

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

STRUČNI STUDIJ RAČUNARSTVO

MARKO BAN

**SUSTAV ZA MJERENJE MASE KOŠNICA BAZIRAN NA
ARDUINO PLATFORMI SA GSM MODULOM**

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, 2018.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

STRUČNI STUDIJ RAČUNARSTVO

MARKO BAN

**SUSTAV ZA MJERENJE MASE KOŠNICA BAZIRAN NA
ARDUINO PLATFORMI SA GSM MODULOM
SYSTEM FOR MEASURING MASS OF BEEGARDEN BASED ON
ARDUINO PLATFORM WITH GSM MODULE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Jurica Trstenjak, dipl.ing.

ČAKOVEC, 2018.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru dipl. ing. Jurici Trstenjaku koji je svojim stručnim savjetima oblikovao ideju i pomogao mi u izradi ovog Završnog rada. Želim se zahvaliti svim djelatnicima Međimurskog Veleučilišta u Čakovcu koji su mi svojim radom pomogli u stjecanju znanja o računarstvu.

Zahvaljujem se i svojoj obitelji i roditeljima koji su me tijekom čitavog školovanja podupirali i poticali moju težnju k ostvarivanju sve viših i viših ciljeva. Želim se zahvaliti svim kolegama, prijateljima i prijateljicama na pomoći, ali i na tome što su mi svojom prisutnošću uljepšali vrijeme provedeno na Veleučilištu.

Marko Ban

SAŽETAK

U današnje vrijeme upotreba napredne tehnologije u svrhu uštede vremena i novca je neizbježna kako u svakodnevnom životu tako i u raznim granama poslovnih aktivnosti. Iako su na tržištu dostupne razne aplikacije i sustavi koji olakšavaju obavljanje tih aktivnosti, njihova cijena znatno varira i često ih čini nedostupnima malim i srednjim poduzetnicima i proizvođačima. S napretkom tehnologije i pojavom otvorenih računalskih (engl. open-source)¹ i programskih (engl. software) platformi (poput Arduino platforme), postoji mogućnost da se troškovi izrade takvih aplikacija i sustava smanje.

U ovome Završnom radu detaljno je opisana izrada i rad takvog sustava za mjerenje mase košnica koji je baziranom na Arduino platformi (komponenta Arduino Uno koja je dostupna u web trgovinama) sa GSM² modulom (engl. shield³). Za izradu takvog sustava potrebno je poznavanje funkcija Arduino uređaja i njihove primjene. Izrada se sastoji od spajanja Arduina s mjernim pretvornicima mase i GSM modulom. Pod košnice se stavljaju četiri mjerna pretvornika mase, koji mjere masu košnica prema napravljenom medu, spojena u Wheatstone-ov most⁴. Prije nego što se spajaju s Arduinom treba ih spojiti s pojačalom INA125⁵. To pojačalo se koristi za pojačavanje izlaznog signala spojenog na Arduino budući da je signal koji izlazi iz mjernog pretvornika mase preslab da ga Arduino može pravilno očitati. Kako se košnice pune, vlasniku se preko GSM mreže šalje informacija o trenutnoj masi košnica. Za komunikaciju s mobitelom koristi se GSM modul.

Primjena ovakvog sustava u pčelarstvu je od velike koristi budući da omogućava praćenje košnica s udaljene lokacije te time doprinosi na uštedi vremena i novca. Iako je za izradu ovog sustava potrebno upoznavanje Arduina i njegovih funkcija, njegova pristupačna cijena i primjena čini ga dobrom opcijom za već postojeće skupocjene modele.

Ključne riječi: Arduino, Arduino Uno, INA125, Wheatstone-ov most, GSM modul

¹Open-source-program čiji je izvorni kod dostupan

²GSM-(engl. *Global System for Mobile Communications*), modul preko kojeg se mogu slati poruke

³Shield-modul/dodatak koji se može spojiti s Arduinom

⁴Wheatstone-ov most- mjerni most sastavljen od četiri spojenih grana u četverokut i dvije dijagonale

⁵INA125-pojačalo signala

Sadržaj

1. UVOD.....	6
2. CILJ RADA.....	8
3. MATERIJALI.....	9
3.1. Arduino	10
3.2. Arduino Uno.....	12
3.2.1. Karakteristike Arduino Uno	13
3.2.2. Fizičke karakteristike	14
3.3. GPRS/GSM/GPS modul	15
3.4. Senzori mase	16
4. SPAJANJE I KOMUNICIRANJE KOPONENTI S ARDUINO PLATFORMOM..	18
4.1. Spajanje Arduino Uno i A7 GPRS/GSM/GPS modula.....	18
4.2. Spajanje mjernih pretvornika mase s INA125	20
4.3. Spajanje Arduina s pojačalom INA125	23
4.4. Gotov sustav.....	24
4.4.1. Opis izrade tiskane pločice.....	25
4.4.2. Izračun mase.....	29
5. ZAKLJUČAK.....	31
6. POPIS LITERATURE.....	32
PRILOZI.....	34

1. UVOD

U današnje vrijeme sve oko nas se vrti oko pametnih mobitela (engl. *smartphone*) i satova, tableta i laptopa. Sve je pristupačnije, odnosno bliže, a dostupna tehnologija postaje sve naprednija. Ukoliko je potrebno neku aplikaciju preuzeti na mobitel, pronade se na Google trgovini ili Appstoru. Bilo da je to aplikacija koja govori o ljudskom tijelu ili čak pametnoj kući kojom se upravlja s udaljenog mjesta. S takvim aplikacijama posao, ali i život postaje efikasniji.

Kako potražnja za takvim aplikacijama postaje veća, tako i cijena raste te često bude nepristupačna malim i srednjim poduzetnicima i proizvođačima. Njima bi korištenje takvih aplikacija za pregled i kontrolu infrastrukture i proizvodnje uvelike olakšalo posao i smanjilo troškove.

Jedan od takvih primjera javlja se i kod pčelarstva. Pčelari svoje košnice redovito pregledavaju zbog ubranog pčelinjeg meda, ali nakon nekog vremena potrebno ih je i preseliti na neku drugu lokaciju zbog uspješnije paše na cvjetove odnosno njihov nektar te povećanje proizvodnje. Tu pčelari troše svoje vrijeme i novac na učestalo premještanje i kontroliranje košnica zbog njihove potpunosti medom.

Stoga se javlja potražnja za aplikacijom i sustavom koji bi im omogućio praćenje mase košnica s udaljenih lokacija. Korištenje takvog sustava omogućilo bi im uštedu vremena i smanjivanje troškova za učestale kontrole te pravovremenu reakciju za premještanje na drugu lokaciju ukoliko proizvodnja na trenutnoj lokaciji počne padati.

Iako su na tržištu takve aplikacije dostupne, njihova povećana cijena čini ih nedostupnima malim proizvođačima meda kojima bi to bilo od velike koristi i omogućilo daljnji napredak. Tako se javlja pitanje je li moguće korištenjem otvorenih računalskih i programskih platformi, poput Arduino platforme [1, 2], smanjiti troškove takvih aplikacija na minimum.

Arduino platforma ima razne funkcije te samim time i široki spektar mogućnosti primjene. Do sada, Arduino platforma primijenjena je za razvoj sustava za bežično mjerenje temperature i vlage [3, 4], za razvoj sigurnosnog [5] i video nadzora [6], za izradu mobilnog [7] i mp3 [8] uređaja, ali i za mnoge druge stvari.

U ovom Završnom radu prikazana je izgradnja sustava, baziranog na Arduino platformi, koji može kontrolirati više košnica i slati informacije pčelaru o njihovom

stanju na mobilni uređaj. Sustav koristi Arduino platformu na koju je priključen GSM modul koji šalje poruku korisniku. Da bi uopće došlo do slanja, prethodno senzori trebaju preko pojačala INA125 Arduinou dojaviti stanje o masi košnica.

Izrada i rad sustava prikazana je kroz sljedeća poglavlja ovoga rada: Poglavlje 2 opisuje cilj ovoga Završnog rada, dok Poglavlje 3 opisuje materijal potreban za izradu sustava. Poglavlje 4 opisuje spajanje različitih komponenti u sustav te rad završenog sustava. U Poglavlju 5 iznesen je zaključak ovog Završnog rada.

