



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 ИУ7-43Б
(Группа)

Р.Р. Хамзина
(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

Преподаватель

А.Ю. Попов
(Подпись, дата) (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.

Ход работы:

Счетчик - операционный узел ЭВМ, предназначенный для выполнения счета, кодирования в определенной системе счисления и хранения числа сигналов импульсного типа, поступающих на его счетный вход.

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

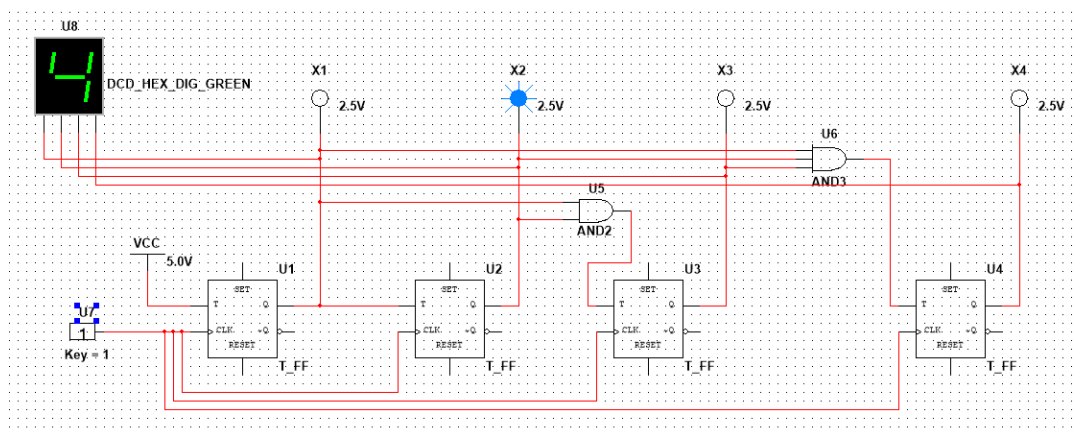


Рис. 1 – Схема четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом на Т-триггерах, работающего от одиночных импульсов

- от импульсов генератора

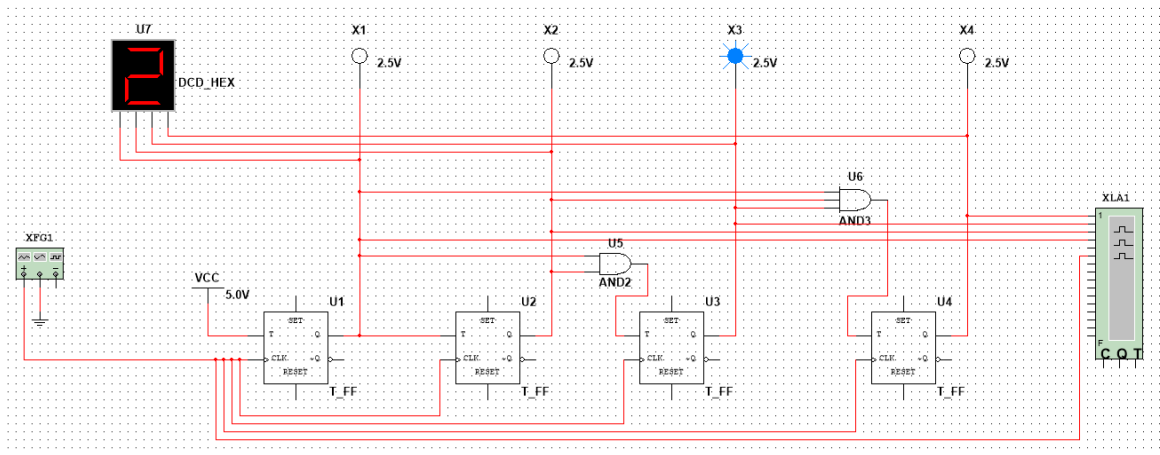


Рис. 2 – Схема четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом на Т-триггерах, работающего от импульсов генератора

Просмотреть на экране логического анализатора (осциллографа) временную диаграмму сигналов на входе и выходах счетчика, провести анализ временной диаграммы сигналов счетчика:

