

东南大学电工电子实验中心

实 验 报 告

课程名称： 电子工艺实践 A

实验名称： 流水灯电路的设计与实现

院（系）： 信息科学与工程学院 专 业： 信息工程

姓 名： 钟源 学 号： 04022212

实 验 室： 电工电子实验中心 403 实验组别：

同组人员： 实验时间： 2024 年 3 月 16 日

评定成绩： 审阅教师：

一、实验目的：

- 1、 识别和使用常用电子元器件，掌握常用电子仪器、仪表的使用方法；
- 2、 熟悉电子产品的设计和生产过程；
- 3、 掌握用 Altium Designer 软件设计原理图和印制电路板图；
- 4、 掌握电路的焊接、安装、检查及调试方法。

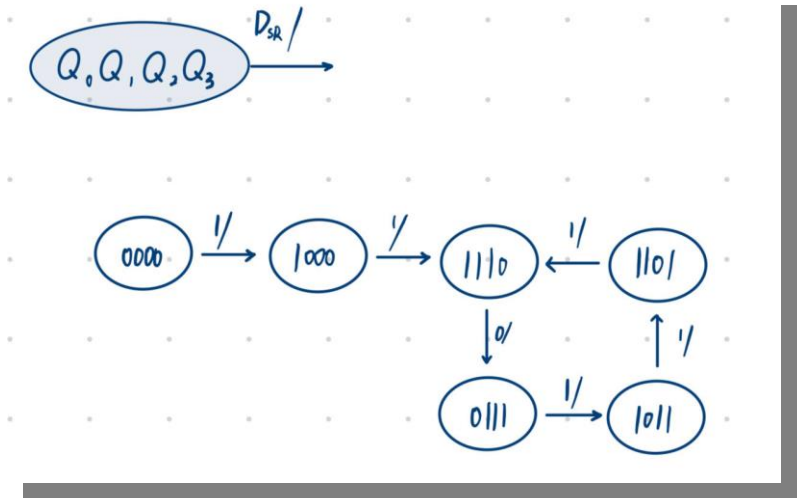
二、实验原理：

1、 流水灯电路工作原理分析：

本次实验用到的电子器件有——74HC20N 芯片×1、74HC194N 芯片×1、发光二极管×4、470Ω 电阻×4、芯片底座×2。设 $Q_1Q_2Q_3Q_4$ 分别为 4 个发光二极管所在的支路的信号，1 代表亮灯，0 代表不亮，分析流水灯原理，得到以下真值表。

Q_0^n	Q_1^n	Q_2^n	Q_3^n	D_{SR}	Q_0^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_3^{n+1}
0	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	1	0	0	0	1	1	1