2. CILJ RADA

Cilj ovog Završnog rada je unaprijediti košnice današnjom tehnologijom i omogućiti pčelarima jednostavniju kontrolu nad svojim košnicama. Naravno, na tržištu postoji već takav proizvod samo što ga se može kupiti za 2 000 - 2 500 kuna. U ovom Završnom radu prikazan je način kako takav, čak i bolji i napredniji, sustav napraviti puno povoljnije upotrebom otvorene računalne i programske Arduino platforme. Izrada se bazira na spajanju Arduino platforme s GSM modulom, što omogućava nadzor nad košnicama putem mobilnih uređaja.

Nadalje, cilj rada je detaljno opisati i dokumentirati izradu te testirati i istražiti svojstva takvog sustava. Svrha rada je predstaviti osnovni model sustava koji se zatim može nadograđivati i programirati prema zahtjevima korisnika.

3. MATERIJALI

Materijali, odnosno komponente koje su korištene u ovom Završnom radu nalaze se u Tablici 1 i na Slici 1. Da bi se sustav mogao testirati, koriste se makete košnica napravljene u omjeru 1:2, koje su izrađene od drvenih dasaka.

Tablica 1. Materijali za izradu sustava

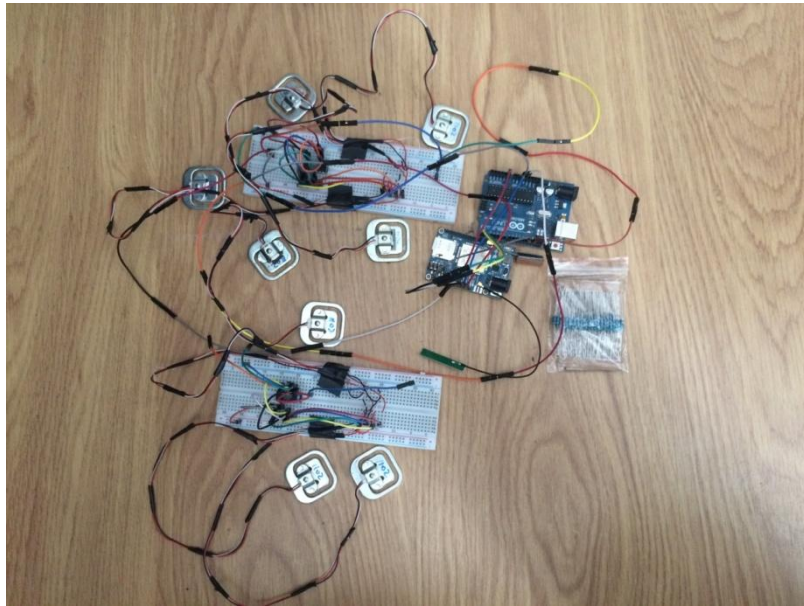
Naziv na engleskom	Naziv na hrvatskom
Android Uno	Android Uno platforma
GPRS/GSM/GPS shield	GSM modul za slanje poruka
Breadboard wires ⁶	Žice za eksperimentalnu pločicu
Body load cell weight sensor ⁷	Senzori za mjerenje mase
INA125	Pojačalo INA125
Printed copper tile ⁸	Tiskana pločica

Izvor: autor (15.6.2018.)

⁶*Breadboard wires*-žice za eksperimentalnu pločicu

⁷*Body load cell weight sensor*-mjerni pretvornik mase

⁸*Printed copper tile*- pločica na kojoj se nalaze elektroničke komponente koje su međusobno spojene



Slika 1. Materijali potrebni za izradu ovog Završnog rada

Izvor: autor

3.1. Arduino

Arduino je nastao prije deset godina u Italiji na jednom institutu kao jednostavan i brz alat za izradu elektroničkih sklopova. To je elektronička platforma koja u sebi sadrži mikrokontroler. Mikrokontroler je integrirani sklop koji sadrži sve elemente kao malo računalo [9]. Dizajnirani su tako da ih se može ugraditi na neke elektroničke komponente. Taj mikrokontroler može se programirati prema potrebama korisnika jer je platforma otvorenog tipa (engl. *open-source*). Arduino na sebi sadrži digitalno/analogne ulaze i izlaze na koje se može spojiti druge elektroničke komponente. Uređaj na sebi sadrži sučelja za serijsku komunikaciju i USB⁹ koji se koristi za učitavanje programa s računala.

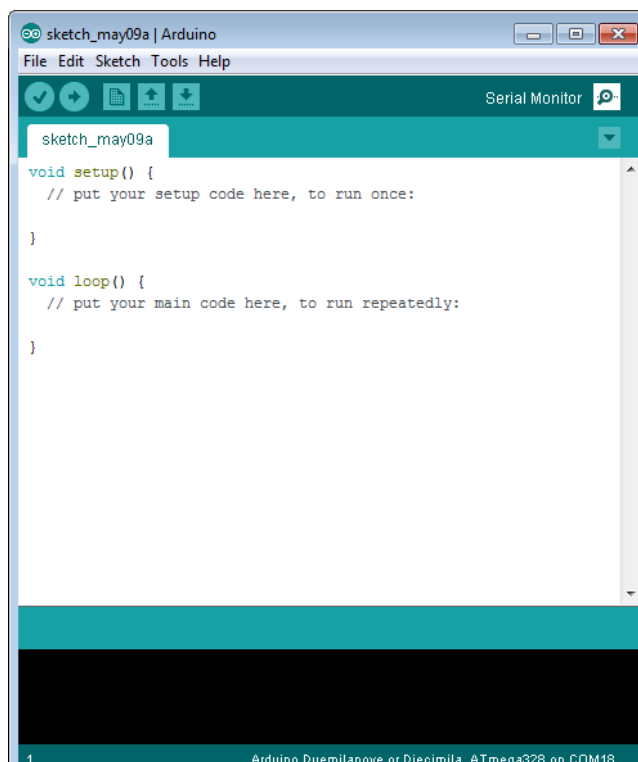
⁹USB-univerzalna serijska sabirnica



Slika 2. Mikrokontroler ATmega328P

Izvor: <http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328P> (preuzeto 15.5.2018.)

Programiranje mikrokontrolera se može vršiti, između ostalih jezika, pomoću programskog jezika C i C++. Arduino najčešće koristi 8 bitne mikrokontrolere [9]. (Najčešći model koji se koristi je ATMEGA328P.) Za programiranje Arduina koriste se razni programi, a u ovom radu korišten je Arduino IDE u kojem se programski kod piše u C-u. Da bi se kod mogao prebaciti s računala na Arduino, koristi se USB kabel.



Slika 3. Program Arduino IDE

Izvor: <http://www.theorycircuit.com/arduino-ide/> (preuzeto: 15.5.2018.)

3.2. Arduino Uno

U ovom radu se koristi Arduino Uno platforma koja koristi mikrokontroler ATmega328P [10]. Ima 14 digitalnih ulaznih/izlaznih pinova¹⁰, 6 analognih ulaza, 16 MHz¹¹ kvarcnog kristala, USB priključak, utičnicu za napajanje, ICSP¹² zaglavlja (engl. *header*), gumb za resetiranje, UART priključak (engl. *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*). Sastoji se od RX i TX pina. RX služi za primanje podataka i nalazi se na digitalnom pinu 0, a TX služi za slanje podataka i nalazi se na digitalnom pinu 1. Platforma se može napajati putem USB priključka ili vanjskog napajanja, a izvor napajanja se automatski odabire.

Arduino Uno platforma sadrži sve što je potrebno za podršku mikrokontrolera. Svaki od 14 digitalnih pinova na platformi može se koristiti kao ulaz ili izlaz, koristeći funkcije `pinMode()`, `digitalWrite()` i `digitalRead()`. Oni rade na 5 volti. Svaki pin može dati ili primiti 20 mA, a maksimalno 40 mA, to je vrijednost koja se ne smije prekoračiti na bilo kojem ulazno/izlaznom pinu.



Slika 4. Arduino Uno

Izvor: autor

¹⁰Pin-port, izvod

¹¹Hz-herc je mjerna jedinica frekvencije

¹²ICSP-metoda za programiranje mikrokontrolera

3.2.1. Karakteristike Arduino Uno platforme

Karakteristike Arduino Uno platforme navedene su u Tablici 2.

