

Лабораторная работа №4. Моделирование схем регистров

Цель работы: Приобрести практические навыки моделирования и исследования принципов функционирования регистров и регистровой памяти. Изучить принципы построения и функционирования регистров как устройств памяти для построения цифровых автоматов.

Оборудование, технические и инструментальные средства: ПК, среда моделирования электронных схем Multisim.

Порядок выполнения работы

1. Изучение теоретических сведений по теме лабораторной работы.
2. Выполнение задания.

2.1 Смоделировать и исследовать работу последовательного 3-х разрядного регистра (рисунок 4.1). Проанализировать логические диаграммы и прокомментировать их. Написать назначение каждого блока и контакта в схеме.

Примечание: для правильного моделирования процессов необходимо чтобы генератор слов XWG1 и синхронизирующий генератор XFG1 работали на одной частоте (например 500 кГц).

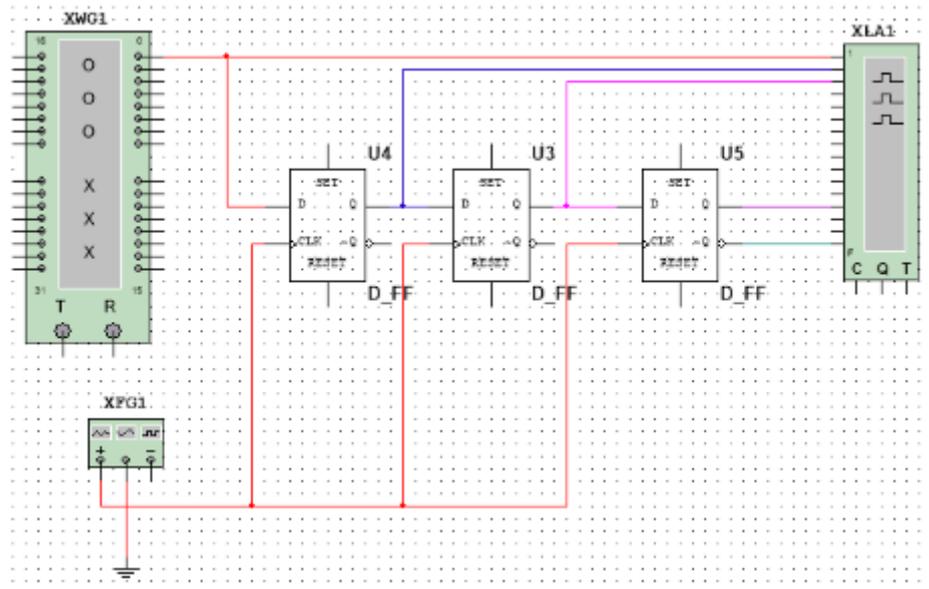


Рисунок 4.1 – Схема исследования последовательного регистра

2.2 Самостоятельно построить последовательный регистр для 4-х разрядного двоичного числа.

2.3 Аналогично пунктам 2.1 и 2.2 исследуйте работу параллельного регистра (рисунок 4.2).

