

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

В. М. Саюн, Н. С. Легостаев, Д. А. Савин

МИКРОСХЕМОТЕХНИКА

Методические указания
по выполнению лабораторных работ

Томск
2023

УДК 621.382
ББК 32.85
С12

Рецензент:

Савчук В. Л., доцент кафедры промышленной электроники ТУСУР,
канд. техн. наук

Саюн, Владимир Михайлович

С12 Микросхемотехника : методические указания по выполнению лабораторных работ / В. М. Саюн., Н. С. Легостаев., Д. А. Савин – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. – 16 с.

УДК 621.382
ББК 32.85

© Саюн В. М., Легостаев Н. С.,
Савин Д.А. 2023
© Томск. гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Лабораторная работа № 1 «Сумматор»	4
2 Лабораторная работа № 2 «Синтез комбинационного устройства на основе мультиплексора».....	6
3 Лабораторная работа № 3 «Асинхронный счетчик»	10
Список рекомендованной литературы	14
Приложение А Порядок оформления лабораторной работы.....	15
Приложение Б Пример оформления титульного листа лабораторной работы.....	16

1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 «СУММАТОР»

Дано: в таблице 1.1 приведены по вариантам десятичные числа.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

Вариант	Слагаемые
1	1+4
2	7+3
3	3+2
4	6+1
5	2+6
6	7+2
7	9+3
8	4+6
9	14+1
10	8+3
11	6+7
12	15+0
13	7+7
14	12+3
15	5+6
16	1+12
17	5+4
18	0+10
19	2+10
20	7+8
21	11+2
22	8+4
23	9+5
24	7+4
25	3+3
26	2+5
27	3+6
28	3+9
29	3+10
30	4+10

Требуется: составить в среде моделирования Asimesc программу для суммирования чисел.

1.1 Цель лабораторной работы

Изучить программу моделирования Asimesc. Ознакомиться с базовыми элементами программы: логическими элементами, генератором, осциллографом, сумматором и другие. Научиться работать с ними.

1.2 Порядок выполнения

1.2.1 Выбрать вариант. Например, требуется сложить два десятичных числа $1+9=10$.

1.2.2 Перевести десятичные числа в двоичные:

$$1_{10} = 0001_2;$$

$$9_{10} = 1001_2.$$

1.2.3 Выполнить суммирование в двоичной и шестнадцатеричной системе:

$0001_2 + 1001_2 = 1010_2$ – в двоичной системе;

$0001_{16} + 1001_{16} = A_{16}$ – в шестнадцатеричной системе.

1.2.4 Четырехразрядные числа отображать с помощью логического нуля и логической единицы, базовых элементов программы Asimesc.

1.2.5 Ознакомиться с работой дешифратора в программе Asimesc. Составить таблицу истинности для дешифратора, на вход которого поступает четырехразрядное число.

1.2.6 Собрать в Asimesc схему сумматора на полных сумматорах.

1.2.7 Значения каждого слагаемого вывести на семисегментный индикатор.

1.2.8 Значение суммы вывести на семисегментный индикатор и параллельно на дешифратор. На выходе дешифратора установить пробники. Выход дешифратора отображает унитарный код. Загорится только один пробник, который и будет отображать сумму в соответствии с таблицей истинности дешифратора.

1.2.9 Структурная схема сумматора представлена на рисунке 1.1.

1.2.10 На рисунке 1.2 приведен пример реализации сумматора в программе Asimesc.

