

浙江大学

本科实验报告

课程名称: 数字逻辑设计

姓名: 王浩雄

学院: 竺可桢学院

系: 混合班

专业: 计算机科学与技术

学号: 3230106032

指导教师: 马德

2025 年 3 月 13 日

浙江大学实验报告

课程名称： 数字逻辑设计 实验类型： _____
实验项目名称： EDA 实验平台与实验环境运用
学生姓名： 王浩雄 专业： 混合班 学号： 3230106032
同组学生姓名： 无 指导老师： 马德
实验地点： 紫金港东 4-509 实验日期： 2025 年 3 月 13 日

一、 实验目的和要求

- ① 熟悉 Verilog HDL 语言并能用其建立基本的逻辑部件，在 Xilinx ISE 平台进行输入、编辑、调试、行为与仿真与综合后功能仿真；
- ② 熟悉掌握 SWORD FPGA 开发平台，同时在 ISE 平台上进行时序约束、引脚约束及映射布线后时序仿真；
- ③ 运用 Xilinx ISE 将设计验证后的代码下载到实验板上，并在实验板上验证。

二、 实验内容和原理

1、 实验内容

- ① 熟悉 ISE 工具软件的运行环境与安装过程；
- ② 设计简单组合逻辑电路，采用图形输入逻辑功能描述，建立 FPGA 实现数字系统的 Xilinx ISE 设计管理工程，并进行编辑、调试、编译、行为仿真，时序约束、引脚指定（约束）、映射布线后时序仿真及 FPGA 编程代码下载与运行验证；
- ③ 设计简单时序逻辑电路，采用 Verilog 代码输入逻辑功能描述，建立 FPGA 实现数字系统的 ISE 设计管理工程，并进行编辑、调试、编译、行为仿真，时序约束、引脚约束、映射布线后时序仿真及 FPGA 编程代码下载与运行验证。

2、 实验背景

问题 1：某三层楼房的楼梯通道共用一盏灯，每层楼都安装了一只开关并能独立

控制该灯，请设计楼道灯的控制电路。

问题 2：增加控制要求，灯打开后，延时若干秒自动关闭，重新设计楼道灯的控制电路。

三、 主要仪器设备

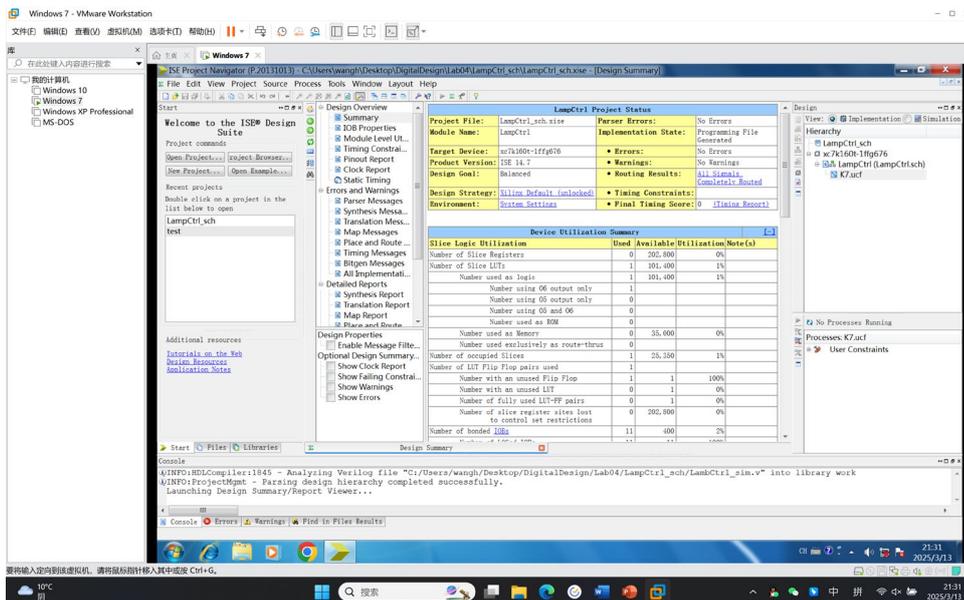
- ① 装有 ISE 14.7 的计算机 1 台
- ② SWORD 开发板 1 套

四、 操作方法与实验步骤

1、 实验环境的搭建

为了进行实验准备和数据记录，我决定在自己的笔记本电脑上安装 ISE 14.7 软件。由于该软件较为老旧，无法完全兼容 Windows 11 系统，我通过 VMware Workstation 17.0 虚拟机安装了 Windows 7 SP1 操作系统，并成功在虚拟机中完成了 ISE 14.7 的安装。

