

## Laborator 4

### SISTEM INFORMATIZAT DE BORD AUTO PENTRU URMĂRIREA UNUI TRASEU PRESTABILIT

#### 1. Introducere

Sistemul informatizat utilizat pentru urmărirea unui traseu prestabilit ajută la luarea unei decizii pe cont propriu a unei decizii când urmărește o linie. Linia urmărită poate fi de culoare neagră în contrast cu podeaua albă, făcându-se un contrast de culoare între cele culori.

Roboții care utilizează acest mod de lucru au ca sarcină monotona de obicei transportarea unor colete.

Acest sistem la de urmărire a unei linii este folosit la transportul unor copii prin centre comerciale , case, parcuri de distracție sau în industrie pentru transportul diverselor materiale între două puncte fixe.

Pentru a putea urmări o linie, mașina trebuie să realizeze următoarele operații:

- captarea poziției liniei cu senzori optici IR (infraroșu). Majoritatea mai mulți senzori care sunt montați pe o placă.. De aceea procesul de detectare a liniilor necesită rezoluție înaltă și robustețe ridicată.
- pentru urmărirea liniei este necesară compensarea periodică a fazei fie prin sisteme PID fie prin modificarea vitezei motoarelor pentru a ajusta poziția mașinii să poată urmări traseul.
- controlul vitezei în funcție de forma benzii, în viraje viteza trebuie limitată și diferențiată stânga /dreapta în funcție de forma benzii

În domeniul autovehiculelor acest sistem poate fi util în cazul vitezelor de croazieră deoarece se poate stabili linia de demarcație între sensurile de mers ale șoselei și autovehiculul să își mențină poziția pe șosea.

Circuitul electric poate recepționa semnalul analogic de la senzor îl prelucrează și apoi trimite rezultatul sub formă digitală “0” sau “1”. Sunt și senzori care transmit direct semnalul analogic la microcontroler și acesta este prelucrat pentru a fi obținut în formă digital de convertorul analog-digital integrat.

Schema de principiu a mașinii cu prelucrarea datelor necesare este prezentată în figura 1 [1].

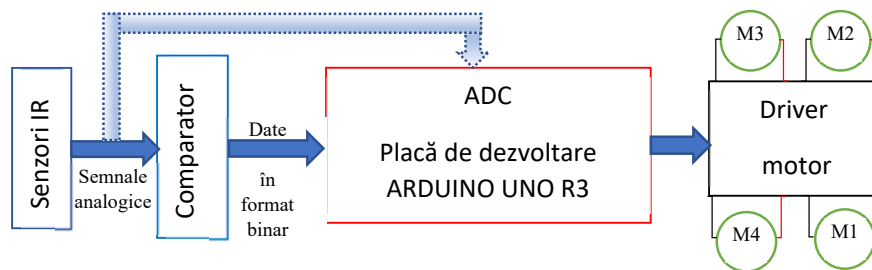


Fig. 1. Schema de principiu a mașinii.

## Urmărirea liniei

Senzor de linie va aduna informații despre poziția unei linii trasate pe o suprafață. Linia și suprafața sunt de culori opuse. Pentru ca programul să funcționeze corect trebuie ca circuitul electronic al senzorilor să ofere un număr maxim de informații. Un senzor de linie este alcătuit dintr-un număr de celule, fiecare celulă este compusa din un transmițător și un receptor.

## Principiul de funcționare a senzorului IR

În figura 2 se prezintă principiul de funcționare a unui senzor infraroșu (IR). În cazul suprafeței albe, nu există linia de urmărire LED-ul va emite în domeniul infraroșu, iar la întâlnirea suprafeței fasciculul luminos va fi reflectat și va fi recepționat de către fotodiodă, cazul de sus din figura 2 [2]. Astfel dacă se transformă în semnal digital va apărea un 1 logic. În cazul în care există linia neagră, fasciculul luminos va fi absorbit de această linie. Astfel nu mai există fascicul luminos reflecta deci fotodioda nu va primi niciun semnal. În semnal digital lipsa fasciculului înseamnă 0 logic.

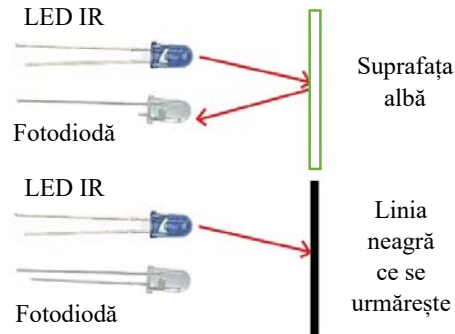


Fig. 2. Principiul de funcționare a unui senzor infraroșu (IR).