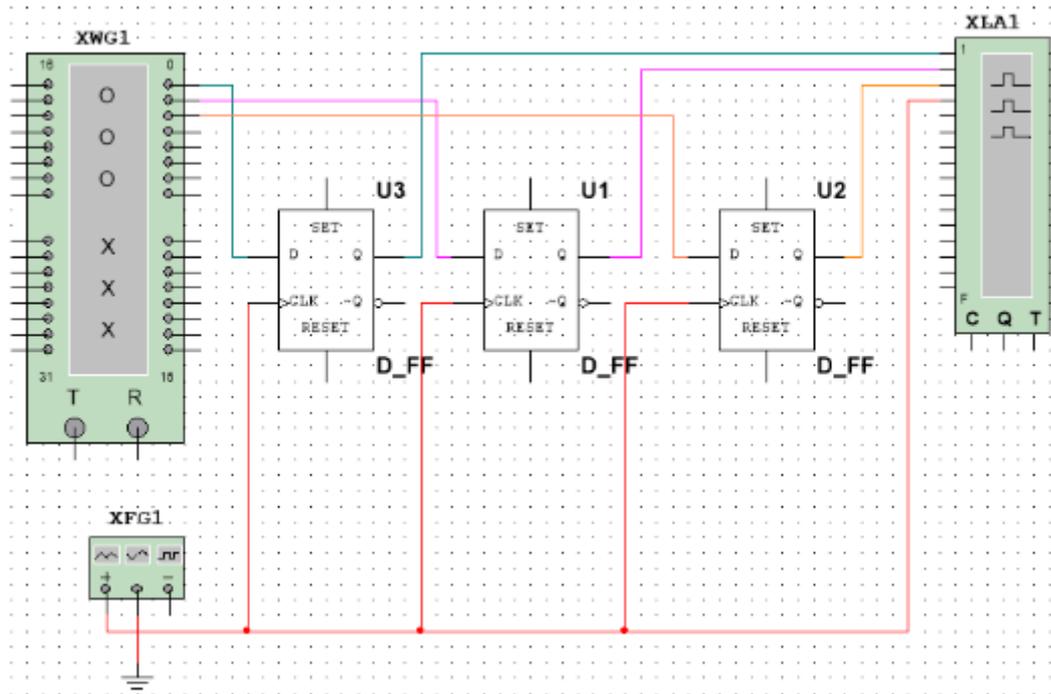


Рисунок 4.2 – Схема исследования параллельного регистра

2.4 Сравните временные диаграммы параллельного и последовательного регистров, сделайте выводы.

2.5 Собрать в программе Multisim схему синхронного двоичного счетчика (рисунок 7.3).

В библиотеке программной среды MS10 имеются 4-, 8- и 12-разрядные счетчики различных типов. Среди них: счетчики асинхронные (SN7493, SN74393), синхронные (74N161, SN74163), реверсивные (SN74191), двоично-десятичные (SN7493, SN74160) и др. В схему (рисунок 4.3) включен синхронный двоичный 4-разрядный счетчик 74HC161, к входу CLK которого подключен источник тактовых импульсов V1, а к выходам QA, QB, QC и QD шестнадцатеричный 7-сегментный индикатор DCD_HEX и дешифратор DC 4x10. Выход дешифратора соединен с входами логического анализатора XLA1.