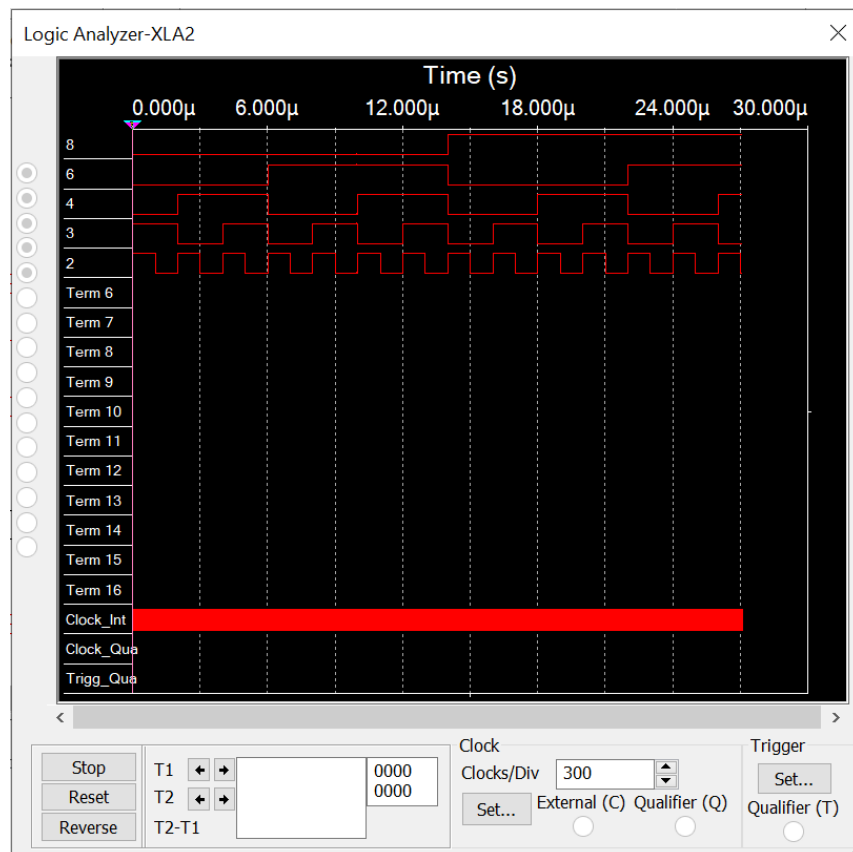


Рис. 3 – Временная диаграмма сигналов суммирующего счётчика с параллельным переносом на Т-триггерах

2. Синтезировать двоично-десятичный счётчик с заданной последовательностью состояний. Десятичными числами обозначены номера двоичных наборов, изображающие десятичные цифры и определяющие состояние счётчика.

Для варианта № 19 : (0,1,3,4,5,8,9,11,12,13).

Составляем обобщенную таблицу функционирования счетчика:

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	1	0	α	0	α	0	α	1	α
0	0	0	1	0	0	1	1	0	α	0	α	1	α	α	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	1	0	1	0	0	0	α	1	α	α	1	α	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	α	α	0	0	α	1	α
0	1	0	1	1	0	0	0	1	α	α	1	0	α	α	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	0	1	0	0	1	α	0	0	α	0	α	1	α
1	0	0	1	1	0	1	1	α	0	0	α	1	α	α	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0	1	1	1	1	0	0	α	0	1	α	α	1	α	1
1	1	0	0	1	1	0	1	α	0	α	0	0	α	1	α
1	1	0	1	0	0	0	0	α	1	α	1	0	α	α	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 1 - Обобщенная таблица функционирования счетчика с последовательностью состояний (0,1,3,4,5,8,9,11,12,13)

При помощи минимизации получим функции возбуждения JK-триггеров счетчиков:

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

Таблица 2 – Карта Карно для J₃

$$J_3 = Q_2Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	α	α	α	-
01	α	α	-	-
11	0	1	-	-
10	0	0	0	-

Таблица 3 – Карта Карно для K_3

$$K_3 = Q_2Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	-
01	α	α	-	-
11	α	α	-	-
10	0	0	1	-