状态转移图如下：



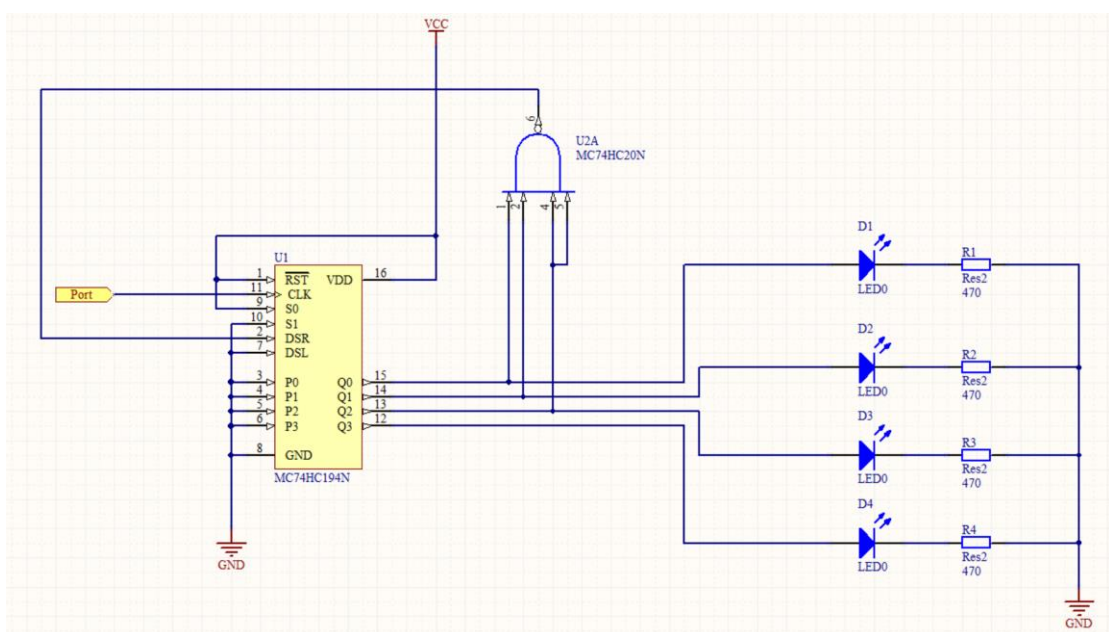
卡诺图如下：

$Q_3 \backslash Q_2 Q_1 Q_0$	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	X	X	1	X
11	X	1	X	1
10	X	X	0	X

$D_{SR} = Q_0 Q_1 Q_2$

合理选择其他引脚的输入电平，并将 $Q_a Q_b Q_c Q_d$ 接入 LED 正极，通过限流电阻接地，即可完成电路的设计。

流水灯电路原理图如下：



2、使用 Altium Designer 软件绘制原理图和 pcb 图的基本流程，及注意事项：

1) 绘制原理图基本流程：

① 新建项目

② 原理图设计：

I. 新建原理图文件

II. 环境参数设置

III. 绘制原理图（放置元件及连线）

IV. 对元件进行修改和标注

- ③ 检查原理图的电气连接

2) 绘制 PCB 图基本流程:

- ① 生成网络表

- ② 印制电路板 (PCB) 设计:

- I. 建立 PCB 文件并添加到项目中

- II. 载入网络表文件

- II. 布局和布线三、设计规则检查

3) 注意事项:

- ① 元件处于活动状态时, 可以点击 space 空格键实现元件的旋转。

- ② 放置元件后需要删除: 点击选中该元件, 按 delete 键即可。

- ③ 在编辑区布置好元件后, 点击画线工具进行连线。按住 ctrl+鼠标点住元件拖动, 元件和导线一起移动。

- ④ 在此次实验中, 地线和信号线必须走底层, 只有电源线可以走上层。在软件中, 顶层为红色, 底层为蓝色。

- ⑤ 布线要求平滑自然, 避免急拐弯和尖角, 拐角不得小于 90° 。

- ⑥ 先放关键元件和大型元件 (集成元件), 一般放在中心, 再放电容、电阻等小型元件、非关键元件, 放置在周围。

- ⑦ 设计结束后要保存 (Save All)

4) PCB 图中布局布线基本规则:

- ① 首先保证电路功能和性能指标。

- ② 在此基础上满足工艺性 (元器件排列顺序、方向、引线间距等生产方面的考虑)、检测、维修方便。

- ③ 适当兼顾美观性, 元器件排列整齐, 疏密得当。

5) 电气性能考虑:

