

# 计算机系统 I 实验报告 0

实验 0-1: 数字电路仿真环境准备

实验 0-2: FPGA 实验环境准备

姓名: 洪奕迅

学号: 3230102930

班号: 工信 2319

计算机系统 I

(春夏, 2024)

浙江大学

计算机学院

2024 年 2 月 29 日

# 目录

<b>1 反相器的电压传输特性</b>	<b>2</b>
1.1 相关实验步骤 . . . . .	2
1.2 ngSpice 反映的反相器输入输出关系 . . . . .	2
1.3 正弦 $V_{in}$ 及其对应的 $V_{out}$ 变化 . . . . .	3
1.4 对反相器逻辑 0/1 的阈值设置 . . . . .	3
<b>2 Logisim 电路仿真</b>	<b>5</b>
2.1 相关实验步骤 . . . . .	5
2.2 该电路功能 . . . . .	5
2.3 输入输出关系与电路的内在关系 . . . . .	5
<b>3 Verilog 练习</b>	<b>6</b>
3.1 卡诺图化简及 Verilog 代码 . . . . .	6
3.2 上板验证 . . . . .	6
<b>4 仿真练习</b>	<b>7</b>
4.1 激励文件设计及仿真思路与截图 . . . . .	7
4.2 Verilator 和 Vivado 部分按钮功能概述 . . . . .	7

# 反相器的电压传输特性

## 1.1 相关实验步骤

在 Linux 终端中输入以下命令以运行仓库中的 *inv.sp* 文件。

### Code Snippet 1.1.1 ▶ Linux 命令

```
1 cd /home/forever/sys1-sp24/src/lab0-1 # 进入仓库所在目录
2 ngspice inv.sp # 使用 ngspice 运行 sp 文件获取 spice 网表
3 # 在 ngspice 中可以使用点击，左键移动等方式可以将网表坐标、斜率等信息输出至终端
```

效果如下图：

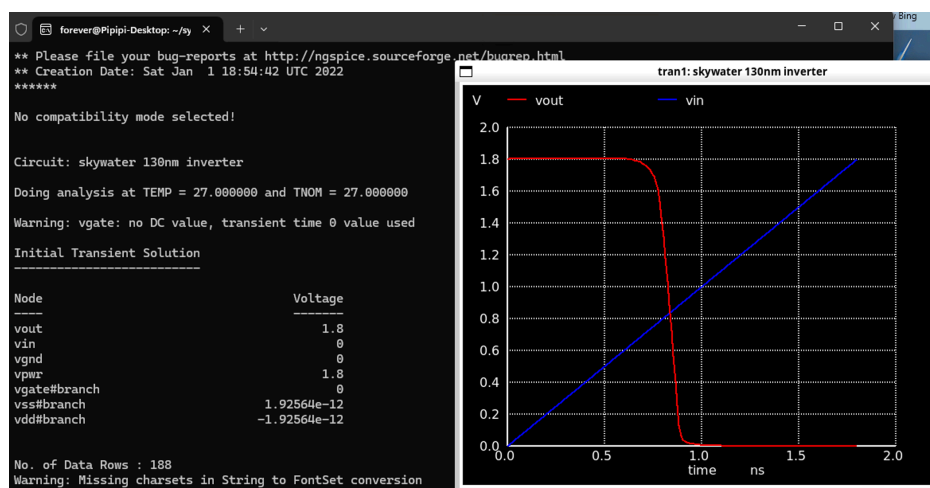


图 1.1: Linux 界面以及对应的 Spice 网表

## 1.2 ngSpice 反映的反相器输入输出关系

通过观察发现该反相器的输入输出大致满足这样的关系：

### Theorem 1.2.1 ▶ 反相器的输入输出关系

线性变化的输入电压能够直接反映反相器的电学特性。

输出电压主要分为三个阶段，包括逻辑 1（接近  $V_{cc} = 1.8V$ ，此时  $U_{in} = 0 \sim 0.7V$ ），逻辑 0（几乎截止，此时  $U_{in} = 1 \sim 1.8V$ ）和一个在两个状态间的快速变化阶段（发生在  $U_{in} = 0.7V \sim 1V$  内）。

