

电子科技大学

《数字系统实验 2》报告

设计题目：十字路口交通灯控制电路

学生姓名：杨竣然 学号：2018051403004

一、设计任务

设计并实现一个简单的十字路口交通灯控制电路。具体要求：以 4 个红色指示灯、4 个绿色指示灯和 4 个黄色指示灯模拟路口东西南北 4 个方向的红绿黄交通灯。控制这些灯，使它们按下列规律亮灭。

- 1、东西方向绿灯亮，南北方向红灯亮。东西方向通车，时间 30 秒；
- 2、东西方向黄灯闪烁，南北方向红灯亮，时间 2 秒。
- 3、东西方向红灯亮，南北方向绿灯亮。南北方向通车，时间 30 秒；
- 4、东西方向红灯亮，南北方向黄灯闪烁，时间 2 秒。
- 5、返回 1，继续运行。

二、设计方案

通过分析设计任务发现该交通灯运行过程是周期的。一个周期的持续时间为 64 秒。由此，可以设计一个 64 进制的计数器和相应的组合控制电路来控制信号灯的状态。通过设计合适的时钟源使得计数器每秒加 1。交通灯控制电路的系统框图如图 1 所示。

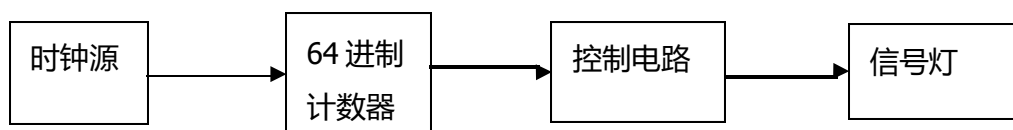


图 1 交通灯控制电路系统框图

三、电路原理

1、时钟源

通过之前的分析可知，时钟源需要提供 1Hz 信号使 64 进制计数器每秒加1。时钟源电路使用 555 定时器构成多谐振荡器来提供原始高频率时钟信号。然后通过时钟源内部的计数器，由计数器对高频率时钟信号进行分频得到 1Hz 的时钟信号。

本实验使用 555 定时器构成多谐振荡器产生 50Hz、占空比为 50%的时钟信号。通过 25 进制计数器和 D 触发器后完成 50 分频得到 1Hz 的时钟信号。25 进制计数器使用两个 5 进制计数器级联来构成。采用 74LS90（异步 2-5-10 进制加法计数器）来构成 5 进制计数器，如图 2 所示。

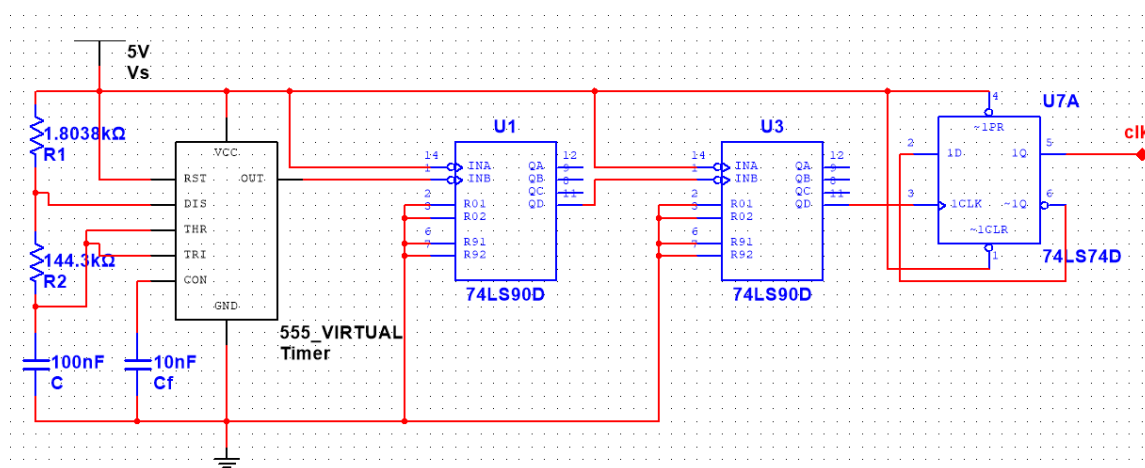


图 2 时钟源电路图

2、64 进制计数器

本实验采用 74LS90（2-5-10 进制加法计数器）和 74LS161（四位二进制计数器）构成 64 进制计数器。两片 74LS90 分别产生计数输出的最低位 Q0 和最高位 Q5，74LS161 产生中间四位 Q4Q3Q2Q1。使两片 74LS90 工作在二进制计数模式，并于 74LS161 级联。第一片 74LS90 的最低位 QA 作为输出的最低位 Q0，并接入 74LS161 的时钟端，74LS161 的输出 QAQBQCQD 作为输出的中间四位 Q1Q2Q3Q4，并将进位输出接入第二片 74LS90 的时钟端 INA，最低位 QA 作为输出的最高位 Q5。

