



Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija
Sveučilište u Zagrebu

Pametna svjetiljka



- Δ Tekst je namijenjen svakome koga zanima elektronika
- Δ Objasnjen je princip rada sustava baziranom na Arduino mikrokontroleru koji pali i gasi svjetiljku Pomoću zvuka

Sažetak

Ovaj rad se bavi problematikom paljenja svjetiljke pomoću zvučnih signala. U ovom području postoji nekoliko rješenja, od kojih i jedno komercijalno, koja relativno uspješno rješavaju taj problem. Ostvaren je pokušaj unaprjeđivanja prijašnjih dizajna te je izrađen „proof of concept“ LED svjetiljke.

Sadržaj

1. UVOD	3
2. POSTOJEĆA RJEŠENJA	4
3. RAZVIJENO RJEŠENJE I SKLOPOVSKA IZVEDBA.....	5
3.1. Sklopovska izvedba	5
3.2. Programsko rješenje.....	7
4. DISKUSIJA O REZULTATIMA.....	10
5. ZAKLJUČAK.....	10
6. VANJSKE POVEZNICE	11
7. POJMOVNIK	12

Ovaj seminarski rad je izrađen u okviru predmeta „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“ na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija, Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu.

Sadržaj ovog rada može se slobodno koristiti, umnožavati i distribuirati djelomično ili u cijelosti, uz uvjet da je uvijek naveden izvor dokumenta i autor, te da se time ne ostvaruje materijalna korist, a rezultirajuće djelo daje na korištenje pod istim ili sličnim ovakvim uvjetima.

1. Uvod

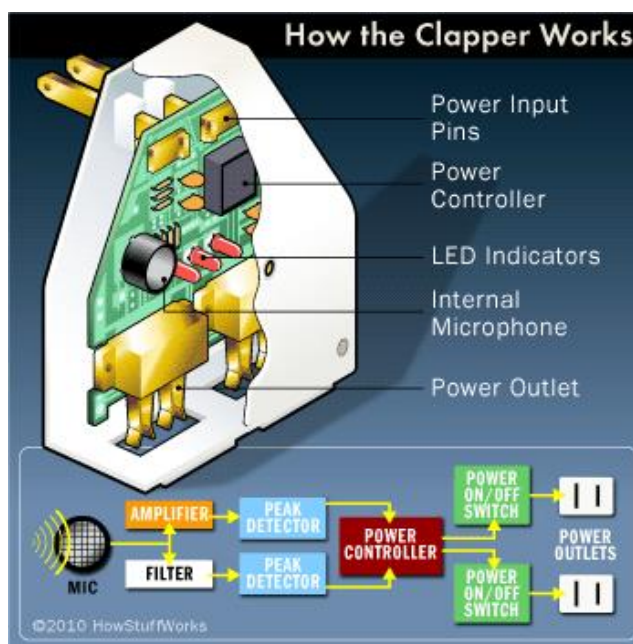
Pametne svjetiljke su nam vjerojatno svima poznati uređaji. U starijim filmovima i serijama iz 80-ih i 90-ih godina se mogao vidjeti prototip takve svjetiljke, koju je obično protagonist palio ili gasio iz svog kreveta pomoću dva uzastopna pljeska.

Osim komičnog i wow efekta za ono doba, takav način paljenja svjetla bi mogao biti koristan ljudima koji nisu pokretni i ne mogu samostalno doći do prekidača. Možemo razmišljati i apstraktnije pa, osim za primjenu paljenja svjetala, zvučno bi mogli paliti i ostale uređaje koji rade na struju i pale se pomoću prekidača.

Paljenje svjetiljke korištenjem fizičkog prekidača ne predstavlja preveliki problem, ali mogućnost paljenja svjetla pomoću zvuka može svima olakšati život. Za dovoljno dobro rješenje problema nije potrebna napredna ili skupa tehnologija, što će biti pokazano u ovom radu.

2. Postojeća rješenja

Na stranom tržištu već postoji komercijalno rješenje koje služi za paljenje bilo kojeg elektroničkog uređaja koji struju vuče iz gradske mreže [1]. Riječ je o uređaju imena The Clapper koji iznutra izgleda na način kako je prikazano slikom 1.



Slika 1: The Clapper iznutra [2]

The Clapper prilagođava signal s mikrofona za rad. Potom se u signalu detektiraju vršne vrijednosti putem kojih, ukoliko se pojave u određenom intervalu, sklopu daju do znanja da treba upaliti ili ugaziti uređaj. The Clapper se spaja u utičnicu u zidu i provodi struju do dvije izlazne utičnice. Jedna utičnica se pali s dva, a druga utičnica s tri pljeska.

