

# 实验：使用Verilog编写设计32位ALU

## 目标：

- 1. 使用Verilog编写设计32位ALU。
- 2. 使用Vivado软件对编写的Verilog文件进行仿真。

## 要求：

- 1. 请认真完成实验报告，并在你认为关键的位置插入屏幕截图。
- 2. 请在截至日期前将Verilog源代码和实验报告提交至 Unicourse+ 上。

## 说明

### 1、ALU接口说明

- module alu(A,B,Op,C,Over);

信号名	方向	描述
A[31:0]	Input	第一个运算数，当执行移位指令时， A[4:0]为移位位数。
B[31:0]	Input	第二个运算数。
Op[5:0]	Input	运算类型，见下方说明。
C[31:0]	Output	ALU计算结果。
Over	Output	溢出， 0：无溢出， 1：有溢出

### 2、运算类型说明

指令名称	Op码 [5:0]	指令功能	补充说明
ADD	100000	有符号数相加	使用超前进位加法器，注意根据结果置Over标志。
ADDU	100001	无符号数相加	使用超前进位加法器，Over标志恒为0。
SUB	100010	有符号数相减	使用超前进位加法器，注意根据结果置Over标志。
SUBU	100011	无符号数相减	使用超前进位加法器，Over标志恒为0。
SLL	000000	逻辑左移	A[4:0]为移位位数，在低位补零，Over标志恒为0。
SRL	000010	逻辑右移	A[4:0]为移位位数，在高位补零，Over标志恒为0。
SRA	000011	算术右移	A[4:0]为移位位数，Over标志恒为0。 若B操作数最高位为0，则高位补零，否则高位补1。
AND	100100	位与	Over标志恒为0。
OR	100101	位或	Over标志恒为0。
XOR	100110	位异或	Over标志恒为0。
NOR	100111	位或非	Over标志恒为0。

### 3.激励文件

- 如果结果正确，correct变量应恒为1。可以使用Vivado波形图中的“Find Value”功能快速定位错误位置。

```

1  module alu_tb();
2      reg [31:0] in1,in2;
3      reg [5:0] op;
4      reg [31:0] ans;
5      reg cov;
6
7      wire [31:0] out;
8      wire ov;
9
10     alu uut(.A(in1),.B(in2),.C(out),.Op(op),.Over(ov));
11
12     wire correct;
13     assign correct=(out==ans)&&(ov==cov);
14
15     integer i,j,ii,jj;
16
17     initial begin
18         op=6'b100000;
19         for(i=0;i<32;i=i+1)

```

```

20         for(ii=0;ii<16;ii=ii+1)
21             for(j=0;j<32;j=j+1)
22                 for(jj=0;jj<16;jj=jj+1)
23                     begin
24                         in1=ii<<i;
25                         in2=jj<<j;
26                         ans=in1+in2;
27                         cov=(in1[31]==in2[31]&&in1[31]!=ans[31]);
28                         #2;
29                     end;
30     #5
31     op=6'b100010;
32     for(i=0;i<32;i=i+1)
33         for(ii=0;ii<16;ii=ii+1)
34             for(j=0;j<32;j=j+1)
35                 for(jj=0;jj<16;jj=jj+1)
36                     begin
37                         in1=ii<<i;
38                         in2=jj<<j;
39                         ans=in1-in2;
40                         cov=(in1[31]!=in2[31]&&in1[31]!=ans[31]);
41                         #2;
42                     end;
43     #5
44     cov=0;
45     op=6'b100001;
46     for(i=0;i<32;i=i+1)
47         for(ii=0;ii<4;ii=ii+1)
48             for(j=0;j<32;j=j+1)
49                 for(jj=0;jj<4;jj=jj+1)
50                     begin
51                         in1=ii<<i;
52                         in2=jj<<j;
53                         ans=in1+in2;
54                         #2;
55                     end;
56     #5
57     op=6'b100011;
58     for(i=0;i<32;i=i+1)
59         for(ii=0;ii<4;ii=ii+1)
60             for(j=0;j<32;j=j+1)
61                 for(jj=0;jj<4;jj=jj+1)
62                     begin
63                         in1=ii<<i;
64                         in2=jj<<j;
65                         ans=in1-in2;
66                         #2;
67                     end;
68     #5
69     op=6'b000000;
70     for(i=0;i<32;i=i+1)
71         for(j=0;j<32;j=j+1)
72             for(jj=0;jj<128;jj=jj+1)
73                 begin
74                     in1=i;
75                     in2=jj<<j;
76                     ans=in2<<in1[4:0];
77                     #2;

```

```

78         end;
79     #5
80     op=6'b000010;
81     for(i=0;i<32;i=i+1)
82         for(j=0;j<32;j=j+1)
83             for(jj=0;jj<128;jj=jj+1)
84                 begin
85                     in1=i;
86                     in2=jj<<j;
87                     ans=in2>>in1[4:0];
88                     #2;
89                     end;
90     #5
91     op=6'b000011;
92     for(i=0;i<32;i=i+1)
93         for(j=0;j<32;j=j+1)
94             for(jj=0;jj<128;jj=jj+1)
95                 begin
96                     in1=i;
97                     in2=jj<<j;
98                     ans=$signed(in2)>>>in1[4:0];
99                     #2;
100                    end;
101    #5
102    op=6'b100100;
103    for(i=0;i<32;i=i+1)
104        for(ii=0;ii<8;ii=ii+1)
105            for(j=0;j<32;j=j+1)
106                for(jj=0;jj<8;jj=jj+1)
107                    begin
108                        in1=ii<<i;
109                        in2=jj<<j;
110                        ans=in1&in2;
111                        #2;
112                        end;
113    #5
114    op=6'b100101;
115    for(i=0;i<32;i=i+1)
116        for(ii=0;ii<8;ii=ii+1)
117            for(j=0;j<32;j=j+1)
118                for(jj=0;jj<8;jj=jj+1)
119                    begin
120                        in1=ii<<i;
121                        in2=jj<<j;
122                        ans=in1|in2;
123                        #2;
124                        end;
125    #5
126    op=6'b100110;
127    for(i=0;i<32;i=i+1)
128        for(ii=0;ii<8;ii=ii+1)
129            for(j=0;j<32;j=j+1)
130                for(jj=0;jj<8;jj=jj+1)
131                    begin
132                        in1=ii<<i;
133                        in2=jj<<j;
134                        ans=in1^in2;
135                        #2;

```

```

136                                     end;
137     #5
138     op=6'b100111;
139     for(i=0;i<32;i=i+1)
140         for(ii=0;ii<8;ii=ii+1)
141             for(j=0;j<32;j=j+1)
142                 for(jj=0;jj<8;jj=jj+1)
143                     begin
144                         in1=ii<<i;
145                         in2=jj<<j;
146                         ans=~(in1|in2);
147                     #2;
148                     end;
149     $finish;
150 end;
151 endmodule

```

- 模拟仿真时建议，将所有文件的第一行中自动生成的“`timescale 1ns / 1ps”改为“`timescale 1ns / 1ns”，可以降低内存消耗并加快模拟速度。
- 本次模拟仿真耗时较长，请同学们耐心等待，波形图总长度约2400ns。