



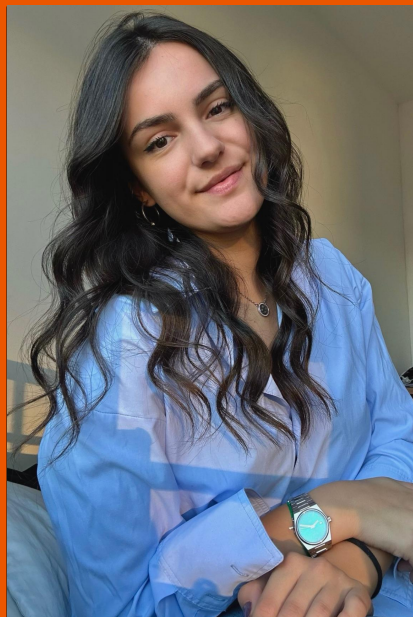
Sistem za detekciju aritmija baziran na korišćenju Poincaré-ovog grafa

Anđela Iković
Anđela Pantović
Milica Rajčić
Milica Vušanović

Tim



Anđela Iković



Anđela Pantović

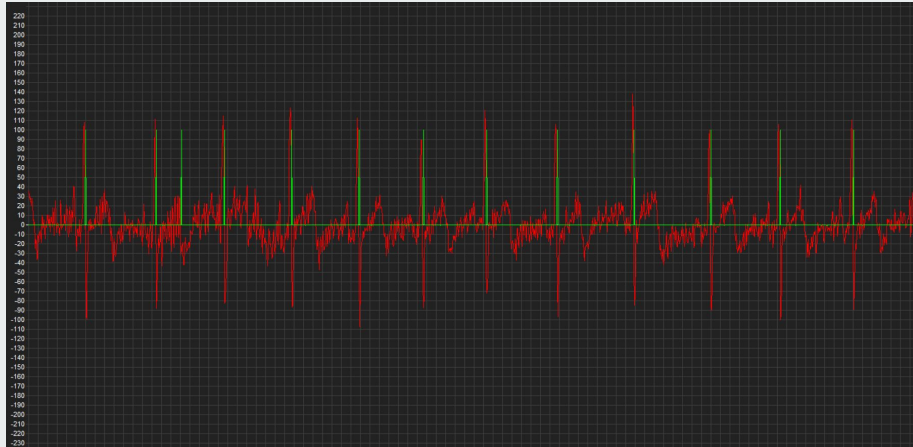


Milica Rajčić



Milica Vušanović

EKG - šta je i zašto se koristi?



slika 1. - primjer EKG-a snimljenog pomoću Serial Oscilloscope-a

EKG (elektrokardiogram) je dijagnostički test koji bilježi električnu aktivnost srca tokom određenog vremenskog perioda.

Koristi se za:

- dijagnostiku srčanih oboljenja (prepoznavanje aritmija, ishemijske, infarkta miokarda itd.)
- praćenje rada srca (kod pacijenata sa srčanim bolestima ili nakon operacija)
- provjeru efekata terapije (procjena dejstva lijekova ili ugrađenih srčanih uređaja)
- preventivne preglede (za sportiste, trudnice ili ljude sa faktorima rizika za srčane bolesti)

EKG se izvodi pomoću elektroda postavljenih na kožu grudnog koša, ruku i nogu, koje mjere električne impulse srca i prikazuju ih u vidu talasnog zapisa.

Aritmija - zašto je bitno detektovati je?

Aritmija je poremećaj ritma srca, što znači da srce može kucati prebrzo (*tahikardija*), presporo (*bradikardija*) ili nepravilno.

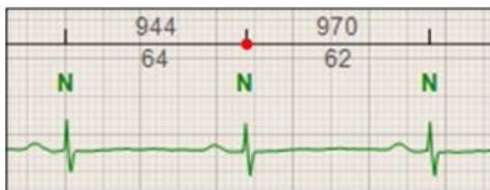
Važno je detektovati jer može:

- [povećati rizik od moždanog udara](#) - nepravilan rad srca može dovesti do stvaranja ugrušaka koji mogu izazvati moždani udar
- [izazvati srčanu insuficijenciju](#) - ako srce ne pumpa krv efikasno, može doći do slabosti srca i oticanje tijela
- [uzrokovati nesvijestice i vrtoglavice](#) - nepravilan ritam može dovesti do smanjenog dotoka krvi u mozgu
- [povećati rizik od iznenadne srčane smrti](#) - određene vrste aritmije mogu biti fatalne ako se ne liječe.