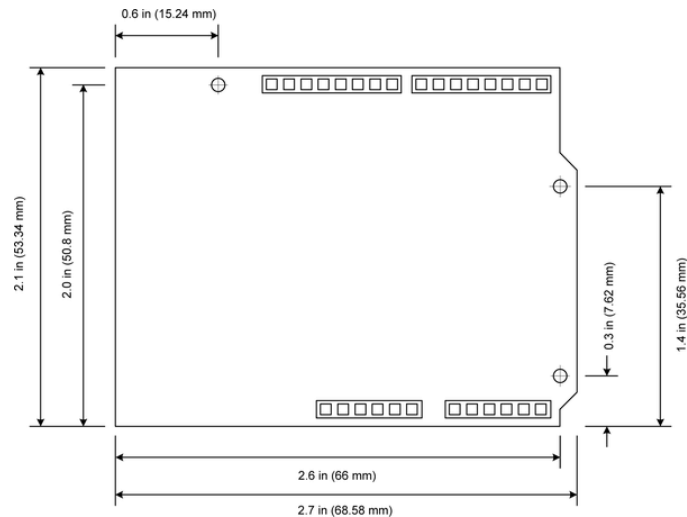
Tablica 2. Karakteristike Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328P
Napon potreban za rad	5 V
Ulazni napon	7–12V
Maksimalni ulazni napon	6–20V
Digitalni ulazno/izlazni pinovi	14
Analogni ulazni pinovi	6
Istosmjerna struja za jedan U/I pin	20mA
Istosmjerna struja za 3.3 V pin	50mA
Flash memorija	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Brzina procesa	16 MHz

Izvor: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (preuzeto: 15.5.2018.)

3.2.2. Fizičke karakteristike

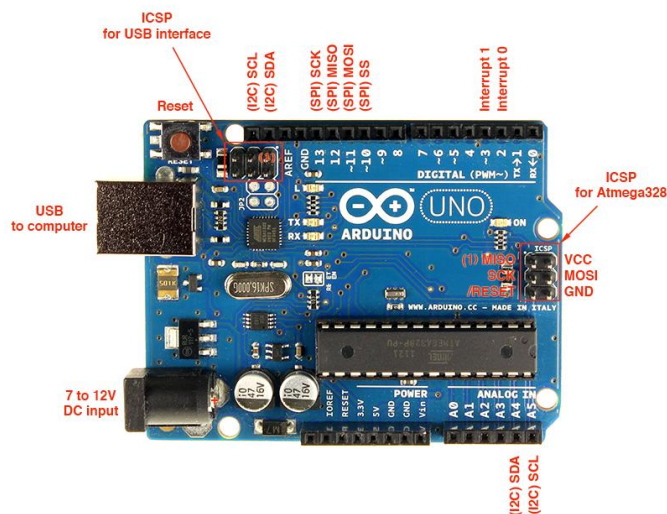
Arduino Uno je vrlo napredna i malena platforma: dužine 68.8 mm, širine 53.4 mm i mase 25 g.



Slika 5. Dimenzije Arduino Uno

Izvor: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (preuzeto: 15.5.2018.)

Arduino Uno ima 6 analognih ulaza, označenih od A0 do A5, od kojih svaki osigurava 10 bita rezolucije odnosno 1024 različite vrijednosti. Prema zadanim postavkama mjere se od 0 do 5 volti, iako je moguće promijeniti gornji kraj njihovog raspona koristeći AREF pin i `analogReference()` funkciju.



Slika 6. Prikaz pinova na Arduino Uno

Izvor: <http://www.electroschematics.com/7958/arduino-uno-pinout/> (preuzeto:
15.5.2018.)

3.3. GPRS¹³/GSM/GPS¹⁴ modul

GPRS/GSM/GPS modul omogućava jednostavno korištenje mobilne mreže za slanje i primanje podataka s udaljenog mjesta. Modul je kompatibilan sa svim pločama koje imaju oblik kao i Arduino platforma. U ovom radu koristi se A7 GPRS/GSM/GPS koji je u potpunosti kompatibilan s Arduinoom.

Modul je baziran na verziji A7 koja može raditi na 850/900/1800/1900 MHz. Napon napajanja je od 3.3V do 4.2V, a zadana brzina prijenosa (engl. *baud rate*¹⁵) je 115200bps¹⁶. GSM modul se može uključiti pritiskom na tipku PWR kontrolnog sučelja najmanje jednu sekundu i otpustiti. Kako bi modul mogao komunicirati, treba imati SIM¹⁷ karticu koja ne smije biti zaključana [11].

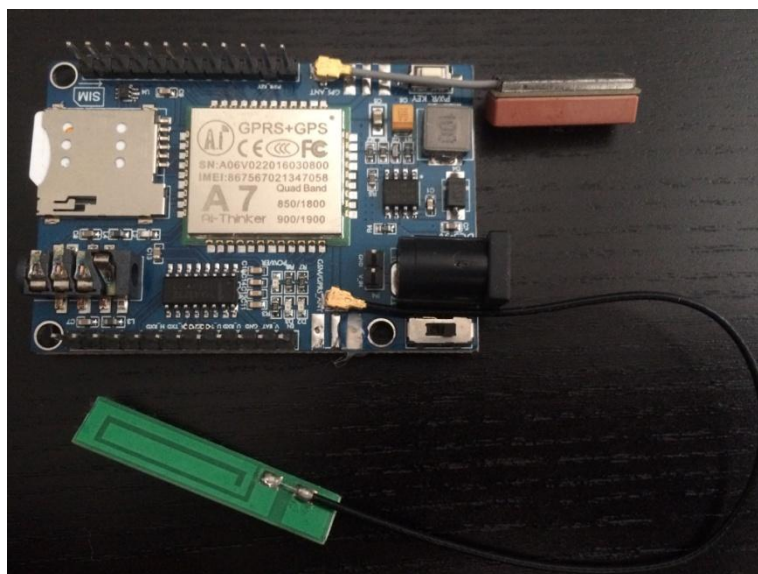
¹³GPRS-(engl. *General Packet Radio Service*), bežična podatkovna komunikacijska usluga

¹⁴GPS-(engl. *Global Positioning System*), sustav za određivanje položaja

¹⁵Baud rate-broj koji se odnosi na brzinu prijenosa podataka u sustavu

¹⁶bps-jedinica prijenosa podataka (engl. *bits per second*)

¹⁷SIM-modul na kojem je pohranjen unikatni broj



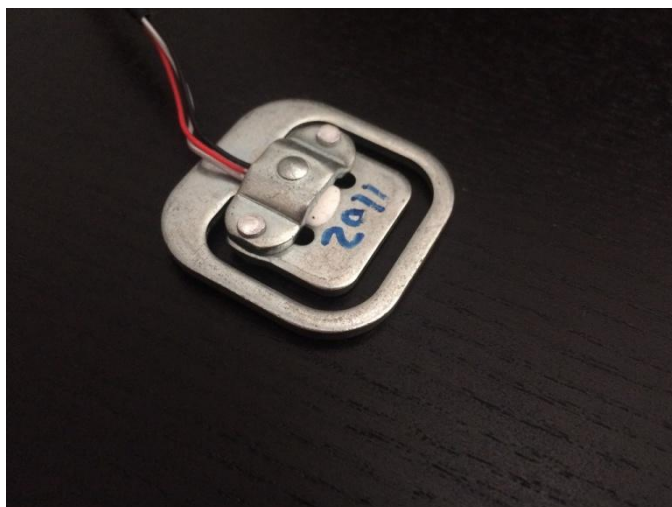
Slika 7. A7 GPRS/GSM/GPS

Izvor: autor

3.4. Senzori mase

Senzori su uređaji koji pomažu u mjerenju fizičkog parametra kao što su masa, temperatura, tlak, ubrzanje [12]. Pomoću signala koji kvantitativno mjeri fizički parametar ili osigurava jednostavan binarni signal koji nam govori je li se nešto dogodilo ili ne. Većina senzora kao i ovaj zahtijeva za svoj rad napajanje, a nakon mjerenja generira se u električni signal [13]. Senzor koji se koristi u ovom radu je onaj senzor koji pretvara masu koja djeluje na njega u električni signal. Taj elektronički signal može biti promjena napona, struje ili frekvencije.

Senzori opterećenja rade na principu piezoelektričnog efekta. Kada se na senzor prenese masa, on mijenja svoj otpor. Ta promjena otpora dovodi do promjene izlaznog napona kod konstantnog ulaznog napona. Senzor se obično sastoji od žičane mrežne niti koja je vezana tankim slojem smole direktno na površinu mjernog pretvornika. Da bi se opterećenje izmjerilo, mjerni pretvornik treba biti spojen u električni krug. Većinom se spajaju četiri pretvornika u Wheatstone-ov most. Wheatstone-ov most je električni krug koji se koristi za precizno mjerenje malih promjena otpora.



