

## **Laborator 3**

### **SISTEM INFORMATIZAT PENTRU BORD CU ULTRASUNET PENTRU EVITAREA OBSTACOLELOR**

#### **1. Introducere**

În domeniul auto sunt folosite diverse sisteme informatizate, automate de siguranță deoarece a apărut conceptul de autoturisme autonome și inteligente ce pot evita coliziunea cu obstacole sau cu alte autovehicule.

Pentru a putea evita obstacolele sau coliziunea cu alte autovehicule este necesar ca în prima fază să fie detectate acestea. Apoi un sistem automat trebuie să comande motoarele:

- să reducă viteza dacă distanța față de obstacol este mai mică de o anumită valoare (prag impus de producător) pentru a se păstra o distanță de siguranță,

- să vireze stânga sau dreapta dacă detectează un obstacol în partea stângă/dreaptă iar în partea opusă nu detectează obstacole. Robotul se misca în mod normal în fața, cu viteza constantă. Schimbarea direcției se face prin schimbarea sensului de rotație a motoarelor.

- să oprească/să meargă înapoi dacă detectează obiecte în față și în lateralele stânga/dreapta.

#### **2. Materiale utilizate**

Se vor utiliza următoarele dispozitive:

- a. placă de dezvoltare Arduino Uno R3 (figura 1)[1]

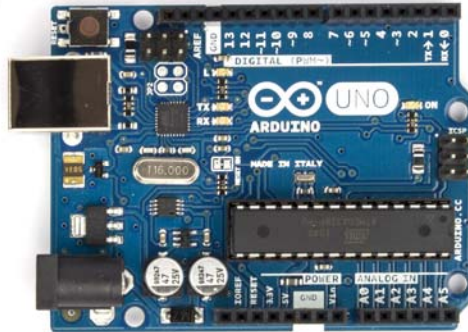


Fig. 1. Prezentarea modului de dezvoltare Arduino UNO.

- b. modul driver motoare L293D, pentru controlul celor 4 motoare tip DC, figura 2 [2]. Deoarece motoarele un curent de funcționare mai mare ele nu pot fi conectate direct la ieșirile (pinii) unui microcontroler. Se impune separarea semnalelor de comandă de circuitul de putere, și acest lucru se realizează prin folosirea punților H (“H bridges”) integrate în acest modul.

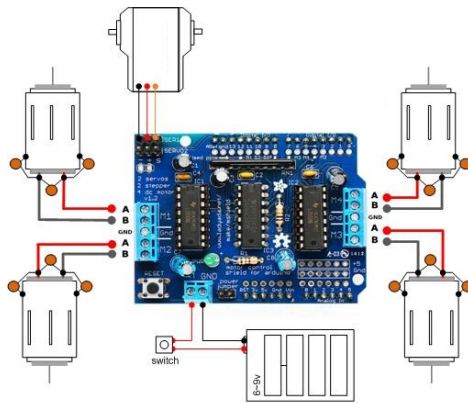


Fig. 2. Conexiunile dintre driverul L293D și motoare.

- c. 4 (patru) motoare tip DC (figura 3), clasice convertesc energia electrică în lucru mecanic. Viteza de rotație a unui motor este proporțională cu tensiunea de alimentare de la bornele acestuia, iar direcția de rotație depinde de polaritate (conectarea celor 2 fire de alimentare ale motorului la +Vcc și Gnd, sau vice-versa). Motoarele au cutie de viteze (reductor de turație) cu raport de 1:48, ceea ce înseamnă că pentru o rotație completă a axului extern se efectuează de

fapt 48 de rotații ale motorului electric. Folosirea unui reductor are avantajul că mărește forța de acționare (crește cuplul motor), însă dezavantajul este că scade viteza. [3]



Fig. 3. Motorul de curent continuu.

d. Modul ultrasunete HC-SR04 [4] pentru detectarea obiectelor, figura 4

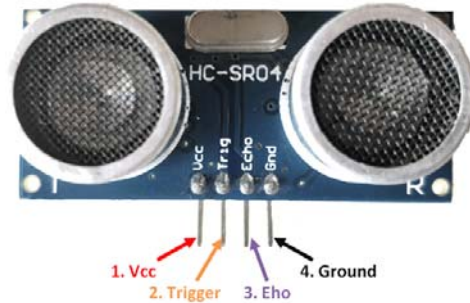


Fig. 4. Modulul de ultrasunete HC-SR04

e. Șasiu mașină, figura 5, pe care se vor monta toate modulele [5]



Fig. 5. Șasiul utilizat pentru construcția mașinii.

