

## سوال ۸ جبرانی پایانترم

پوریا محمودخان شیرازی ۴۰۱۱۱۰۲۸۹

ماژول خود پارکینگ در فایل parking\_module.v قرار دارد، همچنین ۴ تست بنچ برای تست کردن دقیق سوال در فایل های بنام test\_bench\_i.v قرار دارند. هر تست بنچ یک سری اج کیس خاص را از کدمان بررسی میکند.

اولا، فایل اصلی مان بدین صورت است:

```
1 module Parking(
2     input clk,
3     input reset, // reset to start the day
4     input car_entered,
5     input is_uni_car_entered,
6     input car_exited,
7     input is_uni_car_exited,
8     output reg [8:0] uni_parked_car,
9     output reg [8:0] parked_car,
10    output reg [8:0] uni_vacated_space,
11    output reg [8:0] vacated_space,
12    output reg is_uni_vacated_space,
13    output reg is_vacated_space,
14    output reg illegal_enter,
15    output reg illegal_exit
16);
17    wire [4:0] hour; // hour = real hour - 8
18    reg [8:0] limit_uni, limit_reg;
19
20    reg [12:0] real_time;
21    assign hour = real_time [12:8]; // each hour is 256 clocks
22
23    always @(posedge clk or reset)begin
24        if(reset == 1)begin
25            real_time = 0;
26        end
27        else begin
28            real_time = real_time + 1;
29        end
30    end
31
32    always @(hour)begin
33        if(hour == 0)begin // at 8
34            limit_uni = 500;
35            limit_reg = 200;
36        end
37        if(hour == 5)begin // at 13
38            limit_uni = 450;
39            limit_reg = 250;
40        end
41        if(hour == 6)begin // at 14
42            limit_uni = 400;
43            limit_reg = 300;
44        end
45        if(hour == 7)begin // at 15
46            limit_uni = 350;
47            limit_reg = 350;
48        end
49        if(hour == 8)begin // at 16
50            limit_uni = 200;
51            limit_reg = 500;
52        end
53    end
54
55    always @(posedge clk)begin
56        illegal_enter = 0;
57        illegal_exit = 0;
58        uni_is_vacated_space = 1;
59        is_vacated_space = 1;
60
61        if(uni_parked_car > limit_uni)begin
62            parked_car = parked_car + uni_parked_car - limit_uni;
63            vacated_space = limit_reg - parked_car;
64            uni_parked_car = limit_uni;
65            uni_is_vacated_space = 0;
66        end
67
68        if(reset == 1)begin
69            uni_parked_car = 0;
70            parked_car = 0;
71            uni_vacated_space = 500;
72            vacated_space = 200;
73        end
74
75        if(car_exited)begin
76            if(is_uni_car_exited == 1)begin
77                if(0 < uni_parked_car)begin
78                    uni_parked_car = uni_parked_car - 1;
79                    uni_vacated_space = uni_vacated_space + 1;
80                end
81                else illegal_exit = 1;
82            end
83            if(is_uni_car_exited == 0)begin
84                if(parked_car > 0)begin
85                    parked_car = parked_car - 1;
86                    vacated_space = vacated_space + 1;
87                end
88                else illegal_exit = 1;
89            end
90        end
91    end
```

```

92     if(car_entered)begin
93         if(is uni_car_entered == 1)begin
94             if (limit_uni > uni_parked_car)begin
95                 uni_parked_car = uni_parked_car + 1;
96                 uni_vacated_space = uni_vacated_space - 1;
97             end
98             else if(limit_reg > parked_car)begin
99                 parked_car = parked_car + 1;
100                 vacated_space = vacated_space - 1;
101             end
102             else illegal_enter = 1;
103         end
104         if(is uni_car_entered == 0)begin
105             if( limit_reg > parked_car )begin
106                 parked_car = parked_car + 1;
107                 vacated_space = vacated_space - 1;
108             end
109             else illegal_enter = 1;
110         end
111     end
112 end
113 if (uni_parked_car >= limit_uni) uni_is_vacated_space = 0;
114 if (parked_car >= limit_reg) is_vacated_space = 0;
115 end
116 endmodule
117

```

یک توضیح مختصری از کارکرد، خواص و فرض های کد میدهیم.

اولاً، هر ساعت را ۲۵۶ کلاک گرفته ایم برای سادگی محاسبات. در هر کلاک ورودی ها بررسی میشوند. دکمه ریست هم هست که باعث میشود زمان به ۸ صبح برود. مدل سازی ما از ۸ صبح تا ۱۲ شب (زمان کاری پارکینگ) هست.

روش ورود ماشین ها بدین گونه است. ماشین آزاد که تنها در مکان آزاد میتواند پارک کند. استاید نیز در صورت وجود جای خالی، در مکان پارک دانشگاه، و در غیر این صورت، به عنوان ماشین آزاد وارد میشوند. همچنین در بین ساعات ۱۳ تا ۱۶ که ظرفیت دانشگاهی کم میشود. در صورت اتفاق افتادن اورفلو، تعدادی از ماشین های استاید به عنوان ماشین آزاد در نظر گرفته میشوند و هنگام خروج، به همین حالت خارج میشوند. قسمت کنترل این عماکرد، در عکس سوم قرار دارد. در صورت ورود غیر مجاز، سیگنال خروجی illegal\_enter ۱ میشود به مدت یک کلاک

هنگام خروج نیز بررسی میشود که نوع ماشینی که دارد خارج میشود، موجود باشد. در صورت خروج غیر مجاز، illegal\_exit به مدت یک کلاک ۱ میشود.

