

实验题目：反应速度测试仪

班级：无 06

学号：2020010796

姓名：闫珺博

日期：2022.5.7

一、实验目的

1. 简单掌握动态扫描显示数码管的方法。
2. 简单掌握从系统时钟中分频得到所需频率时钟的方法。
3. 了解实现延时的可能方法。

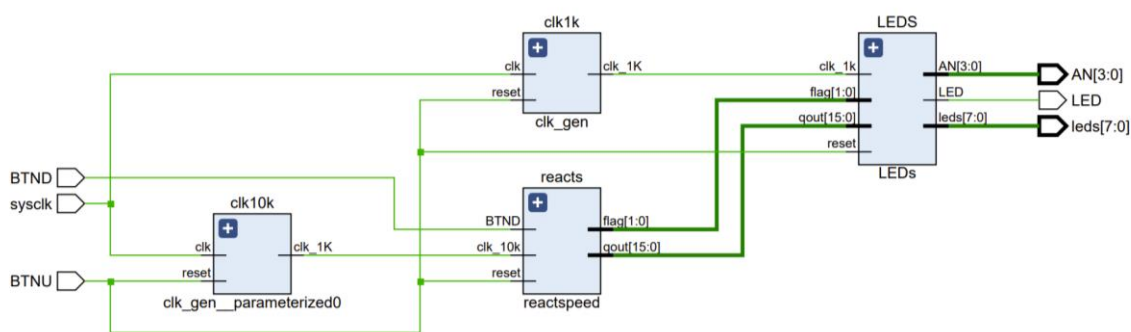
二、设计方案

共设计了 3 个 module，分别是 module reactspeed、module CNT 和 module leds。

module reactspeed 包含一个 CNT 实例化的计数器，向下一级传递参数 flag；flag=0 是初态；flag=2 是复位态，代表着正在进行 1s 的延时；flag=1 代表着 1s 的延时已经结束，led 灯亮起并应该按下 BTND 键；flag=3 代表着 BTND 键被按下。

module CNT 是一个四位的十进制计数器，仅在 flag=1 时计数。

module leds 控制 led 亮灯，flag=1 时 LED 亮起，flag=3 时 LED 熄灭并根据上一级输入的计数结果输出相应的使能信号和数据信号实现扫描显示。



RTL schematic

三、关键代码

分频部分使用了网络学堂提供的代码，修改参数 CNT = 16'd5000 实现 10kHz 分频。

根据 reset 和 BTND 的按键情况改变 flag 的值

```
always @(posedge reset or posedge clk_10k)
begin
  if(reset)
  begin
    cnt<=0;
    flag<=2;
  end
  else if(flag==2)
  begin
    cnt<=cnt+1;

    if(cnt>14'b10011100010000) begin flag<=1;end
  end
end
```

```
else if(BTND)
```

```
begin
```

```
flag<=3;
```

```
end
```

```
end
```

利用四个 4bit 计数器实现四位十进制计数器

```
always @(posedge reset or posedge clk_10k)
```

```
begin
```

```
if(reset)
```

```
qout<=0;
```

```
else if(flag==1)
```

```
begin
```

```
if (qout[3:0]==9)
```

```
begin
```

```
qout[3:0]<=0;
```

```
if (qout[7:4]==9)
```

```
begin
```

```
qout[7:4]<=0;
```

```
if(qout[11:8]==9)
```

```
begin
```

```
qout[11:8]<=0;
```

```
if(qout[15:12]==9)
```

```
qout[15:12]<=0;
```

```
else
```

```
qout[15:12]<=qout[15:12]+1;
```

```
end
```

```
else
```

```
qout[11:8]<=qout[11:8]+1;
```

```
end
```

```
else
```

```
qout[7:4]<=qout[7:4]+1;
```

```
end
```

```
else qout[3:0]<=qout[3:0]+1;
```

```
end
```

```
end
```

实现四位数字使能信号的循环，每次只有一位数字有效

```
case(AN)
```

```
4'b0111:AN<=4'b1110;
```

```
4'b1011:AN<=4'b0111;
```

```
4'b1101:AN<=4'b1011;
```

```
4'b1110:AN<=4'b1101;
```

