

Lab 1 Report

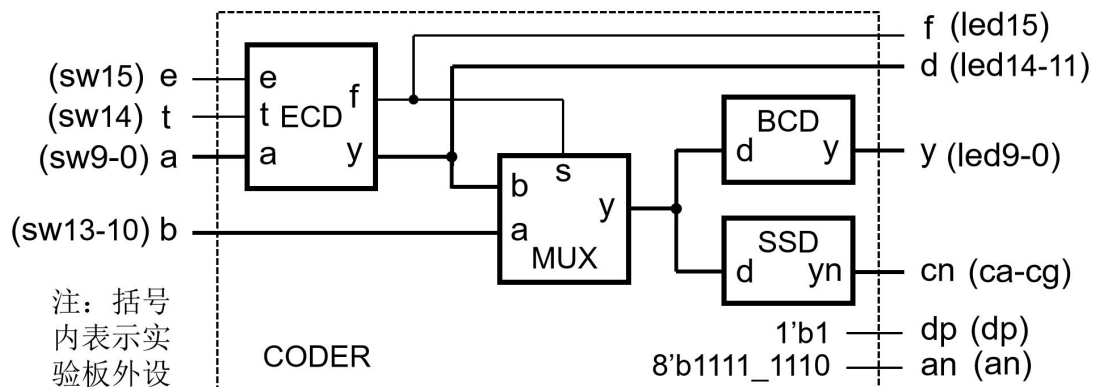
PB22020514 郭东昊

实验目的与内容

1. 实验目的：通过设计几个常见的编码器和译码器，了解这种元件在数字电路中的广泛应用。
2. 实验内容：
 - (1) 设计 10 线-4 线编码器(ECD)
 - (2) 设计编/译码器总体电路
 - ① 10 线-4 线编码器(ECD)
 - ② 4 线-10 线 BCD 译码器(BCD)
 - ③ 7 段译码器(SSD)
 - ④ 选择器(MUX)
 - (3) 完成电路的设计、检查、分析仿真、综合、实现、烧板

逻辑设计

1. 总体电路框图:



2. 核心的代码以及亮点代码

(1) 核心代码——ECD

“BCD 编码器可以将 10 位输入码转换为 4 位二进制编码，同时我们可以使用一个选择位 t 来控制其编码的模式。当 t 为 0 时，BCD 编码器将按照普通编码器的逻辑执行，当 t 为 1 时，BCD 编码器将按照优先编码器的逻辑执行。”

```
23 module encoder10_4(  
24     input logic    e, //enable  
25     input logic    t, //type 0-putong 1-youxian  
26     input logic [9:0] a, //input  
27     output logic    f, //if the output works  
28     output logic [3:0] y, //BCD code  
29 );  
30 logic [3:0] sum;  
31  
32 always_comb begin  
33     if(e)begin  
34         if(a[9]) y = 4'b1001;  
35         else if(a[8]) y = 4'b1000;  
36         else if(a[7]) y = 4'b0111;  
37         else if(a[6]) y = 4'b0110;  
38         else if(a[5]) y = 4'b0101;  
39         else if(a[4]) y = 4'b0100;  
40         else if(a[3]) y = 4'b0011;  
41         else if(a[2]) y = 4'b0010;  
42         else if(a[1]) y = 4'b0001;  
43         else y = 4'b0000;  
44         if(t)begin  
45             if(a) f = 1;  
46             else f = 0;  
47         end  
48         else begin  
49             sum = a[0] + a[1] + a[2] + a[3] + a[4] + a[5] + a[6] + a[7] + a[8] + a[9];  
50             if (sum == 1) f = 1;  
51             else f = 0;  
52         end  
53     end  
54     else begin  
55         y = 4'b0000;  
56         f = 0;  
57     end  
58 end  
59 endmodule
```

(2) 代码亮点

```
always_comb begin  
    if(e)begin  
        if(a[9]) y = 4'b1001;  
        else if(a[8]) y = 4'b1000;  
        else if(a[7]) y = 4'b0111;  
        else if(a[6]) y = 4'b0110;  
        else if(a[5]) y = 4'b0101;  
        else if(a[4]) y = 4'b0100;  
        else if(a[3]) y = 4'b0011;  
        else if(a[2]) y = 4'b0010;  
        else if(a[1]) y = 4'b0001;  
        else y = 4'b0000;  
        if(t)begin  
            if(a) f = 1;  
            else f = 0;  
        end  
        else begin  
            sum = a[0] + a[1] + a[2] + a[3] + a[4] + a[5] + a[6] + a[7] + a[8] + a[9];  
            if (sum == 1) f = 1;  
            else f = 0;  
        end  
    end  
    else begin  
        y = 4'b0000;  
        f = 0;  
    end  
end
```