设计的 64 进制计数器如图 3 所示。

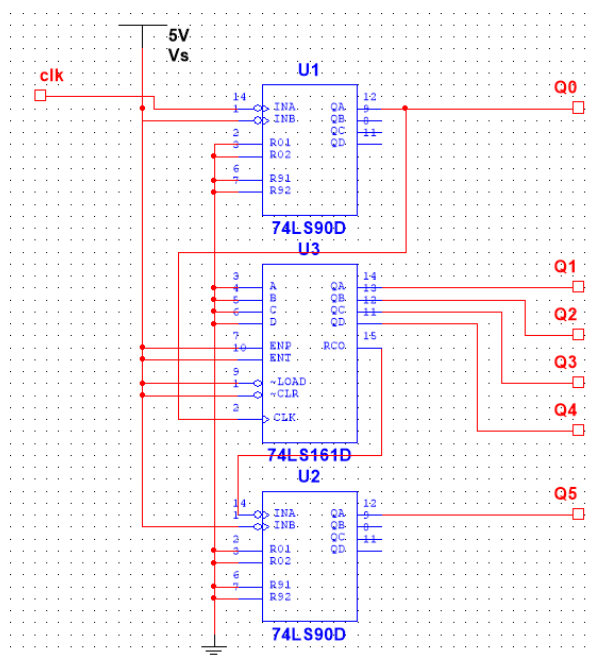


图 3 64 进制计数器电路图

3、控制电路

设计数器的输出为 $Q_5Q_4Q_3Q_2Q_1Q_0$ ，则 64 进制计数器在一个周期内的计数值为 $000000 \sim 111111$ 。在 $30s \sim 32s$ 和 $62s \sim 64s$ 时计数器 $Q_4Q_3Q_2Q_1 = 1111$ ，而 $30s \sim 32s$ 和 $62s \sim 64s$ 为黄灯工作时间，因此中间四位 $Q_4Q_3Q_2Q_1$ 可以用来控制黄灯工作。计数器在前 32 个周期时 $Q_5 = 0$ ，后 32 个周期内 $Q_5 = 1$ ，所以 Q_5 可以用来控制红灯和绿灯的工作状态。

控制电路真值表如表 1 所示。

输入			输出（南北方向）			输出（东西方向）		
Q_5	$Q_4Q_3Q_2Q_1$	Q_0	黄灯Y1	红灯R1	绿灯G1	黄灯Y2	红灯R2	绿灯G2
0	不全为 1	X	0	1	0	0	0	1
	1111		0	1	0	1	0	0
1	不全为 1		0	0	1	0	1	0
	1111		1	0	0	0	1	0

表 1 控制电路真值表

南北方向黄灯亮 $Y1 = Q_5Q_4Q_3Q_2Q_1$ ，红灯亮 $R1 = Q_5'$ ，绿灯亮 $G1 = Q_5 - Q_5Q_4Q_3Q_2Q_1$ 。

东西方向黄灯亮 $Y2 = Q_5' Q_4Q_3Q_2Q_1$ ，红灯亮 $R2 = Q_5$ ，绿灯亮 $G2 = Q_5' - Q_5' Q_4Q_3Q_2Q_1$ 。