Rana dijagnoza pomoću EKG-a, holtera i drugih testova omogućava pravovremenu terapiju lijekovima, ugradnju pejsmejкера ili ablaciju kako bi se spriječile ozbiljne posljedice.

Poincaré-ov graf

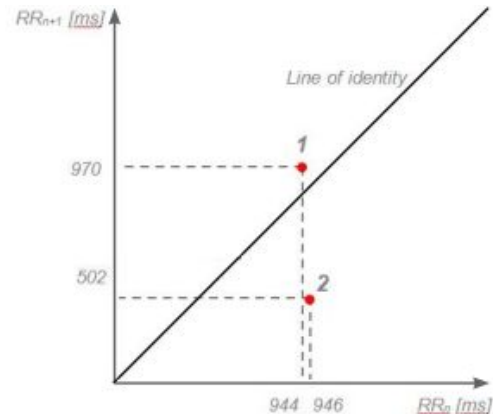
Poincaré graf prikazuje RR interval u odnosu na prethodni RR interval. Svaki par RR intervala zatim se prikazuje kao jedna tačka na grafiku. Što je zapis duži, to se više tačaka pojavljuje na grafiku. Ove tačke obično formiraju jedan ili više klastera, ali neke mogu ostati izolovane. Oblik, veličina i položaj ovih klastera glavne su karakteristike koje se koriste za analizu varijabilnosti srčanog ritma (HRV) i analizu ritma srca.



Na prvom EKG zapisu, prvi RR interval iznosi 944 ms (~64 otkucaja u minuti), dok je drugi RR interval 970 ms (~62 otkucaja u minuti). Ovaj par RR intervala prikazan je kao tačka 1 na grafiku.



Na drugom EKG zapisu, prvi RR interval iznosi 946 ms (~63 otkucaja u minuti), dok je drugi samo 502 ms (~120 otkucaja u minuti) zbog pojave supraventrikularnog prevremenog otkucaja. Ovaj par RR intervala prikazan je kao tačka 2 na grafiku.



Detekcija aritmije pomoću Poincaré-ovog grafa

1. **Glavni klaster** – ovdje se nalaze samo RR intervali nastali normalnim otkucajima (NN).

- **horizontalna osa** – normalan RR interval (normalna udaljenost na horizon. osi)
- **vertikalna osa** – normalan RR interval (normalna udaljenost na vertikalnoj osi)

2. **Klaster ektopičnog RR posle normalnog RR** – tačke u ovoj oblasti predstavljaju RR interval koji se sastoji od normalnog otkucaja (NN) praćenog ektopičnim RR (npr. supraventrikularni – NS).

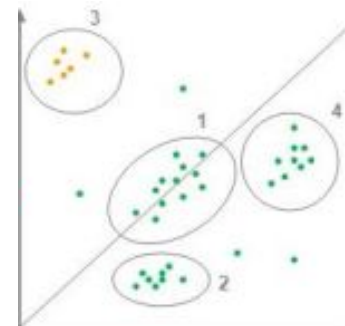
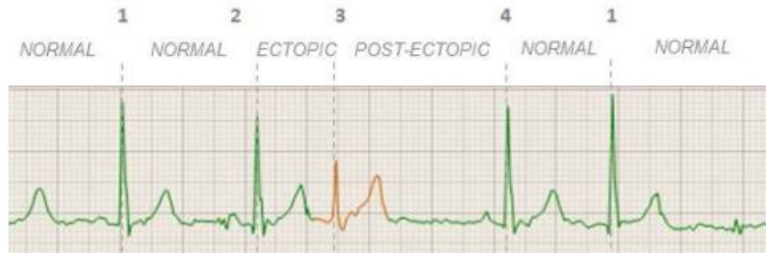
- **horizontalna osa** – normalan RR interval pre ektopičnog otkucaja
- **vertikalna osa** – ektopični RR interval (kratka udaljenost na vertikalnoj osi)

3. **Klaster ektopičnog RR praćenog post-ektopičnim RR** – ovaj klaster odražava situaciju kada ektopični RR (NS) slijedi post-ektopični RR (SN).

