

# 中国科学技术大学计算机学院

## 《数字电路实验》报告



实验题目： Logisim 入门

学生姓名： 郭耸霄

学生学号： PB20111712

完成日期： 2021 年 10 月 18 日

计算机实验教学中心制

2020 年 09 月

## 【实验题目】

Logisim 入门

## 【实验目的】

1. 能够自行搭建 Logisim 实验环境。
2. 熟悉 Logisim 的各种基础器件和基本操作。
3. 能够使用 Logisim 搭建组合逻辑电路并进行仿真。
4. 能够使用封装子电路并进行电路设计。

## 【实验环境】

- 1.Surface Pro 7 Model 1866 i7 PC 一台。
- 2.Windows 11 Pro Insider Preview 操作系统。
- 3.Java version "16" 2021-03-16 运行环境。
- 4.Logisim-generic-2.7.1 仿真工具。
- 5.<https://vlab.ustc.edu.cn> 实验平台。

## 【实验过程】

### Step1

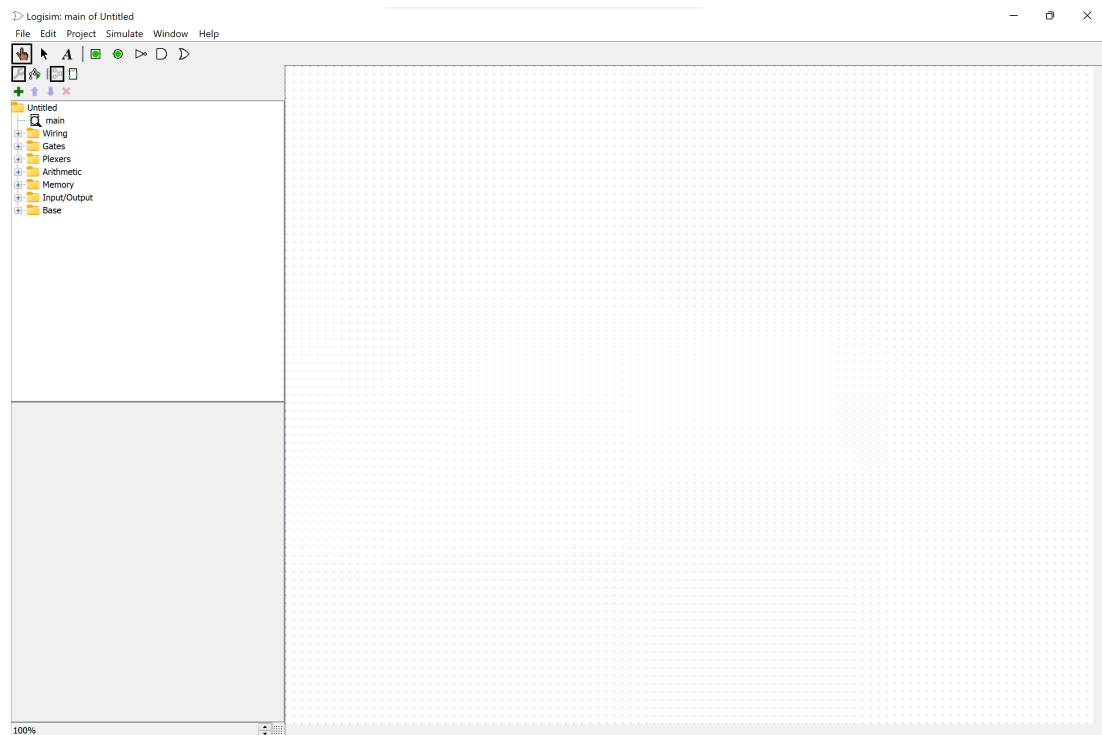


图 1: Step1

我在自己的电脑上安装 Logisim。在 [vlab.ustc.edu.cn](http://vlab.ustc.edu.cn) 网站下载与操作系统相匹配的和 logisim。下载完毕后，由于已经安装过 Java 运行环境，便可双击 Logisim 可执行文件，启动 Logisim 工具。

