



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)

---

Дисциплина «Архитектура ЭВМ»

Лабораторная работа №4

по теме:

«Исследование синхронных счетчиков»

Работу выполнил:

студент группы ИУ7-43Б

Сукочева А.

Работу проверил:

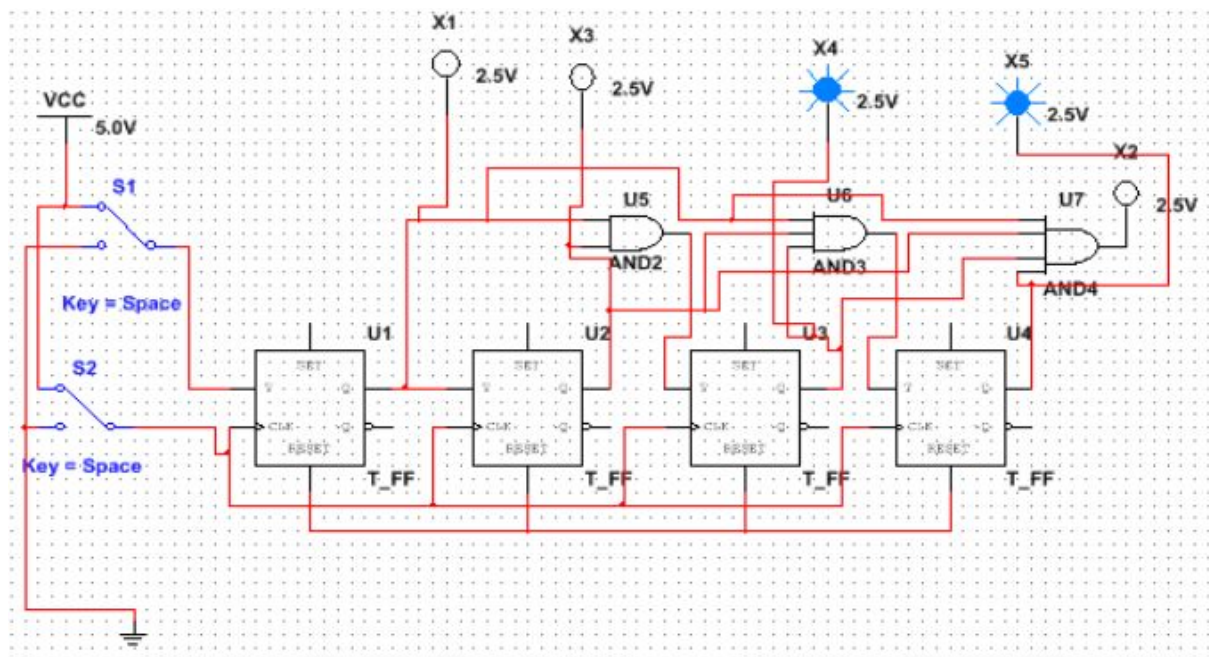
Попов А. Ю.

2020 г

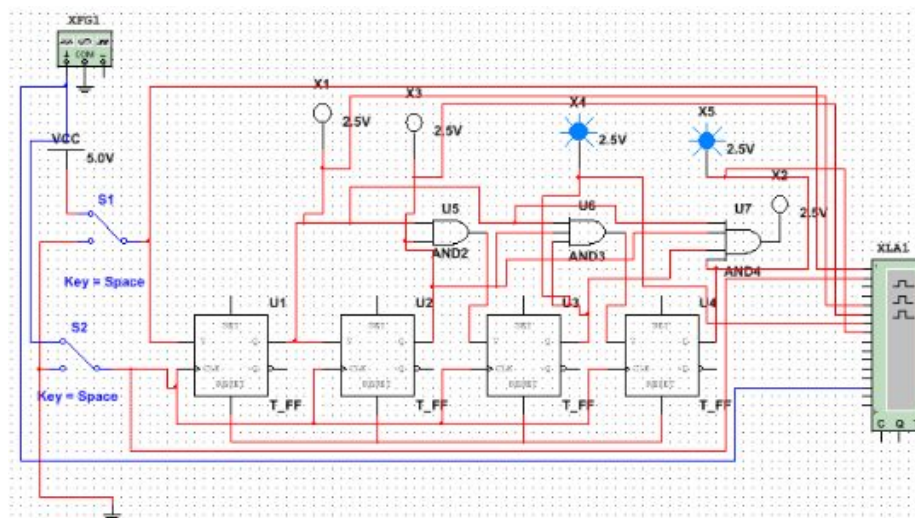
**Цель работы** – изучение принципов построения счетчиков, овладение методом синтеза синхронных счетчиков, экспериментальная оценка динамических параметров счетчиков, изучение способов наращивания разрядности синхронных счетчиков.