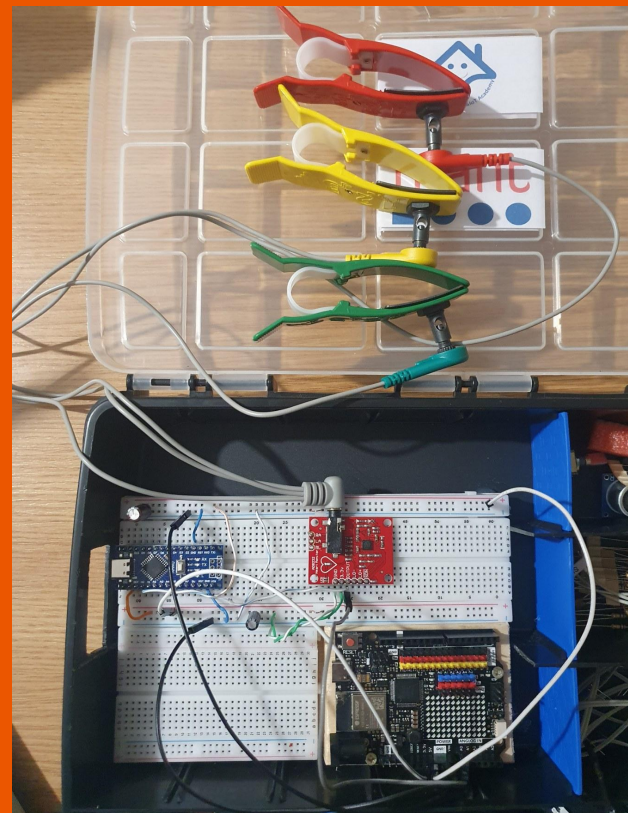
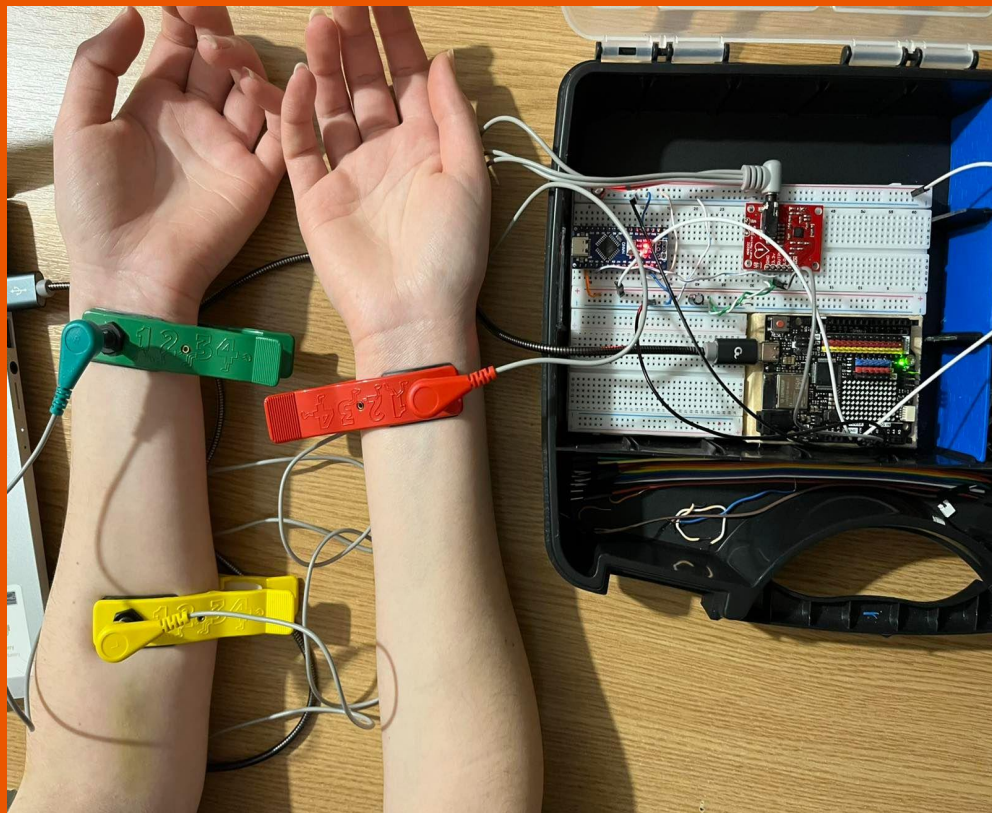
- **horizontalna osa** – ektopični RR interval (kratka udaljenost na horizon. osi)
- **vertikalna osa** – post-ektopični RR interval (duga udaljenost na vertikalnoj osi)

4. **Klaster post-ektopičnog RR praćenog normalnim RR** – ove tačke predstavljaju post-ektopični RR (SN) koji je zatim praćen normalnim RR (NN).

