



---

# پروژه

---

طراحی سیستم های دیجیتال



۱۴۰۳/۰۴/۰۶

سینا عزیزالدین

۴۰۱۱۱۰۲۹۱

## توضیحات اولیه:

سوال هشتم از سری سوالات میانترم را انتخاب کرده‌ام. همچنین چون نمره ۷۹ از ۱۰۰ در پایانترم کسب کرده بودم، از انجام بخش ب آن صرف نظر کردم و صرفاً بخش الف آن را پیاده سازی کردم.

## شرح راه حل:

کل ماژول‌ها، یک ماژول به نام Parking\_management و یک ماژول به نام TB که تست بنچ هستند. ابتدا ماژول اول را شرح می‌دهم، بخش بالای کد در عکس نیفتاده است که می‌توانید آن را در فایل Parking\_management.v ببینید:

```
initial begin
    uni_parked_car = 0;
    parked_car = 0;
    uni_vacated_space = 500;
    vacated_space = 200;
    uni_is_vacated_space = 1;
    is_vacated_space = 1;
    uni_space = 500;
    space = 200;
end

always @(posedge car_entered or posedge car_exited) begin
    if (current_hour >= 8 && current_hour < 13) begin // update spaces
        uni_space = 500;
        space = 200;
    end if (current_hour >= 13) begin
        if (current_hour < 16) begin // update spaces
            uni_space = 1100 - current_hour * 50;
            space = 700 - uni_space;
        end if (current_hour >= 16) begin // update spaces
            uni_space = 200;
            space = 500;
        end
        if (uni_parked_car > uni_space) begin // uni -> free
            parked_car = parked_car + (uni_parked_car - uni_space);
            uni_parked_car = uni_space;
        end
    end
    uni_is_vacated_space = (uni_space != uni_parked_car) ? 1 : 0;
    is_vacated_space = (space != parked_car) ? 1 : 0;
    if (car_entered && current_hour >= 8) begin
        case(is_uni_car_entered)
            1: begin
                if (uni_is_vacated_space) uni_parked_car = uni_parked_car + 1;
                else if (is_vacated_space) parked_car = parked_car + 1;
            end
            0: begin
                if (is_vacated_space) parked_car = parked_car + 1;
            end
        endcase
    end if (car_exited && current_hour >= 8) begin
        case(is_uni_car_exited)
            1: begin
                if (uni_parked_car > 0) uni_parked_car = uni_parked_car - 1;
            end
            0: begin
                if (parked_car > 0) parked_car = parked_car - 1;
            end
        endcase
    end
    uni_vacated_space = uni_space - uni_parked_car;
    vacated_space = space - parked_car;
    uni_is_vacated_space = (uni_space != uni_parked_car) ? 1 : 0;
    is_vacated_space = (space != parked_car) ? 1 : 0;
end
```

