

数字电路与数字系统实验报告

实验一：双控开关和表决器

院系：人工智能学院

姓名：张运吉

学号：211300063

班级：21 级人工智能学院 AI2 班

邮箱：211300063@smail.nju.edu.cn

时间：2022 年 4 月 1 日

目录

一、 实验目的.....	3
二、 实验原理.....	3
1. 晶体管.....	3
2. 逻辑表达式和真值表.....	3
三、 实验环境/器材.....	4
四、 实验内容.....	4
1. 利用晶体管构建或门.....	4
2. 双控开关.....	6
3. 多数表决器.....	8
五、 思考总结.....	10

一、 实验目的

1. 熟悉Logisim软件的使用方法
2. 掌握使用基础晶体管部件构成逻辑门的方法
3. 应用基本逻辑电路部件设计简单逻辑电路

二、 实验原理

1. 晶体管

在实验中使用的晶体管为金属-氧化物-半导体(Metal-Oxide-Semiconductor)结构的晶体管, 简称MOS晶体管, 有P沟道晶体管PMOS和N沟道晶体管NMOS管。在数字系统中, MOS晶体管大多数时候处于导通状态(电阻很小)或截止状态(电阻很大)当中。晶体管三个端子分别为栅极、源极和漏极, 通过改变栅极和源极之间的电压差, 可以控制源极和漏极之间的电阻大小。

2. 真值表和逻辑表达式

在实现逻辑电路之前, 通常需要先分析需要通过逻辑电路完成的功能, 将输入组合和对应输出结果列在真值表当中。

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

真值表

通过真值表，我们可以列出逻辑电路输入与输出之间关系表达式：

$$F = \neg AB + A\neg B$$

接下来可以利用逻辑表达式直接组建逻辑电路。

三、实验环境/器材

1. Logisim v2.7.1

<http://www.cburch.com/logisim/>

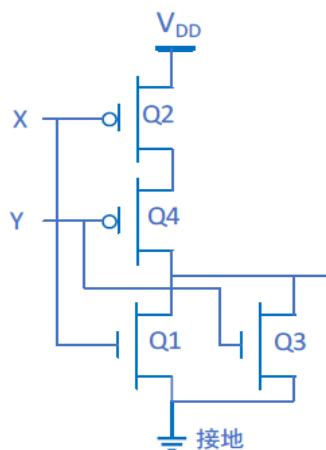
2. Java Runtime Environment

<https://www.java.com>

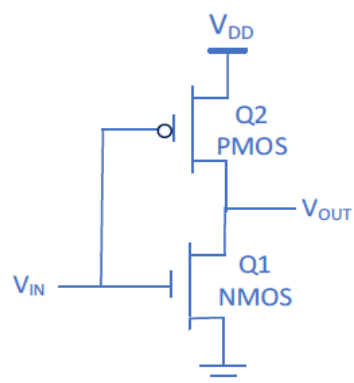
四、实验内容

1. 利用晶体管构建两输入或门

1) 实验原理：二极管、三极管、MOS管都是基础的电器元件，其中MOS管（统称为晶体管）是现代数字电路的基础。与门、或门、非门等门电路是数字电路中最常用的基础门电路。根据数字电路原理，或门是由或非门级联一个反相器构成。或非门和反相器（非门）的原理图如下：



或非门



反相器（非门）

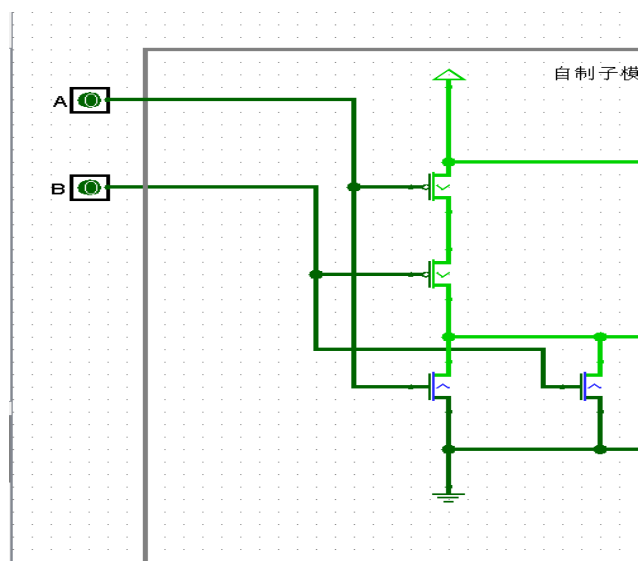
2) 实验步骤

a. 构造或非门:

需要的元件有：两对晶体管，一个电源，一个接地线两个输入引脚；按照或非门的原理图在 logisim 中连接好。

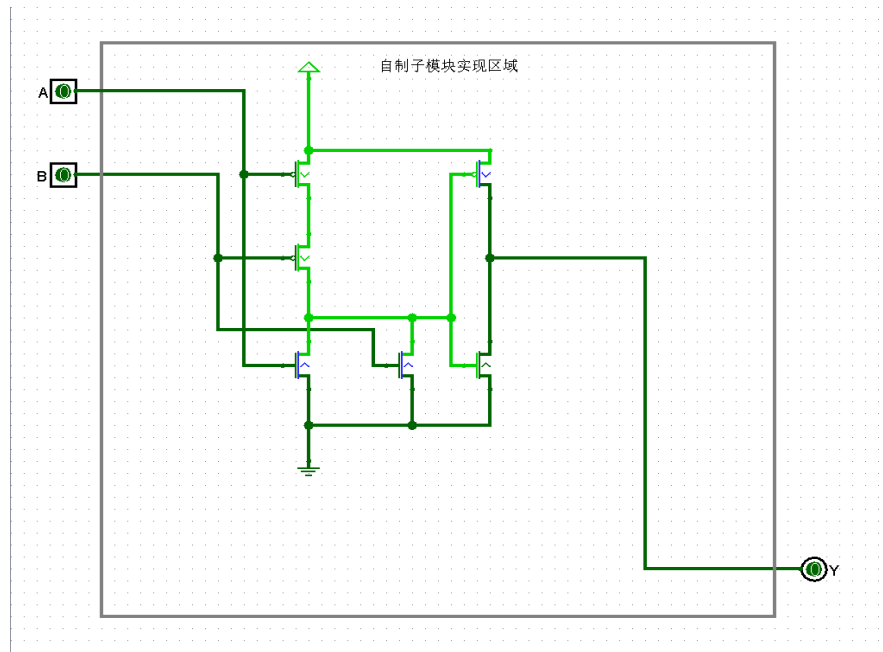
需要注意的是：这里需要设定 p 沟道晶体管的朝向为 South，n 沟道晶体管的朝向为 North。

如果所有的电线都是绿色，说明我们连接的电路图是连通的。



b. 构造非门，并与或非门级联：

需要的原件：一对晶体管，一个输出引脚。



c. 仿真测试：

通过利用Logisim软件内置功能，穷举了所有输入的可能组合，发现输入组合与输出结果符合真值表数据，符合预期。

3) 实验结果

将实验结果代码提交至测试平台，获得测试结果正确，实验完成。

测试结果

自测运行结果

1/1 全部通过

测试集1

消耗内存231.6MB 代码执行时长: 0.98秒

预期输出

实际输出

展示原始输出

2. 双控开关

1) 实验原理:

在日常生活中，我们经常需要对一个设备的开关状态进行控制，借助简单的数字电路我们可以对开关的状态实现灵活的控制。例如生活中常见的日光灯双控开关，通过两个独立的物理开关，可以控制同一盏灯的亮灭。其中的原理是将物理开关的输入信号送到一个异或电路，使用异或逻辑的输出作为日光灯的实际控制信号。

2) 实验步骤:

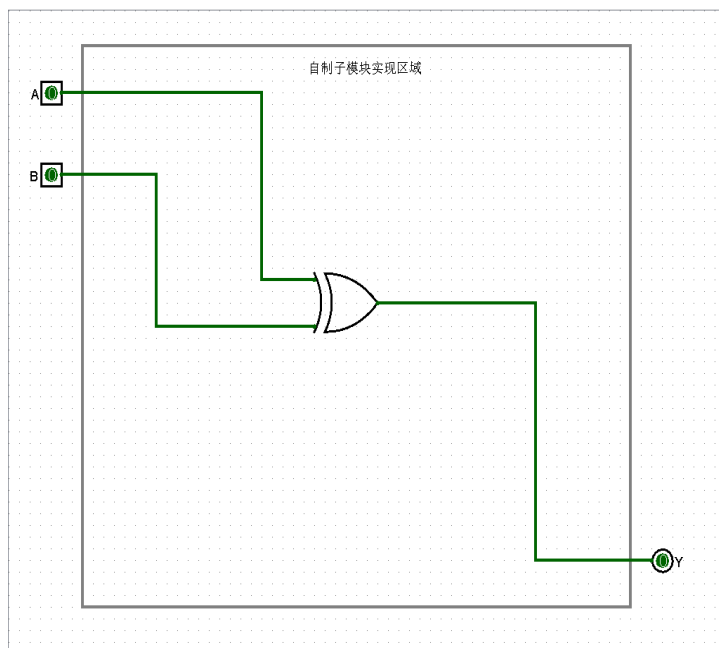
a. 根据功能描述，写出真值表

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

b. 写出逻辑表达式并化简

$$F = \neg AB + A\neg B = A \oplus B$$

c. 在logisim中选择基本门电路实现该电路



d. 仿真测试:

通过利用Logisim软件内置功能，穷举了所有输入的可能组合，发现输入组合与输出结果符合真值表数据，符合预期。

3) 实验结果

将实验结果代码提交至测试平台，获得测试结果正确，实验完成。

测试结果

1/1 全部通过

测试集1

消耗内存239.89MB 代码执行时长: 0.98秒

预期输出

0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

实际输出

展示原始输出

0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

3. 多数表决器

1) 实验原理:

实现一位的三输入多数表决器（投票器），输入的表决信号（使用0或1指示）经过设计的数字电路，实现输出多数表决结果（使用0或1指示）的功能。

2) 实验步骤:

a. 根据功能描述，写出真值表

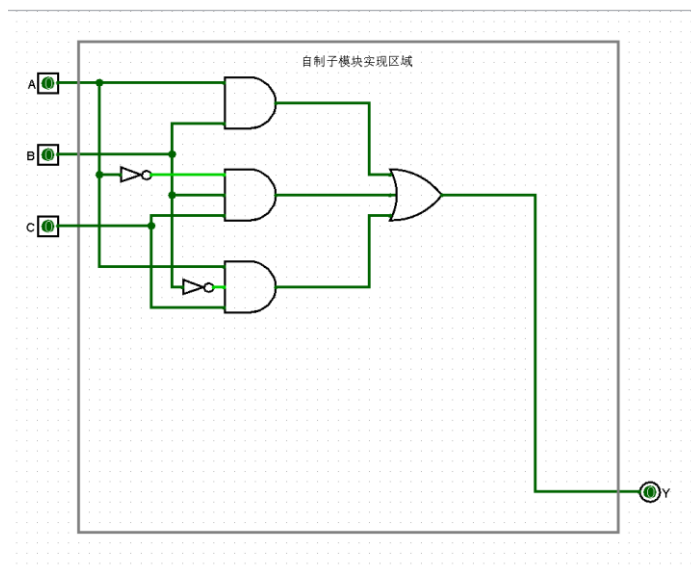
X	Y	Z	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

b. 写出相应的逻辑表达式并化简

$$F = \neg XYZ + X\neg YZ + XY\neg Z + XYZ = XY + \neg XYZ + X\neg YZ$$

c. 在logisim中选择基本门电路实现该电路

使用的元件：两个反相器，一个两输入与门，两个三输入与门，一个三输入或门



d. 仿真测试:

通过利用Logisim软件内置功能，穷举了所有输入的可能组合，发现输入组合与输出结果符合真值表数据，符合预期。

3) 实验结果

将实验结果代码提交至测试平台，获得测试结果正确，实验完成。

测试结果

1/1 全部通过

测试集1

消耗内存87.52MB 代码执行时长: 0.95秒

预期输出

0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	1
0	0	1	0
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

实际输出

展示原始输出

0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	1
0	0	1	0
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

五、思考总结

晶体管是逻辑电路最根本的组成部分，通过使用利用晶体管构建或门这一实验，我熟悉了使用基本晶体管部件构成逻辑电路的方

法，加深了对于逻辑电路工作原理的认知。

在构建双控开关和多数表决器的实验当中，最重要的是要写出相应的逻辑表达式然后利用哈斯图化简表达式，通过逻辑门部件构成能完成特定功能的逻辑电路。

通过本实验，我加强了对利用逻辑表达式构建逻辑电路的掌握。

总体而言，第一次实验课上所进行的三个实验的内容难度都不高，通过这三个简单的仿真电路实验，我熟悉了Logisim教学软件的基本使用方法，加深了对逻辑电路设计的认识。