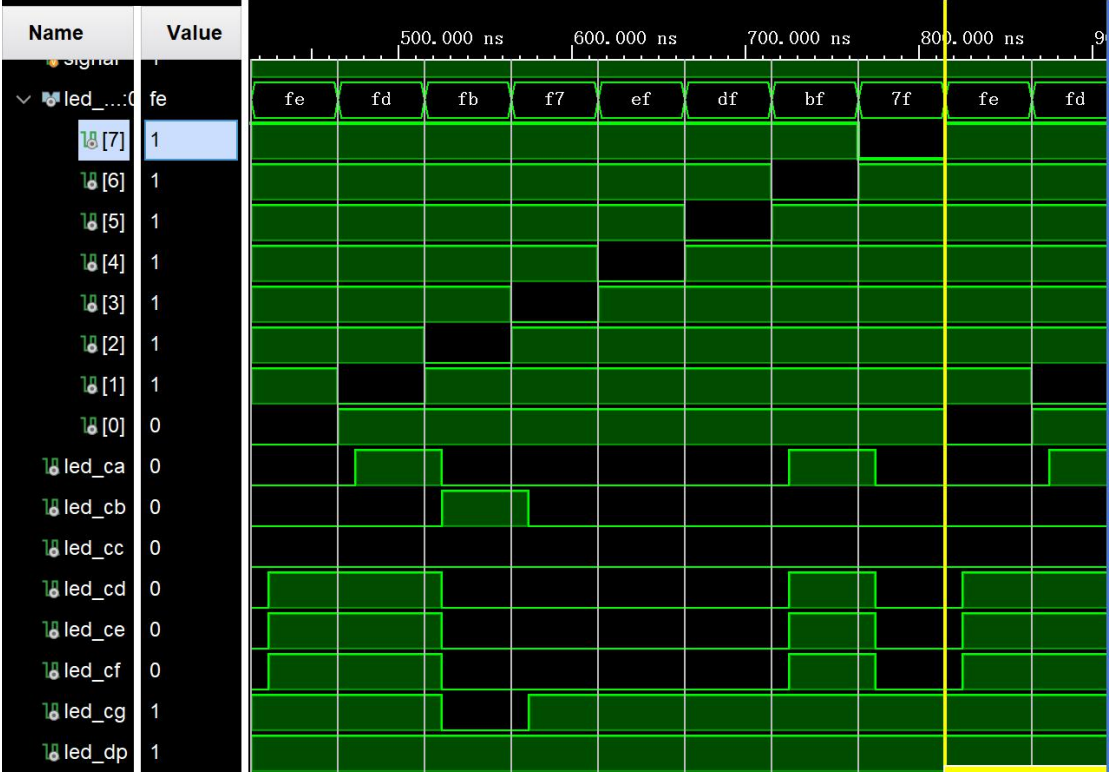


学号后四位为 0617，计数器采用十六进制，最大为十六进制 14，计时器采用十六进制，最大为十六进制 20。

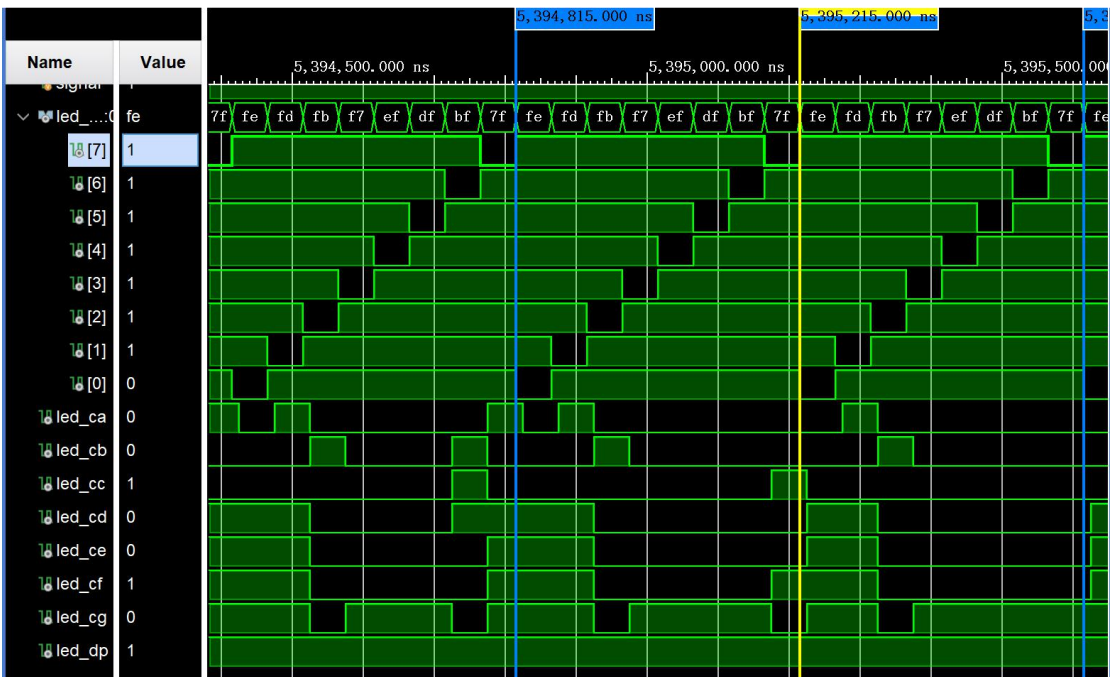
学号对应 led\_en[0]和 led\_en[1]，班级对应 led\_en[2]和 led\_en[3]，计数器对应 led\_en[4]和 led\_en[5]，计时器对应 led\_en[6]和 led\_en[7]。

