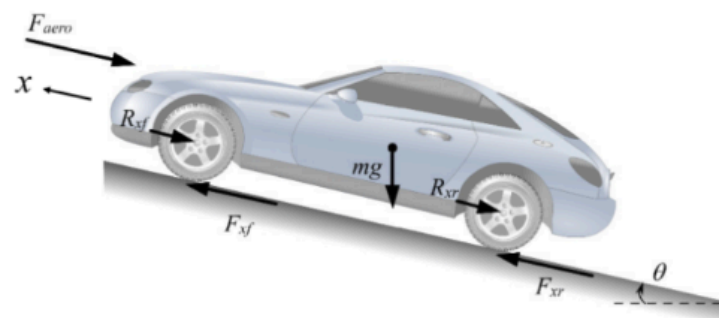


گزارش پروژه نهایی سیستم های نهفته بیدرنگ

استاد: دکتر چشمی خانی

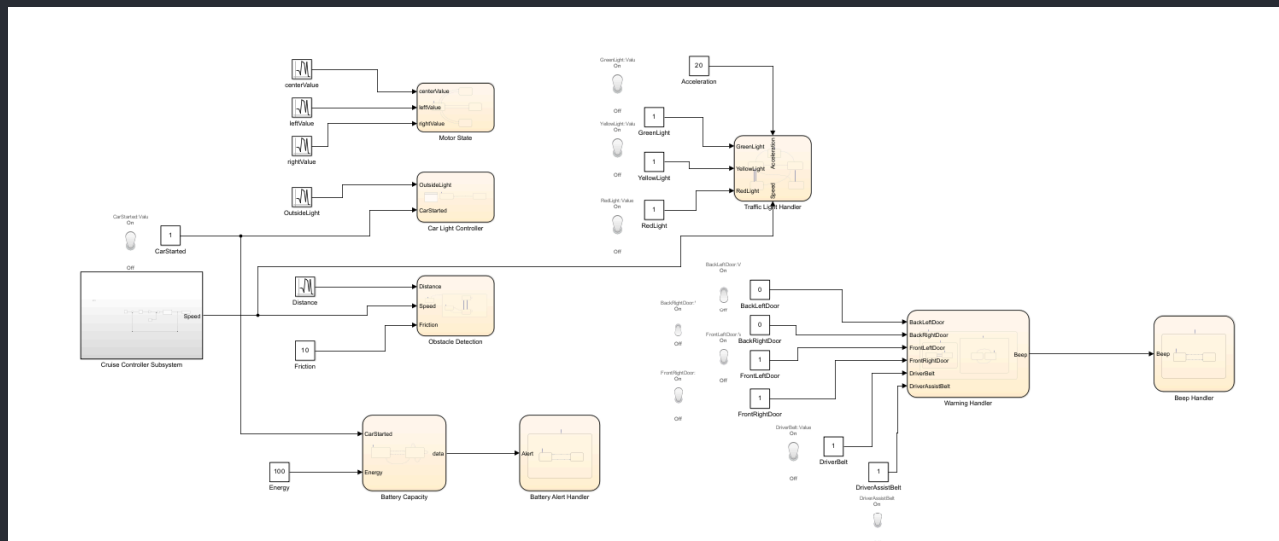
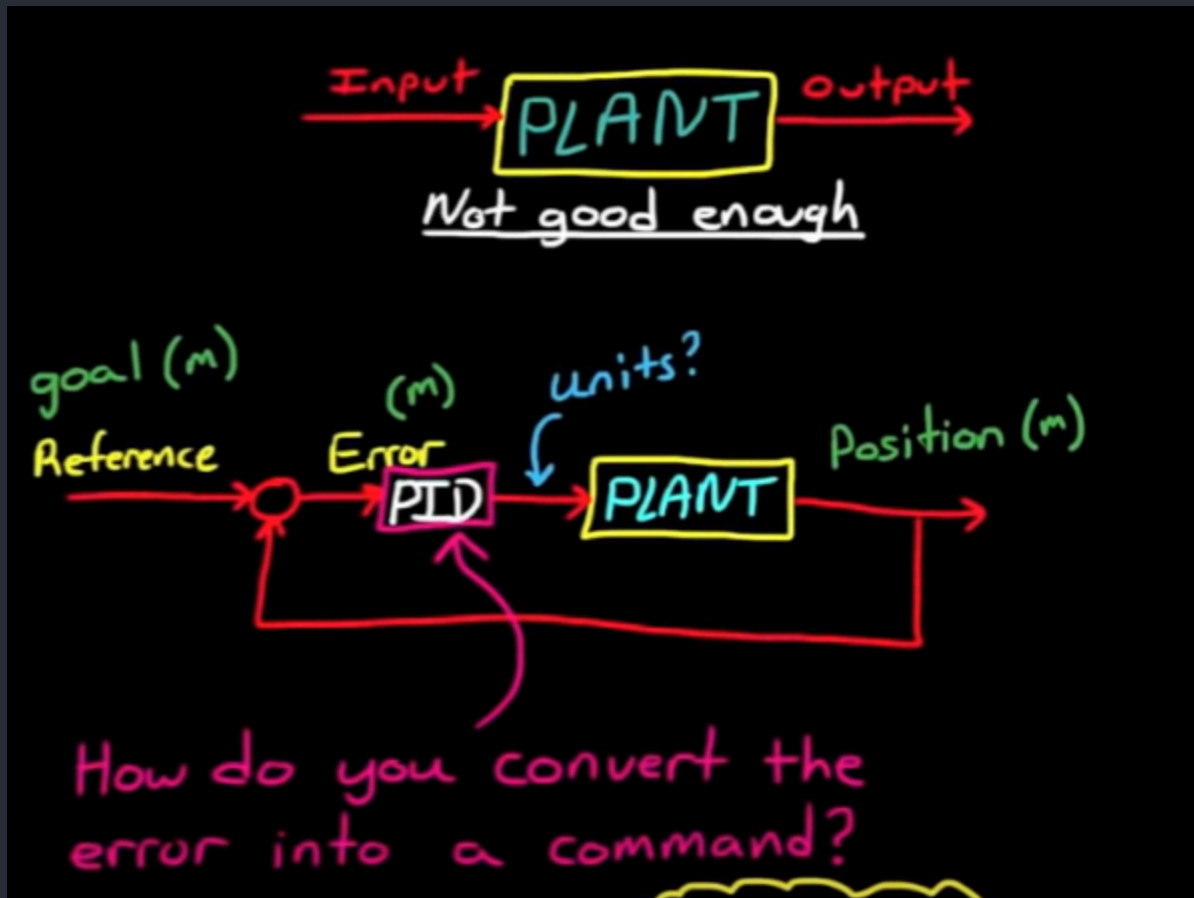
اعضای گروه: شایان کبریتی (۴۰۰۲۴۳۰۶۵) - فاطمه میرزائی کلانی (۴۰۰۲۴۳۰۷۵)

