

ULTRASONIČNI SENZOR



HC-SR04

HC-SR04 ULTRASONIC SENSOR

- jeftin sensor rastojanja
- jednostavan za upotrebu,
- domet mu se kreće od 2 do 400cm,
- u robotici se koristi za izbjegavanje prepreka,
- koristi se i u raznim projektima automatizacije,
- automobili koriste sličan sensor u sistemima za pomoć pri parkiranju.
- često je potrebno koristiti vodootporni sensor, kao JSN-SR04T.



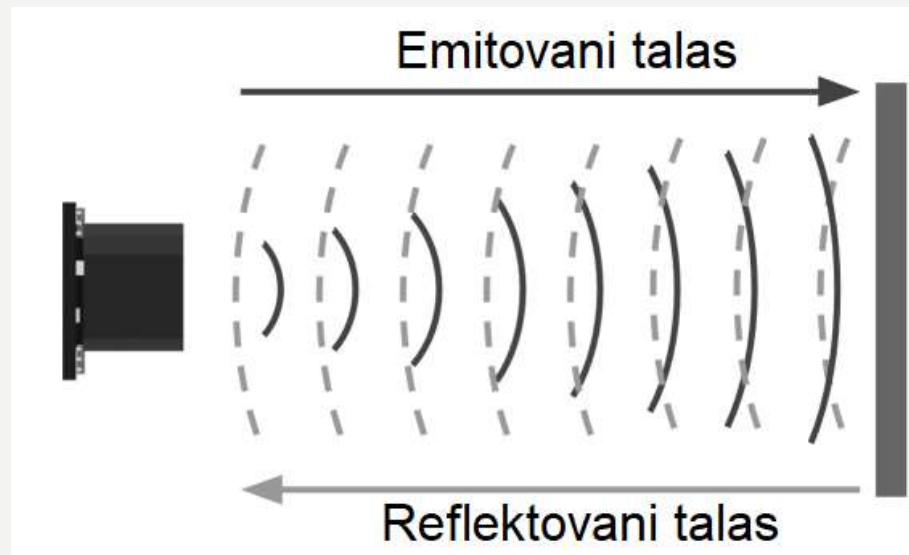
KAKO SENZOR RADI?

Ultrasonični senzor emituje zvučni talas previsoke frekvencije da bi ga ljudsko uho čulo.

Talas putuje kroz vazduh, brzinom, približno 343 m/s.

Ako postoji objekat ispred senzora, zvučni talas će se reflektovati ka prijemniku koji će ga detektovati.

Mjerenjem proteklog vremena od emitovanja do prijema talasa, može se izračunati rastojanje između senzora i objekta.



ODREĐIVANJE RASTOJANJA?

- Na 20°C brzina zvuka je 343 m/s ili 0.034 cm/μs. Neka je proteklo vrijeme 2000μs. Ako se pomnoži brzina prostiranja i vrijeme putovanja talasa, dobija se rastojanje koje je talas prešao.

