

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

Исследование специализированных двоичных счетчиков импульсов

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов, обучающихся по направлению
09.03.02 «Информационные системы и технологии» и
09.03.03 «Прикладная информатика»
дневной и заочной форм обучения

Севастополь 2023

Исследование специализированных двоичных счетчиков импульсов.
Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Компьютерная схемотехника» / Сост. В.С. Чернега — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2023 — 12 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по дисциплине «Компьютерная схемотехника». Целью методических указаний является помощь студентом в освоении способов построения и экспериментального исследования специальных счетчиков импульсов. Излагаются теоретические и практические сведения необходимые для выполнения лабораторной работы, программа исследований, требования к содержанию отчета.

Методические указания рассмотрены и утверждены на методическом семинаре и заседании кафедры информационных систем (протокол № 1 от 31 августа 2022 г)

Допущено учебно-методическим центром СевГУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Кротов К.В., канд. техн. наук, доцент кафедры ИС

Лабораторная работа

Исследование двоичных специализированных счетчиков импульсов

1. Цель работы

Экспериментальные исследования функционирования различных типов специализированных двоичных счетчиков. Приобретение практических навыков исследования последовательностных устройств и регистрации временных диаграмм с помощью электро- и радио-измерительных приборов.

2. Основные теоретические положения

В предыдущей работе исследовались способы построения и исследования простейших двоичных счетчиков. Двоичные счетчики, кроме подсчета количества импульсов и формирования кодовых комбинаций (программный счетчик микропроцессора для формирования адресов оперативного запоминающего устройства). Для выполнения других функций используются специализированные счетчики. К таким устройствам относятся делители частоты, реверсивные счетчики, счетчики Джонсона.

Счетчик-делитель частоты

Счетчик-делитель частоты построен на основе двухступенчатых Т-триггеров. Принцип деления частоты импульсной последовательности основан на том, что частота импульсов на выходе счетных триггеров в два раза меньше частоты поступления входных импульсов, т.е. частота на выходе первого триггера счетчика будет в 2 раза меньше входной, на выходе второго – в 4 раза меньше входной, на выходе третьего в 8 раз и т.д.

Реверсивные счетчики

В реверсивных счетчиках предусматривается специальная логическая схема для переключения счетчика либо в режим работы на сложение, либо в режим на вычитание. На рисунке 2.1 приведена схема асинхронного 3-х разрядного реверсивного счетчика с последовательным переносом на двухступенчатых JK-триггерах с коэффициентом пересчета $M = 2^3$.

Режим работы счетчика задается управляющими сигналами "Вычитание" или "Суммирование". Последовательность прямоугольных импульсов $X_{сч}$ подается на вход C первого разряда счетчика.

Реверсирование достигается тем, что в цепях межразрядных связей производится передача либо сигнала переноса с прямых выходов Q_i либо с инверс-

ных выходов Q_i . Выбор вида операции «Счет» определяется значениями сигналов на управляющих линиях «Вычитание» или «Суммирование».