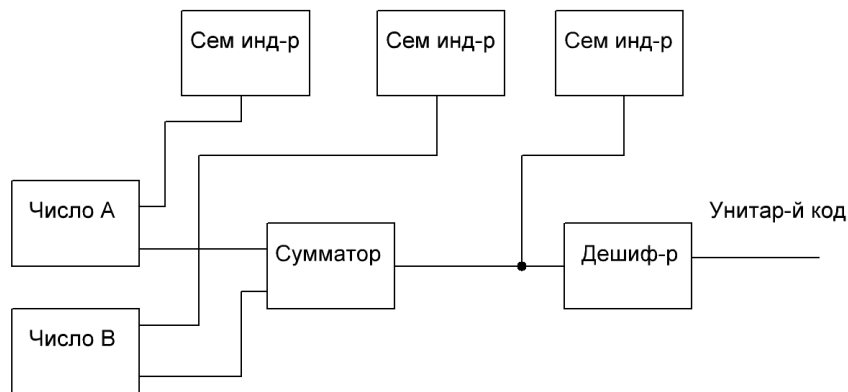


Рисунок 1.1 – Структурная схема сумматора в программе Asimesc

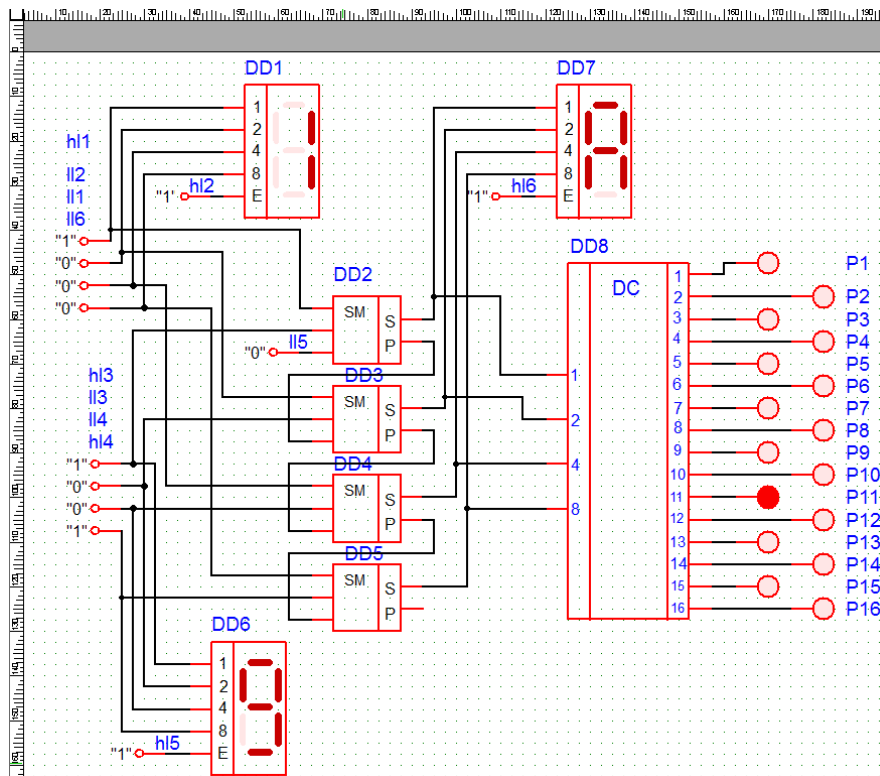


Рисунок 1.2 – Пример реализации программы сумматора в Asimesc

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 «СИНТЕЗ КОМБИНАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ МУЛЬТИПЛЕКСОРА»

2.1 Постановка задачи

На рисунке 2.1 приведены диаграммы для комбинационного устройства (КУ). Диаграммы А, В, С, D на входе КУ и диаграмма на выходе КУ по вариантам. Требуется синтезировать КУ с такими характеристиками. Анализ исходных данных показывает, что КУ просто реализовать на основе мультиплексора с четырьмя адресными входами.

Будем считать, что диаграммы входных сигналов А, В, С, D (рисунок 2.1) – это сигналы на адресных входах мультиплексора. Диаграммы выходного сигнала мультиплексора по тактам с 0 до 15 предоставляют информацию по подключению информационных входов мультиплексора (рисунок 2.1).

Поясним на примере как составить схему электрическую КУ на основе мультиплексора с четырьмя адресными входами (это один из пунктов выполнения лабораторной работы). Так, на нулевом такте на адресных входах формируется двоичное число 0000. Это означает, что первый информационный вход подключается к выходу мультиплексора. Адресные входы необходимо подключить к выходам асинхронного счетчика.

Поскольку на выходе мультиплексора единичный сигнал, то на первом информационном входе тоже единичный сигнал. Следовательно, первый информационный вход необходимо подключить к источнику +5 В. Если бы на выходе мультиплексора сигнал отсутствовал, то первый информационный вход требовалось бы подключить к земле.

Каждый такт выходной импульсной последовательности пронумерован от 0 до 15 для удобства считывания.

Варианты выбирать следующим образом:

- с 1–13 последовательность импульсов как на рисунке 2.1;
- с 14–26 последовательность импульсов с инверсией.

2.2 Требуется

1. Нарисовать УГО мультиплексора с 4-мя адресными входами и его обозначение.
2. Составить таблицу состояний мультиплексора с четырьмя адресными входами для своего варианта.
3. Составить булево выражение (БВ) в виде ДНФ для 15-и тактов адресных входов.
4. Минимизировать БВ с помощью карты Карно и записать его окончательный вид.
5. Нарисовать электрическую схему подключения информационных и адресных входов мультиплексора. Адресные входы подсоединить к счетчику. Информационные входы подключить к источнику питания и земле.
6. Реализовать схему комбинационного устройства (мультиплексор) с четырьмя адресными входами) на основе мультиплексоров с тремя адресными входами в Asimesc.

В библиотеке Asimesc отсутствует мультиплексор с четырьмя адресными входами. Поэтому мультиплексор с четырьмя адресными входами реализуем по схеме (рисунок 2.2), на основе двух мультиплексоров с тремя адресными входами, счетчика, генератора импульсов G тактовой частоты и логических элементов. Первый мультиплексор отслеживает такты с 0 по 7. Второй – с 8 по 15.