优先编码器

$t = 1$, 优先编码器模式, 根据 a 是否为0决定输出使能 f

$t = 0$, 普通模式, 各位求和与1比较决定输出使能

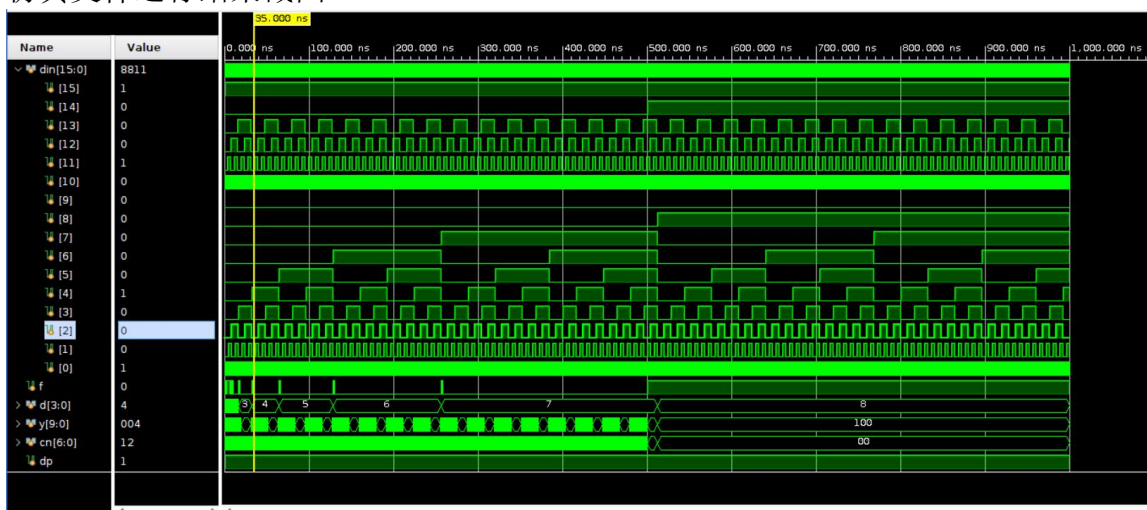
输入使能为0时, 也要给 y 赋值, 同时输出使能为0

亮点描述: 根据实验文档的建议, 使用了复用数据通路来实现可选模式编码器, 复用的数据通路为优先编码器的电路, 大幅减少了硬件资源的使用。

最终电路只使用了 29 个查找表。

仿真结果与分析

1. 仿真文件运行结果截图



阐释:

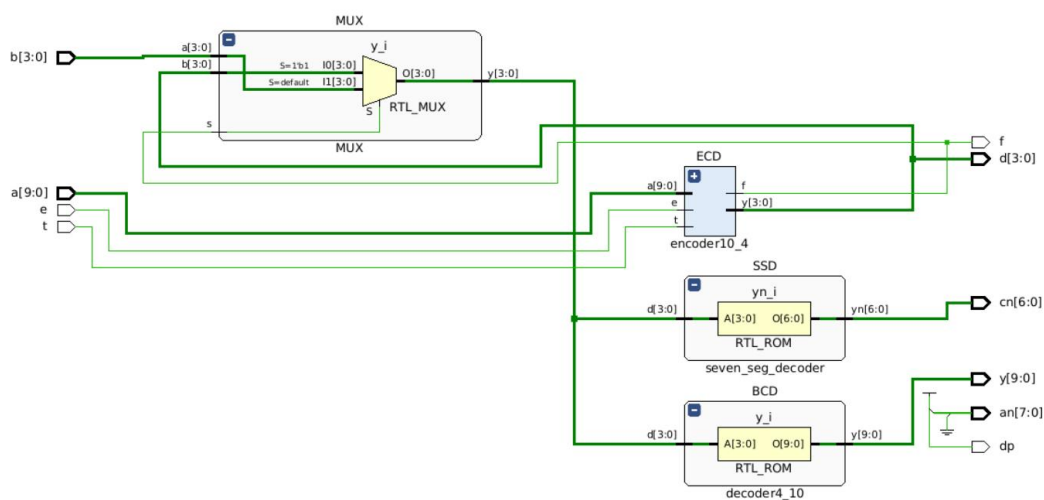
输入使能 e 为 din[15], 置为 1. (0 时已验证)

选择位 t 为 din[14], 前半部分 0 后半部分 1;