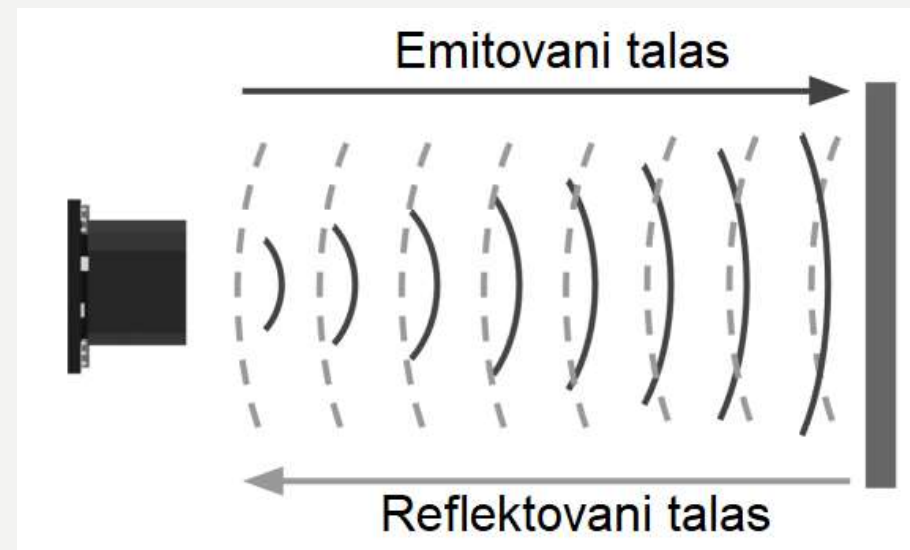
Rastojanje = Brzina x Vrijeme

- Međutim to nije rastojanje senzora i objekta. Ono je samo polovina toga.

Rastojanje (cm) = Brzina zvuka (cm/μs) × Vrijeme (μs) / 2

- Na kraju se ima:

Rastojanje (cm) = 0.0343 (cm/μs) × 2000 (mple this μs) / 2 = 34.3 cm



ZAVISNOST BRZINE PROSTIRANJA ZVUKA OD TEMPERATURE VAZDUHA

- Brzina zvuka je veoma zavisna od temperature i u manjoj mjeri od vlažnosti vazduha. Zavisnost od temperature je približno 0.6 m/s po stepenu Celsius-a. Na 20°C može se uzeti da je brzina 343 m/s, ali ako se želi tačniji rezultat, potrebno je izračunati brzinu zvuka po formuli:

$$V \text{ (m/s)} = 331.3 + (0.606 \times T)$$

V = Brzina zvuka (m/s)

T = Temperatura vazduha (°C)

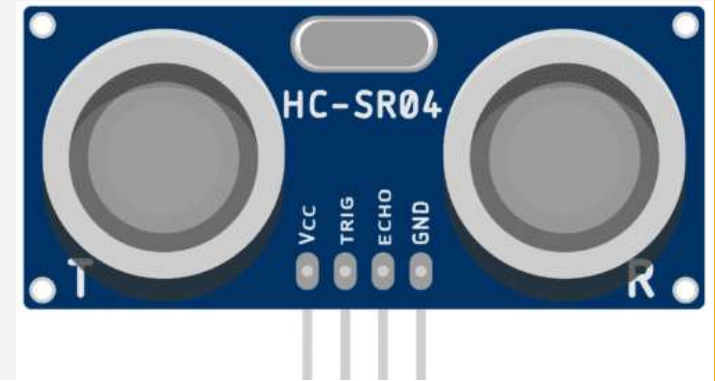
- Nije uzeta u obzir vlažnost, jer je njen uticaj relativno mali.

KAKO SE UPRAVLJA HC-SR04 SENZOROM?

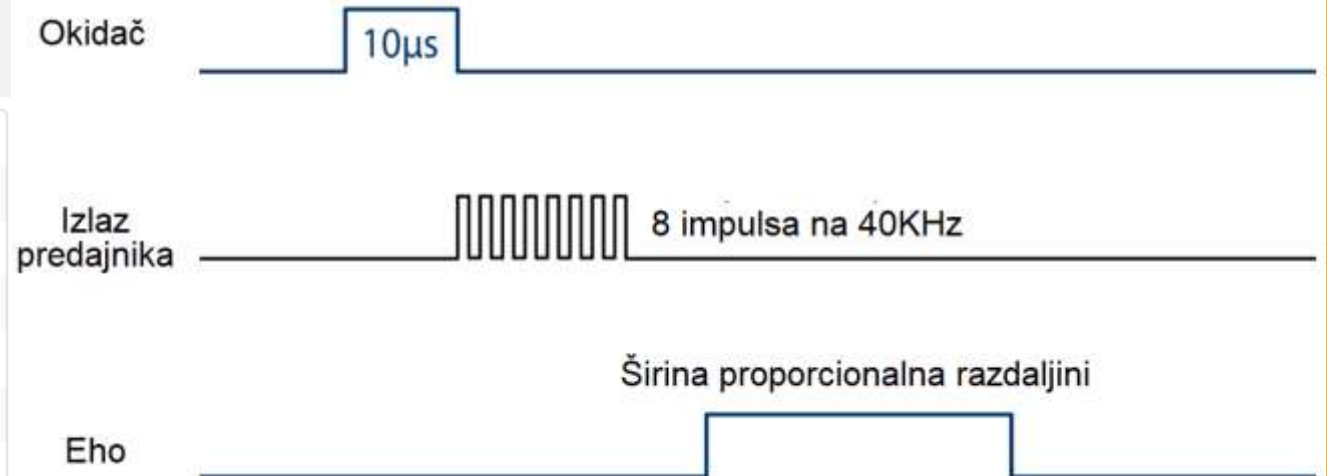
- Dva srebrna cilindra (ultrasonični primopredajnik)
- Jedan emituje zvučni talas a drugi prima.
- Za start emitovanja: na Trig pin impuls trajanja najmanje 10 μ s.
- Senzor zatim kreira 8 perioda zvučnog talasa na 40 kHz.
- Talas putuje, odbija se od prepreke i vraća nazad ka prijemniku.
- Na Eho pin-u se zatim pojavljuje impuls čije je trajanje proporcionalno rastojanju senzora od objekta.