- ① 信号通畅: 输入输出信号尽可能不交叉, 信号传输线路最短。

② 功能分区：模拟与数字、强弱信号、高低电平分区。

③ 热磁兼顾：发热和热敏元件分开，考虑电磁兼容。

④ 主次有序：保证主要功能元件处于最佳工艺位置。

6) 印制导线设计：

① 连线精简原则：连线要精简，尽可能短，尽量少拐弯。

② 拐弯处应为圆角或斜角（因为高频时直角或者尖角的拐弯会影响电气性能）。

③ 双面板两面的导线应互相垂直、斜交或者弯曲走线，尽量避免平行走线，减小寄生耦合等。

④ 导线宽度应考虑导线之间的绝缘电阻和击穿电压在最坏的工作条件下的要求。

⑤ 相邻导电图形之间的间距（包括印制导线、焊盘、印制元件）由它们之间的电位差决定。

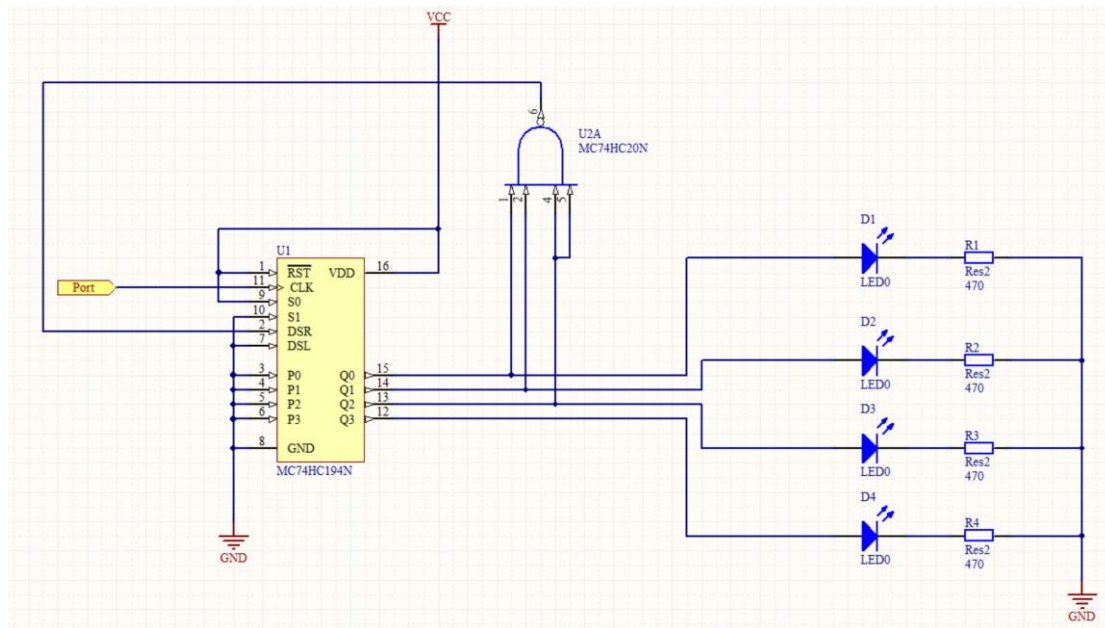
3、 印制电路板设计、焊接工艺及注意事项：

- 1) 先检查烙铁头是否光洁，是否能够上锡，若不能顺利上锡则要替换；
- 2) 焊接时要注意控制焊锡的量，避免焊锡过多导致相邻导线串线；
- 3) 焊接一个焊盘时间不要过长，控制在 2 秒左右，否则会损坏电路板，若 2 秒内没有焊接成功，则先去焊接其他焊口，待其冷却后再焊接此焊口；
- 4) 烙铁头接触焊口后先将焊锡放置在烙铁头对面，随后再在焊口四周移动；
- 5) 焊接好一个焊口后要先向上移走焊锡再移走烙铁，防止焊锡凝固在焊口上；
- 6) 先焊接高度较低的元件，便于将元件平稳地焊接在电路板上；
- 7) 由于芯片与导线在电路板的两面，要注意对称关系，防止芯片槽被焊反；
- 8) 甩动烙铁上的焊锡时要注意不要幅度过大，甩到自己或者其他实验人员身上；
- 9) 焊接时手上会有铅残留，要注意不要在焊接室吃东西，焊接后要洗手。