În urma asamblării se va obține mașina din figura 6.

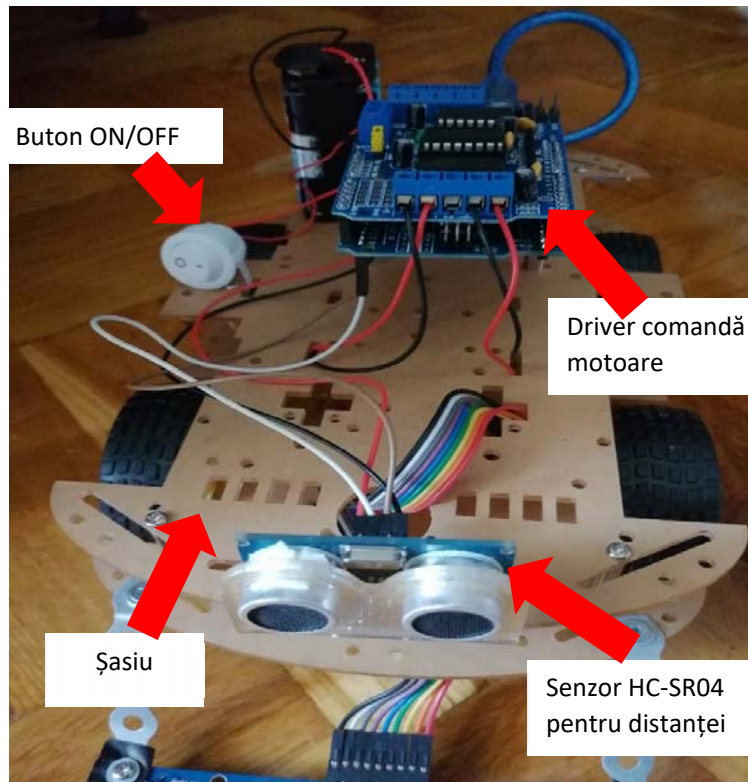


Fig. 6. Mașina rezultată în urma asamblării modulelor.

#### a. Principiul de funcționare al senzorului cu ultrasunete pentru detectarea obstacolelor.

##### *Sunet vs. Ultrasunet*

Toate sunetele sunt produse de către vibrații în corpuri. La instrumentele muzicale, sunetul este emis de corzi vibrante sau un fluier. Vocea noastră este rezultatul vibrațiilor corzilor vocale. Numărul de vibrații pe care un corp le face într-o secundă se numește frecvență și se este referitor la hertz.

Ultrasunetul este definit ca "unde sonore având o frecvență peste limitele auzului uman, sau în exces, 20.000 cicluri pe secundă (hertz)". Deci, prin definiție, ultrasunetul este total nedetectabil de către urechile omului

dacă nu este ajutat de instrumente capabile sa transfere ultrasunetul într-un sunet audibil.

### *Istoria ultrasunetelor*

Înainte de al doilea război mondial, sonarul, tehnica transmiterii undelor sonore prin apă și a observării ecourilor de întoarcere pentru caracterizarea obiectelor scufundate, a inspirat primii cercetători de ultrasunete să exploreze căi de aplicare a conceptului în diagnoza medicală. În 1929 și 1935, Sokolov a studiat folosirea undelor ultrasonore în detectarea obiectelor metalice. Mulhauser, în 1931, a obținut un patent pentru folosirea undelor ultrasonice, cu ajutorul a doi traductori, în detectarea fisurilor în solide. Firestone (1940) și Simons (1945) au dezvoltat testarea cu impuls ultrasonic folosind o tehnică impuls-ecou.

Puțin după încheierea celui de al doilea război mondial, cercetători din Japonia au început explorarea capacității ultrasunetelor de diagnosticare în medicină. Primele instrumente ultrasonice foloseau o prezentare A-mode cu impulsuri scurte pe un ecran de osciloscop. Aceasta a fost urmată de o prezentare B-mode cu o scală bidimensională cu imagine gri.