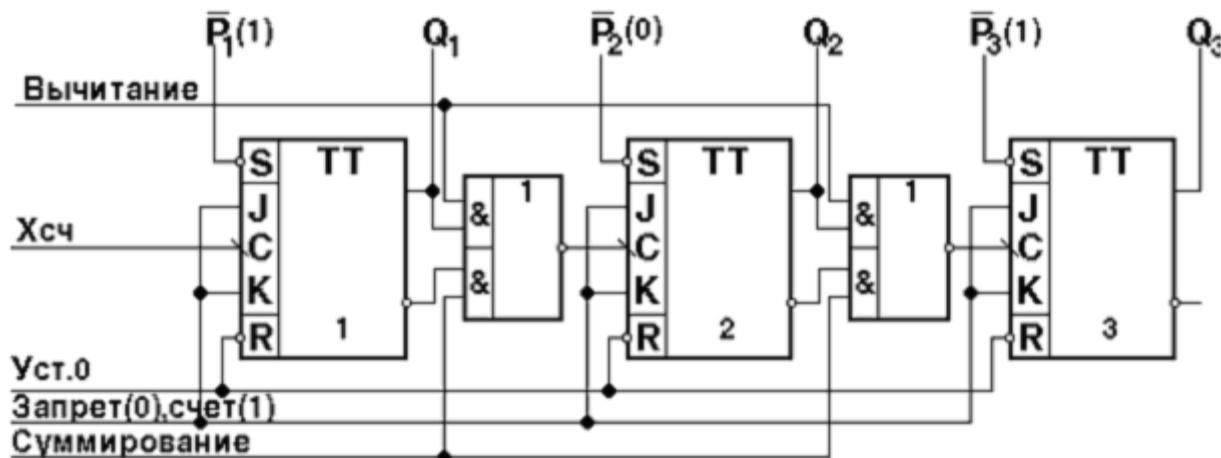


Рисунок 2.1 – Схема реверсивного счетчика импульсов

Для задания начального состояния счетчика в нем предусмотрены цепи параллельного занесения двоичного числа P_1, P_2, P_3 , а также сброса триггеров.

Счетчик Джонсона

Такое название счетчик получил, так как Р. Джонсон в свое время запатентовал эту схему. Счетчик Джонсона представляет собой n -разрядный кольцевой регистр сдвига с перекрестной обратной связью. В счетчике введена обратная связь на D вход первого триггера с инверсного выхода последнего триггера кольцевого регистра (рис.2.2.а). Он имеет $2n$ состояний, т.е. при той же разрядности вдвое больше, чем обычный кольцевой регистр. Временная диаграмма работы счетчика изображена на рисунке 2.2 б.

Первым достоинством счетчика Джонсона является то, что состояние 01 или 10 для двух соседних триггеров в течение цикла имеет место один раз независимо от длины счетчика, поэтому для организации дешифратора нужны простейшие элементы 2И.

Второе преимущество – в ходе счета только один триггер изменяет свое состояние и на выходах не возникают ложные пики напряжений, обусловленные задержками сигналов в разных разрядах. Недостаток счетчика Джонсона состоит в том, что если под воздействием помех произойдет ошибочный переброс отдельных триггеров, то такое состояние раз возникнув, само не исправится. Для исключения такой ситуации в счетчик введены корректирующие логические элементы (см. схему в приложении А).

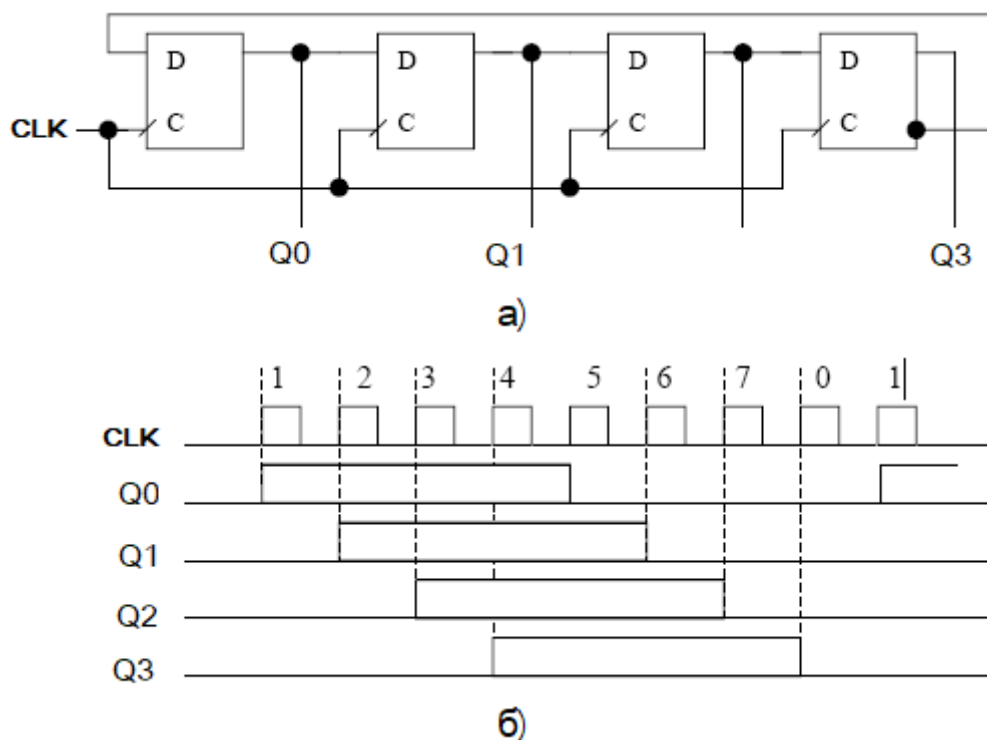


Рисунок 2.2 – Схема и временные диаграммы счетчика Джонсона.

3. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из персонального компьютера, на котором установлены система моделирования электронных и микропроцессорных систем Proteus VSM. В процессе выполнения лабораторной работы исследуется функционирование счетчика-делителя частоты, реверсивного двоично/десятичного счетчика и счетчика Джонсона.

Схема установки для исследования функционирования счетчика-делителя частоты изображена на рисунке 3.1. В ее состав входят генератор прямоугольных тактовых импульсов фиксированной частоты, 12-ти разрядный счетчик U2 на основе микросхемы CMOS 4040 (отечественный аналог К1561ИЕ20), цифрового частотомера к которому посредством многопозиционного переключателя SW1 поочередно подключаются выходы делителя частоты и электронного осциллографа. Счетчик, кроме счетного входа CLK, имеет вход для подачи сигнала начального сброса MR (Master Reset).

Схема установки для исследования 4-разрядного реверсивного двоично/десятичного счетчика изображена на рисунке 3.2. 4-разрядный реверсивный двоичный/десятичный счетчик микросхема CD4029A (отечественный аналог 561ИЕ14) представляет из себя двоичный синхронный счетчик. Счетчик имеет асинхронные сброс и начальную загрузку, запрет тактирование и вход переключения "двоичный счетчик" / "десятичный счетчик". Сигнальные выводы микросхемы служат для подачи или выдачи следующих сигналов:

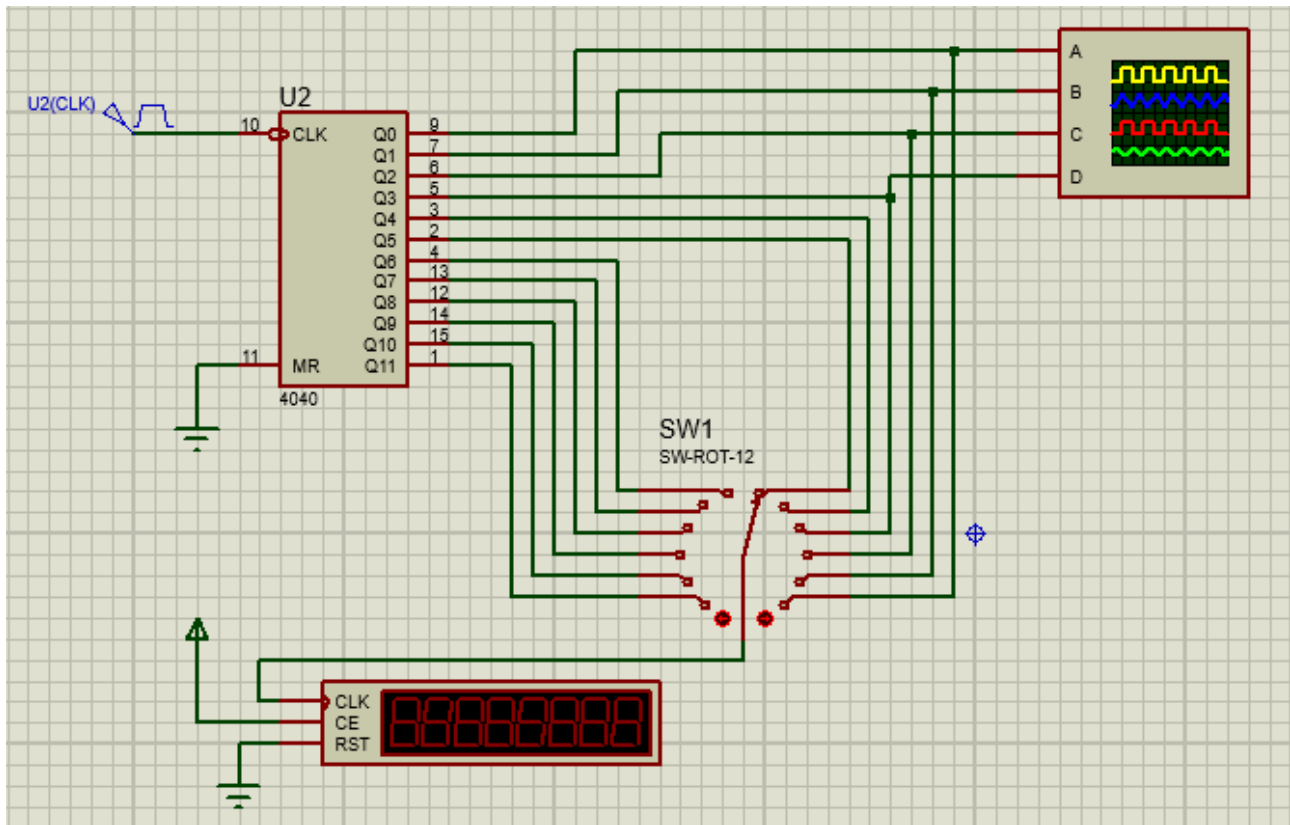


Рисунок 3. 1 – Схема исследования делителя частоты

A,B,C,D – входы записи параллельного кода;

CI (Carry Input) – вход сигнала переноса из предыдущей декады;

CLK (Clock) – вход тактовых импульсов;

PE (Preset Enable) – разрешение загрузки (Load) параллельного кода;

B/D (Binary/Decade) – режим счета двоичный/десятичный). Высокий уровень соответствует двоичному счетчику, низкий - десятичному счетчику;

U/D (Up/Down) – суммирование/вычитание. Высокий уровень соответствует инкрементированию, низкий – декрементированию;

QA,QB,QC,QD – выходы счетчика.

CO (Carry Output) - выход сигнала "перенос" в старший разряд при суммировании или «заем» при вычитании.

Для предварительного занесения параллельного кода применяются ключи SW0 – SW3. Запись кода в счетчик осуществляется при кратковременном нажатии кнопки LOAD.

Счет синхронизируется тактовыми импульсами, которые подаются на схему путем кратковременного нажатия кнопки CLOCK.

Переключение счетчика в режим суммирования или вычитания производится ключом SW4, а переключение счета в двоично или двоично-десятичной системе осуществляется ключом SW5.