Slika 8. Mjerni pretvornik mase

Izvor: autor

4. SPAJANJE I KOMUNICIRANJE KOMPONENTI S ARDUINO PLATFORMOM

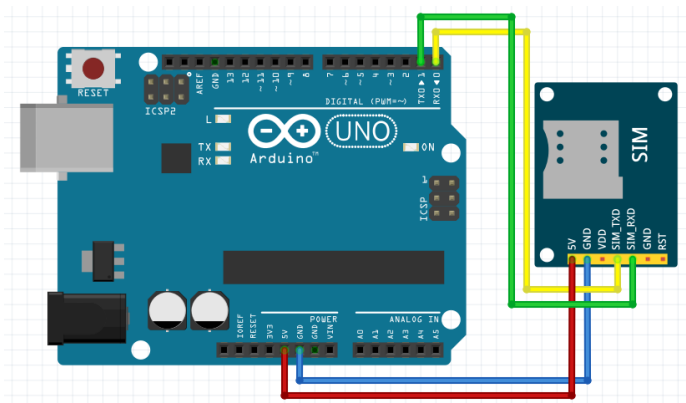
U ovom dijelu Završnog rada opisan je način spajanja međusobnih električnih komponenti sustava i njihova komunikacija. Slike shema koje se nalaze ispod izrađene su u alatu *Fritzing*.

4.1. Spajanje Arduino Uno i A7 GPRS/GSM/GPS modula

GSM modul se koristi za komunikaciju između Arduina i korisnika košnica. Služi za dojavljivanje odnosno slanje poruke, SMS-a, o popunjenosti košnica. Modul koristi napon napajanja 5V i pin GND samog Arduina. Komunikacija između njih se odvija preko pina U_RXD koji je spojen na pin TX platforme i pina U_TXD spojenog na RX pin platforme.

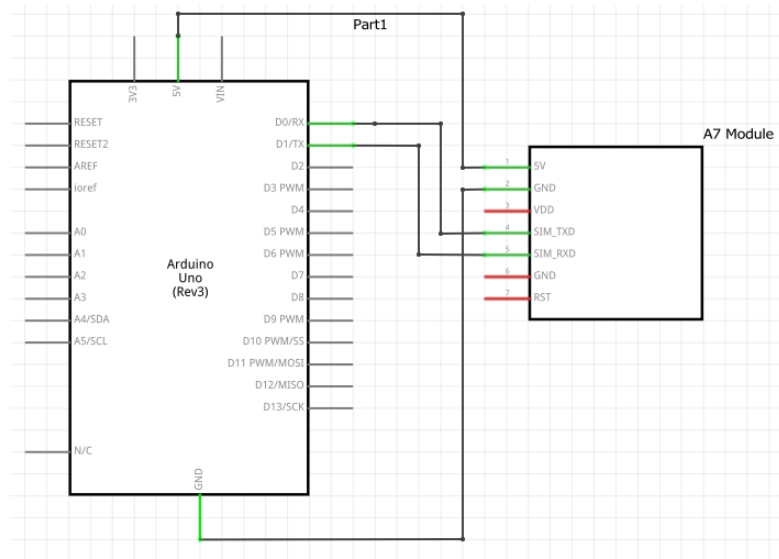
Da modul može komunicirati preko mobilne mreže, potrebna mu je SIM kartica [11]. Potrebno je provjeriti je li kartica otključana jer inače neće raditi. U programskom dijelu treba definirati oblik komunikacije, poziv ili poruka te broj na koji će taj poziv ili poruka stizati.

Shema spajanja GSM modula i Arduino Uno platforme prikazana je na Slici 9 i 10. Nakon spajanja, ta veza je provjerena koristeći kod prikazan u Kod 1. Rezultat testa prikazan na Slici 11 pokazuje da je veza uspješno uspostavljena.



Slika 9. Shema spajanja modula s Arduinoom

Izvor: autor



Slika 10. Električna shema spajanja modula s Arduinoom

Izvor: autor

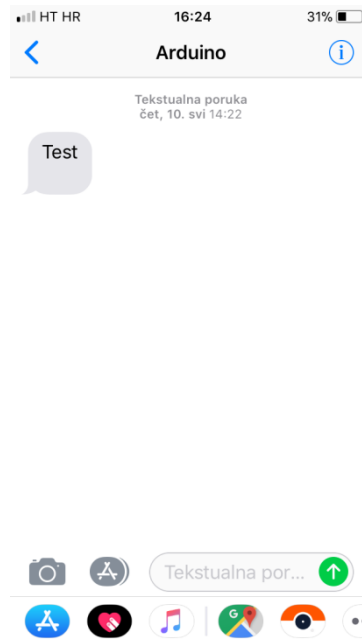
Kod 1. Kod koji se koristio za provjeru veze

```

voidsetup() {
  Serial.begin(115200);
  {
    Serial.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    Serial.println("AT+CMGS=\"+385*****44\"");
    delay(100);
    Serial.println("Test");
    delay(100);
    Serial.println((char)26);
    delay(100);
    Serial.println();
  }
}

```

```
}  
  
voidloop() {  
    if (Serial.available())  
        Serial.write(Serial.read());  
}
```

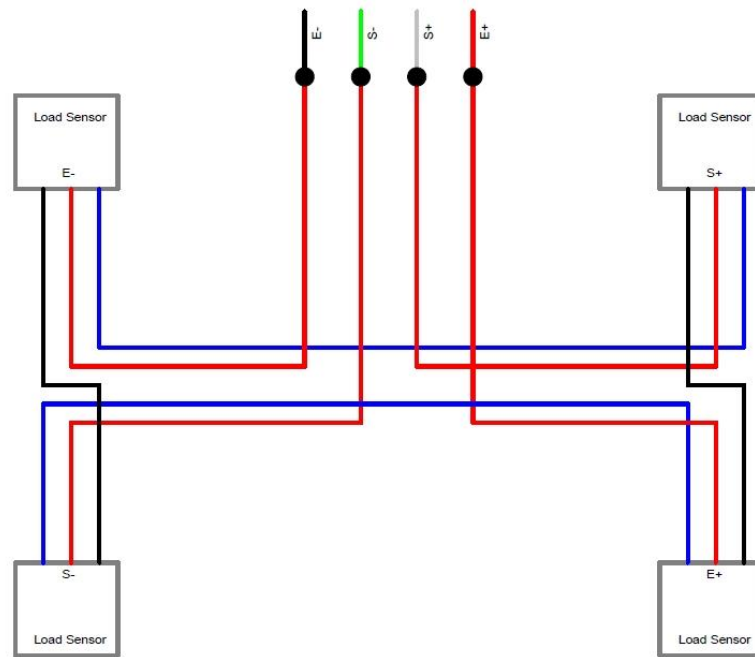


Slika 11. Pristigla poruka o provjeri veze

Izvor: autor

4.2. Spajanje mjernih pretvornika mase s INA125

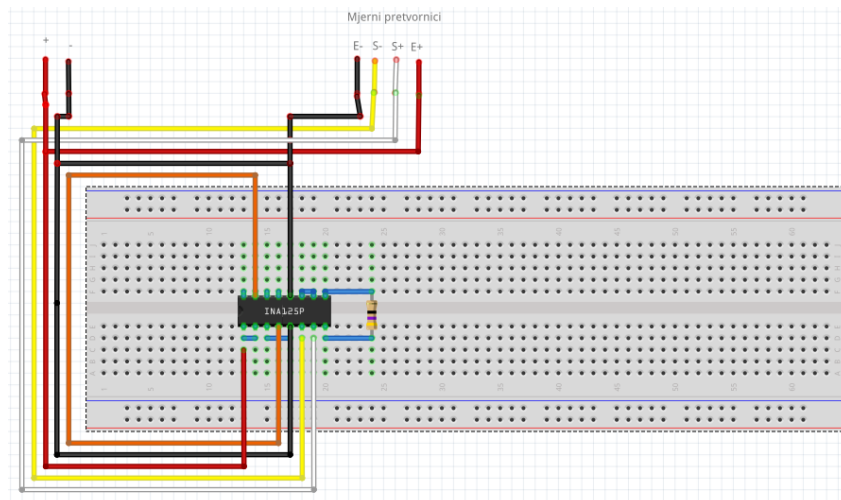
Mjerne pretvornike treba postaviti u kutove ispod košnica te ih nazvati E-, S-, S+, E+ kao na Slici 12, zbog lakše orijentacije njihovih pozicija. Njih treba najprije spojiti međusobno u električni krug [14], a spajaju se prema shemi na Slici 12. Priključnice koje se spajaju s pojačalom INA125 [15, 16] spajaju se prema shemi na Slici 14.