## 2. Module utilizate

Se va utiliza șasiul mașinii cu 4 motoare împreună cu modul de urmărire linie cu 5 senzori de urmărire TCRT5000 (487) Line Following din figura 3 [3].

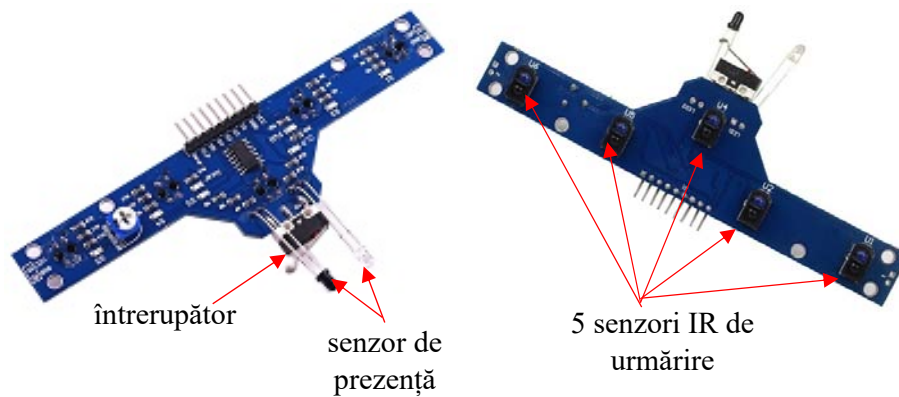


Fig. 3. modul de urmărire linie cu 5 senzori de urmărire TCRT5000.

Modulul conține un întrerupător fără reținere. La primul contact realizat de întrerupător dacă prin software s-a prevăzut ca și condiție de start, va începe rularea programului. La un al doilea contact, dacă a fost prevăzut prin software se va opri rularea programului (este îndeplinită condiția de stop).

De asemenea modulul conține în vârful său un senzor de prezență care poate fi utilizat pentru detectarea diverselor obstacole ce pot apărea în fața mașinii. Acest senzor poate fi folosit și la ocolirea unor obstacole nu doar la detectarea lor.

Tot pe acest modul sunt și cei cinci (5) senzori IR compuși din dioda LED emițătoare și fotodioda receptoare.

Pentru comanda motoarelor se va utiliza librăria compatibilă cu Arduino pentru comanda motoarelor [4].

În figura 4 se prezintă modulul de detecție a liniei în momentul în care senzorul din centru detectează linia iar mașina va merge înainte.

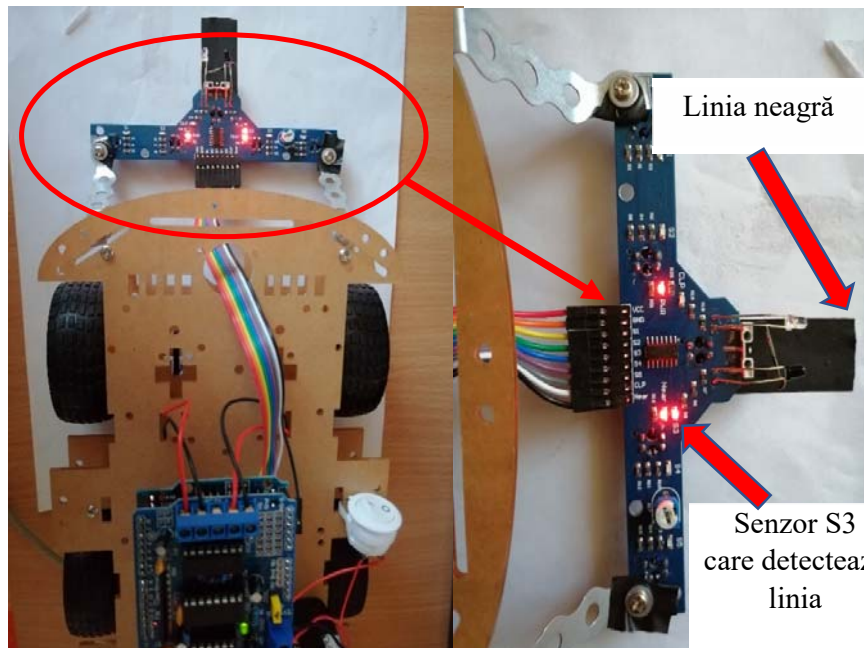
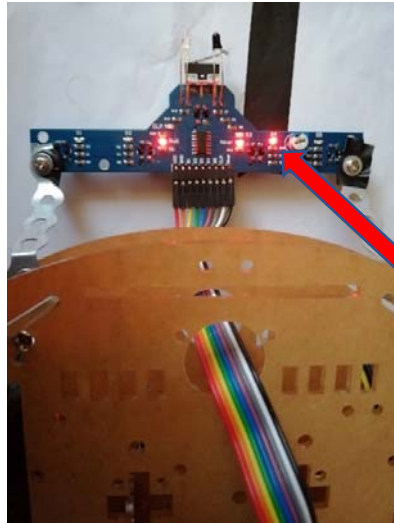


