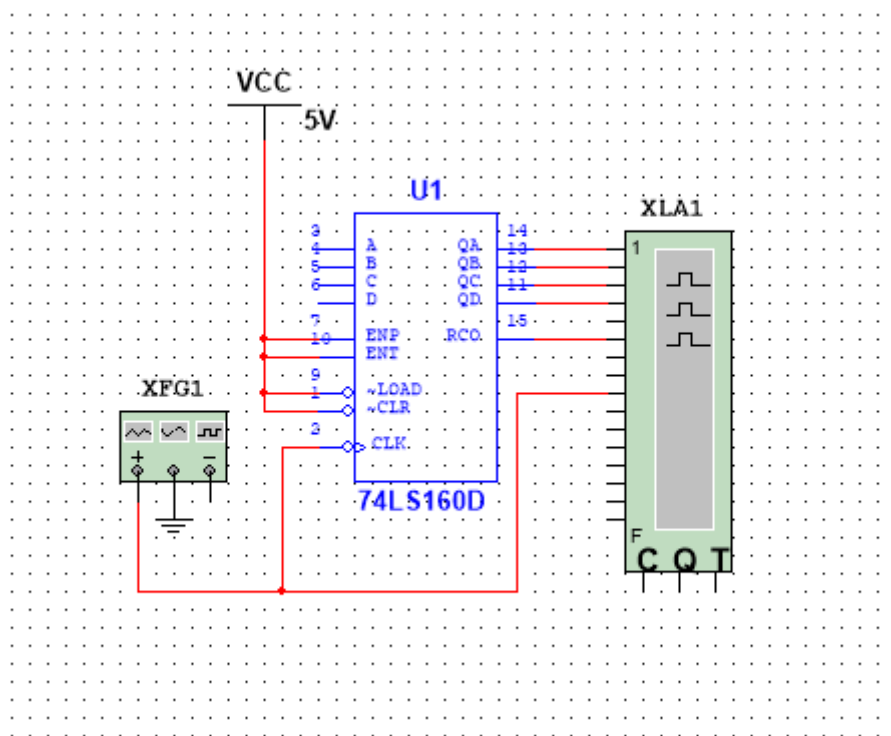


рис. 13

Временная диаграмма (рисунок 14) для схемы на рисунке 13.