Slika 12. Međusobno spajanje mjernih pretvornika u Wheatstone-ov most

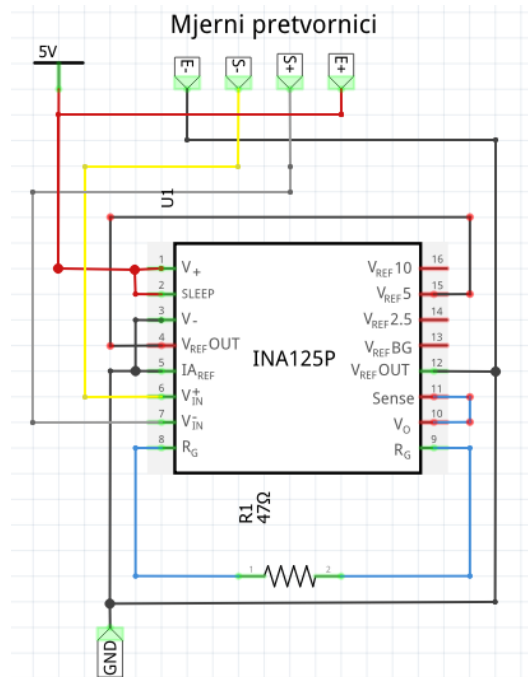
Izvor: <https://mikroelectron.com/Product/Human-scale-load-cell-sensor-50kg/>(preuzeto:

14.5.2018.)



Slika 13. Spajanje pretvornika mase s pojačalom INA125

Izvor: autor

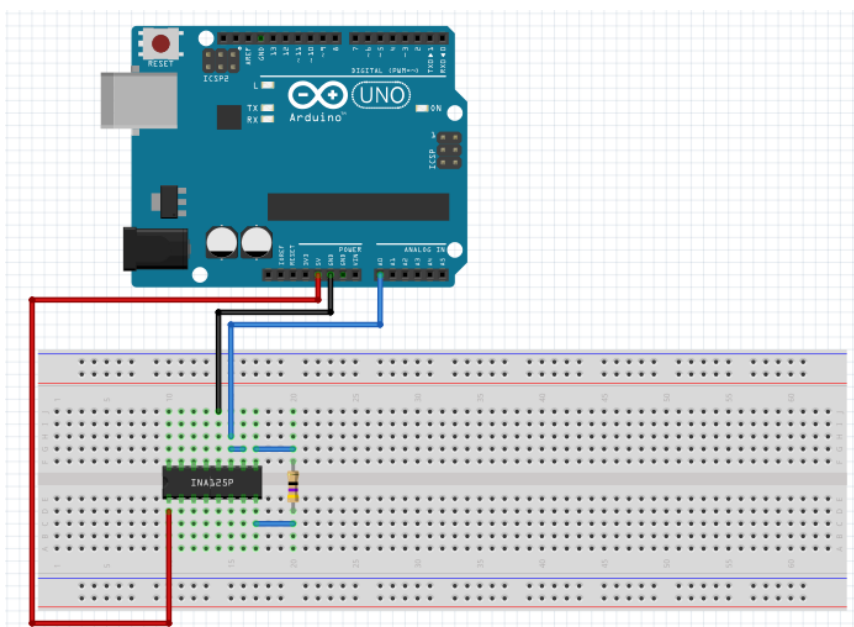


Slika 14. Električna shema spajanja mjernih pretvornika s pojačalom INA125

Izvor: autor

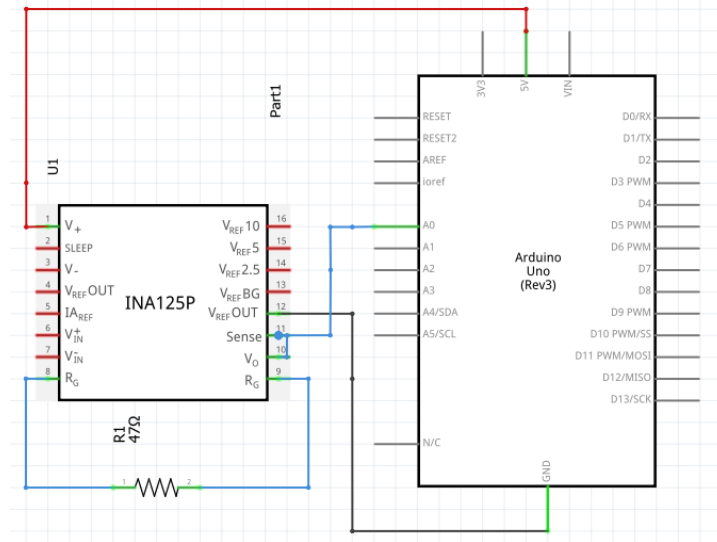
4.3. Spajanje Arduina s pojačalom INA125

Pojačalo se koristi jer sam izlazni napon iz mjernih pretvornika je reda veličine mV te ga Arduino ne može očitati [17, 18]. Ovo pojačalo može pojačati signal i do 10 000 puta. Prema izrazu: $G = 4 + 60000/R_g$, uz $R_g=47\Omega$, dobiva se pojačanje od 1277 puta. Pojačalo se spaja s platformom s 1. pinom na pin 5V platforme, 12. pinom na GND platforme te 10. pinom na analogni ulaz A0 platforme. U ovom radu korištena su dva pojačala budući da su korištene dvije košnice, te su korišteni analogni ulazi A0 i A1. Shema spajanja Arduino platforme s pojačalom INA125 prikazana je na Slici 15 i 16.