Može se koristiti `pulseIn()` funkcija u Arduino kodu za očitavanje dužine impulse.

Nakon toga već datom formulom se izračunava rastojanje.

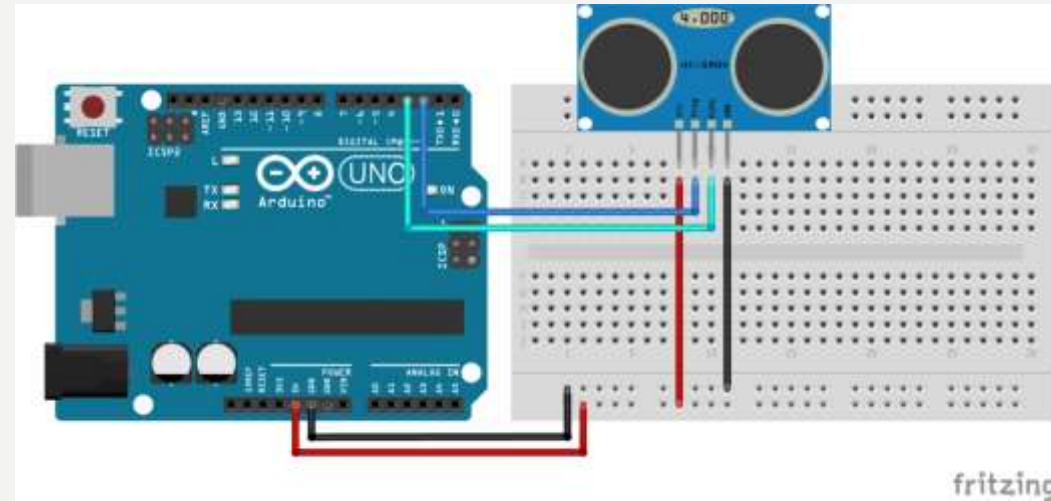


Operating voltage	5 V
Operating current	15 mA
Frequency	40 kHz
Measuring range	2 – 400 cm
Resolution	3 mm
Measuring angle	15 degrees
Trigger input signal	10 μ s high pulse



POVEZIVANJE SENZORA SA ARDUINO UNO

Povezivanje senzora sa Arduino UNO razvojnom pločom je dato na slici:



Na slici su upotrijebljeni pinovi 2 and 3 za Trig i Echo pin, ali se može koristiti i bilo koji drugi digitalin pin.

