串行密码锁

梁业升 2019010547（计 03）

2022 年 6 月 6 日

1 实现

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use ieee.std_logic_arith.all;
use ieee.std_logic_unsigned.all;

entity lock is
    port(
        rst, clk: in std_logic;
        mode: in std_logic_vector(1 downto 0);
        code: in std_logic_vector(3 downto 0);
        unlocked, err, locked, warn: out std_logic
    );
end lock;

architecture arch of lock is
    signal state: integer := -1;
    signal err_cnt: integer := 0;
    signal pass0, pass1, pass2, pass3: std_logic_vector(3
    downto 0);
begin
    process(clk, rst)
    begin
        if (rst = '1') then
            if (state = -1) then -- ready to set
                state <= 0;
            elsif (state = -2) then -- ready to unlock
                state <= 4;
            elsif (state = -3) then -- admin
```

```
            state <= 8;
        end if;
        err <= '0';
        unlocked <= '0';
        if (err_cnt < 3) then
            warn <= '0';
        end if;
    elsif (rising_edge(clk)) then
        if (state >= 0) then -- valid
            if (mode = "00") then -- set passwd
                case state is
                    when 0 =>
                        pass0 <= code;
                        state <= 1;
                    when 1 =>
                        pass1 <= code;
                        state <= 2;
                    when 2 =>
                        pass2 <= code;
                        state <= 3;
                    when 3 =>
                        pass3 <= code;
                        state <= -2; -- set successfully
                        locked <= '1';
                    when others => null; -- wrong mode
                end case;
            elsif (mode = "01") then -- input passwd
                case state is
                    when 4 =>
                        if (code = pass0) then
                            state <= 5;
                        else
                            state <= -2;
                            err <= '1';
                            if (err_cnt >= 2) then
                                warn <= '1';
                                state <= -3; -- admin mode
                            end if;
                            err_cnt <= err_cnt + 1;
                        end if;
                    when 5 =>
                        if (code = pass1) then
```

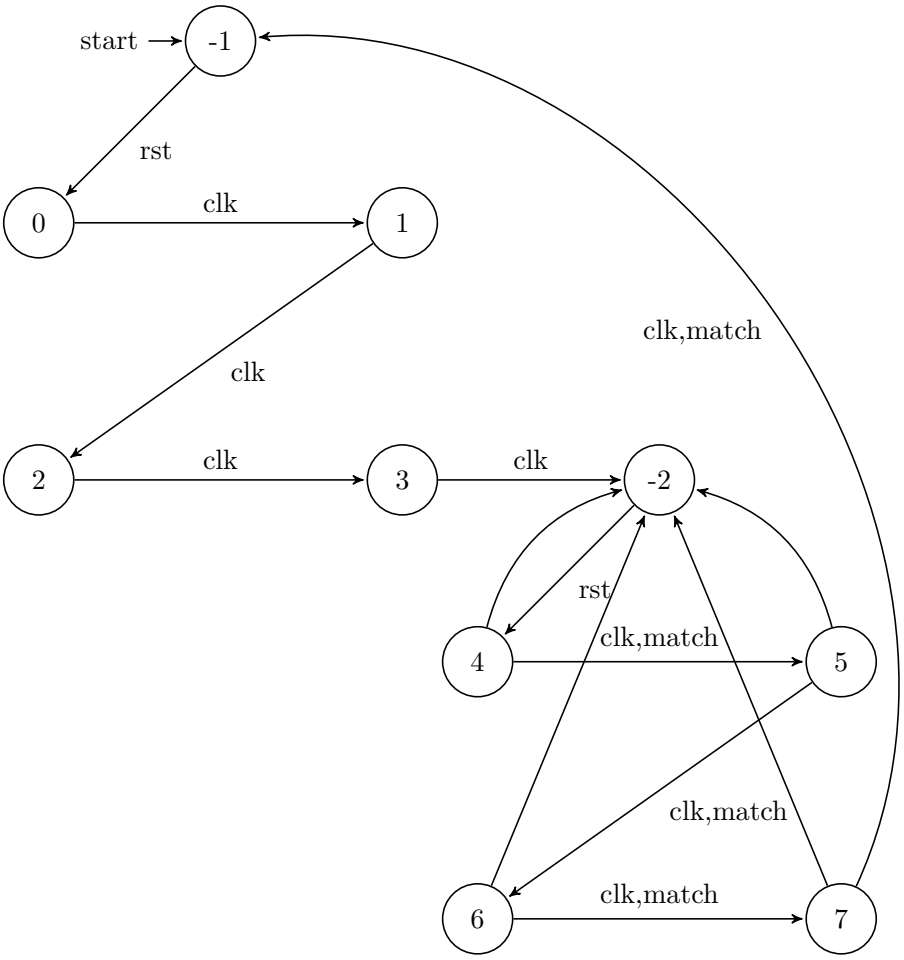
```
                    state <= 6;
                else
                    state <= -2;
                    err <= '1';
                    if (err_cnt >= 2) then
                        warn <= '1';
                        state <= -3; -- admin mode
                    end if;
                    err_cnt <= err_cnt + 1;
                end if;
            when 6 =>
                if (code = pass2) then
                    state <= 7;
                else
                    state <= -2;
                    err <= '1';
                    if (err_cnt >= 2) then
                        warn <= '1';
                        state <= -3; -- admin mode
                    end if;
                    err_cnt <= err_cnt + 1;
                end if;
            when 7 =>
                if (code = pass3) then
                    state <= -1; -- success
                    unlocked <= '1';
                    locked <= '0';
                    err_cnt <= 0; -- reset err_cnt
                else
                    state <= -2;
                    err <= '1';
                    if (err_cnt >= 2) then
                        warn <= '1';
                        state <= -3; -- admin mode
                    end if;
                    err_cnt <= err_cnt + 1;
                end if;
            when others => null; -- wrong mode
        end case;
    elsif (mode = "11") then -- admin
        case state is
            when 8 =>
```