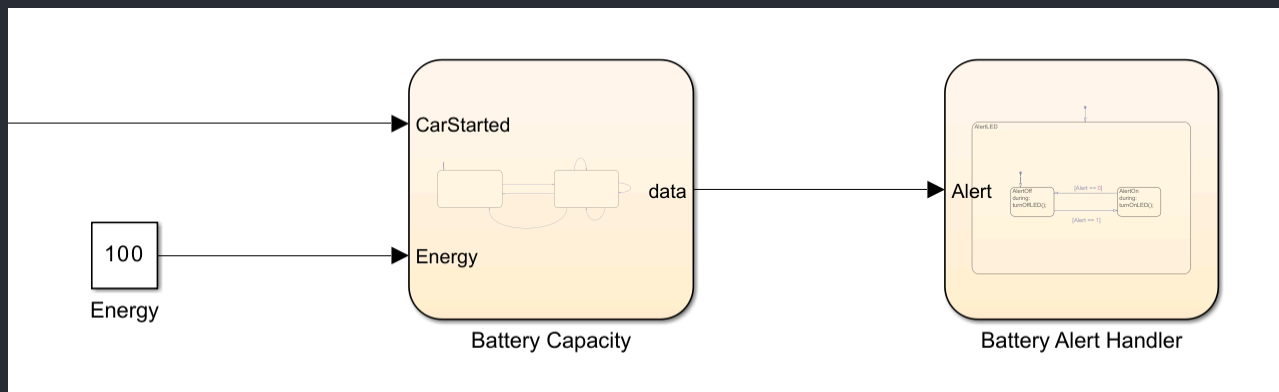
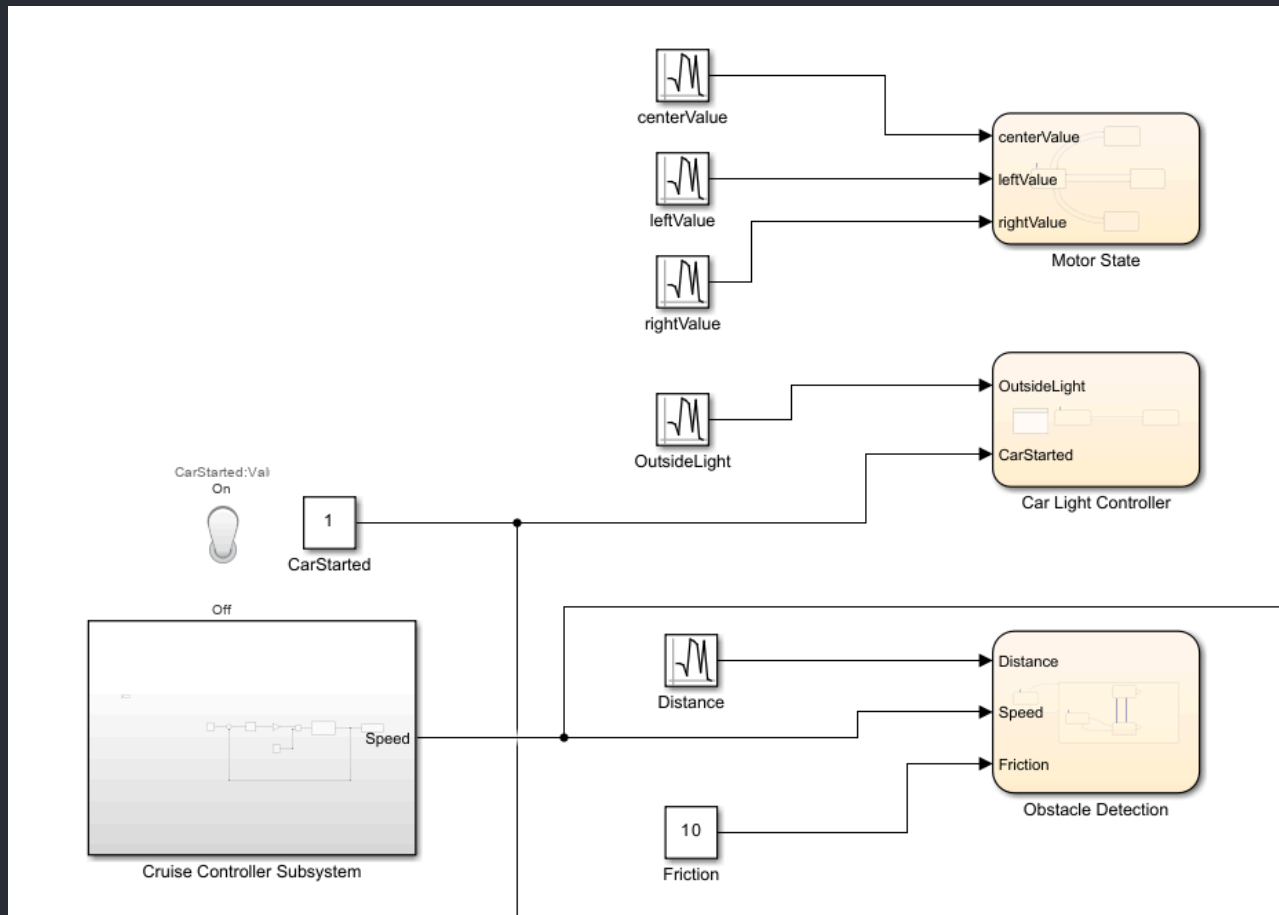
بخش مدل سازی