## Setp2

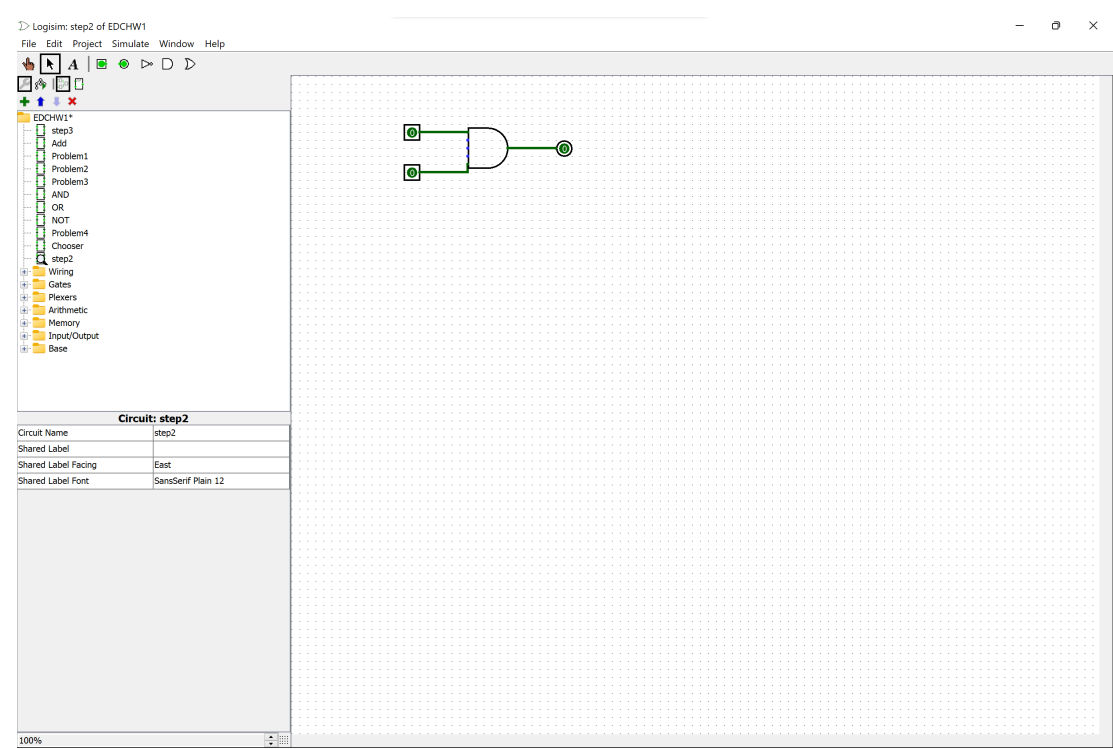


图 2: Step2

Logisim 主界面包括 5 大部分：菜单栏、工具栏、管理窗、属性表、画布。画布区域是用户绘制电路的窗口。管理窗口提供所有的基本组件，以文件夹目录形式显示，其中第一个目录为用户目录，用户所设计的电路都显示在这一级目录下，用户可在该文件夹目录上单击鼠标右键，选择“Add Circuit”添加新的电路。用户设计的电路可以封装成一个模块在同一工程的其它电路中使用。属性表为当前选中组件的基本属性，用户可以根据需要修改其属性参数。菜单栏中除打开关闭文件等基本操作外，其它功能我可以暂不了解，等需要用的时候再深入研究。工具栏中有四大类组件：第一类中手形工具用于改变电路中选定组件的值，箭头工具用于编辑组件或者添加电路，文本工具（字母 A）用于在电路中添加文字描述。第二类是几种常用基本电路组件的快捷方式，这几种组件也可以在管理窗口内找到。第三类用于切换管理窗的显示列表，扳手工具显示工程电路和库文件，树状结构显示仿真电路的层次结构，一般在时序仿真时用到。第四类用于切换查看电路结构和封装。