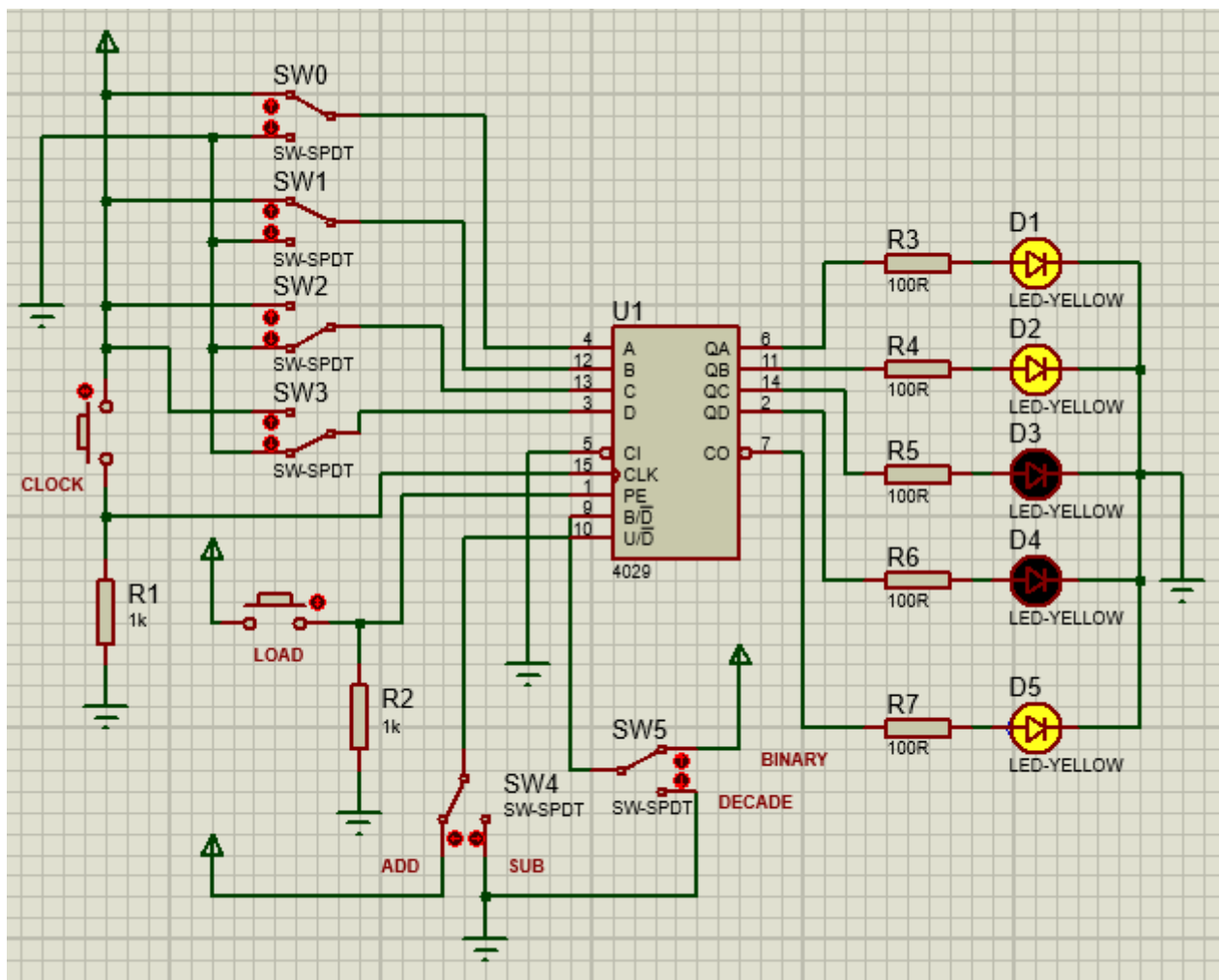


Рисунок 3.2 – Схема исследования реверсивного счетчика импульсов

Схема исследования счетчика Джонсона представлена на рисунке 3.3. Счетчик реализован в виде микросхемы CMOS 4017 (отечественный аналог К561ИЕ8). Здесь вывод E (Enable) предназначен для подачи разрешения посчитываемых импульсов, которые подаются на вход счетчика CLK. MR (Master Reset) – вход сигнала сброса счетчика. Процесс функционирования счетчика отображается светодиодами, подключенными к его выходам.

Внутреннее устройство 5-разрядного счетчика Джонсона показано в приложении А.

Счетчик Джонсона является делителем частоты входной последовательности импульсов на 10. Схема исследования такого делителя представлена на рисунке 3.4.