7. Нарисовать в единых осях времени исходную диаграмму и диаграмму, полученную на выходе схемы КУ на основе мультиплексора. Совпадение диаграмм подтверждает правильность работы схемы КУ. Пример диаграмм построения диаграмм заданной по варианту и полученной в процессе моделирования приведен на рисунке 2.3

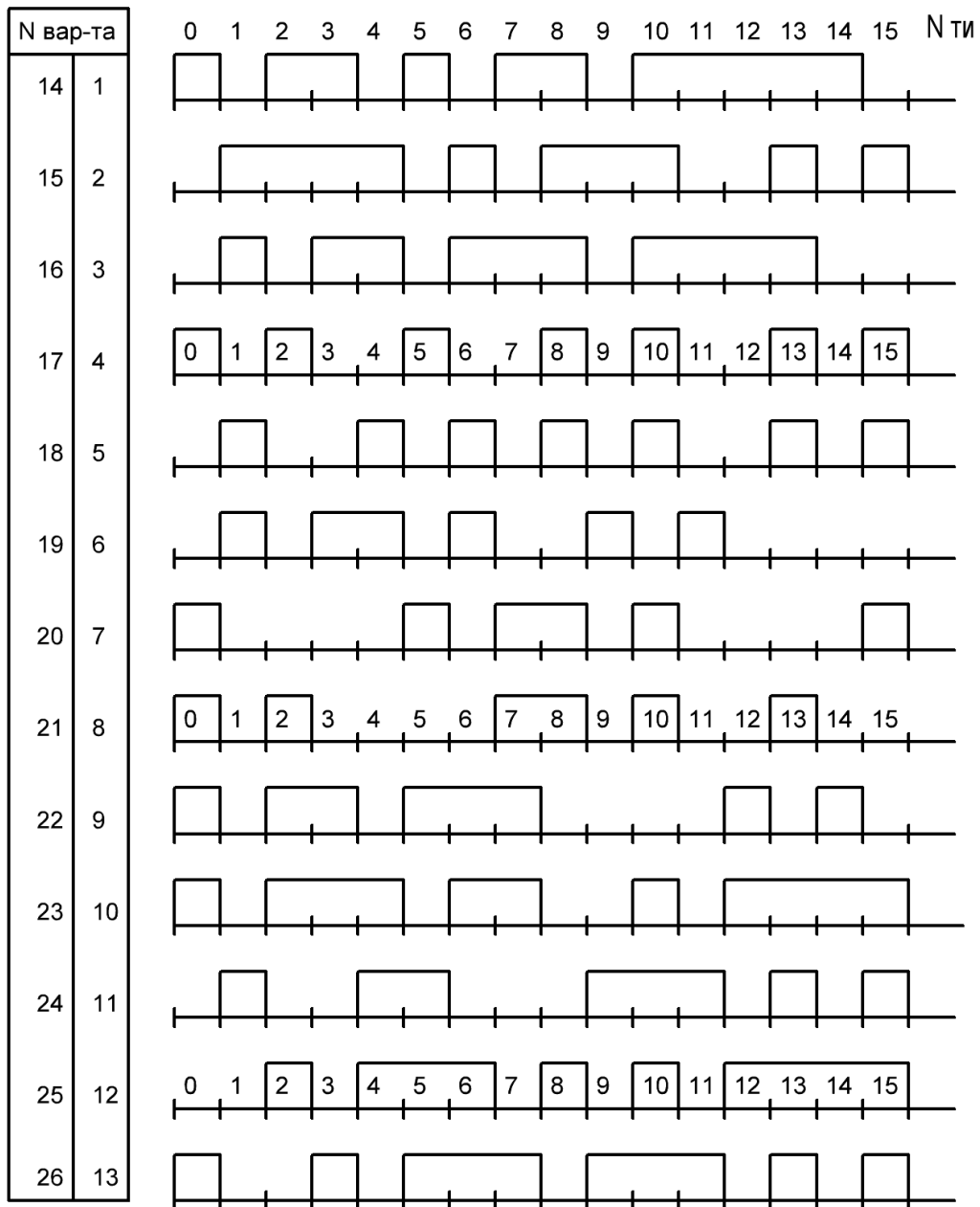
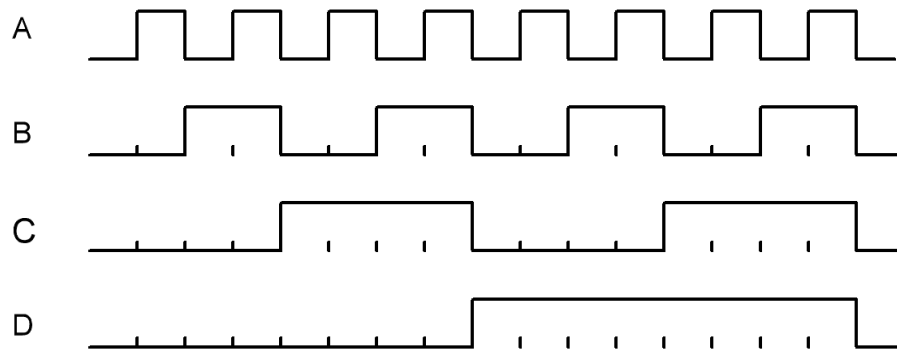