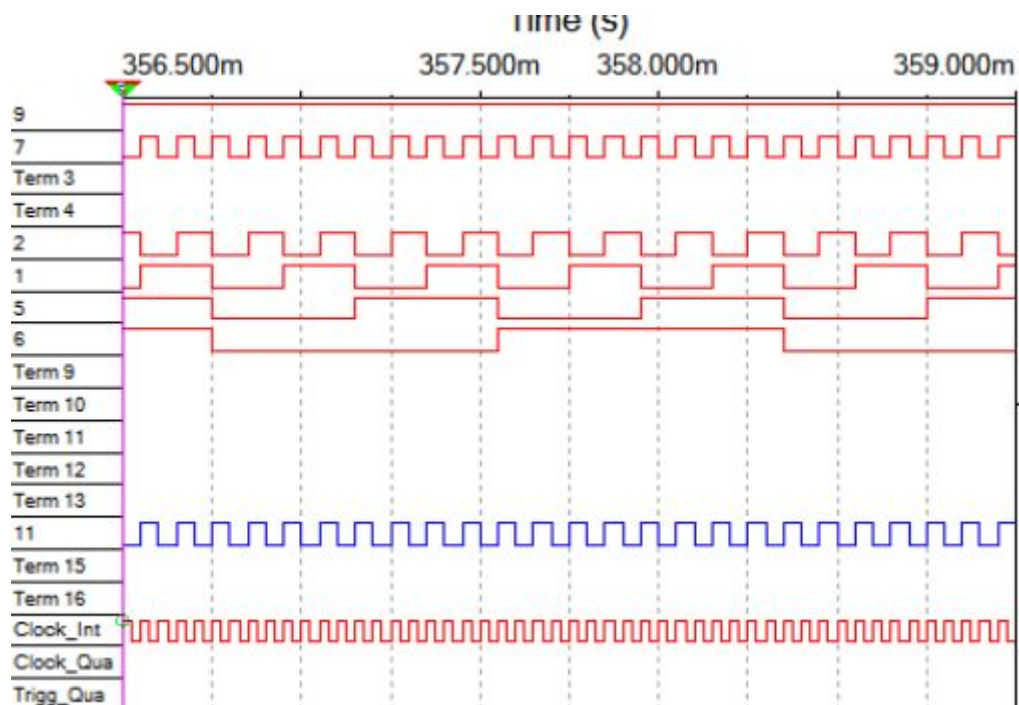
Исследование четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом на Т-триггерах.

Схема четырёхразрядного счётчика на Т-триггерах:



Вывод: При каждом замыкании- размыкании счетчик увеличивается на один.  
Схема с импульсным генератором и логическим анализатором сигналов





Вывод: На выходе получаем сигналы равные числам от 0 до 15. Комбинируя разное кол-во триггеров, можно получать счётчики разной разрядности.

Синтезировать двоично-десятичный счётчик с заданной последовательностью состояний. Начертить схему счётчика на элементах интегрального базиса (И-НЕ; И, ИЛИ, НЕ), синхронных JK-триггерах

#### Вариант №23

Последовательность состояний счётчика:

(0,1,2,3,6,7,9,10,11,14)

(Я привела в таблице только те состояния счётчика, которые даны мне по варианту)

q3	q2	q1	q0	q3 *	q2 *	q1 *	q0 *	j3	k3	j2	k2	j1	k1	j0	k0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	a	0	a	0	a	1	a
0	0	0	1	0	0	1	0	0	a	0	a	1	a	a	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	a	0	a	a	0	1	a
0	0	1	1	0	1	1	0	0	a	1	a	a	0	a	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	a	a	0	a	0	1	a
0	1	1	1	1	0	0	1	1	a	a	1	a	1	a	0