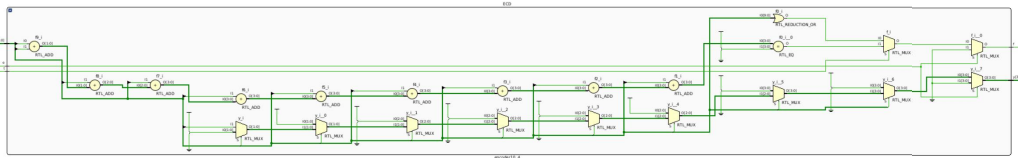
din[13:10], din[9:0] 作为两个输入数据进行变化

电路设计与分析

1. RTL 电路图



其中，ECD



2. 资源使用情况

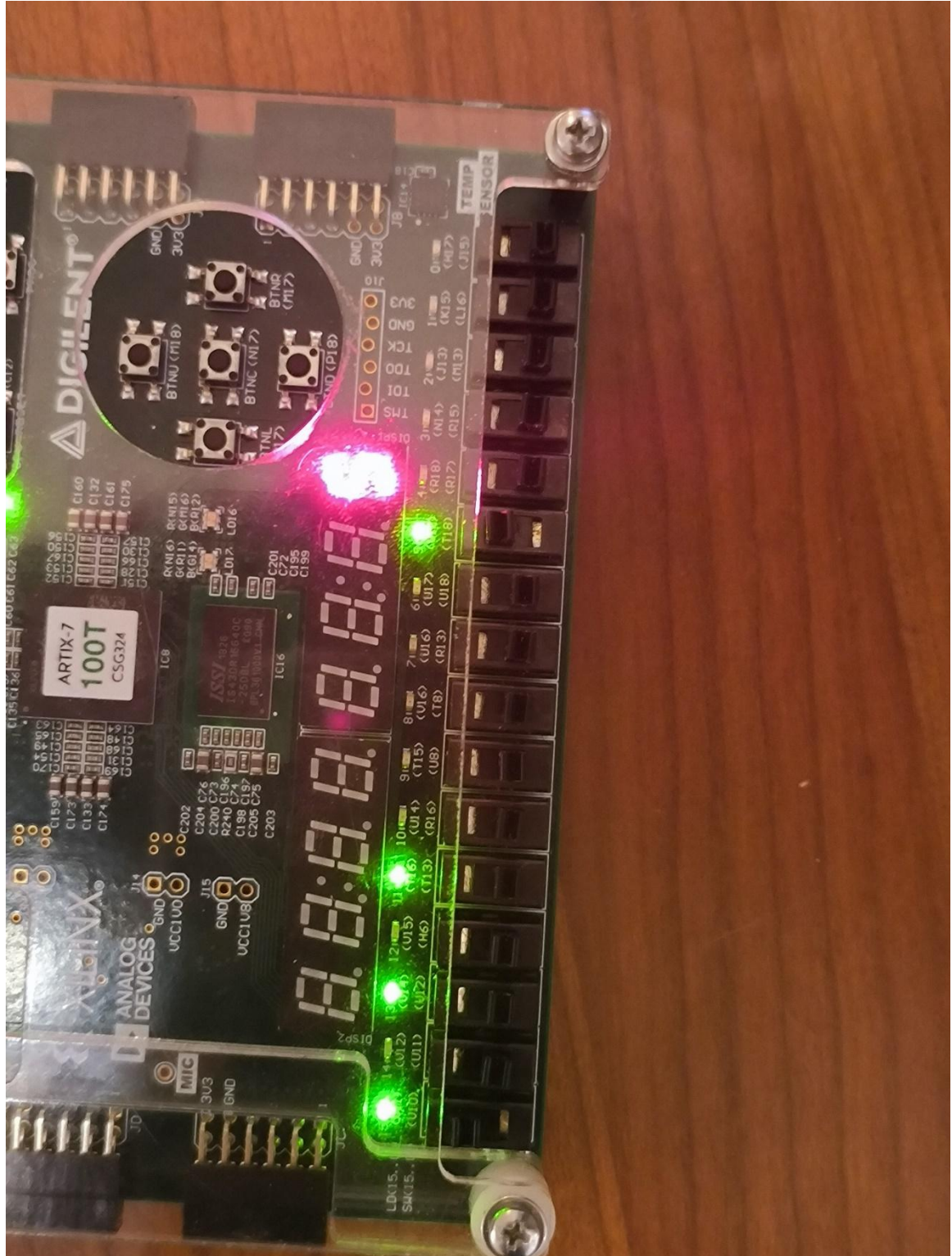
Name	Slice LUTs (63400)	Slice (15850)	LUT as Logic (63400)	Bonded IOB (210)
N CODER	29	9	29	47

