

数字逻辑设计

实验2 计数器设计

马世禹



HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ

实验目的

- (1) 加深对计数器工作原理的理解，掌握计数器的Verilog实现方法；
- (2) 了解计数器的应用场景；
- (3) 进一步掌握使用Verilog HDL实现时序逻辑电路的方法；
- (4) 熟悉时序电路的仿真调试方法。





实验内容

(1) 基于计数器，设计流水灯模块，实现时间间隔约为1s的8bits循环左移的硬件流水灯。

详细要求如下：

- A. 使用按键开关S1作为异步复位信号，当S1为1时，流水灯模块将被复位；
- B. 输入时钟为100MHz，端口为Y18；
- C. 使用按键开关S2作为流水灯启动信号，且当S2为1时，流水灯开始工作；
- D. 流水灯输出信号需连接到开发板的LED7-LED0。





实验内容

(2) 基于计数器，设计节日彩灯模块，实现时间间隔约为1s的16bits硬件节日彩灯，由拨码开关控制LED灯点亮连续X位（X由拨码开关输入），并循环左移。

详细要求如下：

- A.使用按键开关S1作为异步复位信号，当S1为1时，节日彩灯模块将被复位；
- B.输入时钟为100MHz，端口为Y18；
- C.使用按键开关S2作为节日彩灯启动信号，且当S2为1时，节日彩灯开始工作；
- D.使用拨码开关SW2-SW0作为点亮连续X位的输入，且无需支持动态切换；
- E.节日彩灯输出信号需连接到开发板的LED15-LED0。



实验原理-流水灯

➤ 流水灯控制电路

由于输入的时钟频率为100MHz，时钟频率较高，人眼的识别频率为60Hz，故无法辨别其变化。因此，要实现时间间隔为1s的流水灯，首先需要生成时间间隔约为1s的流水灯切换控制信号。



实验原理-流水灯

➤ 流水灯显示电路

有了时间间隔约为1s的流水灯切换控制信号后，还需要生成，每次切换所需要的流水灯显示信号。

根据右图的流水灯显示示意图，可以发现，每隔1s，显示位向左移动1位。故只需要实现间隔1s的移位功能即可。

| | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1s | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2s | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3s | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4s | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5s | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6s | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7s | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8s | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9s | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |



实验原理-流水灯

➤ 接口定义

| Name | I/O | Width | Description |
|--------|--------|-------|---------------|
| clk | input | 1 | 时钟信号 (100MHz) |
| rst | input | 1 | 复位信号 |
| button | input | 1 | 流水灯启动信号 |
| led | output | 8 | LED 信号 |



实验原理-节日彩灯

➤ 节日彩灯控制电路

同理流水灯，由于输入的时钟频率为100MHz，时钟频率较高，人眼的识别频率为60Hz，故无法辨别其变化。因此，要实现时间间隔为1s的节日彩灯，首先需要生成时间间隔约为1s的节日彩灯切换控制信号。

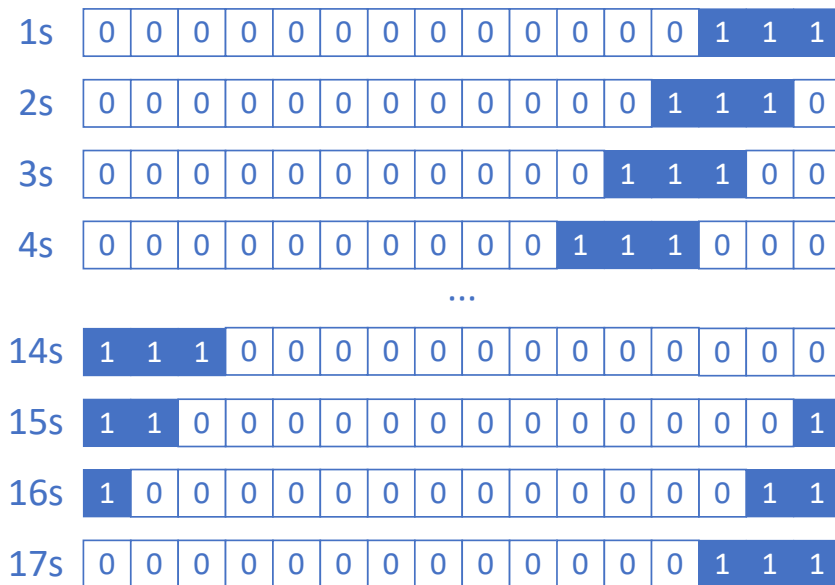


实验原理-节日彩灯

► 节日彩灯显示电路

有了时间间隔约为1s的节日彩灯切换控制信号后，还需要生成，每次切换所需要的节日彩灯显示信号。

根据右图的节日彩灯显示示意图，可以发现，当显示的彩灯位数固定后，每隔1s，显示位像左移动1位。故需要根据拨码开关的输入实现节日彩灯初始显示位的选取，以及间隔1s的移位功能。



实验原理-节日彩灯

➤ 接口定义

| Name | I/O | Width | Description |
|--------|--------|-------|-------------------|
| clk | input | 1 | 时钟信号 (100MHz) |
| rst | input | 1 | 复位信号 |
| button | input | 1 | 节日彩灯启动信号 |
| switch | input | 3 | LED 灯点亮连续 X 位控制信号 |
| led | output | 16 | LED 信号 |



实验原理-计数器描述

```
//计数器
reg [3:0] cnt;

wire cnt_end = 结束条件;
wire cnt_inc = 累加条件;

always (posedge clk or negedge rst_n) begin
    if (~rst_n) cnt <= 4'h0; //复位后计数器清零
    else if (cnt_end) cnt <= 4'h0; //计数结束后，计数器清零
    else if (cnt_inc) cnt <= cnt + 4'h1; //累加条件满足后，计数器累加
end
```



仿真提示

- ❑ 由于仿真效率比FPGA开发板执行效率低，故在仿真时，需要降低仿真的周期，即将LED等的切换周期由1S改为4个时钟周期即可；
- ❑ 为了避免仿真时间长，没有执行完，也可以修改仿真时间，详情见网页指导书，执行仿真页；



实验步骤

1) 流水灯

- ❑ 创建工程，工程名为flowing_water_lights；
- ❑ 编写并添加设计文件flowing_water_lights.v；
- ❑ 添加提供的仿真文件testbench.v，并完成仿真；
- ❑ 编写并添加约束文件，并综合实现，生成比特流；
- ❑ 将生成的比特流下载到开发板验证；



实验步骤

2) 节日彩灯

- ❑ 创建工程，工程名为holidayLights;
- ❑ 编写并添加设计文件holidayLights.v;
- ❑ 添加提供的仿真文件testbench.v，并完成仿真;
- ❑ 编写并添加约束文件，并综合实现，生成比特流;
- ❑ 将生成的比特流下载到开发板验证;



验收要求

- ☐ 流水灯开发板验证通过（1分）
- ☐ 节日彩灯开发板验证通过（1分）
- ☐ 仿真波形分析及RTL提交（0.5分）



提交要求

- ❑ 提交时间：详见网页指导书
- ❑ 提交格式：学号_姓名.zip
- ❑ 注意：如有出现雷同，雷同者均不得分！



开始实验



HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