

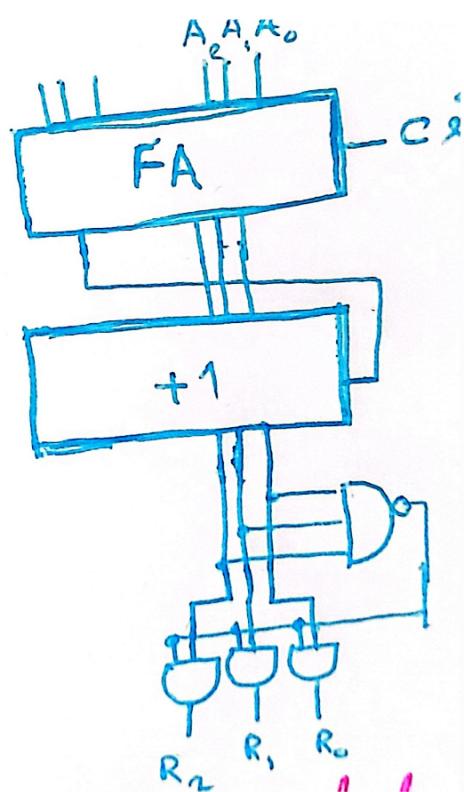
$$T = \begin{cases} (A+B) \bmod 2^n & A+B < 2^n \\ [(A+B) \bmod 2^n] + 1 & A+B \geq 2^n \end{cases}$$

$$(A+B) \bmod 2^{n+1} - 1 = \begin{cases} T & T \neq 2^n - 1 \\ 0 & T = 2^n - 1 \end{cases}$$

```

module residue_7(input a2,a1,a0,b2,b1,b0, output r2,r1,r0);
    wire [3:0] S ;
    wire [2:0] T ;
    wire [2:0] A ;
    wire [2:0] B ;
    wire [2:0] R ;
    assign A = {a2,a1,a0};
    assign B = {b2,b1,b0};
    assign#(123,108) S = A + B;
    assign#(108,108) T = S[2:0] + {2'b00, S[3]};
    assign#(27,23) R = (S == 3'b000) ? 3'b000 : T ;
    assign r2 = R[2];
    assign r1 = R[1];
    assign r0 = R[0];
endmodule

