

## 数字电路课程设计报告书

课题名称	交通灯控制电路设计
姓 名	陈恩婷
学 号	19335015
院、系、部	数据科学与计算机学院
专 业	计算机类
指导教师	郭雪梅

2020 年 7 月 18 日

### 一、设计任务及要求：

#### 设计任务：

设计一个交通灯控制电路。

#### 要 求：

1. 设计一个十字路口的交通灯控制电路，要求主干道和支干道两条交叉道路上的车辆交替运行，主干道通行时间都设为至少 25 秒，支干道没车时，主干道保持同行，支干道有车进行状态转换，支干通行时间 25S.
2. 每次绿灯变红灯时，黄灯先亮 4 秒钟，才能变换运行车道。
3. 完成 1，2 后进行功能拓展。

指导教师签名：

20 年 月 日

### 二、指导教师评语：

指导教师签名：

20 年 月 日

### 三、成绩

验收盖章

20 年 月 日

# 交通灯控制电路的设计

## 一、设计目的

1. 了解交通灯控制电路的工作原理。
2. 熟悉交通灯控制电路的设计与制作。

## 二、设计要求

1. 只要边道没车，主干道绿灯一直亮，边道有车，主干道绿灯最少保持 25S。
2. 边道有车通过时边道绿灯最长保持 25S，边道没车时则切换到主干道绿灯通行。
3. 主干道绿灯亮和边道绿灯亮之间切换需过渡状态，时间 5S，保持黄灯亮。

## 三、设计思路

1. 分析系统的逻辑功能，画出其框图

在城镇街道的十字路口，为保证交通秩序和行人安全，一般在每条道路上各有一组红、黄、绿交通灯，其中红灯亮，表示该条道路禁止通行，黄灯亮表示该条道路上为过停车线的车辆停止通行，已过停车线的车辆继续通行，绿灯亮表示该条道路允许通行。十字路口两组红、黄、绿交通灯的状态 转换，指挥各种车辆和行人安全通行，实现交通十字管理的自动化，采用交通灯控制电路来实现自动控制。

交通灯控制系统的原理框图如图 1 所示。它主要由顺序逻辑单元、时间定时电路、组合逻辑单元三部分组成。

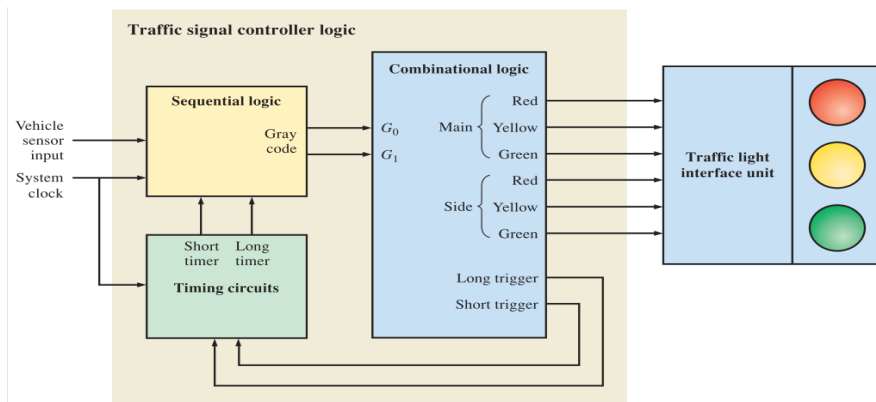


图 2 交通灯系统框图

2. 画出交通灯控制器算法状态机

- (1) 主干道绿灯亮，边道红灯亮。表示主干道上的车辆允许通行，边道禁止通行。绿灯亮规定的时间间隔 TL 时，且检测到边道有车辆时，转到下一工作状态。
- (2) 主干道黄灯亮，边道红灯亮。表示主干道上未过停车线的车辆停止通行，已过停车线的车辆继续通行，边道禁止通行。黄灯亮规定时间间隔 TS 时，转到下一工作状态。
- (3) 主干道红灯亮，边道绿灯亮。表示主干道禁止通行，边道上的车辆允许通行，绿灯亮规定的时间间隔 TL 时，系统转换到第 (4) 种工作状态。

(4) 主道红灯亮，边道黄灯亮。表示主道禁止通行，边道上的车辆未过停车线禁止通行，已过停车线允许通行。灯亮足规定的时间间隔  $T_S$  时，转到第一个工作状态。