Таблица 4 – Карта Карно для J_2

$$J_2 = Q_1$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	α	α	α	-
01	0	1	-	-
11	0	1	-	-
10	α	α	α	-

Таблица 5 – Карта Карно для K_2

$$K_2 = Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	1	α	-
01	0	0	-	-
11	0	0	-	-
10	0	1	α	-

Таблица 6 – Карта Карно для J_1

$$J_1 = \sim Q_2Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	α	α	1	-
01	α	α	-	-
11	α	α	-	-
10	α	α	1	-

Таблица 7 – Карта Карно для K_1

$$K_1 = 1$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	1	α	α	-
01	1	α	-	-
11	1	α	-	-
10	1	α	α	-

Таблица 8 – Карта Карно для J_0

$$J_0 = 1$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	α	0	1	-
01	α	1	-	-
11	α	1	-	-
10	α	0	1	-

Таблица 9 – Карта Карно для K_0

$$K_0 = Q_2 \vee Q_1$$

Начертить схему счётчика на элементах интегрального базиса (И-НЕ; И, ИЛИ, НЕ), синхронных JK-триггерах.

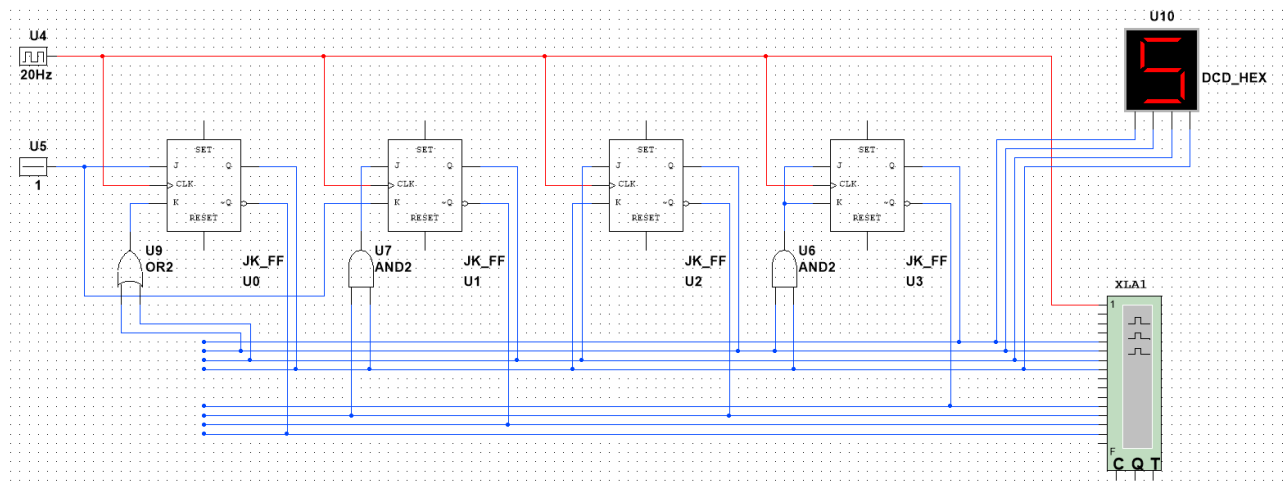


Рис. 4 – Схема счетчика на элементах И, ИЛИ и синхронных JK-триггерах с последовательностью состояний (0,1,3,4,5,8,9,11,12,13)

3. Собрать десятичный счётчик, используя элементную базу приложения Multisim или учебного макета. Установить счётчик в начальное состояние, подав на установочные входы R соответствующий сигнал.

