

# Složeni detektor laži

---

**Suk, Gabrijel**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:118063>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

**Stručni studij**

## **SLOŽENI DETEKTOR LAŽI**

**Završni rad**

**Gabrijel Suk**

**Osijek, 2019.**

## Sadržaj:

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. Zadatak završnog rada .....	1
<b>2. IZRADA DETEKTORA LAŽI</b> .....	<b>2</b>
2.1. Hardware .....	2
2.2. Postupak izrade .....	5
<b>2.2.1. Blok shema detektora laži</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2.2. Izrada kopči za prste</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2.3. Povezivanje u cjelinu</b> .....	<b>7</b>
2.3. Software .....	8
<b>2.3.1. Arduino kod</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3.2. Obrada i prikaz podataka</b> .....	<b>10</b>
<b>3. PRINCIP RADA</b> .....	<b>11</b>
3.1. Eksperiment i mjerenja.....	11
<b>4. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>17</b>
<b>POPIS LITERATURE</b> .....	<b>18</b>
<b>SAŽETAK</b> .....	<b>19</b>
<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	<b>20</b>
<b>PRILOZI</b> .....	<b>21</b>

# 1. UVOD

Poligraf, popularno poznat kao detektor laži, jedno je od sredstava koje policija koristi prilikom ispitivanja optuženih za koje smatraju da ne govore istinu. Ispitivanje se provodi na temelju reakcija koje se u tijelu pojavljuju prilikom ispitivanja [1]. Fizičke promjene vidljive prilikom ispitivanja su: crvenilo lica, gutanje slina, znojenje, dok se ubrzani rad srca i povećanje krvnog tlaka očituje pomoću različitih senzora i uređaja.

Uspjeh pouzdanosti detektora laži ovisi o osjetljivosti njegovih sastavnih dijelova, od onoga što bilježi te o sposobnosti stručnjaka koji obavlja sam test. Prilikom odabira reakcija što ih detektor laži treba pribilježiti, prednost se daje onim reakcijama koje ispitanik nije u stanju sam kontrolirati. Najčešće su to krvni tlak, intenzitet znojenja, puls i disanje. Pojedinačno, svaka od ovih reakcija nije dovoljan dokaz da osoba laže, ali, uzete zajedno, daju pouzdan znak.

Kada dobro obučeni ispitivač koristi poligraf, on ili ona može otkriti laganje s velikom točnošću. Međutim, budući da je tumačenje subjektivno i zbog toga što različiti ljudi različito reaguju na laž, test poligrafa nije savršen i može se prevariti [2].

## 1.1. Zadatak završnog rada

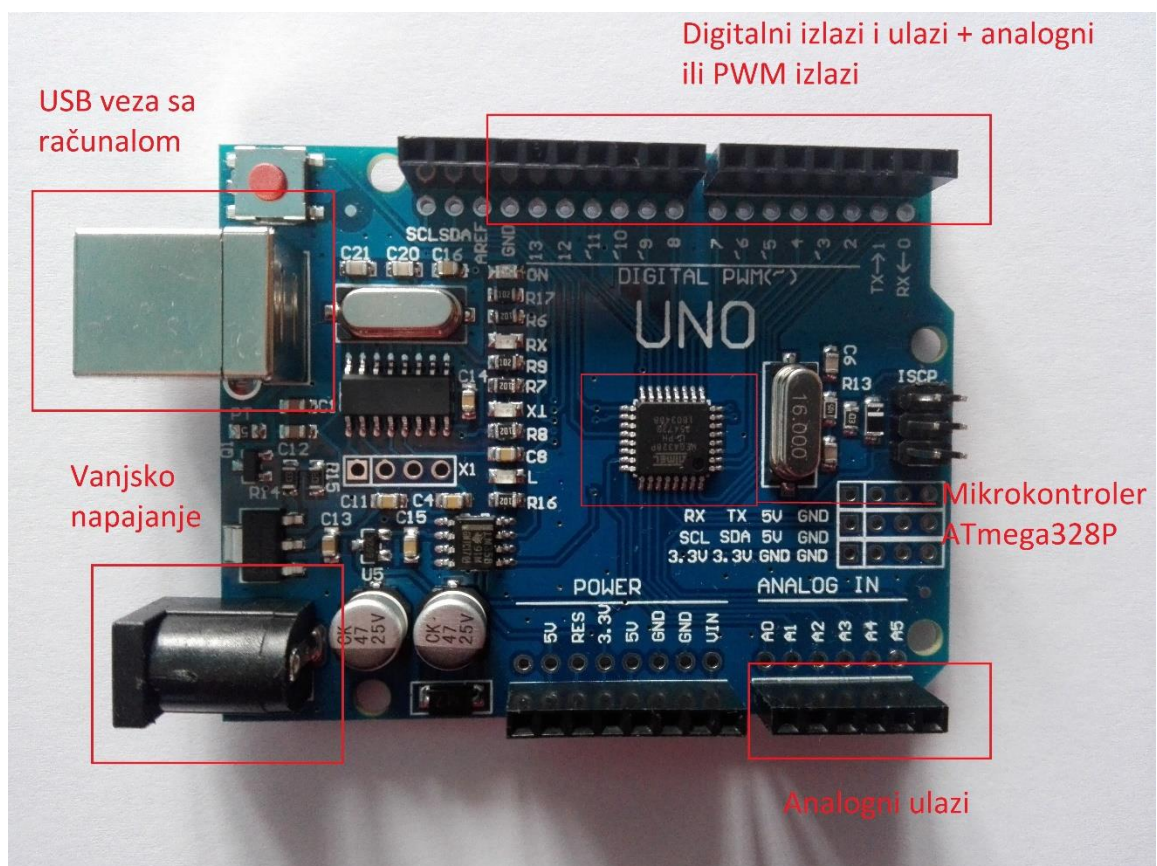
Zadatak ovog završnog rada obuhvaća izradu složenog detektora laži koji će raditi na temelju prikupljanja informacija o otporu kože, tj. znojenju i brzini otkucaja srca. Podatke je potrebno u stvarnom vremenu prikazivati na računalu te izvršiti eksperimentalno mjerenje točnosti složenog detektora laži. Prilikom izrade ovoga rada korištena je Arduino tehnologija koja je dostupna svima i omogućuje korisnicima stvaranje interaktivnih elektroničkih objekata.

## 2. IZRADA DETEKTORA LAŽI

U ovome poglavlju opisana je izrada detektora laži, alati koji su korišteni prilikom izrade, komponente te software koji se oslanja na hardware kako bi to sve skupa radilo.

### 2.1. Hardware

Za procesiranje podataka korištena je tehnologija Arduino. To je zapravo platforma koja se koristi za kreiranje elektroničkih projekata. Arduino projekt se sastoji od hardware dijela, koji je zapravo fizički elektronički programibilni strujni krug, i software dijela koji se naziva IDE (engl. *Integrated Development Environment*) [3]. Software se pokreće na računalu i iz njega se programira i upravlja pločicom.