HC-SR04	Arduino
VCC	5 V
Trig	Pin 2
Echo	Pin 3
GND	GND

PRIMJER – ODREĐIVANJE RASTOJANJA OBJEKTA

```
// Define Trig and Echo pin:
```

```
#define trigPin 2
```

```
#define echoPin 3
```

```
// Define variables:
```

```
long duration;
```

```
int distance;
```

```
void setup() {
```

```
  // Define inputs and outputs:
```

```
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
```

```
  pinMode(echoPin, INPUT);
```

```
  //Begin Serial communication at a baudrate of 9600:
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  //
```

```
  digitalWrite(trigPin, LOW);
```

```
  delayMicroseconds(5);
```

```
  // Generisanje Trig impulsa
```

```
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
```

```
  delayMicroseconds(10);
```

```
  digitalWrite(trigPin, LOW);
```

```
  // Očitavanje trajanja impulse na echoPin upotrebom pulseIn() u microsec
```

```
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
```

```
  // Izračunavanje distance
```

```
  distance= duration*0.034/2;
```

```
  // Štampanje distance na serijskom monitoru (Ctrl+Shift+M):
```

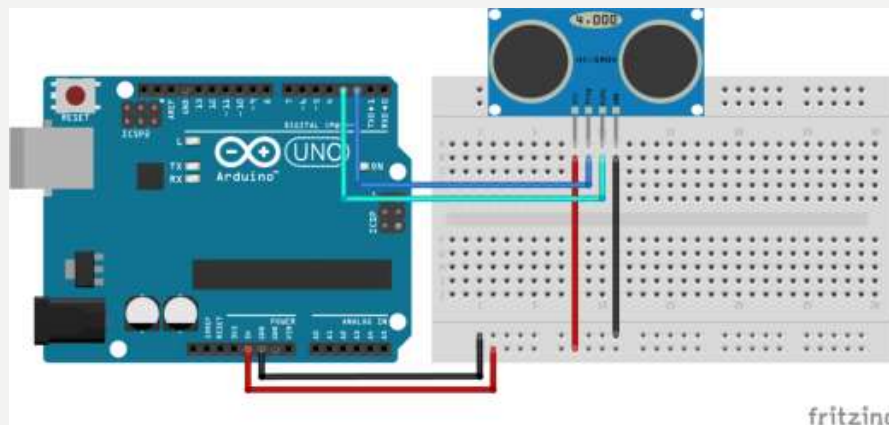
```
  Serial.print("Distance = ");
```

```
  Serial.print(distance);
```

```
  Serial.println(" cm");
```

```
  delay(50);
```

```
}
```



PRIMJER – NEWPING LIBRARY

NewPing (autor Tim Eckel) može se koristiti za mnoge ultrasonic senzore.

Kod je kraći nego u predhodnom primjeru.

Osim toga, NewPing biblioteka ima i drugih korisnih odobina.

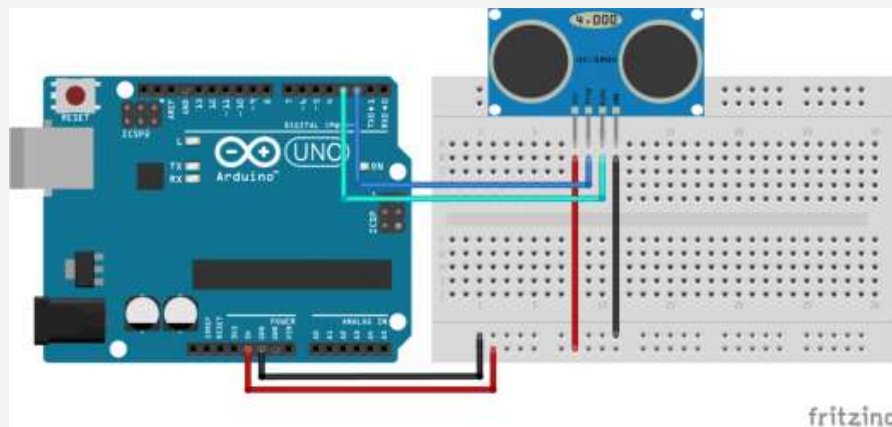
Omogućuje postavljanje maksimalnog dometa, te neće čekati čitavu sekundu ako ne primi eho.

Ima ugrađen median filter.

Može se koristiti `distance = sonar.ping_cm()` ili
`distance = sonar.ping_in()`

Koji vraćaju mjereno rastojanje u cm ili inčima.