Составляем обобщенную таблицу функционирования счетчика:

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	1	0	α	0	α	0	α	1	α
0	0	0	1	0	0	1	0	0	α	0	α	1	α	α	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	α	0	α	α	0	1	α
0	0	1	1	0	1	0	0	0	α	1	α	α	1	α	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	α	α	0	0	α	1	α
0	1	0	1	1	0	1	0	0	α	α	0	1	α	α	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	α	α	0	α	0	1	α
0	1	1	1	1	0	0	0	1	α	α	1	α	1	α	1
1	0	0	0	1	0	0	1	α	0	0	α	0	α	1	α
1	0	0	1	0	0	0	0	α	1	0	α	0	α	α	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 10 - Обобщенная таблица функционирования счетчика с последовательностью состояний (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)

При помощи минимизации получим функции возбуждения JK-триггеров счетчиков:

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	-	-	-	-
10	α	α	-	-

Таблица 11 – Карта Карно для J_3

$$J_3 = Q_2Q_1Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	α	α	α	α
01	α	α	α	α
11	-	-	-	-
10	0	1	-	-

Таблица 12 – Карта Карно для K_3

$$K_3 = Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	α	α	α	α
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

Таблица 13 – Карта Карно для J_2

$$J_2 = Q_1Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	α	α	α	α
01	0	0	1	0
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

Таблица 14 – Карта Карно для K_2

$$K_2 = Q_1Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	1	α	α
01	0	1	α	α
11	-	-	-	-
10	0	0	-	-

Таблица 15 – Карта Карно для J_1

$$J_1 = \sim Q_3 Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	α	α	1	0
01	α	α	1	0
11	-	-	-	-
10	α	α	-	-

Таблица 16 – Карта Карно для K_1

$$K_1 = Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	1	α	α	1
01	1	α	α	1
11	-	-	-	-
10	1	α	-	-

Таблица 17 – Карта Карно для J_0

$$J_0 = 1$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	α	1	1	α
01	α	1	1	α
11	-	-	-	-
10	α	1	-	-

Таблица 18 – Карта Карно для K_0

$$K_0 = 1$$

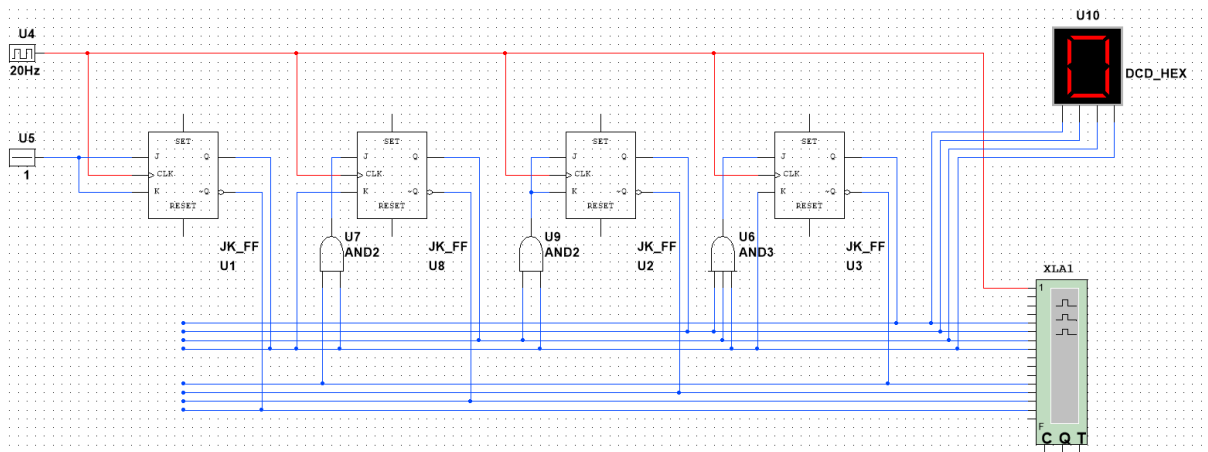


Рис. 5 – Схема счетчика на элементах И, ИЛИ и синхронных JK-триггерах с последовательностью состояний (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)

4. Исследование четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом. Проверить работу счётчика