### Step3

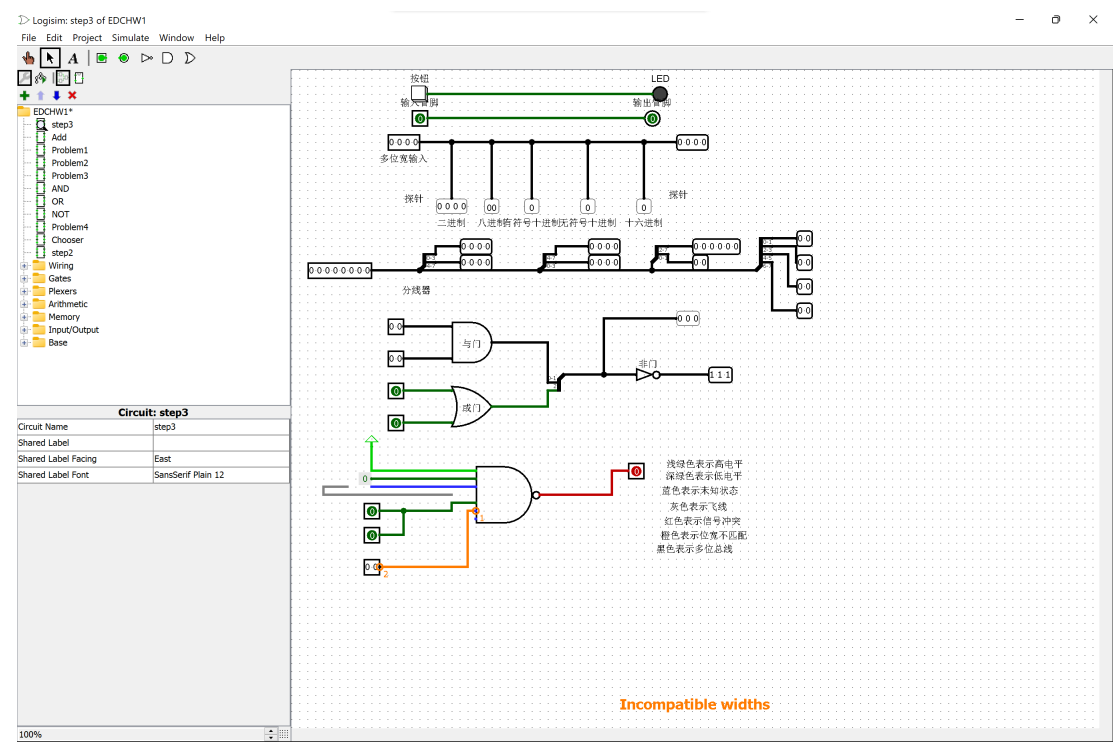


图 3: Step3

我打开 Logisim，在画布区域完成如下所示的电路，体会了各种组件的使用。通过练习，了解到：按钮、LED、输入管脚、输出管脚、多位宽信号、探针、分线器、基本逻辑门等各类组件，以及不同颜色的线缆所代表的含义。

Logisim 所支持的组件都可以在管理窗内的各个文件夹里面找到。每个组件都有其对应的参数，用户可根据需要进行修改。我自行体验了各组件的具体功能及使用方法，有问题时，查阅了菜单栏“Help”下的“Tutorial”和“User’s Guide”等文档，里面对 Logisim 的使用方法、功能特性以及各组件的使用都有非常详尽的说明。对我来说，可以先学习 Logisim 中组合逻辑相关的组件，时序逻辑相关的组件可在具备了相关的知识储备后进行，可能会相对轻松一些。

