

中山大学数据科学与计算机学院本科生实验报告

(2017 学年秋季学期)

课程名称：数字电路与逻辑设计实验

任课教师：保延翔

助教：岳锐

年级&班级	2016 级 (1) 班	专业(方向)	软件工程
学号	16340041	姓名	陈亚楠
电话	15989010314	Email	chenyn0201@gmail.com
开始日期	2017. 10. 14	完成日期	2017. 10. 17

实验三 组合逻辑电路分析与设计

一. 实验目的：

1. 掌握组合逻辑电路的分析方法，并验证其逻辑功能。
2. 掌握组合逻辑电路的设计方法，并能用最少的逻辑门实现之。
3. 熟悉示波器与逻辑分析仪的使用。

二. 实验仪器及器件：

1. 数字电路实验箱、杜邦线、示波器
2. 虚拟器件：74LS86，74LS197

三. 实验原理：

1. 组合逻辑电路的分析：对已给定的组合逻辑电路分析其逻辑功能。
步骤：(1) 由给定的组合逻辑电路写函数式；
(2) 对函数式进行化简或变换；
(3) 根据最简式列真值表；
(4) 确认逻辑功能。
2. 组合逻辑电路的设计：
步骤：(1) 根据给定事件的因果系列出真值表；
(2) 由真值表写函数式；
(3) 对函数式进行化简或变换；
(4) 画出逻辑图，并测试逻辑功能。

四. 实验内容：

1. 实现输入为4位8421码输出为4位循环码的代码转换电路的设计。
(1) 实验步骤：
①列出真值表：

输入				输出			
Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	G_3	G_2	G_1	G_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1

0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

②根据真值表写出函数式（红色表示非）：

$$G_0 = \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1\bar{Q}_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1Q_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2Q_1\bar{Q}_0 + \bar{Q}_3Q_2Q_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0;$$

$$G_1 = \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1\bar{Q}_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1Q_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2Q_1\bar{Q}_0 + \bar{Q}_3Q_2Q_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0;$$

$$G_2 = \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1\bar{Q}_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1Q_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2Q_1\bar{Q}_0 + \bar{Q}_3Q_2Q_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0;$$

$$G_3 = \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1\bar{Q}_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1Q_0 + \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2Q_1\bar{Q}_0 + \bar{Q}_3Q_2Q_1Q_0 + \bar{Q}_3Q_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0;$$

③利用卡诺图对函数式进行化简或变换：

G ₀				
Q ₃ Q ₂ \ Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	1	0	1
11	0	1	0	1
10	0	1	0	1

$$G_0 = \bar{Q}_1Q_0 + Q_1\bar{Q}_0 = Q_0 \oplus Q_1;$$

G ₁				
Q ₃ Q ₂ \ Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	1	0	0
11	1	1	0	0
10	0	0	1	1

