



**Кафедра «Проектирования и
конструирования интегральных
микросхем»**

«Проектирование 8-ми разрядного счётчика в коде
Грея »

Выполнил: студент группы
ЭН-44 Бочарников Ю.И.
Научный руководитель:
Брюхова Ю.В.
Руководитель практики:
Брюхова Ю.В.



Цели и задачи

Цель – разработать 8-ми разрядный счётчик в коде Грея

Задачи:

- Изучить классификацию счётчиков
- Спроектировать базовые логические элементы счетчика
- Спроектировать 8-ми разрядный счётчик
- Спроектировать 8-ми разрядный счётчик в коде Грея
- Построить топологию на основе программного обеспечения dsch
- Провести функциональную и временную верификацию
- Определить максимальную частоту
- Определить задержки переключений при разных напряжениях и температурах



Классификация счётчиков

Счётчик - функциональный цифровой узел, предназначенный для счёта поступающих на его входы импульсов и фиксирующий это число в каком либо коде .

1. По принципу действия (по направлению счёта):

- суммирующие (зарегистрированное в счётчике число увеличивается);
- вычитающие (зарегистрированное в счётчике число уменьшается);
- реверсивные (работают как на сложение, так и на вычитание).

2. По логике (последовательности работы):

асинхронные (переключение элементов счётчика происходит последовательно);

синхронные (переключение элементов счётчика происходит одновременно).



Классификация счётчиков

3. По модулю счёта:

двоичные (двоично-десятичные);

десятичные;

с постоянным модулем счёта;

с переменным модулем счёта.

4. По назначению:

- счётчики;

- счётчики-делители (делители).

5. По способу реализации внутренних связей:

с последовательным переносом;

с параллельным переносом;

с комбинированным переносом;

кольцевые.

Логические элементы

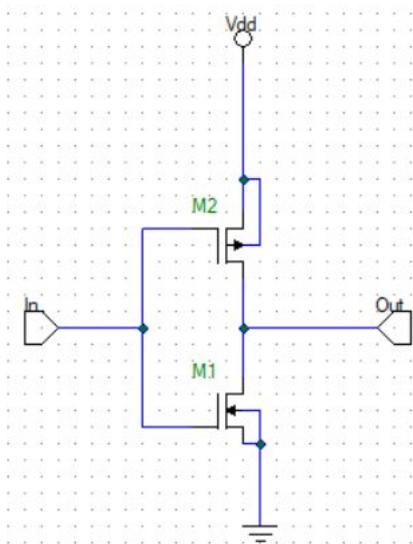


Рисунок 1.
Инвертор

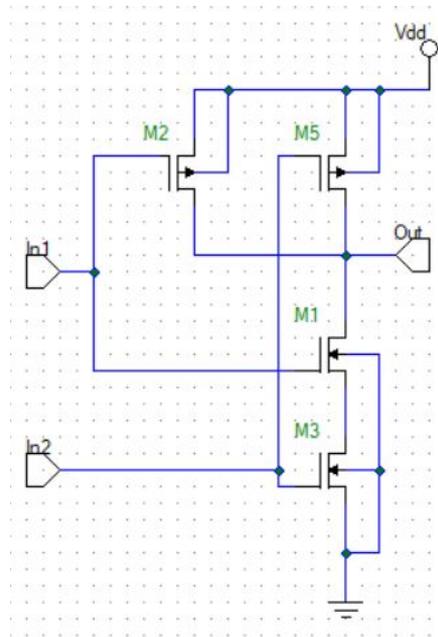


Рисунок 2.
2-И-НЕ (nand2)

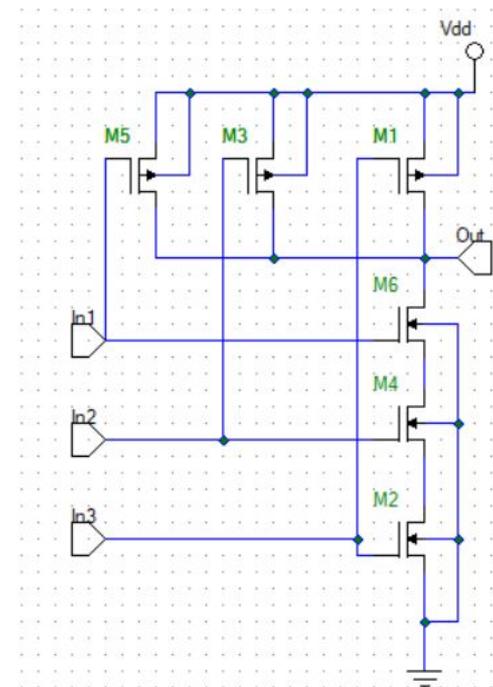


Рисунок 3.
3-И-НЕ (nand3)