不涉及时序问题，WNS 为 NA

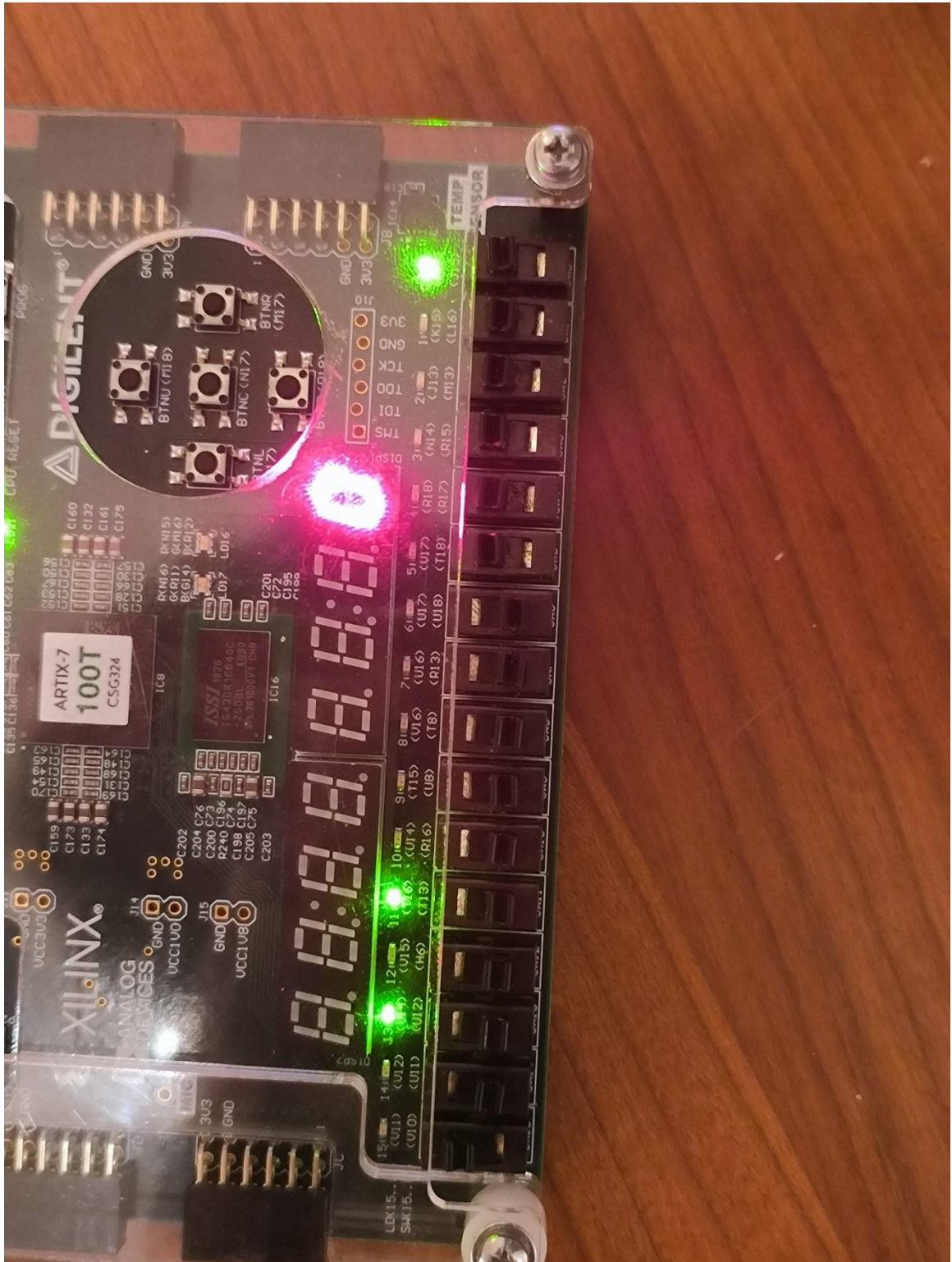
Design Runs																						Power	DRC	Timing	Utilization																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Tcl Console																						Messages										Log										Reports																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Name																						Constraints										Status																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
synth_1																						constrs_1										synth_design Complete!										WNS										TNS										WHS										THS										WBSS										TPWS										Total Power										Failed Routes										Methodology										RQA Score										QoR Suggestions										LUT										FF										BRAM										URAM										DSP										Start										Elapsed																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
✓ impl_1																						constrs_1										write_bitstream Complete!										NA										NA										NA										NA										NA										18.372										0																																																		29										0										0										0										0										10/12/23, 4:32 PM										00:00:35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