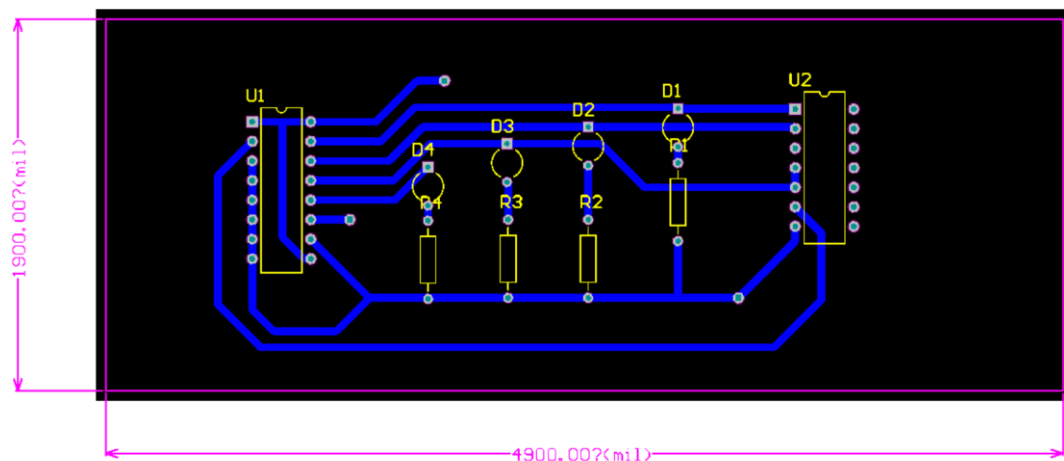
三、 实验内容：

1、 软件绘制的原理图及 PCB 图：

原理图如下：



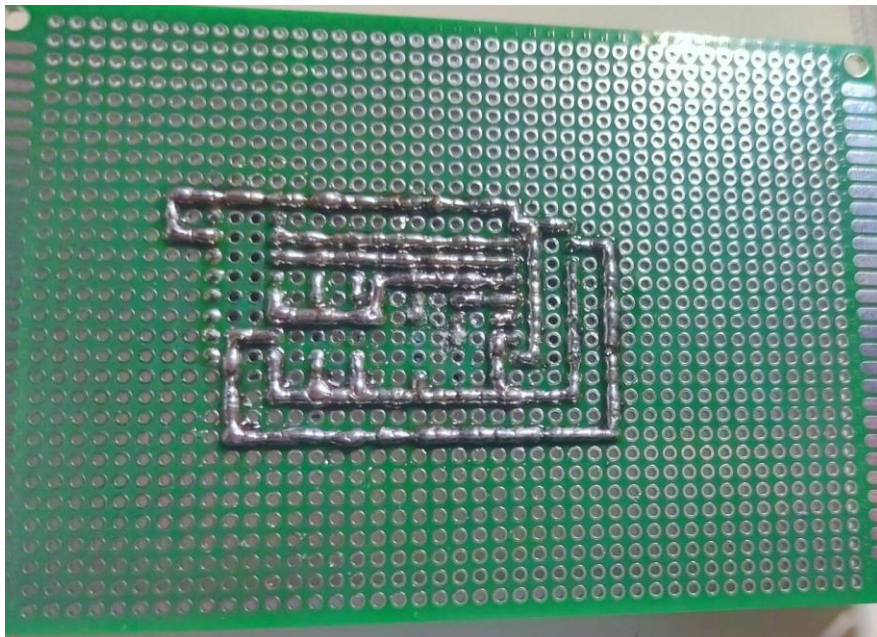
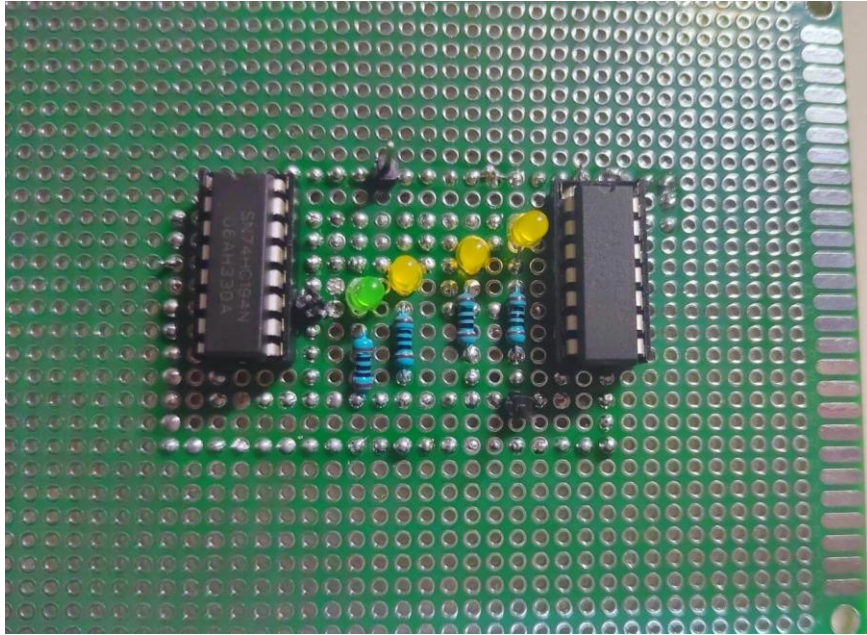
PCB 图如下：