Slika 15. Spajanje pojačala INA125 s Arduinoom

Izvor: autor

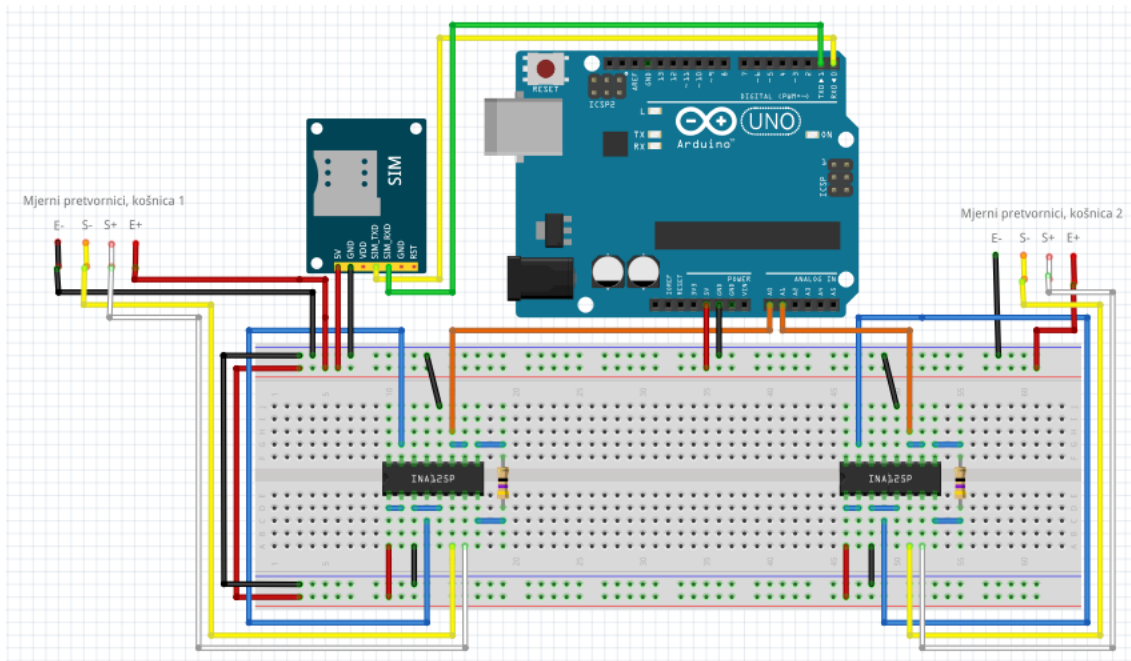


Slika 16. Električna shema spajanja pojačala INA125 s Arduinoom

Izvor: autor

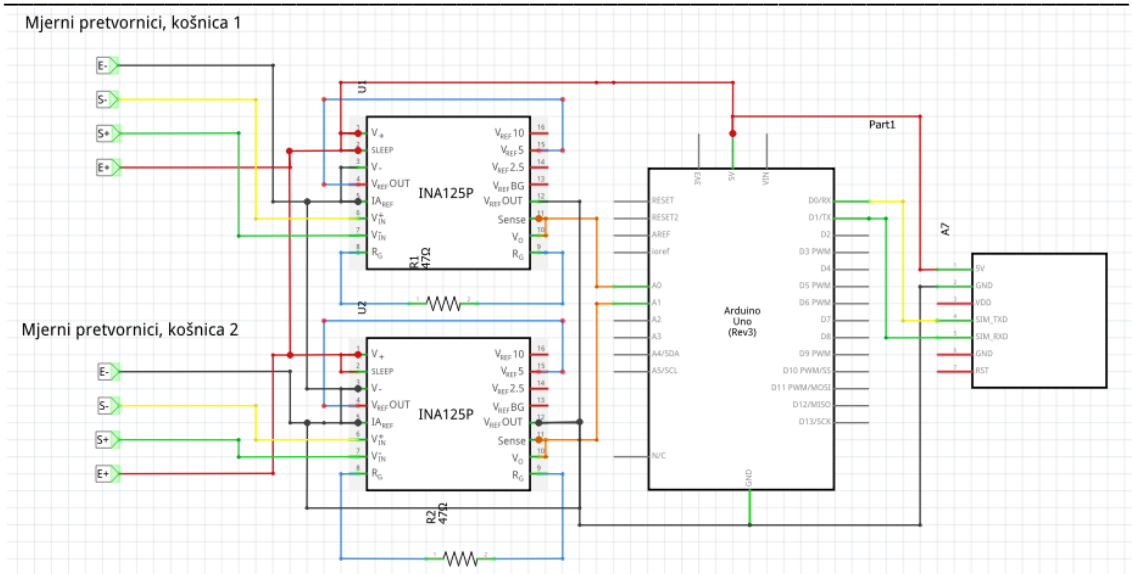
4.4. Gotov sustav

Prikaz kompletnog sklopa prikazan je na Slici 17, dok je shematski prikaz električnog sklopa prikazan na Slici 18.



Slika 17. Prikaz gotovog sklopa

Izvor: autor

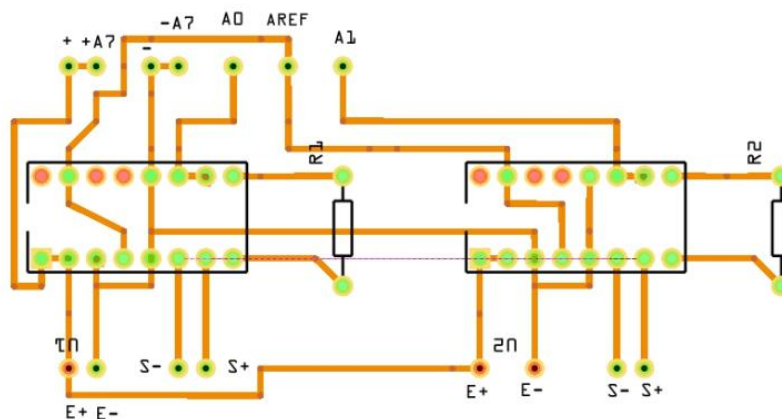


Slika 18. Prikaz gotove električne sheme sklopa

Izvor: autor

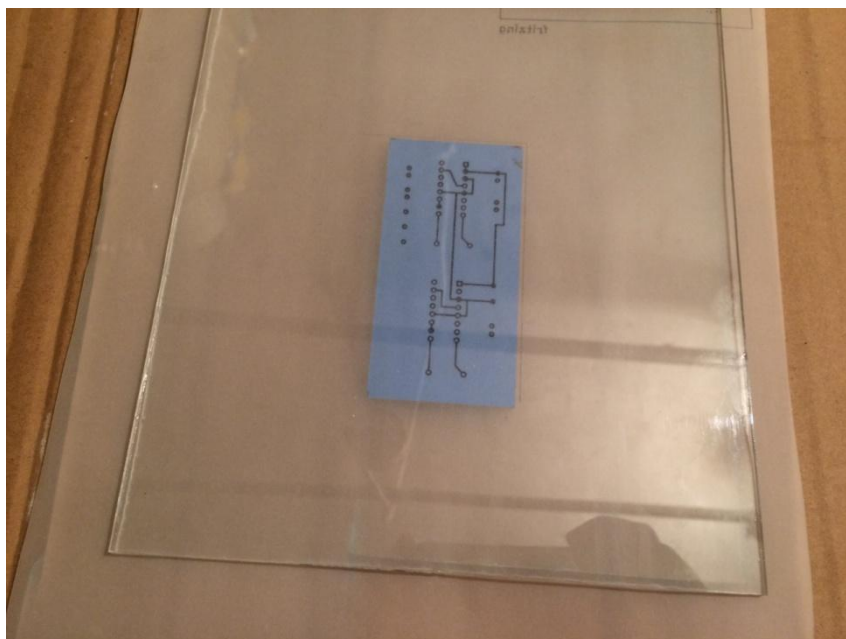
4.4.1. Opis izrade tiskane pločice

U radu je korištena tiskana pločica radi preglednosti, ali i jednostavnije upotrebe odnosno spajanja dodatnih komponenti kao što su otpornici i integrirani sklopovi s ostalim komponentama. Prilikom izrade tiskane pločice potreban je oprez i nošenje zaštitne odjeće jer se za izradu koristi kiselina te može doći do prskanja izvan posude i rezultirati nagrizanjem kože.



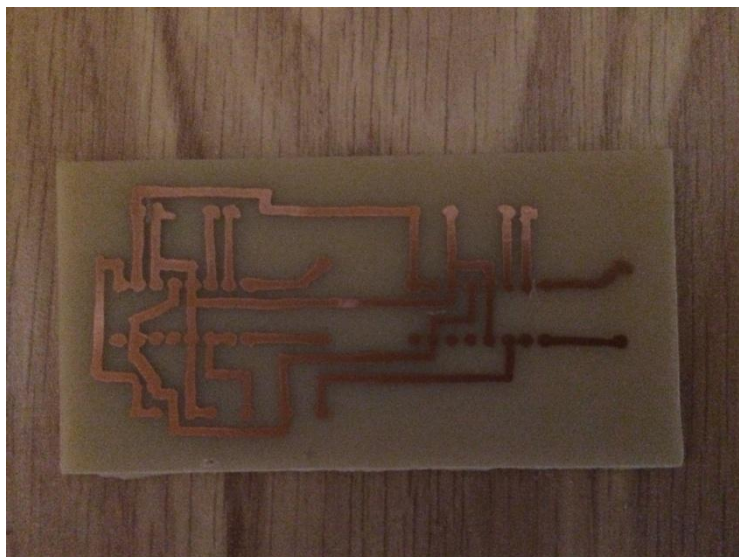
Slika 19. Prikaz spojeva na tiskanoj pločici

Izvor: autor



Slika 20. Prikaz pripreme pločice za osvjetljavanje

Izvor: autor



Slika 21. Prikaz pripreme pločice za osvjetljavanje

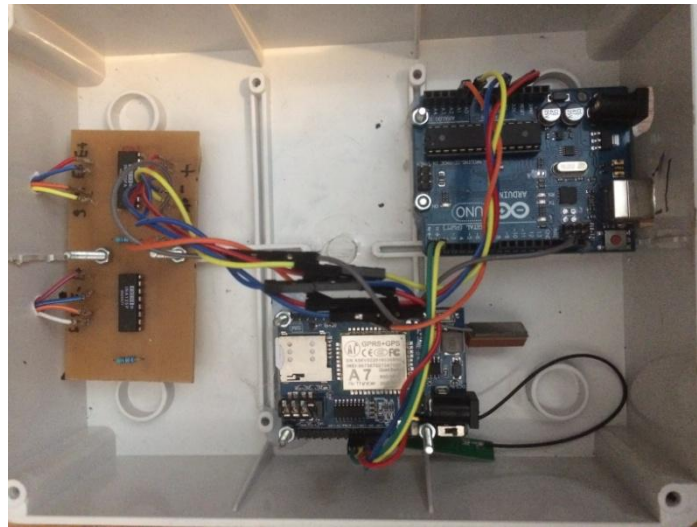
Izvor: autor

Tiskana pločica izrađena je foto-postupkom. Prije nego što se pločica stavi na osvjetljivanje, potrebno je izrezati veličinu koja zadovoljava dimenzije. Pločica korištena u ovom radu je veličine 4x8,5 cm te je od materijala naziva „vitroplast“. Vodovi na tiskanoj pločici su prethodno izrađeni u alatu *Fritzing* te ispisani na paus papir. (Može se koristiti bilo koji drugi takav programski alat.) Pločicu je potrebno staviti na ravnu površinu, s nje ukloniti zaštitnu foliju te ju prekriti ispisanim vodovima na paus papiru i staklom debljine ne veće od 5mm.