## Step4

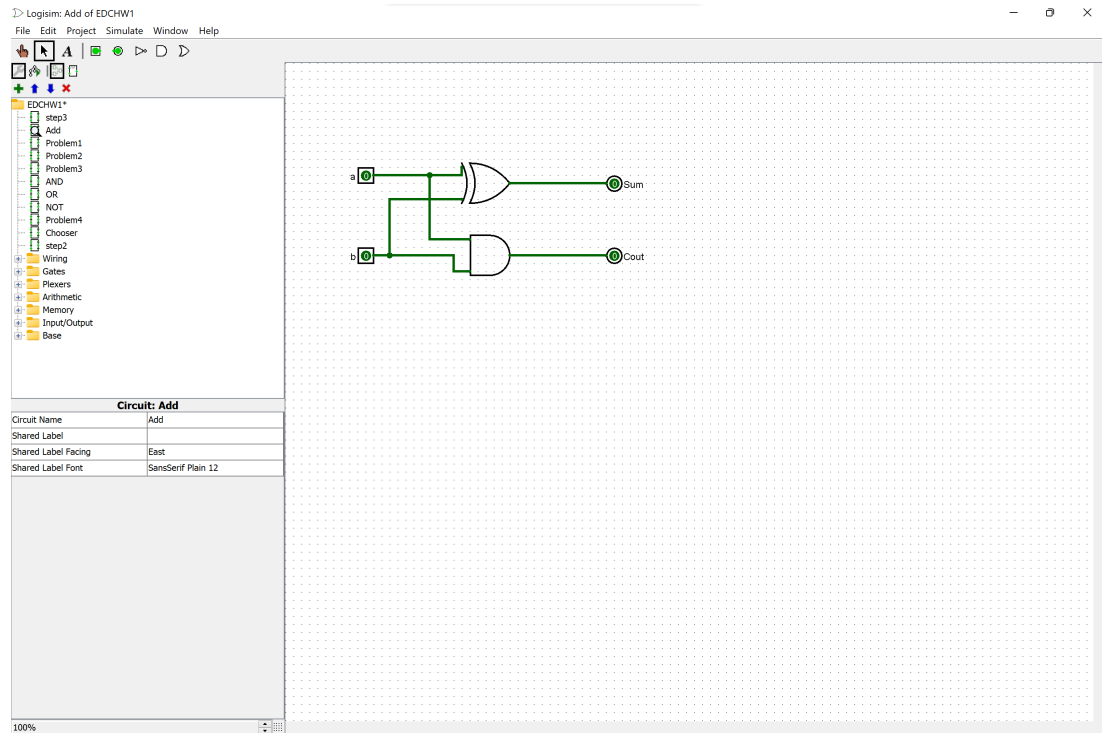


图 4: Step4

我在 Logisim 软件中，新建了一个新的电路命名为“Add”，并绘制电路结构，完成半加器的设计。在此电路处于打开状态时（画布区域显示该电路结构，且管理窗口中该电路图标上有一个放大镜标志），点击工具栏中的编辑电路封装图标，进入电路封装编辑页面。修改电路封装样式，并对管脚添加注释。此时，电路封装编辑结束，可在其它电路文件中使用该模块。我发现，在硬件电路中，模块调用可以嵌套（A 调用 B，B 又调用 C），但不能循环（A 调用 B，B 又调用 A）或递归（模块调用自身）调用。