表 1 工作状态及功能

控制状态	信号灯状态	车道运行状态
S1 (00)	主绿，边红	主车道通行，边车道禁止通行
S2 (01)	主黄，边红	主车道缓行，边车道禁止通行
S3 (11)	主红，边绿	主车道禁止通行，主车道通行
S4 (10)	主红，边黄	主车道禁止通行，主车道缓行

交通灯以上 4 种工作状态的转换，四种状态编码为 00、01、11、10，并分别用 S1、S2、S3、S4 表示。

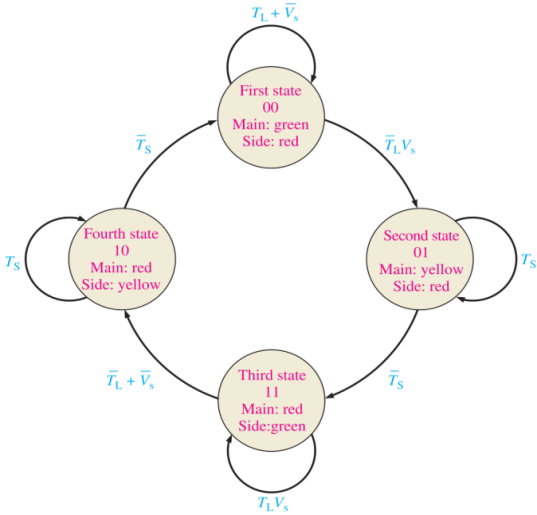
设：

$V_s$ : 代表边道有车。 $V_s=1$ ，有车，没车  $V_s=0$ 。

$T_L$ : 25s 长计时启动， $T_L=1$ ，启动， $T_L=0$ ，关闭。

$T_S$ : 4s 短计时启动， $T_S=1$ ，启动， $T_S=0$ ，关闭。

其状态转换图如下



主、边车道红、黄、绿灯的控制信号，为简便起见，把灯的代号和灯的驱动信号合二为一，并作如下规定：

MG=1: 主车道绿灯亮;      SG=1: 边车道绿灯亮;  
MY=1: 主车道黄灯亮;      SY=1: 边车道黄灯亮;  
MR=1: 主车道红灯亮;      SR=1: 边车道红灯亮;

表 2 控制器状态编码与信号灯关系表

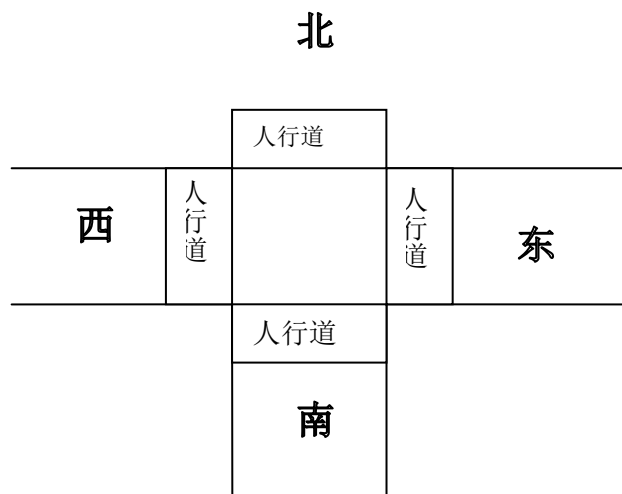
状态	MG	MY	MR	SG	SY	SR
00	1	0	0	0	0	1
01	0	1	0	0	0	1
10	0	0	1	1	0	0
11	0	0	1	0	1	0