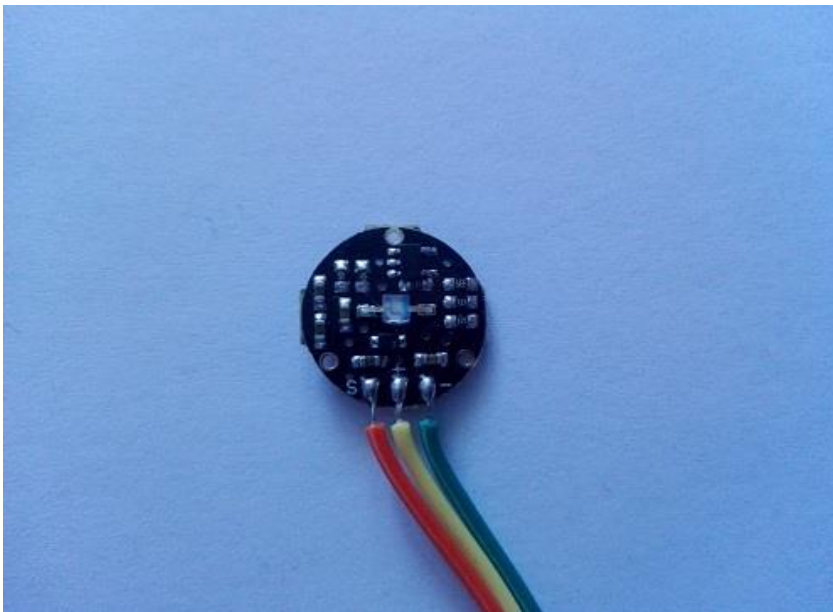


Sl. 2.1. Struktura Arduino Uno

Osim Arduina važnu ulogu u ovome detektoru laži ima i senzor za puls. Glavna uloga mu je praćenje brzine otkucaja srca.



**Sl. 2.2.** Prednja strana senzora za puls



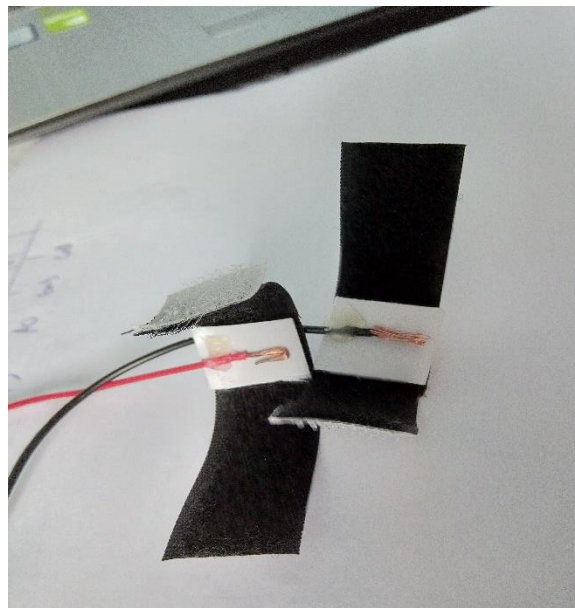
**Sl. 2.3.** Stražnja strana senzora za puls

Raspored žica senzora za puls (Sl. 2.3.):

- „S“ - signal, povezan s bilo kojim analognim pinom mikrokontrolera
- „+“ - podržava napon između 3V do 5V
- „-“ - uzemljenje

Senzor se sastoji od upravljačkog kruga, IR LED diode i foto diode. Promjene volumena krvi u određenom dijelu tijela mjere se promjenama intenziteta svjetlosti koja prolazi kroz taj dio [4]. Svaki otkucaj srca mijenja količinu krvi u prstu, senzor za puls koristi IR LED diodu kako bi stvorio svjetlost kroz prst, pri čemu će foto dioda detektirati količinu krvi, a samim time i puls.

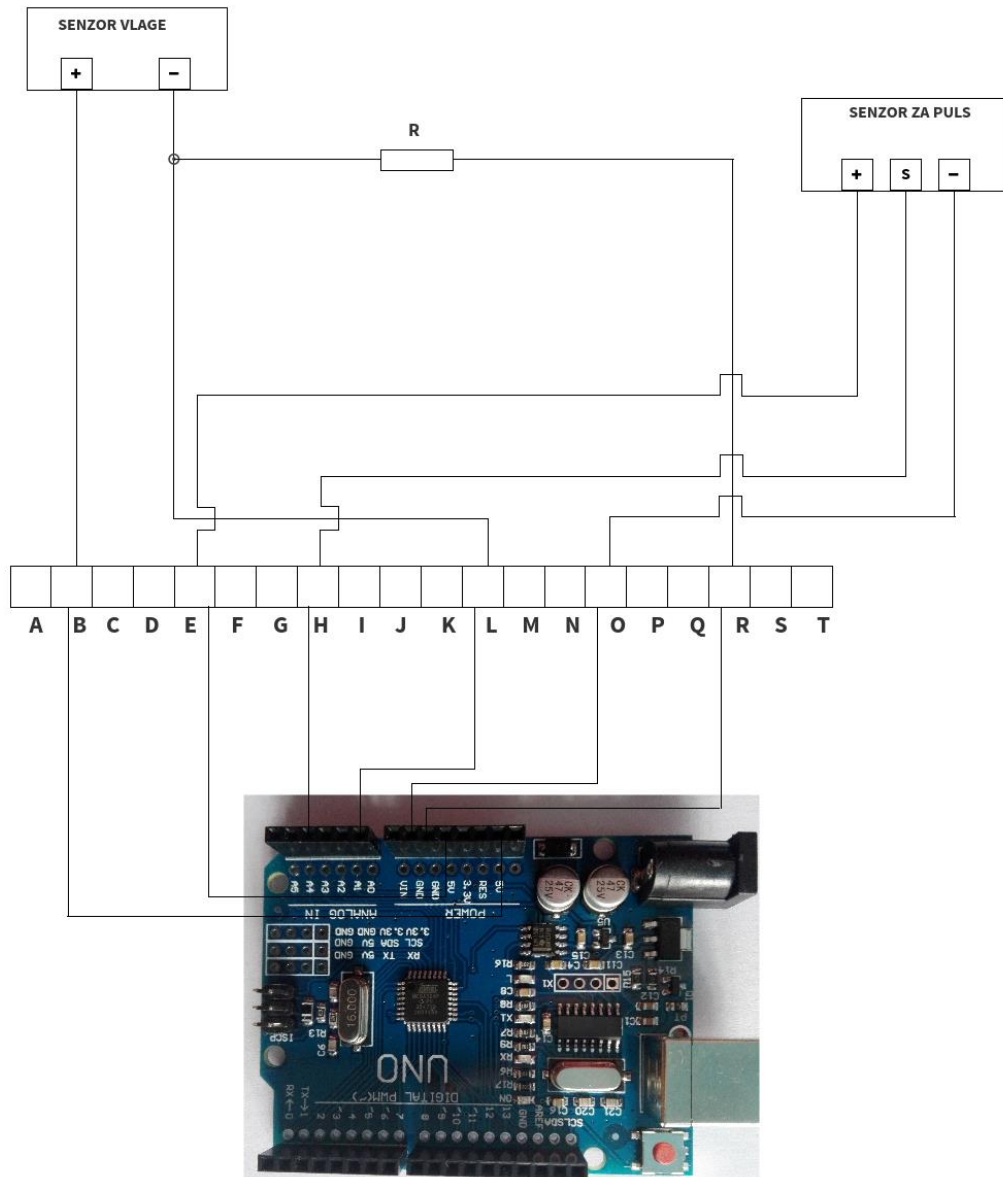
Za dobivanje podataka o otporu kože koristit će se dvije elektrode, tj. žice koje služe kao senzori za detekciju vlage [5]. Kada su ljudi uznemireni ili imaju potrebu za prikrivanjem istine dolazi do povećanog znojenja zbog aktivnosti simpatičkog živčanog sustava [6]. Za razliku od tipičnog znojenja, u ovome slučaju dolazi do pojačanog znojenja dlanova i stopala. Pri tome se povećava vodljivost, dok se otpornost kože smanjuje. U ovome slučaju to će poslužiti za otkrivanje laži. Treba napomenuti da je točnost vrlo niska, budući da isti uvjeti mogu porasti zbog drugih protumjera, kao što su emocije.



