

Kontrola Ultrazvučnog senzora HC-SR04 pomoću Arduino platforme

CILJ VEŽBE: Upoznati studente sa

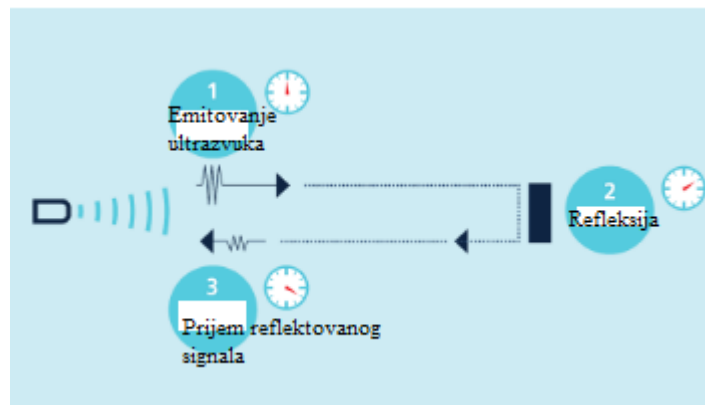
- karakteristikama ultrazvučnih senzora
- principima rada ultrazvučnih senzora
- postupkom povezivanja ultrazvučnog senzora na Arduino
- Pisanje koda za upravljanje sensorom

POTREBNA OPREMA

- Laptop računar sa instaliranim razvojnim softverom za Arduino
- Arduino Nano
- HC-SR04 ultrazvučni senzor
- LED dioda ili neki drugi indikator
- Osciloskop
- Komplet alata za montažu

1. UVOD

Ultrazvučni senzori rastojanja emituju periodične kratkotrajne visokofrekventne (frekvencija veća od 20kHz) zvučne impulse. Ovi impulsi se prostiru kroz vazduh brzinom zvuka. Ukoliko prilikom propagacije pogode neki objekat, nastaje refleksija i senzor ih detektuje kao eho. Na osnovu vremena kada je senzor emitovao signal, do trenutka prijema reflektovanog signala vrši se izračunavanje rastojanja do objekta.



Slika 1. Funkcija gustine raspodele zračenja

Pošto je rastojanje do objekta određeno merenjem vremenskog intervala slanja i preijema, a ne intenzitetom zvuka, ultrazvučni senzori imaju odlične karakteristike u pogledu potiskivanja pozadinskog šuma okoline. Bukvalno svi materijali koji reflektuju zvuk se mogu detektovati, bez obzir na njihovu boju. Čak i providni materijali ili tanke folije ne predstavljaju problem za ultrazvučne senzore.

Ultrazvučni senzori su pogodni za merenje rastojanja od 20mm do oko 10m. Ovi senzori imaju visoku tačnost, ali je potrebno dobro poznavati kojom se brzinom prostire zvuk u datoj sredini. Neki senzori rastojanja imaju rezoluciju od čak 0.025 mm.

Ultrazvučni senzori imaju široku lepezu primene. Ultrazvučni senzori za podvodno lociranje – sonari se koriste za mapiranje dna. Manji senzori se koriste za kontrolu otvaranja automatskih vrata, merenje nivoa tečnosti u rezervoaru itd. Neki senzori protoka se realizuju korišćenjem ultrazvučnih senzora.

2. ULTRAZVUČNI SENZOR HC-SR04

Ultrazvučni senzor HC-SR04 služi za beskontaktno merenje rzdaljine u opsegu od 2cm do 400cm. Ovaj modul na sebi poseduje dva ultrazvučna senzora (predajnik i prijemnik) i kolo za kontrolu. Na slici 2. je prikazan ovaj ultrazvučni modul. Izvodi za povezivanje su: Vcc, Gnd, Echo i Trig.