- **horizontalna osa** – post-ektopični RR interval (duga udaljenost na horizo. osi)
- **vertikalna osa** – normalan RR interval nakon post-ektopičnog RR (normalna udaljenost na vertikalnoj osi).



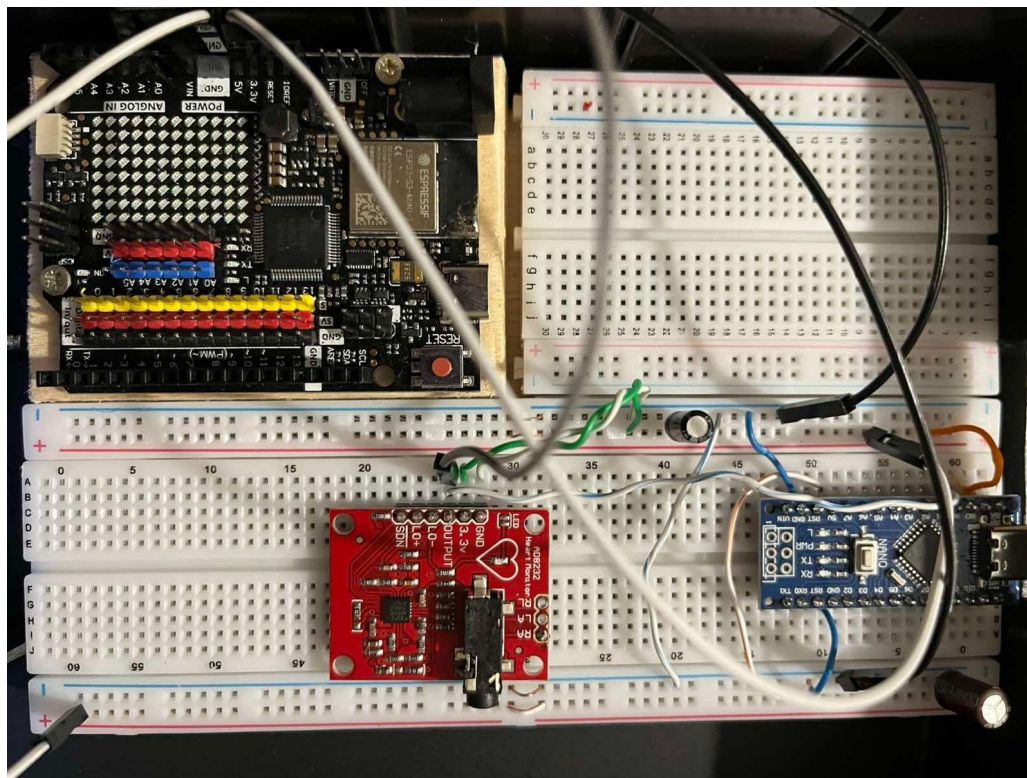
Izrada projektnog zadatka



Komponente

Komponente korišćene prilikom rješavanja zadatka sljedeće:

1. *Arduino Uno R4 WiFi* – glavna mikrokontrolerska pločica
2. *Arduino Nano* – sekundarna mikrokontrolerska pločica
3. *Breadboard* (eksperimentalna ploča)
4. *Modul za bioelektrične signale* (AD8232 ECG senzor)
5. *Kondenzatori* (10uF i 100uF)
6. *Žice za povezivanje*

