

# 实验 1：双控开关和表决器

## 实验目的

1. 熟悉 Logisim 软件的基本使用方法
2. 掌握使用晶体管实现基本逻辑部件的方法
3. 利用基础元器件库设计简单数字电路
4. 掌握子电路的设计和应用
5. 掌握分线器、隧道、探针等组件的使用方法

## 实验环境

Logisim 2.7

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

头歌线上评测平台

<https://www.educoder.net/classrooms/9WBKOH3C?code=OVNB8>

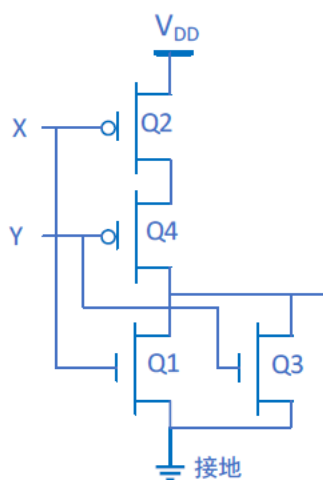
## 实验内容

### 1. 利用晶体管构建两输入或门

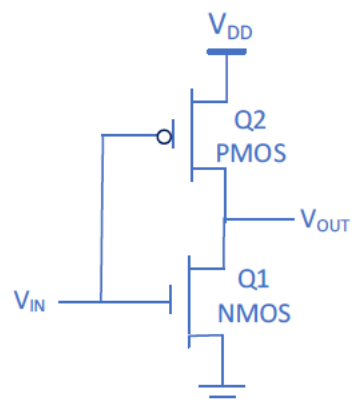
二极管、三极管、MOS 管都是基础的电器元件，其中 MOS 管（统称为晶体管）是现代数字电路的基础。与门、或门、非门等门电路是数字电路中最常用的基础门电路。本次实验的内容是通过利用晶体管构建实现基本逻辑运算的门电路，以或门为例，让同学们了解数字电路的基础构造和实践原理。

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:



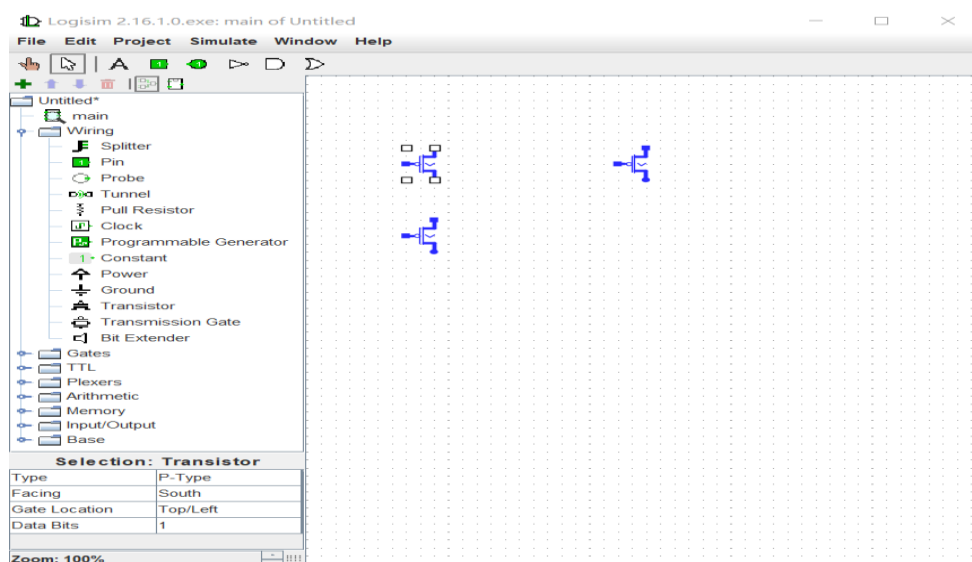
或非门



反相器 (非门)