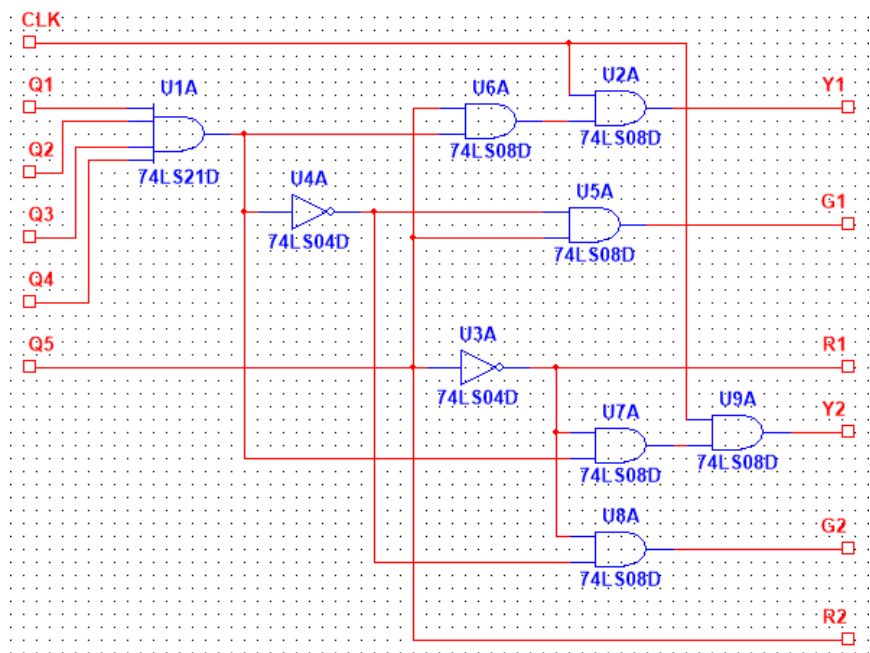


图 4 控制电路示意图

控制电路示意图如图 4 所示。使用时钟信号与黄灯亮信号相与作为 Y1、Y2 信号来使黄灯闪烁。

4、总电路

总电路连接如图 5 所示。

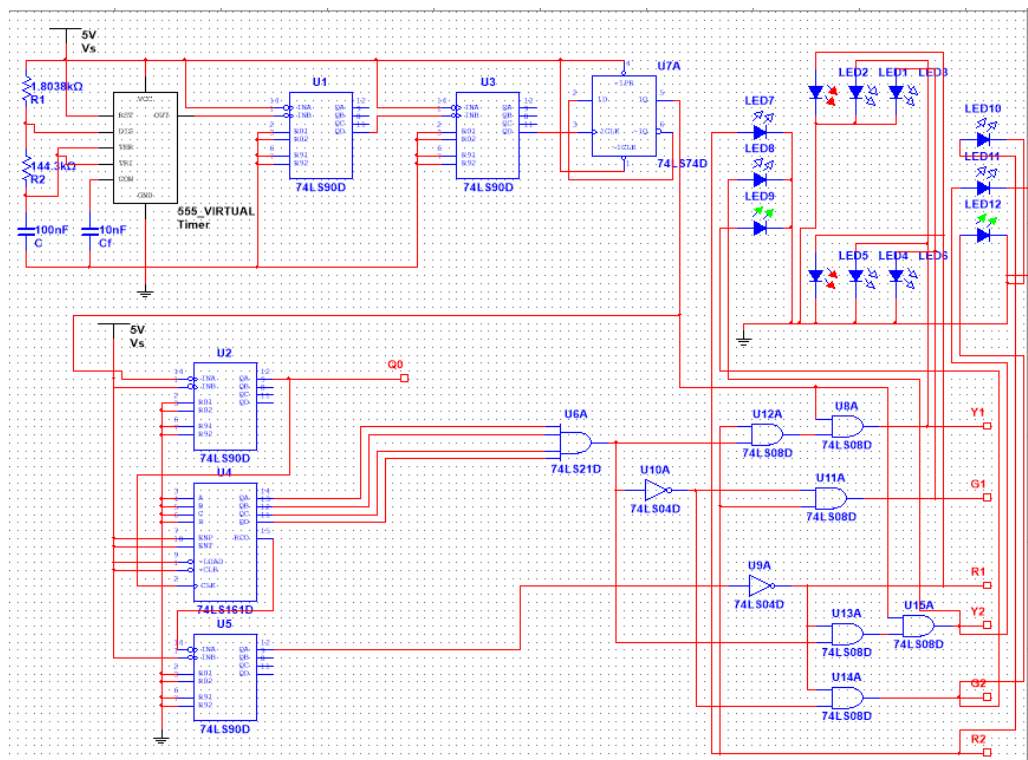


图 5 总电路示意图

四、电路仿真和结果

1、时钟源

用示波器测量时钟源输出时钟信号，如图 6 所示。仿真结果如图 7 所示。

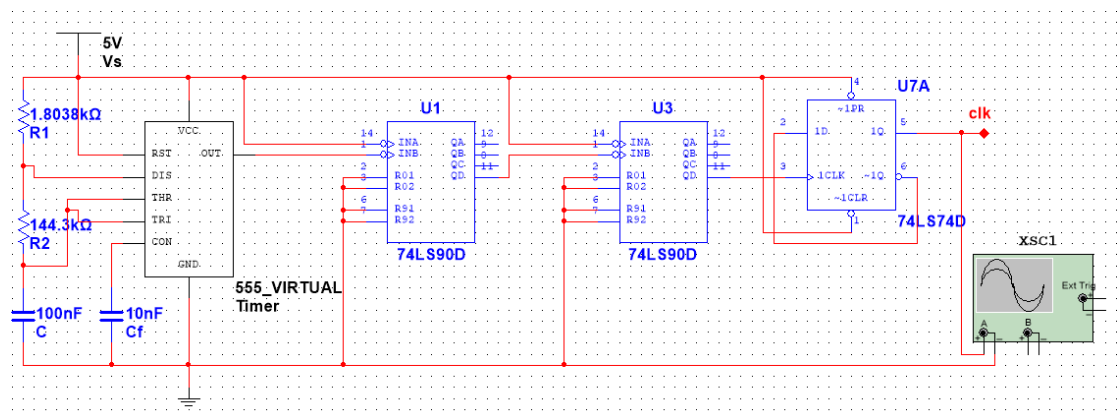