测试结果与分析

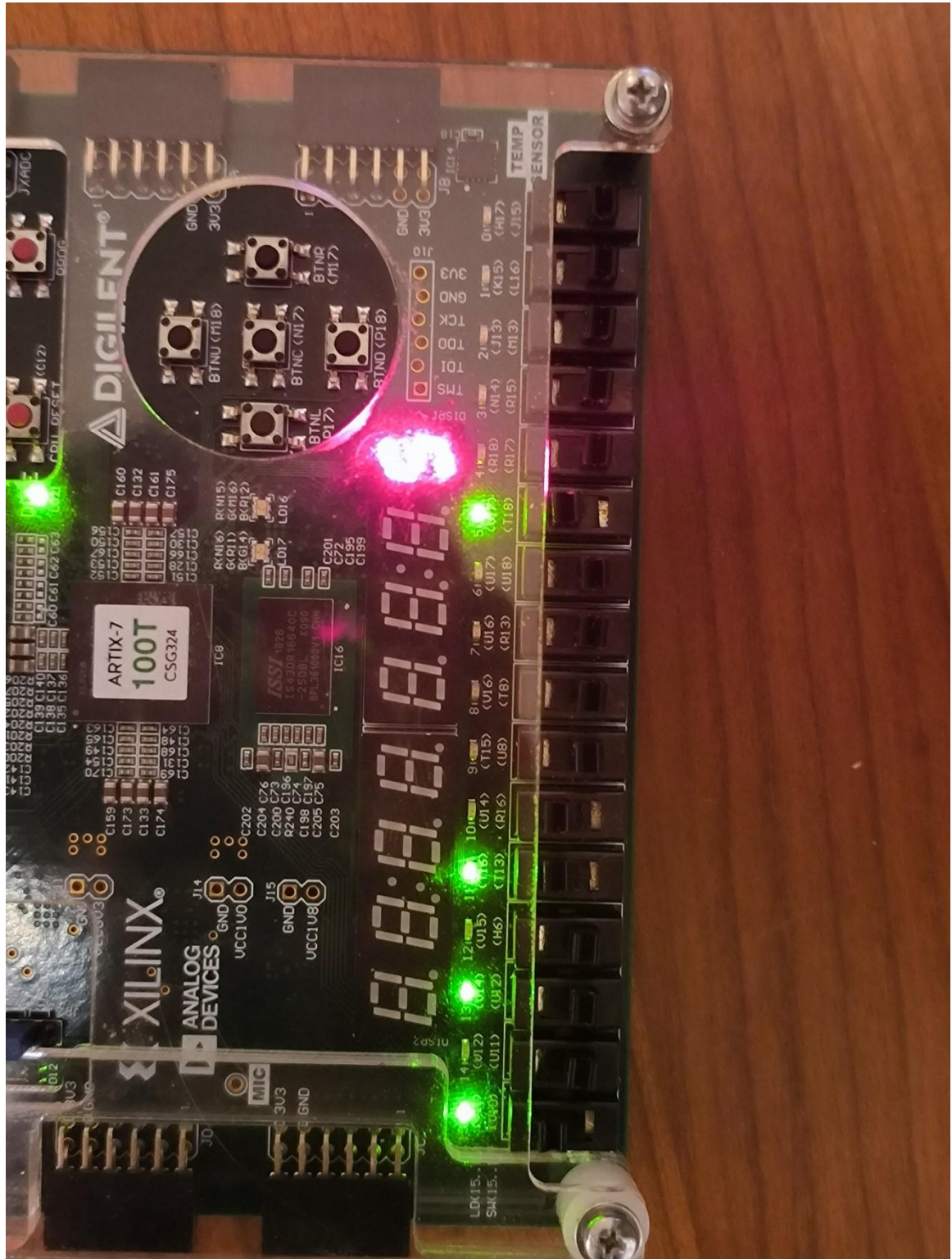
1. $e=1, t=0$, 普通编码器, 输入表示 5 的独热码, 数码管显示 5 (16 进制下 16 个数码的数码管对应显示都设计了), 对应译码器输出的 LED 灯输出 0101



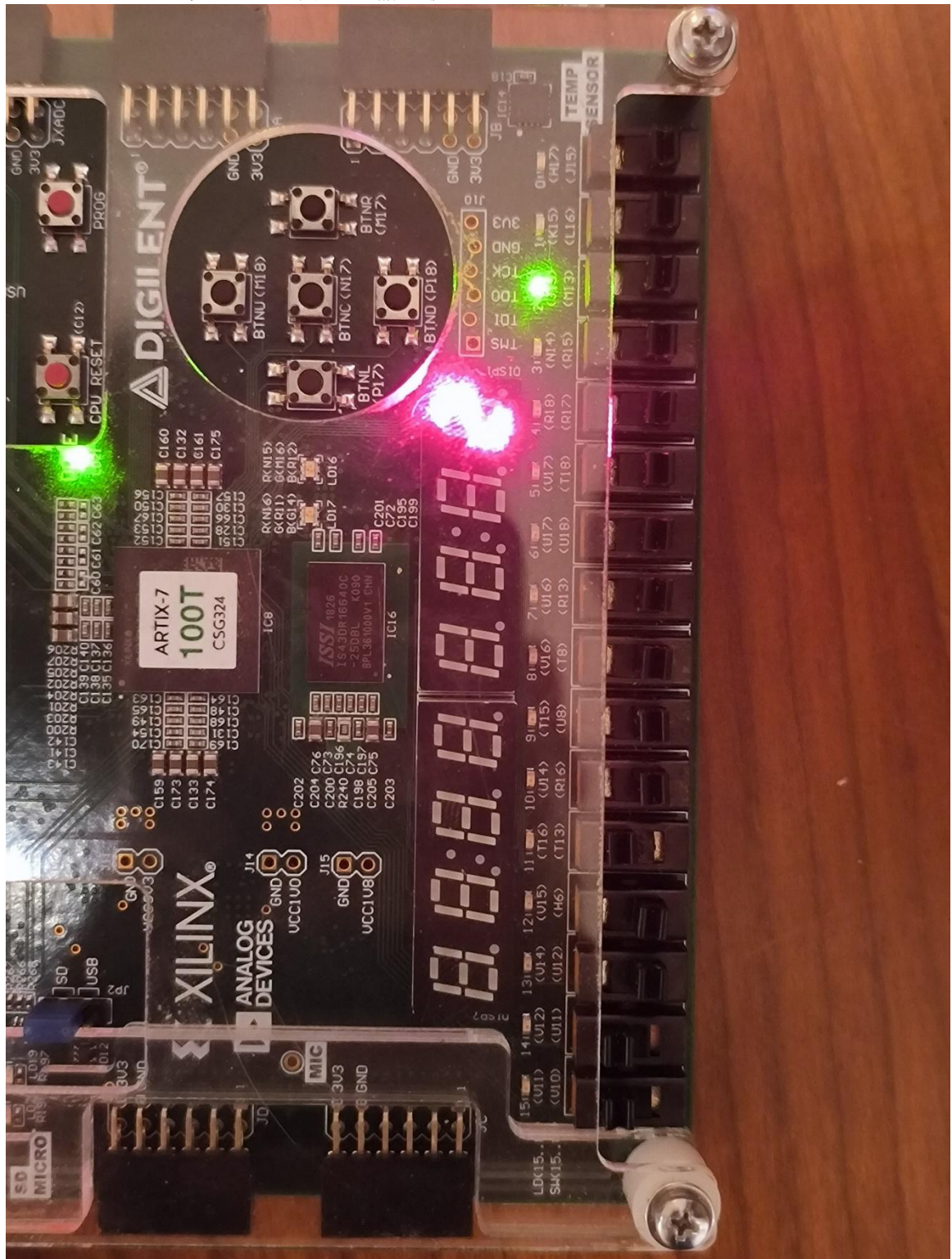
2. $e = 1, t = 0$, 普通编码器, 输入非法 (但在优先编码器中编码结果为 0101), 对应译码器输出的 LED 灯输出 0101, 但表示普通编码器输出使能的 LED 灯灭, 表示该输出无效