The Clapper u teoriji dobro radi, ali sudeći po dojmovima kupaca, uređaj nije najprecizniji.

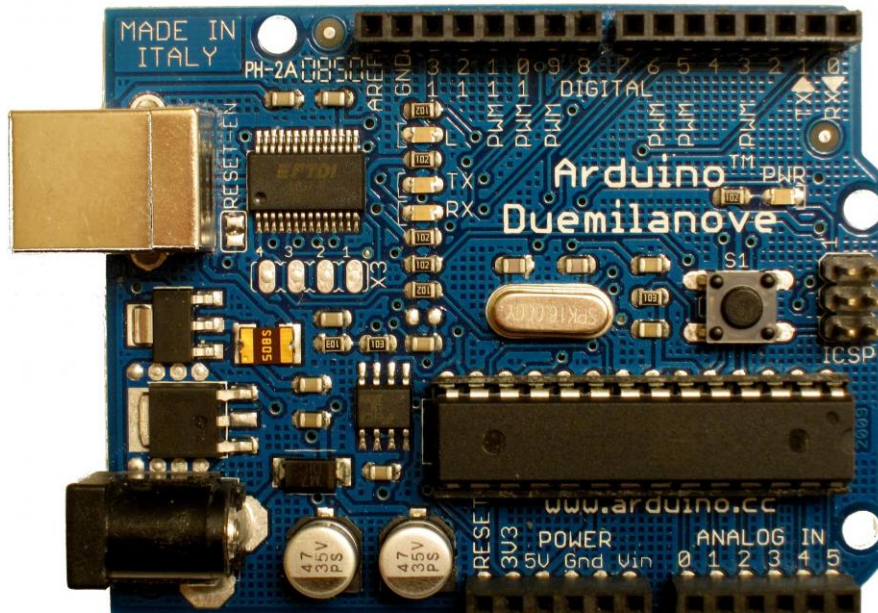
Moguće je pronaći i nekoliko rješenja koja rade na isti način na YouTubeu, a neka su izrađena i pomoću Arduino mikrokontrolera, koji je korišten i u ovom seminarskom radu.

3. Razvijeno rješenje i sklopovska izvedba

Seminarski rad je podijeljen u dvije cjeline – razvoj programskog rješenja i sklopovska izvedba koja se koristi za izvedbu programskog rješenja. Korištena je razvojna okolina za Arduino, a korištena razvojna pločica je Arduino Duemilanove.

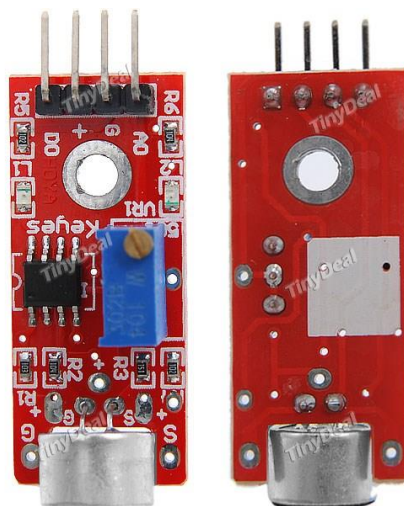
3.1. Sklopovska izvedba

Arduino Duemilanove je razvojna pločica čija jezgra je mikrokontroler Atmel ATmega 168 koji radi na maksimalnom taktu od 20 MHz i koristi oscilator od 16 MHz. Korišten CPU je 8-bitni AVR, a mikrokontroler je u DIP pakiranju s 32 pina. Od toga je maksimalan broj ulazno/izlaznih pinova 23. Arduino razvojna pločica napajanje dobiva preko USB priključka i preko USB-a je moguće koristiti serijsko sučelje te programirati mikrokontroler. Na razvojnoj pločici postoji 14 digitalnih te 6 analognih priključaka te priključci za napajanje vanjskih sklopova. Na slici 2 je prikazan Arduino Duemilanove razvojna pločica koja je korištena.