然而，虚拟机对 USB 驱动的支持有限，导致无法直接使用 ISE 14.7 的内置插件将比特流文件下载到开发板。为此，我采取了以下解决方案：首先在虚拟机内的 ISE 14.7 中生成比特流文件，然后将该文件拷贝到物理机，最后通过物理机上已安装的 Vivado 2024.2 将比特流文件下载到开发板，从而成功解决了 USB 驱动兼容性问题。

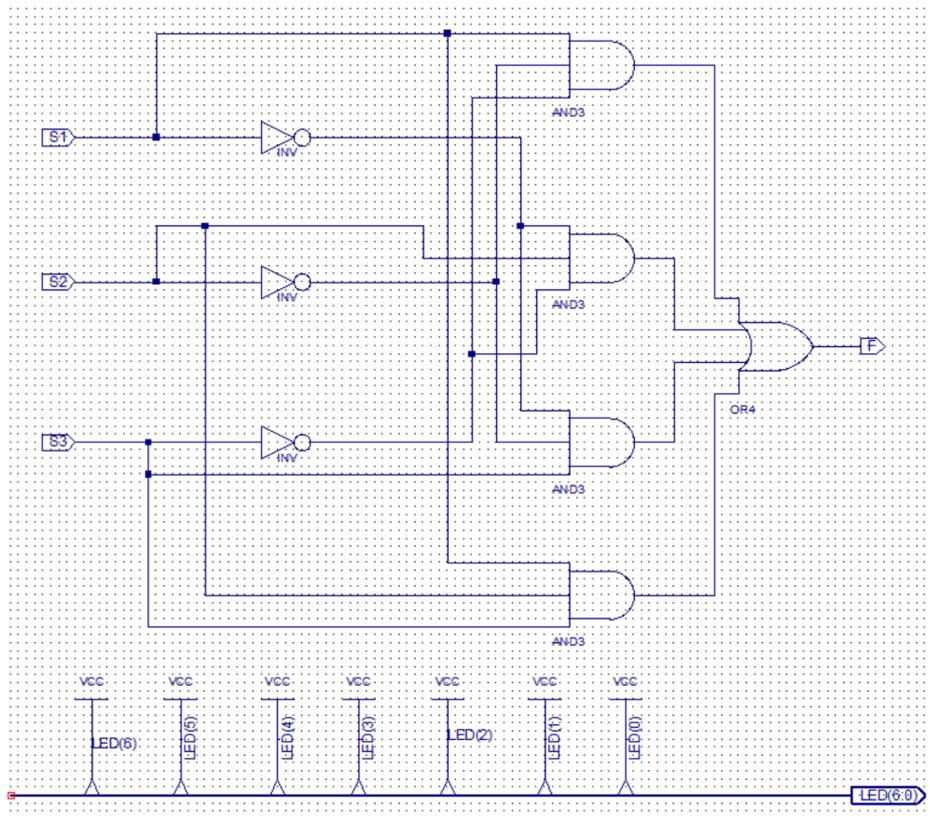


2、图形方式输入逻辑描述

① 结合设计要求，给出本器件的真值表如下：

S1	S2	S3	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

② 新建 Schematic 文件，绘制电路连接图如下：



③ 由电路连接图生成的硬件描述代码如下：

```
`timescale 1ns / 1ps
module LampCtrl(S1, S2, S3, F, LED);

    input S1;
    input S2;
    input S3;
    output F;
    output [6:0] LED;

    wire XLXN_1;
    wire XLXN_2;
    wire XLXN_3;
    wire XLXN_4;
    wire XLXN_11;
    wire XLXN_18;
    wire XLXN_19;

    AND3 XLXI_1 (.I0(XLXN_19), .I1(XLXN_18), .I2(S1), .O(XLXN_1));
    AND3 XLXI_2 (.I0(XLXN_19), .I1(S2), .I2(XLXN_11), .O(XLXN_2));
    AND3 XLXI_3 (.I0(S3), .I1(XLXN_18), .I2(XLXN_11), .O(XLXN_3));
    AND3 XLXI_4 (.I0(S3), .I1(S2), .I2(S1), .O(XLXN_4));
    OR4 XLXI_5 (.I0(XLXN_4), .I1(XLXN_3), .I2(XLXN_2),
                .I3(XLXN_1), .O(F));
    INV XLXI_6 (.I(S1), .O(XLXN_11));
    INV XLXI_7 (.I(S2), .O(XLXN_18));
    INV XLXI_8 (.I(S3), .O(XLXN_19));
    VCC XLXI_9 (.P(LED[6]));
    VCC XLXI_10 (.P(LED[5]));
    VCC XLXI_11 (.P(LED[4]));
    VCC XLXI_12 (.P(LED[3]));
    VCC XLXI_13 (.P(LED[2]));
    VCC XLXI_14 (.P(LED[1]));
    VCC XLXI_15 (.P(LED[0]));
endmodule
```