Рисунок 2.1 – Диаграммы входных сигналов А, В, С, D и на выходе комбинационного устройства на 15-и тактовых интервалах

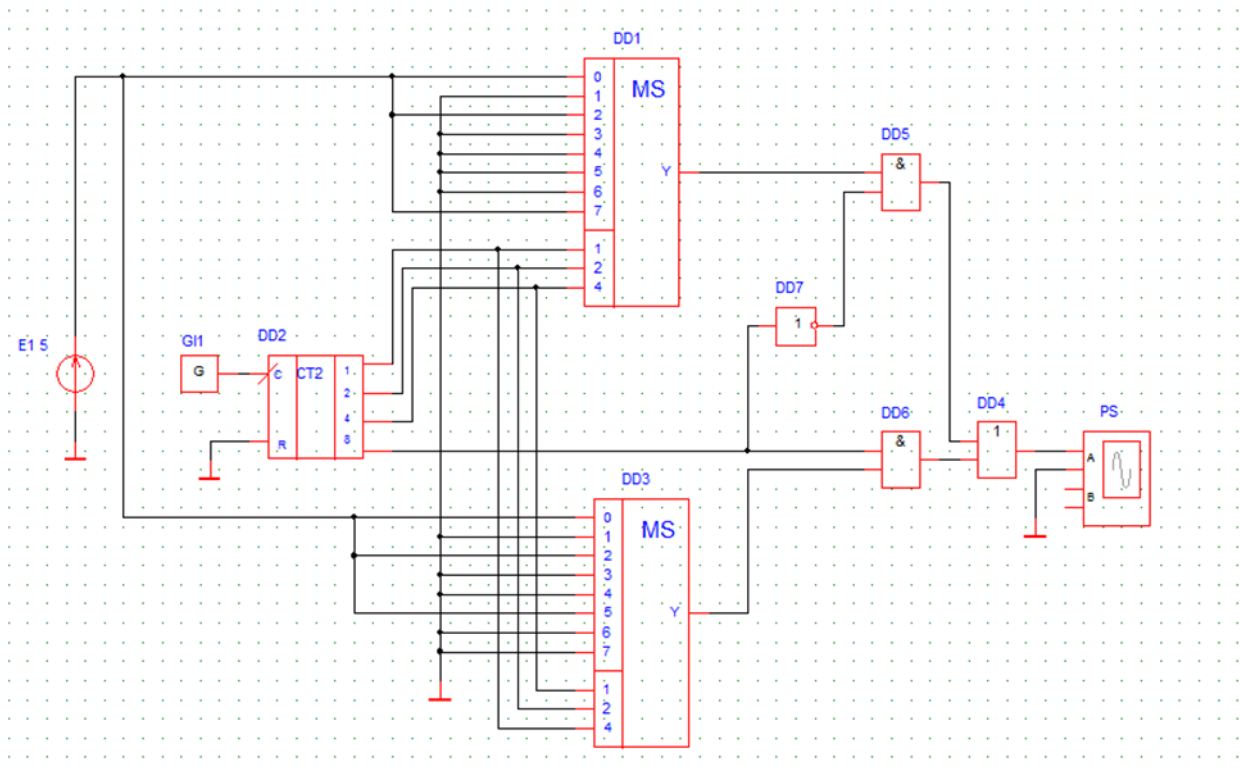


Рисунок 2.2 – Схема комбинационного устройства (мультиплексор с 4-мя адресными входами) на основе мультиплексоров с 3-мя адресными входами в Asimes

2.3 Настройки программы Asimes

Настройки генератора G: период $E = 2$ мкс, длительность импульса $t_i = 1$ мкс, время задержки $t_d = 1$ мкс.

Параметры анализа в инспекторе объектов (иконка вид): $t_{step} = 0,1$ начальный шаг моделирования, $t_{stop} = 0,0001$ конечный шаг моделирования.

Свойство схемы (сколько реальных секунд длится процесс моделирования) Time ratio = 1.

Диаграммы сигналов в схеме, представленной на рисунке 2.2, отображены на рисунке 2.3. Здесь приведены сигналы: G - выход генератора; Y1 –Y4 – выходы счетчика; последовательность импульсов, заданная по варианту и последовательность, которую надо получить на выходе мультиплексора (на выходе логического элемента DD4, рисунок 2.2).