Fig. 4. Modulul de detecție a liniei în momentul în care senzorul din centru detectează linia iar mașina va merge înainte.

În figura 5 se prezintă cazul în care traseul urmează o curbă la dreapta iar mașina își continuă în prima fază mișcarea către înainte, până senzorul 4 (cel din dreapta) va detecta linia și atunci se va executa subrutina “right”.

În acest caz mașina va vira dreapta până senzorul din centru va detecta iar linia atunci se va executa subrutina de mergere înainte.

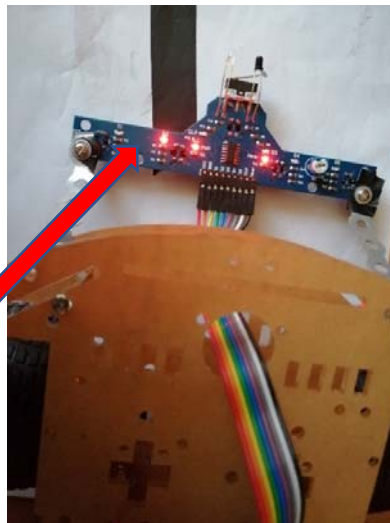


Senzor S4,  
pentru partea  
dreaptă  
care detectează  
linia

Fig. 5. Modulul de detecție a liniei în momentul în care senzorul din partea dreaptă detectează linia.

În figura 6 se prezintă cazul în care traseul urmează o curbă la stânga iar mașina își continuă în prima fază mișcarea către înainte, până senzorul 2 (cel din stânga) va detecta linia și atunci se va executa subrutina “left”.

În acest caz mașina va vira stanga până senzorul din centru va detecta iar linia atunci se va executa surutina de mergere înainte.



Senzor S2,  
pentru partea  
stângă  
care detectează  
linia

Fig. 6. Modulul de detecție a liniei în momentul în care senzorul din partea stângă detectează linia.

```
/*Program de urmărire a unei linii negre pe fond alb*/
```

```
#include <AFMotor.h> //includerea librăriei pentru motoare
```

```
/*Starea motoarelor*/
```

```
AF_DCMotor motor1(1,MOTOR12_64KHZ);
```

```
AF_DCMotor motor2(2, MOTOR12_64KHZ);
```

```
AF_DCMotor motor3(3, MOTOR34_64KHZ);
```

```
AF_DCMotor motor4(4, MOTOR34_64KHZ);
```

```
/*Declararea constanelor*/
```

```
const int sensor2 = A1; /*configurarea senzorului 2 de la modul ca  
fiind senzorul din stânga și este configurat la pinul analogic A1 care va lucra  
ca digital*/
```

```
const int sensor3 = A2; /*configurarea senzorului 3 de la modul ca  
fiind senzorul din mijloc și este configurat la pinul analogic A2 care va lucra  
ca digital*/
```

```
const int sensor4 = A3; /*configurarea senzorului 4 de la modul ca  
fiind senzorul din stânga și este configurat la pinul analogic A3 care va lucra  
ca digital*/
```

```
/*declararea variabilelor*/
```

```
int leftSensor; /* variabilă de tip întreg*/
```

```
int rightSensor; /* variabilă de tip întreg*/
```

```
int middleSensor; /* variabilă de tip întreg*/
```

```
void setup(){
```

```
/* subrutina de configurare a pinilor, ea se va executa dor o singură  
dată pe parcursul programului*/
```

```
Serial.begin(9600); /* configurarea portului serial și setarea la  
viteza de 9600 baud rate */
```

```
/* Setarea vitezei pentru cele 4 motoare, ea poate fi cuprinsă între 0  
și 255*/
```

```
motor1.setSpeed(180);  
motor2.setSpeed(180);  
motor3.setSpeed(180);  
motor4.setSpeed(180);  
}
```

```
void loop(){ /* bucla principală a programului, ea se execută la înfinit  
atât timp cât nu intervine o comandă care să o întrerupă */
```

```
middleSensor = digitalRead(sensor3); /* se stabilește senzorul 3 ca  
fiind senzorul din mijloc care va urmări linia și va stabili dacă mașina se află  
poziționată corect pe centru*/
```

```
Serial.print(middleSensor); /* pe portul serial se trimite starea  
senzorului 3 de tip digital: 0 logic sau 1 logic*/
```

```
leftSensor = digitalRead(sensor2);
```

```
middleSensor = digitalRead(sensor3);
```

```
rightSensor = digitalRead(sensor4);
```

```
//Urmărirea liniei negre: Black 1 logic / White 0 logic
```

```
if (leftSensor==HIGH && rightSensor==HIGH &&  
middleSensor==LOW){ /* Linia neagră este în mijloc atunci semnalul pentru  
senzorul din mijloc este LOW, iar senzorii din stânga și dreapta “văd”
```