Upotrebom ovih funkcija nije potrebno izračunavanje kao u predhodnom primjeru.



```
// Uključivanje biblioteke
#include <NewPing.h>
```

```
// Definisanje pinova i maksimalnog rastojanja
#define trigPin 2
#define echoPin 3
#define MAX_DISTANCE 350 // Maksimalno rastojanje (u centimetrima). Maksimalan domet --
                          // senzora je između 400-500cm.
```

```
// NewPing setup
NewPing sonar(trigPin, echoPin, MAX_DISTANCE);
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inicijalizacija serijske komunikacije.
}
```

```
void loop() {
  delay(50); // Čekanje 50ms između dva ping-a (oko 20 ping/sec). 29ms je najkraće vrijeme

  duration = sonar.ping();
  distance = (duration / 2) * 0.0343;
```

```
  Serial.print("Distance = ");
  Serial.print(distance); // Rastojanje će biti 0 kada je objekat izvan maksimalnog dometa.
  Serial.println(" cm");
}
```

KAKO KORISTITI MEDIAN DIGITALNI FILTER?

Jedna od važnijih novina NewPing biblioteke je realizacija median filtera.

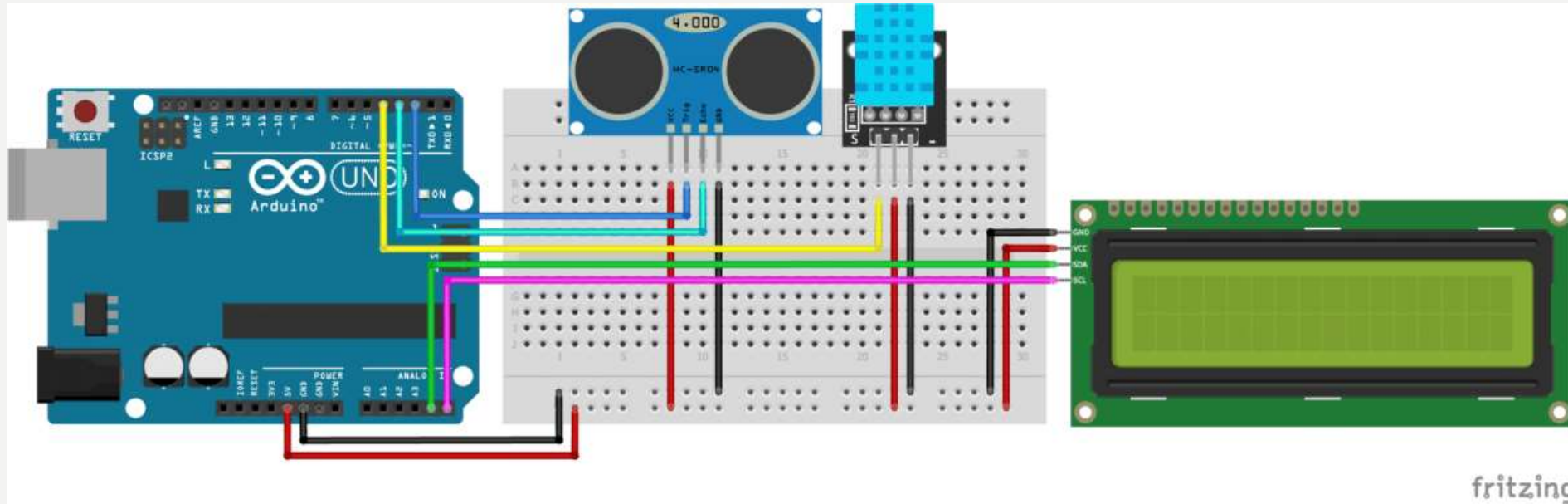
Ovaj filter značajno poboljšava tačnost mjerenja rastojanja.

ping_median() funkcija uzima više mjerenja trajanja, tako da se kao zaključna uzima srednja vrijednost.

Najčešće se uzima 5 čitanja ali može se zadati i drugi broj.

```
int iterations = 5;  
duration = sonar.ping_median(iterations);
```

PRIMJER - HC-SR04 SA DHT11 I I2C LCD



U ovom primjeru koristi se **Adafruit DHT Humidity & Temperature Sensor** biblioteka koja se može preuzeti sa [ovog linka \(GitHub\)](#).

Biblioteka DHT senzora radi jedino ako se ima instalirana **Adafruit_Sensor** biblioteka, ona se može preuzeti sa [ovog linka \(GitHub\)](#).

Biblioteka **LiquidCrystal_I2C** može se preuzeti sa [ovog linka \(GitHub\)](#). Uključena je i **Wire.h** biblioteka.

PRIMJER - HC-SR04 SA DHT11 I I2C LCD

```
#include <Adafruit_Sensor.h> // https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor
#include <DHT.h> // https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library
#include <Wire.h> // Library for I2C communication
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for LCD
```

```
// Define Trig pin, Echo pin and DHTPin:
#define trigPin 2
#define echoPin 3
#define DHTPin 4
```

```
// Define SDA and SCL pin from LCD:
#define SDAPin A4 // Data pin
#define SCLPin A5 // Clock pin
```

```
// Connect to LCD via i2c, default address 0x27 (A0-A2 not jumpered):
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27,20,4);
```

```
// Define DHT sensor type:
#define DHTType DHT11
```

```
// Define variables:
long duration; int distance; float speedofsound;
```

```
// Create a DHT sensor object:
DHT dht = DHT(DHTPin,DHTType);
```

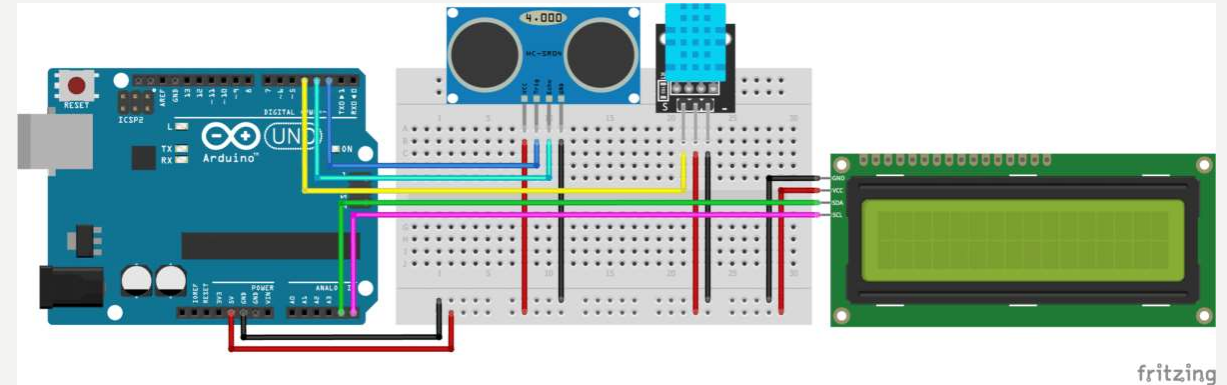
```
void setup() {
  // Define inputs and outputs:
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
```

```
  dht.begin();
```

```
  // Initiate the LCD:
  lcd.init(); lcd.backlight();
```

```
  // Begin Serial communication at a baudrate of 9600:
  Serial.begin(9600);
```

```
}
```



```
void loop() {
  // Clear the trigPin by setting it LOW:
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(5);
```

```
  // Trigger the sensor by setting the trigPin high for 10 microseconds:
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
```

```
  // Read the echoPin. This returns the duration (length of the pulse) in microseconds:
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
```

```
  // Read the temperature:
  int temperature = dht.readTemperature();
```

```
  // Calculate speed of sound in m/s:
  speedofsound = 331.3+(0.606*temperature);
```

```
  // Calculate the distance in cm:
  distance = duration*(speedofsound/10000)/2;
```

```
  // Print the distance and temperature on the Serial Monitor:
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print("T: "); lcd.print(temperature); lcd.print("\xDF" "C ");
  lcd.print("D: "); lcd.print(distance); lcd.print("cm ");
  lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Spd: "); lcd.print(speedofsound); lcd.print("m/s ");
  delay(100);
```

```
}
```

PRIMJER ZA VJEŽBU

Senzor pokreta detektuje pokret.

Dok je pokret detektovan neka CRVENA LED treperi periodom 2Hz-a i izmjeriti rastojanje od ultrasoničnog senzora.

Za poboljšanje tačnosti mjerenja upotrijebiti sensor temperature i vlage.

Ukoliko je rastojanje manje od 30cm ili veće od 400cm, oglasiti se isprekidanim zvučnim signalom sa bazzera periodom 10Hz i frekvencijom zvučnog signala 2KHz-a (ne koristiti delay!!).

Na LCD-u ispisati rastojanje objekta. U gornjem redu: Detektovan pokret.
U donjem redu. D: xxx cm.

Umjesto xxx cm ispisati broj centimetara i to npr: 005 cm ili 023 cm ili 124cm

Na serijskom monitoru ispisati: isto što i LCD-u u istom formatu.

Dok pokret nije detektovan na LCD ispisati, u gornjem redu: NEMA, dok u donjem redu: OBJEKTA.

(2-1 bod)

PRIMJER ZA VJEŽBU

Naplatni punkt na autoputu.

Senzor pokreta raguje dok prilazi vozilo i omogućuje uključenje rasvjete ispred naplatnog šaltera. Rasvjetu predstaviti sa dvije istobojne LED. Rasvjetu uključivati samo ako je mračno, odnosno ako se pomoću fotootpornika detektuje nizak nivo svjetlosti.

Ultrasonični sensor je postavljen iznad vozila na naplatnom punktu i mjeri minimalno rastojanje od vozila koje prolazi. Na osnovu tog podatka vrši klasifikaciju vozila na putničke automobile i teretna vozila (autobuse).

Rasvjetu držati uključenu sve dok vozilo ne prođe ispod ultrazvučnog senzora ili ne protekne maksimalno vrijeme predviđeno za prolazak (ne koristiti delay!!). Maximalno vrijeme zadavati putem seriskog monitora (predefinisati 10sek).

Informaciju o broju putničkih i teretnih vozila koja su prošla od početka nadzora, ispisati na LCD-u i serijskom monitoru u sljedećem formatu: U gornjem redu: P: xxx

U donjem redu: T: xxx

Umjesto xxx cm ispisati broj centimetara i to npr: 005 cm ili 023 cm ili 124cm

Svaki put kada se detektuje putničko vozilo oglasiti se zvučnim signalom frekvencije 1KHZ i trajanja 200ms (ne koristiti delay!!).

Svaki put kada se detektuje teretno vozilo oglasiti se zvučnim signalom frekvencije 3KHZ i trajanja 200ms (ne koristiti delay!!).

(3-2-1 boda)

PRIMJER ZA VJEŽBU

Štoperica.

Mjeriti vrijeme od trenutka kada se objekat udalji od ultrasoničnog senzora na rastojanje većem i jednakom 10cm, do trenutka kada se ponovo vrati na rastojanje manje od 10cm.

Mjereno vrijeme ispisivati na LCD-u, u desnom uglu donjeg reda, u obliku: mm:ss.d

Nakon povratka objekta na rastojanje manje od 10cm od ultrasoničnog senzora, izmjereno vrijeme zadržati na LCD-u minimalno 5 sekundi. Ukoliko je i po isteku 5 sekundi objekat na rastojanju manjem od 10cm, izmjereno vrijeme i dalje zadržati ispisano na LCD-u.

Po udaljavanju objekta započeti novo mjerenje vremena, sve do ponovnog povratka objekta. Mjerenje započeti i ako se objekat udalji tokom trajanja petosekundnog ispisa na LCD-u, ali prikazivanje na LCD-u, novoizmjenog vremena, započeti po isteku tih 5 sekundi.

U gornjem redu LCD-a, slijeva ispisivati "DISTANCE: ", a s desna ispisivati izmjereno rastojanje u cm, npr.: "24cm".

Dok se vozilo nalazi na rastojanju od senzora manjem od 10cm, oglašavati se isprekidanim zvučnim signalom, frekvencije 2KHz i periode 100ms (ne koristiti delay!!).



(4-2-1 bod)