串行密码锁 实验报告

2018011365 张鹤潇

一、 实验目的

- 学会使用状态机来控制电路工作，在不同的状态下完成相应的功能；
- 进一步掌握时序逻辑电路的基本分析和设计方法；
- 利用软件仿真对数字电路的逻辑功能进行验证和分析。

二、实验任务

设计一个四位16进制串行电子密码锁，其具体功能如下：

- 设置密码：用户串行设置四位16进制密码；
- 验证密码：用户串行输入密码，如密码符合则点亮开锁灯，否则点亮错误灯；
- 密码预置：为管理员创建万用密码，以备管理；
- 系统报警：开锁三次失败后点亮报警灯，锁定密码锁，只有输入管理员密码才可开锁。

三、代码实现

密码锁entity定义如下：

```
entity codedLock is
    port(
        rst, clk: in std_logic;
        code: in std_logic_vector(3 downto 0);
        mode: in std_logic; -- 0: set pwd; 1: verify pwd
        unlocked, err, alarm: out std_logic
    );
    type IntArray4 is array (3 downto 0) of integer;
end codedLock;
```

architecture实现如下：

```
architecture lock of codedLock is
    signal pwd: IntArray4;
    signal state: integer := 0;
    signal cnt: integer := 0; -- 用户密码输入错误次数/管理员密码正确位数
    signal alarm_signal: std_logic := '0';
    signal err_signal: std_logic := '0';
begin
    process(clk, rst)
    begin
        if (rst = '1') then
            unlocked <= '0';
```

```
            err_signal <= '0';
            state <= 0;
            if (alarm_signal = '1') then -- 密码错误次数不清零
                cnt <= 0;
            end if;
        elsif (clk'event and clk = '1') then -- clk上升沿读密码
            if (alarm_signal = '1') then -- 锁定状态
                if (CONV_INTEGER(code) = 1) then -- 管理员密码 1111
                    if (cnt < 3) then
                        cnt <= cnt + 1;
                    else -- 管理员验证成功，清除alarm
                        cnt <= 0;
                        alarm_signal <= '0';
                        state <= 0;
                    end if;
                else
                    cnt <= 0;
                end if;
            elsif (mode = '0') then -- set pwd
                case state is
                    when 0 =>
                        pwd(0) <= CONV_INTEGER(code); state <= 1;
                    when 1 =>
                        pwd(1) <= CONV_INTEGER(code); state <= 2;
                    when 2 =>
                        pwd(2) <= CONV_INTEGER(code); state <= 3;
                    when 3 =>
                        pwd(3) <= CONV_INTEGER(code); state <= 7; unlocked <= '1';
                    when others => NULL;
                end case;
            elsif (mode = '1') then -- varify pwd
                case state is
                    when 0 => -- varify 1st bit
                        if (CONV_INTEGER(code) = pwd(0)) then
                            state <= 4;
                            err_signal <= '0';
                        else
                            err_signal <= '1';
                            if (cnt < 2) then
                                cnt <= cnt + 1;
                            else -- fails 3 times, set err = 1
                                alarm_signal <= '1';
                                cnt <= 0;
                            end if;
                        end if;
                    when 4 => -- varify 2nd bit
                        if (CONV_INTEGER(code) = pwd(1)) then
                            state <= 5;
                            err_signal <= '0';
                        else
                            err_signal <= '1';
                            state <= 0;
                            if (cnt < 2) then
                                cnt <= cnt + 1;
                            else -- fails 3 times, set err = 1
```

```
                            alarm_signal <= '1';
                            cnt <= 0;
                        end if;
                    end if;
                when 5 => -- varify 3rd bit
                    if (CONV_INTEGER(code) = pwd(2)) then
                        state <= 6;
                        err_signal <= '0';
                    else
                        err_signal <= '1';
                        state <= 0;
                        if (cnt < 2) then
                            cnt <= cnt + 1;
                        else -- fails 3 times, set err = 1
                            alarm_signal <= '1';
                            cnt <= 0;
                        end if;
                    end if;
                when 6 => -- varify 4th bit
                    if (CONV_INTEGER(code) = pwd(3)) then
                        state <= 7;
                        err_signal <= '0';
                        unlocked <= '1';
                    else
                        err_signal <= '1';
                        state <= 0;
                        if (cnt < 2) then
                            cnt <= cnt + 1;
                        else -- fails 3 times, set err = 1
                            alarm_signal <= '1';
                            cnt <= 0;
                        end if;
                    end if;
                when others => NULL;
            end case;
        end if;
    end if;
end process;

process(alarm_signal)
begin
    alarm <= alarm_signal;
end process;

process(err_signal)
begin
    err <= err_signal;
end process;
end;
```

