

# Digital Circuits and Systems\*

## Lab Report V<sub>ℒᑦᑕ</sub>

\* Teacher: Song Zhou. TA: Yun Xu

### 实验五综合实验

张逸凯 171840708 (转专业到计科, 非重修)

*Department of Computer Science and Technology*

*Nanjing University*

zykhelloha@gmail.com

### 摘要

本文是171840708 张逸凯数字电路与系统(*Digital Circuits and Systems*)大实验设计报告.

本次大实验设计实现了基于面包板的一个模拟乒乓球游戏(包含**Logisim**电路图和布线图还有面包板实现, 具有动感的游戏过程. 还额外设计了数字时钟的Logisim电路图. 本次报告将详述整个设计过程.

### Index Terms

数字电路, 课程实验, 模拟乒乓球游戏, 数字时钟, 面包板.

\*谢谢老师和助教哥的耐心批改.

## 目录

1	实验内容	3
2	实验要求	3
3	实验步骤	3
3-A	模拟乒乓球游戏(Logisim模拟+面包板实现) . . . . .	3
3-A1	具体设计思路 . . . . .	3
3-A2	详细截图 . . . . .	4
3-A3	全部线路图(包括布线图) . . . . .	6
3-A4	面包板实现 . . . . .	7
3-B	数字时钟设计(Logisim模拟) . . . . .	8
3-B1	具体设计思路 . . . . .	8
3-B2	全部线路图 . . . . .	9
4	总结	10

## 1. 实验内容

1. 乒乓球游戏的Logisim模拟与面包板实现
2. 数字时钟的Logisim模拟.

## 2. 实验要求

- 1、根据实验要求, 设计实验方案、设计系统流程图, 得出系统状态转移图。
- 2、采用合适的芯片, 实现该系统电路图。
- 3、必须先在Logisim上模拟实现后, 才能在面包板上搭建验证电路。
- 4、完成实验报告, 包括Logigim电路源文件。
- 5、列出所用元件清单; 制定实验方案; 记录实验结果。
- 6、有详细设计步骤, 逻辑图, 实验结果分析。

## 3. 实验步骤

### A. 模拟乒乓球游戏(Logisim模拟+面包板实现)

#### 1) 具体设计思路:

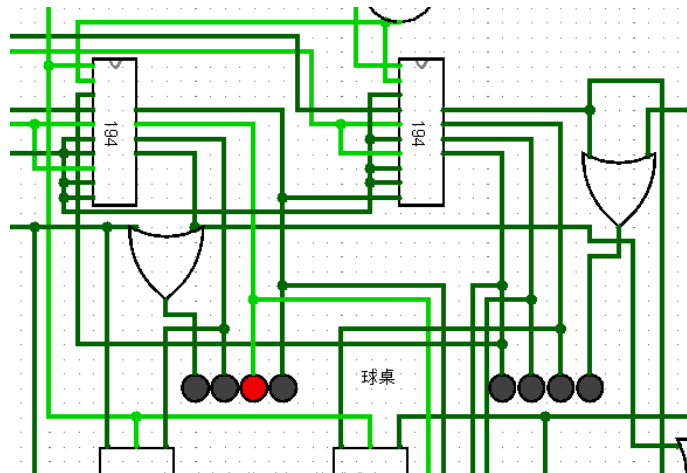
- 计划194作为乒乓球桌上的模拟, 输出到八盏LED上, 这是很自然的想法, 因为球的移动本身就可以表示为一个数在移位寄存器上的移动.
- 球出界的处理: 也就是用户太迟反应没有接到球, 这里我使用异或来处理, 比如半个球桌前三位异或如果为1就是没有出界, 再与上接球人的脉冲, 如果为1, 就表示接球成功.
- 194球桌连接移位信号的获得: 右边的194仅需要知道左边的 $Q_D$ 是不是为1, 是不是要开始启动, 所以 $Q_D$ 和 $RIN$ , 或者自身的 $Q_A$ 和对面的 $LIN$ 相接就可以实现球桌了.
- 击球成功之后如何方向反转, 容易想到通过球桌边界的位与逻辑判断并用上D触发器, 如果出现击球成功状态, 逻辑给出来让 $S_0, S_1$ 转换一下就可以了. 将球拍与时钟以及接球位置用一个三输入与门连接, 若与门输出1则表示接球成功. 若最后一个输出为1, 也就是球出界了. 如果是发球过程中球权开关状态改变, 则 $S_1, S_0$ 的状态便会改变, 球的移动方向便改变了, 实际上就是发球权的改变, 通过将 $S_1, S_0$ 输出也可以知道此时球权在谁的手中.
- 记分牌的实现: 很自然地想到用161, 一个是可以同步清零比较好控制, 还有就是很简单, 一个clk给进去就可以自动计数. 这里发球的时候有一个细节需要注意, 因为发球也是球在边缘, 所以要加一点门来控制一下.
- 接下来就是发球和启动的问题, 首先可以接一个异或门, 再用四个或非门的处理(每一方两个), 把控制球权的异或接到两方的各一个或非门, 这样就实现了控制谁先发球的方式, 这里每一方用两个或非门来选择是因为接到194的时候有 $S_0, S_1$ 两个, 这样更好控制, 选择了发球之后我的实现时直接置数, 表示球发到桌子上, 然后194自然在时钟下会把这个球往另一方推进.

