

# 实验一 数据表示实验

## 一、 实验目的

- 掌握 GB2312 与区位码转换方法；
- 了解字模码显示的原理；
- 掌握奇偶校验校验位的生成方法；
- 掌握奇偶校验检错基本原理；
- 掌握海明码编解码电路基本原理；
- 熟悉流水数据传输机制，流水暂停原理；

## 二、 实验环境

Logisim 平台，该平台是一款数字电路模拟的教育软件，用户都可以通过它来学习如何创建逻辑电路，方便简单。它是一款基于 Java 的应用程序，可运行在任何支持 JAVA 环境的平台，方便学生来学习设计和模仿数字逻辑电路。Logisim 中的主要组成部分之一就在于设计并以图示来显示 CPU。当然 Logisim 中还有其他多种组合分析模型来对你进行帮助，如转换电路，表达式，布尔型和真值表等等。同时还可以重新利用小规模的电路来作为大型电路的一部分。

本章所有实验均基于实验包提供的 [data.circ](#) 文件完成。

## 三、 实验内容

### 1. 汉字编码

#### 1) 设计国标码转区位码电路

输入：GB2312 16 位国标码；输出：区号，行号（区号行号均从 1 开始计数），下图为电路引脚定义，请在电路中复制隧道连接信号，注意不要增改引脚，不要修改子电路封装，以免影响该子电路在其他电路模块中的调用。

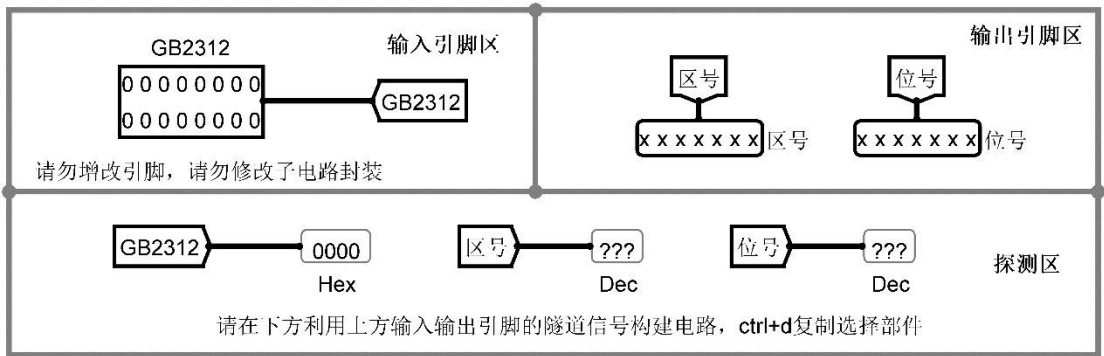


图 1 汉字国标码转区位码电路引脚定义

#### 2) 汉字 GB2312 编码实验

完成国标码到区位码的转换电路后，可以在汉字显示电路中进行测试，尝试在下面电路中的 ROM 存储器中存入 25 个成句的汉字（要求与原始数据不同），ROM 存储器使用方法见 Logisim 参考手册。