fundalul alb și vor avea semnal HIGH. În acest caz mașina va merge în direcția “înainte (forward)”. \*/

```
        forward(); /* subrutina de mers înainte*/
    }
    else if (leftSensor==LOW && rightSensor==HIGH &&
(middleSensor==LOW || middleSensor==HIGH)){ /* Dacă senzorul din
stânga detectează linia neagră atunci trebuie ca mașina să își corecteze poziția
spre dreapta */
        right(); /* subrutina de corectare a direcției spre dreapta*/
    }
    else if (leftSensor==HIGH && rightSensor==LOW &&
(middleSensor==LOW || middleSensor==HIGH)){ /* Dacă senzorul din
dreapta detectează linia neagră atunci trebuie ca mașina să își corecteze
poziția spre stânga */
        left(); /* subrutina de corectare a direcției spre stânga*/
    }
    else if (leftSensor==LOW && rightSensor==LOW &&
middleSensor==LOW){ /* Dacă nu se mai detectează linia neagră mașina se
va opri*/
        Stop(); /* Subrutina de oprire a mașinii*/
    }
}

/*Subrutinele de realizare a mișcării. Trebuie avut în vedere modul de
conectare ale motoarelor. Dacă se realizează o conectare inversată a polarității
motoarelor acestea se vor roti invers*/

void forward() /*subrutina de mers înainte, se pot vedea comenzile
pentru modul de alimentare ale motoarelor în funcție de conectarea lor la
puntea H realizată cu circuitul integrat L293D*/
{
```



```
motor1.run(BACKWARD);  
motor2.run(FORWARD);  
motor3.run(FORWARD);  
motor4.run(BACKWARD);  
}
```

void backward() /\*subrutina de mers înapoi, se pot vedea comenzile  
cu alimentările inversate spre deosebire de subrutina de mers înainte \*/

```
{  
motor1.run(FORWARD);  
motor2.run(BACKWARD);  
motor3.run(BACKWARD);  
motor4.run(FORWARD);  
}
```

void left() /\*subrutina virat spre stânga, se pot vedea comenzile, care  
diferă față de cele pentru subrutinele anterioare \*/

```
{  
motor1.run(FORWARD);  
motor2.run(FORWARD);  
motor3.run(FORWARD);  
motor4.run(FORWARD);  
}
```

void right() /\*subrutina de virat spre dreapta \*/

```
{  
motor1.run(BACKWARD);  
motor2.run(BACKWARD);
```

```
motor3.run(BACKWARD);  
motor4.run(BACKWARD);  
}  
void Stop() /*subrutina de oprire a mașinii */  
{  
    motor1.run(RELEASE);  
    motor2.run(RELEASE);  
    motor3.run(RELEASE);  
    motor4.run(RELEASE);  
}
```

### 3. De studiat în laborator:

1. Se va studia modul de detectare a liniei de urmărire.
2. Se va modifica programul astfel încât detecția linie să fie făcută de către senzorii S1 (pentru stânga) și S5 (pentru dreapta).
3. Adăugați hardware și software două diode LED astfel încât să se aprindă în funcție de senzorul care face detecția stânga sau dreapta

### Bibliografie

- [1] „A Line Follower Robot from design to Implementation: Technical issues and problems”, Mehran Pakdaman, M. Mehdi Sanaatiyan, Mahdi Rezaei Ghahroudi
- [2] <https://www.electronicshub.org/arduino-line-follower-robot/>
- [3] Modul de urmărire linie cu 5 senzori de urmărire TCRT5000 (487) Line Following – datasheet.pdf
- [4] librăria Arduino pentru comanda motoarelor, AFMotor.h