1	0	0	1	1	0	1	0	a	0	0	a	1	a	a	1
1	0	1	0	1	0	1	1	a	0	0	a	a	0	1	a
1	0	1	1	1	1	1	0	a	0	1	a	a	0	a	1
1	1	1	0	0	0	0	0	a	1	a	1	a	1	0	a

Постройка счётчика с помощью карт Карно

Для J3:

q1,q0\q3q2	00	01	11	10
00	0	-	-	-
01	0	-	-	a
11	0	1	-	a
10	0	0	a	a

Функция:  $Q0 * Q2$

Для K3:

q1,q0\q3q2	00	01	11	10
00	a	-	-	-
01	a	-	-	0
11	a	a	-	0
10	a	a	1	0

Функция:  $Q2$

Для J2

q1,q0\q3q2	00	01	11	10
00	0	-	-	-
01	0	-	-	0
11	1	a	-	1
10	0	a	a	0

Функция:  $Q_0 * Q_1$

Для K2:

$q_1, q_0 \backslash q_3 q_2$	00	01	11	10
00	a	-	-	-
01	a	-	-	a
11	a	1	-	a
10	a	0	1	a

Функция:  $Q_3 * Q_2 + Q_0$

Для J1:

$q_1, q_0 \backslash q_3 q_2$	00	01	11	10
00	0	-	-	-
01	1	-	-	1
11	a	a	-	a
10	a	a	a	a

Функция:  $Q_0$

Для K1:

$q_1, q_0 \backslash q_3 q_2$	00	01	11	10
00	a	-	-	-
01	a	-	-	a
11	0	1	-	0
10	0	0	1	0

Функция:  $Q_0 * Q_2 + Q_2 * Q_3$

Для J0:

$q_1, q_0 \backslash q_3 q_2$	00	01	11	10
-------------------------------	----	----	----	----