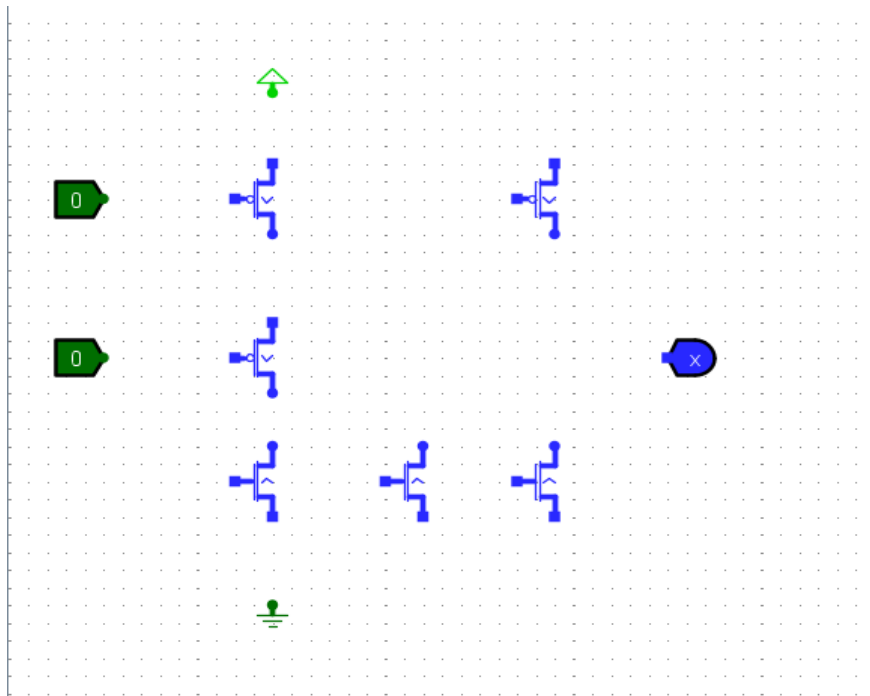
因此, 实现一个或门需要的电路部件为: 3 对 CMOS 晶体管、2 个输入引脚、1 个输出引脚、1 个电源、1 个接地线。对实验内容和所要实现的电路完成基本分析后, 我们在 Logisim 中进行实验的操作步骤如下:

- 1) 选择晶体管类型为 P-Type (PMOS), 朝向选择为 South, 复制该晶体管 3 只。

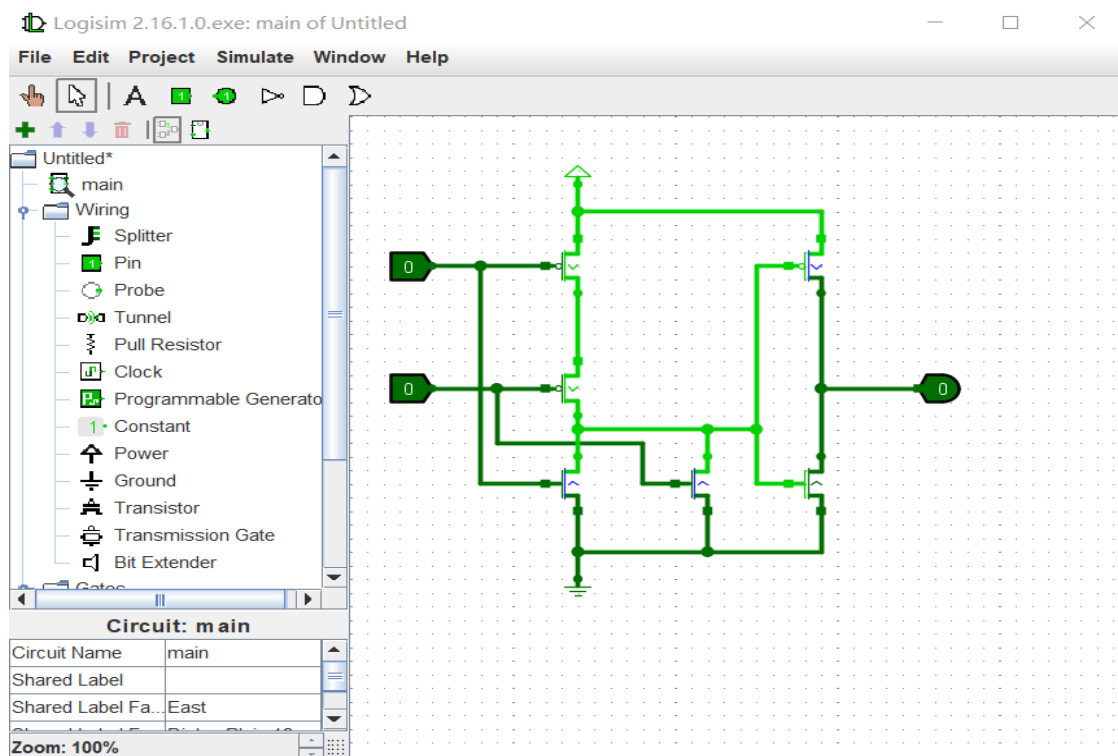


- 2) 选择晶体管类型为 N-Type (NMOS), 朝向选择为 North, 复制该晶体管 3 只。注意 PMOS 和 NMOS 图标中箭头朝向的区别, 容易混淆。