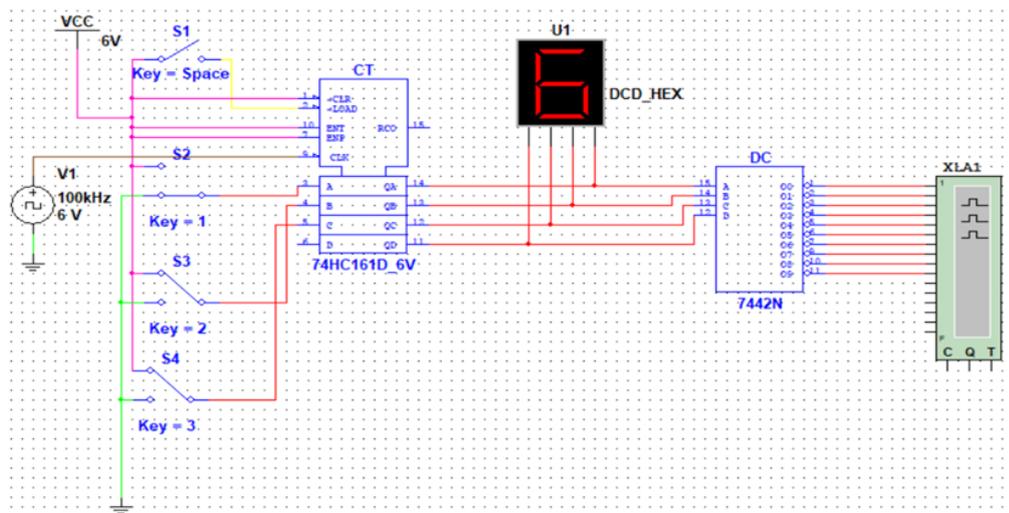


Рисунок 4.3 – Схема для исследования синхронного двоичного счетчика

К входам А, В, С и D счетчика СТ подключен источник постоянного напряжения VCC, переключатели 1,...,4 для формирования входных двоичных кодов и ключ S1 Space для

изменения режима работы счетчика. В синхронном счетчике заданные с помощью ключей уровни сигналов подаются на входы всех триггеров, как и тактовые импульсы, которые подаются на счетные входы CLK всех разрядов счетчика.

При замкнутом ключе S1 Space число поданных от генератора V1 на вход счетчика импульсов высвечивается на индикаторе DCD_HEX в десятичном коде, от 0 до 15, после чего счетчик обнуляется и вновь начинается счет. При этом на одном из выходов дешифратора DC формируется сигнал низкого уровня (логический 0), номер которого соответствует коду входного числа: от 0000 до 1001 (9_{10}).

При разомкнутом ключе S1 Space сформированное с помощью переключателей на входе счетчика 4-разрядное двоичное число высвечивается на индикаторе в десятичном коде, а на экране анализатора на одном из выходов, соответствующем входному коду счетчика, формируется логический 0.

2.6 Замкните ключ S1 Space, запустите программу моделирования суммирующего счетчика и наблюдайте за показаниями индикатора. Убедитесь, что на экране анализатора XLA1 логические нули перестают формироваться после прихода 11-го тактового импульса и появляются вновь только с приходом 17-го импульса. Прикрепите диаграмму анализатора схемы 1.3 к отчету.

Разомкните ключ S1. Установите в диалоговом окне анализатора XLA1 напряжение $V = 5$ В, частоту таймера $f_a = 2$ кГц, число импульсов, приходящихся на одно деление, $\text{Clocks/div} = 60$. (При таком режиме лучи медленно перемещаются на экране анализатора). С помощью активных клавиш 1, 2, 3 и 4 клавиатуры сформируйте двоичные входные числа, например 1001, 0011, 0000, 1110 и подайте их на входы D, C, B и A счетчика. Убедитесь, что при подаче числа 1110_2 (14_{10}) ни на одном выходе дешифратора 4×10 не сформировался низкий уровень сигнала. Прикрепить полученный результат к отчету.

2.7 Собрать схему реверсивного двоичного счетчика (рисунок 4.4). Скопировать схему на страницу отчета.