**Sl. 2.4.** Senzor za detekciju vlage

## 2.2. Postupak izrade

### 2.2.1. Blok shema detektora laži



Sl. 2.4. Blok shema



### 2.2.2. Izrada kopči za prste

Kako bi se održala stabilna veza između prstiju i senzora potrebno je napraviti kopče. Najjednostavniji način za to je pomoću čička i ljepila. Na taj način se može staviti senzor na prst i održavati dobar električni kontakt. Na isti postupak se stavlja drugi senzor za otkucaj srca.

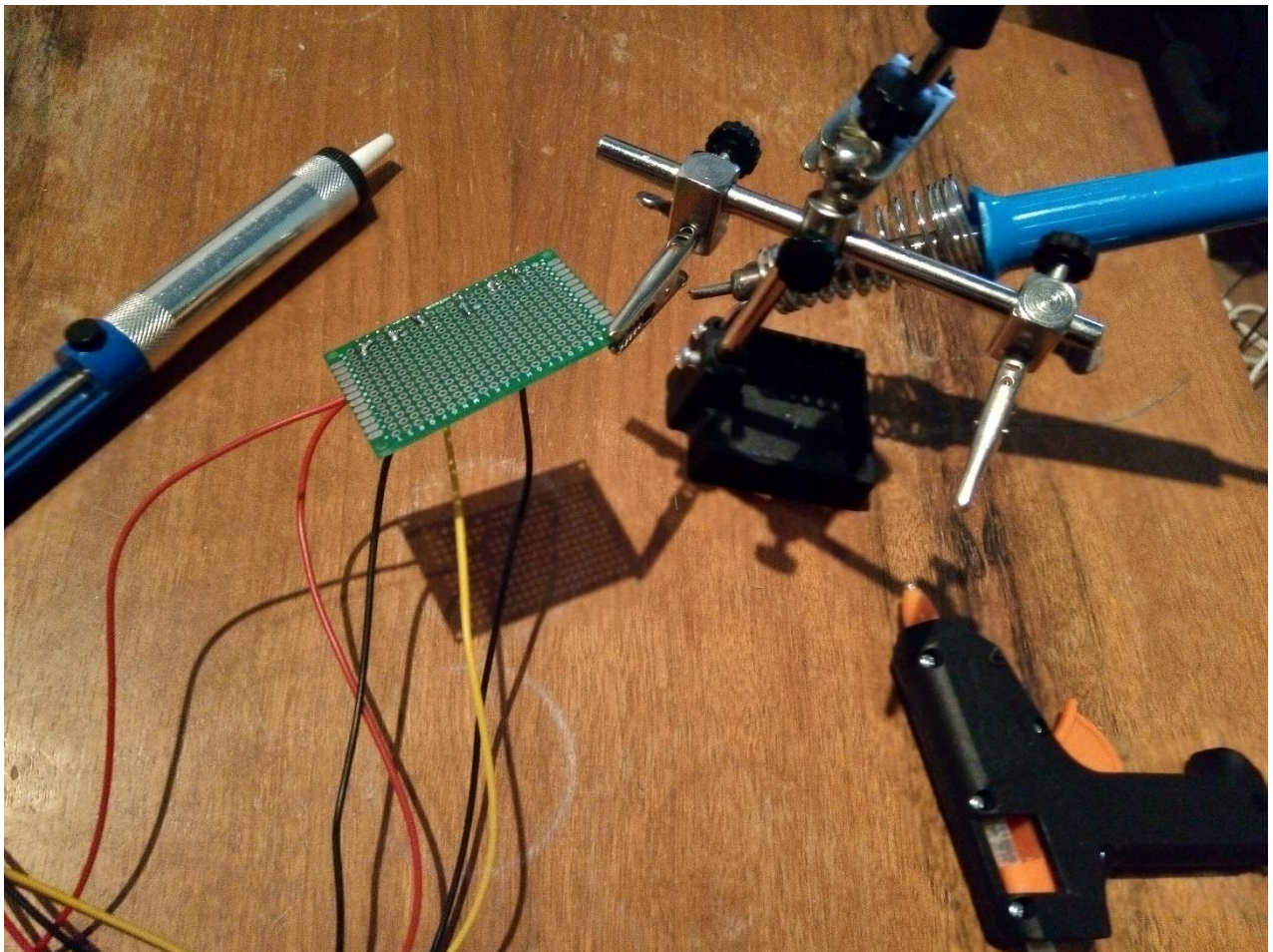


Sl. 2.4. Izrada kopči

### 2.2.3. Povezivanje u cjelinu

Za testiranje rada koristit će se eksperimentalna pločica. Nakon testiranja dolazi do spajanja komponenti u cjelinu na pločicu pomoću postupka lemljenja.

Lemljenje (Sl. 2.5.) je proces taljenja metalne legure nazvane lem u svrhu spajanja dvaju ili više drugih metala. Lem, kada se otopi, postaje tekućina koja prekriva metale i spaja ih u cjelinu [7].