2、 装配焊接电路过程：

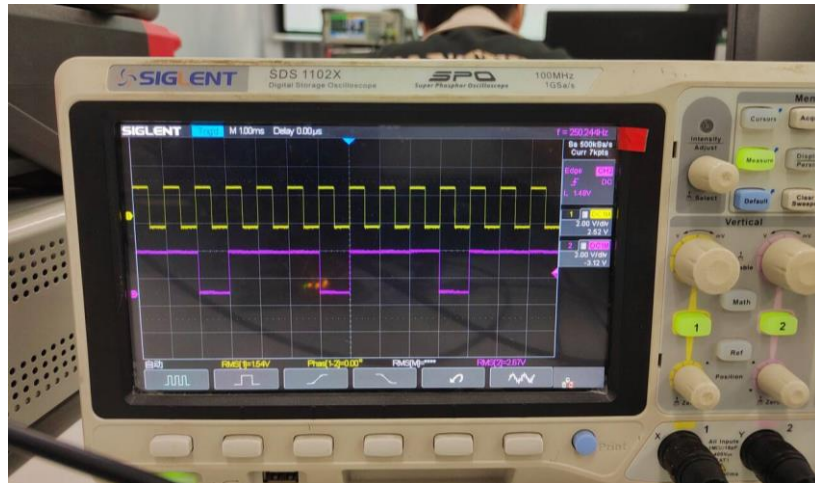
需要焊接的元器件包括芯片底座*2、LED*4、电阻*4 以及用于接入 VCC、GND、CLK 的三个插针。焊接完成后插入对应芯片，三个插针分别接通信号源 5V 直流信号，地线，高电平为 5V ，低电平为 0V 的方波信号，即装配完成。