$$G_1 = Q_2\bar{Q}_1 + \bar{Q}_2Q_1 = Q_1 \oplus Q_2;$$

G ₂				
----------------	--	--	--	--

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

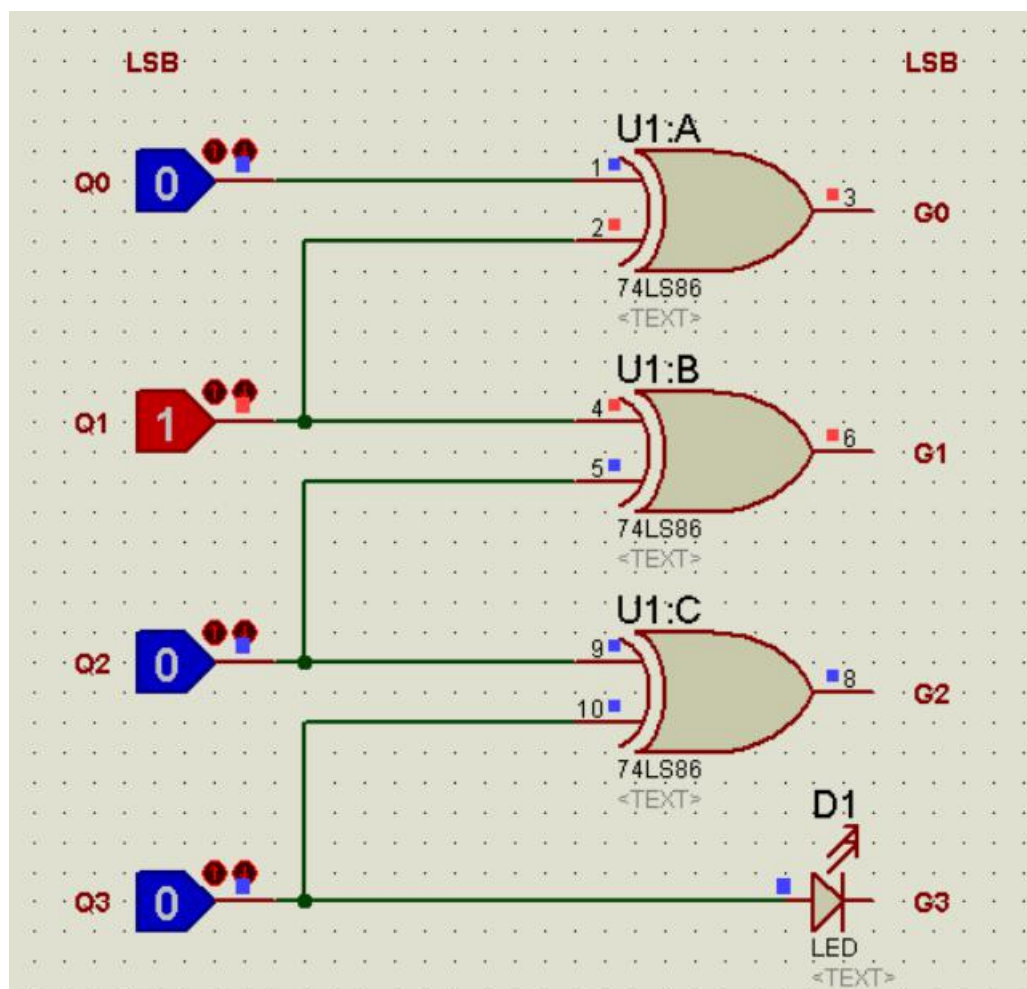
$$G_2 = Q_3Q_2 + Q_3Q_2 = Q_2 \oplus Q_3;$$

G_3				
$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$$G_3 = Q_3;$$

④画出逻辑图，设计组合逻辑电路；

(2) Protues电路设计与仿真结果：



(3) 测试电路实验步骤:

①选择拨码开关至芯片 74LS86, 标注四位模拟开关与四位“0-1”显示器自左向右依次为 Q_3 、 Q_2 、 Q_1 、 Q_0 、 G_3 、 G_2 、 G_1 、 G_0 ;

②按照以下线路连接方式进行连接:

Q_0 —A1, Q_1 —B;

Q_1 —A2, Q_2 —B2;