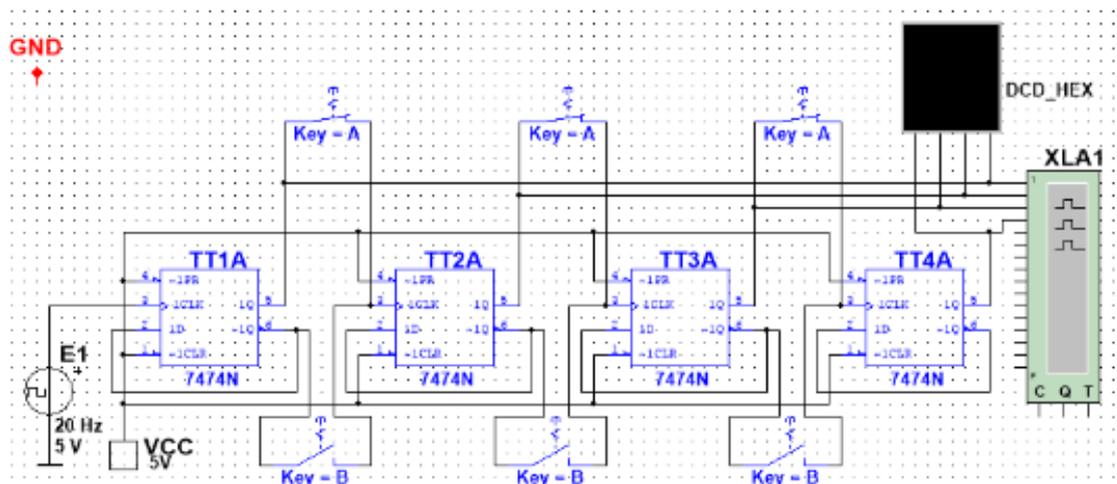


Рисунок 4.4 – Схема для исследования асинхронного двоичного счетчика

В схеме реверсивного двоичного счетчика с помощью групп ключей А и В осуществляется замыкание или размыкание выходов высокого или низкого уровня предыдущего триггера с входами 1PR или 1CLR триггера следующего разряда, причем при замкнутых ключах А и разомкнутых В (режим суммирования) с каждым тактовым импульсом увеличивается результат счета, а при замкнутых ключах В и разомкнутых А (режим вычитания) результат счета уменьшается.

Установить в диалоговом окне анализатора XLA1 напряжение $V = 5$ В, частоту таймера $f_a = 2$ кГц, число импульсов, приходящихся на одно деление, $\text{Clocks/div} = 60$. Разомкнуть

ключи В и замкнуть ключи А. Запустить программу моделирования счетчика. При высвечивании числа 15 на 7- сегментном индикаторе щелкнуть мышью на кнопке Stop (остановки моделирования) и скопировать окно анализатора с результатами моделирования на страницу отчета.

Разомкнуть ключи А и замкнуть ключи В. Щелкнуть мышью на кнопке Stop (продолжить моделирование), остановить моделирование при высвечивании числа 0 на индикаторе и скопировать окно анализатора с результатами моделирования в отчет.

2.8 Собрать в программе Multisim схему десятичного счетчика (рисунок 4.5). Скопировать схему на страницу отчета.