- 考虑到S0、S1相反时才可以左移或右移，S0、S1均为高电平时才能置1（也就是发球）。所以把一个输出取反，这样就得到了相反的状态。此时加入两个发球开关，将开关的输出与上面得到的两个相反的状态用或门连接在了一起，这样可以在发球的时候使S1、S0均为高电平。

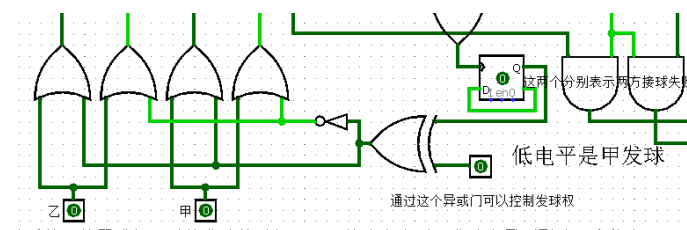
2) 详细截图: .

可以看附件里的 **Logisim乒乓球游戏模拟.md** 文件看到清晰动感的游戏过程  
这一小节可以结合上一小节来看, 是上一小节各个部分的细节截图说明:

球桌:



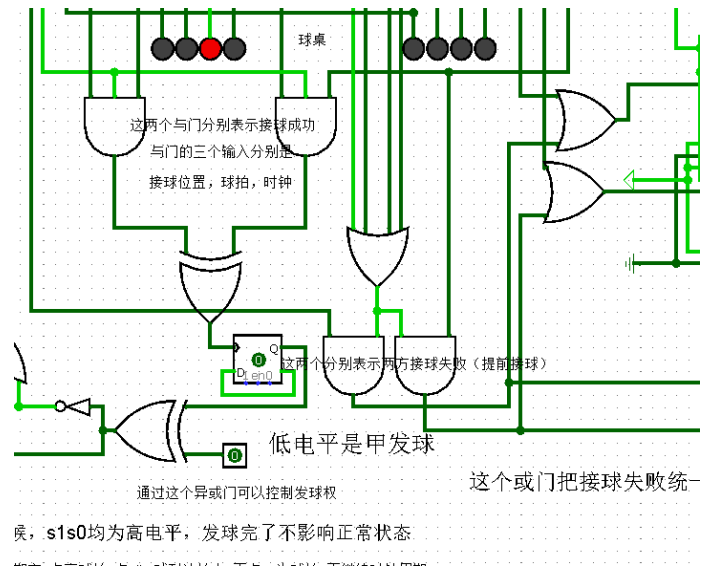
发球与开始系统:



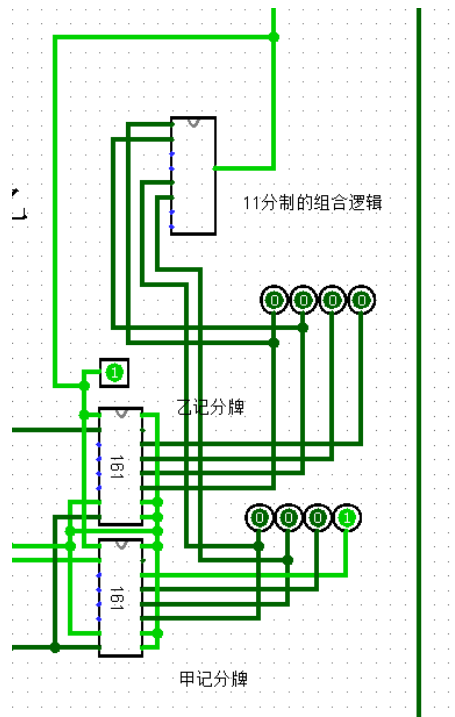
在布线图中输出了此时是谁的球权:



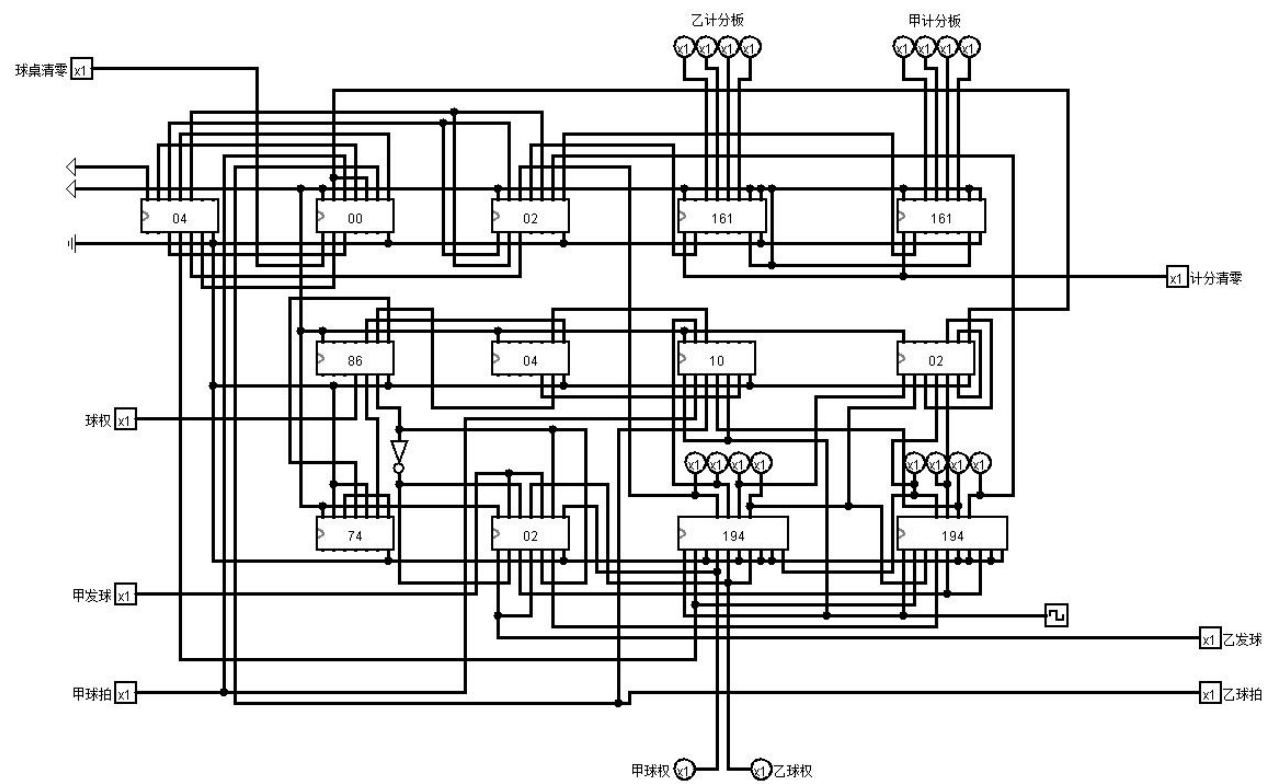
接球判断系统:



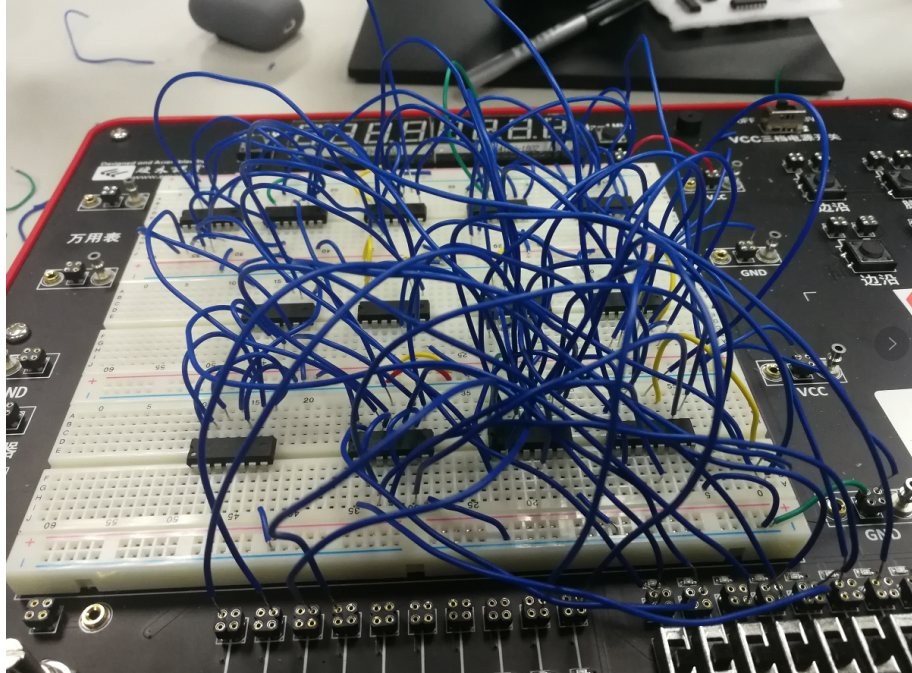
## 记分牌系统:







4) 面包板实现: .



## B. 数字时钟设计(Logisim模拟)

### 1) 具体设计思路:

- 时钟采用6块74HC163，每一块分别代表数字时钟的一位，共六位所以使用6块163芯片。
- 利用74HC163自带的置数端和清零端实现置数与清零的功能。
- 容易想到，当需要进位时，使当前位计数有效端为1，使前一位清零端为0。表示秒的两位为模60计数器，表示分的两位也为模60计数器。根据状态转移过程，容易得到逻辑表达式的结果（由于状态太多列表实在列不下，这里说明如下）：

第一位计数有效端=1, 清零端= $(Q_{11} * Q_{13})'$

第二位计数有效端= $Q_{11} * Q_{13}$ , 清零端= $(Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22})'$

第三位计数有效端= $Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22}$ , 清零端= $(Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22} * Q_{31} * Q_{33})'$

第四位计数有效端= $Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22} * Q_{31} * Q_{33}$ , 清零端= $(Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22} * Q_{31} * Q_{33} * Q_{41} * Q_{42})'$

第五位计数有效端= $Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22} * Q_{31} * Q_{33} * Q_{41} * Q_{42}$ , 清零端= $(Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22} * Q_{31} * Q_{33} * Q_{41} * Q_{42} * Q_{51} * Q_{53} + Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22} * Q_{31} * Q_{33} * Q_{41} * Q_{42} * Q_{51} * Q_{52} * Q_{62})'$ ,

第六位计数有效端= $Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22} * Q_{31} * Q_{33} * Q_{41} * Q_{42} * Q_{51} * Q_{53}$ , 清零端= $(Q_{11} * Q_{13} * Q_{21} * Q_{22} * Q_{31} * Q_{33} * Q_{41} * Q_{42} * Q_{51} * Q_{52} * Q_{62})'$



- 整点报时功能，利用74HC194的左移功能，级联3块194实现了当整点时输出一串1010101010的连续信号。

2) 全部线路图: .