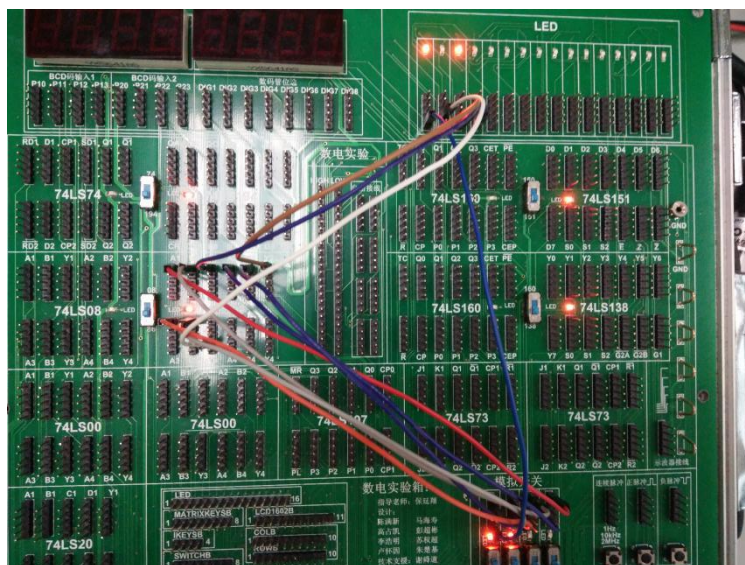
Q_2 —A3, Q_3 —B3;

Q_3 — G_3 ;

G_0 —Y1, G_1 —Y2, G_2 —Y3;

③按照真值表输入部分改变模拟开关高低电平, 并记录“0-1”显示器结果;

(4) 实验结果:



输入 (模拟开关)				输出 (“0-1” 显示器)			
Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	G_3	G_2	G_1	G_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

(5) 结果分析:

电路测试真值表输出与预期真值表相符，组合逻辑电路设计正确。

(6) 备注：

注意输入与输出部分高低有效位顺序一致。

2. 用集成异步下降沿触发的异步计数器 74LS197 构成十六进制计数器作为代码转换的输入信号源。74LS197 的 CP0 作为时钟输入，Q0 与 CP1 连接，将 MR、PL 接 HIGH，则 Q3、Q2、Q1 和 Q0 就是十六进制计数器的输出。将 Q3、Q2、Q1 和 Q0 接“0-1”显示器，CP0 接手动单步脉冲。十六进制计数器工作正常后，将 Q3、Q2、Q1 和 Q0 连接到代码转换器的输入端作为 8421 码输入。