00	1	-	-	-
01	a	-	-	a
11	a	a	-	a
10	1	1	0	1

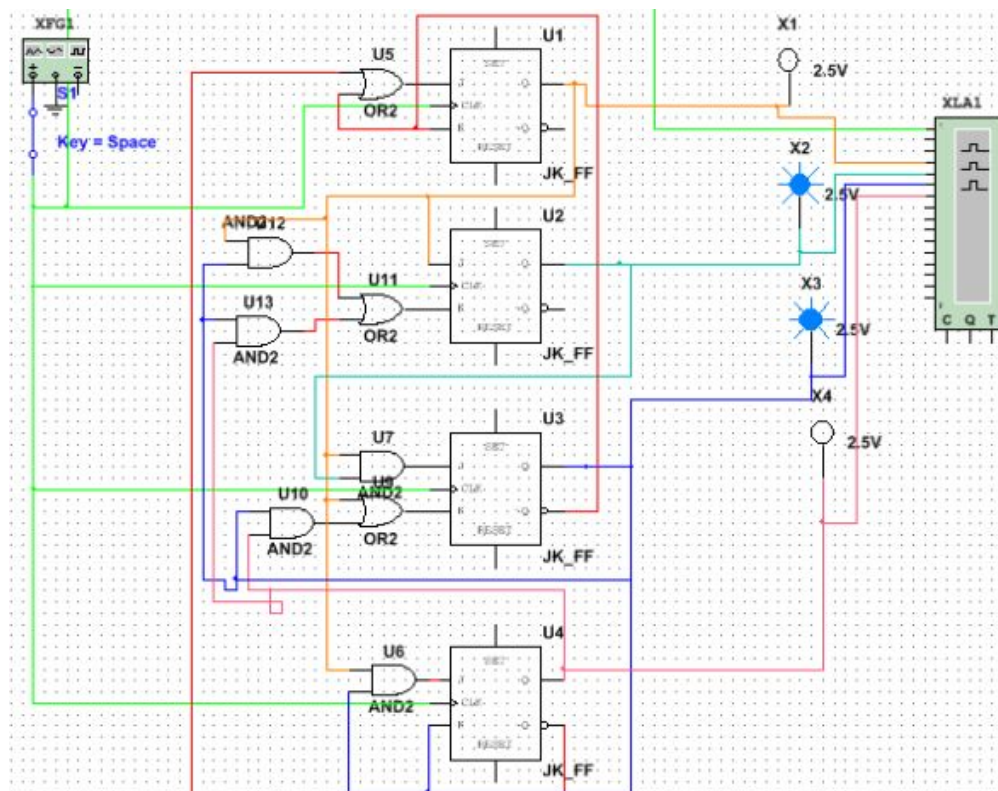
Функция:  $-Q3 + (-Q2)$

Для K0:

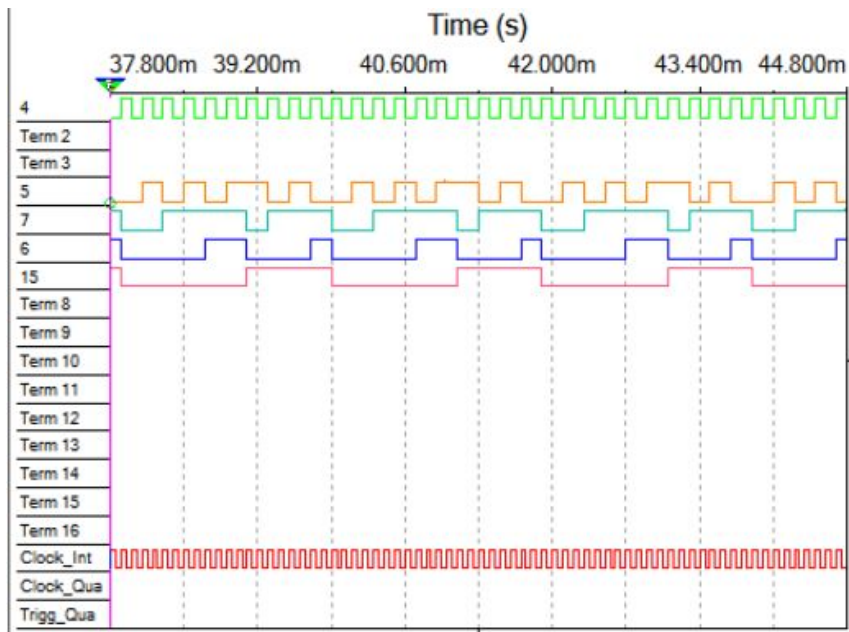
q1,q0\q3q2	00	01	11	10
00	a	-	-	-
01	1	-	-	1
11	1	0	-	1
10	a	a	a	a