图 6 时钟源测试电路示意图

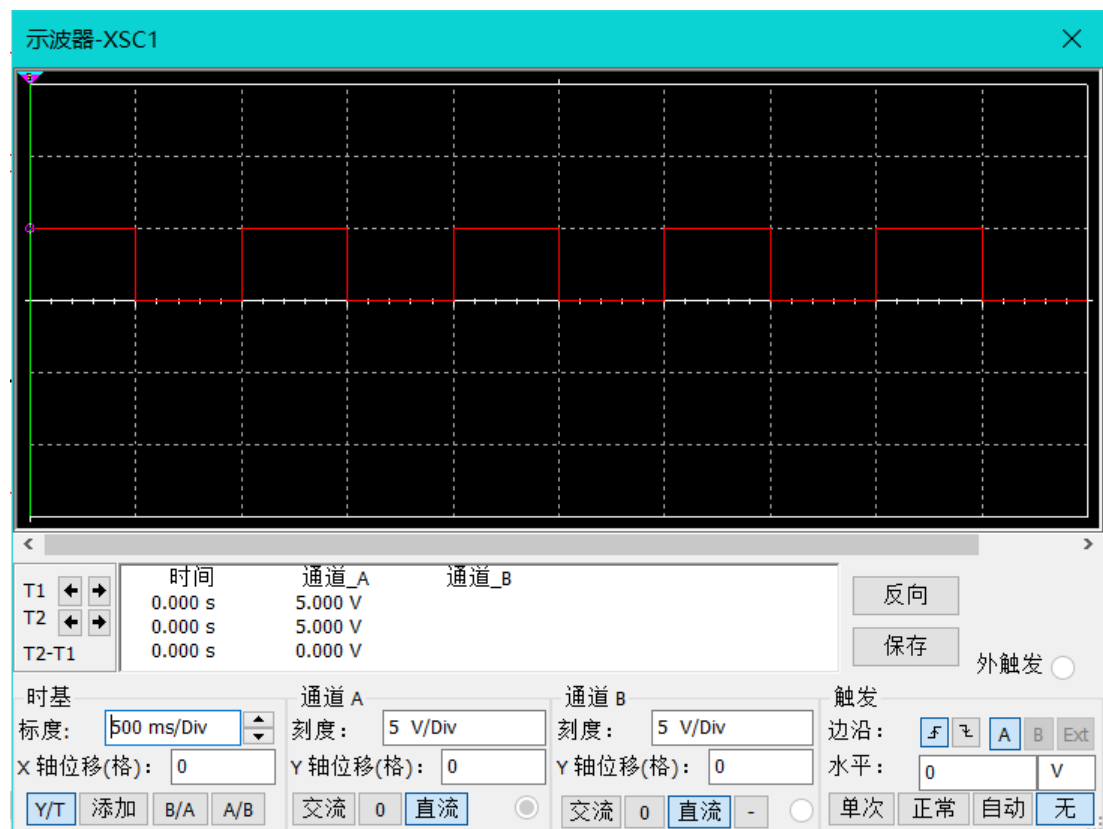


图 7 时钟源输出信号仿真结果图

2、64 进制计数器

64 进制计数器测试电路如图 8 所示。示波器 XSC1 的 A 通道连接 1Hz 时钟信号, B 通道连接 Q0, C 通道连接 Q1, D 通道连接 Q2; 示波器 XSC1 的 A 通道连接 Q2, B 通道连接 Q3, C 通道连接 Q4, D 通道连接 Q5。仿真结果如图 9、图 10 所示。