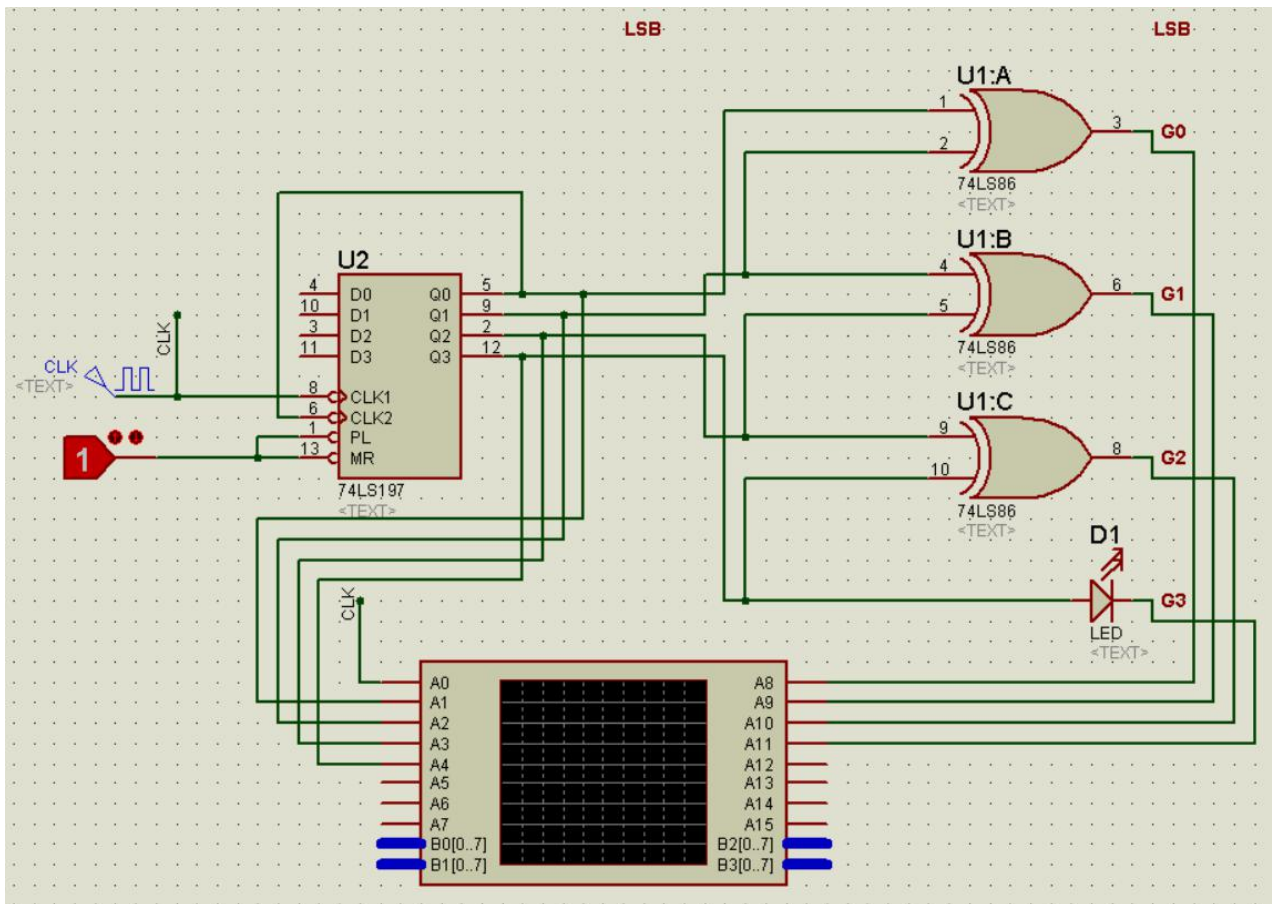
(1) 实验步骤：

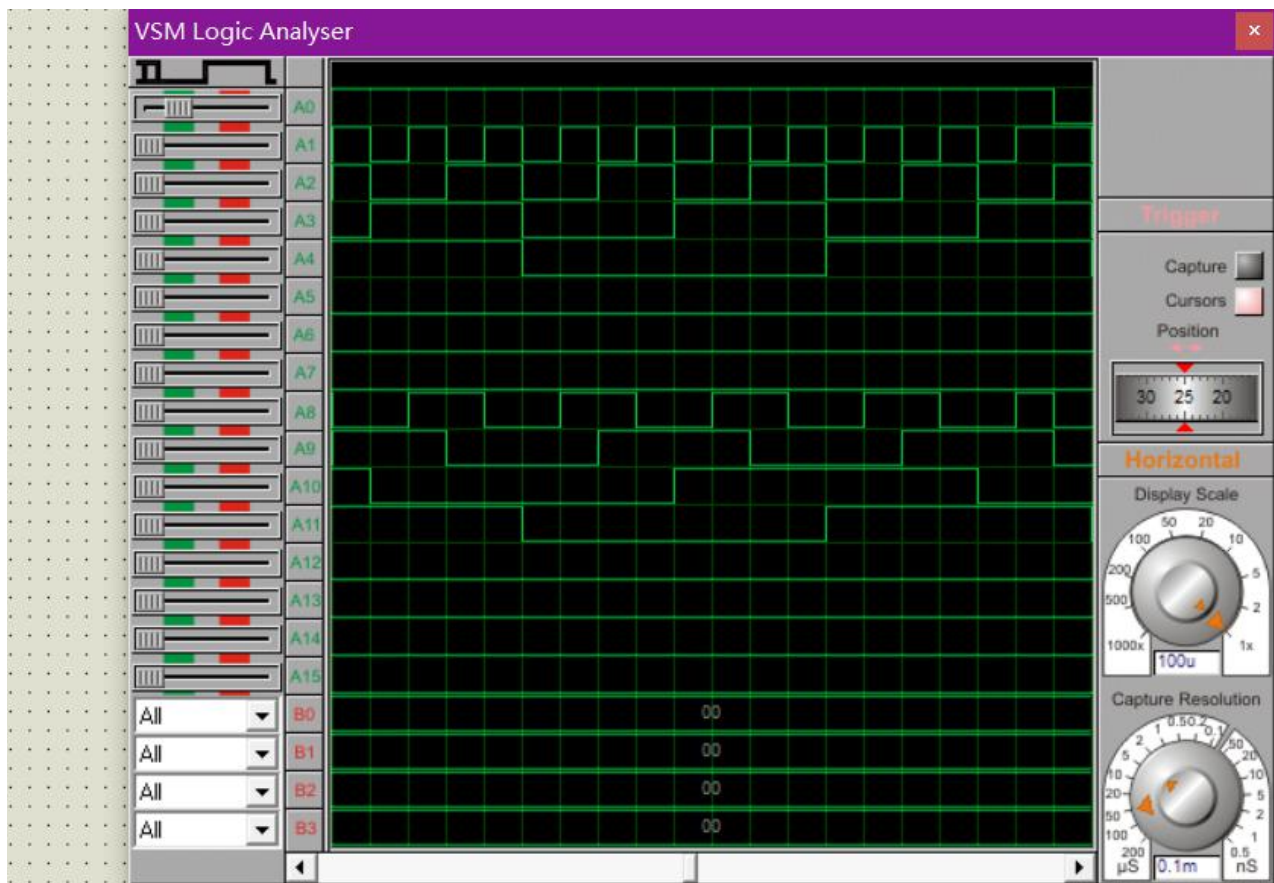
①完成十六进制计数器的线路连接，并检测十六进制计数器能否正常工作；

②检测十六进制计数器能够正常工作后，断开原来作为 8421 