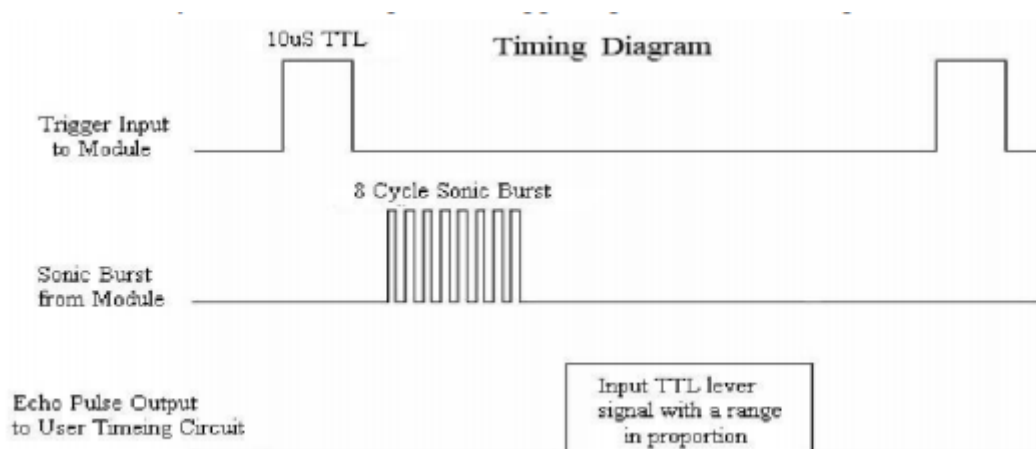
Slika 2. Ultrazvučni senzor HC-SR04

Osnovni princip rada se sastoji od:

- Na pin za okidanje (Trigger) se dovodi visok naponski nivo u trajanju od 10 μ s.
- Modul automatski šalje 8 zvučna impulsa frekvencije 40kHz i detektuje da li je primljen reflektovani signal.
- Ukoliko je signal reflektovan, na echo pinu dužina HIGH stanja odgovara vremenu od emitovanja do prijema reflektovanog signala. Rastojanje do prepreke se računa kao:

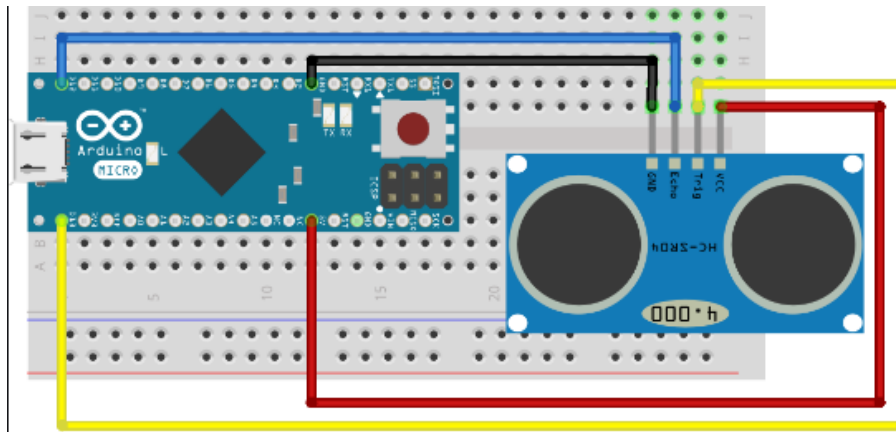
$$\text{Rastojanje} = \text{Trajanje_impulsa_na_echo_pinu} * \text{Brzina_zvuka} (\text{oko } 340\text{m/s}) / 2$$

Na slici 3. je prikazan vremenski dijagram gore opisanog principa rada. Ponovno merenje rastojanja je moguće posle otprilike 60ms.



Slika 3. Vremenski digram ultrazvučnog senzora

3. POVEZIVANJE PIR SENZORA NA ARDUINO NANO



Slika 4. Povezivanje HC-SR04 senzora sa Arduino platformom

Na slici 4. je predstavljena šema povezivanja SR04 senzora na Arduino pločicu. Naravno, broj modula koji se mogu povezati zavisi od broja dostupnih pinova na mikrokontroleru.