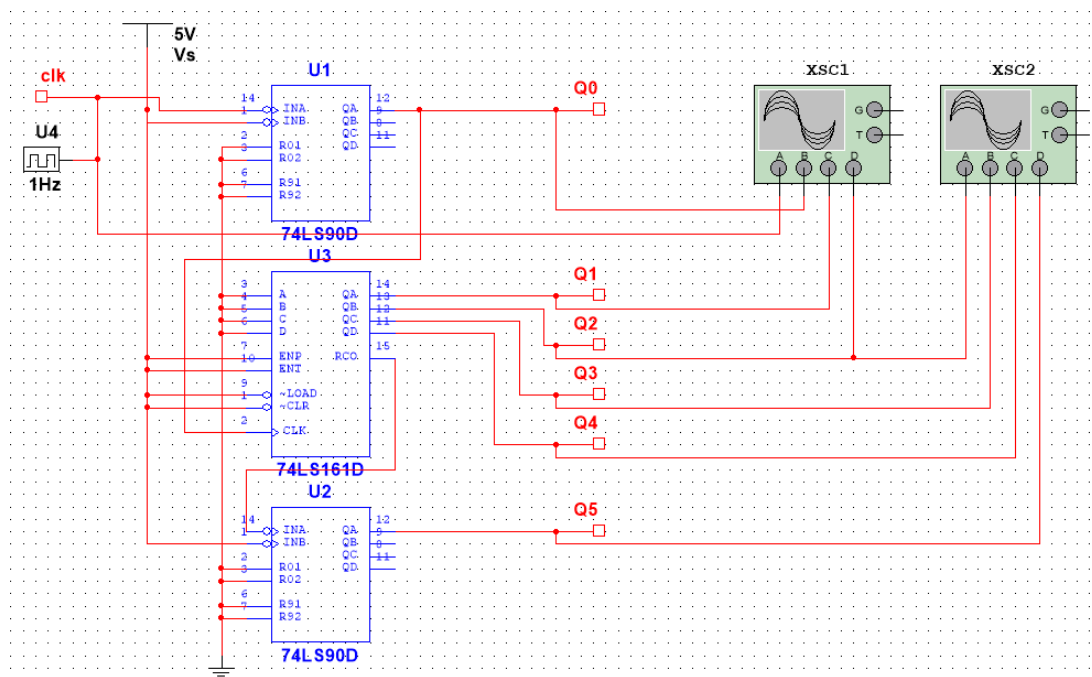


图 8 64 进制计数器测试电路示意图

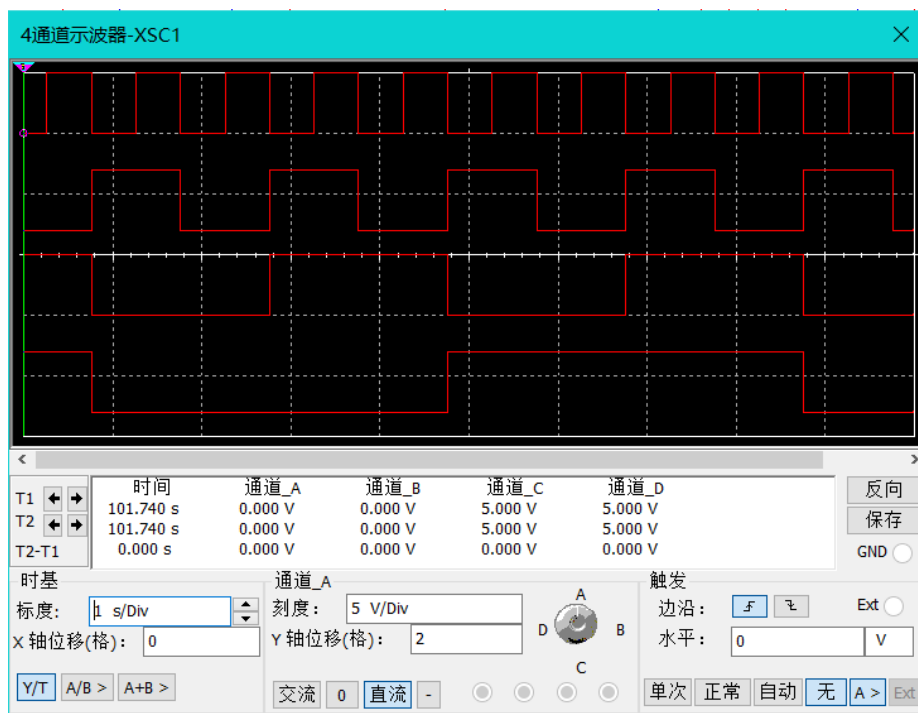


图 9 64 进制计数器仿真结果图一

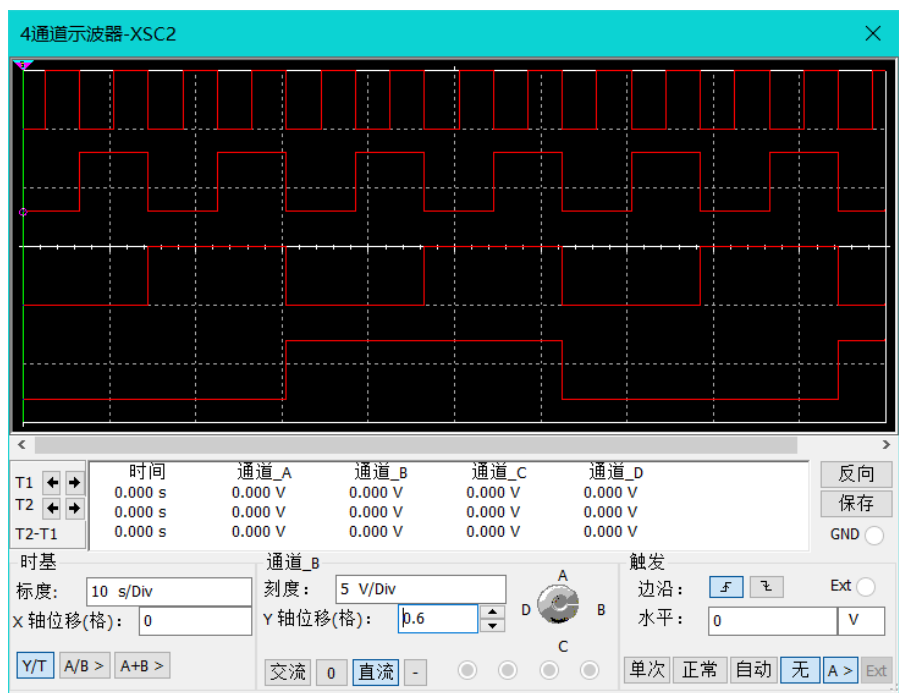


图 10 64 进制计数器仿真结果图二

3、控制电路

使用逻辑变换器测试控制电路输出。测试Y1 输出的测试电路示意图如图 11 所示。测试结果如图 12、图 13、图 14 所示。

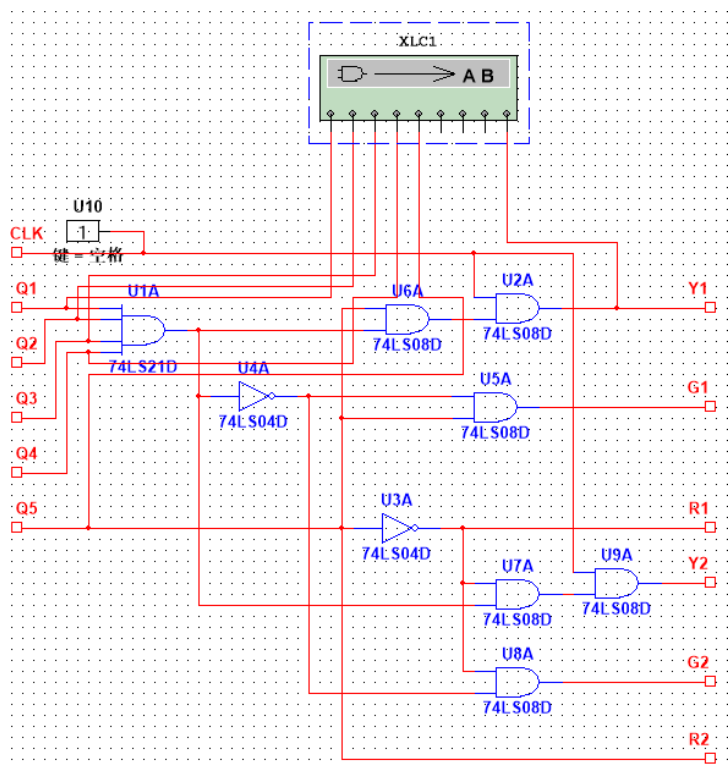


图 11 控制电路测试示意图

逻辑变换器-XLC1

出

变换

→ $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$

	A	B	C	D	E	F	G	H	
000	0	0	0	0	0				0
001	0	0	0	0	1				0
002	0	0	0	1	0				0
003	0	0	0	1	1				0
004	0	0	1	0	0				0
005	0	0	1	0	1				0
006	0	0	1	1	0				0
007	0	0	1	1	1				0
008	0	1	0	0	0				0
009	0	1	0	0	1				0
010	0	1	0	1	0				0
011	0	1	0	1	1				0
012	0	1	1	0	0				0
013	0	1	1	0	1				0
014	0	1	1	1	0				0
015	0	1	1	1	1				0
016	1	0	0	0	0				0
017	1	0	0	0	1				0
018	1	0	0	1	0				0
019	1	0	0	1	1				0
020	1	0	1	0	0				0
021	1	0	1	0	1				0
022	1	0	1	1	0				0
023	1	0	1	1	1				0
024	1	1	0	0	0				0
025	1	1	0	0	1				0
026	1	1	0	1	0				0
027	1	1	0	1	1				0
