



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

Mjerenje i prikaz jačine zvuka u prostoriji



- Δ Dio projekta „Pametna kuća“
- Δ Arduino, zvuk, programiranje
- Δ Način rada i snimanje zvuka
- Δ Prikaz podataka na internet poslužitelju

Sustav za mjerenje jačine zvuka je dio „pametne kuće“ koji služi da bi svi njezini stanari i posjetitelji imali uvid u događaje unutar „pametne kuće“ opisane s aspekta zvuka. Podatci o jačini zvuka i izvanrednim događajima mogu poslužiti ostalim sustavima koji se nalaze unutar nje.

Najvažnije karakteristike sustava su da je jeftina, to jest da njezina cijena bude pristupačna svim kućanstvima. Da posjeduje multifunkcionalnost s aspekta raspoznavanja događaja da 1 mikروفon može snimati kucanje na vratima, a drugi pratiti da li npr. djete plače u svojoj sobi. Jedna od glavnih namjena sustava je povećanje sigurnosti ukućana zato jer su često glasni zvukovi dobar indikator kritičnog događaja kao što npr. može biti pokušaj provale. Podaci o jačini zvuka se pohranjuju na internet poslužitelju i dostupni su svim podsustavima „pametne kuće“.

Sadržaj

1. UVOD	3
2. OPIS SUSTAVA „MJERENJE I PRIKAZ JAČINE ZVUKA U PROSTORIJI“	4
3. ELEKTRIČNO SPAJANJE SUSTAVA	5
3.1. Podsustav za snimanje zvuka	5
3.2. Podsustav za omogućavanje spremanja zvuka	6
3.3. Spajanje sa ethernet shieldom	7
4. ARDUINO	8
4.1. Arduino Uno	8
5. REALIZACIJA SUSTAVA	9
5.1. Spoj ethernet shielda i Arduino Uno-a	9
5.2. Prikaz podataka pomoći thingspeaka	10
6. PROGRAMSKI KOD	11
7. ZAKLJUČAK	13
8. LITERATURA	14
9. POJMOVNIK	15

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

Da bi „pametna kuća“ zbilja bila pametna mora posjedovati mogućnost prikupljanja informacija o događajima unutar kuće te sposobnost obrade tih informacija s ciljem izvršavanja neke korisne radnje.

Osnovne informacije koje su relevantne ukućanima, a time i „pametnoj kući“ nalazimo u obliku slike, zvuka, mirisa i sl.

Zvuk je jedan od oblika informacije koji je najlakše detektirati, snimiti, a i obraditi čime nam se pretstavlja kao idealan oblik informacije s kojim sustav može raditi.

Jednostavnim mjerenjem jačine zvuka jednostavno je detektirati prisutnost ili zvukove poput kucanja na vrata. Te informacije iako jednostavne za dobiti, neophodne su za druge sustave „pametne kuće“.

Projekt je rađen s namjerom multifunkcionalnosti, ali kako bi iz jedne snimke zvuka mogli izvući više korisnih informacija za ispunjavanje više funkcija, bila bi potrebna velika procesna moć.

Cilj projekta je snimanje jačine zvuka kroz duži vremenski period i omogućavanje raspoznavanja kritičnih (glasnih) događaja, na različitim mjestima, na temelju kojih drugi sustavi mogu onda obraditi snimljene informacije.

Kako bi bila prikazana ekonomičnost sustava, kroz projekt je pokazana upotreba jednostavnog spoja mikrofona koji se može koristiti samo kao detektor prisutnosti i složenog mikrofona koji koristi pojačalo LM386 i elektronički izvedeni filter koji guši frekvencije iznad 10kHz.

Svrha drugog mikrofona je da u slučaju pojave buke omogući snimanje zvuka koji se sprema na SD karticu priključenu na ethernet shield.