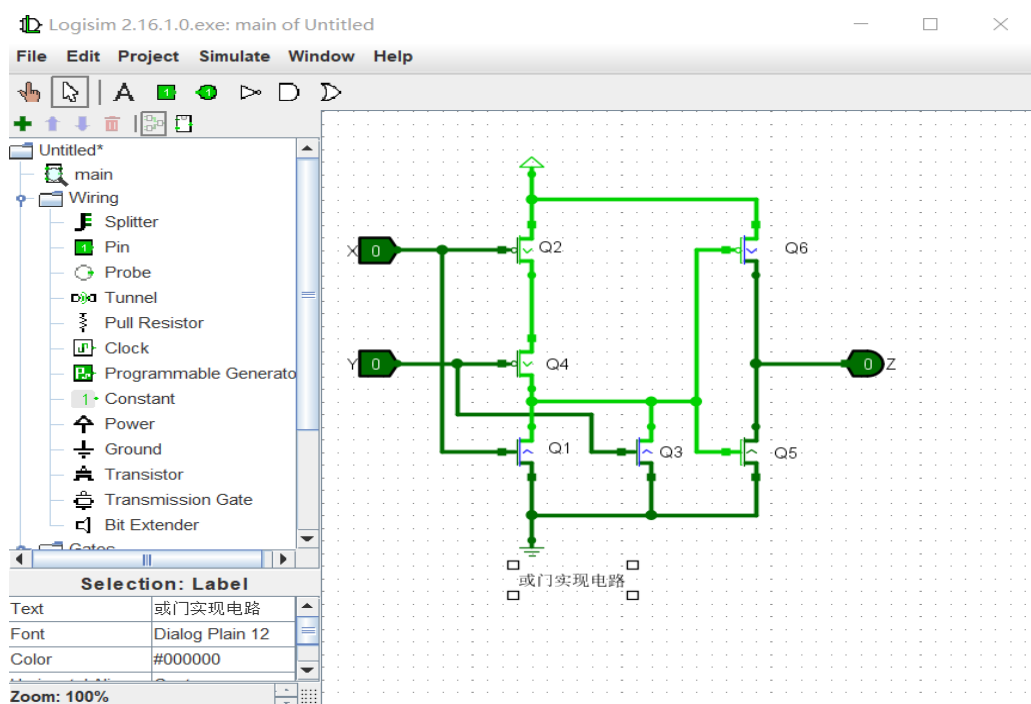
3) 添加输入、输出引脚和电源、接地线。



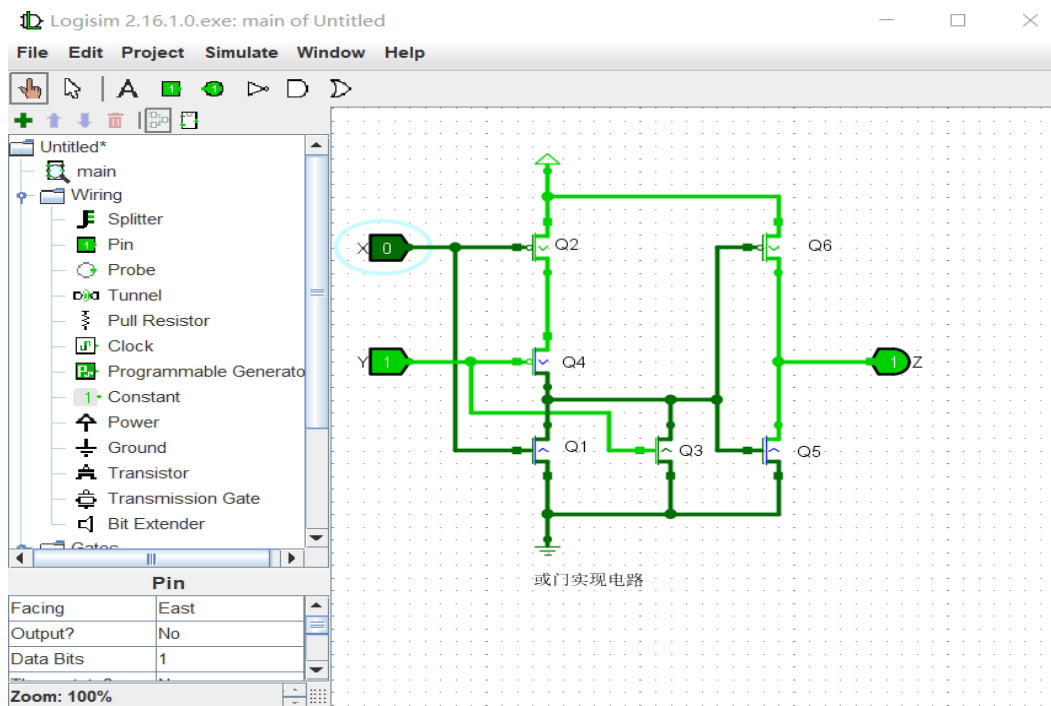
4) 添加线路，根据与非门和反相器原理图级联。



