

Vežba 4: Senzori za merenje mase, sile i pritiska

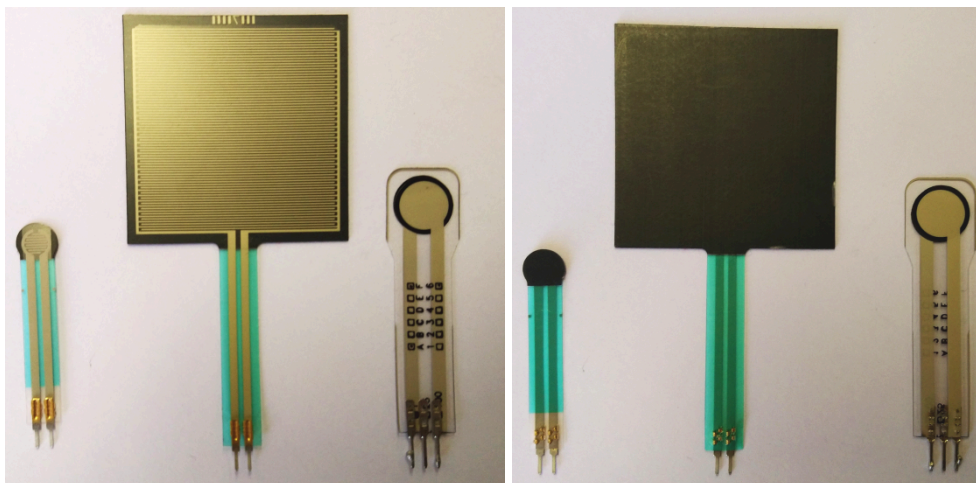
Cilj vežbe

Cilj laboratorijske vežbe je da studenti i studentkinje realizuju merenje mase primenom mernog mosta sa mernim jedinicama (eng. *load cell*) na kojima su postavljene merne trake (Sl. 1). Ovo uputstvo je delimično sastavljeno po ugledu na uputstvo *How to Use Load Cells with HX711 and Arduino* koje je napisao Roland Pelayo. Drugi deo vežbe uključuje snimanje karakteristike FSR (eng. *Force Sensing Resistor*) senzora (zavisnost otpornosti FSR senzora od mase), kao i prikaz zavisnosti sile i pritiska u odnosu na izmerenu otpornost FSR senzora. Primer FSR senzora je dat na Sl. 2.



Slika 1: Merne trake koje su postavljene na senzor mase koji može da meri do 10 kg. Za merenje se koristi HX711AD modul (uputstvo je dostupno na <https://www.digikey.com/htmldatasheets/production/1836471/0/0/1/hx711.html>, pristupljeno 24.03.2024). Fotografisano na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

Potrebno je realizovati merenje signala sa senzora mase tj. sa dve merne jedinice (Sl. 1) primenom UNO mikrokontrolerske pločice tako da se omogući ispis mase u gramima na serijskom portu.



Slika 2: FSR (eng. *Force Sensing Resistor*) senzori. Fotografisano na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Na levom panelu je prikazan pogled na kontakte, a na desnom panelu je prikazan pogled na suprotnu stranu senzora sa ugljeničnim slojem.

Oprema

Oprema koja se koristi u realizaciji ove vežbe je:

1. računar sa instaliranim Arduino i Pajton programima¹,
2. senzor sa Sl. 1 i jedan HX711AD modul,
3. UNO mikrokontrolerska pločica,
4. FSR senzor,
5. elektronska vaga,
6. otpornici različitih otpornosti,
7. protobord i
8. kratkospojnice.

Zadaci za rad

Potrebno je uraditi sledeće zadatke²:

- 1) Povezati merne trake tako da se omogući merenje primeno UNO mikrokontrolerske pločice
- 2) Instalirati Arduino biblioteku HX711.
- 3) Izvršiti kalibraciju senzora pod pretpostavkom da je karakteristika linearna i da su dostupni objekti poznate mase. Obratiti pažnju na postavku parametra koji određuje brzinu prenosa tj. *baud rate* serijskog porta.
- 4) Potom, razvezati prethodnu postavku i povezati FSR sa otpornikom u naponski razdelnik i omogućiti da se na Arduino serijskom portu ispisuje otpornost FSR senzora.
- 5) Za minimum 5 tačaka izmeriti (pojedinačna merenja) otpornost FSR senzora i masu elektronske vage i potom u Pajtonu nacrtati zavisnost otpornosti FSR senzora od mase, sile i pritiska. Obrazložiti koje su formule korišćene za silu i pritisak dežurnom/oj.
- 6) Kako se za pojedinačna merenja otpornosti primenom UNO mikrokontrolerske pločice može izračunati merna nesigurnost tipa B?
- 7) Odgovoriti na pitanja dežurnog/dežurne³.

Preporučena literatura

1. Miljković, Nadica. (2016). Metode i instrumentacija za električna merenja. Beograd, Srbija: Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1335250>
2. Popović B, Dejan. (2014). Medicinska instrumentacija i merenja. Beograd, Srbija: Akademska misao.
3. Pejović, Predrag. (2016). Princip rada i primena osciloskopa. Princip rada i primena osciloskopa — priručnik za rad u laboratoriji —. Beograd: Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1311555>
4. Malvade, Payal S., Atul K. Joshi, and Swati P. Madhe. "IoT based monitoring of foot pressure using FSR sensor." In *2017 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, pp. 0635-0639. IEEE, 2017. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2017.8286435>
5. Rana, N. K. "Application of force sensing resistor (FSR) in design of pressure scanning system for plantar pressure measurement." In *2009 Second International Conference on Computer and Electrical Engineering*, vol. 2, pp. 678-685. IEEE, 2009. <https://doi.org/10.1109/ICCEE.2009.234>
6. Indrek, Luuk. [50 kg Load Cells with HX711 and Arduino. 4x, 2x, 1x Diagrams](#)

¹ Na predmetu Kliničko inženjerstvo preporučena je upotreba Pajton programskog okruženja, ali se može koristiti i bilo koje drugo, po izboru.

² Nakon svakog zadatka pozvati dežurnog/dežurnu da proveri kako je povezano kolo i da li su dobijeni odgovarajući rezultati.

³ Primer pitanja: 1) Šta je histerezis i kako bi se procenio - predložiti merni eksperiment? 2) Šta je potrebno da se napravi sistem koji omogućava merenje raspodele težine ispitanika u ležećem položaju i zašto je to od značaja kod pacijenata koji imaju povredu kičmene moždine?