



پروژه جبرانی پایانترم

درس طراحی سیستم‌های دیجیتال استاد فصحتی

نام و نام خانوادگی : مهرآذین ملک قاسمی

شماره دانشجویی : ۴۰۱۱۰۰۵۳۹

توضیحات پروژه

در این پروژه شبیه‌سازی سیستم مدیریت پارکینگ (سوال ۸ میانترم) مدلسازی شده است. ماژول اصلی این پروژه، parking.v نام دارد. برای شبیه‌سازی زمان یک شمارنده داریم که با لبه‌ی مثبت کلاک یک دقیقه به جلو می‌رود و همچنین این شمارنده به صورت ۲۴ ساعته کار می‌کند. طراحی این ماژول در فایل clock_counter.v قرار دارد.

ورودی‌های parking:

| مقدار ورودی و توضیحات | 0 | 1 |
|-----------------------|---|---|
| car_entered | خودروی نمی‌خواهد وارد شود | یک خودرو می‌خواهد وارد شود |
| is_uni_car_entered | خودرو وارد شده مربوط به خارج از دانشگاه است | خودرو وارد شده مربوط به دانشگاه است |
| car_exited | خودروی قصد خروج ندارد | خودروی می‌خواهد خارج شود |
| is_uni_car_exited | خودرو خارج شده مربوط به دانشگاه نیست | خودرو خارج شده مربوط به دانشگاه است |
| clk | ساعت برای clock counter | |
| enable | ماژول پارکینگ کار نمی‌کند | شروع به کار ماژول parking این سیگنال فقط در ابتدای برنامه ۰ است و حتی در ساعاتی که پارکینگ بسته است باید فعال باشد |
| enable_cnt | ساعت جلو نمی‌رود | شروع به کار clock counter |
| reset_cnt | - | صفر کردن ساعت |

خانه های زرد رنگ ورودی‌های هستند که خودمان اضافه کردیم.

ورودی‌های clock_counter:

همان reset و enable

خروجی‌های parking:

| | |
|-----------------------------|---|
| uni_parked_cars | تعداد ماشین‌های پارک شده مربوط به دانشگاه |
| parked_cars | تعداد سایر ماشین‌های پارک شده |
| uni_vacated_space | ظرفیت خالی دانشگاه |
| vacated_space | ظرفیت خالی برای غیراز دانشگاه |
| uni_is_vacated_space | آیا برای خودرو های دانشگاه ظرفیت خالی وجود دارد؟ توجه: اگر این سیگنال ۰ شود و خودروی بخواهد وارد شود که برای دانشگاه باشد، سیگنال مربوطه دریافت می‌شود اما خودرو امکان پارک کردن ندارد ولی سیستم به خطایی نمی‌خورد. |
| is_vacated_space | آیا برای غیر از دانشگاه ظرفیت خالی وجود دارد؟ |
| d | روز |
| h | ساعت |
| m | دقیقه |
| no_car_error | این خطا مربوط به وقتی است که سیگنال car_exited یک می‌شود و تعداد ماشین‌های پارک شده مربوطه به آن دسته (دانشگاه / غیردانشگاه) صفر است. این نوع خطا جتی بعد از صفر شدن سیگنال خروجی هم باقی می‌ماند و تنها وقتی از بین می‌رود که ظرفیت مذکور بیش از ۰ شود و خودروی از آن دسته قصد خروج کند. |
| uni_capacity_error | چون بعد از ساعت ۱۳ راس هر ساعت ۵۰ تا از ظرفیت دانشگاه کم می‌شود، ممکن است ماشین‌هایی که تا کنون پارک شده‌اند بیشتر از ظرفیت جدید باشند. در اینصورت سیستم منتظر می‌ماند تا ماشین‌های دانشگاه به اندازه‌ی خارج شوند که ظرفیت بیشتر از ماشین‌های پارک شده باشد. بدیهی است که خودرو های دانشگاه در زمان وجود این خطا اجازه پارک کردن ندارند. |
| capacity_error | این خطا مانند خطای قبل است و برای زمانی است که شروع یک روز جدید است و ظرفیت دانشگاه باید ۵۰۰ شود ولی اگر خودرو های غیردانشگاهی که هم‌کنون در پارکینگ پارک شده‌اند بیشتر از ۲۰۰ تا باشد، سیگنال مربوطه ۱ می‌ماند تا زمانی که خودرو های غیر خارج شوند و ظرفیت و تعداد با هم هماهنگی داشته باشند. |