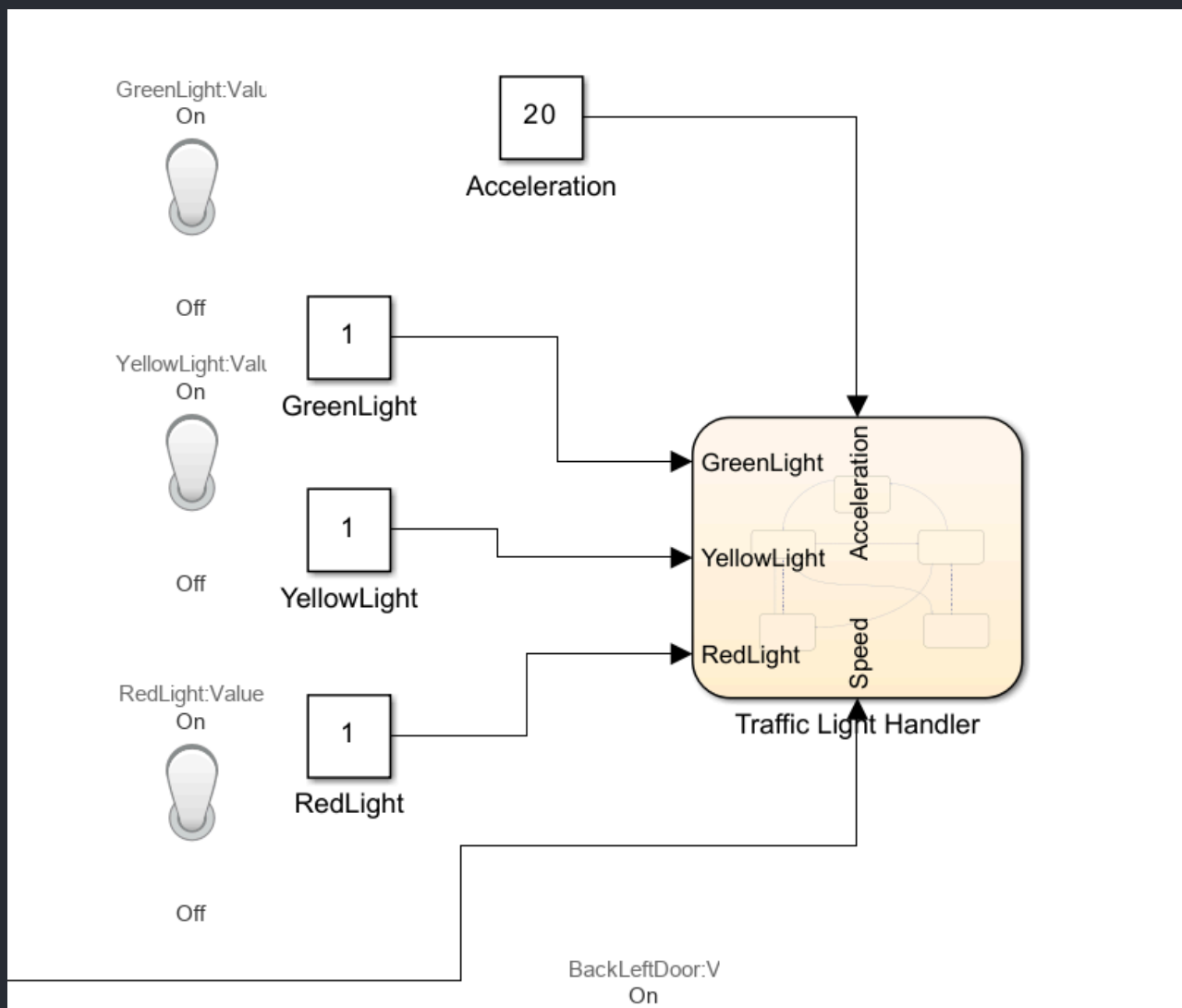


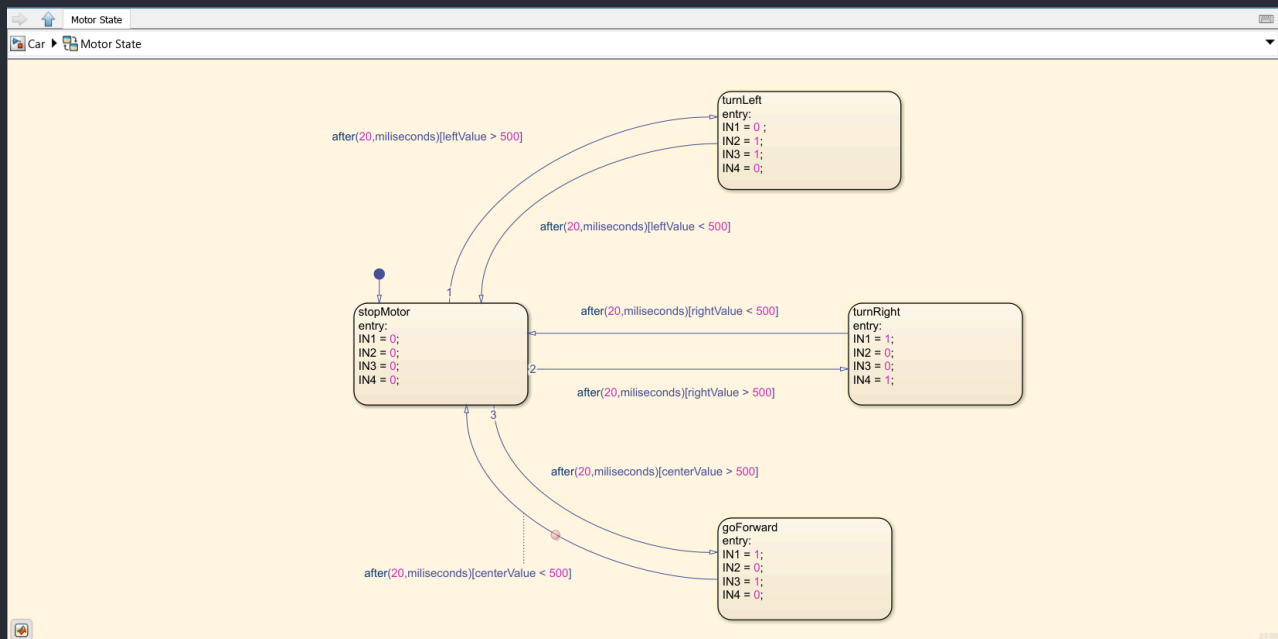
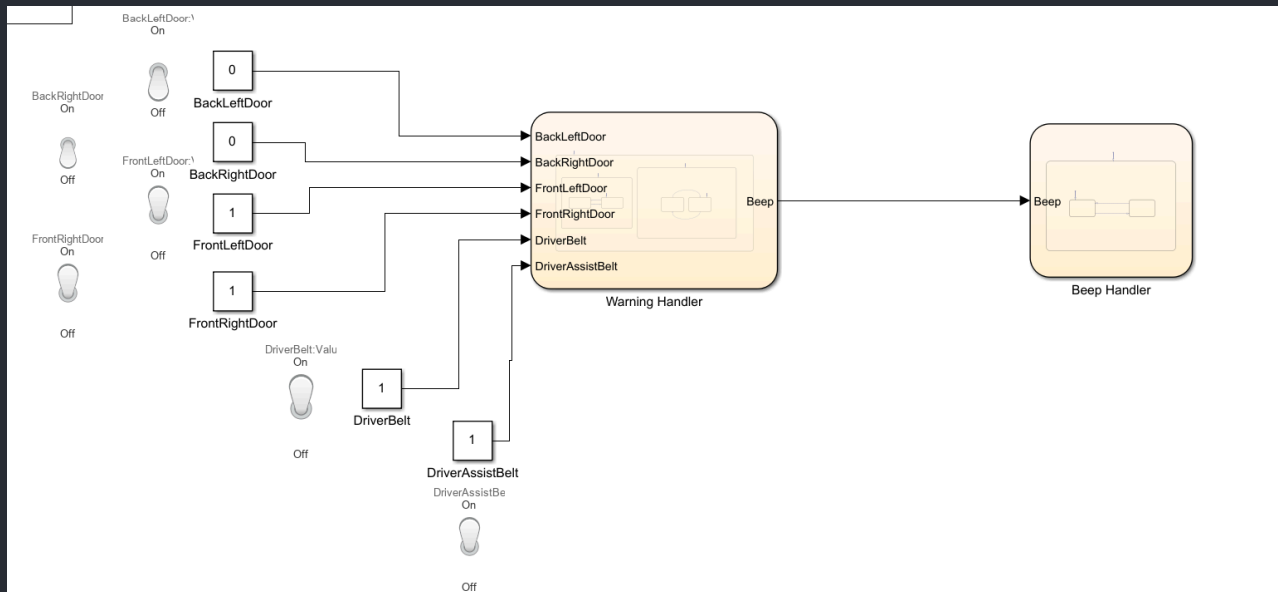
$m\ddot{x} = F - F_d - F_r - mg \sin(\theta)$

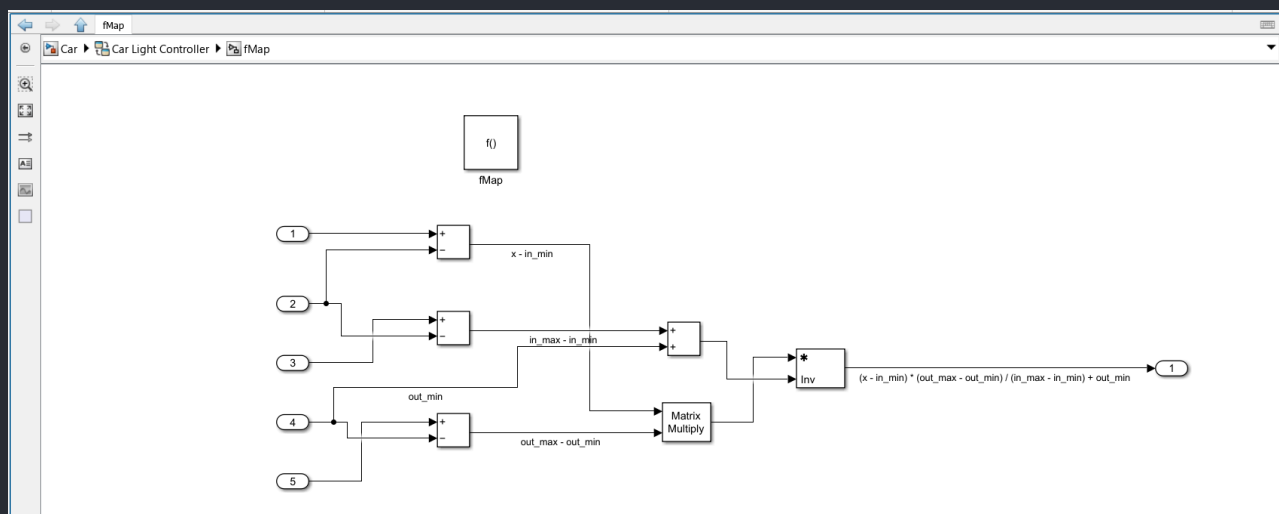
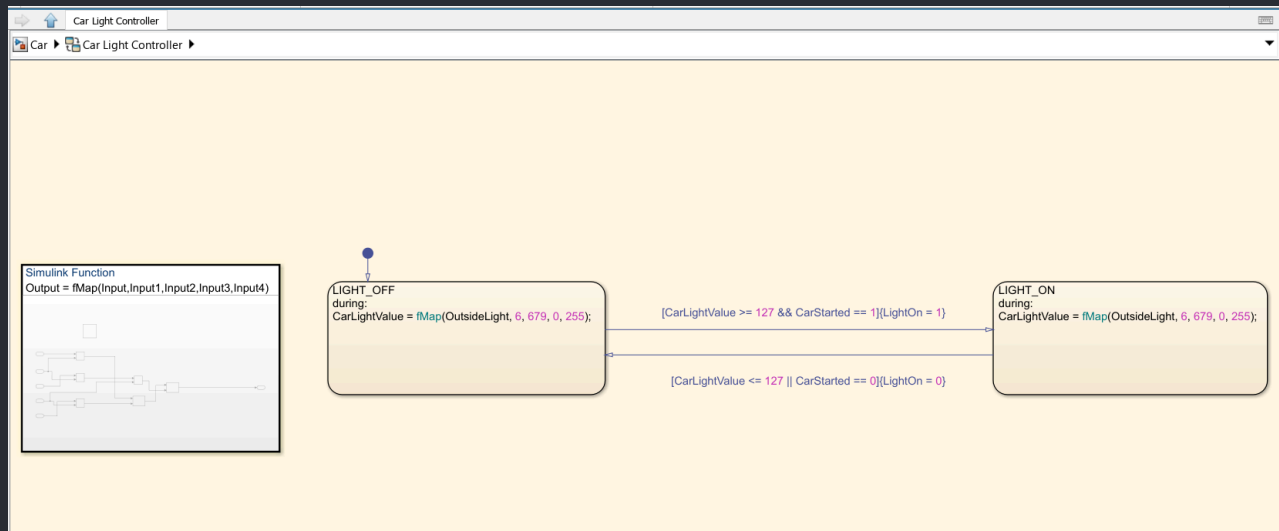
m	mass of the vehicle	1084 kg
F	nominal force (u)	<u> </u>
F_d	aerodynamic drag force	<u> </u>
F_r	Rolling resistance	<u> </u>
g	acceleration due to gravity	9.81 m/s/s
θ	inclination of the road	0