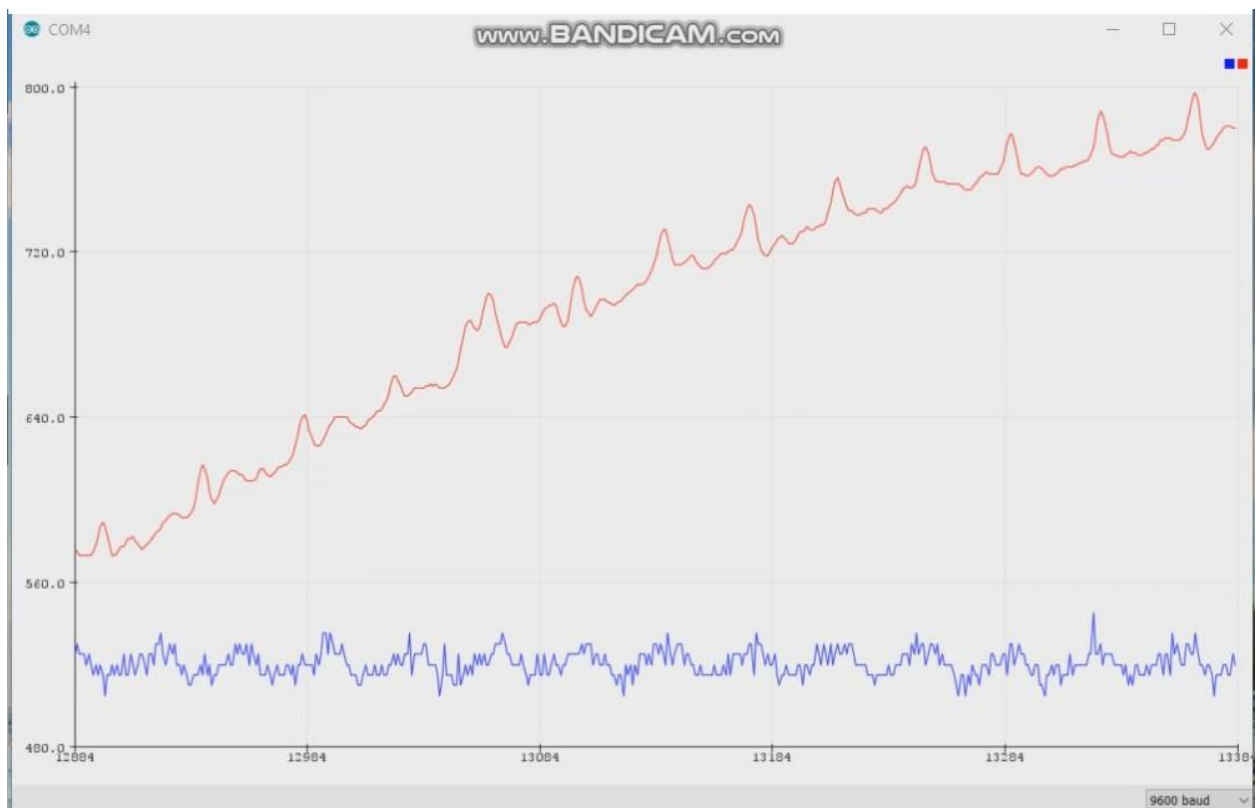


Sl. 2.5. Postupak lemljenja

## 2.3. Software

Arduino software (IDE) je open-source iliti programski jezik otvorenog koda koji služi za pisanje koda i upload na Arduino pločice [8].

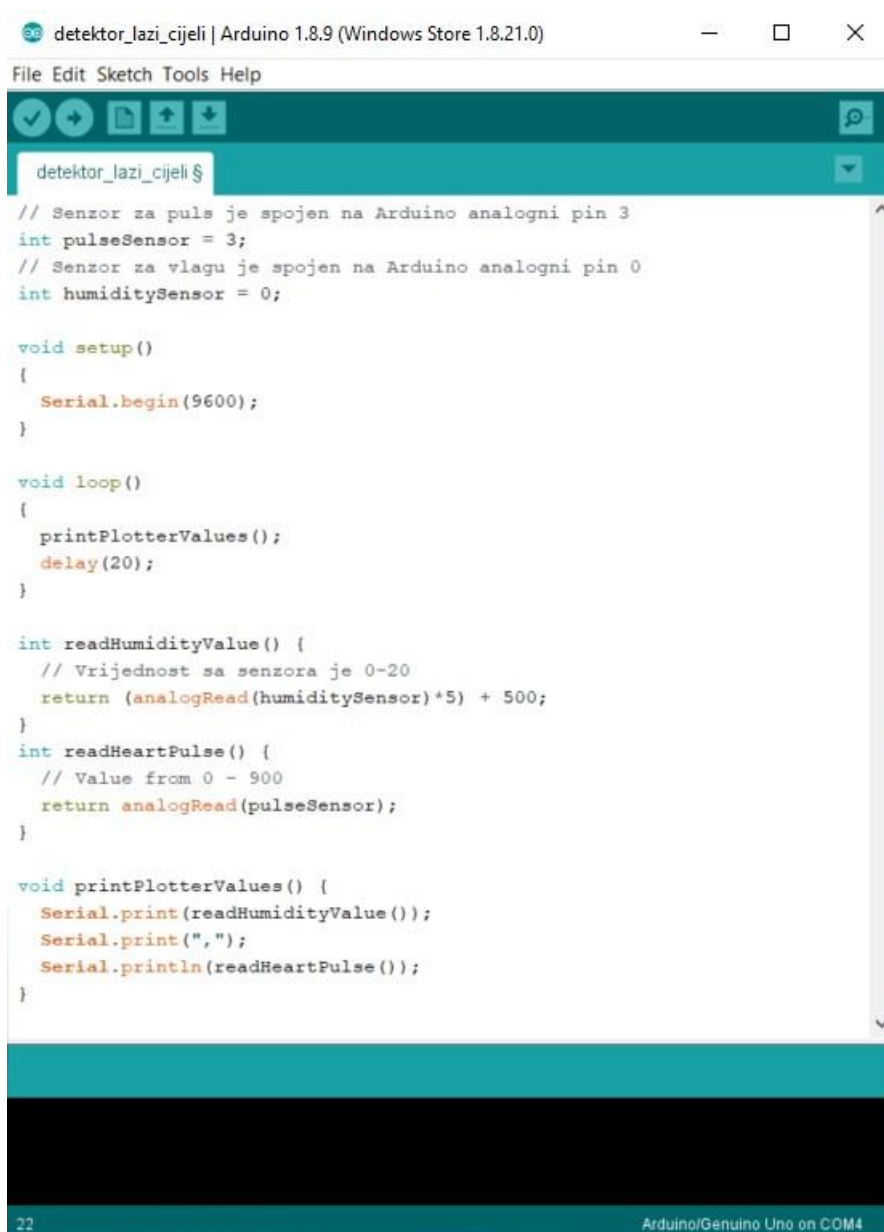
Programiranje pločica ne zahtijeva dodatan dio hardwarea kao za ostale mikrokontrolerske sustave, nego je dovoljan USB kabel koji se može povezati sa svakim računalom, neovisno o instaliranom operacijskom sustavu. Prilikom programiranja pločice koristi se prilagođena verzija C++ programskog jezika. Glavni dio softwarea pripada novijoj verziji Arduino IDE. Nova ažuriranja predstavljaju novi način prikaza podataka koje Arduino obrađuje [9]. Umjesto u obliku teksta iz serijskog monitora, podaci se sada mogu prikazati u obliku grafikona u stvarnom vremenu. Na slici 2.6. se može vidjeti proces kalibracije detektora laži u stvarnom vremenu na prihvatljive vrijednosti.