该电路启用时钟仿真后可以依次显示 ROM 中的事先预存的所有汉字（时钟仿真快捷键：Ctrl+k）。

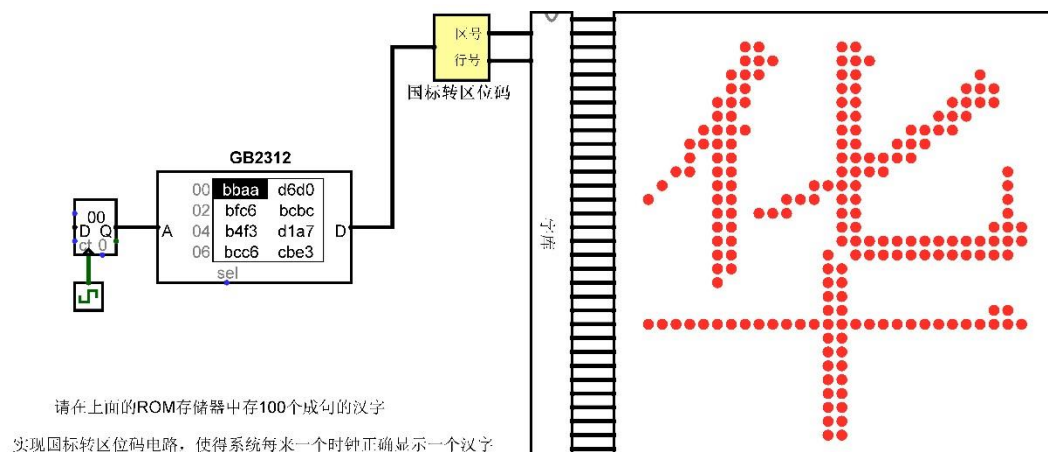


图 2 汉字字模码显示电路

## 2. 偶校验

### 1) 设计 16 位数据编码的偶校验编码电路

输入：16 位原始数据；输出：17 位校验码（16 位数据位+1 位校验位），输入输出引脚定义如下：

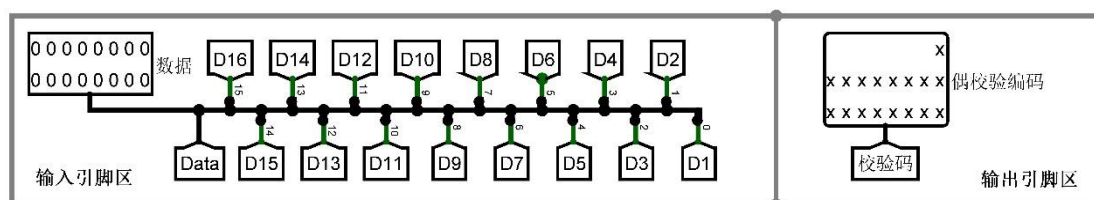


图 3 偶校验编码电路引脚定义

### 2) 设计 17 位偶校验编码的检错电路

输入：17 位校验码；输出：16 位原始数据，1 位检错位；输入输出引脚定义如下：

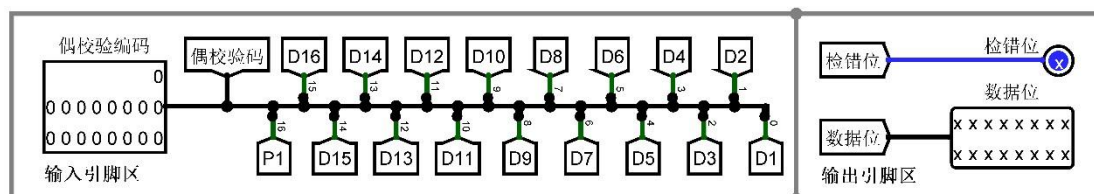


图 4 偶校验解码电路引脚定义

### 3) 偶校验传输测试

在偶校验传输测试 1 电路中测试偶校验编解码电路的正确性，并观察数据传输过程中何时会出现误报情况，分析奇偶校验传输的性能，如果已经实现汉字显示模块，可直接使用偶校验传输测试 2 电路。

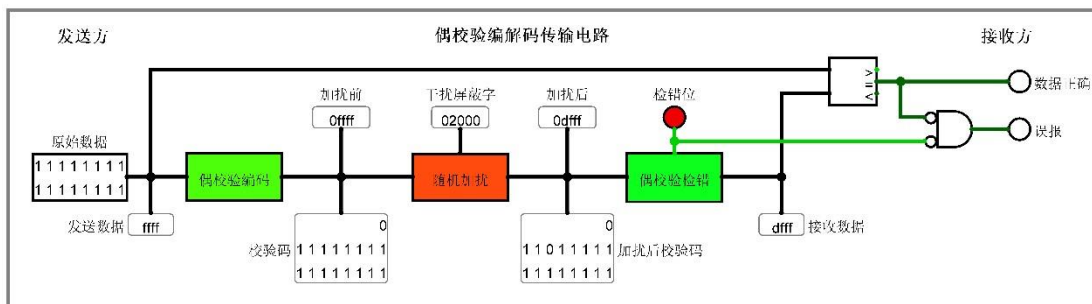


图 5 偶校验传输测试电路 1

在偶校验传输测试 2 电路中测试偶校验编解码电路实现是否正确，测试电路引入了汉字显示模块，可以直接显示接收端和发送端的编码的汉字，通过汉字显示可以很直观观察传输是否发生错误，从而观察采用偶校验进行数据传输时传输的可靠性，用户可以使用 ctrl+t 快捷键开启时钟自动仿真测试，具体测试电路如下图所示：