بستر آزمون

برای آزمون سه ماژول با نام‌های testbench1.v ، testbench2.v و TestBench_FullCapacity.v در نظر گرفته شده است.

Testbench1

ساز و کار این ماژول به شرح زیر است:

ابتدا ساعت شروع به کار می‌کند و با هر لبه مثبت clk یک دقیقه می‌شمارد. هر ۵ واحد زمانی برابر با ۱ دقیقه می‌باشد. وقتی ساعت ۸ را نشان می‌دهد، پارکینگ آغاز به کار می‌کند.

در ابتدا تا ساعت ۱۳ در هر ۱۵ دقیقه یک بار یک خودرو وارد می‌شود که به صورت تصادفی انتخاب می‌کنیم برای دانشگاه باشد یا خیر. سپس بعد از ساعت ۱۳ هر ۱۵ دقیقه یک بار یک خودرو خارج می‌شود و همچنین یک خودرو وارد می‌شود. این روند تا ساعت ۲۳:۵۹ که زمان تعطیل شدن پارکینگ است ادامه پیدا می‌کند. پارکینگ از ساعت ۰۰:۰۰ تا ساعت ۸:۰۰ بسته است و تعداد خودرو ها هیچ تغییری نمی‌کند و سیگنال های ورود و خروج هم ۰ هستند.

دقت کنید در زمانی که به خطا می‌خوریم نمی‌توان به خروجی سیستم اعتماد کرد.

ما این شبیه سازی را در ModelSim برای 24ns که برابر حدود ۴۰ ساعت است انجام داده ایم و از صحت کارکرد مدار اطمینان حاصل کرده ایم.

خروجی transcript برای این تست در فایل TestBenchOutputs-tb1 در پوشه transcripts قرار دارد.

```
VSIM 2> run
# 08:01
# uni parked cars : 1 - parked cars: 0 - uni vacated space : 499 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:16
# uni parked cars : 2 - parked cars: 0 - uni vacated space : 498 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:31
# uni parked cars : 2 - parked cars: 1 - uni vacated space : 498 - vacated space : 199
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:46
# uni parked cars : 2 - parked cars: 2 - uni vacated space : 498 - vacated space : 198
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 09:01
# uni parked cars : 2 - parked cars: 3 - uni vacated space : 498 - vacated space : 197
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 09:16
# uni parked cars : 2 - parked cars: 4 - uni vacated space : 498 - vacated space : 196
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 09:31
# uni parked cars : 3 - parked cars: 4 - uni vacated space : 497 - vacated space : 196
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 09:46
# uni parked cars : 3 - parked cars: 5 - uni vacated space : 497 - vacated space : 195
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:01
# uni parked cars : 4 - parked cars: 5 - uni vacated space : 496 - vacated space : 195
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:16
# uni parked cars : 4 - parked cars: 6 - uni vacated space : 496 - vacated space : 194
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:31
# uni parked cars : 5 - parked cars: 6 - uni vacated space : 495 - vacated space : 194
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:46
# uni parked cars : 6 - parked cars: 6 - uni vacated space : 494 - vacated space : 194
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
```