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

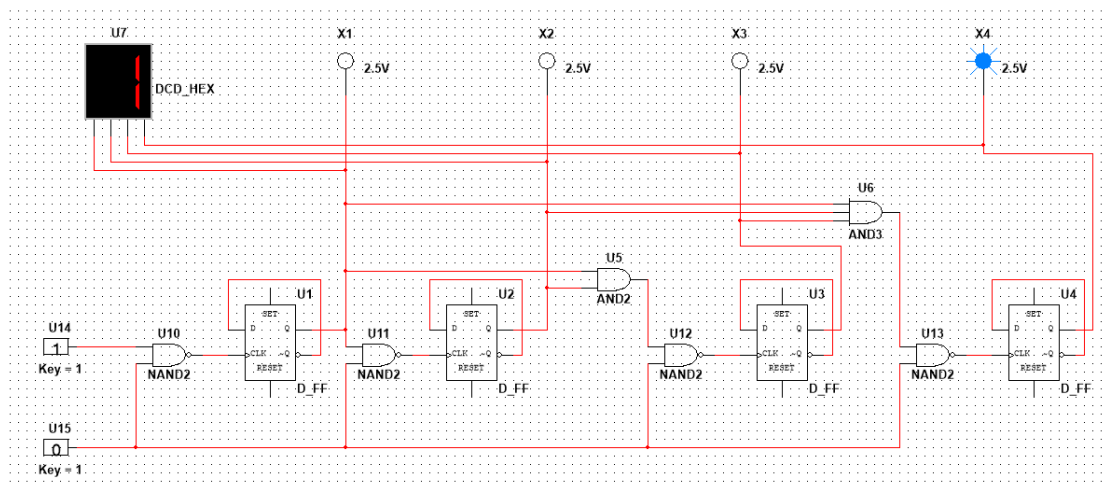


Рис. 6 – Схема четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом, работающего от одиночных импульсов

- от импульсов генератора

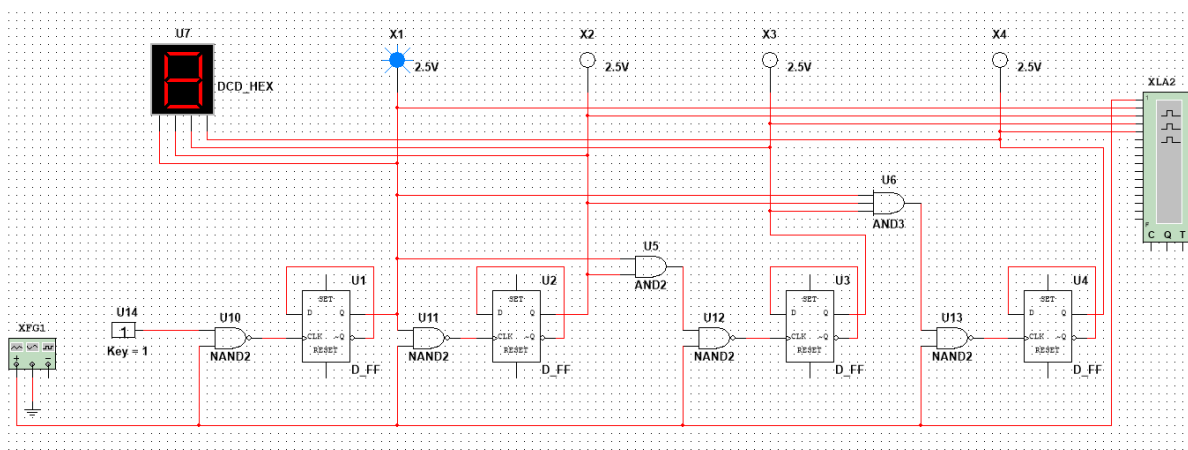


Рис. 7 - Схема четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом, работающего от импульсов генератора

Просмотреть на экране логического анализатора (осциллографа) временную диаграмму сигналов на входе и выходах счетчика, провести анализ временной диаграммы сигналов счетчика.