Preocuparea japonezilor în ultrasunete a fost relativ necunoscută în America și Europa până în anii 1950. Atunci, cercetătorii și-au prezentat descoperirile din folosirea ultrasunetelor pentru detectarea pietrelor la vezica biliară și tumori la comunitatea medicală internațională.

Japonia a fost de altfel prima țară care a aplicat ultrasunetele Doppler, o aplicație a ultrasunetelor care detectează obiecte interne în mișcare cum ar fi curgerea sângelui prin inimă pentru investigarea cardiovasculară.

Pionierii ultrasunetelor care lucrau în Statele Unite au contribuit cu multe inovații și descoperiri importante în domeniu în timpul următoarelor decenii. Cercetătorii au învățat să folosească ultrasunetele pentru detectarea posibilului cancer și pentru vizualizarea tumorilor în subiecți vii și în țesuturi extirpate. Vizualizarea în timp real, un alt instrument semnificativ de diagnosticare pentru fizicieni, a prezentat imagini cu ultrasunete direct pe ecranul CRT al sistemului, în timpul scanării. Introducerea spectrului Doppler și mai târziu a culorii Doppler a descris curgerea sângelui în diferite culori pentru a indica viteza de și direcția de curgere.

Statele Unite de asemenea au produs primul scanner manual de contact de uz clinic, a doua generație de echipament B-mode și prototipul pentru primul scanner manual cu braț articulată, cu imagini 2-D.

#### *Teoria propagării sunetului*

Sunetul se propagă sub formă de unde longitudinale, teoretic prin orice mediu (aer, apă, sticlă, metal, etc.). O undă este o perturbație care face să vibreze particulele mediului prin care trece. În asemenea unde, particulele peste care trece unda, sunt făcute să vibreze pe o linie paralelă cu direcția în care se deplasează unda.

#### *Proprietățile ultrasunetului*

Energia unei unde sonore se diminuează pe măsură ce se îndepărtează de sursă. Deoarece undele sonore se desfășoară în sfere extinse, energia lor este dispersată pe o suprafață mare. Acest fenomen este cunoscut sub numele de atenuare. Sunetul audibil mai mult și mai considerabil decât ultrasunetul cu aceeași energie, deoarece lungimea de undă a unui sunet audibil este mai mare decât lungimea de undă a ultrasunetului.

Din acest motiv, ultrasunetul este mai dirijat către sursele sale decât sunetele audibile de frecvență mai joasă. Această caracteristică direcțională face mai ușoară localizarea exactă a sursei ultrasunetului, chiar în medii foarte zgomotoase și răsunătoare.

#### *Cum funcționează detectoarele de ultrasunete?*

Dacă vrem să ascultăm ultrasunete, avem nevoie de un instrument capabil să transfere frecvențe înalte într-un nivel pe care putem să-l auzim (normal 200-5000 Hz este un interval de ascultare comodă). Aceasta este funcția detectorului de ultrasunete. Dacă vrem să ascultăm doar ultrasunetul, avem nevoie de un detector cu anumite filtre care să elimine zgomotele audibile sau "parazite". Dacă vrem să măsurăm energia ultrasunetului, detectorul trebuie să aibă capacități de măsurare digitală. Acest echipament poate înregistra în general măsurările pe un cip de memorie on-board și să transmită datele la un program de calcul. Detectoarele de ultrasunete folosesc senzori cu cristale piezoelectrice de cuarț care sunt excitate de către energia unor vibrații ultrasonore. Aceste vibrații sunt simțite de detector și translate din starea lor de frecvență înaltă într-o stare de frecvență joasă. Calitatea

sunetului este menținută în timpul acestei translări astfel încât ultrasunetul este auzit clar într-o cască.

### **b. Principiul de funcționare a sistemului automat de evitare a obstacolelor.**

#### *Senzori acustici pentru măsurarea distanțelor.*

Senzorii de locație acustici au calități superioare celor optici impunându-se într-o serie de aplicații. Acești senzori sunt recomandabili la aplicații în medii gazoase și în condiții grele sau care exclud utilizarea fenomenului optic (prezența aburilor sau prafului, perturbații optice de la sudură prin arc electric etc.).

Metoda de localizare acustică permite obținerea unor informații despre mediul de lucru în următoarele intervale:

- distanțe: 2 - 2000 mm în aer; 0.5 - 10000 mm în apă; eroare 2 % ;
- viteză de deplasare: 2 mm/s în aer; 10 mm/s în apă; eroare 2 %.