## 【实验练习】

### Problem1

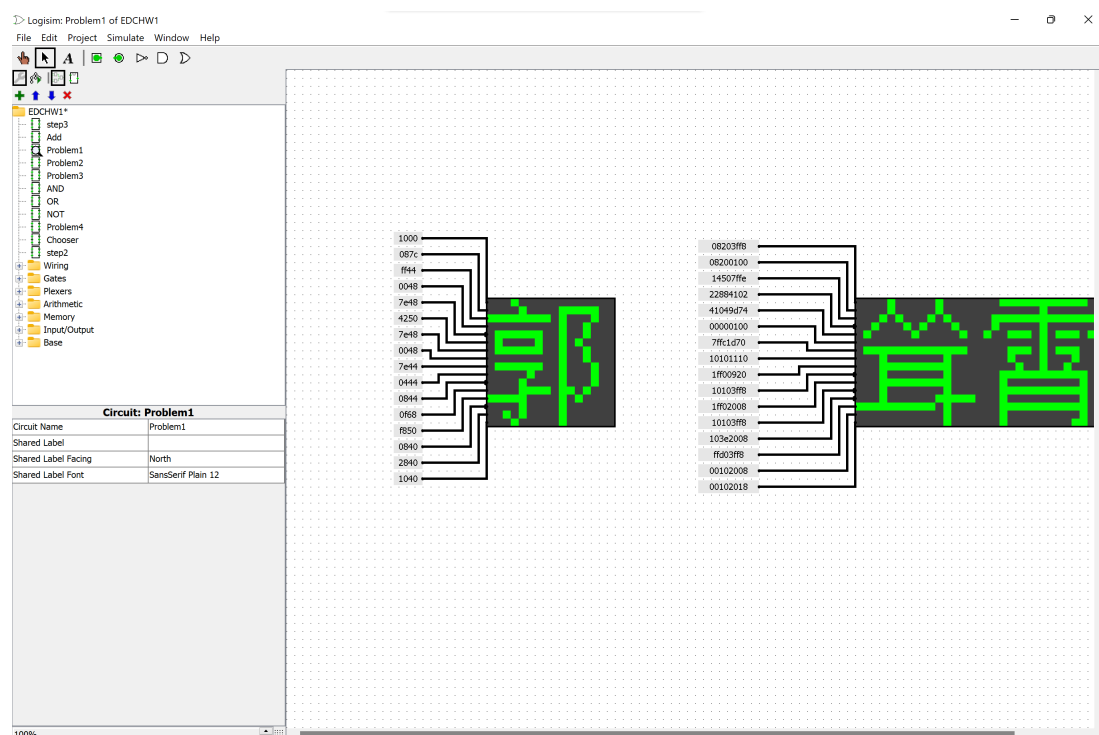


图 5: Problem1

发光二极管（又称 LED）顾名思义是一种会发光的二极管，有 P（阳极）、N（阴极）两个端口，当且只当阳极为高电平，阴极为低电平时才会发光。LED 点阵是由多个 LED 构成的一个阵列，Logisim 中的 LED 点阵有高有效和低有效两种（通过组件参数进行设置），以高有效点阵为例，可以认为是把所有 LED 的阴极统一接地，每一个控制位控制一个 LED 的阳极，当控制位为高电平时，对应的 LED 点亮，为低电平时则熄灭。