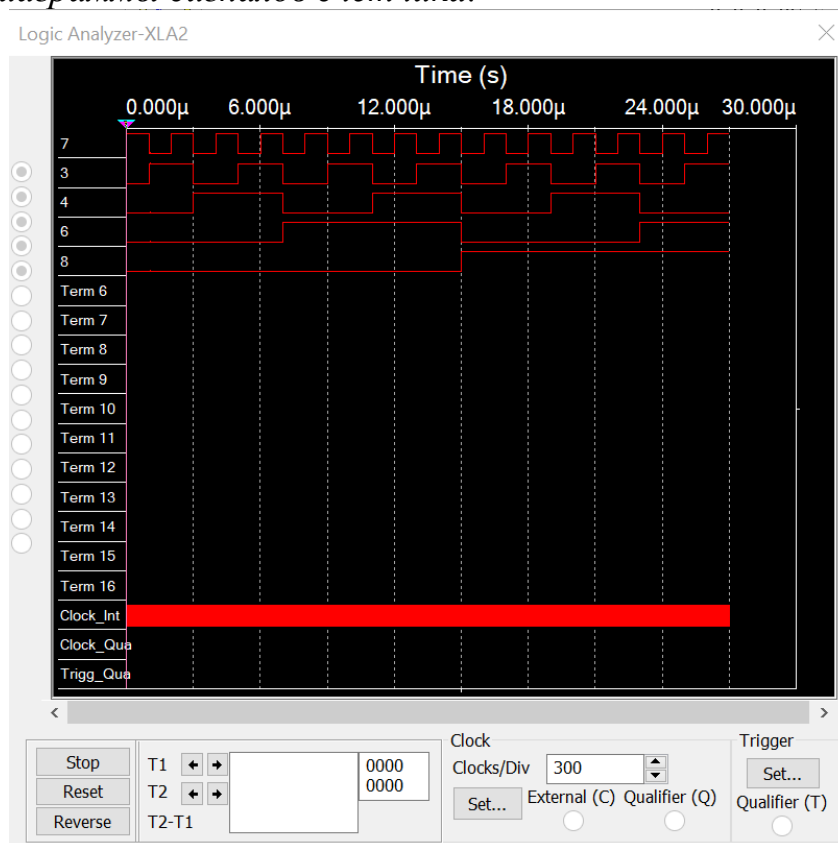


Рис. 8 – Временная диаграмма сигналов суммирующего счётчика с параллельным переносом

5. Исследование четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом ИС K555ИЕ9, аналог ИС 74LS160. Проверить работу счётчика

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

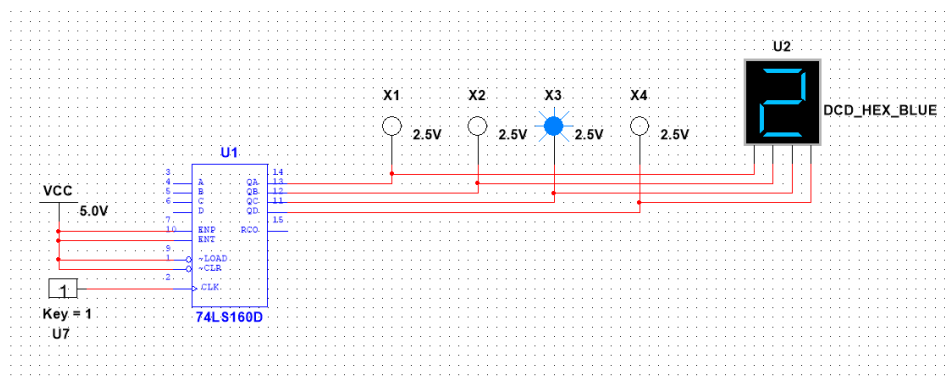


Рис. 9 - Схема четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом ИС 74LS160, работающего от одиночных импульсов