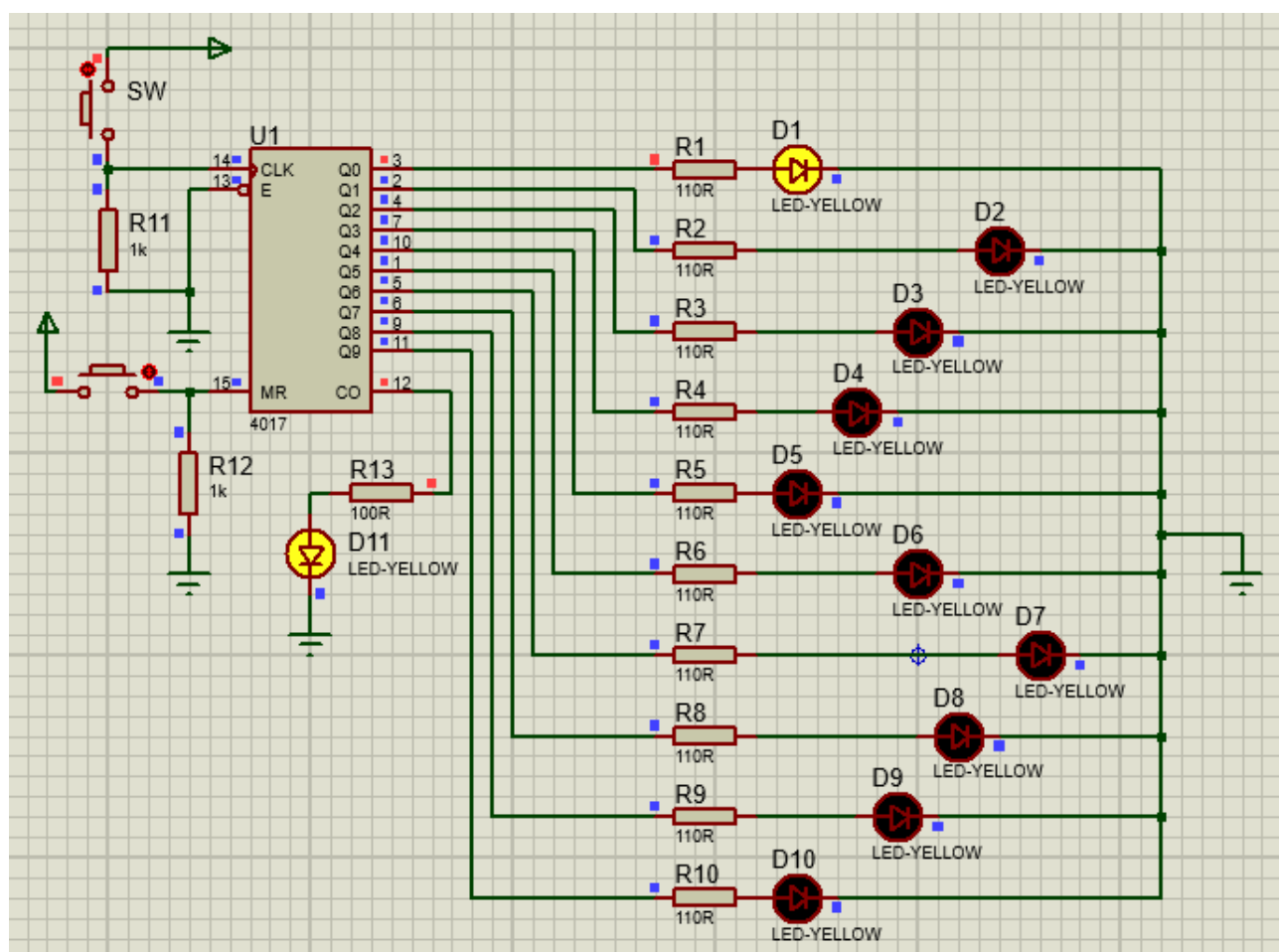


Рисунок 3.3 – Схема установки для исследования счетчика Джонсона

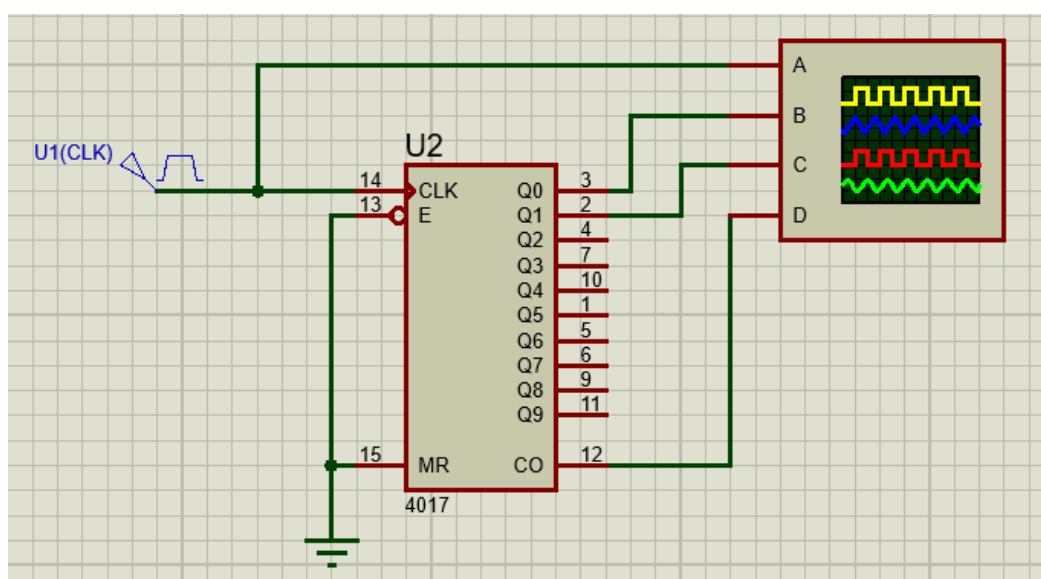


Рисунок 3.4 – Схема исследования счетчика Джонсона в качестве делителя частоты

4. Программа выполнения лабораторной работы

4.1. Используя конспект и рекомендованную литературу, изучить теоретический материал, относящийся к теме работы.