3、 万能板上制作的电路，正面、反面实物图：

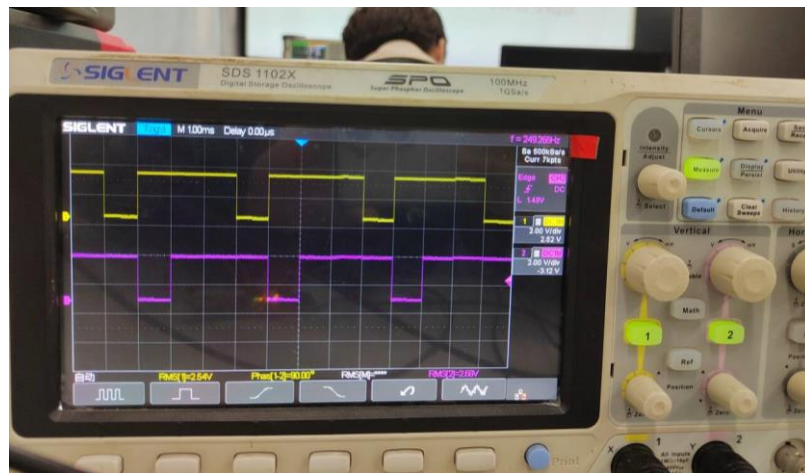


4、通电测试，各级波形图及参数：

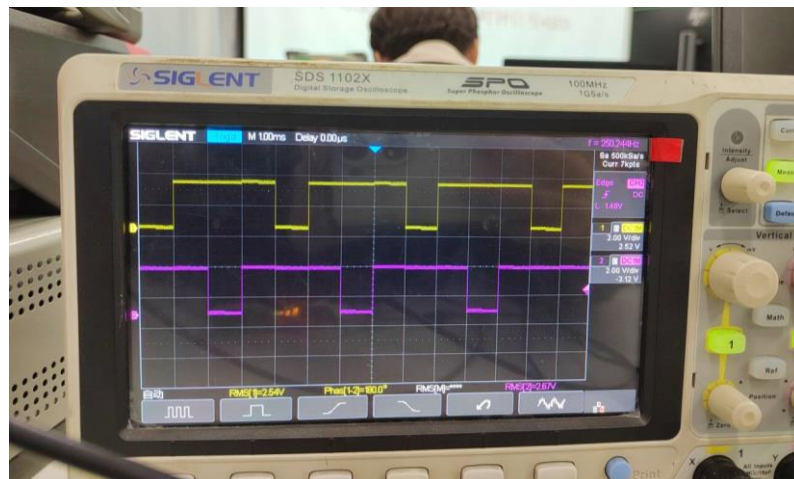
时钟信号与 Q0：



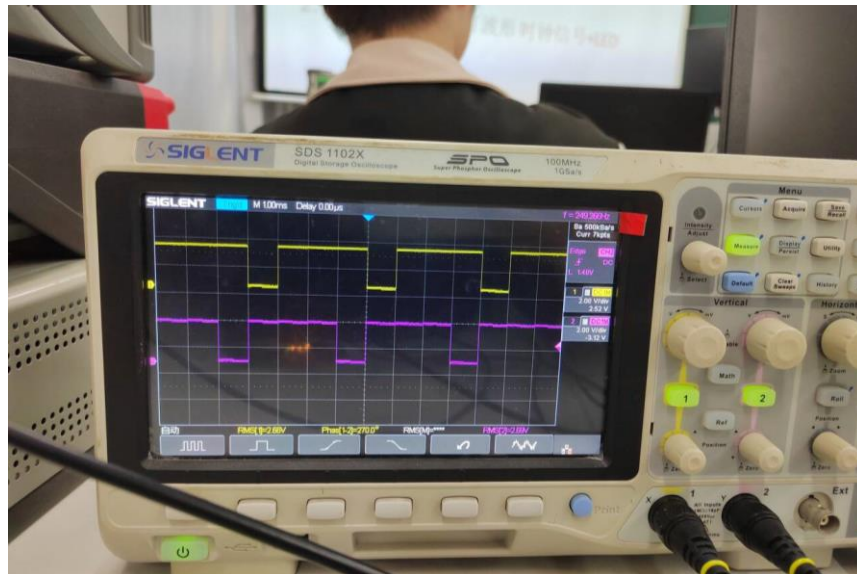
Q0 与 Q1:



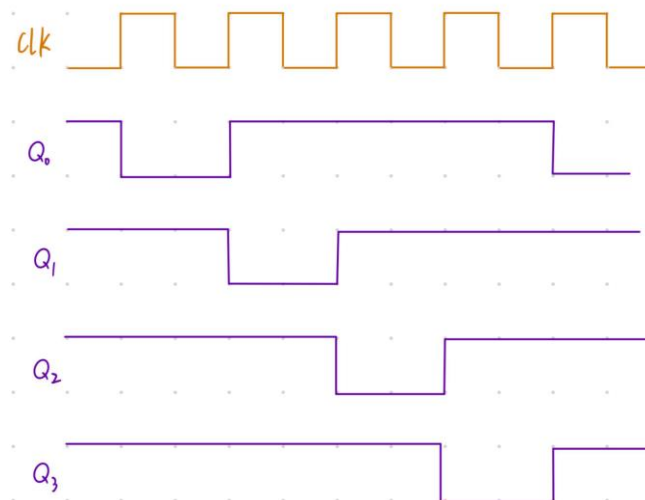
Q0 与 Q2:



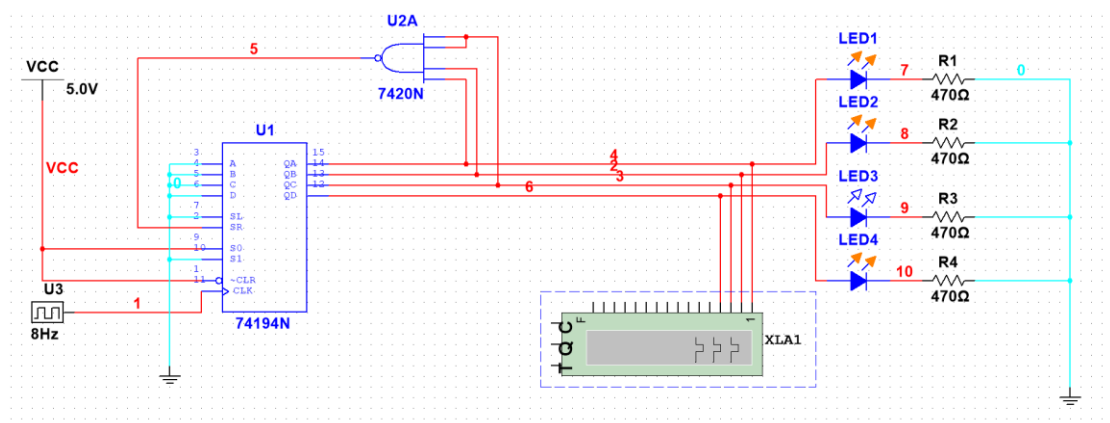
Q1 与 Q3:

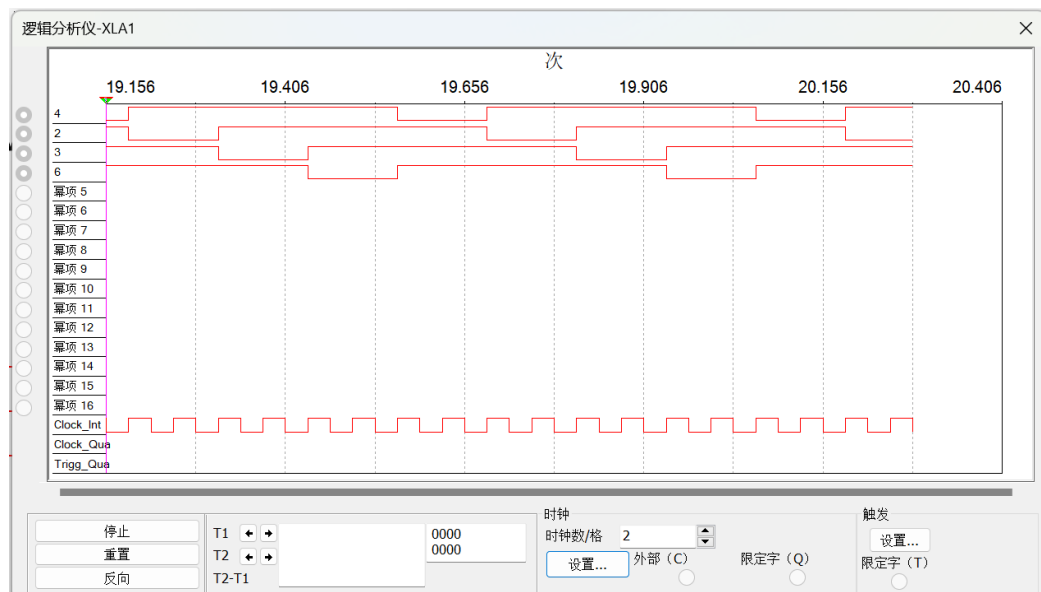


汇总波形：



5、通过 Multisim 软件仿真流水灯电路，观察仿真波形：





四、心得体会及建议：

1.实验中遇到的问题：

- 1) 在设计原理图时，会有两种方案，选择不同方案可能对之后的 PCB 设计及焊接都产生影响。
- 2) 在 PCB 设计布线的时候，元器件回路较多，应合理排布回路。
- 3) PCB 设计图与实际焊接还是具有一定的差别，设计图中线可以分布的很密，但实物焊接过程中，如果排线过密可能会导致锡线粘连或接触不良等问题，导致实验效果不好乃至实验失败。

2.反思与体会：

- 1) 实际焊接前需要进行许多准备，尤其注意焊枪枪头和温度的选择。
- 2) 需要对 PCB 图进行反复修改，确保电路图符合实际，具有可操作性。熟悉电路布局，以免出现焊错接线的问题。
- 3) 要提高自己的动手操作能力，锻炼耐心和专注力，以及面对问题时的应对能力。相比数电实验搭接导线，焊接电路不易修改，布局元器件和布线时一定要看好再动手。