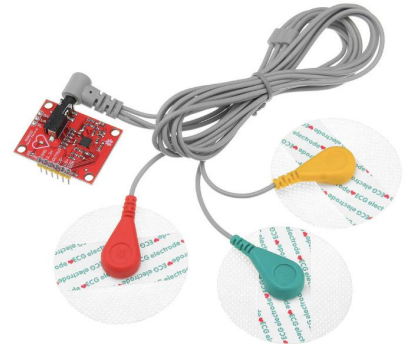
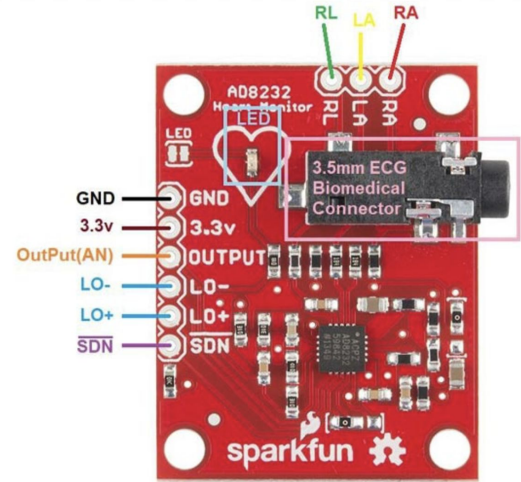


AD8232 ECG sensor

AD8232 je modul za mjerenje električne aktivnosti srca (EKG).
Njegove ključne osobine su:

- **Pojačava i filtrira EKG signal**
- Izlazni signal je analogni, što znači da se može očitati preko Arduino analognog pina.
- **Koristi 3 elektrode** koje se povezuju na tijelo (RA – desna ruka, LA – leva ruka, RL – referentna elektroda).
- Pogodan je za niskonaponske aplikacije, **pa se može koristiti sa 3.3V i 5V mikrokontrolerima.**

Na našem primjeru to funkcionira tako što elektrode “hvataju” električne impulse srca i šalju ih ka AD8232. Modul dalje pojačava impulse i filtrira ih da bi smanjio šum. Signal se zatim prosleđuje ka Arduino Uno R4 WiFi mikrokontroleru koji dalje obrađuje podatke.



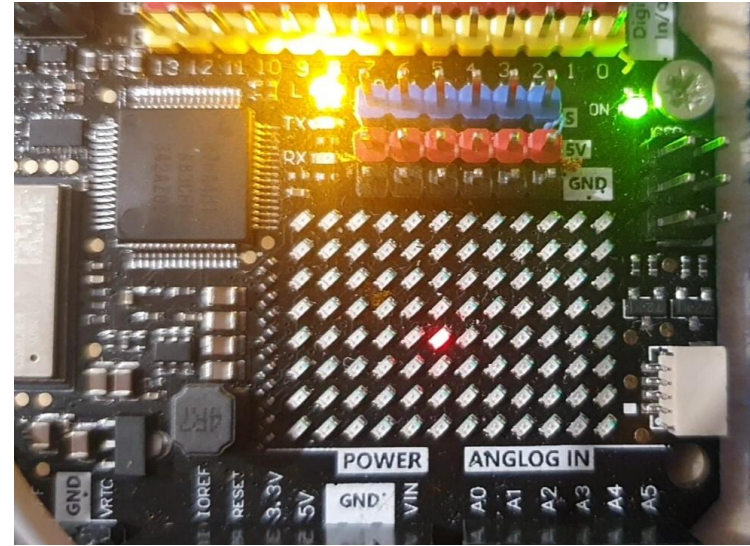
Prikaz Poincaré-ovog grafa

Poincaréov graf se koristi za analizu varijabilnosti otkucaja srca (HRV).

Kako Arduino Uno R4 WiFi doprinosi prikazu grafa?

Dobijanje R-R intervala - Uno R4 prima signal sa AD8232 i analizira vremenske razmake između R-talasa (pikovi u EKG signalu).

Matematička analiza - koristi se formula gde se svaki R-R interval (n) upoređuje sa sledećim intervalom (n+1)



- Matrica 8x12
- Y (RR_old), X (RR_new)
- RR limit: 300 (160bpm) - 2100ms (30 bpm)

Mjerenje

Crvena elektroda (RA - Right Arm)

Zelena elektroda (LA - Left Arm)