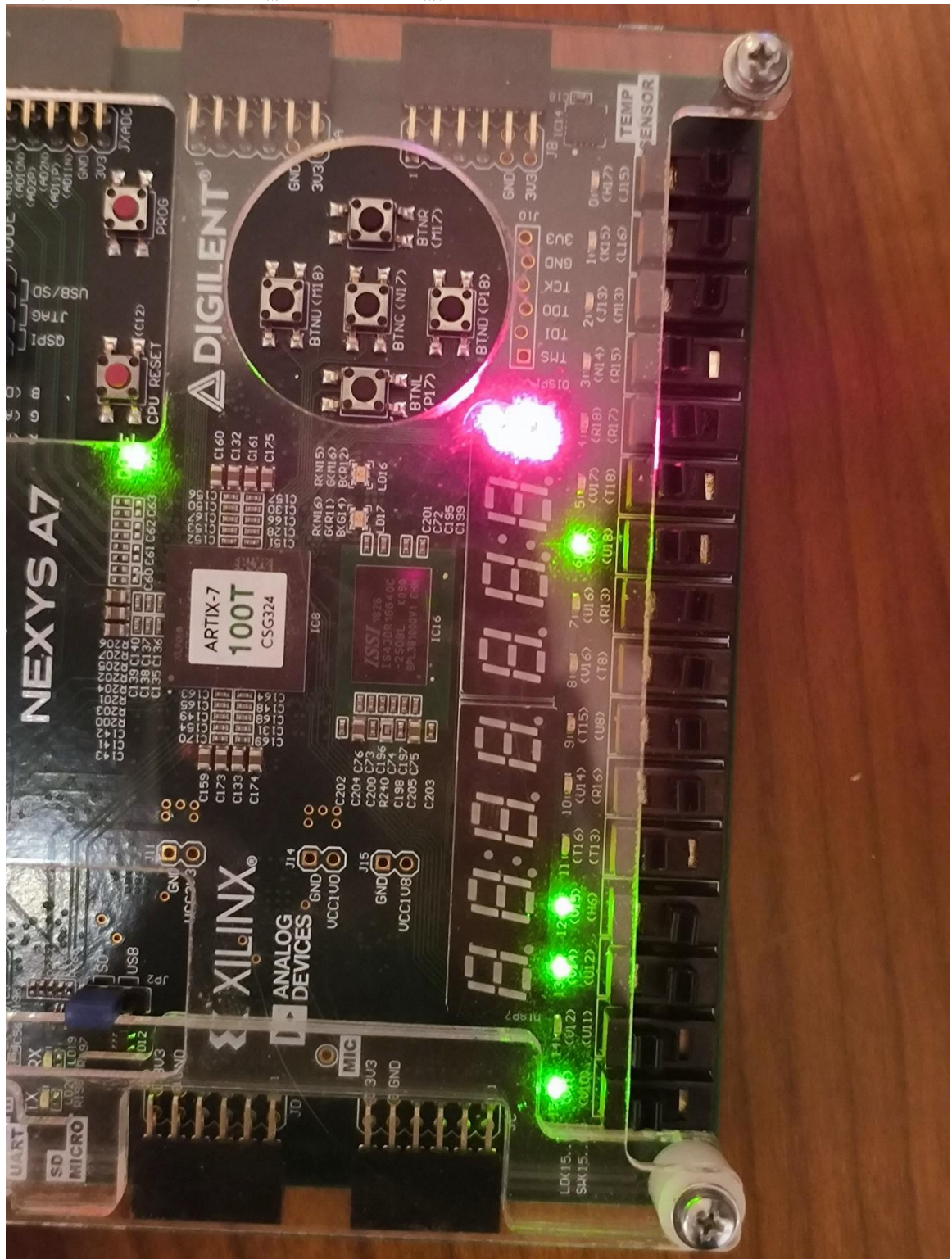
3. $e = 1, t = 0$, 普通编码器输入合法, 为 5, 数码管对应显示 5。由于编码器输入有效, 译码器有输入但没有输出