Базовые элементы счетчика

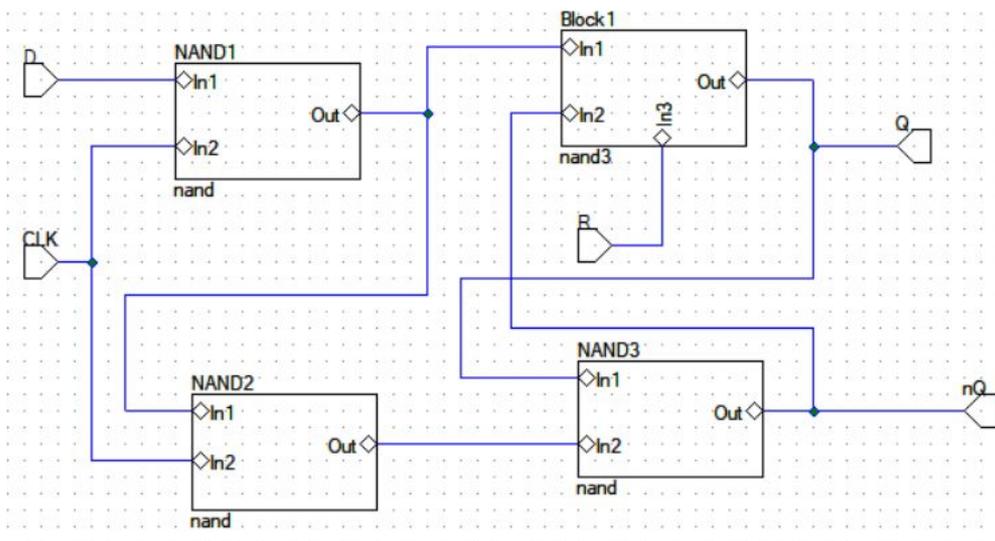


Рисунок 4.
D-тригер с
установкой

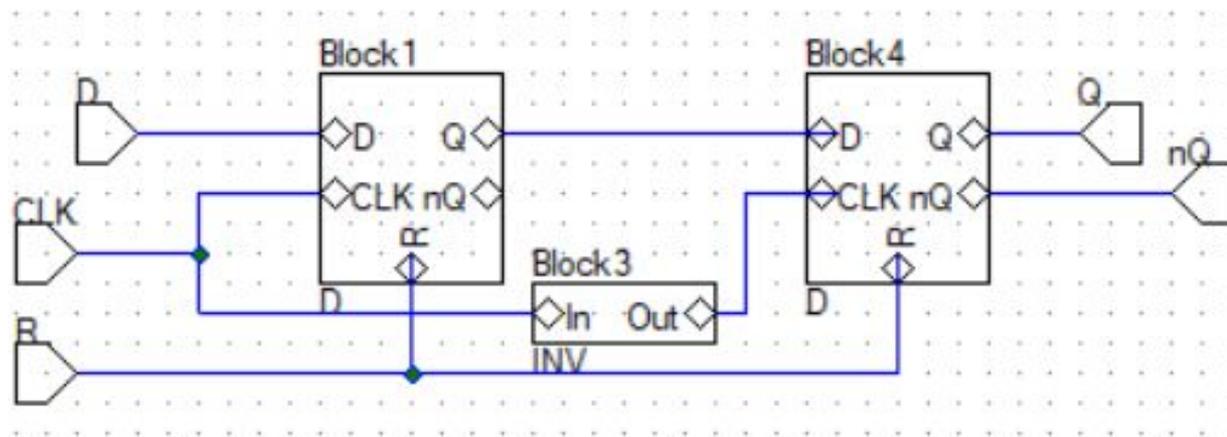


Рисунок 5. MS-тригер
с установкой



Счетчик