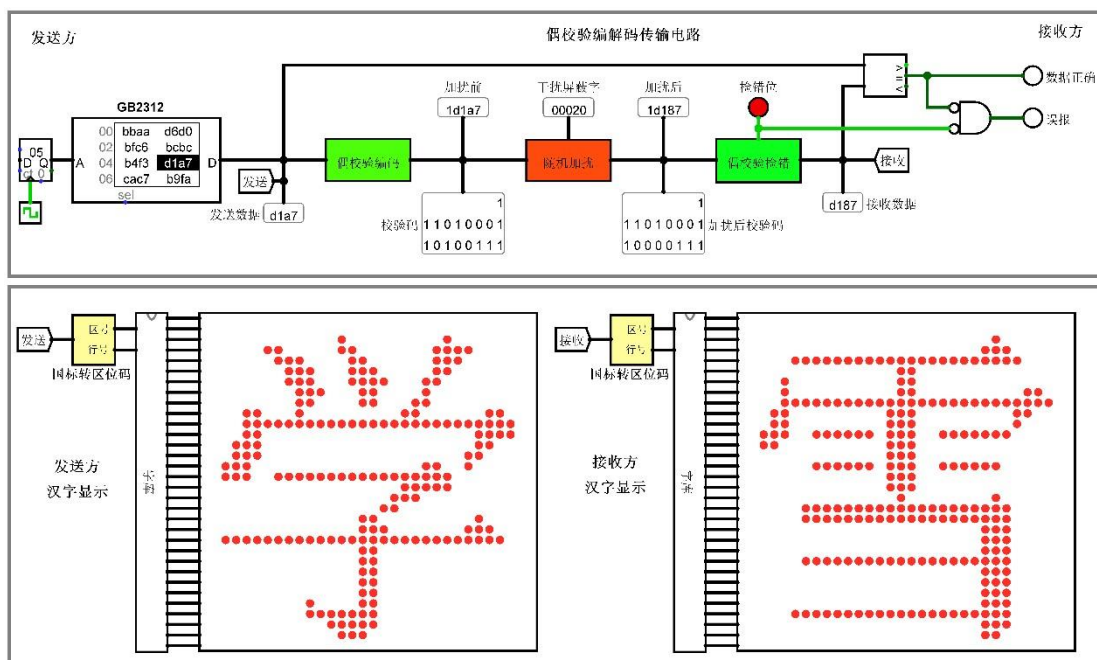


图 6 偶校验传输测试电路 2

### 3. 海明校验

#### 1) 设计 16 位数据编码的海明校验编码电路

输入：16 位原始数据；输出：22 位校验码（16 位数据位+5 位海明校验位+1 位奇校验位），输入输出引脚定义如下：

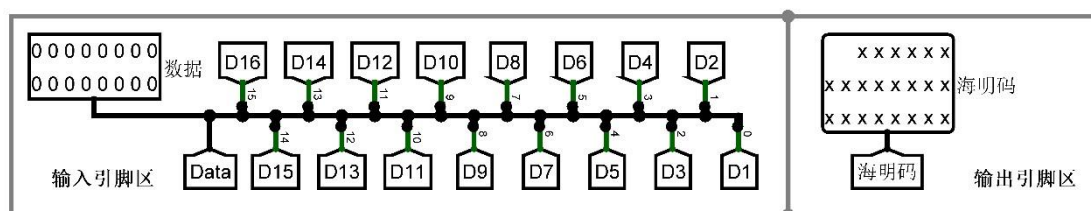


图 7 海明编码电路引脚定义

## 2) 设计 22 位海明校验码的解码电路

输入：22 位校验码；输出：16 位原始数据，1 位检错位；2 位检错位；无错误状态位；输入输出引脚定义如下：