Функция:  $-Q2$

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

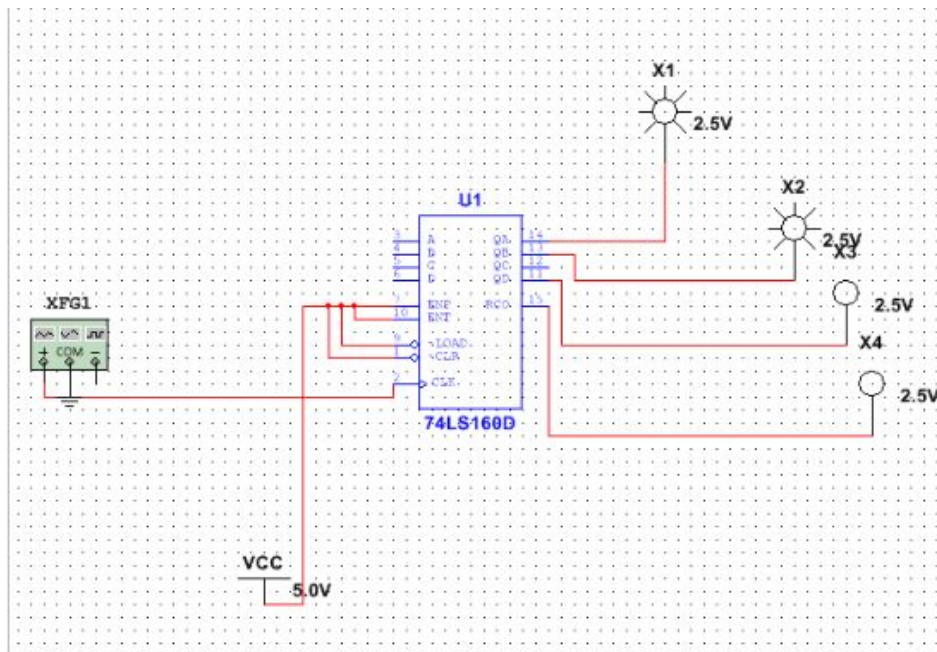




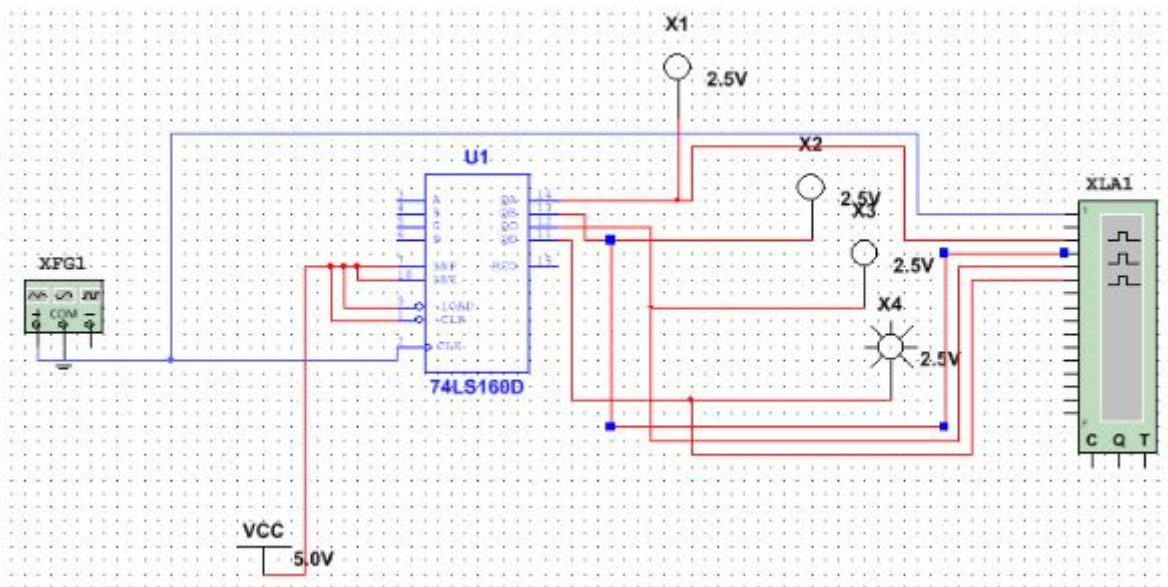


Исследование четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом ИС К555ИЕ9, аналог ИС 74LS160 (рис.4). Проверить работу счётчика