码输入的模拟开关，将 Q0 与 A1，Q1 与 B1、A2，Q2 与 B2、A3，Q3 与 B3、“0-1”显示器第四位依次连接；

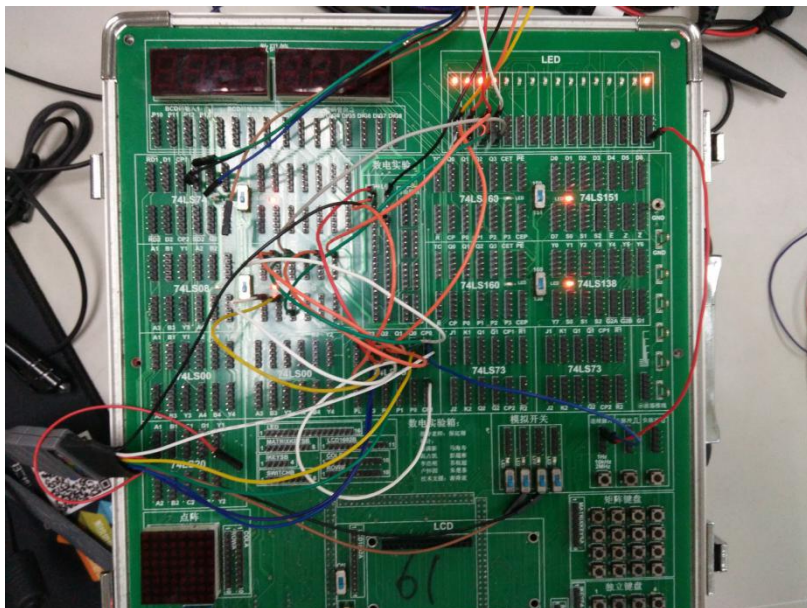
③连接示波器，观察 CP0、Q0、Q1、Q2、Q3、G0、G1、G2、G3 的波形，并记录。