5) 添加标识符,标注输入、输出引脚及晶体管标识符,添加电路功能描述。



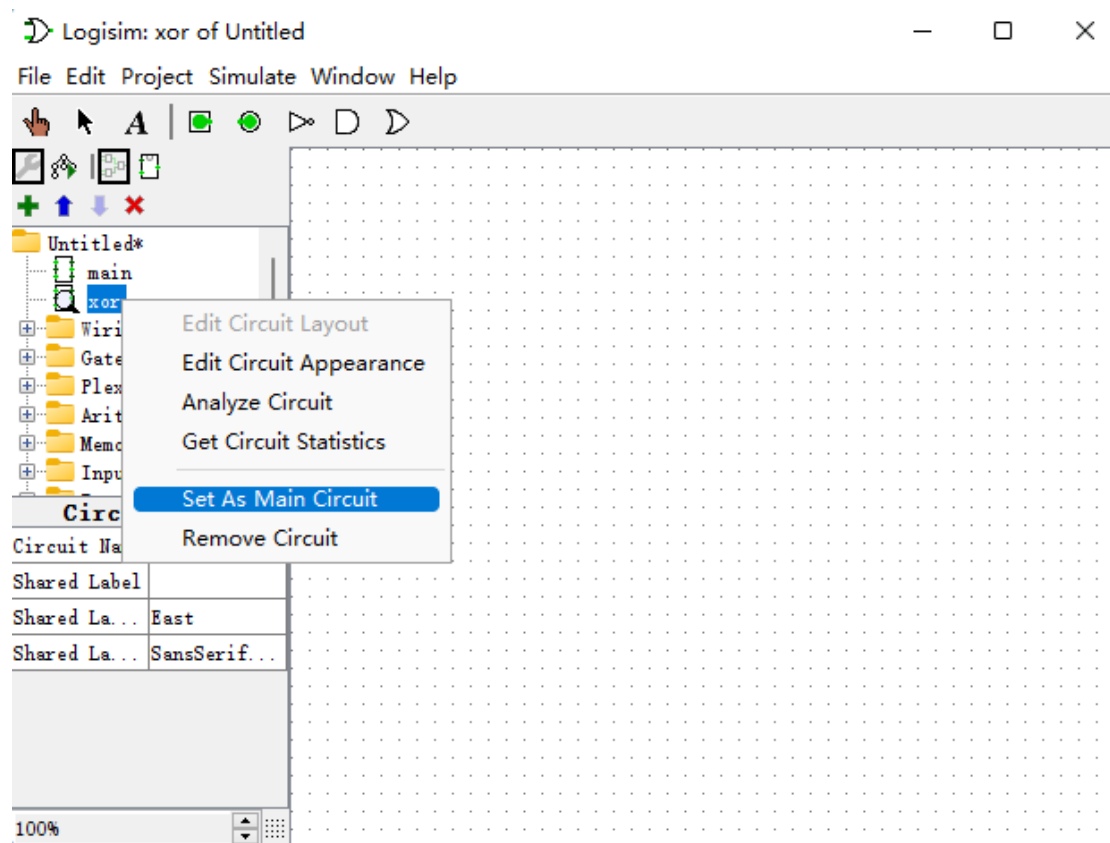
6) 仿真验证电路,进入仿真状态,改变输入引脚赋值,记录输出引脚的数值,验证电路功能,保存电路设计文件。