028	1	1	1	0	0				0
029	1	1	1	0	1				0
030	1	1	1	1	0				0
031	1	1	1	1	1				1

图 12 控制电路 Y1 输出测试结果图

逻辑变换器-XLC1

出

变换

→ $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$

	A	B	C	D	E	F	G	H	
000	0	0	0	0	0				0
001	0	0	0	0	1				1
002	0	0	0	1	0				0
003	0	0	0	1	1				1
004	0	0	1	0	0				0
005	0	0	1	0	1				1
006	0	0	1	1	0				0
007	0	0	1	1	1				1
008	0	1	0	0	0				0
009	0	1	0	0	1				1
010	0	1	0	1	0				1
011	0	1	0	1	1				1
012	0	1	1	0	0				0
013	0	1	1	0	1				1
014	0	1	1	1	0				0
015	0	1	1	1	1				1
016	1	0	0	0	0				0
017	1	0	0	0	1				1
018	1	0	0	1	0				0
019	1	0	0	1	1				1
020	1	0	1	0	0				0
021	1	0	1	0	1				1
022	1	0	1	1	0				0
023	1	0	1	1	1				1
024	1	1	0	0	0				0
025	1	1	0	0	1				1
026	1	1	0	1	0				0
027	1	1	0	1	1				1
028	1	1	1	0	0				0
029	1	1	1	0	1				1
030	1	1	1	1	0				0
031	1	1	1	1	1				0

图 13 控制电路 G1 输出测试结果图

逻辑变换器-XLC1

出

变换

→ $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$
 $\overline{A\overline{B}}$ → $\overline{A\overline{B}}$