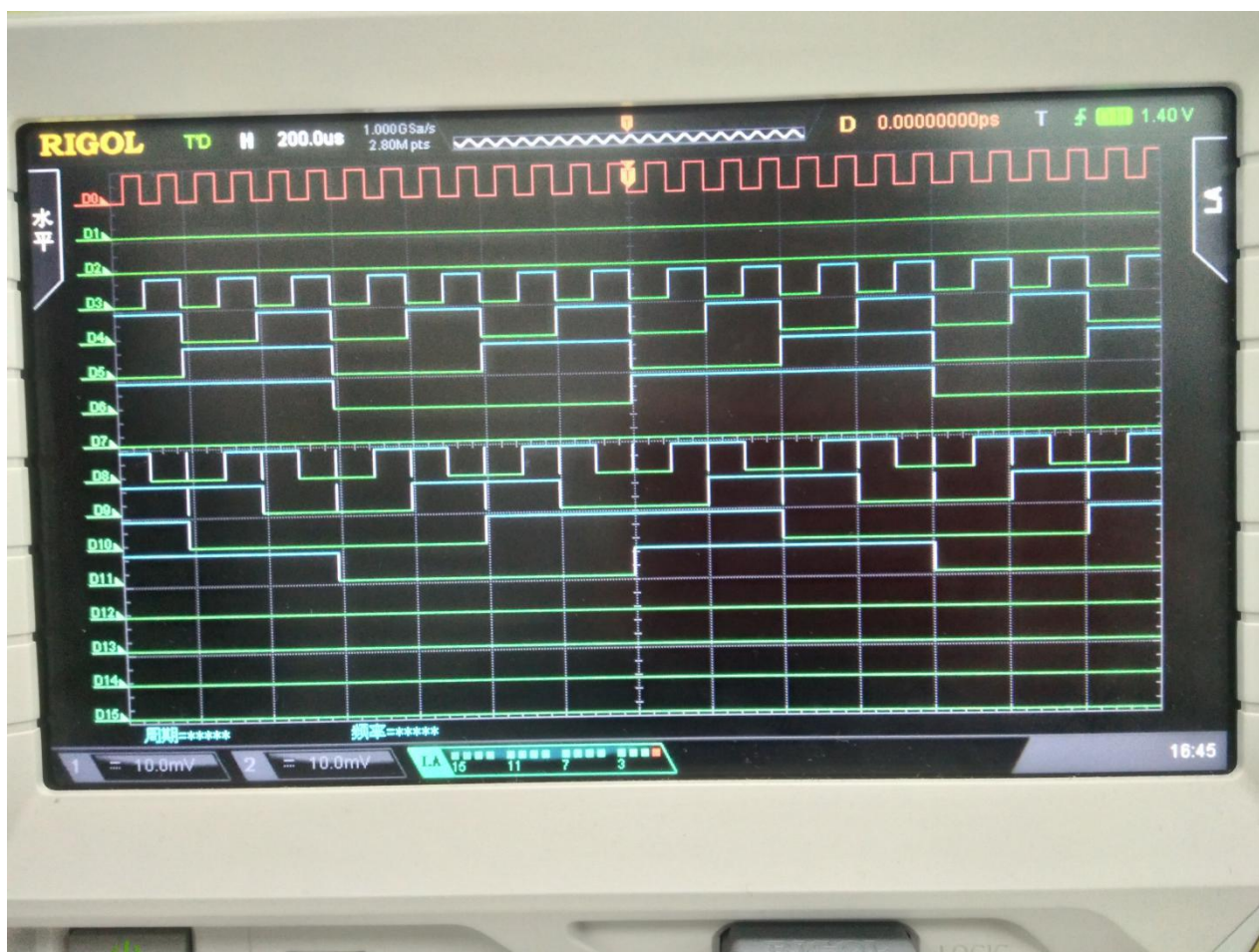
(2) protues 电路设计与仿真结果：



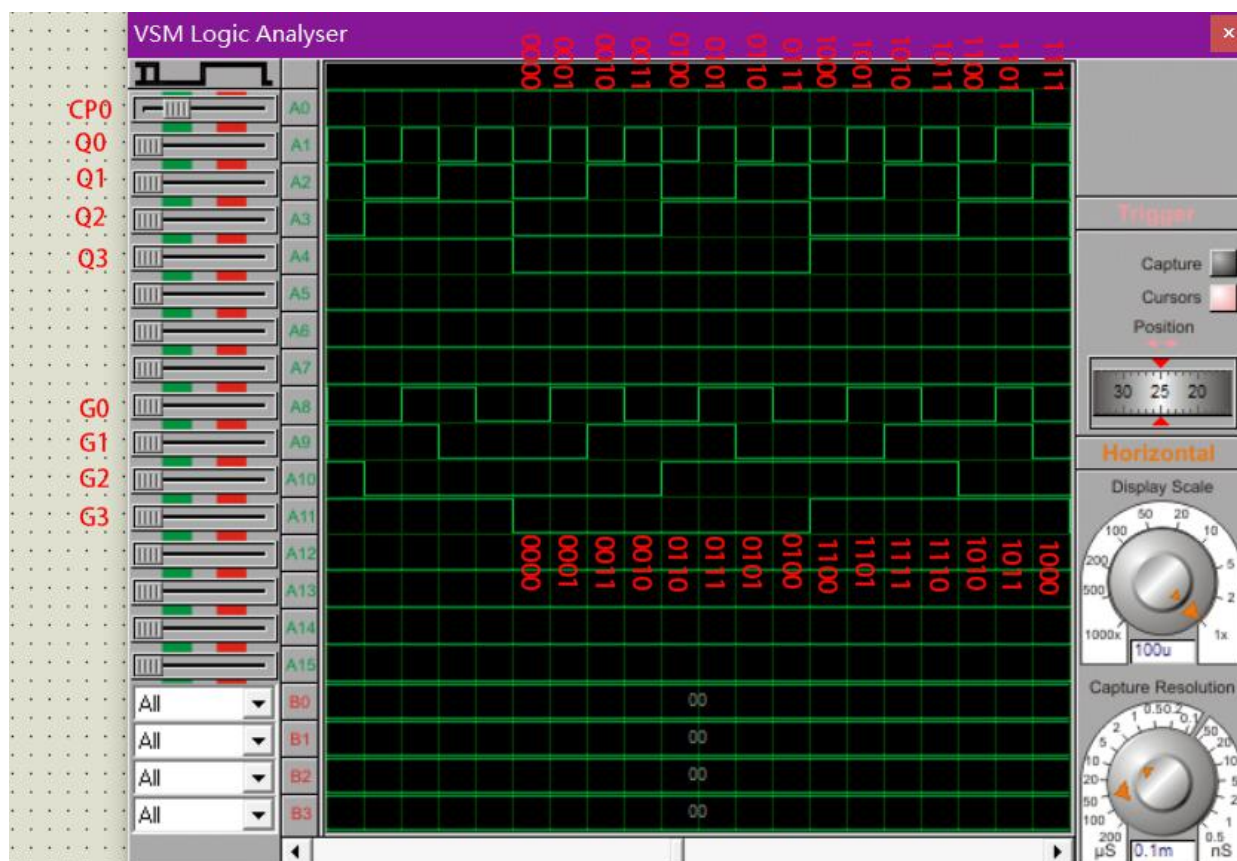