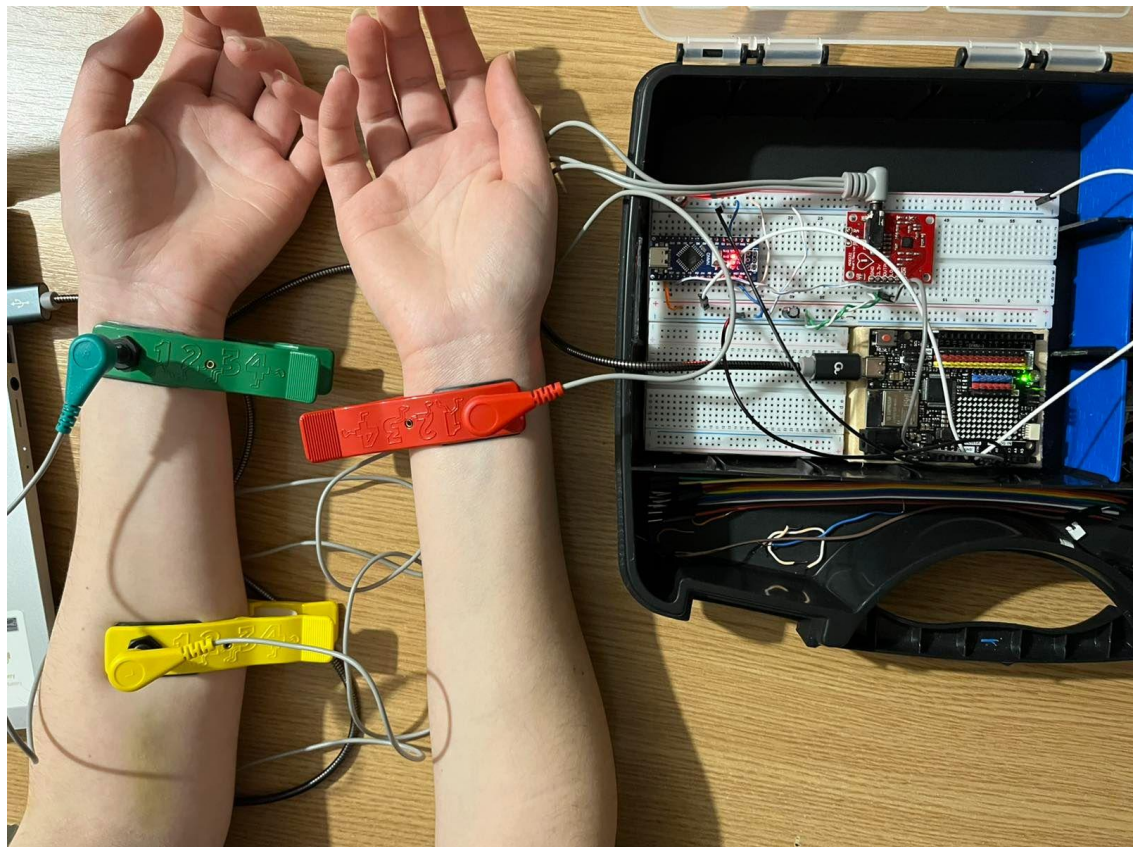
Žuta elektroda (RL - Reference) je postavljena na podlakticu (služi kao referentni uzemljeni signal).

Elektroda signale šalju do AD8232 modula, koji ih pojačava i filtrira kako bi se smanjio šum. Signal izlazi u analognom obliku i šalje se Arduino Uno R4 WiFi ili Arduino Nano za dalje procesiranje.