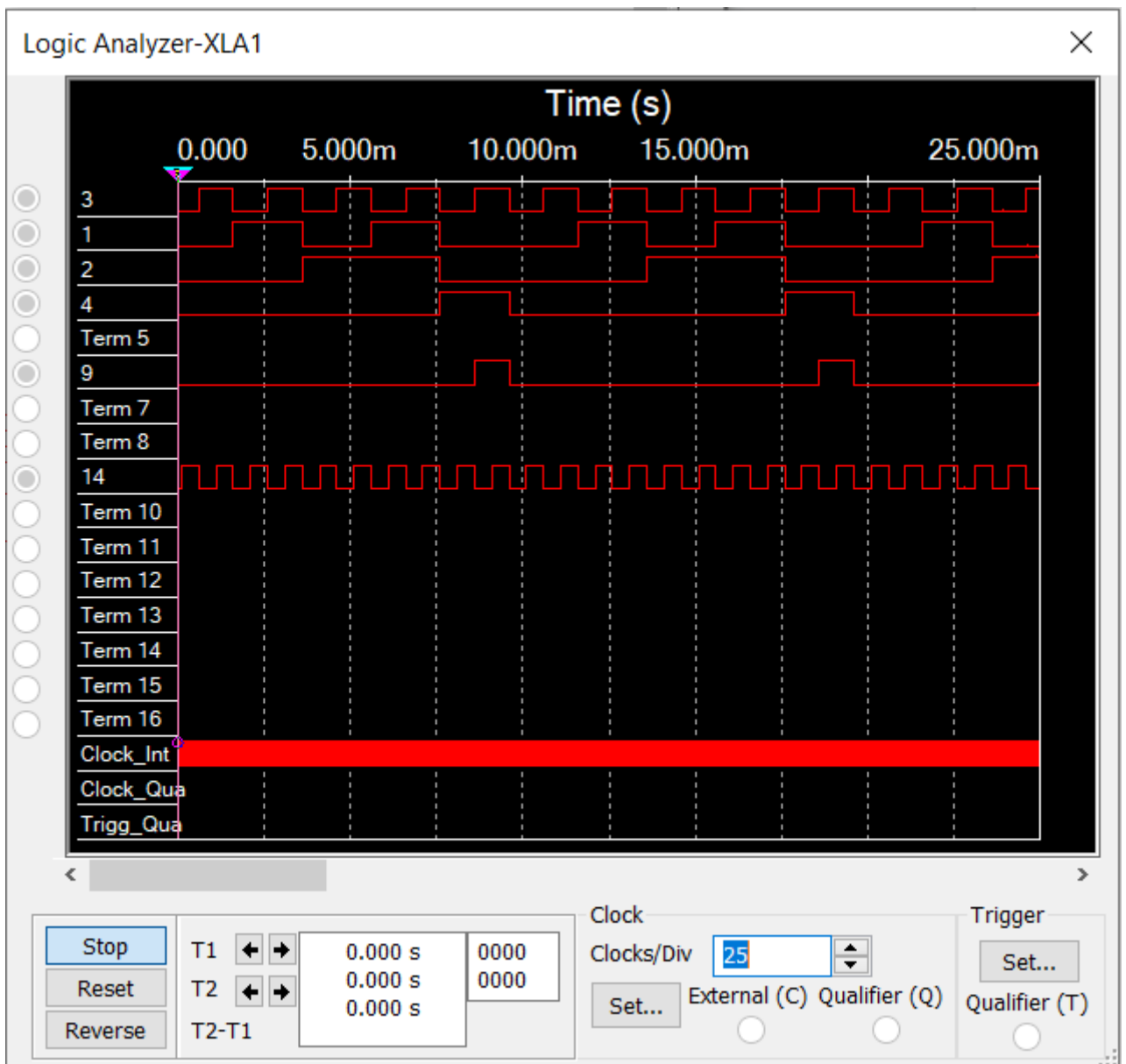


рис.14

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

Последовательный перенос между секциями - рисунок 15.

Структура “быстрого” счета - рисунок 16.