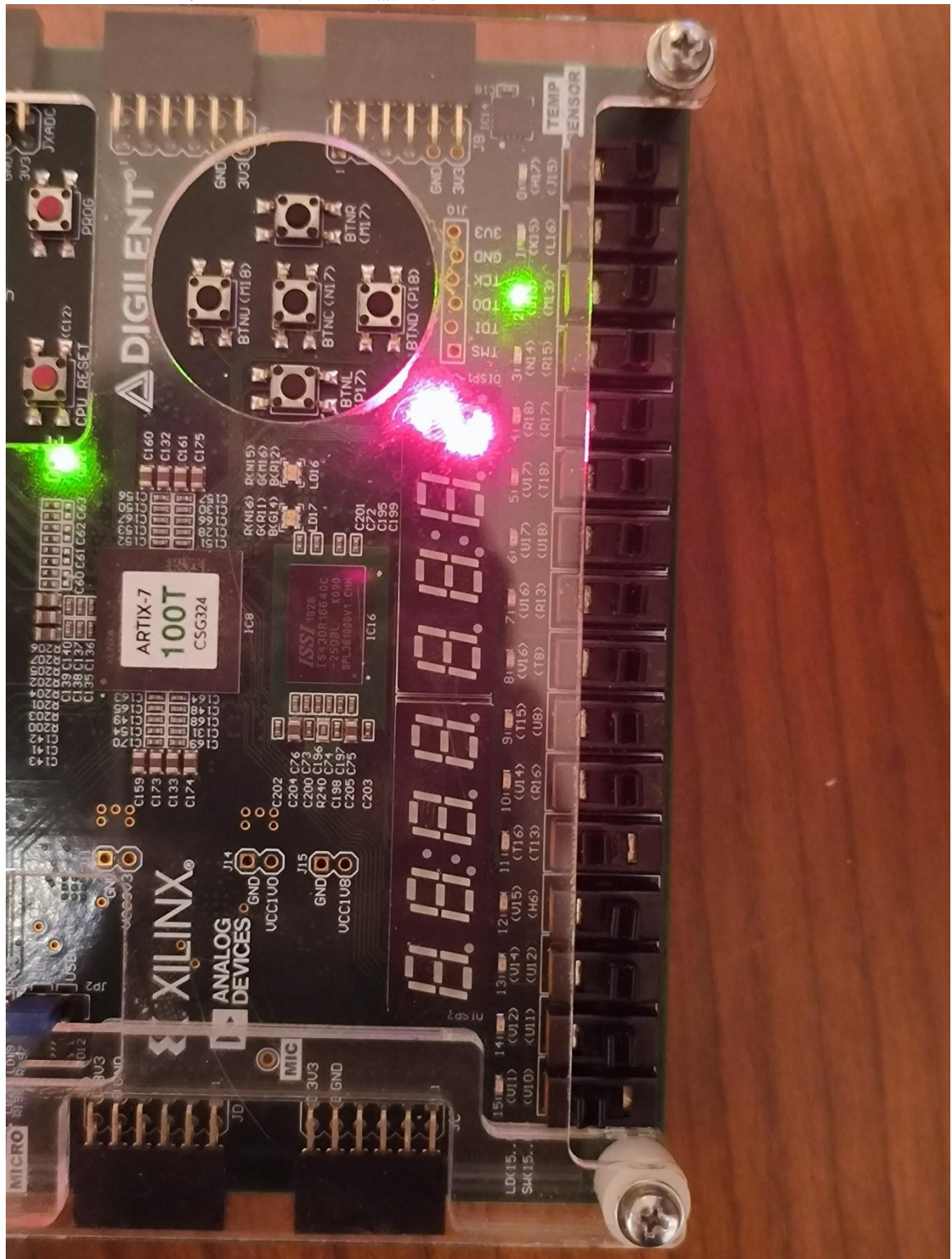
4. $e=1, t=1$, 优先编码器无输入, 译码器输入 BDC 码 0010, 数码管显示数字 2, 对应 2 的 LED 灯亮, 表示编码器输出使能的 LED 灯灭