خروجی مدار راس بعد از ساعت ۸ در روز اول

```

# 12:16
# uni parked cars : 9 - parked cars: 9 - uni vacated space : 491 - vacated space : 191
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 12:31
# uni parked cars : 9 - parked cars: 10 - uni vacated space : 491 - vacated space : 190
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 12:46
# uni parked cars : 10 - parked cars: 10 - uni vacated space : 490 - vacated space : 190
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 13:01
# uni parked cars : 11 - parked cars: 10 - uni vacated space : 439 - vacated space : 240
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 13:16
# uni parked cars : 12 - parked cars: 10 - uni vacated space : 438 - vacated space : 240
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 13:31
# uni parked cars : 13 - parked cars: 10 - uni vacated space : 437 - vacated space : 240
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 13:46
# uni parked cars : 14 - parked cars: 10 - uni vacated space : 436 - vacated space : 240
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 14:01
# uni parked cars : 14 - parked cars: 10 - uni vacated space : 386 - vacated space : 290
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 14:16
# uni parked cars : 14 - parked cars: 10 - uni vacated space : 386 - vacated space : 290
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 14:31
# uni parked cars : 14 - parked cars: 10 - uni vacated space : 386 - vacated space : 290
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 14:46
# uni parked cars : 14 - parked cars: 10 - uni vacated space : 386 - vacated space : 290
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 15:01
# uni parked cars : 15 - parked cars: 9 - uni vacated space : 335 - vacated space : 341
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 15:16

```

تغییر ظرفیت‌ها از ساعت ۱۳ به بعد

```

# uni parked cars : 15 - parked cars: 9 - uni vacated space : 335 - vacated space : 341
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 15:46
# uni parked cars : 16 - parked cars: 8 - uni vacated space : 334 - vacated space : 342
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 16:01
# uni parked cars : 17 - parked cars: 7 - uni vacated space : 183 - vacated space : 493
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 16:16
# uni parked cars : 16 - parked cars: 8 - uni vacated space : 184 - vacated space : 492
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 16:31
# uni parked cars : 15 - parked cars: 9 - uni vacated space : 185 - vacated space : 491
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 16:46
# uni parked cars : 16 - parked cars: 8 - uni vacated space : 184 - vacated space : 492
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 17:01
# uni parked cars : 15 - parked cars: 9 - uni vacated space : 185 - vacated space : 491
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 17:16
# uni parked cars : 14 - parked cars: 10 - uni vacated space : 186 - vacated space : 490
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 17:31
# uni parked cars : 13 - parked cars: 11 - uni vacated space : 187 - vacated space : 489
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 17:46
# uni parked cars : 14 - parked cars: 10 - uni vacated space : 186 - vacated space : 490
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 18:01
# uni parked cars : 15 - parked cars: 9 - uni vacated space : 185 - vacated space : 491
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 18:16
# uni parked cars : 16 - parked cars: 8 - uni vacated space : 184 - vacated space : 492
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 18:31
# uni parked cars : 17 - parked cars: 7 - uni vacated space : 183 - vacated space : 493

```

تغییر ظرفیت ساعت ۱۶

```

# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 23:01
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 188 - vacated space : 488
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 23:16
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 188 - vacated space : 488
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 23:31
# uni parked cars : 11 - parked cars: 13 - uni vacated space : 189 - vacated space : 487
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 23:46
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 188 - vacated space : 488
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 00:01
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 00:16
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 00:31
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 00:46
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 01:01
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 01:16
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 01:31
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 01:46
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |

```

تعطیلی پارکینگ در ساعت ۰۰:۰۰ و تغییر ظرفیت

```

# 07:16
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 07:31
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 07:46
# uni parked cars : 12 - parked cars: 12 - uni vacated space : 488 - vacated space : 188
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:01
# uni parked cars : 12 - parked cars: 13 - uni vacated space : 488 - vacated space : 187
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:16
# uni parked cars : 13 - parked cars: 13 - uni vacated space : 487 - vacated space : 187
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:31
# uni parked cars : 13 - parked cars: 14 - uni vacated space : 487 - vacated space : 186
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:46
# uni parked cars : 14 - parked cars: 14 - uni vacated space : 486 - vacated space : 186
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 09:01
# uni parked cars : 14 - parked cars: 15 - uni vacated space : 486 - vacated space : 185
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 09:16
# uni parked cars : 14 - parked cars: 16 - uni vacated space : 486 - vacated space : 184
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 09:31
# uni parked cars : 14 - parked cars: 17 - uni vacated space : 486 - vacated space : 183
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 09:46
# uni parked cars : 14 - parked cars: 18 - uni vacated space : 486 - vacated space : 182
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:01
# uni parked cars : 14 - parked cars: 19 - uni vacated space : 486 - vacated space : 181
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:16

```

شروع به کار پارکینگ در روز جدید

Testbench2

هدف طراحی این تست مشاهده خطاهاست. در اینجا هم مانند تست قبل بعد از ساعت ۸ در هر ۱۵ دقیقه به صورت تصادفی ورود یا خروج خودرو ها مشخص می‌شود. چون احتمال خروج یک خودرو در ابتدای کار یا وقتی هیچ خودرو از نوع خاص پارک نشده است به شدت بالا می‌رود تا خطای no car error را مشاهده کنیم. شبیه سازی برای مدت 12ns و 24ns انجام شده است.

برای این تست فایل TestBenchOutputs-tb1 در پوشه transcripts قرار داده شده است.

```
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:01
# 1 car entered! uni parked cars : 0 - parked cars: 4 - uni vacated space : 500 - vacated space : 196
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:16
# 1 car entered! 1 car exited!
# uni parked cars : 1 - parked cars: 4 - uni vacated space : 499 - vacated space : 196
# ERROR : There is no car, but the signal shows one car wants to exit!
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:31
# uni parked cars : 1 - parked cars: 4 - uni vacated space : 499 - vacated space : 196
# ERROR : There is no car, but the signal shows one car wants to exit!
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 10:46
# 1 car entered! uni parked cars : 2 - parked cars: 4 - uni vacated space : 498 - vacated space : 196
# ERROR : There is no car, but the signal shows one car wants to exit!
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 11:01
# 1 car entered! 1 car exited!
# uni parked cars : 3 - parked cars: 3 - uni vacated space : 497 - vacated space : 197
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 11:16
# 1 car entered! 1 car exited!
# uni parked cars : 3 - parked cars: 3 - uni vacated space : 497 - vacated space : 197
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 11:31
# 1 car entered! 1 car exited!
# uni parked cars : 3 - parked cars: 3 - uni vacated space : 497 - vacated space : 197
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 11:46
# 1 car entered! uni parked cars : 4 - parked cars: 3 - uni vacated space : 496 - vacated space : 197
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 12:01
# 1 car exited!
# uni parked cars : 4 - parked cars: 2 - uni vacated space : 496 - vacated space : 198
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 12:16
```

همانطور که می‌بیند در ساعت ۱۰:۰۱ خودرو های پارک شده دانشگاه ۰ هستند. توجه کنید اول سیگنال خروج خودرو می‌آید و در آن لحظه خودروی پارک نیست ولی بعدش خودروی که وارد شده پارک می‌شود به همین دلیل در خروجی خودرو های پارک شده دانشگاه مقدار ۱ دارد. این خطا تا ساعت ۱۱:۰۱ باقی می‌ماند چون در این ساعت سیگنال باز هم فعال می‌شود اما این بار خللی در خروج خودرو به وجود نمی‌آید.

Testbench_FullCapacity

این تست برای مشاهده خطای مغایرت ظرفیت طراحی شده است. شیوه این تست به اینصورت است که از ساعت ۸ تا ساعت ۲۳:۵۹ در هر دقیقه یک ورود داریم. از ساعت ۸ تا ۱۴:۴۰ خودرو وارد شده برای دانشگاه است و پس از آن خودرو وارد شده مربوط به ظرفیت آزاد است. در ساعت ۱۶:۰۱ به دلیل اینکه ظرفیت دانشگاه به ۲۰۰ می‌رسد اما خودروهای پارک شده از این تعداد بیشترند انتظار داریم خطای مربوطه را ببینیم.