Slika 2: Arduino Duemilanove [3]

Osim Arduina, korištena je pločica s mikrofonom proizvođača Keyes koja je spojena na protoboard. Pločica s mikrofonom se sastoji od mikrofona koji prima zvučne signale i dodatnog sklopovlja koje obrađuje signal za rad s mikrokontrolerom. Signal s mikrofona se dovodi na dva izlaza. Jedan od njih je analogni i provodi onaj signal koji je dobiven na mikrofonom. Drugi izlaz je digitalni i prije dovođenja signala na izlaz, signal s mikrofona se prvo dovodi na otporničko dijelilo koje je podesivo s trimerom. Optimalan otpor trimera je dobiven eksperimentalno i iznosi 8.9 k Ω . Potom se signal s dijelila dovodi na komparator i ako pređe fiksnu granicu od 2.5V, komparator postavlja digitalni izlaz u visoku razinu. Na slici 3 je prikazan korišteni sklop s mikrofonom. Vrijednost signala na digitalnom izlazu se prikazuje na LED diodi na sklopu pod imenom LED2 tako da se jednostavno može odrediti stanje digitalnog izlaza.



Slika 3: Sklop s mikrofonom [4]

Koristi se digitalni izlaz sklopa s mikrofonom i on se provodi do digitalnog priključka 1 na Arduinu. Arduino na temelju podataka s digitalnog izlaza mikrofona registrira dva glasna impulsa signala i postavlja digitalni priključak 0 u visoku ili nisku razinu, ovisno o prijašnjem stanju.

Na digitalni priključak 0 je spojena LED dioda i otpornik koji ograničava struju kroz diodu. Dioda predstavlja trošilo na kojem se vidi rad sklopa.

3.2. Programsko rješenje

Programsko rješenje se sastoji od inicijalizacije priključaka na Arduino i obrade digitaliziranog signala s mikrofona. Krucijalno je da za paljenje svjetiljke mikrokontroler razazna da se radi o dva glasna impulsa. Dva glasna impulsa su korištena zato što ih je lako raspoznati u realnom slučaju u kojem osim zvučnog signala za paljenje svjetiljke postoje i različiti drugi neželjeni zvukovi za koje ne želimo da pale svjetiljku. Kod za inicijalizaciju sklopa je dan sljedećim programskim odsječkom:

```
const int clap_pin = 1;
const int led_pin = 0;

int clap_state = 0;
int led_state = 0;
bool ready;

void setup() {
  pinMode(led_pin, OUTPUT);
  pinMode(clap_pin, INPUT);
}
```

Definirane su sve potrebne varijable te su definirani ulazni i izlazni pinovi koji će biti korišteni na Arduino. Sve korištene funkcije su iz biblioteke koja dolazi s Arduinovim razvojnim okruženjem.

U funkciji loop je razvijen algoritam koji se izvodi na Arduino. Razvijeni algoritam se pokazao najboljim u detektiranju pljeska i suzbijanju okolnih zvukova. To se pokazalo umjereno složenim problemom zbog nekih svojstava sklopa preko kojeg se dolazi do podatka o zvuku s mikrofona.

U loop petlji se očitavaju stanja signala s mikrofona i stanje LED diode. Kad se detektira dovoljno glasan zvuk koji prelazi graničnu vrijednost, program ulazi u jedan od dva if uvjeta, ovisno o stanju LED diode. Potrebno je potom analizirati trajanje zvučnog impulsa. Pljesak karakterizira kratko trajanje pa je pogodno nakon 1 ms krenuti s ispitivanjem je li zvučni impuls pao ispod granične vrijednosti kako bi se eliminirali drugi glasni zvukovi koji nisu pljesak. Ako se u periodu od 100 ciklusa detektira neki glasni zvuk, sustav određuje da nije riječ o pljesku, zastavica se postavlja u 0 i izlazi se iz petlje. Ako se ne detektira drugi

```
void loop() {
  clap_state = digitalRead(clap_pin);
  led_state = digitalRead(led_pin);

  if(led_state == HIGH && clap_state == HIGH) {
    for(int i=0; i<100; i++) {
      delay(1);
      clap_state = digitalRead(clap_pin);
      if(clap_state == HIGH) {
        ready = 0;
        break;
      }
      else
        ready = 1;
    }
    if(ready) {
      for(int i=0; i<400; i++) {
        delay(1);
        clap_state = digitalRead(clap_pin);
        if(clap_state == HIGH) {
          digitalWrite(led_pin, LOW);
          break;
        }
      }
    }
  }

  if(led_state == LOW && clap_state == HIGH) {
    for(int i=0; i<100; i++) {
      delay(1);
      clap_state = digitalRead(clap_pin);
      if(clap_state == HIGH) {
        ready = 0;
        break;
      }
      else
        ready = 1;
    }
    if(ready) {
      for(int i=0; i<400; i++) {
        delay(1);
        clap_state = digitalRead(clap_pin);
        if(clap_state == HIGH) {
          digitalWrite(led_pin, HIGH);
          break;
        }
      }
    }
  }
}
```


glasni zvuk, zastavica se postavlja u 1. U sljedećoj petlji, koja traje 400 ciklusa od po 1 ms, osluškuje se stanje priključka na koji dolazi digitalizirani signal s mikrofona i ako se pojavi glasni zvučni impuls, sustav procjenjuje da je došlo do dva uzastopna pljeska i ovisno o prijašnjem stanju LED diode, pali ili gasi svjetlo.