④ 新建仿真激励文件 LampCtrl_sim.tbw 如下：

```
module LampCtrl_LampCtrl_sch_tb();
    reg S1;
    reg S2;
    reg S3;
    wire F;
    LampCtrl UUT (.S1(S1), .S2(S2), .S3(S3), .F(F));

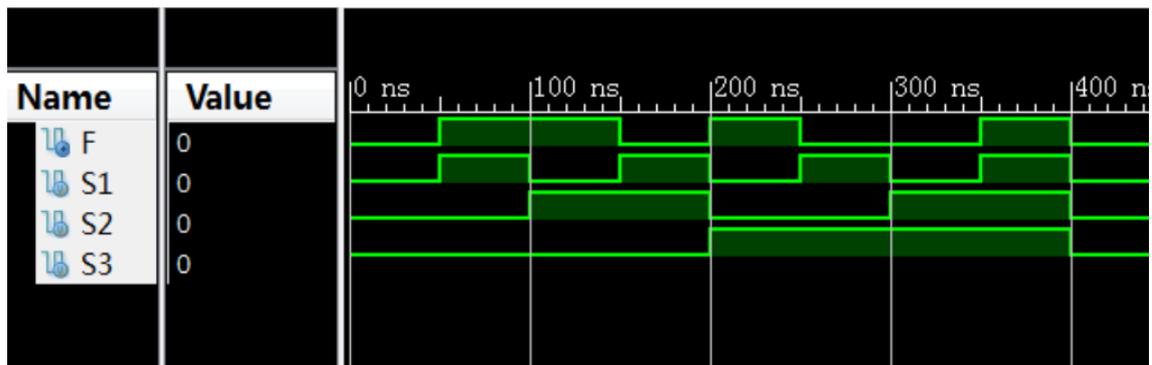
    initial begin
        S1 = 0;
        S2 = 0;
    end
endmodule
```

```

        S3 = 0;
#50
        S1 = 1;
#50
        S1 = 0;
        S2 = 1;
#50
        S1 = 1;
#50
        S1 = 0;
        S2 = 0;
        S3 = 1;
#50
        S1 = 1;
#50
        S1 = 0;
        S2 = 1;
#50
        S1 = 1;
#50
        S1 = 0;
        S2 = 0;
        S3 = 0;
    end
endmodule

