

Alen Vlahinić
0036487533

Tino Huljev
0036486739

Filip Cimermančić
0036479802



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

Alarmni sustav



- Δ Dojava neovlaštenog ulaza
- Δ Programiranje Arduina, osnove Internetske strukture
- Δ RF komunikacija, Ethernet komunikacija

13. lipnja 2018.

Sažetak

U radu je opisan jednostavan bežični alarmni sustav namijenjen korištenju u prostorima odvojenim od stambenog prostora korisnika. Sustav pruža detekciju provale i obavještanje korisnika putem signalizacije u stambenom prostoru i slanjem notifikacije na korisnikov mobitel. Prikazan je princip rada alarma i njegova osnovna izvedba. Korištena je RF komunikacija koju odlikuje jednostavnost implementacije, mala cijena i male dimenzije. Probleme mogu uzrokovati domet između dijelova sustava zbog prepreka kao što su zidovi i nedostatak detekcije provalnika koji nije ušao kroz vrata. Ovakav sustav idealan je za prostore koje inače ne bi bile nadzirane alarmom zbog neisplativosti investiranja u isti. Na kraju su predložene modifikacije i poboljšanja koja bi unaprijedila sustav i omogućila njegova korištenje u većem broju slučajeva i okolina.

Sadržaj

1. UVOD.....	3
2. OPIS KOMPONENTI SUSTAVA.....	4
2.1. Arduino Nano.....	4
2.2. Arduino Uno	5
2.3. Arduino Ethernet Shield R3.....	6
2.4. RF 433 MHz odašiljač i prijamnik.....	7
3. OPIS SUSTAVA I KOMUNIKACIJE	8
3.1. Opis sustava.....	8
3.2. Opis komunikacije.....	8
4. PROGRAMSKA PODRŠKA.....	10
4.1. Daljinski upravljač (ključ).....	10
4.2. Štićena jedinica	11
4.3. Stambena jedinica.....	13
5. ZAKLJUČAK.....	15
6. LITERATURA.....	16
7. POJMOVNIK	17

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

Sigurnost je problem s kojom se svaki čovjek dužan suočiti barem nekoliko puta u svojem životu, pogotovo sigurnost imovine. Postoje različiti načini kako sigurnost nečije imovine može biti ugrožena, a najčešći je krađa pri provali u nečiji privatni prostor. Ovaj rad fokusirat će se na dizajniranje jednostavnog bežičnog alarmnog sustava koji obavještava korisnika o provali u prostor gdje je alarm postavljen.

Alarm omogućuje nadzor prostora udaljenog od stambenog prostora korisnika i obavještavanje o provali. Ovaj rad fokusira se na udaljene prostore kao što su garaža u zgradama ili radiona s alatom u vrtu. Takvi prostori nekada nemaju pristup električnoj energiji, pa je bitno da dio sustava koji nadzire prostor bude napajan na bateriju i ima malu potrošnju. Također, potrebno je da sustav bude jeftin zbog toga što ovakva vrsta alarma najčešće ne čuva veliku vrijednost (kao što je to slučaj s kućnim alarmom) stoga cijena cijelog sustava mora biti mala. Zbog toga je odabran RF prijenos koji zadovoljava gore navedene uvjete uz jednostavnu implementaciju i malu veličinu.

Korištenjem ovakvog sustava omogućena je bolja sigurnost prostora i objekata za koje bi inače ulaganje i instalacija alarma bila neisplativa. Odabirom jednostavnog i jeftinog alarmnog sustava, navedena vrsta ulaganja mogla bi postati isplativa i tako bi se uvelike poboljšala sigurnost tamo gdje prije nije bilo ni govora o tome.

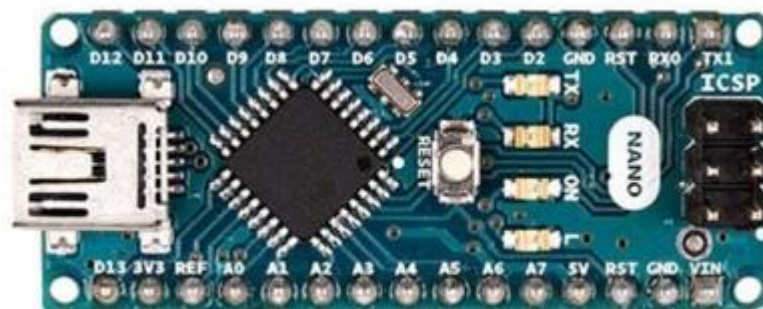
2. Opis komponenti sustava

Alarmni sustav opisan u ovom radu sastoji se od:

- Arduino Nano (2 komada)
- Arduino Uno
- Arduino Ethernet Shield R3
- RF 433 MHz odašiljač i prijamnik (2 para)

2.1. Arduino Nano

Arduino Nano je razvojna platforma otvorenog oblika prikazana na Slika 1 s ATmega328 mikrokontrolerom koji radi na frekvenciji od 16 MHz. Nano ima 14 digitalnih ulazno/izlaznih pinova, 6 PWM izlaznih pinova i 8 analognih ulazno izlaznih pinova. Postoje i drugi pinovi posebne namjene uključujući i podršku za SPI komunikaciju. Sadrži UART TTL sučelje za serijsku komunikaciju preko pinova 0 i 1. Komunikacija može biti usmjerena preko USB-a i uz korištenje FTDI drivera omogućen je virtualni COM port prema računalu sa serijskim monitorom. Napajanje može biti izvedeno preko Mini-B USB konektora, 6-20 V vanjskog nereguliranog napajanja ili 5 V vanjskog reguliranog napajanja. Pinovi koriste napon od 3.3 V i 5 V.



Slika 1, Arduino Nano

2.2. Arduino Uno

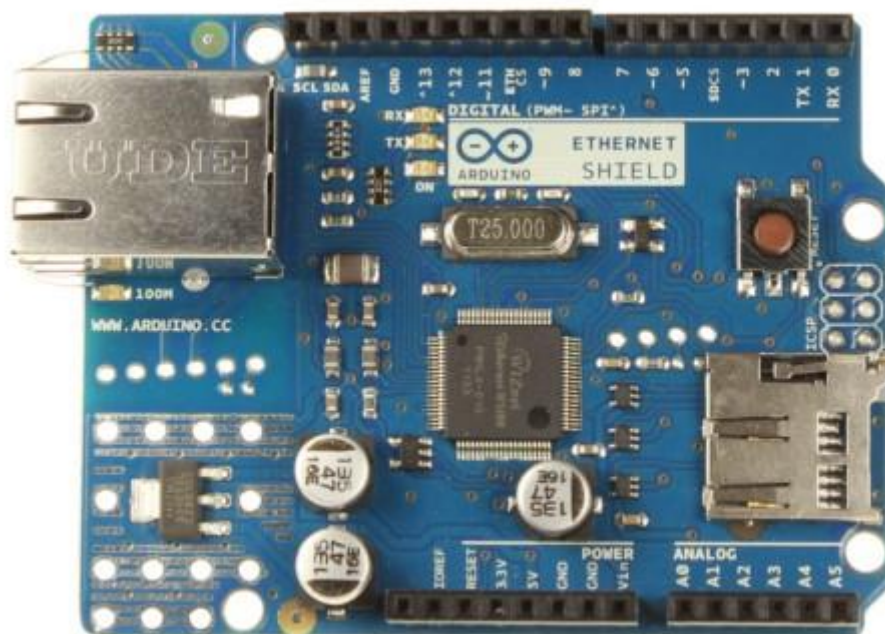
Arduino Uno je razvojna platforma otvorenog tipa koja se temelji na ATmega328P mikrokontroleru koji kao i gore spomenuti Atmega328 radi na 16 MHz. Sadrži 14 digitalnih ulazni/izlaznih pinova od kojih se 6 može koristiti kao PWM izlaz, a 6 kao analogni ulaz i izlaz. Sadrži tipku za reset, priključak za USB, priključak za napajanje. Kao i prije opisani Nano, Uno ima podršku za serijski monitor i SPI komunikaciju. Preporučuje se napajanje od 7-12 V ili preko USB priključka spojenog na računalo. Na Slika 2 prikazana je spomenuta razvojna platforma.



Slika 2, Arduino Uno

2.3. Arduino Ethernet Shield R3

Arduino Ethernet shield R3 je modul za Arduino Uno razvojnu platformu koja omogućuje spajanje na Internet pomoću RJ45 kabela. Prikazan je na Slika 3 Temelji se na Wiznet W5100 ethernet čipu koji omogućuje podršku za mrežni (IP) stog za protokole TCP i UDP. Napajanje je izvedeno preko Power over Ethernet modula s ulaznim rasponom napona od 36 V do 57 V.



Slika 3, Arduino Ethernet Shield R3

2.4. RF 433 MHz odašiljač i prijamnik

RF 433 MHz moduli služe za ostvarivanje komunikacije između dvije točke putem veze na frekvencijama radiovalova. Moduli su prikazani na Slika 4 i dijele se na odašiljače i prijajnike. Poruka može biti poslana samo od odašiljača do prijajnika. Odašiljač radi s napajanjem od 3.5 V do 12 V i odašilje na frekvenciji od 433 MHz brzinom 4 kB po sekundi. Koristi ASK (Amplitude Shift Keying) za moduliranje signala. Prijamnik radi na napajanju s istosmjernom komponentom od 5 V i prima poruke na 433.92MHz. Domet komunikacije je od 20 do 200 metara, ovisno o snazi napajanja, anteni i konfiguraciji prostora kojim se poruka odašilje.



Slika 4, RF odašiljač (lijevo gore) i prijamnik (desno dolje)

3. Opis sustava i komunikacije

Alarmni sustav sastoji se od tri jedinice:

- daljinski upravljač (ključ)
- štíćeni prostor (štíćena jedinica)
- stambeni prostor (stambena jedinica)

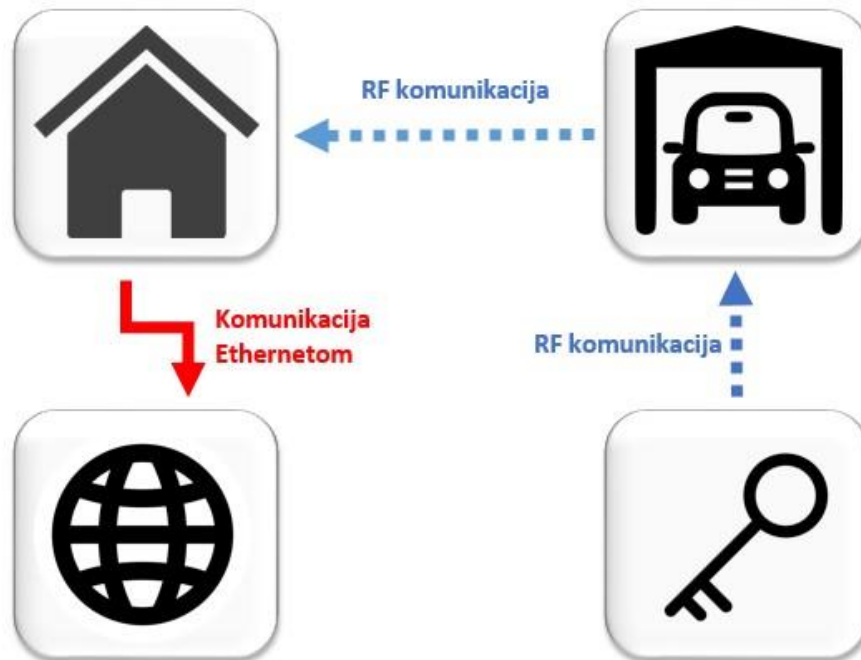
Svrha sustava je registrirati neovlašteni upad u štíćeni prostor i obavijestiti korisnika o tome. Promatra se otvorenost ili zatvorenost vrata štíćene prostorije. Ako se vrata otvore dok je alarm aktivan, registrirat će se neovlašteni upad i o tome se obavještava jedinica u stambenom prostoru koja će signalizirati provalu. Signalizacija se izvodi lokalno, pomoću crvene LED diode, i slanjem obavijesti na korisnikov mobitel putem Interneta. Daljinski upravljač služi za aktivaciju i deaktivaciju alarma.

3.1. Opis sustava

Svaka od jedinica sustava sastoji se od razvojne platforme s mikrokontrolerom i jednog ili dva RF modula. Daljinski upravljač, koji ne mora primati nikakve informacije, sastoji se od Arduino Nano platforme i jednog RF odašiljača. Štíćena jedinica sastoji se od druge Arduino Nano platforme i jednog para RF modula, odašiljača i prijamnika. Otvaranje i zatvaranje vrata izvedeno je pomoću sklopke. Stambena jedinica sastoji se od Arduino Uno platforme s Ethernet Shield modulom i RF prijamnikom. U stambenoj jedinici nalazi se i crvena LED dioda koja služi za signalizaciju. Shematski prikaz spajanje jedinica sustava prikazan je na Shema 1 na kraju dokumenta.

3.2. Opis komunikacije

Sustav koristi dvije vrste komunikacije: komunikaciju na razini frekvencija radiovalova (RF) i komunikaciju Ethernetom za spajanje na Internet. Sve tri jedinice međusobno komuniciraju putem RF veze pomoću dva RF odašiljača i dva RF prijamnika. Jedinica u štíćenom prostoru koristi jedan par RF modula, dok daljinski upravljač sadrži jedan RF odašiljač. Posljednji prijemnik je dio stambene jedinice koja također ima opciju spajanja na Internet. Dijagram spajanja jedinica prikazan je na Slika 5



Slika 5, dijagram komunikacije u sustavu

RF komunikacija odvija odašiljanjem i primanjem elektromagnetskih valova određene frekvencije unutar pojasa frekvencija radiovalova koji se proteže od 20 kHz do 300 GHz. Unutar tog pojasa postoje pojasi namijenjeni industrijskim, znanstvenim i medicinskim svrhama i nazivaju se ISM (eng. *industrial, scientific and medical*) pojasi. Pojas od 433.05 MHz do 434.79 MHz služi za privatnu, eksperimentalnu i nekomercijalnu primjenu. Središnja frekvencija tog pojasa je 433.92 MHz i na njoj komuniciraju odašiljači i prijammnici u ovom sustavu.

Spajanje na Internet u stambenoj jedinici izvedeno je pomoću modula Arduino Ethernet Shield R3 na koji se pomoću RJ45 konektora Arduino Uno razvojna platforma može spojiti na modem. Programska podrška za Ethernet komunikaciju postoji u obliku biblioteka za Arduino koje će biti spomenute kasnije. Za obavještanje korisnika korištena je Pushover aplikacija koja omogućava slanje notifikacija tekstualnog sadržaja na mobitel vlasnika aplikacije. Njezin rad će također biti objašnjen kasnije.

4. Programska podrška

Budući da je sustav fizički podijeljen na tri dijela, programska podrška je također razdvojena na tri dijela. Korišteno je Arduino 1.8.4. razvojno okruženje koje je prilagođeno radu na svim Arduino platformama i za dizajniranje programskih rješenja za iste. Postoji mogućnost pisanja bez skidanja aplikacije (*online*) ili u aplikaciji koja se može besplatno preuzeti iz [6].

Uz standardne funkcije za Arduino, u svim dijelovima sustava korištena je biblioteka `VirtualWire.h` koja pruža podršku za RF komunikaciju između dva Arduina pomoću RF modula. Omogućuje slanje kratkih poruka bez adresiranja, ponovnog slanja ili potvrde o primitku poruke koristeći ASK (amplitude shift keying) modulaciju. Poslane poruke kodirane su s 4 do 6 bita po simbolu i sadrže početni dio za treniranje, duljinu poruke i CRC (cyclic redundancy check) kontrolnu sumu. Ne koristi se Arduinov UART konektor zbog toga što se koristi ASK metoda koja zahtijeva skupinu početnih pulseva za treniranje kako bi se odašiljač i prijatelj uskladili. Također, potreban je dobar balans između nula i jedinica kao bi bila očuvana istosmjerna vrijednost poruke.

U nastavku će pomnije biti objašnjen način rada svake od jedinice sustava i kako je ostvarena komunikacija s drugim uređajem ili Internetom. Analiza će početi od daljinskog upravljača nastaviti se preko štíćene jedinice i završiti sa stambenom jedinicom koja se spaja na Internet.

4.1. Daljinski upravljač (ključ) (Filip Cimermančić)

Daljinski upravljač služi za slanje poruke o aktivaciji ili deaktivaciji alarma u štíćenoj jedinici. Za oba slučaja poruke su iste i u štíćenoj jedinici se registriraju tako da se mijenja stanje aktivnosti alarma (eng. *toggle*). Poruka koja se šalje su tri znaka „1“, odnosno {1, 1, 1} pritiskom na tipku na daljinskom upravljaču.

Prvo se izvodi funkcija za inicijalizaciju u kojoj se definiraju svi pinovi i inicijalizira komunikacija. U isječku koda ispod izvodi se definiranje pina koji se spaja na RF odašiljač daljinskog upravljača. Za to se koristi posebna funkcija iz VirtualWire.h biblioteke za određivanje pina odašiljača (TX). Druga naredba izvodi inicijalizaciju sustava uz postavljanje brzine prijenosa u bitovima po sekundi.

```
vw_set_tx_pin(Odasiljac);  
vw_setup(2000);
```

Ostatak koda izvodi jednostavnu operaciju slanja poruke na pin odašiljača (TX) kada je pritisnuta tipka spojena na daljinski upravljač. Slanje poruke traje neko vrijeme i odvija se u pozadini iako funkcija za slanje već završi svoj rad. Zbog toga se treba pričekati na potvrdu da je poruka u potpunosti poslana. Isječak ispod prikazuje dvije funkcije koje osiguravaju pravilno slanje poruke.

```
vw_send((byte*)buf, buflen);  
vw_wait_tx();
```

Pritisak na tipku za aktivaciju ili deaktivaciju alarma signalizira LED dioda na Arduinu. Puštanjem tipke ona se gasi.

4.2. Štićena jedinica (Tino Huljev)

Štićena jedinica prima poruke od daljinskog upravljača i šalje poruke stambenoj jedinici. Od upravljača prima poruku {1, 1, 1} koja mijenja stanje aktivnosti alarma iz aktivnog u neaktivno ili obratno (radi na *toggle* principu). Ako dođe do provale, stambenoj se jedinici šalju tri znaka „2“, odnosno {2, 2, 2}.

Funkcija inicijalizacije ovog dijela sustava osim inicijalizacije pinova i odašiljača, mora inicijalizirati i pin prijarnika (RX) i omogućiti primanje poruka. RX se inicijalizira gotovo jednako kao i TX linijom

```
vw_set_rx_pin(Prijamnik);
```

Na kraju inicijalizacijske funkcije mora se pokrenuti primanje poruka, budući da mora postojati proces koji u pozadini prati jesu li nekakvi podaci poslani na prijamnik. Taj proces pokreće se linijom

```
vw_rx_start()
```

U glavnoj petlji programa prate se izlazi funkcije `citanje()`. Ta funkcija provjerava stanje prijamnika svakih 500 ms i provjerava odgovara li primljena poruka poruci za aktivaciju ili deaktivaciju alarma, odnosno {1, 1, 1}. Ako je poruka primljena i odgovara željenoj poruci, funkcija izbacuje 1, inače izbacuje 0.

Otvaranje i zatvaranje vrata izvedeno je sklopkom koja predstavlja otvorena vrata kada je u stanje 1 i zatvorena kada je u stanju 0. Ako je alarm aktivan i vrata se otvore, detektirat će se provala i pozvat će se funkcija `alarm()`. Ona odašilje poruku {2, 2, 2} putem odašiljača. Ta poruka bit će prepoznata na stambenoj jedinici. Glavna petlja programa prikazana je u isječku ispod.

```
void loop() {
    if (citanje() ){
        delay(500);
        digitalWrite(LED, HIGH);
        while( !(citanje()) ) {
            if(digitalRead(senzor) == HIGH){
                alarm();
            }
        }
        digitalWrite(LED, LOW);
    }
}
```

Za signalizaciju koristi se LED dioda na Arduinu koja je upaljena kada je alarm aktivan i ugašena kada to nije slučaj.

4.3. Stambena jedinica (Alen Vlahinić)

Stambena jedinica služi za primanje obavijesti o provali u obliku poruke {2, 2, 2}, signaliziranje provale lokalno i spajanje na Internet kako bi se korisnik obavijestio notifikacijom na mobitelu. Lokalna signalizacija predstavljena je crvenom LED diodom koja svijetli na intervalima od 200 ms ako je sustav detektirao provalu. Notifikacija na korisnikov mobitel šalje se pomoću Pushover aplikacije koja je dostupna na [11].

Inicijalizacija RF prijamnika i primanje poruka je identično kao i u štíćenju jedinici opisanoj u prethodnom poglavlju, pa taj dio neće ponovno biti opisan.

Za spajanje na Internet i korištenje Pushover aplikacije koriste se dvije dodatne Arduinove biblioteke: Ethernet.h i SPI.h. Ethernet.h je biblioteka koja omogućuje rad s Arduino Ethernet Shieldom koji je korišten u ovom sustavu. Druga biblioteka je potrebna zbog toga što Ethernet Shield komunicira s Arduinom SPI (Serial Peripheral Interface) komunikacijom, ali njezine funkcije neće biti korištene.

U procesu uspostave Ethernet veze najvažnija je naredba

```
Ethernet.begin(mac);
```

Koja inicijalizira ethernet biblioteku i mrežne postavke te automatski preuzima IP adresu od DHCP poslužitelja pomoću MAC adrese Ethernet Shielda. Veza s poslužiteljem mora biti obnavljana što se postiže pozivanjem sljedeće naredbe u svakom prolazu glavne petlje programa.

```
Ethernet.maintain();
```

Za korištenje aplikacije Pushover potrebno je postaviti nekoliko varijabli koje su bitne u uspostavi komunikacije i verifikacije korisnika. Potrebne varijable su sljedeće

```
char pushoversite[] = "api.pushover.net";  
char apitoken[] = "(kombinacija 30 brojeva i slova)";  
char userkey[] = "(kombinacija 30 brojeva i slova)";
```

`pushoversite` sadrži URL na koji se poruke moraju slati, `apitoken` je šifra koja identificira korisnikovu aplikaciju nakon njezine registracije, a `userkey` predstavlja „ime“ korisnika kojem aplikacija mora poslati notifikaciju. Notifikacija se može poslati većem broju korisnika, ali u ovom radu se šalje samo jednom.

Kada je detektirana poruka od štíćene jedinice da je došlo do provale, izvodi se funkcija `pushover` koja obavlja sve korake koji su potrebni za uspješno slanje notifikacije. Proces se sastoji od ispisivanja poruka i varijabla potrebnih za uspostavu komunikacije. Nakon toga funkcija održava konekciju s klijentom dok komunikacija nije gotova.

5. Zaključak

Alarmni sustav temeljen na RF komunikaciji pruža mogućnost detekcije provale u prostoru odvojenom od stambenog prostora. Ovaj jeftin i jednostavan sustav pogodan je za korištenje na svim objektima na kojima korisnik želi detektirati neovlašteni upad kroz vrata objekta, ali nije pogodan za osiguravanje od provale kroz prozor ili na neki dugi način. To se može promijeniti ugradnjom ultrazvučnog ili infracrvenog senzora koji bi omogućio detekciju pokreta u prostoru. Preinake su moguće i na području signalizacije ugradnjom zvučnika za lokalnu signalizaciju i izradom vlastite mobilne aplikacije za slanje notifikacija kako se ne bi trebala koristiti aplikacija koja se plaća. Za bolju fleksibilnost stambene jedinice, moguće je ugraditi WiFi modul umjesto Ethernet Shielda. Također, zbog jednostavnosti moguće je minimizirati dimenzije uređaja korištenjem jednostavnih i malih mikrokontrolera.

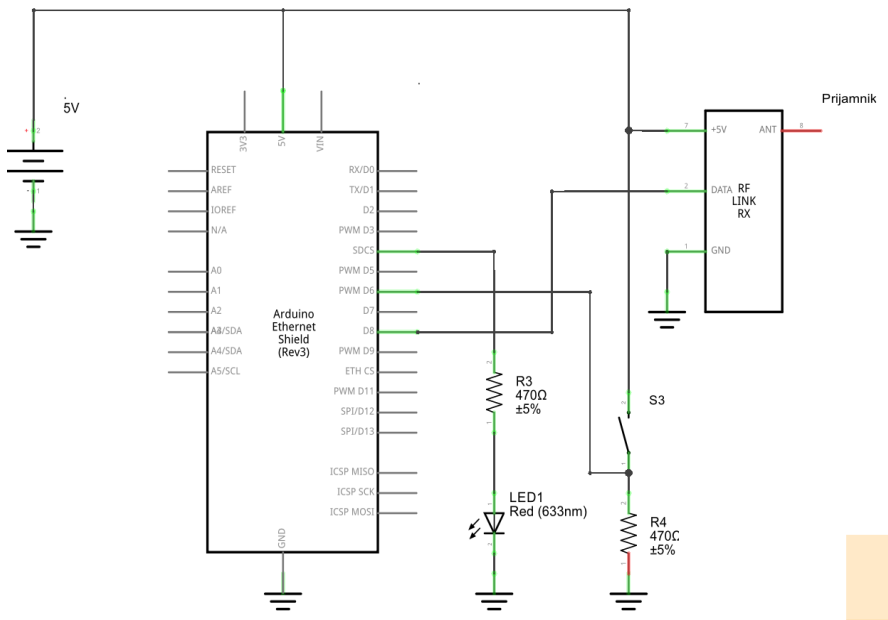
6. Literatura

- [1] Arduino Uno,
URL: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
- [2] Arduino Nano,
URL: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>
- [3] Arduino Ethernet Shield R3,
URL: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShieldV1>
- [4] Arduino RF odašiljač i prijamnik
URL: http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/433Mhz_RF-TX&RX.pdf
- [5] ISM frekvencijski pojas
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ISM_band
- [6] Arduino 1.8.4
URL: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- [7] VirtualWire funkcije
URL: https://www.pjrc.com/teensy/td_libs_VirtualWire.html
- [8] McCauley, Mike. VirtualWire. 2013.
- [9] Arduino Ethernet biblioteka
URL: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Ethernet>
- [10] Arduino SPI biblioteka
URL: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SPI7>
- [11] Pushover Download
URL: <https://pushover.net>
- [12] Pushover configuration
URL: <https://pushover.net/api>

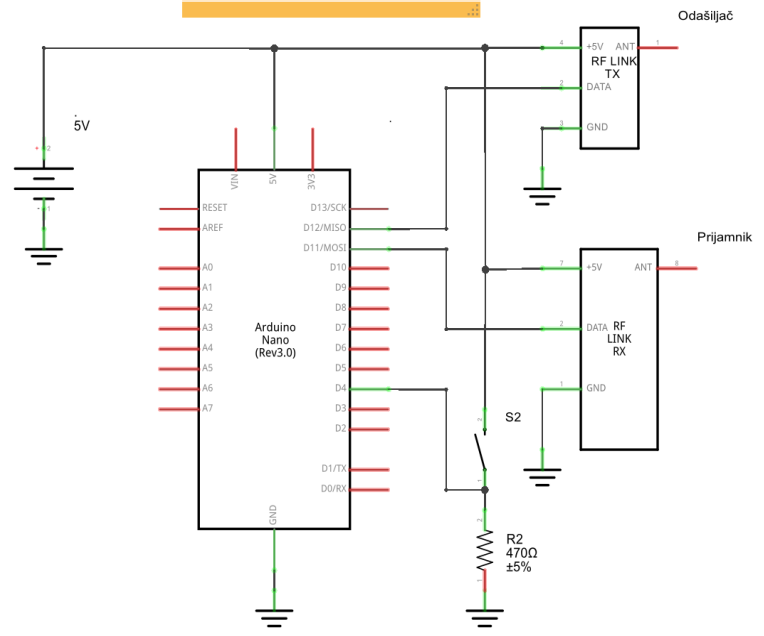
7. Pojmovnik

Pojam	Kratko objašnjenje	Više informacija potražite na
Arduino Uno	Razvojna platforma	Arduino Uno
Arduino Nano	Razvojna platforma	Arduino Nano
Arduino Ethernet Shield R3	Ethernet modul	Arduino Ethernet Shield R3
RF odašiljač i prijamnik	Moduli za komunikaciju radiovalovima	RF odašiljač i prijamnik
Arduino 1.8.4.	Razvojno okruženje	Arduino 1.8.4.
ISM	Frekvencijski pojas, standard	ISM
ASK	Modulacija	ASK
Pushover	Aplikacija za slanje notifikacija	Pushover
IP	Komunikacijski protokol	IP
DHCP	Komunikacijski protokol	DHCP

Modul u stambenom prostoru



Modul u štitičnom prostoru



Daljinski upravljač