- от импульсов генератора

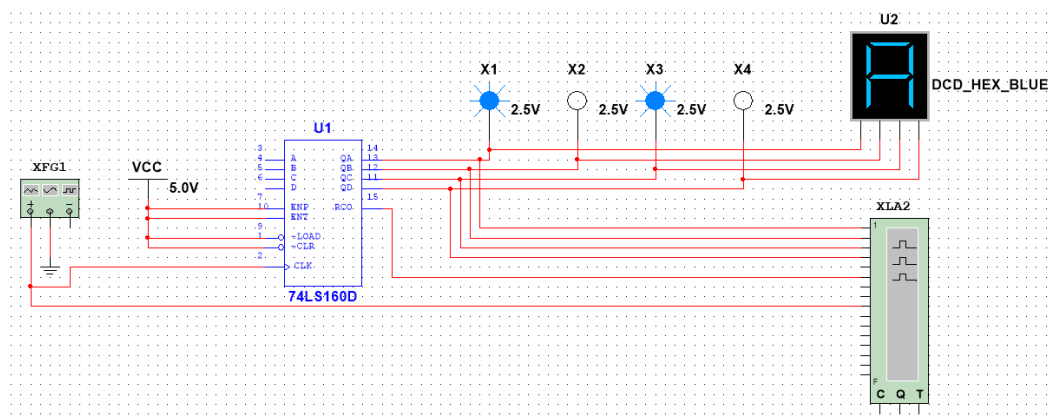


Рис. 10 – Схема четырёхразрядного синхронного суммирующего счётчика с параллельным переносом ИС 74LS160, работающего от импульсов генератора

Просмотреть на экране логического анализатора (осциллографа) временную диаграмму сигналов на входе и выходах счетчика, провести анализ временной диаграммы сигналов счетчика.

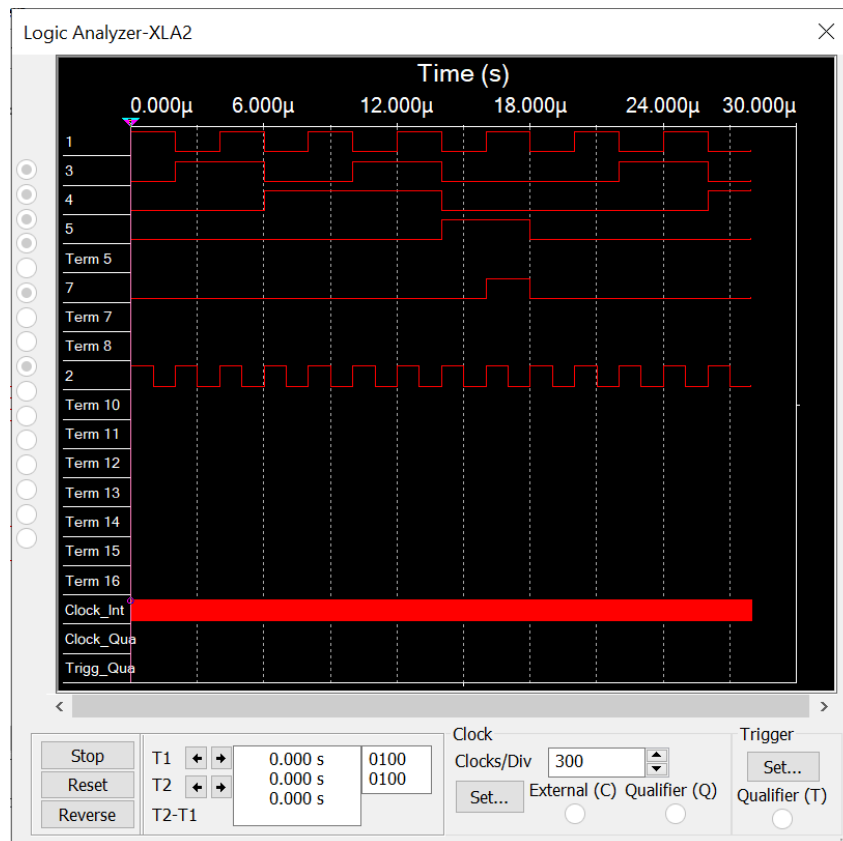


Рис. 11 - Временная диаграмма сигналов суммирующего счётчика с параллельным переносом ИС 74LS160

6. Исследование схем наращивания разрядности счетчиков ИС 74LS160 до четырех секций с последовательным переносом между секциями.