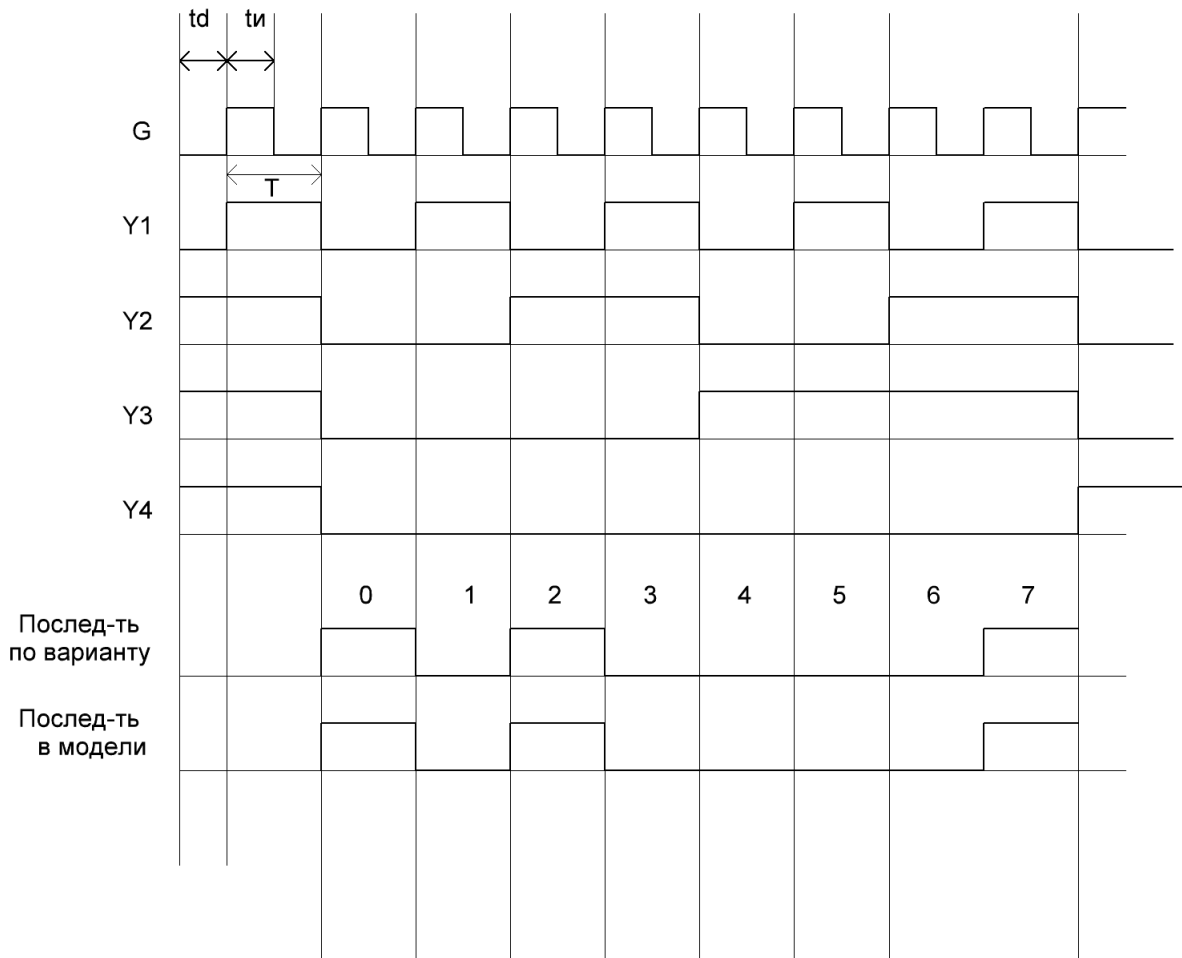


Рисунок 2.3 – Диаграммы сигналов схемы комбинационного устройства на основе мультиплексора в единых осях времени

3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 «АСИНХРОННЫЙ СЧЕТЧИК»

В качестве объекта исследования выбрана модель асинхронного счетчика, представленная в библиотеке Asimes.

Цель лабораторной работы:

- определить вид двоичного кода, который формируется на выходе счетчика: нарастающий или спадающий.
- установить, как происходит переключение (по фронту или срезу) выходов счетчика по отношению к выходу генератор G и выходов счетчика между собой;
- собрать для исследования схему асинхронного счетчика в программе Asimes, которая представлена на рисунке 3.1.