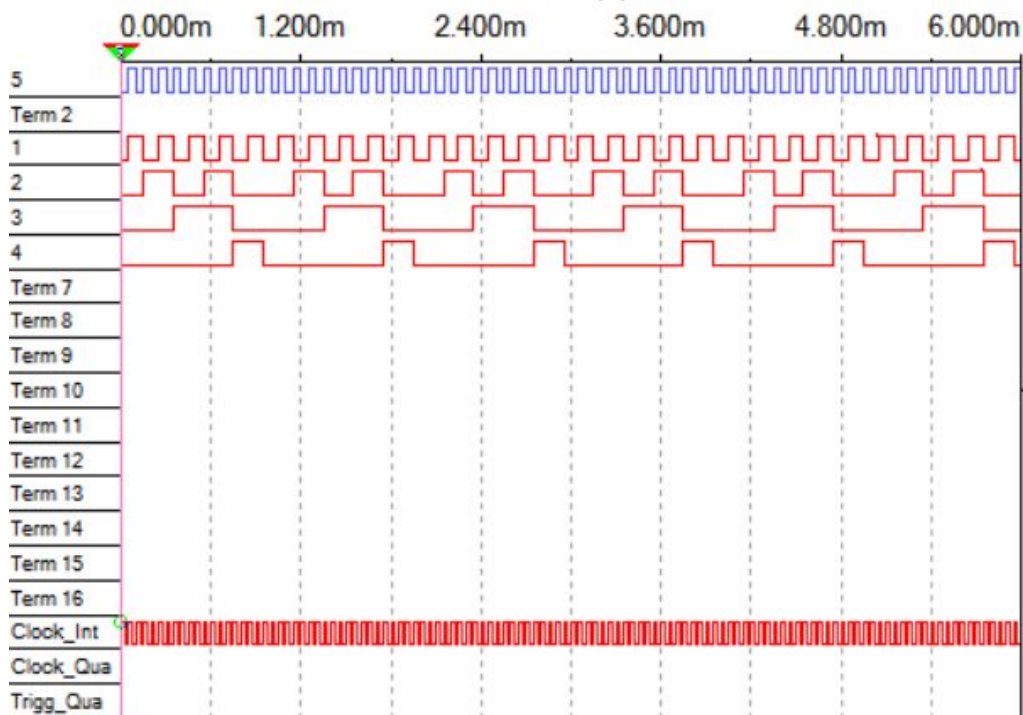
- от одиночных импульсов, подключив к прямым выходам разрядов световые индикаторы,



- от импульсов генератора

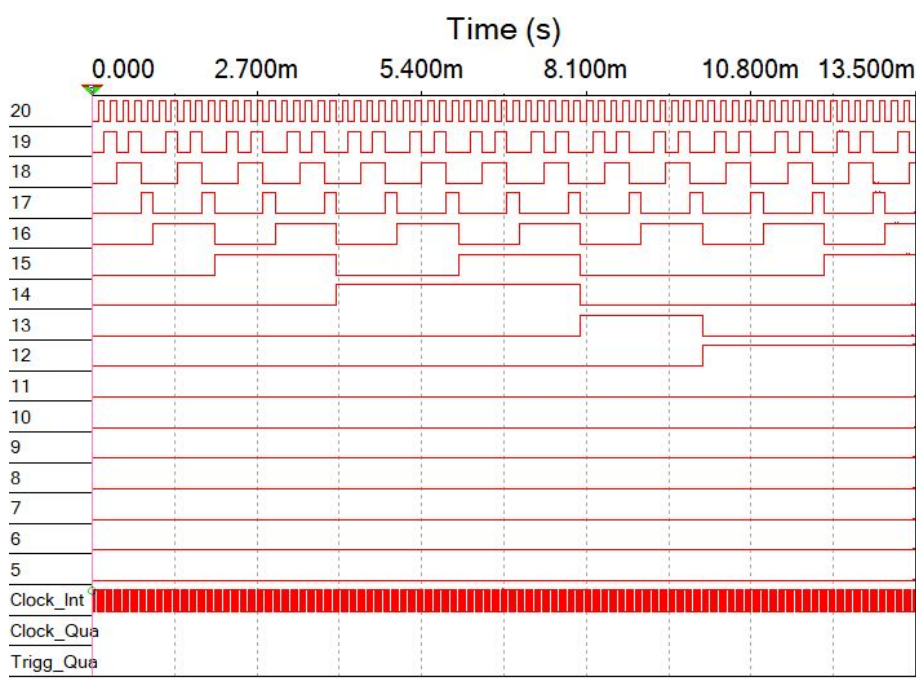
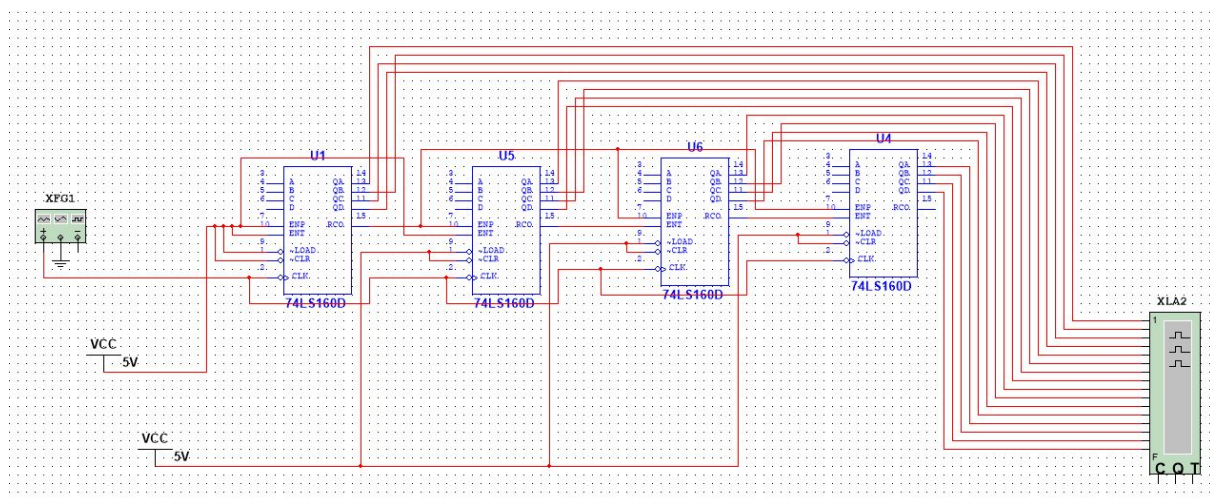