Razlog za tako rigorozno provjeravanje prisutstva zvučnog impulsa leži u činjenici da je pri rjeđem „osluškivanju“ izlaznog signala iz mikrofona ljudima teže pogoditi savršen trenutak za pljesnuti kako bi sustav mogao detektirati signal.

Razlog za rigorozno provjeravanje odsutstva zvučnog impulsa pak leži u činjenici da se zvuk u elektronici reprezentira kao napon koji varira između neke pozitivne i negativne vrijednosti. Pri malo očitavanja u duljim vremenskim periodima se događala anomalija da uz konstantan glasan zvuk ponekad dolazi do paljenja i gašenja LED diode, baš kad se pogodi da u svim očitavanjima razina zvučnog signala ne prijeđe graničnu vrijednost na komparatoru. Češćim očitavanjima u kraćim vremenskim periodima je lakše raspoznati radi li se o zvučnom impulsu ili konstantnom glasnom zvuku.

4. Diskusija o rezultatima

Sustav točno bilježi pljesak u otprilike 80% slučajeva pri udaljenostima do 5 metara. Ostale zvukove poput zviždanja sustav teže detektira pošto je zviždanje pretiho da bi prešlo potrebnu graničnu vrijednost. Jedan od načina za detekciju tiših zvukova je povećavanje osjetljivosti prije dovođenja signala na komparator, ali je dinamički opseg mikrofona mali i optimalan otpor trimera od $8.9 \text{ k}\Omega$ daje dinamički raspon koji je gotovo na granici zasićenja. Pljesak je dovoljno glasan da bude dobro detektiran.

Sustav točnije bilježi pljesak kad je osoba koja plješće bliže mikrofONU, ali za glasan pljesak radi i na većim udaljenostima. Drugi zvukovi ne ometaju detekciju pljeska osim ako su dovoljno glasni da dovedu mikrofON u zasićenje (što treba biti vrlo glasno). Pri glasnom slušanju glazbe s izraženim dubljim tonovima, ponekad se dogodilo da sustav detektira ritmične glasne impulse kao pljesak i upali ili ugasi svjetlo. Treba napomenuti da se to događa samo pri glasnom slušanju glazbe i s mikrofONOM u blizini zvučnika (do jednog metra). Govor i tipični zvukovi u kućanstvu ne ometaju rad sustava.

5. Zaključak

Razvijen je sustav koji relativno uspješno detektira dva uzastopna zvučna signala i temeljem njih pali i gasi LED svjetiljku. Sustav se može primjeniti kao prekidač za bilo koji elektronički uređaj. Razvijeni sustav se može nadograditi tako da se postavi relej i koristi se za paljenje i gašenje uređaja koji se priključuju na gradsku mrežu.

Također je moguće unaprijediti točnost sustava korištenjem boljeg sklopa za detekciju vršnih vrijednosti signala.

6. Vanjske poveznice

- [1] Komercijalni proizvod The Clapper na Amazonu
URL: <https://www.amazon.com/Clapper-Sound-Activated-Switch-Each/dp/B0000CGKLR%20> (2016-06-15)
- [2] Slika 1: The Clapper iznutra
URL: <http://home.howstuffworks.com/clapper1.htm> (2016-06-15)
- [3] Slika 2: Arduino Duemilanove
URL: <http://zoobab.wdfiles.com/local--files/arduino-duemilanove-in-3-3v/arduino-duemilanove.jpg> (2016-06-15)
- [4] Slika 3: Sklop s mikrofonom
URL: <http://www.bl.uk/about/cooperation/pdf/newsplan2000final.pdf> (2016-06-15)

7. Pojmovnik

Pojam	Kratko objašnjenje	Više informacija potražite na
Arduino	Mikrokontroler koji se koristi za svakakve elektroničke projekte	https://www.arduino.cc/
Keyes mikrofon	Mikrofon specijalno napravljen za upotrebu s mikrokontrolerima	http://www.dx.com/p/arduino-microphone-sound-detection-sensor-module-red-135533
Light-emitting diode (LED)	Dioda koja je u ovom projektu poslužila kao svjetiljka	https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode