

Цифровая Схемотехника

Отчет по лабораторной работе №1 “Введение в проектирование цифровых интегральных схем” Вариант 8

Выполнили: студенты группы Р3217

Галеев Денис

Плюхин Дмитрий

Преподаватель: Баевских А. Н.

2017 год

1. Цели работы

Получить базовые знания о принципах построения цифровых интегральных схем с использованием технологии КМОП

Познакомиться с основными параметрами цифровых вентилей

2. Задание

XOR

$$Y = X1 \oplus X2 \oplus X3$$

Логический базис: И-НЕ

3. Ход работы

1) Схема вентилия согласно варианту задания (вентиль XOR):

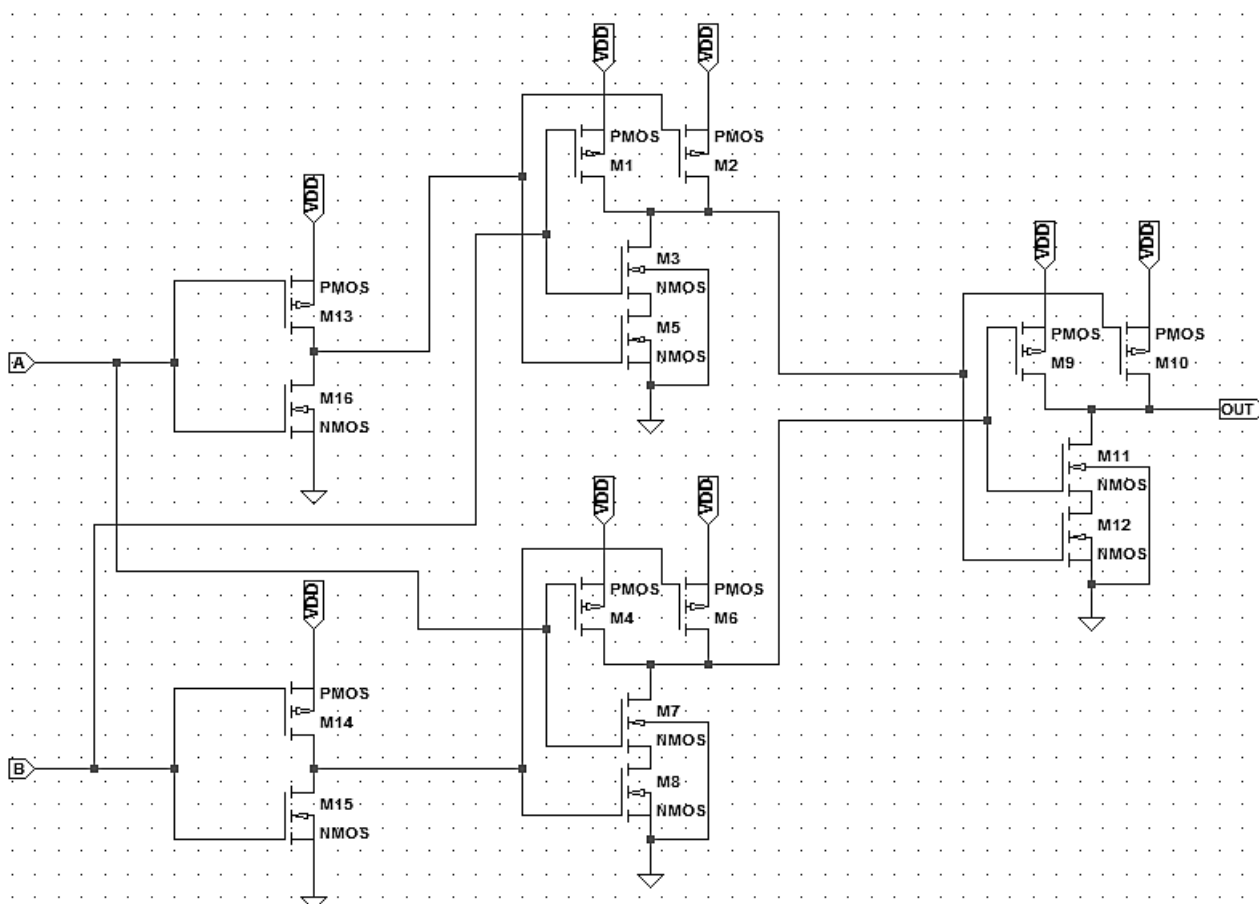
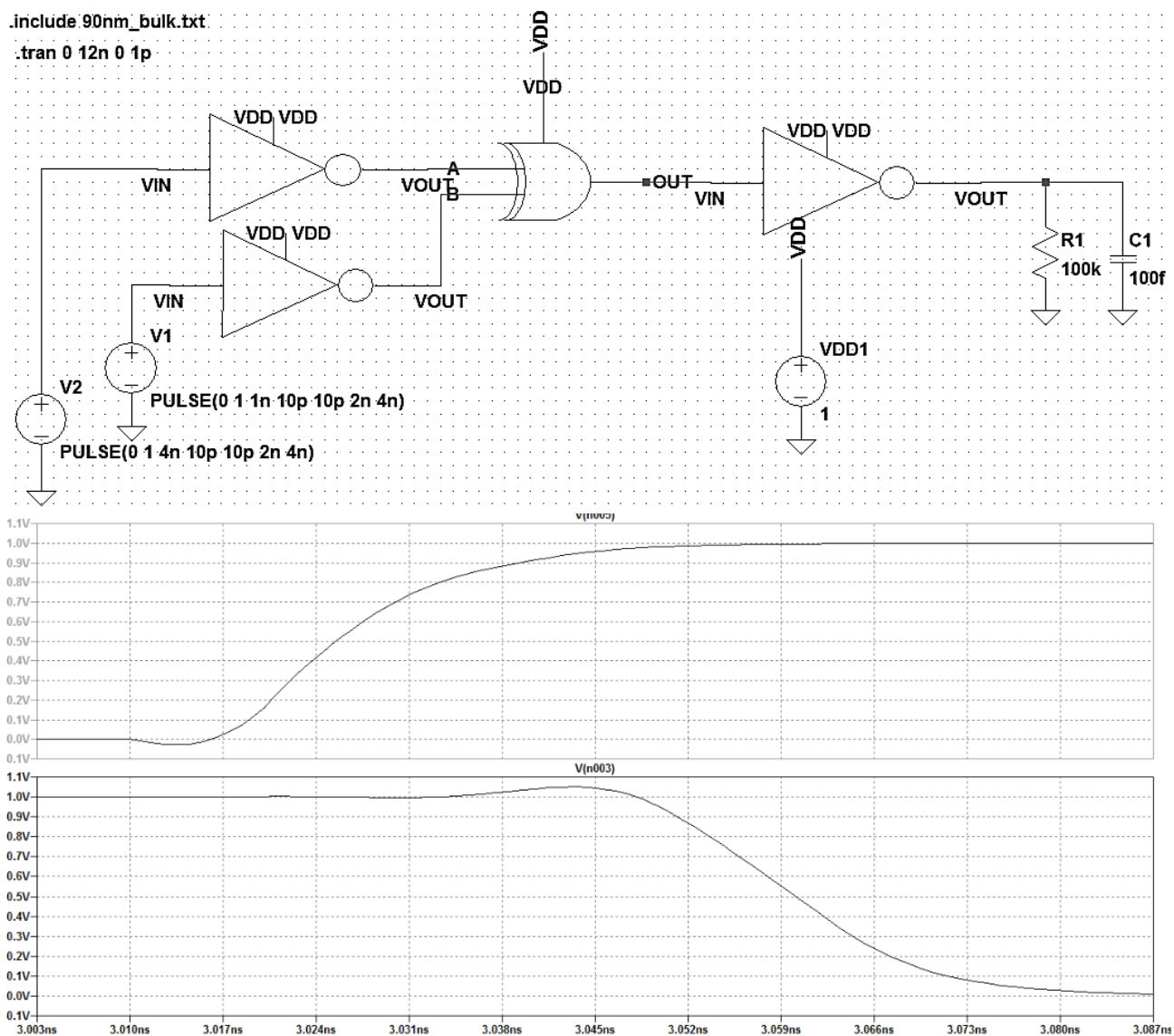


Схема передаточного вентиля (включен в вентиль XOR):

2) Моделирование работы схемы:

```
.include 90nm_bulk.txt
```

```
.tran 0 12n 0 1p
```

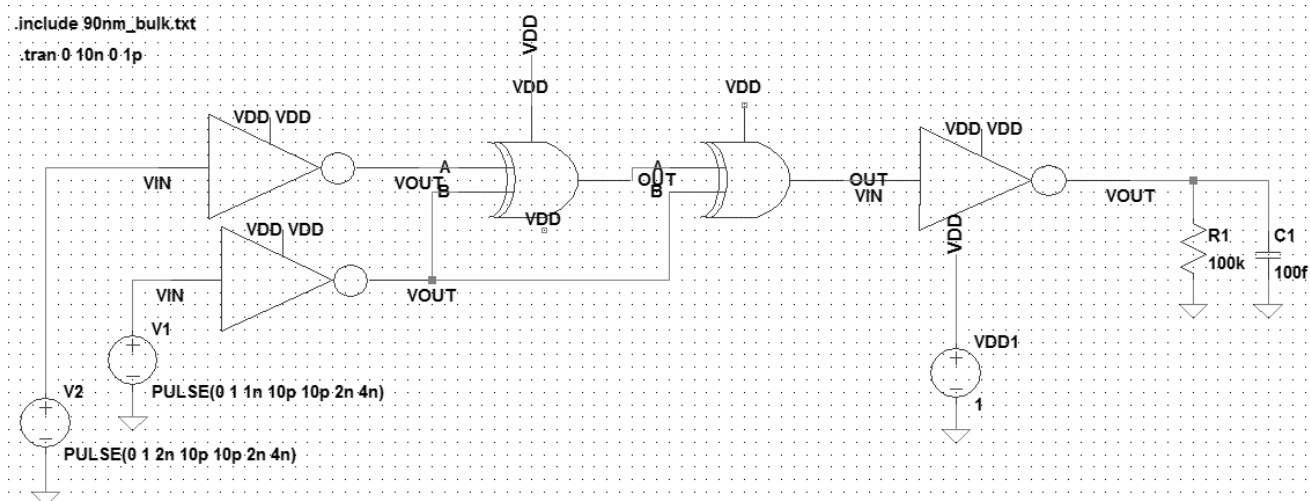


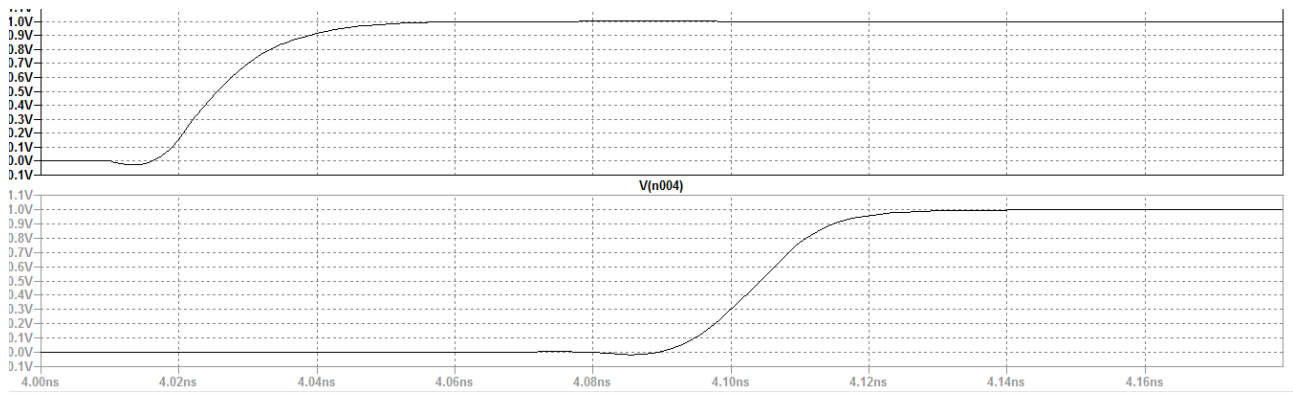
Задержка распространения схемы составляет 30 ps.