SI. 2.6. Kalibracija detektora laži

### 2.3.1. Arduino kod

Ovdje je prikazan kod (Sl. 2.7.) koji procesira podatke dobivene sa senzora. Nakon što su podaci obrađeni oni se prikazuju u obliku grafa. Funkcija `setup()` se poziva kada skica počne. Koristi se za inicijalizaciju i definiranje raznih parametara [10]. Funkcija `setup()` će se pokrenuti samo jednom, nakon svakog punjenja ili resetiranja Arduino ploče. U funkciji `loop()` nalazi se glavni dio programa, odnosno mjesto gdje pišemo program. Kod napisan u ovome dijelu se beskonačno ponavlja. Funkcija `printPlotterValues()` ispisuje podatke dobivene sa senzora pomoću `Serial Plottera`.



```
detektor_lazi_cijeli | Arduino 1.8.9 (Windows Store 1.8.21.0)
File Edit Sketch Tools Help
detektor_lazi_cijeli $
// Senzor za puls je spojen na Arduino analogni pin 3
int pulseSensor = 3;
// Senzor za vlagu je spojen na Arduino analogni pin 0
int humiditySensor = 0;

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

void loop()
{
  printPlotterValues();
  delay(20);
}

int readHumidityValue() {
  // Vrijednost sa senzora je 0-20
  return (analogRead(humiditySensor)*5) + 500;
}

int readHeartPulse() {
  // Value from 0 - 900
  return analogRead(pulseSensor);
}

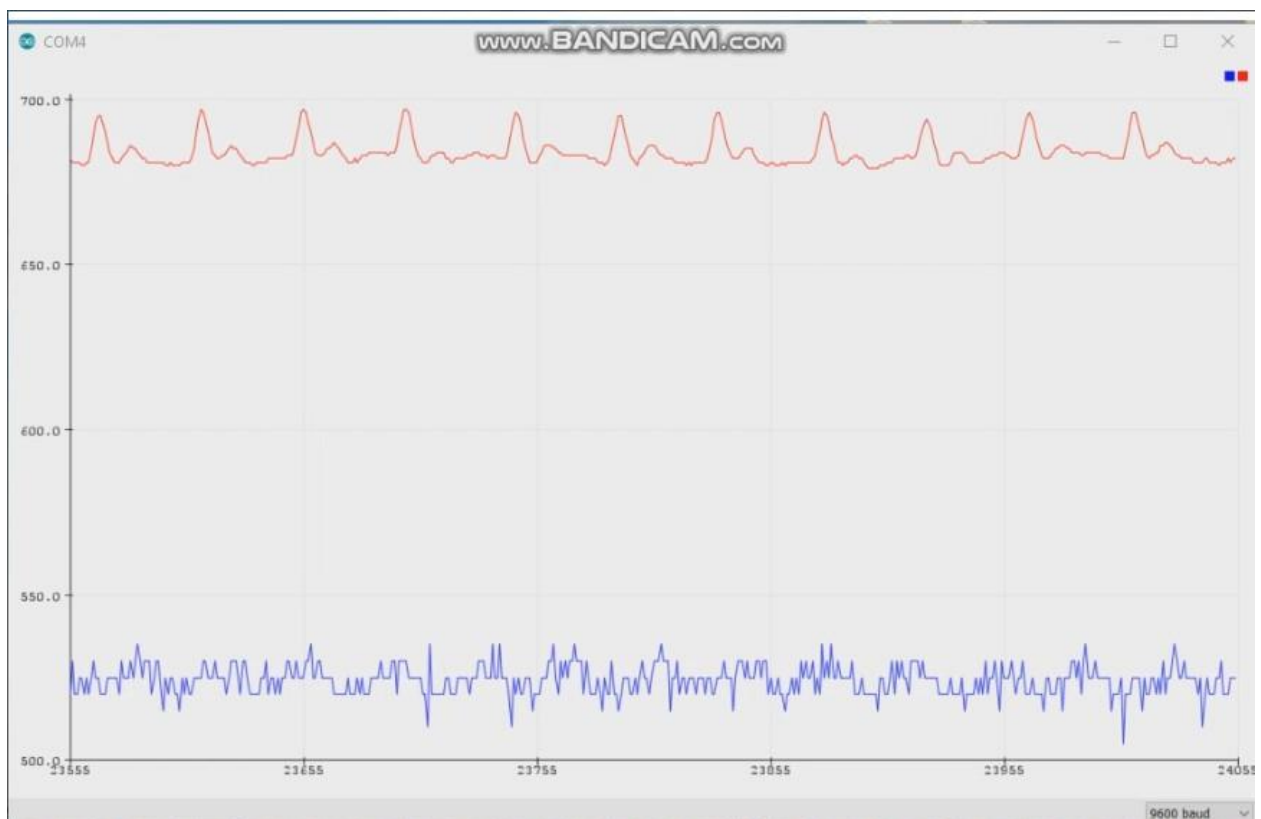
void printPlotterValues() {
  Serial.print(readHumidityValue());
  Serial.print(",");
  Serial.println(readHeartPulse());
}

22 Arduino/Genuino Uno on COM4
```

Sl. 2.7. Kod programa

### 2.3.2. Obrada i prikaz podataka

Nakon što Arduino procesira podatke sa senzora za puls i vlažnost oni su prikazani u stvarnom vremenu pomoću alata koji se naziva Serial Plotter [9]. Funkcija `readHumidityValue()` očitava vrijednost sa senzora za vlagu i ona se kreće od 0 - 20, dok funkcija `readHeartPulse()` očitava vrijednosti sa senzora za puls i one su rasponu od 600 - 900 ovisno o osobi. Kako bi vidjeli oba grafa vrijednost sa senzora za vlagu potrebno je povećati. Na slici 2.8. se mogu vidjeti vrijednosti dobivene sa senzora. Crveno je označena vrijednost sa senzora za puls, dok je plavo vrijednost sa senzora za vlagu.



Sl. 2.8. Prikaz dobivenih vrijednosti sa senzora

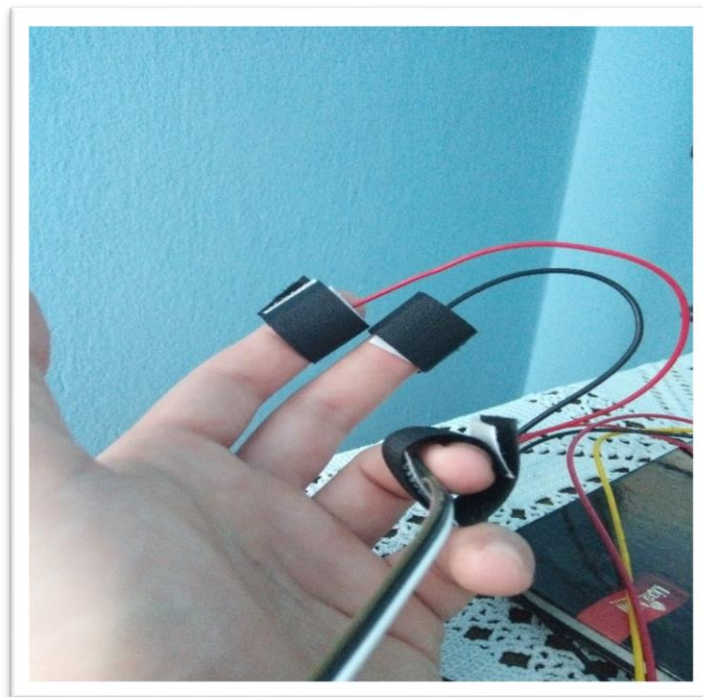
### 3. PRINCIP RADA

Ovaj rad daje uvid u to kako stvarni detektori laži funkcioniraju. Ljudska koža osim što pruža osjećaj dodira i zadržava infekcije također mijenja vodljivost ovisno o našem raspoloženju.

Prilikom nagle promjene raspoloženja dolazi do znojenja i ubranog rada srca koji su samo neki od znakova da osoba možda ne govori istinu. Pomoću senzora za detekciju vlage se može saznati kada kod osobe dolazi do povećanja znojenja, dok se pomoću senzora za puls može vidjeti kada kod osobe dolazi do ubranog rada srca. Senzori korišteni u ovome eksperimentu nisu kvalitetni kao oni koji se koriste u ozbiljnijoj primjeni, stoga dolazi do pojave šuma koji može ometati signal. Podaci se prikupljaju sa senzora koji se zatim obrađuju pomoću Arduina i prikazuju u stvarnom vremenu u obliku grafa pomoću Serial Plottera, ovisno o ponašanju korisnika. U nastavku je provedeno eksperimentalno mjerenje točnosti detektora laži.