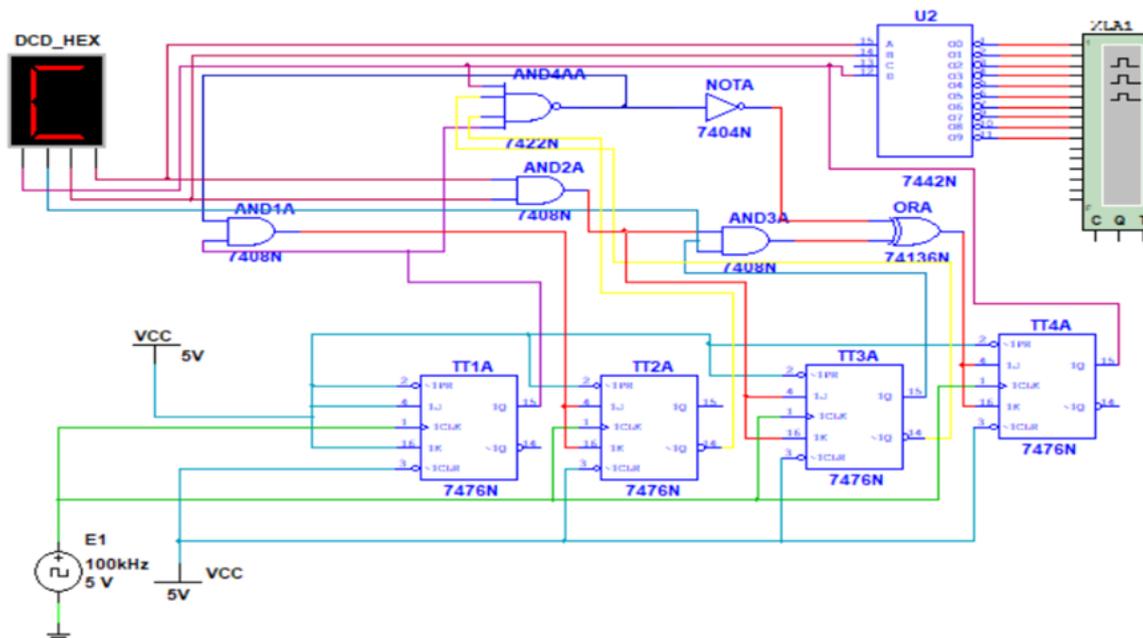


Рисунок 4.5 – Схема для исследования десятичного счетчика

Результаты моделирования 4-разрядного двоичного счетчика показали, что с его помощью можно сосчитать до 15. Следовательно, для создания счетчика натуральных десятичных чисел в двоичном коде для одной декады нужно в схему двоичного 4-разрядного счетчика ввести обратные связи с логическими элементами, посредством которых сигнал с какого-то старшего разряда поступает в младшие и т. п., обеспечивая в целом выработку счетчиком двоичного эквивалента счетной декады.

В функциональной схеме десятичного счетчика (рисунок 4.5), собранной на триггерах JK-типа, на каждый одиннадцатый тактовый импульс результат счета сбрасывается в нуль и далее результат счета увеличивается. Возврат счетчика при поступлении одиннадцатого тактового импульса в начальное состояние обеспечивается дополнительной комбинационной схемой с встроенными логическими элементами И (AND), ИЛИ (OR) и НЕ (NOT).

Счетчик работает так же, как синхронный двоичный счетчик до поступления седьмого импульса, а далее, благодаря обратной связи, нарушается изменение естественной последовательности двоичных чисел на входах и выходах триггеров при подсчете тактовых импульсов. Запустить программу моделирования десятичного счетчика и скопировать окно анализатора с результатами моделирования на страницу отчета.

3. Оформление отчета по лабораторной работе.
4. Защита лабораторной работы.

Правила отчетности студента

Лабораторная работа рассчитана на 4 часа аудиторных занятий и включает в себя изучение кратких теоретических сведений, выполнение задания к лабораторной работе, оформление отчета. Сдача лабораторной работы заключается в ответах на контрольные вопросы и демонстрации индивидуального задания.

Содержание отчета:

1. Наименование, цель и задание к лабораторной работе;
2. Результаты выполнения задания;
3. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. В каком виде фиксируется число импульсов, поступивших на вход счетчика?
2. Укажите необходимое число выходов двоичного счетчика для выдачи результатов счёта 28 импульсов.
3. Укажите, в какой момент 5-разрядный двоичный счетчик возвращается в начальное состояние?
4. На 7-сегментном индикаторе десятичного счётчика высвечивается число
5. Укажите, какое число будет высвечиваться на индикаторе при подаче на вход ещё 6-ти импульсов?
6. Укажите, каким путём передаются сигналы от разряда к разряду в синхронном счётчике?
7. Укажите, что понимают под коэффициентом пересчёта счётчика?
8. Укажите, чему равен модуль M пересчёта двоичного n -разрядного счётчика?
9. Укажите, сколько триггеров должен иметь двоично-кодированный счётчик с коэффициентом пересчёта $M=8$?
10. Укажите пути и средства, с помощью которых изменяется направление счета в реверсивном счётчике.

Список рекомендуемой литературы

1. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 421 с.
2. Цифровая схемотехника: учебное пособие для студентов, магистрантов специальности "Вычислительная техника и программное обеспечение" / В.А. Эттель, О.А.Кан; М-во образования и науки РК, Карагандинский государственный технический университет, Кафедра "Информационные технологии и безопасность". - Караганда: КарГТУ, 2019. - 99 с.: ил., табл.
3. Новиков, Ю. В. Введение в цифровую схемотехнику: учебное пособие / Ю. В. Новиков. - М.: Интуит, 2016. — 393 с.
4. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 270 с.