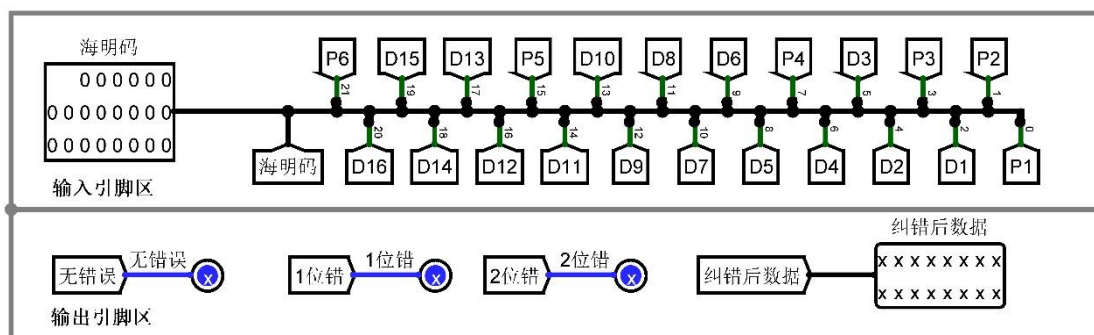


图 8 海明解码电路引脚定义

## 3) 海明校验传输测试

在海明校验传输测试 1 子电路中测试海明校验编解码电路的正确性，注意图中随机干扰电路只能产生最多 2 位错误，具体测试电路如下图所示：

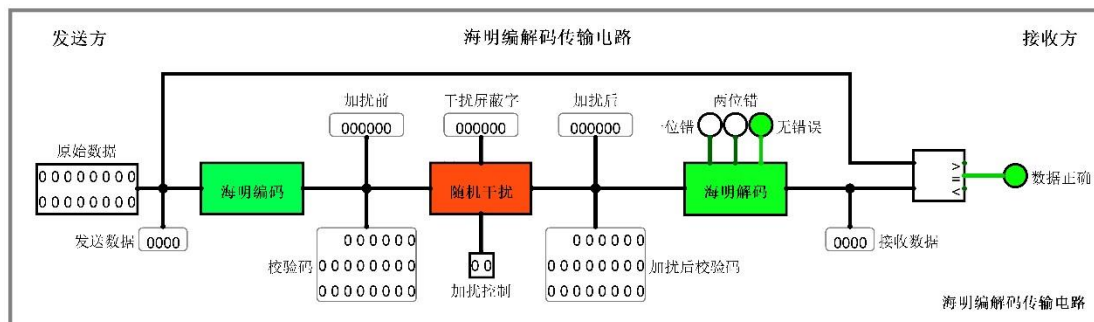


图 9 海明编码传输电路 1

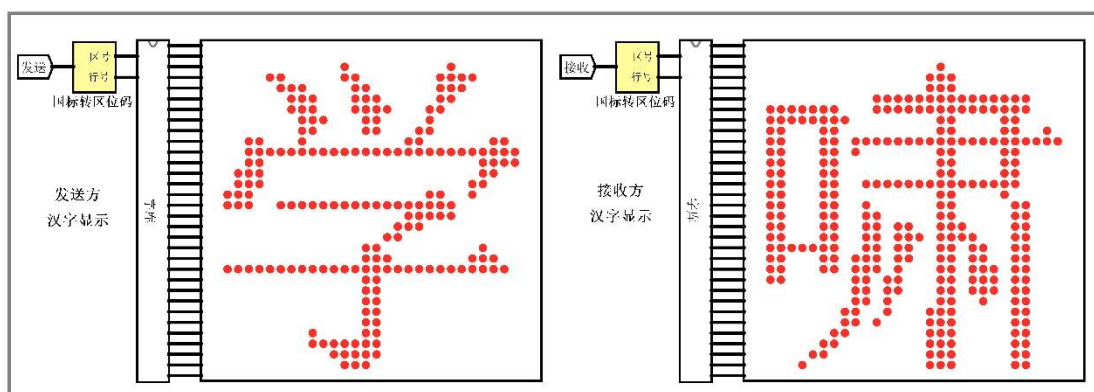
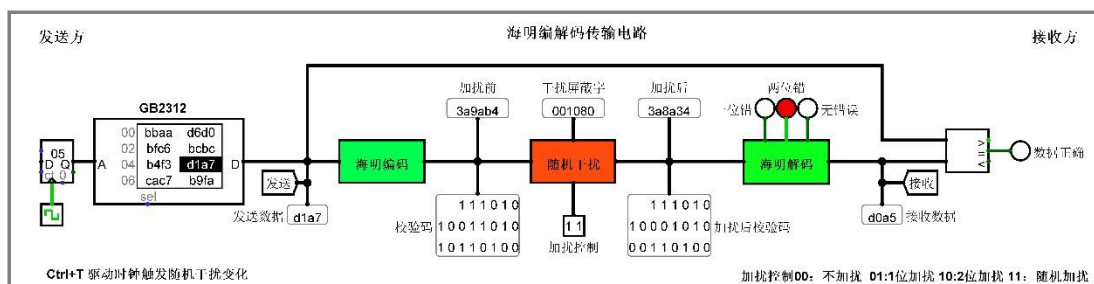