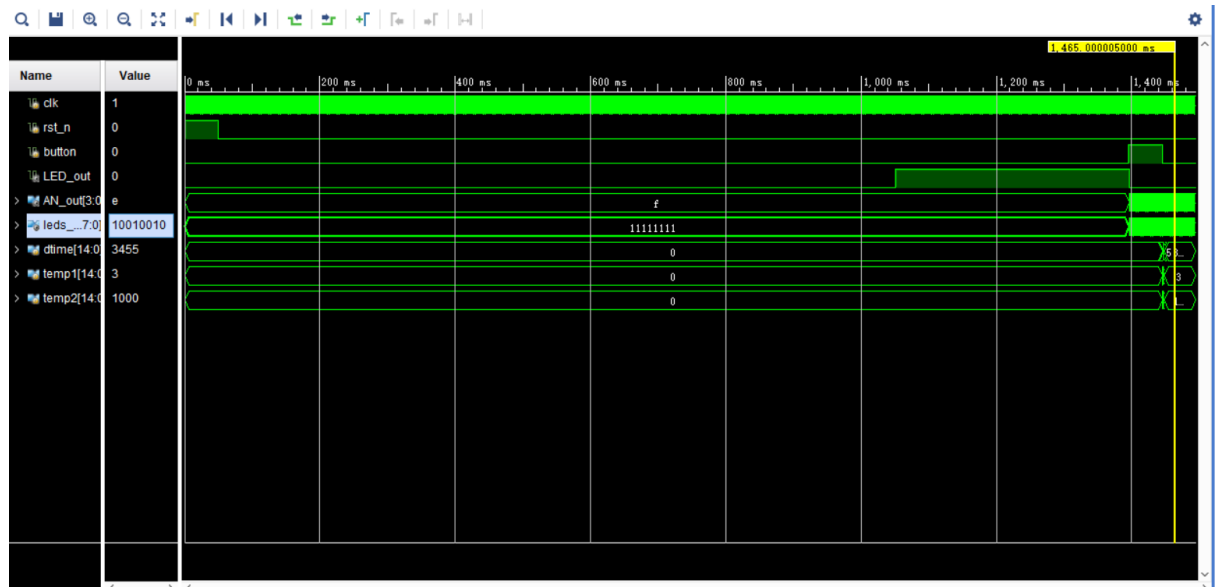
```
4'b1111:AN<=4'b0111;
```

```
endcase
```

组合逻辑将输入的 4 位数转化为 led 输出信号

```
always @(*)begin
    case(AN)
        4'b0111:ledi<={qout[7:4],1'b0};
        4'b1011:ledi<={qout[3:0],1'b1};
        4'b1101:ledi<={qout[15:12],1'b1};
        4'b1110:ledi<={qout[11:8],1'b1};
        default:ledi<=5'b11111;
    endcase
    case(ledi)
        5'd0: leds[7:0]<=8'b01000000;
        5'd1: leds[7:0]<=8'b11000000;
        5'd2: leds[7:0]<=8'b01111001;
        5'd3: leds[7:0]<=8'b11111001;
        5'd4: leds[7:0]<=8'b00100100;
        5'd5: leds[7:0]<=8'b10100100;
        5'd6: leds[7:0]<=8'b00110000;
        5'd7: leds[7:0]<=8'b10110000;
        5'd8: leds[7:0]<=8'b00011001;
        5'd9: leds[7:0]<=8'b10011001;
        5'd10: leds[7:0]<=8'b00010010;
        5'd11: leds[7:0]<=8'b10010010;
        5'd12: leds[7:0]<=8'b00000010;
        5'd13: leds[7:0]<=8'b10000010;
        5'd14: leds[7:0]<=8'b01111000;
        5'd15: leds[7:0]<=8'b11111000;
        5'd16: leds[7:0]<=8'b00000000;
        5'd17: leds[7:0]<=8'b10000000;
        5'd18: leds[7:0]<=8'b00010000;
        5'd19: leds[7:0]<=8'b10010000;
        default: leds[7:0]<=8'b11111111;
    endcase
end
```

四、 仿真结果及分析



button 即 BTND，从复位键 rst_n 按下，经过 1s，LED 亮起，再经过 345.5ms（testbench 中预设），BTND 按键按下，此时 LED 立刻熄灭，显示计时结果的数据周期循环改变。dtime（testbench 中通过计算得到的四位循环显示的数字）与预设延时一致。

```
Tcl Console x Messages Log
run 1500 ms
Stimulation Start.
3455
Correct!
$finish called at time : 1458600120 ns : File "E:/vivadoproject/sy_2/testbench.v" Line 88
run: Time (s): cpu = 00:10:08 : elapsed = 00:05:25 . Memory (MB): peak = 2047.250 : gain = 0.000
```