از ساعت ۱۴:۴۰ تا ساعت تعطیلی در هر دقیقه یک خودرو مربوط به دانشگاه خارج می‌شود، پس خطای مغایرت ظرفیت دانشگاه در ساعت ۱۹:۵۲ از بین می‌رود. به دلیل اینکه در ساعت تعطیلی تعداد خودروهای پارک شده بیشتر از ظرفیت آزاد می‌شود (چون ظرفیت آزاد به حالت پیش فرض برمی‌گردد)، خطای

“ERROR: The new capacity is less than the cars which are already parked”

را مشاهده می‌کنیم.

این تست برای ۱۶ns یا حدود ۲۷ ساعت شبیه سازی شده است. خروجی آن در فایل text

TestBenchOutputs-tb-fullcapacity در پوشه transcripts قرار داده شده است.

```
# 08:00
# uni parked cars : 0 - parked cars: 0 - uni vacated space : 500 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:01
# uni parked cars : 1 - parked cars: 0 - uni vacated space : 499 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:02
# uni parked cars : 2 - parked cars: 0 - uni vacated space : 498 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:03
# uni parked cars : 3 - parked cars: 0 - uni vacated space : 497 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:04
# uni parked cars : 4 - parked cars: 0 - uni vacated space : 496 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:05
# uni parked cars : 5 - parked cars: 0 - uni vacated space : 495 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:06
# uni parked cars : 6 - parked cars: 0 - uni vacated space : 494 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:07
# uni parked cars : 7 - parked cars: 0 - uni vacated space : 493 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:08
# uni parked cars : 8 - parked cars: 0 - uni vacated space : 492 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:09
# uni parked cars : 9 - parked cars: 0 - uni vacated space : 491 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:10
# uni parked cars : 10 - parked cars: 0 - uni vacated space : 490 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:11
# uni parked cars : 11 - parked cars: 0 - uni vacated space : 489 - vacated space : 200
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 08:12
```

ورود خودروها


```

# uni parked cars : 271 - parked cars: 190 - uni vacated space : 79 - vacated space : 160
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 15:58
# uni parked cars : 270 - parked cars: 191 - uni vacated space : 80 - vacated space : 159
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 15:59
# uni parked cars : 269 - parked cars: 192 - uni vacated space : 81 - vacated space : 158
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 16:00
# uni parked cars : 268 - parked cars: 193 - uni vacated space : 82 - vacated space : 157
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 16:01
# uni parked cars : 268 - parked cars: 194 - uni vacated space : 0 - vacated space : 156
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 1 |
# 16:02
# uni parked cars : 268 - parked cars: 195 - uni vacated space : 0 - vacated space : 155
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 1 |
# 16:03
# uni parked cars : 268 - parked cars: 196 - uni vacated space : 0 - vacated space : 154
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 1 |
# 16:04
# uni parked cars : 268 - parked cars: 197 - uni vacated space : 0 - vacated space : 153
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 1 |
# 16:05
# uni parked cars : 268 - parked cars: 198 - uni vacated space : 0 - vacated space : 152
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 1 |
# 16:06
# uni parked cars : 268 - parked cars: 199 - uni vacated space : 0 - vacated space : 151
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 1 |
# 16:07
# uni parked cars : 268 - parked cars: 200 - uni vacated space : 0 - vacated space : 150