### 3. 实验内容及方法

(1) 用 Proteus 设计、组装顺序逻辑电路，组合逻辑电路，其输出接主、边车道上的 6 只信号灯，验证电路的逻辑功能。

(2) 在 VIVADO 下，用硬件编程语言设计完成控制电路，用仿真验证逻辑功能。

### 4. 拓展，修改设计实现



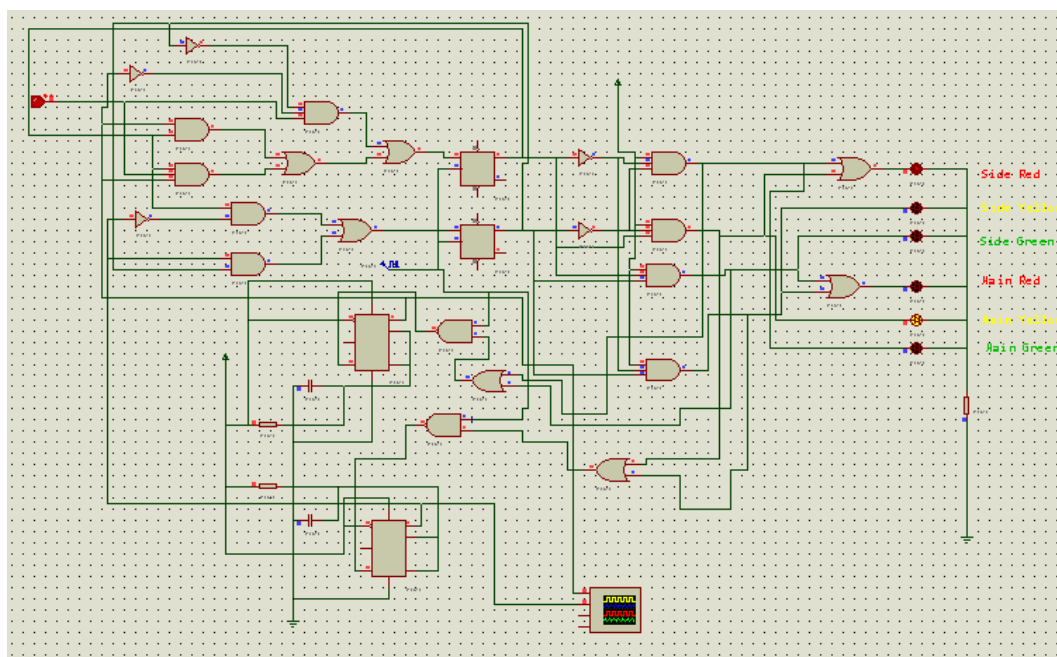
(1) 加入人行道灯控 P，加人行模式，第五状态，两个方向保持红灯亮 15S。

(2) 带紧急按钮功能，当紧急按钮按下时，所有方向均亮起红灯；

(3) 夜间运行模式按钮，按下时，所有方向黄灯亮；

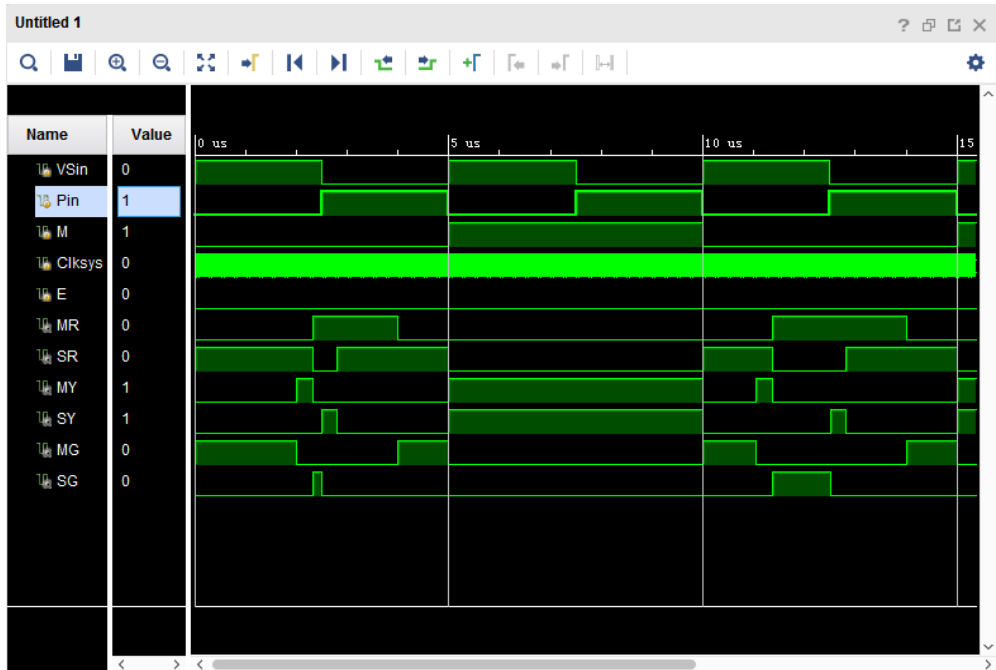
## 五、实验结果及分析

### 1. Proteus 下的仿真运行



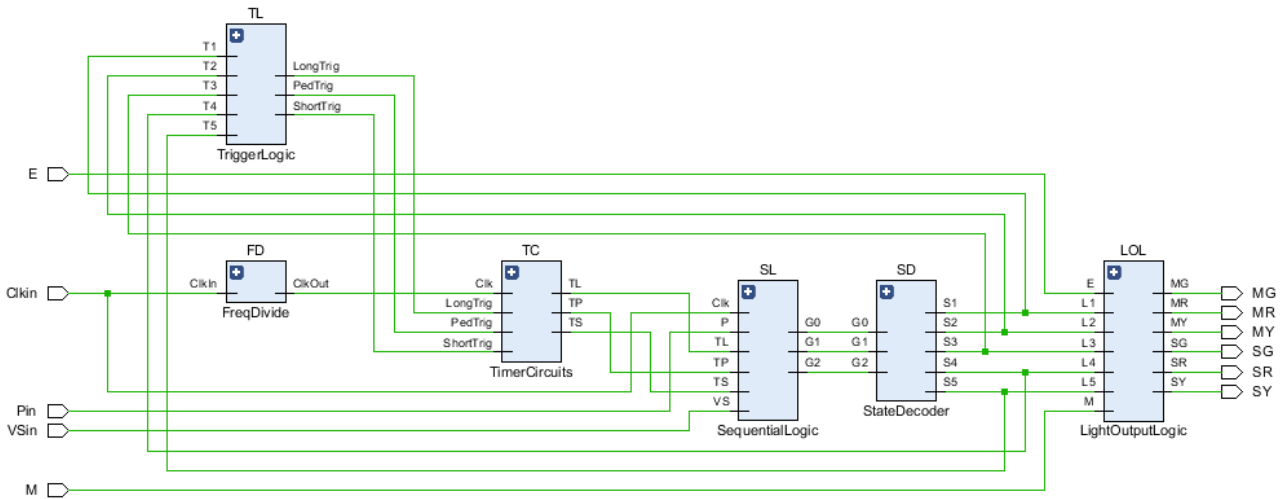
如图所示，电路图正常完成了对交通灯控制系统的模拟。

2. Vivado 下的仿真运行



如图所示，各输入输出端分别为：Vsin, Pin, M(控制夜间模式), Clksys, E(控制紧急模式), MR, SR, MY, SY, MG, SG。设计的电路正确实现了所要求的功能，包括基础功能和前面所述的三个拓展功能。

3. Vivado 综合生成电路图



六、设计体会与建议

1. 设计体会

- 这次实验让我从更高的角度，更深刻地了解了电路设计的过程和交通灯控制系统的基本原理与设计思想。主要的体会如下：