Ispisana strana papira treba biti na pločici. Osvjetljivanje u ovom radu je izvršeno žiwinom žaruljom od 125W na visini oko 30 cm. Žarulju je potrebno prethodno uključiti barem 5 minuta prije samog osvjetljivanja da postigne radnu temperaturu te pločicu osvjetljivati 3-5 minuta. Nakon osvjetljivanja pločicu je potrebno staviti u otopinu vode i natrijeve lužine. Ta otopina se još naziva „razvijlač“. U toj otopini vodovi se polako pojavljuju, a pločica treba biti u njoj između 30 sekundi i 2 minute te ju nakon toga isprati pod mlazom vode.

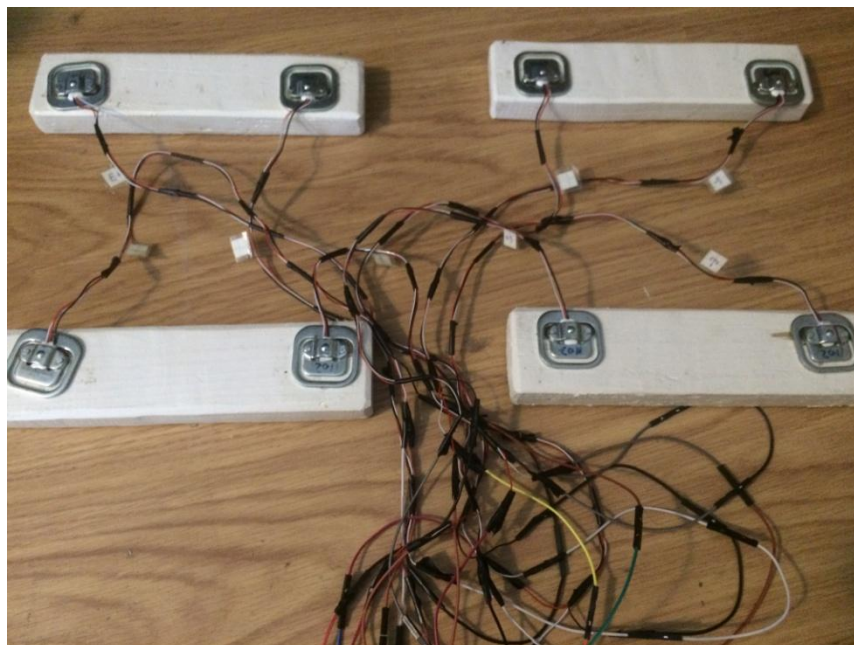
Nakon ispiranja pločica se stavlja u otopinu vode i željeznog feriklorida (FeCl_3) gdje se višak bakra uklanja, odnosno otopina ga nagriza. Taj proces se vrši oko 10 minuta, odnosno dok se sav višak bakra ne ukloni. Nakon nagrivanja pločice potrebno ju je opet dobro isprati pod mlazom vode. Posude u kojima se to vrši trebaju biti plosnate i plastične i dok je pločica u njima potrebno ih je ljuljati. Te otopine se ne smiju dodirivati metalnim predmetima.

Nakon tog procesa pločicu je potrebno očistiti acetonom ili benzinom od laka koji se nalazi na bakrenim vodovima da se lem tijekom lemljenja može pravilno spojiti s tiskanim vodom i „nožicama“ komponenti te izbušiti rupe za to predviđene komponente. U ovom radu rupe su bušene svrdlom 0,8mm što je dovoljno za „nožice“ komponenti da prođu kroz rupicu. Pločica je nakon bušenja spremna za lemljenje potrebnih komponenti na nju. Lemljenje se treba vršiti polako i s odgovarajućom lemlicom, tako da se izbjegne oštećenje komponenti zbog kojeg sustav ne bi ispravno radio.



Slika 22. Prikaz tiskane pločice međusobno povezane s Arduinoom i GSM modula

Izvor: autor



Slika 23. Međusobna raspodjela senzora na njihove pozicije

Izvor: autor



Slika 24. Makete košnica smještene na pretvornike mase

Izvor: autor

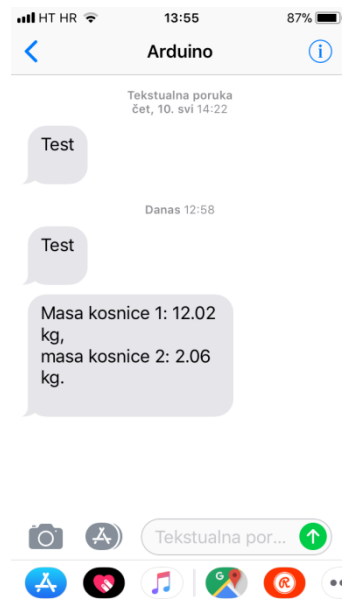
4.4.2. Izračun mase

Za izračunavanje mase koristi se formula navedena u Kodu 2. Da bi sustav uopće računao masu, prethodno mjerni pretvornici trebaju poslati signal koji Arduino čita kao neki određeni napon za određenu masu. Sustav radi 50 mjerenja od kojih izračunava prosječnu masu jer da radi samo jedno mjerenje ne bi imao prostora za grešku ukoliko se pojavi. Nakon izračunavanja prosjeka vrši se daljnja obrada signala unutar formuli koje je prethodno potrebno kalibrirati. Vrijednost izračunate mase se zatim šalje GSM modulom na mobilni uređaj korisnika koji dobiva te podatke u tekstualnom obliku kao što je prikazano na Slici 25.

Kod 2. Dio koda za izračun mase

```
prosjeck1=ukupno1/50;
```

```
prosjek2=ukupno2/50;  
  
float napon1=prosjek1*(5.0/1023.0);  
float napon2=prosjek2*(5.0/1023.0);  
  
float masa1=(napon1-0.2688)/0.0005*10.0/1000.0+0.6;  
float masa2=(napon2-0.2688)/0.0005*10.0/1000.0+2.0;
```



Slika 25. Prikaz poruke pristigle s uređaja

Izvor: autor

5. ZAKLJUČAK

Koliko je danas tehnologija sve prisutna dokazuje njena upotreba u jednom segmentu kao što je pčelarstvo. Do jučer nije bilo zamislivo upotrebljavati nekakve sofisticirane elektroničke uređaje i komponente u tom području. Imali smo (i još uvijek imamo) manualnu kontrolu, između ostalog, kontrolu punjenja samih košnica medom. Međutim upotrebom Arduino platforme, kao financijski prihvatljivog rješenja, njihov posao se itekako olakšao.

U ovom Završnom radu prikazana je izrada i rad sustava za mjerenje mase košnica korištenjem Arduino uređaja i senzora za mjerenje mase te se pokazao kao odličan izbor za realizaciju cilja ovoga Završnog rada. Spajanje Arduino uređaja s GSM modulom omogućava proizvođaču meda stalni nadzor košnica i pravovremenu reakciju što uvelike doprinosi uštedi vremena i novca.

Arduino ima veliku primjenu u tehnologiji, od manjih pa sve do velikih i kompleksnih sustava. Njegova prednost je u tome što se može vrlo lako nadograditi nekim drugim komponentama ovisno o zahtjevima korisnika. Isto tako, osnovni model sustava predstavljenog u ovom Završnom radu može se lako nadograditi prema potrebi dodavanjem novih i naprednijih komponenti te tako proširiti primjenu sustava.