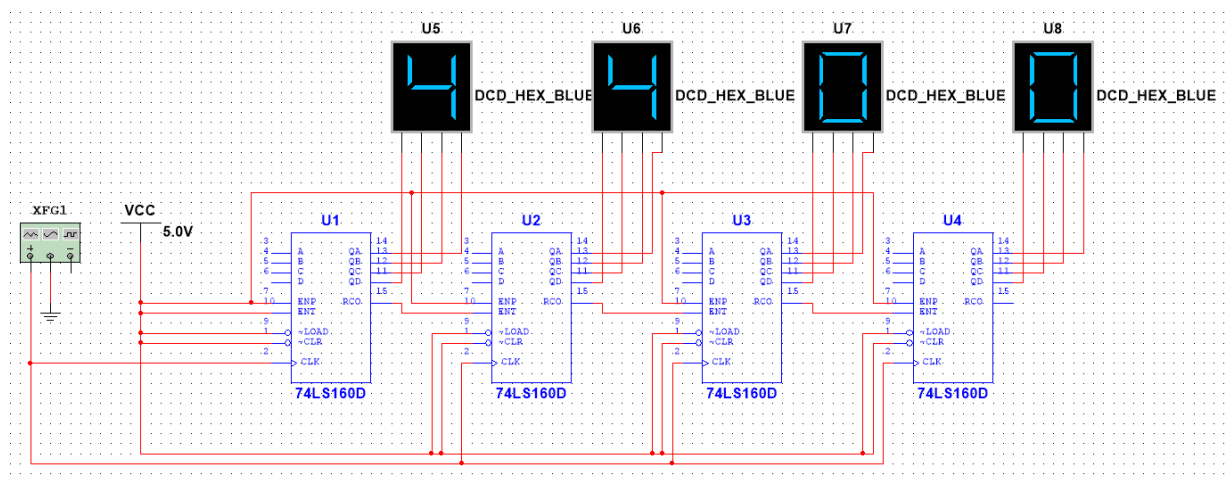


Рис. 12 - Схема наращивания разрядности счетчиков ИС 74LS160 до четырех секций с последовательным переносом между секциями

Исследование схем наращивания разрядности счетчиков ИС 74LS160 до четырех секций по структуре «быстрого» счета.

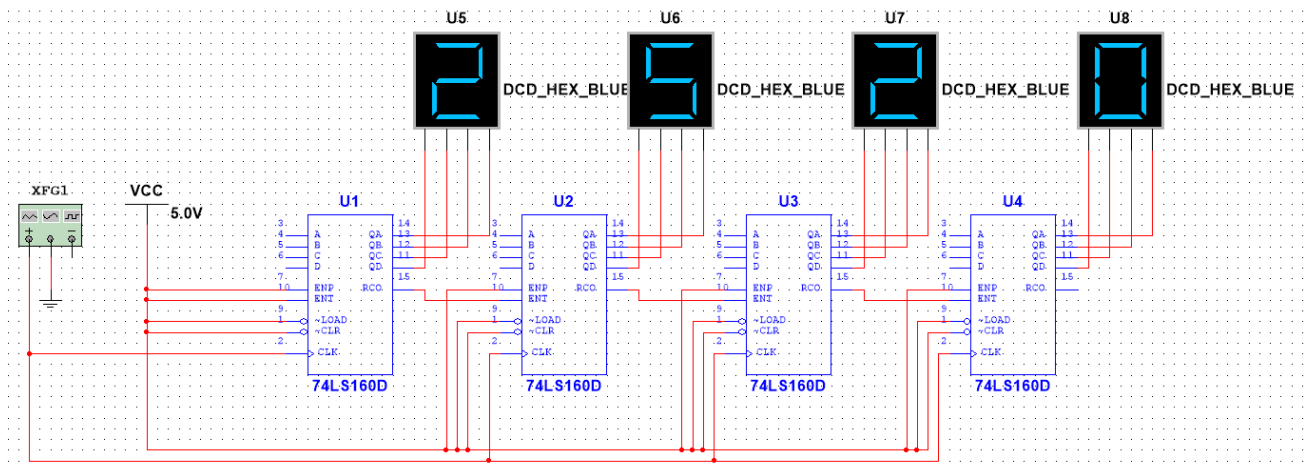


Рис. 13 - Схема наращивания разрядности счетчиков ИС 74LS160 до четырех секций по структуре «быстрого счета»

Вывод по лабораторной работе: были изучены принципы построения счётчиков, способы наращивания разрядности синхронных счётчиков, метод синтеза 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:

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

По порядку изменения состояний:

- С естественным порядком счета
- С произвольным порядком счета

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: $n_1 = \lceil \log_2 M \rceil$, $n_2 = \lceil \log_2 L \rceil$, где $\lceil \dots \rceil$ – 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 сбоя.