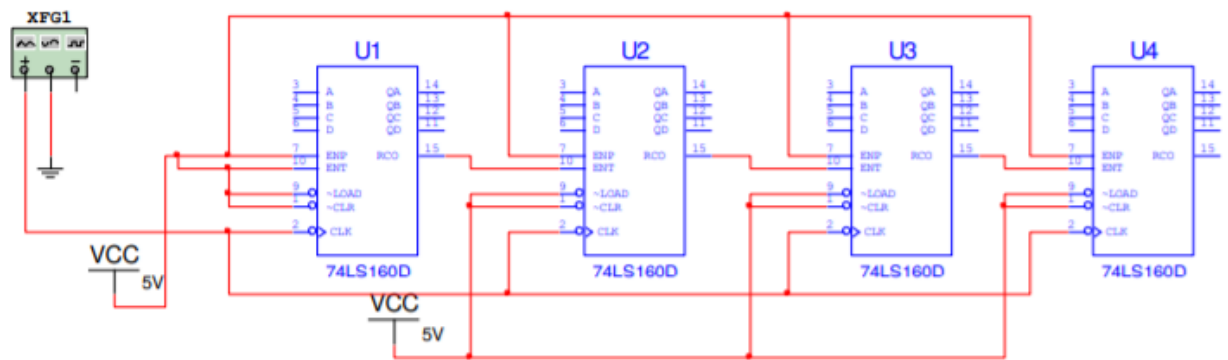


рис. 15

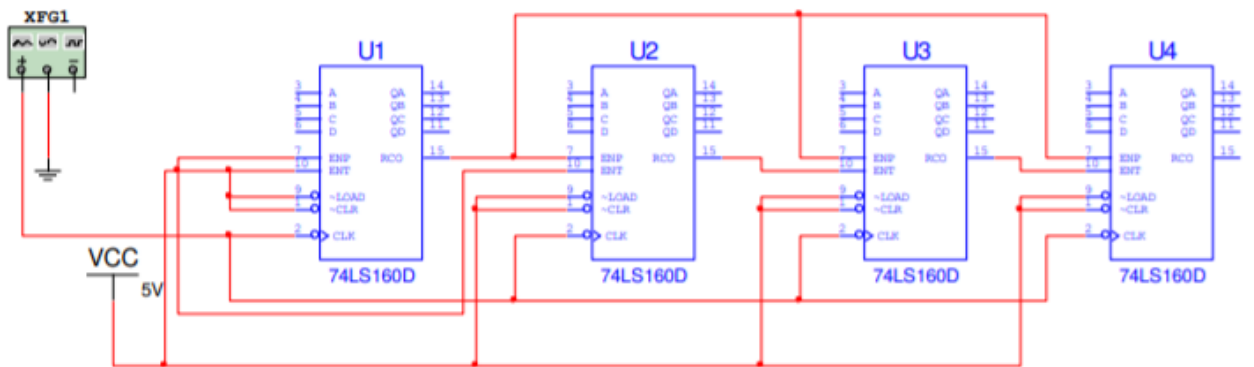


рис. 16

Схема наращивания разрядности счетчиков по структуре “быстрого” переноса (рисунок 17).

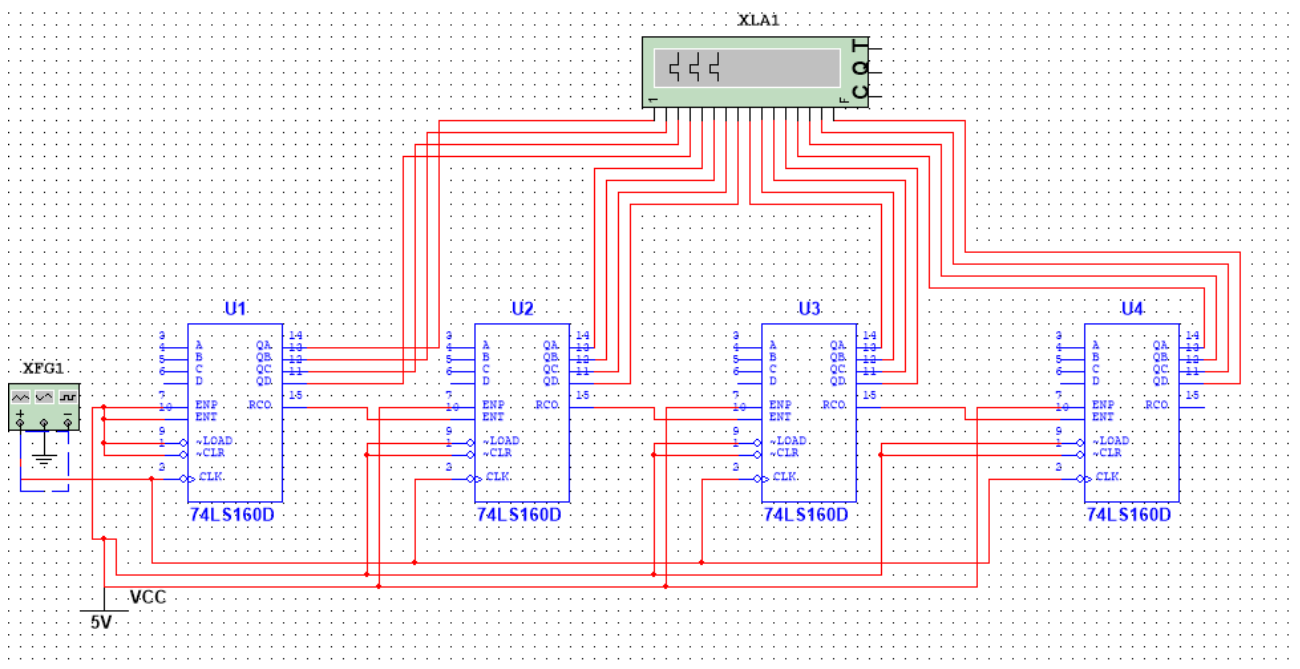


рис. 17

Временная диаграмма (рисунок 18) для схемы на рисунке 17.