我使用合适分辨率的 LED 点阵显示出自己的姓名，并发现 Logisim 中复制电路时，其输入引脚初值会被清空，用常量对 LED 点阵赋值效率会更高。

# Problem2

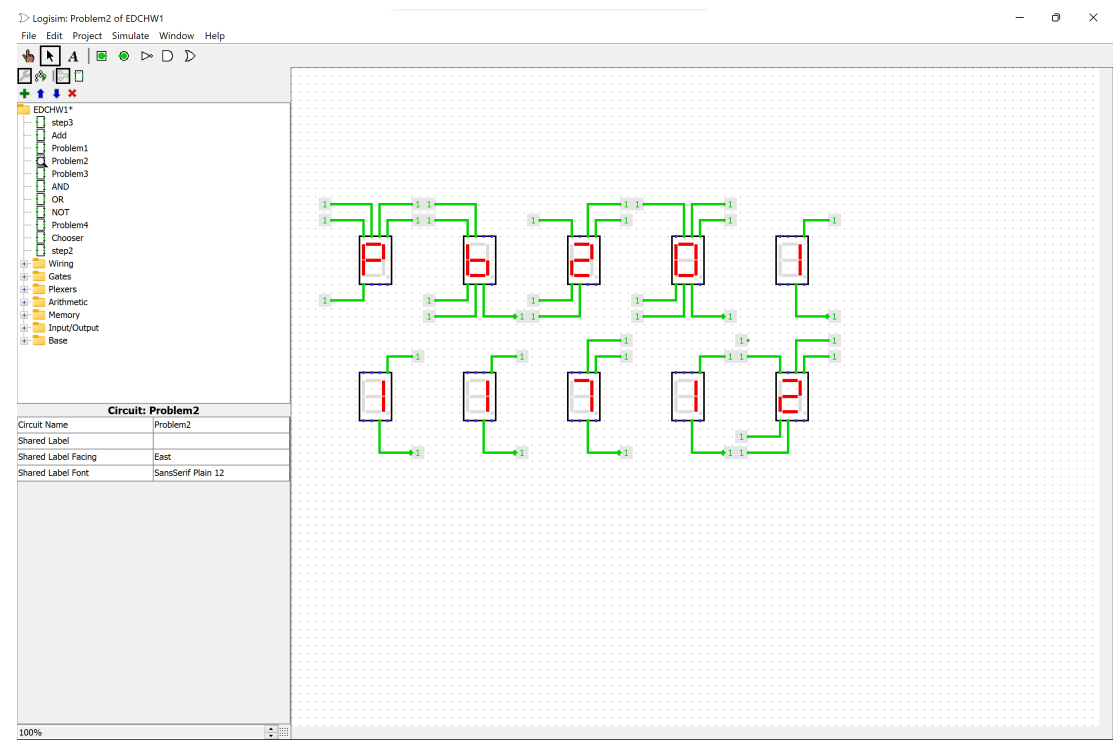


图 6: Problem2

七段数码管实际上是用 7 个发光二极管（LED）拼成的数字形状，再加上右下角的小点，总共需要 8 个 LED，通过控制 LED 的亮灭组合，便能显示出不同的数字（或者字符）。根据其公共端的不同，分为共阳极和共阴极两种，以共阴极为例，8 个 LED 的 N 端（阴极）连接在一起，当阴极为高电平的时候，无论阳极电平高低，所有的 LED 都不亮，当阴极为低电平的时候，阳极为高电平的 LED 点亮，阳极为低电平的 LED 不亮。在 Logisim 工具中，共阳极数码管的公共端默认接了高电平，共阴极数码管的公共端默认接了低电平，用户无法控制，只需控制驱动输入端的信号即可。

我使用若干个共阴极七段数码管显示出了自己的学号。

# Problem3

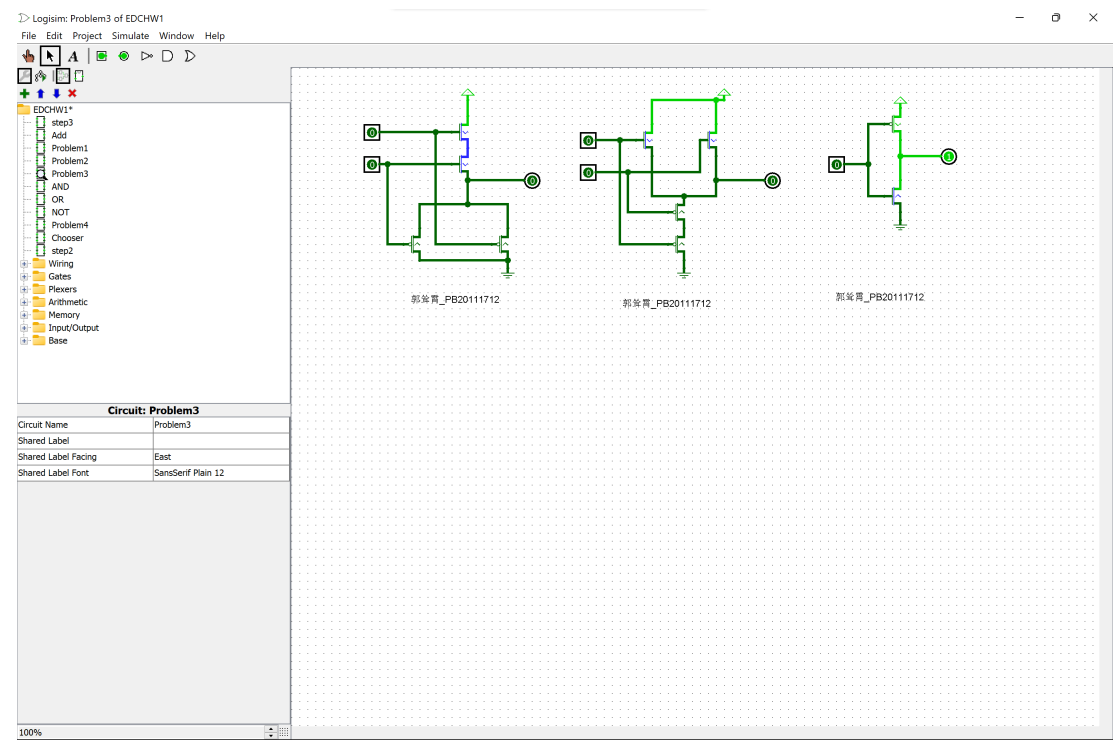


图 7: Problem3

MOS 全称为 Metal Oxide Semiconductor，即金属氧化物半导体，顾名思义是一种包含了金属和氧化物的半导体器件，因其行为特性与施加在其上的电场有关，又称 MOS 场效应管，根据其导电载流子的不同，可分为 P 型和 N 型两种，简称为 PMOS 管和 NMOS 管，两种 MOS 管都包含三个端口，分为为 G（栅极）、D（漏极）、S（源极），通过在 G（栅极）上施加电压，便可控制 D（漏极）到 S（源极）的通断。其行为特性可通过与我们常见的水龙头对比加以了解。当开关（栅极）打开的时候，水流（电流）便从进水口（漏极）流向出水口（源极），两端处于单向导通状态，也基本不存在水压（电压）差。开关（栅极）关闭的时候，则没有水流（电流），两端处于夹断（断路）状态。导通状态时，水流（电流）只能从进水口（漏极）流向出水口（源极），而不能反向流动。PMOS 和 NMOS 在行为特性上的区别则主要表现在栅极有效电平的不同，PMOS 栅极为低电平时导通，高电平时截止，NMOS 则相反，因此在 PMOS 符号的栅极上有一个小圆圈，以表示低电平有效。