Просмотреть на экране логического анализатора (осциллографа) временную диаграмму сигналов на входе и выходах счетчика



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





### Контрольные вопросы

8. Что называется счётчиком?

Счетчик - операционный узел ЭВМ, предназначенный для выполнения счета, кодирования в определенной системе счисления и хранения числа сигналов импульсного типа, поступающих на его счетный вход. Кроме микроопераций счета, счетчики могут выполнять микрооперации установки произвольного состояния (запись числа параллельным кодом) и установки в нулевое или начальное состояние

9. Что называется коэффициентом пересчёта?

Модуль счета или коэффициент пересчета пересчетной схемы – это число входных сигналов, которое возвращает пересчетную схему в начальное

состояние, в качестве которого может быть принято любое ее состояние.

Модуль счета равен  $M = q^n$ , где  $q$  - основание системы счисления,  $n$  - число разрядов счетчика в системе счисления с основанием  $q$ .

10. Перечислить основные классификационные признаки счётчиков.

По значению модуля счета различают двоичные  $M = 2^n$ , ( $n$  - количество двоичных разрядов), двоично-кодированные (например, двоично-десятичные) счетчики, счетчики с одинарным кодированием, когда состояние представлено местом расположения единственной единицы и др. По направлению счета счетчики делят на суммирующие, вычитающие, реверсивные. Суммирующие счетчики выполняют 25 микрооперацию типа  $CT: = CT + 1$ , вычитающие -  $CT: = CT - 1$ . Реверсивные счетчики выполняют обе микрооперации. По способу организации межразрядных связей различают счетчики с последовательным, сквозным, параллельным и групповым переносами. По порядку изменения состояний различают счетчики с естественным порядком счета и с произвольным порядком

счета (пересчетные схемы). По способу управления переключением триггеров во время счета сигналов счетчики разделяют на синхронные и асинхронные. В асинхронных счетчиках триггер каждого данного разряда переключается входными сигналами счета, или выходными сигналами триггеров других разрядов, или комбинацией этих сигналов. Переключение триггеров происходит последовательно во времени. В синхронных счетчиках триггеры осуществляют

переходы из одного состояния в другое в соответствии со значениями сигналов на информационных входах в момент прихода синхронизирующего (тактового) сигнала. Сигналы счета являются синхронизирующими сигналами. Таким образом, при изменении состояния синхронного счётчика переключение триггеров всех разрядов происходит одновременно, последовательно во времени, а в асинхронном счётчике этот процесс протекает во всех разрядах последовательно во времени