```

ساعت ۱۶:۰۱ که ظرفیت و تعداد با هم نمیخوانند.

```

# uni parked cars : 203 - parked cars: 350 - uni vacated space : 0 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 0 |
# 19:50
# uni parked cars : 202 - parked cars: 350 - uni vacated space : 0 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 0 |
# 19:51
# uni parked cars : 201 - parked cars: 350 - uni vacated space : 0 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity for university cars is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 0 |
# 19:52
# uni parked cars : 200 - parked cars: 351 - uni vacated space : 0 - vacated space : 149
# |uni is vacated : 0 | is vacated : 1 |
# 19:53
# uni parked cars : 199 - parked cars: 352 - uni vacated space : 1 - vacated space : 148
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 19:54
# uni parked cars : 198 - parked cars: 353 - uni vacated space : 2 - vacated space : 147
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 19:55
# uni parked cars : 197 - parked cars: 354 - uni vacated space : 3 - vacated space : 146
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 19:56
# uni parked cars : 196 - parked cars: 355 - uni vacated space : 4 - vacated space : 145
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 19:57
# uni parked cars : 195 - parked cars: 356 - uni vacated space : 5 - vacated space : 144
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 19:58
# uni parked cars : 194 - parked cars: 357 - uni vacated space : 6 - vacated space : 143
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 19:59
# uni parked cars : 193 - parked cars: 358 - uni vacated space : 7 - vacated space : 142
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 1 |
# 20:00
# uni parked cars : 192 - parked cars: 359 - uni vacated space : 8 - vacated space : 141

```

از ساعت ۱۹:۵۳ خطا برطرف می‌شود

```
# 23:59
# uni parked cars : 117 - parked cars: 500 - uni vacated space : 83 - vacated space : 0
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:00
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:01
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:02
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:03
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:04
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:05
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:06
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:07
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
# ERROR : The new capacity is less than the cars which are already parked
# |uni is vacated : 1 | is vacated : 0 |
# 00:08
# uni parked cars : 116 - parked cars: 500 - uni vacated space : 384 - vacated space : 0
```

تعطیلی پارکینگ و مشکل ظرفیت آزاد

سنتز

در ابتدا مشاهده شد که کد parking.v قابل سنتز نیست زیرا vacated_space ، uni_vacated_space ، uni_parked_cars و parked_cars در در بلوک always مقداره‌ی می‌شدند. بنابراین کمی ماژول را تغییر دادیم و آنرا در parking_synthesisble.v قرار دادیم. همچنین برای اینکه مطمئن شویم کارکرد مدار تغییری نکرده یکبار تست ها را برای آن اجرا کردیم و خروجی را در TestBenchOutputs-tb1&tb3.txt در پوشه transcripts قرار داده‌ایم.

گزارش های سنتز:

ماژول مذکور را برای Cyclone V SE Base مدل 5CSEBA6U23I7 سنتز کردیم.

| Slow 1100mV 100C Model Fmax Summary | | | | |
|-------------------------------------|------------|-----------------|-------------|------|
| | Fmax | Restricted Fmax | Clock Name | Note |
| 1 | 18.39 MHz | 18.39 MHz | car_entered | |
| 2 | 252.08 MHz | 252.08 MHz | clk | |

بیشترین فرکانس = 18.39MHz

| Slow 1100mV 100C Model Setup Summary | | | |
|--------------------------------------|-------------|---------|---------------|
| | Clock | Slack | End Point TNS |
| 1 | car_entered | -30.380 | -992.607 |
| 2 | clk | -2.967 | -84.383 |

بیشینه تاخیر setup = 30.380ns

| Slow 1100mV 100C Model Hold Summary | | | |
|-------------------------------------|-------------|--------|---------------|
| | Clock | Slack | End Point TNS |
| 1 | car_entered | -6.400 | -137.315 |
| 2 | clk | 0.510 | 0.000 |

بیشینه تاخیر hold = 6.400ns

$$max \approx \frac{1}{\max(hold) + \max(setup)} = \frac{1}{(30.38 + 6.4)ns} = 27.189MHz$$

همانطور که می‌بیند عدد به دست آمده (27.189MHz) تا حد خوبی به ماکزیمم فرکانس که 18.39 MHz است نزدی