در ابتدا ظرفیت‌ها را با توجه به زمان کنونی (current\_hour) بدست آورده‌ایم. سپس تغییرات مورد نیاز در خروجی‌ها در هنگام ورود و خروج ماشین بسته به اینکه از ماشین‌های دانشگاه هستند یا خیر را اعمال کرده‌ایم. نکته‌ای که باید به آن توجه کنید، این است که در شرایطی که ظرفیت ورود کارکنان دانشگاه پر باشد، ماشین‌های مربوط به دانشگاه می‌توانند به عنوان ماشین آزاد وارد شوند و همچنین در ساعت ۱۳ تا ۱۶ که ظرفیت کارکنان دانشگاه کم و کمتر می‌شود، اگر ظرفیت ورود کارکنان قبل از کم شدن پر باشد، در این صورت به اندازه‌ای که از ظرفیت پارکینگ مخصوص دانشگاه کم می‌شود، از ماشین‌های کارکنان کم شده و به ماشین‌های آزاد اضافه می‌شود. حال برای بررسی صحت این کد به این تست بنج دقت کنید:

```
initial begin
    car_entered = 0; is_uni_car_entered = 0; car_exited = 0; is_uni_car_exited = 0;
    for(i = 0; i < 470; i = i + 1) begin
        current_hour = 8; car_entered = 1; is_uni_car_entered = 1; #10;
        car_entered = 0; is_uni_car_entered = 0; #10;
    end
    $display("Current Hour: %0d, Uni Parked Car: %0d, Parked Car: %0d, Uni Vacated Space: %0d, Vacated Space: %0d, Uni Is Vacated Space: %0d, Is Vacated Space: %0d", current_hour, uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space, is_vacated_space);

    current_hour = 10; car_entered = 1; is_uni_car_entered = 1; #10;
    $display("Current Hour: %0d, Uni Parked Car: %0d, Parked Car: %0d, Uni Vacated Space: %0d, Vacated Space: %0d, Uni Is Vacated Space: %0d, Is Vacated Space: %0d", current_hour, uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space);
    car_entered = 0; is_uni_car_entered = 0; #10;

    current_hour = 11; car_exited = 1; is_uni_car_exited = 1; #10;
    $display("Current Hour: %0d, Uni Parked Car: %0d, Parked Car: %0d, Uni Vacated Space: %0d, Vacated Space: %0d, Uni Is Vacated Space: %0d, Is Vacated Space: %0d", current_hour, uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space);
    car_exited = 0; is_uni_car_exited = 0; #10;

    current_hour = 13; car_entered = 1; #10;
    $display("Current Hour: %0d, Uni Parked Car: %0d, Parked Car: %0d, Uni Vacated Space: %0d, Vacated Space: %0d, Uni Is Vacated Space: %0d, Is Vacated Space: %0d", current_hour, uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space);
    car_entered = 0; #10;

    current_hour = 14; car_entered = 1; is_uni_car_entered = 1; #10;
    $display("Current Hour: %0d, Uni Parked Car: %0d, Parked Car: %0d, Uni Vacated Space: %0d, Vacated Space: %0d, Uni Is Vacated Space: %0d, Is Vacated Space: %0d", current_hour, uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space);
    car_entered = 0; is_uni_car_entered = 0; #10;

    current_hour = 15; car_entered = 1; is_uni_car_entered = 1; #10;
    $display("Current Hour: %0d, Uni Parked Car: %0d, Parked Car: %0d, Uni Vacated Space: %0d, Vacated Space: %0d, Uni Is Vacated Space: %0d, Is Vacated Space: %0d", current_hour, uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space);
    car_entered = 0; is_uni_car_entered = 0; #10;

    current_hour = 16; car_exited = 1; #10;
    $display("Current Hour: %0d, Uni Parked Car: %0d, Parked Car: %0d, Uni Vacated Space: %0d, Vacated Space: %0d, Uni Is Vacated Space: %0d, Is Vacated Space: %0d", current_hour, uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space);
    car_exited = 0; #10;

    current_hour = 16; car_exited = 1; is_uni_car_exited = 1; #10;
    $display("Current Hour: %0d, Uni Parked Car: %0d, Parked Car: %0d, Uni Vacated Space: %0d, Vacated Space: %0d, Uni Is Vacated Space: %0d, Is Vacated Space: %0d", current_hour, uni_parked_car, parked_car, uni_vacated_space, vacated_space, uni_is_vacated_space);
    car_exited = 0; is_uni_car_exited = 0; #10;

    #20; $stop;
end
endmodule
```

و خروجی این قطعه کد هم به این صورت است:

```
# Current Hour: 8, Uni Parked Car: 470, Parked Car: 0, Uni Vacated Space: 30, Vacated Space: 200, Uni Is Vacated Space: 1, Is Vacated Space: 1
# Current Hour: 10, Uni Parked Car: 471, Parked Car: 0, Uni Vacated Space: 29, Vacated Space: 200, Uni Is Vacated Space: 1, Is Vacated Space: 1
# Current Hour: 11, Uni Parked Car: 470, Parked Car: 0, Uni Vacated Space: 30, Vacated Space: 200, Uni Is Vacated Space: 1, Is Vacated Space: 1
# Current Hour: 13, Uni Parked Car: 450, Parked Car: 21, Uni Vacated Space: 0, Vacated Space: 229, Uni Is Vacated Space: 0, Is Vacated Space: 1
# Current Hour: 14, Uni Parked Car: 400, Parked Car: 72, Uni Vacated Space: 0, Vacated Space: 228, Uni Is Vacated Space: 0, Is Vacated Space: 1
# Current Hour: 15, Uni Parked Car: 350, Parked Car: 123, Uni Vacated Space: 0, Vacated Space: 227, Uni Is Vacated Space: 0, Is Vacated Space: 1
# Current Hour: 16, Uni Parked Car: 200, Parked Car: 272, Uni Vacated Space: 0, Vacated Space: 228, Uni Is Vacated Space: 0, Is Vacated Space: 1
# Current Hour: 16, Uni Parked Car: 199, Parked Car: 272, Uni Vacated Space: 1, Vacated Space: 228, Uni Is Vacated Space: 1, Is Vacated Space: 1
```

همانطور که انتظار میرفت، در قدم اول ۴۷۰ ورود کارکنان رخ داده است. در ادامه یک کارکن ساعت ۱۰ وارد شده و یک نفر ساعت ۱۱ خارج شده است. ساعت ۱۳ یک ورود آزاد رخ داده است و البته ظرفیت کارکنان کم شده که همانطور که قبلاً توضیح داده بودیم به تعداد افراد آزاد اضافه شده است. ساعت ۱۴ و ۱۵ هم مشابه یک ورود آزاد رخ داده است. در نهایت ساعت ۱۶ یک نفر از اعضای آزاد خارج شده است و بعد از آن هم یک نفر از کارکنان دانشگاه خارج شده است. همانطور که می‌توانید ببینید در طی این مراحل همگی خروجی‌ها مقادیر صحیح به خود گرفته‌اند.