```

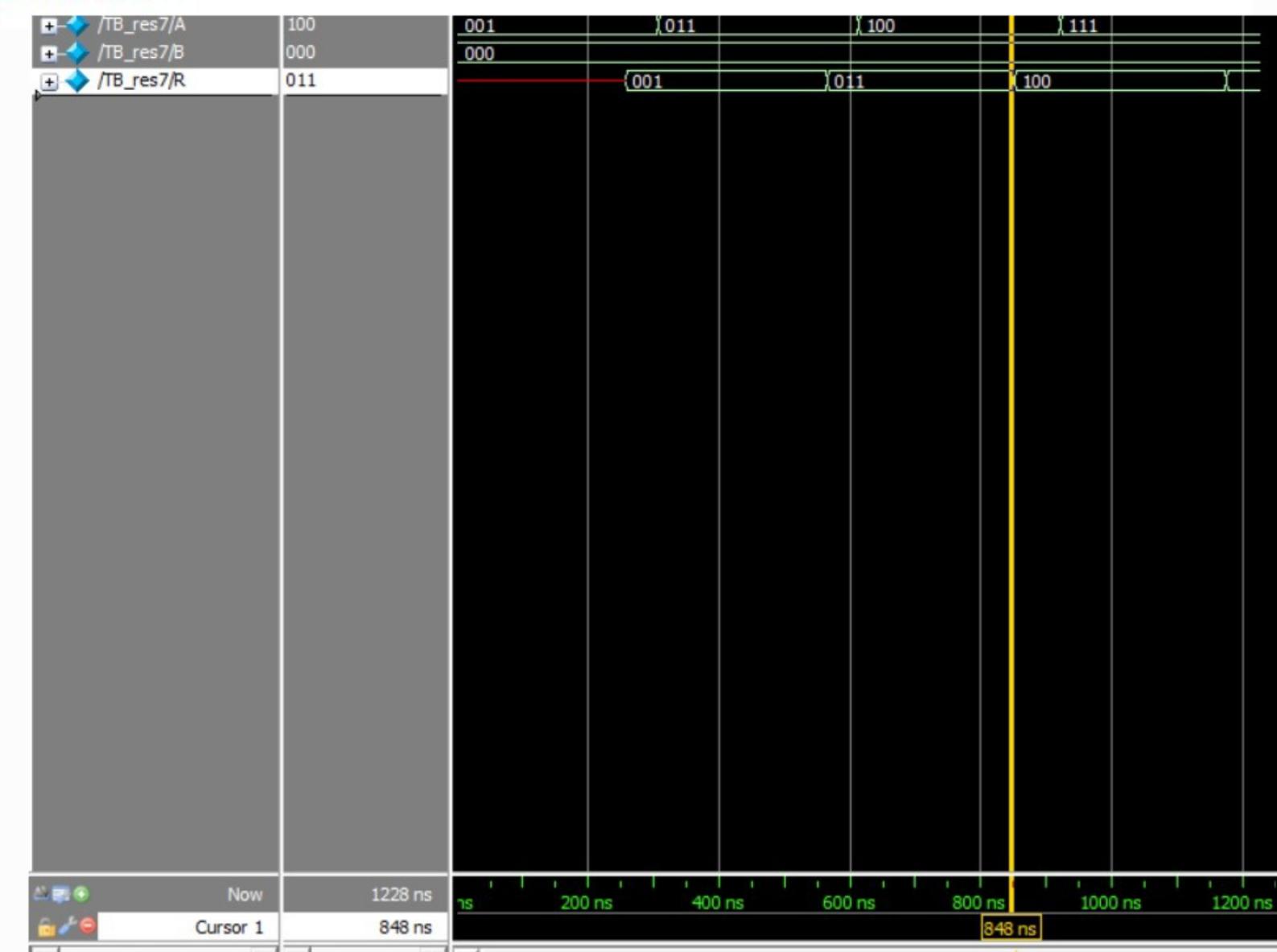


```

`timescale 1ns/1ns

module TB_res7();
    logic [2:0]A = 3'b001;
    logic [2:0]B = 3'b000;
    wire [2:0]R;
    residue_7 UUT(A[2],A[1],A[0],B[2],B[1],B[0],R[2],R[1],R[0]);
    initial begin
        #307 A = 48'd3;
        #307 A = 48'd4;
        #307 A = 48'd7;
        #307 $stop;
    end
endmodule

```



مقدار دیلی ها:

Nand cmos #(10,8)

Not cmos #(5,7)

Nor cmos #(10,14)

Xor cmos #(15, 21)

Adder#(41,36)

incrementer #(36,36)

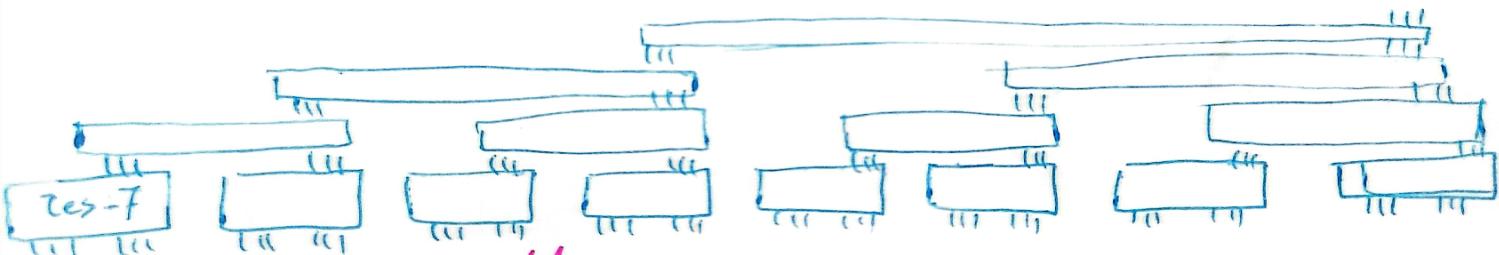
با توجه به این مقادیر و شکل مدار بالا مقدار دیلی کل مورد انتظار:

$$3 \times 41 + 3 \times 36 + 27 = 258$$

$$3 \times 36 + 3 \times 36 + 23 = 239$$

هر دو مقدار مورد انتظار در طرح موج ظاهر شده مقدار 239 به ازای خروجی های زوج و مقدار 258 به ازای خروجی های فرد ظاهر میشود.