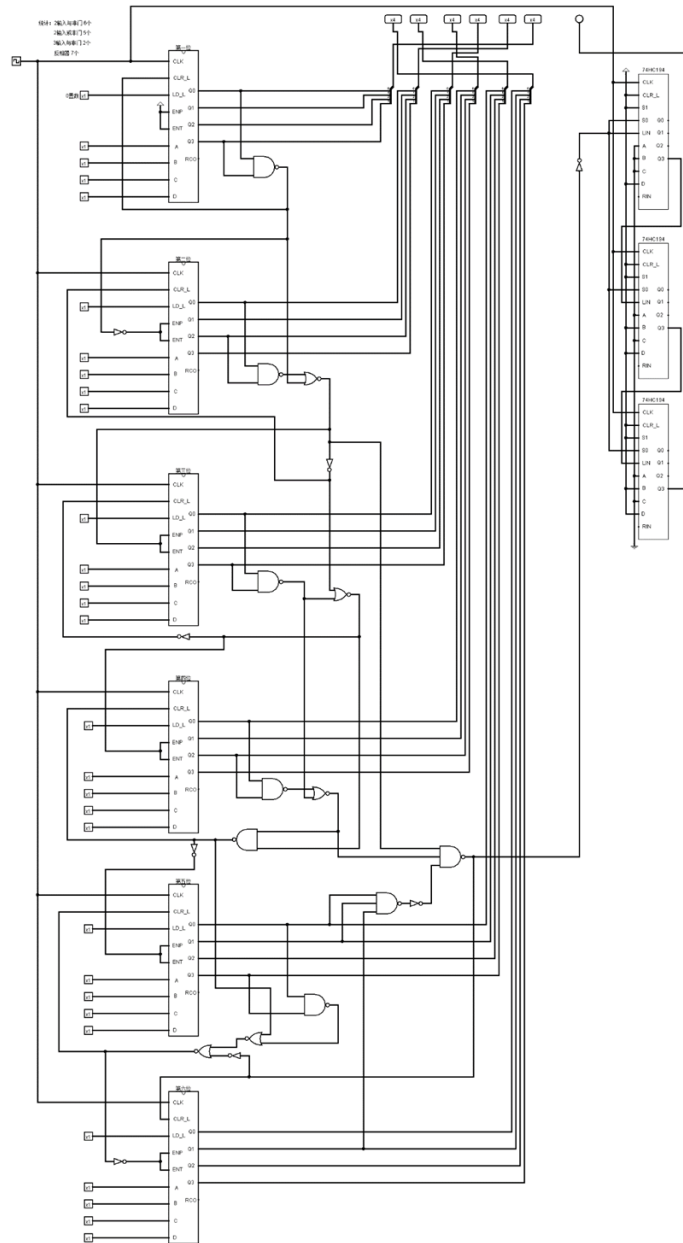


图 1. 数字时钟Logisim模拟图

#### 4. 总结

实验过程中的确遇到了很多困难, 设计过程中要考虑很多因素来让电路更简单, Logisim也需要不断尝试. 插面包板更加困难重重. 还遇到了下面这个受伤的芯片, 找这个BUG找了好久好久:

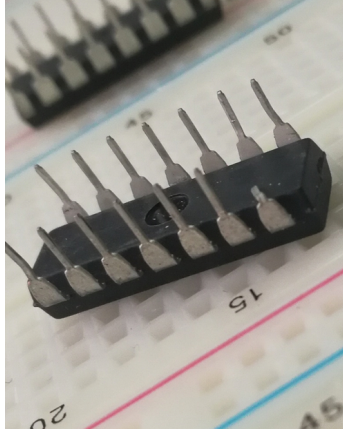


图 2. 有一个引脚弯掉了, 但是可以插并且会造成难以发现的BUG

问题不大, 虽然花了非常多的时间, 最后都实现了就好.  
谢谢数电实验, 非常有趣, 谢谢助教哥的批改!