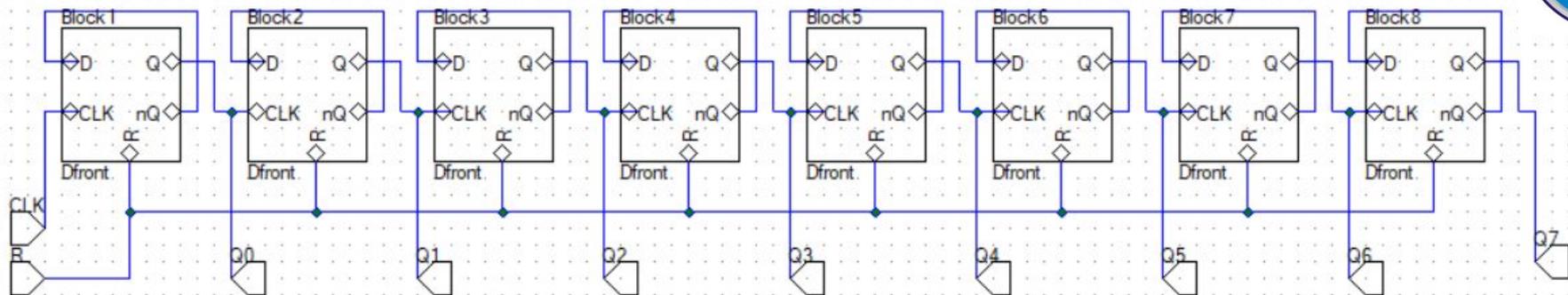


Рисунок 6. Суммирующий счетчик

C:\Users\Юлия\Desktop\ДИПЛОМ\SS_Grej_correction.apb

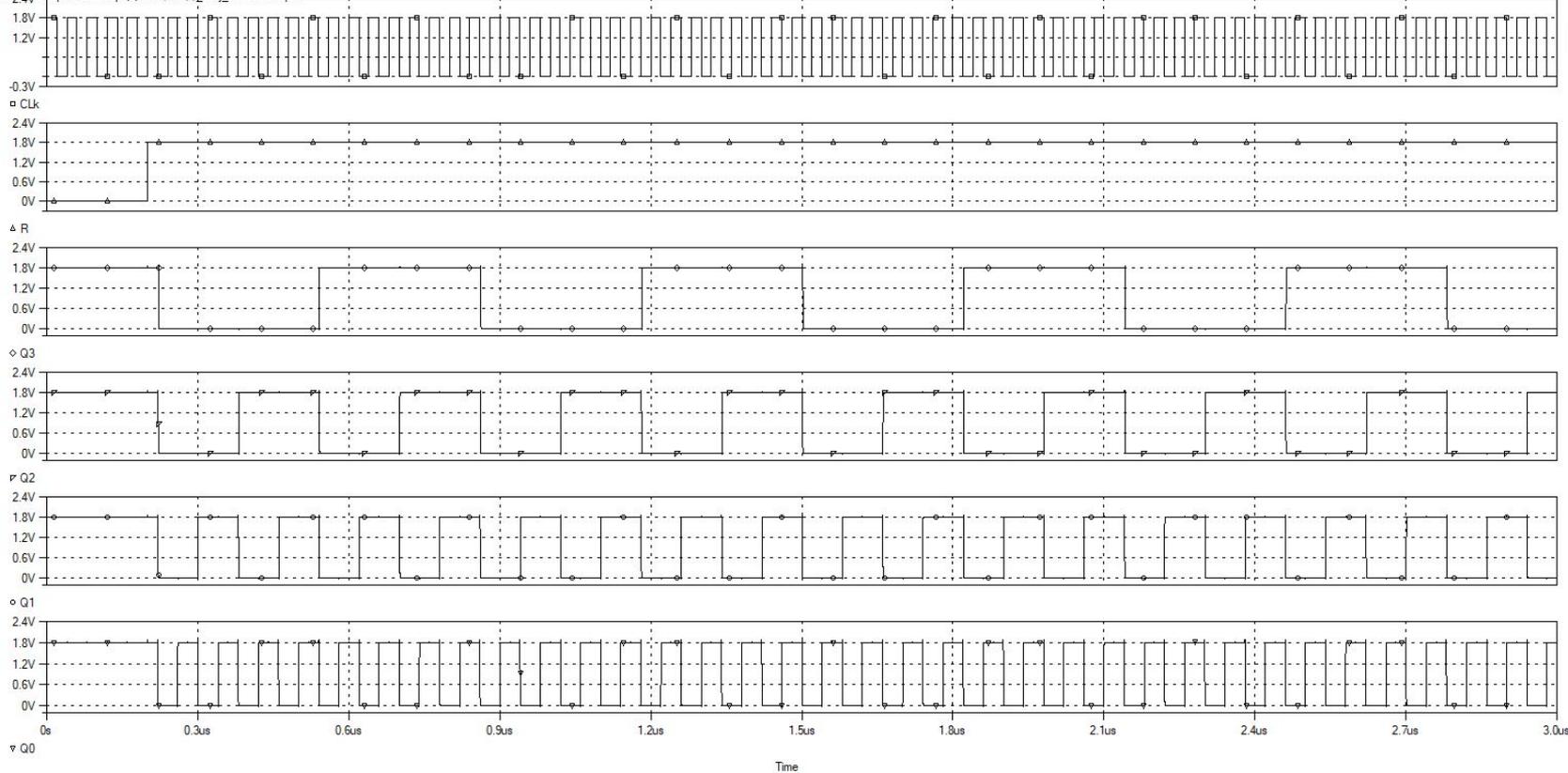
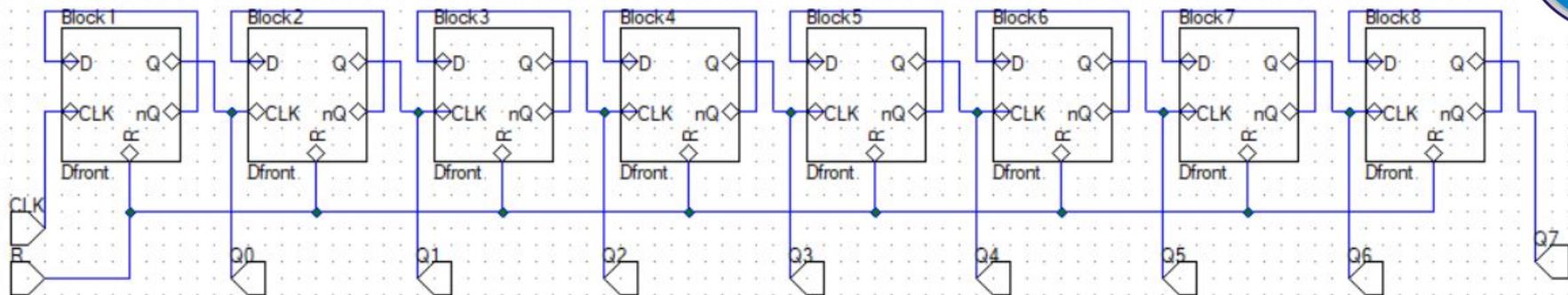


Рисунок 7.
Q0-Q3



Счетчик



C:\Users\Юра\Desktop\ДИППОМ\SS_Grej_correction.apb

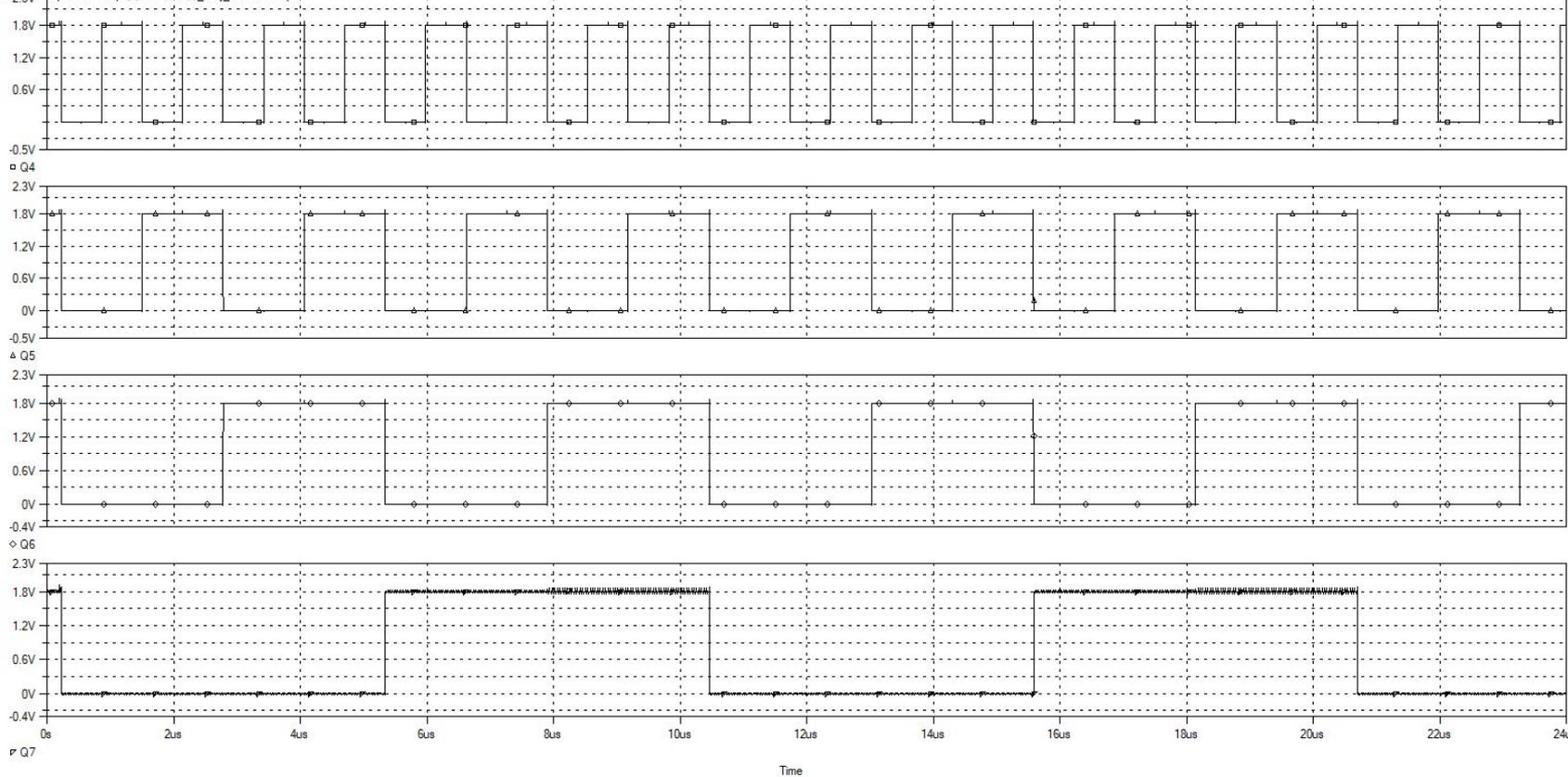


Рисунок 7.
Q4-Q7



4-х битный счетчик в коде Грея

Таблица истинности для преобразования

Binary				Gray Code			
b ₃	b ₂	b ₁	b ₀	g ₃	g ₂	g ₁	g ₀
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