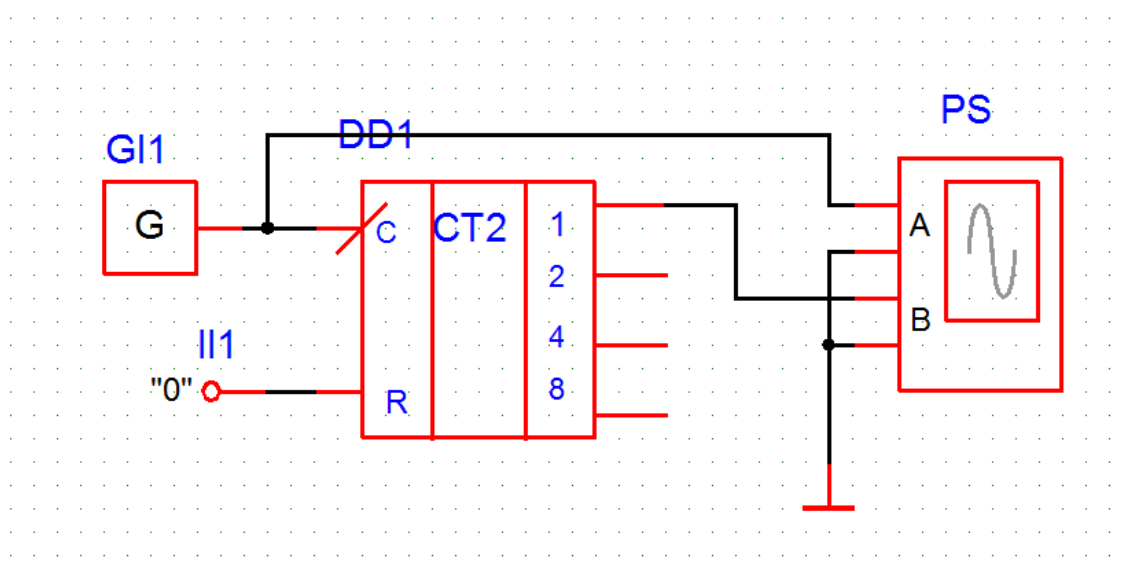


Рисунок 3.1 – Схема для исследования асинхронного счетчика

Порядок исследования

Этап 1

1. Снять последовательно диаграммы напряжений на прямых выходах счетчика:
 - на выходе генератора G (вход осциллографа A) и выходе счетчика У1 (вход осциллографа B);
 - выход счетчика У1(вход осциллографа A) и выход счетчика У2(вход осциллографа B);
 - выход счетчика У2(вход осциллографа A) и выход счетчика У4(вход осциллографа B);
 - выход счетчика У4(вход осциллографа A) и выход счетчика У8(вход осциллографа B).
2. Все диаграммы построить в единых осях времени, например, с помощью программы Paint.
3. Для каждой диаграммы курсор «развертка времени» переводим в левое крайнее (нулевое) положение.
4. Настройки параметров генератора приведены на рисунке 3.2. Например:
 - период, $per = 2e-006$ мкс;
 - длительность импульса, $pw = 1e-006$;
 - задержка на включение генератора G, $td = 1e-006$.

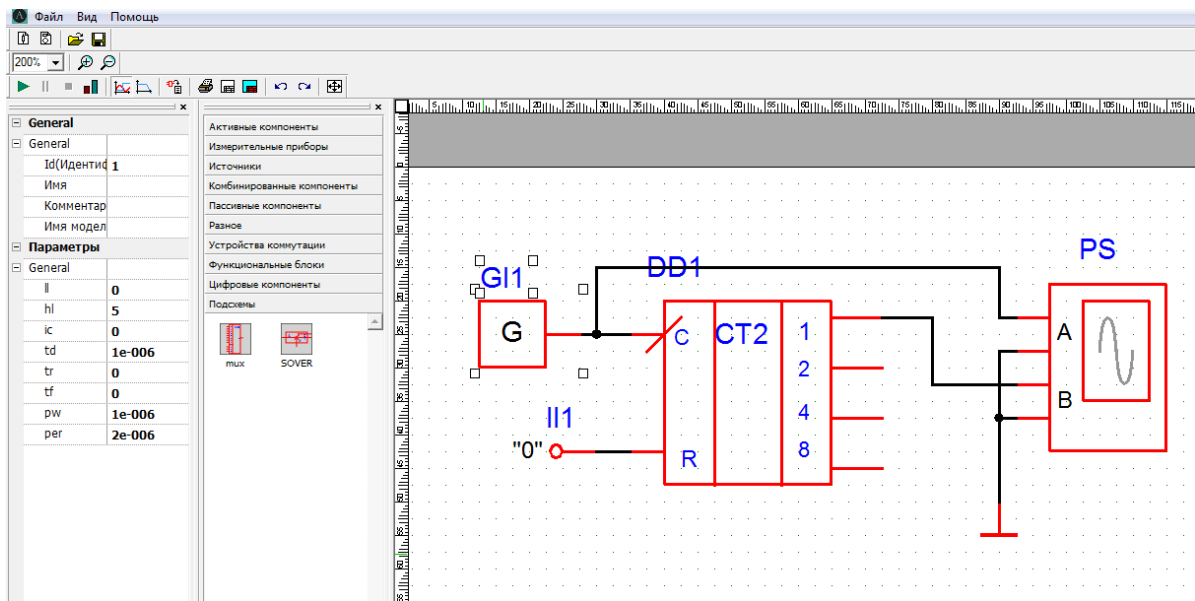


Рисунок 3.2 – Настройка параметров генератора G

5. Настройка параметров моделирования приведены на рисунке 3.3.