Principiului de măsurare a distanței pentru senzorul HC SR – 04 a fost prezentat în laboratorul 2.

#### *Efectul temperaturii asupra măsurării distanței*

Senzorul HC-SR04 poate fi utilizat pentru majoritatea aplicațiilor de uz general, de exemplu detectarea unor persoane într-un perimetru securizat sau apariția unui obiect în proximitatea senzorilor. Asta nu înseamnă că senzorul HC-SR04 este capabil să măsoare „totul”. Vom arată câteva situații pentru care HC-SR04 nu va măsura distanța corect [6].

- a. Distanța măsurată este mai mare de 4 metrii, figura 7.

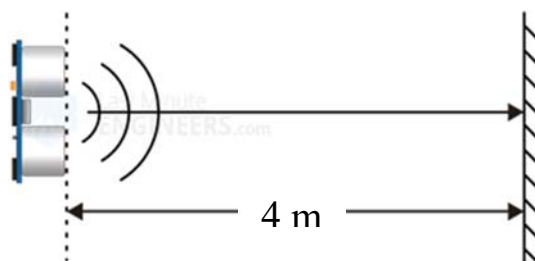


Fig. 7. Distanța până la obiect este mai mare de 4 metrii

b. Obiectul are suprafața reflectorizantă sub un unghi scăzut, astfel încât sunetul nu va fi reflectat înapoi către senzor, figura 8.

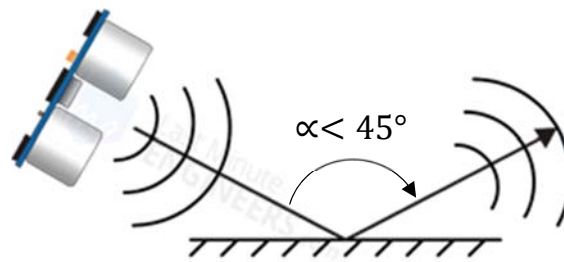


Fig. 8. Unghiul de incidență al undei este mai mic de  $45^\circ$ .

c. Obiectul de detectat are dimensiuni prea mici și suprafața lui nu poate reflecta unda. Dacă senzorul este aproape de podea este posibil ca podeaua să reflecte unda, iar valoarea măsurată să fie eronată, figura 9.

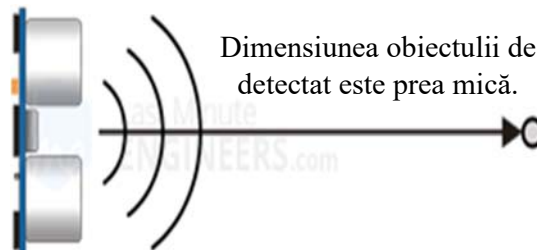


Fig. 9. Dimensiunea obiectului de detectat este foarte mică.

d. Obiectul de detectat are forme neregulate, iar suprafața de contact cu unda este moale. Aceste obiecte de obicei absorb unda, de aceea pot fi dificile de detectat de către senzorul HC-SR04. Din acest motiv apare o altă limitare în utilizarea acestui senzor, figura 10.

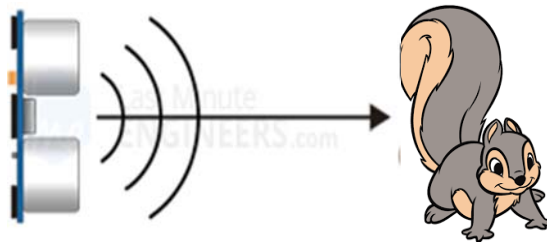


Fig. 10. Obiecte cu suprafață neregulată și compoziție moale.



Deasemenea dacă senzorii sunt utilizați în aer liber sau într-un mediu cu aer cald sau aer rece trebuie să se țină cont de faptul că viteza sunetului în acest mediu (cu parametrii mediului modificați) variază în funcție de temperatură, presiune și umiditate. De aceea dacă nu sunt luați în considerare acești parametri măsurarea distanței poate fi afectată.