Рисунок 8.
Таблица истинности

Соответствующие минимизированные логические выражения для битов серого кода

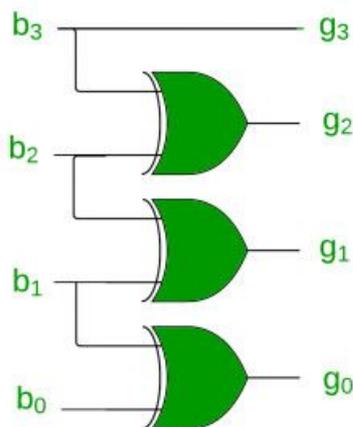
$$g_0 = b_0 b_1' + b_1 b_0' = b_0 \oplus b_1$$

$$g_1 = b_2 b_1' + b_1 b_2' = b_1 \oplus b_2$$

$$g_2 = b_2 b_3' + b_3 b_2' = b_2 \oplus b_3$$

$$g_3 = b_3$$

Рисунок 9.
Логические выражения



Соответствующая цифровая схема —

Рисунок 10.
Цифровая схема



Счетчик в коде Грея

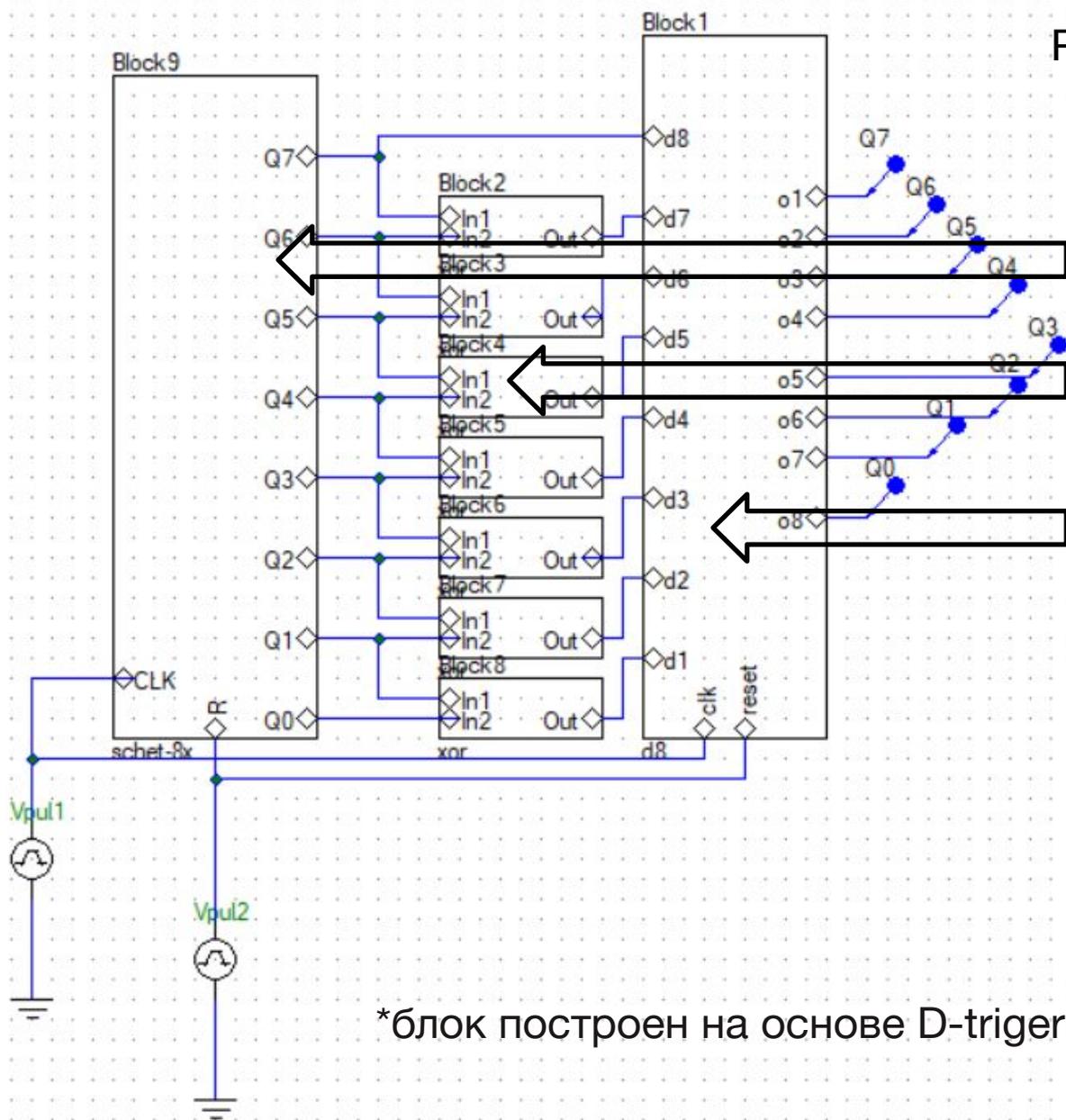


Рисунок 11. Схема
счетчика в коде
Грея

8-ми разрядный
счетчик

Логический элемент хор

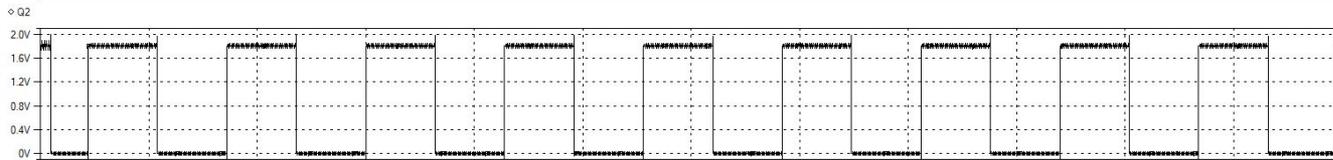
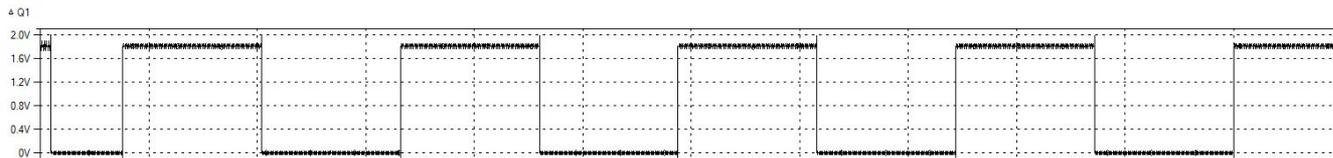
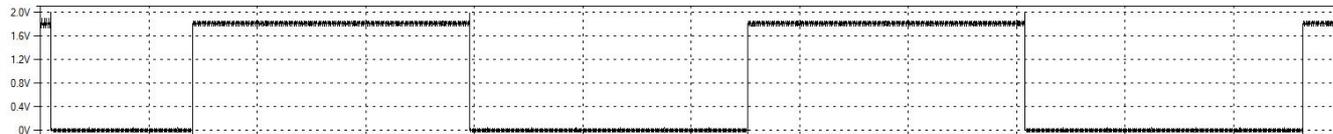
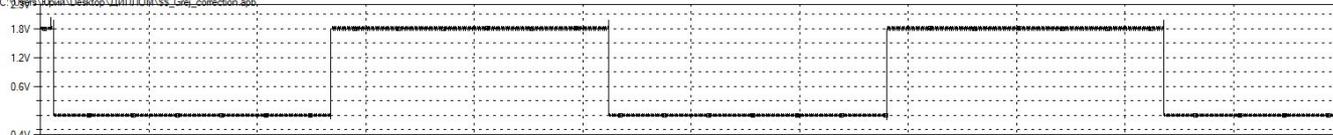
Блок* для избавления от
рисков сбоя

блок построен на основе D-trigger где d-вход,о*-выход триггера

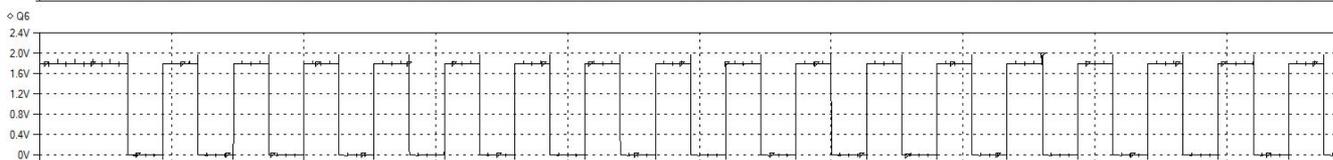
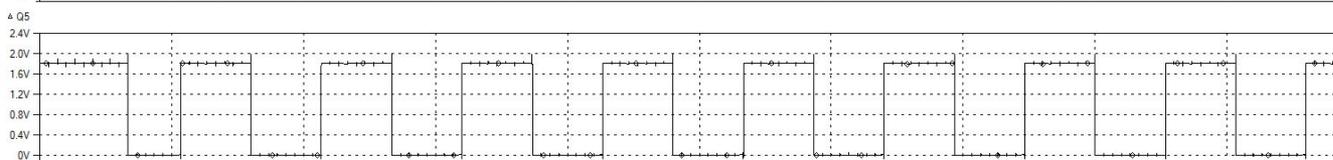
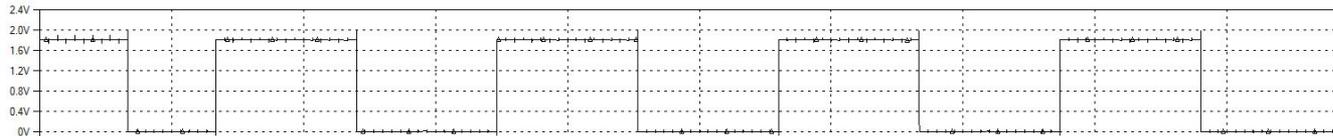
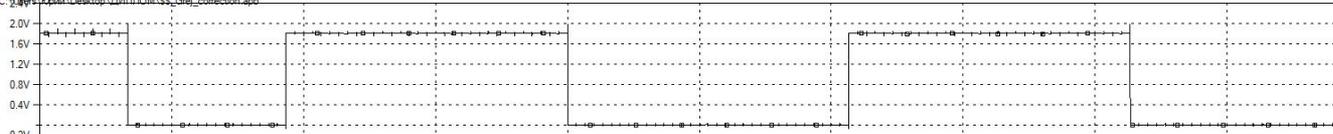
Счетчик в коде Грея



C:\Users\Юрий\Desktop\ДИПЛОМ\SS_Grey_correction.spb



C:\Users\Юрий\Desktop\ДИПЛОМ\SS_Grey_correction.spb



C:\Users\Юрий\Desktop\ДИПЛОМ\SS_Grey_correction.spb



Рисунок 12.
Q4-Q7

Рисунок 13.
Q0-Q3

Топология счетчика в коде Грея



Топология счетчика
в коде Грея

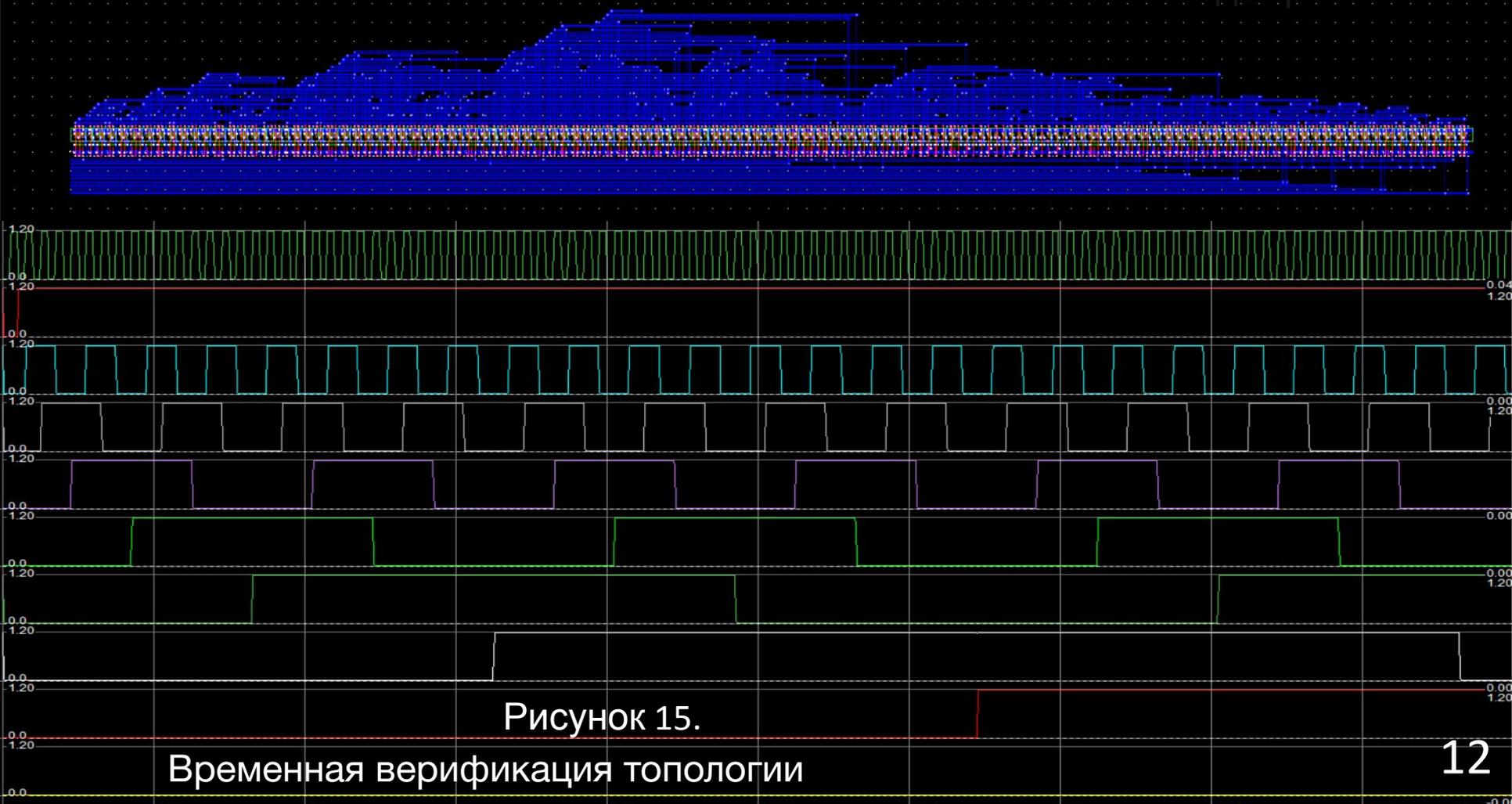


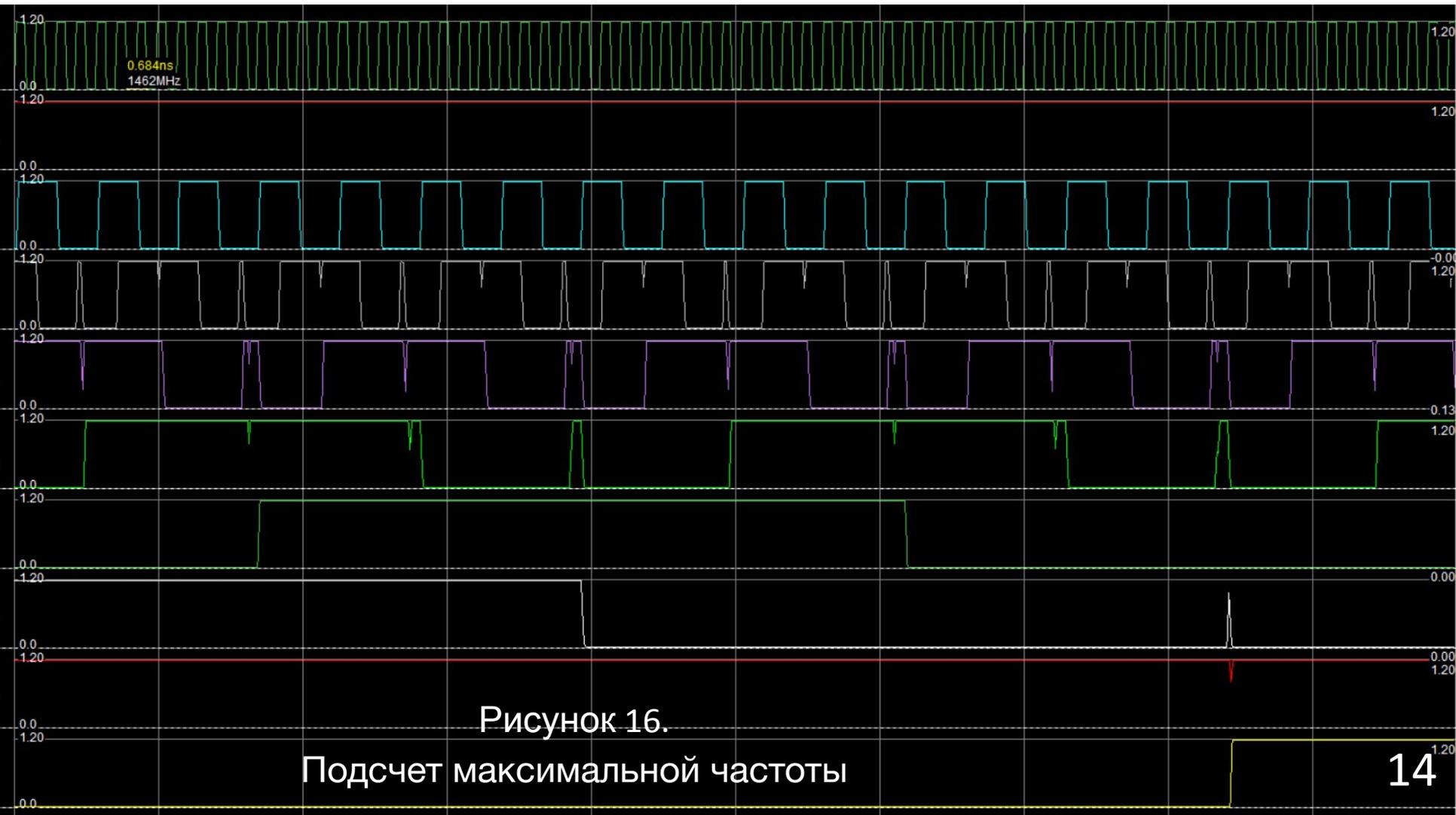
Рисунок 15.

Временная верификация топологии

Топология счетчика в коде Грея



Максимальная частота: 0.7 ns или 1.429 GHz



Задержки переключений при разных напряжениях и температурах в коде Грея



Напряжение (В)	Температура (°C)	Задержка (ps)
1.62	27	64
1.8	27	61.5
1.98	27	59
1.8	0	59.25
1.8	27	61.5
1.8	40	62.5

Заключение



По завершению данной работы были выполнены следующие задачи:

- Изучена классификация счётчиков
- Спроектированы базовые логические элементы счетчика
- Спроектирован 8-ми разрядный счётчик
- Спроектирован 8-ми разрядный счётчик в коде Грея
- Построена топология на основе программного обеспечения dsch
- Проведена функциональная и временная верификация
- Определена максимальная частота
- Определены задержки переключений при разных напряжениях и температурах



Спасибо за внимание!