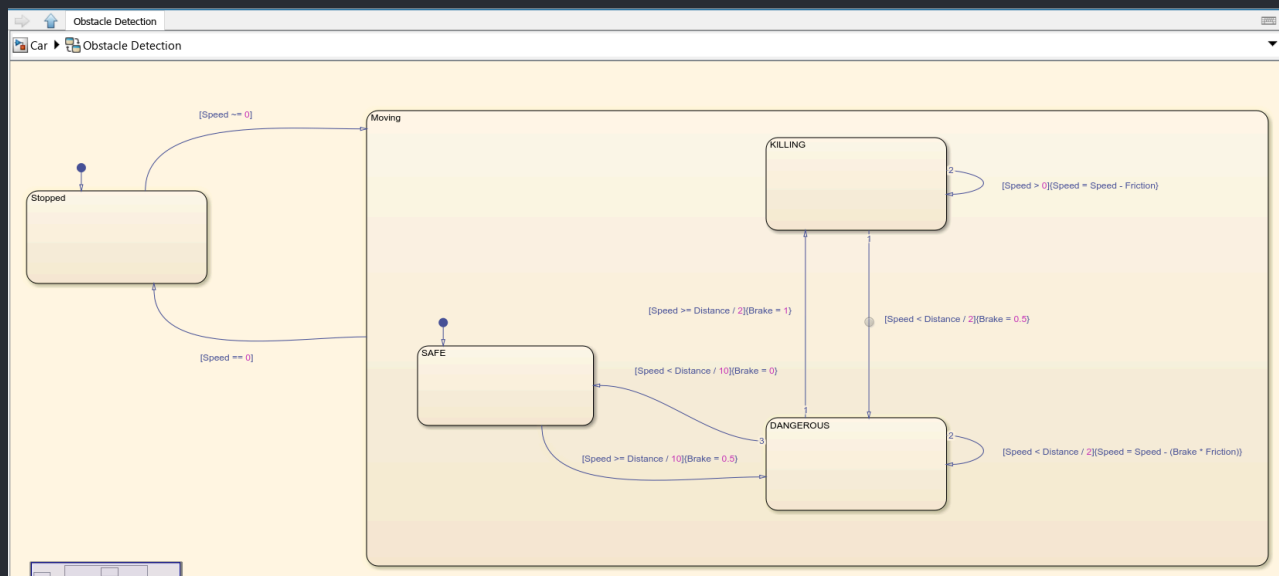
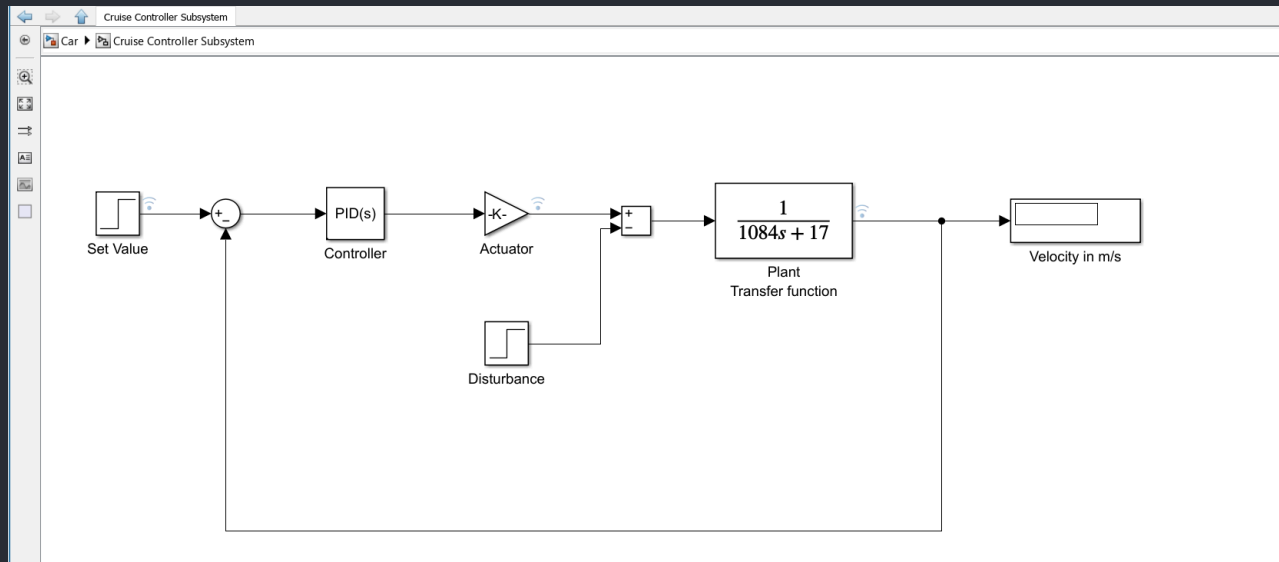


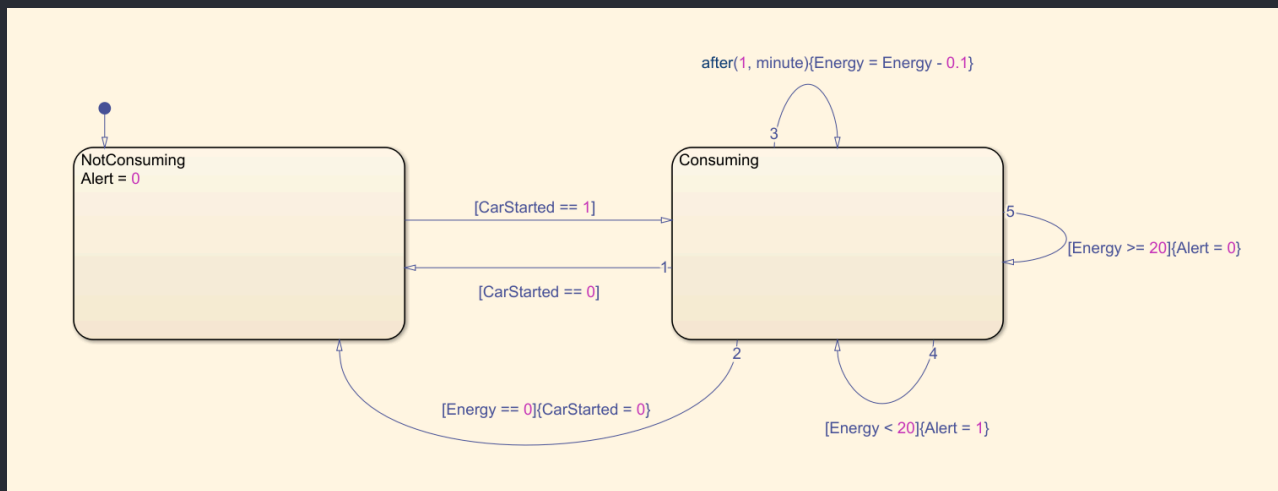
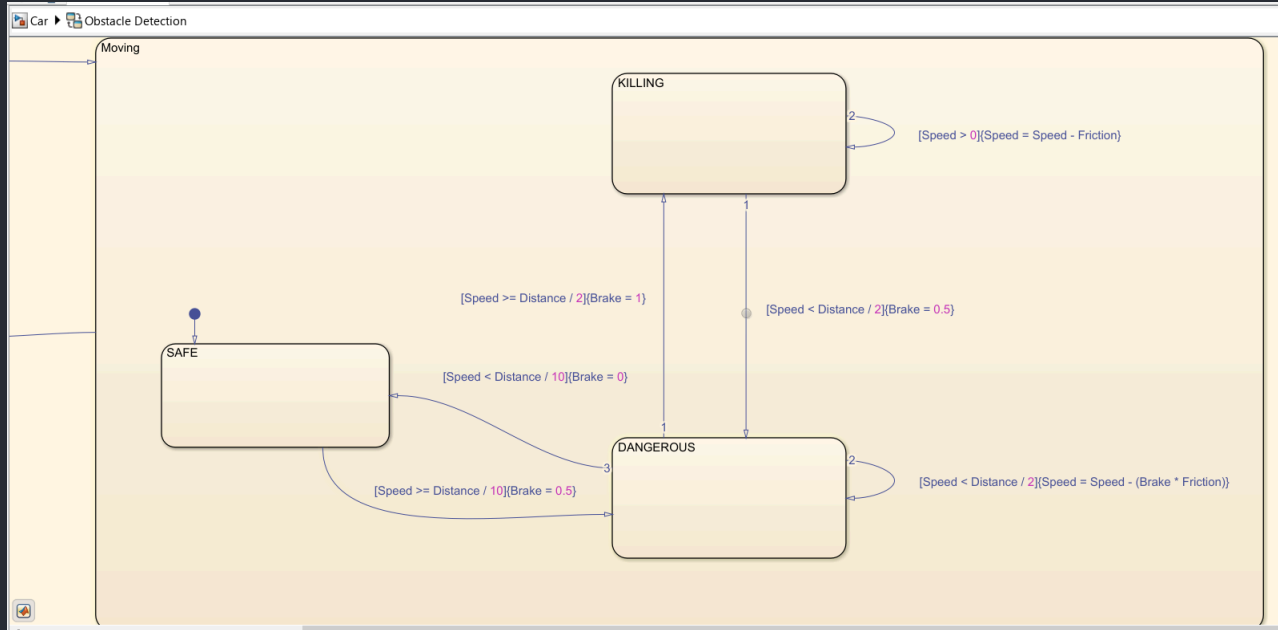