图 10 海明编码传输电路 2

在海明校验传输测试 2 子电路中测试海明校验编解码电路的正确性，该电路引入了汉字显示模块，可以直接显示接收端和发送端的编码的汉字，通过汉字显示可以很直观的看出海明纠错的效果，用户可以使用 **ctrl+t** 快捷键开启时钟自动仿真测试，具体测试电路如下图所示：

4) 海明编码流水传输测试（仅作参考要求）

下图中将海明编码传输过程分成了 5 个阶段（取数，编码，传输，解码，显示）类似 CPU 指令流水线的处理过程，中间蓝色长条为流水接口部件（内部实际是若干寄存器，用于传输数据和控制信号），流水接口部件提供同步清零控制信号，试启时钟自动仿真运行该电路，观察接收方接受到的信息，当发生两位错时，将会发生错误，尝试简单修改该电路，使得解码阶段出现两位错时，系统能自动重传对应编码（类似指令流水线中的分支跳转），从而使得该电路能正确传输所有数据。

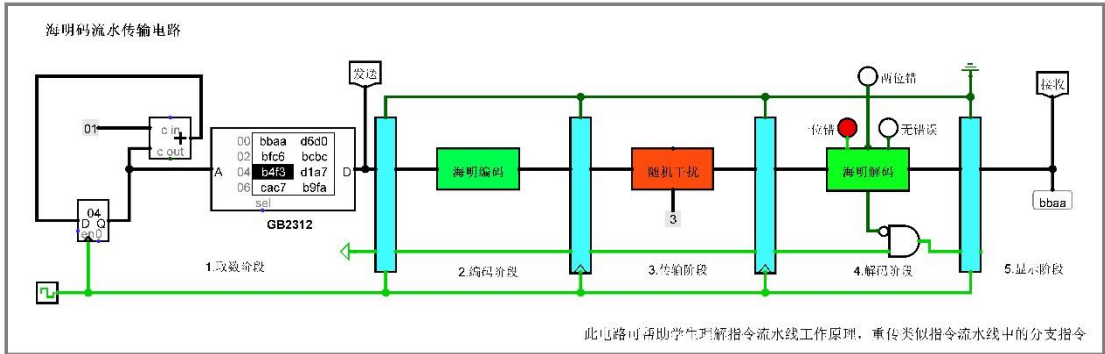


图 11 海明编码流水传输电路

四、 实验步骤

1、实验准备

- 1) 复习有关数据表示和校验码相关的内容；
- 2) 熟悉电路中各部分的关系及信号间的逻辑关系
- 3) 设计实验电路，画出各模块的图，注意各引脚的标注，节省实验的时间。