- a. 自顶往下的设计方法从系统层开始设计和优化，有利于保证设计结果的正确性，相比传统的自下而上的设计方法有自己的优点，是一种重要的设计方法，在适合的时候要多加利用。

- b. 做实验时自己排查和解决问题的能力很重要，尤其是小的细节，不能忽略。如实验过程中出现的 Critical Warning：

[Synth 8-3352] multi-driven net <signal\_name> with 1st driver pin'<pin\_name1>'

[Synth 8-3352] multi-driven net <signal\_name> with 2st driver pin'<pin\_name2>'

查阅资料后发现，出现警告的原因是变量跨 `always` 块出现，亦即出现在了两个或者多个 `always` 块，而一个寄存器类变量的赋值（等号左值）只能出现在一个 `always` 块中，如果作为等号右值，则可以跨多个 `always` 块。修改代码，使其只保留一个 `always` 块内冲突变量的赋值后问题解决了。

## 2. 对设计的建议

- a. 本次的设计与实现任务将数字电子技术的理论和实践相结合，对我们理解这个学科有很大帮助。希望以后能在实验中提供更多、更有趣的实践背景，让我们在学习的同时体验实际运用所学知识的乐趣。
- b. 希望老师能在我们开始设计实现前讲解一些数字电路设计的方法与经验，包括常见的错误和相应的 `debug` 的技巧等等，这样有助于我们在设计与调试过程中更有效率，快速找到自己的不足之处。