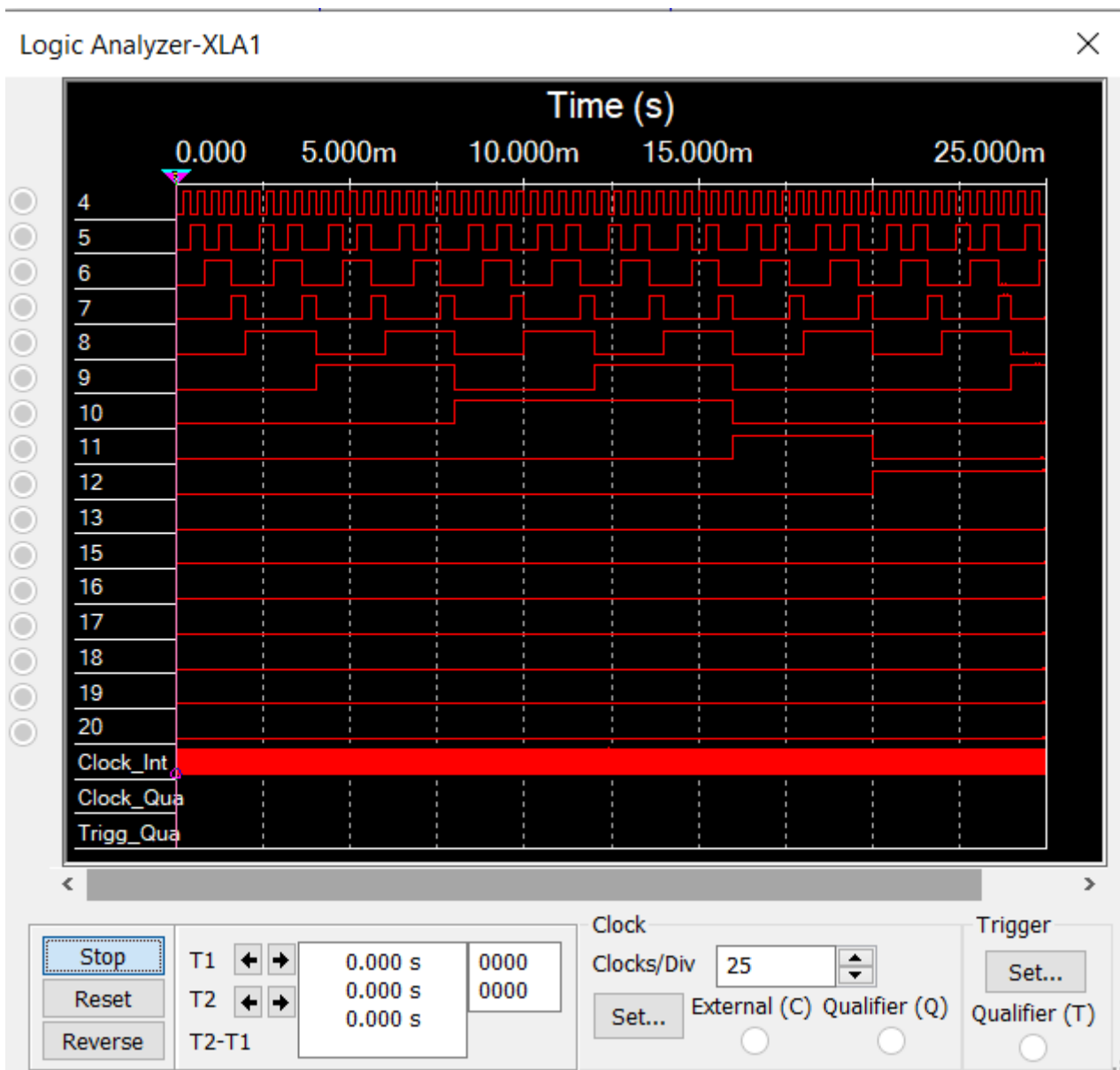


рис. 18



## **Вывод**

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены принципы построения счетчиков, способы наращивания разрядности синхронных счетчиков; методы синтеза синхронных счетчиков. Также была получена экспериментальная оценка динамических параметров счетчиков.