

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA**

**Sustavi za praćenje i vođenje procesa**

**SonZaS – izvedbeno rješenje**

Nikica Perić

Katarina Silov- Tepić

Ante Gulin

Luka Peti

Ivan Stepić

Voditelj: Predrag Pale

Zagreb, svibanj 2019.

## Sadržaj

Ultrazvučni senzor - Nikica .....	1
Pokretanje sustava i odabir modula - Katarina .....	2
Proračun brzine hoda – Nikica.....	2
Filtracija – Katarina .....	3
Zvučnici – Ante .....	3
Vibracijski modul – Luka .....	4
Podešavanje modula – Ivan .....	5
Električna shema sustava - Ivan.....	6

## Ultrazvučni senzor - Nikica

Ultrazvučni senzori su najbolji za ovakvu namjenu jer u odnosu na druge senzore slične namjene imaju najveći kut pod kojim mogu očitati predmet. Sustav ima dva ultrazvučna senzora (model HC – SR05) koji se postavljaju u blizini lijevog i desnog oka te tako simuliraju vid. Tehničke specifikacije senzora vide se u tablici (**Tablica 1**).

**Tablica 1** Specifikacije ultrazvučnog senzora

Proizvođač	Velleman
Napon napajanja	4.5 – 5.5V DC
Frekvencija	40 kHz
Rezolucija mjerenja	0.3 cm
Kut mjerenja	15 °
Struja rada	10 – 40 mA
Mjerena udaljenost	2 – 450 cm
Dimenzije	45 x 20 x 13 mm

Svaki senzor može očitati predmete u rasponu od oko 15 stupnjeva, a kombinacijom dvaju senzora želi se postići povećanje tog kuta na oko 22 stupnja. Na ovaj način se, osim povećavanja raspona na kojem ultrazvučni senzori očitavaju predmet, može i očitavati smjer u kojem se predmet nalazi. Omogućava se da se u slučaju opasnosti koja dolazi s lijeve strane korisnik upozorava samo lijevim zvučnikom/vibracijskim modulom i obrnuto, a ako je predmet ravno ispred njega, onda ga upozoravaju oba senzora. Zbog ovakve izvedbe sustava je korisniku lakše jednostavno izbjeći prepreku bez da se zaustavlja ili čeka da prepreka izbjegne njega. Svaki ultrazvučni senzor ima svoje polje u koje je upisano posljednjih 20 očitavanja (zadnje 2 sekunde s obzirom na period sustava od 100 ms). Da bi se izbjegla interferencija, razmak između odašiljanja zvuka dvaju senzora je 50 ms (minimum oko 30 ms).

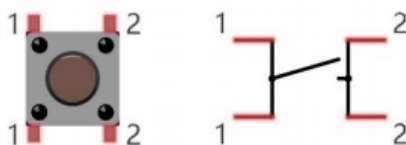
Funkcija `get_sonar(trig, echo)` računa udaljenost predmeta za određeno mjerenje. Mjerenja se dalje filtriraju (**Filtracija – Katarina**) i izračunava se brzina hoda (**Brzina hoda – Nikica**). Varijable `danger_level_left` i `danger_level_right` se prosljeđuju na zvučnike ili vibracijski modul, ovisno o tome što je korisniku prirodnije, zvuk (**Zvučnici - Ante**) ili vibracija (**Vibracijski modul - Luka**). Odabir modula i pokretanje se odabire pritiskom na tipku (**Pokretanje sustava i odabir modula**). Korisnik ima i opciju podešavanja dometa sustava čime odabire između što veće sigurnosti i što manje neugodnosti (**Podešavanje modula - Ivan**).



**Slika 1** Ultrazvučni senzor HC-SR05

## Pokretanje sustava i odabir modula - Katarina

Sustav se pokreće pritiskom na dugme koje onda ostaje u logičkoj jedinici te šalje signal na Arduino koji se tek onda pokreće jer je postavljen uvjet u programskom kodu. Nadalje, osim tipke za paljenje postoji tipka za odabir rada. Naime, defaultno stanje tipke je u logičkoj nuli, te je onda uključeno bipanje. Korisnik može promijeniti stanje pritiskom na tipku koja je onda u logičkoj jedinici te se gasi beepanje (*beeping()*), a poziva se funkcija *vibration()* te se onda koriste vibracijski motori umjesto zvučnika.