使用状态机的方法实现串行密码锁，共定义了8种状态。

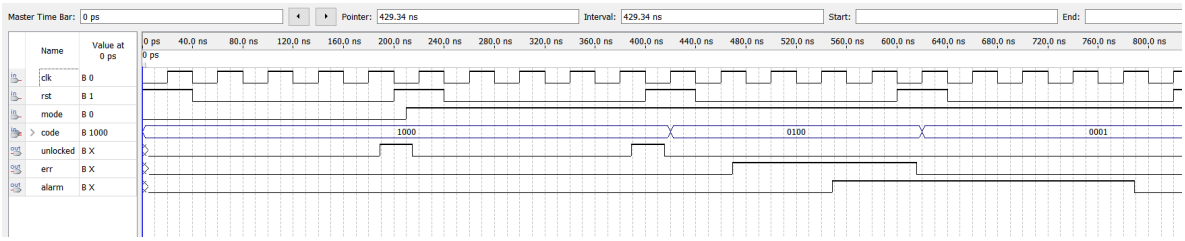
- 0 号状态：初始状态，如果mode=0，设置第一位密码，进入1 号状态；如果mode 是1，判断第一位密码是否正确，正确则进入4 号状态，错误则留在0 号状态。
- 1 号状态：如果mode=0，设置第二位密码，进入2 号状态。

- 2 号状态：如果mode=0，设置第三位密码，进入3 号状态。
- 3 号状态：如果mode=0，设置第四位密码，进入7 号状态。
- 4 号状态：如果mode=1，判断第二位密码是否正确，正确则进入5 号状态，错误则回到0 号状态。
- 5 号状态：如果mode=1，判断第三位密码是否正确，正确则进入6 号状态，错误则回到0 号状态。
- 6 号状态：如果mode=1，判断第四位密码是否正确，正确则进入7 号状态，错误则回到0 号状态。
- rst=1将使得状态机回到0号状态；连续三次密码验证错误，状态机将停留在0号状态，直到输入管理员密码1111为止。

四、 仿真结果

本机仿真

用Modelsim-Altera在本机上进行Time simulation.