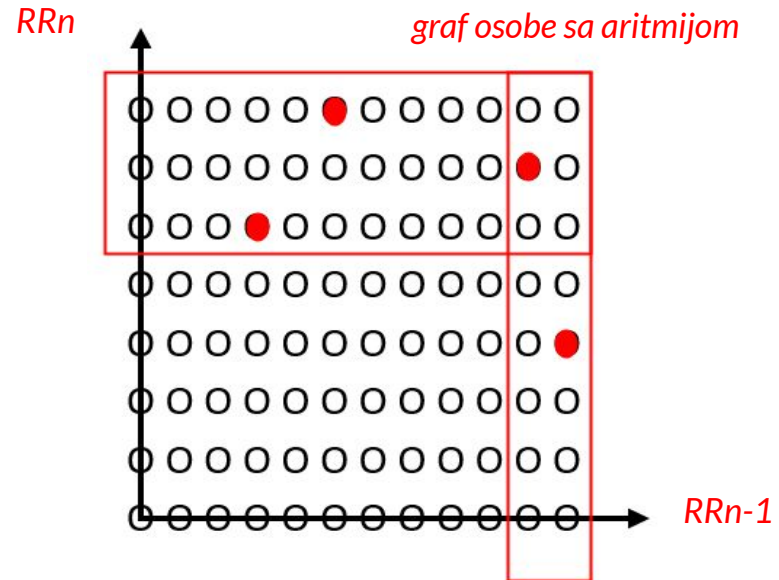
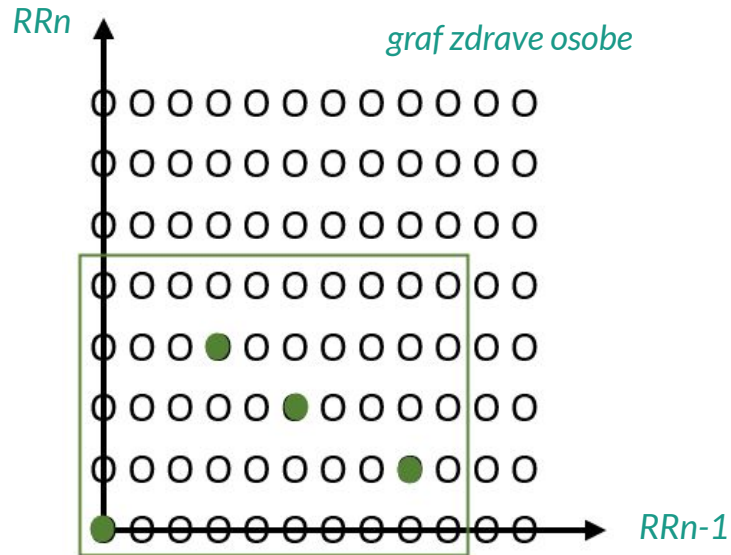
Arduino očitava analogne vrijednosti iz AD8232 modula i obrađuje ih.

Nakon obrade signala, moguće je identifikovati R-peak vrijednosti i izračunati R-R intervale.

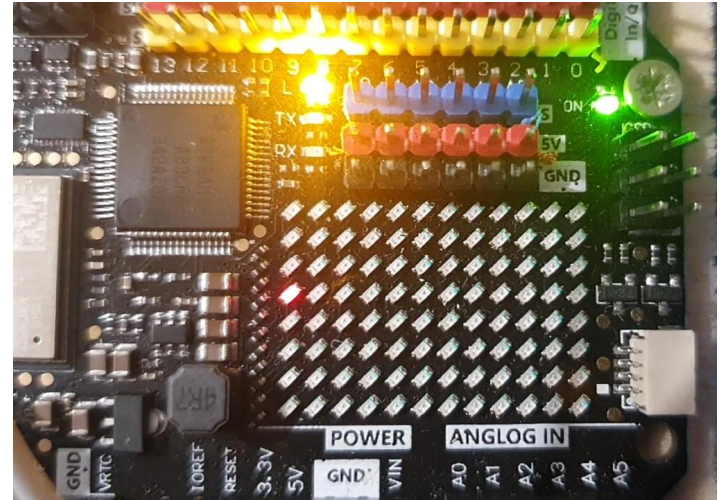
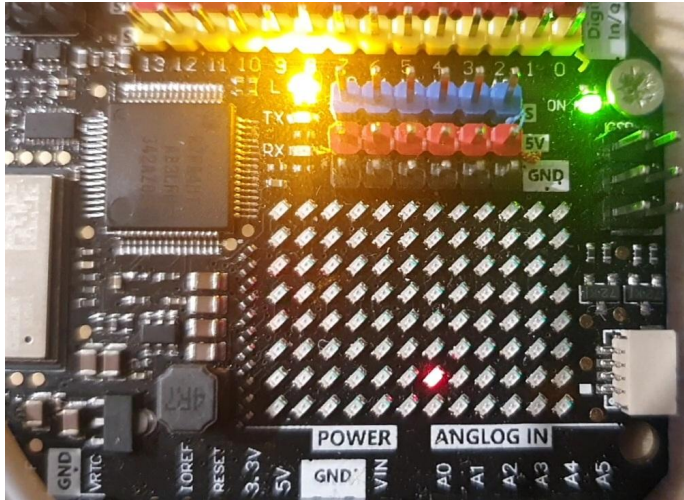
Ti podaci se koriste za generisanje Poincaréovog grafa, koji pomaže u otkrivanju aritmija.