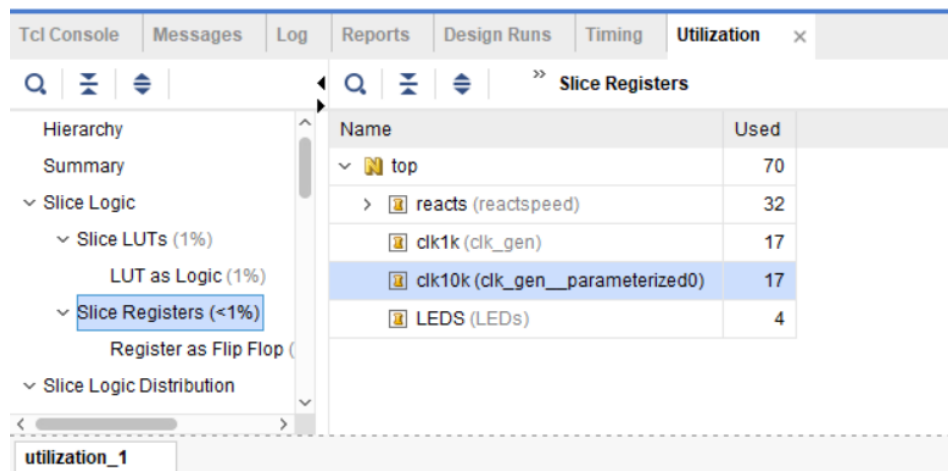
控制台输出正确信息

五、 综合情况(面积和时序性能)

组合逻辑使用 LUT

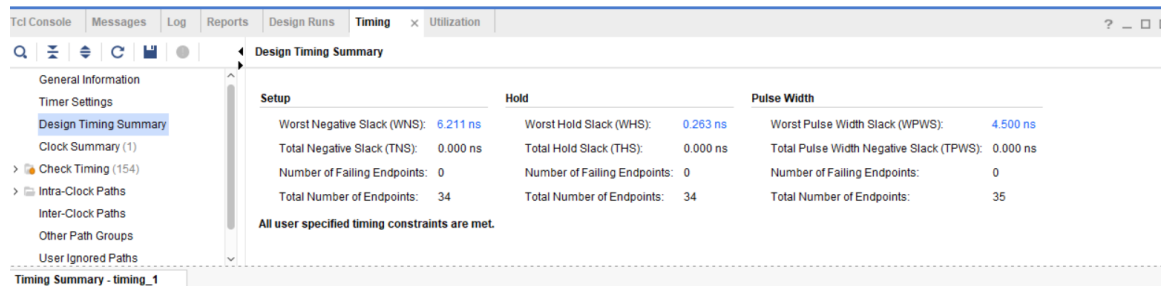
Tcl Console	Messages	Log	Reports	Design Runs	Timing	Utilization
LUT as Logic						
Hierarchy		Name				
Summary		Used				
▼ Slice Logic		▼ top				
▼ Slice LUTs (1%)		reacts (reactspeed)				
LUT as Logic (1%)		LEDS (LEDs)				
▼ Slice Registers (<1%)		clk1k (clk_gen)				
Register as Flip Flop (clk10k (clk_gen__parameterized0)				
▼ Slice Logic Distribution						
utilization_1						

寄存器使用 LUT



Slice Registers	
Name	Used
top	70
reacts (reactspeed)	32
clk1k (clk_gen)	17
clk10k (clk_gen__parameterized0)	17
LEDS (LEDS)	4

时序分析



Design Timing Summary		
Setup	Hold	Pulse Width
Worst Negative Slack (WNS): 6.211 ns	Worst Hold Slack (WHS): 0.263 ns	Worst Pulse Width Slack (WPWS): 4.500 ns
Total Negative Slack (TNS): 0.000 ns	Total Hold Slack (THS): 0.000 ns	Total Pulse Width Negative Slack (TPWS): 0.000 ns
Number of Failing Endpoints: 0	Number of Failing Endpoints: 0	Number of Failing Endpoints: 0
Total Number of Endpoints: 34	Total Number of Endpoints: 34	Total Number of Endpoints: 35
All user specified timing constraints are met.		

建立时间 6.211ns，保持时间 0.263ns