

## Vežba 1: Merenje temperature

### Cilj vežbe

Cilj laboratorijske vežbe je da studenti i studentkinje realizuju merenje signala sa NTC (eng. *Negative Temperature Coefficient*) [termistora](#) (Sl. 1) pomoću [naponskog razdelnika](#) primenom mernog sistema zasnovanog na primeni računara.



Slika 1: Fotografija NTC otpornika (laboratorija 69 na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu).

Trebalo bi realizovati merenje signala sa [A/D konvertora](#) u [Arduino](#) programskom okruženju. Takođe, primenom odgovarajućih funkcija potrebno je realizovati i čuvanje izmerenih signala u tekstulanom formatu u [Pajton](#) kodu. Za prenos signala iz Arduino u Pajton aplikaciju potrebno je koristiti biblioteku za serijsku komunikaciju - [pyserial](#).

U zadatku je potrebno testirati rad tri NTC termistora (od 2.2 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$  i 22 k $\Omega$ ) sa otpornicima odgovarajućih otpornosti. Za svaki od termistora, potrebno je realizovati po 100 ponovljenih merenja, snimiti rezultat u [tekstualni fajl](#) i u Pajtonu prikazati histogram, srednju vrednost rezultata merenja i mernu nesigurnost tipa A tj. standardnu devijaciju sa [Beselovom korekcijom](#). Koristiti Pajton biblioteke [numpy](#) i [scipy](#).

Za realizaciju laboratorijske vežbe dat je osnovni deo koda koji je potrebno dopuniti i nalazi se na sajtu predmeta Kliničko inženjerstvo (<http://automatika.etf.bg.ac.rs/sr/13e054kli>) i u [Zenodu](#).

### Oprema

Oprema koja se koristi u realizaciji ove vežbe je:

1. računar sa instaliranim Arduino i Pajton programima<sup>1</sup>,
2. UNO mikrokontrolerska pločica,

---

<sup>1</sup> Može se koristiti [Spajder](#) grafički korisnički interfejs ili klasičan [IDE](#) (eng. *Integrated Development Environment*) uređivač.

3. protobord,
4. NTC termistori (2.2 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$  i 22 k $\Omega$ ),
5. otpornici odgovarajućih otpornosti (2.2 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$  i 22 k $\Omega$ ) i
6. kratkospojnice.

## Zadaci za rad

Potrebno je uraditi sledeće zadatke<sup>2</sup>:

- 1) Potrebno je realizovati program u Arduino okruženju koji će na osnovu konfiguracije razdelnika napona izračunati otpornost NTC termistora. Kod testirati na Arduino pločici. Podesiti da je frekvencija odabiranja konstantna i jednaka 100 Hz.
- 2) Pomoću Pajton skripte realizovati merenje otpornosti termistora pomoću UNO mikrokontrolera za sva tri termistora i sve podatke sačuvati u tekstualne fajlove<sup>3</sup> kada senzor meri temperaturu kože čoveka (termistor se uhvati prstom).
- 3) Napisati skriptu u Pajton programskom jeziku za učitavanje snimljenih tekstualnih datoteka koja omogućava da se primenom  $\beta$ -modela za računanje temperature termistora i pod pretpostavkom da nominalna otpornost termistora odgovara sobnoj temperaturi od 25°C izmerena otpornost konvertuje u temperaturu u stepenima. Realizovati merenje za sva tri termistora. Koristiti tehničke podatke za termistor sa sajta distributera: [NTC-Thermistors.book \(mikroprinc.com\)](http://www.mikroprinc.com).
- 4) Takođe, omogućiti da Pajton kod prikazuje histogram izmerenih ponovljenih vrednosti temperature, kao i da računa srednju vrednost i standardnu devijaciju temperature sa Beselovom korekcijom i ispisuje je u konzoli. Potom, uporediti rezultat merenja za sva tri termistora i komentarisati.
- 5) Odgovoriti na pitanja dežurnog/dežurne<sup>4</sup>.

## Literatura

1. Miljković, Nadica. (2020, December 13). Uputstvo za Python instalaciju (MSR) (Version 2020 3). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4319641>
2. Miljković, Nadica. (2016). Metode i instrumentacija za električna merenja. Beograd, Srbija: Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1335250>
3. Popović B, Dejan. (2014). Medicinska instrumentacija i merenja. Beograd, Srbija: Akademska misao.
4.  $\beta$ -modela za računanje temperature termistora [NTC Thermistors - Calculate Beta Values | Ametherm](http://www.ametherm.com)
5. Miljković, Nadica. (2020, December 13). Uputstvo za Python instalaciju (MSR) (Version 2020 3). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4319641>

---

<sup>2</sup> Nakon svakog zadatka pozvati dežurnog/dežurnu da proverí kako je povezano kolo i da li su dobijeni odgovarajućí rezultati.

<sup>3</sup> Dovoljno je izmeriti tj. snimiti u tekstualnu datoteku po 50 do 100 merenja.

<sup>4</sup> Primer pitanja: 1) Kako bi ste proračunali A, B i C parametre za [Steinhart-Hart model](http://www.steinhart-hart.com)? 2) Šta bi se desilo kada bi se u naponskom razdelniku koristili veći/manji otpornici od nominalne otpornosti termistora? i druga.