سوال ۲

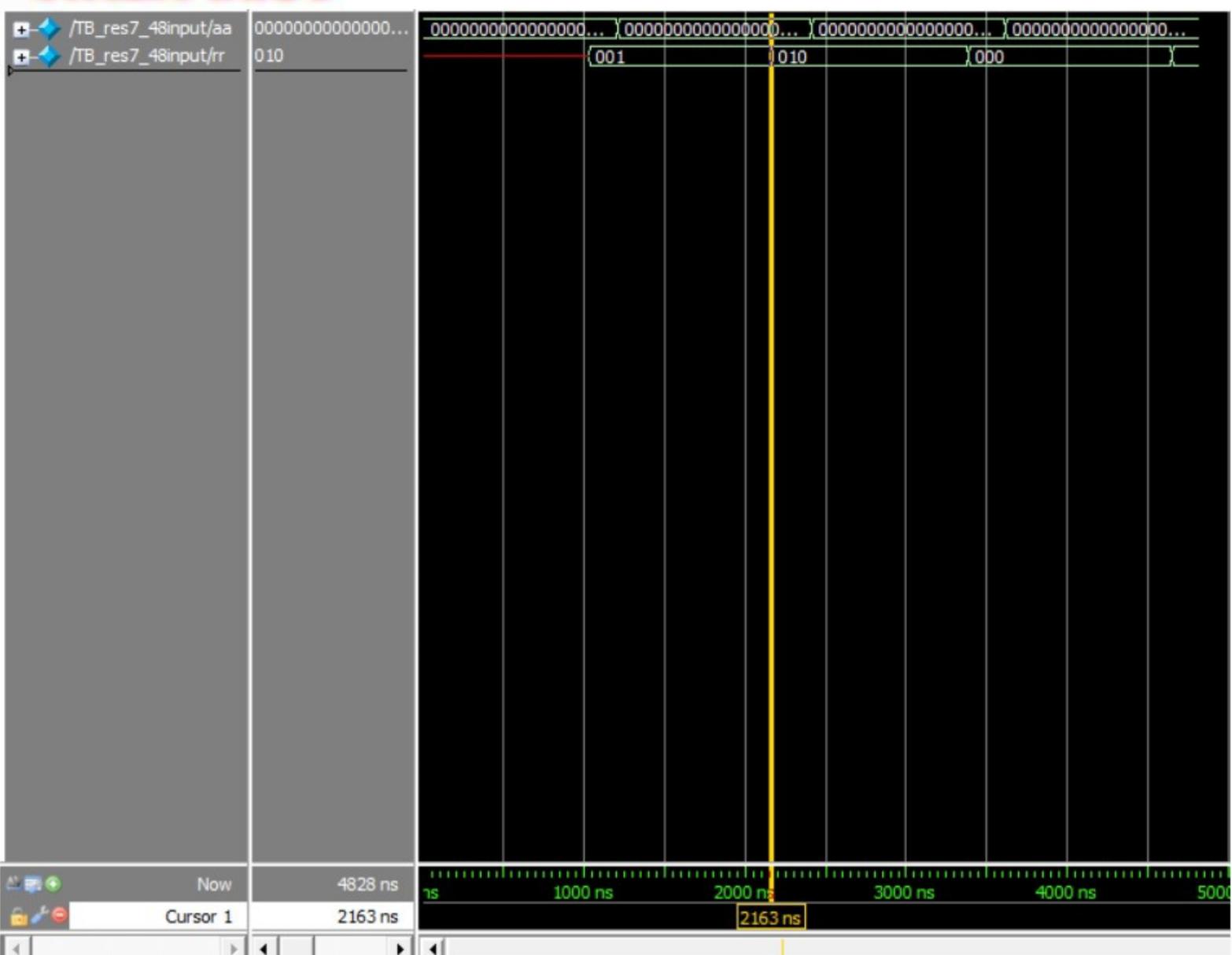


```
module residue_48bit(input [47:0]A, output [2:0]R);
    wire C[4:0][47:0];
    genvar i, j, k;
    generate
        for(k=0; k<48; k=k+1) begin:out
            assign C[4][k] = A[k];
        end
        for(i=4; i>0; i=i-1) begin:rows
            for(j=0; j<2i; j=j+1) begin:residues
                residue_7 xx(C[i][47-j^6],C[i][46-j^6],C[i][45-j^6],C[i][44-j^6],C[i][43-j^6],C[i][42-j^6],C[i-1][47-j^3],C[i-1][46-j^3],C[i-1][45-j^3]);
            end
        end
    endgenerate
    assign R[2] = C[0][47];
    assign R[1] = C[0][46];
    assign R[0] = C[0][45];
endmodule
```

```

module TB_res7_48input();
    logic [47:0]aa = 48'd1;
    wire [2:0]rr ;
    residue7_48bit UUT(aa, rr);
    initial begin
        #1207 aa = 48'd2;
        #1207 aa = 48'd7;
        #1207 aa = 48'd5;
        #1207 $stop;
    end
endmodule