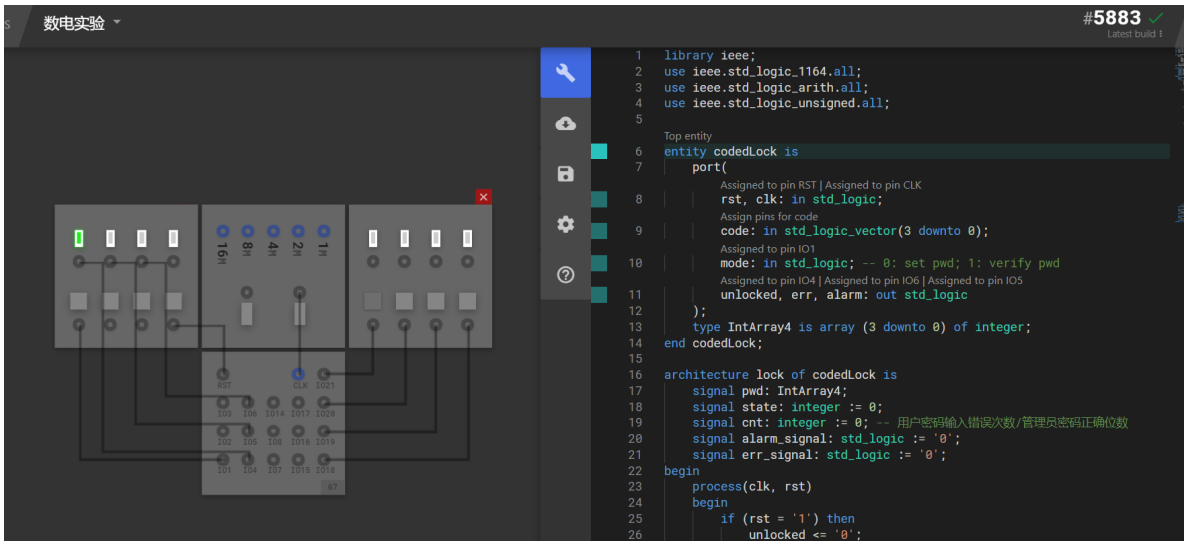


仿真流程：

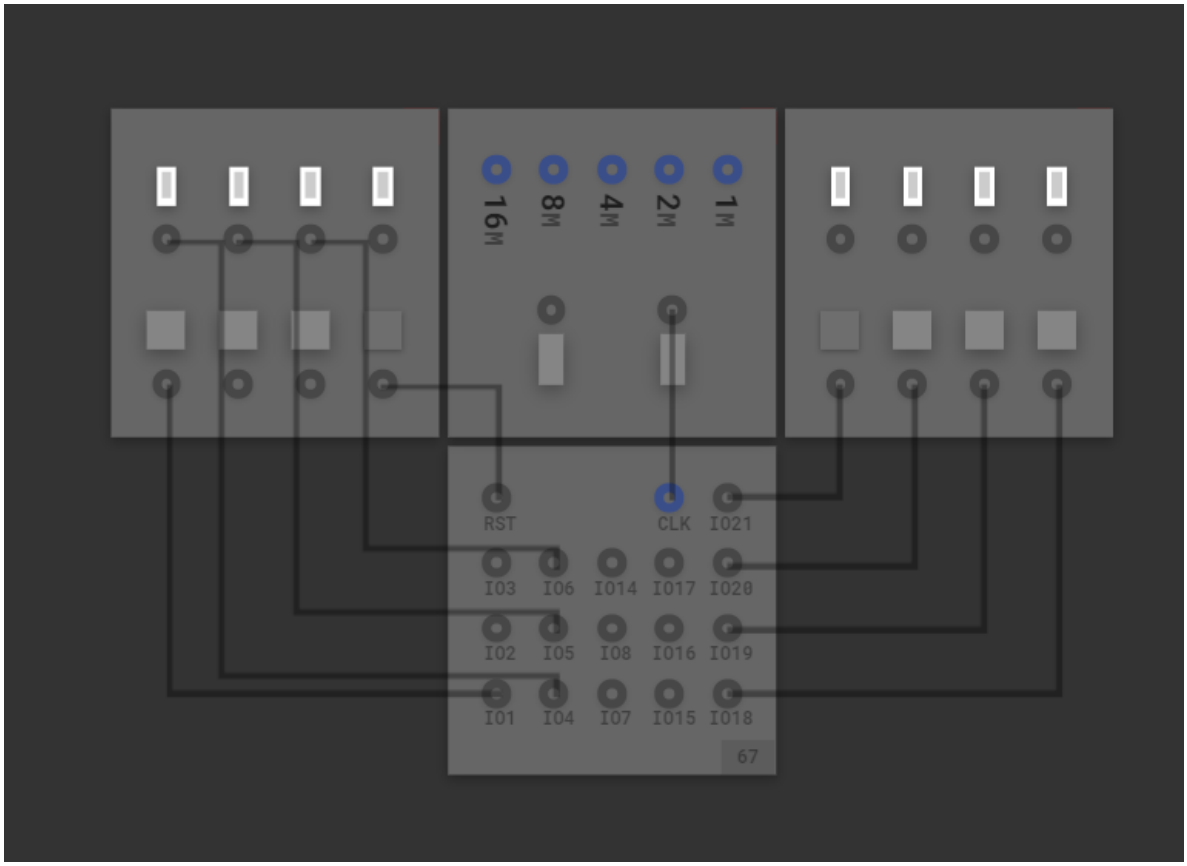
1. 设置密码8888，unlocked变为1；按下rst，unlocked复原；
2. 验证正确密码8888，unlocked变为1；按下rst，unlocked复原；
3. 验证错误密码4444， 错误1次后err变为1，错误三次后alarm变为1；
4. 按下rst，err=0，而alarm不变，说明系统处于锁定状态；
5. 输入管理员密码1111，alarm警报消失。