Dacă temperatura ( $^{\circ}$  C) și umiditatea sunt deja cunoscute, se poate aplica formula de mai jos:

$$\text{Viteza sunetului } m / s = 331,4 + (0,606 * \text{Temp}) + (0,0124 * \text{Umiditate})$$

La punerea sub tensiune din butonul ON/OFF mașina va porni cu direcția înainte. Își va menține acest sens de mișcare până senzorul HC-SR04 de măsurare a distanței va măsura o distanță mai mică decât o valoare stabilită de utilizator ca fiind o valoare de prag (în traficul real poate fi considerată ca fiind distanță de siguranță față de mașina din față sau de către un obstacol).

În momentul în care distanța detectată este mai mică decât pragul impus mașina își va schimba sensul de mișcare spre direcția înapoi. Acest lucru se face prin modificarea sensului de alimentare a motorului de curent continuu.

În exemplu de mai jos se prezintă un cod în care s-a stabilit ca valoare de prag 25 cm.

Dacă valoarea distanței este mai mare de 25 cm se comandă motoarele astfel încât mașina să se deplaseze spre înainte. Comenzile utilizate sunt din librăria driverului pentru motoare L293D.

În figura 11 se prezintă modul de dispunere și conectare ale motoarelor pe șasiu.

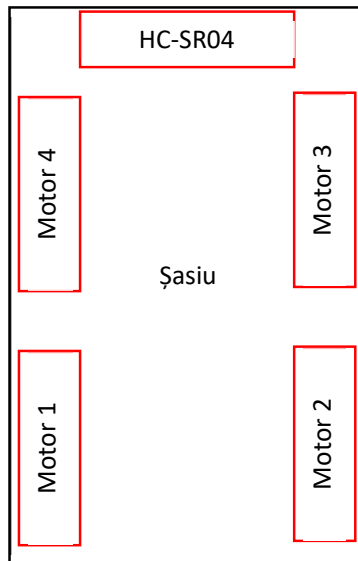


Fig. 11. Dispunerea motoarelor pe șasiu, necesară pentru modul de comandare a motoarelor.

În funcție de modul de dispunere și de alimentare a motoarelor sensul de mișcare a mașinii poate diferi de la un șasiu la altul.

În configurația noastră trebuie să comandăm să funcționeze sincron în aceeași direcție motorul 1 și motorul 4, iar motorul 2 și motorul 3 trebuie comandate să se miște sincron în aceeași direcție, dar în direcția opusă celorlalte două motoare.