5.1. Параметры анализа:

- начальный шаг моделирования $t_{step} = 0.1$;
- конечный шаг моделирования $t_{stop} = 0.0002$. По версии разработчиков Asimesc шаги t_{stop} и t_{step} не связаны друг с другом. Поэтому соотношения между ними могут быть различными.

5.2 Параметры моделирования (рисунок 3.3) оставляем без изменения.

5.3 Параметры реального времени счета (Time ratio). Соответствие реального времени (например, 1 сек) времени моделирования. Выберем, например, $Time\ ratio = 1$. Другой пример – $Time\ ratio = 1 * 10^{-6}$ с. При этом скорость моделирования будет ускоряться или замедляться.

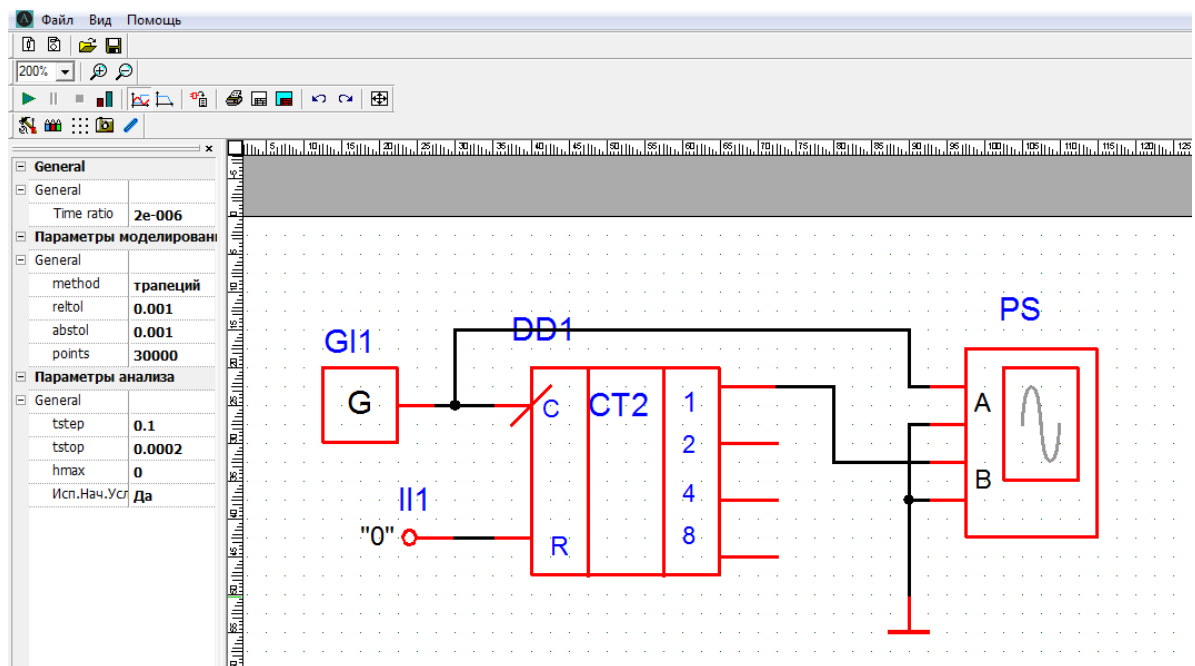


Рисунок 3.3 – Параметры моделирования

6. Последовательность действий. Пуск программы-получение осциллограмм- перевод курсора «развертка времени» в левое крайнее положение – перевод диаграмм в paint для обрезки (обрезаем по самому краю от левого края до правого края, чтобы совпадал формат) – перевод диаграмм из в Paint в Word и формирование диаграмм в единых осях времени.

7. Диаграммы сигналов в единых осях времени приведены на рисунке 3.4. в качестве примера. Эти диаграммы могут не совпадать с результатами эксперимента.