```



با توجه به اینکه ۴۸ ورودی باعث ایجاد ۴ ردیف از میشود مقدار دیلی های مورد انتظار residue-7

$258 \times 4 = 1032$

$239 \times 4 = 956$

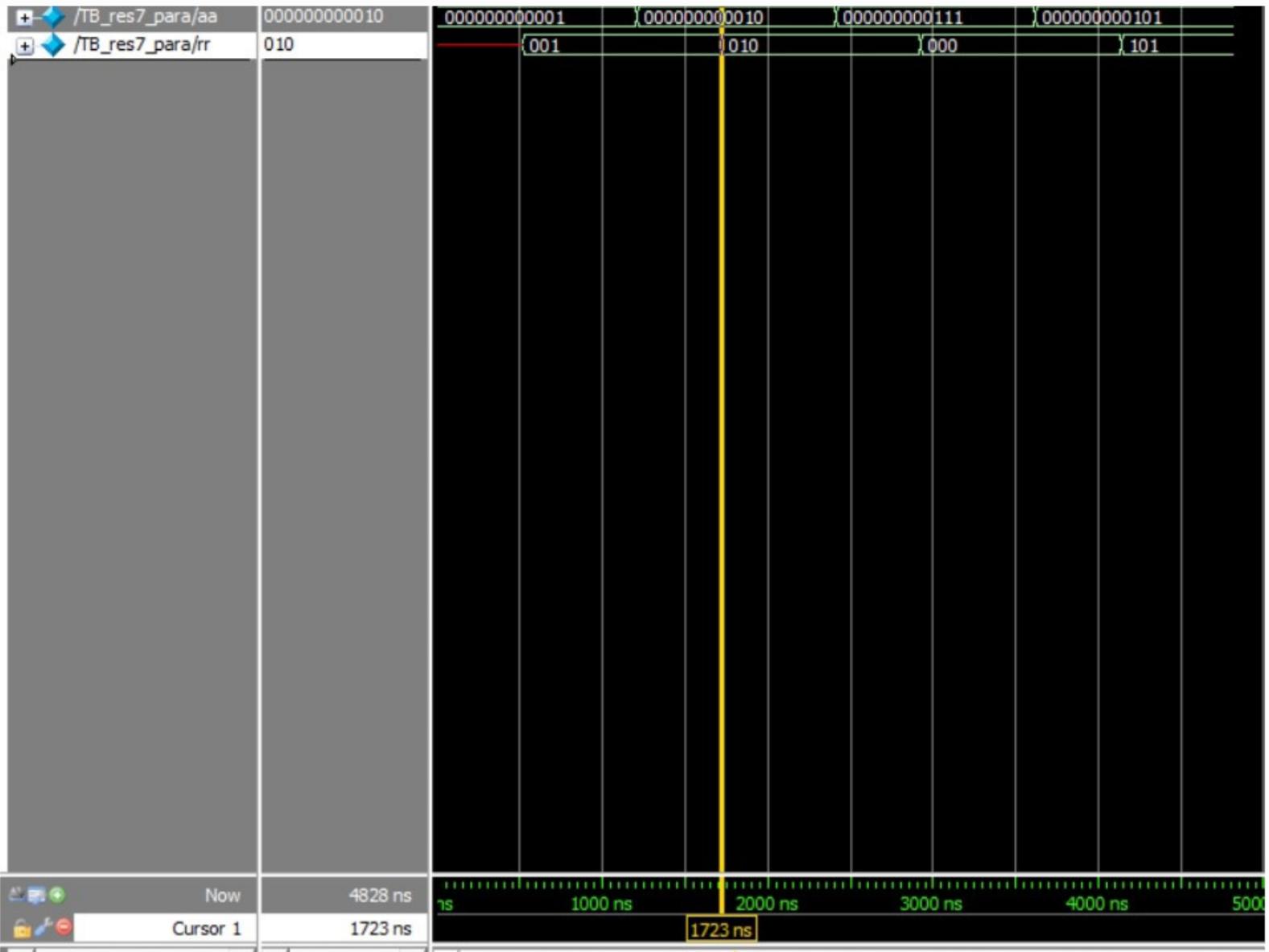
در شبیه سازی نیز همین دو مقدار ظاهر شدند.