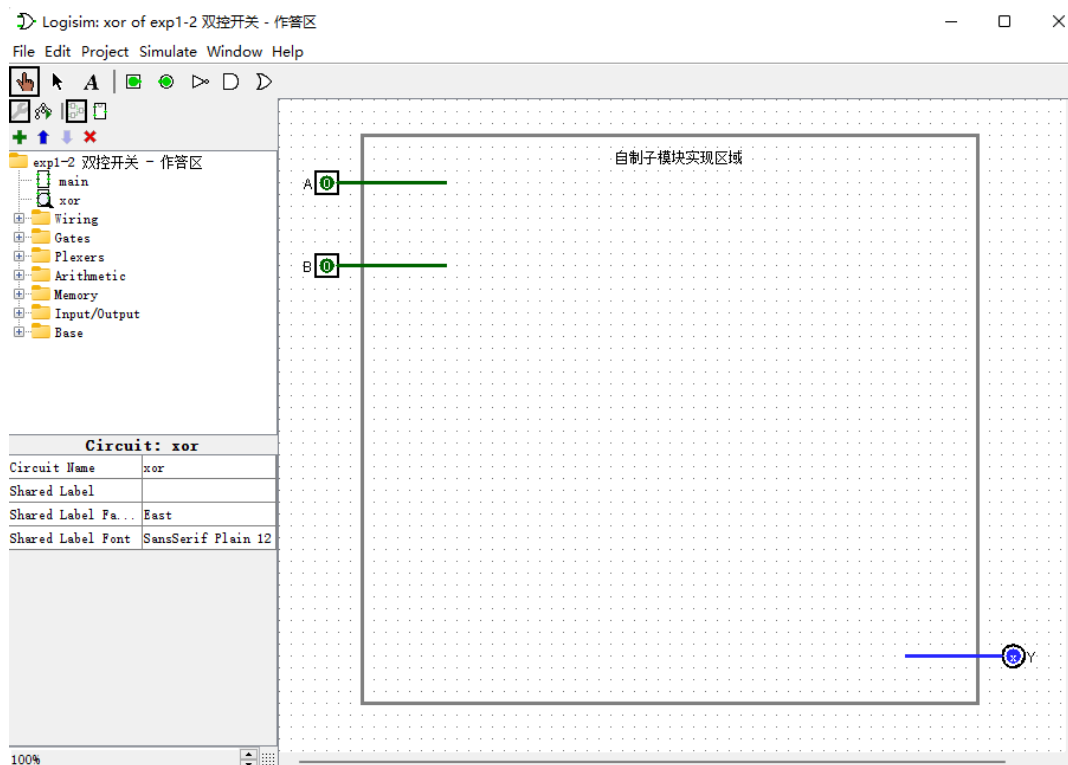
## 2. 双控开关

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。本次实验的内容是通过 Logisim 内置的门级电路库，实现双控开关逻辑。具体的实验步骤和电路图由同学们自行实现。这次实验的主要目的是让同学们能够掌握 Logisim 电路模块化的使用方法。

- 1) 在 Logisim 软件中可以通过“Project->Add Circuit”新建电路并命名，默认情况下，我们以 main 电路为顶层电路，其余电路为子电路模块，但是可以通过右键选项修改顶层电路（头歌评测项目不要修改顶层电路）。