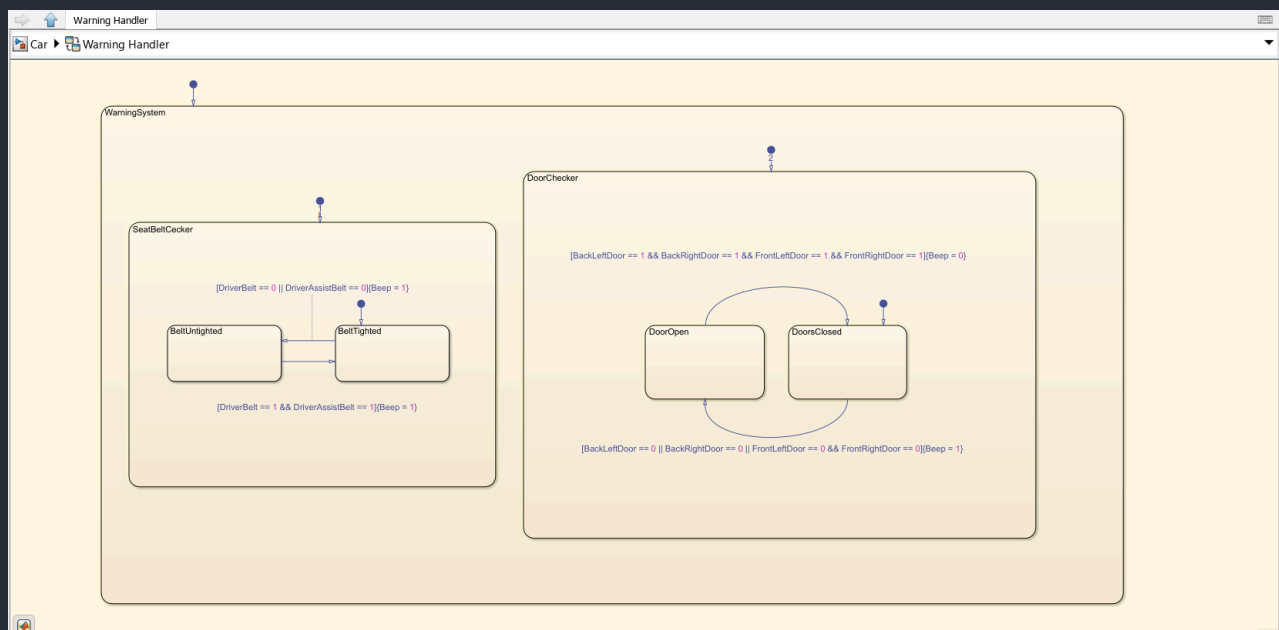
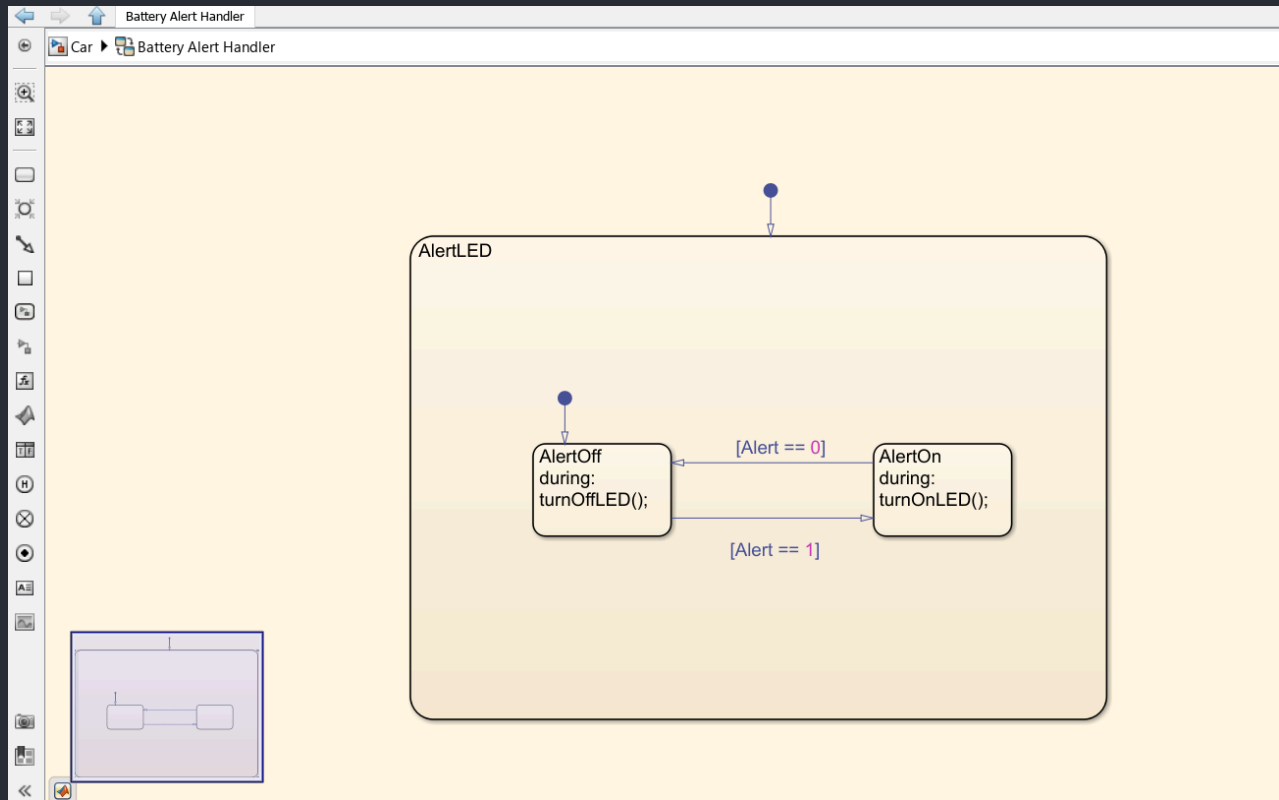