	A	B	C	D	E	F	G	H	
000	0	0	0	0	0				1
001	0	0	0	0	1				0
002	0	0	0	1	0				1
003	0	0	0	1	1				0
004	0	0	1	0	0				1
005	0	0	1	0	1				0
006	0	0	1	1	0				1
007	0	0	1	1	1				0
008	0	1	0	0	0				1
009	0	1	0	0	1				0
010	0	1	0	1	0				1
011	0	1	0	1	1				0
012	0	1	1	0	0				1
013	0	1	1	0	1				0
014	0	1	1	1	0				1
015	0	1	1	1	1				0
016	1	0	0	0	0				1
017	1	0	0	0	1				0
018	1	0	0	1	0				1
019	1	0	0	1	1				0
020	1	0	1	0	0				1
021	1	0	1	0	1				0
022	1	0	1	1	0				1
023	1	0	1	1	1				0
024	1	1	0	0	0				1
025	1	1	0	0	1				0
026	1	1	0	1	0				1
027	1	1	0	1	1				0
028	1	1	1	0	0				1
029	1	1	1	0	1				0
030	1	1	1	1	0				1
031	1	1	1	1	1				0

图 14 控制电路 R1 输出测试结果图

4、总电路

总电路仿真测试结果如图 15、图 16、图 17、图 18 所示。图中，上下方向表示南北，左右方向表示东西。

图 15 中东西方向绿灯亮，南北方向红灯亮；东西方向通车，时间 30 秒。

图 16 中东西方向黄灯闪烁，南北方向红灯亮，时间 2 秒。图 17 中东西方向红灯亮，南北方向绿灯亮；南北方向通车，时间 30 秒。图 18 中东西方向红灯亮，南北方向黄灯闪烁，时间 2 秒。