#### 3.1. Eksperiment i mjerenja

Poligrafski ispit je dugotrajan proces koji se može podijeliti u nekoliko faza. Ispitivanje se započinje priključivanjem ispitanika na detektor laži (Sl. 3.1.).



Sl. 3.1. Priključivanje na detektor laži

Prva faza ispitivanja sastoji se od intervjua između ispitivača i ispitanika, gdje se dvije osobe međusobno upoznaju. Duljina razgovora ovisi o tome koliko je ispitanik spreman surađivati. U ovom trenutku, ispitivač dobiva ispitanikovu stranu priče o događajima koji se istražuju. Dok ispitanik sjedi i odgovara na pitanja, ispitivač također profilira ispitanika. Ispitivač želi vidjeti kako ispitanik odgovara na pitanja i obrađuje informacije. U ovome eksperimentu ispitivanje je provedeno na tri osobe različitog spola i fizičkog izgleda što je vidljivo u tablici Tab.3.1.

**Tab.3.1.** Ispitanici.

	OSOBA A	OSOBA B	OSOBA C
Spol	muškarac	žena	muškarac
Visina [cm]	175	170	185
Težina [kg]	80	75	90

Kod druge faze ispitivač sastavlja pitanja koja su specifična za predmet koji se istražuje i pregledava ta pitanja s ispitanikom.

Treća faza započinje s postavljanjem konkretnih pitanja na koja bi ispitanik mogao lagati. Ispitivač postavlja 8 ili 9 pitanja, od kojih su samo 3 ili 4 relevantna za pitanje ili krivično djelo koje se istražuje [11]. Ostala pitanja su kontrolna. Kontrolno pitanje je vrlo opće pitanje, poput "Jeste li ikada u životu lagali?". Takva vrsta pitanja je toliko široka da gotovo nitko ne može iskreno odgovoriti "ne". Ako osoba odgovori "ne", ispitivač može dobiti predodžbu o reakciji koju ispitanik pokazuje kada je varljiv. Tijekom postavljanja pitanja pokrenuto je snimanje zaslona na kojemu su prikazani podaci u stvarnom vremenu o ispitaniku. Ispitanik zapisuje bilješke koje mu kasnije pomažu pri analiziranju pitanja.

U posljednjoj fazi ispitivač analizira podatke i utvrđuje je li osoba varljiva. Ako postoji značajna promjena u rezultatima, to može signalizirati da je ispitanik varljiv, osobito ako je osoba prikazala slične odgovore na pitanja koje je postavljeno više puta.

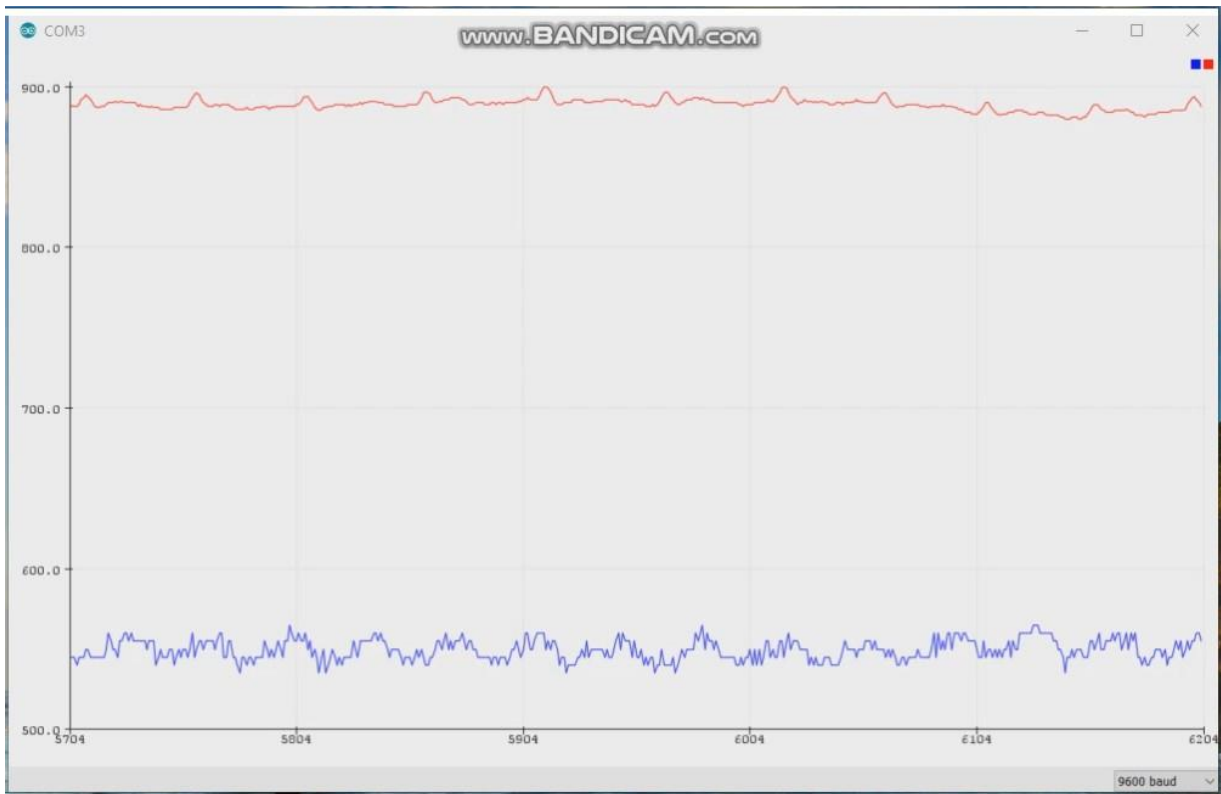
Na slici 3.2. se može vidjeti izgled grafa kod osobe A za postavljena opća pitanja na koja se zna da osoba govori istinu. Vrijednosti za puls su nešto ispod 900, dok se vlažnost kreće oko 550.

Prilikom pregledavanja snimke zaslona (Sl. 3.3.) može se vidjeti da je u trenutku postavljanja pitanja na koje osoba možda ne govori istinu došlo do trzaja u grafu i vrijednost pada na 800 te se kasnije ponovno vraća na 900. Vrijednost sa senzora za vlažnost se nije znatnije mijenjala.