4.2. Составить на рабочем поле схему для исследования делителя частоты (рисунок 3.1). В качестве делителя частоты используется микросхема CMOS 4040. Установить тактовую частоту генератора импульсов 10 кГц и амплитуду импульсов 3В.

4.3. Подключая поочередно с помощью переключателя SW1 к частотомеру выводы делителя, измерить частоты импульсных последовательностей на этих выводах. Вычислить коэффициенты деления по каждому выходу. При измерении частоты следует дождаться появления установившегося значения.

4.4. Составить на рабочем поле схему для исследования реверсивного двоично/десятичного счетчика (рисунок 3.2). В качестве реверсивного счетчика используется микросхема CMOS 4029. Переключить счетчик в режим двоичного счета (переключатель SW5 устанавливается в положение BINARY).

4.5. Задать с помощью переключателей SW0-SW3 произвольную кодовую комбинацию и загрузить ее в счетчик. Убедиться с помощью светодиодных индикаторов в правильности занесенного числа.

4.6. Подавая на вход микросхемы счетные импульсы путем кратковременного нажатия кнопки CLOCK убедиться с помощью светодиодной индикации в правильности его функционирования в режиме суммирования и в режиме вычитания импульсов, которые устанавливаются с помощью переключателя SW4.

4.7. Повторить п.4.6 при переключении счетчика в режим десятичного счета.

4.8. Составить на рабочем поле схему для исследования счетчика Джонсона (рисунок 3.3). В качестве реверсивного счетчика используется микросхема CMOS 4017. Подавая на вход микросхемы счетные импульсы путем кратковременного нажатия кнопки SW и наблюдая изменение состояния светодиодных индикаторов составить временную диаграмму работы счетчика Джонсона.

4.9. Составить на рабочем поле схему для исследования счетчика Джонсона в режиме делителя частоты на десять (рисунок 3.4). Установить частоту тактового генератора равной 12 кГц и измерить с помощью осциллографа виды сигналов и их частоту на всех выходах счетчика.

4.10. Составить отчет по результатам выполнения лабораторной работы.

5. Содержание отчета

5.1. Цель и программа работы.

5.2. Расчетные соотношения для исследуемых схем.

5.3. Принципиальные электрические схемы исследуемых устройств.

5.4. Таблицы, графики и временные диаграммы (осциллограммы) экспериментальных исследований.

5.5. Выводы по результатам экспериментов.

6. Контрольные вопросы

- 6.1. Расскажите о типах триггеров, применяемых для построения счетчиков импульсов, приведите их условные обозначения и таблицы истинности.
- 6.2. В чем состоит отличие асинхронных триггеров от синхронных, статических от динамических?
- 6.3. Как можно образовать триггер со счетным входом из универсальных триггеров D- и JK-типов?
- 6.4. Начертите условные графические обозначения синхронных и асинхронных счетчиков импульсов с динамическим и статическим управлением.
- 6.5. Расскажите о назначении двоичных счетчиков и их основных параметрах. В чем состоит особенность функционирования реверсивного счетчика?
- 6.6. Начертите схему 3-разрядного двоичного счетчика на D-триггерах и его временную диаграмму.
- 6.7. В чем состоит особенность функционирования недвоичного счетчика?
- 6.8. Приведите примеры построения и применения двоичных и недвоичных счетчиков импульсов.
- 6.9. Какие счетчики относят к реверсивным? Поясните работу реверсивного счетчика, схема которого изображена на рисунке 2.1.
- 6.10. В чем состоит особенность построения счетчика Джонсона? Поясните принцип работы такого счетчика на примере схемы, представленной на рисунке 2.2.