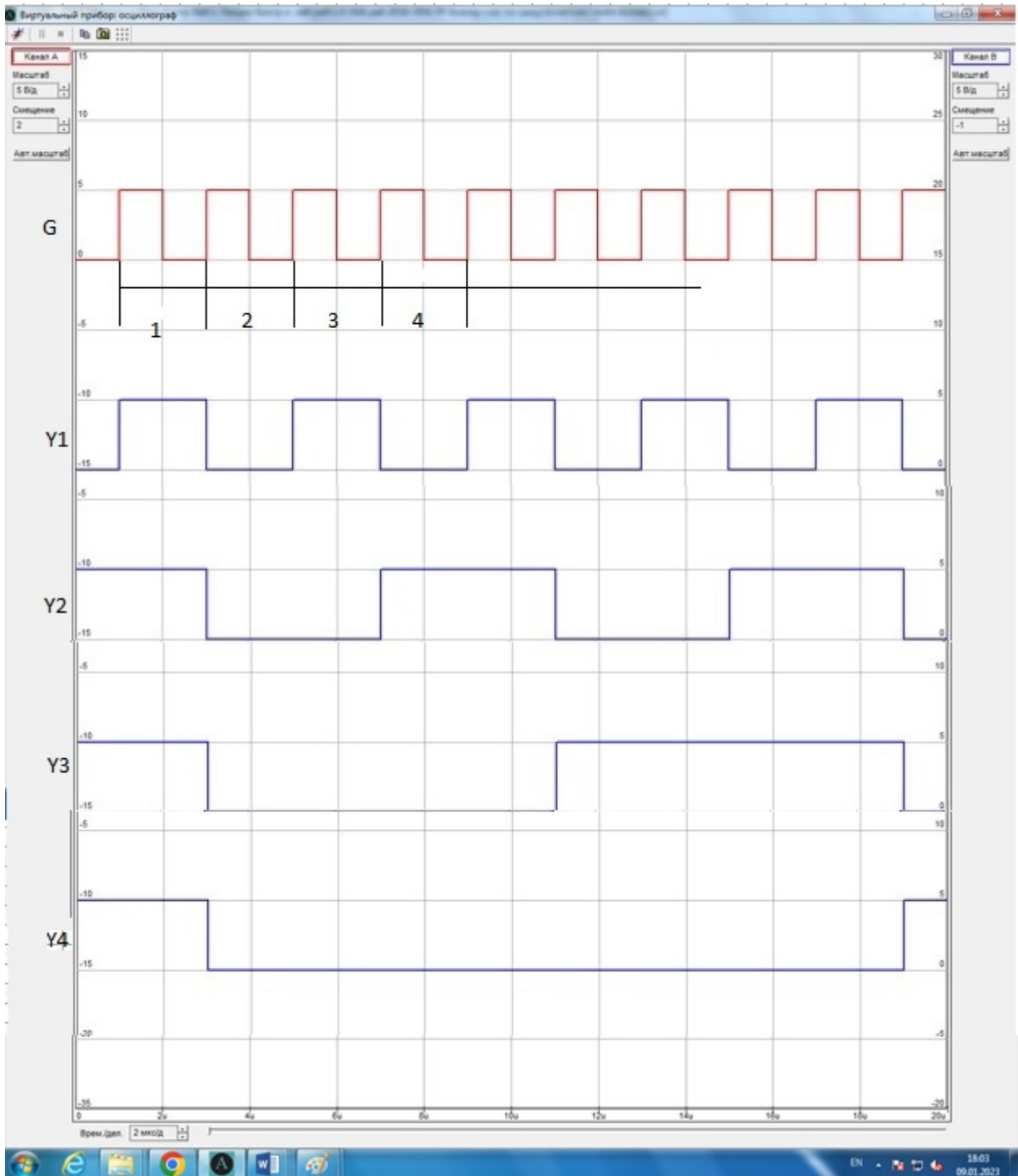


Рисунок 3.4. Диаграммы напряжений в единых осях времени

8. На рисунке 3.4 на каждом тактовом интервале генератора G проставить двоичный счет на выходах Y1, Y2, Y4, Y8: 0000, 0001, 0010, 0011 и т. д.

9. Сделать вывод: по фронту или спаду происходит переключение на диаграммах G-Y1; Y1-Y2; Y2-Y4; Y4-Y8. Сравнить с диаграммами, представленными в лекционном материале.

10. Сделать вывод о нарастающем или спадающем двоичном коде на выходе данного асинхронного счетчика.

Этап 2

На этапе 1 проводилось исследование импульсных последовательностей на прямых выходах счетчика, на этапе 2 необходимо провести исследование импульсных последовательностей на обратных выходах счетчика.

Последовательность действий

1. В схеме асинхронного счетчика на рисунке 3.1. между генератором G и входом C счетчика поставить инвертор. Таким образом прямые выходы становятся обратными.

2. Снять и построить все диаграммы в единых осях времени.

3. Сделать выводы.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Легостаев, Н. С. Микроэлектроника : учеб. пособие / Н. С. Легостаев. – Томск : ТУСУР, 2013. – 172 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4280> (дата обращения: 20.09.2022).
2. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. – 3-е изд., стер. – СПб. : Изд-во Лань, 2022. – 384 с.: ил. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210218> (дата обращения: 20.09.2022).
3. Легостаев, Н. С. Микроэлектроника : методические указания по изучению дисциплины / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов. –Томск : ТУСУР, 2015. – 90 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5587> (дата обращения: 20.09.2022).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Титульный лист.
2. Исходные данные.
3. Требуется.
4. Решение.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № _____

«Сумматор»

Вариант № _____

Выполнил студент гр. 368-2

_____ Ф.И.О.

« ____ » _____ 2023 г.

Проверил:

канд. техн. наук, доцент

_____ В. М. Саюн

« ____ » _____ 2023 г.

Томск 2023