JieLab模拟实验

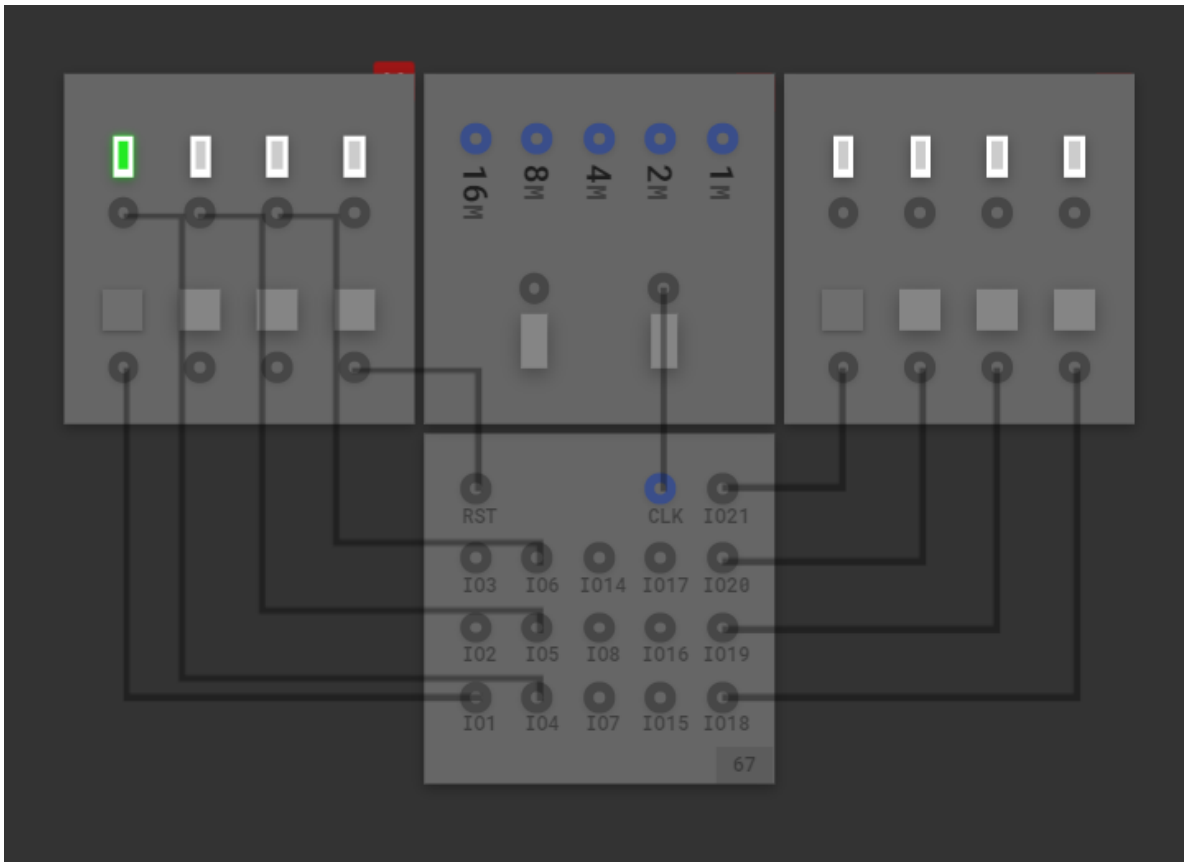
令mode=0，设置密码8888, unlocked信号灯亮起。



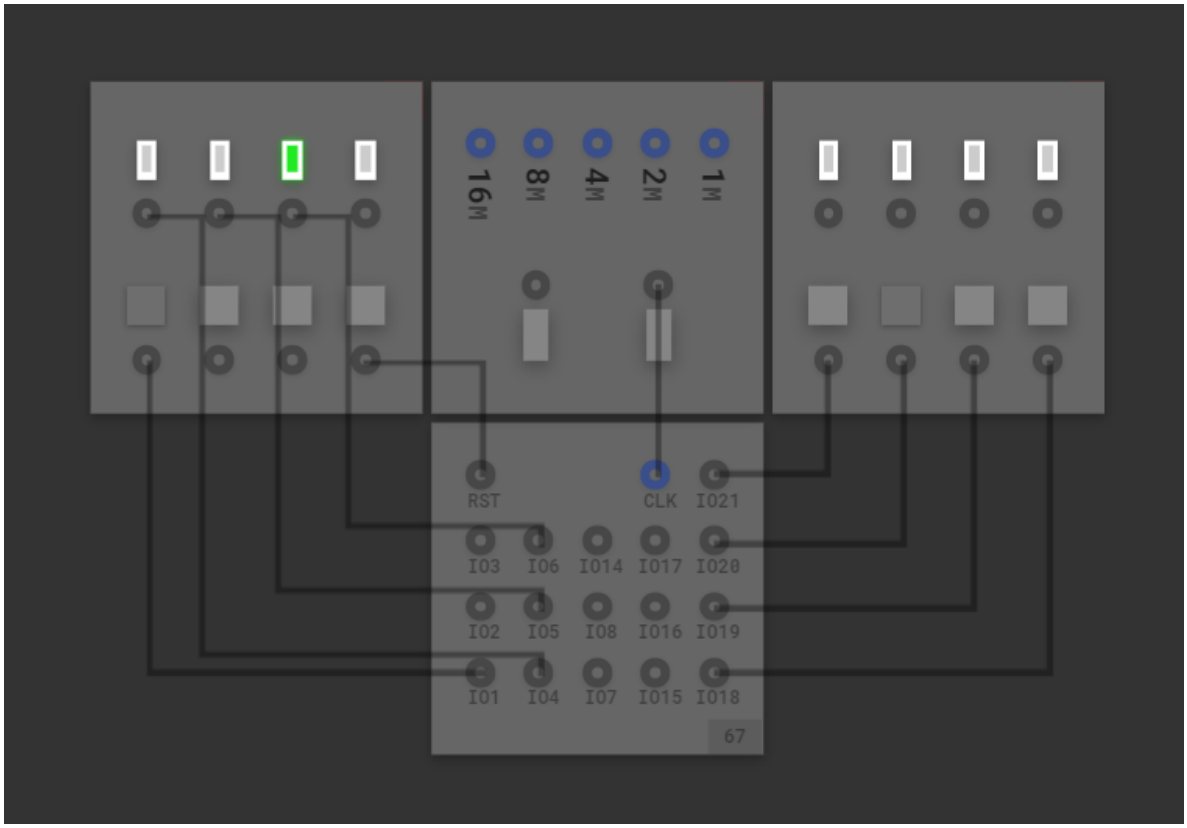
按下rst，unlocked信号灯熄灭。