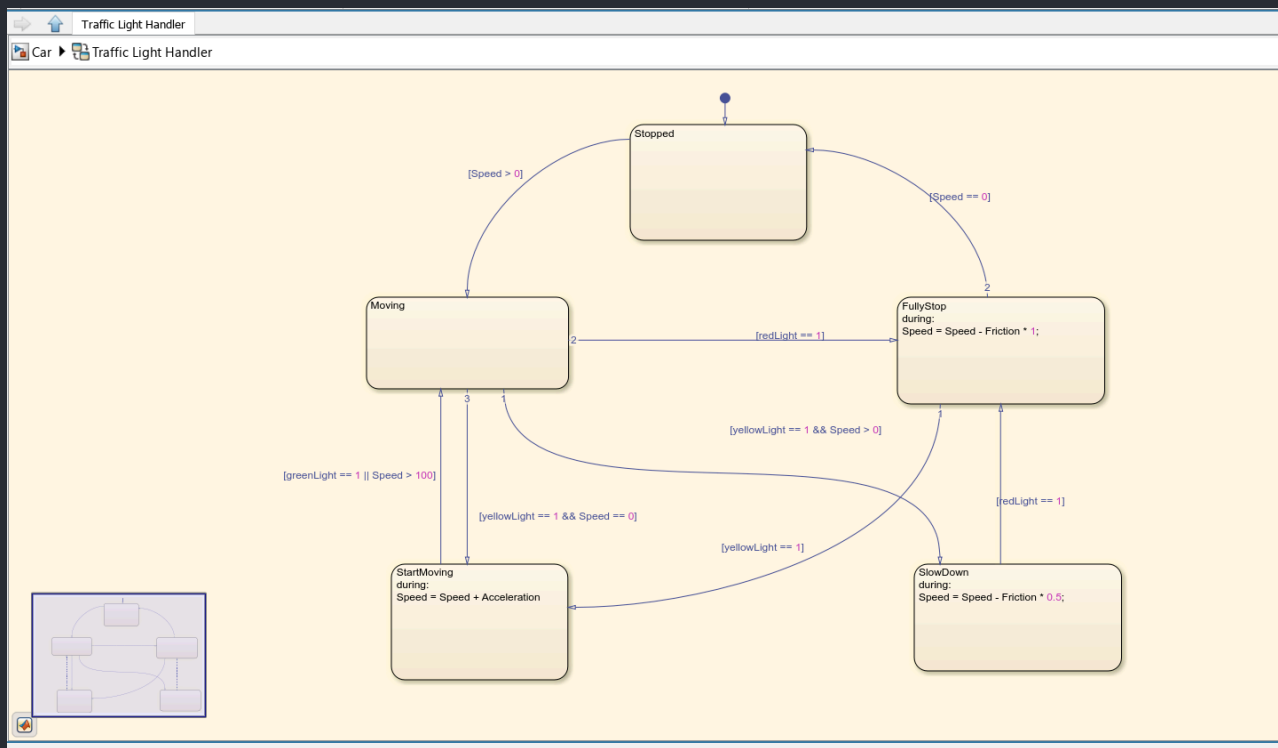
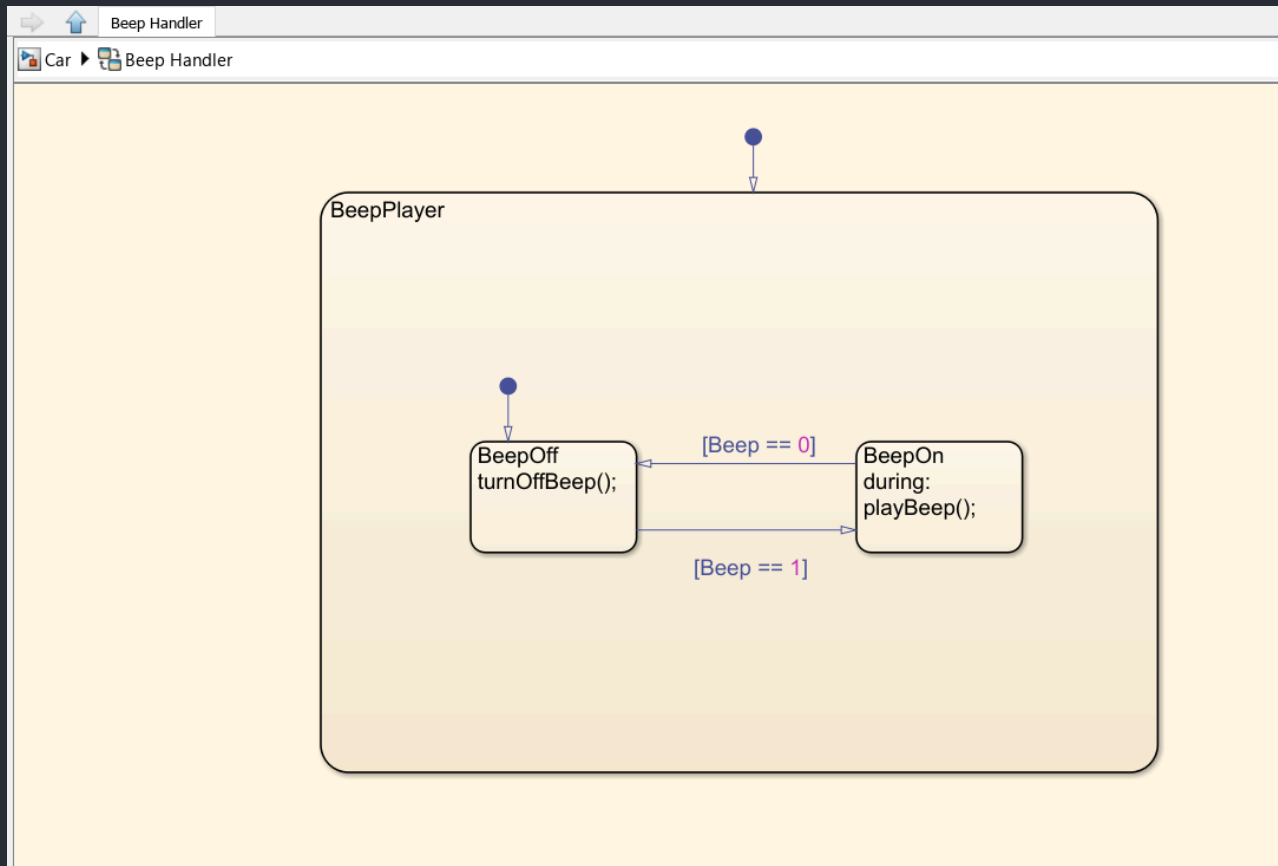












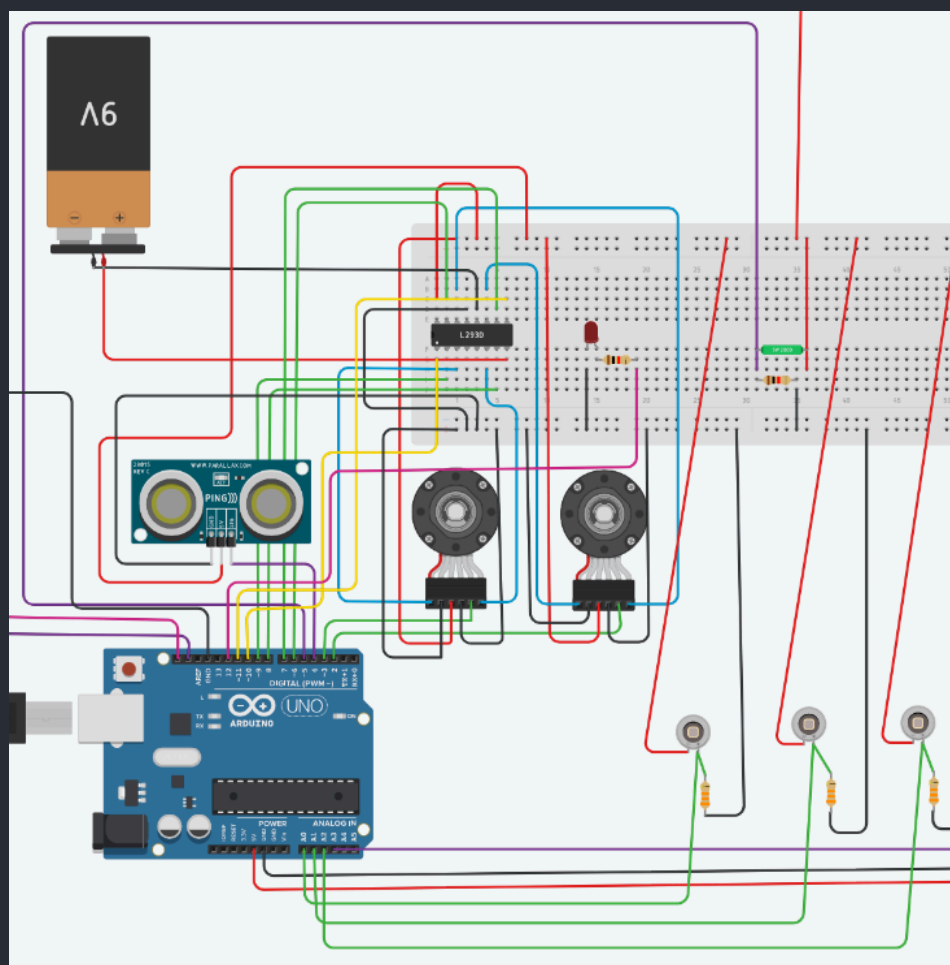
بخش شبیه سازی

لینک پروژه:

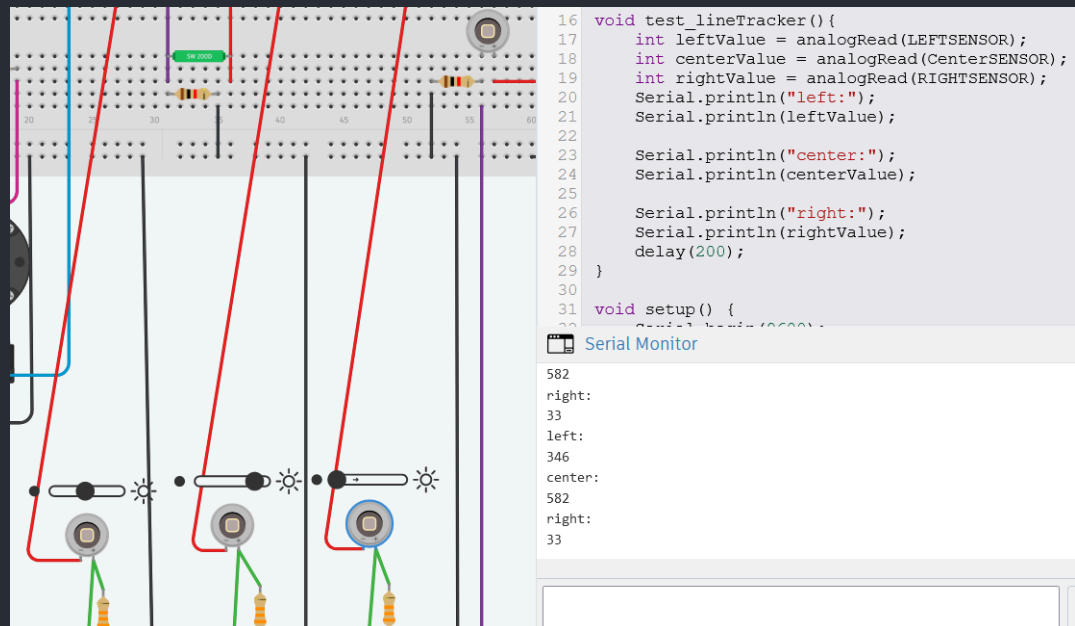
<https://www.tinkercad.com/things/l55zQgskGPH-glorious-bigery/editel?sharecode=QOMTAzZvzbdV3dcSpeRNlliZ981qKLvREEtXZ03F-fA>

● دنبال کردن خط با photodiode

با استفاده از دو dc motor و یک motor driver و سه photodiode قابلیت دنبال کردن خط را در ماشین طراحی کردیم. motor driver انرژی لازم برای چرخاندن موتورها را فراهم میکند و به یه باتری ۹ ولتی وصل میشود. سنسورها به ترتیب برای تشخیص خط در راست، وسط و چپ هستند.



تست photodiode ها:



• حرکت به جلو و چرخش ۹۰ درجه

با استفاده از پین‌های ورودی motor driver موتورها به حرکت در می‌آیند (در صورت مشاهده خط)

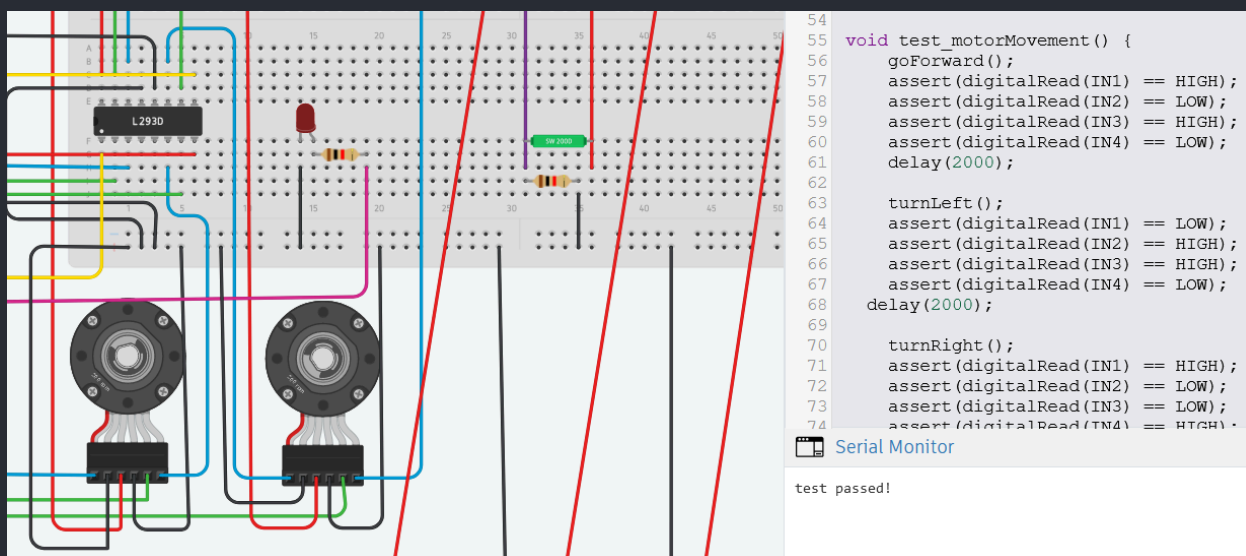
```
void goForward() {
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}

void turnLeft() {
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}

void turnRight() {
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
}

void stopMotors() {
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}
```

تست حرکت موتورها:



```
54
55 void test_motorMovement() {
56   goForward();
57   assert(digitalRead(IN1) == HIGH);
58   assert(digitalRead(IN2) == LOW);
59   assert(digitalRead(IN3) == HIGH);
60   assert(digitalRead(IN4) == LOW);
61   delay(2000);
62
63   turnLeft();
64   assert(digitalRead(IN1) == LOW);
65   assert(digitalRead(IN2) == HIGH);
66   assert(digitalRead(IN3) == HIGH);
67   assert(digitalRead(IN4) == LOW);
68   delay(2000);
69
70   turnRight();
71   assert(digitalRead(IN1) == HIGH);
72   assert(digitalRead(IN2) == LOW);
73   assert(digitalRead(IN3) == LOW);
74   assert(digitalRead(IN4) == HIGH);
75 }
```

Serial Monitor

test passed!

• ایجاد interrupt برای انکودرها

برای اندازه گیری سرعت و تشخیص مقدار چرخش موتورها میتوانیم از interrupt های انکودرها استفاده کنیم. پین های ۲ و ۳ در آردوینو مخصوص وقفه هستند. این پین ها را به channel های موتور وصل میکنیم.

```
3 volatile long leftCount = 0;
4 volatile long rightCount = 0;
5 void setup() {
6     Serial.begin(9600);
7     pinMode(LEFTENC, INPUT);
8     pinMode(RIGHTENC, INPUT);
9
10    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(LEFTENC), leftEncoderISR,
11    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(RIGHTENC), rightEncoderISR,
12 }
13
14 void loop() {
15
16     digitalWrite(LEFTENC, LOW);
17     delay(100);
18     digitalWrite(LEFTENC, HIGH);
19     delay(100);
20
21     digitalWrite(RIGHTENC, LOW);
22     delay(100);
23     digitalWrite(RIGHTENC, HIGH);
24     delay(100);
25 }
26
27 void leftEncoderISR() {
28     Serial.println("Left Encoder ISR");
29     leftCount++;
30 }
31
32 void rightEncoderISR() {
33     Serial.println("Right Encoder ISR");
34     rightCount++;
35 }
36
```

Serial Monitor

```
Left Encoder ISR
Right Encoder ISR
Left Encoder ISR
Right Encoder ISR
Left Encoder ISR
Right Encoder ISR
Left Encoder ISR
Right Encoder ISR
```

• مدیریت چراغ های ماشین با سنسور نور

مقدار خوانده شده از LDR، به طور خطی تغییرات را بر روی LED اعمال میکند:

Photoresistor

Name 9

```

31 void setup() {
32   Serial.begin(9600);
33
34   /*Motor drivers setup*/
35   pinMode(IN1, OUTPUT);
36   pinMode(IN2, OUTPUT);
37   pinMode(IN3, OUTPUT);
38   pinMode(IN4, OUTPUT);
39   pinMode(ENB1, OUTPUT);
40   pinMode(ENB2, OUTPUT);
41   pinMode(LIGHT_SENSOR, INPUT);
42   pinMode(CAR_LIGHT, OUTPUT);
43   analogWrite(ENB1, 255); // turn on
44   analogWrite(ENB2, 255); // turn on
45 }
46
47
48 void loop() {
49   updateCarLight();
50   delay(2000);
51 }

```

Serial Monitor

Outside Light: 6.00
Car Light Voltage: 255.00
Outside Light: 6.00
Car Light Voltage: 255.00

Photoresistor

Name 9

```

31 void setup() {
32   Serial.begin(9600);
33
34   /*Motor drivers setup*/
35   pinMode(IN1, OUTPUT);
36   pinMode(IN2, OUTPUT);
37   pinMode(IN3, OUTPUT);
38   pinMode(IN4, OUTPUT);
39   pinMode(ENB1, OUTPUT);
40   pinMode(ENB2, OUTPUT);
41   pinMode(LIGHT_SENSOR, INPUT);
42   pinMode(CAR_LIGHT, OUTPUT);
43   analogWrite(ENB1, 255); // turn on
44   analogWrite(ENB2, 255); // turn on
45 }
46
47
48 void loop() {
49   updateCarLight();
50   delay(2000);
51 }

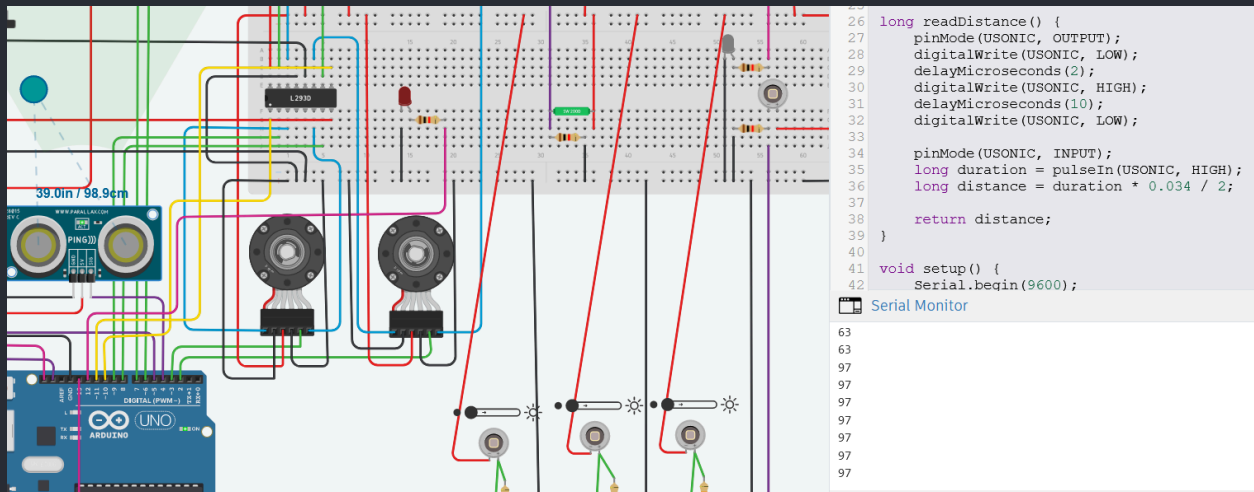
```

Serial Monitor

Outside Light: 574.00
Car Light Voltage: 39.78
Outside Light: 654.00
Car Light Voltage: 9.47
Outside Light: 658.00
Car Light Voltage: 7.96

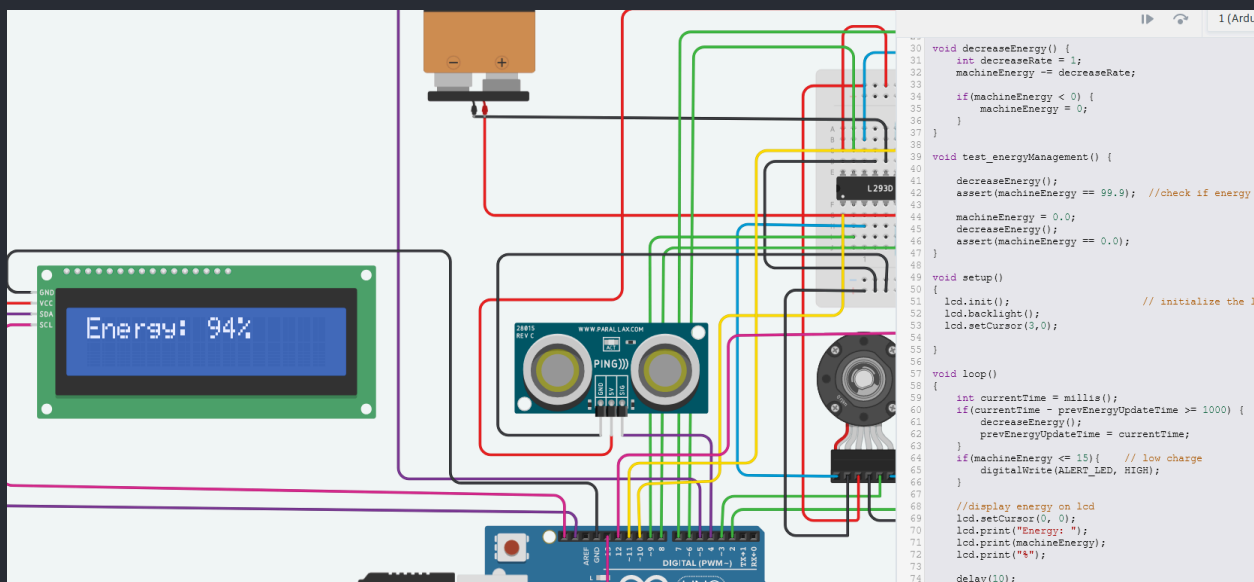
تشخیص مانع با سنسور UltraSonic

طبق کد اصلی، اگر فاصله جسم از ماشین از ۳۰ سانتی متر کمتر باشد موتورهای متوقف می‌شوند.



• بررسی میزان انرژی ماشین و نشان دادن آن در LCD

انرژی اولیه را ۱۰۰ در نظر میگیریم و با نوشتن تابع کاهش، هر ۱ ثانیه ۱ از انرژی کم میکنیم. هر وقت انرژی به زیر ۱۵ رسید، led روشن میشود.



بخش پیاده‌سازی

تابع تسک‌های پریودیک را به شکل زیر مینویسیم:

```
void task_checkForObjects(void* parameters){
    for(;;){
        long distance = readDistance();

        if (distance < 30) {    //30cm
            stopMotors();
        }
        vTaskDelay(100 / portTICK_PERIOD_MS);    //100ms
    }
}
```

تسک‌ها را با این روش می‌سازیم (اولویت این مثال ۵ است. یعنی بالاترین اولویت):

```
xTaskCreate(
    task_checkForObjects,
    "task check for objects",
    1000,
    NULL,
    5,
    NULL
);
```

متغیرهای leftCount و rightCount هم در ISR و هم در تسک‌ها استفاده می‌شوند. پس باید در هنگام استفاده از آنها از critical section استفاده می‌کنیم.

```
taskENTER_CRITICAL();
//calculate speed
leftInput = (leftCount * (1000.0 / (interval / 1000.0)));
rightInput = (rightCount * (1000.0 / (interval / 1000.0)));

//reset counts
leftCount = 0;
rightCount = 0;
taskEXIT_CRITICAL();
```

سوالات

سوال ۱:

وظایفی مثل خواندن سنسورهای photodiode، خواندن distance از ultrasonic، کم کردن انرژی و نمایش آن و تغییر چراغ ماشین بر اساس نور محیط به شکل متناوب و در زمان های خاص انجام میشود.

تسک اندازه گیری چرخش انکودرها یک تسک غیر متناوب و محرک با رویداد است(هر وقت در پین های ۲ و ۳ سیگنال rising مشاهده شود).

سوال ۲:

به ازای هر تسک متناوب، یک تسک توسط تابعهای freeRTOS ساختیم. تسکهای غیرمتناوب را با روش attachInterrupt به ISR شان متصل کردیم. اولویت هر تسک متفاوت است و پریود متفاوتی دارند.