11. Указать основные параметры счётчиков. Статические параметры счетчика  $U_0$  вх,  $U_1$  вх,  $U_0$  вых,  $U_1$  вых,  $I_0$  вх,  $I_1$  вх,  $K$  раз и другие определяются аналогичными параметрами логических и запоминающих элементов, на которых он реализован. Динамические параметры. Динамические свойства счетчиков характеризуются большим числом параметров, из которых отметим следующие:

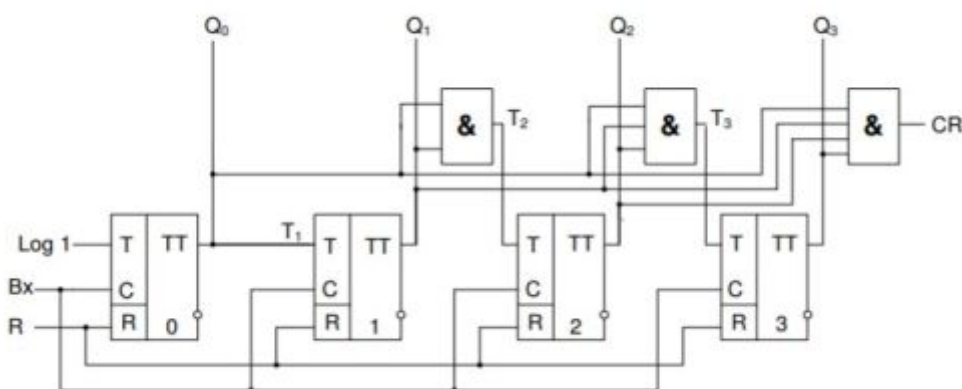
- максимальная частота счета,
- времена задержек распространения тактов: счетный вход - выход  $Q_i$ , счетный вход - выход переноса (заёма), вход параллельной записи - выход  $Q_i$ , вход  $R$  - выход  $Q_i$ .
- минимальные длительности импульсов счета, установки в 0, параллельной записи

12. Что такое время установки кода счётчика?

Время установки кода счётчика – это временной интервал между началом подачи на вход счетного импульса и моментом установления кода в счетчике, т. е. моментом окончания самого длительного переходного процесса в счетчике.

13. Объяснить работу синхронного счётчика с параллельным переносом, оценить его быстродействие. В синхронном двоичном суммирующем счетчике с параллельным переносом, построенном на JK-триггерах, функции возбуждения (они же функции переносов) формируются независимо друг от друга одновременно, т.е. параллельно:  $J_0=K_0=1$ ,  $J_1=K_1=Q_0$ ,  $J_2=K_2=Q_0Q_1$ ,  $J_3=K_3=Q_0Q_1Q_2, \dots$ ,  $J_i=K_i=Q_0Q_1Q_2 \dots Q_{i-1}$ .

Поскольку функции возбуждения  $J_i=K_i$ ,  $i=0,1,2,\dots,n$ ,  $n$ -число разрядов счетчика, то JK-триггеры работают в счетном режиме, т.е. являются синхронными Т-триггерами



Быстродействие синхронного счетчика значительно выше, из-за того, что триггеры переключаются одновременно и сигналы на JK входы попадут через интервал  $T_{з.р} \text{ счётчика} = T_{з.р} \text{ триггера} + T_{з.р} \text{ элемента И}$ , ( $T_{з.р}$  – задержка распространения), который не зависит от числа триггеров. 14. Объяснить методику синтеза синхронных счётчиков на двухступенчатых JK- и D-триггерах. Сигналы с выходов триггеров поступают на входы комбинационной схемы, которая преобразует поступившую информацию. Сигналы с выходов комбинационной схемы подаются на логические входы триггеров.

Преобразованная информация не воспринимается триггерами до тех пор, пока на синхронизирующие входы триггеров не поступит считаемый сигнал.

Информация, находящаяся на входах каждого триггера, так сформирована комбинационной схемой, чтобы с приходом очередного считаемого сигнала осуществить переход счетчика из текущего состояния в следующее. Так же нужны соответствующие матрицы перехода триггеров, чтобы в дальнейшем составить функции возбуждения триггеров счётчика. Затем функцию можно минимизировать с помощью карт Карно.