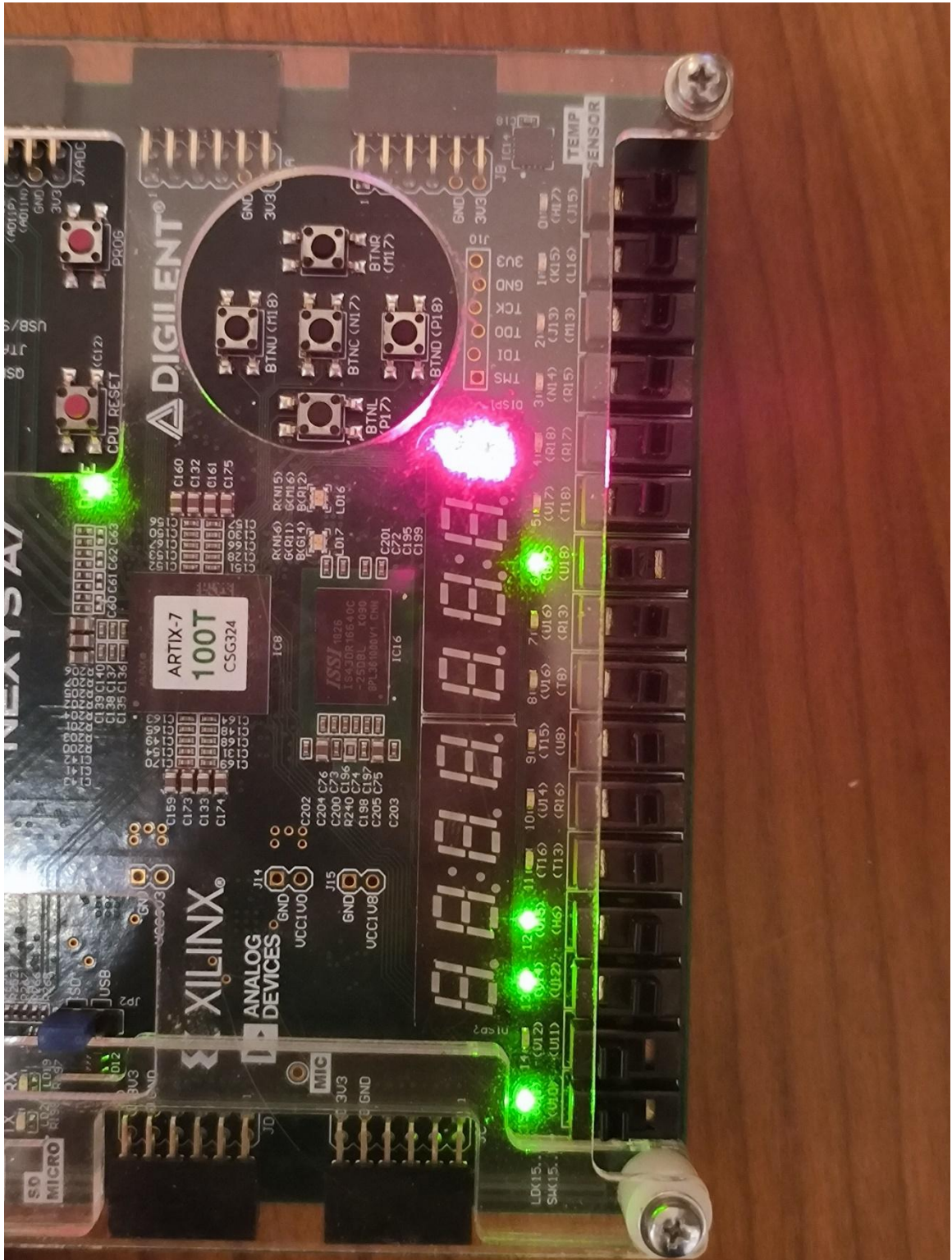
5. $e = 1, t = 1$, 优先编码器输入 0001101000, 译码器输入 BDC 码 0010, 数码管显示数字 6, 对应译码器输出的 LED 灯输出 1100



6. $e = 1, t = 0$, 普通编码器无输入, 译码器输入 BDC 码 0010, 数码管显示数字 2, 对应 2 的 LED 灯亮, 表示编码器输出使能的 LED 灯灭



7. $e = 1, t = 1$, 优先编码器输入表示 6 的独热码, 译码器无输入, 数码管显示数字 6, 对应 6 的 LED 灯亮, 对应译码器输出的 LED 灯输出 1100。



总结

1. 请对本次实验中你完成的任务进行简要总结，并总结自己的收获和体验：
 - (1) 设计了 ECD, BCD, MUX, SSD 四个组合逻辑电路元件
 - (2) 第一次完成了电路的设计、检查、分析仿真、综合、实现、烧板的全过程
 - (3) 收获：
 - ① 为了避免锁存器产生，对于 if 引导的分支语句，涉及到的数据在每一种情况下都要有明确的赋值
 - ② 复用数据通路大大节省了代码量和资源使用数量
 - (4) 体验：数电实验真好玩！
2. 如果对本次实验的设计或助教、老师有建议，可以在这里写下，助教和老师会认真阅读并讨论哦！