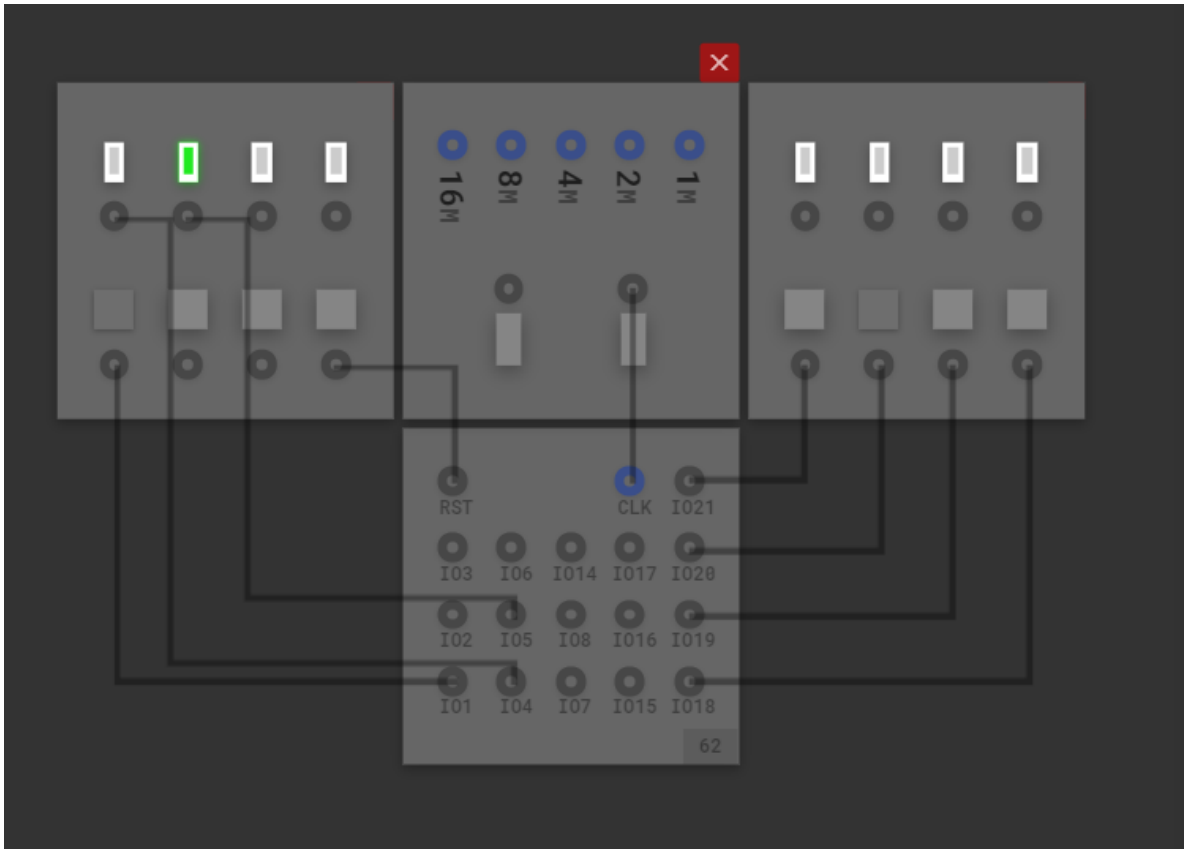


令mode=1，验证密码8888，unlocked信号灯亮起。

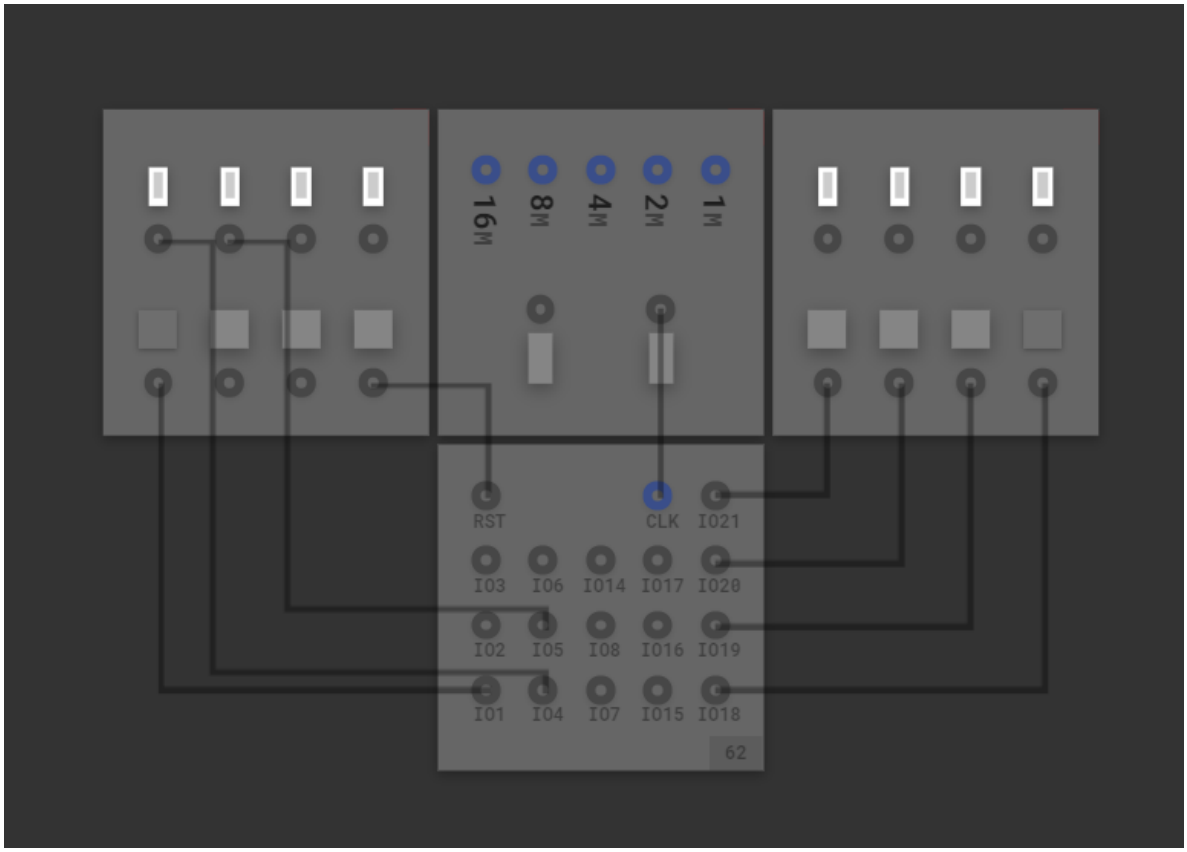


按下rst；再输入错误密码4，err信号亮起；连续错误三次，alarm信号亮起。





输入管理员密码，alarm熄灭。



五、总结反思

这是我本学期第四次CPLD实验，感谢老师助教为这门课付出的心血，感谢Jielab平台的相关开发人员。经过本次实验，我对如何通过VHDL 实现状态机有了更深入的了解。