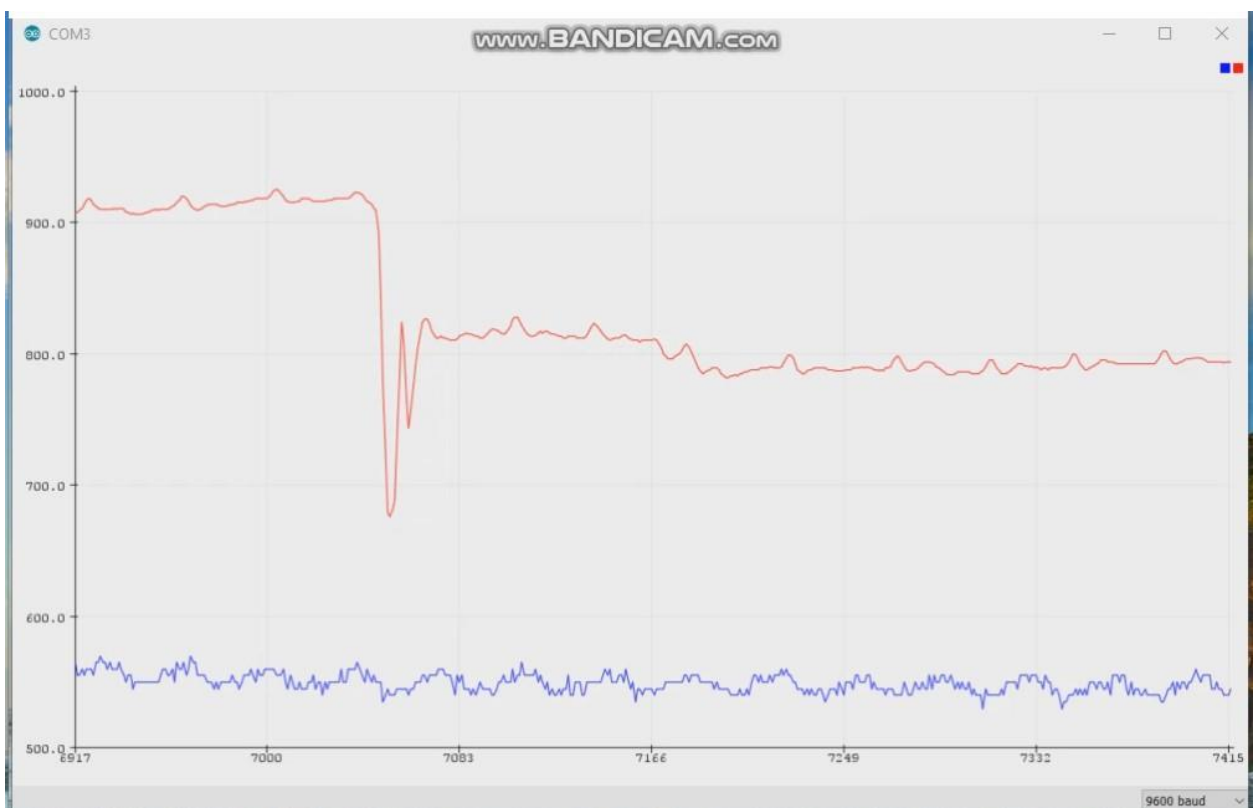
Kod osobe B (Sl. 3.4.) može se vidjeti da su vrijednosti za puls nešto manje, tj. do 650. Vlažnost je 510 što znači da je jako mala vrijednost. U jednom trenutku došlo je do promjene vrijednosti za puls koja pada na 600. Nakon toga vrijednost se ponovno vraća na 650.

Kod trećeg ispitanika (Sl. 3.6.) se vidi da je vrijednost za puls oko 680, dok je vlažnost 520. Prilikom postavljanja općih pitanja vrijednosti se ne mijenjaju. Prilikom postavljanja relevantnog pitanja dolazi do trzaja nakon čega se vrijednost vraća na normalu. Vlažnost se malo povećala što sugerira da se osobi znoje dlanovi, a to je jedna od fizičkih promjena da ispitanik ne govori istinu.





Sl. 3.2. Graf osebe A za opća pitanja



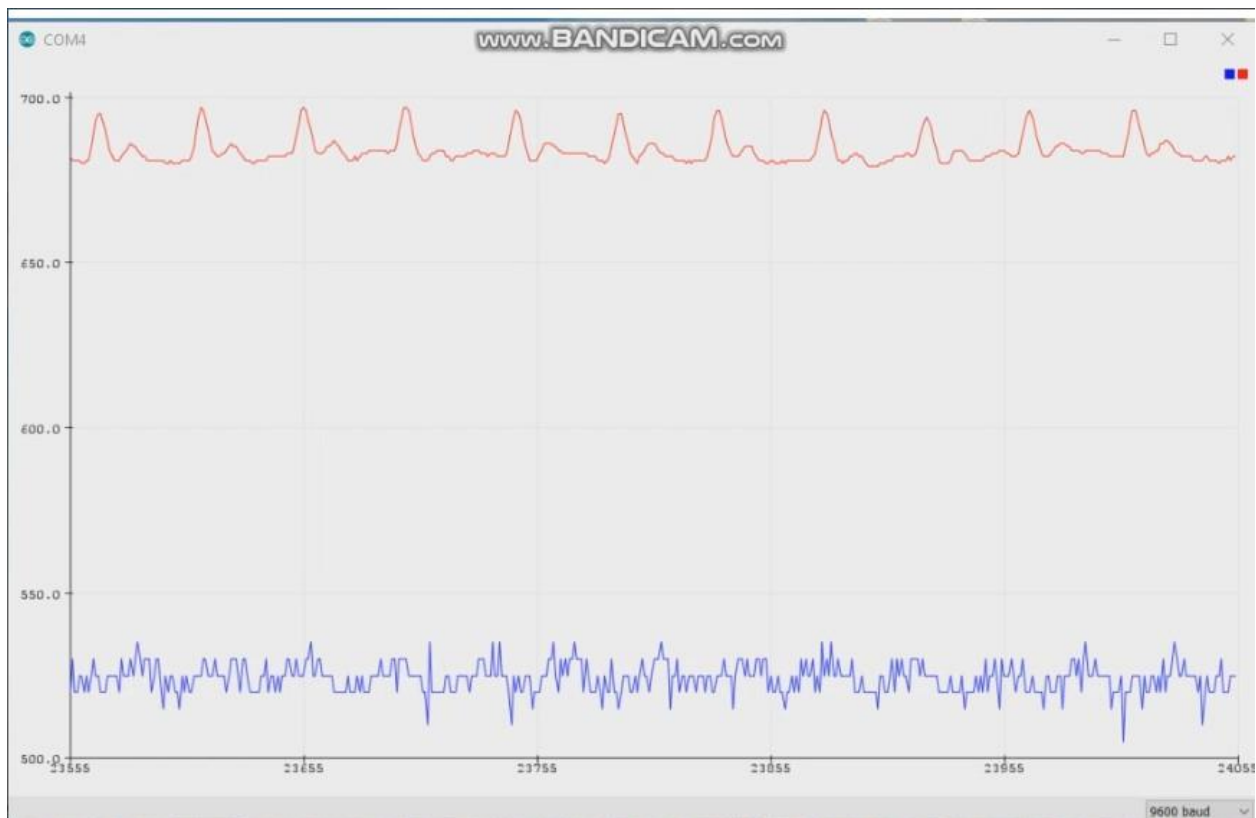
Sl. 3.3. Graf osebe A na postavljeno pitanje na koje osoba možda laže