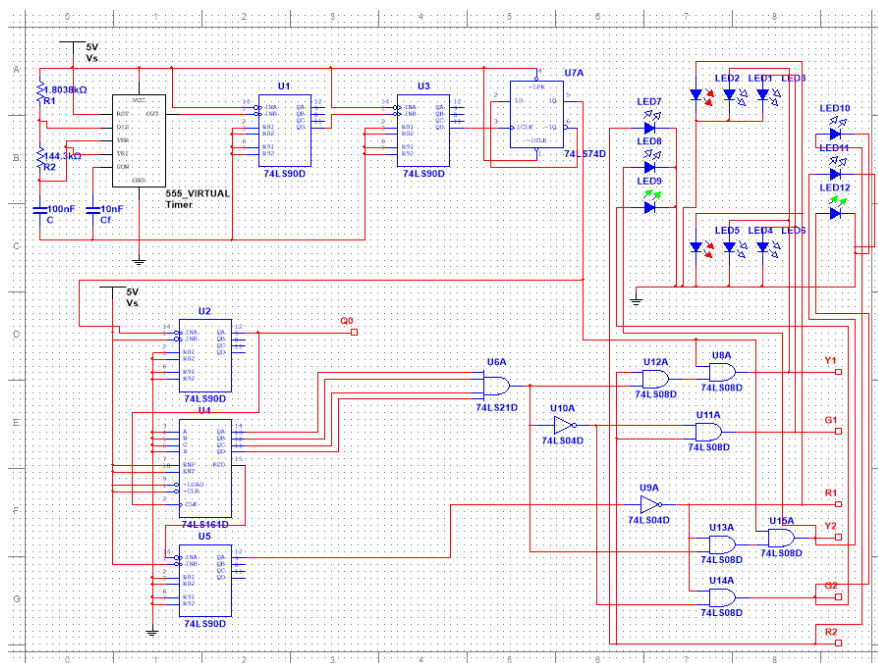


图 15 总电路仿真测试结果图一

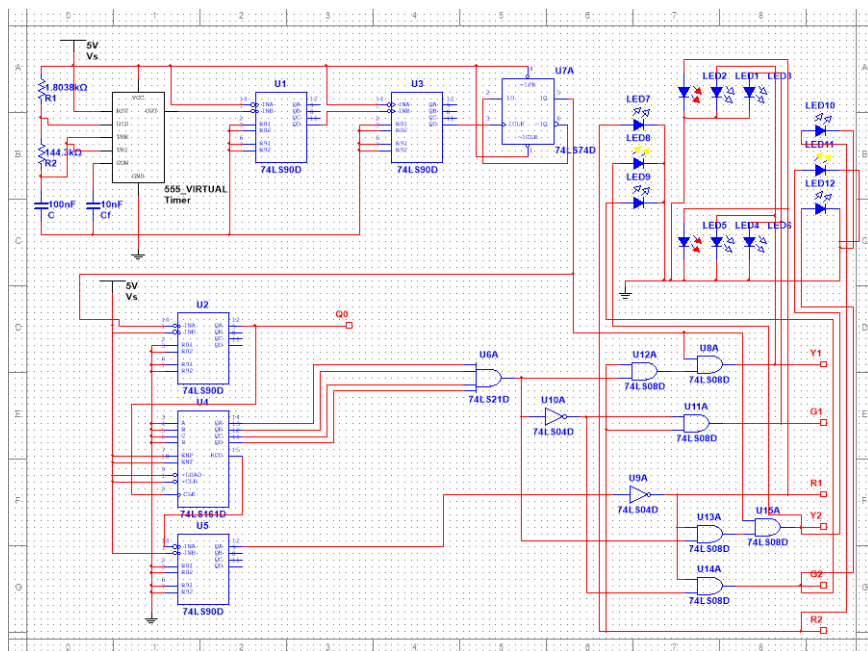


图 16 总电路仿真测试结果图二

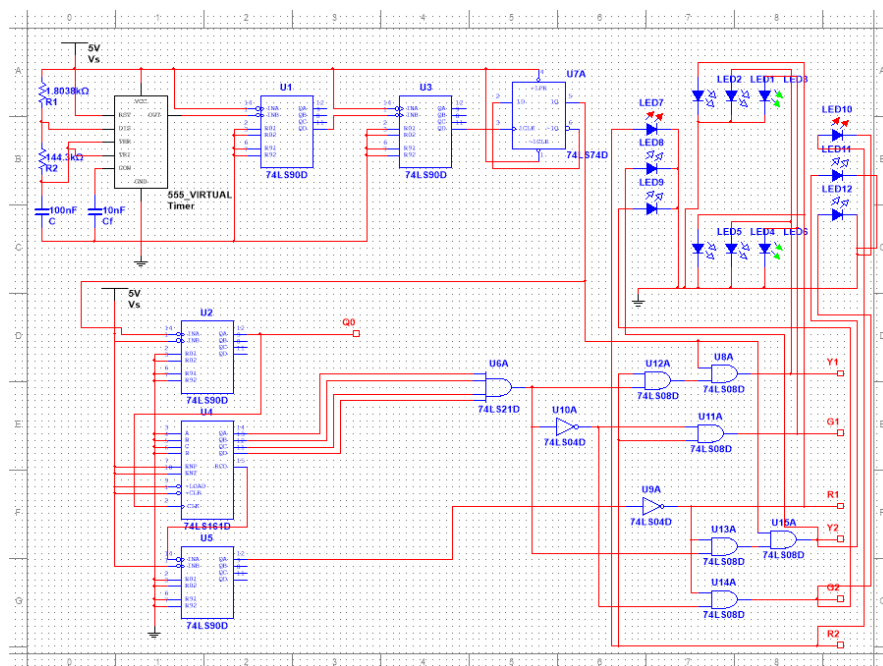


图 17 总电路仿真测试结果图三

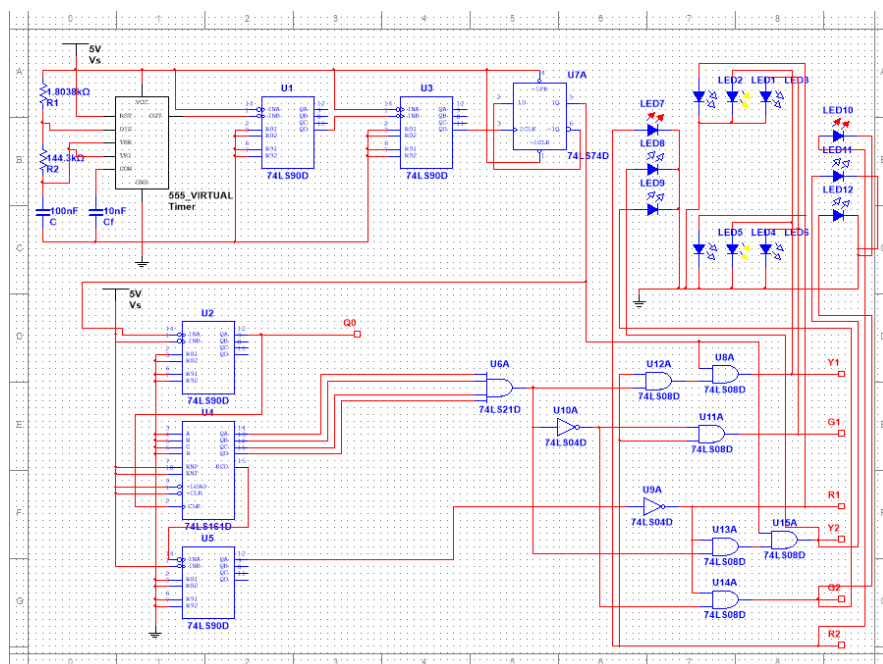


图 18 总电路仿真测试结果图四

五、总结

本实验中用 555 构成的多谐振荡器产生精度较高的相对高频时钟信号，然后使用分频器产生需要的时钟信号。使用 64 进制计数器计时，将其输出通过组合逻辑控制电路来控制信号灯的状态。在控制电路中，通过黄灯亮信号和时钟信号相与来产生黄灯闪烁的效果。