```
                        if (code = "1000") then
                            state <= 9;
                        else
                            state <= -3;
                            err <= '1';
                        end if;
                    when 9 =>
                        if (code = "0100") then
                            state <= 10;
                        else
                            state <= -3;
                            err <= '1';
                        end if;
                    when 10 =>
                        if (code = "0010") then
                            state <= 11;
                        else
                            state <= -3;
                            err <= '1';
                        end if;
                    when 11 =>
                        if (code = "0001") then
                            state <= -1; -- success
                            unlocked <= '1';
                            locked <= '0';
                            err_cnt <= 0; -- reset err_cnt
                        else
                            state <= -3;
                            err <= '1';
                        end if;
                    when others => null; -- wrong mode
                end case;
            end if;
        end if;
    end process;

end arch;
```

输入和输出除了课本的要求外额外增加了一个 `locked` 用于指示当前密码锁是否已上锁。

状态机（不包含密码预置和系统报警）如下：



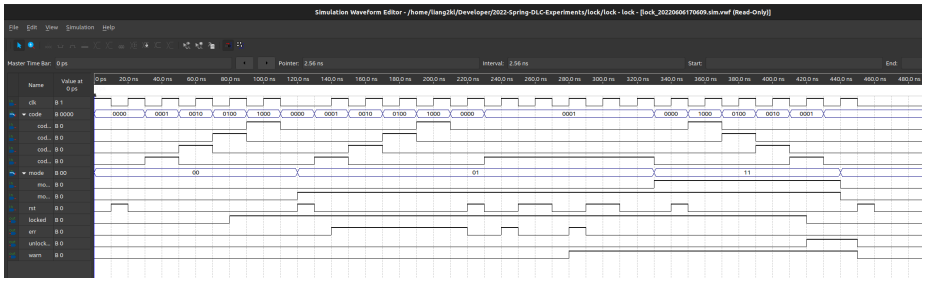
上面状态 -2 至 7 与代码中 `state` 的值对应，其中：

- -1 表示待进行密码的设置。
- 0 至 3 分别表示第 1 至 4 位密码的设置。
- -2 表示待进行密码的输入。
- 4 至 7 分别表示第 1 至 4 位密码的验证，若匹配，进入下一个状态；若不匹配，回到状态 2。状态 7 密码输入正确后返回初始状态 -1。

另外，状态 -3 以及 8 至 12 对应管理员模式，状态机与密码输入模式类似，在上图中未画出。

2 仿真

仿真结果如下：



首先进行密码的设置；然后选择输入密码的模式，首先输入正确的密码，可以看到成功解锁；然后重新设置密码，并输入错误的密码，可以看到三次错误后发出报警。这时我们切换到管理员模式，使用预设的密码，可以看到成功解锁。

3 总结

本次是最后一次 CPLD 实验，相比于前几次的实验，本次实验代码编写和仿真进展比较顺利，可见经过几次实验的训练后对 VHDL 已经比较熟练了。这次实验也是第一次使用状态机进行设计，状态机的方法具有清晰、直观的特点，适合用于状态较为复杂的电路的设计。