در نهایت مطابق صفر بودن یا نبودن vacated\_space و uni\_vacated space، بیت های is\_vacated\_space و uni\_is\_vacated\_space تعیین میشوند.

دقت کنید که اول خروج ها هندل میشوند و بعد از آن ورود ها. این نکته مهم است چرا که اگر ۰ تا ماشین درون پارکینگ باشند و هر دو بیت ورود و خروج روشن باشند، خروج غیر قانونی است. منطقی هم هست چرا که باید ماشینی درون پارکینگ باشند از قبل که بشه خارج شه.

برای تست آن ۴ تست بنچ طراحی شده است

در test\_bench.v خواص مرزی ورود و خروج ماشین های آزاد طی زمان بررسی شده اند:

```

VSDM68> run -all
# 9: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
# 10: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
# 11: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
# 12: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
# 13: free_parked: 201
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 511
# uni_vacancy: 500
# 14: free_parked: 251
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 461
# uni_vacancy: 500
# 15: free_parked: 301
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 411
# uni_vacancy: 500
# 16: free_parked: 351
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 361
# uni_vacancy: 500
# 17: free_parked: 500
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 212
# uni_vacancy: 500

```

در test\_bench\_2.v خواص مرزی ورودی و خروجی دانشگاه طی زمان است:

```
VSIM 71> run -all
# 9: free_parked: 0
# uni_parked: 256
# free_vacancy: 200
# uni_vacancy: 244
#
# 10: free_parked: 12
# uni_parked: 500
# free_vacancy: 188
# uni_vacancy: 0
#
# 11: free_parked: 200
# uni_parked: 500
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 0
#
# 12: free_parked: 200
# uni_parked: 500
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 0
#
# 13: free_parked: 250
# uni_parked: 450
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 0
#
# 14: free_parked: 300
# uni_parked: 400
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 0
#
# 15: free_parked: 350
# uni_parked: 350
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 0
#
# 16: free_parked: 500
# uni_parked: 200
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 0
#
# 17: free_parked: 500
# uni_parked: 200
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 0
```

در test\_bench\_3.v همه خواص مرزی ارور ساز برای ورود خروج غیرمجاز بررسی شده اند:

```
VSIM 74> run -all
# 9: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
#
# 9: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
# free has vacancy: 0 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 1 illegal enter: 0
#
# 9: free_parked: 199
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 1
# uni_vacancy: 500
# free has vacancy: 1 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 0 illegal enter: 0
#
# 9: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
# free has vacancy: 0 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 0 illegal enter: 0
#
# 9: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
# free has vacancy: 0 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 0 illegal enter: 1
#
# 9: free_parked: 200
# uni_parked: 1
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 499
# free has vacancy: 0 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 0 illegal enter: 0
#
# 9: free_parked: 200
# uni_parked: 0
# free_vacancy: 0
# uni_vacancy: 500
# free has vacancy: 0 uni has vacancy: 1
```

در test\_bench\_4.v همه خواص مرزی ارور ساز ورود خروج غیر مجاز بعد از شروع تغییر ظرفیت بررسی شده است:

```

VSM 77> run -all
# 10: free_parked: 12
#     uni_parked: 509
#     free_vacancy: 188
#     uni_vacancy: 0
#
# 16: free_parked: 312
#     uni_parked: 199
#     free_vacancy: 188
#     uni_vacancy: 1
# free has vacancy: 1 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 0 illegal enter: 0
#
# 16: free_parked: 311
#     uni_parked: 199
#     free_vacancy: 189
#     uni_vacancy: 1
# free has vacancy: 1 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 0 illegal enter: 0
#
# 16: free_parked: 312
#     uni_parked: 199
#     free_vacancy: 188
#     uni_vacancy: 1
# free has vacancy: 1 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 0 illegal enter: 0
#
# 16: free_parked: 313
#     uni_parked: 199
#     free_vacancy: 187
#     uni_vacancy: 1
# free has vacancy: 1 uni has vacancy: 1
# illegal exit: 0 illegal enter: 0
#
# 16: free_parked: 313
#     uni_parked: 200
#     free_vacancy: 187
#     uni_vacancy: 0
# free has vacancy: 1 uni has vacancy: 0
# illegal exit: 0 illegal enter: 0
#
# 16: free_parked: 313
#     uni_parked: 199
#     free_vacancy: 187
#     uni_vacancy: 1
# free has vacancy: 1 uni has vacancy: 1

```

در نهایت قسمت ب را بررسی میکنیم:

Fmax Summary				
	Fmax	Restricted Fmax	Clock Name	Note
1	22.19 Mhz	22.19 Mhz	clk	

Summary (Hold)			
	Clock	Slack	End Point TNS
1	clk	2.893	0.000

Summary (Setup)			
	Clock	Slack	End Point TNS
1	clk	-44.057	-1385.401

که داریم:

$$\frac{1}{(44.057 + 2.893) \times 10^{-9}} = 0.02134 \times 10^9 = 21.34 \text{ MHz}$$

که حدود همان ۲۲/۱۹ Mhz ای هست که بدست آوردیم.