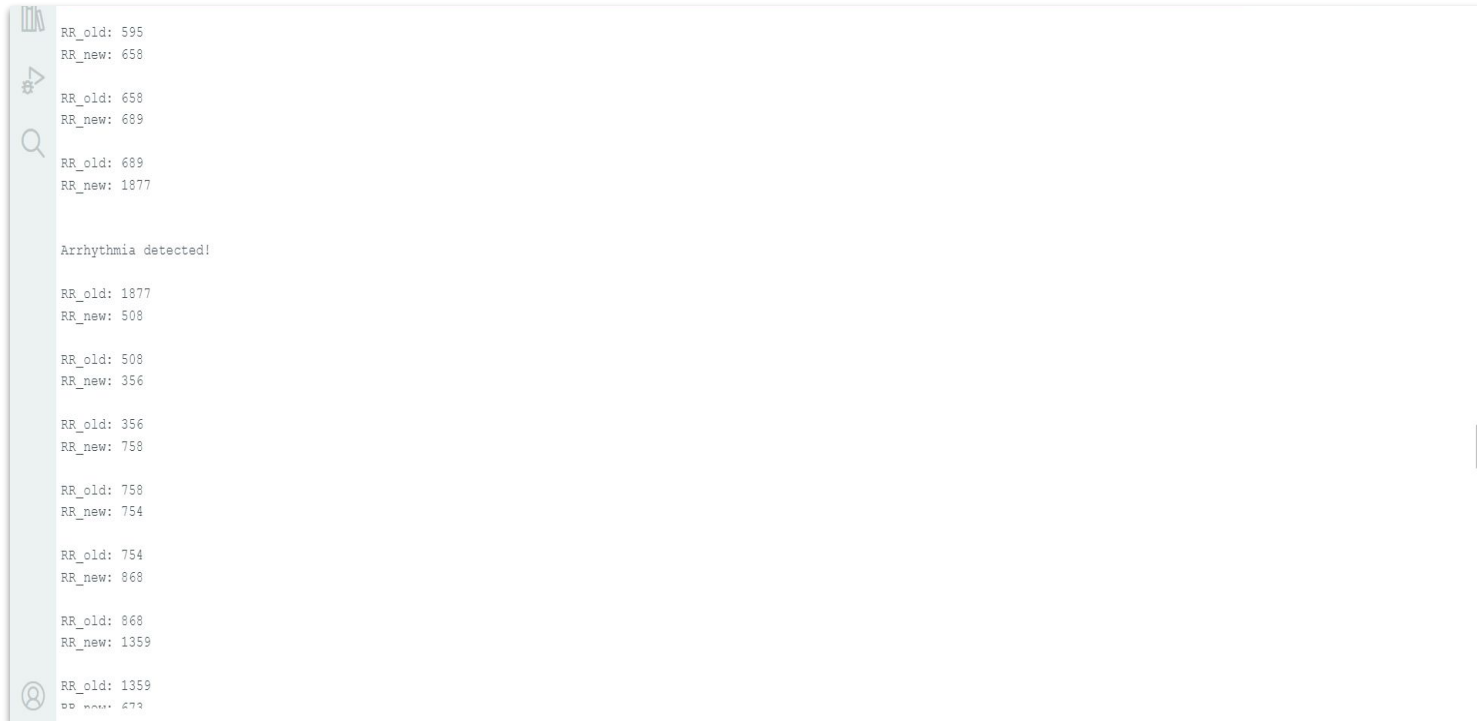
Rezultati - kako izgleda graf zdrave osobe, a kako osobe sa aritmijom



Detektovana aritmija



Prikaz na Serial Monitor-u Arduino IDE razvojnog okruženja



```
RR_old: 595  
RR_new: 658  
  
RR_old: 658  
RR_new: 689  
  
RR_old: 689  
RR_new: 1877  
  
Arrhythmia detected!  
  
RR_old: 1877  
RR_new: 508  
  
RR_old: 508  
RR_new: 356  
  
RR_old: 356  
RR_new: 758  
  
RR_old: 758  
RR_new: 754  
  
RR_old: 754  
RR_new: 868  
  
RR_old: 868  
RR_new: 1359  
  
RR_old: 1359  
RR_new: 672
```

Hvala na pažnji!





Literatura

- BTL CardioPoint. *Poincaré graph: Complete ECG record in one sight*
- Peter Balch. *ECG Display With Arduino*. Source:
<https://www.instructables.com/ECG-Display-With-Arduino/>