我认为这三个门分别是与门、或门、非门。我在每张截图下标注了姓名及学号。我在设计电路时注意了场效应管的类型，以及场效应管中箭头的方向（应该是从电源或地指向输出端）。



# Problem4

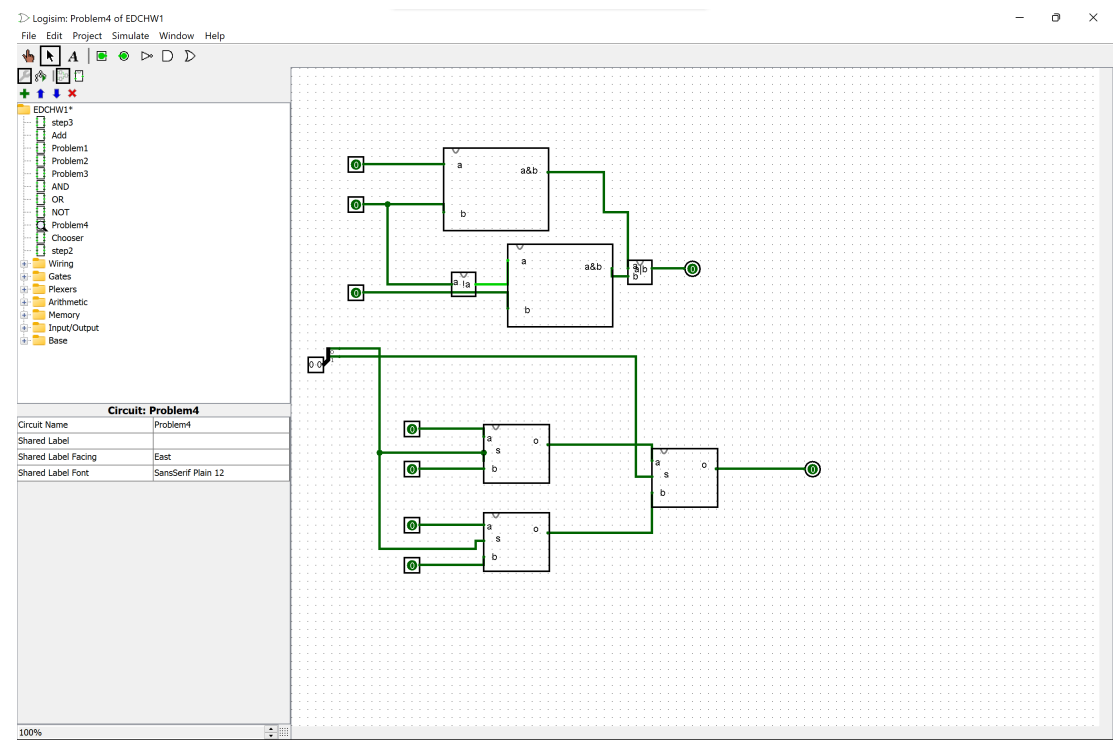


图 8: Problem4

我将前面设计的单 bit 与门、或门、非门进行封装，并使用自己搭建的三种基本门电路设计一个 1bit 位宽的二选一选择器，统计各种基本门的数量。设计一个 2bit 位宽的四选一选择器，三种基本门各需要 6、3、3 个。

## 【总结与思考】

### 收获

本次实验我学习了与原理图设计、功能验证相关的工具和知识。包括 Logisim 工具的使用和基本逻辑门电路的相关知识。

### 难易程度

普及+/提高

### 任务量

提高+/省选-

## 改进建议

显示自己姓名这一项任务属于重复性无思维含量任务，且对不同学生任务量有差别，建议改成工作量更小的一些任务。