**Notă:** Atenție la modul de conectare a motoarelor la placa de comandă. Dacă firele sunt conectare invers comenzile pentru motoarele din subrutinele trebuie modificate în funcție de modul de conectare.

```
#include <AFMotor.h> //includerea librăriei pentru motoare
// definirea pinilor
#define trigPin A5 /*se definește pinul analogic A5 ca fiind pinul
Trigger*/
#define echoPin A4 /*se definește pinul analogic A5 ca fiind pinul
Echo*/
/* Setarea celor 4 motoare motoarelor. Se setează motoarele cu un semnal tip
PWM cu frecvența de 64 kHz (frecvențele pot fi 64/8/2/1kHz). Cu cât
frecvența este mai mare puterea motorului este mai mare.*/
AF_DCMotor motor1(1,MOTOR12_64KHZ);
AF_DCMotor motor2(2, MOTOR12_64KHZ);
AF_DCMotor motor3(3, MOTOR34_64KHZ);
AF_DCMotor motor4(4, MOTOR34_64KHZ);

/*Realizarea subrutinei de oprire a mașinii. Utilizând comanda setSpeed () se
poate seta viteza motorului care poate fi între 0 și 255, unde 255 înseamnă
viteză maximă iar 0 înseamnă staționare.*/
void moveStop() {
    motor1.setSpeed(0);
    motor2.setSpeed (0);
    motor3.setSpeed (0);
    motor4.setSpeed (0);
}
//funcția de configurare a pinilor
void setup() {
    Serial.begin(9600); // inițializarea portului serial
```

```
Serial.println("Motor test!"); //prin portul serial se transmite textul  
//"Motor test!", după care se trece la linie nouă.
```

```
pinMode(trigPin, OUTPUT); // setarea pinului trigPin ca ieșire  
pinMode(echoPin, INPUT); / setarea pinului echoPin ca intrare  
motor1.setSpeed(100); //setarea vitezei fiecărui motor, între 0-255  
motor2.setSpeed (100);  
motor3.setSpeed (100);  
motor4.setSpeed (100);  
}
```

```
/*funcția loop(), care va rula la infinit sau până apare o condiție care  
să o întrerupă*/
```

```
void loop() {  
    long duration, distance; // declararea variabilelor de tip long  
    digitalWrite(trigPin, LOW); /*se pune pinul trigPin în zero logic  
conform manualului de utilizare*/  
    delayMicroseconds(2); /*se adaugă o întârziere de 2us conform  
manualului de utilizare*/  
    digitalWrite(trigPin, HIGH); /*se pune pinul trigPin în unu (1) logic  
conform manualului de utilizare*/  
    delayMicroseconds(10); /*se adaugă o întârziere de 10us conform  
manualului de utilizare*/  
    digitalWrite(trigPin, LOW); /*se pune pinul trigPin în zero logic  
conform manualului de utilizare*/  
    duration = pulseIn(echoPin, HIGH); /*se așteaptă răspunsul la pinul  
echoPin și valoarea este scrisă în variabila "duration"*/
```

```
distance = (duration/2) / 29.1; /* se convertește valoarea măsurată în  
centimetri */  
if (distance < 25) /* dacă distanța este mai mică de 25 cm */ {  
    Serial.println("A fost detectat un obiect mai aproape de 25 cm"); /* se  
    trimite prin portul serial textul "A fost detectat un obiect mai aproape de 25  
    cm" */  
    Serial.print("Distanța până la obiect este: "); /* se trimite prin  
    portul serial textul "Distanța până la obiect este:" */  
    Serial.print( distance); /* Se trimite prin portul serial valoarea  
    distanței */  
    Serial.print( " cm"); /* Se trimite prin portul serial unitatea de măsură  
    "cm" */  
    Serial.println(" Obiectul este foarte apropiat "); /* Se trimite prin  
    portul serial textul "Obiectul este foarte apropiat" */  
    Serial.println(" Masina se intoarce"); /* Se trimite prin portul serial  
    textul "Masina se intoarce" */  
    // Masina se întoarce  
    motor1.run(FORWARD);  
    motor2.run(BACKWARD);  
    motor3.run(BACKWARD);  
    motor4.run(FORWARD);  
    // moveStop();  
    } else { // în caz contrar  
    Serial.println("Nu s-a detectat niciun obiect"); /* Se trimite prin portul  
    serial textul "Nu s-a detectat niciun obiect" */  
    delay (15); // o întârziere de 15 milisecunde  
    motor1.run(BACKWARD); /* dacă nu s-a detectat niciun obstacol  
    mașina merge înainte */
```

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

### 3. Probleme de studiat în laborator

1. Se va instala driverul pentru motoare <AFMotor.h>.
2. Se vor studia comenzile din librăria corespunzătoare motoarelor.
3. Se vor realiza subrutinele pentru ca în cazul detectării unui obiect mașina să poată vira la stânga sau dreapta, având în acest caz doi senzori de tip HC-SR04, unul în stânga și unul în dreapta.
4. Se va realiza o subrutină în care dacă se detectează un obiect la o distanță mai mică decât pragul impus, utilizând un difuzor buzzer să se genereze un sunet de avertizare.
5. Se va modifica viteza motoarelor precum și puterea la axul motoarelor.

### Bibliografie

- [1] [https://www.robofun.ro/image/cache/data/produse/grace/arduini-uno-r3-001a\\_1024x1024-500x500.jpg](https://www.robofun.ro/image/cache/data/produse/grace/arduini-uno-r3-001a_1024x1024-500x500.jpg)
- [2] <http://roboromania.ro/wp-content/uploads/2017/11/L293D-ex.jpg>
- [3] <https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1XOTnNXXXXXbKXXXXq6xXFXXc/D C-3V-6V-Gear-Motor-With-Plastic.jpg>
- [4] HC-SR04 datasheet.pdf
- [5] [https://www.banggood.com/DIY-4WD-Smart-Car-Chassis-Kits-For-Arduino-p-1297871.html?rmmds=detail-left-hotproducts\\_\\_3&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/DIY-4WD-Smart-Car-Chassis-Kits-For-Arduino-p-1297871.html?rmmds=detail-left-hotproducts__3&cur_warehouse=CN)
- [6] <https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>