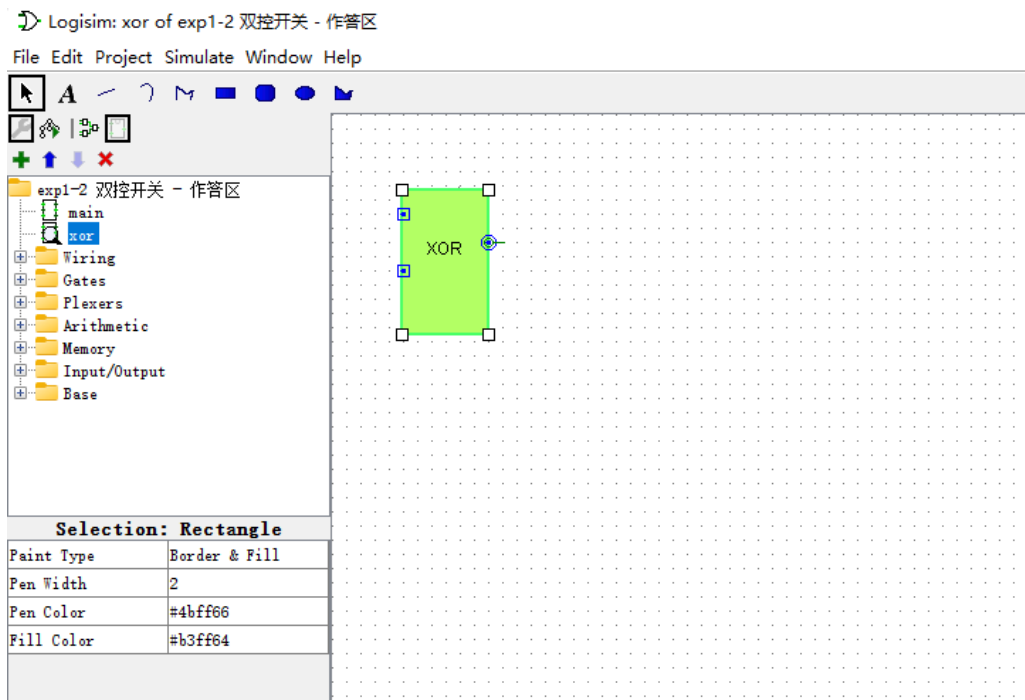


2) 通过导航窗口双击进入子电路工作区，实现双控开关的异或功能。

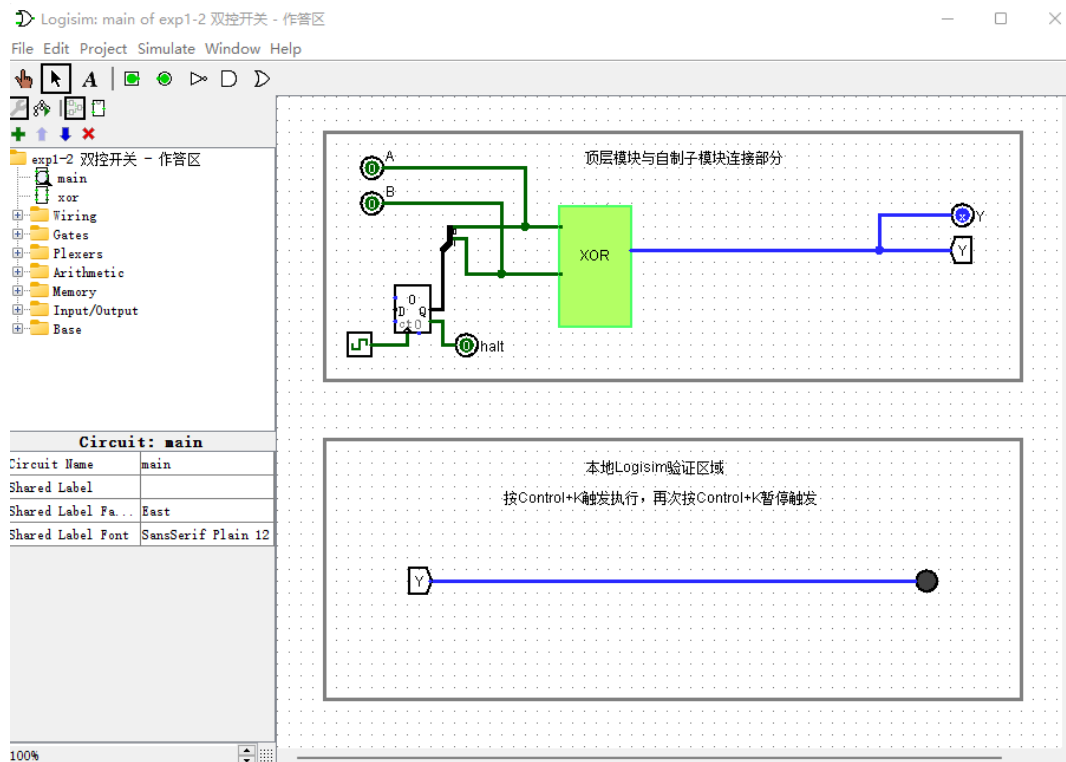


3) 上图为空白作答区的示例，请同学们完成功能设计和实现，接下来进行子模块的封装。在子模块编辑结束后，点击“工程->编辑电路封装”，可以对子模块的外观样式进行编辑。我们提供了一个示例，同学们可以自行尝试修改外观样式。需要注意的是，默认的子模块外观为带缺口的矩形，输入引脚在左侧，端口用方形表示，输出引脚在右侧，端口用圆形表示。我们可以通过外观编辑功能改变子电路外观，但是要注意重新布局后的输入、输出端口位置发生变动，在使用到子模块实例化的设计文件中需要校正端口连线，避免出现连线错误（提示：电路外观中用一个绿色圆圈带横线的端口称为锚点，标识电路外观的朝向；带有蓝色圆圈的圆点是输出端口，带有蓝色方框的圆点是输入端口。通过单击端口，

会在编辑页面上显示对应的引脚信息)。



- 4) 最后将子电路模块放置在 main 主电路中, 并完成连线, 通过点戳工具单步仿真或连续时钟的自动仿真验证电路的正确性。最后将项目文件上传到头歌网站提交评测。



### 3. 多数表决器

利用基础逻辑门电路，我们可以构造复杂的数字电路系统，在本次实验中，我们的目标是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）经过我们设计的数字电路，实现输出多数表决结果（使用 0 或 1 指示）的功能。请同学们在子电路区域进行设计，并将最后的项目文件上传到线上评测网站提交评测。（提示：三输入多数表决器真值表如下）

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

## 实验报告

1. 根据每次的实验内容，写出实验操作的主要步骤，包括但不限于：实验设计、电路原理图、仿真检测结果、错误现象及原因分析、实验总结和思考，以 Word 或 PDF 格式提交。
2. 将实验报告和电路图.circ 文件打包上传到教学立方网站的课后作业。