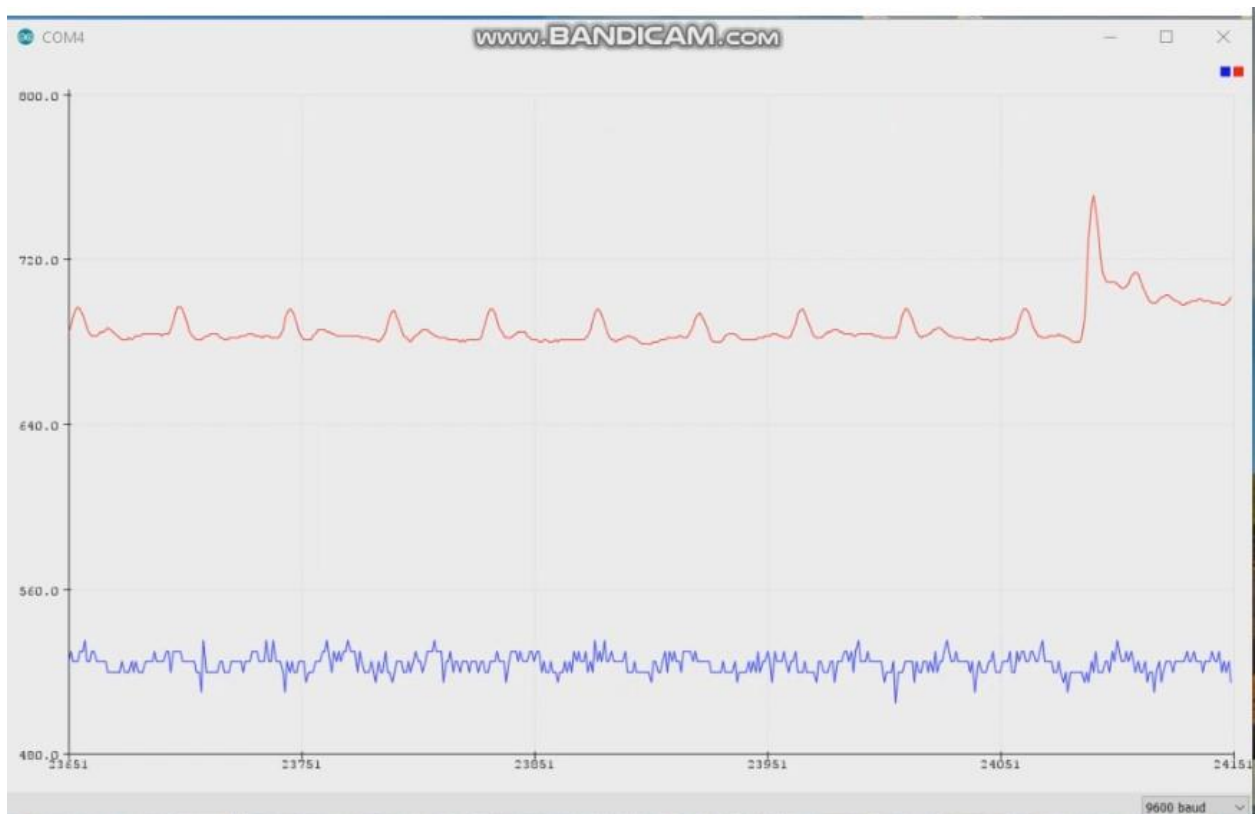
**Sl. 3.4.** Graf osobe B za opća pitanja



**Sl. 3.5.** Graf osobe B na postavljeno pitanje na koje osoba možda laže



**Sl. 3.6.** Graf osebe C za opća pitanja



**Sl. 3.7.** Graf osebe C na postavljeno pitanje na koje osoba možda laže

## 4. ZAKLJUČAK

Postoje slučajevi kada detektor laži pogrešno tumači reakciju osobe na određeno pitanje. Ljudski faktor poligrafa i subjektivna priroda testa dva su razloga zbog kojih su rezultati poligrafskog ispitivanja rijetko dopušteni na sudu. Jedan od načina na koji se odgovor može pogrešno protumačiti je lažno pozitivan, pri čemu se odgovor istine osobe određuje kao varljiv. Drugi način je lažno negativan kod kojega se odgovor varljive osobe određuje da bude istinit. Na temelju eksperimentalnog testiranja detektora laži i postignutih rezultata se može zaključiti da ovaj rad nije za ozbiljniju primjenu. Zbog lošije kvalitete senzora i pojave šuma se može reći da rezultati ovoga eksperimenta nisu uvijek točni u potpunosti, ali mogu dati uvid u to kako funkcioniraju profesionalni detektori laži. Sa senzora za puls prikupljaju se podaci kada kod osobe dođe do promjene pulsa što bi teoretski značilo da osoba nešto skriva, dok se sa senzora za vlažnost vidi kada se osoba počinje znojiti što bi značilo da ne govori istinu. Važnu ulogu u radu imao je Arduino IDE i alat Serial Plotter uz pomoć kojega se u stvarnom vremenu mogu pratiti promjene pulsa i vlažnosti.

## POPIS LITERATURE

- [1] J. Stromberg, Why they don't work, and why police use them anyway  
<https://www.vox.com/2014/8/14/5999119/polygraphs-lie-detectors-do-they-work>,  
09.04.2018.
- [2] How does a lie detector (polygraph) work?, HowStuffWorks  
<https://science.howstuffworks.com/question123.htm>, 09.04.2018.
- [3] Introduction to Arduino IDE, The Engineering Projects  
<https://www.theengineeringprojects.com/2018/10/introduction-to-arduino-ide.html>,  
15.05.2018.
- [4] Pulse Sensor, Components101 <https://components101.com/sensors/pulse-sensor>,  
15.05.2018.
- [5] Galvanic Skin Response (GSR), Brainsigns  
<https://www.brainsigns.com/en/science/s2/technologies/gsr>, 05.06.2018.
- [6] Autonomni živčani sustav, MSD priručnik dijagnostike i terapije  
<http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/neurologija/autonomni-zivcani-sustav>, 05.06.2018.
- [7] Lemljenje, wikipedia <https://hr.wikipedia.org/wiki/Lemljenje>, 13.05.2019.
- [8] Arduino IDE i prvi kod, e-radionica <https://e-radionica.com/hr/blog/2015/08/19/arduino-ide-i-prvi-kod/>, 14.05.2019.
- [9] Arduino Serial Plotter – New Tool, Random Nerd Tutorials  
<https://randomnerdtutorials.com/arduino-serial-plotter-new-tool/> , 15.05.2019.
- [10] Language Reference, Arduino <https://www.arduino.cc/reference/en/>, 15.05.2019.
- [11] M. Seidel, 10 Most Asked Questions During a Lie Detector Test  
<https://legalbeagle.com/13711940-how-do-drug-tests-work.html>, 11.06.2019.

## SAŽETAK

U završnom radu izrađen je složeni detektor laži. Opisan je postupak izrade takvog uređaja. Korištena je Arduino tehnologija koja prikuplja podatke sa različitih senzora. Korišteni su senzor za puls i senzor za detekciju vlage. Provedeno je eksperimentalno testiranje točnosti ovakvog detektora laži na osobi te su snimljeni grafovi prikazani na računalu. Uspoređeni su rezultati dobiveni kada osoba laže i kada govori istinu.

**Ključne riječi:** Arduino, poligraf, senzor za puls, senzor za vlagu

### **Complex lie detector**

#### **Summary**

In this graduate paper a complex lie detector was made. Described is the downfall of making such a device. Arduino technology is used to collect data from different sensors. A pulse sensor and a moisture detector were used. Experimental testing of this kind of lie detector was performed on the person, and the graphs displayed on the computer were recorded. Compared to the results obtained when a person is lying and telling the truth.

**Keywords:** Arduino, Moisture sensor , Polygraph, Pulse Sensor

## **ŽIVOTOPIS**

Gabrijel Suk rođen je 29. kolovoza 1996. u Našicama. Nakon završene osnovne škole upisao je Srednju školu Isidora Kršnjavoga u Našicama smjer Tehničar za elektroniku. Srednju školu završio je s vrlo dobrim uspjehom i položio državnu maturu, te upisao Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku smjer Informatika.

# PRILOZI

## Detaljna shema senzora za puls