4. PROGRAMSKI KOD

Na slici 6. je dat programski kod kojim se ispituje funkcionalnost ultrazvučnog senzora.

```
hc-sr04 §
1
2 const int trigPin = 13;
3 const int echoPin = 12;
4 /*Definisanje promenljivih*/
5 long duration;
6 float distance;
7
8 void setup() {
9   pinMode(trigPin, OUTPUT); //Pin za okidanje podešen kao izlaz
10  pinMode(echoPin, INPUT); //Echo pin podešen kao ulaz
11  Serial.begin(9600); //Startovanje serijske komunikacije
12
13 }
14 void loop() {
15   //Resetovanje Trig pina
16   digitalWrite(trigPin, LOW);
17   delayMicroseconds(2);
18   // Postavlja visko naponski nivo na trig pin u trajanju od 10 mikro sekundi
19   digitalWrite(trigPin, HIGH);
20   delayMicroseconds(10);
21   digitalWrite(trigPin, LOW);
22   // Merenje trajanje HIGH impulsa na eho pinu
23   duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
24   distance= duration*0.035/2; //Preračunavanje distance na osnovu vremena
25   Serial.print("Rastojanje: ");Serial.println(distance); //Stampa se rastojanje na serijskom monitoru
26   delay(1000); //pauza do sledećeg merenja
27 }
28 }
```

Slika 5. Programski kod za demonstraciju rada ultrazvučnog senzora

ZADATAK ZA REALIZACIJU

Zadatak 1. Realizovati merač razdaljine objekta korišćenjem ultrazvučnog senzora i Arduino platforme. Ispis rezultate merenja vršiti na Serial monitoru i na OLED grafičkom displeju SSD1306 rezolucije 128x64 piksela(skinuti biblioteku sa inetneta). Senzor rastojanja vezati kao na slici 4, a displej vezati Vcc-> 3.3V, Gnd->Gnd, SCK->A5 i SDA ->A4. Zatim povezati sonde osciloskopa na

Echo i trig liniju i odrediti rastojanje na osnovu oscilograma i uporediti sa rezultatom dobijenim na displeju.

Učitati sledeći kod u arduino:

```
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

#define OLED_RESET 4
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);

#define NUMFLAKES 10
#define XPOS 0
#define YPOS 1
#define DELTAY 2
#define LOGO16_GLCD_HEIGHT 16
#define LOGO16_GLCD_WIDTH 16

const int trigPin = 13;
const int echoPin = 12;
/*Definisanje promenljivih*/
long duration;
float distance;

void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT); //Pin za okidanje podešen kao izlaz
  pinMode(echoPin, INPUT); //Echo pin podešen kao ulaz
  Serial.begin(9600); //Startovanje serijske komunikacije
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //inicijalizacija displeja
}

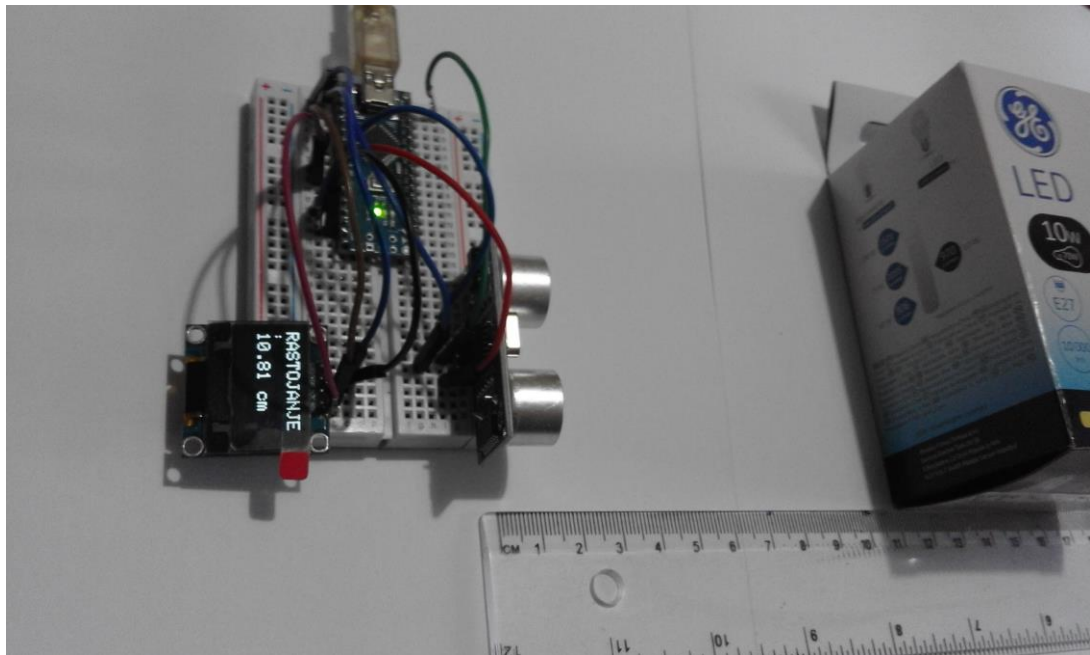
void loop() {
  //Resetovanje Trig pina
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  // Postavlja viskonaponski nivo na trig pin u trajanju od 10 mikro sekundi
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Merenje trajanje HIGH impulsa na echo pinu
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance= duration*0.035/2; //Preračunavanje distance na osnovu vremena
  Serial.print("Rastojanje: ");Serial.println(distance); //Stampa se rastojanje na serijskom monitoru
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2);
  display.setTextColor( WHITE);
  display.setCursor(0,0);
  display.println("RASTOJANJE:");
```

```

display.setTextColor(WHITE, BLACK);
display.print(distance); display.println(" cm");
display.display();
delay(1000); //pauza do sledećeg merenja
}

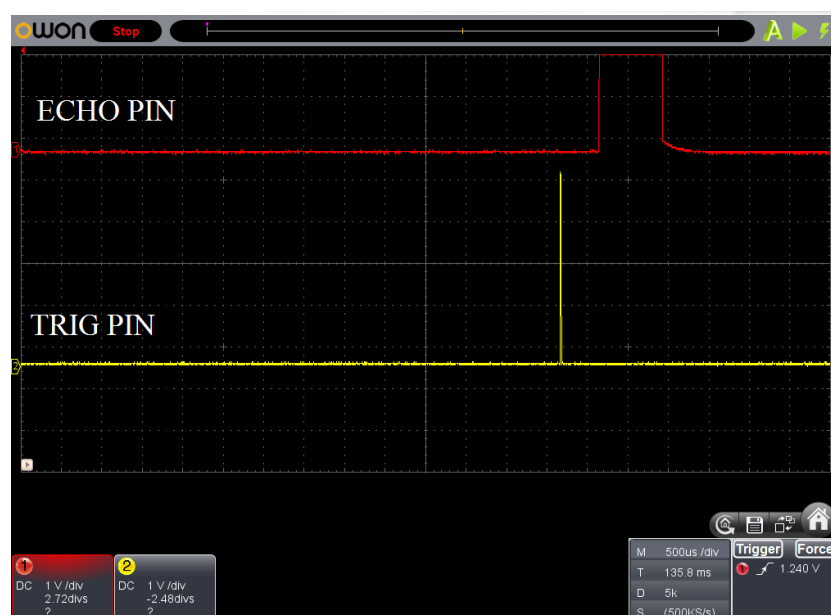
```

Na slici 6 je prikazan realizovani uređaj za merenje razdaljine.



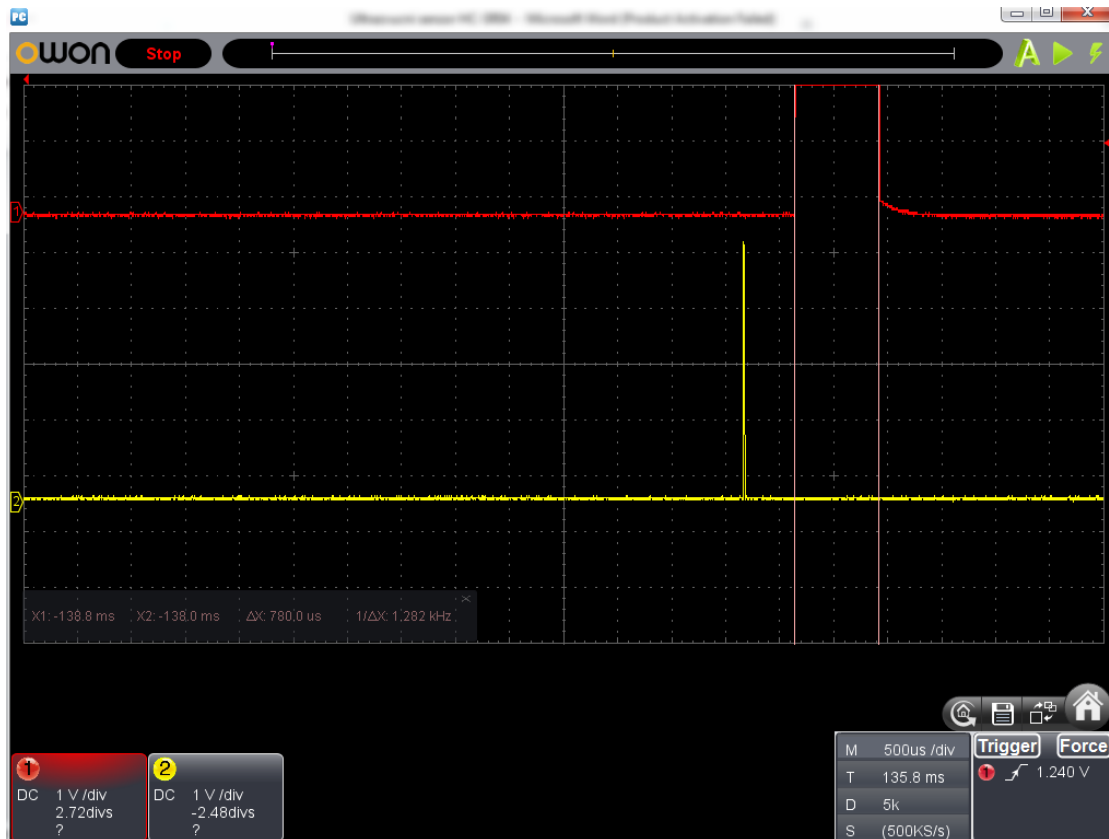
Slika 6. Realizovani merač razdaljine

Zatim na Trig i Echo pin zakačiti sonde osciloskopa i posmatrati signale. Za prikaz rezultata na displeju oko 13.6 cm dobijen je sledeći oscilogram:



Ono što merimo arduinom je vreme trajanja crvenog signala. Korišćenjem kursora na osciloskopu sa oscilograma se određuje vreme trajanja signala na echo pinu (vreme od emitovanja do prijema ultrazvučnog signala).

Za ovaj slučaj vreme propagacije signala do prepreke i nazad je 780 mikro sekundi, kao što se vidi na donjoj slici (Δx – razlika između postavljenih kursora)



Vreme potrebno signalu da stigne do prepreke je $780/2=390 \mu\text{s}$.

Sada je potrebno da nađemo rastojanje koje zvučni talas pređe za 390 mikro sekundi brzinom od 340m/s.

$$\text{Rastojnje} = \text{Brzina} * \text{Vreme} = 340\text{m/s} * 390\mu\text{s} = 132600 * 10^{-6} \text{ m} = 132.6 \text{ mm}$$