因此，输入输出的关系是，输出将输入的电平反相后输出，由于电学特性，其中有一个较小的跳变阶段，但是仍然能基本实现把一个模拟的输入电信号转为离散的逻辑电平。

### 1.3 正弦 $V_{in}$ 及其对应的 $V_{out}$ 变化

我将  $U_{in}$  设定为在  $0 \sim 1.8V$  间变化，由于手绘太丑，因此使用了由 *Grogebra* 绘制的底图，其中使用了 1.4 中确定的临界阈值。

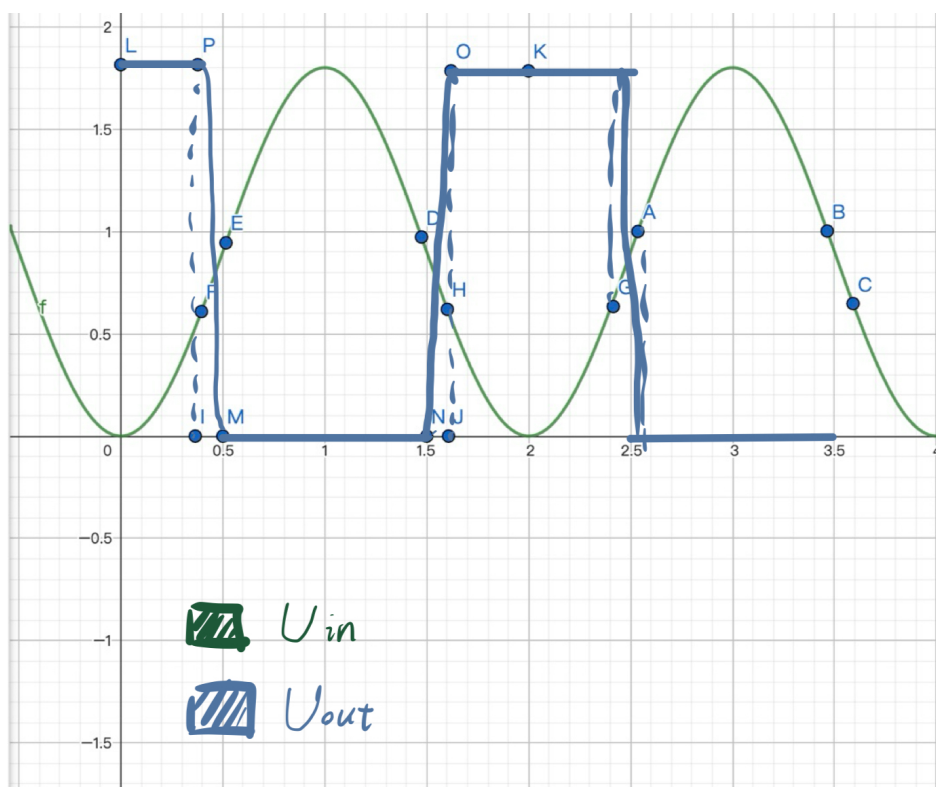


图 1.2: 此处描述了一个多周期内的输出电压变化，其中跳变由于手绘因此有一定失真

### 1.4 对反相器逻辑 0/1 的阈值设置

对于逻辑电路，应该尽可能保证 0/1 对应一个稳定且差距较大的电压，因此我认为可以这样设置：

**Theorem 1.4.1 ▶ 阈值设置**

由 ngspice 查询，我认为将反相器处于  $U_{1out} \approx 1.8V$ ，即完全导通作为输出逻辑 1 和输入逻辑 0，将反相器完全截止，即  $U_{0out} \approx 0V$  作为输出逻辑 0 和对应电压作为输入电压 1 能够同时保证输出范围分界明确以及输出电压稳定。

根据这一标准，我设定的输入阈值和输出电压界定是：

$$U_{1out} \approx 1.8V \quad U_{0out} \approx 0V$$

$$U_{1in} = 1 \sim 1.8V \quad U_{0out} = 0 \sim 0.665V$$

# Logisim 电路仿真

- 2.1 相关实验步骤
- 2.2 该电路功能
- 2.3 输入输出关系与电路的内在关系

# Verilog 练习

3.1 卡诺图化简及 Verilog 代码

3.2 上板验证

# 仿真练习

## 4.1 激励文件设计及仿真思路与截图

## 4.2 Verilator 和 Vivado 部分按钮功能概述