**Slika 2** Primjer dugmeta za paljenje/gašenje sustava i odabir rada

## Proračun brzine hoda – Nikica

Brzina hoda se izračunava prema promjeni udaljenosti od predmeta te prema trajanju ciklusa sustava, tj. prema formuli  $speed = (distance\_last - distance\_now) / period$ . Da bi se izbjegle nagle promjene brzine, postavljaju se gornja i donja ograda za brzinu te se pridjeljuju težinske funkcije kako bi se u obzir uzelo zadnjih 8 mjerenja (800 ms), od kojih najnovije ima najveću, a najstarije najmanju težinu.  $Danger\_level\_left$  i  $danger\_level\_right$  se zatim računaju iz trenutne udaljenosti i brzine formulom  $D = 10 * (21 - \sqrt{(100 * t + 91)})$  te se tako prema razini opasnosti njima

pridružuje opasnost od 0 ako je do susreta s predmetom još 3.5 sekundi, do 100 ako je do susreta još 0.3 sekunde (procijenjena brzina refleksa).

## Filtracija – Katarina

Na izlazu iz ultrazvučnih senzora dobivamo osim korisnog signala i smetnje koje trebamo filtrirati. Zbog ograničenja raspona senzora udaljenosti 0 pretvaramo u maksimalnu udaljenost od 300 cm. Signal obrađujemo po formuli:

$$NM = TF \cdot M + (1 - TF) \cdot PM$$

gdje je NM new measurement, TF trust factor, M measurement, PM previous measurement. Trust faktor je između 0 i 1 i ovisi o tome koliko vjerujemo prethodnom odnosno trenutnom mjerenju. Npr. u slučaju kad imamo nagle promjene udaljenosti s velike na malu faktor pouzdanosti stavljamo veći jer manja udaljenost opasnija za slijepu osobu i viši utjecaj ima trenutno mjerenje, u obrnutom slučaju faktor pouzdanosti stavljamo manji jer više vjerujemo prethodnom mjerenju.

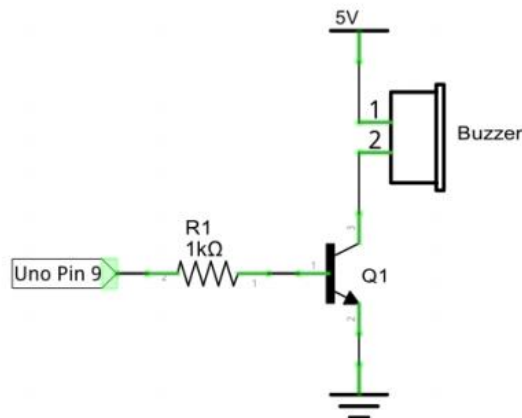
## Zvučnici – Ante

Sustav će imati lijevi i desni buzzer čije se tehničke specifikacije mogu vidjeti u tablici (**Tablica 2**). Desni buzzer će desni alarmirati desno uho, a lijevi lijevo.

**Tablica 2** Specifikacije ultrazvučnog senzora

Proizvođač	Velleman
Napon napajanja	4 – 8V DC
Struja rada	<30 mA
Tip zvuka	Bipanje
Rezonantna frekvencija	~ 2300 Hz

Programski kod je napisan u funkciji *beeping* koja prima dvije float varijable (*danger\_level\_left* i *danger\_level\_right*) na temelju kojih počinje titrati određenom frekvencijom i s određenim kašnjenjem. Frekvencija se ostvaruje na temelju linearno zapisane funkcije kod kojeg se frekvencija mijenja od 250 HZ do 800 Hz, te se to može programski naknadno podesiti ovisno o afinitetima korisnika. Što se pak tiče razmaka između svakog bipanja, važno ga je sinkronizirati s ciklusom rada Arduina koje iznosi 100 ms, te se uvodi brojač za lijevo i brojač za desno uho koji će kontrolirati ima li tona ili ne, te postojeći ton sinkronizirati u skladu s ciklusom. Bitno je za naglasiti da su lijevi i desni buzzer neovisni jedan o drugome te se aktiviraju kada lijevi ultrazvučni ili desni ultrazvučni senzor detektira prepreku. Shodno tome, jedan zvučnik može bipati većom frekvencijom i manjim razmakom bipanja u odnosu na drugoga, što sugerira da je prepreka s jedne strane bliže nego neka druga prepreka s druge strane.