```

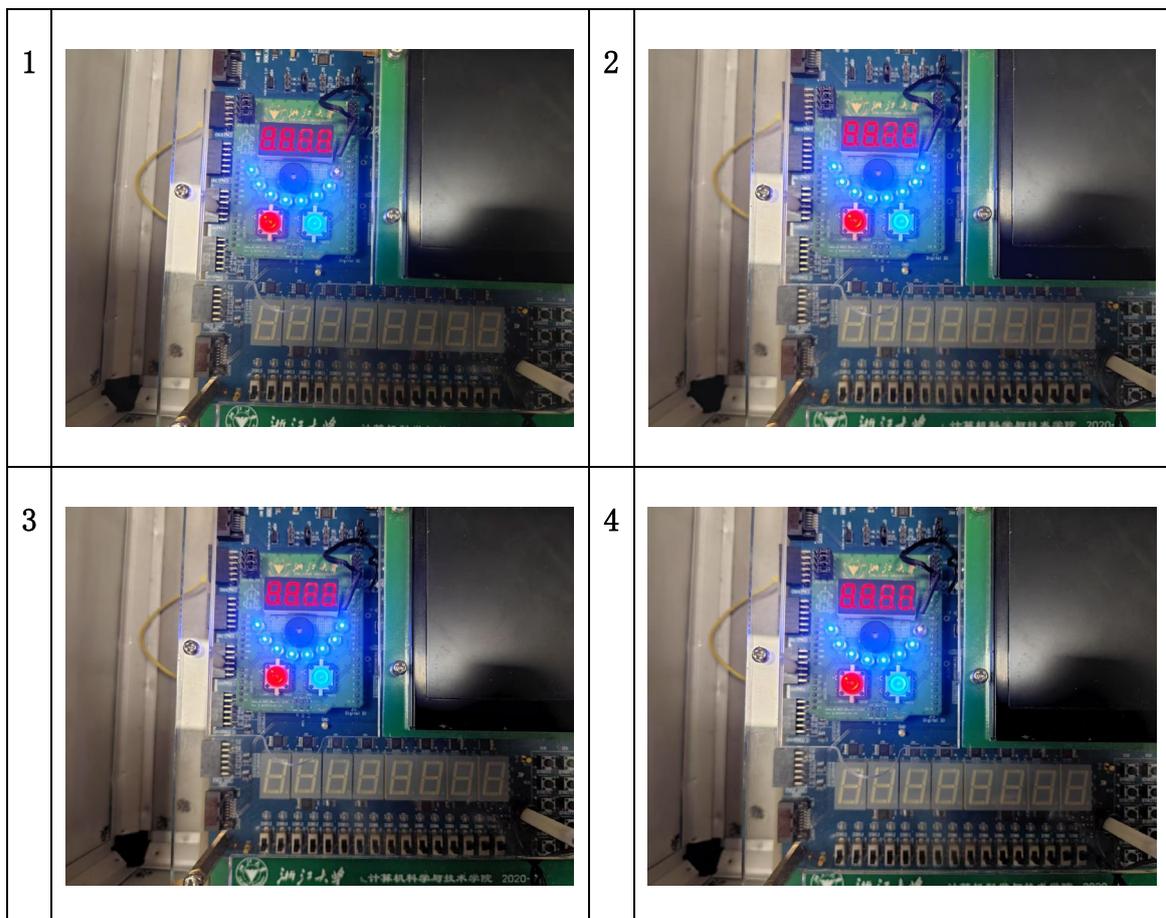
⑤ 运行仿真，得到如下的仿真波形。该波形与预期相符，其规律可概括为：任意切换奇数次开关都会改变灯的开关状态，而任意切换偶数次开关不会改变灯的开关状态。



⑥ 下板，按真值表（上文已给出）进行验证。得到如下的结果。该结果与真值表和仿真波形相符。

测试组别	开关 1	开关 2	开关 3	LED
1	断	断	断	灭
2	通	断	断	亮
3	通	通	断	灭
4	通	通	通	亮
...	（其它测试组别均与预期相符，此处省略）			

测试照片（节选）：



3、Verilog 代码输入逻辑描述

① 新建 Verilog 文件如下。为了便于截取仿真波形，我将参数 C_MAX 调整得小了一些。

```
`timescale 1ns / 1ps
module LampCtrl(
    input wire clk,
    input wire S1,
    input wire S2,
    input wire S3,
    output wire F
);

    parameter C_NUM = 8;
    parameter C_MAX = 8'h10;

    reg [C_NUM-1:0] count;
    wire [C_NUM-1:0] c_next;

    initial begin
        count = C_MAX;
    end

    assign w=S1||S2||S3;
    assign F = (count < C_MAX) ? 1'b1 : 1'b0;

    always@(posedge clk)
    begin
        if(w == 1'b1)
            count = 0;
        else if(count < C_MAX)
            count = c_next;
    end

    assign c_next = count + 8'b1;
endmodule
```

② 新建仿真激励文件 LampCtrl_sim.tbw 如下。

```
module LampCtrl_sim;
    reg clk;
    reg S1;
```

```

reg S2;
reg S3;
wire F;

LampCtrl uut (.clk(clk), .S1(S1), .S2(S2), .S3(S3), .F(F));

initial begin
    clk = 0;
    S1 = 0;S2 = 0;S3 = 0;

    #600 S1 = 1;
    #20 S1 = 0;
    #2000 S2 = 1;
    #20 S2 = 0;
    #2000 S3 = 1;
    #20 S3 = 0;
end

always begin
    #10 clk = 0;
    #10 clk = 1;
end
endmodule

```

③ 运行仿真，得到如下的仿真波形。该波形与预期相符，表示任意按下开关都可以使灯点亮，并支持延时熄灯。



五、 实验结果与分析

(请见上方分析)

六、 讨论、心得

在本次实验中，我使用画图和编写 Verilog 代码等两种方式实现了楼道灯控制电路的设计，并成功通过仿真和上板验证的方式验证其正确性。由于我曾经修读过《计算机组成》课程，所以本次实验对于我是十分容易的。