2、实验步骤

所有电路输入输出引脚已经按实验要求给出，子电路外观也进行了设计，请勿修改电路中的输入输出引脚，也不要修改封装，否则测试电路中的相关模块可能无法正常工作。

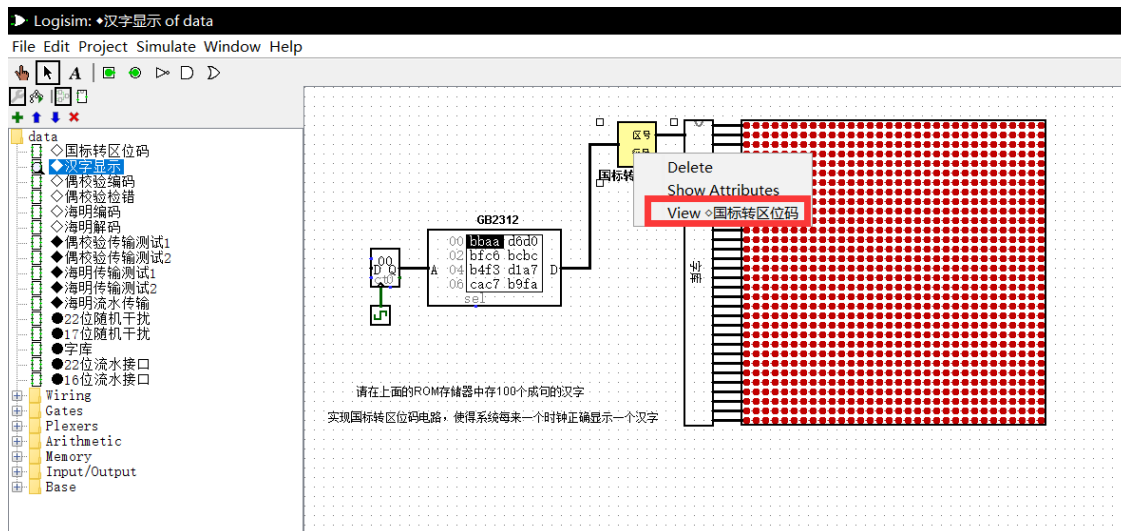
3、实验操作流程

首先需要同学们通过 File->Open 打开老师提供的模板电路 data.circ，然后进行实验

1) 实验一：

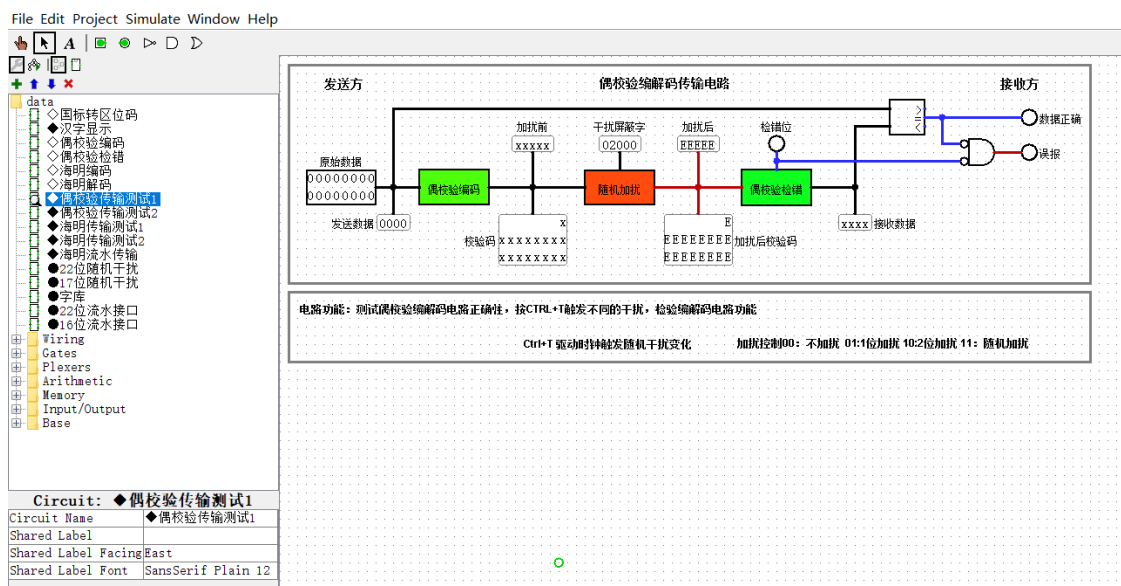
单击进入汉字显示电路，在汉字显示电路中可以看到这个国标转区位码的集成电路，同学们单击红框标出的按钮即可跳转进入国标转区位码的子电路中进行详细设计（其实就是左侧的国标转区位码电路），完成电路设计后，在汉字显示电路中即可在右侧的 LED 板上显示出正确的字样。