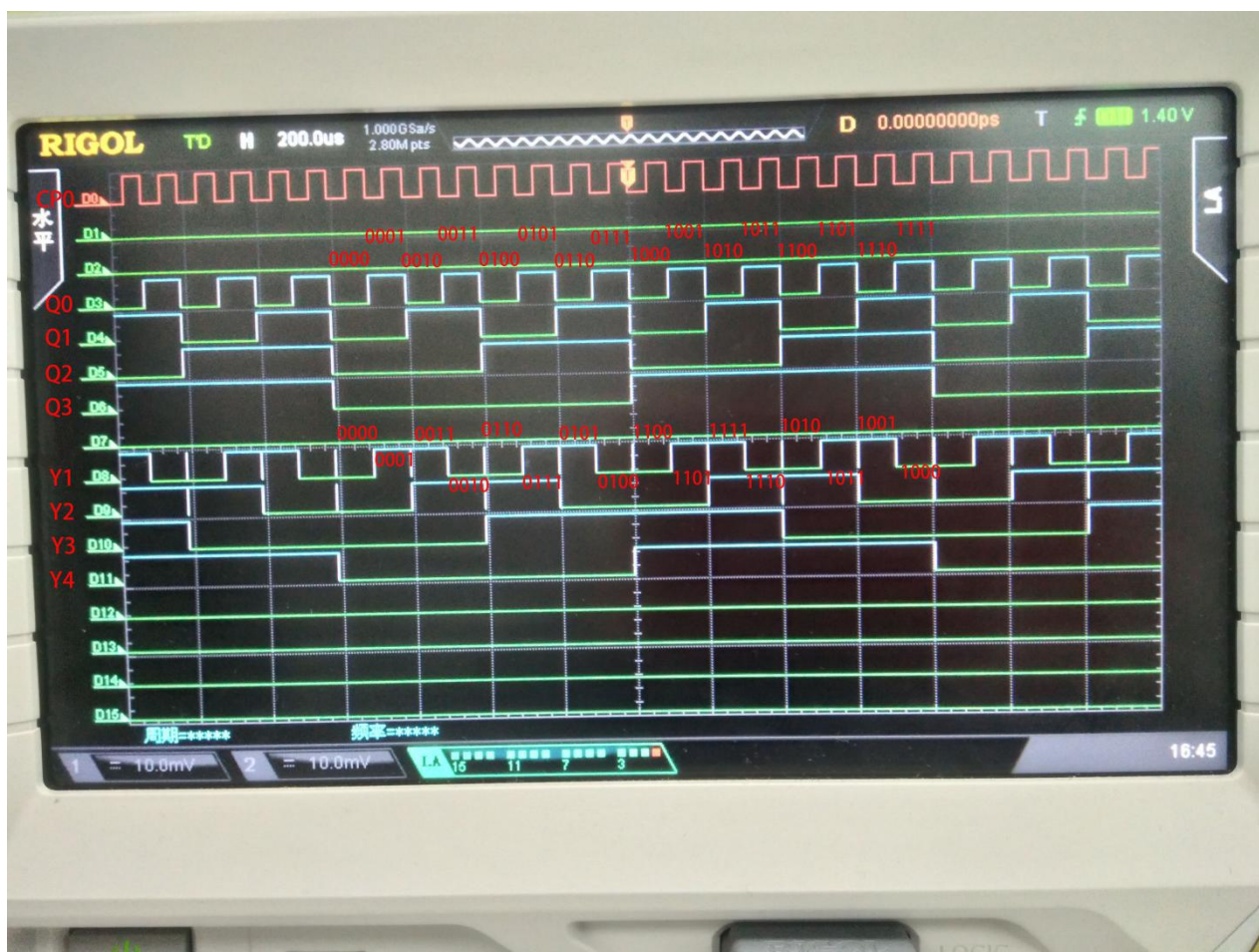
(3) 实验结果:





(4) 结果分析:





十六进制计数器与循环码代码转换正确，组合逻辑电路设计正确。

五. 实验感想：

初步感受了组合电路的设计过程，在实验室进行实际操作之前，一定要用 protues 进行仿真试验，线路连接之前心中要明确基本步骤，避免可能出现的不必要的重复操作，切忌马马虎虎、粗心大意。