سوال ۳

```
module residue2_7(input a2,a1,a0,b2,b1,b0, output r2,r1,r0);
    wire [5:0] A ;
    wire [2:0] R ;
    assign A = {a2,a1,a0,b2,b1,b0};
    assign#258 R = A%7;
    assign r2 = R[2];
    assign r1 = R[1];
    assign r0 = R[0];
endmodule

module residue7_para #(parameter s=48)(input [(s-1):0]A, output [2:0]R);
    wire C[$clog2(s/6)+1]:0][(s-1):0];
    genvar i, j, k;
    generate
        for(k=0; k<s; k=k+1) begin:out
            assign C[$clog2(s/6)+1][k] = A[k];
        end
        for(i=$clog2(s/6)+1; i>0; i=i-1) begin:rows
            for(j=0; j<$pow(2,i); j=j+1) begin:residues
                residue2_7 #12 UUT(C[i][(s-1)-j*6],C[i][(s-2)-j*6],C[i][s-3-j*6],C[i][s-4-j*6],C[i][s-5-j*6],C[i][s-6-j*6],C[i-1][s-1-j*3],C[i-1][s-2-j*3],C[i-1][s-3-j*3]);
            end
        end
    endgenerate
    assign R[2] = C[0][s-1];
    assign R[1] = C[0][s-2];
    assign R[0] = C[0][s-3];
endmodule

module TB_res7_para();
    logic [11:0]aa = 12'd1;
    wire [2:0]rr ;
    residue7_para#12 UUT(aa, rr);
    initial begin
        #1207 aa = 12'd2;
        #1207 aa = 12'd7;
        #1207 aa = 12'd5;
        #1207 $stop;
    end
endmodule
```