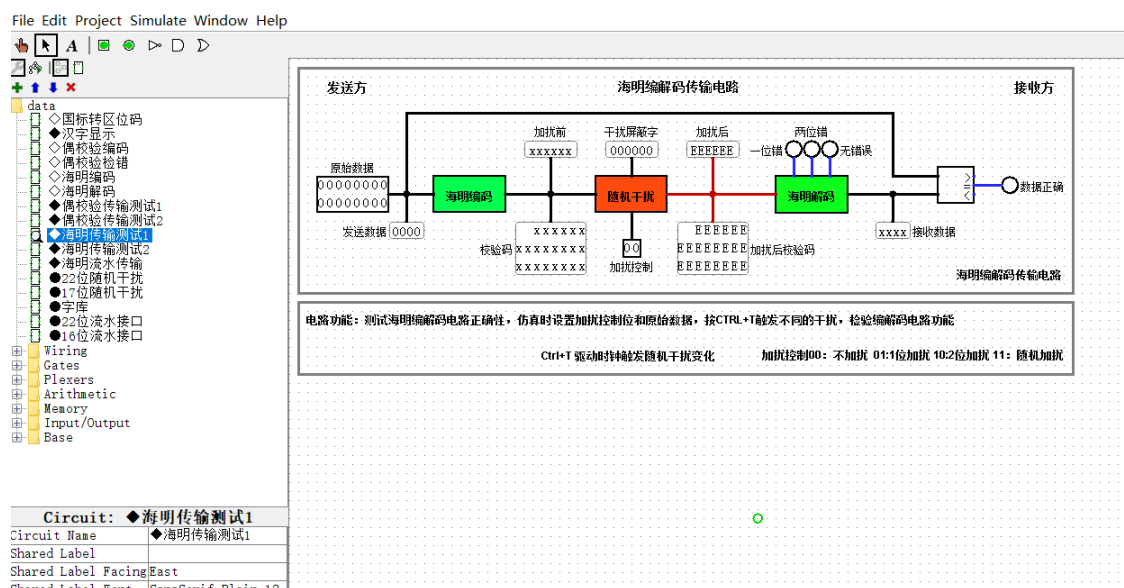
## 2) 实验二：

单击进入偶校验传输测试 1 电路（这是老师写好的测试电路，其中的子模块需要同学设计完成），可以看到两个子电路分别为偶校验编码和偶校验检错，同实验一的方法即可进入两个子电路进行电路设计（其实就是左侧的偶校验编码和偶校验检错电路）。同学们在子电路中完成设计之后就可以在测试电路 1 和测试电路 2 中进行测试了。



## 3) 实验三：

与实验二类似，单击进入海明传输测试 1 电路，可以看到两个子电路分别为海明编码和海明解码，同样的方法即可进入两个子电路进行电路设计（其实就是左侧的海明编码和海明解码电路）。同学们在子电路中完成设计之后就可以在测试电路 1 和测试电路 2 中进行测试了。



备注：电路前有◇标志的表示需要同学完成的实验内容；有◆标志的表示是老师写好的测试电路；有●标志的表示是老师提供的集成子电路（不需要同学修改，感兴趣的同学可以了解）。

## 五、 结果提交

请将完成后的 data.circ 文件按以下命名规范命名后作为实验结果提交给班级学习委员归档，随后上交至老师处。


作业检查形式为当堂检查。

### 文件命名规范

软工 1xxx\_U201xxxxxx\_姓名\_实验一.circ

## 六、 实验报告要求

## 七、 Logisim 注意事项

- 不要对时钟信号进行门级操作，在实际电路中这是非常糟糕的设计，会导致一系列严重的故障，如险象。
- 大区域拷贝粘贴移动电路可能会导致 logisim 崩溃，请随时 ctrl+s 保存电路。
- Logisim 工具栏器件可以改变其默认属性， 可以根据需要修改。
- 红色信号线肯定是明显的错误，通常在复杂电路中会出现，调试的时候应注意是否出现以下情况引起：