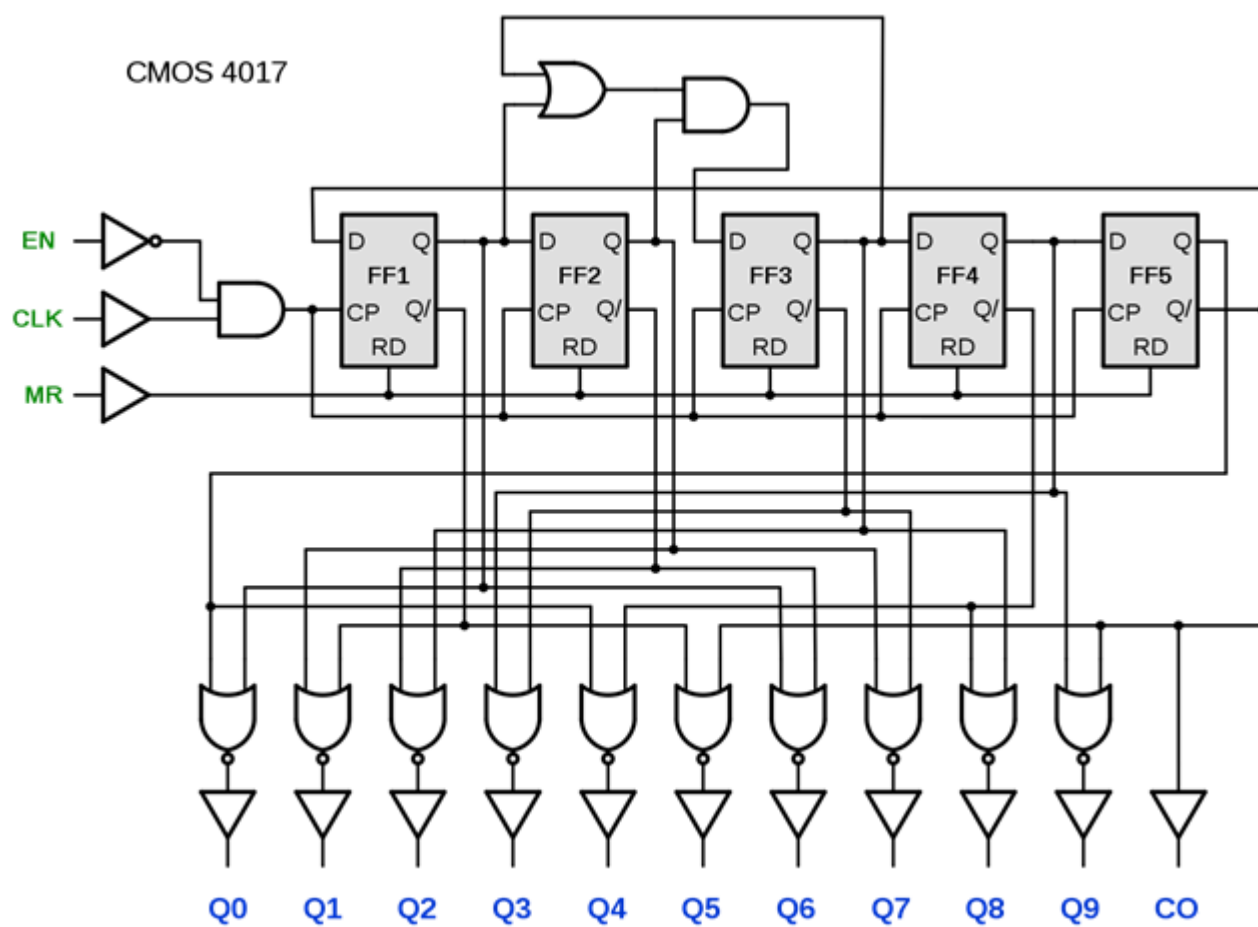
Список рекомендованной литературы

1. Шишкин, Г. Г. Электроника : учебник для бакалавров / Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 703 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3422-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508747> (дата обращения: 17.01.2023).
2. Бобровников, Л. З. Электроника в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Л. З. Бобровников. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 288 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00109-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514360> (дата обращения: 17.01.2023).
3. Бобровников, Л. З. Электроника в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Л. З. Бобровников. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 275 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00112-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514387> (дата обращения: 17.01.2023).
4. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина, Н. К. Миленин ; под

редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 406 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04525-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511199> (дата обращения: 17.01.2023).

5. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 382 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03513-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512849> (дата обращения: 17.01.2023)

Приложение А. Схема счетчика Джонсона с дешифратором типа 4017



Заказ №

Тираж

ЭКЗ.

Тип. СевГУ