prostoriji“

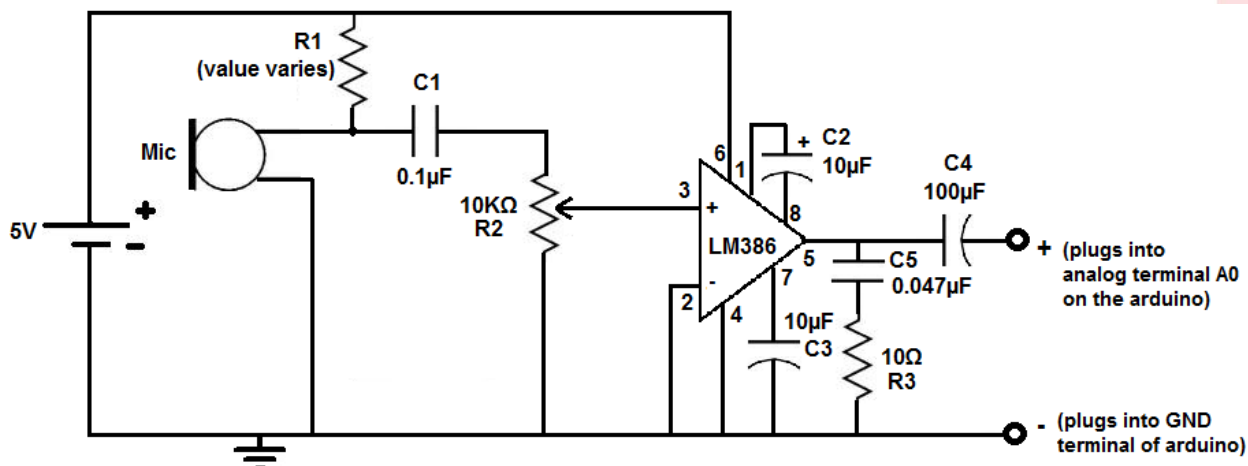
Sustav „Mjerenje i prikaz jačine zvuka u prostoriji“ sastoji se od Arduino Uno mikrokontrolera koji je povezan serijskom vezom RS-232 na računalo. Preko serijske veze omogućena je komunikacija Arduina i računala, tako da on može slati prikupljene podatke računalu, te da i računalo može komunicirati s Arduinoom.

Sustav se uz prije navedeno sastoji od posebnog sustava za snimanje zvuka, mikrofona i pojačala koji su spojeni na analogne ulaze Arduina. Sustav je napravljen s namjerom filtriranja zvukova do 10 kHz.

Kako bi podaci bili dostupni i drugim sustavima podatke ćemo preko ethernet shilda koji je dodatak za Arduino mikrokontroler postavljati na web poslužitelj stranice *thingspeak*, tj u jedan posebno registrirani kanal namjenjen isključivo za ovaj projekt. Podaci su lako dostupni svima kojima je obznanjen API id kanala.

3. Električno spajanje sustava

3.1. Podsustav za snimanje zvuka



Slika 1 Shema za spajanje mikrofona namjenjenog za snimanje zvuka

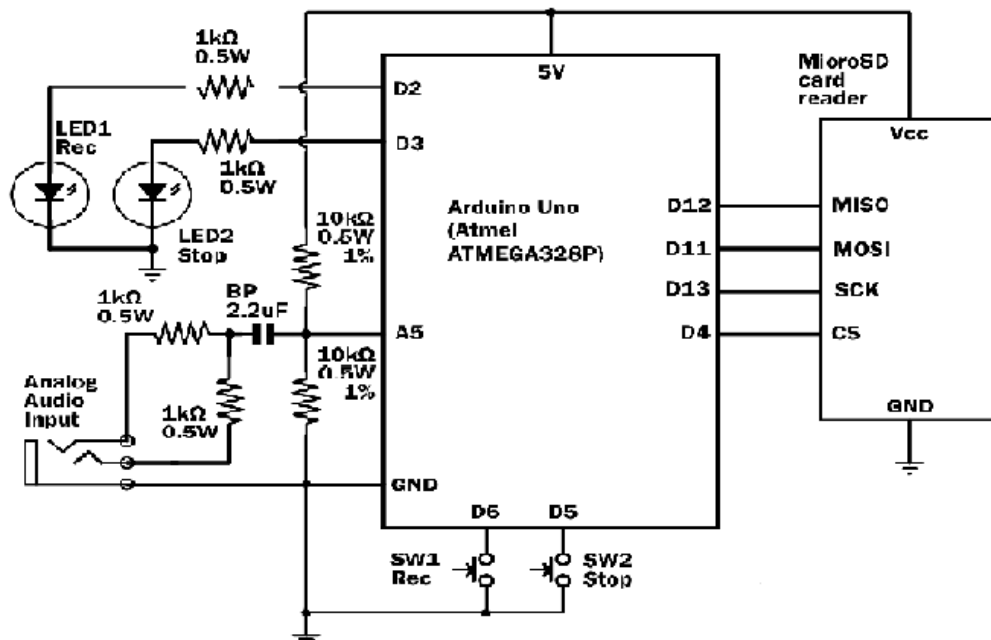
Na slici jedan je prikazana električna shema spoja koja se koristi za spajanje mikrofona namjenjenog za snimanje zvuka.

Potenciometrom R2 moguće je finije namještanje pojačanja pojačala LM386 koje pojačava signal sa kondenzatorskog mikrofona.

Kondenzatori C2 i C3 su izabrani tako da omogućuje filtriranje signala iznad 10 kHz jer se pretpostavlja da će se korisniku zanimljive zvučne snimke nalaziti u tom području.

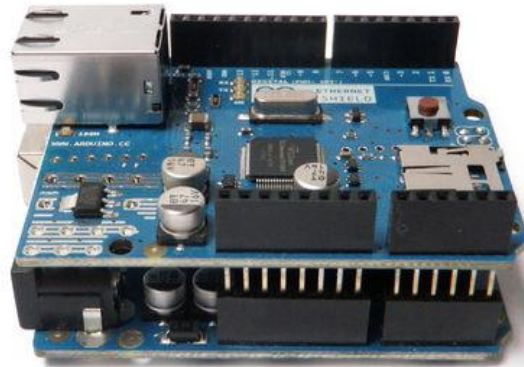
3.2. Podsustav za omogućavanje spremanja zvuka

Krajnja svrha projekta bi bila iz snimljenih jačina zvukova raspoznati korisniku zanimljive događaje i snimiti ih. Snimke mogu poslužiti kao takve same kao npr. u slučaju provale za identifikaciju lopova ili za neke složenije algoritme koje bi iz snimke mogle prepoznati što se točno čulo kao npr. plač bebe ili zvuk razbijanja stakla tako da se snimka frekvencijski obradi i autokrelira sa nekom bazom podataka korisniku zanimljivih zvukova. Podaci se spremaju na SD karticu veličine 2 GB. Zbog nedostataka u kvaliteti snimke, kojima se treba još otkriti uzrok podaci se radi lakšeg debugiranja umjesto na programsku naredbu spremaju na fizičku, tj. na pritisak tipki 1 i 2 prestanak snimanja kao što je prikazano na slici 2. Podaci se spremaju na SD karticu veličine 2 GB koja se spremljena u tor ethernet shielda.



Slika 2 Shema za omogućavanje spremanja snimljenih signala na SD karticu

3.3. Spajanje sa ethernet shieldom



Slika 3 Spoj ethernet shielda s Arduino Unom

Ethernet shield je baziran na W51000 čipu, koji posjeduje interni 16k buffer.

Posjeduje brzinu prijenosa do 10/100Mbps što i više nego zadovoljava mogućnosti ovog projekta.

Služi za prijenos podataka snimljenih na mikrofona na web poslužitelj stranice thingspeak-a koji služi kao mjesto za pohranu informacija koje bi bile dostupne i drugim sustavima, a služi i kao funkcija za prikaz snimljene jačine zvuka.

Za ispravan rad zahtijeva uključenje Arduino ethernet biblioteke koja je uključena u razvojno programsko sučelje.

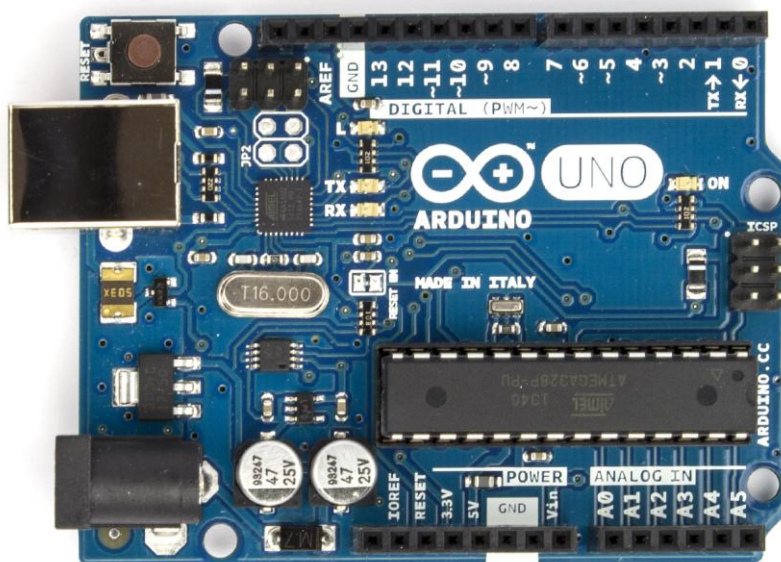
Posjeduje mogućnost umetanja SD kartice kojom se zvuk snima u slučaju pojave „zanimljivog događaja“. Zvuk se ne snima cijelo vrijeme u svrhu uštede memorije, tj. ostvarivanja isplativosti projekta.

4. Arduino

Arduino je razvojni sustav otvorenog koda koji se temelji na fleksibilnosti i jednostavnosti korištenja pri kreiranju softverskog ili hardverskog rješenja. Namijenjen je za umjetnike, dizajnere, hobbiste i za svakog koji je zainteresiran za stvaranje interaktivnog okruženja.

4.1. Arduino Uno

Arduino Uno je razvojna pločica za mikrokontroler bazirana na ATmega168 ili ATmega328 mikrokontroleru. Ima 14 digitalnih ulaza/izlaza, 6 analognih, 16 MHz kristalni oscilator, USB priključak, priključak za napajanje i reset gumb. Sadrži sve potrebno za jednostavno povezivanje s računalom, priključivanje na napajanje USB kabelom ili AC-DC adapter, te tako omogućuje brzi početak razvoja sustava koji želimo dizajnirati.



Slika 4 Prednja strana Arduino Uno razvojne pločice

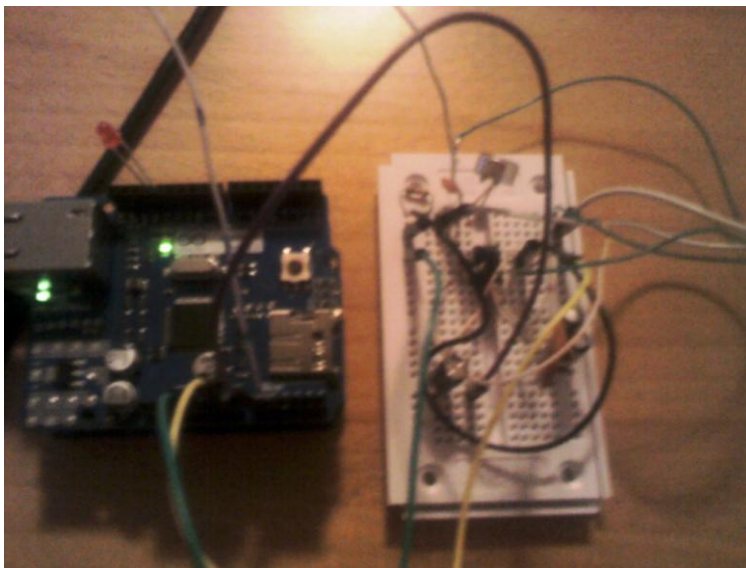
5. Realizacija sustava

Projektom se želi demonstrirati jednostavnu i ekonomičnu izvedbu koja bi služila kao temelj jednog multifunkcionalnog sustava.

Projekt na temelju jakog zvučnog signala raspoznaje zanimljiv događaj. Korištena su 2 mikrofona. Oba prisluškuju okolinu i šalju podatke na aplikaciju Thingspeak koja ih sprema. Na mikrofону se signal prisluškuje svakih 0.1 sekundi i pamti najglasniji koji se pojavi u intervalu od 16 sekundi, jer je to maksimalna brzina slanja uzoraka na Thingspeak za pojedinačan mikrofón

5.1. Spoj ethernet shielda i Arduino Uno-a

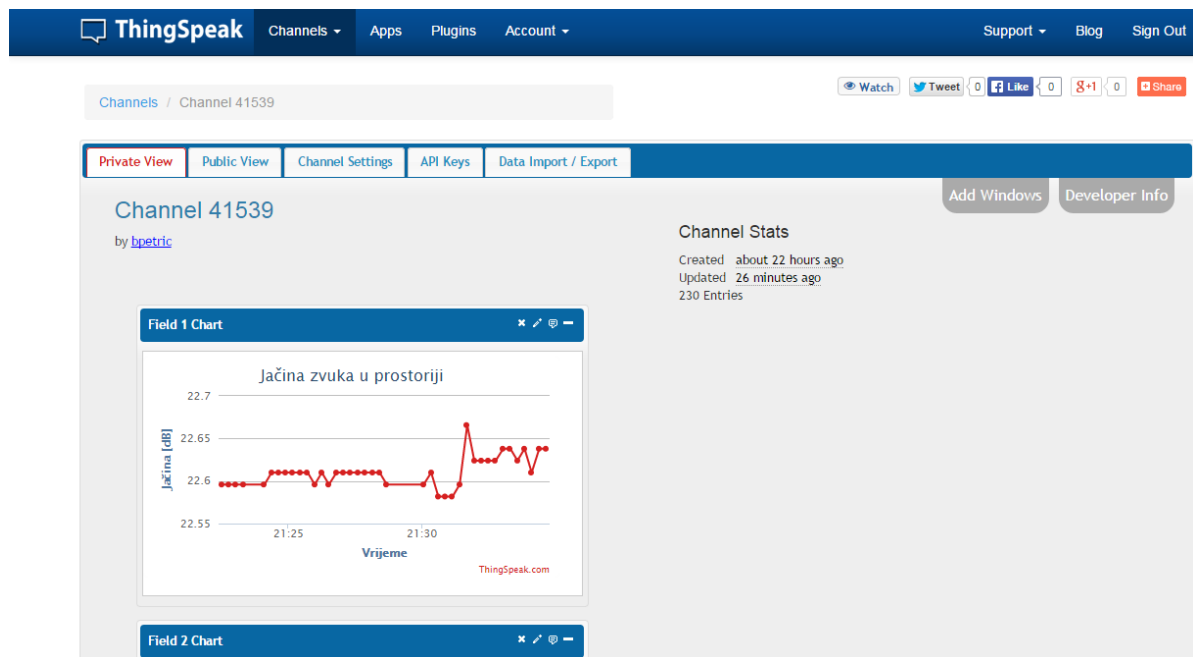
Kako bi bila ostvarena veza sa Thingspeak-om na Arduino Uno je spojen Ethernet shield, kao što je prikazano na slici 5, koji pomoću HTTP POST funkcije šalje podatke.



Slika 5 Spoj ethernet shielda i sustava za snimanje zvuka

5.2. Prikaz podataka pomoći thingspeaka

Za korištenje Thingspeak aplikacije dovoljno je znati API ključ kanala na koji se podaci šalju. Podaci su nedostupni svim ostalim korisnicima. Jednostavnim naredbama se ti podaci mogu i dohvatiti što omogućuje jednostavniju implementaciju mogućih funkcija.



Slika 6 Prikaz snimljenih podataka na Thingspeak kanalu sa jednog mikrofona

6. Programski kod

Kako se treba još otkriti uzrok loše kvalitete snimke rabljeni su kodovi posebno za pokazivanje detekcije buke, za snimanje signala na SD karticu i za slanje podataka o jačini zvuka na Thinkspeak aplikaciju.

```
// Kod za detekciju buke:

#include <SPI.h>
#include<stdio.h>
#include <avr/pgmspace.h>

const int sampleWindow = 50; // duljina prozora za uzorkovanje u mS (50 mS =
20Hz)
unsigned int sample;
//definicija pinova
const int microphonePin= 0; //traži se buka na mikrofону spojenom na analogni
port 0

const int threshold= 50;//razina na kojoj zvuk tumačimo bukom ,tj. zanimljivim
događajem, treba posebno definirati za konkretne namjene

unsigned int n=0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  unsigned long startMillis= millis(); // Start
  unsigned int peakToPeak = 0;

  unsigned int signalMax = 0;
  unsigned int signalMin = 1024;

  // collect data for 50 mS
  while (millis() - startMillis < sampleWindow)
  {
    sample = analogRead(0);
    if (sample < 1024) // izbacivanje šuma
    {
      if (sample > signalMax)
      {
        signalMax = sample; // spremanje maksimalne vrijednosti
      }
      else if (sample < signalMin)
      {
        signalMin = sample; // spremanje minimalne vrijednosti
      }
    }
  }
}
```

```
}  
}  
peakToPeak = signalMax - signalMin;  
double volts = (peakToPeak * 3.3); // konverzija u volte  
  Serial.println("Prvi mikrofon:");  
  Serial.println(volts);  
  
  if (volts > threshold)  
  {  
    Serial.println("Detektirana je buka!");  
  
    delay (500);  
  }  
  else{ digitalWrite(ledPin, LOW); }  
  
}
```

Zbog veličine
ostale kodove ću ostaviti samo kao prilog u zip datoteci.

7. Zaključak

Cilj projekta „Mjerenje i prikaz jačine zvuka u prostoriji“ bilo je prikazati mogućnost upotrebe mjerenja jačine zvuka u svrhu ostvarivanja multifunkcionalnog sustava koji prikuplja podatke o jačini zvuka u prostoriji kroz niz mikrofona.

Svaki mikrofoni funkcionira kao jedinica za prikupljanje podataka koji se mogu koristiti za obavljanje određene funkcije. Ekonomičnost projekta je povećana upotrebom različito složenih sustava kojima se mogu skladno tome razviti složenije funkcije.

U ovom projektu su konkretno korištena 2 mikrofona, jedan je služio kao jednostavan senzor prisutnosti koji se može rabiti kao detektor npr. kucanja na vrata, dok je drugi spojen na pojačalo i elektronički filter kojem je namjena u slučaju pojave buke (događaja od interesa) snimiti zvučni podatak koji bi bio dostupan drugim podsustavima. Kako bi projekt bio što isplativiji zvuk se ne bi snimao cijelo vrijeme već samo u slučaju pojave buke u korisniku zanimljivom prostoru što bi osiguralo uštedu na memoriji.

Arduino Uno posjeduje A/D konverter koji može frekvencijski obraditi signal, ali ne ispunjava potrebe ovog sustava jer krajnji cilj je na temelju snimke raspoznati o kojem se konkretno događaju radilo. Ta se funkcionalnost mora ostvariti na nekom podsustavu jer nadilazi ograničenja ovog projekta.

Podaci o jačini zvuka su pomoću web poslužitelja sa thingspeak aplikacije spremljeni na privatni kanal na temelju kojeg drugi podsustavi lagano mogu prepoznati buku i zatražiti ako to žele snimku signala ili ispuniti svoju funkciju ako im je sam podatak o buci dovoljan. Snimka se treba spremirati na SD karticu priključenu u ethernet shieldu.

Projekt kao takav služi samo kao centralni sustav za posluživanje podataka drugim podsustavima te nema implementirane funkcije za slanje snimljenog signala, od podsustava se očekuje slanje zahtjeva za slanjem snimke. Pokazan je rad sa 2 mikrofona samo kao primjer mogućnosti koje bi takav sustav imao uz cilj ostvarivanja male cijene samog sustava.

Projekt može biti unaprijeđen dodavanjem dodatnih mikrofona koji bi se mogli spojiti na analogne ulaze razvojne pločice. Upotreba Thingspeak aplikacije postavlja ograničenja na projekt u smislu maksimalnog postavljanja 8 mikrofona i ograničavanja brzine uzimanja uzoraka na 1 uzorak svakih 16 sekundi za pojedini mikrofoni. Razvojem vlastite poslužiteljske aplikacije ta bi se ograničenja uklonila, ali bi se cijena projekta povećala jer upotreba Thingspeak aplikacije je besplatna.

8. Literatura

- [1] Arduino serial communication
<http://arduino.cc/en/reference/serial>
- [2] Arduino analog input
<http://arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInput>
- [3] Arduino uno
<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [4] Measuring sound levels
<https://learn.adafruit.com/adafruit-microphone-amplifier-breakout/measuring-sound-levels>
- [5] Using a microphone with an arduino
<http://electronics.stackexchange.com/questions/36795/using-a-microphone-with-an-arduino>
- [6] Audio spectrum analyserels
http://apcmag.com/arduino-project-audio-spectrum-analyser.htm/Measuring_sound_levels
- [7] Thingspeak channels
<http://community.thingspeak.com/tutorials/arduino/using-an-arduino-ethernet-shield-to-update-a-thingspeak-channel/>