3) Моделирование работы схемы с двумя вентилями, подключенными последовательно:

```
.include 90nm_bulk.txt
```

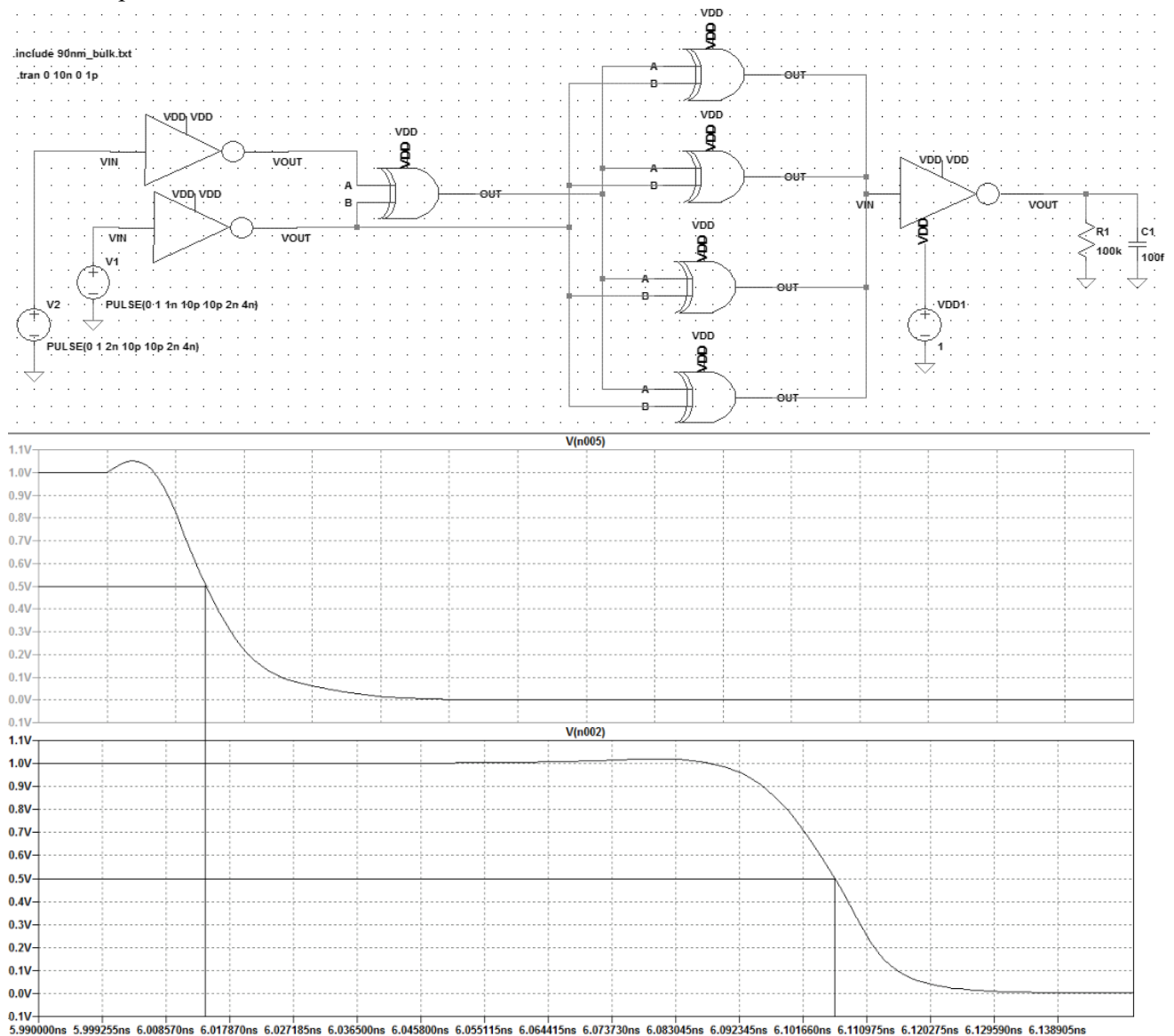
```
.tran 0 10n 0 1p
```

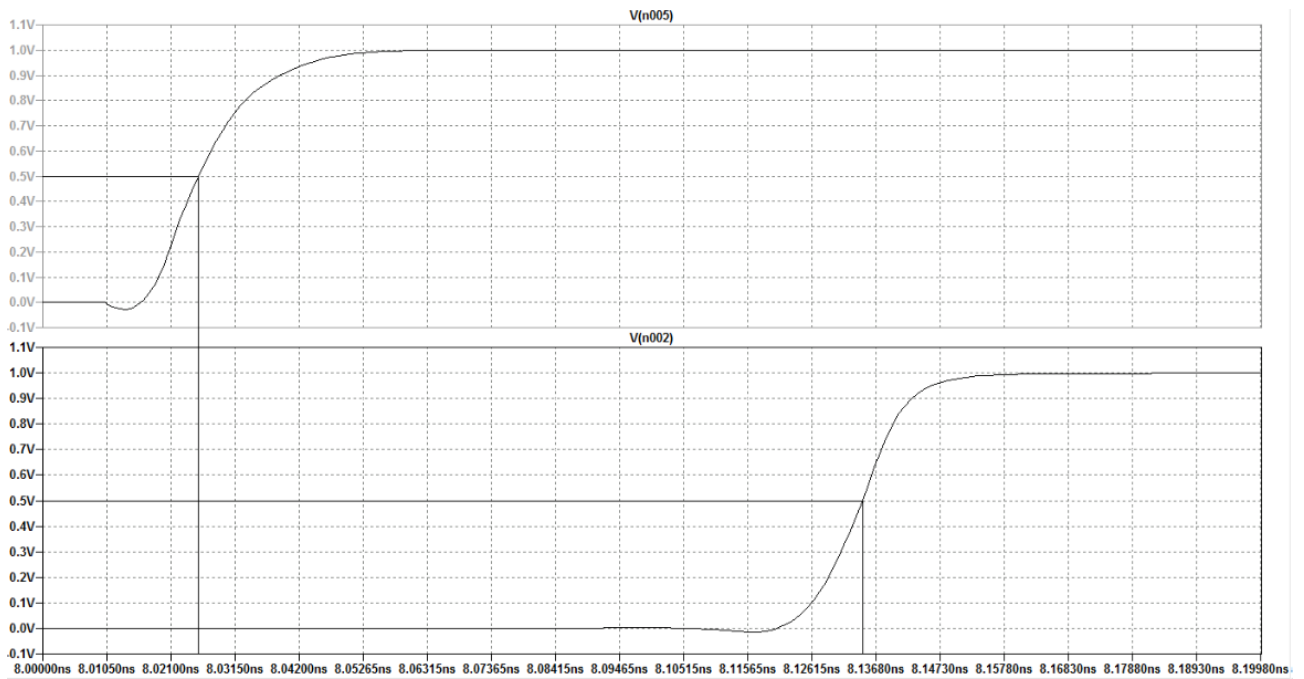




Задержка распространения схемы составляет 76.7ps

- 4) Моделирование работы схемы с пятью вентилями, четыре из которых соединены параллельно:

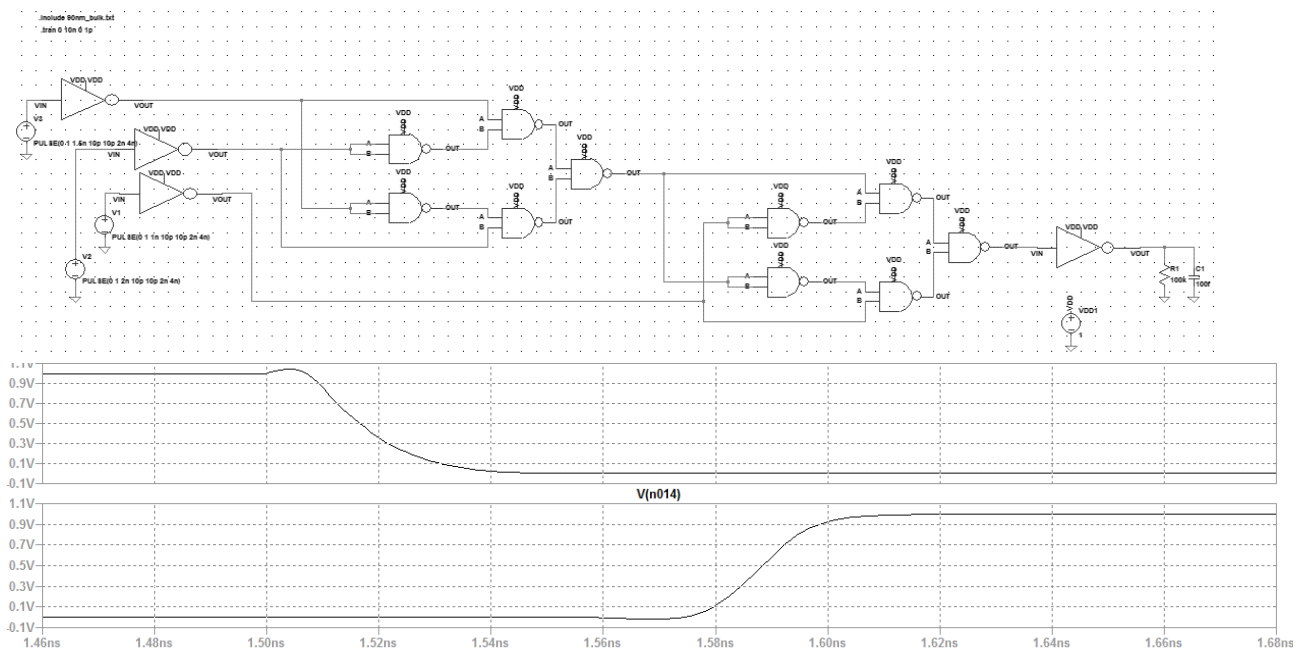


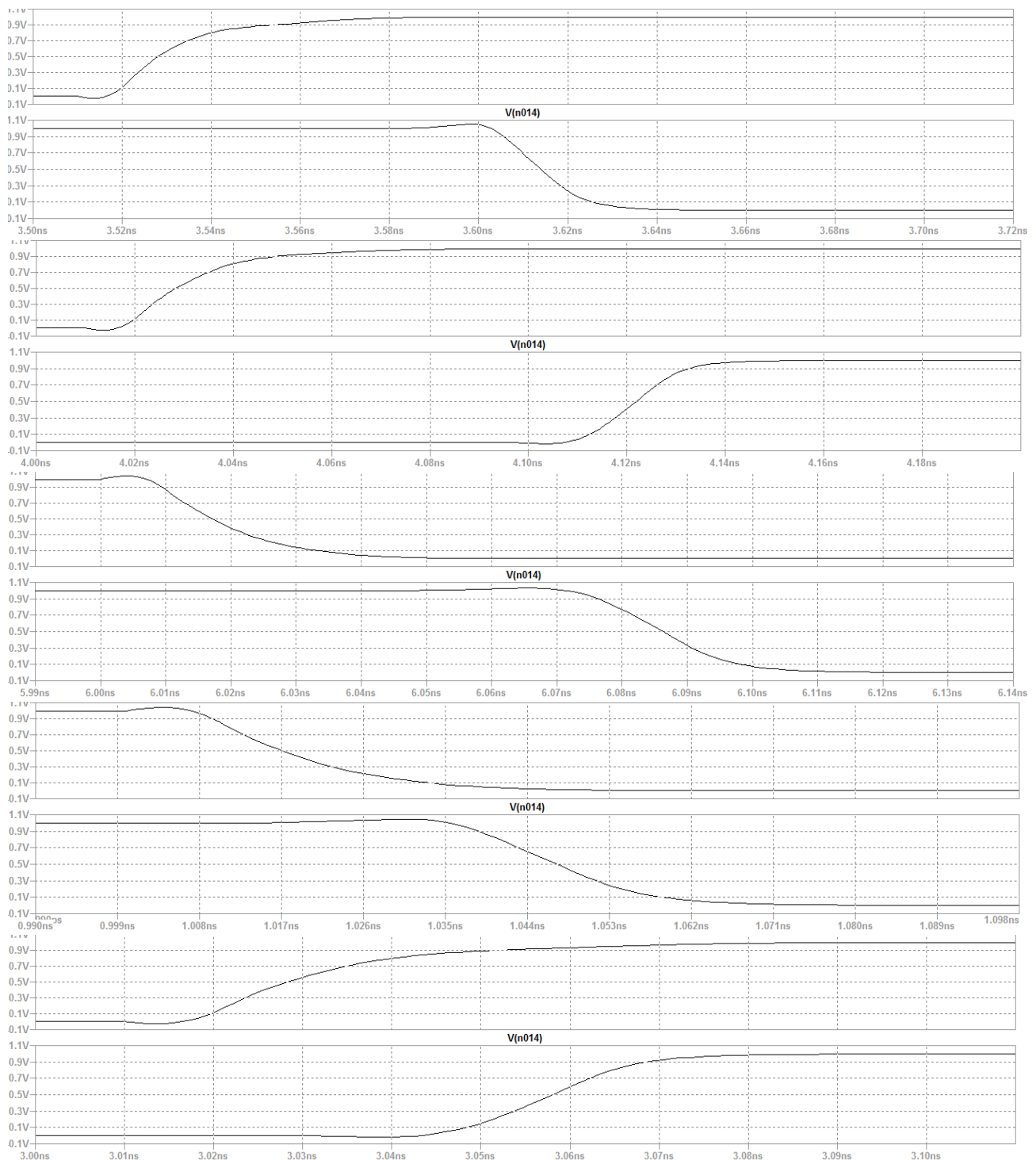


Задержка распространения составляет 109 ps

- 5) Таким образом, можно сделать следующий вывод о влиянии нагрузки на временные характеристики работы вентиля: при увеличении нагрузки наблюдается увеличение задержки распространения сигнала через вентиль. Это обуславливается как ненулевым временем срабатывания транзисторных ключей, так и инертностью электрических цепей в целом. Что касается транзисторов, соединяемых параллельно, а не последовательно, можно заметить, что при увеличении их количества происходит еще больший рост задержки распространения сигнала, что связано с электроемкостью транзисторов (при переключении транзисторного ключа фактически происходит заряд/разряд конденсатора, на что требуется некоторое время).

- 6) Схема, реализующая заданную функцию (3XOR в базисе NAND)





- 7) Минимальная задержка распространения: 93.8ps (при росте второго сверху сигнала)
 Максимальная задержка распространения: 30ps (при спаде третьего сверху сигнала)

- 8) Таким образом, максимальная частота, при которой схема еще сохраняет работоспособность, составляет

$$\nu = \frac{1}{pd_{max}} = \frac{1}{0,0938} \text{ ГГц} \approx 10,661 \text{ ГГц}$$

4. Вывод

В результате лабораторной работы были получены и применены на практике базовые знания о построении цифровых интегральных схем с использованием технологии КМОП. В частности, был

спроектирован и протестирован элемент XOR двумя способами: с использованием инверторов и передаточных вентилях, а также с использованием элементов NAND (первый способ является предпочтительным в том плане, что требует всего 8 транзисторов по сравнению со вторым, для реализации которого необходимо 20 транзисторов). Помимо этого, были получены представления о процессе изменения электрических сигналов в микросхемах, о задержках распространения, которые могут возникать на практике.