A. 数码管轮询工作波形如下



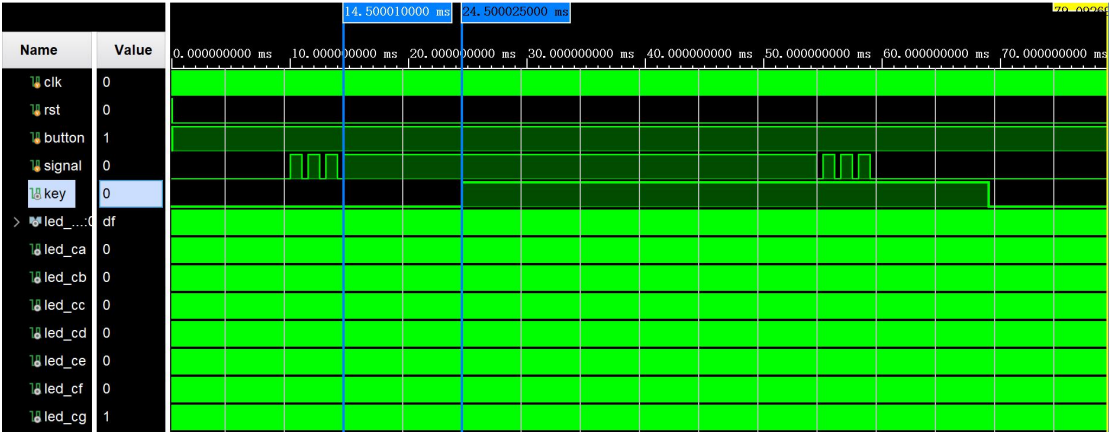
数据使能信号为[7:0]led\_en,段选信号 led\_cx 和 led\_dp,使能信号每 5 个时钟周期即 50ns 刷新一次，由于寄存器延迟，段选信号延迟一个时钟周期，段选信号依次显示 7，1，6，0，0，0，1，0，数码管从左向右依次显示 01000617。

B.2 位十六进制计数器波形从 1F 到 20 到 00 如下



计时器每 50 个时钟周期加 1  
 最左边标记线，led\_en[7]=0 时显示 1，led\_en[6]=0 时显示 F，所以计时器显示 1F；  
 中间标记线，led\_en[7]=0 时显示 2，led\_en[6]=0 时显示 0，所以计时器显示 20；  
 最右边标记线，led\_en[7]=0 时显示 0，led\_en[6]=0 时显示 0，所以计时器显示 00；  
 所以十六进制计数器波形正确。

c.消抖分析波形如下



仿真文件如下

```

initial
begin
    clk = 1'b0;rst = 1'b1;button = 1'b0;signal = 1'b0;
    #4 rst = 1'b0;
    #6 button = 1'b1;
    #10000000 signal = 1'b1;
    #1000000 signal = 1'b0;
    #500000 signal = 1'b1;
    #1000000 signal = 1'b0;
    #500000 signal = 1'b1;
    #1000000 signal = 1'b0;
    #500000 signal = 1'b1;
    #40000000 signal = 1'b0;
    #500000 signal = 1'b1;
    #1000000 signal = 1'b0;
    #500000 signal = 1'b1;
    #1000000 signal = 1'b0;
    #500000 signal = 1'b1;
    #1000000 signal = 1'b0;

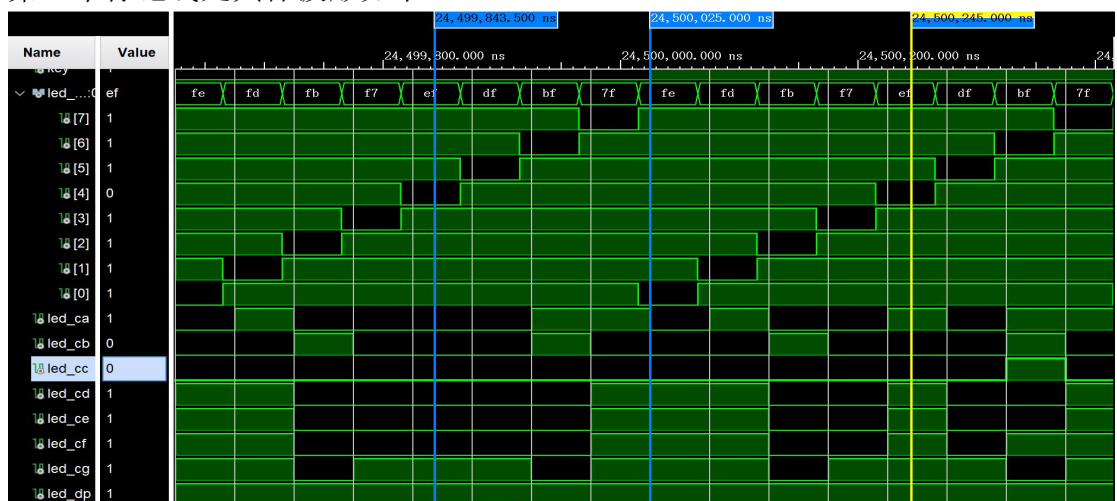
end
always #5 clk = ~clk;
    
```

signal 为消抖输入信号，key 为消抖输出信号，signal 具有闭合抖动和弹开抖动，只有高电平信号或者低电平信号持续超过 10ms，才会记录输入，消抖后 key 不具有抖动，所以消抖正确。

D. 消抖后边沿检测和计数分析波形如下



两个标记线处有两个边沿计数  
第一个标记线处具体波形如下



中间标记线为边沿计数，边沿计数前计数器为 0，边沿计数后为 1；  
第二个标记线处具体波形如下



中间标记线为边沿计数，边沿计数前计数器为 1，边沿计数后为 2；