6. POPIS LITERATURE

- [1] Što je Arduino?, <http://e-elektro.blogspot.hr/2014/06/sto-je-arduino.html>
(preuzeto: 14.5.2018.)
- [2] Zenzerović P. (2013.), Arduino kroz jednostavne primjere
<http://www.hztk.hr/media/Automatika/DIO1.pdf> (preuzeto: 14.5.2018.)
- [3] Mustač, D. (2016). Vremenska stanica za mjerenje temperature i vlažnosti zraka bazirana na arduino platformi s prikazom na LCD zaslonu.
<https://hrcak.srce.hr/170942> (preuzeto: 25.9.2018.)
- [4] Bukovec J. (2016.), Bežično mjerenje temperature i vlage na Arduino platformi putem komunikacije RF Modulom (2.4 GHz),
<https://dr.nsk.hr/islandora/object/mev%3A504/datastream/PDF/view> (preuzeto: 14.5.2018.)
- [5] Burec M. (2017.), Alarm sustav Međimurskog Veleučilišta baziran na Arduino uređaju, <https://repozitorij.mev.hr/islandora/object/mev:742/preview>
(preuzeto: 20.6.2018.)
- [6] Skupnjak, L. (2017). Video nadzor na MEV-u baziran na Arduino platformi,
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/mev%3A619>(preuzeto: 25.09.2018.)
- [7] Bedić, H. (2016). Mobilni telefon baziran na Arduino platformi,
<https://repozitorij.mev.hr/islandora/object/mev%3A502> (preuzeto 25.09.2018.)
- [8] Šarko, A. (2016). Arduino mp3 player.
<https://repozitorij.mev.hr/islandora/object/mev%3A353>(preuzeto 25.09.2018.)
- [9] Radić D., Informatička abeceda, Mikrokontroler,
<http://www.informatika.buzdo.com/index.html> (preuzeto: 14.5.2018.)
- [10] Aduino/Arduino UNO &Genuino UNO,
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (preuzeto: 14.5.2018.)

-
- [11] ElecFreaks/EFCom/GPRS Shield,
http://www.electfreaks.com/store/download/product/EFcom/EFcom_Datasheet.pdf (preuzeto: 14.5.2018.)
- [12] Omega/StrainGage, <http://www.omega.com/prodinfo/StrainGages.html>
(preuzeto: 14.5.2018.)
- [13] Open Electronics/Wi-Fi BodyScalewithArduino, <http://www.open-electronics.org/wi-fi-body-scale-with-arduino/> (preuzeto: 14.5.2018.)
- [14] Flashgamer/Making a scale for Arduinowith INA125,
<http://flashgamer.com/archives/2013/06> (preuzeto: 20.6.2018.)
- [15] Loadstarsensors/Whatis a LoadCell? How do LoadCellWork?,
<http://www.loadstarsensors.com/what-is-a-load-cell.html> (preuzeto:
14.8.2018.)
- [16] Makingthingswork/ Fightingwithtechnology,
<https://makingthingswork.wordpress.com/> (preuzeto: 14.5.2018.)
- [17] Arduinotronics/ArduinoYour Home &Evironment,
<http://arduinotronics.blogspot.hr/2013/04/this-weeks-projects-load-cells.html>
(preuzeto: 14.5.2018.)
- [18] DeferredProcrastination/ReadStrainGaugeScalesWithArduino,
<http://www.deferredprocrastination.co.uk/blog/2013/reading-strain-gauge-scales-with-arduino/> (preuzeto: 14.5.2018.)
- [19] Komparić J.(2014), Realizacija SMS pčelarske vage,
https://www.veleri.hr/arhiva/files/datoteke/page_privitak/Komparic_SMS_Vaga.pdf (preuzeto: 14.5.2018.)

PRILOZI

Popis slika

Slika 1. Materijali potrebni za izradu Završnog rada	10
Slika 2. Mikrokontroler ATmega328P	11
Slika 3. Program Arduino IDE	11
Slika 4. Arduino Uno.....	12
Slika 5. Dimenzije Arduino Uno	14
Slika 6. Prikaz pinova na Arduino Uno	15
Slika 7. A7 GPRS/GSM/GPS	16
Slika 8. Mjerni pretvornik mase	17
Slika 9. Shema spajanja modula s Arduinoom	18
Slika 10. Električna shema spajanja modula s Arduinoom	19
Slika 11. Pristigla poruka o provjeri veze	20
Slika 12. Međusobno spajanje mjernih pretvornika u Wheatstone-ov most	21
Slika 13. Spajanje pretvornika mase s pojačalom INA125	22
Slika 14. Električna shema spajanja mjernih pretvornika s pojačalom INA125	22
Slika 15. Spajanje pojačala INA125 s Arduinoom.....	23
Slika 16. Električna shema spajanja pojačala INA125 s Arduinoom.....	24
Slika 17. Prikaz gotovog sklopa	24
Slika 18. Prikaz gotove električne sheme sklopa	25
Slika 19. Prikaz spojeva na tiskanoj pločici	25
Slika 20. Prikaz pripreme pločice za osvjetljavanje	26
Slika 21. Prikaz pripreme pločice za osvjetljavanje	26
Slika 22. Prikaz tiskane pločice međusobno povezane s Arduinoom i GSM modula.....	28
Slika 23. Međusobna raspodjela senzora na njihove pozicije	28
Slika 24. Makete košnica smještene na pretvornike mase.....	29
Slika 25. Prikaz poruke pristigle s uređaja	30

Popis tablica

Tablica 1. Materijali za izradu sustava	9
Tablica 2. Karakteristike Arduino Uno	13

Popis programski kodova

Kod 1. Kod koji se koristio za provjeru veze	19
Kod 2. Dio koda za izračun mase	29
Kod 3. Programski kod.....	37

Kod 3. Programski kod

```
longstaroMillis = 0;
long interval = 86400000;//vrijeme nakon kojeg se ponovno šalje
//poruka
voidsetup()
{
  Serial.begin(115200);
}
voidposaljiSMS()//funkcija koja šalje SMS
{
  int sensor1Value[50];
  int sensor2Value[50];
  char poruka1[50];
  char poruka2[50];

  int ukupno1=0;
  int prosjek1=0;

  intukupno2=0;
  int prosjek2=0;

  char masa1String[50];
  char masa2String[50];

  for(intindex=0; index<50; index++) // petlja koja radi 50
// mjerenja jedna za drugim
  {
    sensor1Value[index] = analogRead(A0); //očitavanje
//analognog ulaza na kojem su mjerni pretvornici mase1
    ukupno1=ukupno1+sensor1Value[index];
    delay(60);
  }
```

```
for(int index=0; index<50; index++)
{
    sensor2Value[index] = analogRead(A1);
    ukupno2=ukupno2+sensor2Value[index];
    delay(60);
}
prosjek1=ukupno1/50;
prosjek2=ukupno2/50;
float napon1=prosjek1*(5.0/1023.0);
float napon2=prosjek2*(5.0/1023.0);

float masa1=(napon1-0.2688)/0.0005*10.0/1000.0+0.6;
float masa2=(napon2-0.2688)/0.0005*10.0/1000.0+2.0;

dtostrf(masa1,3,2,masa1String); //pretvorba varijable
//masa(float) u String
dtostrf(masa2,3,2,masa2String);
Serial.print("\nsaljem SMS\n"); //u terminalu se ispisuje
//saljem SMS
sprintf(poruka1, "Masa kosnice 1: ");
sprintf(poruka2, "masa kosnice 2: ");
Serial.print("AT+CMGF=1\r"); //poruku šaljemo u ascII obliku
delay(100);
Serial.println("AT+CMGS=\"+385*****44\""); //broj na koji
//se šalje poruka
delay(100);
strcat(poruka1,masa1String);
strcat(poruka2,masa2String);
strcat(poruka1," kg, ");
strcat(poruka2," kg.");
Serial.println(poruka1); // tekst poruke
Serial.println(poruka2);
Serial.println("\r");
```

```
delay(500);  
Serial.println();  
delay(100);  
Serial.println((char)26);  
delay(100);  
Serial.println();  
delay(8000);  
}  
voidloop()  
{  
  delay(2000);  
  unsignedlongtrenutnoMillis = millis(); //dohvaća proteklo  
//vrijeme u ms  
  if(trenutnoMillis - staroMillis > interval)  
  {  
    posaljiSMS();  
    staroMillis = trenutnoMillis;  
  }  
}
```