**Slika 2** Shematski prikaz povezivanja pasivnog buzzera

## Vibracijski modul – Luka

Sustav će također imati i vibracijski modul koji bi korisnici mogli koristiti zajedno s ili umjesto zvučnika. Jedan od slučajeva gdje je takav modul koristan je u prostoru s velikom razinom buke koja ometa zvučne signale iz zvučnika.

Kao vibracijski modul odabran je manji vibracijski motor u obliku kovanice. Specifikacije motora se nalaze u tablici (**Tablica 3**).

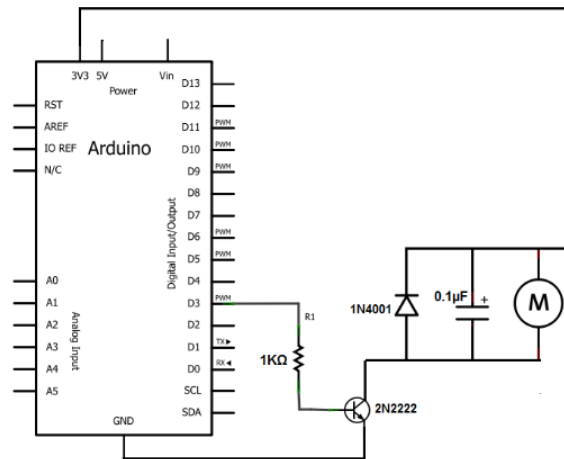
**Tablica 3** Specifikacije motora

Proizvođač	POLOLU
Tip motora	DC , vibracijski
Napon napajanja	2.4 – 3.5V DC
Maximalna struja	120mA
Dimenzije	10 x 2mm
Nazivna brzina vrtnje	14500rpm
Radna struja pri 3V	60mA

Motor je spojen na mikrokontroler prema shemi prikazanoj na slici 3. Paralelno motoru dodaje se obrnuto usmjerena dioda(1N4001) koja štiti od naglih skokova u razini napona. Uz diodu, dodaje se i kondenzator(0.1μF) koji također apsorbira skokova razine napona. Dosadašnjem sklopu serijski se dodaje tranzistor(2N2222) koji služi kao pojačivač struje , jer struja iz mikrokontrolera često nije dovoljna. Da bi osigurali da struje ne bude prevelika dodaje se i otpornik(1 - 5KΩ) u seriju. Motor se spaja na izlazni napon(3V) mikrokontrolera, baza tranzistora, odnosno njoj serijski spojen

otpornik, na izlaz mikrokontrolera, te emiter tranzistora na uzemljenje(GND) mikrokontrolera.

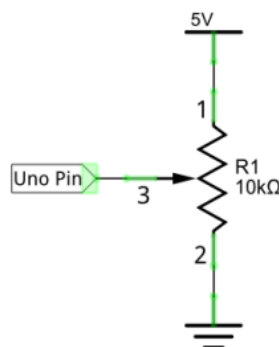
Modul je isprogramiran tako da počinje lagano vibrirati kada senzor očita prepreku na maksimalnoj udaljenosti(može se regulirati potenciometrom). Približavanjem prepreke jačina vibracija se pojačava, te se najjače vibracije postižu za prepreku udaljenu 0.3s za trenutnu brzinu kretanja.



**Slika 3.** Shematski prikaz povezivanja vibracijskog motora

## Podešavanje modula – Ivan

Sustav omogućava podešavanje udaljenosti pri kojoj će se alarmi odazvati. Ovo će biti izvedeno u funkciji koja vraća skalirajući faktor koji ovisi o trenutnom položaju potenciometra. Koristi se potenciometar od 10 kΩ.



**Slika 4** Shematski prikaz povezivanja potenciometra

# Električna shema sustava - Ivan