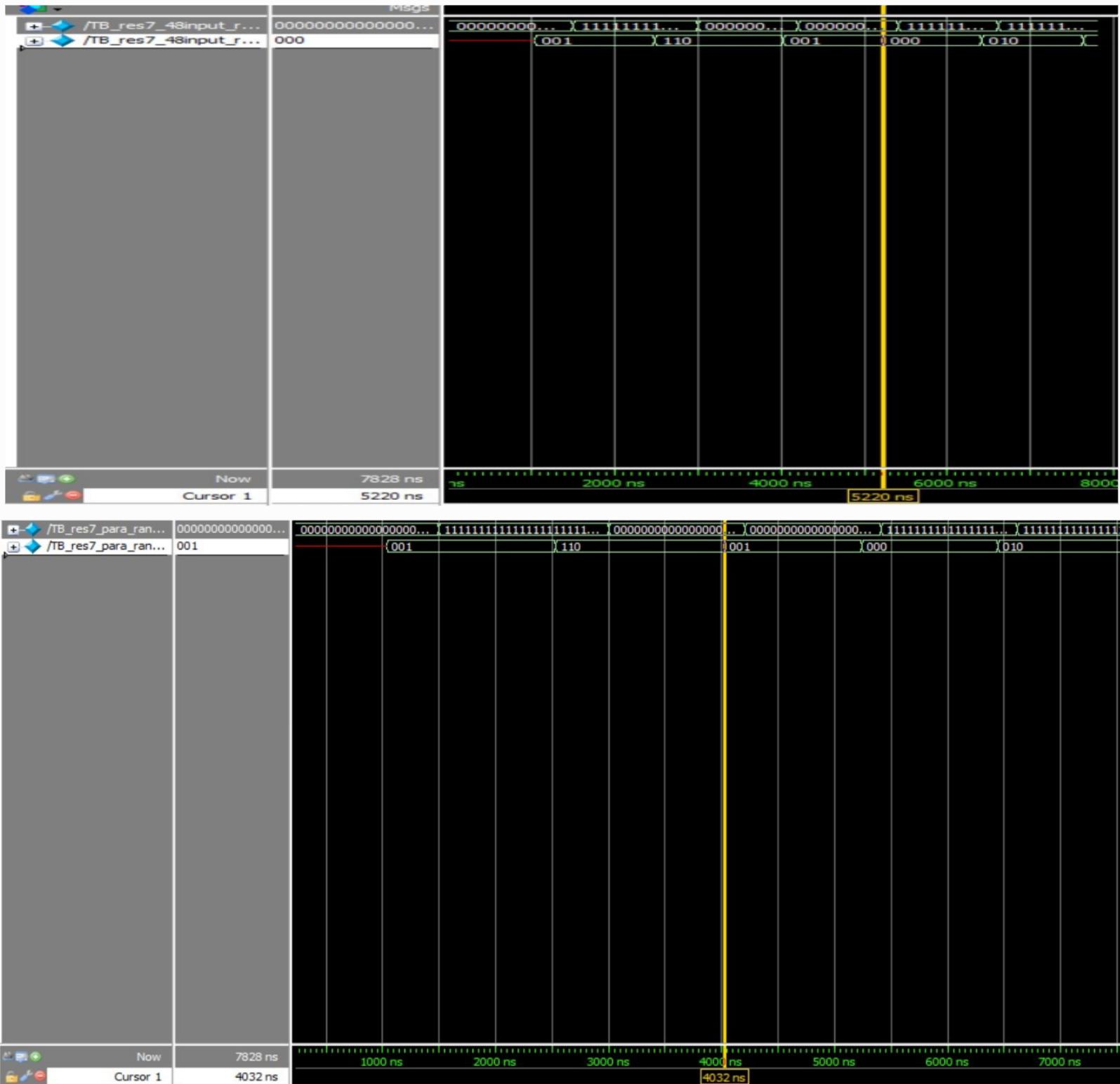
در این بخش تنها از دیلی 258 برای خود residue-7 استفاده شده و برای مثال تست بنج چون 12 ورودی یعنی 2 ردیف residue-7 مقدار دیلی مورد انتظار 516 خواهد بود که با مقدار شبیه سازی شده نیز سازگار است و دیلی فیکی و پیوسته این مدل شبیه سازی خواهد بود. (به ازای هر مقدار پارامتر دیلی های تعییر نمیکنند).

سوال ۴ و ۵

در دو مثال زیر برای بخش ۴ دیلی های 1032, 1013, 1005, 971 مشاهده شده اند. اما در بخش ۵ دیلی همواره بیشترین مقدار 1032 است.

```
module TB_res7_48input_rand();
    logic [47:0]aa = 48'd1;
    wire [2:0]rr ;
    residue7_48bit UUT(aa, rr);
    initial repeat(2) #1500 aa = ~aa;
    initial begin
        #4207 aa = $random();
        #1207 aa = $random();
        #1207 aa = $random();
        #1207 $stop;
    end
endmodule
```

```
module TB_res7_para_rand();
    logic [47:0]aa = 48'd1;
    wire [2:0]rr ;
    residue7_para#48 UUT(aa, rr);
    initial repeat(2) #1500 aa = ~aa;
    initial begin
        #4207 aa = $random();
        #1207 aa = $random();
        #1207 aa = $random();
        #1207 $stop;
    end
endmodule
```



TB3_2.sv	✓ Syst...	8	05/14/2023 03:33:11 ...
TB5.sv	✓ Syst...	4	05/14/2023 03:34:27 ...
Q2.sv	✓ Syst...	1	05/14/2023 12:21:09 ...
TB_Q1.sv	✓ Syst...	5	05/14/2023 03:24:33 ...
TB2.sv	✓ Syst...	2	05/14/2023 01:29:24 ...
Q1-2.sv	✓ Syst...	7	05/14/2023 03:06:27 ...
TB4.sv	✓ Syst...	3	05/14/2023 02:38:00 ...
Q1.sv	✓ Syst...	0	05/14/2023 03:25:51 ...
Q3_2.sv	✓ Syst...	6	05/14/2023 03:33:01 ...